جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

راهنمای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

کفش ارک
صنایع ایمن فراز ارک

بسم الله الرحمن الرحيم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

راهنمای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری صنایع ایمن فراز ارک

مترجمان: آیدا خاتمی، رسول احمدپور
و احسان مهری

مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

چاپ اول
۱۴۰۰

عنوان و نام پدیدآور : راهنمای بررسی رویدادهای ایمن فرآیند/امرکز ایمنی فرآیندهای شیمیایی انجمن مهندسان شیمی آمریکا]؛ مترجمان آیدا خاتمی، رسول احمدپور، احسان مهری ؛ تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری صنایع ایمن فراز ارک ؛ برای وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، معاونت روابط کار.
مشخصات نشر : تهران: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری : ۴۳۳ ص.: مصور، جدول، نمودار.۹-۲۴-۶۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸؛ شابک وضعیت فهرست نویسی : فیپا
عنوان اصلی :Guidelines for investigating process safety incidents,3rd ed ., 2019.
یادداشت : کتابنامه: ص. ۴۲۳ - ۴۳۳. موضوع : مواد شیمیایی -- کارخانه ها -- حوادث -- پیجویی
موضوع :Chemical plants -- Accidents-- Investigation شیمی-- فرایندها-- پیشبینیهای ایمنی
موضوع:Chemical processes-- Safety measures
شناسه افزوده : خاتمی، آیدا، ۱۳۷۳ ،-مترجم شناسه افزوده : احمدپور، رسول، ۱۳۷۳ ،-مترجم شناسه افزوده : مهری، احسان، ۱۳۶۹ ،-مترجم شناسه افزوده : انجمن مهندسان شیمی آمریکا. مرکز ایمنی فرایندهای شیمیایی
American Institute of Chemical Engineers . Center for Chemical Process Safety
شناسه افزوده : مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار شناسه افزوده : شرکت کفش ارک
شناسه افزوده : ایران. وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی. معاونت روابط کار
رده بندی کنگره : TP۱۵۰ رده بندی دیویی : ۶۶۰شماره کتابشناسی ملی : ۸۵۲۲۲۵۶ اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

راهنمای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند

پدیدآورندگان: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار **با همکاری صنایع ایمن فراز ارک**

ناشر: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

نوبت چاپ: اول / پاییز ۱۴۰۰

قیمت: رایگان

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

ISBN:978-600-6203-24-9
۹-۲۴-۶۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸:شابک

مرکز پخش: تهران، بزرگراه آیت الله سعیدی، چهارراه یافت آباد بلوار معلم، نرسیده به میدان معلم کد پستی: ۱۳۷۱۶۱۳۵۱

کلیه حقوق مادی و معنوی برای این مرکز محفوظ است و هرگونه سوء استفاده و فروش به غیر پیگرد قانونی دارد.

مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

سخنی از معاون محترم روابط کار

در رویکردهای نوین جهانی حق داشتن محیط کار ایمن و سالم یک انتخاب نیست، بلکه یکی از مهم‌ترین حقوق پایه هر انسان محسوب می‌گردد؛ تحقق کار شایسته زمانی میسر است که بنگاه‌های اقتصادی اصول ایمنی و بهداشت کار را به‌عنوان یکی از اولویت‌های مهم خود در نظر گرفته و بر آن اهتمام جدی ورزند. در این بین نقش بی‌بدیل آموزش ایمنی کار به صورت نظام‌مند و فراگیر در پیشگیری از بروز حوادث شغلی با اجرای آموزش‌های هدفمند و موثر بیش از پیش آشکار می‌گردد. بر همین اساس معاونت روابط کار پس از سالیان متمادی، با اتخاذ سیاست‌های نوین و بروز آموزشی؛ از طریق مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار و به واسطه کارشناسان و اساتید مجرب آن مرکز و با بهره‌مندی از دانش تخصصی وکارشناسی مراکز دانشگاهی و علمی و پژوهشی کشور و با حمایت‌های جناب آقای دکتر عبد الملکی وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی، جناب آقای دکتر شریعتمداری، وزیر محترم وقت و جناب آقای دکتر پناه، معاون محترم توسعه مدیریت و منابع؛ اقدام به تهیه و تدوین محتواهای آموزشی یکپارچه و استاندارد منطبق با نیازسنجی‌های آموزشی و همچنین دستورالعمل‌های فنی با موضوعات مختلف در زمینه ایمنی و حفاظت فنی نموده‌است. امید است با تکیه بر آموزش‌های اثربخش و بهینه بتوانیم در جهت تحقق شعار «انسان سالم محور توسعه پایدار» و اعتلای فرهنگ ایمنی و تقلیل حوادث و کاهش بیماری‌های ناشی از کار در بنگاه‌های اقتصادی کشور گام‌های بزرگ و موثری در جهت صیانت از سلامت نیروی کار برداریم. ان شاء الله.

حاتم شاکرمی

معاون وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی

مقدمه ناشر

بی‌شک یکی از نشانه‌های بارز توسعه پایدار در هر کشور، ایجاد و ارتقای فرهنگ ایمنی است که به صیانت از نیروی انسانی و حفظ منابع مادی و معنوی منجر خواهد شد. به طور یقین دستیابی به چنین هدفی نیازمند رشد همه جانبه علمی و فرهنگی در زمینه ایمنی و بهداشت کار است، که از این مجمل تهیه و انتشار کتب و استانداردهای ایمنی یکی از راهکارهای موثر در بسترسازی مناسب در این خصوص به شمار می‌رود که در نتیجه نیازسنجی‌های علمی تهیه و تدوین شده باشد.

مرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی وبهداشت کاروزارت تعاون کارورفاه اجتماعی، در سال ۱۳۴۸ با هدف تامین ایمنی وسلامت نیروی انسانی شاغل در واحدهای صنعتی، تولیدی، خدماتی، کشاورزی و معدنی کشور تاسیس ومستند به قانون کار جمهوری اسلامی ایران، بعنوان مرکز تخصصی ایمنی وبهداشت کاراقدام به خدمت رسانی به جامعه کار وتلاش کشور می‌نماید. این مرکز از سال ۱۳۸۸ ودر راستای توسعه و رسالت خطیر و وظایف قانونی آموزشی وپژوهشی خودورفع خلاء ناشی از کمبود کتب فنی وتخصصی در زمینه ایمنی وبهداشت کار، اقدام به تاسیس واحد انتشارات با هدف، هدایت، راهبری وانتشار این کتب در سطح کشور نمود. در همین راستا این مرکز اقدام به استانداردسازی منابع آموزشی ایمنی وحفاظت فنی و تقویت میزان اثربخشی آموزش‌های مرتبط و به تبع آن ایجاد نظام یکپارچه در فرآیندهای آموزشی و همچنین تدوین دستورالعمل‌های حفاظت فنی و ایمنی، به عنوان یک حرکت پویا و نوین و با تکیه بر آخرین دستاوردهای حوزه ایمنی و حفاظت فنی از طریق بهره‌گیری از دانش اساتید و متخصصان مراکز دانشگاهی، علمی و تحقیقاتی کشور نموده است. امید است بهره‌مندی از محتواهای آموزشی و دستورالعمل‌ها و منابع علمی جدید بتواند در ترویج و ارتقای فرهنگ ایمنی کار، افزایش بهره‌وری، کاهش حوادث و بیماری‌های ناشی از کار نقش موثری ایفا نماید. در این میان برخود لازم می‌دانم ضمن تشکر از حمایت شرکت ایمن فراز ارک تولیدکننده تخصصی‌ترین کفش‌های ایمنی، نظامی، اداری و کوهی و از پیشگامان فرهنگ‌سازی و آموزش در حوزه ایمنی در سراسر کشور، از مترجمان این محتوا سرکار خانم آیدا خاتمی و آقایان رسول احمدپور و احسان مهری، همچنین از تلاش‌های عموم همکاران ارزشمند خود در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار از جمله آقایان مهندس آرش گودرزی، مهندس علی قنادان، مهندس غلام‌حسین حسینی و دکتر مهدی حسین آبادی و نیز همه عزیزانی که در تولید و تدوین این محتوای آموزشی ما را یاری نموده‌اند تشکر و سپاسگزاری نمایم.

درپایان؛ مرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی وبهداشت کار با چاپ اثر مزبور به عنوان نسخه اولیه منتشر شده؛ آمادگی بهره‌مندی مستمر از بازخوردها و نظرات و پیشنهادات اصلاحی و سازنده کلیه اساتید، متخصصان وفعالین این عرصه؛ به‌منظور به‌روزرسانی ورفع نواقص احتمالی، وهرچه پربارتر شدن محتوای آن را خواهد داشت.

امیرعباس پرکنی

رئیس مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فصل۱-مقدمه	۲۱
۱-۱نگاهی به گذشته	۲۳
۱-۲اصول تحقیق	۲۴
۱-۳چه کسانی باید این کتاب را بخوانند؟	۲۸
۱-۴اهداف راهنما	۲۸
۱-۵محتوا و سازماندهی راهنما	۲۹
۱-۶تکامل مستمر بررسی رویداد	۳۳
فصل ۲ - مروری بر علیت رویداد فرآیندهای شیمیایی	۳۵
۲-۱مراحل یک رویداد مرتبط با فرآیند	۳۸
۲-۱-۱مدل سه مرحله‌ای رویدادهای مرتبط با فرآیند	۳۸
۲-۱-۲درخت واقعه	۳۸
۲-۱-۳مدل پنیر سوئیسی	۴۰
۲-۱-۴اهمیت نقصهای پنهان	۴۱
۲-۲مفاهیم کلیدی علیت	۴۲
۲-۲-۱از دست دادن انرژی حفاظ یا انرژی	۴۲
۲-۲-۲نقص سیستم مدیریتی	۴۴
۲-۲-۳فاکتورهای انسانی	۴۵
۲-۲-۴علیت چندگانه	۴۶
۲-۲-۵رویدادها و علت‌های ریشه‌ای	۴۶
۲-۲-۶کنترل ریسک	۴۷
۲-۳خلاصه	۴۸
فصل ۳ - مروری بر روش‌های بررسی رویداد	۴۹
۳-۱تاریخچه روش‌ها و ابزار بررسی رویداد	۵۴
۳-۱-۱مصاحبه یک به یک	۵۴
۳-۱-۲طوفان فکری	۵۴

۳-۱-۳ تجزیه‌وتحلیل «چه می‌شود اگر...؟» ۵۵
۴-۱-۳ تکنیک ۵ چرا ۵۵
۵-۱-۳ فرآیند حذف گزینه ۵۵
۶-۱-۳ جدول زمانی ۵۶
۷-۱-۳ نمودار توالی ۵۶
۸-۱-۳ نمودار وقایع به ترتیب زمانی ۵۸
۹-۱-۳ دیاگرام درختی از پیش‌تعریف‌شده ۵۸
۲-۳ ابزارهای مورد استفاده در آماده‌سازی آنالیز علت‌های ریشه‌ای ۵۹
۱-۲-۳ جدول زمانی ۵۹
۲-۲-۳ نمودارهای توالی ۶۰
۳-۲-۳ روش علمی ۶۰
۴-۲-۳ شناسایی عامل علیت ۶۱
۳-۳ روش‌های ساختاریافته برای تجزیه‌وتحلیل علت ریشه‌ای ۶۱
۱-۳-۳ چک‌لیست‌ها ۶۲
۲-۳-۳ درخت استدلال از پیش‌تعریف شده ۶۳
۳-۳-۳ درخت منطق تیمی ۶۴
۴-۳ انتخاب روش مناسب ۶۷
۱-۴-۳ روش‌های مورد استفاده توسط اعضای مرکز ایمنی فرآیند شیمیایی ۷۰
فصل ۴- طراحی سیستم مدیریت بررسی رویداد ۷۱
۱-۴ ملاحظات سیستم ۷۵
۱-۱-۴ مسئولیت‌های سازمان ۷۵
۲-۱-۴ مسئولیت‌های کارکنان ۷۷
۳-۱-۴ نقش توسعه‌دهندگان سیستم مدیریت ۷۹
۴-۱-۴ ادغام با سایر عملکردها و تیم‌ها ۷۹
۵-۱-۴ همکاری با سازمان‌های نظارتی ۸۰
۲-۴ موضوعات رایج یک سیستم مدیریت ۸۳
۱-۲-۴ طبقه‌بندی رویدادها ۸۳

۲-۲-۴تعیین و مدیریت مستندسازی ۸۳
۳-۲-۴ملاحظات قانونی ۸۵
۴-۲-۴ توصیف سازمان و عملکرد تیم ۸۷
۵-۲-۴ سیستم‌های الکترونیک پردازش و کنترل داده ۸۸
۶-۲-۴تعریف الزامات آموزشی ۸۹
۷-۲-۴تأکید بر علت‌های ریشه‌ای ۹۳
۸-۲-۴تقویت سیاست بدون سرزنش ۹۴
۹-۲-۴توسعه پیشنهادات ۹۴
۱۰-۲-۴مسئولیت‌های پیشنهادات ۹۵
۱۱-۲-۴اجرای توصیه‌ها و پیشنهادات و فعالیت‌های پیگیری ۹۶
۱۲-۲-۴ ارائه الگویی برای گزارش‌های رسمی ۹۶
۱۳-۲-۴بررسی و تصویب سیستم مدیریت ۹۶
۱۴-۲-۴ برنامه‌ریزی برای بهبود مستمر ۹۷
۳-۴سیستم مدیریت ۹۸
۱-۳-۴ اجرای اولیه- آموزش ۹۸
۲-۳-۴تدوین برنامه اختصاصی تحقیق ۹۸
فصل ۵- اطلاع رسانی اولیه، طبقه بندی و بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند ۱۰۱
۱-۵ گزارش دهی درون سازمانی ۱۰۳
۲-۵ طبقه بندی رویدادها ۱۰۵
۱-۲-۵ طبقه بندی بر اساس شدت ۱۰۷
۲-۲-۵ حوزه قضایی محلی ۱۱۲
۳-۲-۵ سایر گزینه برای تعیین معیارهای طبقه بندی ۱۱۳
۳-۵اطلاع رسانی رویداد ۱۱۳
۱-۳-۵ اطلاع رسانی شرکت ۱۱۴
۲-۳-۵اطلاع رسانی به سازمانها ۱۱۴
۳-۳-۵اطلاع رسانی به دیگر ذینفعان ۱۱۵
۴-۳-۵ سایر اطلاع رسانی ها ۱۱۵
۴-۵ نوع بررسی ۱۱۶

۱-۴-۵ از کدام سیستم بررسی باید استفاده کرد؟ ۱۱۶
۲-۴-۵رویکردبررسی ۱۱۷
۵-۵خلاصه ۱۱۸
فصل ۶- ایجاد و رهبری یک تیم بررسی رویداد ۱۱۹
۱-۶رویکرد تیمی ۱۲۱
۲-۶مزایای رویکرد تیمی ۱۲۲
۳-۶رهبری (هدایت) یک تیم بررسی رویداد ایمنی فرآیند ۱۲۳
۴-۶ترکیب بالقوه تیم ۱۲۵
۵-۶ایجاد تیم برای یک رویداد خاص ۱۲۸
۶-۶ فعالیت‌های تیم ۱۳۰
۷-۶خلاصه ۱۳۲
فصل ۷- مدیریت شاهدان ۱۳۳
۱-۷ خلاصه ۱۳۵
۱-۱-۷ مسائل شاهدان بعد از یک رویداد مهم ۱۳۶
۲-۱-۷اولویت‌های تیم بررسی برای مدیریت شاهدان ۱۳۷
۲-۷ شناسایی شاهدان ۱۳۷
۳-۷ مصاحبه با شاهدان ۱۴۰
۱-۳-۷عوامل انسانی مرتبط با مصاحبه‌ها ۱۴۰
۲-۳-۷ جمع‌آوری اطلاعات از شاهدان ۱۴۲
۳-۳-۷ اظهارات اولیه شاهد ۱۴۴
۴-۳-۷انجام مصاحبه ۱۴۵
۴-۷ انجام فعالیت های بعدی ۱۵۷
۵-۷ انجام مصاحبه‌های بعدی ۱۵۸
۶-۷قابلیت اطمینان اظهارات شاهدان ۱۵۸
۷-۷خلاصه ۱۵۸
فصل ۸- شناسایی، جمع‌آوری و مدیریت شواهد ۱۵۹
۱-۸ خلاصه ۱۶۱
۱-۱-۸ تدوین یک برنامه خاص ۱۶۲
۲-۱-۸ محیط بررسی پس از یک واقعه مهم ۱۶۳
۳-۱-۸اولویت‌های تیم بررسی رویداد ۱۶۴

۲-۸منابع شواهد ۱۶۷
۱-۲-۸انواع منابع ۱۶۷
۲-۲-۸داده‌ها و شواهد فیزیکی ۱۷۰
۳-۲-۸شواهد و داده‌های کاغذی ۱۷۱
۴-۲-۸شواهد و داده‌های الکترونیکی ۱۷۴
۵-۲-۸شواهد و داده‌های موقعیت ۱۷۵
۳-۸جمع‌آوری شواهد ۱۷۸
۱-۳-۸ بازدید اولیه از سایت ۱۷۸
۲-۳-۸شناسایی و مستندسازی شواهد ۱۸۱
۳-۳-۸ابزار آلات و تجهیزات ۱۸۳
۴-۳-۸عکاسی و فیلم‌برداری ۱۸۵
۴-۸ جدول زمانی و نمودارهای توالی ۱۸۹
۱-۴-۸ساخت جدول زمانی ۱۸۹
۲-۴-۸ساخت نمودار توالی ۱۹۴
۵-۸خلاصه ۱۹۶
فصل ۹- آنالیز شواهد و تعیین عوامل علیت ۱۹۷
۱-۹ روش علمی ۱۹۹
۲-۹سوگیری در تایید ۲۰۱
۳-۹ تجزیه و تحلیل شواهد ۲۰۱
۱-۳-۹سازماندهی اطلاعات-جدول زمانی ۲۰۲
۲-۳-۹ استفاده از پروتکل ها ۲۰۳
۳-۳-۹ تجزیه و تحلیل نقص مکانیکی ۲۰۴
۴-۳-۹سیستم‌های پیشرفته اطلاعات ۲۰۸
۴-۹ فرمول بندی فرضیه ها ۲۰۸
۱-۴-۹ماتریس واقعیت /فرضیه ۲۰۸
۵-۹آزمون فرضیه ۲۱۱
۱-۵-۹تجزیه و تحلیل مهندسی ۲۱۱
۲-۵-۹مدل‌سازی محاسباتی ۲۱۲
۳-۵-۹بازسازی ۲۱۲
۴-۵-۹ آزمایش موارد تحت شرایط شبیه‌سازی شده ۲۱۳

۵-۵-۹آزمایش‌ورود/عملکردانسانی..... ۲۱۳
۶-۹ انتخاب فرضیه نهایی..... ۲۱۴
۱-۶-۹ تعیین عوامل علیت..... ۲۱۴
۲-۶-۹ نمودار عامل علیت..... ۲۱۹
۳-۶-۹ تهیه نمودار عامل علیت..... ۲۲۰
۷-۹ خلاصه..... ۲۲۲
فصل ۱۰- تعیین علت‌ها ریشه‌ای- رویکرد ساختاریافته..... ۲۲۵
۱-۱۰ مفهوم آنالیز علت ریشه ای..... ۲۲۷
۲-۱۰ موارد تاریخی..... ۲۳۰
۳-۱۰ روش‌هایی برای تحلیل علت ریشه ای..... ۲۳۱
۱-۳-۱۰ روش ۵ چرا..... ۲۳۱
۲-۳-۱۰ تعیین علت ریشه‌ای ساختاریافته..... ۲۳۴
۴-۱۰ تعیین علت ریشه‌ای با استفاده از درخت منطق..... ۲۳۶
۱-۴-۱۰ جمع‌آوری شواهد و فهرست نمودن حقایق..... ۲۳۶
۲-۴-۱۰ توسعه خط زمانی..... ۲۳۷
۳-۴-۱۰ توسعه یک درخت منطق..... ۲۳۷
۵-۱۰ ساختن درخت منطق..... ۲۴۰
۱-۵-۱۰ اساس درخت منطق..... ۲۴۲
۲-۵-۱۰ مثال- آسیب‌ناشی از پاشیده‌شدن مواد شیمیایی..... ۲۴۷
۳-۵-۱۰ در صورت توقف فرآیند چکار باید کرد؟..... ۲۵۱
۴-۵-۱۰ راهنما برای توقف توسعه درخت منطق..... ۲۵۱
۶-۱۰ مثال‌های کاربردی..... ۲۵۴
۱-۶-۱۰ رویداد آتش سوزی و انفجار- درخت خطا..... ۲۵۴
۲-۶-۱۰ تجزیه و تحلیل علت‌ها مبتنی بر داده..... ۲۵۷
۳-۶-۱۰ خلاصه درخت منطق..... ۲۵۹
۷-۱۰ تعیین علت ریشه‌ای با استفاده از درخت از پیش‌تعیین شده..... ۲۶۰
۱-۷-۱۰ تعیین سناریو..... ۲۶۱
۲-۷-۱۰ فاکتورهای علیت..... ۲۶۱

۳-۷-۱۰ درخت از پیش‌تعریف شده ۲۶۱
۸-۱۰ استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده ۲۶۲
۱-۸-۱۰ روش درخت از پیش‌تعریف شده ۲۶۴
۲-۸-۱۰ مثال: رویداد محیط زیستی ۲۶۴
۳-۸-۱۰ کنترل کیفیت ۲۷۰
۴-۸-۱۰ خلاصه درخت از پیش‌تعریف شده ۲۷۰
۹-۱۰ چک لیست ۲۷۱
۱-۹-۱۰ استفاده از چک لیست ۲۷۲
۲-۹-۱۰ خلاصه چک لیست ۲۷۳
۱۰-۱۰ کاربرد عوامل انسانی ۲۷۳
۱۱-۱۰ خلاصه ۲۷۴
فصل ۱۱ - تأثیر عوامل انسانی **۲۷۵**
۱-۱۱ مفاهیم عوامل انسانی ۲۷۸
۲-۱۱ مشارکت عوامل انسانی در روند بررسی رویداد ۲۸۲
۱-۲-۱۱ عوامل انسانی قبل و حین رویداد ۲۸۳
۲-۲-۱۱ عوامل انسانی در آنالیز علیت ۲۸۴
۳-۲-۱۱ عوامل انسانی در ارائه پیشنهادات ۲۸۸
۴-۲-۱۱ پس از بررسی ۲۸۸
۳-۱۱ منابع دیگر ۲۸۹
۴-۱۱ خلاصه ۲۸۹
فصل ۱۲ - ارائه پیشنهادات مؤثر ۲۹۱
۱-۱۲ مفاهیم کلیدی ۲۹۴
۲-۱۲ ارائه پیشنهادات مؤثر ۲۹۵
۱-۲-۱۲ مسئولیت‌های تیم ۲۹۵
۲-۲-۱۲ ویژگی‌های پیشنهادات خوب ۲۹۵
۳-۱۲ انواع پیشنهادات ۲۹۷
۱-۳-۱۲ طراحی ذاتا ایمن ۲۹۸
۲-۳-۱۲ لایه‌های حفاظتی ۲۹۹

۳-۳-۱۲اقدامات تشویقی/انضباطی ۳۰۲
۴-۳-۱۲ پیشنهادات «اقدامات بعدی مورد نیاز» ۳۰۲
۴-۱۲فرآیند پیشنهادات ۳۰۳
۱-۴-۱۲ انتخاب هر علت ۳۰۳
۲-۴-۱۲انجام آزمون کفایت ۳۰۳
۳-۴-۱۲ارزیابی اثربخشی ۳۰۳
۴-۴-۱۲آمادگی برای ارائه پیشنهادات ۳۰۴
۵-۴-۱۲بررسی پیشنهادات با مدیریت ۳۰۵
۶-۴-۱۲پیگیری و اتمام پیشنهادات ۳۰۶
۵-۱۲خلاصه ۳۰۶
فصل ۱۳-آماده‌سازی گزارش نهایی ۳۰۷
۱-۱۳ دامنه کاربرد گزارش ۳۱۰
۲-۱۳ گزارش‌های موقت ۳۱۰
۳-۱۳ نوشتن گزارش ۳۱۱
۴-۱۳نمونه فرمت گزارش ۳۱۳
۱-۴-۱۳خلاصه اجرایی ۳۱۴
۲-۴-۱۳مقدمه ۳۱۴
۳-۴-۱۳ پیش‌زمینه ۳۱۴
۴-۴-۱۳توالی وقایع و توصیف رویداد ۳۱۵
۵-۴-۱۳ یافته ها ۳۱۵
۶-۴-۱۳ عوامل علی ۳۱۶
۷-۴-۱۳ علت‌ها ریشه ای ۳۱۷
۸-۴-۱۳پیشنهادات ۳۱۷
۹-۴-۱۳عوامل غیر مشارکتی ۳۱۸
۱۰-۴-۱۳پیوست‌ها یا ضمائم ۳۱۹
۵-۱۳بررسی گزارش و تضمین کیفیت ۳۲۰
۱-۵-۱۳بررسی گزارش ۳۲۰
۲-۵-۱۳ اجتناب از اشتباهات رایج ۳۲۰
۶-۱۳اسناد بررسی و نگهداری شواهد ۳۲۲

۱۳-۷ خلاصه ۳۲۲
فصل ۱۴- اجرای پیشنهادات ۳۲۵
۱۴-۱ فعالیت‌های مربوط به اجرای پیشنهادات ۳۲۸
۱۴-۲ اعتبارسنجی اثربخشی- مطالعات موردی ۳۲۹
۱۴-۲-۱ رویداد نیروگاه هسته‌ای ۳۳۰
۱۴-۲-۲ رویداد هواپیما ۳۳۰
۱۴-۲-۳ رویداد کارخانه پتروشیمی ۳۳۰
۱۴-۲-۴ رویداد شاتل فضایی شلنجر ۳۳۰
۱۴-۲-۵ رویدادهای معمول در کارخانه ۳۳۱
۱۴-۳ توصیه‌های عملی برای اجرای موفقیت‌آمیز پیشنهادات ۳۳۲
۱۴-۳-۱ تعیین یک فرد مسئول ۳۳۲
۱۴-۳-۲ تاریخ و اولویت اجرای پیشنهادات ۳۳۲
۱۴-۳-۳ چالش هایی برای حل و فصل پیشنهادات ۳۳۳
۱۴-۳-۴ پیگیری اقدامات ۳۳۴
۱۴-۳-۵ تائید پیگیری ۳۳۵
فصل ۱۵- بهبود مستمر سیستم بررسی رویداد ۳۳۷
۱۵-۱ بررسی انطباق با قوانین ۳۴۰
۱۵-۲ ارزیابی کیفیت بررسی رویداد ۳۴۲
۱۵-۳ تجزیه و تحلیل طبقه بندی علیت ۳۴۳
۱۵-۴ بررسی شبه حوادث ۳۴۵
۱۵-۵ بررسی پیشنهادات ۳۴۵
۱۵-۶ بازبینی پیگیری بررسی ۳۴۶
۱۵-۷ شاخص‌های کلیدی عملکرد ۳۴۷
۱۵-۸ خلاصه ۳۴۸
فصل ۱۶ - درس‌های آموخته شده ۳۴۹
۱۶-۱ منابع مختلف یادگیری از رویدادها ۳۵۲
۱۶-۱-۱ منابع داخلی ۳۵۲
۱۶-۱-۲ منابع خارجی (برون سازمانی) ۳۵۲
۱۶-۱-۳ صنعت متقابل ۳۵۳

۲-۱۶ شناسایی فرصت‌های یادگیری ۳۵۴
۳-۱۶ به اشتراک‌گذاری و نهادینه‌سازی درس‌های آموخته شده ۳۵۵
۴-۱۶ مدیریت ارشد به اشتراک‌گذاری رویدادها و تعهد ۳۵۸
۵-۱۶ نمونه‌هایی از به اشتراک‌گذاری درس‌های آموخته شده ۳۵۹
۱-۵-۱۶ ایجاد هشدار ایمنی فرآیند با استفاده از یک مطالعه موردی ۳۵۹
۲-۵-۱۶ روزنامه ایمنی ۳۶۰
۳-۵-۱۶ فیلم‌های رویدادها ۳۶۵
۴-۵-۱۶ پایگاه اطلاعات و گزارش‌های کامل رویداد ۳۶۵
۶-۱۶ خلاصه ۳۶۵

فصل هفدهم ۳۶۷
پیوست ۱ ..... ۳۶۹
پیوست ۲ ..... ۳۷۳
پیوست ۳ ..... ۳۷۶
پیوست ۴ ..... ۳۷۸
پیوست ۵ ..... ۴۰۹
پیوست ۶ ..... ۴۱۵
پیوست ۷ ..... ۴۱۷
واژه نامه ۴۲۶
منابع ۴۳۵
اصطلاحات و اختصارات ۴۴۶

۱

فصل اول

مقدمه

مقدمه

۱-۱ نگاهی به گذشته

اسامی فیلکس‌بورو[۱]، بوپال[۲]، پایپرآلفا[۳]، دیپ‌واترهاریزون[۴] وبونس‌فیلد[۵] هرکدام یادآور یک فاجعه هستند. این اسامی با تصوری از مرگ، آسیب، صدمات زیست محیطی و خسارات فاجعه بار مرتبط با تولید مواد شیمیایی، سوخت و نفت ارتباط ناگسستنی دارند. بررسی تاریخ صنعت دنیا داستان‌هایی را روایت می‌کند که دارای رویدادهای نادر ولی مشابه است. بی‌تردید، در پی چنین فجایعی شرکت‌ها، صنایع و دولت‌ها با یکدیگر همکاری می‌کنند تا دلایل رخداد آن‌ها را درک کنند. هدف نهایی این همکاری، استفاده از تجربیات کسب شده برای پیشگیری از وقوع دوباره و کاهش پیامدهای احتمالی می‌باشد.

بررسی رویدادهای فاجعه بار موارد بسیار مهمی را آشکار می‌کند. این بررسی‌ها نشان می‌دهد، در پیشگیری از فجایع، کشف شاخص‌های آینده نگر مهم‌تر از شاخص‌های گذشته نگر، می‌باشند. شاخص‌های آینده نگر در رویدادهای کم اهمیت‌تر از فجایع، وجود دارند و می‌توان آن‌ها را کشف کرد. حتی این شاخص‌ها را می‌توان در شبه‌حوادث که هیچ پیامد قابل توجهی در عملکرد معمولی ندارند، مشاهده کرد. شرکت‌ها می‌توانند با بررسی رخدادهای غیرمعمول، شبه‌حوادث و رویدادهای مکرر و دارای پیامد ناچیز (که در صورت

۱-Flixborough
۲-Bopal
۳-Piper Alpha
٤-Deepwater Horizon
٥-Buncefield

عدم اصلاح پتانسیل تبدیل شدن به رویدادهای جدی و حتی فجایع را دارند)، نواقص را شناسایی کنند.

دو نقش بسیار مهم بررسی رویدادها، در یک برنامه جامع ایمنی فرآیند، عبارت است از:

۱. پیشگیری از فجایع از طریق بررسی و یادگیری پیوسته از شبه‌حوادث (شامل رخدادهای غیرمعمول، رویدادهای جزئی و...)

۲. پیشگیری از فجایع از طریق بررسی و یادگیری پیوسته از حوادث جدی‌تر.

مرکز ایمنی فرآیند شیمیایی (CCPS[1])موسسه مهندسان شیمی آمریکا (AIChE[2]) نقش بررسی رویداد را در راهنمای اصلی بررسی رویدادهای فرآیند شیمیایی در سال ۱۹۹۲ در نظر گرفته است.

اولین ویرایش این راهنما، یک اقدام به موقع برای بررسی رویداد، شامل موارد زیر ارائه می‌کند:

- مطالعه دقیق نقش بررسی رویدادها در سیستم مدیریت ایمنی فرآیند؛
- راهنمایی در خصوص نحوه اجرای سیستم بررسی رویداد؛
- اطلاعات دقیق درباره نحوه بررسی رویداد، شامل ابزارها و تکنیک‌هایی مفید برای درک دلایل اصلی رویدادها.

ویرایش دوم این راهنما در سال ۲۰۰۳ بر پایه چارچوب ویرایش اول منتشر شد. هدف از این اقدام حفظ همزمان دانش اساسی ارائه شده در کتاب اصلی و گسترش آن برای انعکاس آخرین دیدگاه‌ها بود. در این ویرایش جدیدترین تکنیک‌های استفاده شده به وسیله پیشگامان علم بررسی رویداد ایمنی فرآیند در دنیا ارائه شد.

ویرایش سوم نسخه پیشرفته‌تر ویرایش دوم است. این ویرایش تأکید ویژه‌ای بر به‌روزرسانی تکنیک‌های بررسی و روش‌های تحلیل و در صورت امکان بکار بردن آن‌ها در مطالعات موردی را دارد. مباحث توسعه داده شده در این ویرایش اعتبارسنجی علمی فرضیه‌ها، بررسی و مستندسازی دقیق مدارک فیزیکی، تجزیه و تحلیل علمی، رد و اثبات فرضیه‌ها، یادگیری از رویدادهای تکراری و ابزارهای نهادینه‌سازی یادگیری در یک سازمان را شامل می‌شوند.

۲-۱ اصول تحقیق

بررسی موفق، به برنامه ریزی، روش‌های مستند، تجربه و آموزش مناسب بررسی‌کننده، رهبری مناسب و منابع لازم (افراد، زمان و مواد) بستگی دارد. ضروری است تا سازمان‌های عملیاتی، بررسی‌های دقیق و جامعی را انجام دهند تا نتایج به‌دست آمده واقعی و قابل دفاع باشد. توسعه و پیروی از روش‌های مستند، به منظور ایجاد زمینه‌ای برای بهبود مداوم، به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا به طور سریع و موثر پاسخ دهند و "پروانه فعالیت[3]" شرکت حفظ و نگهداری گردد.

۱-Center for Chemical Process Safety

۲-American Institute of Chemical Engineers

۳-License to Operate

■ ۱-۲-۱ اولین قدم

اولین قدم در انجام موفق یک بررسی رویداد، تشخیص زمان وقوع آن است تا سیستم مدیریت رویداد (فصل ۴) فعال شود. شناسایی رویداد با اعلان اولیه، طبقه‌بندی و بررسی رویداد در ارتباط می‌باشد (فصل ۵).

استفاده از اصطلاحات استاندارد در زمان بررسی رویداد بسیار مهم است تا همه کسانی که یک رخداد را بررسی می‌کنند در بیان اقدامات حمایتی و دقیق، اهداف بررسی رویداد، زبان مشترکی داشته باشند. برخی از بررسی‌کنندگان ممکن است اصطلاحات ارائه شده در زیر را کمی متفاوت تعریف کنند و یا از اصطلاحات توصیفی دیگری که معنی یکسانی دارند، استفاده نمایند. همچنین در برخی از موارد سازمان‌ها ممکن است بخواهند این اصطلاحات را به سطوح مختلف دیگری تقسیم کنند. در این کتاب، تعاریف زیر برای اصطلاحات کلیدی استفاده خواهد شد:

۱-۱-۲-۱ رویداد[1]:

هرگونه رخدادی غیرمعمول، برنامه‌ریزی نشده یا غیرمنتظره است. رویداد می‌تواند منجر به آسیب به افراد، صدمه به محیط زیست، خسارت به کسب و کار/دارایی‌ها، آسیب به اعتماد عمومی سهامداران و اعتبار شرکت شده است یا پتانسیل آن‌ها را دارد. برخی از مثال‌های یک رویداد عبارت است از:

اختلال در فرآیند با پتانسیل انحراف از محدودیت‌های عملیاتی
آزاد شدن انرژی یا مواد
از بین رفتن موانع حفاظتی
از دست دادن کنترل کیفیت محصولات
و....

۲-۱-۲-۱ حادثه[2]:

رویدادی که دارای پیامد قابل توجهی شامل موارد زیر باشد:

- تأثیر بر انسان
- تأثیر مخرب بر جامعه یا محیط زیست
- خسارت به اموال، از دست دادن مواد
- ایجاد اختلال در توانایی شرکت برای ادامه کسب و کار یا دستیابی به اهداف تجاری (به عنوان مثال از دست دادن پروانه بهره‌برداری، وقفه در عملکرد، آلودگی محصول و غیره).

۱-Incident

۲-Accident

۳-۱-۲-۱ شبه‌حوادث[۱]:

شبه‌حوادث، رویدادهایی هستند که اگر شرایط (مانند: شرایط آب و هوایی، حفاظ‌های فرآیندی، پیروی از روش‌های اجرایی و...) کمی متفاوت باشند، ممکن است به نتیجه نامطلوبی ختم شوند. هر شبه‌حادثه، در صورت بررسی و درک، می‌تواند شناخت ارزشمندی در مورد عوامل کاربردی برای کاهش یا جلوگیری از رخ دادن رویدادهای دیگر، فراهم کند.

■ ۲-۲-۱ قدم دوم

قدم دوم در انجام یک بررسی کامل، تشکیل یک تیم دارای صلاحیت است (فصل۶) تا بتواند حقایق را مشخص و تحلیل نماید. وظیفه اصلی این تیم بکار بردن ابزارها و روش‌های مناسب برای بررسی است (فصل۳). این موضوع منجر به شناسایی علت‌ها نهفته و اعمال راهکارهای اصلاحی جهت پیشگیری از وقوع رویدادها یا کاهش پیامدهای حاصل از آن‌ها خواهد شد.

■ ۳-۲-۱ قدم سوم

قدم سوم در بررسی رویداد جمع‌آوری اطلاعات، جدا کردن حقایق از حدسیات، تحلیل داده‌ها و تعیین اتفاقات موثر، می‌باشد. پیش‌از تحلیل علت‌ها، درک دقیق و جامع اتفاقات موثر، لازم و ضروری است. مدیریت شاهدین (فصل ۷)، مدیریت شواهد (فصل ۸)، تحلیل شواهد و آزمون فرضیه (فصل ۹) مفاهیم کلیدی در طول فرآیند بررسی می‌باشند.

■ ۴-۲-۱ قدم چهارم

قدم چهارم در بررسی رویداد تعیین دلایل بروز نقص و دلایل ریشه‌ای عدم موفقیت در پیشگیری از رویداد می‌باشد.

توجه داشته باشید که علت ریشه‌ای در این کتاب به معنای سنتی آن استفاده شده است، به عبارت دیگر:

علت ریشه‌ای[۲]: دلیل ریشه‌ای و اساسی مرتبط با سیستم و چرایی وقوع یک رویداد در راستای شناسایی نقص‌های قابل اصلاح در سیستم مدیریت.

با توجه به این تعریف، علت ریشه‌ای بنیادی‌ترین سطح در تعیین علت است؛ بطوری که سطحی بنیادی‌تر از آن وجود ندارد. برای دلایل ریشه‌ای می‌توان پیشنهاداتی را تعیین نمود تا از وقوع رویدادهای مشابه جلوگیری شود و یا احتمال وقوع و پیامد حاصل از آن‌ها کاهش یابد. البته عامل‌های علی ماهیت مشارکتی دارند و در

۱-Near-Hits, Near Misses, or Close Calls

۲-Root Cause

این کتاب به صورت زیر تعریف می‌شوند.

عامل علی[۱]: یک عامل اصلی برنامه‌ریزی نشده و ناخواسته در یک رویداد (یک رویداد منفی یا یک وضعیت نامطلوب) که در صورت حذف آن، از وقوع یک رویداد جلوگیری می‌شود و یا شدت یا فرکانس رویداد کاهش می‌یابد.

این تعریف حاکی از آن است که اگر پیشنهادات بر اساس عامل علی باشد، تنها از وقوع رویدادهای یکسان پیشگیری می‌نماید و رویدادهای مشابه را در نظر نمی‌گیرد. بنابراین، پیشنهادات باید بر اساس علت‌های ریشه‌ای ارائه شوند.

پس از اعتبارسنجی محتمل‌ترین فرضیه، تعیین علت‌های ریشه‌ای با روش‌های ساختار یافته (فصل ۱۰) کمک خواهد کرد تا تیم بررسی‌کننده تمام عوامل مرتبط را مشخص نماید. درک تأثیر عوامل انسانی در شناسایی علت‌های ریشه‌ای، نقش کلیدی دارد. این موضوع با جزئیات در ادامه کتاب مورد بحث قرار خواهد گرفت (فصل ۱۱). وقتی که علت‌های ریشه‌ای شناسایی شدند، می‌توان پیشنهادات موثری را ارائه داد.

■ ۱-۲-۵ پنجمین قدم

قدم پنجم در بررسی رویداد، آماده کردن گزارش بررسی (فصل ۱۳) است. این گزارش جزئیات حقایق، یافته‌ها و پیشنهادات ارائه شده توسط تیم بررسی را شامل می‌شود. معمولا، پیشنهادات مکتوب می‌شوند تا بوسیله موارد زیر از وقوع دوباره رویداد جلوگیری گردد:

- بهبود تکنولوژی فرآیند
- به‌روزرسانی عملیات، روش‌های نگهداری، تعمیرات و بهره برداری
- بهبود انطباق با سیستم‌های سازمانی موجود (انضباط عملیاتی)
- به‌روزرسانی سیستم‌های مدیریتی (اغلب حیاتی‌ترین مورد)

■ ۱-۲-۶ ششمین قدم

قدم ششم در بررسی رویداد، اطلاع رسانی نتایج و اجرای پیشنهادات می‌باشد. پس از پایان بررسی رویداد و ارائه یافته‌ها و پیشنهادات در گزارش، لازم است این پیشنهادات مورد ممیزی قرار گیرند و اجرا شوند (فصل ۱۴). این بخش، جزئی از بررسی رویداد نیست ولی مربوط به پیگیری‌های آینده می‌باشد. زمانی که یک اقدام اصلاحی فناورانه، اجرایی یا مدیریتی تصویب گردید، پایش دوره‌ای و اقدامات اصلاحی مورد نیاز برای تأمین هدف نهایی لازم است. همچنین می‌توان تجارب حاصل از بررسی را، در شرکت و صنعت مربوطه نهادینه نمود و با اشخاص (بخصوص با افرادی که بیشترین تأثیر را از رویداد پذیرفته‌اند) به اشتراک گذاشت.

این شش قدم زمانی بیشترین تأثیر را دارند که در یک فضای باز و قابل اعتماد انجام شوند. مدیریت با

۱-Casual Factor

گفتار و عمل نشان می‌دهد که هدف اصلی سرزنش نیست بلکه هدف اصلاح سیستم و بکارگیری تجارب به منظور جلوگیری از رویدادها در آینده است. این کتاب به سازمان‌ها کمک می‌کند تا در جهت کسب نتایج مثبت، موثر و کارآمد، سیستم بررسی رویداد خود را تعریف و اصلاح نمایند.

۱-۳ چه کسانی باید این کتاب را بخوانند؟

این کتاب به سه گروه هدف کمک می‌کند:

۱. رهبران تیم بررسی رویداد
۲. اعضای تیم بررسی رویداد
۳. مدیران و هماهنگ‌کننده‌های ایمنی فرآیند در شرکت‌ها و سایت‌ها

این کتاب برای تمام افرادی که در بررسی رویداد درگیر هستند، چه به عنوان رهبر و چه به عنوان عضوی از تیم بررسی رویداد، یک مرجع ارزشمند محسوب می‌شود. این کتاب دانش، تکنیک‌ها و مثال‌های لازم جهت انجام موفق یک بررسی رویداد را ارائه می‌دهد. همچنین این کتاب مدلی جهت ایجاد و به‌روزرسانی موفق یک برنامه بررسی رویداد را پیشنهاد می‌کند.

مشابه ویرایش‌های قبلی، تمرکز اصلی کتاب بر روی رویدادهای فرآیندی است. بیشتر سازمان‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که ادغام ایمنی فرآیند با انواع روش‌های بررسی، فرصتی جهت بهبود بررسی ایجاد می‌کند. همچنین خوانندگان می‌توانند با مطالعه این کتاب از روش‌ها، ابزارها و تکنیک‌های ارائه شده در فصل‌های بعدی جهت بررسی در مورد سایر رخدادها از جمله قابلیت اطمینان عملیاتی، کیفیت محصول و رویدادهای ایمنی و بهداشت شغلی استفاده نمایند.

۱-۴ اهداف راهنما

خوانندگان بعد از مطالعه این کتاب باید بتوانند به اهداف زیر دست یابند:

- تشریح اصول اساسی مورد نیاز برای انجام موفق بررسی یک رویداد
- شناسایی ویژگی‌های اساسی یک سیستم مدیریتی طراحی شده برای تقویت و پشتیبانی از بررسی رویداد با کیفیت لازم
- بیان مراحل لازم برای برنامه‌ریزی و انجام بررسی یک رویداد شامل: ابزارهای بررسی، تکنیک‌ها و روش‌های لازم برای تعیین علت‌ها
- توانایی استفاده از یافته‌های بررسی رویداد برای ارائه پیشنهادات موثر در راستای کاهش احتمال وقوع یا کاهش پیامد یک رویداد مشابه (یا حتی رویداد غیر مشابه با علت‌های ریشه‌ای مشترک)
- توانایی برنامه‌ریزی یک سیستم موثر برای مستندسازی، ارتباطات و تحلیل یافته‌ها و پیشنهادات از جمله ارائه روشی برای ردیابی پیشنهادات ارائه شده
- توانایی به اشتراک گذاشتن مؤثر تجارب جهت جلوگیری از بی‌تفاوتی نسبت به این تجارب با گذشت زمان

۱-۵ محتوا و سازماندهی راهنما

در این قسمت فصول کتاب به صورت مختصر جهت آشنایی کلی با محتوا و نحوه سازماندهی مطالب ارائه می‌شود.

▪ فصل ۲- مروری بر علیت رویداد فرآیندهای شیمیایی

در این فصل، اصول تعیین علت‌های رویداد، انواع کلی رویداد و ارتباط بین تئوری‌های علیت، علت‌های ریشه‌ای و سیستم‌های مدیریت تشریح می‌شوند. درک مدل‌های توالی رویداد، تجزیه و تحلیل موانع و حالات نقص می‌تواند به بررسی کنندگان در کالبدشکافی رویدادهای فرآیندی بسیار کمک نماید.

▪ فصل ۳-مروری بر روش‌های بررسی

در این فصل روش‌های بررسی، ابزارهای مرتبط و تکنیک‌هایی که با هم یک رویکرد بررسی ساختار یافته مدرن را تشکیل می‌دهند، مرور می‌شوند. همچنین در این فصل مروری بر تحول تاریخی همراه با شرح روش‌ها و ابزارهایی که بیشتر توسط اعضای مرکز ایمنی فرآیند شیمیایی CCPS[1] مورد استفاده قرار گرفته‌اند، صورت می‌گیرد.

▪ فصل ۴-طراحی یک سیستم مدیریت بررسی رویداد

در این فصل مروری بر سیستم مدیریت بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند ارائه می‌شود. این فصل با مرور مسئولیت‌های مدیریت و نیروی کار شروع می‌شود و مهم‌ترین ویژگی‌های مورد نیاز جهت یک سیستم مدیریت موثر را ارائه می‌دهد. همچنین رویکردهای سیستماتیک که با مواردی مثل اطلاع رسانی، ساختار تیم، ادغام ماموریت و عملکرد، کنترل مستندات و اهداف تیم شروع می‌شوند، بررسی می‌گردند. هدف یادگیری، تعریف یک سیستم مدیریتی است که از تیم‌های بررسی رویداد، تعیین علت‌های ریشه‌ای، بکارگیری پیشنهادات موثر، پیگیری و بهبود مستمر پشتیبانی کند.

▪ فصل ۵-اطلاع رسانی اولیه، طبقه بندی و بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند

گزارش به‌موقع رویدادها، مدیریت را قادر می‌سازد تا سریعا اقدامات پیشگیری کننده یا اقدامات اصلاحی کاهش پیامد را انجام دهد. پیش از اغلب رویدادهای بزرگ ایمنی فرآیند، رویدادهایی که به پیشگویی کننده‌های رویداد معروف هستند در محل وجود داشته‌اند (به این رویدادها که هزینه‌ای برای سازمان در بر ندارند شبه‌حوادث اطلاق می‌شود) که یا شناسایی نشده و یا به آن‌ها توجهی نشده است؛ چون اصولا "اتفاق بدی[2]

۱-Center for Chemical Process Safety

۲- Nothing Bad

" رخ نداده است. یادگیری از هر رویدادی می‌تواند با ارزش باشد. این موضوع زمانی محقق می‌شود که رویدادها شناسایی، گزارش و بررسی شوند. در این فصل ملاحظات مهم جهت گزارش داخلی رویدادها، فرآیندطبقه‌بندی رویدادها و روش‌هایی برای تعیین سطوح مناسب بررسی توصیف می‌شوند.

- **فصل ۶-ایجاد و رهبری یک تیم بررسی رویداد**

به‌منظور رسیدن به نتایج موفق در بررسی رویداد، وجود اعضای دارای تجربه، مهارت و آموزش دیده در تیم بررسی حیاتی می‌باشد. این فصل ترکیب تیم را به عنوان تابعی از نوع رویداد، پیچیدگی و شدت رویداد توصیف می‌کند و پیشنهادهایی جهت موضوعات آموزشی ارائه می‌دهد. این فصل همچنین به رهبران تیم یک نمای کلی از فعالیت‌های اساسی تیم در طول انجام بررسی، ارائه می‌دهد.

- **فصل ۷-مدیریت شاهدان**

در این فصل تکنیک‌های شناسایی شاهدان و تکنیک‌های انجام مصاحبه موثر جهت بدست آوردن اطلاعات قابل اعتماد تشریح می‌شوند. شاهدان اغلب اطلاعات دقیقی از شرایط در زمان رویداد، اقدامات صورت گرفته پیش‌و پس از رویداد، طراحی فرآیند، عملیات و... دارند. مدیریت موثر شاهدان یکی از عناصر حیاتی در فرآیند بررسی می‌باشد. مسائل مربوط به تعامل شاهدان و تکنیک‌های مصاحبه با جزئیات در این فصل توضیح داده شده‌اند.

- **فصل ۸-شناسایی، جمع‌آوری و مدیریت شواهد**

جهت دستیابی به نتایج موفق، حقایق نقش بسیار مهمی دارند. در این فصل روش‌ها و ملاحظات کاربردی جهت جمع‌آوری و بایگانی فعالیت‌ها شرح داده می‌شوند. همچنین در این فصل موضوعاتی نظیر توسعه برنامه، تعیین اولویت‌ها، انواع مختلف اطلاعات و منابع اطلاعاتی، ابزارهای جمع‌آوری داده، تکنیک‌های جمع‌آوری و نگهداری اطلاعات، ملزومات مستندسازی، تکنیک‌های عکاسی و فیلم برداری، تدارکات پیشنهادی و غیره شرح داده می‌شود.

- **فصل ۹-تحلیل شواهد و تعیین عوامل علی**

در این فصل یک راهنمای کاربردی به منظور تحلیل شواهد، پذیرش و رد فرضیه‌ها و توسعه عوامل علی ارائه شده است. روش‌های علمی لازم به منظور استخراج حقایق از داده‌های جمع‌آوری شده شرح داده شده است و نیز تکنیک‌هایی جهت استفاده در طول فرآیند تکراری و دارای همپوشانی توصیه شده‌اند. شناسایی عوامل علی یک اقدام بینابینی جهت تعیین علت‌های ریشه‌ای می‌باشد. هنگام اجرای پیشنهادات مبتنی بر

علت‌های ریشه‌ای باید به صورت ذاتی عوامل علی را نیز مدنظر قرار داد.

■ فصل ۱۰-تعیین علت‌های ریشه ای- رویکرد ساختار یافته

این فصل به معرفی روش‌ها و ابزارهایی می‌پردازد که برای شناسایی موفق علت‌های ریشه‌ای چندگانه استفاده می‌شوند. رویدادهای ایمنی فرآیند معمولا نتیجه بیش از یک علت ریشه‌ای هستند. در این فصل یک رویکرد سیستماتیک برای تعیین علت‌های ریشه‌ای ارائه می‌دهد. همچنین در این فصل برخی از ابزارها و تکنیک‌های قدرتمند، پرکاربرد و اثبات شده و تکنیک‌های در دسترس تیم‌های بررسی رویداد از جمله جدول زمانی، درخت خطا، درخت منطقی، درخت از پیش‌تعریف شده، چک لیست‌ها و کاربرد عوامل انسانی به تفصیل شرح داده شده است. علاوه بر این، در این فصل مثال‌هایی برای نشان دادن چگونگی کاربرد آن‌ها در انواع رویدادهایی که خوانندگان با آن‌ها روبرو می‌شوند، گنجانده شده است.

■ فصل ۱۱-تأثیر عوامل انسانی

این فصل به تشریح نقش عوامل انسانی در بررسی رویداد می‌پردازد. بینش و ابزارهای لازم برای شناسایی و توجه به موضوع عوامل انسانی قابل کاربرد را در طول بررسی فراهم می‌کند. همچنین مدل‌های قابل کاربرد با مثال شرح داده شده‌اند.

■ فصل ۱۲- ارائه پیشنهادات موثر

زمانی که علت‌های احتمالی رویداد شناسایی شدند، تیم بررسی ارزیابی می‌کند که چه کارهایی را می‌توان انجام داد تا از وقوع مجدد پیشگیری نمود و یا پیامدها را کاهش داد. این پیشنهادات بررسی رویداد، محصول یک ارزیابی می‌باشند. همچنین انواع پیشنهادات، ویژگی‌های پیشنهادات با کیفیت، روش‌های مستندسازی و ارائه پیشنهادات مرتبط با مدیریت شرح داده می‌شود.

■ فصل ۱۳- آماده‌سازی گزارش نهایی

در بررسی رویداد تکمیل گزارش نهایی، یک مرحله مهم می‌باشد. در گزارش نهایی یافته‌ها، نتایج و پیشنهادات تیم بررسی مستند می‌شوند. در این فصل ملاحظات عملی برای نوشتن یک گزارش رویداد رسمی شرح داده می‌شود. همچنین ویژگی‌های یک گزارش با کیفیت و تفاوت‌های میان اعلام رویداد، گزارش موقت و گزارش نهایی شرح داده می‌شوند. ملاحظات و تکنیک‌های عملی مرتبط با شروع گزارش، آماده‌سازی یادداشت‌های اولیه، مستندسازی فرآیند بررسی و نتایج، ایجاد یک فرمت برای گزارش و انجام اقدامات لازم جهت تضمین کیفیت شامل بازنگری و تأیید مدیریت ارائه شده است.

▪ فصل ۱۴- اجرای پیشنهادات

پیشنهادات ارائه شده ناشی از بررسی رویداد در صورت اجرای صحیح و به موقع، احتمال وقوع دوباره رویداد را کم کرده و یا پیامد بالقوه رویداد را کاهش می‌دهد. این فصل با مثال‌های موردی که روی مفاهیم اصلی تأکید می‌کنند آغاز می‌شود و سپس بر جنبه‌های حیاتی اجرای موثر پیشنهادات متمرکز می‌شود. همچنین به تحلیل اولیه پیشنهادات، اجرای کامل، پیگیری و بررسی اثربخشی آن‌ها می‌پردازد.

▪ فصل ۱۵-بهبود مستمر سیستم بررسی رویداد

ضرب المثل "اگر نشکسته، تعمیرش نکن" در مورد سیستم مدیریت رویدادها کاربری ندارد. بهبود مستمر جزء جدایی‌ناپذیر یک سیستم مدیریت ایمنی فرآیند می‌باشد. این فصل تکنیک‌هایی را توصیف می‌کند که می‌توانند به بررسی رویداد در یک سیستم ایمنی فرآیند کمک کنند تا در یک محیط فنی، تجاری و مقرراتی که همیشه در حال تغییر است، قوی و زنده بماند. همچنین این فصل ملاحظاتی از قبیل ارزیابی سیستم بررسی رویداد موجود و روش‌هایی برای بهبود مستمر را شرح می‌دهد.

▪ فصل ۱۶-بهینه‌سازی دانش

به اشتراک گذاشتن درس‌های آموخته شده، نه تنها در سراسر سازمان بلکه در صنعت و سازمان‌های مرتبط، یک روش بسیار موثر برای یادگیری از رویدادهای دیگران است. این فصل بر چگونگی به دست آوردن و تجزیه و تحلیل انتقادی اطلاعات رویدادها و به اشتراک گذاشتن درس‌های اصلی متمرکز است و مثال‌هایی را ارائه می‌دهد.

▪ پیوست‌ها

بخش پیوست‌ها شامل اطلاعات تکمیلی در مورد بررسی رویداد می‌باشند. موضوعاتی شامل موارد زیر در این بخش ارائه شده‌اند:

۱. راهنماهای تصویری برای نتایج
۲. نمونه پروتکل – بررسی موقعیت سوپاپ زنجیره ای
۳. معیار سطح بندی رویدادهای ایمنی فرآیند
۴. نمونه مثال موردی
۵. چک لیست سریع برای بررسی کنندگان
۶. چک لیست حفظ شواهد – پیش‌از رسیدن تیم بررسی
۷. راهنمایی در مورد طبقه بندی شدت بالقوه به‌دلیل از بین رفت موانع (حفاظ) اولیه

در قسمت تعریف اصطلاحات استفاده شده در کتاب آورده شده است. تا جایی که ممکن است، تعاریف

با واژه نامه ایمنی فرآیند CCPS مطابقت دارند.(https: //www. aiche. org/ccps/resources/glossary)

▪ منابع

لیست کاملی از منابع جمع‌آوری شده است تا خوانندگان بتوانند به منابع مرجع (مقالات و کتب) دسترسی داشته باشند.

۱-۶ تکامل مستمر بررسی رویداد

مشابه تمام عناصر مدیریت ایمنی فرآیند، عنصر بررسی رویداد به تکامل و بهبود ادامه می دهد. موسسه مهندسان شیمی مرکز ایمنی فرآیندهای شیمیایی آمریکا از طریق ارائه اطلاعات به شرکت ها در جهت بکار بردن ایمن تجهیزات فرآیندی به این تکامل کمک می کند. در همین راستا جهت رسیدن به این هدف مرکز ایمنی فرآیندهای شیمیایی و نویسندگان، این ویرایش از کتاب راهنما را برای بررسی رویدادهای ایمنی صنایع فرآیندی پیشنهاد می کنند.

۲

فصل دوم

مروری بر علیت رویداد فرآیندهای شیمیایی

مروری بر علیت رویداد فرآیندهای شیمیایی

به منظور موثر بودن بررسی رویداد فرآیند شیمیایی، تیم بررسی باید یک رویکرد سیستماتیک را جهت تعیین علل ریشه ای رویداد (که در فصل ۱ تعریف شد) به کار گیرد. به عنوان یک قانون، فواید این رویکرد سیستماتیک عبارتند از:

- اجرای یک بررسی پایدار و موثر
- پیاده سازی دقیق اصول مدیریت ایمنی فرآیند

تیم بررسی باید از رویکردی مبتنی بر مفاهیم علیت رویداد استفاده کند. وقتی یک سیستم یا فرآیند دچار نقص می شود، ممکن است ردیابی دلایل این نقص مشکل باشد. بر پایه داده های در دسترس رویدادهای گذشته، ساختار یک رویداد بزرگ به ندرت ساده بوده و به ندرت ناشی از یک علت ریشه ای ساده می باشد. رویدادهای جدی ایمنی فرآیند، معمولا شامل شرایط و رخدادهای پیچیده‌ای هستند که می توانند شامل موارد زیر باشند ولی محدود به آن‌ها نمی‌شود:

- نقص در تجهیزات یا در طراحی
- شرایط ناایمن پنهان
- شرایط محیطی
- خطاهای انسانی

درک مفاهیم علیت رویداد به منظور بررسی جامع رویدادها و پیشگیری از وقوع مجدد آن‌ها یا کاهش پیامدهای آن‌ها از طریق پیاده سازی پیشنهادات موثر، حیاتی می باشد. در طول سال‌ها تعداد زیادی از تئوری ها و روش های علیت حادثه توسعه یافته اند.

(Heinrich, 1936; Gibson, 1961; Retch, 1965; Haddon, 1980; Peterson, 1984, ect.)

این تئوری‌ها و مدل ها ممکن است در ابتدا مختلف و متنوع به نظر برسند، ولی شامل مفاهیم و زمینه های یکسان و مشابه زیادی هستند. در نتیجه این پژوهش، عملکرد صنایع در بررسی رویداد طی چند دهه اخیر بر اساس تئوری های اصلی علیت به طور قابل توجهی تکامل یافته است.

در این فصل مدل‌هایی مورد بحث قرار می گیرند که نشان می‌دهند چگونه یک رویداد ایمنی فرآیند که اغلب ناشی از ضعف در سیستم مدیریتی است به صورت مرحله ای توسعه می یابد. همچنین دید کلی مختصری درباره مفاهیم کلیدی علیت مانند از دست دادن موانع اولیه، ارتباط بین علل ریشه ای و سیستم مدیریتی، درگیری عوامل انسانی و علل ریشه ای چندگانه را ارائه می دهد.

۲-۱ مراحل یک رویداد مرتبط با فرآیند

تجربیات حاصل از بررسی سیستماتیک رویدادهای ایمنی فرآیند در گذشته، به محققان این امکان را می‌دهد تا با استفاده از یک چارچوب مفهومی، مدل‌های رویداد نشان‌دهنده ساختار یک رویداد مرتبط با فرآیند را توسعه داد.

■ ۲-۱-۱ مدل سه مرحله‌ای رویدادهای مرتبط با فرآیند

گسترش هر رویداد مرتبط با فرآیند را می‌توان در سه مرحله یا فاز مختلف توصیف کرد (DoE، 1985):

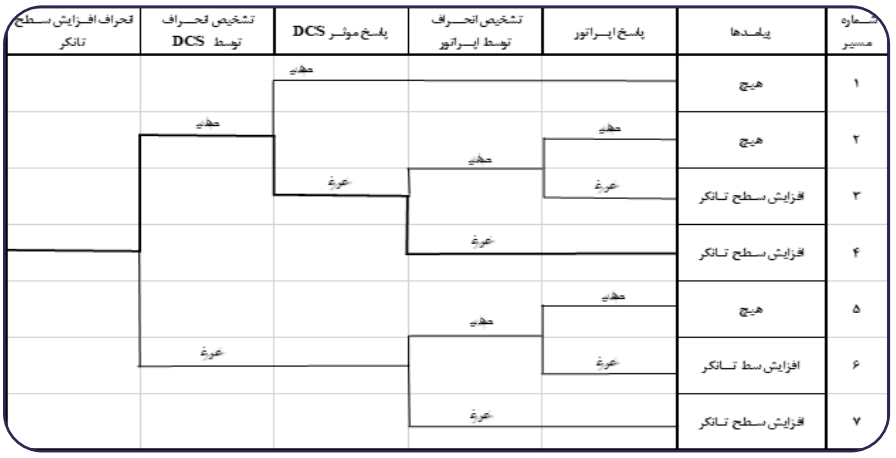
۱. تغییر از وضعیت عملیات نرمال به وضعیت غیر نرمال (یا اختلال) یعنی انحراف از عملیات ایمن مورد انتظار
۲. از دست دادن کنترل روی عملیات غیر نرمال می‌تواند منجر به تخریب عملکرد مانع[۱] شود؛ مانع یک ابزار ایمنی مانند: شیر قطع جریان، سیستم مهار، روش اجرایی یا سیستم ارتباطات می‌باشد. با توجه به شدت نقص، رویداد می‌تواند از یک رخداد ناخوشایند به شبه حادثه، وقفه در عملیات یا حادثه منجر شود.
۳. شدت پیامدهای بعدی تحت تاثیر از دست دادن کنترل انرژی تجمع یافته می‌باشد. رویداد ایمنی فرآیند می‌تواند شامل انواع مختلفی از انرژی خطرناک مانند شیمیایی، مکانیکی، الکتریکی، دما و فشار باشد.

این مدل یک مفهوم کلی را بیان می کند که به طور معمول شامل زنجیره‌ای از وقایع است که باعث رویداد ایمنی فرآیند می‌شوند. درک زنجیره وقایع و موانعی که دچار نقص شده‌اند می‌تواند به تیم بررسی کمک کند تا مراحل گسترش یک رویداد را درک کند.

■ ۲-۱-۲ درخت واقعه

مدل درخت واقعه مثالی از یک چارچوب مفهومی ساختار یافته‌تر است که شامل سه مرحله از رویداد مرتبط با ایمنی فرآیند می‌شود. شکل ۱-۲ مثالی از یک درخت واقعه علیت رویداد را نشان می‌دهد.

۱-Barrier



شکل ۱-۲. درخت واقعه یک رویداد مرتبط با فرآیند

در مثال شکل ۱-۲ می‌توان موارد زیر را مشاهده نمود:

- انحراف از عملیات نرمال به عملیات غیرنرمال. انحراف سطح مخزن یک مثال می‌باشد که می‌تواند ناشی از وقایع یا شرایط مختلفی مانند خطای اپراتور یا نقص در تجهیزات و... باشد.
- از دست دادن کنترل عملیات غیرنرمال. یک مثال عدم پاسخ مناسب سیستم کنترل توزیع (DCS[1])می‌باشد؛ مثال دیگر، عدم تشخیص انحراف توسط اپراتور است.
- از دست دادن کنترل انرژی. یک مثال عدم پاسخ اپراتور می‌باشد که اجازه می‌دهد مخزن بیش از اندازه پر شود.

این مثال سه عامل علیت رویداد یعنی تجهیزات، سیستم فرآیند و انسان در هر سه مرحله را نشان می‌دهد. در شرایط مختلف ممکن است سازمان، محیط و یا عوامل خارجی هم دخالت داشته باشند. دو سیستم تشخیص و دو فرصت مداخله وجود دارد. با توجه به موفقیت یا شکست هر کدام سه مسیر بالقوه وجود دارد که منجر به هیچ پیامد نامطلوبی نمی‌شود و چهار مسیر منجر به شکست وجود دارد که نتیجه آن‌ها افزایش سطح مخزن می‌باشد. باید توجه نمود که گاهی اوقات فرصت بیشتری برای اشتباه کردن نسبت به انجام درست کار وجود دارد و درخت واقعه مسیرهای خاصی که می‌توانند منجر به پیامد نامطلوب شوند را به خوبی نشان می‌دهد.

این مثال نشان می‌دهد که درخت واقعه می‌تواند مدلی مفید برای توالی رویداد باشد زیرا با توجه به مسیر یک واقعه، تصویری گرافیکی و منطقی از پیامدهای بالقوه متعدد که می‌توانند رخ دهند را فراهم می‌کند. این یک مدل ساختار یافته‌تر از مدل سه مرحله‌ای است اما به صورت کامل نقاط ضعف موانع و سیستم‌های مدیریتی را مدنظر قرار نمی‌دهد.

۱- Distributed Control System

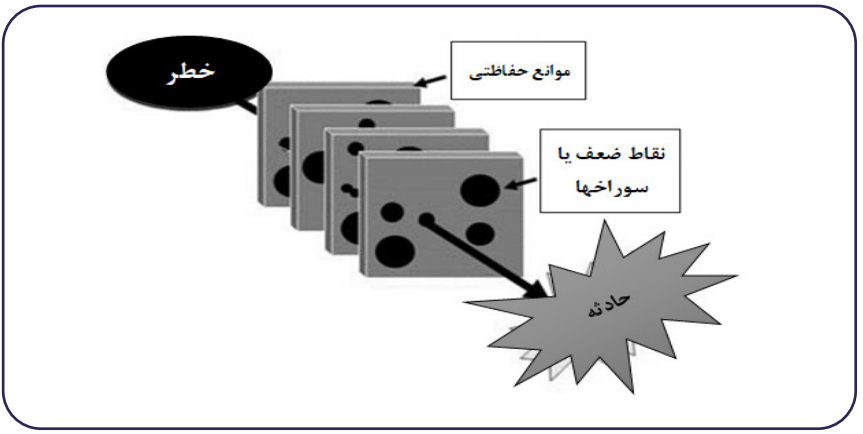
■ ۳-۱-۲ مدل پنیر سوئیسی

روش دیگر برای نشان دادن وقایع و شرایط منجر به بروز رویداد مدل پنیر سوئیسی[۱] می‌باشد. (Reason، 1990) این مدل یکی از مسیرهای شکست تعریف شده در درخت واقعه که منجر به بروز پیامد می‌شود را بیان می‌کند. موانع حفاظتی (سیستم‌های ایمنی) به عنوان تکه‌های موازی پنیر سوئیسی در نظر گرفته می‌شوند. این موانع شامل تجهیزات، روش‌های اجرایی و اقدامات و افرادی که عناصر سیستم مدیریتی را تشکیل می‌دهند، می‌باشد.

به طور ایده آل موانع باید محکم باشند اما مانند سوراخ‌های موجود در پنیر سوئیسی همه موانع دارای نقاط ضعفی ناشی از موارد زیر هستند (شکل ۲-۲):

- نقص‌های فعال (مانند نقص در تجهیزات، اعمال ناایمن، خطاهای انسانی، انحراف از روش‌های اجرایی و...)
- خطاهای پنهان (مانند نقص‌های طراحی یا تجهیزات، روش‌های اجرایی ناکافی یا ناکارآمد، محدودیت زمان، شرایط ناایمن، خستگی و...). به بخش ۲-۱-۴ مراجعه شود.

این نقاط ضعف می‌توانند باعث نقص در سیستم مدیریتی و در نهایت باعث بروز رویداد ایمنی فرآیند شوند (بخش ۲-۲-۲).



شکل ۲-۲. مدل پنیر سوئیسی

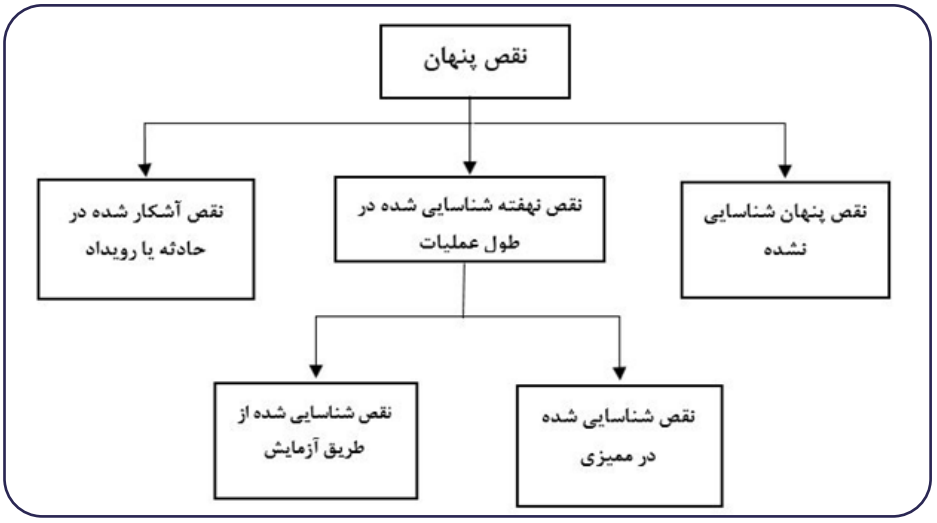
در واقع نقاط ضعف یا سوراخ‌ها، ثابت نیستند. آن‌ها تغییرپذیر بوده و دائما باز و بسته می‌شوند. برای مثال پرسنل یک شیفت ممکن است باتجربه‌تر و سخت کوش‌تر از بقیه باشند، به همین دلیل برخی از موانع در تغییر شیفت دچار تخریب بیشتری می‌شوند. هر مانع ممکن است، موقع نیاز کار نکند و به طور کامل به نحوه پیاده‌سازی سیستم مدیریتی بستگی دارد تا از احتمال منطقی کار آن در مواقع نیاز اطمینان حاصل شود. اگر ضعفی در یکی از موانع اتفاق بیفتد، ممکن است یک یا چند مانع دیگر وجود داشته باشند که بتوانند

۱- Swiss Cheese

حفاظت موثری ایجاد کنند؛ بنابراین ممکن است یک ضعف نتیجه نامطلوبی ایجاد کند ولی بعید است یک رویداد مهمی اتفاق بیفتد. با وجود این اغلب رویدادهای ایمنی فرآیند شامل ترکیبی از نقص‌های پنهان و فعال می‌باشد. بنابراین بررسی کنندگان باید در نظر داشته باشند که هیچ حفاظی کامل نیست و در همه موانع دنبال نقص باشند.

■ ۴-۱-۲ اهمیت نقص‌های پنهان

مدل پنیر سوئیسی نقص‌های پنهان (همچنین شناخته شده به عنوان شرایط پنهان) را معرفی می‌کند. داده‌های رویدادهای گذشته نشان می‌دهد که نقص‌های پنهان نقش مهمی در علیت رویداد بازی می‌کنند (Reason،1990). عبارت نقص پنهان به معنای شرایط خفته یا پنهان می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۳-۲ نشان داده شده است به طور معمول یک نقص پنهان می‌تواند از طریق آزمایش یا ممیزی در طول عملیات معمولی فرآیند، قبل از وقوع رویداد مشخص شود.



شکل ۳-۲ .نقص پنهان (نهفته)

با این حال همیشه این احتمال وجود دارد که یک نقص پنهان در طول آزمایش همچنان نهفته باقی بماند. دلایل متعددی برای عدم تشخیص نقص پنهان وجود دارند که می‌تواند شامل موارد زیر باشد ولی محدود به آن‌ها نمی‌شود:

- در طول آزمایش فعال نشده است.
- آزمایش ناکارآمد بوده، نتایج اشتباه ارائه داده یا آزمایش به درستی انجام نشده است.
- انجام آزمایش خود باعث شکست در استفاده بعدی از فرآیند شده است.

ضروری است که بررسی‌کنندگان درک کنند که نقص‌های پنهان می‌توانند به همراه عوامل مشخص دیگری مانند اعمال ناایمن و نقص ناخواسته در تجهیزات به وقوع یک رویداد کمک کنند. نقص‌های پنهان

ممکن است شامل اثرات سازمانی، نظارت ناکافی، خطای انسانی و پیش‌شرط‌های سیستم یا تجهیزات که برای افراد مسئول فرآیند ناشناخته بوده یا از دید آن‌ها پنهان مانده‌اند، می‌باشد.

۲-۲ مفاهیم کلیدی علیت

موارد زیر برخی از مفاهیم مشترک تئوری‌های علیت رویداد (که مرتبط با بررسی رویداد فرآیندهای شیمیایی هستند) می‌باشند:

- وجود خسارت بالقوه یا واقعی از دست رفتن موانع و انرژی
- وجود ارتباط مستقیم بین علت‌های ریشه‌ای و سیستم مدیریتی
- نقش عوامل انسانی در اغلب رویدادها
- احتمال وجود چند علت ریشه‌ای برای هر رویداد
- وقایع، علت‌های ریشه‌ای نیستند
- عدم کاهش ریسک تا زمانی که راهکارهای موثری اجرا نشوند

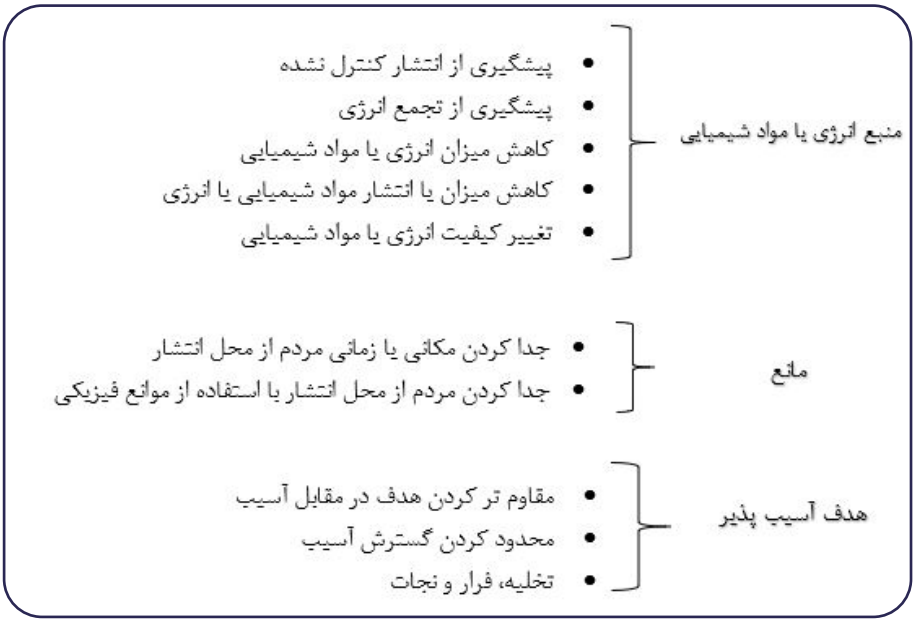
در خصوص این مفاهیم علیت و تله‌های اجتناب پذیری که بررسی کنندگان رویداد باید از آن‌ها آگاه باشند، در زیر بحث شده است.

■ ۲-۲-۱ از دست دادن حفاظ یا انرژی

یک رویداد ایمنی فرآیند شامل از دست دادن حفاظ یک ماده شیمیایی خطرناک یا از دست دادن کنترل انرژی می‌باشد. ماده شیمیایی یا انرژی خطری است که در صورت آزاد شدن، پتانسیل ایجاد آسیب به افراد، محیط زیست یا دارایی‌ها را دارد. حتی در صورتی که آسیبی ایجاد نشود، یک بررسی جامع علت‌های ریشه‌ای و اجرای اقدامات اصلاحی مناسب می‌تواند از بروز پیامدهای جدی در آینده پیشگیری کند.

اقدامات اصلاحی مناسب به منظور پیشگیری، کنترل و حذف رویدادها احتمالا از اصول طراحی ذاتا ایمن[۱] مانند اقدامات ارائه شده در شکل ۴-۲ پیروی خواهند کرد (Haddon، 1980).

۱- Inherently Safer Design (ISD)



شکل ۴-۲. استراتژی‌های پیشگیری از رویداد

هادون[۱] تشخیص داد که همه خطرات (شیمیایی یا منابع انرژی) را نمی‌توان حذف نمود و به منظور حفاظت از دریافت کنندگان آسیب‌پذیر (مانند افراد)، اغلب اقدامات اصلاحی احتمالا به وسیله استفاده از حفاظ‌های ایمنی بیشتر یا بهبود مدیریت حفاظ‌های موجود، باعث کاهش ریسک خواهند شد. این موضوع با راهنمایی طراحی ذاتا ایمن (ISD) که یک رویکرد سلسله مراتبی شامل رویکرد اول (حذف خطر) و رویکرد دوم (کاهش شدت یا احتمال وقوع) می‌باشد، سازگار است (CCPS، 2007b).

همچنین توجه به این نکته ضروری است که چرا بزرگی پیامد یک رویداد یا تحت شرایط با اندکی متفاوت می‌توانست بسیار جدی باشد. پیامد بالقوه یک رویداد معمولا تابعی از پنج عامل زیر می‌باشد:

۱. موجودی مواد خطرناک: نوع و مقدار
۲. عامل انرژی: انرژی ناشی از یک واکنش شیمیایی یا حالت ماده
۳. عامل زمان: مقدار انتشار، مدت زمان انتشار و زمان هشدار
۴. ارتباط شدت–فاصله: فاصله‌ای که خطر می‌تواند باعث صدمه یا آسیب شود.
۵. عامل مواجهه: عاملی که اثرات بالقوه یک رویداد را کاهش می‌دهد.

بنابراین بررسی‌کنندگان رویداد باید انحرافات و اقدامات اصلاحی مبتنی بر اصول رویکرد دوم ISD که می‌توانند باعث کاهش پیامد رویدادهای بعدی شوند را مدنظر قرار دهند.

۱-Haddon

■ ۲-۲-۲ نقص سیستم مدیریتی

بیشتر نقص‌های پنهان و فعال (نقص‌های تجهیزات، خطاهای انسانی یا اعمال یا شرایط نا ایمن) ناشی از شکست‌ها یا خطاهای سیستم یا سیستم‌های مدیریتی می‌باشند. بنابراین یک ارتباط قوی بین علت‌های ریشه‌ای و سیستم‌های مدیریتی وجود دارد. عوامل علی، شرایط برنامه‌ریزی نشده (وقایع منفی یا شرایط نامطلوب) منجر یک رویداد هستند که در صورت حذف شدن، از رویداد پیشگیری شده یا شدت و یا تکرار آن کاهش خواهد یافت. بنابراین یک ارتباط قوی بین عوامل علی وجود دارد زیرا این وقایع منفی و شرایط نامطلوب برخی از نقص‌های فعال یا پنهان که در رویداد نقش دارند را در بر می‌گیرد.

در موارد نادر ممکن است فردی عمدا به یک فرآیند شیمیایی آسیب برساند تا رویدادی ایجاد شود، ولی در این صورت نیز ضعف سیستم مدیریتی (از قبیل ضعف امنیتی یا تناسب کار و کارگر) ممکن است نقش داشته باشد.

ریسک هم از نظر احتمال و هم از نظر شدت، سنجشی است از آسیب انسانی، صدمه زیست محیطی یا خسارت اقتصادی. دلیل این که مفهوم سیستم مدیریت مرتبط با بررسی رویدادهای شیمیایی شناخته می‌شود این است که مستقیما بر اساس مفاهیم ایمنی فرآیند ساخته شده است. به منظور مدیریت ریسک، سیستم‌های مدیریت مناسب باید به گونه‌ای عمل کنند تا تضمین شود که موانع پیشگیری از رویدادها بدون عیب باقی بمانند. این سیستم‌های مدیریتی پیشگیرانه و تشخیص و تقلیل خطا، بخش عمده‌ای از فعالیت‌های ایمنی فرآیند را تشکیل می‌دهند. مثال‌های آن‌ها شامل بیست عنصر سیستم مدیریت ایمنی فرآیند CCPS[1] می‌باشد (CCPS، 2007a). این عناصر عبارتند از روش‌های اجرایی عملیات و نگهداری، آموزش موثر، به‌روزرسانی اطلاعات کنترل ایمنی فرآیند، مدیریت تغییر، اندازه‌گیری عملکرد، ممیزی و ....

چون بیشتر علت‌های ریشه‌ای با ضعف‌ها، خطاها یا شکست‌های سیستم یا سیستم‌های مدیریتی ارتباط دارند، بررسی کنندگان باید دنبال موانع ضعیف باشند. این موانع ضعیف[2] می‌توانند با جنبه‌های مختلف سیستم مدیریتی در ارتباط باشند. در جدول ۱-۲ ویژگی‌های سیستم مدیریتی نشان داده شده ولی محدود به آن‌ها نمی‌شوند.

۱- Center for Chemical Process Safety

۲-Weak Barriers

خط مشی‌ها، اقدامات، روش‌های اجرایی، استانداردها، دستورالعمل‌ها
مشخصات طراحی و فنی
الزامات شایستگی، آموزش
منابع (تجهیزات، افراد، بودجه)
وظایف خاص
تعیین اختیارات، پاسخگویی و مسئولیت
ارتباطات (کلامی، الکترونیکی، کاغذی)
مستندسازی
پایش (ممیزی، اندازه گیری)
اصلاحات برای تغییرات و انحرافات

جدول ۱-۲. ویژگی‌های سیستم مدیریتی

■ ۳-۲-۲ فاکتورهای انسانی

اگرچه علت‌های ریشه‌ای معمولا به سیستم مدیریتی مرتبط هستند ولی در بسیاری از رویدادها حتی در صورت نقص تجهیزات، انسان نقش دارد. به هر حال خطای انسانی یک علت ریشه‌ای نیست اما درک این نکته که کدام یک از شرایط محیطی یا نقص سیستم مدیریتی فرصت خطای انسانی را مهیا کرده، مهم است. اخیرا مطالعه‌ای بر خطاهای انسانی و سازمانی به عنوان عامل اصلی نقص در تجهیزات صنایع فرآیندی تاکید کرده است (Kidama، 2013). مثال‌هایی از عوامل معمول مرتبط با نقص تجهیزات در این مطالعه، شامل موارد زیر می‌باشد اما محدود به آن‌ها نمی‌شود:

- خرابی تجهیزات ناشی از طراحی یا نگهداری ضعیف یا نادرست[۱]
- طراحی ضعیف رابطه ماشین–انسان
- استفاده از روش اجرایی ناایمن یا ناکافی
- نقص در پیروی از روش‌های اجرایی
- ضعف در مدیریت پیمانکاران
- ضعف در مدیریت و نظارت
- عدم وجود برنامه ریزی
- ضعف در صلاحیت (عدم وجود دانش، مهارت و توانایی)
- خطای انسانی، شامل قضاوت‌های نادرست ساده
- وضعیت‌های فیزیکی یا ذهنی ناکافی
- ضعف در رفتار

۱-Human Machine Interface (HMI)

اگرچه این موارد ناشی از اقدام یا عدم اقدام توسط انسان می‌باشد، اما به معنای مقصر بودن انسان نیست. در حقیقت عوامل انسانی، عامل مشارکت‌کننده یا علت مستقیم محسوب می‌شود، اما در اصل ضعف در سیستم یا سیستم‌های مدیریتی است که اجازه داده است مواردی که در بالا ذکر شد رخ دهند.

■ ۴-۲-۲ علیت چندگانه

ما بیش از حد عادت کرده‌ایم چیزی را که حاصل چندین علت است به یک علت واحد نسبت دهیم و اغلب بحث‌ها هم زاده این عادت است. مارکوس آئورلیوس

رویدادها معمولا حاصل یک علت یا عمل واحد نیستند مگر اینکه فردی به صورت عمدی تصمیم بگیرد که ناایمن کار کند یا به یک فرآیند شیمیایی آسیب برساند. حتی در چنین اقدامات عمدی افراطی، کنترل‌های مهندسی و مدیریتی که ممکن است احتمال یا پیامد این اقدام را کاهش دهند باید به عنوان بخشی از ارزیابی آسیب پذیری امنیتی در نظر گرفته شوند.

بیشتر رویدادها دارای چندین علت ریشه‌ای هستند و ترکیب آن علت‌ها می‌تواند باعث وقوع حادثه یا شبه حادثه شود. برخی از این علت‌ها ممکن است در موارد قبلی منجر به حادثه جزئی یا شبه حادثه شده باشند؛ مانند مواردی با شدت کمتر مثل سناریوها هنگام نقص یک مانع، اما حتی این موارد هم به پیامدهای شدید منجر نمی‌شوند. یک بررسی دقیق این نوع وقایع نه تنها علت‌های ریشه‌ای رویداد اصلی را پیدا می‌کند بلکه علت‌های ریشه‌ای شبه‌حوادث را نیز پیدا خواهد کرد. بنابراین توقف بررسی رویداد بعد از پیدا کردن فقط یک علت ریشه‌ای اشتباهی اجتناب‌پذیر می‌باشد. اگر شبه حادثه‌ها بررسی نشوند ممکن است باعث رویدادهایی در آینده شوند حتی اگر علت ریشه‌ای رویداد اصلی اصلاح شده باشد.

■ ۵-۲-۲ رویدادها و علت‌های ریشه ای

یک واقعه (حتی بدون رویداد مانند یک غفلت) نمی‌تواند یک علت ریشه‌ای باشد زیرا یا یک عامل علی است یا علامت و نشانه‌ای از علت اصلی. برای مثال باز کردن یک شیر تخلیه توسط یک اپراتور واقعه‌ای است که اجازه داده است مواد شیمیایی خطرناک انتشار یابند. در این مورد علت ریشه‌ای به این موضوع وابسته است که چرا اپراتور شیر تخلیه را باز کرده است؟ و این موضوع می‌تواند به علت آموزش ناکافی، خطای انسانی یا علت‌های دیگر باشد. به‌طور مشابه عدم پیروی از روش اجرایی یک علت ریشه‌ای نیست؛ بلکه نشانه‌ای از یک علت اصلی است.

برخی مواقع تفاوت قائل شدن بین وقایع، نشانه‌ها و علت‌های ریشه‌ای می‌تواند مشکل باشد. اگر یک واقعه یا نشانه بعنوان علت ریشه‌ای در نظر گرفته شود، بررسی رویداد به زودی متوقف خواهد شد. اگر پیشنهادات بررسی رویداد فقط شامل وقایع و رویدادها باشد علت‌های ریشه‌ای حل نشده باقی خواهند ماند و می‌توانند باعث وقوع مجدد رویداد شوند.

■ ۶-۲-۲ کنترل ریسک

از آنجا که مفهوم سیستم مدیریتی بر پایه اصول اساسی است، می‌تواند نه تنها برای بررسی رویدادهای ایمنی بلکه برای بررسی قابلیت اطمینان، کیفیت و ضرر و زیان تجاری نیز به کار رود. در ایمنی فرآیند مانند دیگر سیستم‌های کنترل ریسک کسب و کار، سه اصل کلید برای کنترل ریسک وجود دارد (شکل ۵-۲):

درک ریسک: ارزیابی سطح ریسک با شناسایی سناریوهای بالقوه رویداد و تعیین شدت و احتمال آن‌ها با استفاده از مطالعات شناسایی خطر و ارزیابی ریسک انجام می‌شود (CCPS، 2007a). نتیجه این اصل، درک موانع خاص و ضروری برای کنترل ریسک به سطح قابل قبول می‌باشد.

سیستم‌های مدیریتی: برای اطمینان از کفایت موانع جهت ریسک باید سیستم‌های مدیریتی وجود داشته باشند. همان‌طور که در بخش ۱-۲-۲ بحث شد.

ارزیابی ضعف ها: بهبود مستمر سیستم‌های مدیریتی ضروری است تا با اجرای پیشنهادات گزارش و بررسی رویداد و شناسایی و اصلاح نقاط ضعف، از وقوع مجدد رویداد جلوگیری شود. شکل ۵-۲ رابطه بین این سه اصل کلیدی را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۲ .مفهوم کلی کنترل ریسک (Kletz)

نه شناسایی سناریوهای بالقوه رویداد و نه سیستم‌های مدیریتی برای پیشگیری از رویداد کامل نیستند (اگرچه باید به عنوان هدف در نظر گرفته شوند)، بنابراین یادگیری از رویدادها و حتی شبه‌حوادث و اصلاح

تمام نقاط ضعف در موانع مهم هستند. استفاده از یک رویکرد ساختاریافته برای بررسی رویداد با تکنیک‌های شناسایی شده و اثبات شده، مهم می‌باشد و به درک آسان رویدادها کمک کرده و بینش‌ها و نتایج حاصل از بررسی‌ها را بیان می‌کند. با این حال ضروری است تاکید شود که خطر تکرار رویداد تا زمان اجرای موثر اقدامات اصلاحی باقی است. صرفا نوشتن رسمی یک گزارش بررسی رویداد و بحث در مورد آن، ریسک را کاهش نمی‌دهد.

اگر قرار است تا از وقوع مجدد رویدادها جلوگیری شود پس حیاتی است که پیشنهادات بررسی رویداد شامل علت‌های ریشه‌ای بوده و به صورت دقیق اجرا شوند. اگر اقدامات اصلاحی به علت تاخیر در تهیه تجهیزات یا دلایل دیگر بلافاصله قابل کاربرد نیستند، اقدامات ایمنی موقت ممکن است تا زمان اجرای کامل اقدامات اصلاحی مناسب باشند.

۳-۲ خلاصه

به انجام هدایت یک بررسی موثر رویداد و پیشگیری از وقوع مجدد آن، شناسایی علت اصلی (ریشه ای) رویداد مهم است. درک مدل‌های توالی حادثه و مفهوم موانع (و چگونگی نقص آن‌ها) می‌تواند به دستیابی به علت‌های ریشه‌ای در بررسی کمک کند. بررسی کنندگان همچنین باید مراقب باشند تا در دام‌های بالقوه هنگام استفاده از اصول علیت، مانند تعیین وقایع منفی به جای علت‌های ریشه‌ای، سرزنش افراد و توقف بر یک نقص تجهیزات یا روش اجرایی به جای تعیین نقاط ضعف سیستم مدیریتی، نیفتند.

۳

فصل سوم

مروری بر روش‌های بررسی رویداد

مروری بر روش های بررسی رویداد

در سال‌های اخیر، شیوه‌های بررسی رویداد به‌طور قابل‌توجهی تکامل‌یافته است، به‌خصوص از دهه ۱۹۷۰ چرا که قبل از آن روش‌های ساختاریافته‌ای برای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند عملاً وجود نداشت. الان بررسی‌کنندگان می‌دانند که برای هر رویداد علت‌های ریشه‌ای متعددی وجود دارد. برای شناسایی و فهم علت‌های ریشه‌ای و تعامل بین آن‌ها در ایجاد یک رویداد، بررسی‌کننده شواهد را جمع‌آوری و آن‌ها را تجزیه‌وتحلیل می‌کند. امروزه سازمان‌ها، روش‌های مختلفی برای بررسی رویداد به کار می‌برند و در راستای این هدف از ابزارآلات مختلفی برای بررسی استفاده می‌کنند.

در این فصل مروری ساده بر ابزارهای بررسی، اصطلاحات عمومی و مزایای استفاده از یک رویکرد ساختاریافته ارائه شده است. برخی از روش‌های عمومی و اختصاصی از ابزارهای کلی استفاده نموده‌اند که این ابزارها در دسترس کاربران قرار دارد.

از اصطلاحات زیر در این فصل استفاده شده است:

ابزار: وسیله‌ای که در یک مرحله از بررسی رویداد برای تسهیل درک وقایع‌نگاری رویداد، عوامل علیت و یا علت‌های ریشه‌ای استفاده می‌شود.

تکنیک: نحوه استفاده از ابزار بررسی رویداد

روش: استفاده از ابزارهای بررسی رویداد برای تجزیه‌وتحلیل شواهد، فرضیه‌سازی، شناسایی عوامل علیت و تعیین علت‌های ریشه‌ای یک رویداد

هنگام انتخاب ابزار و روش‌های تجزیه‌وتحلیل جهت استفاده در بررسی رویداد، مهم‌ترین نکته‌ای که باید به آن توجه شود این است که یک ابزار خاص به تنهایی همه کارها را انجام نمی‌دهد. روش‌های خوب از ترکیب

ابزارها برای برطرف کردن نقاط ضعف تک‌تک ابزارها استفاده می‌کنند. انتخاب روش به فرهنگ سازمانی، وجود سرپرست تیم بررسی رویداد، منابع آموزشی موجود و پیچیدگی رویداد بستگی دارد.

باید توجه داشت که ابزارهای مختلف، رویکردهای متفاوتی برای رسیدن به نتیجه دارند. این رویکردها شهودی، قیاسی، استقرایی و یا ترکیبی از آن‌ها هستند. بیشتر رویکردهای مورد استفاده در این متن از نوع قیاسی و استقرایی می‌باشند.

- **رویکرد شهودی**، به تجربه و دانش افراد درگیر در شناسایی علت‌های یک رویداد متکی است. طوفان فکری از رویکرد شهودی و طوفان فکری ساختاریافته از ترکیب رویکردهای شهودی و قیاسی استفاده می‌کند.
- **رویکرد استقرایی**، با عنوان «استراتژی تحقیق آینده‌نگر» شناخته‌شده و برای شناسایی اثر انحرافات بالقوه فرآیند، استفاده می‌شود. ابزارهای استقرایی برای استفاده در بررسی رویدادهایی که شواهد و واقعیت‌های مربوط به آن، از بین رفته و یا در دسترس نیست، مفید است. تیم بررسی رویداد بایستی برای جمع‌آوری اطلاعات بیشتر در جهت فهم علت‌های رویداد از استدلال استقرایی بهره جوید. (مترجم: رویکرد استقرایی از جزء به کل است).
- **رویکرد قیاسی**، گذشته‌نگر بوده و تمام وقایع پیشین درگیر در ایجاد یک نتیجه خاص را بررسی می‌کند. قیاسی یک رویکرد از کل به جزء است. در تحلیل قیاسی فرض می‌شود که سیستم یا فرآیند دچار یک شکست شده و سپس تلاش می‌شود تا مشخص گردد چه حالت‌هایی از سیستم، اجزاء، اپراتورها یا رفتار سازمانی باعث این شکست شده است. کاربرد اصلی استدلال قیاسی برای پاسخ به این سؤال است: چه خطاهای انسانی و غیرانسانی باعث تحمیل فشار بیش از حد به راکتور فرآیند می‌شود؟ بیشتر درخت‌های استدلال به روش قیاسی می‌باشند.

مدت‌هاست که برخی از قوانین رشته مهندسی و کنترل کیفیت به‌عنوان اصول اساسی تجزیه‌وتحلیل علت‌های ریشه‌ای رویداد شناخته شده‌اند. برخی از ابزارهای ایمنی فرآیند مخصوص تجزیه‌وتحلیل ریشه‌ای رویداد، از این رشته‌ها به وجود آمده‌اند. به‌عنوان مثال: تکنیک تجزیه و تحلیل درخت خطا[1] به عنوان یک ابزار مهندسی توسعه یافته و به دلیل ساختار درخت منطق[2]، پاسخگوی نیازهای ایمنی فرآیند است.

رویکرد کلی بررسی ایمنی فرآیند با بسیاری از روش‌های موجود مشابه است. با این حال تفاوت‌های قابل‌توجهی در این روش‌ها به چشم می‌خورد. برخی از روش‌ها بر خطاها و غفلت‌های سازمانی و مدیریتی تمرکز دارند، در حالتی که بعضی از روش‌ها بیشتر بر مشکلات عملکردی متمرکزند. معمولاً کاربران ترجیح می‌دهند روش‌های مختلفی در دسترشان باشد تا روش متناسب با شرایط رویداد را انتخاب کنند.

ابزارهای بررسی رویداد باید کاربردی و به سهولت قابل استفاده باشند. کاربران ممکن است این ابزارها را با توجه به اندازه، پیچیدگی و نیازهای بررسی، انتخاب کنند. شکل ۱-۳ ابزارهای بررسی رویداد که از رویکردهای ساختار نیافته و غیررسمی به رویکردهای ساختاریافته، کمیته محور، چند علتی و سیستم محور تغییر یافته‌اند را نشان می‌دهد. ابزارهای مذکور و تاریخچه هر کدام در بخش‌های بعدی این فصل توضیح داده شده‌اند.

۱-Fault Tree Analysis

۲- Logic Tree

افزایش ساختار

درخت استدلال

درختان استدلال یك ابزار بررسی مبتنی بر کمیته بوده و از رویکرد چند علتی و سیستم محور برای تعیین علت‌های ریشه‌ای سازگار با برنامه مدیریت ایمنی فرآیند استفاده می‌کند. مثال‌های درخت استدلال عبارت‌اند از: درخت خطا[۱]، درخت رویداد[۲]، درخت علیت[۳] و درخت چرا[۴].

درخت استدلال از پیش تعریف شده

تیم بررسی به جای تشکیل یك درخت برای استدلال، از دیاگرام از پیش تعریف شده و آماده استفاده می‌کند و عوامل علیت را در شاخه‌های مربوطه قرار داده و از پر کردن شاخه‌هایی که مربوط به رویداد مدنظر نیست، چشم‌پوشی می‌کند.

چک‌لیست‌ها

تیم بررسي، عوامل علیت را با استفاده از چک‌لیست بررسی می‌کند تا مشخص شود چرا آن عوامل در زمان بروز رویداد وجود داشته‌اند. برای این کار می‌توان به‌صورت ترکیبی از چک‌لیست و تکنیك چه می‌شود اگر[۵] استفاده کرد.

شناسایي عامل علیت

تیم، تمام اتفاقات و شرایط منفی که بیشترین سهم در بروز یك رویداد داشته‌اند را شناسایی می‌کند. برای این کار ممکن است از تکنیك‌هاي تحلیل موانع و تحلیل تغییر[۷] استفاده شود.

روش علمي

تیم بررسی، فرضیه‌هایی را بر اساس داده‌های تحقیق توسعه می‌دهد، سپس این فرضیه‌ها را براي قبول / رد، مکررا آزمایش می‌کند و با استفاده از رویکردهای علمی به فرضیه نهایی می‌رسد.

نمودار توالي

تیم یك تصویر گرافیکی از جدول زمانی ایجاد می‌کند و با استفاده از آن به رویدادها و شرایط مرتبط در شاخه‌های موازی پی می‌برد.

جدول زماني

تیم بررسی یك جدول زمانی وقایع تهیه می‌کند. براي این کار از لیست‌های ساده و نمودارهای نشان‌دهنده وقایع و شرایط حول یك محور مستقیم استفاده می‌شود.

فرآیند حذف گزینه

تیم یا بررسی‌کننده بعضی از علت‌های احتمالی را حذف می‌کند و در نهایت نتیجه‌گیری می‌شود که علت‌های حذف نشده، علت‌ها ریشه‌ای رویداد هستند.

طوفان فکري

تیم بررسی، از قضاوت و تجربه خود برای یافتن علت‌ها ریشه‌ای موثق استفاده می‌کند. در طوفان فکری ساخته یافته ممکن است از تکنیك‌های ارزیابی مانند چه مي‌شود اگر و ۵ چرا نیز استفاده شود.

مصاحبه غیررسمی، یک‌به‌یک

بررسی‌های غیررسمی سنتی معمولاً توسط سرپرست شخص درگیر رویداد، انجام می‌شود.

شکل ۱-۳. مروری بر ابزار بررسی رویداد

۱-Fault Tree ۲-Event Tree ۳-Causal Tree ۴-Why Tree ۵-What If ۶-Barrier Analysis ۷-Change Analysis ۸- 5-Whys

۱-۳ تاریخچه روش‌ها و ابزار بررسی رویداد

روش‌های بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند با گذشت زمان تکامل یافته و بیشتر در راستای سیستماتیک، بی‌طرف و عینی شدن حرکت کرده‌اند. آشنایی با تاریخچه این روش‌ها برای درک بهتر نقاط ضعف روش‌های قدیمی و نقاط قوت روش‌های جدید، مؤثر است.

۱-۱-۳ مصاحبه یک‌به‌یک

روش مصاحبه یک‌به‌یک، روش قدیمی و غیررسمی برای بررسی رویداد بوده و معمولاً بین فرد درگیر در رویداد و سرپرست مستقیم وی اتفاق می‌افتد. این روش در مقایسه با روش‌های ساختاریافته، برای بررسی رویدادهایی که منجر به نتایج فاجعه‌بار شده‌اند و یا دارای پتانسیل ایجاد نتایج و عواقب جدی بوده‌اند، ناکافی است. مصاحبه‌های غیررسمی یک‌به‌یک امروزه همچنان به‌عنوان ابزاری برای بررسی رویدادهایی با شدت کم مانند صدمات جزئی شغلی استفاده می‌شوند.

تمرکز بررسی غیررسمی و یک‌به‌یک معمولاً بر تعیین راه‌حل‌های فوری برای جلوگیری از تکرار شرایط ایجادکننده رویداد می‌باشد. برای مثال ممکن است فرد بررسی‌کننده به این نتیجه برسد که دلیل یک رویداد خاص، عدم پیروی اپراتور از دستورالعمل‌های کار خویش بوده است که در این حالت فرد بررسی‌کننده درصدد یافتن راهی برای افزایش انگیزه اپراتور برای پیروی از دستورالعمل‌ها خواهد بود. این نوع بررسی غیررسمی به زمان و آموزش کمی نیاز دارد، اما برای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند ضعیف بوده و نمی‌تواند علت‌های ریشه‌ای و اصلی یک رویداد را شناسایی کند و در نتیجه اقدامی برای رفع یا اصلاح این علت‌ها انجام نگرفته و ممکن است این رویداد یا رویداد مشابه آن تکرار شود.

۲-۱-۳ طوفان فکری

طوفان فکری اساساً یک ابزار بدون ساختار است ولی نسبت به مصاحبه یک‌به‌یک دیدگاه و تجربه بیشتری در اختیار قرار می‌دهد. این روش، گروهی از افراد با زمینه‌های مختلف را دور هم جمع می‌کند تا در مورد رویداد و علت‌های به وجود آورنده آن با هم بحث کنند. این گروه معمولا برای درک بهتر توالی وقایعی که منجر به رویداد شده‌اند، از جدول زمانی یا نمودار توالی استفاده می‌کند و ممکن است عوامل علیت را شناسایی کرده و اقدامات حفاظتی برای کاهش احتمال تکرار رویداد توسعه دهد.

یکی از معایب طوفان فکری ساختار نیافته این است که ممکن است بحث تحت تاثیر افرادی باشد که از بیان نظر خود هیچ واهمه‌ای ندارند و احتمالاً فاقد دانش و تجربه کافی از موضوع هستند. همچنین ممکن است هر فرد با سوگیری خاصی وارد شود و تفکرات گروه را به سمتی سوق دهد که نتایج نادرستی حاصل گردد. نتایج طوفان فکری یک گروه به تجارب افراد گروه بستگی دارد و تجربه نیز بدون دانش، مهارت و

صلاحیت، ناکافی خواهد بود. دو گروه مختلف طوفان فکری ممکن است به علت‌های کاملاً متفاوت به‌عنوان علت‌های یک رویداد دست یابند. علاوه بر این رویکردهای ساختار نیافته برای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند کافی نیستند زیرا اطلاعات ناقص و متناقضی فراهم می‌کنند و برای یافتن علت‌های ریشه‌ای مناسب نیستند.

در حالی که طوفان فکری به‌عنوان یک ابزار بررسی رویداد، نقاط ضعفی دارد، اما نقش مهمی در دیگر روش‌های بررسی ساختاریافته ایفا می‌کند. طوفان فکری روش مناسبی برای تشویق همه افراد گروه به بیان تمام ایده‌ها و نظرات خود و توسعه فرضیه‌هایی بر اساس شواهد و مشاهدات (رویکرد استقرایی) است. البته قبول /رد این فرضیه‌ها بایستی توسط تکنیک‌های مختلف تجزیه‌وتحلیل، تعیین گردد.

■ ۳-۱-۳ تجزیه‌وتحلیل «چه می‌شود اگر... ؟»[1]

نوع ساختاریافته‌تر روش طوفان فکری، تکنیک تجزیه‌وتحلیل چه می‌شود اگر(CCPS، 1992) است که در آن افراد گروه سؤالاتی با ساختار «چه می‌شود اگر... ؟» برای یافتن خطاهای انسانی، خطای تجهیزات و یا وقایع خارجی، مطرح می‌کنند. برای مثال: چه می‌شد اگر دستورالعمل کار اشتباه بود؟ چه می‌شد اگر مراحل انجام کار مغایر با دستور کار بود؟ و... این سؤالات ممکن است ماهیت کلی داشته باشند یا به‌صورت تخصصی برای فرآیند یا رویداد خاص مطرح شوند. سؤالات توسط یک یا دو نفر از افراد گروه مطرح می‌شوند که خود این سؤالات ممکن است باعث سوگیری در افکار سایر اعضای گروه شود.

■ ۳-۱-۴ تکنیک ۵ چرا

تکنیک ۵ چرا یکی دیگر از ابزارهای روش طوفان فکری بوده و برای افزایش ساختار طوفان فکری گروهی بکار می‌رود. این ابزار از رویکرد درخت استدلال، بدون ترسیم درخت استدلال استفاده می‌کند. با استفاده از این ابزار اعضای گروه طوفان فکری سؤالاتی با ساختار «چرا پیشامدهای ناخواسته و شرایط نامطلوب رخ داده است؟» مطرح می‌کنند. علت نام‌گذاری این تکنیک به ۵ چرا، این است که معمولاً اعضای گروه با پرسیدن ۵ بار متوالی سؤالات چرایی به علت‌های ریشه‌ای رویدادها پی می‌برند. مهارت قضاوت و تجربه، الزامات استفاده از ابزار بوده و نمی‌توان گفت که استفاده از این ابزار باعث شناسایی علت‌های ریشه‌ای خواهد شد بلکه رسیدن به علت‌های ریشه‌ای بستگی به سطح تجزیه‌وتحلیل گروه دارد.

■ ۳-۱-۵ فرآیند حذف گزینه

حذف گزینه ابزار دیگری است که علاوه بر قابل استفاده بعد از طوفان فکری، در سایر روش‌های ساختاریافته نیز برای شناسایی عوامل علیت کاربرد دارد. فرآیند حذف گزینه بخش جدایی‌ناپذیری از

۱-What If Analysis

روش‌های علمی است. با این روش می‌توان برخی از فرضیه‌ها را با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده طی بررسی، حذف کرد. البته لازم به ذکر است که تنها فرضیه‌ای که بعد از حذف فرضیه‌های دیگر باقی می‌ماند، لزوماً فرضیه‌ی قابل‌قبول نیست و برای پذیرفته شدن نیاز به اثبات دارد (NFPA 921، 2017). هر فرضیه بایستی دارای تعدادی پایه علمی شامل شواهد، مشاهدات، تجزیه‌وتحلیل و آزمایش باشد. محققان بایستی در نظر داشته باشند که حذف گزینه به تنهایی نمی‌تواند باعث شناسایی علت‌های ریشه‌ای شود.

■ ۳-۱-۶ جدول زمانی

بیشتر روش‌ها از لیست زمانی وقایع و شرایط به وجود آورنده رویداد، استفاده می‌کنند. در حالی که انواع مختلفی از قالب‌های جدول زمانی توسط بررسی‌کنندگان رویداد بکار برده می‌شوند، ساختار اساسی این جدول‌ها بدون تغییر باقی می‌ماند (بخش ۱-۲-۶).

■ ۳-۱-۷ نمودار توالی

در طول زمان، ابزارهای بررسی رویداد فراوانی با نمایش گرافیکی رویداد توسعه یافته‌اند اما فقط تعداد کمی از آن‌ها در صنایع شیمیایی استفاده می‌شود. با اینکه نمودارها قبل از سال ۱۹۷۰ نیز برای به تصویر کشیدن نتایج وقایع استفاده می‌شده است، در اوایل دهه ۱۹۷۰، هیئت ایمنی حمل‌ونقل ملی[۱] (NTSB) ماتریس توالی رویداد چند خطی[۲] (MES) را برای تجزیه‌وتحلیل رویدادها معرفی کرد. یکی دیگر از روش‌ها، نمودار وقایع با ترتیب زمانی[۳] (STEP) بود (Benner، 2000، Hendrick، 1987). MES وSTEP برای رویدادهایی به غیر از رویدادهای فرآیند توسعه داده شده‌اند. جزئیات بیشتر در زیر توضیح داده شده است.

توالی رویداد چندخطی (MES)

هنگام استفاده از ابزار MES، محققان داده‌های مشاهده شده را به وقایع تبدیل و ترتیب وقایع را در یک ماتریس با زمان و مختصات تنظیم می‌کنند. در این قسمت، واقعه به‌عنوان یک عامل به‌اضافه‌ی یک عمل شناخته می‌شود. عامل می‌تواند انسان، شیء یا اقدامات یک فرد باشد. بعد از اینکه اطلاعات مربوط به یک عامل و عمل آن بدست آمد، واقعه جدیدی در ردیف عامل مربوطه و بصورت افقی زیر خط زمانی که شروع شده است، قرار می‌گیرد. به این ترتیب نشان داده می‌شود که انسان‌ها یا اشیاء به ترتیب در طول زمان چه عمل‌هایی انجام داده‌اند و ارتباط این عمل‌ها با هم چه بوده است.

ماتریس MES را می‌توان بر روی دیوار، تابلو، کاغذی بزرگ یا کامپیوتر قرار داد. بررسی‌کنندگان معمولا از

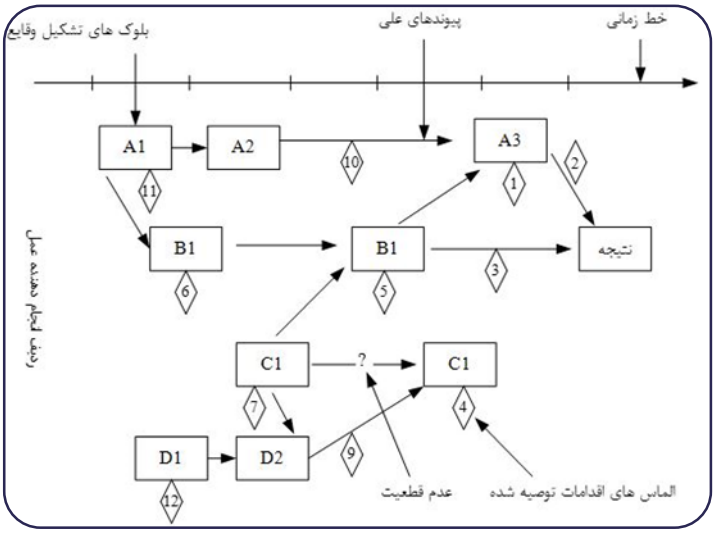
۱- National Transportation Safety Board

۲- Multilinear Event Sequencing

۳- Sequentially Timed Events Plot

کارت‌ها یا کاغذهای یادداشت کوچک برای ثبت ترتیب وقایع استفاده می‌کنند و با در دسترس قرار گرفتن اطلاعات جدید، داده‌ها را به‌روز کرده و یادداشت‌های جدیدی روی ماتریس اضافه می‌کنند.

با افزایش وقایع، بررسی‌کننده پیکان‌هایی را برای پیوند دادن وقایع مرتبط رسم می‌کند. طبق قرارداد در ماتریس MES پیکان‌ها از وقایع علی اولیه به وقایع تأثیرگذار بعدی و از چپ به راست ترسیم می‌شوند. پیکان‌های پیونددهنده، جریان وقایع مرتبط و یا جریان علی اولین تا آخرین واقعه روی صفحه‌نمایش را نشان می‌دهد. جاهای خالی روی نمایشگر MES معلوم می‌کنند که چه اطلاعات دیگری موردنیاز است. علامت سؤال نیز زمانی استفاده می‌شود که داده‌های استفاده شده قطعی نبوده یا هیچ داده معتبری برای قابل تهیه نیست. در نهایت یک آزمون استدلال منطقی، کامل بودن ماتریس را تعیین می‌کند. یک ماتریس آزموده شده می‌تواند توصیف مناسبی در مورد آنچه اتفاق افتاده را در اختیار محقق قرار دهد. مشکلات و تغییرات بالقوه برای بهبود عملکرد، با بررسی واقعی روابط در هر جفت یا مجموعه وقایع، شناسایی و تعریف می‌شوند. تمام تغییرات بالقوه با عنوان «الماس‌های اقدامات توصیه‌شده» یادداشت می‌شوند تا معلوم شود موقعیت‌های بهبود فرآیند حادثه یا رویداد در کدام قسمت‌ها قرار دارد (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳. شماتیک نمایشگر MES (Benner، ۲۰۰۰)

نمایشگر MES با نمودار فاکتور علی و رویدادها (Buys، 1978) (E&CF)[1] و به‌صورت کوتاه‌تر، نمودار عوامل علیت[2] (Johnson، 1980) نیز شناخته می‌شود. نمودار فاکتور علی و رویدادها نشان می‌دهد چه شرایط و وقایعی باید رخ دهند تا یک رویداد اتفاق افتد. این نمودار به‌عنوان یکی از ابزارهای روش‌های بررسی رویداد ایمنی فرآیند، قابل قبول است.

۱- Events & Causal Factor Charting

۲-Causal Factor Charting

■ ۸-۱-۳ نمودار وقایع به ترتیب زمانی(STEP)

نمودار وقایع با ترتیب زمانی (STEP) یک ماتریس نمودار وقایع مبتنی بر توالی زمانی است که از MES تکامل یافته‌تر است، اما برخلاف MES فقط وقایع ثبت می‌شوند و شرایط و وضعیت‌ها به دلیل ایجاد تغییر با انواع اقدامات، وارد نمودار نمی‌شود. STEP روی رفتارها و اقداماتی تمرکز دارد که باعث ایجاد نتایج ناخواسته می‌شود. نمودار STEP در فرآیند بررسی MES استفاده می‌شود.

■ ۹-۱-۳ دیاگرام درختی از پیش‌تعریف‌شده

درخت ریسک و پایش مدیریتی[۱] (MORT) توسط سازمان انرژی[۲] برای بررسی رویدادهای شغلی در محیط‌های مرتبط با آن سازمان، توسعه یافته است. یک نوع ساده‌تر ابزار MORT، با نام Mini- MORT برای کاهش پیچیدگی توسعه داده شده است (Ferry، 1988). هر چند ابزار MORT خود بر پایه آنالیز درخت خطا(FTA)[۳] مبتنی است، FTA خود یک ساختار درختی از پیش‌تعریف‌شده است. بسیاری از ابزارهای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند مورد استفاده در صنایع شیمیایی و صنایع مرتبط بر اساس ابزار MORT توسعه یافته‌اند.

دیاگرام MORT با یک رویداد شروع می‌شود که این رویداد در FTA معادل رویداد اصلی[۴] است. در مرحله بعد، بررسی‌کننده بر سر یک دوراهی (دروازه یا[۵]) قرار می‌گیرد که بایستی بین ریسک پیش‌بینی شده و مدیریت خطا یکی را انتخاب کند. در مرحله بعد دوراهی دیگری (دروازه یا) وجود دارد که دو موضوع را از هم جدا می‌کند. چه اتفاقی افتاده است / چرا این اتفاق افتاده است؟ دسته «چه اتفاقی افتاده است» نشان می‌دهد که چه کنترل‌هایی باید انجام شود و دسته «چرا این اتفاق افتاده است؟» فاکتورهای سیستم‌های مدیریتی را مدنظر قرار می‌دهد. در نهایت شاخه‌های درخت تا جایی ادامه می‌یابد تا علت‌های ریشه‌ای رویداد تعیین شوند. این شاخه‌ها ممکن است تا ۱۳ سطح درخت ادامه پیدا کنند.

در شکل ۳-۳ نمونه‌ای از یک دیاگرام MORT با شاخه مدیریت پایش‌ها و سهل‌انگاری‌ها نشان داده شده است. امروزه منابع عمومی و اختصاصی متعددی، دیاگرام‌های MORT از پیش‌تعریف شده را در اختیار کاربران قرار می‌دهد.

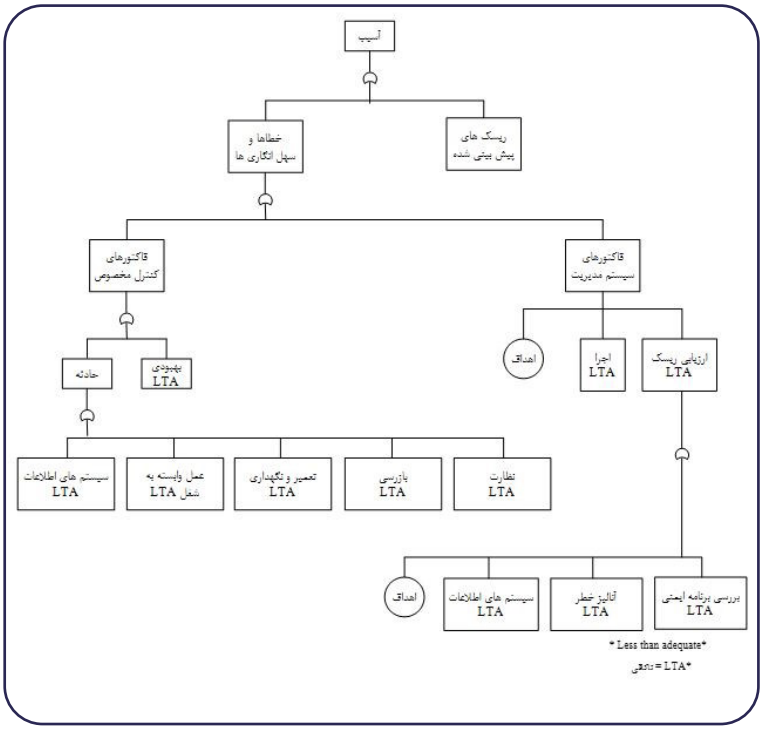
۱-Management Oversight and Risk Tree

۲-United States Department of Energy (DOE)

۳-Fault Tree Analysis

٤-Top Event

٥-OR-gate



شکل ۳-۳ بخش اصلی دیاگرام MORT

۳-۲ ابزارهای مورد استفاده در آماده‌سازی آنالیز علت‌های ریشه‌ای

برخی از ابزارها، قبل از شروع آنالیز علت‌های ریشه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ابزارها عبارت‌اند از جدول زمانی، نمودار توالی، روش علمی، استفاده از دیاگرام‌های استدلال از پیش‌تعریف شده و شناسایی عوامل علی. این ابزارها در زیر معرفی شده‌اند:

۳-۲-۱ جدول زمانی

مرحله اول بررسی رویداد شامل توسعه جدول زمانی اولیه یا گزارش توصیفی از توالی زمانی وقایع منجر به شکست است. این امر مستلزم جمع‌آوری شواهد از طریق مصاحبه با شاهدان و بررسی کلی شواهد مربوطه (تجهیزات، اسناد، داده‌های فرآیند، فیلم و غیره...) می‌باشد. جمع‌آوری این اطلاعات و شواهد باعث یافتن ارتباط بین تمام شرایط به وجود آورنده یک رویداد با رعایت توالی زمانی می‌شود. جدول زمانی ممکن است یک لیست ساده از وقایع و یا دیاگرام‌های نشان‌دهنده شرایط و وقایع در امتداد یک محور مستقیم باشد.

تدوین جدول زمانی بایستی به محض آشکار شدن حقایق رویداد آغاز شود. با شروع زودهنگام، محقق از خلأ موجود آگاه شده و بررسی‌های بیشتری برای برطرف کردن این خلأها انجام خواهد داد. ساختار جدول

زمانی با دستیابی تیم به درک کامل‌تر و دقیق‌تر از سناریو رویداد و توالی وقایع، مکرراً تنظیم و اصلاح می‌شود.

جداول زمانی به تنهایی عوامل علیت یا علت‌های ریشه‌ای یک رویداد را شناسایی نمی‌کنند و بهتر است همراه ابزارهای دیگری استفاده شوند. این ابزارها در ادامه توضیح داده شده‌اند. برای اطلاع از نحوه سازمان‌دهی داده‌ها در یک جدول زمانی به بخش ۸-۴ مراجعه شود.

■ ۳-۲-۲ نمودارهای توالی

نمودارهای توالی نسبت به جداول زمانی ابزارهای گرافیکی دقیق‌تری بوده و به بررسی‌کننده اجازه می‌دهند تا وقایع و شرایط مرتبط را در شاخه‌های موازی این نمودار نشان دهد. نمودارهای توالی همچنان به‌عنوان چارت‌های عوامل علیت شناخته می‌شوند. این نمودارها علاوه بر نشان دادن زمان وقایع، ارتباط بین وقایع، عاملین و شرایط را با استفاده از یک برگه کار (فرم) نشان می‌دهند. معمولاً ساختار این نمودارها به‌گونه‌ای است که از انتها شروع می‌شود و با حرکت رو به عقب وقایع ضروری را قبل از بقیه وقایع شناسایی می‌کند. همانند جداول زمانی، ساختار نمودارهای توالی به‌گونه‌ای است که به محض بروز وقایع، ثبت داده‌ها شروع می‌شود تا هرچه زودتر شکاف و خلأهای موجود شناسایی شوند. انتخاب قالب مناسب بسیار مهم است زیرا داده‌ها بایستی به‌راحتی با جمع‌آوری شواهد جدید قابل به‌روزرسانی و تجدیدنظر باشند (مانند استفاده از کاغذهای یادداشت کوچک که روی آن‌ها وقایع و شرایط جدید نوشته می‌شوند). همانند جداول زمانی، نمودارهای توالی به تنهایی نمی‌توانند علت‌های ریشه‌ای یک رویداد را شناسایی کنند و باید همراه ابزارهای دیگر استفاده شوند. یادگیری ساختار این ابزارها نسبتاً آسان است اما محقق نباید فقط بر روی سناریو پیش‌فرض تمرکز کند. برای اطلاع از نحوه سازمان‌دهی داده‌ها در یک نمودار توالی به فصل هشت، بخش ۴-۸ مراجعه شود.

■ ۳-۲-۳ روش علمی

روش علمی یک روش عمومی برای حل مسئله است و در بسیاری از زمینه‌های علمی که ابتدا مشکل شناسایی و سپس با استفاده از مشاهدات، آزمایش‌ها و سایر داده‌های مربوطه، فرضیه‌هایی شکل می‌گیرند، قابل استفاده است. تأکید بر استفاده از یک رویکرد علمی در بررسی رویداد، به‌وسیله قوانین دادگاه ایالات متحده آمریکا افزایش یافته است چرا که کارشناسان بایستی از نظرات خود با استفاده از منابع علمی دفاع کنند. انجمن ملی حفاظت در برابر حریق[1] در تدوین راهنمای بررسی‌های مربوط به آتش‌سوزی و انفجار، از روش علمی به‌عنوان یک رویکرد کلیدی بررسی استفاده کرده است (NFPA، 921، 2017).

به‌طور کلی روش علمی فرضیه‌هایی بر اساس اظهارات شاهدان، مشاهدات، اندازه‌گیری‌ها، داده‌های ثبت‌شده و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها ارائه می‌دهد. این فرضیه‌ها بایستی مورد آزمایش قرار گیرند تا تعیین شود درست

۱- National Fire Protection Association

هستند یا خیر. در روش علمی فرضیه‌های متعددی در نظر گرفته می‌شود. این فرآیند ممکن است بارها تکرار شود زیرا فرضیه‌های موجود خود باعث به وجود آمدن فرضیه‌های جدیدی می‌شوند. این فرآیند زمانی تمام می‌شود که همه فرضیه‌ها آزمایش شده و صحت هر کدام اثبات شود و یا فرضیه رد گردد. فرضیه‌های نهایی به شناسایی عوامل علیت کمک می‌کند. در فصل ۹ روش علمی به‌طور مفصل توضیح داده شده است.

روش علمی نمی‌تواند جایگزین جداول زمانی یا نمودارهای توالی باشد. با این حال روش علمی، یک روش مکمل برای جداول زمانی و نمودارهای توالی است.

■ ۳-۲-۴ شناسایی عامل علیت

هنگام استفاده از یک نمودار درخت استدلال از پیش‌تعریف شده، بعد از جمع‌آوری داده‌ها و تشکیل جداول زمانی یا نمودار توالی، قدم بعدی برای محقق شناسایی عوامل علیت است. این عوامل همان شرایط و عمل‌هایی هستند که نقش بزرگی در بروز یک رویداد داشته‌اند. عوامل علیت می‌توانند شامل خطاهای انسانی، خرابی تجهیزات، شرایط نامطلوب و اقدامات حفاظتی شکست‌خورده، باشند. عوامل علیت به مناطق کلیدی که باید بیشتر مورد ارزیابی قرار گیرند، اشاره دارد.

برای شناسایی عوامل علیت از ابزارهایی مانند تکنیک‌های تحلیل موانع (Deq، 1991؛ Trost، 1985) و تحلیل تغییر (Kepner، 1976)استفاده می‌شود. مفاهیم مربوط به عوامل علیت رویداد که در این ابزارها پوشش داده می‌شود، مفاهیم اساسی برای بیشتر روش‌های بررسی رویداد است. ساده‌ترین رویکرد این است که ابتدا تمام موارد ناخواسته، شرایط نامطلوب و وقایع منفی بر روی جدول زمانی ثبت گردد و سپس به این سؤال پاسخ داده شود که «آیا رویداد مذکور با حذف موارد ناخواسته قابل‌پیشگیری است یا نه؟» اگر پاسخ این سؤال مثبت باشد پس این موارد جزء عوامل علیت رویداد محسوب می‌شوند. رویدادهای ایمنی فرآیند اغلب شامل چندین عامل علیت هستند.

ابزارهای شناسایی عوامل علیت به‌راحتی قابل یادگیری بوده و به آسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از چالش‌های ابزارهای مذکور این است که ممکن است یک یا چند عامل را نادیده بگیرند. همچنین یکی از خطاهای بالقوه در این ابزارها این است که احتمال دارد یک بررسی‌کننده بی‌تجربه مفروضات را با عوامل علیت اشتباه بگیرد، در صورتی که ممکن است این مفروضات اصلا وجود نداشته باشند.

۳-۳ روش‌های ساختاریافته برای تجزیه‌وتحلیل علت ریشه ای

پس از آماده‌سازی شرایط برای تجزیه‌وتحلیل علت‌های ریشه‌ای، راه‌های مختلفی برای تعیین علت‌های ریشه‌ای وجود دارد؛ مانند استفاده از جداول زمانی و نمودارهای توالی. روش به‌روزتری برای بررسی علت‌های ریشه‌ای، استفاده از یک رویکرد تیمی ساختاریافته‌تر و جامع‌تر است. از اصول و مفاهیم علمی نیز برای تعیین علت‌های ریشه‌ای و توسعه اقدامات برای جلوگیری از تکرار رویداد استفاده می‌شود. در بررسی‌های موثر از

ابزارهای آنالیز داده و روش‌های آزموده شده جهت شناسایی علت‌های چندگانه یک رویداد استفاده می‌شود. در بررسی رویداد باید از یک رویکرد سیستماتیک استفاده کرد. ممکن است این رویکرد، مختص همین بررسی باشد. یک سازمان باید بهترین رویکرد در راستای فرآیندهای تولید، سازمان و فرهنگ خود را انتخاب کند. به‌عنوان یک قانون، استفاده از یک رویکرد سیستماتیک منجر به موارد زیر می‌شود:

- اجرای اصول مدیریت ایمنی فرآیند به‌صورت صحیح
- تلاش در جهت بررسی به‌صورت مداوم و دقیق

ابزارهای تجزیه‌وتحلیل علت‌های ریشه‌ای شامل چک‌لیست‌ها، نمودارهای استدلال از پیش‌تعریف‌شده و نمودارهای استدلال تدوین شده توسط تیم بررسی است. فصل ۱۰ توصیف جامع‌تری از تجزیه‌وتحلیل عوامل ریشه‌ای رویداد را ارائه می‌دهد. در ادامه مروری بر روش‌های تجزیه‌وتحلیل علت‌های ریشه‌ای ارائه شده است تا خوانندگان قبل از مطالعه فصل‌های بعدی و تنظیم یک برنامه بررسی رویداد، این ابزارها را بشناسند.

■ ۱-۳-۳ چک‌لیست‌ها

چک‌لیست می‌تواند به عنوان ابزار ساده‌ای به تیم‌های بررسی که تجزیه‌وتحلیل علت‌های ریشه‌ای یک رویداد را انجام می‌دهند، کمک نماید (CCOS، 1992). همه عوامل علیت در چک‌لیست موردبررسی قرار می‌گیرند تا مشخص شود که چرا آن عوامل در زمان بروز رویداد وجود داشته‌اند.

یکی از مزایای چک‌لیست‌ها ساده بودن کار با آن‌ها است و تیم بررسی برای استفاده از آن‌ها نیاز به آموزش چندانی ندارد. چک‌لیست ساختاری در اختیار تیم بررسی‌کننده قرار می‌دهد و باعث می‌شود اعضاء تیم متمرکز کار کنند. یکی دیگر از مزیت‌های چک‌لیست، ایجاد سازگاری میان بررسی‌های مختلف است (به‌عنوان مثال تیم‌های مختلف به یک نتیجه مشترک می‌رسند). با استفاده از چک‌لیست‌ها می‌توان اطلاعات به دست آمده را در گروه‌های اصلی (و زیر گروهها) طبقه‌بندی کرد و مشکلات تکراری را شناسایی نمود.

یکی از معایب چک‌لیست این است که امکان دارد افراد تیم را به یک نتیجه فوری برساند و فرصت «نگاه به موضوع از بیرون» را از اجزاء تیم سلب نماید. چک‌لیست‌ها نمی‌توانند تمام شرایط قابل‌تصور را در برگیرند در نتیجه تیم بررسی ممکن است مجبور شود عواملی را به چک‌لیست اضافه کنند که قبلاً وجود نداشته است. همچنین ممکن است در یک بررسی، تیم قبل از شناسایی همه عوامل علیت، استفاده از چک‌لیست را شروع کند. نکته قابل‌توجه این است که ابتدا قبل از تعیین چرایی وقوع رویداد، بایستی مشخص نمود که چه اتفاقی افتاده و چطور رخ داده است. در غیر این صورت تیم فکر خواهد کرد که عوامل ریشه‌ای را شناسایی کرده است، در حالی که هنوز تمام این علت‌ها مشخص نشده‌اند. از چک لیست‌ها باید با دقت استفاده شود زیرا ممکن است موجب سرزنش اعضای تیم شود. در حالی که نباید با سرزنش افراد موجب دلسرد کردن در بررسی علت ریشه‌ای شد.

همچنین چک‌لیست‌ها ممکن است به‌عنوان ابزارهای مکمل با سایر ابزارها استفاده گردند. برای

مثال چک‌لیست‌های عوامل انسانی می‌توانند در کنار دیاگرام درخت استدلال استفاده شوند. علاوه بر این چک‌لیست‌ها ممکن است به همراه ابزارهای طوفان فکری ساختاریافته مانند «چه می‌شود اگر... ؟» و تکنیک تجزیه‌وتحلیل عملیات و خطرات HAZOP[1] مورد استفاده قرار گیرند. همچنین استفاده از روش «۵ چرا» همراه چک‌لیست برای شناسایی عوامل علیت مفید است.

■ ۲-۳-۳ درخت استدلال از پیش‌تعریف شده

منابع عمومی و اختصاصی فراوانی، درختان استدلال از پیش‌تعریف شده را در اختیار محققین قرار می‌دهند. تعدادی از درختان از پیش‌تعریف شده در جدول ۳-۳ آمده است. بیشتر درختان از پیش‌تعریف شده حالت اختصاصی داشته و علت‌های ریشه‌ای یک رویداد را پیش‌بینی می‌کنند. آن‌ها یک روش سیستماتیک در اختیار بررسی کنندگان قرار می‌دهند و عوامل علیت یک رویداد را شناسایی می‌کنند. نقطه قوت این رویکرد این است که بررسی کنندگان را تشویق می‌کنند طیف گسترده‌ای از عوامل علیت را در نظر بگیرند و نه فقط مواردی که از طریق طوفان فکری به ذهن خطور می‌کنند.

در این روش محقق نیازی به ساخت دیاگرام درختی جدید ندارد، بلکه باید عوامل علیت را در شاخه‌های مرتبط قرار دهد و در آخر شاخه‌های مربوط به رویداد را شناسایی کند.

همانند چک‌لیست‌ها جامعیت انواع مختلف درختان از پیش‌تعریف شده، متفاوت است. بعضی از آن‌ها بسیار دقیق هستند و شاخه و زیرشاخه بسیاری دارند، در حالی که برخی دیگر از این درختان ممکن است به عوامل علی نرسند. برخی از این دیاگرام‌های درخت در اصل نمایش گرافیکی از چک‌لیست‌هایی هستند که براساس موضوعاتی مانند خطای انسانی، خرابی تجهیزات و یا سایر موضوعات مرتب شده‌اند. بر اساس سال‌ها تجربه در زمینه رویداد و سیستم مدیریت، بهترین روش‌های جامع توسط صنایع شیمیایی و صنایع مرتبط توسعه داده شده‌اند.

یکی از مزایای درختان از پیش‌تعیین شده این است که تخصص را وارد بررسی می‌کند و با ارائه همان سیستم به تیم، آن‌ها را به سازگاری بیشتری تشویق می‌کند. عمدتا این روش تجزیه‌وتحلیل جامع‌تر و آماری‌تری از داده‌های جمع‌آوری شده، ارائه می‌دهد. یکی از معایب این ابزار این است که مانند چک‌لیست‌ها انگیزه شناسایی عوامل جانبی که از پیش‌تعریف نشده‌اند را از تیم سلب می‌کند.

استفاده از درختان از پیش‌تعریف شده به منابع و آموزش قبلی کمتری نسبت به تشکیل نمودارهای درختی جدید نیاز دارد. بعضی از سازمان‌ها این درخت‌های آماده را در امتداد سیستم مدیریت سازمان بازسازی کرده‌اند. اثربخشی یک درخت به این که چگونه اطلاعات را پوشش می‌دهد و سیستم مقابله با رویداد را مدل‌سازی می‌کند، بستگی دارد. هنگام انتخاب یک درخت کاربر باید مطمئن باشد که نمودار انتخابی با فن‌آوری و سیستم وی سازگار است و آن را به درستی شکل می‌دهد.

۱-Hazard and Operability Analysis

■ ۳-۳-۳ درخت منطق تیمی

آنالیز درخت منطقی (استدلالی)، یک روش تجزیه‌وتحلیل بالا به پایین است که در آن وضعیت‌های نامطلوب یک سیستم (به‌عنوان مثال: جراحت، آتش‌سوزی، انفجار یا نشت مواد سمی) با استفاده از منطق بولین[۱] برای ترکیب مجموعه‌ای از وقایع سطح پایین، تجزیه‌وتحلیل می‌شوند. درختان استدلال طیف گسترده‌ای از درختان ساده تا درختان پیچیده خطا را در بر می‌گیرند. بیشتر این درختان از نهایی‌ترین واقعه (به‌عنوان مثال: جراحت، آتش‌سوزی، انفجار و یا نشت مواد سمی) شروع می‌شوند و به سمت عقب حرکت می‌کنند. این کار تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که تیم بررسی به این نتیجه برسد که دیگر نیازی به پس‌روی در وقایع وجود ندارد.

بهترین درختان استدلال توسط تیم‌های چندرشته‌ای تدوین می‌شوند. شروع از آخرین واقعه، باعث طرح سؤالات چرایی شده و جواب‌های حاصل در قالب یک درخت شکل می‌گیرد. این رویکرد کلی، تیم بررسی را تشویق می‌کند تا طیف وسیعی از عوامل علیت را در نظر بگیرند اما صحت آن‌ها توسط اعضاء تیم مورد بحث قرار می‌گیرد. موفقیت این بحث به دانش و تجربه افراد تیم بستگی دارد. این ابزار تشخیص می‌دهد که یک رویداد چه علت‌های ریشه‌ای داشته و با چه اقداماتی می‌توان از تکرار آن رویداد یا رویدادهای مشابه، جلوگیری نمود.

رویکرد درخت استدلال دارای ۵ نقطه قوت اصلی است:

۱. با استفاده از این روش می‌توان رویدادهای پیچیده را به رویدادهای کوچک و ساده‌تر تجزیه و هر کدام را به‌صورت جداگانه بررسی کرد.

۲. به تیم بررسی کمک می‌کند تا متوجه شوند که چگونه علت‌های مختلف با هم و در کنار هم باعث بروز رویداد می‌شوند.

۳. با هدایت بررسی‌کنندگان از علت‌های سطحی به علت‌های ریشه‌ای یک رویداد و تشویق به شناسایی عوامل بیشتر، باعث افزایش کیفیت بررسی می‌شود.

۴. گزارش روشنی در اختیار تیم بررسی قرار می‌دهد تا رویداد را بهتر درک کنند.

۵. فرصتی برای گنجاندن عوامل انسانی در فرآیند بررسی رویداد را فراهم می‌کند.

یکی از معایب نمودار درخت استدلال، نیاز این ابزار به وجود متخصصین در تیم بررسی و همچنین مهارت اجزاء تیم در شناسایی حقایق است و هیچ تکنیکی نمی‌تواند جایگزین عدم وجود دانش و تجربه لازم در افراد تیم شود. تدوین درختان استدلال می‌تواند تا حدودی زمان‌بر باشد و در نهایت یک مجموعه از شاخه‌ها و زیرشاخه‌های وقایع را فراهم کرده که ممکن است تجزیه و تحلیل روند وقوع مجدد یک رویداد را با مشکل مواجه کند.

مثال‌هایی از نمودار درخت استدلال عبارتند از درختان خطا، چرا، علیت و واقعه که در ادامه به‌صورت مفصل توضیح داده می‌شوند.

۱-Boolean

درخت چرا[۱]

درخت چرا یک روش ساده برای به تصویر کشیدن رابطه منطقی بین علت‌ها و پیامدهای یک رویداد می‌باشد (Nelms، ۱۹۹۶). فرآیند این ابزار به گونه‌ای است که ابتدا علت‌های یک رویداد را در بلوک‌های مخصوص و پیامدهای مرتبط با هر کدام را به‌طور جداگانه در بلوک‌های دیگری ثبت می‌کند. یک سؤال با ساختار «چرا» هر بلوک را به چالش می‌کشد. توضیحات اضافی در بلوک‌های جدیدی وارد شده و با خطوط مستقیم به بلوک‌های اصلی پیوند داده می‌شوند. در نهایت صفحه با بلوک‌هایی که با خطوط مستقیم به هم وصل شده‌اند پر خواهد شد.

برخلاف درخت خطای رسمی، این روش تجربی است و نیاز به دریچه‌های منطقی خاصی برای ایجاد، نیست. همه بلوک‌ها به‌دقت مورد بررسی قرار می‌گیرند تا اعتبارشان مشخص گردد. اگر صحت محتوای یک بلوک رد شود، آن بلوک با یک توضیح مناسب حذف می‌شود؛ در غیر این صورت بلوک‌ها به‌صورت متصل به هم باقی می‌مانند تا پیشرفت از سمت بالا به سمت یک رویداد را نشان دهند.

فرآیند توسعه درخت، زمانی متوقف می‌شود که سیستم‌های اصلی مدیریت شناسایی شوند. بعد از این مرحله، تیم بررسی بایستی دقیق‌تر بررسی کرده و بر کیفیت سیستم‌های مدیریت که می‌توانسته از بروز این رویداد جلوگیری کند، تمرکز نماید. پیشنهاداتی برای رفع نواقص سیستم ارائه می‌شود که این پیشنهادات نیز بایستی توسط درخت چرا مورد ارزیابی قرار گیرند.

درخت علیت[۲]

درخت علیت در تلاش برای استفاده از رویکرد قیاسی ساخته شده است و تفاوت آن با درخت خطا در راحتی استفاده این روش است. درخت علیت روشی است که به بحث گروهی بین متخصصان از زمینه‌های مختلف متکی است. اعضای این گروه شامل کارکنان، سرپرستان، ناظران، متخصصان ایمنی فرآیند و کارشناسان موضوع مورد بررسی است. برای تشکیل درخت از رویداد نهایی شروع شده و اعضای گروه، ۳ سؤال مطرح می‌کنند:

۱. علت این رویداد چه بوده است؟
۲. برای بروز رویداد نهایی، مستقیماً چه چیزهایی لازم بوده است؟
۳. آیا این عوامل (عوامل شناسایی شده در سؤال ۲) به تنهایی برای بروز این رویداد کافی بوده اند؟

با توجه به این که بیشتر رویدادها تک عاملی نبوده و علت‌های متعددی باعث بروز آن‌ها می‌شود، تیم بررسی سعی می‌کند حداقل ۳ عامل ریشه‌ای از شاخه‌های سازمانی، انسانی و مواد را شناسایی کند. درخت علیت ممکن است از بالا به پایین، چپ به راست یا راست به چپ ترسیم شود. متصل کننده‌های «و» و «یا» ممکن است در درختان علیت حذف شوند. در تعدادی از این درختان از متصل کننده‌های «و» استفاده می‌شود.

۱-Why Tree

۲-Causal Tree

درخت رویداد[۱]

درخت رویداد یک روش استقرایی است. آنالیز درخت رویداد (ETA) یک روش ساختاریافته برای شناسایی و تعیین عوامل علی یک رویداد است (CCPS، 1992). هر واقعه مانند خرابی تجهیزات، انحراف از مسیر فرآیند، کنترل عملکرد یا کنترل اجرایی به نوبه خود با پرسیدن یک سؤال ساده بلی یا خیر سنجیده می‌شود. سپس هر یک با گره‌ای که در آن درخت تبدیل به شاخه‌های موازی می‌شود نشان داده می‌شود. تمام رویدادهای مرتبط در این شاخه‌های موازی قرار می‌گیرند تا همه ترکیبات تمام شوند. این مورد می‌تواند منجر به تولید تعدادی مسیر که هیچ پیامد نامطلوبی نداشته و مسیرهای دیگری که منجر به بروز رویداد می‌شوند، گردد. تیم بررسی تعیین می‌کند که کدام مسیر نشان‌دهنده سناریو واقعی است. به‌طور کلی از یک درخت رویداد کیفی برای بررسی در مورد رویداد استفاده می‌شود.

به دلیل استفاده از رویکرد استقرایی در تشکیل دیاگرام درخت رویداد همه مسیرها لزوماً به یک نتیجه‌گیری واقعی منجر نمی‌شوند. صرفاً وجود یک مسیر در درخت به معنای صحیح بودن آن مسیر نیست. از یک روش علمی بایستی برای رد یا قبولی هر مسیر، استفاده گردد. یک درخت رویداد در شکل ۱- ۲ فصل ۲ نشان داده شده است.

درخت خطا[۲]

آنالیز درخت خطا (FTA) روشی ساختاریافته است (CCPS، 2008؛ Browning، 1975؛ Arendt، 1991، Vesely، 1981).
درخت خطا یک مدل گرافیکی است که ترکیبی از خرابی تجهیزات و خطاهای انسان منجر به یک رویداد را نشان می‌دهد. در حالتی که درخت خطا از رویداد ناخواسته شروع و به عقب حرکت می‌کند تا به علت‌های آن رویداد برسد، درخت رویداد حرکت روبه‌جلو داشته و به‌صورت گرافیکی پیشرفت ترکیب انواع مشکلات مربوط به تجهیزات و خطای انسانی منجر به رویداد را نشان می‌دهد.

واقعه ناخواسته به‌عنوان واقعه اولیه (اصلی) در نظر گرفته و درخت از بالا به پایین ترسیم می‌شود. برای ایجاد ارتباط بین بلوک‌های رویداد از دروازه‌های «و» و «یا» استفاده می‌شود. وقایع ساختار نمودار رویداد را تشکیل می‌دهند و وارد شدن پیش‌فرضیات ارائه شده توسط اعضاء تیم را به داخل نمودار تا حدودی، محدود می‌کنند. از قوانین منطق برای آزمون ساختار این درخت استفاده می‌شود.

اصطلاح «درخت خطا» برای افراد مختلف معانی متفاوتی دارد. برخی از این اصطلاح برای درختانی استفاده می‌کنند که اصطلاحات مربوط به فراوانی در آن‌ها گنجانده شده است. این درختان کمّی را می‌توان به روش ریاضی حل کرد تا فراوانی آن رویداد به دست آید. با این حال در بررسی رویداد معمولاً، اصطلاح درخت خطا برای درختان کیفی به کار برده می‌شود؛ البته برای درختانی که کاملاً از قوانین استدلال پیروی می‌کنند.

۱- Event Tree

۲-Fault Tree

۴-۳ انتخاب روش مناسب

همان‌طور که قبلاً اشاره شد هیچ ابزاری به تنهایی همه کارها را انجام نمی‌دهد. اغلب روش‌ها بایستی از ابزارهای ترکیبی استفاده کنند تا به همه جنبه‌های بررسی پرداخته شود و نقاط ضعف هر یک از ابزارها در کنار هم برطرف شوند.

جدول ۱-۳ فهرست الفبایی از انواع روش‌ها و ابزارهای پیشنهادی آن‌ها را ارائه می‌دهد. لیوینگستون (Livingston، 2001). مروری بر تکنیک‌هایی که ممکن است در انتخاب یک روش مفید باشند را ارائه می‌دهد. روش‌ها بر اساس معیارهای زیر انتخاب می‌شوند:

- فرهنگ سازمانی
- تجربه و تخصص تیم بررسی رویداد
- ماهیت و پیچیدگی رویداد

تعدادی از ویژگی‌های عمومی روش‌های بررسی در شکل ۴-۳ ارائه شده است.

جدول ۲-۳. برخی از ویژگی‌های روش‌های عمومی

روش‌ها	ابزارها						
	طوفان فکری	جدول زمانی	نمودار توالی	شناسایی عوامل علیت	چک‌لیست‌ها	دیاگرام درخت استدلال از پیش تعریف شده	دیاگرام درخت تیمی
* Cause Effect Logic Diagram							
دیاگرام منطقی اثر علت (Mosleh، ۱۹۸۸) (CELD)	×	×		×			×
روش (Kepner، ۱۹۷۶) Kepner- Tregoe	×			×			
دیاگرام درخت مدیریت خطا و ریسک (MPRT) / mini-MORT (Johnson)، ۱۹۸۰) (Buys، ۱۹۷۷)		×		×		×	
* Multilinear Event Sequencing							
توالی رویداد چندخطی (Benner، ۲۰۰۰) / (MES)		×	×				
* Multiple- Cause، System- Oriented Incident Investigation							
بررسی رویداد سیستم محور و چند علیتی (MCSOII)							
(Dowell، ۱۹۹۰)، (Anderson، ۱۹۹۱)	×	×		×			×
* Schematic Report Analysis Diagram							
دیاگرام آنالیز گزارش شماتیک (Toft، ۱۹۸۷) (SRAD)			×				
* Sequentially Time Events Plot							
نمودار وقایع به ترتیب زمانی (Hendrick، ۱۹۸۷) (STED)		×	×				
* Systematic Accident Cause Analysis							
آنالیز علت‌های حادثه به‌صورت سیستماتیک (Waldram، ۱۹۹۸) (SACA)						×	
۵ چرا	×						

- سیستماتیک: یک رویکرد منظم و کامل ارائه می‌دهد که به‌صورت سازمان‌یافته و منطقی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- نتایج سازگار: گروه‌های مشابه با اطلاعات مشابه، نتایج مشابهی به دست می‌آورند و این نتایج زیاد تحت تأثیر نظرات و تجارت اعضای گروه قرار نمی‌گیرد.
- نمودار گرافیکی: بیشتر روش‌های ریشه‌یابی، از نمودارها و دیاگرام‌های گرافیکی برای ثبت وقایع خاص، شرایط و حقایق مربوطه استفاده می‌کنند. این دیاگرام‌ها ممکن است درخت استدلال، درخت علیت یا نمودارهای دیگری باشند. در برخی موارد دیاگرام‌های استدلال با ابزارهای زمان‌بندی ترکیب می‌شوند (به‌عنوان مثال، نمودار علیت). روابط علی، به‌عنوان آزمون‌های لازم و کافی در ساخت و بررسی نمودارها اعمال می‌شوند.
- زمان‌بندی: بیشتر روش‌های ریشه‌یابی، برای تنظیم وقایع و شواهد و حقایق از ترتیب زمانی برای درک بهتر سناریوها استفاده می‌کنند.
- آزمایش علت ریشه‌ای: بیشتر روش‌های علت‌یابی، تعریف مشخصی از اصطلاح «علت ریشه‌ای» ارائه می‌دهند و سپس بررسی می‌شود که آیا علت‌های ارائه شده در واقع علت‌های ریشه‌ای رویداد هستند یا نه.
- علت‌های متعدد: بیشتر روش‌های فعلی علت‌های چندگانه برای یک رویداد را شناسایی می‌کنند.
- عوامل انسانی: بیشتر روش‌های علت‌یابی فعلی به عواملی مانند قابلیت اطمینان انسان و عملکرد انسان‌ها در بروز یک رویداد، اشاره می‌کنند.
- سیستم‌های مدیریت: اکثر روش‌های فعلی به آزمایش سیستم‌های مدیریت اجرایی تأکید می‌کنند تا معلوم شود عیب‌ها و نقاط ضعف ذاتی سیستم چیست.
- چک‌لیست‌ها: روش‌های بررسی علت‌ها، معمولاً از چک‌لیست‌های جامع یکپارچه (یا اسناد مرجع) برای شناسایی علت‌های ریشه‌ای استفاده می‌کنند.
- تضمین کیفیت: یک روش جامع معمولاً دارای مؤلفه‌هایی است که تضمین می‌کند روش انتخابی به درستی اجرا می‌شود.

شکل ۴-۳ ویژگی‌های عمومی روش‌های بررسی

برای اطمینان از مؤثر بودن بررسی رویداد و شناسایی عوامل علیت سه سؤال می‌تواند بررسی را در مسیر درست هدایت کند.

استراتژی انتخاب شده:

۱. چه اتفاقی افتاده است؟

پاسخ این سؤال به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد که توالی وقایع چه بوده و رویدادها و شرایط کمک‌کننده به این رویداد چه بوده‌اند.

۲. چگونه این اتفاق افتاده است؟
پاسخ به این سؤال برای شناسایی وقایع و شرایط مهم (عوامل علیت) در توالی رویداد، مهم است.
۳. چرا این اتفاق افتاده است؟
پاسخ این سؤال برای بررسی سیستماتیک عوامل مربوط به مدیریت و سازمان است و نشان می‌دهد چه وقایع و شرایط بحرانی اتفاق افتاده و باعث رویداد شده‌اند.

در انتخاب روش مناسب بررسی رویداد، بایستی حتماً در نظر گرفته شود که آیا این روش، شناسایی سهل‌انگاری‌ها و عدم کفایت سیستم مدیریت و سازمان را تسهیل می‌کند یا نه. روش انتخابی بایستی تمام عواملی که اقدامات و روش‌های مدیریت ریسک یک سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد را شناسایی کند.

■ ۱-۴-۳ روش‌های مورد استفاده توسط اعضای مرکز ایمنی فرآیند شیمیایی

مرکز ایمنی فرآیند شیمیایی (CCPS)[۱] یک نظرسنجی از اعضاء خود و سایر شرکت‌های فراوری مواد شیمیایی برای چاپ دوم این کتاب در سال ۲۰۰۳ انجام داده است. بر اساس پاسخ‌های به دست آمده مشاهداتی در مورد بررسی رویداد حاصل گردید:

- شرکت‌ها گزارش کرده‌اند که معمولاً دو یا سه روش برای بررسی رویدادهای جزئی و بزرگ به کار می‌برند. همچنین معلوم شد که شرکت‌ها از هر دو نوع ابزار عمومی و خصوصی استفاده می‌کنند.
- محبوب‌ترین روش‌ها از ترکیب ابزارهای شرح داده شده در جدول ۱-۳ و همچنین ابزارهای اختصاصی بهره می‌جویند.

روش‌هایی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند نتایج بهتری نسبت به تکنیک‌های ساده‌تر مانند مصاحبه غیررسمی و چهره‌به‌چهره ارائه می‌دهند. به‌طور کلی شرکت‌های بررسی‌شده در نظرسنجی از یک یا دو رویکرد استفاده می‌کردند. اولین رویکرد شامل استفاده از جدول زمانی به همراه نمودار درخت استدلال و رویکرد دوم شامل یک جدول زمانی به همراه نمودار درخت استدلال از پیش‌تعریف شده یا چک‌لیست بود.

۱- The Center for Chemical Process Safety

۴

فصل چهارم

طراحی سیستم مدیریت بررسی رویداد

طراحی سیستم مدیریت بررسی رویداد

در این فصل نحوه ایجاد و اجرای یک سیستم مدیریت برای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند شرح داده شده است. هدف نهایی بررسی رویداد جلوگیری از رویدادها در آینده با استفاده از تجارب حاصل از بررسی‌های حاضر است. کیفیت درس‌های آموخته‌شده به دانش و تجربه تیم بررسی بستگی دارد. بررسی مؤثر رویداد زمانی به بهترین وجه انجام خواهد شد که یک سیستم مدیریتی با هفت هدف زیر ایجاد شود:

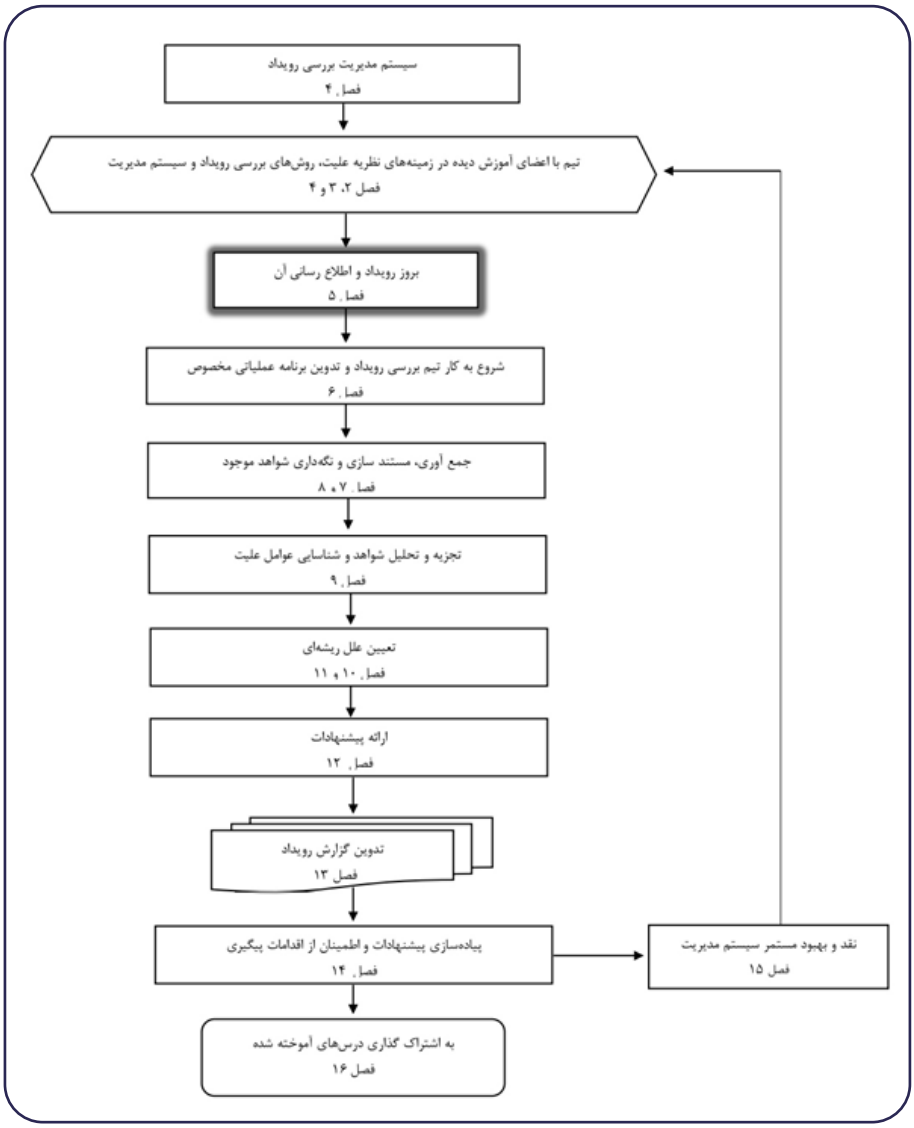
۱. تشویق کارکنان به گزارش دهی تمام رویدادها، از جمله شبه حادثه‌ها
۲. اطمینان از بررسی دقیق آنچه اتفاق افتاده است
۳. اطمینان از شناسایی دقیق عوامل علیت و علت‌های ریشه‌ای در بررسی‌ها
۴. اطمینان از شناسایی و ارائه اقدامات پیشگیرانه برای کاهش احتمال تکرار رویداد و یا کاهش عواقب احتمالی با استفاده از بررسی‌ها
۵. اطلاع رسانی یافته‌های بررسی
۶. اطمینان از اقدامات پیگیرانه در خصوص اجرای تمام پیشنهادات
۷. اقدامات بهبود مستمر در راستای ارزیابی اثربخشی پیشنهادات اجرایی و به‌طور کلی سیستم‌های مدیریتی

موارد ذکر شده در فهرست بالا برای ایجاد یک برنامه مؤثر بررسی رویداد، ضروری است. اولویت اصلی گزارش‌دهی و بررسی شبه‌حوادث می‌باشد زیرا با استفاده از بررسی این رویدادها می‌توان اطلاعات زیادی آموخت و عملکرد را قبل از بروز یک خسارت قابل‌توجه، بهبود بخشید.

سیستم مدیریت بررسی رویداد باید به‌صورت یک سند تدوین شود و در آن نقش‌ها، مسئولیت‌ها،

پروتکل‌ها و فعالیت‌های خاص کارکنان در بررسی رویداد، تعریف گردد. این فصل بر اهمیت رهبری و مسئولیت‌های مدیریت در رابطه با سیستم بررسی رویداد تاکید دارد. همچنین در این فصل محتوای سیستم مدیریت و روش‌های پیاده‌سازی آن توضیح داده می‌شوند.

شکل ۱ – ۴ نمای کلی مدل سیستم مدیریت مورد استفاده در سراسر این کتاب را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴ سیستم مدیریت بررسی ایمنی فرآیند

۴-۱ ملاحظات سیستم

■ ۴-۱-۱ مسئولیت‌های سازمان

بررسی رویداد تنها یکی از عناصر متعدد برنامه مدیریت ایمنی فرآیند است (CCPS، 2007) و به‌ویژه نقش اساسی در شناسایی نقاط ضعف سیستم مدیریت ایفاء می‌کند. ایجاد یک برنامه با کیفیت جهت بررسی رویداد با پشتیبانی، تعهد و اقدام مدیریت آغاز می‌شود. برای نشان دادن حمایت، معمولاً یک خط‌مشی مدون در مورد اطلاع‌رسانی رویداد، بررسی آن و انتشار یافته‌های بررسی تدوین می‌شود و به اطلاع کارکنان می‌رسد. این خط‌مشی در طول زمان با استفاده از منابع، بهبود مستمر خواهد داشت(مراجعه شود به فصل پانزدهم). خط مشی معمولاً در بیانیه‌ای رسمی برای دستیابی به اهداف زیر بیان می‌شود:

- اطلاع رسانی تعهد مدیریت نسبت به پیشگیری از تکرار رویدادها با شناسایی عوامل علیت و علت‌های ریشه‌ای، ارزیابی اقدامات پیشگیرانه و اجرای اقدامات پیگیرانه
- تشخیص اهمیت استفاده از یافته‌های بررسی به‌عنوان یک مکانیسم استراتژیک برای کنترل ریسک
- پشتیبانی قوی از گزارش دهی و بررسی شبه‌حوادث
- تمرکز اصلی بر یافتن عوامل علیت، علت‌های ریشه‌ای و نقاط ضعف سیستم مدیریت بدون سرزنش کسی
- تائید پایدار بودن منابع برای برنامه بررسی رویداد از جمله آموزش اعضاء تیم. این حمایت باعث مشارکت کارکنان در برنامه بررسی و اجرای به‌موقع پیشنهادات می‌شود.
- تأکید بر ارزش و ضرورت اطلاع رسانی و اشتراک درس‌های آموخته شده از بررسی‌های قبلی
- حمایت از سیستم به منظور اطمینان از اجرای تمام پیشنهادات، تصمیمات، اقدامات و استفاده از یافته‌های مستند شده
- ایجاد مکانیسمی در راستای تقویت بهبود مستمر

مدیریت برای پشتیبانی از این خط مشی، فضای قابل اعتمادی را در سازمان ایجاد می‌کند تا همه کارکنان به گزارش دهی رویدادهای درون سازمان تشویق شوند. در صورتی که این فضای مثبت ایجاد نشود ممکن است بعضی از رویدادها آشکار نشده و بعضی از شبه‌حوادث گزارش نشوند و باعث از دست رفتن فرصت‌های یادگیری برای جلوگیری از رویدادها در آینده خواهد شد.

۴-۱-۱-۱ تعهد مدیریت

مدیریت، تعهد خود را نسبت به فرآیند بررسی با تائید ارزش گزارش دهی در سازمان و خط‌مشی‌های بررسی، حمایت از افرادی که از این سیستم پیروی می‌کنند و از روش‌های بهبود مستمر بهره می‌جویند، نشان می‌دهد. برای اطمینان از این که سیستم مدیریت بررسی رویداد آن‌گونه که در ابتدا در نظر گرفته شده، به کار خود ادامه

می‌دهد و در نهایت به نتایج دلخواه می‌رسد، بایستی بررسی‌های دوره‌ای و ارزیابی مجدد از آن صورت گیرد.

بررسی‌های دوره‌ای شامل موارد زیر است:

۱. تائید مناسب و مؤثر بودن ترکیب اعضای تیم
۲. تائید مؤثر بودن بررسی‌ها در شناسایی دقیق عوامل علیت و علت‌های ریشه‌ای
۳. تائید این که همه اقدامات پیشنهادی کامل، مستند و مؤثر هستند.
۴. اطمینان از وجود مستنداتی که نشان‌دهنده دلایل رد، اصلاح یا جایگزینی یک پیشنهاد بعد از گنجانده شدن در گزارش بررسی رویداد، باشند.
۵. تشخیص زودهنگام روندهای مثبت و منفی. برای مثال: افزایش تعداد (یا فراوانی) شبه‌حوادث (حتی آن‌هایی که گزارش نشده‌اند) در یک منطقه یا فرآیند خاص
۶. تائید این که درس‌های آموخته‌شده به‌طور مناسب به اشتراک گذاشته می‌شوند.
۷. فرصت بهبود مستمر برای سیستم بررسی رویداد.

۲-۱-۱-۴ مزایای تعهد مدیریت

تعهد مدیریت برای بررسی سیستماتیک رویداد، مزایای زیر را به دنبال دارد:

- بیماری‌ها یا آسیب‌های شغلی کمتر یا با شدت پائین تر
- مسائل زیست‌محیطی کمتر یا با شدت پائین تر
- کاهش ریسک‌های انسانی و شرکتی
- بازگشت بیشتر سرمایه‌ها
- افزایش ظرفیت و زمان کاری (وقفه کمتر در کار)
- افزایش کیفیت محصول
- کاهش هزینه‌ها
- تصویری بهتر در دید کارکنان، صنعت و جامعه.

این مزایا با تعهد نسبت به پایدار بودن منابع و نگاه پیشگیرانه، تحقق خواهند یافت. سیستم مدیریت بررسی رویداد باید در موارد ذیل به مدیران کمک کند:

- درک روشنی از تعهد سازمان
- درک مسئولیت‌های خاص هر سطح از سازمان در رابطه با سیستم مدیریت
- توجه به شبه‌حوادث به صورت پیشگیرانه
- شناسایی، پذیرش و رسیدگی به علت‌های ریشه‌ای
- پیگیری مداوم پیشنهادات جهت اطمینان از مؤثر بودن آن‌ها.

مشارکت مدیران ارشد به ایجاد احساس حمایت و گنجاندن بررسی رویداد در شرح وظایف مدیر یا سرپرست کمک می‌کند. بهبود حمایت باعث کاهش تمایل به انجام بررسی در حوزه محدود گروه تمام‌وقت بررسی می‌شود. برای مثال در یک شرکت مدیر ارشد واحد تجاری (مدیر پالایش یا مدیر یک کارخانه شیمیایی) برای هرگونه بررسی در مورد رویدادهای مرگبار باید با یک متخصص آموزش‌دیده در زمینه شناسایی علت‌های ریشه‌ای همکاری کند. در آن شرکت باید تمام مدیران واحدهای دیگر حداقل آموزش‌های لازم برای انجام این بررسی را دریافت کنند. تائید برنامه توسط مدیریت سازمان ضروری بوده و درک درست مدیریت از بررسی رویداد و ارزش قائل شدن به آن بسیار حائز اهمیت است؛ چرا که هرگونه تغییر در مدیریت یک سازمان باعث تغییر میزان آگاهی و توجه به موضوع بررسی رویداد می‌شود.

■ ۴-۱-۲ مسئولیت‌های کارکنان

کارکنان بایستی تمام مفاد سیستم مدیریت بررسی رویداد، استانداردهای مرتبط، دستورالعمل‌ها و اقدامات را درک کنند. در صورت مشخص شدن مسئولیت‌ها، کارکنان بایستی در برنامه‌های آموزشی شرکت کرده و تمرینات را انجام دهند. کارکنان و پیمانکارانی که در یک رویداد درگیر شده‌اند یا در حال یادگیری هستند ملزم به گزارش فوری تمام جزئیات یک رویداد به سرپرست خود می‌باشند. سرپرست بایستی هر چه زودتر اقدامات لازم برای کاهش خطرات فوری، اطلاع‌رسانی اولیه رویداد و بررسی‌های لازم را انجام دهد.

۴-۱-۲-۱ اطلاع‌رسانی

اطلاع‌رسانی جزئیات رویدادها و شبه‌حوادث باید مطابق با پروتکل‌های شرکت صورت گیرد. شرایط رویداد و پیشرفت بررسی آن بایستی از طریق سیستم گزارش دهی رویداد و یا سیستم مدیریت رویداد/ واکنش اضطراری، در اختیار همه قرار گیرد.

اصطلاح «گزارش[۱]» می‌تواند معانی متعددی داشته باشد. گاهی این اصطلاح می‌تواند به معنای یک هشدار اولیه یک رویداد برای سازمان باشد. همچنین این اصطلاح به گزارش نهایی و رسمی رویداد اشاره دارد. با این حال کلمه «گزارش» هنوز هم باعث ایجاد سردرگمی در هنگام بحث در مورد مقررات می‌شود. به‌عنوان مثال سازمان OSHA[۲] ایالات متحده آمریکا گزارش رویدادهای مرگبار طی هشت ساعت و گزارش بستری، قطع عضو یا کور شدن طی ۲۴ ساعت را الزامی کرده است. گزارش‌دهنده بایستی هرگونه اطلاعات شامل اطلاعات شفاهی، زمان، شخص درگیر، اطلاعات موجود و هرگونه دستورالعمل خاص درخواستی سازمان OSHA را در گزارش مربوطه مستند کند. سازمان OSHA ایالات متحده آمریکا، تدوین گزارش کتبی از تمام آسیب‌ها و بیماری‌های شغلی شدید و قابل ثبت را الزام کرده است.(29 CFR 1904. OSHA. 2000)

۱-Report

۲- Occupational Safety And Health Administration

بسیاری از سازمان‌های نظارتی گزارش دهی فوری را الزام می‌کنند. با این حال کاربرد این اصطلاح متناقض است. بعضی از حوزه‌های قضایی گزارش دهی رسمی از میزان آسیب‌ها در یک بازه زمانی خاص را الزامی می‌کنند. در حالی که سایر حوزه‌های قضائی گزارش دهی فوری را زمانی الزام می‌کنند که مقادیر خاصی از مواد خطرناک رها شده باشد.

الزامات قانونی با توجه به جامعه، منطقه، ایالت و کشور متفاوت است. تعداد سازمان‌های نظارتی، چارچوب و زمان اطلاع‌رسانی برون سازمانی بایستی از قبل تعیین شود. علاوه بر این اطلاعات تماس و سایر سیستم‌های مدیریتی قابل اجرا نیز باید تعیین گردد. با در دست داشتن این اطلاعات در هنگام بروز یک رویداد به‌راحتی اطلاع‌رسانی مناسب انجام می‌گیرد. سوابق اطلاع‌رسانی‌ها و هرگونه اقدامات پیگیرانه می‌بایست حفظ و نگهداری شود.

اطلاع‌رسانی داخلی که گاهی اوقات «هشدار[۱]» یا «گزارش‌های لحظه‌ای[۲]» نامیده می‌شوند به‌عنوان مکانیسم محرک برای شروع سیستم مدیریت بررسی رویداد و تصمیم‌گیری عمل می‌کنند. بدیهی است که اقدامات پزشکی برای کارکنان آسیب‌دیده و ایجاد ثبات در محل رویداد نسبت به سایر اقدامات اولویت زمانی دارد، به‌ویژه اگر استفاده از منابع موجود در مراحل اولیه رویداد، پیچیده باشد. این هشدارها ممکن است برای رویدادهایی که موجب آسیب‌های جدی، ریخته شدن و یا انتشار مواد و بروز صدمات ناشی از آن و یا مواجهه عمومی، به کار برده شوند.

هشدارهای اولیه (برای جزئیات بیشتر به فصل ۵ مراجعه شود) باید بخشی از برنامه واکنش اضطراری شرکت باشند، اما با توجه به ماهیت الزامات اطلاع‌رسانی، ممکن است در مراحل بررسی رویداد به‌روزرسانی صورت گیرد. سیستم مدیریت بررسی رویداد باید به چگونگی به‌کارگیری این ارتباطات و نحوه هماهنگی آن با برنامه‌های شرایط اضطراری سازمان، بپردازد.

۲-۲-۱-۴ مخاطبان اطلاع‌رسانی

هشدارهای اطلاع‌رسانی باید شامل موارد زیر باشند:

درون سازمانی

- در داخل شرکت برای احضار کارکنان اورژانسی
- در داخل محیط کار برای شروع واکنش اجرایی
- در دفتر مرکزی شرکت و بخش‌های اداری برای شروع بررسی، مشاوره داخلی و واکنش‌های دیگر.

یک سیستم مدیریت معمولاً شامل راهنماهایی برای ارتباطات و اطلاع‌رسانی برون سازمانی است. برای مدنظر قرار دادن تمام نیازهای بررسی بخش‌های مربوطه، ممکن است هماهنگی لازم باشد.

۱- Alerts

۲-flash reports

برون سازمانی

- منابعی برای واکنش متقابل به شرایط اضطراری
- شرکت‌های همجوار
- ارتباطات با جوامع همجوار در صورت نیاز
- اعضاء خانواده کارکنان درگیر در رویداد
- سازمان‌های نظارتی در صورت نیاز
- رسانه‌های خبری در صورت نیاز
- شرکت‌های بیمه

■ ۴-۱-۳ نقش توسعه‌دهندگان سیستم مدیریت

یکی از راه‌های جلب حمایت مدیریت، درگیر کردن مدیران در فعالیت‌های توسعه سیستم است. توسعه‌دهندگان، تیم را در جهت ایجاد یک سیستم مدیریت جدید بررسی رویداد و یا به‌روزرسانی سیستم موجود هدایت می‌کنند. اما در هر صورت توسعه‌دهندگان به حمایت مدیریت نیاز دارند. توسعه‌دهندگان سیستم قبل از شروع یک بررسی معمولاً تیم خود را با تحقیق در مورد اصول و اولویت‌های بررسی، آماده می‌کنند. این کتاب منبع خوبی برای جهت‌گیری تیم است. توسعه‌دهندگان می‌توانند برای انتخاب روش بررسی متناسب با فرهنگ سازمانی به تیم بررسی کمک نمایند.

■ ۴-۱-۴ ادغام با سایر عملکردها و تیم‌ها

یک بررسی مؤثر رویداد بر روی سایر عملکردهای موجود در یک سازمان تأثیرگذار خواهد بود. برنامه‌ریزی برای این تعاملات در مرحله توسعه یک سیستم مدیریت با شناسایی زمینه تعاملات بالقوه، شروع می‌شود. توسعه‌دهندگان سیستم مدیریت باید سیستم‌های مدیریت موجود را بررسی کنند تا فرصت‌های ادغام و تعامل با این سیستم‌ها را شناسایی نمایند. برخی از سیستم‌های مدیریت موجود در یک سازمان عبارتند از:

- مدیریت بحران
- واکنش به شرایط اضطراری
- حفاظت از محیط زیست
- ایمنی کارکنان
- امنیت
- پیروی از قوانین و مقررات
- تعاملات بیمه‌ای[۱]

۱- Insurance Interactions

- ارتباطات با رسانه‌های برون سازمانی
- روش‌ها و خط مشی‌های قانونی شرکت
- طراحی مهندسی و بررسی ریسک (مانند آنالیز خطرات فرآیند یا بررسی مدیریت تغییرات)
- اقدامات خرید و حسابداری
- تضمین کیفیت
- شناسایی خطرات و آنالیز ریسک (HIRA[1])

یکی از روش‌های کاربردی، شبکه‌بندی همه بررسی‌ها و تجزیه‌وتحلیل‌های ریشه‌یابی در یک سیستم مدیریت بررسی رویداد می‌باشد. این سیستم یکپارچه باید هر چهار محرک شغلی را پوشش دهد که عبارتند از: (۱) ایمنی فرآیند و کارکنان، (۲) مسئولیت‌های زیست‌محیطی، (۳) کیفیت و (۴) منافع ذی‌نفعان. این رویکرد بسیار کارآمد و مؤثر است چرا که روش‌های مورد استفاده برای جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز عوامل علیت و آنالیز علت‌های ریشه‌ای، می‌تواند بدون در نظر گرفتن نوع رویداد یا واحد شغلی، یکسان باشند (یعنی نه فقط صنایع نفتی و شیمیایی). بسیاری از شرکت‌ها متوجه شده‌اند که رویدادهای مربوط به کیفیت محصول یا تداوم شغل ممکن است نقاط اشتراکی با رویدادهای ایمنی فرآیند یا شغل داشته باشند (نکات اشتراک در عوامل علیت و علت‌های ریشه‌ای).

یک رویکرد یکپارچه از موازی کاری در تعیین مسئولیت، اختیارات یا اولویت‌ها جلوگیری می‌کند. همچنین گزارش دهی وقایع را آسان‌تر می‌کند چرا که در این حالت گزارش‌دهنده نیازی به اطلاع از طبقه‌بندی وقایع برای تعیین این که چه کسی را مطلع کند، ندارد. سیستم‌های مدیریت یکپارچه مزایای فراوانی دارند. اجزاء نشان داده شده در شکل ۱- ۴ به عنوان بهترین روش در نظر گرفته شده و بایستی به عنوان یک پایه برای سیستم باقی بماند.

■ ۵-۱-۴ همکاری با سازمان‌های نظارتی

ملاحظات قانونی و حقوقی می‌بایست در سیستم مدیریت در نظر گرفته شده و باید با توجه به تغییر در الزامات پایش شوند. توجه سازمان‌های دولتی به حوادث صنعتی به دلیل قوانین جدید ایمنی و زیست‌محیطی، به‌طور پیوسته در برخی از حوزه‌های قضایی افزایش یافته است. چشم‌انداز نظارتی سازمان‌ها در هر کشور و منطقه متفاوت است. برخی از آن‌ها الزامات بسیار خاصی برای گزارش دهی، مستندسازی و بررسی دارند. همانند سایر موارد قانونی و مقرراتی، سیستم مدیریت باید اطمینان حاصل کند که مفاد و رویه‌های مورد نیاز بازرسان قانونی در تمام مراحل بررسی مدنظر قرار گرفته‌اند.

در برخی شرایط سازمان‌های خارجی که اختیار و مسئولیت اعمال قوانین ایمنی یا زیست‌محیطی را بر عهده دارند، بررسی‌های خود را انجام خواهند داد. بازرسی‌ها و بدنبال آن‌ها اعمال قوانین ممکن است

۱- Hazard Identification and Risk Analysis

اجتناب‌ناپذیر باشد. اعمال قانون ممکن است مدنی یا کیفری باشد که به‌شدت رویداد و وجود ادعاهایی در مورد عدم رعایت مقررات بستگی دارد. ممکن است یک رویداد ایمنی فرآیند رخ دهد و بازرسی سازمان‌های نظارتی متعدد با هم تداخل داشته باشند، برای مثال: سازمان‌های فدرال و دولتی /منطقه‌ای و یا سازمان‌های حفاظت از محیط‌زیست و ایمنی کارکنان. وقتی یک رویداد منجر به آسیب جدی، مرگ یا صدمات قابل‌توجهی برای محیط‌زیست شده باشد، دولت ممکن است دادسراها را نیز در این رویداد درگیر کند. سرانجام ممکن است پیمانکاران و افراد جامعه از یک شرکت که رویداد در آن رخ داده است شکایت نمایند.

شرکت‌ها هنگام انجام بررسی‌ها توسط سازمان‌های دولتی از حقوق قانونی خاصی برخوردار هستند. مشاوران حقوقی می‌توانند در تعیین تعهدات و حقوق به شرکت‌ها کمک کنند و آن‌ها را در آماده‌سازی برای انجام بررسی و بازرسی‌های محل رویداد، همراهی کنند. تیم بررسی باید در مورد وقایع با مشاور حقوقی مشورت کرده و فرآیندهای کاری را تعیین کنند تا اطمینان حاصل شود که همه نگرانی‌های طرفین برطرف شده است. واحد حقوقی ، حداقل در شروع و پایان فرآیند بررسی رویداد باید مورد مشاوره قرار گیرد. یک مسئله رایج در مورد نگرانی‌های مربوط به قوانین و مقررات این است که یک شرکت پس از افزایش دانش خود در مورد یک خطر و راه‌های مقابله با آن، ممکن است مسئولیت اضافی قبول کند که هرگونه شکست در استفاده از این دانش، عواقب قانونی و مقرراتی قابل‌توجهی به دنبال خواهد داشت.

سیستم مدیریت می‌تواند اقداماتی را برای شرکت‌هایی که در حال آماده شدن برای بازرسی سازمان‌های قانونی و نظارتی هستند، ارائه دهند. یکی از سؤال‌هایی که پاسخ به آن سخت هست، موافقت یا عدم موافقت با حضور بازرسان دولتی در شرکت، بلافاصله پس از وقوع یک رویداد است. پاسخ دادن به این سؤال تقریباً غیرممکن است و در این مقطع باید از مشارکت مشاوران حقوقی استفاده کرد. ازطرفی محل رویداد و شواهد احتمالاً تحت کنترل سازمان نظارتی خواهد بود؛ مدیران باید از حقوق شرکت در ممانعت از بررسی و توقیف‌های بی‌دلیل آگاه باشند، زیرا ممکن است ورود مراجع دولتی و بررسی رویداد در آن شرکت جایز نبوده و بهترین تصمیم در این لحظه خودداری از موافقت با ورود این مراجع باشد. تحت شرایط خاصی ممکن است با ورود مراجع دولتی به صحنه رویداد، موافقت به عمل آید. دامنه ورود بازرسان به شرکت به مدت زمان و حدود تعیین شده از طرف شرکت و توافق‌نامه‌های منعقد شده بین طرفین مبنی بر اجازه عکس‌برداری و مصاحبه با کارکنان، بستگی دارد. به‌طور کلی همکاری با یک سازمان نظارتی برای انجام بررسی‌ها، بهترین رویکرد بوده و در دراز مدت یک رابطه کاری خوبی با سازمان نظارتی ایجاد می‌کند.

سازمان نظارتی هرگاه با رضایت یا اجبار در محل رویداد پذیرفته شود ،باید هدف آن مدنظر قرار گیرد. ممکن است این هدف، با هدف تیم بررسی رویداد شرکت یکسان نباشد، زیرا شرکت به دنبال شناسایی عوامل علیت و علت‌های ریشه‌ای یک رویداد است، در حالی که سازمان نظارتی به دنبال شناسایی تخلفات و جمع‌آوری شواهدی است که منجر به اقدامات اعمال قانون شود. رویکرد بازرس در بررسی رویداد متفاوت‌تر از رویکرد شرکت است، به‌ویژه اگر یک مورد جنایی وجود داشته و «اثبات فراتر از تردید منطقی مورد نیاز

باشد». هر دو طرف می‌خواهند اطمینان حاصل کنند درس‌هایی برای جلوگیری از رویدادها در آینده آموخته شده است؛ به‌ویژه وقتی اگر یک حادثه مرگبار یا منجر به اسیب کارکنان رخ دهد؛ بازرسان دولت تمایل دارند تصور نمایند که یک شرایط قابل پیشگیری باعث رویداد شده است و به دلیل نقض قوانین و یا آئین‌نامه‌های موجود این شرایط پیشگیری نشده و باید مجازات قانونی اعمال شود.

مشارکت سازمان‌های نظارتی ممکن است برای کارکنان شرکت، چالش‌هایی به همراه داشته باشد. کارکنان شرکت باید یک رویداد و عواقب آن را مدیریت کنند. ممکن است از آن‌ها درخواست شود که تمام منابع را در اختیار کارکنان سازمان نظارتی قرار دهند. کارکنان باید با مقامات همکاری کنند اما از داوطلب شدن و به اشتراک گذاشتن اطلاعات غیرضروری خودداری نمایند، زیرا ممکن است از آن‌ها سؤالاتی پرسیده شود که خارج از محدوده دانش آن‌ها باشد.

سازمان دولتی به دنبال مصاحبه با کارکنان خواهد بود و کارکنان جزء در مواردی که به‌عنوان شاهد احضار شده باشند، ملزم به مصاحبه نمی‌باشند. علاوه بر این به کارکنان در انجام مصاحبه حق استفاده از مشاور حقوقی داده می‌شود که ممکن است مشاور شرکت یا مشاور حقوقی خود فرد باشد. شرکت باید کارکنان خود را از این حقوق آگاه سازد، اما این روند نباید مانع فرآیند بررسی دولتی شود. در این شرایط استفاده از راهنمایی‌های مشاور حقوقی توصیه می‌شود.

علاوه بر انجام مصاحبه، سازمان دولتی ممکن است به دنبال جمع‌آوری مدارک و شواهد فیزیکی باشد. بدون حکم بازرسان دولتی مجاز به جمع‌آوری اسناد نخواهند بود. در صورت درخواست اسناد توسط سازمان دولتی، باید از راهنمایی‌های مشاور حقوقی بهره گرفت. به‌طور کلی یک مرکز باید اجازه بررسی و کپی کردن اسناد را برای سازمان دولتی صادر کند. این اسناد ممکن است شامل کپی آنالیز خطر فرآیند، رویدادهای قبلی و ممیزی انطباق باشد. درخواست سایر اسناد باید به‌صورت کتبی مورد تائید مدیریت و مشاوران شرکت قرار گیرد. باید روش‌هایی برای ردیابی اسناد ارائه شده به سازمان دولتی، وجود داشته باشد.

بسیاری از شرکت‌های فرآیند شیمیایی که خطرات مشترکی دارند از فن‌آوری‌های غیر انحصاری، استفاده می‌کنند و این امکان برای تمام شرکت‌های آن صنعت فراهم می‌شود تا تمام یافته‌های بررسی‌ها را به اشتراک بگذارند. سیستم مدیریت باید روش‌هایی را برای اشتراک علت‌های رویداد و درس‌های آموخته‌شده تدوین کند تا از طریق کانال‌های مناسب، دیگران نیز بتوانند از آن‌ها بهره‌مند شوند. به اشتراک گذاشتن جزئیات بررسی به دلیل نگرانی‌های دادرسی برای مدیریت شرکت چالش‌برانگیز است. یافتن راهی برای به اشتراک گذاشتن داده‌ها، علاقه یک شرکت در زمینه بهبود عملکرد ایمنی آن صنعت را نشان می‌دهد. علاوه بر مسائل قضائی، ممکن است آماده‌سازی و اطلاع رسانی درس‌های آموخته‌شده در داخل و بین شرکت‌ها دشوار باشد. تعیین این که کدام یک از افراد یا شرکت‌ها علاقه‌مند به این رویداد و آموزه‌های آن هستند گاهی اوقات مشکل‌ساز خواهد بود. با وجود تمام این مشکلات ارتباط گسترده برای تبادل یافته‌های یک بررسی روش خوبی است.

۴-۲ موضوعات رایج یک سیستم مدیریت

همان‌طور که در مقدمه ذکر شد، سیستم مدیریت بررسی رویداد یک سند مکتوب از نقش‌ها، مسئولیت‌ها، پروتکل‌ها و فعالیت‌های خاصی که باید توسط کارکنان در انجام بررسی رویداد صورت بگیرد، فراهم می‌کند. سیستم مدیریت ممکن است شامل هدف، تعاریف، طبقه‌بندی رویدادها و مسئولیت‌های مرتبط با رویداد باشد. این ساختار، مواردی مانند جمع‌آوری شواهد، مصاحبه با شاهدان، کنترل داده‌ها و همچنین روش‌های استاندارد برای اطلاع‌رسانی، گزارش دهی و پیگیری را فراهم می‌کند. بخش‌های زیر اجزاء توصیه‌شده یک سیستم مدیریت برای بررسی رویداد را توصیف می‌کند.

■ ۴-۲-۱ طبقه‌بندی رویدادها

هنگام ایجاد یک سیستم مدیریت بررسی رویداد بسیار مهم است که تعاریف عمومی و طبقه‌بندی‌ها مشخص شده باشند (فرهنگ لغت ASSE، 1988). برای توسعه یک سیستم طبقه‌بندی می‌توان از چندین روش طبقه بندی رویداد استفاده کرد. طبقه‌بندی کردن دارای سه هدف اصلی است:

۱. تعیین اهمیت رویداد و پیامدهای آن که معمولاً برای رهبر تیم اندازه، ترکیب و تکنیک‌های بررسی را تعیین می‌کند.
۲. تعیین چگونگی اطلاع رسانی نتایج و افرادی که این اطلاعات در اختیارشان قرار خواهد گرفت (شامل سازمان‌های نظارتی نیز می‌شود).
۳. فراهم کردن داده‌های یکپارچه برای سایر روندها و آنالیزها

این سیستم باید مکانیسم‌های خاصی برای تصمیم‌گیری در مورد شروع به کار تیم بررسی و نحوه ترکیب اعضاء تیم برای انواع طبقه‌بندی رویداد توصیف کند. همچنین بایستی مکانیسمی وجود داشته باشد که اطلاع‌رسانی‌های درون و برون سازمانی ضروری را توصیف کند. این مورد معمولاً در یک روش اجرایی و فرم‌های مرتبط ثبت می‌شود. یک سیستم مدیریت بررسی رویداد باید مشخص کند که:

- چه کسی اطلاع‌رسانی را انجام دهد.
- به چه کسی باید اطلاع داد.
- نحوه و زمان اطلاع‌رسانی چگونه خواهد بود.

در فصل ۵ توضیحات، طبقه‌بندی رویداد و مثال‌هایی از عملکردها و سازمان‌هایی که بایستی مطلع شوند ارائه می‌شود.

■ ۴-۲-۲ تعیین و مدیریت مستندسازی

سیستم مدیریت باید الزامات مستندسازی برای داده‌های موقت و خروجی‌های بررسی را مشخص کند. پرسنل حقوقی یک شرکت ممکن است نظرات با ارزشی در مورد مستندسازی داشته باشند یا نظرات مورد

به موردی ارائه دهند. برای مثال ممکن است واحد حقوقی مایل باشد در مصاحبه با شاهدان، جمع‌آوری و مدیریت شواهد فیزیکی درگیر شود. برخی از اسناد یا شواهد مذکور به دلیل مسائل قضایی به توجه مضاعف و دقیق‌تری نیاز دارند.

ثبت فعالیت‌های بررسی، مهم است. ولی علاوه بر آن مدیریت صحیح کلیه مدارک تهیه‌شده توسط تیم بررسی بسیار حائز اهمیت است. تیم برای ردیابی همه مستندات و شواهد، نیاز به ایجاد یک سیستم کنترل مستندات دارد. ابتدا باید یک فرم گزارش ایجاد شود و به هر سند و یا شواهدی یک شماره یا کد شناسایی منحصر به فرد تعلق گیرد و سپس وارد آن فرم گزارش گردد.

در رابطه با دامنه فهرست توزیع مستنداتی که توسط تیم تهیه شده‌اند، بهتر است از نظر مشاوران حقوقی کمک گرفته شود. اگر بررسی تحت نظر یک وکیل در حال انجام باشد، مشاور دامنه افرادی که باید در فهرست توزیع باشند را تعیین می‌کند. هیچ سند، نامه الکترونیکی و یا اطلاعاتی نباید برای شخص دیگری ارسال شود، مگر آنکه صریحاً توسط مشاور حقوقی، مجاز اعلام گردد؛ در غیر این صورت چنین توزیعی ممکن است نتایج بررسی را از بین ببرد. بسیار مهم است که نسخه‌های اولیه و پیش‌نویس گزارش‌های ارائه شده تیم برای بررسی و اظهارنظر، تحت کنترل باشند. بهتر است یک فهرست توزیع کامل روی هر نسخه قرار گیرد تا گیرندگان سند متوجه شوند چه افرادی پیش‌نویس را در اختیار دارند. این مورد به ویژه در مستندات مرتبط با حوادث مهم‌تر است. علاوه بر استفاده از سرصفحه‌ها و پاورقی‌هایی که به محرمانه بودن سند اشاره می‌کنند، بررسی‌کنندگان حرفه‌ای در برخی از مستندات از اصطلاح «کپی نکنید» و سبک صفحه‌بندی اختصاصی با نشانگر «این صفحه X از Y است» استفاده می‌کنند. وقتی شواهد به یک مکان دیگر یا واحد دیگر منتقل می‌شوند بایستی حتماً زنجیره حفاظتی را حفظ کرد زیرا ممکن است شواهد برای بررسی و آزمایش دقیق‌تر، برای یک متخصص فرستاده شوند. حفظ شرایط و کیفیت شواهد و همچنین اطلاع از مکان دقیق آن‌ها در هر زمان ضروری است.

نگهداری مستندات بررسی رویداد موضوع مهم دیگری است که باید مورد توجه قرار گیرد. وکلا و اعضاء تیم بررسی معمولاً در مورد انتخاب مستندات جهت نگهداری و مدت زمان نگهداری با هم اختلاف نظر دارند. مستندات نگهداری شده ممکن است برای حفظ سوابق شرکت مفید باشند ولی می‌توانند مسئولیت حقوقی بیشتری برای شرکت ایجاد کنند. هر سازمان باید خط‌مشی خود را تدوین و اجرا کند که ممکن است در آن الزامات نظارتی نیز وجود داشته باشد. در ایالات متحده آمریکا EPA و OSHA الزامات خاصی برای نگهداری مستندات در شرکت‌های تحت کنترل مقررات مدیریت ایمنی فرآیند، تعیین کرده‌اند. طبق این الزامات گزارش‌های تحقیق رویداد باید به مدت ۵ سال نگهداری شوند.

سایر موارد مهم مستندسازی عبارت‌اند از:

- صورت‌جلسه‌های تیمی
- اطلاع‌رسانی رسمی به سایر سازمان‌ها

- روش ردیابی مستندات درخواستی، دریافتی یا صادره توسط تیم
- گزارش نهایی
- شفافیت یافته‌ها
- حفظ دانش نهایی (درس‌های آموخته‌شده)

■ ۳-۲-۴ ملاحظات قانونی

سیستم مدیریت بررسی، تأکید می‌کند که تیم باید بررسی‌های دقیق و مؤثری انجام دهد ولی پیامدهای حقوقی را به حداقل برساند. یک سیستم مدیریت بررسی دقیق و برنامه‌ریزی شده با استفاده از راهنمایی‌های ارائه شده در بالا به مدیریت مسائل قانونی بالقوه در طول بررسی، کمک می‌کند.

شرکت‌ها برای اینکه از محرمانه بودن اسناد خود محافظت کنند باید در مسائل مرتبط با یک رویداد از مشاوران حقوقی داخل یا خارج از شرکت، مشاوره دریافت کنند. سپس وکیل باید فعالیت‌ها را هدایت کند و این موضوع را آشکار سازد که تمام اطلاعات باید در اختیار وکلا قرار گیرد تا مشاوره حقوقی به شرکت ارائه شده و در صورت نیاز آماده‌سازی‌های لازم برای دادرسی انجام گیرد.

نکات کلیدی برای یادآوری در ادامه ذکر شده است:

- از منظر وکیل، مشاوره بایستی در آغاز بررسی انجام و تعیین شود که آیا از رویکرد وکیل- مشتری / محصول کار استفاده خواهد شد یا نه. در صورت استفاده از آن، باید اطمینان حاصل شود که تمام اعضاء تیم بررسی در مورد نحوه مدیریت اسناد مطابق با این مفاد، آموزش دیده باشند. علاوه بر این به مشکلات قانونی بالقوه باید توجه شود.
- از یک سیستم مدیریت مستندات خوب و اصول اطلاع رسانی دقیق باید استفاده شود و تیم کاملاً آگاه باشد که هر سند ایجاد شده می‌تواند بخشی از سوابق عمومی شود.
- روش‌های مناسبی برای جابه‌جایی و حفظ زنجیره کلیه شواهد انتخاب شود.
- در صورت لزوم با یک وکیل درباره مصاحبه‌ها و اطلاعات جدید بالقوه کارکنان، قبل و بعد از مصاحبه برای ایجاد حمایت قانونی، بحث شود.
- برنامه‌ای برای تعیین چگونگی تعامل با سازمان‌های بیرونی از جمله رسانه‌ها، ایجاد شود.

۱-۳-۲-۴ استفاده از رویکرد وکیل- مشتری و محدودیت‌های آن

برخی از اسناد ایجاد شده توسط تیم بررسی ممکن است در معرض افشای شخصیت‌های زیر قرار گیرند:

- سازمان‌های دولتی تحت نظر مقامات قانونی
- وکلای شاکیان برای کشف قوانین حاکم بر دادرسی

ارتباطات با مشاور حقوقی بسیار مهم است زیرا موضوعات مختلفی وجود دارد که ممکن است مشاور با آن‌ها سروکار داشته باشد اما بررسی‌کننده از آن‌ها بی‌خبر باشد. استفاده مناسب از رویکرد وکیل- مشتری

در حین بررسی‌ها می‌تواند به ارتقاء ارتباط صریح و آشکار بین تیم بررسی و مشاور حقوقی گردد و به مدیریت کمک نماید. مزیت اصلی رویکرد وکیل- مشتری این است که اجازه تحلیل قانونی شرایط محافظت شده را فراهم می‌کند. اگر در بررسی به کمک یک یا چند متخصص برون سازمانی نیاز باشد، مشاور حقوقی مسئول حفاظت از آن‌ها خواهد بود. سپس متخصصان می‌توانند در دفاع از اقدامات قانونی به مشاور حقوقی کمک کنند. بعد از تهیه اسناد به درخواست مشاور یا انتقال اطلاعات به وکیل برای دریافت مشاوره حقوقی، میزان حفاظت ناشی از رویکرد وکیل- مشتری، وابسته به صلاحیت قانونی خواهد بود. رویکرد وکیل- مشتری برای این است تا موکل با وکیل خود صریحاً ارتباط برقرار کند. در بسیاری از کشورهای اروپایی رویکرد وکیل- مشتری بسیار محدود است و در ایالات متحده آمریکا نیز قضات می‌توانند این امتیازات را به مقدار محدودی اعمال کنند. بنابراین تیم بررسی باید اطمینان حاصل کند که از مشاوران حقوقی راهنمایی‌های لازم در مورد چگونگی برقراری ارتباطات متقابل با حوزه‌های قضایی را دریافت می‌کند.

باید توجه داشت که اگر مدرکی دارای اطلاعات رویکرد بالا باشد، ممکن است سازمان دسترسی به آن سند را به‌شدت محدود کند تا امتیاز آن حفظ شود. به دلیل تعارضات فراوان برای استفاده از رویکرد وکیل- مشتری، هر یک از اعضاء تیم بایستی همه یادداشت‌ها، ایمیل‌ها، گزارش یا اطلاعات را به‌گونه‌ای تلقی کنند که گویا قرار است به‌عنوان سندی عمومی در دسترس مطبوعات، دولت و یا عموم مردم قرار گیرد. الزامات قانونی ممکن است اشتراک‌گذاری گزارش ایمنی فرآیند را با کارکنان با توجه به حوزه قضایی و نوع رویداد، اجباری کند.

سایر حفاظت‌هایی که ممکن است اعمال شود، رویکرد محصول کار[۱] و رویکرد تحلیل انتقاد از خود[۲] است (Adams، 1999). رویکرد محصول کار برای حفاظت از مدارک آماده‌شده برای ارائه در دعوی قضایی، ایجاد شده است. اگرچه از نظر فنی دخالت وکیل در محافظت از این مدارک، ضروری نیست، اما به دلایل مختلف ممکن است لازم باشد وکلا در جریان باشند، چرا که اولاً برخی از احکام و قوانین طرفدار وکالت هستند، دوم اینکه مشارکت یک وکیل نشان می‌دهد که موضوع نباید به‌عنوان یک کار معمولی در نظر گرفته شود و سوم اینکه مشارکت وکیل تأکید می‌کند کار قانونی انجام می‌شود.

۲-۳-۲-۴ ثبت حقایق

در بررسی رویداد ممکن است بین نیاز تیم بررسی به جمع‌آوری سریع اطلاعات و ثبت مشاهدات در مقابل ریسک‌های قانونی این یادداشت‌های عجولانه یا نتیجه‌گیری‌های اشتباه برای شرکت، تعارض وجود داشته باشد. عجله در یادداشت‌برداری بدون تفکیک بین مشاهدات واقعی و حدس و گمان می‌تواند خطرات قانونی غیرضروری برای شرکت ایجاد کند و شرکت بایستی وقت و پول زیادی برای توجیه این یادداشت‌های

۱-The Work Product Doctrine

۲- Self-Critical Analysis Privilege

عجولانه در دادگاه هزینه کند. تیم بررسی باید با دقت یادداشت‌برداری کرده و فقط حقایق را ثبت کند. البته هرگونه حدس و گمان یا نظر باید به‌وضوح ذکر شود. حقایق را نمی‌توان تغییر داد، اما نتایج تا زمانی که بررسی‌های ادامه دارد، ممکن است تغییر کند. در برخی موارد مشاوران حقوقی باید مدارکی را که توسط تیم بررسی با هدف توزیع در خارج از شرکت، تهیه شده و همچنین گزارش‌های رسمی نهایی را در مرحله تهیه، بررسی کنند. راهنمایی‌های مشاور حقوقی می‌تواند به محدود کردن مسئولیت‌های غیرضروری کمک کند. یک راهنمای مناسب برای بررسی‌کنندگان در مورد یادداشت برداری و تدوین گزارش ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- استفاده از «سرصفحه» و «پاورقی» برای شناسایی اسناد داخلی تیم بررسی. مشاور حقوقی ممکن است اظهاراتی مانند «اطلاعات محرمانه و اختصاصی» و «اطلاعات محرمانه وکیل- مشتری» و یا سایر جملات تعیین‌کننده در صفحات اسناد خاص اضافه کند.
- خودداری از به‌کارگیری اصطلاحات تحریک‌آمیز و پیچیده و تلاش برای استفاده از عبارات دقیق و واقعی
- خودداری از به کار بردن کلمات قضایی با معانی قانونی خاص مانند سهل‌انگاری، کمبود یا عمدی
- خودداری از سرزنش دیگران
- خودداری از ارائه نظر در مورد مسائل حقوقی، تعهدات قرارداد یا ضمانت‌نامه
- خودداری از نتیجه‌گیری‌هایی که توسط بررسی پشتیبانی نمی‌شوند
- اجتناب از نظرات، ادراکات و گمانه‌های بدون اطلاعات پشتیبان
- اجتناب از پیشنهادات تجویزی باعث یافتن راه‌حل‌های جایگزین برای مشکلات و نقاط ضعف می‌شود.
- پیگیری همه پیشنهادات و مستندسازی نتایج نهایی از جمله این که چرا یک پیشنهاد رد یا اصلاح شده است.
- گزارش، بررسی و مستندسازی شبه‌حوادث در کنار رویدادها برای نشان دادن تعهد شرکت در جلوگیری از رویدادها.
- اجتناب از یادداشت نظرات شخصی یا هرگونه اطلاعات بی‌ربط با بررسی رویداد.

■ ۴-۲-۴ توصیف سازمان و عملکرد تیم

سیستم مدیریت بررسی رویداد باید نحوه سازمان‌دهی تیم و چگونگی عملکرد آن را توصیف کند. سازمان، ترکیب و عملکرد تیم باید به‌گونه‌ای باشد که انعطاف‌پذیری خاصی در برابر رویدادها ایجاد کند و سیستم مدیریت بر این واقعیت تأکید نماید. این سیستم ممکن است اهداف و اولویت‌های اساسی تیم بررسی را توصیف کند. هنگام ایجاد چارت برای یک بررسی مهم بایستی دقت شود که همه اعضاء تیم، بررسی‌کنندگان حرفه‌ای و تمام‌وقت نیستند و بعضی از اعضاء ممکن است فقط یک‌بار در طول سال‌های اشتغال خود در چنین تیمی مشغول به کار شود. مسئولیت‌های رهبر تیم باید صریح باشد. معمولاً هنگام انتخاب یک رهبر برای بررسی‌های جدی‌تر و پیچیده‌تر، فردی خارج از عملیات و بخشی که رویداد در آن رخ داده است، برگزیده می‌شود. ترکیب تیم بررسی بر اساس ماهیت رویداد، فرآیند شیمیایی موجود و میزان پیچیدگی فنی،

متغیر خواهد بود. این انعطاف‌پذیری در ترکیب یک تیم، از ویژگی‌های مهم در طراحی یک سیستم مدیریت بررسی رویداد می‌باشد.

همان‌طور که در فصل ۳ توضیح داده شد، فرآیند بررسی رویداد یک روال حل مسئله متوالی را دنبال می‌کند. به محض تدوین برنامه بررسی، شواهد جمع‌آوری می‌شود. برنامه‌ریزی و جمع‌آوری شواهد بیشترین وقت تیم را به خود اختصاص می‌دهد. سیستم مدیریت ممکن است برخی از عملکردها و مسئولیت‌های خاص تیم را تعریف کند. مثال‌هایی از این عملکردها و مسئولیت‌ها در ادامه ارائه شده است:

- انتخاب و تدوین برنامه بررسی با تعیین دامنه آن
- شناسایی منابع پشتیبانی
- ایجاد روش‌های نگهداری شواهد
- ایجاد کانال‌های ارتباطی بین شرکت و گروه‌های بیرونی
- انجام مصاحبه با شاهدان و جمع‌آوری و آنالیز شواهد
- جمع‌بندی یافته‌ها و پیشنهادات در یک گزارش
- ارزیابی اقدامات پیشگیرانه اولیه

پیاده‌سازی و پیگیری پیشنهادات، جز اساسی یک سیستم مدیریت است. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، هنگام انجام این پیگیری‌ها باید به «مسئولیت‌ها» توجه گردد. در موارد نادر، تیم بررسی رویداد، مسئولیت‌ها و اختیارات خود را در بررسی نهایی پیشنهادات حفظ می‌کند و در بیشتر مواقع مسئولیت اصلی به یک عضو تعیین شده از طرف مدیریت که عضو تیم بررسی نیست، منتقل می‌شود. اگر مدیریت پیشنهادی را رد کند یا خواستار اصلاح آن باشد، وی وظیفه دارد این تغییرات را با تیم در میان بگذارد یا تعیین کند که آیا تیم پیشنهادات خود را شفاف‌تر بیان کند یا خیر.

■ ۵-۲-۴ سیستم‌های الکترونیک پردازش و کنترل داده

پایش سیستم‌های الکترونیکی، ضبط و کنترل فرآیندهای شیمیایی و نفتی در مدت کوتاهی به‌شدت و با سرعت تکامل‌یافته است. اتکای عملیات و پیچیدگی این سیستم‌ها، ملاحظات ویژه مورد نیاز در فرمول‌بندی ساختار تیم و عملکردها را توجیه می‌کند. سیستم مدیریت بررسی باید شامل ملاحظات زیر باشد:

- به کارگیری یک متخصص ابزار دقیق الکترونیکی و پردازش داده‌ها به‌عنوان عضوی از تیم
- استفاده از یک اپراتور در تیم که قادر به بازیابی اطلاعات ذخیره شده و ایجاد روند شرایط فرآیند باشد
- دریافت کمک از فروشندگان، پیمانکاران و مشاوران
- اولویت قراردادن حفظ داده‌های خام (بدون تغییر) به موقع
- حفظ داده‌های مربوط به ورودی کنترل اپراتور و حرکات عناصر کنترلی مرتبط

- حفظ فرمهای داده‌ها، به‌عنوان مثال: هشداردهنده‌ها، کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی، عملکرد سیستم ابزار ایمنی و...

پیشنهاداتی برای شناسایی و حفظ شواهد الکترونیکی خاص در فصل ۸ توضیح داده شده است.

۴-۲-۶ تعریف الزامات آموزشی

مدیریت تعهد خود را با عمل اثبات می‌کند. مدیریت متعهد است که جهت درس آموزی از رویدادها، یک برنامه آموزشی با کیفیت برای بررسی رویداد ایجاد کند و اطمینان دهد که سیستم مدیریت همان‌طور که طراحی شده قابل‌درک و اجرا خواهد بود. آموزش هر موقعیت شغلی در مورد سیستم بررسی رویداد از نظر جزئیات و دامنه متفاوت است. افرادی که به‌عنوان سرپرست در تیم‌های بررسی تعیین می‌شوند باید بیشترین آموزش را ببینند. آموزش مجدد دوره‌ای فرصتی برای مدیریت برای تقویت تعهد، نشان دادن حمایت از خط‌مشی و فلسفه سازمان در مورد گزارش و بررسی رویداد و بحث در مورد اصلاحات و بهسازی‌های روند بررسی بر اساس آموزش‌های کسب‌شده از بررسی‌های قبلی، است.

محتوای آموزشی برای مدیران و کارکنانی که ممکن است یک رویداد را گزارش دهند اما به‌عنوان عضو تیم تعیین نشده‌اند، می‌تواند مختصر باشد. آموزش‌های ویژه برای آن دسته از کارکنان و عملیات الزامی است که با تیم بررسی در حال تعامل هستند و ممکن است شامل تیم‌های واکنش در شرایط اضطراری، آتش‌نشانی، تیم تعمیر و نگهداری، نگهبانی، مسئولین ایمنی سایت، واحد بهداشت صنعتی، روابط عمومی، حقوقی و محیط‌زیست باشد. جدول ۱-۴ رهنمودهای کلی در مورد محتوای جلسات آموزشی مرتبط با عملکردهای مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۴ آموزش‌های پیشنهادی برای اجرای مؤثر

بررسی رویدادهای پیچیده- آموزش رهبر تیم	بررسی رویدادهای متوسط / جزئی- آموزش رهبر تیم	گزارش یا اطلاع‌رسانی رویدادها و شبه‌حوادث	آموزش جهت اطلاع رسانی
رهبر تیم پیچیده‌ترین رویدادها را بررسی خواهد کرد (۱۰٪ درصد از رویدادها یا کمتر)	رهبر تیم رویدادهایی با پیچیدگی کم یا متوسط را بررسی خواهد کرد (۹۰٪ یا بیشتر رویدادها)	کلیه کارکنان عملیات و تعمیرات و نگهداری، واحد خرید، حسابداری و سایر کارکنان افرادی که انتظار می‌رود تمام رویدادها و شبه‌حوادث را شناسایی و گزارش دهند برخی از افرادی که ممکن است رهبر یا عضو تیم شوند یا در بررسی با آن‌ها مصاحبه صورت گیرد	همه کارکنانی که ممکن است نقشی را در سیستم ایفا کنند. این بخش نقطه شروع آموزش است.
محتوای آموزش	محتوای آموزش	محتوای آموزش	محتوای آموزش
برنامه‌ریزی بررسی حفاظت از داده‌ها جمع‌آوری داده‌ها شناسایی عوامل علیت نحوه پر کردن خلأهای موجود شناسایی علت ریشه‌ای نوشتن پیشنهادات استفاده از پایگاه داده رویداد موضوعات برنامه‌ریزی شده مانند: گزارش دهی، ارتباطات و مسائل حقوقی	جمع‌آوری داده‌ها شناسایی عوامل علیت شناسایی علت ریشه‌ای نوشتن پیشنهادات استفاده از پایگاه داده رویداد	شناسایی شبه‌حوادث با مثال ارزش یادگیری از رویدادها رویکرد عدم سرزنش علت‌ها ی ریشه‌ای دلیل شکست سیستم مدیریت هستند سیستم گزارش رویداد	چه چیزی باعث تغییر در نحوه برخورد با رویدادها می‌شود؟ هر فردی برای کمك به کارکرد سیستم، چه کاری می‌تواند انجام دهد؟ تأثیر مورد انتظار در بیشتر مشاغل

سیستم مدیریت باید حداقل، آموزش اولیه و باز آموزی‌ها را توصیف کند. آموزش با کیفیت برای رهبران تیم، اعضاء و پرسنل پشتیبان، موفقیت را تضمین می‌کند. سطح جزئیات موجود در سیستم مدیریت ممکن است متفاوت باشد. به‌عنوان مثال احتمال دارد ابتدا خلاصه کوتاهی ارائه شود و سپس برای اطلاعات بیشتر آموزشی، به سند آموزشی سیستم مدیریت یا برنامه‌های درسی مصوب، ارجاع داده شود. خلاصه مباحث آموزشی برای هر گروه در زیر شرح داده شده است.

مدیریت

این گروه باید با مفاهیم، خط مشی‌ها، میزان تعهدات مدیریت اجرایی، وظایف خاص، مسئولیت و تعهدات نسبت به منابع مرتبط با بررسی رویداد ایمنی فرآیند، سیستم مدیریت بررسی رویداد کارفرما و محتوای گزارش شامل پیشنهادات عملی واضح، آشنا شود.

مدیریت سایت

مباحث «مدیریت» در موضوعات ذکر شده در بالا باید با موارد اساسی شامل مفاهیم بررسی، روش بررسی، مفاهیم علیت، فلسفه حقیقت‌یابی در مقابل عیب‌یابی، پروتکل‌های قانونی عمومی داخلی، خط‌مشی ارتباطات رسانه‌ای و کارهای عملی، ارائه شوند.

همه کارکنان

این گروه شامل اپراتورها، مکانیک‌ها، سرپرستان خط تولید، گروه‌های پشتیبان مانند تکنسین‌ها، مهندسان و مدیران سطح میانی است. افراد مذکور، کارکنانی هستند که قبل از هر کسی متوجه رویداد می‌شوند و ممکن است فعالیت‌های پشتیبانی را برای موفقیت تیم بررسی فراهم کنند. این کارکنان باید آموزش ببینند که چگونه یک حادثه را از شبه‌حادثه تشخیص دهند. آن‌ها همچنین باید در مورد الزامات سیستم مدیریت بررسی کارفرما، با توجه به این که چه کارهایی باید پس از شناسایی یک رویداد انجام شود و نحوه گزارش دهی رویداد، آموزش ببینند.

اعضای تیم بررسی (از جمله رهبر تیم)

این گروه به‌عنوان یک اکیپ مشخص آموزش دیده از بازرسان که در صورت نیاز به خدمت فراخوانده می‌شوند، در نظر گرفته شده است. آموزش‌های اضافی برای این گروه بر عملکردهای پشتیبانی یک بررسی، به‌ویژه در مورد چگونگی جمع‌آوری و نگهداری مؤثر داده‌ها متمرکز است. به‌عنوان مثال اعضاء تیم در مورد چگونگی حفظ شواهد، مصاحبه با همکاران، تعیین برنامه‌های ارزیابی و توسعه روش‌های نمونه‌گیری آموزش می‌بینند. با توجه به نقش آن‌ها در بررسی، بعضی از اعضاء تیم نیاز به دریافت آموزش در آنالیز داده‌ها و استفاده از ابزارهای اختصاصی بررسی، دارند. شناسایی منابع داخلی و خارجی موجود برای کمک به این اقدامات روش مناسبی است. موضوعات پیشنهادی عبارت‌اند از:

- مروری بر سیستم مدیریت بررسی رویداد شرکت
- مفاهیم بررسی رویداد، از جمله فلسفه حقیقت‌یابی در مقابل عیب‌یابی
- روش‌های خاص بررسی که توسط سازمان، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- تکنیک‌های مصاحبه
- جمع‌آوری شواهد
- ایجاد و آزمون فرضیه‌ها
- شناسایی عوامل علیت
- استفاده از ابزارها جهت تعیین عوامل علیت و علت‌های ریشه‌ای
- تدوین پیشنهادات مؤثر
- الزامات مستندسازی و گزارش دهی
- نقش اعضاء تیم
- محرمانه بودن بررسی‌ها

آموزش اعضاء تیم همچنین ممکن است شامل «ایفای نقش» برای فعالیت‌هایی مانند مصاحبه با شاهدان، حل‌وفصل مغایرت‌ها و مواد محرمانه باشد. اعضاء تیم باید بدانند که از آن‌ها انتظار نمی‌رود در سطح بازرسان تمام‌وقت حرفه‌ای، عمل کنند. آن‌ها باید به محض تشخیص نیاز، درخواست کمک یا آموزش نمایند. پس از آموزش اولیه و اعتباربخشی، جلسات بازآموزی دوره‌ای یا تمرین ایفای نقش، روش‌های مناسبی برای تقویت اهداف آموزش هستند. عناوین آموزش ممکن است شامل موارد زیر باشند:

- طرح بررسی رویداد مختص سایت
- نقش‌ها و مسئولیت‌های عمومی
- وظایف ویژه اعضای تیم مانند مصاحبه، عکاسی و سایر نقش‌ها
- پروتکل‌های حفظ و نگهداری شواهد
- مکان‌های ذخیره‌سازی (نگهداری) شواهد
- کنترل ارتباطات بین اعضاء تیم

رهبران تیم بررسی

برخی از سازمان‌ها این آموزش را به دو یا چند سطح تقسیم می‌کنند تا رهبران تیم که در بررسی رویدادهای پیچیده یا سطح بالا کمک می‌کنند، بیشتر آموزش ببینند. رهبران تیم می‌توانند نحوه تعیین روش مناسب بررسی، نحوه جمع‌آوری داده‌ها، چگونگی آنالیز داده‌ها برای شناسایی عوامل علیت و علت‌های ریشه‌ای و نحوه تهیه گزارش‌های مؤثر را بیاموزند.

باید آموزش رهبران تیم مورد توجه ویژه باشد. آموزش برای رهبران تیم می‌تواند شامل نقش‌آفرینی برای مصاحبه با شاهدان، حل تعارضات، قوانین قابل اجراء و مسائل مربوط به محرمانه بودن، باشد. به‌ویژه در مراحل اولیه بررسی، آن‌ها باید احساس راحتی کرده و در صورت نیاز درخواست کمک یا آموزش نمایند. سایر بازرسان ممکن است رویدادهایی با پیچیدگی کم تا متوسط را هدایت کنند. آموزش رهبران تیم برای

رویدادهایی با پیچیدگی کم تا متوسط معمولاً شامل آموزش در کلاس و وجود مربی باتجربه در اولین بررسی آن‌ها است. این افراد همچنین می‌توانند از مشارکت به‌عنوان اعضاء تیم در بررسی بررسی رویداد با رهبری یک فرد باتجربه، بهره‌مند شوند. در حوادث با پیچیدگی کم ممکن است به یک نیروی کمکی (عضو تیم) برای کمک به رهبر تیم در جمع‌آوری و آنالیز داده‌ها، نیاز باشد. افرادی که بررسی‌های عمده یا پیچیده را انجام می‌دهند باید بتوانند تقریباً هر رویدادی را در شرکت مدیریت کنند. آموزش برای این سطح معمولاً شامل تجربه در مورد رویدادهای با پیچیدگی کم تا متوسط، آموزش کلاسی و وجود یک مربی از بازرسان باتجربه در طی اولین بررسی است.

در برخی موارد کارکنان به جای سرپرستان، بررسی مربوط به رویدادهای سطح پایین را رهبری می‌کنند. شرکت‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که احساس مالکیت به نتایج بررسی توسط کارکنان مفید است. این فلسفه به تشویق کارکنان جهت گزارش شبه‌حوادث و کاهش ترس از مدیریت، کمک می‌کند. بیشتر رویدادها دارای پیچیدگی پایین هستند و بسیاری از آن‌ها شبه حادثه محسوب می‌شوند. در فصل ۶ جزئیات مربوط به انتخاب و سازمان‌دهی تیم‌های بررسی رویداد ارائه شده است.

■ ۷-۲-۴ تأکید بر علت‌های ریشه‌ای

شناسایی علت‌ها، هدف اصلی فرآیند بررسی است و باید این موضوع در سیستم مدیریت، مشخص شود. انتخاب اولیه فرآیند تعیین علت‌های ریشه‌ای نیاز به توجه ویژه به مفهوم علت‌های متعدد[۱] و علت‌ها ی اساسی[۲] مرتبط با سیستم دارد. این رویکرد باید بر یافتن نقاط ضعف و شکست سیستم مدیریت، بدون سرزنش کردن دیگران تأکید کند. برخی از کارکنان ممکن است نیاز به سازگاری با این روش داشته باشند، مخصوصاً اگر روش‌های قبلی به کشف عوامل علیت و علت‌های ریشه‌ای تشویق نکرده باشند. همه افرادی که درگیر فرآیند بررسی پیشنهادات هستند باید مفهوم علت‌های متعدد یک رویداد را درک کنند.

فصل ۱۰ روش‌های تعیین علت‌های ریشه‌ای را توصیف می‌کند. سیستم مدیریت باید شامل اطلاعاتی درباره رویکردهای علت ریشه‌ای باشد که بسته به طبقه‌بندی رویدادها متفاوت است. برای اعضاء تیم بررسی که آنالیز علت‌های ریشه‌ای را بر عهده دارند، آموزش رویکردهای علت‌های ریشه‌ای انتخاب شده، مورد نیاز است.

۱- Multiple Causes

۲-Underlying Causes

■ ۸-۲-۴ تقویت سیاست بدون سرزنش[۱]

عیب‌یابی و اقدامات انتظامی نباید بخشی از روند تحقیقات باشد. سیستم مدیریت بررسی باید اطمینان دهد که یک سیاست عاری از سرزنش به‌وضوح بیان شده و اعمال می‌شود. تیم باید فراتر از خطای انسانی به دنبال نقاط ضعف سیستم مدیریت باشد که در پیشگیری از خطا موفق نبوده است.

اقدامات انضباطی فقط زمانی مناسب است که سهل‌انگاری، سوءنیت یا اقدامات مجرمانه شناسایی شود. برای مثال زمانی که تحقیقات نشان می‌دهد شوخی‌های بی‌جا، دعوا یا خرابکاری عمدی از دلایل یک رویداد است. این کارها در هیچ محل کاری جای ندارد به‌خصوص در صنایع فراوری شیمیایی بسیار نامطلوب هستند. به‌احتمال زیاد دفترچه راهنمای کارکنان یک شرکت، اسناد منابع انسانی یا قرارداد اتحادیه صنفی این شرایط را پیش‌از بروز رویداد، برطرف می‌کند. به‌طور خلاصه محققان، حقایق را کشف می‌کنند و برای شناسایی علت‌های ریشه‌ای آنالیزهایی انجام می‌دهند و در نهایت پیشنهادهایی ارائه می‌کنند. سپس مدیران به این پیشنهادات واکنش‌های لازم را نشان می‌دهند. هنگامی که اعمال نامتناسب کارکنان موردبحث قرار می‌گیرد (همان‌طور که در بالا توضیح داده شد)، نظم و انضباط مطابق با سیاست‌های منابع انسانی شرکت، می‌تواند مفید باشد.

■ ۹-۲-۴ توسعه پیشنهادات

شناسایی و ارزیابی پیشنهادات عملی از فعالیت‌های مهم تیم است. سیستم مدیریت باید شامل توجه به ارزیابی پیشنهادات باشد. به‌عنوان مثال پیشنهادات باید در عین عملی بودن، مقرون‌به‌صرفه و تحت کنترل سازمان باشد و بتواند ریشه‌های اصلی رویداد و شبه‌حوادث را از بین ببرد. پیشنهادات غیر مؤثر فقط خطر را منتقل می‌کنند و یا حتی خطرهای جدیدی که قبل از رویداد اولیه وجود نداشت، به وجود می‌آورد. سیستم مدیریت بررسی رویداد به یک مکانیسم داخلی برای تجزیه‌وتحلیل ایمنی پیشنهادات، نیاز دارد. باید بین سیستم مدیریت بررسی رویداد شرکت و مدیریت تغییر آن‌ها[۲] (MOC) و برنامه PHA رابطه وجود داشته باشد. تیم تحقیق باید عملی بودن توصیه‌های پیشنهادی را ارزیابی کنند تا مطمئن شوند به مقدار کافی علت‌های ریشه‌ای را برطرف می‌کنند. علاوه بر این مدیریت سایت باید اطمینان حاصل کند که هرگونه پیشنهاد مبتنی بر تغییر در تجهیزات یا روش‌ها، قبل از اجراء به درستی ارزیابی می‌شوند.

فاجعه‌شاتل‌فضایی‌چلنجر(Challenger)، نمونه‌ی‌بارزی‌ازضرورت‌ارزیابی‌توصیه‌های‌پیشنهادی، است. قبل از حادثه چلنجر، ناسا از عملکرد ضعیف سیستم‌های اتصال حلقه‌ای با توجه به شبه‌حوادث قبلی، مطلع بود. در تلاش برای افزایش ایمنی، تصمیمی بر مبنای افزایش فشار از ۱۰۰ به ۲۰۰ پوند بر اینچ مربع (۶/۸ به ۱۳/۶ اتمسفر) بعد از دوباره سوار شدن اتصالات حلقه، اتخاذ شد. در واقعیت این پیشنهاد با افزایش تغییر

۱-Blame-Free Policy

۲-Management of Change

شکل بتونی آب‌بندی، دوام و قابلیت اطمینان مهروموم‌های اتصال حلقه را کاهش می‌دهد که تجزیه‌وتحلیل مؤثر MOC ممکن بود این افزایش خطر را کشف کند.

فصل ۱۲ راهنمایی‌های لازم برای فرمول‌بندی پاسخ‌های مؤثر به یافته‌های تحقیق را ارائه می‌دهد.

■ ۱۰-۲-۴ مسئولیت‌های پیشنهادات

تیم بررسی رویداد وظیفه دارد پیشنهادات عملی به مدیریت ارائه دهد. تیم تحقیق ممکن است اظهارنظرهایی درباره از سرگیری عملیات عادی و یا پیشنهادات اجرایی قبل از شروع مجدد روال ارائه دهد. سپس مسئولیت مدیریت است که:

- توصیه‌ها را مرور کند.
- آن‌ها را به‌صورت مکتوب تائید کند یا توضیح، تجدیدنظر یا راه‌حل‌های جایگزین درخواست کند.
- معیارهایی برای ایجاد ایمنی مجدد و تقویت سطح فرآیند (ظرفیت عادی) (CCPS، 2007)، در نظر گیرد.
- توصیه‌های نهایی را تائید کند.
- اولویت اقدامات و تاریخ اتمام این اقدامات را تعیین کند.
- منابع را تخصیص دهد.
- وضعیت اجرائی و اثربخشی را پیگیری کند.

سازمان‌های نظارتی معمولاً به وضعیت پیشنهادات قبلی در همان شرکت یا پیشنهادات مشابه در سراسر سازمان، توجه می‌کنند. وکلا نیز به این موضوع بسیار اهمیت قائل‌اند. فرض بر این است که مدیران محتاط و مسئول باید سریعاً درس‌هایی را که از یک رویداد آموخته‌اند، نه تنها در سطح شرکت بلکه در سطح کل سازمان به‌کارگیرند. کارکنان تحت تأثیر پیشنهادات قرار می‌گیرند. مسئولیت‌های آن‌ها عبارت است از:

- استفاده صحیح از تجهیزات جدید یا اصلاح شده
- سازگار شدن با پیشرفت‌های فرآیندها
- بازخورد دادن به مدیریت زمانی که چیزی آن‌جور که انتظار می‌رود، پیش‌نمی‌رود.
- به اشتراک گذاشتن اطلاعات خود وقتی راه بهتر و ایمن‌تری برای رسیدگی به مشکلات شناسایی‌شده در تحقیقات بررسی رویداد، می‌یابند.

به‌طور خلاصه، توسعه پیشنهادات بر عهده تیم بررسی رویداد و پذیرش و اجرای پیشنهادات مسئولیت مدیریت است. همچنان گنجاندن عناصر پیشنهادی در اعمال روزمره، به عهده هر کارکنی است که تحت تأثیر اقدام پیشنهادی قرار می‌گیرد.

■ ۱۱-۲-۴ اجرای توصیه‌ها و پیشنهادات و فعالیت‌های پیگیری

اجرای پیشنهادات و پیگیری اثربخشی آن‌ها، اساس تمام سیستم‌های مدیریتی است. هنگامی که یک توصیه برای اجرا پذیرفته شد، باید یک سند شفاف و قابل‌سنجش ایجاد و حفظ شود. توصیه و پیشنهادات نه تنها باید اجرا شوند، بلکه باید پایدار باشند. برای دستیابی به نتایج پایدار، توصیه‌های اجراشده باید به‌صورت دوره‌ای بررسی شوند تا اطمینان حاصل شود که همچنان در راستای اهداف موردنظر قرار دارند.

نظر اغلب سازمان‌های نظارتی این است که همه تغییرات پیشنهادات اولیه، باید کاملاً مستند شود. اگر پیشنهادی از نظر دامنه یا تعهد زمانی اصلاح شود یا طوری که در ابتدا برنامه‌ریزی شده، اجرا نشود، اساس این تصمیم‌ها نیز باید مستند شود. مفهوم «کنترل‌های ادامه‌دار» در فعالیت‌های نظارتی و حقوقی ذکر شده است.

اگر پیشنهادی رد یا اصلاح شود، اساس رد یا تغییر آن باید پس از بررسی با تیم تحقیق کاملاً مستند شود. این الزامات باید در سیستم مدیریت بررسی رویداد منعکس شود و به همه پرسنلی که آموزش می‌بینند، تأکید شود.

سیستم مدیریت باید اهمیت (اولویت) پیشنهادات، مسئولیت‌ها و روش تائید و مستندسازی مصوبات را تعیین کند. مدیریت باید مشاهدات و یافته‌های بیان شده در گزارش کتبی تیم را تائید کند.

■ ۱۲-۲-۴ ارائه الگویی برای گزارش‌های رسمی

گزارش‌هایی که تحقیقات بررسی رویداد را مستند می‌کند با بیشتر گزارش‌های شغلی و فنی متفاوت هستند. گزارش‌های شغلی به‌طور کلی ملاحظات مالی را نشان می‌دهند. گزارش‌های فرآیند بررسی ایمنی رویداد می‌تواند شامل طیف کاملی از عناصر باشد، این عناصر شامل جراحت‌های جدی، تلفات جانی، سیستم‌های مدیریت ناقص، جنبه‌های مالی و همچنین مسائل پیچیده فنی است. اگرچه بیشتر اسناد شغلی می‌توانند به اسناد قانونی تبدیل شوند اما گزارش رویداد، احتمال افشای حقوقی بیشتری دارند. به‌طور کلی گزارش‌ها باید شامل اطلاعات کافی باشند تا شخصی که هیچ‌گونه اطلاعات قبلی در مورد حادثه نداشته (اما دارای دانش با سطح معقولی از روند کار است) بتواند اطلاعاتی در مورد آنچه رخ داده، علت‌های علیت / علت‌های ریشه‌ای‌شناسی شده و توصیه‌های ارائه شده، دریافت کند. همچنین باید به الزامات قانونی گزارش، توجه شود. میزان توزیع و سطح تائید مورد نیاز باید در مراحل قبل برنامه‌ریزی در نظر گرفته شود و در توضیحات سیستم مدیریت مدون به‌وضوح مشخص شود.

پیشنهادات ویژه اضافی در فصل ۱۲ و ۱۳ ارائه شده است.

■ ۱۳-۲-۴ بررسی و تصویب سیستم مدیریت

سیستم مدیریت باید توسط پرسنل شرکت بررسی، تائید و اجرا شود. فرآیند تحقیقات می‌تواند با عملکردهای دیگر شرکت تعاملات چشمگیری داشته باشد. هر یک از این گروه‌ها نیاز دارند تا از طریق بررسی و اظهارنظر در توسعه سیستم مدیریت اولیه شرکت نقشی ایفا کنند.

■ ۱۴-۲-۴ برنامه‌ریزی برای بهبود مستمر

سیستم مدیریت باید فرآیندی برای بازخورد و بهبود مستمر را ایجاد کند. هر تحقیق فرصتی را برای ارزیابی اثربخشی سیستم مدیریت فراهم می‌کند و تجارب سیستم مدیریت را تقویت و پالایش می‌کند. همچنین شناختن و به اشتراک گذاری جنبه‌های مثبت فعالیت‌های تحقیقاتی که موفق بوده‌اند، بسیار ارزشمند است. برای اطمینان از بهبود مستمر، ارزیابی پس از هر تحقیق باید شامل موارد زیر باشد:

- دقت کامل تیم در تحقیقات
- اثربخشی تیم در استفاده از تکنیک‌ها
- آمادگی تیم قبل از تحقیقات
- عملکرد تجهیزات در حین تحقیق
- کیفیت تدارکات

برای اطمینان از اینکه سیستم مدیریت همچنان نتایج موردنظر را ارائه می‌دهد، بررسی و به‌روزرسانی دوره‌ای لازم است. این عمل نشان می‌دهد که سازمان‌ها همیشه پویا و در حال تغییر و تحول هستند.

سؤالات مهم زیر همیشه باید در نظر گرفته شوند.

- آیا از تکنیک‌های تحقیق به درستی و کامل استفاده شده است؟
- آیا تیم به‌دقت مشخص کرده است که چه اتفاقی روی داده است؟
- آیا تیم، نقاط شکست سیستم مدیریتی که منجر به رویداد شده است را پیدا کرده است (آیا علت ریشه‌ای کشف شده است؟)
- آیا مستندات تیم کافی بود؟
- آیا مهارت‌های مورد نیاز در تیم وجود دارد؟
- از چه منابع دیگری می‌توان در دفعات بعدی استفاده کرد؟
- چه چیزهایی باید در دفعات بعدی تغییر کند؟
- آیا شواهدی حاکی از گزارش شبه‌حوادث وجود دارد؟
- آیا وقایع تکراری رخ داده است؟

فصل ۱۴ راهنمایی‌های لازم برای اجرای مؤثر پیشنهادات و فصل ۱۵ جزئیات روش‌های اثبات شده برای تقویت سیستم بررسی رویداد را ارائه می‌دهد.

۴-۳ سیستم مدیریت

پیاده‌سازی سیستم مدیریتی جدید یا به‌روزرسانی شده معمولاً با آموزش کارکنان، نظارت و مدیریت نقش‌های مربوطه در برنامه تحقیق، آغاز می‌شود. پیاده‌سازی همچنین شامل توسعه و اصلاح سیستم مدیریت داده‌های رویداد است. سیستم مدیریت باید این امکان را به کاربران بدهد که گزارشات را به‌راحتی تهیه کرده و پرس‌وجوهای داده‌های مربوط به رویداد را برای تعیین روند سیستمی انجام دهد. علاوه بر این هنگام معرفی یک سیستم جدید یا اصلاح شده، تائید آن سیستم توسط تیم مدیریت مهم است.

۴-۳-۱ اجرای اولیه- آموزش

پیاده‌سازی سیستم مدیریت جدید یا اصلاح شده غالباً با ارائه آموزش برای ۴ گروه زیر آغاز می‌شود.

۱. مدیریت
۲. همه کارکنانی که امکان شناسایی و گزارش رویدادها و شبه‌حوادث را دارند.
۳. اعضاء تیم بررسی رویداد
۴. رهبران تیم بررسی رویداد

۴-۳-۲ تدوین برنامه اختصاصی تحقیق

سیستم مدیریت بررسی رویداد باید شامل راهنمایی‌هایی در مورد چگونگی تهیه یک برنامه تحقیق اختصاصی برای یک رویداد خاص باشد. برنامه اختصاصی باید شامل انتخاب رهبر و اعضاء تیم، مکانیسم تعیین شده برای مستندسازی فعالیت‌های تیم، مشورت‌ها، تصمیم‌گیری‌ها، ارتباطات و سوابق اسناد درخواستی، دریافتی یا صادره باشد. برنامه تحقیق نباید محدود به شناسایی علت‌های فیزیکی باشد بلکه باید مسائل اساسی سیستم مدیریت را شناسایی کند.

اهداف اصلی برنامه بررسی ایمنی فرآیند شامل موارد زیر می‌باشند.

- شناسایی علت‌های فیزیکی – فرآیند و شیمی
- شناسایی علت‌های فیزیکی متعدد مربوط به PSM
- شناسایی توصیه‌ها برای جلوگیری از تکرار رویداد
- کمک به تفسیر توصیه‌ها یا ممیزی نحوه اجرای آن‌ها در صورت لزوم

شکل ۲-۴ یک چک لیست عمومی برای استفاده در مرحله برنامه‌ریزی تحقیق یک رویداد با سطح پیچیدگی بالا، ارائه می‌دهد. تحقیقات مربوط به رویدادهایی با پیچیدگی کم لزوماً نیازی به یک برنامه رسمی ندارد. رهبر تیم گاهی اوقات یک بازدید سریع انجام می‌دهد و عوامل فراوانی که در تهیه یک برنامه بررسی

تأثیرگذار است (مانند توجه خارجی بالقوه به تحقیق) شناسایی می‌کند. توجه خارجی به تحقیق شامل سه جنبه است:

۱- مسائل حقوقی
۲- مسائل مربوط به قرارداد مانند پوشش بیمه و...
۳- مسائل نظارتی

- شناسایی و تائید اولویت‌ها
- نجات و درمان پزشکی
- رویدادهای ایمن برای کاهش عواقب بعدی
- نگرانی‌های زیست‌محیطی
- حفظ شواهد / ایمن‌سازی سایت
- جمع‌آوری مدارک (شامل مصاحبه با شاهدان)
- پروتکل‌های اطلاع‌رسانی نظارتی
- ملاحظات مشاوران حقوقی
- برنامه‌ریزی برای مصاحبه با شاهدان
- انتخاب رهبر تیم
- انتخاب، آموزش و سازماندهی اعضاء تیم
- تور / بازدید اولیه
- عکس‌برداری اولیه
- برنامه‌ریزی برای شناسایی، نگهداری و جمع‌آوری شواهد شامل بررسی مواد حساس به زمان مانند گزارش‌های سیستم کنترل پرس‌وجو
- برنامه‌ریزی برای مستندسازی
- برنامه‌ریزی برای هماهنگی و ارتباط با سایر کارها
- شناسایی لوازم و تجهیزات تیمی مورد نیاز و برنامه‌ریزی برای تهیه آن‌ها
- برنامه‌ریزی برای هرگونه آموزش جدید یا آموزش مجدد مورد نیاز تیم
- ایجاد نقاط ایست بازرسی، جدول زمانی و برنامه پیشرفت

شکل ۲-۴. چک‌لیست توسعه برنامه بررسی رویداد

بازدید اولیه از سایت، اولین فرصت برای تعیین مرزهای فیزیکی تحقیق است. رهبر تیم باید:

- اطمینان حاصل کند که دسترسی به محل حادثه تا حتی‌الامکان به حداقل برسد.
- اطمینان حاصل کند که پرسنلی که وارد محل رویداد می‌شوند آگاهی لازم از ملاحظات حفظ شواهد را دارند.

یکی از موضوعات مهم این است که مشخص شود کدام گروه‌ها مسئولیت کدام فعالیت‌ها و زمینه‌ها را بر

عهده دارند که این مسئولیت‌ها ممکن است در طول تحقیقات تغییر کند. رهبر تیم بررسی رویداد باید اطمینان حاصل کند که مسئولیت‌ها برای همه اعضای گروه‌ها روشن است تا از تکرار فعالیت‌ها یا حذف فعالیت‌های حیاتی جلوگیری شود.

چارت مدیریت برای تیم تحقیق باید شامل انتظاراتی برای گزارش نتایج دقیق تحقیقات باشد. با این حال سرزنش کردن یا رجوع به اقدامات انضباطی نباید بخشی از اساس‌نامه یک تیم باشد. یک تیم با عملکرد بالا، باید حتی‌الامکان مستقل و خودمختار باشد و رهبر تیم این آگاهی را تشویق کند. این به ایجاد یک نشانه بدون ابهام برای همه کارکنان کمک می‌کند که متوجه شوند تحقیق بی‌طرفانه اجراء می‌شود. وجود هرگونه تصور درست یا نادرست مبنی بر اینکه تیم به هر طریقی تحت تأثیر عوامل خارجی قرار می‌گیرد یا مرغوب می‌شود، باعث خواهد شد بازرسان و همکاران کیفیت، کمیت و اعتبار اطلاعات جمع‌آوری شده را زیر سؤال ببرند.

حضور یک کارکن ساعتی از همان شرکت (یا شرکت‌های مجاور) در تیم بسیار مفید است. زیرا هم از دیدگاه آن فرد استفاده می‌شود و هم اعتبار کار با نیروی کار گسترده‌تر، افزایش می‌یابد. در گذشته بیشتر مهندسان را به‌عنوان اعضاء تیم بررسی انتخاب می‌کردند و از اپراتورها و تکنسین‌ها چشم‌پوشی می‌شد، در حالتی که اپراتورها و تکنسین‌ها احتمالاً بهتر از دیگران می‌دانند که چه اتفاقی افتاده است و مشارکت آن‌ها در تیم می‌تواند حقایقی را روشن کند. نزدیک‌ترین افراد به واقع نیز ممکن است افرادی با دستور کار شخصی باشند، بنابراین تعارض منافع بالقوه باید مورد توجه قرار گیرد.

۵

فصل پنجم

اطلاع رسانی اولیه، طبقه بندی و بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند

اطلاع رسانی اولیه، طبقه بندی و بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند

گزارش به موقع رویدادها از جمله شبه‌حوادث، مدیریت را قادر می‌سازد تا سریعا اقدامات پیشگیرانه یا اصلاحی را جهت جلوگیری از رویدادهای دیگر به کار بگیرد. با توجه به شدت رویداد واقعی (و بالقوه) ممکن است لازم باشد که مدیریت به ذینفعان کلیدی اطلاع دهد تا منابع را به منظور کاهش اثرات ناخواسته رویداد، گزارش به موقع به سازمان‌های نظارتی و شروع بررسی رویداد آماده نمایند.

در این فصل ملاحظات مهمی در مورد گزارش درون سازمانی رویدادها و فرآیند طبقه بندی رویدادها شرح داده شده است و به کارکنان این امکان را می‌دهد تا تعیین کنند کدام یک از ذینفعان و چه نوع بررسی باید مد نظر قرار داده شود.

۵-۱ گزارش دهی درون سازمانی

اصطلاح گزارش می‌تواند چندین معنی داشته باشد. گاهی اوقات این اصطلاح می‌تواند به معنی یک هشدار اولیه یا اطلاع رسانی شفاهی به منظور هشدار به سازمان درباره وقوع یک رویداد باشد. این اصطلاح همچنین به سند مدون، نهایی و رسمی بررسی رویداد اشاره می‌کند. در این فصل گزارش دهی، به معنی اطلاع رسانی اولیه وقوع رویداد می‌باشد.

گزارش رویدادها از جمله شبه‌حوادث، به منظور بهبود ایمنی در محیط کار امری حیاتی است. اگر رویدادها گزارش نشوند، نمی‌توان آن‌ها را بررسی کرد، بنابراین اقدامات اصلاحی نیز اعمال نخواهد شد. حتی اطلاع از رویدادهای جزئی به مدیریت این امکان را می‌دهد تا اقدامات و منابع اضافی به منظور جلوگیری از رویدادهای

جدی‌تر در آینده را تعیین کند. وقتی رویدادهای زیادی (شامل شبه‌حوادث) گزارش می‌شوند، اطلاعات زیادی جهت تعیین روندهای منفی در سیستم مدیریت و عملکرد انسانی در دسترس خواهد بود.

بنابراین حیاتی است که **همه** رویدادها از جمله شبه‌حوادث به محض کشف توسط هر فرد سریعا به سرپرست گزارش شود. رهبری نقش کلیدی در ایجاد و محافظت از فرهنگ مثبت مشارکت نیروی کار بازی می‌کند. این فرهنگ فرآیند گزارش دهی رویداد را بهبود بخشیده و باعث بهبود عملکرد ایمنی می‌شود. اگر سرپرستان بی‌درنگ و به صورت موثر به گزارش‌های رویداد پاسخ دهند، نیروی کار درک خواهد کرد که نگرانی‌های آن‌ها جدی گرفته می‌شوند. این موضوع باعث تشویق گزارش رویداد به صورت مستمر شده و فرهنگ ایمنی مثبتی ایجاد خواهد کرد.

سرپرست هنگامی که از یک رویداد مطلع می‌شود، به طور معمول مسئول اقدامات بعدی به منظور اطلاع به مدیریت، بررسی رویداد و سایر اقدامات لازم خواهد بود. اطلاع رسانی اولیه ممکن است نیازمند پیروی از پروتکل‌های سازمانی باشد تا جزئیات رویداد را به افراد خاص یا سازمانهای داخلی یا خارجی شامل سازمان‌های نظارتی گزارش دهد (بخش ۳-۵).

گزارش رویداد نه تنها به مدیریت اجازه می‌دهد تا اقدامات اصلاحی را شروع کند بلکه می‌تواند به ایجاد احساس آسیب پذیری در کارگران نسبت به خطرات احتمالی و مدیریت صحیح آن‌ها کمک کند. علاوه بر این، درس‌های آموخته شده از رویدادها می‌تواند به صورت گسترده‌ای داخل سازمان و در صورت مناسب بودن در خارج سازمان منتشر شوند.

تمامی رویدادها و شبه‌حوادث باید در سیستم گزارش دهی رویداد سازمان (مانند پایگاه داده یا فرم) وارد شوند. به عنوان یک حداقل باید در فرم یا پایگاه داده نوع رویداد، تاریخ /زمان، شرح رویداد و شرایط وقوع آن ثبت گردد. سایر اطلاعات می‌تواند شامل ذی‌نفعان درگیر و نوع رویداد باشد. سایر قسمت‌ها در صورت در دسترس نبودن اطلاعات می‌توانند خالی باقی بمانند. نمونه‌هایی از انواع رویدادهایی که ثبت می‌شوند شامل موارد زیر بوده ولی محدود به آن‌ها نیست:

- منجر به آسیب (شامل کمک‌های اولیه، غیر ناتوان‌کننده و ناتوان‌کننده و...)
- منجر به فوت
- بیماری‌های شغلی
- انتشار مواد خطرناک از مخازن مثلا انتشار بخار، نشت مایعات، نشت مواد جامد (شامل گرد و غبار)
- آتش سوزی
- انفجار
- اختلال در فرآیند (مثلا شعله ور شدن، عدم برآورده شدن مشخصات محصول /پساب و...)
- صدمه به اموال (در یک سطح خاص یا بالاتر)
- آسیب زیست محیطی

- امنیتی (تخلف، سرقت، تهدید به بمب‌گذاری و...)
- شکایت جامعه (بو، سر و صدا و...)
- شبه‌حوادث
- چالش‌هایی برای سیستم ایمنی (مانند ایجاد مشکل در سوپاپ اطمینان)

۲-۵ طبقه بندی رویدادها

طبقه بندی رویدادها می‌تواند به تصمیم‌گیری در مورد مدیریت و بررسی آن‌ها کمک کند. سیستم‌های طبقه بندی با توجه به شرکت و سازمان سایت می‌تواند متفاوت باشد. هیچ سیستم طبقه بندی کاملی برای همه رویدادها وجود ندارد. به طور سنتی سیستم‌های طبقه بندی بر اساس نوع رویداد و شدت واقعی یا بالقوه آن، یک طبقه را به یک رویداد خاص اختصاص می‌دهند. در برخی موارد ممکن است اختصاص یک طبقه بر اساس ماهیت یا پیچیدگی رویداد (علاوه بر شدت آن)، به انتخاب رهبر و اعضای تیم بررسی با مجموعه مهارت‌های مناسب کمک کند. گاهی حوزه قضایی محلی ممکن است رویکرد خاصی برای طبقه بندی رویداد و همچنین سطح بررسی رویداد الزام کند. جدول ۱-۵ الگوهای مختلفی از طبقه بندی رویداد را نشان می‌دهد.

سیستم طبقه بندی رویداد ترجیحاً باید:

- به آسانی درک شود؛
- مثال‌های واضحی داشته باشد؛
- جزئیات مکانیسم‌های دریافت مجوز بررسی و اینکه چه کسی می‌تواند آن را انجام دهد را داشته باشد؛
- به شناسایی رویکرد یا روش بررسی کمک کند؛
- به تعیین ترکیب تیم بررسی رویداد کمک نماید.

در عمل از هر روشی که استفاده شود، ممکن است موارد نامشخصی در هر سیستم وجود داشته باشد. کشف اطلاعات جدید یا تغییر در دیدگاه در مراحل اولیه بررسی ممکن است تیم بررسی یا مدیریت را به تغییر طبقه بندی رویداد در طول دوره بررسی سوق دهد. برای مثال، تیم بررسی رویداد ممکن است تعیین کند که یک پیامد واقعی (یا بالقوه) از آن چه که قبلا مشخص شده بود، شدیدتر است. سیستم مدیریت باید راهنمایی‌هایی برای چگونگی انجام تغییرات در طبقه بندی رویدادها در صورت نیاز را تعیین کند.

جدول ۱-۵. الگوهای رایج طبقه بندی

با توجه به پیچیدگی سیستم	با توجه به نوع رویداد	با توجه به شدت	با توجه به صلاحیت قضایی محلی
بالا مواد هسته ای فشار بالا (psig ۵۰<) دمای بالا (> ۲۰۰۰ درجه فارنهایت) واکنش های گرمازا محیط انفجاری سمیت بالا سیستم اطمینان چندگانه کاملا خودکار چند اپراتوری متوسط فشار ۱۰ تا ۵۰ psig ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه فارنهایت واکنش پذیری و سمیت پایین احتمال انفجار پایین سیستم اطمینان تک گانه ۱ تا ۳ اپراتور ساده شرایط محیطی واکنش پذیری پایین یا عدم واکنش پذیری محیط انفجارناپذیر دریچه اطمینان یک واحدی با عدم وجود دریچه اطمینان ۱ یا ۲ اپراتور	انتشار عمده انتشار جرئی انفجار آتش سوزی سمیت آسیب به پرسنل رویداد با پتانسیل بالا تخطی از مجوز کار نقص حفاظ های حیاتی ایمنی چالش در آخرین خط حفاظتی انحراف جدی در موارد دیگر فرایندنامناسب تغییر کیفیت توقف تولید پیامد خارج از سازمان ایمنی فرایند در مقابل ایمنی شغلی	چندین کشته یا آسیب شدید مرگ و میر آسیب بستری شدن در بیمارستان روزهای کاری از دست رفته قابل ثبت کمک های اولیه تخلیه حفاظت در محل قابل گزارش به مراجع دولتی صدمه به اموال/تجهیزات اختلال در کسب و کار یا خسارت به تولید نکته: نمونه هایی از موارد فوق شامل طبقه بندی CCPS و API RP۷۵۴ می باشد.	تفاوت از نظر صلاحیت قضایی به عنوان مثال آمریکا: OSHA[1] PSM EPA[2] RMP BSEE SEMS DOT[3] , etc. اروپا: Seveso Directive [4]UK RIDDOR استرالیا: CMHF کانادا محیط زیست کانادا حمل و نقل کانادا قوانین ایالتی

۱-United States Occupational Safety and Health
۲-United States Environmental Protection Agency
۳-Department of Transportation
٤-Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrence Regulations

■ ۱-۲-۵ طبقه بندی بر اساس شدت

طبقه بندی یک رویداد بر اساس شدت واقعی رایج‌ترین سیستم طبقه بندی استفاده شده توسط شرکت‌ها برای شروع بررسی رویداد، تعیین ترکیب تیم بررسی و روش مورد استفاده برای بررسی می‌باشد. فواید استفاده از شدت واقعی برای طبقه بندی رویدادها؛ سادگی نسبی این طبقه بندی و در دسترس بودن راهنما جهت استفاده از آن است. عیب اصلی استفاده از شدت واقعی رویداد به منظور طبقه بندی این است که پتانسیل بدترین پیامدی که می‌تواند اتفاق بیفتد را مد نظر قرار نمی‌دهد. تعیین شدت بالقوه بسیار سخت‌تر است. از این رو افراد مسئول طبقه بندی رویدادها باید از عملیات فرآیندها آگاهی داشته و برای اطمینان از همکاری بین افراد مختلف آموزش‌های لازم را ببینند. آگاهی گسترده از سایر رویدادها در سایر صنایع نیز مفید می‌باشد. به علاوه، شدت واقعی ممکن است به صورت کافی پیچیدگی سیستم درگیر را نشان ندهد و می‌تواند مانع از انتخاب افراد مناسب برای تیم بررسی رویداد شود.

مثال‌هایی از طبقه بندی بر اساس شدت در زیر نشان داده شده است.

۱. راهنمای CCPS

CCPS در سال ۲۰۰۷ یک راهنما به منظور طبقه بندی رویدادهای مرتبط با فرآیند منتشر کرده است که می‌تواند به عنوان یک الگو در صنعت مواد شیمیایی و نفتی جهت اندازه‌گیری عملکرد ایمنی فرآیند از آن استفاده شود. این نسخه در سال ۲۰۱۱ بروز شد تا با نسخه اول API Recommended Practice 754 منتشر شده در سال ۲۰۱۰ هم راستا گردد. پس از آن API در سال RP 754، 2016 را به روزرسانی کرد (به بخش ۱-۲-۴ مراجعه کنید) و CCPS راهنمای خود را به منظور هم‌سو نمودن با API در سال ۲۰۱۸ به روز رسانی نمود.

راهنمای CCPS براساس رویکرد شدت رویداد (از آن به عنوان رویداد ایمنی فرآیند یاد می‌شود) قرار دارد. در این روش طبقه ۱ به معنی بدترین پیامد (یعنی شاخص گذشته نگر) و طبقه ۴ به معنی ارزیابی پیشگیرانه فعال (یعنی شاخص هادی) می‌باشد. طبقه‌های ۱ و ۲ رویدادهای ایمنی فرآیند با پیامدهای موثر بر ایمنی یا سلامت افراد، خسارت به اموال، انتشار مواد، تاثیر بر جامعه و اثرات زیست محیطی خارج از سازمان را پوشش می‌دهند. طبقه بندی رویداد در چهار سطح شدت پیامد در جدول ۲-۵ نشان داده شده است. این سطوح شدت پیامد به منظور گزارش عملکرد ایمنی شرکت‌ها و صنایع تهیه شده‌اند و شامل یک سیستم امتیازدهی برای نشان دادن شدت رویداد می‌باشند. اگر یک رویداد منفرد دارای چندین پیامد باشد، شدت پیامد افزایش خواهد یافت.

جدول ۲-۵ طبقه بندی شدت رویداد ایمنی فرآیند

امتیاز شدت	طبقه بندی پیامد				
	ایمنی و سلامت افراد	هزینه‌های مستقیم ناشی از آتش سوزی یا انفجار	انتشار مواد در هر دوره ۱ ساعته	تاثیر بر جامعه	تاثیر بر محیط زیست خارج از سازمان
۱ امتیاز	آسیب به یک کارگر، پیمانکار یا پیمانکار فرعی که علاوه بر کمک‌های اولیه نیاز به درمان نیز داشته باشد	هزینه‌های مستقیم بین یکصد هزار تا یک ملیون دلار		اقدامات حفاظت عمومی در محل یا پناهگاه رسمی اعلام شده (مانند بستن جاده) برای مدت کمتر از ۳ ساعت یا اعلام رسمی تخلیه به مدت کمتر از ۳ ساعت	هزینه‌های واقعی زیست محیطی بین یکصد هزار تا یک ملیون دلار
۳ امتیاز	روزهای دور از کار در نتیجه آسیب به یک کارگر، پیمانکار یا پیمانکار فرعی یا آسیب به شخص ثالث که علاوه بر کمک‌های اولیه نیاز به درمان داشته باشد	هزینه‌های مستقیم بین یک ملیون تا ده ملیون دلار		اقدامات حفاظت عمومی در محل یا پناهگاه رسمی اعلام شده (مانند بستن جاده) برای مدت بیشتر از ۳ ساعت اعلام رسمی تخلیه بین ۳ تا ۲۴ ساعت	هزینه‌های واقعی زیست محیطی بین یک ملیون تا ده ملیون دلار یا مرگ و جراحت در مقیاس کم در حیات وحش آبی یا خاکی
۹ امتیاز	مرگ یک کارگر، پیمانکار یا پیمانکار فرعی یا بستری شدن یک شخص ثالث در بیمارستان	هزینه‌های مستقیم بین ده ملیون تا صد ملیون دلار		اعلام رسمی تخلیه بین ۲۴ تا ۴۸ ساعت	هزینه های واقعی زیست محیطی بین ده ملیون تا صد ملیون دلار یا جراحت یا مرگ در مقیاس متوسط در حیات وحش آبی یا خاکی
۲۷ امتیاز	مرگ چندین نفر از کارگران، پیمانکاران یا پیمانکاران فرعی یا بستری شدن چندین نفر از اشخاص ثالث در بیمارستان یا مرگ یک نفر شخص ثالث	هزینه‌های مستقیم بیشتر از یکصد ملیون دلار		اعلام رسمی تخلیه بیشتر از ۴۸ ساعت	جراحت یا مرگ در مقیاس بزرگ در حیات وحش آبی یا خاکی

توجه: CCPS راهنماهای بیشتری در خصوص از بین رفتن کنترل‌ها، آسیب یا مرگ حیات وحش و... فراهم نموده است.

برخی از شرکت‌ها از رویکرد طبقه‌ای برای طبقه بندی رویدادها استفاده می‌کنند تا سطح اطلاع رسانی داخلی و نوع بررسی رویداد را تعیین نمایند. با توجه به سطح شدت واقعی، شرکت ممکن است تصمیم بگیرد مدیران شرکت را از رویدادهای جدی‌تر سطح ۱ مطلع کند (به عنوان مثال سطح شدت پیامد بیشتر از مرگ یک نفرباشد) و یک رویکرد دقیق‌تر و مفصل‌تری را برای بررسی رویدادهای با شدت کم اتخاذ کند. این موضوع با جزئیات بیشتر در بخش‌های ۳-۵ و ۴-۵ ارائه شده است.

در حالی که سطوح شدت پیامدها در جدول ۲-۵ ممکن است برای پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی برای اهداف گزارش دهی مناسب باشد، سطح هزینه‌های مستقیم مرتبط با اموال و اثرات زیست محیطی ممکن است برای طبقه بندی رویدادها در صنایع شیمیایی کوچک از جمله صنایعی که یک یا دو واحد فرآیند دارند نامناسب باشد. تاسیسات کوچک ممکن است علاقه به استفاده از تعاریف طبقه بندی دوم داشته باشند (هزینه‌های مستقیم آتش سوزی و انفجار از بیست و پنج تا یکصد هزاردلار) یا برای تعیین نوع بررسی هزینه‌های مستقیم سطح را به ترتیب اندازه کاهش دهند.

CCPS همچنین یک نرم‌افزار موبایل (ابزار ارزیابی رویداد ایمنی فرآیند) که با API RP 754 مطابقت دارد و برای در سیستم عامل‌های اندروید و اپل به صورت رایگان قابل دسترس است. یک نسخه دسکتاپ از این نرم‌افزار نیز با مثالهایی از ابزار ارزیابی رویداد ایمنی فرآیند (ورژن ۱.۰.۰) توسط CCPS در دسترس است. بعضی از شرکت‌ها نیز ممکن است شدت بالقوه یک رویداد را مدنظر قرار دهند و با توجه به شدت بالقوه رویداد، رویکرد بررسی دقیق‌تر و جزئی‌تر را با توجه به شدت واقعی انتخاب کنند. اداره بهداشت و ایمنی انگلستان بیان می‌کند که:

«پیامدهای بالقوه و احتمال تکرار وقایع نامطلوب باید سطح بررسی را تعیین کنند نه آسیب دیدگی یا بیماری ناشی از این واقعه».

راهنمای CCPS برای رویدادهای ایمنی فرآیند سطح ۳ شبه‌حوادث و فرصت ناشی از داده‌های ارزشمند برای بهبود مدیریت سیستم ایمنی فرآیند را مورد بحث قرار می‌دهد. به خصوص CCPS بیان می‌کند که:

«هنگام ارزیابی شبه‌حوادث ایمنی فرآیند، پیامدهای نامطلوب بالقوه در نظر گرفته می‌شوند. سطح واکنش به یک شبه حادثه (مانند بررسی، آنالیز و پیگیری) باید همانند پیامدهای واقعی یک رویداد تعیین شود».

تعیین شدت بالقوه ممکن است پیچیده باشد. توصیه می‌شود که افراد مسئول طبقه بندی رویدادها بر اساس شدت بالقوه در مورد روش طبقه بندی آموزش ببینند. اسناد اولیه CCPS یک راهنما برای چگونگی تعیین شدت بالقوه ناشی از از دست دادن حفاظ اولیه (LOPC[1]) یک ماده خطرناک (اشتعال‌پذیر یا سمی) تعیین کرده است (CCPS 2011). به منظور مدنظر قرار دادن اثرات شیمیایی بالقوه رویدادهای ایمنی فرآیند در طبقه ۱ به پیوست ۷ مراجعه شود.

۱- Los Of Primary Containment

۲. اقدام توصیه شده API 754

موسسه نفت آمریکا[1] (API) راهنمای مشابهی را برای شاخص‌های عملکرد ایمنی فرآیند، شامل ورودی CCPS تهیه و در ادامه ویرایش دوم نسخه توصیه شده را اصلاح و منتشر نمود. هدف این سند تعیین شاخص‌های هادی و تابع در صنایع پالایشگاهی و پتروشیمی و در راستای بهبود عملکرد ایمنی بود. API شاخص‌هایی را برای استفاده در هر دو سطح شرکت و سایت پیشنهاد می‌کند. به علاوه API یک راهنما را برای گزارش رویدادهای ایمنی فرآیند منتشر کرده است. دیگر سازمان‌های صنعتی شامل شورای صنایع شیمیایی اروپا (CEFIC 2016[2])، شورای بین المللی انجمن‌های شیمیایی (ICCA[3] 2016) و انجمن بین المللی تولید کنندگان نفت و گاز (IOGP 2011[4])با API RP 754 با تغییرات جزئی هم‌سو شده‌اند. همان‌طور که در بخش ۱-۲-۵ بحث شد؛ CCPS در سال ۲۰۱۸ راهنمای خود را با API RP 754 هم راستا نمود.

اگرچه API RP 754 برای گزارش استاندارد رویدادهای ایمنی فرآیند (بعنوان مثال رویداد ها) در نظر گرفته شده است، بعضی از شرکت‌ها از آن به عنوان ابزاری برای طبقه بندی و تعیین سطح و نوع بررسی رویداد استفاده می‌کنند. همانند راهنمای CCPS، شرکت‌ها ممکن است از شدت بالقوه جهت تعیین نوع بررسی استفاده کنند و شرکت‌های کوچک‌تر ممکن است معیارهای هزینه مستقیم را مطابق با عملکرد خود کاهش دهند.

۳. درخت منطقی

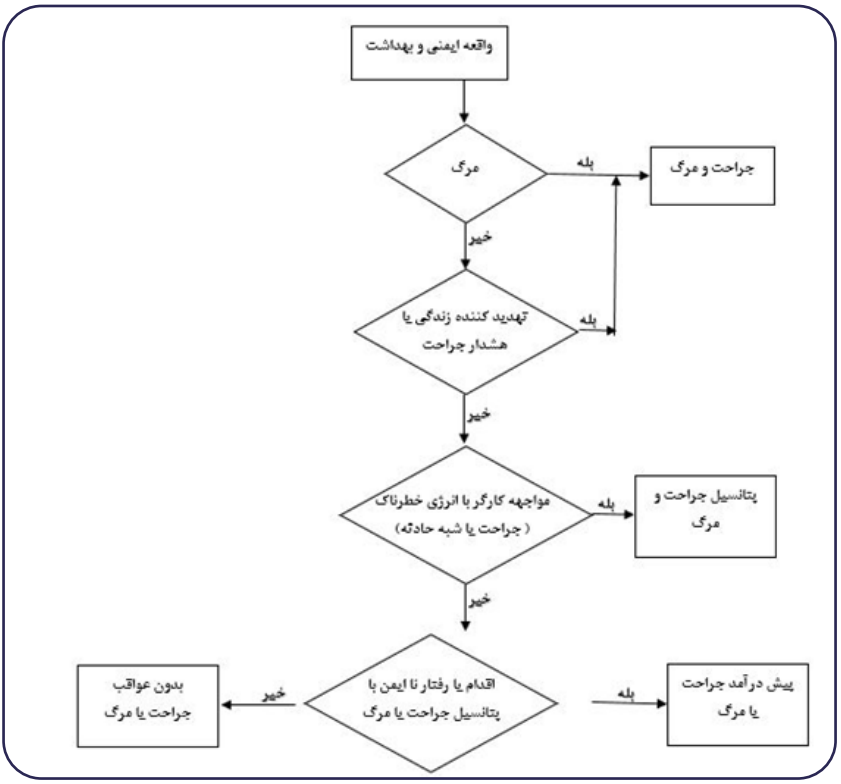
تعداد کمی از شرکت‌ها از رویکرد درخت منطقی به منظور طبقه بندی رویداد و تعیین نوع بررسی استفاده می‌کنند. مثالی از درخت منطقی در شکل ۱-۵ نشان داده شده است. درخت منطقی شامل سوالهای ساده با جواب‌های بله و خیر است. در این مثال آسیب‌های جدی بالقوه و واقعی و رویدادهای منجر به مرگ به صورت رسمی بررسی می‌شوند. اگر یک رفتار یا اقدام ناایمن منجر به هیچ یک از پیامدهای مرگبار یا جراحت نشده باشد، بررسی نشده و فقط برای آنالیز روند ثبت می‌شود مگر اینکه روند آن برای بررسی دارای اهمیت باشد.

۱- American Petroleum Institute

۲- European Chemical Industry Council

۳- International Council of Chemical Associations

٤-International Association of Oil & Gas Producers



شکل ۱-۵ درخت منطقی برای تعیین نوع طبقه بندی رویداد

مثالی از معیارهای استفاده شده در درخت منطقی به عنوان راهنما برای پاسخ به سوال‌های بله و خیر در جدول معیارهای سطح بندی رویدادهای ایمنی فرآیند در پیوست ۳ نشان داده شده است. این سند سطح بندی به منظور تعیین سطح شدت یک پیش‌ران یا یک واقعه بالقوه که ممکن است باعث یک جراحت جدی یا مرگ شود استفاده می‌شود تا تعیین کند که بررسی باید انجام شود یا نه.

معمولا این پیش‌رانها و واقعه‌های بالقوه مربوط به انتشار ماده شیمیایی در موارد زیر است:

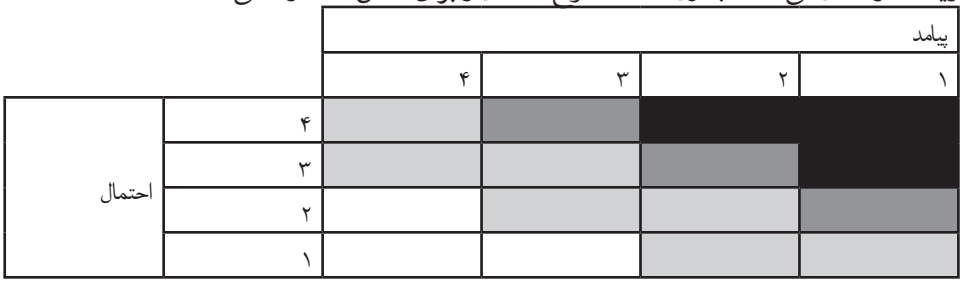
روش‌های کار ایمن (مانند ایزولاسیون انرژی (LO/TO[1])، ورود به فضای بسته، قطع مسیر، کار گرم، کنترل دسترسی‌ها و...)

نگهداری مواد شیمیایی

۱-Lockout/ Tagout

۴. ماتریس ریسک

یک رویکرد دیگر به منظور طبقه بندی رویداد استفاده از ماتریس ریسک ساده (ترکیب شدت پیامد و احتمال) می‌باشد. محور شدت بین شرکت‌ها متفاوت است و می‌تواند شدت واقعی یا شدت بالقوه را در زیر مجموعه‌ای گسترده منعکس کند، برای مثال طبقه بندی از کمک‌های اولیه یا آسیب جزئی تا مرگ یا آسیب کلی. مثالی از محور احتمال شامل تخمین بزرگی فرکانس احتمالی رویداد از یک بار وقوع در عمر صنعت تا یک بار وقوع در سال می‌باشد. حتی برای یک رویداد واقعی یک رتبه بندی بر اساس احتمال وقوع مجدد می‌تواند تعیین عدد ریسک، طبقه بندی، نوع و دقت بررسی را بالا ببرد. رویدادهای با شدت و احتمال بالا بررسی کامل و آنالیز علت‌های ریشه‌ای را لازم دارند، در حالی که رویدادهای با شدت و احتمال پایین ممکن است به رویکرد ساده‌تری نیاز داشته باشند. شکل ۲-۵ مثالی از یک ماتریس ریسک جهت طبقه بندی ریسک را نشان می‌دهد. جدول ۳-۵ سطوح احتمال را برای شکل ۲-۵ ارائه می‌دهد.



شکل ۲-۵ مثالی از ماتریس ریسک برای تعیین طبقه بندی رویداد

جدول ۳-۵ مثالی از سطوح احتمال برای تعیین طبقه بندی رویداد

طبقه‌بندی		توصیف
۱	بعید	حداقل یک بار در طول عمر صنعت اتفاق افتاده است.
۲	نادر	حداقل یک بار در طول عمر شرکت اتفاق افتاده است.
۳	غیرمحتمل	احتمال دارد یک بار در عمر تاسیسات اتفاق بیفتد.
۴	محتمل	احتمال دارد سالی یک بار در طول عمر تاسیسات اتفاق بیفتد.

■ ۲-۲-۵ حوزه قضایی محلی

اگر یک سازمان قانون گذار درگیر بررسی شود، طبقه بندی و اطلاع رسانی بیشتری ممکن است مورد نیاز باشد. برای مثال در ایالات متحده برخی از رویدادهای قابل گزارش به آژانس حفاظ از محیط زیست (EPA) ممکن است باعث طبقه بندی دیگری از رویداد شوند و اقدامات دیگری نیز مورد نیاز باشند. به طور مشابه

در کانادا و ژاپن خرابی مخازن یا تجهیزات تحت فشار، قابل گزارش به مراجع قضایی محلی هستند. تایید کنندگان گزارش دهی ممکن است شامل نمایندگان محلی نیز بوده و ترکیب تیم بررسی رویداد ممکن است به منظور برآورده نمودن برخی الزامات قانونی یا تأمین برخی منافع شرکت تغییر کند.

■ ۳-۲-۵ سایر گزینه برای تعیین معیارهای طبقه بندی

علاوه بر رویکردهای بحث شده در بالا، شرکت‌ها از روش‌های دیگری نیز برای طبقه بندی رویدادها استفاده می‌کنند که شامل موارد زیر می‌باشد ولی محدو به آن‌ها نمی‌شود:

۱. هزینه مستقیم

ارزش مالی از دست رفته مستقیم، توقف تولید، آسیب یا صدمه، گاهی اوقات به عنوان یک طبقه مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موضوع مشابه طبقه بندی CCPS یا API برای صدمه به دارایی‌ها یا اثرات زیست محیطی می‌باشد و اغلب با توجه به پوشش بیمه یا ساختار مالی شرکت تعیین می‌شود.

۲. تجربه بررسی کننده

این نوع طرح طبقه بندی، سطح تجربه بررسی کننده اصلی را بر اساس شدت حادثه مشخص و ترکیب تیم را به رهبر تیم واگذار می‌کند. این رویکرد به آموزش و تجربه رهبر تیم بستگی دارد تا اعضای مناسب تیم را تعیین نماید.

۳. از دست رفتن محصولات

از دست رفتن محصولات ممکن است به عنوان معیاری برای طبقه بندی استفاده شود و می‌تواند در واحد ساعت، روز یا هفته برای توقف پیش‌بینی شده باشد. بهبود بهتر در آن، تخمین شدت بالقوه و واقعی اثرات چند رویداد می‌باشد. انجام چنین اقدامی بسیار نادر است و سازمانها بهتر است سریعا تصمیم بگیرند به جای اینکه منتظر جمع‌آوری داده‌های تکمیلی شوند.

● ۳-۵ اطلاع رسانی رویداد

با توجه به شدت و نوع رویداد ممکن است نیاز باشد ذی‌نفعان مختلفی مطلع گردند. این ذی‌نفعان ممکن است داخلی (مثلا مدیران شرکت و واحدهای اصلی) و یا خارجی (مثلا آژانس‌های نظارتی، شرکا و دولت محلی) باشند. همه اطلاع رسانی‌های خارجی باید از روش‌های اجرایی و خط مشی اطلاع رسانی شرکت پیروی کنند. اطلاع رسانی به موقع می‌تواند بلافاصله بعد از وقوع رویداد چالش انگیز باشد. شکل و زمان بندی اطلاع رسانی‌های خارجی باید تعیین شده و داخل سیستم مدیریت قبل از وقوع رویداد ادغام

شود. طرح واکنش به شرایط اضطراری شرکت و یا سیستم بررسی رویداد باید نحوه مدیریت این ارتباطات و همچنین نحوه اطلاع رسانی به واحدهای واکنش‌دهنده به شرایط اضطراری را مد نظر قرار دهند بدین منظور ممکن است، یک چک لیست حاوی مخاطب‌های کلیدی و شماره‌های تلفن آن‌ها تهیه و بروز نگه داشته شود. با این اطلاعات، به راحتی می‌توان اطلاع رسانی لازم را سریع و به درستی انجام داد.

■ ۵-۳-۱ اطلاع رسانی شرکت

اطلاع رسانی اولیه به دفتر مرکزی شرکت ممکن است مدیران و واحدهای اصلی شرکت (مانند HSE، امور حقوقی و... (را از وقوع رویداد مطلع سازد. برخی از شرکت‌ها فقط هنگام وقوع رویدادهای جدی به اطلاع رسانی نیاز دارند در این صورت رویدادهای وارد پایگاه داده گزارش دهی شرکت می‌شوند. برای مثال برخی از شرکت‌ها فقط نیاز دارند تا مدیران و واحدهای آن‌ها از رویدادهای سطح ۱ و۲ CCPS آگاه شوند (پیوست ۷). چنین رویدادهایی ممکن است بر اعتبار شرکت و مجوز فعالیت آن تاثیر داشته باشند و رویکرد بررسی دقیق‌تری را طلب کنند. برخی از شرکت‌ها نیاز به اطلاع رسانی اولیه در یک بازه زمانی مشخص دارند (به طور معمول از ۸ ساعت تا یک روز).

این اطلاع رسانی داخلی ممکن است مکانیسم‌هایی برای شروع بخش‌های خاصی از سیستم مدیریت بررسی رویداد و برای سایر تصمیم گیرندگان مرتبط ایجاد کند (بخش ۵-۴).

اطلاع رسانی اولیه اغلب بر پایه طبقه بندی شدت واقعی رویداد می‌باشند. گاهی اوقات ممکن است در تعیین شدت بالقوه تا زمانی که اطلاعات بیشتری در مورد رویداد در دسترس نیست تاخیر ایجاد شود. در این مورد اگر شدت بالقوه بزرگتر از شدت واقعی باشد یک اطلاع رسانی جدید مورد نیاز خواهد بود. برخی شرکت‌ها نیازمند اطلاع رسانی رویدادهای با پتانسیل بالا (مانند ردیف 1 CCPS یا API بزرگتر یا مساوی یک مورد فوتی) دارند حتی اگر شدت واقعی کم (مانند جراحت منجر به زمان از دست رفته یا شبه‌حادثه) هستند.

■ ۵-۳-۲ اطلاع رسانی به سازمان‌ها

با توجه به حوزه قضایی، سازمان‌های قانونی ممکن است ارتباطات شفاهی یا مکتوب در مورد وقوع یک رویداد شدید را الزامی کنند. یک بازه زمانی اغلب برای این ارتباطات مشخص شده و به طور معمول متفاوت است، برای مثال ۸ ساعت توسط OSHA برای حوادث منجر به فوت و ۲۴ ساعت برای حوادث منجر به بستری یا جراحت شدید تعیین شده است. در برخی موارد زمان طولانی‌تری اجازه داده شده می‌شود. برای مثال در بریتانیا زیر نظر قوانین RIDDOR (HM Government 2013)، حادثه منجر به فوت یا بستری افراد غیر از کارمند باید تا ۱۰ روز گزارش شود.

در مواردی که اطلاع رسانی از طریق تلفن کافی است، توصیه می‌شود که شخص گزارش‌دهنده رویداد، یک یادداشت از این گزارش شفاهی داشته باشد و در آن زمان، فرد حادثه دیده، میزان اطلاعات ارائه شده و

هرگونه دستورالعمل یا درخواست خواسته شده توسط سازمان را ثبت نماید. برخی مراجع قانونی ممکن است از یک خط تلفن با قابلیت ضبط صدا استفاده کنند و شخص گزارش‌دهنده رویداد باید یک یادداشت مشابه داشته باشد.

در برخی مراجع قضایی ممکن است اطلاع رسانی اولیه مبنای پیروی از الزامات قانونی توسط شرکت در زمینه شروع به موقع روند بررسی باشد.

▪ ۳-۳-۵ اطلاع رسانی به دیگر ذینفعان

با توجه به شرایط ممکن است اطلاع رسانی به دیگر ذینفعان مناسب باشد. این اطلاع رسانی ممکن است از طریق سیستم مدیریت شرکت یا سایت مربوطه مدیریت شود و شامل موارد زیر بوده ولی محدود به آن‌ها نیست:

اعضای خانواده
صنایع همجوار
جامعه همجوار
رسانه‌های خبری (درصورت نیاز)
شرکت‌های بیمه

▪ ۴-۳-۵ سایر اطلاع رسانی‌ها

وقتی که بررسی در مرحله نهایی بوده یا تمام شده است، دیگر اطلاع رسانی‌های داخلی یا خارجی با توجه به شرایط خاص ممکن است نیاز باشد. در این حالت برخی اطلاع رسانی‌ها باید در سیستم بررسی رویداد مدیریت شوند. اطلاع رسانی خارجی شرکت باید از خط مشی و روش‌های اجرایی شرکت پیروی کند. مثال‌هایی از اطلاع رسانی‌های بعدی می‌تواند شامل پیگیری اطلاع رسانی اولیه و هشدارهای ایمنی بر اساس یافته‌های بررسی موقت یا نهایی مربوط به موارد زیر باشد:

رویدادهایی که پتانسیل قرار دادن افراد در معرض ریسک‌های ایمنی را دارند
استفاده از برخی از تجهیزات خاص، مکان‌ها و ماشین آلات به منظور کمک به از بین بردن ریسک‌ها
استفاده از اقدامات اصلاحی بر پایه اطلاعات جمع‌آوری شده حین بررسی رویداد

این اطلاعات می‌تواند برای کاهش رویدادهای مشابه در محیط کار مورد نظر و دیگر محیط‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

۴-۵ نوع بررسی

بعضی از شرکت‌ها سیستم‌های بررسی رویداد یا رویکردهای بررسی متفاوتی با توجه به نوع رویداد یا طبقه بندی رویداد دارند. برای مثال یک شرکت ممکن است سیستم بررسی متفاوتی برای ایمنی شغلی، ایمنی فرآیند و قابلیت اطمینان تجهیزات داشته باشد. از سوی دیگر، شرکتی ممکن است بررسی زیاد و دقیق‌تری از یک رویداد با شدت بالا که باعث از دست رفتن حفاظ‌ها ولی بدون آسیب به افراد شده است را مد نظر قرار دهد.

■ ۱-۴-۵ از کدام سیستم بررسی باید استفاده کرد؟

اگرچه برخی شرکت‌ها ممکن است سیستم بررسی متفاوتی داشته باشند، رویکرد بررسی و آموزش مشابهی ممکن است در هر جنبه از کسب و کار موثر باشد. ترکیب سیستم‌ها و به طور خاص ترکیب پایگاه داده‌های رویداد مفید است زیرا مجموعه بیشتری از داده‌ها برای تجزیه و تحلیل روند وجود خواهد داشت و عوامل علیت مشترک و ناکارامدی‌های سیستم مدیریت ممکن است به راحتی شناسایی شوند. این رویکرد همچنین کمک می‌کند تا از بررسی مناسب همه جنبه‌های رویداد اطمینان حاصل شود.

یک ملاحظه مرتبط این است که رویدادها می‌توانند بیش از یک جنبه از یک کسب و کار را تحت تاثیر قرار دهند. جدول ۷ این نکته را برای یک رویداد نشان می‌دهد که شامل انتشار ۱۰۰۰ پوند سیکلوهگزان از سیستم پاشش در یک تاسیسات تولید پلیمر است. رویداد آسیبی به افراد و صدمه قابل توجهی به محیط زیست وارد نکرده است اگرچه گزارش به سازمانهای قانونی مورد نیاز بوده است. اتفاق و اقدامات انجام شده بعد از انتشار باعث خاموش شدن فرآیند به مدت ۹ ساعت شده و باعث از بین رفتن ۳۰۰۰ پوند از محصولات شده است (مقادیر در جدول ۵-۴ از مقیاس کیفی که در آن ۱۰ تاثیر بسیار زیاد و ۰ بدون تاثیر خواهد بود).

جدول ۵-۴ مثالهایی از اثرات انتشار ۱۰۰۰ پوند سیکلوهگزان

جنبه تجاری	پیامد واقعی رویداد	پیامد بالقوه رویداد
ایمنی (انسان یا مردم)	۰	۱۰
محیط زیست (آسیب به طبیعت)	۱	۳
کیفیت (آسیب به محصولات)	۳	۳
قابلیت اطمینان (آسیب به بهره وری فرآیند)	۵	۱۰
سرمایه (آسیب به سرمایه، تاسیسات و تجهیزات)	۱	۱۰
خدمات مشتری (آسیب به ارتباطات با مشتریان)	۲	۱۰

از هر دو دید پیامد واقعی و بالقوه انتشار سیکلوهگزان، همه جنبه‌های کسب و کار را تحت تاثیر قرار داد. این رویداد یک شبه حادثه برای ایمنی و یک رویداد شدید برای دیگر جنبه‌های کسب و کار است. انجام شش

بررسی یا بیشتر باعث از بین رفتن وقت و منابع خواهد شد. انجام یک بررسی که تمام جنبه‌های مورد نیاز کسب و کار را مد نظر قرار دهد یک رویکرد ساده و احتمالا موثر می‌باشد.

■ ۲-۴-۵ رویکرد بررسی

رویدادهایی که به عنوان سطح ۱ یا ۲ CCPS طبقه بندی می‌شوند (برای مثال یک یا چند حادثه منجر به فوت) ممکن است اثراتی بر اعتبار شرکت و مجوز فعالیت آن داشته باشد و ممکن است واکنش متفاوت و رویکرد بررسی شرکت را توجیه کند. شرایطی که ممکن است بر شهرت سازمان تاثیر بگذارند شامل موارد زیر می‌باشد ولی محدود به آن‌ها نمی‌شود:

۱. مکان تاسیسات، ۲. سوابق رویدادهای گذشته، ۳. علاقه‌مندی رسانه‌ها، ۴. آسیب به ارتباط با دولت، سازمان‌های قانونی و جامعه محلی.

بعد از رویدادهای جدی شامل رویدادهای منجر به مرگ یا رویدادهایی که اعتبار و مجوز فعالیت سازمان را تحت تاثیر قرار می‌دهند، مدیران شرکت ممکن است سیستم‌های مدیریت بحران خود را فعال کنند که شامل درگیر کردن مشاور حقوقی سازمان و انتخاب یک رهبر تیم بررسی رویداد و اعضای کلیدی تیم که مستقل از محل رویداد باشند. علاوه بر این ممکن است بررسی دقیق‌تری از رویدادهایی با شدت کمتر مورد نیاز باشد. به عنوان مثال بسته به شرایط، یک بررسی دقیق‌تر و تجزیه وتحلیل علت ریشه‌ای ممکن است شامل موارد زیر باشد:

تجزیه و تحلیل نمونه فرآیند
تجزیه و تحلیل قانونی آتش سوزی و انفجار
بازرسی تجهیزات و آزمایش
شبیه‌سازی فرآیند
تجزیه و تحلیل متالورژی
تجزیه و تحلیل واکنش پذیری مواد شیمیایی
مطالعات مهندسی

برخی از شرکت‌ها رویدادهای با شدت کمتر مانند رویدادهایی که نیاز به کمک‌های اولیه دارند یا رویدادهای طبقه ۳ و ۴، CCPS را در داخل تاسیسات و با استفاده از رویکردهای ساده‌تری بررسی رویداد، مدیریت می‌کنند. با این وجود این رویکرد باید از روش‌های ثابت شده برای تعیین علت یا علت‌های ریشه‌ای استفاده کند. اگرچه API Recommended Practice 858(API، 2014) در ابتدا به عنوان راهنمایی برای بررسی رویدادهای یکپارچگی تجهیزات تحت فشار تدوین شده بود، اما شامل راهنمای مفیدی درباره چگونگی بررسی رویدادهای با شدت پایین، متوسط و کم نیز می‌باشد.

۵-۵ خلاصه

توسعه یک سیستم طبقه بندی با اهداف گزارش و همچنین کمک به تعیین نوع بررسی مورد نیاز مهم می‌باشد. در عمل سیستم‌های طبقه بندی متفاوتی وجود دارد که معمول‌ترین آن‌ها روش‌هایی است که پیامدهای واقعی و بالقوه را مدنظر قرار می‌دهند. انتخاب سیستم ممکن است تحت تاثیر سازمانهای قانونی محلی و معیارهای گزارش دهی صنعت باشد. معیارهای طبقه بندی و ارتباطات مرتبط و الزامات تیم بررسی باید قبل از وقوع رویداد در سیستم مدیریت گنجانده شوند.

۶

فصل ششم

ایجاد و رهبری یک تیم بررسی رویداد

ایجاد و رهبری یک تیم بررسی رویداد

بررسی دقیق و کامل یک رویداد به توانایی‌ها و سازماندهی تیم بررسی‌کننده و رهبری آن بسیار وابسته است. به همین جهت دانش، مهارت‌های فنی، تخصص و توانایی‌های ارتباطی هر یک از اعضاء در هنگام ایجاد تیم بررسی مورد توجه قرار می‌گیرد. این فصل به موضوعاتی از جمله انتخاب افراد مناسب جهت رهبری و مشارکت در بررسی رویداد می‌پردازد و توصیه‌هایی را جهت توانمندسازی افراد تیم و مدیریت منابع ارائه می‌دهد.

۱-۶ رویکرد تیمی

بررسی یک رویداد چه در زمانی که تیم‌های بزرگ رویدادهای عمده و چه در زمانی که تیم‌های یک یا دو نفره رویدادهای کوچک را بررسی می‌کنند (فارغ از تعداد اعضای تیم) زمانی سودمند خواهد بود که تیم قادر به استفاده موثر و مداوم از همه روش‌های انتخاب شده باشد. سازمان‌هایی که دارای تیم‌های موثر بررسی رویداد هستند می‌توانند علاوه بر ایمنی فرآیند، از مزایای این تیم در سایر جنبه‌های کسب و کار خود مانند بهبود عملکرد در کیفیت محصولات، تولید، مسئولیت‌های محیطی و اخلاقی بهره‌مند شوند. با هر بار بررسی رویداد به صورت صحیح، سازمان‌ها می‌توانند از دانش جمع‌آوری شده در جهت پیشگیری از رویدادهای آتی استفاده کنند.

ترکیب و مأموریت یک تیم بررسی رویداد باید بر اساس نوع و شدت آن و یا در مورد شبه‌حوادث با توجه به پتانسیل بالقوه آسیب رسانی آن‌ها تعیین شود. ترکیب یک تیم بررسی می‌تواند میزان یادگیری ایجاد شده از رویداد را (بدون توجه به شدت رویدادها) منعکس کند. به عنوان مثال، ممکن است به منظور بررسی یک

رویداد جزئی که نیازی به درمان پزشکی ندارد، ضرورتی نباشد تا از با تجربه‌ترین افراد سازمان استفاده شود. با این وجود، در صورتی که یک رویداد مثل نشت جزئی گاز، یک نقص عمده در سیستم یکپارچگی سرمایه را نشان کند، یک سازمان ممکن است متخصصان بیشتری را به تیم بررسی اختصاص دهد. افزون بر این، اگر شاخص‌های عملکرد ایمنی مجموعه‌ای از رویدادهای جزئی را نشان دهند که دارای پیشگویی کننده‌ها و یا دلایل رخداد یکسانی باشند، شاید لازم باشد یک بررسی سطح بالاتری انجام گیرد. به طور کلی انتخاب تیم به شرایط، پیچیدگی و شدت (واقعی یا بالقوه) رویداد بستگی دارد. برای مثال ممکن است یک رویداد بزرگ که دارای یک فرآیند ساده است به تعداد بررسی کننده‌های کمتری نسبت به یک رویداد کوچک ولی با فرآیند پیچیده نیاز داشته باشد.

با وجود اینکه برای همه بررسی‌ها استفاده از یک فرد (بررسی کننده) با تجربه ضروری نیست، ولی افراد (بررسی کننده های) با تجربه می‌توانند با مشاوره، تضمین کیفیت و همکاری از بررسی حمایت کنند. همچنین، لازم نیست که رهبر تیم یکی از مدیران یا سرپرستان خط باشد (مدیر صف[۱])، ولی با این حال، مهم است که به رهبر بررسی، آموزش کافی، حمایت و اختیارات کافی توسط مدیریت داده شود.

۲-۶ مزایای رویکرد تیمی

استفاده از رویکرد تیمی در بررسی رویداد دارای مزایای زیادی می‌باشد.

۱. **چندین دیدگاه فنی به تجزیه و تحلیل یافته‌ها کمک می‌کند؛** برای نتیجه‌گیری، از فرآیند تجزیه و تحلیل ساختار یافته استفاده می‌شود. افرادی با مهارت‌ها و دیدگاه‌های متنوع به بهترین وجه می‌توانند کمک‌کننده‌باشند.

۲. **دیدگاه‌های متنوع شخصی باعث افزایش عینیت نتایج می‌شود؛** در مقایسه با یک بررسی‌کننده، یک تیم در نتیجه‌گیری خود کمتر ذهنی یا مغرضانه عمل می‌کند. احتمال پذیرش نتیجه‌گیری صورت گرفته توسط تیم، در سازمان بیشتر از قبول نتیجه‌گیری صورت گرفته توسط یک بررسی‌کننده است.

۳. **بررسی متقابل در داخل تیم می‌تواند کیفیت را افزایش دهد؛** اعضای تیم با دانش مربوط به فرآیند تجزیه و تحلیل، آمادگی بیشتری برای بررسی کار یکدیگر و ارائه نقد سازنده دارند.

۴. **در دسترس بودن منابع بیشتر؛** بررسی رسمی می‌تواند دارای فعالیت‌های زیادی باشد و ممکن است از توانایی‌های یک نفر فراتر رود. اگر یک نفر بیشتر کارها را انجام دهد، ممکن است کیفیت به خطر بیفتد.

۵. **رعایت الزامات موجود در برنامه راحت‌تر می‌باشد؛** با توجه به مهلت تعیین شده توسط مدیریت، ذی نفعان خارجی یا رهبر تیم ممکن است الزام نمایند تا چندین فعالیت به طور موازی انجام شوند. این موضوع یک رویکرد تیمی را می‌طلبد.

۶. **الزام مراجع نظارتی به رویکرد تیمی؛** برای مثال قوانین خاص مانند قوانین مدیریت ایمنی فرآیند OSHA در ایالات متحده، رویکرد تیمی را برای بررسی رویداد مناسب می‌دانند. مدیریت باید از این موضوع

۱- line management

آگاه باشد که آیا تاسیسات تحت چنین مقرراتی قرار می‌گیرد یا خیر.

۷. **مشارکت نیروی کاری؛** مشارکت در یک تیم بررسی رویداد فرصتی را برای تعامل با کارگران فراهم می‌کند تا بتوانند یاد بگیرند و مشارکت داشته و در ارائه توصیه‌ها به اعضای تیم کمک کنند.

۶-۳ رهبری (هدایت) یک تیم بررسی رویداد ایمنی فرآیند

همان‌طور که در فصل چهار توضیح داده شد، یک سیستم بررسی موثر رویداد به عوامل زیادی از جمله به تعهد، حمایت و اقدامات مدیریت بستگی دارد. یک سیستم مدیریتی که حمایت سازمانی و رهبری یک تیم قوی را فراهم کند، در درک آنچه اتفاق افتاده، تعیین عوامل علی، کشف علت‌های ریشه‌ای، تدوین برنامه‌های پیشگیری از رخداد مجدد و به اشتراک گذاشتن یادگیری در داخل و خارج از شرکت به تیم بررسی کمک خواهد کرد. انتخاب رهبر تیم بررسی رویداد به عوامل مرتبط با رویداد بستگی دارد، از جمله:

۱. پیچیدگی و شدت واقعی (یا بالقوه) رویداد؛
۲. پیامدهای آن در مورد بهداشت، ایمنی، محیط زیست یا وقفه در کسب و کار؛
۳. پیچیدگی پیش‌بینی شده بررسی.

رویکردهای مختلف برای تعیین دامنه و اندازه بررسی رویداد در بخش ۵-۶ و شکل ۱-۶ شرح داده شده و انتخاب رهبر تیم تابعی از مقیاس و نوع رویداد خواهد بود. با این حال، توانایی‌های عمومی رهبر بررسی مشابه آن‌ها خواهد بود و باید شامل شایستگی‌ها و ویژگی‌های زیر باشد:

- توانایی و تجربه رهبری از جمله تجربه ایمنی فرآیند
- مهارت‌های ارتباطی با تمام سطوح سازمان و سایر ذینفعان (کلامی، کتبی و ارائه)
- حل مسئله / تفکر منطقی و سیستماتیک
- عینی گرایی
- برنامه‌ریزی و سازمان دهی
- تعهد به ایمنی
- مهارت‌های بررسی در مورد رویدادهای فنی
- مهارت و تجربه مدیریت تعارض
- توانایی اداره رازداری و حساسیت اطلاعات

شرایط انتخاب و آموزش رهبر و سایر اعضای تیم بررسی رویداد در بخش ۴-۶ شرح داده شده است. رهبران تیم باید برای انواع و سطوح مناسب بررسی که به آن‌ها اختصاص داده شده، شناسایی شده و آموزش ببینند. در حالت ایده آل، سرپرست تیم باید مستقل از رویداد رخ داده شده باشد، اگرچه این کار همیشه ممکن یا عملی نیست، به ویژه در بررسی رویدادهای سطح پایین‌تر. برای مثال در برخی از مواقع ممکن است مدیر مجموعه رهبری تیم را بر عهده داشته باشد در حالی که علت رخ داد رویداد به سیستم مدیریت وی مربوط می‌شود. در چنین شرایطی لازم است یک نظارت مستقل توسط مدیر همتراز یا مدیر ارشد بر فرآیند بررسی

صورت پذیرد و در صورت لزوم یک مسیر برای اقدامات بیشتر مشخص گردد.

غالبا، اولین وظیفه رهبر تیم بررسی، شناسایی سیستماتیک منابع مورد نیاز و معرفی افراد و سازمان‌هایی است که باید در بررسی شرکت کنند. مشابه انتخاب رهبر تیم توسط مدیریت، رهبر نیز باید اعضای تیم را بر اساس شدت و ماهیت رویدادها انتخاب کند. رهبر تیم ممکن است بر اساس نیاز، متخصصان مختلف را درگیر فرآیند بررسی کند. این موضع به متخصصان این امکان را می‌دهد بدون تأثیر بر برنامه‌های کاری معمول خود، روی زمینه‌های اصلی تمرکز کنند. این متخصصان می‌توانند کارشناسان داخلی شرکت و یا افرادی که به صورت قراردادی با شرکت همکاری می‌کنند، باشند. کارشناسان پاره وقت باید با دقت مدیریت شوند تا اطمینان حاصل شود که پایبندی به دامنه تعریف شده وجود دارد، اولویت‌های رقابتی در نظر گرفته شده¬اند و هزینه‌ها کنترل می‌شود.

سیستم مدیریت بررسی رویداد سازمان باید مسئولیت‌ها و اختیارات رهبر تیم را مشخص کند. پس از تعیین این مسئولیت‌ها و اختیارات، رهبر تیم باید با مدیریت ارشد ملاقات کند تا کلیه مسئولیت‌ها و اختیارات (به عنوان مثال، انتخاب اعضای تیم، منابع مالی و فنی) مرتبط با بررسی را ارزیابی کرده و به توافق بررسی، سپس تمامی این موارد باید به طور کامل مستند شوند. معمولا وظایف رهبر تیم شامل موارد زیر می‌شود:

- اطمینان از تناسب فعالیت‌های بررسی رویداد با شرکت، سایت و اقدامات ایمن‌سازی صحنه[۱]
- اطمینان از شناسایی مناطق با دسترسی محدود و اطمینان از کنترل دسترسی به آن‌ها
- اطمینان از حفظ شواهد
- اطمینان از اینکه فعالیت تیم بررسی منجر به حداقل اخلال در فعالیت بقیه بخش‌ها می‌شود
- هدایت و مدیریت تیم در بررسی، تعیین اولویت‌ها و اطمینان از تحقق اهداف و برنامه‌ها
- انجام وظیفه به عنوان سخنگوی اصلی تیم و مسئول ارتباط با سایر سازمان‌ها و طرف‌های ذینفع از جمله سازمان‌های دولتی
- تهیه گزارش وضعیت و سایر گزارش‌های موقت و مستند نمودن یافته‌ها و نگرانی‌ها و فعالیت‌های مهم تیم
- مطلع نمودن مدیریت ارشد از وضعیت، پیشرفت کار و برنامه‌ها
- سازماندهی فعالیت‌های تیم شامل زمان بندی، برنامه‌ریزی و جلسات
- واگذاری وظایف به اعضای تیم متناسب با مهارت‌ها، دانش، توانایی‌ها و تجربیات فردی آن‌ها
- تهیه و مدیریت منابع مورد نیاز برای تحقیق
- شروع درخواست‌های رسمی برای کسب اطلاعات، مصاحبه با شاهدان، انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی و حمایت‌های فنی یا اداری
- اطمینان از کنترل اطلاعات اختصاصی و سایر اطلاعات حساس
- ارائه بازخورد ساختاریافته به اعضای تیم و سرپرستان آن‌ها در رابطه با عملکرد آن‌ها در بررسی به‌منظور کمک به

۱- Sense safety practice

پیشرفت بررسی‌ها و حمایت از بهبود مستمر آن‌ها (نگاه کنید به فصل ۱۵، جدول ۵-۱۵).

۶-۴ ترکیب بالقوه تیم

ترکیب و وظیفه یک تیم به ماهیت، نوع و اندازه رویداد بستگی زیادی دارد. انتخاب یک تیم برای بررسی همه رویدادها عملی یا مطلوب نیست. پرسنل باید برای شرکت در بررسی‌ها بر اساس مهارت‌های خاص، تجربه، در دسترس بودن و نقش‌های لازم برای بررسی رویداد، انتخاب گردند. همچنین بررسی یک فرصت مناسب برای آموزش سایر پرسنل در رابطه با چگونگی بررسی و تربیت یک رهبر جهت بررسی‌های آینده می‌باشد. لذا به‌کار گرفتن پرسنلی که هرگز درگیر بررسی رویداد نبوده‌اند می‌تواند سودمند باشد. فرآیند بررسی می‌تواند یک فرصت مناسب برای آن‌ها جهت تعامل با نیروی کار و انتقال یادگیری‌های به‌دست آمده از بررسی به سازمان باشد. با گذشت زمان، این رویکرد مجموعه‌ای از کارکنان آموزش دیده و باتجربه را که با روند بررسی آشنا هستند تربیت خواهد کرد.

یک تیم بررسی رویداد معمولا شامل اعضای زیر می‌شود:

- رهبر تیم
- اپراتور فرآیند (حداقل یک کارگر از واحدی که رویداد در آن رخ داده است)
- مهندسین فرآیند
- متخصص ایمنی فرآیند
- متخصص تعمیر و نگهداری / بازرسی

کارکنان تولید و تعمیرات و نگهداری که درگیر رویداد هستند باید به عنوان شاهد، بخشی از فرآیند بررسی باشند. با این وجود، به دلیل تعصب احتمالی یا عدم عینی گرایی، انتصاب این افراد به عنوان عضو اصلی در تیم بررسی معمولاً صحیح نخواهد بود. جهت تسهیل بررسی حداقل یک عضو تیم باید با روش بررسی که تیم از آن استفاده خواهد کرد، آشنا باشد. این شخص لزوماً رهبر تیم نمی‌باشد.

سایر افراد مشارکت‌کننده می‌توانند با توجه به ماهیت رویداد به صورت تمام وقت و یا پاره وقت به صورت مشاوره‌ای در تیم فعالیت کنند. استفاده از افرادی که واقعاً می‌دانند چه اتفاقی افتاده در تیم مهم است و نباید تنها به افرادی که فرض می‌کنند که چه اتفاقی افتاده است اکتفا نمود. در انتخاب تیم باید افراد دارای نقش و صلاحیت‌های مرتبط انتخاب شوند تا این افراد در بین سایر ذینفعان مانند کارکنان، واحدهای دیگر سازمان، نمایندگان اتحادیه‌ها، گروه‌های مختلف جامعه، سازمان‌های نظارتی و ادارات حقوقی معتبر باشند.

موقعیت‌های شغلی که در نظر گرفته می‌شوند باید بر اساس ماهیت و مقیاس رویداد باشند و ممکن است موارد زیر را شامل شوند:

- پرسنل واکنش در شرایط اضطراری مانند رئیس آتش نشانی
- متخصص (بررسی کننده) آتش ؛ برای کارشناسی در جهت کمک به تعیین منشاء و علت آتش سوزی

- متخصص (بررسی کننده) انفجار؛ برای کارشناسی در تعیین احتراق و فیزیک مربوط به انفجار
- مهندس /طراح کنترل فرآیند (برق / ابزار دقیق)
- متخصص نرم‌افزار رایانه
- متخصص بازیابی اطلاعات / داده‌های پزشکی قانونی
- تکنسین‌های ابزار، تکنسین‌های بازرسی و تکنسین‌های تعمیرات و نگهداری
- مهندس تعمیرات و نگهداری
- مهندس عمران یا سازه
- واحد ساخت و ساز
- پیمانکار درگیر
- واحد خرید یا فروشگاه
- نماینده سازنده تجهیزات اصلی (OEM)[۱]؛ مهندس یا تیم خدمات کارخانه
- مهندس مواد / خوردگی / متالورژی / تجزیه و تحلیل خرابی
- متخصص تجهیزات دوار
- بهداشت صنعتی
- محقق یا متخصص محیط زیست
- متخصص شیمی / خدمات آزمایشگاهی
- متخصص تضمین کیفیت
- پرسنل فنی پژوهش
- متخصص عوامل انسانی
- سایر مشاوران فنی یا متخصص تجهیزات
- نماینده منابع انسانی
- کارکنانی که اخیراً بازنشسته شده‌اند و دارای دانش، مهارت یا تجربه مرتبط هستند
- افراد شرکت‌کننده در مذاکرات بین کارکنان با کارفرما

برخی افراد می‌توانند دیدگاه‌های بی‌طرفانه، جدید و عینی را در بررسی‌های مطرح کنند از جمله افرادی از تیم که از قسمت دیگری از سازمان می‌آیند، پیمانکاران باتجربه و کارکنان پاره وقت. بعضی از شرکت‌ها از انتخاب مدیران یا پرسنل نظارتی (حداقل از همان سایت یا واحد) به عنوان اعضای تیم خودداری می‌کنند، زیرا ممکن است این افراد مانع گفتگوی آزاد بین اعضای تیم شوند و ممکن است نتیجه‌گیری و توصیه‌ها را تحت تأثیر قرار دهند.

رهبر تیم باید با صلاحیت‌ها و نقاط قوت اعضای تیم آشنا باشد. رهبر تیم باید اعضای تیم خود را تشویق

۱- Original Equipment Manufacture

کند تا در صورت نیاز، به او کمک کنند و اگر صلاحیت لازم برای انجام کاری را ندارد، به آن اعتراف نمایند. اعضای تیم ممکن است متخصص تحقیقات پزشکی قانونی نباشند و نباید از آن‌ها انتظار داشت که فراتر از سطح صلاحیت یا تجربه خود عمل کنند. رهبر تیم باید در انجام و اصلاح وظایف شغلی انعطاف‌پذیر باشد.

اندازه تیم نیز مهم است. برخی از شرکت‌ها پیشنهاد می‌دهند اعضای اصلی تیم کاری باید حداقل از دو نفر و حداکثر از هشت نفر تشکیل شده باشد، اما در رویدادهای بزرگ یا پیچیده ممکن است افراد بیشتری درگیر شوند. با این وجود، مدیریت تیم‌های بزرگ بررسی معمولاً دشوارتر می‌باشد و ممکن است برای رسیدن به اتفاق نظر و توافق روی یافته‌ها و توصیه‌ها به یک بازه زمانی طولانی‌تر نیاز باشد.

برخی از ویژگی‌های فردی و فنی که باید در هنگام انتخاب اعضای تیم در نظر گرفته شود در زیر آورده شده است:

- داشتن ذهن منطقی و باز
- تمایل به پیشرفت
- توانایی حفظ استقلال دیدگاه
- توانایی همکاری با دیگران
- تخصص یا دانش ویژه در مورد فناوری یا تجهیزات
- تجربه عیب یابی فنی
- مهارت‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها
- مهارت‌های نوشتاری
- مهارت‌های مصاحبه

از انتخاب افراد با ویژگی‌های زیر اجتناب شود:

- افراد با اعتقادات از پیش‌تعیین شده
- افرادی که کار کردن با آن‌ها برای تیم مشکل است
- کسانی که علت رویداد را پیش‌از بررسی تعیین می‌کنند
- افرادی که بیش از حد به رویداد، تجهیزات و یا افراد آسیب دیده نزدیک هستند و ممکن است از لحاظ احساسی درگیر باشند و یا مغرضانه عمل کنند
- کسانی که صرفاً به علت در دسترس بودن پیشنهاد می‌شوند
- کسانی با تکالیف کاری متناقض یا سایر اولویت‌های شغلی
- کسانی که در استدلال منطقی یا فنی مشکل دارند
- کسانی که مهارت‌های ارتباطی خوبی ندارند
- کسانی که دارای محدودیت‌های مسافرتی یا برنامه‌ای ناسازگار با زمان و مکان بررسی هستند.

الزامات آموزشی مورد نیاز برای اعضای تیم بررسی در فصل ۴، بخش ۴-۲-۶ بحث شده است.

اگرچه ممکن است مدیریت ارشد عضوی از تیم اصلی بررسی نباشد، اما لازم است مدیریت ارشد در کار تیم بررسی نقش داشته باشد. یک اقدام مناسب این است که از یک مدیر ارشد درخواست شود که به طور دوره‌ای نتایج کار را بررسی کند و در مورد پیشرفت کار در طول بررسی به طور غیر رسمی اظهار نظر نماید. علاوه بر این، فرآیند بررسی باید شامل یک بررسی رسمی توسط مدیریت ارشد و ارائه بازخورد برای تیم بررسی باشد. مطلع نمودن مدیریت ارشد، نشان‌دهنده اهمیت رویداد و بررسی است. همچنین این موضوع می‌تواند در تسریع پاسخ به درخواست‌های تیم کمک‌کننده باشد. ممکن است رهبر تیم با بررسی‌کنندگان مدیریت ارشد در ایجاد یک فرمت بررسی همکاری کند.

در مثال موردی ارائه شده در پیوست ۴، مدیریت، تیم بررسی زیر را انتخاب کرده است:

- تحلیل‌گر ایمنی و ریسک شرکت به عنوان رهبر تیم
- ناظر مهندسی فرآیند
- سرپرست ایمنی (آموزش دیده و متخصص در زمینه روش‌های بررسی حوادث سیستم‌های چند علتی و جهت دار)
- سرپرست تولید کاتالیست
- اپراتوری خارج از محل رویداد
- متصدی فرآیند پلی اتیلن واحد شماره ۱
- سرپرست تعمیر و نگهداری
- نماینده حقوقی شرکت

۶-۵ ایجاد تیم برای یک رویداد خاص

پس از گزارش رویداد، واحد فعال‌سازی تیم در سیستم مدیریت بررسی یک شرکت باید یک راهنما را برای جمع‌آوری یک تیم به سرپرستی یک فرد آموزش دیده ارائه نماید. بسیاری از شرکت‌ها سیستمی در نظر گرفته‌اند تا منابع خود را با توجه نوع رویداد تطبیق دهند. طبقه بندی ماهیت رویداد در بخش ۴-۲-۱ بحث شده است.

■ ۶-۵-۱ ترکیب و اندازه تیم بررسی

راهنمای اداره ایمنی و بهداشت بریتانیا در رابطه با بررسی رویداد (HSG 245، 2004) و API 585 (API PR 585، 2014) که عمدتاً هدف آن‌ها بررسی رویدادهای یکپارچگی مخازن تحت فشار می‌باشد، راهنمایی‌های را در رابطه با اندازه و دامنه تیم بررسی ارائه می‌دهند. ادغام راهنمایی‌های مورد اشاره در این دو مرجع در جدول ۶ آورده شده است، اگر چه تعیین دقیق اعضای تیم در سطوح بررسی می‌تواند با توجه

به طبقه‌بندی رویداد، خط مشی شرکت و قوانین متفاوت باشد. یک رویکرد انعطاف‌پذیر در تعیین ترکیب صحیح تیم بررسی می‌تواند مناسب‌تر باشد.

جدول ۱-۶ دامنه و ترکیب معمول تیم بررسی حادثه

سطوح بررسی	مشخصات رایج رویداد	مشخصات بررسی	تیم بررسی	شروع	رهبری / حامی
حداقل	شبه حادثه یا رویداد بدون آسیب با حداقل پتانسیل یادگیری / پیامد جزئی. Possibly API 754 Tier 3 PSE	شرایط و هر درس احتمالی را جهت به اشتراک گذاری برای پیشگیری از وقایع احتمالی آینده مهیا می‌کند	سرپرست و اپراتور / تکنسین	طی چند روز	مدیر خط
کم	نشت جزئی یا حریق کوچک با حداقل پیامد / آسیب جزئی. از دست رفتن موانع ایمنی / نیاز به سیستم ایمنی Possibly API 754 Tier 2 or Tiere PSE	عوامل علی و دلایل ریشه‌ای برای جلوگیری از رخداد دوباره و یادگیری هر درس عمومی مهیا کنید استفاده احتمالی از ابزارهای کمتر ساختار یافته مثل "اگر چه[۱]" یا "چراها[۲]"	سرپرست / مدیر خط آموزش دیده در تکنیک‌های بررسی ساده	در زودترین زمان ممکن- در طول ۲۴ ساعت	مدیر واحد یا ناحیه
متوسط	نشت بزرگتر / حریق / انفجار / آسیب‌های عمده / تأثیرهای محیط زیستی Possibly API 754 Tier 1 PES with low severity points or Tier 2 PSE/ RISSOR reportable	بررسی با جزئیات بیشتر، احتمالا رسمی تر / روش‌های ساختار یافته برای تعیین دلایل علت‌های و دلایل ریشه‌ای	مدیری آموزش دیده در تکنیک های بررسی حادثه، سرپرستان مرتبط، مشاور ایمنی و بهداشت، نماینده کارفرما	در اسرع وقت مدارک را مسدود و جمع‌آوری کنید	مدیریت سایت / مدیر بهداشت، ایمنی و محیط زیست

۱-What if

۲-whys

سطوح بررسی	مشخصات رایج رویداد	مشخصات بررسی	تیم بررسی	شروع	رهبری / حامی
زیاد	نشت عمده / حریق / انفجار، مرگ و میر احتمالی / خسارت‌های عمده محیط زیستی	بررسی دقیق، استفاده از متخصصان موضوع، به صورت رسمی / روش‌های ساختاریافته تحلیل دلایل / درخت منطق / دیاگرام علت و معلول برای تعیین دلایل علی و دلایل ریشه‌ای	رهبر آموزش دیده و با تجربه در زمینه روش آنالیز علت ریشه‌ای[۱] ساختاریافته از سایت دیگر، شرکت خاجی یا شرکت فرآیند ایمنی، متخصص موضوع، مدیرهای محلی، مشاورهای ایمنی و بهداشت و نماینده مدیریت	توقف کرده و شواهد را با استفاده از رویکرد رسمی و شرکت / کارشناسان خارجی	مدیریت ارشد، مدیر با مسئولیت کلی ایمنی فرآیند در مجموعه / دپارتمان ایمنی شرکت

۶-۶ فعالیت‌های تیم

در یک رویداد پیچیده یا مهم تعدادی زیادی از افراد درگیر بررسی می‌شوند. بعید بنظر می‌رسد که رهبر تیم بتواند با تمام افرادی که درگیر بررسی رویداد هستند فرصت تعامل منظم داشته باشد. برای رویدادهای بزرگ، شاید سازماندهی تیم با توجه به عملکرد مناسب باشد و رهبر تیم لازم است فعالیت‌های موثر و کارآمد را به افراد کلیدی تفویض کند و از ارتباط موثر بین آن‌ها مطمئن شود.

نمونه‌هایی از فعالیت‌های گروه عملکردی می‌تواند تجزیه و تحلیل پزشکی قانونی و انجام مصاحبه‌های فردی باشد. به این ترتیب، رهبر تیم می‌تواند با افراد کمتری ارتباط برقرار کند و به طور موثرتری روند کلی را مدیریت نماید. تعیین یک رابط بین تیم و گروه‌های برون سازمانی می‌تواند در به حداقل رساندن مشکلات ارتباطی، تأخیرها و سردرگمی‌ها کمک‌کننده باشد.

در مرحله کشف بررسی باید از فرآیند حل مسئله استفاده نمود. فعالیت‌های تیم بررسی مواردی از جمله تعامل و هماهنگی با سایر گروهها، حفظ شواهد، بررسی و مستندسازی شواهد، تجزیه و تحلیل و آزمایش شواهد و حل تعارضات و ناهماهنگی‌ها در اطلاعات اولیه را شامل می‌شود. افراد تیم به بحث در مورد علت‌ها، راهکارهای اصلاحی، توالی احتمالی رخداد وقایع، دامنه فعالیت‌های بررسی و حتی گاهی اوقات در مورد مفاهیم فنی فرآیند تشویق می‌شوند. مشورت فعال و تبادل آزاد ایده‌ها، عقاید و تجربه برای عملکرد رویکرد

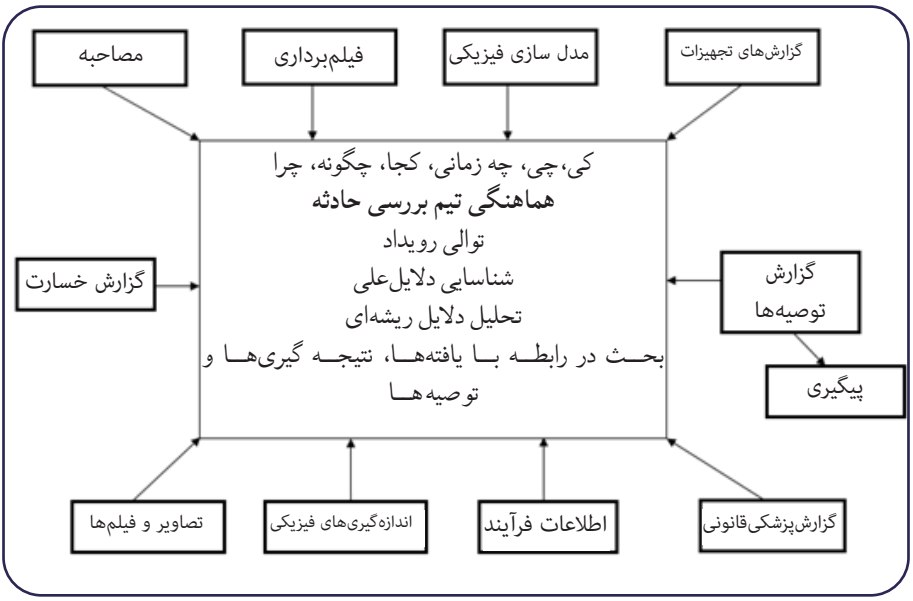
۱- Root Cause Analysis

تیمی بسیار مهم است. در مراحل اولیه، بیشتر فعالیت‌ها با استفاده از تکنیک‌ها و منابع تخصصی در این زمینه انجام می‌شود. با پیشرفت بررسی‌ها، فرآیند همکاری بیشتری لازم است و به طور معمول یک سری جلسات منظم تیمی جهت موارد زیر برگزار می‌شود:

- حل سوالات
- به‌روزرسانی اعضا نسبت به اطلاعات جدید
- گزارش فعالیت‌های فرعی
- تحلیل مقدماتی علت‌های و راهکارهای اصلاحی
- ایجاد آیتم‌ها و سوالات جدید جهت حل
- تهیه برنامه‌های عملیاتی کوتاه مدت

پیش از تدوین یافته‌ها، مدت زمان و پیچیدگی این جلسات به علت در نظر گرفتن شواهد و تحلیل عوامل علی و علت‌های ریشه‌ای افزایش خواهد یافت. ممکن است با پیشرفت فعالیت‌ها از جمع‌آوری اطلاعات تا تحلیل نتایج محل فیزیکی جلسات نیز تغییر کند. افراد اصلی تیم باید در زمان بحث و گفتگو در مورد موضوعات مهم و هنگام تجزیه و تحلیل رسمی حضور داشته باشند. یک سالن برای جمع شدن افراد دور هم در رابطه با موضوع تعیین می‌شود. شکل ۱-۶ فعالیت‌های فیزیکی تیم را تشریح می‌کند. مربع مرکزی فعالیت‌هایی را نشان می‌دهد که اعضای اصلی تیم درگیر آن‌ها می‌شوند. در مقابل، مربع‌های کناری فعالیت‌هایی را نشان می‌دهد که توسط افراد در حمایت از تیم انجام می‌شوند.

آخرین فعالیت‌های تیم، آماده‌سازی و ارائه گزارش مکتوب نتایج و پیشنهادات می‌باشد. در برخی موارد، تیم بررسی در مورد رویداد (یا اعضای منتخب) ممکن است مسئولیت و اختیارات خود را در مورد حل نهایی توصیه‌ها حفظ کنند. با این حال، مسئولیت به طور معمول به تیم مدیریت منتقل می‌شود. در صورت لزوم، تیم بررسی می‌تواند در زمان‌های آینده مجدداً برای بررسی، ارزیابی و گزارش در مورد اجرای واقعی پیشنهادات تشکیل شود. در چنین مواقعی سعی می‌شود از رویکردی که تیم در حین بررسی به دست آورده استفاده شود.



شکل ۱-۶. هماهنگی تیم بررسی رویداد

۶-۷ خلاصه

بعد از اطلاع رسانی رویداد، تیم بررسی تشکیل می‌شود. انتخاب اندازه و ترکیب مناسب تیم متناسب با شدت واقعی حادثه (و یا بالقوه)، پیچیدگی رویداد و سایر عوامل مثل پیامدهای حقوقی بسیار مهم است. برای رویدادهای ساده تیم باید کوچک باشد. برای رویدادهای پیچیده‌تر، ممکن است به یک تیم بزرگتر با متخصصان و پرسنل پشتیبان نیاز باشد. رهبران تیم باید از سطح تخصص و تجربه لازم برای یک رویداد خاص برخوردار باشند و در صورت لزوم ضمن تسهیل همکاری بین اعضای تیم، باید در تفویض بخش‌هایی از بررسی به افراد خاص موثر عمل کنند. اعضای تیم باید بر اساس مهارت، توانایی کار با دیگران، توانایی عینی گرایی و بی‌طرف بودن و هماهنگی طیف وسیعی از فعالیت‌ها انتخاب شوند. آموزش جهت توسعه و درک یک سیستم مدیریت بررسی رویداد و فعالیت‌های خاص که باید توسط اعضای انجام شود بسیار مهم می‌باشد. آموزش می‌تواند شامل آموزش در مورد سیستم مدیریت، نقش‌ها و مسئولیت‌ها و همچنین آموزش‌های خاصی در مورد وظایفی باشد که انتظار می‌رود هر فرد در حمایت از بررسی باید انجام دهد. پس از تشکیل تیم بررسی، گام بعدی تهیه یک برنامه برای جمع‌آوری داده هاست. در فصل بعدی ملاحظات لازم برای مصاحبه با شاهدان و جمع‌آوری شواهد بحث می‌شود.

۷

فصل هفتم

مدیریت شاهدان

مدیریت شاهدان

بلافاصله پس از وقوع یک رویداد، احتمالاً تعدادی شاهد وجود خواهد داشت که اطلاعات بسیار مهمی را برای تیم تحقیق فراهم می‌کنند. این اطلاعات شامل آگاهی از وظایف و فعالیت‌هایی که قبل و حین رویداد انجام می‌شدند و همچنین مشاهدات حسی (آنچه دیده، شنیده، بو و احساس کرده) می‌باشند. شناسایی شاهدان بالقوه و به دست آوردن اطلاعات از آن‌ها، بخشی از مراحل بررسی است. افزایش استفاده از وسایل الکترونیکی شخصی باعث شده است که شاهدان چه در داخل و چه در خارج از محدوده محل کار قادر به ثبت شواهد مهم و قابل‌اطمینان از رویداد باشند.

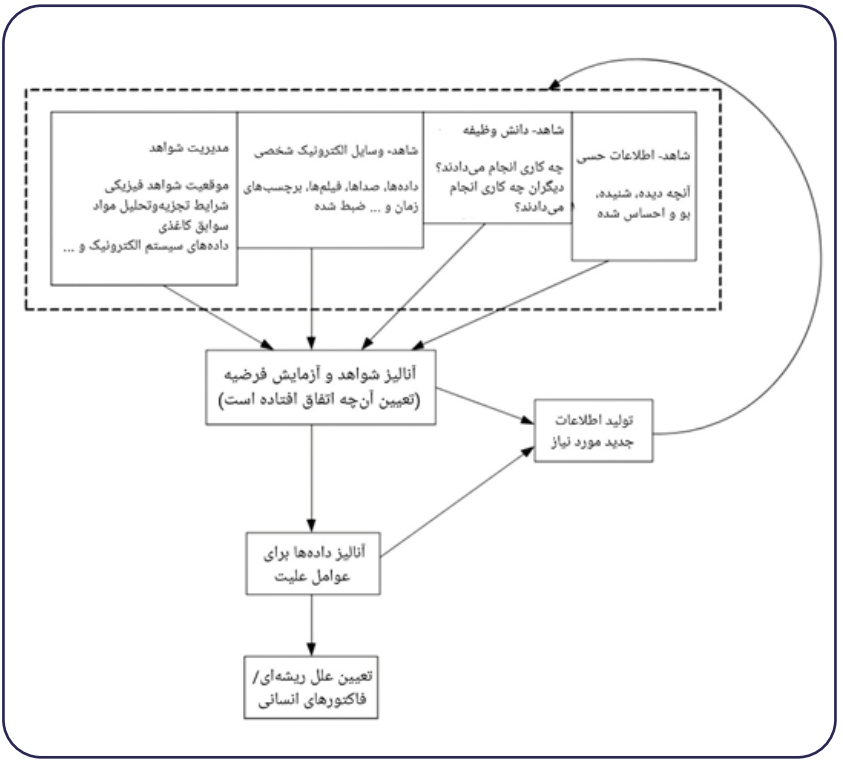
به یاد آوردن وقایع توسط افراد و اطلاعات به دست آمده از دستگاه‌های الکترونیکی شخصی بخش مهمی از روند بررسی است. این فصل دستورالعمل‌ها و توصیه‌های عملی در مورد چگونگی مدیریت شاهدان و اطلاعاتی که آن‌ها می‌توانند برای روند بررسی ارائه دهند را در اختیار قرار می‌دهد. همان‌طور که در فصل ۸ آمده است، پس از جمع‌آوری اطلاعات از شاهدان، این اطلاعات و سایر شواهد فیزیکی و الکترونیکی بررسی می‌شوند.

۱-۷ خلاصه

فرآیندی که در شکل ۱-۷ نشان داده شده است، فعالیت‌های جمع‌آوری مدارک کلی در زمینه مدیریت شاهدان و شواهد فیزیکی را ارائه می‌دهد. هدف جمع‌آوری اطلاعات تعیین عوامل علیت، علت‌های ریشه‌ای و ارائه و اجرای پیشنهادات است.

این فرآیند تکراری بوده و با تجزیه و تحلیل شواهد و آزمون فرضیه‌ها، اغلب نیاز به کسب اطلاعات بیشتری

از شاهدان و منابع دیگر دارد. معمولاً مصاحبه‌های پیگیری به تائید، رد یا روشن شدن برخی ناسازگاری‌ها کمک می‌کنند.



شکل ۱-۷. رابطه بین شاهد و جمع‌آوری شواهد فیزیکی و تجزیه و تحلیل آن‌ها

■ ۱-۱-۷ مسائل شاهدان بعد از یک رویداد مهم

به دنبال یک واقعه مهم مانند انفجار یا آتش‌سوزی بزرگ، محیط بررسی می‌تواند چالش‌های بزرگی مانند شناسایی و رسیدگی به شاهدان در برگیرد. اطلاعات شاهدان به زمان حساس است، زیرا اطلاعات حافظه کم‌رنگ شده و تغییر می‌کند. از طرفی دسترسی به شاهدان بلافاصله بعد از رویداد می‌تواند محدود شود.

برخی از شاهدان حیاتی ممکن است در ابتدا در دسترس نباشند و یا در بیمارستان بوده و برخی دیگر هنگام رویداد مشغول انجام وظیفه‌ای بوده و یا در خانه در حال استراحت و بهبود می‌باشند. شاهدان دیگر نیز می‌توانند در ایمن‌سازی محل و یا بازرسی اولیه از محل رویداد و تجهیزات، نقش داشته باشند. به دنبال یک رویداد مهم ممکن است به مشاوره روانشناسی برای کارکنان نیاز باشد. هنگام برنامه‌ریزی مصاحبه‌ها باید از مصاحبه‌کنندگان با تجربه برای ایجاد ارتباط با افراد آسیب‌دیده، استفاده شود.

مطبوعات یا دیگر ارگان‌ها ممکن است شاهدان را تحت فشار قرار دهند تا اظهاراتی ارائه و به سؤالات

پاسخ دهند. محل کار ممکن است تحت کنترل یک سازمان نظارتی باشد (به عنوان مثال OSHA و EPA در ایالات متحده و HSE/EA در انگلیس). این سازمان‌ها ممکن است از شاهدان بخواهند اظهاراتی ارائه دهند. رسانه‌های اجتماعی مختلف فرصتی برای به اشتراک گذاشتن اطلاعات درست و نادرست (یا حدس و گمان) در مورد جزئیات رویداد و دلایل احتمالی آن فراهم می‌کنند. این اطلاعات می‌توانند ادراکات شاهد را تغییر دهند و به‌طور بالقوه منجر به اظهارات غیر قابل اعتماد گردند.

بررسی یک رویداد بزرگ ممکن است ماه‌ها طول بکشد. در این دوره احساسات کارکنان ممکن است تحت تأثیر عواملی مانند شوک، ناباوری، غم، عصبانیت و یا کینه قرار گیرد؛ به‌خصوص اگر این رویداد باعث آسیب‌های دائمی یا مرگ شده باشد. همچنین کارکنان ممکن است نگران امنیت شغلی خود باشند زیرا گاهی اوقات در مورد بازسازی و یا بازگشایی محل کار، عدم اطمینان وجود دارد.

این موارد و بسیاری از موارد دیگر نکات مهمی هستند که باید هنگام مدیریت شاهدان یک رویداد، مورد توجه قرار گیرند. بنابراین به دلیل دسترسی محدود به شاهدان و پتانسیل تغییر حافظه آن‌ها در طول زمان، تعیین برنامه مصاحبه‌های شاهدان از اولویت‌های اصلی بررسی رویداد است.

■ ۲-۱-۷ اولویت‌های تیم بررسی برای مدیریت شاهدان

تیم بررسی رویداد اولویت‌های فراوانی برای هماهنگی در مورد بررسی صحنه رویداد و شناسایی و بازیابی شواهد فیزیکی دارد که بعضی از آن‌ها نسبت به گذشت زمان حساس هستند. با این حال اطلاعات شاهدان نیز حساس به زمان هستند و باید مداخله زودهنگام برای بازیابی دانش و اطلاعات شاهدان به عمل آید تا به نفع فرآیند بررسی باشد.

شاهدان باید در اسرع وقت و به‌صورت جداگانه شناسایی شوند و در حالتی که جزئیات رویداد هنوز تازه است به ارائه اظهارات اولیه تشویق شوند. از بحث و گفتگو بین شاهدان باید اجتناب شود زیرا این امر ممکن است منجر به تغییر در خاطرات برخی از افراد شود که احتمالاً آگاهانه یا ناخودآگاه اتفاق بیافتد. در برخی موارد به‌ویژه در مواقعی که سرعت به‌جای دقت در اولویت باشد، ممکن است اظهارات اولیه توسط شاهدان یا سرپرستان نوشته شوند. در مراحل بعدی تیم بررسی می‌تواند مصاحبه‌های دقیق و ساختاریافته‌تری انجام دهد.

۲-۷ شناسایی شاهدان

هر فردی که ممکن است اطلاعاتی در رابطه با رویداد داشته باشد، شاهد بالقوه محسوب می‌شود. این مفهوم فراتر از آن دسته از افرادی است که به‌صورت سنتی شناسایی شده‌اند و یا درگیر مستقیم و شاهد عینی واقعه بوده‌اند. شاهدان غیرمستقیم که خارج از تیم عملیاتی هستند، معمولاً اطلاعات ارزشمندی ارائه می‌دهند. به‌عنوان مثال می‌توان به کارگران بخش تعمیر و نگهداری، کارکنان آزمایشگاه، نگهبانان، کادر

مسئول حمل و نقل، بخش‌های تحویل کالا و پیمانکاران اشاره کرد. افراد مذکور ممکن است به‌طور معمول از واحد فرآیند بازدید کنند و با جنبه‌های عملیات عادی آشنا باشند و متوجه برخی از شرایط، اظهارات یا اقدامات غیرمعمول شوند.

امروزه به‌طور فزاینده‌ای افراد در حال ضبط رویدادها با دستگاه‌های الکترونیکی شخصی مانند تلفن‌های همراه هستند. این شاهدان ممکن است در زمان رویداد در محل کار یا خارج از آن بوده و اطلاعات بسیار مفیدی در اختیار داشته باشند. آن‌ها همچنین ممکن است جزئیات را در شبکه‌های اجتماعی به اشتراک بگذارند که برای کشف جزئیات بیشتر می‌توان با آن‌ها تماس گرفت.

همچنین ممکن است با کارکنان واکنش در شرایط اضطراری نیز مصاحبه شود. در طول فعالیت‌های شرایط اضطراری، ممکن است به‌طور اجتناب‌ناپذیری، کارکنان مسئول، شواهد را مختل کنند، تغییر دهند یا از بین ببرند. در مصاحبه می‌توان موقعیت و وضعیت اصلی تجهیزات و اقلام را تعیین کرد. آتش‌نشانان نیز ممکن است بتوانند شواهد مهمی نظیر الگوهای شعله، مناطق آتش‌سوزی، محل قربانیان قبل از نجات، نوع آتش سوزی شامل آتش سوزی حوضچه‌ای و آتش سوزی فورانی، تجهیزات و اقلام آسیب‌دیده قبل از مداخله‌ی آتش‌نشان‌ها و تجهیزات و اقلام آسیب‌دیده در آتش‌سوزی و انفجارات ثانویه، به دست آورند.

باید با کارکنانی که خارج از شیفت کاری یا در شیفت قبلی بوده‌اند و یا افرادی که آخرین فرآیند را انجام داده‌اند، تماس حاصل شود. کارکنانی که اخیراً بازنشسته و یا جدیداً به محل دیگری منتقل شده‌اند، منابع بالقوه اطلاعات با ارزش در مورد کارخانه و سیستم‌های مربوطه هستند. آن‌ها معمولاً بر اساس سال‌ها تجربه در مورد سیستم‌ها و تجهیزات خاص درگیر در رویداد، دانش منحصر به فردی دارند که تعدادی از آن‌ها عبارت‌اند از:

- روش‌های عملیاتی واقعی و یا تغییراتی که در دستور کار مکتوب لحاظ نشده‌اند.
- بینش در مورد حالت‌های خرابی کمتر شناخته‌شده و ناهنجاری در رفتار سیستم.
- پاسخ سیستم کنترل فرآیند به شرایط آشفته مختلف.
- تغییرات کوچک در متغیرهای فرآیند.
- ارتباطات غیرمنتظره بین پارامترهای خاص.
- قابلیت اطمینان یک ابزار دقیق خاص.
- مشکلات غیرمنتظره و تغییرات مرتبط ایجاد شده در فرآیند در هنگام راه‌اندازی اولیه سیستم.
- تاریخچه مشکلات قبلی و اقدامات انجام شده برای جلوگیری از این مشکلات یا اصلاح آن‌ها.
- اگر رویداد مشابهی در گذشته رخ داده باشد، برای بازبینی اطلاعات این بررسی، می‌توان با شاهدان درگیر مجدداً مصاحبه کرد.

فهرستی از شاهدان بالقوه در شکل ۲– ۷ ارائه شده است.

کارکنان	پیمانکاران و اشخاص ثالث
اپراتورهای شیفت	افسر قانونی / افسر ایمنی، بهداشت و محیط زیست / آتش‌نشانی / مهندس حریق / مأمور
اپراتور خارج از شیفت	اولین پاسخ‌دهندگان / کارکنان پاسخ شرایط اضطراری
کارکنان تعمیر و نگهداری	پیمانکاران تعمیر و نگهداری
مهندسین فرآیند	نمایندگان کارفرما
مدیر عملیات	کارکنانی که قبلاً در عملیات یا نگهداری سیستم مشارکت داشته‌اند از جمله کارکنان سابق و کارکنانی که در راه‌اندازی اولیه سیستم مشارکت داشته‌اند.
مدیر تعمیرات و نگهداری	کارکنانی که در رویدادهای مرتبط با فرآیند درگیر شده‌اند
کارکنان آزمایشگاه و سایر بخش‌های شیمی	سرایدار، بخش تحویل و سایر کارکنان خدماتی
کارکنان انبار	پیمانکاران یا گروه مهندسی طراحی / نصب
کارکنان بخش تدارکات	نیروهای امنیتی (نیروهای گشت و نگهبانی)
کارکنان کنترل کیفیت	کارکنان و بازدیدکنندگان خارج از سایت
محققان	افراد جامعه

شکل ۲-۷. لیست شاهدان بالقوه

تهیه فهرستی از شاهدان بالقوه در آغاز بررسی‌ها مفید است. علاوه بر این با پیشرفت بررسی می‌توان شاهدان بیشتری را به لیست اضافه کرد.

منابع اطلاعات در مورد شاهدان بالقوه عبارت‌اند از:

- گزارش‌های مربوط به اپراتور و سایرین
- مجوز کار
- برنامه‌های کاری
- سوابق دسترسی به یارانه
- برگه‌های ورود به سیستم کارکنان و بازدیدکنندگان
- اسامی کارکنان در دستور کارها و فرآیندها / ارزیابی ریسک
- سوابق خرید
- اسناد طراحی و ترسیم
- اسناد آموزش
- نمودارهای سازمانی
- سوابق قفل زدن و برچسب زنی (Lockout/ Tagout)
- سوابق ممیزی

- سوابق بستری در بیمارستان
- سوابق و گزارش‌های مربوط به تلفن‌ها
- ارجاعات شاهدان فعلی
- لیست کارکنان واکنش در شرایط اضطراری
- ارتباط با افراد خارج از سایت کاری
- ایجاد ارتباط از طریق اطلاع رسانی عمومی برای دستیابی به همه کسانی که ممکن است دارای اطلاعات مرتبط باشند از جمله افرادی که در شبکه‌های اجتماعی اطلاعاتی به اشتراک گذاشته‌اند.

۳-۷ مصاحبه با شاهدان

۱-۳-۷ عوامل انسانی مرتبط با مصاحبه‌ها

افراد قادر به ثبت و ارائه اتفاقات با جزئیات کامل نیستند، در نتیجه گزارش‌های شاهدان عینی باید ناقص تلقی شوند. بیشتر ما آموزش رسمی اندکی در مورد فنون مشاهده دیده‌ایم. شکل ۳- ۷ نشان می‌دهد که ذهن انسان اغلب تصویر مورد انتظار یا پیش‌بینی‌شده را کامل می‌کند، حتی اگر لزوما آن تصویر وجود نداشته باشد. متن شکل ۳- ۷ را در نظر بگیرید بیشتر افراد کلمه اضافی تکراری را نخواهند دید. به همین ترتیب، شاهدان ممکن است داده‌های ناموجود را از تجربیات خود استخراج کنند یا به دلیل حواس‌پرتی و یا دلایل دیگر برخی داده‌ها را نادیده بگیرند. در بیشتر مواقع شاهدان در این تلاش نیستند که اطلاعات غلط ارائه دهند بلکه سعی می‌کنند گزارشی از آنچه اتفاق افتاده به بهترین شکل، ارائه نمایند. در برخی مواقع شاهدان پس از یک رویداد، به ویژه اگر جدی باشد، از نظر عاطفی ناراحت می‌شوند. این ویژگی‌های عملکرد انسان اغلب ریشه ناهماهنگی‌ها و تعارضات آشکار ناشی از مقایسه اظهارات شاهدان است.

شکل سمت راست، یکی از معروف‌ترین اشکال خطای دید است. آیا این شکل نیم‌رخ دو نفر است یا یک گلدان؟
به شکل مثلث نگاه کنید، این یک نمونه از خطای دید است که این مثلث ممکن است به شکل‌های مختلف دیده و تفسیر شوند.
آیا متوجه اشتباه چاپی در جمله بالا شدید؟ بیشتر انسان‌ها معمولاً یکی از کلمات تکراری را در دفعه اول نمی‌بینند.

شکل ۳-۷. محدودیت‌های مشاهده توسط چشم انسان

اگرچه انسان توانایی چشمگیری در مشاهده، تفسیر، یادآوری جزئیات و بیان این اطلاعات دارد، اما در نهایت انسان یک رایانه نیست. هیچ شاهد به تنهایی دیدگاه یا درک کاملی از کل واقعه ندارد و هر فرد دیدگاه منحصر به فردی را تجربه می‌کند. اختلاف در توصیف رویداد ممکن است به دلیل دیدگاه‌های مختلف یا حتی تجارب متفاوت هر یک از شاهدان باشد. از این جهت هر شاهد یک برش فوری یا «عکس فوری» به‌عنوان بخشی از یک رخداد بزرگ، متحرک و پانورامیک را فراهم می‌کند. اطلاعات مجدداً پردازش و «فیلتر» می‌شوند و با بیانی جدید به دیگران منتقل می‌گردند.

یک نمونه کلاسیک از مفهوم «فیلتر کردن» مربوط به افسانه چهار مرد نابینا است که هنگام راه رفتن کنار یکدیگر با یک فیل روبرو می‌شوند. هر مرد نابینا با قسمت متفاوتی از فیل روبرو می‌شود و سعی می‌کند آنچه را که دریافت کرده به همراهان خود توضیح دهد.

مرد اول بدن فیل را لمس می‌کند و معتقد است که آن‌ها با یک مار بوآ برخورد کرده‌اند. مرد دوم دم را می‌گیرد و فکر می‌کند طناب است. مرد سومی که با پای فیل روبرو شده است شروع به بحث می‌کند و معتقد است که هر دو دوست او اشتباه می‌گویند و این یک تنه درخت است. آخرین مرد که به پهلو برخورد کرده اصرار دارد که آن‌ها به‌نوعی دیوار برخورد کرده‌اند. هر نابینایی نتیجه‌گیری خود را بر اساس اطلاعات موجود همراه با تجربه قبلی خود انجام می‌دهد. تا زمان جمع شدن اطلاعات تکمیلی، کل تصویر به‌طور دقیق تفسیر نمی‌شود. وظیفه تیم بررسی رویداد این است که این چهار داستان را کنار هم قرار دهد و دریابد که این افراد با یک فیل روبرو شده‌اند نه با مار، طناب، درخت یا دیوار.

یکی دیگر از ویژگی‌های طبیعی انسان به یادآوردن وقایع، اعمال، مشاهدات و... خارج از ترتیب زمانی است. مکانیسم «پخش» انسانی مانند یک پخش‌کننده ویدیو به ترتیب عمل نمی‌کند. این ویژگی یکی از دلایلی است که به افراد کمک می‌کند تا بازگویی چندین باره اتفاقات جزئیات بیشتری را به یاد آورند.

گاهی اوقات شاهدان ممکن است تصمیم بگیرند داستان کامل را بازگو نکنند زیرا یک شاهد ممکن است انگیزه‌های مختلفی برای تغییر عمدی اظهارات یا بازگو نکردن تمام اطلاعات به تیم بررسی داشته باشد که مهم‌ترین این تأثیرات، ترس از مجازات؛ چه برای خود فرد و چه برای یک دوست یا همکار است. هنگام ارزیابی شاهد تیم بررسی باید احتمال ناقص بودن یا دست‌کاری شدن گفته‌های شاهد در مصاحبه را در نظر بگیرد. استراتژی‌های مقابله با ترس از مجازات، مشابه استراتژی‌های تشویق گزارش دهی شبه‌حوادث است. تمرکز بررسی روی کشف واقعیت است نه کشف عیب. اگرچه برخی از رویدادها ممکن است ناشی از شوخی‌های نابجا، سهل‌انگاری یا اقدامات خرابکارانه و جنایت‌کارانه باشد، اما این موارد تا حد زیادی استثناء هستند.

ریشه اصلی اکثر رویدادها مربوط به سیستم مدیریتی یا نقص‌های سازمانی است. این پیام باید به طور واضح برای همه افراد درگیر در بررسی، به ویژه شاهدان اعلام شود.

این که شاهدان درک کنند که هدف بررسی، تعیین علت‌های اصلی رویداد برای جلوگیری از وقوع رویدادهای مشابه است، بسیار مهم می‌باشد. در مواردی که رعایت دستورالعمل‌های ایمنی و عملیاتی

ضروری است، ممکن است کارکنان تصور کنند که این قوانین غیرضروری، نادرست یا اتلاف وقت است و انجام این کار به روش‌های دیگر به نفع خود فرد و سازمان خواهد بود. احتمالاً سرپرستان و مدیران، قبل از رویداد از این نوع موضوعات آگاه بوده و می‌توانستند اقداماتی برای اصلاح آن‌ها انجام دهند. اگر بررسی نشان دهد که کارکنان معمولاً از دستورالعمل‌ها پیروی نمی‌کنند، ممکن است نشان‌دهنده مسائل فرهنگی اساسی‌تر باشد که نیازمند رسیدگی توسط مدیریت است.

به‌عنوان مثال یک اپراتور ممکن است فرآیند چک کردن قبل از شروع عملیات را نادیده بگیرد زیرا معتقد است این چک کردن هیچ مشکلی را کشف نمی‌کند و بسیار زمان‌بر است و می‌توان به جای چک کردن به تولید محصول پرداخت. شاید اپراتور بارها از چک قبل از عمل، صرف نظر کرده باشد و هیچ مشکلی به وجود نیامده باشد. سرپرست نیز احتمالاً از این عمل اپراتور آگاه بوده اما چیزی نگفته است، زیرا این عمل منجر به افزایش تولید شده است. چک نکردن، یک عمل سوء، خرابکارانه یا حتی سهل‌انگاری نبوده است و در واقع این کار به یک «عمل پذیرفته شده» در محیط کار تبدیل شده است. با این حال این بار اپراتور چک قبل از عملیات را انجام نمی‌دهد، در نتیجه سیستم از کار افتاده و نشت مواد شیمیایی شروع می‌شود. آیا اپراتور به تیم بررسی اظهار خواهد کرد که از چک کردن قبل از شروع عملیات، صرف نظر کرده است؟ چه انگیزه‌ای وجود خواهد داشت؟ چه مجازات بالقوه‌ای وجود دارد؟ تا زمانی که اپراتور باور نداشته باشد که افشای اطلاعات به نفع خود اوست، احتمالاً چنین کاری را انجام نخواهد داد. تا زمانی که شوخی‌های نابجا، سهل‌انگاری یا خرابکاری در کار نباشد، افراد نباید به دلیل اطلاعاتی که در مصاحبه‌های بررسی فاش کرده‌اند، مجازات شوند. اگر شاهدان از این موضوع آگاه باشند، احتمالاً اطلاعات خود را آشکارا به اشتراک می‌گذارند. مسئولیت تیم بررسی، جمع‌آوری حقایق و نتیجه‌گیری است و مجازات بخشی از روند بررسی رویداد نیست. همان‌طور که در فصل ۴ بیان شد، این فلسفه باید به‌عنوان بخشی از الزامات آموزش مورد تأکید قرار گیرد. هرگونه اقدام انضباطی ناشی از بررسی رویداد، بخشی از یک فرآیند جداگانه است که شامل خط‌مشی‌های منابع انسانی می‌شود.

مسائل فرهنگی از جمله فرهنگ شرکت، کشور یا منطقه نیز باید مورد توجه قرار گیرد که ممکن است شامل عواملی مانند تمایل به موافقت با هر چیزی که توسط فردی (کسی به عنوان فردی مسئول) گفته می‌شود و عدم تمایل به افشای اطلاعاتی که احتمالاً تأثیر منفی بر یک همکار دارد، باشد.

■ ۲-۳-۷ جمع‌آوری اطلاعات از شاهدان

صحت و میزان اطلاعات شاهد بسیار به عملکرد مصاحبه‌کننده بستگی دارد. توانایی مصاحبه‌کننده در برقراری رابطه و ایجاد جو اطمینان بر کیفیت و کمیت اطلاعات افشاء شده تأثیر می‌گذارد.

یکی از ضعیف‌ترین نوع شواهد برای بیشتر افراد (به‌عنوان مثال: به‌راحتی فراموش می‌شوند، تحریف می‌شوند یا تحت تأثیر درگیری‌های شخصی قرار می‌گیرند) حافظه کوتاه‌مدت است که حفظ و یادآوری

جزئیات به سرعت تخریب می‌شود.

دلیل دوم زودهنگام بودن تغییرات حافظه این است که تماس و ارتباط با دیگران می‌تواند به طور قابل توجهی در یادآوری «مستقل» فرد از وقایع تأثیر بگذارد. بهتر است بلافاصله پس از یک رویداد از هرگونه تبادل اطلاعات در بین شاهدان جلوگیری شود. در بیشتر مواقع جداسازی کامل افراد عملی نیست، بنابراین حداقل باید از شاهدان تقاضا شود تا زمان مصاحبه اولیه خود از بحث با یکدیگر در مورد رویداد خودداری کنند. استفاده از شبکه‌های اجتماعی این مسئله را به چالشی تبدیل کرده است.

تعامل بین شاهدان باعث تعدیل جزئیات می‌شود و خاطرات را آگاهانه و ناخودآگاه تغییر می‌دهد. یادآوری جزئیات تحت تأثیر احساسات، ادراکات نامنصفانه، ترس از شرمندگی، ترس از قربانی شدن برای دیگران و انگیزه‌های پیشین مانند کینه‌ها و نگرش‌ها است. بسیاری از کارکنان به دلیل ترس از خیانت‌کار شناخته شدن توسط همکاران خود اطلاعات را ارائه نمی‌کنند. به همین دلیل تکرار مصاحبه غالباً ارزشمند است زیرا شاهد ممکن است با مرور شهادت اولیه خود تحریک شود.

در بررسی مشکلات پیچیده عملکرد انسان می‌توان از شبیه‌ساز بهره‌مند شد. از شبیه‌سازهای فرآیند اغلب برای آموزش اپراتور استفاده می‌شود. شبیه‌سازهای فرآیند می‌توانند ابزاری عالی برای یادگیری بیشتر در مورد علت خطای انسانی باشند. تیم بررسی رویداد می‌تواند اپراتورها را در معرض چالش‌های فرآیند شبیه‌ساز قرار داده و بینش ارزشمندی در مورد پاسخ اپراتور برای تشخیص سریع و دقیق مشکل و انجام اقدامات مناسب به دست آورد.

تمرین گفتگو، تکنیکی است که گاهی توسط تیم بررسی برای کسب بینش و نتیجه‌گیری از شهادت کلامی استفاده می‌شود. این روش که اغلب توسط تحلیل‌گران (تحلیل‌گران قابلیت اطمینان انسان‌ها) استفاده می‌شود، کاربرد ویژه‌ای برای یادگیری بیشتر در مورد وظایف خاص و وقایع دارد؛ روشی است که در آن اپراتور اقدامات لازم در یک کار را توصیف می‌کند و توضیح می‌دهد که چرا هر عملی را انجام می‌دهد و فرآیندهای ذهنی مرتبط را ارائه می‌دهد. برای مؤثر بودن چنین تمریناتی، برنامه‌ریزی باید توسط بازپرس انجام شود. گفتگوی واقعی به خودی خود وقت‌گیر است و یادداشت برداری خوب و مشاهده زمینه‌های مشکلات احتمالی بر عهده تیم بررسی است. وقتی رویه کار به گونه‌ای است که کنترل‌های خاص یا نظارت بر مجموعه خاصی از نمایشگرها (صفحه یا بورد کنترل) لازم است، اپراتور و تیم بررسی صفحه کنترل را بررسی می‌کنند و اپراتور کنترل‌ها و نمایشگرهای مدنظر را نشان می‌دهد. اگر عملکرد شبیه‌سازی شود، اپراتور کنترل‌های دستی را لمس می‌کند و عملکرد کنترل مورد نیاز را توصیف می‌کند.

گفتگو در مورد عملیات اتاق کنترل می‌تواند اطلاعات با ارزشی که قبلاً ارائه نشده، آشکار کند. در آنالیز اتاق کنترل، یک اپراتور و بررسی‌کننده در واقع مسیری را که اپراتور طی فرآیند مورد آنالیز طی می‌کند، دنبال می‌کنند.

مثال خوبی از تکنیک گفتگو زمانی است که واکنش شیمیایی وارد صحنه می‌شود. شاهد می‌تواند اقدامات، توالی آن‌ها، میزان جمع شدن، حجم و.... را بدون رجوع به جدول کارنما (Log sheet)، با هم

مرتبط کند. این کار، تلاشی برای وادار کردن وی به اشتباه نیست، بلکه اقدامی برای تعیین میزان تطابق اقدامات میدانی اپراتور و آنچه مستند کرده است، می‌باشد. بعضی مواقع کارها به اندازه‌ای روتین شده که بدون فکر انجام می‌شوند و در مواقعی نوشتن یک کار و انجام کار دیگر، آسان‌تر به نظر می‌رسد. علاوه بر این، اگر شاهد در یادآوری ترتیب کارهایی که مشاهده یا انجام شده مشکل داشته باشد، ممکن است سؤال کردن به آن‌ها کمک کند تا به یاد بیاورند که آیا عمل / مشاهده قبل یا بعد از یک رویداد یا اقدام مهم دیگری اتفاق افتاده است یا نه. این کار گاهی اوقات به شاهد کمک می‌کند تا نظم را با وضوح بیشتری به خاطر بسپارد.

■ ۳-۳-۷ اظهارات اولیه شاهد

اظهارات اولیه شاهدان سه نیاز را برطرف می‌کند. اولاً، تیم بررسی رویداد نمی‌تواند با سرعت با تمام شاهدان مصاحبه کند و مصاحبه با تمام شاهدان موجود در لیست زمان‌بر است. اظهارات اولیه شاهد کمک می‌کند تا افکار اساسی هر شاهد قبل از اینکه زمان زیادی بگذرد، آشکار شود. ثانیاً این اظهارات به تیم بررسی کمک می‌کند تا مصاحبه‌های شاهدان را اولویت‌بندی کنند و ابتدا با کسانی که اطلاعات حیاتی و با ارزش دارند، تماس حاصل کنند و سپس با افرادی که کمتر اطلاعات حیاتی دارند، مصاحبه نمایند. سرانجام می‌توان از اظهارات اولیه برای تحریک شاهدان در هنگام انجام مصاحبه استفاده کرد.

هنگام ثبت اظهارات اولیه بهتر است از شاهدان تقاضا شود به طور جداگانه و هم زمان مشاهدات و خاطرات خود را به صورت شفاف بنویسند. تمرکز بر توالی وقایع رخ داده و مشاهدات دست اول ممکن است به شاهدان کمک کند تا افکار خود را روشن و متمرکز نمایند. با این حال برخی از افراد نوشتن را دوست ندارند و ممکن است ترجیح دهند از یک دستگاه ضبط صدا استفاده نموده و سپس از روی آن رونویسی کنند. دیگران ممکن است چنین وسایلی را ترسناک بدانند یا نسبت به ضبط‌کننده صدای خود آگاهانه رفتار کنند. بررسی‌کننده باید آگاه باشد که اکثر شاهدان عینی آموزش ندیده و عادت به بیان چنین اظهاراتی ندارند که به طور بالقوه منجر به عبارات نامشخص و ناقص می‌شود. در صورت لزوم، مصاحبه‌گر باید فایل صوتی را در پرونده قرار دهد تا مشخص شود در طول مصاحبه چه اتفاقی افتاده است. به‌عنوان مثال اگر شاهد به یک نمودار اشاره کرد، مصاحبه‌گر باید روایت کند، «آقای شاهد در حال نشان دادن راکتور ۱۳ –K در نمودار xyz است»، بنابراین شنوندگان یا کسانی که متن را می‌خوانند می‌توانند گفتگو را دنبال کنند.

از آنجایی که اطلاعات از نظر مقدار جزئیات، وضوح و... از تنوع بالایی برخوردار هستند، این گفته‌ها می‌تواند برداشت غلطی از ارزش اطلاعاتی که شاهد در اختیار دارد ارائه دهد. هنگام تعیین اولویت‌های مصاحبه، تیم بررسی باید نه تنها اظهارات بلکه ارزش محتوای آن‌ها و سایر عوامل مرتبط مانند وظایف در زمان رویداد و... را نیز در نظر بگیرد.

■ ۴-۳-۷ انجام مصاحبه

مروری بر روند مصاحبه در ادامه ارائه شده است. تکنیک‌های مصاحبه که در بخش زیر بحث شده است، عموماً قابل استفاده برای هر نوع فعالیت مصاحبه‌ای است؛ اما برای استفاده در شرایط خاص و منحصر به فرد بررسی رویداد، بازسازی و اصلاح شده‌اند.

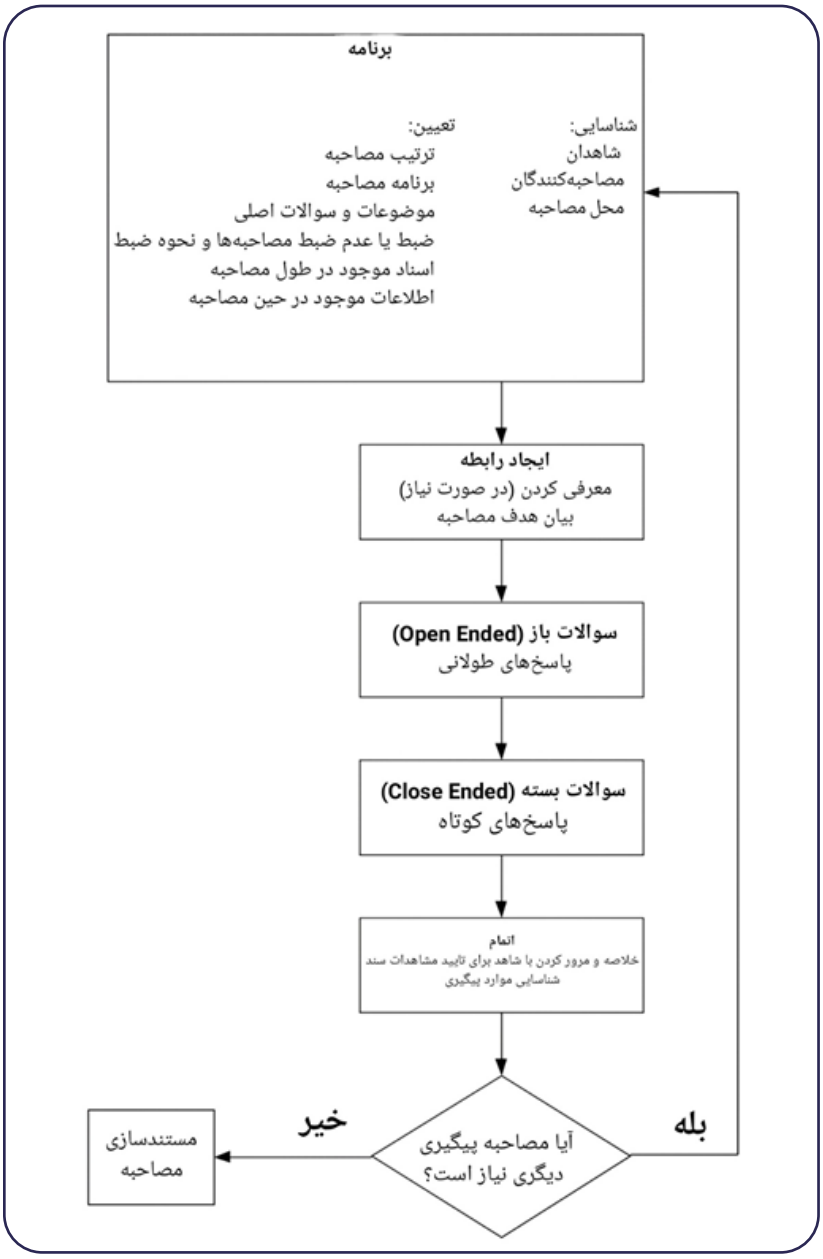
۱-۴-۳-۷ انتخاب مصاحبه‌کننده

مهم‌ترین نکته هنگام انتخاب مصاحبه‌گر مهارت خوب مصاحبه است که بسیاری از آن‌ها در لیست کارهایی که مصاحبه‌گر «باید» و «نباید» در طول مصاحبه انجام دهد، شرح داده شده است (مراجعه به ۹. ۴. ۳. ۷).

اگر مصاحبه‌کننده فردی باشد که شاهد با او احساس راحتی می‌کند، برای روند مصاحبه بسیار مفید خواهد بود. این شخص می‌تواند فردی در سطح مشابهی در سازمان باشد. در یک رویداد بزرگ، ممکن است لازم باشد مصاحبه‌گر از مرکز دیگری بوده یا شخص ثالثی در آن دخیل شود.

مهارت‌های خوب مصاحبه اغلب می‌تواند موانع مرتبط با «شخص بیرون از شرکت بودن» را پشت سر بگذارد. اگر چه آشنایی با سیستم درگیر و اطلاعات استفاده شده در این مرکز می‌تواند مفید باشد، اما ممکن است شخصی از خارج به دلیل عدم درک کافی، در بررسی خود با دامنه گسترده‌تری عمل کند. کارکنان عملیات و تعمیر و نگهداری که عضو اعضاء تیم بررسی هستند، می‌توانند به مصاحبه سایر اپراتورها و کارکنان تعمیر و نگهداری کمک کنند. با این حال، این خطر وجود دارد که با نزدیک شدن بیش از حد به رویداد یا شخص مصاحبه شونده، بتوان «شاهد را هدایت کرد». از جنبه مثبت، ممکن است مصاحبه‌کنندگان رابطه مستقیمی با این افراد داشته باشند و منجر به جمع‌آوری اطلاعات بیشتر در طول مصاحبه شوند.

شکل ۴-۷ خلاصه‌ای از روند مصاحبه را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۷ خلاصه‌ای از روند مصاحبه

همه شاهدان با یک مصاحبه‌گر راحت نخواهند بود که به سادگی ممکن است مربوط به نوع شخصیتی افراد باشد. در دسترس داشتن بیش از یک مصاحبه‌کننده برای جلوگیری از سازگاری ضعیف بین مصاحبه‌کننده و مصاحبه‌شونده، مفید است.

۲-۴-۳-۷ محدود کردن تعداد مصاحبه‌کنندگان

سبک مصاحبه باید برای به حداکثر رساندن و بهبود نتایج حاصل از شاهدان، انتخاب گردد. در طول مصاحبه اولیه، سبک مصاحبه یک به یک یا دو به یک بهترین سبک است. محدود کردن تعداد مصاحبه‌کنندگان به یک یا دو نفر، سطح استرس را برای شاهد کاهش می‌دهد و مصاحبه کمتر به عنوان یک تحقیق استعلامی به نظر می‌رسد. اگر دو مصاحبه‌گر حضور داشته باشند، یکی از آن‌ها می‌تواند سؤالات را مطرح کرده و با شاهد در تعامل باشد و نفر دوم نقش پشتیبان را ایفا کرده و یادداشت برداری کند. این تقسیم وظایف به مصاحبه‌کننده اصلی اجازه می‌دهد بر روی شنیدن اظهارات و پرسیدن سؤالات تمرکز کند. داشتن مصاحبه‌کننده ثانویه نیز سرعت مصاحبه را افزایش می‌دهد زیرا زمان کمتری در انتظار تکمیل یادداشت‌ها صرف می‌شود. این روش همچنین از وحشت‌زده یا دفاعی شدن شاهد جلوگیری می‌کند. این حالت هنگامی رخ می‌دهد که چندین مصاحبه‌گر شروع به پرسیدن سؤالات می‌کنند.

برای مصاحبه‌های بعدی و جمع‌آوری اطلاعات عمومی (جلسات حقیقت‌یابی)، نسبت مصاحبه‌کننده به مصاحبه‌شونده از اهمیت کمتری برخوردار است. در ادامه بررسی حضور چندین شاهد در صورت حل ناسازگاری‌ها، قابل قبول است. مصاحبه گروهی می‌تواند بازتر، صادقانه‌تر و آشکارتر انجام و یک فضای تیمی ایجاد شود. تیم باید این مصاحبه را بر اساس مشخصات محیط کار انجام دهد.

۳-۴-۳-۷ اجتناب از تأثیرگذاری بر شاهد

گاهی اوقات شاهد تمایل دارد، آنچه را که مصاحبه‌گر انتظار دارد (می‌خواهد یا منتظر است) بشنود، بیان کند. همچنین ممکن است یک مصاحبه‌گر با ارسال سهوی سیگنال‌های گوناگون به شاهد یا پرسیدن سؤالات برجسته، شاهد را هدایت کند. گاهی مصاحبه‌کننده حتی از اینکه خودش بحث را هدایت می‌کند، آگاهی ندارد. سؤالات هدایت‌کننده شامل سرنخ‌هایی از پاسخ در درون خود سؤال هستند. به‌عنوان مثال، این سؤال را در نظر بگیرید: «پس از بررسی فشار، شیر ورودی را تنظیم می‌کنید، درست است؟» این عبارت به شاهد نشان می‌دهد که عملکرد صحیح تنظیم شیر ورودی است، اگر چه خود شاهد برخلاف این موضوع باور داشته باشد. در نتیجه شاهد ممکن است فقط برای جلب رضایت مصاحبه‌گر به سؤال پاسخ «بله» بدهد.

مصاحبه‌گر می‌تواند با پرسیدن مکرر درباره یک مشکل یا موضوع، بر روی پاسخ‌ها تأثیر بگذارد. به‌عنوان مثال مصاحبه‌گر همیشه سؤالاتی راجع به یک فرآیند بپرسد که شاهد رفته‌رفته تمام پاسخ‌های خود را به فرآیند مذکور ربط می‌دهد زیرا متوجه می‌شود این موضوع برای مصاحبه‌گر مهم است.

چنین سؤالاتی ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- «آیا این با دستورالعمل سازگار است؟»
- «دستورالعمل در ادامه چه می‌گوید؟»
- «آیا این در دستورالعمل وجود دارد؟»

سؤالاتی که توسط مصاحبه‌کننده پرسیده می‌شود باید به دقت بیان شوند تا حتی‌الامکان خنثی، بی‌طرف و غیر هدایت‌کننده باشد. برای تهیه نمونه کنترل و به دست آوردن تأییدیه اطلاعات کلیدی، باید از همه شاهدان یک گروه اصلی از سؤالات، مانند سؤالات جدول ۱-۷ پرسیده شود.

نظراتی که مصاحبه‌کننده در پاسخ به اظهارات شاهد بیان می‌کند، می‌تواند بر گفته‌های بعدی شاهد تأثیر بگذارد. برای مثال اعتراف می‌کند که در فرآیند قفل زدن و برچسب زنی (Lockout/ Tagout) از یک میان‌بر استفاده می‌کند و مصاحبه‌کننده می‌گوید: «وای، شوخی می‌کنی! شما چه کردید؟» این جملات می‌تواند بر اطلاعاتی که شاهد در طول قسمت‌های باقی‌مانده مصاحبه اعلام می‌کند، تأثیر بگذارد.

حتی واکنش‌های غیرکلامی مصاحبه‌کننده می‌تواند بر شاهد تأثیر بگذارد. به‌عنوان‌مثال اگر شاهد اعتراف کند که در انجام عمل خود خطایی انجام داده و مصاحبه‌گر شروع به گریه کند یا آهی ناخوشایند بکشد، مصاحبه‌گر با استفاده از زبان بدن با شاهد ارتباط برقرار کرده و اعلام کرده است که اپراتور عملکرد ضعیفی داشته است. مصاحبه‌کنندگان باید دائماً از تأثیر بالقوه‌ای که می‌توانند بر روی شاهد داشته باشند، آگاه باشد.

۷-۳-۴-۴ حفظ محرمانگی مصاحبه‌ها

در اکثر موارد بیان این که اطلاعات ارائه شده در طی مصاحبه محرمانه می‌ماند، غیرواقعی است. تیم باید تلاش کند تا از هر شاهد و اطلاعات ارائه شده توسط آن‌ها محافظت کند. به‌عنوان مثال در گزارش‌ها از نام شاهدان استفاده نشود. با این حال گزارش باید توالی وقایع را مستند کند، بنابراین هویت شاهدان ممکن است برای کارکنان آن شرکت مشخص شود. یادداشت‌های هر شاهد نباید به افرادی خارج از تیم بررسی رویداد، نشان داده یا ارائه شود مگر در مواقعی که از لحاظ قانونی ضروری باشد.

ممکن است فهرستی از مصاحبه‌شوندگان در پیوست گزارش موجود باشد تا نشان‌دهنده دقت و صحت جمع‌آوری اطلاعات / آنالیز آن‌ها باشد. با این حال می‌توان از عناوین عمومی به‌جای نام کارکنان مصاحبه شده برای حفظ هویت افرادی که اطلاعاتی ارائه داده‌اند، استفاده گردد. همچنان هیچ دلیلی برای توزیع گسترده این لیست وجود ندارد زیرا اکثر افراد می‌توانند با بررسی قسمت‌های مختلف گزارش، سطح تلاش کلی بررسی را دریابند.

۷-۳-۴-۵ انتخاب مکان‌های مصاحبه

مکان مصاحبه که برای شاهد آشنا و راحت است، احساس آرامش بیشتری برای وی ایجاد می‌کند. از مکان‌هایی که ممکن است ناراحت‌کننده یا استرس‌زا (مانند دفتر یک مدیر سطح بالا) باشد، باید خودداری شود. در صورت امکان باید اتاقی انتخاب شود که محلی آرام و کم رفت و آمد باشد. این اماکن ممکن است اتاق جلسات، اتاق آموزش و یک دفتر باشد. محل کار خود شاهد معمولاً به دلیل حواس‌پرتی‌های فضای کار (مانند تلفن، یارانه و افرادی که به آنجا مراجعه می‌کنند) و دید دیگران انتخاب خوبی به عنوان محل مصاحبه نیست.

به‌عنوان بخشی از مصاحبه، بازدید از صحنه رویداد ممکن است، سودمند باشد زیرا رسمیت کمتری دارد و سرنخ‌های تصویری به شاهدان کمک می‌کند تا اطلاعات را به یاد آورند. مکان رویداد فرصتی برای شاهد فراهم می‌کند تا در محل بگردد و به تجهیزات اشاره کند، در این صورت تنش کاهش می‌یابد و اطلاعات بیشتری از آنچه در یک مکان متفاوت به دست می‌آید، استخراج می‌شود (به‌عنوان مثال، شاهد ممکن است موقعیت دریچه یا فاصله آن از یک وسیله خاص را توصیف کند). از معایب انجام مصاحبه در صحنه رویداد می‌توان به حواس‌پرتی‌های احتمالی (حضور سایر افراد، فعالیت‌های تعمیر، تخریب، حضور شاهدان بالقوه دیگر و شرایط ناامن)، شرایط جوی نامناسب (اگر صحنه رویداد در فضای باز باشد) و پریشانی عاطفی شاهد (به‌خصوص اگر همکاری به‌شدت زخمی و یا کشته شده باشد) اشاره کرد. به همین دلیل حضور در صحنه رویداد، در مصاحبه‌های بعدی، بهتر است.

۷-۳-۴-۶ آماده‌سازی اتاق مصاحبه

اتاق مصاحبه باید به‌گونه‌ای آماده شود که پذیرای شاهد باشد. شاهد بهتر است در همان سمت میز که مصاحبه‌گر نشسته، قرار بگیرد. قرارگیری شاهد در مقابل مصاحبه‌گر ممکن است فضای رسمی‌تری ایجاد کند. اگر فردی برای یادداشت‌برداری وجود دارد، باید در کنار بنشیند تا مزاحم شاهد نشود و شاهد بتواند مصاحبه‌کننده را ببیند. اگر افراد دیگری در مصاحبه شرکت می‌کنند (به‌عنوان مثال، نماینده اتحادیه، همسر، همکار) صندلی‌ها باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که افراد از دید شاهد و مصاحبه‌کنندگان خارج شوند تا حرکات صورت و زبان بدن این افراد بر شاهد تأثیر نگذارد.

اطلاعات مرجع باید به‌راحتی در دسترس قرار گیرند (به‌عنوان مثال، نمودارهای جریان، برنامه‌ها، روش‌ها و دستور کارها). این امر باعث می‌شود که شاهد در هنگام مصاحبه بتواند به چیزی اشاره کند و کاری برای انجام دادن داشته باشد، آرام و متمایل به گفتگو باشد. بایستی دقت شود که شاهد با انبوه اسناد کلافه نشود، اما این اسناد باید در دسترس باشد تا در هنگام گفتگو یا درخواست شاهد، بتوان به آن‌ها رجوع کرد.

در صورت امکان باید سایر حواس‌پرتی‌ها از اتاق حذف و در بسته شود تا فضای خصوصی ایجاد شده و شاهد بتواند آزادانه صحبت کند و دیگران بحث را گوش ندهند. شاهد نباید اسنادی که توسط تیم بررسی

تهیه شده‌اند (مانند نمودارهای عامل علیت یا درختان خطا و آنالیزهای رویداد تیم بررسی) را مشاهده کند.

نقاشی‌ها و طرح‌های دستی (صرف نظر از کیفیت هنری) ابزار ارزشمندی در روند مصاحبه هستند و باید مورد استفاده مصاحبه‌گر قرار گیرند. به همراه داشتن کاغذ، فیلیپ چارت و مداد در اتاق مصاحبه برای استفاده توسط شاهد، روش خوبی است. همچنین ممکن است نمایش اطلاعاتی مانند عکس، فیلم و نقاشی روی صفحه بزرگ رایانه، مفید باشد. داشتن نسخه‌های اضافی نقشه‌ها، عکس‌های هوایی، نقشه‌های لوله‌کشی و تأسیسات و سایر اسنادی که شاهد می‌تواند علامت‌گذاری کند، در بیان اطلاعات توسط شاهد مفید است. برای اجتناب از تأثیرگذاری در تفکرات شاهد فعلی، نباید نمودارهای علامت‌گذاری شده توسط شاهد قبلی را به وی نشان داد.

۷-۴-۳-۷ برنامه‌ریزی مصاحبه‌ها

اولین شاهدانی که برای مصاحبه انتخاب می‌شوند، باید کسانی باشند که دارای اطلاعات مهم (دقیق و حیاتی) هستند. تا جایی که ممکن است، مصاحبه‌ها باید برای یک زمان مناسب و مقدور برای شاهد، تنظیم شوند. قرارهای ملاقات با شاهدان باید از طریق کانال‌های مناسب مانند مدیران، کارکنان اتحادیه و... انجام گیرند. توجه به جزئیات کاربردی کوچک مانند اختصاص سرویس حمل و نقل برای شاهد و تهیه وعده‌های غذایی و نوشیدنی‌های اضافی، می‌تواند به کاهش استرش شاهد کمک کند.

در برخی از شرکت‌ها، کارکنان اتحادیه می‌توانند حضور نماینده صنفی در مصاحبه را درخواست کنند و در صورت تمایل شاهد، باید نماینده اتحادیه نیز مجاز به مصاحبه باشد. علاوه بر این، حضور یک همکار یا نماینده ایمنی می‌تواند مفید باشد. در نمونه مورد مطالعه (پیوست ۴)، دو نفر از تیم بررسی، ناظر ایمنی و یک نفر دیگر برای مصاحبه حضور داشتند. هنگامی که فرد دیگری شاهد را همراهی می‌کند، مصاحبه‌کننده می‌تواند به این شخص اطلاع دهد که هدف از مصاحبه کسب اطلاعات دست اول از شاهد است و فرد دیگری نباید در مصاحبه دخالت کند.

علیرغم تلاش تیم بررسی، ممکن است شاهدانی باشند که زیاد مایل به همکاری نباشند. به دست آوردن اطلاعات از این شاهدان، نیازمند زمان و تلاش فراوان است که احتمالاً مصاحبه‌های دیگر را به تأخیر می‌اندازد. اگر مقاومت قابل‌توجهی از طرف شاهدی مشاهده شود، بهتر است ابتدا با شاهدان دیگر مصاحبه و سپس دوباره با آن شاهد، گفتگو شود.

ناگزیر، شاهدان در مورد مصاحبه‌هایی که انجام داده‌اند، با هم صحبت کرده و منجر به آلودگی یا آشفتگی اطلاعات می‌شوند. تیم بررسی می‌تواند با انتخاب برنامه‌ای که ارتباط بین شاهدان را به حداقل می‌رساند، از این امر جلوگیری کند. به‌عنوان مثال، هر مصاحبه اولیه به مدت ۳۰ دقیقه برنامه‌ریزی شود. برای تکمیل مستندات مصاحبه قبلی، ۳۰ دقیقه بین مصاحبه‌ها وقت در نظر گرفته شده و آمادگی‌های مصاحبه بعدی انجام شود. در صورت امکان، شاهدان نباید در یک اتاق انتظار، منتظر مصاحبه خود باشند. برنامه و لیست

مصاحبه‌ها باید بر اساس اطلاعات آموخته شده در حین مصاحبه‌ها، تنظیم شود.

زمان مصاحبه نباید بیشتر از حد رضایت شاهد باشد و اگر به زمان بیشتری نیاز باشد باید یک برنامه‌ریزی برای جلسه مصاحبه دیگری انجام شود.

مصاحبه تلفنی ممکن است به‌عنوان مصاحبه اولیه برای تعیین نیاز به مصاحبه حضوری، مناسب باشد. به‌عنوان مثال مصاحبه تلفنی مقدم بر یک سفر برای مصاحبه باشد. اگر شاهدی دارای شرایط زیر باشد انجام مصاحبه تلفنی مناسب است:

- **به‌راحتی در دسترس نیست.**
- **در درجه اول اطلاعات واقعی مربوط به زنجیره وقایع را ارائه می‌دهد.**
- **اطلاعات اندکی در رابطه با علت‌های ریشه‌ای دارد.**
- **فردی کلیدی نیست.**

۸-۴-۳-۷ تهیه فهرستی از مشکلات و موضوعات اصلی

فهرستی از موضوعات خاص و مشکلاتی که باید در طول مصاحبه حل شوند، باید تهیه گردد. این مسائل با طرح سؤالات باز به بهترین وجه حل می‌شوند. لیست موضوعات و مشکلات خاص که به وسیله سؤالات حل می‌شوند و اطلاعات مورد نیاز که توسط تکنیک‌های آنالیزی شناسایی شده‌اند، در فصل ۹ مشخص شده است. سؤالات معمول مصاحبه در جدول ۱-۷ آمده است.

نمونه سؤالات اطلاعات پایه

نام

سمت شغلی

طول مدت خدمت در شرکت

زمان در موقعیت فعلی

شیفت کاری عادی

ساعت‌های اضافه‌کاری

نمونه سؤالات برای شاهدان

از رویداد چه چیزهایی به یاد دارید؟

چه چیزی دیده‌اید؟

چه چیزی شنیده‌اید؟

آیا چیز غیرمعمولی احساس یا بو کرده‌اید؟

شرایط اولیه چگونه بود؟

قبل از رویداد، چه‌کاری انجام می‌دادید / کجا بودید؟

حین رویداد، چه‌کاری انجام می‌دادید / کجا بودید؟

وقوع رویداد چه زمانی بود؟

چه نشانه‌هایی از وقوع رویداد وجود داشت؟

از کجا می‌دانستید که هنگام دیدن..... چه‌کار کنید؟

شما با دیگر افراد محل چه ارتباطی داشتید؟

چه افراد دیگری در محل بودند؟

آن‌ها کجا بودند؟

آن‌ها چه می‌کردند؟

شرایط محیطی چگونه بود؟

این بار، چه چیزهایی متفاوت بود؟

آیا متوجه دستگاهی شدید که به‌درستی کار نکند؟

آیا می‌دانید که کارکنان در مورد تجهیزات آموزش دیده‌اند؟

آیا می‌دانید کار به‌درستی آماده شده است؟

آیا باید با شخص دیگری صحبت کنیم؟

نمونه سؤالات پاسخ‌دهندگان به شرایط اضطراری

شرایط اولیه هنگام ورود شما چگونه بود؟ (چه چیزی را دیدید، شنیدید و احساس کردید؟)

آیا شما یا دیگران چیزی را جابجا کرده یا تغییر مکان داده‌اید؟

چه فعالیت‌های واکنش در شرایط اضطراری انجام دادید؟

آیا در گذشته موارد مشابهی اتفاق افتاده است؟

آیا باید با شخص دیگری صحبت کنیم؟

جدول ۱-۷ .نمونه سؤالات برای شاهدان و افراد واکنش به شرایط اضطراری

۹-۴-۳-۷ ایجاد و حفظ رابطه

مصاحبه می‌تواند منبع استرس قابل‌توجهی باشد، حتی اگر شاهد صادق، همکاری‌کننده و غیرمسئول در رویداد باشد. هر شاهد مجموعه منحصر به فردی از احساسات (ترس، اضطراب)، انگیزه‌ها، نگرش‌ها و انتظارات خود را به مصاحبه می‌آورد. در برخی مواقع، این احساسات می‌تواند واکنش‌هایی نسبت به مرگ یا آسیب جدی یک دوست یا همکار را در برداشته باشد.

شروع مصاحبه ممکن است در ظاهر بسیار غیر رسمی باشد، اما در نهایت نتیجه مصاحبه را تعیین کند. این حالت فرصتی را برای مصاحبه‌کننده فراهم می‌کند تا هدف، قالب، انتظارات و محرمانه بودن اطلاعات را به شاهد توضیح دهد و با نگرانی‌های خاص وی مقابله کند. با این حال سودمندترین جنبه مصاحبه این است که فرصتی برای ایجاد جوی سازنده در جهت برقراری ارتباط، حاصل می‌شود.

ابتدا جلسه با معرفی همه حضار شروع می‌شود زیرا وجود شخصی رمزآلود در یادداشت برداری و گوش دادن به مکالمات، مفید نیست. سپس باید اهداف مصاحبه توضیح داده شود و به‌وضوح بیان گردد که هدف، جمع‌آوری اطلاعاتی است که می‌تواند برای درک آنچه اتفاق افتاده است و جلوگیری از تکرار یک رویداد، مفید باشند و هیچ سرزنشی در کار نیست. نقش مهم شاهد در بررسی نیز باید توضیح داده شود. برای ایجاد جوی گرم ابتدا باید سؤالاتی مانند نام شاهد، سمت شغلی و سال‌های حضور در آن شرکت، مطرح شود تا شاهد قبل از ورود به سؤالات اصلی مصاحبه به استرس‌های اولیه خود غلبه کند.

قبل از شروع سؤالات اصلی مصاحبه، باید دقت شود که آیا شاهد سؤالاتی دارد یا نه؟ سؤالات شاهدان معمولاً در مورد محرمانه بودن اطلاعات ارائه شده، زمان مصاحبه و وضعیت بررسی است. به تمام سؤالات مربوط به مصاحبه و روند بررسی باید تا حد ممکن به‌طور کامل و صادقانه پاسخ داده شود زیرا گمراه کردن شاهد به‌طور کلی مصاحبه‌ها و بررسی‌های بعدی را با مشکل روبرو می‌کند. با این حال باید به سؤالات مربوط به وضعیت بررسی با تمرکز بر مصاحبه پاسخ داده شود و از اطلاعاتی که از منابع دیگر به دست می‌آید و ممکن است شاهد را تحت تأثیر قرار دهد، اجتناب گردد. سرانجام باید اطمینان حاصل شود که شاهدان کامل درک کرده‌اند که از اطلاعات ضبط شده در مصاحبه، خواه در یادداشت‌های مصاحبه‌گر، خواه در گزارش دادگاه یا در یک دستگاه الکترونیکی، استفاده خواهد شد.

در طول مصاحبه، بررسی‌کننده باید:

- صمیمی، با احترام و حرفه‌ای باشد.
- با دقت و تعامل گوش دهد.
- دلسوزی نشان دهد.
- از نگرش‌هایی که روابط را مختل می‌کند، اجتناب کند.
- تا حد ممکن بی‌طرف باشد.
- رفتاری آرام داشته باشد.

- از کلمات / اصطلاحاتی استفاده کند که شاهد آن‌ها را بفهمد.
- زبان بدن و حالات صورت را مشاهده کند.

در طول مصاحبه بررسی‌کننده نباید:

- وقتی شاهد اطلاعات جدیدی ارائه می‌دهد، تعجب کند.
- وقتی شاهد اظهارات شاهدان دیگر یا نظریه فعلی علت‌ها وقوع را تائید کرد، خوشحال شود.
- بیش از حد دستوردهنده، مغرور، ترسو، متعصب و با اعتماد به نفس بالا، باشد.
- اطلاعات ارائه شده را قضاوت کند، حتی اگر نادرست باشد.
- شاهد را حتی در صورتی که اطلاعات جدید اندکی ارائه می‌دهد، به عجله وادار کند.
- به شاهد قول دهد.

باید دقت شود که هدف مصاحبه کسب اطلاعات بیشتر از شاهد است نه نشان دادن هوش بالای مصاحبه‌کننده. شاهدان دانش، تجربه و اطلاعات ارزشمندی برای هدایت تیم بررسی به نتایج صحیح، ارائه می‌دهند و از این جهت حائز احترام هستند.

۱۰-۴-۳-۷ ایجاد و بهبود یک گفتگوی بدون وقفه

در ابتدا بایستی با استفاده از سؤالات باز (سؤالاتی که بیشتر از کلمات بله یا خیر به توضیح نیاز دارند) از شاهد اظهارات اولیه تقاضا شود. نمونه سؤالات باز در جدول ۱-۷ ارائه شده است. در این بخش از مصاحبه، ساکت ماندن مهم است و باید به شاهد اجازه داده شود تا صحبت کند. در این صورت وقتی مصاحبه‌گر صحبت می‌کند، شاهد ساکت خواهد ماند. از پرسیدن سؤالات بسته (سؤالاتی که فقط به پاسخ کوتاه نیاز دارند) باید اجتناب شود. سؤالات بسته فراوان در ابتدای مصاحبه می‌تواند شاهد را برای دادن پاسخ‌های کوتاه شرطی کند.

مصاحبه‌گر باید بی‌طرف باقی بماند و از هرگونه اقدام یا سؤالی که شاهد را هدایت می‌کند، خودداری نماید. در طول مصاحبه باید از طرح سؤالات اتهامی خودداری شود و مسیری که باید مصاحبه دنبال کند، پیش‌بینی شود. اگر پاسخ‌های اولیه شاهد نتواند مسائل خاصی که بررسی‌کننده در تلاش برای حل آن‌هاست، برطرف کند، بررسی‌کننده می‌تواند سؤالات دقیق‌تری در رابطه با موارد زیر مطرح کند:

- زمان وقوع رویداد
- محل کارکنان
- فعالیت کارکنان
- شرایط محیطی
- موقعیت‌های کارکنان و قربانیان
- موارد جابجا شده و تغییر مکان یافته

- فعالیت‌های واکنش در شرایط اضطراری
- اقدامات افراد دیگر
- آموزش و آماده‌سازی
- تاریخچه رویدادهای مشابه
- خلأهای اطلاعاتی
- ناسازگاری در داده‌ها
- مدیریت و مشارکت کارکنان
- علت‌های احتمالی
- اعتقادات، عقاید و قضاوت‌هایی که منجر به اقدامات ناخوشایند می‌شوند.

همان‌طور که مصاحبه بیشتر به سمت سؤالات بسته می‌رود، مصاحبه‌کننده می‌تواند به‌طور دوره‌ای صحبت‌های شاهد را برای خود وی بیان کند. این کار به شاهد فرصتی می‌دهد تا اشتباهات یا سوءتعبیرها را اصلاح کند و جزئیات بیشتری اضافه کند. این بخش از مصاحبه بیشتر شبیه مصاحبه‌ای است که توسط روزنامه‌نگاران تلویزیون انجام می‌شود. در این مرحله سؤالات مشخص و متنوعی پرسیده می‌شود. در طول این قسمت از مصاحبه پتانسیل قابل توجهی برای مصاحبه‌کننده برای تأثیرگذاری بر شاهد وجود دارد. این خطر دائماً وجود دارد و مستلزم شناخت و مقاومت مداوم توسط مصاحبه‌کنندگان است.

مصاحبه‌کنندگان اغلب ناسازگاری‌های آشکاری در اطلاعات دریافتی، تجربه می‌کنند. پیچیدگی‌ها معمولاً در طول مصاحبه‌های اولیه جمع‌آوری اطلاعات رخ می‌دهند. برخی از اطلاعات ورودی واقعیت نخواهند داشت (از نظر عینی قابل تائید است)، اما ممکن است توسط فردی که اطلاعات را ارائه می‌دهد به‌عنوان واقعیت درک شود. در بیشتر موارد تأخیر در قضاوت در مورد ناسازگاری‌های آشکار، مفید است.

همان‌طور که مصاحبه‌کننده نباید قبل از مشخص شدن کامل واقعیت‌ها به نتیجه‌گیری در مورد علت‌های رویداد بپردازد، قضاوت در مورد ناهماهنگی‌های آشکار نیز، باید به تأخیر بیفتد. غالباً سناریویی پدیدار می‌شود که اطلاعات متناقضی را نشان می‌دهد (اما در زمان‌های مختلف از توالی رویداد). حتی اگر اطلاعات غلط باشد، سوء تفسیرها می‌تواند اطلاعات مهم دیگری آشکار کند. در مواقعی می‌توان دلیل ناسازگاری‌های آشکار را به مصاحبه‌کننده ربط داد زیرا وی ممکن است ناخواسته اطلاعات دریافتی از شاهد را بر اساس آنچه در مورد رویداد می‌داند، تغییر دهد.

باید دقت شود که افراد متفاوت ممکن است تعاریف مختلفی برای یک کلمه در ذهن خود داشته باشند بنابراین پرسیدن سؤالاتی برای روشن شدن ایده‌های بیان شده توسط شاهد می‌تواند سودمند باشد. (Laborde، 1984).

هنگامی که از یک اسم استفاده می‌شود، مصاحبه‌کننده می‌تواند با پرسیدن «دقیقاً چه چیزی؟» توضیح بیشتری از شاهد بخواهد. برای مثال شیر یک موتور با برق یا هوا کار کند؛ این تفاوت ممکن است برای

بررسی مهم باشد. وقتی یک فعل استفاده می‌شود، مصاحبه‌گر می‌تواند بپرسد «دقیقاً چطور؟». به‌عنوان مثال خاموش کردن راکتور ممکن است به معنای کاهش تدریجی انرژی در حالت خاموش کردن نرمال باشد و یا به معنای فشار دادن دکمه توقف اضطراری باشد.

گاهی اوقات ممکن است قوانینی ذکر شود، مثلاً «اپراتور بیرونی همیشه باید دریچه تخلیه را ببندد». احتمالاً مصاحبه‌گر می‌پرسد «چرا این مهم است؟» یا «اگر او این کار را انجام نمی‌داد چه اتفاقی می‌افتاد؟».

یک شاهد ممکن است از کلمات کلی مانند: همه، همیشه، همه افراد، هرگز و آن‌ها استفاده کند. مصاحبه‌گر می‌تواند با پرسیدن سؤالاتی مانند «همه؟»، «همیشه؟»، «همه افراد؟»، «هرگز؟» و «آن‌ها چه کسانی هستند؟» این کلی‌گویی‌ها را آشکارتر سازد. همچنین شاهد ممکن است از الفاظ مقایسه‌کننده استفاده کند. به‌عنوان مثال، «پمپ A بهتر است». مصاحبه‌کننده می‌تواند با پرسیدن «بهتر از چه چیزی؟» وضوح بیشتری به دست آورد.

بهترین روش این است که به شاهد اجازه داده شود، گفتگو را هدایت کند، اما برای مصاحبه‌کننده کشف مسیرهای اطلاعات جدید مهم است. بعضی از شاهدان بیان می‌کنند که اطلاعات با ارزشی از یک واقعیت خاص را می‌دانند، اما از آنجا که مصاحبه‌کننده در مورد آن سؤال نکرده است، آن اطلاعات را بیان نکرده‌اند که در این حالت شاهد در مورد مهم یا مرتبط بودن اطلاعات قضاوت کرده است.

۱۱-۴-۳-۷ استفاده از داده‌های وسایل الکترونیک شخصی

امروزه به‌صورت فزاینده‌ای مردم رویدادها را با تلفن‌های همراه شخصی ضبط می‌کنند. بسیاری از کارخانه‌ها به دلایل امنیتی و ایمنی، چنین دستگاه‌هایی را ممنوع می‌کنند. با این حال ممکن است اطلاعات دستگاه‌های الکترونیکی شخصی برای بررسی رویداد بسیار ارزشمند باشد. برخی از شرکت‌ها ممکن است پس از یک رویداد بزرگ، برای به دست آوردن شواهد از دستگاه‌های الکترونیکی، بخشودگی رسمی صادر کنند، با این حال تیم ابتدا باید از مشاوره حقوقی اطمینان حاصل کند زیرا سازمان‌های دولتی و یا طرفین دعوی مدنی غالباً خواستار حفظ اطلاعات الکترونیکی شرکت هستند. با توجه به چنین تقاضایی، ممکن است برای حفظ کلیه داده‌ها و همچنین شناسایی منبع داده‌ها، حافظه دستگاه الکترونیکی شاهد کپی شود. مراحل نهایی مصاحبه، فرصت خوبی است که با در نظر گرفتن پیشنهادات مشاور حقوقی، از شاهدان سؤال شود که آیا اطلاعات الکترونیکی قابل ارائه‌ای دارند یا خیر.

۱۲-۴-۳-۷ مستندسازی مصاحبه

مصاحبه‌گر اصلی (یا مصاحبه‌گر دوم در صورت حضور) باید در طول مصاحبه تا حد امکان بدون سرزنش افراد، یادداشت‌برداری کند. گزینه‌های دیگر شامل ضبط کننده‌های فیلم / صدا، یادداشت‌بردار اختصاصی، تندنویس و گزارشگر دادگاه است. این روش‌ها ممکن است شاهد را ناراحت کند زیرا روند کار بیشتر شبیه بازجویی یا دادرسی قانونی خواهد بود. وجود میکروفن ممکن است تا حدودی شاهد را تحت فشار قرار دهد

و افزایش دقت در مصاحبه باعث کاهش مشارکت شاهد گردد.

مستندسازی مصاحبه نباید فرآیندی پنهان و مخفی باشد و شاهد نباید احساس کند که در حین مصاحبه مطالب مخفی یادداشت می‌شود. یکی از راه‌های حل مسئله مذکور این است که از شاهدان سؤال شود که آیا برای یادداشت‌برداری موافقت‌اند یا نه. معمولاً بعید است که شاهد از این کار امتناع کند، اما مناسب است از آن‌ها پرسیده شود. مستندات مصاحبه حداقل باید شامل نام شاهد، تاریخ و زمان مصاحبه، اظهارات و نام مصاحبه‌کننده/ضبط‌کننده‌باشد.

در طول مصاحبه‌های تلفنی باید تا جایی که ممکن است یادداشت‌برداری شود زیرا شاهد نمی‌تواند ببیند مصاحبه‌گر چه‌کاری انجام می‌دهد بنابراین وی می‌تواند برای تکمیل یادداشت‌های خود یک یا چند لحظه زمان از شاهد تقاضا کند.

۷-۳-۴-۱۳ جمع‌بندی مصاحبه

در پایان مصاحبه باید از شاهد با لحنی که تهدیدآمیز نباشد، سؤال شود: «آیا چیز دیگری وجود دارد که بخواهید اضافه کنید، بدون در نظر گرفتن میزان اهمیت آن». سپس این سؤالات با یک مکث طولانی دنبال می‌شود. همچنین باید از شاهد پرسیده شود چه افراد دیگری ممکن است اطلاعات با ارزشی داشته باشند.

مصاحبه‌کننده باید از وقت، اطلاعات و همکاری شاهد قدردانی کند و رضایت وی را به دست آورد تا بتواند در صورت نیاز با شاهد برای مصاحبه‌های بعدی تماس بگیرد، حتی اگر این کار غیرضروری تلقی شود. اگر مصاحبه‌کننده مجوز مصاحبه‌های بعدی را فقط از برخی از شاهدان طلب کند این افراد ممکن است احساس کنند از بقیه جدا شده‌اند.

سرانجام مصاحبه‌گر باید یادداشت‌ها را با شاهد مرور کند. طی این بررسی، معمولاً توضیحات و جزئیات اضافی متعددی ارائه می‌شود. معمولاً یک شاهد اطلاعات اضافی را پس از پایان مصاحبه به یاد می‌آورد. بررسی‌کننده زیرک این ویژگی انسان را پیش‌بینی می‌کند و یک مکانیسم کاملاً قابل درک را برای تماس‌های بعدی شاهد با مصاحبه‌گر فراهم می‌نماید. اگر شاهد فرد دیگری را به خاطر بیاورد یا بخواهد اظهارات مصاحبه را اصلاح یا اضافه کند، بایستی با بررسی‌کننده تماس حاصل کرده و اطلاعات جدید را به وی ارائه دهد. اطلاعات تماس بررسی‌کننده باید به شاهد ارائه شود.

۴-۷ انجام فعالیت‌های بعدی

پس از اتمام مصاحبه، بررسی‌کننده باید بلافاصله پس از خروج شاهد از اتاق، چند کار اضافی انجام دهد:

- روند مصاحبه را مرور کند.
- اطلاعات دریافتی را سازمان‌دهی کند.

- قسمت‌هایی را که اطلاعات قبلی را تائید یا نقض می‌کند، شناسایی کند.
- یافته‌ها را ثبت کند.

یافته‌ها شامل مواردی مانند مشاهدات، بینش‌های خاص و فهرستی از مواردی است که باید در مصاحبه‌ها یا بررسی‌های بعدی پیگیری شوند. در صورت لزوم، بررسی‌کننده باید محتوا را بر اساس بیانیه شاهد در یک جدول زمانی تنظیم کند (برای جزئیات بیشتر در مورد توسعه جدول زمانی به بخش ۹.۲.۱ مراجعه شود). سرانجام اطلاعات حاصل از مصاحبه باید به بقیه اعضاء تیم بررسی ارائه شود.

۷-۵ انجام مصاحبه‌های بعدی

با جمع‌آوری شواهد بیشتر و آنالیز و توسعه فرضیه‌ها، می‌توان سؤالات مستقیم و ساختاریافته‌تری را برای مصاحبه‌های بعدی ایجاد کرد. این مصاحبه‌ها باید با همان شیوه عمومی مصاحبه‌های دیگر انجام شود، اما از یک سبک مستقیم و متمرکزتر استفاده گردد. در ابتدا، مصاحبه‌گر ممکن است از سؤالات باز استفاده کند. در مصاحبه پیگیری سؤالات بسته زودتر از حالتی که در مصاحبه اولیه استفاده شده‌اند، مطرح می‌شوند. باید بر روی خلاهای موجود در اطلاعات و ناسازگاری‌های آشکار تمرکز گردد. این مصاحبه نباید به گونه‌ای باشد که شاهد تصور کند به گفته‌های وی شک شده است، بلکه شاهد باید بداند که هدف مصاحبه‌های بعدی، کسب اطلاعات بیشتر است.

۷-۶ قابلیت اطمینان اظهارات شاهدان

همان طور که در بالا ذکر شد، بعضی از جزئیات ارائه شده توسط شاهدان ممکن است به دلایل مختلفی نادرست یا ناسازگار باشند. ممکن است بیش از یک مصاحبه‌کننده حضور داشته باشد که مصاحبه‌های مختلف را رهبری می‌کنند و مشاهدات خود را به‌گونه دیگری ثبت می‌نمایند. یک مسئله اصلی این است که اطلاعات دریافتی به روشی سازگار جمع‌آوری شود و با سایر شواهد در یک جدول زمانی ترکیب و تعیین شود که کدام یک از اطلاعات شاهد قابل‌اعتماد است. این موضوعات باید هنگام آنالیز شواهد مورد بررسی قرار گیرند که در فصل ۹ بیشتر درباره آن بحث شده است.

۷-۷ خلاصه

اطلاعات شاهدان داده‌های حیاتی هستند و می‌توانند از طریق تعداد زیادی از افراد و گروه‌ها تهیه شوند. با این حال بسیار شکننده می‌باشند، بنابراین باید برای به دست آوردن کامل‌ترین و دقیق‌ترین اطلاعات، بسیار دقت به عمل آید. خاطرات انسان ناقص بوده و به راحتی می‌تواند مغرضانه باشد، اما با استفاده از تکنیک‌های توصیف شده در این فصل، تیم مصاحبه می‌تواند بهترین اطلاعات را از شاهدان کسب کند.

۸

فصل هشتم

شناسایی، جمع‌آوری و مدیریت شواهد

شناسایی، جمع آوری و مدیریت شواهد

فصل ۷ جزئیات بازیابی اطلاعات شاهدان و فصل ۸ روش‌ها و دستورالعمل‌های عملی برای جمع‌آوری و بایگانی کردن شواهد فیزیکی و الکترونیکی را شرح می‌دهد. شواهد به دست آمده، کلید ورودی در فرآیندهای آنالیز شواهد و آزمون فرضیه خواهد بود که بیشتر در فصل ۹ شرح داده شده است.

اصطلاح «شواهد[۱]»، همان‌طور که در این کتاب استفاده شده است، به داده‌ها و سایر اطلاعات فیزیکی اشاره دارد که تیم بررسی برای آنالیزهای بعدی، آزمون، بازسازی، تائید و در نهایت، نتیجه‌گیری، به آن‌ها اعتماد خواهد کرد. بخش قابل توجهی از این جزئیات در محل رویداد یا اطراف آن جمع شده است. در هنگام آنالیز و آزمون‌های بعدی نیاز به داده‌های اضافی، بیشتر احساس خواهد شد، اما این نیازها به اندازه فعالیت‌های اولیه جمع‌آوری، نگهداری و مستندسازی اولیه حائز اهمیت نیستند.

جمع‌آوری شواهد و اطلاعات بسیار وقت‌گیر بوده و بسته به ماهیت رویداد می‌تواند بیش از نیمی از انرژی تیم بررسی را به خود اختصاص دهد.

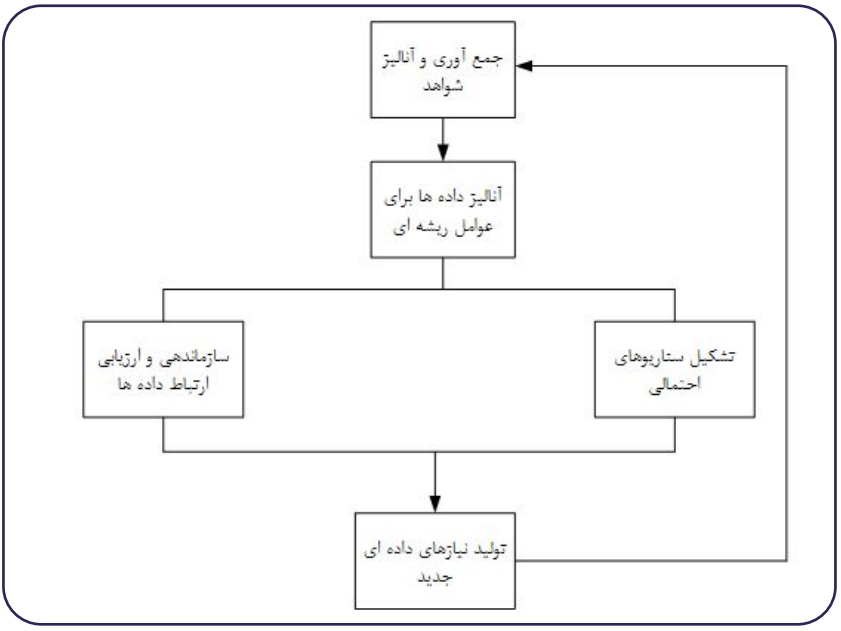
این فصل انواع داده‌هایی که ممکن است جمع‌آوری شوند و ملاحظات مربوط به شناسایی، جمع‌آوری و مدیریت صحیح داده‌ها را ارائه می‌دهد.

۸-۱ خلاصه

فرآیندی که در شکل ۸-۱ نشان داده شده است، فعالیت‌های معمول جمع‌آوری شواهد یک تیم برای تعیین علت‌های ریشه‌ای و توسعه پیشنهادات را ارائه می‌دهد. با این حال، بین پایان فعالیت جمع‌آوری اطلاعات

۱-Evidence

و شروع فرآیند تعیین علت‌های ریشه‌ای هیچ تعریف مشخصی وجود ندارد. انجام بازرسی‌های اضافی و مصاحبه‌های پیگیری برای کمک به تائید، رد یا روشن شدن ناسازگاری‌های خاص، یک روال عادی است.



شکل ۱-۸. تکرار روند بین آنالیز داده‌ها و جمع‌آوری داده‌ها

■ ۱-۱-۸ تدوین یک برنامه خاص

سرپرست تیم معمولاً برنامه اولیه جمع‌آوری داده‌ها را تهیه و یک بازدید کوتاه مدت آشنایی انجام می‌دهد. اولویت اصلی، ایجاد برنامه برای شناسایی و اطمینان از حفظ شواهد قبل از نابودی یا تغییر آن‌ها است. اقداماتی که شرکت برای کمک به حفظ شواهد قبل از ورود تیم بررسی انجام می‌دهد، می‌تواند حیاتی باشد. چک‌لیست سطح بالا برای حفظ شواهد در پیوست ۶ ارائه شده است.

اگر چه ممکن است در مراحل اولیه، تیم بررسی به صورت کامل تشکیل نشده باشد، بازدید اولیه از سایت اولین فرصت برای تعیین مرزهای فیزیکی بررسی است. سرپرست تیم باید اطمینان حاصل کند که دسترسی به محل رویداد تا جایی که ممکن است محدود شود و کارکنانی که وارد منطقه رویداد می‌شوند از ملاحظات حفظ شواهد به خوبی آگاه هستند.

یکی از مهم‌ترین موضوعات تعیین این که کدام گروه‌ها مسئول کدام فعالیت‌ها و زمینه‌ها هستند، می‌باشد. این مسئولیت‌ها ممکن است در طول بررسی تغییر کنند. سرپرست تیم بررسی باید اطمینان حاصل کند که این مسئولیت‌ها برای همه روشن شده است تا از تکرار یا حذف فعالیت‌های حیاتی جلوگیری گردد.

برای بررسی‌های کوچک‌تر، ممکن است تیم از یک بررسی‌کننده اصلی و یک دستیار، تشکیل شده باشد. در این نوع بررسی‌ها همه وظایف میدانی معمولاً بر عهده بررسی‌کننده اصلی است.

■ ۲-۱-۸ محیط بررسی پس از یک واقعه مهم

محیط بررسی می‌تواند چالش‌های مهمی در یک رویداد جدی، ایجاد کند. نقطه شروع بررسی رویداد می‌تواند مانند چاله‌ای باشد که اطلاعات و شواهد زیادی از قبل در آن نابود شده‌اند. معمولاً تیم بررسی در تلاش است به سرعت شواهد باقی‌مانده را شناسایی و حفظ کند و از تخریب سریع شواهد که با گذشت زمان یا قرار گرفتن در معرض عناصر دیگر رخ می‌دهد، جلوگیری نماید.

محل رویداد ممکن است تحت کنترل یک سازمان نظارتی باشد که دسترسی و فعالیت را به شدت محدود کند. در این صورت تیم بررسی باید برای پیشرفت بررسی خود با سازمان‌های صلاحیت‌دار همکاری داشته باشد. ممکن است مدیریت بخش‌های آسیب ندیده شرکت برای ادامه فعالیت‌های خود، درخواست مجوز کنند. علاوه بر این احتمالاً زیرساخت‌ها و خدمات این کارخانه (آب و برق، تلفن، راه‌های دسترسی و خدمات پشتیبانی اداری) به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار گرفته باشند. معمولاً تمام رویدادهای جدی شامل روال قضایی می‌باشند، البته ممکن است پس از آغاز بررسی، روال قضایی برای مدت زمان قابل توجهی، آغاز نشود اما هنگام رسیدگی به مدارک باید تصور شود که دعوای قضایی ممکن است در آینده ارائه شود. غالباً وکلای طرفین شاکی می‌توانند اقدامات قانونی را شروع کنند که باعث محدود شدن فعالیت در صحنه رویداد شده و بر جمع‌آوری شواهد تأثیر می‌گذارد. شرکت‌های بیمه اغلب دارای منافع مالی قابل توجه و قانونی هستند و ممکن است بر فعالیت‌های تیم بررسی تأثیر بگذارند. طرفین ممکن است از لحاظ قانونی متمایل به مستندسازی، جمع‌آوری و آزمون داده‌ها بوده و خواستار حضور در این مراحل شوند. ایجاد ارتباط با سایر ذی‌نفعان، حائز اهمیت است زیرا اطمینان حاصل می‌شود تیم بررسی می‌تواند به سرعت اطلاعات و شواهد حیاتی را شناسایی و حفظ کند.

منافع ذی‌نفعان مختلف اغلب با استفاده از پروتکل‌های خاص برای حفظ و استفاده از شواهد، به‌راحتی قابل کنترل است. غالباً، پیشنهاد یک پروتکل قابل قبول طرفین برای جمع‌آوری و مدیریت شواهد، موانع را برطرف کرده و تحقیقات را پیش می‌برد. پروتکل‌های جمع‌آوری و مدیریت شواهد به منظور موارد زیر تدوین می‌شوند:

- تدوین جزئیات یک روش برنامه‌ریزی شده
- ایجاد توافق بین طرفین ذی‌نفع
- دریافت مجوز برای صحنه رویداد از مراجع صلاحیت‌دار
- جلوگیری از نابودی یا آسیب رسیدن به شواهد (خرابکاری شواهد)

در شرایط خاص استفاده از اقدامات کنترلی دقیق می‌تواند مفید باشد زیرا امکان نسخه‌برداری از کاغذ یا پرونده‌های الکترونیکی یا نمونه‌های مواد را فراهم کرده و این موارد را در اختیار سایر ذینفعان قرار می‌دهد.

وقتی به دلیل وجود شواهد کم و خاص، همکاری همه ذینفعان در آنالیز شواهد نیاز است، می‌توان در مورد آزمایشگاه‌ها و سایر منابع خارجی، متقابلاً به توافق رسید. تیم بررسی ممکن است در تعیین این که چه وسیله‌ای باعث انفجار شده و چه چیزی در نتیجه انفجار آسیب دیده، دچار چالش شود. قطعات ممکن است تا فواصل قابل توجهی پرتاب شوند، گاهی اوقات ممکن است این فواصل خارج از مرزهای محیط کار باشد. خرابی تأسیسات، نشت مواد شیمیایی و آسیب‌های قابل توجه انفجار به واحدهای فرآیندی و ساختمان‌های مجاور ممکن است بررسی را بسیار مختل کرده و مانع دسترسی به محل رویداد برای چند روز یا بیشتر شود. شناسایی و به دست آوردن شواهد حساس به زمان، اولویت اصلی در ابتدای بررسی برای محدود کردن احتمال بدتر شدن وضعیت شواهد به دلیل قرار گرفتن در معرض عوامل دیگر و از دست دادن تأسیسات آب و برق است. داده‌های الکترونیکی فرآیند، نمونه‌های شیمیایی، قطعات پرتاب شده به خارج از مرزهای محیط کار و شواهدی که ممکن است توسط کارکنان واکنش در شرایط اضطراری و تیم‌های HAZMAT تغییر یابد، دارای اولویت بالایی هستند و باید سریع جمع‌آوری شوند. قطع انرژی الکتریکی برای کنترل سیستم‌ها، فوریت را در جمع‌آوری داده‌های الکترونیکی ایجاد می‌کند زیرا طول دوام باطری‌های پشتیبان محدود بوده و گاهی اوقات یک ساعت یا کمتر کار می‌کنند.

نمونه مواد اولیه و محصول شیمیایی باید از منطقه تهیه شود زیرا ممکن است در حین انفجار ماده در فرآیند مصرف و یا از آن نشت کند. قطعاتی که بیرون از مرزهای کارخانه پرتاب می‌شوند ممکن است توسط افراد آموزش ندیده جمع‌آوری شده و دیگر به کارخانه پس داده نشود. خسارت‌های خارج از سایت نیز خارج از کنترل شرکت است و مستندسازی در مورد میزان خسارت قبل از انجام تعمیرات، ممکن است ضروری باشد.

شواهدی که حساسیت کمتری به زمان دارند و در محدوده محیط کار هستند، در ردیف دوم اولویت‌های جمع‌آوری قرار دارند. کارکنان کارخانه بهتر می‌توانند چنین شواهدی را کنترل کنند اما این شواهد ممکن است در سطح وسیعی پخش شده باشند. در این صورت کارکنان باید در خصوص نحوه صحیح رفت و آمد در محل رویداد تا زمان جمع‌آوری شواهد توسط یک تیم متخصص، آموزش ببینند.

به همین دلایل، محیط بررسی می‌تواند چالش برانگیز باشد لذا یک رویکرد سیستماتیک برای بررسی موفقیت‌آمیز رویدادهای عمده فرآیند، ضروری است.

■ ۳-۱-۸ اولویت‌های تیم بررسی رویداد

تیم بررسی رویداد مسئول تعیین علت‌های ریشه‌ای است؛ بنابراین باید در اسرع وقت به صحنه رویداد و سایر منابع اطلاعاتی دسترسی داشته باشد. مدیریت کارخانه، مسئولیت اصلی حفظ اطلاعات و شواهد محیط کار و جلوگیری از تخریب آن‌ها را بر عهده دارد. با این حال تیم بررسی باید اطلاعات مورد نیاز برای حفظ و نگهداری شواهد و منابع مورد نیاز برای جمع‌آوری و آزمون شواهد و سایر فعالیت‌های مربوطه را به مدیریت ارائه دهد.

یک مثال قابل توجه، حفظ داده‌های حساس به زمان از سیستم‌های DCS و PLC است که در آن داده‌های فشرده نشده ممکن است در یک بافر چرخشی که به‌طور مداوم رونویسی می‌شوند و عمر باطری‌های پشتیبانی آن محدود است، نگهداری شود. با این حال اولویت‌های دیگری نیز وجود دارد، به ویژه در مراحل اولیه بررسی (Ferry، 1988). یادآوری این نکته بسیار مهم است که مسئولیت‌های تیم بررسی با وظایف تیم واکنش در شرایط اضطراری یا تیم نجات متفاوت است.

برخی از فعالیت‌های کلیدی در صحنه رویداد و طرفین مسئول در جدول ۱- ۸ ارائه شده است. تیم بررسی ممکن است تا زمان حل بسیاری از موارد در محل رویداد حضور نداشته باشد.

جدول ۱-۸ .فعالیت‌ها و مسئولیت‌های صحنه رویداد

فعالیت	مسئولیت عمومی
نجات و ارائه خدمات درمانی به قربانیان	تیم واکنش در شرایط اضطراری
تصمیم‌گیری در مورد اینکه آیا تخلیه بیشتر در محل و خارج از محل نیاز است یا نه	تیم واکنش در شرایط اضطراری
سرشماری کامل	همان‌طور که تعیین شده است
رفع نگرانی‌های زیست‌محیطی (رواناب، نمونه‌گیری برای آلودگی مواد سمی و خطرناک مانند آزبست، PCB ها و سایر خطرات احتمالی)	تیم‌های مختلفی مانند تیم واکنش در شرایط اضطراری، محیط زیست، بهداشت صنعتی و احتمالاً تیم بررسی
ایمن‌سازی صحنه رویداد برای کاهش عواقب بعدی و حفظ شواهد	تیم واکنش در شرایط اضطراری، کارخانه
حفظ شواهد (مراجعه به پیوست ۶)	مدیریت کارخانه یا محیط کار و تیم بررسی
اطلاع‌رسانی به سازمان‌ها در صورت لزوم	کارکنان محیط کار
حفظ داده‌های فیزیکی و جلوگیری از تخریب / و تغییر آن‌ها	تیم بررسی
عکس‌برداری از داده‌ها و صحنه	تیم بررسی
جمع‌آوری داده	تیم بررسی
مصاحبه با شاهدان و تقاضا از آن‌ها برای بیان اظهارات اولیه خود تا زمانی که جزئیات رویداد هنوز تازه است	تیم بررسی
پاک‌سازی و اصلاح محیط کار	کارکنان محیط کار
تعمیر / راه‌اندازی مجدد / بازسازی	کارکنان محیط کار

مدیریت کارخانه مسئولیت کلی ایمنی همه کارکنان محل از جمله تیم بررسی را بر عهده دارد. با این حال مسئولیت اصلی بر عهده سرپرست تیم بررسی است و وی بایستی از صدمه به اعضای تیم و افراد دیگر در طول جمع‌آوری شواهد، جلوگیری کند. اعضای تیم و نیروهای کمکی ممکن است در معرض خطرات ناآشنایی مانند: سطوح ناپایدار و ناصاف کار، لبه‌های تیز، ساختارهای نیمه تخریب، مواد شیمیایی ناشناخته، مواد خطرناک

باقی‌مانده، بیماری‌های منتقله از طریق خون و انرژی احتمالی محصور شده، قرار بگیرند. گاهی تیم بررسی پس از جداسازی تمام منابع شناخته شده، جریان برق را در یک مدار ظاهراً بدون انرژی، پیدا می‌کنند. این امر به ویژه پس از رویدادی که مدارهای کوتاه یا آتش‌سوزی باعث ذوب رساناها یا اتصالات شود، قابل توجه است.

بررسی مجدد مدار همیشه حائز اهمیت است و استفاده از قفل‌های برقی و برچسب‌های مناسب ضروری است. علاوه بر این قفل کردن و برچسب‌زنی سایر منابع انرژی موجود در منطقه کاری نیز اهمیت حیاتی دارد. معمولاً اعضاء تیم بررسی در شرایط مختلف آب و هوایی، ساعت‌های طولانی کار می‌کنند. سرپرست تیم باید مراقب علائم خستگی باشد زیرا این امر می‌تواند بر ایمنی اعضاء تیم و کیفیت بررسی تأثیر بگذارد.

سرپرست تیم همچنین باید یک استاندارد دقیق برای استفاده مداوم و مناسب از تجهیزات حفاظت فردی تعیین کند و اعضاء تیم باید با آگاهی و احتیاط کامل کارها را انجام دهند تا از آسیب‌ها جلوگیری شده و در معرض خطرات غیرضروری قرار نگیرند.

اگر یک رویداد منجر به توقف تولید شود، تیم بررسی ممکن است مجبور به مقابله با فشار مدیریت برای از سرگیری عملیات تولید، باشد. در رویدادهای جزئی‌تر بخش تولید ممکن است قبل از شروع بررسی، فعالیت خود را آغاز کند یا در صورتی که یکپارچگی فرآیند به خطر نیفتاده باشد، در حین وقوع نیز به کار خود ادامه داده باشند. در این موارد ممکن است تیم بررسی برای جمع‌آوری اولیه شواهد و حفظ برخی از داده‌ها به پشتیبانی نیروهای عملیاتی و تعمیر و نگهداری، نیاز داشته باشد. تیم بررسی باید این کارکنان را در مورد موضوعات اصلی حفظ شواهد، راهنمایی کند و ممکن است شامل توضیحاتی درباره پروتکل‌هایی باشد که باید استفاده شوند، همان‌طور که در ۲-۳-۸ بحث شده است.

در رویدادهای بزرگ، عملیات تولید ممکن است مدتی پس از وقوع رویداد، متوقف شود. فشارها برای شروع عملیات تولید ممکن است از ابتدای بررسی آشکار باشد و با گذشت زمان افزایش یابد. به‌عنوان مثال، با شناسایی یک یا دو عامل علیت، کارکنان ممکن است تیم را تحت فشار قرار دهند تا سیستم را برای شروع تولید، آزاد کنند زیرا فکر می‌کنند که «علت» رویداد شناسایی شده و بررسی تقریباً کامل شده است. با این حال معمولاً تیم کارهای زیادی برای شناسایی عوامل علیت باقیمانده و علت‌های ریشه‌ای رویداد انجام می‌دهد. سرپرست تیم باید تا زمان جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، با انجام تعمیرات یا از سرگیری عملیات، مخالفت کند. در برخی موارد ممکن است فرآیند یا بخش‌هایی از آن قبل از تکمیل جمع‌آوری داده‌ها، برای تعمیر یا از سرگیری عملیات به مدیریت تولید، برگردانده شود. تصمیم برای فعال‌سازی این بخش‌ها و شروع پاک‌سازی و بازسازی باید بر اساس تعدادی از عوامل زیر باشد:

- آیا ورود مجدد به محل رویداد، ایمن است؟
- آیا داده‌های کافی جمع‌آوری شده است؟
- آیا دانش کافی در مورد دلایل رویداد برای اطمینان از ایمنی عملیات به دست آمده است؟

تصمیم برای راه‌اندازی مجدد یک فرآیند، یک تصمیم مدیریتی است و باید بر اساس این که آیا اقدامات کافی برای جلوگیری از تکرار رویداد اعمال شده است یا نه، اخذ شود؛ همان‌طور که در فصل ۱۰ و ۵. ۴-۱۲ بحث شده است.

۲-۸ منابع شواهد

۱-۲-۸ انواع منابع

منابع بالقوه اطلاعات مفید می‌توانند به فراتر از منطقه‌ای که رویداد در آن رخ داده، گسترش یابند. آنالیز داده‌ها با استفاده از تکنیک‌های استفاده شده در فصل ۹، همراه اطلاعات موجود در این فصل و اطلاعات دقیق شاهدان در فصل ۷، باید تیم را به شناسایی منابع داده‌ها هدایت کند.

پنج نوع داده اصلی وجود دارد که برای تیم بررسی مفید است:

۱. **افراد:** اظهارات شفاهی یا کتبی شاهدان، مشارکت‌کنندگان یا افرادی که اطلاعاتی در مورد عملیات دارند. برای اطلاعات بیشتر به فصل ۷ مراجعه شود.

۲. **فیزیکی:** مواردی مانند قطعات مکانیکی، تجهیزات، لکه‌ها، مواد باقیمانده، مواد شیمیایی، مواد اولیه، محصولات نهایی و نتایج آنالیز قطعات.

۳. **کاغذی:** گزارش‌های عملیاتی، خط‌مشی‌ها، رویه‌ها، خط‌مشی‌های مربوط به زنگ هشدار، مجوزها، سوابق آزمون‌ها و فعالیت‌های آموزشی.

۴. **الکترونیکی:** تمام داده‌های الکترونیکی در این گروه گنجانده می‌شود. به‌عنوان مثال: داده‌های عملیاتی ثبت شده توسط یک سیستم کنترل (اعم از فعلی و قدیمی)، نقاط کنترل و اسنادی که در اینترانت شرکت و از طریق ایمیل ذخیره شده‌اند. از طریق ایمیل ممکن است سوابقی از آنچه افراد حین تصمیم‌گیری در مورد رویداد تصور می‌کنند، ارائه شود و این می‌تواند منبع مهم و قدرتمندی از اطلاعات باشد. همان‌طور که در فصل ۷ بحث شد، داده‌های مربوط به دستگاه‌های الکترونیکی شخصی (به‌عنوان مثال متن‌ها و فیلم‌های دستگاه‌های تلفن همراه) اکنون یکی از مهم‌ترین شواهد هستند.

۵. **موقعیت:** داده‌های موقعیت به داده‌های افراد و داده‌های فیزیکی مربوط می‌شود. این شواهد، مکان افراد و داده‌های فیزیکی مانند موقعیت دریچه‌ها، سطح مخزن، تکه‌های انفجار و آوارها را مستند می‌کنند.

اولویت جمع‌آوری داده‌ها با توجه به میزان شکنندگی آن‌ها تعیین می‌شود. هر چه داده‌ها شکننده یا تغییر پذیر باشند تیم باید با سرعت بیشتری روی جمع‌آوری آن تمرکز کند. میزان شکنندگی برای هر منبع داده در شکل ۲-۸ نشان داده شده است. شکنندگی پنج نوع داده به شرایط خاص رویداد بستگی دارد و ارائه اولویت از پیش تعیین شده، امکان‌پذیر نیست. به‌طور کلی، داده‌های کاغذی (مانند دستورالعمل‌ها و سوابق تعمیر و نگهداری) و نقشه‌ها نسبت به افراد و داده‌های فیزیکی، کمتر شکننده هستند. تیم بررسی باید داده‌های حساس به زمان را به عنوان یکی از اولین وظایف خود شناسایی کرده و داده‌ها را اولویت‌بندی و اقدامات جمع‌آوری یا حفظ داده‌ها را اعمال کند.

اگر تیم، اعضای کافی داشته باشد، وظایف جمع‌آوری داده‌ها را می‌توان به افراد، اختصاص داد. به‌عنوان مثال، برخی از اعضای تیم می‌توانند مصاحبه کارکنان را انجام دهند، در حالی که اعضای دیگر اطلاعات

فیزیکی (و داده‌های مربوط به آن) را شناسایی و حفظ یا داده‌های الکترونیکی و کاغذی را جمع‌آوری کنند. برای یک رویداد مهم، این نوع روش الزامی است.

	نوع شکستگی داده‌ها		
منبع داده	از دست دادن	انحراف	شکستگی
افراد / موقعیت	– فراموش شده – نادیده گرفته شده – ثبت نشده	– به اشتباه یادآوری شده – منطقی سازی – به اشتباه نشان داده شده – سو تفاهم‌ها	– منتقل شده – تحت تأثیر – درگیری‌های شخصی
فیزیکی /موقعیت	– برداشته شده – جابجا شده – تمیز شده – تخریب شده	– منتقل شده – تغییر یافته – تغییر شکل یافته – تکمیل شده	– متلاشی شده – جدا شده
کاغذی	– نادیده گرفته شده – جابجا شده – برداشته شده	– تغییر یافته – تغییر شکل یافته – به اشتباه تفسیر شده	– ناقص – پراکنده
الکترونیکی	– رونویسی شده – از دست دادن RAM هنگام قطعی برق – تخریب شده	– داده‌ها میانگین‌گیری شده و نمونه‌های فردی رونویسی می‌شوند	– ناقص

شکل ۲-۸ .انواع شکنندگی داده‌ها

در نظر گرفتن مهارت‌ها و تجربیات بررسی‌کننده در هنگام تعیین تکالیف جمع‌آوری اطلاعات، به تیم امکان پیشرفت سریع‌تر را می‌دهد. برخی از نمونه‌های داده‌های حساس به زمان در زیر بیان شده‌اند:

- داده‌های ذخیره شده در فایل‌های نرم‌افزاری ممکن است بسیار شکننده باشند. سوابق سیستم رایانه فرآیندی گاهی به‌گونه‌ای ایجاد می‌شوند که با گذشت زمان، سطح جزئیات کاهش می‌یابد؛ لذا ممکن است تیم اولویت بالایی برای حفظ این داده‌ها اختصاص دهد. رایانه‌ها ممکن است دارای یک باطری پشتیبان باشند که با قطع شدن برق، داده‌های حافظه را برای مدت زمان محدودی حفظ کند. ممکن است داده‌های موجود در دیسک یا حافظه فلش در هنگام راه‌اندازی مجدد از بین بروند یا خراب شوند.
- داده‌های کاغذی مانند فرم‌ها و نمودارهای کاغذی اتاق کنترل و سایر ابزارها باید بلافاصله کنترل شوند تا اطمینان حاصل شود توسط شرایط محیطی از بین نرفته، آسیب ندیده یا خراب نشده‌اند.
- مواد تجزیه شونده ممکن است به سرعت تغییر حالت داده و خصوصیات فیزیکی آن‌ها با گذشت زمان، تغییر کند.

در نتیجه، تیم بررسی باید اولویت بالایی در تهیه نمونه از این مواد قائل شود.

- شواهد متالورژی می‌تواند به سرعت تغییر کند (به‌عنوان مثال، اکسیداسیون سطوح شکسته).
- هر چیز باقی مانده می‌تواند با باران و فعالیت‌های تمیزکاری، تغییر کرده یا شسته شوند.

روشی که ممکن است جمع‌آوری کامل‌تر داده‌ها را تسریع کند، تهیه یک فهرست عمومی از داده‌های جمع‌آوری شده است که می‌تواند برای هر بررسی، تنظیم شود. هر چه داده‌ها سریع‌تر جمع‌آوری شوند، احتمال به خطر افتادن آن‌ها کمتر است. سؤالات عمومی برای داده‌های شاهدان در فصل ۷ ارائه شده است. فهرست‌های عمومی برای داده‌های فیزیکی، کاغذی، الکترونیکی و موقعیتی در بخش‌های ۲.۲.۸–۲.۵.۸ توضیح داده شده است.

تیم بررسی بایستی تشخیص دهد که برخی از داده‌های جمع‌آوری شده ممکن است بلافاصله پس از وقوع رویداد، وضعیت تجهیزات را منعکس نکنند. فعالیت‌های واکنش در شرایط اضطراری و تثبیت سیستم پس از رویداد ممکن است مقدار قابل‌توجهی از داده‌ها را تغییر داده باشد. به عنوان مثال، موقعیت هر دریچه بایستی پس از رویداد ثبت شود، اما برخی از دریچه‌ها ممکن است در طول اقدامات اضطراری، تغییر داده شوند. بنابراین ممکن است تعیین موقعیت‌های دریچه‌ها در زمان رویداد، با اطمینان کامل امکان‌پذیر نباشد. مصاحبه با کارکنان شرایط اضطراری می‌تواند مشخص کند که آیا تجهیزات دست‌کاری یا جابجا شده‌اند یا خیر.

ممکن است اطلاعات دیگری وجود داشته باشد که لزوماً به عملکرد تجهیزات فرآیند مربوط نبوده ولی برای بررسی مفید باشند. به عنوان مثال، از میزان آسیب به سازه‌ها می‌توان به‌عنوان راهنما برای تخمین بارهای ایجاد شده در هنگام انفجار استفاده کرد و می‌توان با استفاده از منابع استاندارد ارزیابی خسارت این بارها را ارزیابی کرد (Ferry، 1988؛ Stephens، 1970؛ Merrifield، 1990). گرچه تکنیک‌های جدیدتر (CCPS، 1989؛ Baker، 1983؛ CCPS، 2012؛ ASCE، 2010)ممکن است نتایجی را ارائه دهند که دارای دقت بیشتری هستند، این کار به جمع‌آوری داده‌های مربوط به سازه‌های آسیب‌دیده، سازه‌های آسیب ندیده و جزئیات منبع انفجار، نیاز دارد.

- بسته اطلاعات ایمنی فرآیند (PSI) با کیفیت بالا شامل ارزیابی خطرات فرآیند (PHA ها)، برای تیم بررسی بسیار با ارزش هستند. متأسفانه بسته PSIممکن است در یک رویداد تا حدی آسیب‌دیده یا حتی از بین رفته باشد. نگهداری یک نسخه پشتیبانی کپی شده در یک مکان با آسیب‌پذیری کمتر، روش خوبی است. همچنین اطلاعات ممکن است در اینترانت شرکت موجود باشد. در بعضی موارد اطلاعات ممکن است محدودتر باشد و تیم باید با اطلاعات موجود کار کند.

در اکثر موارد، بهترین کار این است که تیم با کپی اسناد کاغذی کار کند (مانند چک لیست‌ها، مجوزها، نمودارهای ضبط‌شده و چاپ هشدارها) تا از آسیب، تغییر یا از بین رفتن نسخه‌های اصلی جلوگیری شود.

علاوه بر منابع داده‌ای که به طور معمول در مرکز یا سازمان موجود است، سایر منابع اطلاعاتی تیم بررسی ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- فیلم‌های ویدیویی رسانه‌های خبری
- فیلم‌های ویدیویی از دوربین‌های امنیتی کسبه اطراف
- محتوای شبکه‌های اجتماعی
- ارتباط با سایر تولیدکنندگان با فرآیندهای مشابه
- سازمان‌های تحقیقاتی دانشگاه
- بانک اطلاعات اختصاصی مانند پایگاه‌های داده شرکت‌های بیمه
- دسترسی آزاد به اطلاعات و سوابق دولتی
- کارکنان سابق شرکت‌های تعمیر و نگهداری پیمانکار که دارای تجربه شخصی (اما نه لزوماً دارای منافع شخصی) در واحد مورد نظر هستند.
- گزارش پلیس و سایر سازمان‌های مرتبط با شرایط اضطراری

■ ۸-۲-۲- داده‌ها و شواهد فیزیکی

داده‌های فیزیکی می‌توانند منبعی از اطلاعات ارزشمند را برای تیم بررسی فراهم کند. هنگام بررسی داده‌های فیزیکی موارد معمولی و موارد مورد توجه عبارت‌اند از:

- شکستگی، انحراف و سایر انواع آسیب‌ها به مخازن، ظروف جمع‌آوری، شیرآلات، لوله‌کشی‌ها و سایر تجهیزات فرآیند.
- آسیب‌های ناشی از انفجار
- موارد مشکوک به خرابی داخلی یا ساختاری
- تجهیزات حاوی فشار
- واشر و فلنج‌ها
- قطعات توقیف شده
- قطعات مونتاژ نشده و اشتباه مونتاژ شده
- استفاده از اجزاء نادرست
- نمونه‌هایی از همه ظروف و لوله‌های مربوط به آن شامل:

۱. مواد خام
۲. محصولات میانی
۳. محصولات مواد شیمیایی نهایی
۴. استخرهای باقیمانده مواد شیمیایی یا مواد دیگر
۵. مواد زائد (جامدات، مایعات، گازها)
۶. رسوبات

۷. نمونه‌های کنترل کیفیت
۸. مواد شیمیایی «جدید» موجود

- اشیاء خارجی
- اشیاء موقت و قابل حمل (شامل ابزار، کانتینر و وسایل نقلیه)
- مناطق و تأسیسات آسیب ندیده
- اجزاء دستگاه کاهش فشار
- نمونه‌های متالورژی
- اندازه‌گیری‌های رسانایی
- قطعات ناشی از انفجار
- ضبط کننده‌های داده
- حس‌گرها
- کنترل‌های فرآیند
- دنده سوئیچ الکتریکی
- داده‌های فیزیکی مفقودی مانند تجهیزات و ماشین‌آلات، لکه‌ها، اکسیداسیون و غیره

هر چیزی در منطقه رویداد مهم نخواهد بود، اما اغلب شناسایی تجهیزات، سازه‌ها و لوله‌کشی‌هایی که آسیب ندیده‌اند، خالی از لطف نیست. نکته اصلی این است که به سرعت آنچه که ممکن است بی‌ربط به نظر برسد؛ شناسایی شود، حتی اگر حداقل اختلال را ایجاد کند. این تشخیص بر اساس تجربه و مهارت اعضاء تیم است. در صورت امکان قبل از هرگونه حرکت باید از اشیاء فیزیکی اصلی عکس‌برداری شده و برچسب‌گذاری صورت گیرد. «خیلی زیاد بهتر از خیلی کم است» یک قانون راهنما برای تصمیم‌گیری در مورد این که چه چیزی باید نگهداری شود، می‌باشد.

هرگونه جدا کردن، پیاده کردن یا باز نمودن تجهیزات، باید توسط گروه‌های متناسب که از یک برنامه یا پروتکل مدون استفاده می‌کنند، برنامه‌ریزی و هماهنگ شود. بسیار مهم است که فعالیت‌ها به روش ایمن انجام شود و به طور ناخواسته به شواهد آسیب نرساند. علاوه بر این، باید به حفظ شواهد فیزیکی شکننده ماند تَرک، رسوبات، مواد شیمیایی و مواد باقیمانده توجه نمود.

■ ۸-۲-۳ شواهد و داده‌های کاغذی

اگرچه داده‌های کاغذی همیشه شکننده نیستند ولی تیم بررسی باید شناسایی، جمع‌آوری و حفظ آن‌ها را در اولویت خود قرار دهد. اغلب دشوارترین مسائل مربوط به داده‌های کاغذی، یافتن اسناد مورد نیاز و یافتن اطلاعات مربوط به آن‌ها است. آنالیز داده‌های کاغذی می‌تواند یک فرآیند بسیار زمان‌بر باشد.

داده‌های کاغذی به صورت فرم‌های اپراتورها، برگه‌های دسته بندی شده و اضافی ممکن است در صورت

مشکوک بودن به واکنش‌پذیری شیمیایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشند. این برگه‌ها ممکن است خطا در مخلوط کردن مواد ناسازگار، توالی نادرست اضافه کردن مواد یا میزان / حجم اشتباه مواد اضافه شده را نشان دهد.

اندازه و دامنه بررسی یا عوامل دیگر می‌تواند تدوین یک روش کنترل اسناد منحصر به فردی را الزام کند که در آن به هر سند یک شماره شناسایی اختصاصی تعلق می‌گیرد. به این ترتیب، یک زنجیره مستند از حفاظت سند وجود خواهد داشت (به‌عنوان مثال چه اسنادی جمع‌آوری شده است، منبع اسناد چه بوده، چه کسانی اسناد را در زمان‌های خاص در اختیار داشته‌اند و...).

نگهداری یک مجموعه کامل و حفظ شده مستندات می‌تواند در به حداقل رساندن سردرگمی‌ها کمک کند و تدوین یک گزارش ویژه در ایجاد کنترل بر جریان اسناد کاغذی و یافتن پاسخ سؤالات درون اسناد مفید است. این امر به‌ویژه هنگامی که مسائل حقوقی و سازمان‌های نظارتی درگیر بررسی می‌شوند، بسیار مهم است.

داده‌های کاغذی سیستم‌های ابزار دقیق قدیمی، مانند ضبط کننده‌های نواری یا دایره‌ای، باید بلافاصله پس از وقوع رویداد کنترل شوند. نمودارهای نواری و دیسک‌های ضبط کننده دقیقاً به یک سرعت نمی‌چرخند لذا بررسی میزان چرخش می‌تواند در مقایسه این نمودارها حیاتی باشد. دامنه و واحدهای اندازه‌گیری برای هر قلم نیز باید مشخص شود. برای نمودارهای مهم ممکن است بررسی کالیبراسیون نیاز باشد. اگر ضبط کننده‌های نمودار هنوز در حال کار باشند، قبل از برداشت نمودارها باید هر کدام با یک زمان خاص مشخص و مستند شوند و بعد از ۳۰ دقیقه با یک ساعت درنگ، دوباره علامت‌گذاری شوند. هر مورد باید با شماره یا نام ابزار، تاریخ، زمان برداشت و آخرین وضعیت ضبط اطلاعات علامت‌گذاری شود. حصول اطمینان از این که نمودارهای جایگزین پس از جمع‌آوری نمودارهای اصلی مجدداً نصب می‌شوند، الزامی است. اگر نمودارها خیلی زود برداشته شوند و بعد از برداشت دوباره جایگزین نشوند، ممکن است داده‌های کلیدی وقایع بعدی که به رویداد اولیه مربوط هستند، از بین بروند.

کاغذها را می‌توان از مکان‌هایی که در معرض انفجار، آتش‌سوزی، نشت مواد شیمیایی، مواد ضد آتش و هوا قرار دارند، بازیابی کرد. اسناد خیس یا آلوده باید ابتدا خشک و تمیز شوند. برخی از این اسناد ممکن است تا حدی تخریب شده و بسیار شکننده باشند. خدمات تجاری برای تسهیل خشک‌کردن و نگهداری اسناد در دسترس، وجود دارند.

به‌عنوان بخشی از روند تحقیق، اغلب نیاز به جمع‌آوری مقدار زیادی اسناد است. ممکن است اختصاص یک فرد تمام وقت به اجرا و مدیریت اسناد مرتبط با بررسی، ضروری باشد تا اعضاء تیم برای سایر فعالیت‌های بررسی آزاد شوند. این فرد مسئول کنترل اسناد و زنجیره حفاظت اسنادی است که به محل بررسی رویداد وارد یا از آن خارج می‌شوند.

NFPA921 راهنمایی در مورد زنجیره حفاظت را ارائه می‌دهد (NFPA921، 2017). نگهداری سوابق دقیق اسناد ارائه شده به سازمان‌های خارجی در موارد قانونی یا نظارتی، ضروری است.

نمونه‌هایی از منابع داده‌های کاغذی که ممکن است در طول بررسی مفید باشند، در جدول ۲-۸ نشان داده شده است.

جدول ۲-۸ .مثال‌هایی از شواهد کاغذی

نمونه‌هایی از شواهد کاغذی	
برنامه‌ها و خط‌مشی مدیریت	داده‌های عملیاتی / نگهداری
خط‌مشی ایمنی شرکت	فرمهای شیفت
برنامه و دستورالعمل‌های PSM	تاریخچه‌ها / برگه‌های دسته‌ای
سوابق / دستورالعمل‌ها / دفترچه‌های راهنمای پیمانکار	سوابق داده‌های فرآیند- نمودارهای نواری و دایره‌ای
جزئیات سایت	سوابق کنترل کیفیت اولیه
توضیحات سایت	اسناد حفظ شده نمونه‌ها
پرونده‌های پروژه‌های ساخت و ساز	برگه‌های مربوط به آزمایش‌های کنترل کیفیت (QC)
نقشه سایت / برنامه / طرح آتش‌سوزی	مجوزهای کار
طراحی / آنالیز خطر	روش‌ها و سوابق Lockout/ Tagout
برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد	کتابچه‌های راهنمای تجهیزات
روش‌های عملیاتی، چک‌لیست‌ها و کتابچه‌های راهنما	روش‌های نگهداری
نقشه‌های لوله‌کشی و ابزار دقیق	داده‌های بازرسی
تعادل بین انرژی و مواد	سوابق نگهداری و بازرسی
برگه‌های مشخصات فرآیند	سوابق تعمیرات
نقشه‌های نصب تجهیزات	داده‌های خردگی
نقشه‌های مهندسی تجهیزات	روش‌های آزمایش و بازرسی
نقشه‌های طبقه‌بندی مناطق الکتریکی	داده‌های رویداد
آنالیز خطر فرآیند (PHA)	سوابق هواشناسی
محاسبات طراحی و فرضیات پایه طراحی	گزارشات تلفنی
سناریوهای اندازه‌گیری تجهیزات تسکین و تخلیه اضطراری	گزارش پاسخ‌دهندگان در شرایط اضطراری
محاسبات پراکندگی	برگه‌های چاپ شده مربوط به رویداد
توصیف واکنش‌های شیمیایی طبیعی و غیرطبیعی از جمله	گزارش‌های مربوط به درهای ورودی و خروجی ساختمان
ناسازگاری‌ها	کارکنان
نتایج مطالعات آنالیز پیامد	دفترچه‌ها و سوابق آموزشی
محدودیت‌های عملکرد ایمن	مهارت‌های حرفه‌ای
هشدارها و نقاط تنظیم برای لغزش‌ها	توسعه آموزش شغلی
نقشه برق و تجهیزات	معیارهای انتخاب سرپرست
نقشه قفل‌ها	
نقشه‌های منطبق نردبانی	

ادامه جدول در صفحه بعد

ادامه جدول از صفحه قبل

منطق نرم‌افزار سیستم کنترل	الزامات آموزش سرپرست
استانداردها و کدهای مهندسی	امتحانات استعدادیابی
سوابق مدیریت تغییر (MOC)	امتحانات فیزیکی
گزارش‌های بررسی رویداد قبلی	سوابق منابع انسانی
تکمیل اقدامات از MOC، PHA و رویدادهای قبلی	ارزیابی سرپرست
	فرم استخدام

■ ۴-۲-۸ شواهد و داده‌های الکترونیکی

علاوه بر سیستم‌های کنترل فرآیند، بسیاری از شرکت‌ها سیستم‌های الکترونیکی را برای جایگزینی سیستم‌های قدیمی کاغذی که در ۳-۲-۸ شرح داده شده است، معرفی کرده‌اند. به‌عنوان بخشی از برنامه ریزی‌های قبل از رویداد شرکت، باید به ذخیره‌سازی از راه دور داده‌های الکترونیکی از جمله داده‌های فرآیند، همان‌طور که در فصل ۳ بحث شد، توجه شود.

همان‌طور که در ۳-۱-۸ توضیح داده شده است داده‌های فرآیندی که در سیستم‌های DCS و PLC نگهداری می‌شوند، می‌توانند بسیار شکننده باشند. داده‌های مهم فشرده نشده ممکن است در یک بافر چرخشی نگهداری شوند و سپس هنگام ذخیره‌سازی، فشرده و یا رمزگذاری گردند. هنگام خاموش شدن سیستم، داده‌های حاصل از این سیستم‌ها از بین می‌رود که ممکن است به دلیل محدود بودن عمر سیستم‌های پشتیبانی پس از قطع شدن منبع اصلی نیرو، باشد. حتی اگر نیروی برق نیز قطع نشود، بافر چرخشی مدت زمان محدودی داده‌ها را حفظ می‌کند (به‌عنوان مثال ۷۲ ساعت) و با گذشت هر ساعت قدیمی‌ترین داده‌ها با داده‌های جدیدتر رونویسی می‌شود (یعنی قدیمی‌ترین داده‌ها از بین می‌روند). متخصصان با تخصص خاص در زمینه‌های سخت‌افزار و نرم‌افزارهای درگیر بازیابی اطلاعات در مراحل اولیه بررسی رویداد برای به حداکثر رساندن مقدار و کیفیت داده‌های قابل بازیابی از این سیستم‌ها، مورد نیاز هستند. پس از بازیابی داده‌ها برای جلوگیری از اتلاف تصادفی داده‌ها باید نسخه پشتیبان کپی شده را در رایانه یا دستگاه ذخیره‌سازی دیگری، تهیه و نگهداری نمود.

در یک مثال با داده‌های فرآیند، یک بررسی کننده باید اطلاعات را در زمان تعیین شده پاک‌سازی پرونده‌ها (۸ ساعت) بارگیری کند، در غیر این صورت داده‌ها از بین می‌روند. با این حال اگر برنامه‌نویس در زمان تعیین شده حضور نداشته باشد هیچ سندی در برنامه باقی نمی‌ماند و بسیاری از داده‌ها از بین خواهند رفت.

نمونه‌هایی از داده‌های الکترونیکی در جدول ۳-۸ ارائه شده است.

جدول ۳-۸ نمونه‌هایی از داده‌های الکترونیکی

تهیه نسخه پشتیبان از داده‌های سیستم کنترل مانند سیستم کنترل توزیع شده (DCS) و کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC).
داده‌ها شامل داده‌های تاریخ، نقاط تنظیم، مقادیر اندازه‌گیری شده، دستورالعمل‌ها، گزارش وقایع و... است.
پرونده‌های سیستم کنترل از جمله دامنه، تنظیمات هشدار، واحدها و...
اطلاعات حاصل از سیستم‌های سنجش ایمنی از جمله گزارش وقایع، فعال‌سازی‌ها، لغوها و...
هرگونه سوابق الکترونیکی که جایگزین سوابق کاغذی می‌شود، مانند سوابق تعمیر و نگهداری، مجوزهای کار، MOC و...
(همان‌طور که در جدول ۸.۱ نشان داده شده است)
فیلم دوربین‌های امنیتی (از خود کارخانه و کارخانه‌های مجاور)
سوابق ایمیل مربوط به عملیات، تعمیر و نگهداری و مدیریت
داده‌های دستگاه‌های الکترونیکی شخصی (به فصل ۷ مراجعه شود)
سوابق تلفنی و متنی
سوابق ورودی و خروجی درهای ساختمان
اخبار پخش شده از رویداد

■ ۸-۲-۵ شواهد و داده‌های موقعیت

داده‌های موقعیت آخرین‌گونه از پنج نوع شواهد هستند و اغلب به داده‌های افراد (مراجعه به فصل ۷) و داده‌های فیزیکی مرتبط‌اند. داده‌های موقعیت ممکن است در پاسخ به سؤالات معمول زیر، مفید باشند:

- ابتدا چه چیزی دچار شکست شد؟
- آتش‌سوزی از کجا شروع شد؟
- بیشترین فشار در کجا بود؟
- یک جسم تا کجا جابجا شده است؟
- هنگام رویداد شاهدان هر نقطه، کجا قرار داشتند؟
- فاصله دو یا چند آیتم از یکدیگر چقدر است؟
- کدام واشر از کار افتاد و کدام دچار شکسته شد؟
- آیا فاصله بین خراش‌ها با فاصله بین پیچ و مهره‌های بیرون زده، برابر است؟

نمونه‌هایی از داده‌های موقعیت در جدول ۴-۸ ارائه شده است.

جدول ۴-۸ .نمونه‌هایی از داده‌های موقعیت

موقعیت دریچه‌ها هنگام وقوع رویداد
موقعیت کنترل‌ها و سوئیچ‌ها هنگام وقوع رویداد
موقعیت دستگاه‌های امدادی (به‌عنوان مثال: باز یا بسته بودن)
سطح مخازن
موقعیت سوزن نشانگر در دستگاه‌های دما، فشار و دبی جریان
محل شعله و علائم سوختگی
موقعیت و ترتیب لایه‌های مواد و آوار
جهت قطعات شیشه‌ای
نقشه برداری قطعات پرتاب شده
مکان‌های قطعات حذف شده از فرآیند به عنوان بخشی از روال تعمیر و نگهداری
محل کارکنان درگیر در نگهداری و عملکرد فرآیند
مکان‌های شاهدان / دیدگاه شاهدان
محل تجهیزات مفقود
آثار دود
محل یا موقعیت مواد شیمیایی در فرآیند
الگوی ذوب شدن مواد
نشانه‌های ضربه
مونتاژ تجهیزات
مکان تجهیزات کمک آموزشی و دستورالعمل‌ها / چک‌لیست‌ها

داده‌های موقعیتی یکی از شکننده‌ترین نوع داده‌ها هستند و از طریق فعالیت‌های زیر از بین می‌روند:

- فعالیت‌های واکنش در شرایط اضطراری
- اطفاء حریق
- جابجایی مجروحان
- تثبیت سیستم، از جمله تغییر مکان سوپاپ‌ها / کلیدها / کنترل‌ها، تخلیه مخازن
- حرکت شاهدان
- کارهای بازسازی / تثبیت / تخریب
- تخریب ناشی از آب و هوا
- اقدامات تیم بررسی

به‌طور معمول اطلاعات موقعیت با ثبت مشاهدات بصری از طریق عکس / فیلم، طرح‌ها، نقشه‌ها و اندازه‌گیری‌ها ثبت می‌شود. یک نمونه از عکسی که موقعیت شیر موجود را مستند می‌کند در شکل ۳ – ۸ ارائه شده است.

شکل ۳-۸ .موقعیت موجود شیر حین رویداد- نمونه عکس

عکسبرداری در اسرع وقت پس از رویداد به مستندسازی وضعیت «اصلی» تجهیزات و محیط بلافاصله پس از رویداد، قبل از اینکه فعالیت‌های واکنش پس از رویداد مانند فعالیت‌های پاک‌سازی و تخریب به‌طور بالقوه داده‌ها را تغییر دهد، کمک می‌کند.

موقعیت کلیه شاهدان (از جمله کارکنان مجروح) باید بلافاصله قبل، حین و پس از وقوع، برای تعیین مسیری که آن‌ها هنگام مطلع شدن از رویداد در آن قرار داشتند و آنچه در ابتدا باعث مطلع شدن آن‌ها از رویداد گردیده است، مستند شوند. تیم بررسی باید تلاش کند آنچه را که هر شاهد می‌تواند یا نمی‌تواند از موقعیت مربوطه در طول رویداد ببیند، تعیین و یا تائید کند.

باید محل علائمی مانند خراش، فرورفتگی، لکه‌های رنگ و علائم لغزش را که احتمالاً مربوط به رویداد هستند، شناسایی و مستند کرد. تعیین این که آیا این علائم قبل، حین و بعد از رویداد به عنوان بخشی از واکنش اضطراری یا پاک‌سازی انجام شده است، مهم است.

لکه‌ها یا تغییر رنگ می‌تواند نتیجه علت‌های متعددی از جمله قرار گرفتن در معرض گرما، سرریز شدن، آزاد شدن مواد از تجهیزات مجاور یا برخی از وقایع داخلی باشد. مجدداً، تعیین زمان تغییر رنگ لکه نسبت به زمان رویداد، فعالیت‌های واکنش اضطراری، بازسازی و فعالیت‌های تمیزکاری، مهم است.

تیم باید تجمع دوده یا بقایای حاصل از جریان هوا و الگوی کلی رسوب را ثبت کند. تیم بررسی باید همچنین بی‌نظمی، شکاف‌های موجود در طرح‌ها و عدم وجود دوده یا ریزش را به ویژه هنگامی که ناهنجاری‌هایی وجود دارد ثبت کند. هرگونه تفاوت در عمق، رنگ، الگو یا شکل ظاهری باید مورد توجه، بررسی، آنالیز و

عکسبرداری قرار گیرد.

برای مستند کردن مواردی مانند افراد، تجهیزات، مواد و ساختارها باید از نقشه‌ها و نمودارها استفاده شود. اندازه‌گیرها برای نشان دادن نقاط را می‌توان روی نقاشی‌ها ثبت کرد. همچنین حرکات کارکنان اصلی را می‌توان از روی نقشه‌ها ردیابی کرد. استفاده از کدگذاری رنگی و ثبت موقعیت افراد در هر مکان و هر زمان می‌تواند به درک بیشتر اظهارات شاهدان کمک کند.

در برخی از رویدادها مانند انفجارها ممکن است نقشه‌برداری ویژه از بقایا و قطعات انتخاب شده، نیاز باشد. با تهیه اسناد و مدارک دقیق در آغاز بررسی می‌توان یک دیاگرام دقیق از موقعیت نسبی قطعات مختلف یک مخزن پس از انفجار، به دست آورد. با استفاده از داده‌های این نقشه‌برداری و با در دست داشتن وزن هر قطعه و وجود نشانه‌ای از مسیر قطعات، می‌توان مقدار انرژی آزاد شده در انفجار را تخمین زد.

از مقدار انرژی آزاد شده، گاهی اوقات می‌توان برای تائید یا رد برخی از سناریوهای پیشنهادی استفاده کرد. گزارش پیترسن (Pietersen، 1985) در مورد فاجعه ترمینال LPG در مکزیکوسیتی نمونه‌ای عالی از چنین مطالعه‌ای است. رفتار جامع تکنیک‌های آنالیز را می‌توان در Baker و CCPS یافت؛ (Baker، 1983؛ CPPS، 2010).

۸-۳ جمع‌آوری شواهد

بخش‌های زیر، بازدید اولیه از سایت، مدیریت شواهد، ابزار و تجهیزات تیم و آگاهی در عکاسی را شرح می‌دهد. برخی از فعالیت‌ها ممکن است به طور هم‌زمان انجام شوند، از جمله مصاحبه با شاهدان که در فصل ۷ شرح داده شد. در نتیجه ممکن است لازم باشد که تیم وظایف را تقسیم کند. سرپرست تیم باید اطمینان حاصل کند که همه افراد تیم به نقش‌ها و مسئولیت‌های خود آگاه هستند. لیست «یادآوری‌های اقدامات» در پیوست ۵ موجود است.

■ ۸-۳-۱ بازدید اولیه از سایت

هنگامی که برنامه مقدماتی بررسی ایجاد شد، معمولاً مرحله بعدی بازدید اولیه توسط تیم بررسی است که هدف اصلی این فعالیت جمع‌آوری اطلاعات نیست، بلکه این بازدید یک مسیر جهت‌گیری برای ایجاد چشم‌انداز، فواصل نسبی، ابعاد، جهت تجهیزات، مقیاس یا میزان آسیب، چالش‌های لجستیکی پیش‌بینی شده و برنامه‌ریزی عکاسی و فیلم‌برداری یا فعالیت‌های نمونه‌برداری اولیه است. به‌عنوان مثال تصویر شکل ۸-۴ ممکن است در تعیین جهت موج فشار مفید باشد.

شکل ۴-۸ .بازدید اولیه از سایت- نمونه عکس

بازدید اولیه از محل رویداد فرصت‌های بی‌نظیری را برای بررسی فراهم می‌کند. این روش در شناسایی خطرات احتمالی که تیم بررسی باید در مراحل بعدی به آن‌ها بپردازد، کمک می‌کند و همچنین فرصتی برای تیم فراهم می‌کند تا آنچه آسیب ندیده است را یادداشت کند. در این مرحله اقدامات پاک‌سازی مجاز نیست، زیرا شواهد در موقعیت و شرایط مطلوب خود برای ارائه اطلاعات قابل اعتماد برای بررسی هستند و اعضای تیمی که در این بازدید شرکت می‌کنند باید به جای عجله در رسیدن به محل مشکوک مبدأ، آهسته و آگاهانه از محیط بیرون بازدید را شروع کنند. بیشتر بررسی‌کنندگان از مکث‌های عمدی در طول بازدید بهره می‌جویند تا فرصت کشف و جذب اطلاعات جدید به وجود آید. یک اشتباه رایج این است که تیم بررسی به سرعت موارد بدیهی را کشف کرده و سپس به دنبال مشاهدات بدیهی بعدی می‌رود. در حالی که زیر سؤال بردن موارد واضح و مشاهده دقیق‌تر همه تجهیزات اغلب می‌تواند کلید کشف داده‌های مهم باشد. هر چه تیم بررسی مدت زمان بیشتری در یک مکان بماند احتمال آگاهی آن‌ها از سایر داده‌ها بیشتر خواهد بود. اکثر بررسی‌کنندگان برای ایجاد فرصت بیشتر برای فکر کردن، در جهت ثبت آنچه چشم می‌بیند، سرعت کم را در بازدیدهای مشاهده‌ای انتخاب می‌کنند. مزیت دیگر بازدید اولیه محیطی این است که به تیم بررسی اجازه می‌دهد تصویر بزرگ را قبل از تمرکز روی جزئیات کوچک‌تر (اما به طور بالقوه بسیار مهم‌تر) ببینند.

در رویدادهای انفجار و آتش‌سوزی، تیم بررسی باید یک بازدید دقیق از محل مشکوک مبدأ انجام دهد. یکی از تکنیک‌های موفق که توسط بررسی‌کنندگان آتش‌سوزی و انفجار استفاده می‌شود شروع از نقطه مبدأ و سپس دور شدن از آن است. در طول این پیاده‌روی تیم هر آنچه که در معرض آزاد شدن انرژی قرار دارد

را یادداشت و جزئیاتی مانند آسیب عایق‌بندی‌های در معرض را ثبت می‌کند. تیم بررسی سپس برگشته و مستقیماً به سمت مبدأ می‌رود و آنچه را در کنار و سطح مواردی که از انرژی آزاد شده در امان بودند و آسیب ندیده‌اند، ثبت می‌نماید. هدف از جمع‌آوری داده‌ها نه تنها اثبات قطعی آنچه اتفاق افتاده است بلکه می‌تواند داده‌های قطعی برای رد یک سناریو فرضی نیز فراهم کند. به‌عنوان مثال، منبع بالقوه هیدروکربن موجود در دریچه هواکش، می‌تواند نشتی دیسک پاره شده باشد. اگر بررسی دیسک‌ها نشان دهد که همه آن‌ها سالم بوده‌اند، می‌توان آن سناریو را رد کرد.

در طول بازدید جهت‌یابی، اعضاء تیم باید از اقدامات ایمنی لازم از جمله تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده کنند. در صورت ایمن بودن شرایط، عکاسی در این مرحله معمولاً کاملاً مفید است. با این حال باید دقت شود که داده‌های فیزیکی مختل نشوند. در یک مطالعه موردی (پیوست ۴)، تیم بررسی قادر به بازدید از سایت بدون تخریب شواهد فیزیکی بود و سرپرست تعمیر و نگهداری وظیفه عکسبرداری از منطقه رویداد را بر عهده داشت.

تیم بررسی باید تعیین کند چه مواردی طی عملیات وجود داشته اما هم‌اکنون موجود نیستند که به درک نسبتاً کامل اعضاء تیم از عملکردها، فعالیت‌ها و سیستم‌های فیزیکی، نیاز دارد. در بیشتر موارد این اقدام کاملاً واضح نیست و باید از تیم‌های عملیاتی و نگهداری شرکت درخواست کمک شود.

در زمان بازدید اولیه تیم ممکن هست صحنه رویداد در کنترل نیروهای واکنش در شرایط اضطراری باشد و هرگونه محدودیت ایجاد شده توسط این نیروها باید رعایت شود. معمولاً برای تیم، یک همراه در بازدید اولیه نیاز است. بخش‌هایی از مناطق بررسی ممکن است تحت کنترل اداری سازمان مدیریت شرایط اضطراری برای مدت طولانی پس از رویداد باقی بماند. در صورت لزوم، تیم بررسی می‌تواند از نیروهای واکنش در شرایط اضطراری در خصوص پرسیدن سؤال‌ها، عکسبرداری و یا جمع‌آوری داده‌ها، تقاضای کمک کنند.

بلافاصله پس از بازدید اولیه، تیم به تهیه برنامه دقیق بررسی، تعیین موارد اقدام و تعیین مسئولیت‌ها می‌پردازد. برخی از کارشناسان معتقدند تکرار بازدید، صبح روز بعد، قبل از انجام هرگونه پاک‌سازی، مفید است. اغلب به صورت حیرت‌آوری در بازدید بعدی اطلاعات اضافی فراوانی که در بازدید اولیه مشاهده نشده، جمع‌آوری می‌شود.

ممکن است در برخی مواقع نیاز به متخصصان، احساس شده و برنامه‌هایی برای دریافت خدمات از آن‌ها آغاز شود. درس ارزشمندی از سرپرستان با تجربه تیم این است که هیچ گاه نباید تصور شود که تیم از مهارت یا تخصص خاصی برخوردار است. تأخیر در کشف صلاحیت ناقص تیم می‌تواند منجر به تأخیرهای ناامیدکننده و از دست رفتن اطلاعات ارزشمندی شود. به همین دلیل تک‌تک اعضاء باید مسئولیت‌های فراتر از تخصص خود را رد کنند.

تهیه برنامه‌ای برای به اشتراک‌گذاری اسناد و اطلاعات در میان گروه‌ها در اوایل بررسی بسیار مهم است. این برنامه باید دارای یک پروتکل خاص برای کنترل اسناد باشد که در بخش ۳-۲-۸ شرح داده شده است. لذا گزارش دقیقی از اینکه اسناد در کجا و برای چه کسانی توزیع شده است، تدوین می‌شود. این برنامه به

ویژه در مواردی که سازمان‌های نظارتی درگیر باشند یا مسائل حقوقی وجود داشته باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

■ ۲-۳-۸ شناسایی و مستندسازی شواهد

سطح دقت لازم برای شناسایی و مستندسازی داده‌های فیزیکی معمولاً به ماهیت و مقیاس رویداد، بستگی دارد. در اسرع وقت، بررسی‌کننده اصلی باید توافق‌نامه‌ای را با سایر ذینفعان (سازمان‌های نظارتی، بیمه‌ها، آتش‌نشانی و نمایندگان شاکیان بالقوه) در مورد سختگیری لازم برای شناسایی و مستندسازی شواهد تنظیم کند. برای رسیدگی به شواهد ممکن است نیاز به یک سری پروتکل‌های قابل‌قبول متقابل باشد.

روش‌های ذکر شده در زیر برای رویدادهای قابل توجه یا برای رویدادهایی که طرفین مختلفی در آن درگیر هستند و دعوی قضایی ممکن است در برخی از مراحل آینده تشکیل شود، ضروری است.

پس از بازرسی سایت و ثبت و تصویربرداری وضعیت موجود پس از رویداد، مرحله بعدی تیم، انجام بررسی دقیق‌تر شواهد فیزیکی است. مستند کردن فهرستی از قطعات، نمونه‌ها و سایر داده‌های فیزیکی که در طی بررسی جمع‌آوری می‌شوند و برچسب‌گذاری هر قسمت، شماره‌گذاری و یا علامت‌گذاری دائمی (در صورتی که صدمه‌ای به شواهد نزند)، می‌تواند در جلوگیری از سو استفاده‌ها یا دفع اقلام، کمک کند. کدگذاری رنگی از طریق برچسب یا رنگ می‌تواند برای کسانی که مسئول انتقال یا تمیزکاری آوار هستند، مفید باشد. یک روش مفید این است که کارکنان تخریب فقط مواردی را که به وضوح مشخص شده‌اند، منتقل کنند. قانون کلی این است: اگر چیزی داخل منطقه رویداد باشد و علامت‌گذاری نشده باشد، باید در جای خود باقی بماند. اجرای لوله‌های طولانی و متناوب در فواصل منظم باید مشخص شود، مخصوصاً در مکان‌هایی که لوله‌گذاری از مرز منطقه بررسی عبور می‌کند. برچسب باید مانند دستگاه‌های بسته‌بندی پلاستیکی محکم و ایمن باشد. عکاسی قبل و بعد از برچسب‌زنی موارد جمع‌آوری شده و ثبت هر یک از برچسب‌ها، روش خوبی است.

برخی از شواهد بسیار متحرک خواهند بود (به‌عنوان مثال، قسمت‌های کوچک شیرآلات و تجهیزات و وسایل حفاظت فردی متعلق به کارگران آسیب‌دیده). برخی موارد ممکن است فاسد شوند (به عنوان مثال، مایعات و پسماندهای باقی‌مانده) و با راهنمایی پروتکل‌های نوشته شده نیاز به رسیدگی دقیق دارند. بارگیری داده‌های الکترونیکی ممکن است دشوار باشد اما نسخه‌برداری از آن‌ها آسان‌تر است. روش قابل اتکا این است که یک دستگاه ذخیره‌سازی مانند یک هارد دیسک به عنوان دستگاه ذخیره‌ساز «اصلی» در اختیار همه اعضای تیم قرار گیرد و به‌صورت روزانه نسخه پشتیبان تهیه شود. اگر احتمال دادرسی قانونی وجود داشته باشد، دسترسی به داده‌های الکترونیکی باید محدود شود. تنظیم یک سیستم شماره‌گذاری که بتوان برای انواع مختلف داده‌های فیزیکی و مستند استفاده شود، بسیار مهم است، همان‌گونه که در جدول ۵-۸ نشان داده شده است.

جدول ۵-۸ .نمونه فرم جمع‌آوری داده‌ها برای ثبت شواهد فیزیکی

فیزیکی		کاغذی		الکترونیکی		موقعیت	
قطعات تجهیزات، مواد خام، بسته‌بندی‌ها، لکه‌ها و مواد باقی‌مانده و...		اسناد، گزارش‌ها، خط‌مشی‌ها، دستورالعمل‌ها، نتایج آزمایش‌ها و...		داده‌های DCS، داده‌های گردش‌ها، ایمیل، اسناد اینترانت، داده‌های دستگاه‌های الکترونیکی شخصی		مکان‌های مورد نیاز بازرسی و...، وضعیت دریچه‌ها، سطح مخازن، آوار و...	
ردیف		ردیف		ردیف		ردیف	
ف۱		ک ۱		الف ۱		م ۱	
ف ۲		ک ۲		الف ۲		م ۲	
ف ۳		ک ۳		الف ۳		م ۳	
ف ۴		ک ۴		الف ۴		م ۴	
ف ۵		ک ۵		الف ۵		م ۵	
ف ۶		ک ۶		الف ۶		م ۶	
ف ۷		ک ۷		الف ۷		م ۷	
ف ۸		ک ۸		الف ۸		م ۸	
ف ۹		ک ۹		الف ۹		م ۹	
ف ۱۰		ک ۱۰		الف ۱۰		م ۱۰	
ف ۱۱		ک ۱۱		الف ۱۱		م ۱۱	
ف ۱۲		ک ۱۲		الف ۱۲		م ۱۲	
ف ۱۳		ک ۱۳		الف ۱۳		م ۱۳	
ف ۱۴		ک ۱۴		الف ۱۴		م ۱۴	

بعد از شناسایی، تثبیت، برچسب‌زنی و مستندسازی شواهد، باید از یک روش زنجیره‌ای حفاظت در صورت جابجایی شواهد به محل‌های مختلف، استفاده نمود. این کار ممکن است به دلایل زیر ضروری باشد:

- حفظ شواهد (امنیت / حفاظت در برابر شرایط مختلف آب و هوا)
- حمل به یک مرکز آزمایشی
- برش یا جمع‌آوری نمونه‌ها

زنجیره حفاظت مسئله مهمی برای تیم بررسی جهت رسیدن به داده‌های فیزیکی است. این نه تنها نگرانی

از نظر قانونی و نظارتی است، بلکه یک روش خوب برای حصول اطمینان از حفظ، نگهداری، ارزیابی و آزمایش همه موارد جمع‌آوری شده است. رویدادهای بزرگ ممکن است صدها یا هزاران شواهد معتبر داشته باشد که پیگیری همه شواهد، یک کار اساسی است. برخی از داده‌ها ممکن است مورد توجه چند گروه باشد. این تنوع در گروه‌ها، نیازمند یک روش قابل‌درک و واضح برای شناسایی داده‌ها بوده و با استفاده از پروتکل‌ها، قابل‌کنترل است.

ایجاد یک «اتاق شواهد» امن، با دسترسی محدود و تحت کنترل یک نفر از اعضای تیم بررسی، می‌تواند مفید باشد. اسناد اولیه شواهد، باید شامل جزئیات زیر باشد:

- شناسه شواهد (شماره و متن)
- وضعیت
- تاریخ و ساعتی که در اتاق شواهد قرار داده شده است.
- شخص تحویل‌دهنده (شامل امضاء)
- شخص تحویل گیرنده (شامل امضاء)
- مکان اصلی (جایی که پیدا شده است)
- شماره مرجع عکس یا فیلم

انتقال یک مورد از اتاق شواهد باید با رعایت زنجیره حفاظت صورت بگیرد که معمولاً شامل اطلاعات زیر است:

- شناسه (شماره و متن)
- نام نویسندگان (و امضاء)، تاریخ، زمان
- نام گیرندگان (و امضاء)، تاریخ، زمان
- پس از برگشت به اتاق شواهد، امضاء تحویل و دریافت، تاریخ و زمان

■ ۳-۳-۸ ابزارآلات و تجهیزات

تجهیزات ارائه شده در زیر برای بررسی رویداد مفید هستند. پیوست ۵ شامل چک‌لیست تجهیزاتی است که ممکن است در بررسی مورد نیاز باشد. همه موارد با اینکه برای همه بررسی‌ها الزامی و مناسب نیستند، اما باید در دسترس باشند. برای اطمینان از در دسترس بودن تجهیزات در صورت لزوم، موجودی کلیه تجهیزات باید حفظ و بازنگری شود. بایستی دقت شود که برخی از تجهیزات ممکن است به دلیل طبقه‌بندی مناطق خطرناک یا سایر خط‌مشی‌های سایت در منطقه رویداد ممنوع باشند.

تجهیزات شخصی

موارد زیر را می‌توان در یک کیف قرار داد و با بندهای شانه یا کمربند به بدن متصل کرد تا هر دو دست آزاد باشد:

- دفترچه یادداشت، کلیپ بورد، خودکار، مداد
- کیسه‌های پلاستیکی کوچک (اندازه ساندویچ)
- نوار چسب
- ریسمان
- مسواک (برای تمیز کردن دوده و باقیمانده آوار از روی شواهد)
- چاقوی سوئیسی، قیچی، پیچ‌گوشتی فیلیپس و معمولی
- چراغ قوه (ضد انفجار)
- آینه کوچک جیبی
- ذره‌بین
- متر نواری جمع شونده ۲۵ فوتی
- خط‌کش ۶ اینچی یا ۱ فوتی
- ماژیک دائمی

وسایل حفاظتی

- کلاه، عینک، دستکش (پلاستیکی و لاتکس) و کفش یا چکمه ایمنی مناسب محل
- یک جفت جوراب و دستکش اضافی
- محافظ تنفس (دستگاه‌های تصفیه هوا با ماسک در مقابل بخار آلی / گاز اسیدی (OVAG) و کارتریج‌های عمومی یا سایر اقلام در صورت لزوم)
- لباس ضد آب، لباس ضد اسید و مقاوم در برابر مواد شیمیایی، لباس یک‌بارمصرف و...
- تجهیزات جلوگیری از سقوط
- تجهیزات تیم
- دوربین دیجیتال با کیفیت و قدرت عکسبرداری کاملاً متمرکز (از نزدیک و از زاویه باز)، فلاش، فیلم یا کارت حافظه، باتری‌های اضافی
- نوار خطر
- برچسب‌هایی با گره‌های پلاستیکی
- کیسه‌های پلاستیکی یک گالنی (۳/۷۸۵ لیتر)، قابل بسته شدن
- جعبه کمک‌های اولیه کوچک
- شیشه پلاستیکی (اندازه یک لیتر با یک کوارت) با درپوش محکم
- نشان‌دهنده سطح
- دوربین فیلم‌برداری با باتری‌ها و کارت‌های حافظه اضافی
- دستگاه ضبط صوت جیبی با باتری و کارت حافظه اضافی

- یک جفت رادیو مخابراتی با باتری اضافی
- دماسنج
- قطب‌نما
- متر نواری فلزی ۱۰۰ فوتی (۳۰/۴۸ متر)
- اسپری رنگ، قلم نشانگر رنگی، مداد گریسی (ضد آب و پاک نشونده در رنگ‌های تیره و سفید)
- جعبه ابزار کوچک، ابزارهای ضد جرقه (انبر قفل کانال، انبر سوزنی، آچارهای قابل تنظیم، گیره، سیم‌پیچ، آچار سوپاپ).
- نوار چسب فراوان
- پارچه پلاستیکی (۱۰۰ فوت مربع یا ۹/۲ مترمربع) برای حفظ و نگهداری از داده‌ها
- نوار کاغذی
- کاغذهای یادداشت چسب‌دار- در اندازه و رنگ‌های مختلف
- فرم‌های جمع‌آوری اطلاعات (جدول ۵-۸)
- فرم‌های حضانت شواهد
- کامپیوتر لپ‌تاپ / تبلت برای کارهای مستندسازی
- تجهیزات الکترونیکی برای تهیه نسخه‌های پشتیبان از پرونده‌ها (دیسک‌های سخت / CD/DVD)
- فلش مموری‌ها

■ ۴-۳-۸ عکاسی و فیلم‌برداری

از عکاسی می‌توان برای به دست آوردن اطلاعات فراوان در مورد وضعیت تجهیزات و موقعیت نسبی وسایل پس از رویداد استفاده کرد و از آن‌ها در طول مراحل بررسی بهره‌مند شد. عبارت عکاسی در این فصل به فراوانی استفاده می‌شود و شامل دوربین‌های فیلم‌برداری و مجموعه‌ای از دستگاه‌های ضبط دیجیتال است. از نخستین روزهای تولید تصاویر، محققان و مستندسازان از این ابزار قدرتمند به روش‌های مستمر و خلاقانه استفاده کرده‌اند. ثابت شده است که پهباد بدون سرنشین ابزار بسیار مفید برای جمع‌آوری شواهد ویدیویی از محل‌های رویداد است، اگر چه باید مقررات ایمنی رعایت شود و ممکن است در مواردی استفاده از آن‌ها ممنوع باشد.

اگرچه عکاسی در اسرع وقت پس از رویداد باید از اولویت‌های اصلی تیم باشد اما فعالیت‌های واکنش در شرایط اضطراری، از جمله معالجه افراد مجروح، مهار نشت مواد شیمیایی، ایمن‌سازی تجهیزات ناپایدار و تخلیه انرژی سیستم‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. برخی از فعالیت‌های کاهش خطر ممکن است روزها یا هفته‌ها به طول بیانجامد؛ با این حال ممکن است عکاسی در مکان‌های انتخاب شده با اجازه مدیر مکان رویداد امکان‌پذیر باشد.

معمولا تمایل زیادی وجود دارد که شاهدان از تلفن‌های همراه خود برای ضبط رویداد در هنگام وقوع استفاده کنند. اگرچه این کار تشویق نمی‌شود (و اغلب مغایر با مقررات ایمنی و امنیتی است) اما شواهد موجود در این نوع دستگاه‌ها می‌تواند به عنوان بخشی از روند بررسی بسیار ارزشمند باشد که در بخش ۷ بیشتر مورد بحث قرار گرفته است. ممکن است برای به دست آوردن هر چه بیشتر اطلاعات مربوطه از دستگاه‌های الکترونیکی شخصی، بخشودگی اقدام انضباطی (استفاده از دستگاه در مقابل خط‌مشی مربوطه) اعلام شود، اگر چه ابتدا برای انجام این عمل باید از مشاور حقوقی پیگیری شود (مراجعه به ۱۱- ۴- ۳- ۷). فیلم‌های ویدیویی می‌تواند چندین هفته پس از رویداد در سیستم عامل‌های رسانه‌های اجتماعی ظاهر شوند، با این حال بایستی با شک و تردید با این داده‌ها برخورد کرد زیرا ممکن است برخی از جزئیات دست‌کاری شده باشند.

بررسی رویداد نیازمند سطوح مختلفی از تخصص عکاسی است. در بیشتر رویدادهای جزئی تیم یا یک کارمند شرکت می‌تواند به اندازه کافی نیازهای عکاسی را برآورد کند. رویدادهای جدی‌تر ممکن است به یک فرد با تجربه مانند متخصص پزشک قانونی نیاز داشته باشد که به‌طور منظم صحنه‌ها، تجهیزات درگیر، آسیب‌ها، جمع‌آوری شواهد و داده‌های موقعیت را مستند کند. برای پاسخگویی به نیازهای تخصصی عکاسی، خدمات یک عکاس حرفه‌ای و یا سایر متخصصان مورد نیاز است.

نمونه‌هایی از این نیازها عبارت‌اند از:

- بررسی تحلیلی میکروسکوپی
- بازرسی ذرات مغناطیسی
- اشعه ایکس
- مادون قرمز
- توالی پیچیدگی
- نمای بسیار نزدیک از ماشین‌آلات یا تجهیزات
- عکس‌های شبانه
- فیلم پهباد و عکاسی ثابت

بدیهی است که عکاسی از اشیاء قبل از اینکه به هر طریقی تخریب شوند، مطلوب است. این تخریب شامل جابجایی، برگرداندن یا حتی بلند کردن برای برچسب‌گذاری یا چسباندن شماره شناسایی است. ثبت دقیق و به روز تمام عکس‌ها، ارزشمند است و در صورت امکان، داده‌ها بایستی به‌عنوان بخشی از خود عکس، مشخص شوند. مفهوم «حفظ داده‌ها» باید در آموزش اولیه و دوره‌ای کارکنان درگیر در بررسی رویداد، گنجانده شود. تجهیزات عکاسی که حاوی اجزای الکترونیکی هستند، اگر در مکانی استفاده شوند که احتمال اشتعال‌پذیری وجود داشته باشد، باید ایمن شوند. روش‌های ایمنی تجهیزات اغلب الزامات نظارت بر محیط و انواع تجهیزات قابل استفاده را تعیین می‌کند. دوربین‌هایی برای استفاده در مناطق طبقه‌بندی شده الکتریکی وجود دارد که البته این دوربین‌ها نیز باید با رعایت مقررات ایمنی محیط، مورد استفاده قرار گیرند.

دوربین‌های دیجیتال ابزار استانداردی برای بررسی هستند. استفاده از آن‌ها نسبتاً ساده، ارزان و قابل اعتماد بوده و می‌توانند بیشتر کارهای مورد نیاز تیم بررسی را انجام دهند. ممکن است دوربین‌های SLR دیجیتال (تک لنز) با قابلیت‌های بالای نزدیک‌سازی، برای مستندسازی تخصصی مانند سطح شکستگی مورد نیاز باشد. دوربین‌های دیجیتال کوچکی که مقاوم در برابر هوا بوده و دارای فلاش داخلی، فوکوس و تنظیمات خودکار هستند نیز در دسترس می‌باشند. این دوربین‌های کوچک به راحتی حمل می‌شوند و برای اسناد عمومی و بسیاری از نیازهای عکاسی ماکرو مناسب هستند.

برای اسناد بررسی رویداد، دوربینی با حداقل رزولوشن ۵ مگاپیکسل نیاز است و رزولوشن ۱۰ تا ۲۰ مگاپیکسل برای بزرگنمایی تصاویر بدون کاهش وضوح، پیشنهاد می‌شود. معمولا دوربین‌ها از قابلیت بزرگنمایی زیاد برای تصاویر اشیاء دور، برخوردار هستند. اگر چه عکاسی دیجیتال از مزایای زیادی برای بیشتر بررسی‌ها برخوردار است اما ممکن است عکس‌های دیجیتال در دادگاه مورد اعتراض قرار گیرند.

اگر کارت حافظه اصلی داده‌های دوربین برداشته شود بایستی حتماً برچسب‌گذاری و مهر و موم شده و به درستی فهرست بندی شود که در این صورت احتمال قابل قبول بودن آن افزایش می‌یابد. بنابراین لازم است چندین کارت حافظه قالب‌بندی شده وجود داشته باشد.

وجود لنزهای اضافی گاهی اوقات مفید است. لنزهایی با زاویه دید عریض می‌توانند روابط بین تجهیزات را نشان دهند و برای تصاویر نزدیک (کمتر از ۳ فوت یا ۱ متر) لنزهای ماکرو بسیار مناسب هستند. مباحث دقیق فناوری عکاسی مانند عمق دید، سرعت شاتر، فیلترها، تیغه‌های دیافراگم و انواع دیگر را در سایر نشریات می‌توان یافت.

تیم بررسی باید تجربه کار با دوربین خاصی که در بررسی استفاده می‌شود را داشته باشد و یک اشتباه قابل اجتناب، استفاده از دوربین برای اولین بار در حین بررسی است. گرفتن ۲۰ تا ۳۰ نوع عکس مختلف با استفاده از ویژگی‌های مختلف (ماکرو، بزرگنمایی و...) و تحت شرایط مختلف (فضای باز، فضای بسته، نور کم و...) صرفه جویی خوبی در زمان است. مشاوره و راهنمایی‌های اضافی درباره عکاسی در پیوست ۱ ارائه شده است.

روش معمول این است که یک نفر در تیم بررسی برای هماهنگی عکاسی تعیین شود. این شخص با اعضاء تیم از نزدیک کار می‌کند و مسئول اسناد و مدارک است و از طرفی با سایر گروه‌های خارج از تیم هماهنگی ایجاد می‌کند. باید توجه داشت که عکس‌های تکراری بین اعضاء تیم مشکلی ایجاد نمی‌کند اما نداشتن عکس از یک آیتم کلیدی، مشکل‌ساز است. تکرار عکس‌ها به دلیل اشتباه، خیلی بهتر از عدم وجود عکسی از یک مورد مهم است. ثبت دقیق، کامل و به روز عکس‌ها یک ضرورت است. برای بیشتر رویدادهای ایمنی فرآیند، هر عکس باید با اطلاعات زیر مشخص شود:

- زمان و تاریخ عکس
- آیتم اصلی موجود در عکس (محتوای مورد توجه)

- جهت عکس (به‌عنوان مثال «به سمت شرق از راکتور R-۱۲۳»)
- هویت عکاس
- طرح‌ها، نقاشی‌ها و نقشه‌ها برای مستند کردن سریع چشم‌انداز هر عکس در صورت لزوم برای تقویت یا جایگزینی ورودی جهت‌گیری

برای عکاسی دیجیتال مراحل بیشتری باید طی شود:

- استفاده از کارت حافظه تازه قالب‌بندی شده
- استفاده از حداکثر رزولوشن
- حذف نکردن هیچ عکسی از کارت حافظه
- برداشتن کارت حافظه و تهیه نسخه پشتیبان از آن
- برچسب‌زنی، بسته‌بندی و ذخیره‌سازی ایمن کارت حافظه اصلی

ویژگی «تاریخ و زمان خودکار» یک دوربین مفید است، به ویژه زمانی که شرایط تغییر می‌کند. با این حال تیم بررسی باید آگاه باشد چنین تاریخ و زمان‌های دوربین در همه دادگاه‌ها قابل قبول نیستند، مگر اینکه اسناد کمکی ارائه شود (به‌عنوان مثال دفتر گزارش). هنگام استفاده از ویژگی تاریخ و زمان باید از تداخل احتمالی در ترکیب و زمینه آگاه بود. بعضی اوقات علامت تاریخ، تصویر آیتم مورد نظر را پنهان یا مختل می‌کند. علاوه بر این باید هر روز قبل از شروع کار تنظیمات خودکار دوربین، بررسی شود.

ضبط ویدیوهای دیجیتال ابزار قدرتمند دیگری برای ثبت اطلاعات هستند، اگر چه ضبط فیلم معمولاً با وضوح کمتری نسبت به عکس دیجیتال است. برای کارت‌های حافظه باید همان روال دنبال شود و کارت اصلی مشخصاً علامت‌گذاری و حفظ شود و کپی ویدیوها برای اهداف کاری تهیه شوند. یک مزیت عمده ضبط ویدیو، توانایی نشان دادن حرکت به عنوان یک اقدام خاص بررسی، مانند باز کردن یا جدا کردن یک قطعه از تجهیزات است. یک خطای رایج در ضبط ویدیو، زمان نامناسب حرکت دوربین است. در ابتدای هر ویدیو بایستی ۱۵ ثانیه کامل زمان در نظر گرفته شود و این زمان در صورتی که این ویدیو برای گزارش یا آموزش ویرایش شود، نیاز است.

کاربرد ویژه عکاسی، ثبت دیدگاه یک شاهد خاص است. این امر گاهی اوقات می‌تواند به تصدیق اظهارات شاهد کمک کند، ناسازگاری‌های آشکار را روشن نماید و موارد کلیدی مورد بحث را تائید کند. وقتی برای نشان دادن جزئیات به یک تصویر بزرگنمایی شده نیاز است، بهتر است تصویر دوم از دورتر گرفته شود تا تصویر دقیق‌تری در متن قرار گیرد.

ممکن است یافتن عکس‌های قبل از رویداد دشوار باشد اما بهتر است شرکت‌ها عکس‌های ثبت شده خود را حفظ کنند. یکی از منابع احتمالی، عکس‌های پیشرفت ساخت است. مورد دیگر تصاویر ماهواره‌ای مانندGoogle Earth یا منابع مشابه «چشم‌انداز خیابان» است که به‌طور کلی در طول تاریخ‌های مختلف در دسترس هستند. وب سایت‌های شرکت، گزارش‌های سالانه و واحدهای تبلیغات ممکن است گاهی اوقات

تصاویر مفیدی تولید کنند، اگر چه معمولاً از نظر دقت موردپسند نیستند. کارکنان فعلی و بازنشستگان گاهی دارای عکس‌هایی از مناطقی که قبلاً در آن کار می‌کردند، هستند. گاهی اوقات اگر «نیاز» یا «درخواست» به روشی مفید و مثبت تبلیغ شود، ممکن است عکس‌های «قبلی» که به طور غیر قانونی گرفته شده‌اند، به صورت ناشناس ظاهر شوند.

۸-۴ جدول زمانی و نمودارهای توالی

در طول فرآیند جمع‌آوری شواهد، ساخت یک جدول زمانی یا نمودار توالی مفید است. شروع به موقع جدول زمانی /نمودار توالی و گسترش آن با پیشرفت بررسی، اطمینان از ضبط وقایع و شرایط مربوطه را فراهم می‌کند. شکاف‌های موجود در نمودارهای توالی یا جداول زمانی را باید شناسایی کرد تا اقدامات بررسی موجب پر شدن شکاف‌ها گردد. در فصل ۳ تاریخچه‌ای از جداول زمانی و نمودارهای توالی با منابع مرجع ارائه شده است. بخش‌های زیر، مراحل ساخت یک جدول زمانی یا نمودار توالی را توصیف می‌کند.

■ ۸-۴-۱ ساخت جدول زمانی

سازمان‌دهی داده‌ها با یک جدول زمانی

جداول زمانی، رویدادها و داده‌ها را به ترتیب زمانی سازمان می‌دهد. علاوه بر توالی رویدادها، ذکر شرایط در یک جدول زمانی مفید است و تشخیص بین وقایع و شرایط را فراهم می‌کند. شرایط معمولاً با جملات مجهول نشان داده می‌شوند مثلاً پمپ در حال به کارگیری بود، لوله خورده شده بود یا اپراتورها در مورد دستورالعمل تخلیه، آموزش داده نشده بودند. جملات نشان‌دهنده شرایط با کلمات «بود» یا «بودند»، مشخص می‌شود. در مقابل، رویدادها جملات معلوم بیان می‌شوند؛ مانند پمپ شروع به کارکرد یا لوله خراب است. در صورت تائید، هم رویدادها و هم شرایط می‌توانند نشان‌دهنده واقعیت باشند و اگر تائید نشوند به‌عنوان پیش‌فرض باقی می‌مانند. جدول زمانی همچنین می‌تواند شامل موارد غیر واقعی یا حذفیات باشد: عدم پیگیری از روال استاندارد فرآیند یا باز نشدن دریچه نجات در محل تنظیم شده.

ایجاد یک جدول زمانی

ایجاد یک جدول زمانی یک فعالیت تکراری است و در کل طول بررسی گسترش می‌یابد. در جدول زمانی با در دسترس قرار گرفتن اطلاعات جدید و روشن و برطرف شدن ناسازگاری‌ها، محتوا و دقت آن افزایش می‌یابد. جدول زمانی را می‌توان با استفاده از اشکال و سطوح مختلف پیچیدگی که معمولاً تحت تأثیر شرایط خاص بررسی در حال انجام است، تدوین کرد. جدول زمانی به تیم بررسی کمک می‌کند تا رویدادها را به ترتیب زمانی مشاهده کند و می‌تواند در درک بهتر زمان و دلیل یک رویداد مهم، مفید باشد.

هرگونه اطلاعات یا شواهد مرتبط در جدول زمانی درج می‌شود. هنگامی که شکاف‌ها مشخص شد؛ تیم می‌تواند اطلاعات لازم برای پر کردن این شکاف‌ها را پیدا کند. برخی از داده‌هایی که در یک جدول زمانی قرار می‌گیرند، هم از نظر زمان‌بندی و هم از نظر ارزش بسیار حائز اهمیت هستند. به‌عنوان مثال چاپ شرایط کار و زنگ هشدارها از طریق یک سیستم کنترل فرآیند اساسی یا یک سیستم ابزار ایمنی ممکن است نشانگر موارد زیر باشد:

- افزایش یک پارامتر خاص با دقت دهم ثانیه
- میزان تغییر آن پارامتر
- مقدار نهایی قبل از وقوع رویداد

سیستم‌های کنترل فرآیند و گزارش‌های مربوطه، داده‌ها را با تمبر زمان ارائه می‌دهند. با این حال نحوه ثبت اطلاعات سیستم‌های کنترل فرآیند می‌تواند منجر به تفسیر اشتباه داده‌ها شود. به‌عنوان مثال ممکن است یک زنگ هشداری ثبت شود که در یک زمان خاص افزایش سطح یک مخزن از بالاترین سطح مجاز را نشان دهد، اما داده‌های فرآیند حتی تا یک ثانیه پس از زنگ خطر نیز این افزایش سطح را نشان ندهند. هشدارها ممکن است درست در زمان وقوع، ثبت شوند؛ در حالی که داده‌های فرآیند فقط در زمان‌های نمونه‌گیری سیستم، ثبت می‌شوند. در مواردی که دقت زمان بندی برای تعیین توالی وقایع بسیار مهم است، باید فرکانس اسکن ضبط کننده‌های داده‌ها بررسی شود تا دقت واقعی زمان داده‌ها مشخص شود.

شکل ۵- ۸ مثالی از جدول زمانی ساده با استفاده از داده‌های سیستم کنترل توزیع شده (DCS) از رویداد نمونه که به‌طور مفصل در پیوست ۴ بحث شده است را نشان می‌دهد.

۲۱: ۱۰: ۱۱ صبح	اعلام آلارم‌های آشکارساز حرارت برای منطقه کتری (DCS، گلوله آتش فرض شده ۱#)
۳۰: ۰۹: ۱۱ صبح	اعلام آلارم آشکارساز LEL در محل آماده‌سازی کاتالیزورها (DCS)
۰۳: ۰۵: ۱۱ صبح	قطع گسترده برق (DCS، زمان خاموش شدن پمپ‌ها)
۴۵: ۰۳: ۱۱ صبح	تائید آلارم فشار بالای کتری (DCS) ۳#
۱۵: ۰۳: ۱۱ صبح	اعلام آلارم فشار بالای کتری (DCS) ۳#
۴۷: ۰۰: ۱۱ صبح	رسیدن سطح کتری ۳#به ۹۰٪ (DCS) و وارد عمل نشدن آلارم (بعداً معلوم شد که این آلارم مهار شده است)
۳۳: ۳۰: ۱۰ صبح	اپراتور کنترل، پر کردن کتری ۳#را شروع می‌کند (DCS)

شکل ۵-۸. مثال جدول زمانی بر اساس داده‌های بررسی

از طرفی، مشاهدات و اقدامات یک اپراتور ممکن است دقیق نباشد. «زمانی در حوالی ظهر» یا «درست بعد از استراحت ساعت ۱۰ صبح»، ممکن است این تقریب‌ها را بیان کند.

شکل ۶- ۸ مثالی از یک جدول زمانی ساده است که از داده‌های نادرست اپراتور تشکیل شده است. در این جدول زمانی از بخشی از داده‌های تقریبی رویداد نمونه پیوست ۴ استفاده شده است.

۱۱:۱۵ صبح	• نیروهای آتش‌نشانی کارخانه به محل اضطراری می‌رسند (گزارش اعزام کارخانه)
۱۱:۱۲ صبح	• تماس با نیروهای آتش‌نشانی کارخانه انجام شد (گزارش اعزام کارخانه)
۱۱:۱۰ صبح	• اپراتور کنترل، سعی می‌کند با اپراتور محوطه از طریق بی‌سیم تماس حاصل کند، ولی جوابی دریافت نمی‌کند. • آلارم آشکارساز حرارت برای منطقه کتری اعلام می‌شود. • صدای هولناک شنیده شد.
پس از قطع نیروی برق	• اپراتور کنترل از اپراتور محوطه درخواست کرد که کتری ۳# را بصری بازرسی کند، چراکه آلارم آشکارساز LEL فعال شده است. • رعد و برق تمام و باران کم می‌شود. • ترک خوردن لوله‌های خروجی کتری ۳ # (نتیجه‌گیری از داده‌ها)
۱۱:۰۵ صبح	• قطع گسترده برق • تائید آلارم فشار بالای کتری ۳# • اعلام آلارم فشار بالای کتری ۳#
۱۱:۰۰ صبح	• رعد و برق شدید شروع می‌شود.
۱۰:۳۰ صبح	• اپراتور اتاق کنترل، پر کردن کتری ۳ # را شروع می‌کند. • پیمانکار برای جایگزینی ردیاب گاز وارد منطقه راکتور می‌شود.

شکل ۸-۶. جدول زمانی بر اساس داده‌های غیردقیق

معمولاً ترکیبی از داده‌های دقیق و غیردقیق به محقق ارائه می‌شود. مخلوط کردن داده‌های متفاوت، اغلب باعث ایجاد چالش می‌شود. این چالش معمولاً با درک منابع و دقت این داده‌ها و استفاده از تکنیک‌های مناسب نمودارسازی، برطرف می‌گردد. یکی از این تکنیک‌ها، استفاده از یک خط با علائم زمان‌بندی به عنوان مرز مشترک بین دو نوع مختلف داده‌هاست.

در یک طرف خط، داده‌های دقیق شناخته شده در برابر علامت‌های زمان، ثبت می‌شوند. در طرف دیگر خط، داده‌های نادرست یا تقریبی در زمانی که اتفاق افتاده، یادداشت می‌شود. معمولاً رویداد در زمانی بین این دو علامت اتفاق می‌افتد.

شکل ۷- ۸ نمونه‌ای از یک جدول زمانی مخلوط از داده‌های دقیق و غیردقیق از رویداد نمونه که به‌طور مفصل در پیوست ۴ بحث شده است را نشان می‌دهد.

یکی از مزایای تکنیک مذکور این است که زمان تقریبی نادرست را می‌توان در مقایسه با داده‌های دقیق کاهش داد. به عنوان مثال اپراتور ممکن است متوجه شود که وقتی شیر دستی A را می‌بست، شیر B قبلاً به طور خودکار بسته شده بود، لذا دوره‌ای که وی دریچه A را بسته است، کاهش یافته است.

گاهی داده‌های پس از رویداد، می‌تواند ارزشمند باشد؛ لذا جدول زمانی لازم نیست در زمان وقوع یا رویداد پایان یابد. اغلب درک چگونگی تأثیر اقدامات واکنش در شرایط اضطراری بر نتیجه نهایی رویداد، مهم می‌باشد. از این نوع داده‌ها می‌توان برای بهبود اقدامات واکنش در شرایط اضطراری در آینده استفاده کرد.

همچنین تغییرات ایجاد شده در موقعیت‌ها (سوپاپ‌ها، کلیدها، آوارها و...) در هنگام واکنش اضطراری، می‌تواند برای تفسیر داده‌ها مهم باشد.

وقتی جداول زمانی با شبیه‌سازی ترکیب می‌شود، هم در درک توالی وقایع منتهی به رویداد و هم در توسعه اقدامات متناسب، تبدیل به ابزاری قدرتمند می‌شود و امکان آنالیز دقیق‌تر و جامع‌تری فراهم می‌شود.

	۱۱:۱۵ صبح	• نیروهای آتش‌نشانی کارخانه به محل اضطراری می‌رسند (گزارش اعزام کارخانه)
	۱۱:۱۱ صبح	• تماس با نیروهای آتش‌نشانی کارخانه انجام شد (گزارش اعزام کارخانه)
	بعد از زنگ هشدار آشکارساز گرما	• اپراتور کنترل سعی می‌کند با اپراتور محوطه از طریق بی‌سیم تماس حاصل کند، ولی جوابی دریافت نمی‌کند.
		• تماس با نیروهای آتش‌نشانی کارخانه انجام شد (گزارش اعزام کارخانه)
اعلام آلارم‌های آشکارساز حرارت برای منطقه کتری (DCS، گلوله آتش فرض شده #۱)	۱۱ صبح ۱۰: ۲۱	
	۱۱ صبح ۱۰:	• صدای هولناک شنیده شد
	بعد از آلارم آشکارسازهای LEL	• اپراتور کنترل از اپراتور محوطه درخواست کرد که کتری #۳ را بصری بازرسی کند، چراکه آلارم آشکارساز LEL فعال شده است
		• رعد و برق تمام و باران کم می‌شود
اعلام آلارم آشکارساز LEL در محل آماده‌سازی کاتالیزورها	۱۱ صبح ۰۹: ۳۰	• ترک خوردن لوله‌های خروجی کتری #۳ (نتیجه‌گیری از داده‌ها)
قطع گسترده برق (DCS، زمان خاموش شدن پمپ‌ها)	۱۱ صبح ۰۵: ۰۳	
تائید آلارم فشار بالای کتری (DCS) #۳	۱۱ صبح ۰۳: ۴۵	
اعلام آلارم فشار بالای کتری (DCS) #۳	۱۱ صبح ۰۳: ۱۵	
رسیدن سطح کتری #۳ به ۹۰٪ (DCS) و وارد عمل نشدن آلارم (بعداً معلوم شد که مهار شده است)	۱۱ صبح ۰۰: ۴۷	
	۱۱ صبح ۰۰:	• رعد و برق شدید شروع می‌شود

اپراتور اتاق کنترل، پر کردن کتری #۳ را شروع می‌کند (DCS)	۱۰:۳۰:۳۳ صبح	
	۱۰:۳۰ صبح	• پیمانکار برای جایگزینی ردیاب گاز وارد منطقه راکتور می‌شود

شکل ۷-۸ .مثال جدول زمانی بر اساس ترکیبی از داده‌های دقیق و غیردقیق

نکات مربوط به جدول زمانی:

برای شروع جدول زمانی، می‌توان از یک کاغذ به اندازه پوستر استفاده کرد. از کاغذهای یادداشت چسبناک کوچک می‌توان برای هر شرایط و وقایعی استفاده کرد و بلوک‌ها را به‌راحتی مرتب کرد.
شناسایی داده‌های دقیق و غیردقیق (رنگ‌های مختلف می‌تواند روش خوبی باشد).
ذکر منبع هر یادداشت نیز مفید است (سیستم کنترل فرآیند اساسی، مصاحبه‌ها و...)

تعیین شرایط در زمان شکست

شرایط در جدول زمانی گنجانده می‌شود. تعیین شرایط در زمان شکست فعالیتی است که فاصله بین جمع‌آوری شواهد و تعیین علت‌های اصلی را از بین می‌برد. خرابی‌ها به ندرت بدون نشانه‌های قبلی یا اطلاعات پیش‌ساز، رخ می‌دهند. به جزء در شرایطی که کسی به‌طور خاص مجبور به جستجوی آن شود، اطلاعات معمولاً در بررسی نادیده گرفته می‌شوند. بنابراین یک نفر باید ایجاد جدول زمانی را بر عهده بگیرد و با در دسترس قرار گرفتن اطلاعات جدید، جدول را به‌صورت دوره‌ای به‌روزرسانی کند. هدف تیم بررسی جستجو در زمان، یافتن این اطلاعات و ارتباط یابی بین این اطلاعات و دلایل شکست برای تائید یا رد فرضیه شکست است. این شواهد عینی ممکن است کوتاه مدت (یعنی بلافاصله پس از شکست) یا طولانی‌تر بوده و شامل اطلاعات ناشی از خرابی‌ها یا تجارب قبلی عملیاتی باشد. همچنین باید شامل وقایع پس از رویداد که ممکن است بر عملیات واکنش اضطراری، اقدامات بهبود یا آسیب‌های ثانویه تأثیر بگذارد، باشد.

اطلاعاتی که جمع‌آوری می‌شوند برای تعیین دقیق شرایط حین رویداد و بلافاصله قبل از آن استفاده خواهد شد. تجزیه و تحلیل شواهد و تعیین شرایط قبل از رویداد به عنوان تلاش‌های موازی آغاز شده اما با پیشرفت بررسی همگرا می‌شوند.

تیم بررسی باید به دنبال شواهدی باشد که نقطه شکست اولیه، مسیر پیشرفت آن و شرایط قبلی منجر به شروع شکست را نشان دهد. با درک درست از یک حالت شکست اساسی و ترتیب وقایع، تیم بررسی به دنبال شواهدی می‌رود که نشانگر مکانیسم واقعی شکست باشد. به‌عنوان‌مثال می‌تواند برای تائید خصوصیات مواد، آنالیزهایی انجام دهد و مکان‌های واقعی خرابی را برای شناسایی ماهیت آن، مانند خستگی، ترک‌خوردگی ناشی از تنش، خوردگی بین‌دانه‌ای یا شکنندگی بررسی کند.

جدول زمانی همه این اطلاعات را با هم جمع می‌کند تا با داده‌های در دسترس یک گزارش وقایع قابل تنظیم و یک توالی که دیدگاه مناسبی برای تحلیل علت‌های ریشه‌ای ارائه می‌دهد، ایجاد نماید.

■ ۲-۴-۸ ساخت نمودار توالی

سازمان‌دهی داده‌ها با نمودارهای توالی

نمودار توالی یک نمودار گرافیکی دقیق‌تر از یک جدول زمانی است و به تیم بررسی اجازه می‌دهد تا وقایع و شرایط مرتبط را در شاخه‌های موازی ارائه دهد. همانند جدول زمانی به محض اطلاع از واقعیت‌های اولیه رویداد، در اولین فرصت، ساخت نمودار توالی شروع می‌شود. با شروع زود هنگام، تیم بررسی می‌تواند اطلاعات از دست رفته یا ناسازگاری را تشخیص دهد و بر حل این مشکلات تمرکز نماید.

نموداری که توالی وقایع منتهی به یک رویداد را نشان می‌دهد، دارای مزایای زیادی نسبت به یک جدول زمانی ساده است که می‌تواند در سه زمینه اصلی خلاصه شود: بررسی، شناسایی اقدامات و گزارش دهی (Ferry، 1998).

بررسی

- خلاصه‌سازی وقایع در قالب نمودار، کمکی برای توسعه شواهد، شناسایی عوامل علیت و شناسایی شکاف‌های موجود در اطلاعات است.
- علت‌های متعدد منجر به یک رویداد به وضوح نشان داده شده است.
- نمودارها برای همه افراد درگیر در بررسی این امکان را فراهم می‌کنند که توالی وقایع را در زمان و روابط بین شرایط و رویدادها تجسم کنند.
- یک نمودار خوب ارتباطات موجود در یک رویداد را واضح‌تر از صفحات متن نشان می‌دهد و تفسیر دقیق‌تری را تضمین می‌کند.

شناسایی اقدامات

- نمودارها، توضیحی علت گرا در مورد رویداد ارائه می‌دهد.
- حوزه‌های مسئولیت به وضوح مشخص می‌شوند.

گزارش دهی

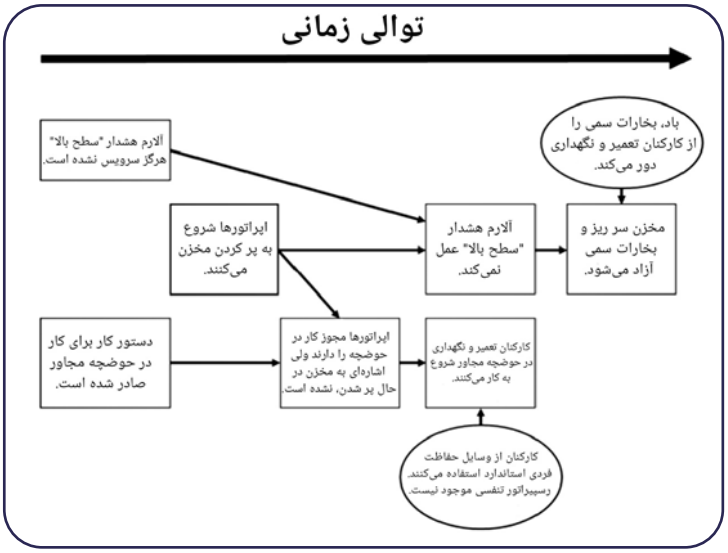
- استفاده از نمودارهای خلاصه در گزارش‌ها، نمایش مختصر و آسان پیگیری رویداد را به خوانندگان ارائه می‌دهد.
- نمودارها با آشکار کردن هرگونه شکاف در توالی منطقی وقایع، به جلوگیری از نتیجه‌گیری‌های نادرست کمک می‌کند.
- در مواردی که شکاف‌ها نشان داده می‌شود، نیاز به آنالیز و بررسی بیشتر مشخص می‌شود. نمودارها **ابزاری برای**

بررسی نتایج با کشف حقایق می‌باشند.

- ارزیابی پیشنهادات در برابر وقایع و عوامل علیت مشخص شده در نمودارها را تسهیل می‌کند.

به‌عنوان مثالی از نمودار توالی، می‌توان «سرریز شدن مخزن به دلیل خرابی محافظ سطح» را در نظر گرفت. در این مثال، آلارم هشدار سطح بالا کار نکرد. پر کردن مخزن چند ساعت طول کشید و اپراتورها به موقع متوجه سطح بالای مخزن برای جلوگیری از سرریزی آن، نشدند. در نهایت نشت در حوضچه مهار شد و هیچ مصدومی بر جای نگذاشت. با این حال افرادی در مخزن موجود در حوضچه مجاور در حال تمیزکاری بودند. اگر باد به سمت این کارکنان می‌وزید، می‌توانست آن‌ها را در معرض بخارات سمی قرار دهد. نمودار توالی برای این مثال در شکل ۹-۸ نشان داده شده است. تیم بررسی مشخص کرد عوامل علیت این رویداد عبارت بودند از:

- اپراتورها به‌جای کنترل مداوم سطح مخازن، عادت کرده بودند مخازن را تا زمانی که زنگ هشدار سطح بالا به صدا درآید، پر کنند.
- «سوئیچ سطح بالا» کاملاً قدیمی بود و از عمر مفید آن گذشته و هرگز سرویس نشده بود.
- کارکنان تعمیر و نگهداری در حوضچه مجاور از پر شدن مخزن مطلع نبودند و هیچ تدبیری برای نظارت دقیق مخزن به هنگام نزدیک شدن به سطح تکمیل، در نظر گرفته نشده بود.



شکل ۸-۸ .نمودار توالی مثال سرریزی مخزن

۵-۸ خلاصه

جمع‌آوری دقیق، کامل و مؤثر شواهد، کلید موفقیت در بررسی است. شواهد می‌تواند فیزیکی (تجهیزات آسیب‌دیده، قطعات، مواد، باقی‌مانده‌ها و...)، سوابق کاغذی، داده‌های الکترونیکی یا داده‌های موقعیت باشد. هنگام تعیین اولویت‌های تیم بررسی، شکنندگی شواهد باید در نظر گرفته شود. حفظ شواهد شکننده مانند داده‌های فرآیند الکترونیکی، یک عامل اساسی است. اعضاء تیم ممکن است مجبور شوند چندین مسیر را به طور هم زمان طی کنند؛ در نتیجه مجموع مهارت‌های اضافی بایستی به سرعت مشخص شوند. توافقنامه بین طرفین ذینفعان در مورد نحوه رسیدگی به شواهد را می‌توان با استفاده از پروتکل‌ها پشتیبانی کرد. ایجاد یک سیستم برای مستندسازی و حفظ شواهد، مهم است و زنجیره حفاظت برای شواهدی که بین مکان‌ها یا طرف‌های مختلف جابجا می‌شوند، لازم است. عکاسی به‌طور گسترده‌ای، برای ثبت شواهد استفاده می‌شود و همچنین می‌تواند قسمتی از روند زنجیره حفاظت باشد. مجموعه‌ای از ابزارها و سایر تجهیزات باید برای اندازه‌گیری، بازرسی، ثبت و حفظ شواهد، موجود باشد. جدول زمانی و نمودار توالی، ابزارهای مؤثری برای ثبت وقایع و شرایط و شناسایی شکاف‌هایی هستند که نیاز به جمع‌آوری شواهد بیشتری دارند.

۹

فصل نهم

آنالیز شواهد و تعیین عوامل علیت

آنالیز شواهد و تعیین عوامل علیت

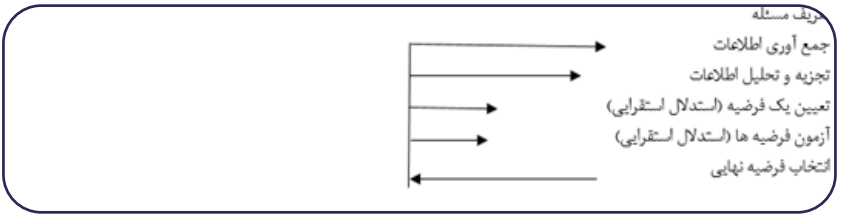
پس از جمع‌آوری شواهد، اطلاعات می‌توانند ارزیابی شوند. آنالیز شواهد همراه با مشاهدات، زمانبندی، گزارش‌های شاهدان و دیگر اطلاعات به منظور تعیین واقعیت اتفاق افتاده، استفاده می‌شود. داده‌های واقعی مبنایی برای تعیین عوامل علیت است که حذف این موارد می‌تواند از رویداد پیشگیری کرده یا از شدت آن بکاهد. عوامل علیت زمینه را برای تعیین دلایل ریشه‌ای که در بخش ۱۰ بحث شده است آماده می‌کند.

این بخش راهنمایی‌های عملی برای آنالیز شواهد و تایید پیش‌فرض‌ها (آزمون پیش‌فرض‌ها) ارائه می‌دهد.

۹-۱ روش علمی

روش علمی یک روش حل مسئله است که در آن ابتدا یک مسئله شناسایی شده و از مشاهدات و آزمایش‌ها و دیگر اطلاعات مرتبط برای ساختن یا آزمون فرضیه‌های مرتبط با این مسئله استفاده می‌شود. به طور خاص برای بررسی رویدادها NFPA 921 روش علمی با عنوان "پیگیری سیستماتیک دانش شناخت و تعریف مسئله، جمع‌آوری داده‌ها از طریق مشاهده و آزمون، تجزیه و تحلیل اطلاعات، فرمول بندی، تجزیه و تحلیل و آزمون فرضیه‌ها و در صورت امکان انتخاب فرضیه نهایی" معرفی کرده است (NFPA 921 2017).

همان‌طور که از تعریف مشخص است روش علمی یک فرآیند سیستماتیک آنالیز برای بررسی یک مشکل ارائه می‌دهد. وقتی روش علمی بطور مداوم برای بررسی رویداد استفاده شود، سازمان را برای ارزیابی عینی فرضیه‌ها و تعیین آنچه اتفاق افتاده است راهنمایی می‌کند. شکل ۱-۹ مراحلی که در روش علمی برای بررسی رویدادهای مربوط به ایمنی فرآیند استفاده می‌شود را نشان می‌دهد. فرآیند با تعریف مسئله‌ای که قصد حل آن را داریم شروع می‌شود. برای مثال مسئله می‌تواند تعیین علت از دست رفتن یک حفاظ که باعث آزاد شدن مواد قابل اشتعال و حریق شده است، باشد.



شکل ۱-۹ .فرآیند روش علمی

جمع‌آوری اطلاعات مرحله دوم فرآیند روش علمی می‌باشد وشامل بررسی صحنه، اندازه‌گیری و مستندسازی آسیب، مصاحبه با شاهدان و فعالیت‌های جمع‌آوری اطلاعات که در بخش ۷ و ۸ توضیح داده شد، می‌باشد.

اطلاعات جمع‌آوری شده در مرحله سوم تجزیه و تحلیل می‌شوند. تجزیه و تحلیل به روش‌های ارزیابی داده‌ها از جمله بررسی و آزمون اطلاعات فیزیکی، محاسبات مهندسی، آزمایش سیستم، شبیه‌سازی‌ها و بازسازی‌ها همان‌طور که در این فصل بحث شده، اشاره دارد.

از مشاهدات، اندازه‌گیری‌ها، تجزیه و تحلیل اطلاعات، برای تعیین فرضیه‌ها در مرحله چهارم استفاده می‌شود. تعیین فرضیه‌ها با رویکرد استدلال استقرایی می‌باشد. باید در نظر داشت که استدلال استقرایی شامل نتیجه‌گیری منطقی از اطلاعات موجود می‌باشد اما ممکن است نباشد. برای مثال ممکن است فرض شود که علت ترکیدن یک لوله، بیشتر بودن فشار لوله از ظرفیت آن بوده است. با وجود این باید ثابت کرد که لوله به علت فشار بیش از حد به جای خوردگی، نقص مواد یا برخی از عوامل دیگر یا ترکیب چند عامل شکسته است.

ممکن است فرضیه‌هایی که به نظر درست نمی‌آیند مفید باشند. با وجود این در طول یک بررسی رویداد ممکن است اطلاعات کافی برای تایید یا رد فرضیه در دسترس نباشد. با تعیین فرضیه فعالیت‌های بررسی می‌تواند به منظور بررسی فرضیه‌ها انجام شود، مانند بررسی متالورژی لوله خراب در مثال بالا، بررسی اطلاعات DCS برای نوسانات فشار و آزمایش دستگاههای کاهش فشار. این فرآیند تعیین فرضیه‌ها و فعالیت‌های پیشبرد بررسی است که فعالیت بررسی را به روش علمی سازمان دهی می‌کند.

مرحله پنجم و حیاتی فرآیند بررسی علمی آزمون فرضیه‌ها می‌باشد. آزمون فرضیه نمونه‌ای از رویکرد قیاسی است که باید از دستورالعمل‌ها پیروی کند. چشم پوشیدن از این مرحله می‌تواند باعث تعیین اشتباه علت‌ها شود. تعیین اشتباه علت‌ها هم می‌تواند باعث تعیین اشتباه علت‌های ریشه‌ای شود. در مثال نشت لوله، ممکن است نداشتن تجهیزات مناسب کنترل فشار درست باشد یا تجهیزات کاهش فشار مشکلاتی داشته باشند، اما اگر فرضیه درست نوسانات دما یا اثرات خرابی ارتعاش که باعث نقص می‌شود باشد، پیشنهادات به احتمال زیاد باعث جلوگیری از تکرار رویداد نخواهد شد. آزمودن فرضیه‌ها بهتر از قضاوت، سوابق گذشته، تخمین‌ها و سایر روش‌های بحث در مورد فرضیه‌ها می‌تواند از اشتباهات بررسی جلوگیری

کند. آزمون فرضیه‌ها با استفاده از یک روش علمی حیاتی است. اغلب اوقات قضاوت بررسی‌کنندگان در حین بررسی غیر قابل انکار است.

تاکید بر این نکته مهم است که روش‌های تحلیل علت ریشه‌ای نمی‌توانند درستی تعیین "چه اتفاقی افتاده است" را تضمین کنند. در حقیقت تجزیه و تحلیل علت ریشه‌ای که بر روی علت‌های مستقیم نادرست، انجام شده است منجر به پیشنهاداتی خواهد شد که علت‌های ریشه‌ای یک واقعه را اصلاح نخواهد کرد. مرحله آزمون فرضیه است که فرضیه درست یک رویداد و عوامل علی تایید شده را تضمین می‌کند.

در صورتی که فرضیه‌ها در آزمون استدلال استقرایی شکست بخورند، بررسی‌کنندگان باید فرضیه‌های اضافی، جمع‌آوری اطلاعات و تکنیک‌های آزمون را در نظر بگیرند. همان‌طورکه در شکل ۱-۹ نشان داده شده است روش علمی یک فرآیند تکراری است که هر چند بار که نیاز باشد تکرار خواهد شد.

وقتی که همه فرضیه‌ها آزمون شدند، فرضیه محتمل‌تر در مرحله ششم یعنی آخرین مرحله انتخاب خواهد شد. با توجه به پیچیدگی بررسی رویداد ممکن است در یک بررسی فرضیه‌های متعددی وجود داشته باشد. اغلب فرضیه‌ها در نهایت رد خواهند شد؛ اما این مسئله به بررسی‌کنندگان کمک خواهد کرد تا دلیل رد یا پذیرش فرضیه‌ها را به ذینفعان (و ارائه دهندگان فرضیه) توضیح دهند. پیگیری همه اطلاعات و تجزیه و تحلیل موارد پشتیبانی‌کننده پایه محکمی برای تیم بررسی جهت توضیح نتیجه‌گیری خود و افزایش اعتماد به نتیجه‌گیری فراهم خواهد آورد.

۹-۲ سوگیری در تایید

این طبیعت انسان است که سریعا (و به صورت خودکار) یک فرضیه را شکل داده و شروع به جمع‌آوری شواهد کند. این گرایش سوگیری در تایید نامیده می‌شود. بررسی‌کنندگان به صورت طبیعی شواهدی را که نظر آن‌ها را رد کند قبول نمی‌کنند. بررسی‌کنندگان می‌توانند روی فرضیه مورد علاقه خود تاکید کرده و با قدرت از آن دفاع کنند، حتی در مواقعی که با شواهد متناقضی مبنی بر رد فرضیه آن‌ها مواجه شوند. بنابراین بررسی‌کنندگان باید یک تلاش با وجدان و قوی به منظور بررسی باز و بدون سوگیری را در دستور کار قرار دهند، به ویژه در مراحل اولیه بررسی که اطلاعات ممکن است کم و یا آزمون نشده باشند.

تیم بررسی باید با وجدان کاری تلاش کند تا هر فرضیه‌ای را رد کند. در زمینه تفکر انتقادی و منطقی، مفهومی از جعل پذیری وجود دارد که در آن تلاش خاصی برای رد یک فرضیه انجام می‌شود. از این رویکرد می‌توان به منظور غلبه بر "سوگیری در تایید" بهره برد. ثابت شده است فرضیه‌ای که در برابر تلاش به رد آن مقاومت کند درست است.

۹-۳ تجزیه و تحلیل شواهد

تجزیه و تحلیل شواهد یک فعالیت کاملا جدا از جمع‌آوری شواهد است. ارتباط اطلاعات جمع‌آوری شده با رویداد و علت‌ها می‌تواند توسط تجزیه و تحلیل تعیین شود. مرحله تجزیه و تحلیل شواهد یک فعالیت

تکراری است که با جمع‌آوری شواهد هم پوشانی دارد و می‌تواند باعث جمع‌آوری شواهد اضافی گردد. تجزیه و تحلیل شواهد معمولا در یک بازه زمانی طولانی‌تر انجام می‌شود و در یک بررسی بزرگ می‌تواند چند ماه طول بکشد زیرا آزمایشات اضافی و تولید اطلاعات انجام می‌گیرد. فعالیت تجزیه و تحلیل شواهد، نیاز به اطلاعات اضافی و خاصی را ایجاد می‌کند و چرخه جمع‌آوری شواهد دوباره شروع می‌شود.

در طول تجزیه و تحلیل شواهد، می‌توان شواهد را مقایسه کرد تا مشخص شود که آیا شواهد همدیگر را تایید می‌کنند یا خیر. تایید شواهد اعتماد به یافته‌ها را افزایش می‌دهد. متقابلا اگر هیچ تاییدی برای شواهد پیدا نشد ممکن است همان وزنی که برای بررسی مورد تایید شده می‌دهد، را نداشته باشد.

تجزیه و تحلیل شواهد با استفاده از یک رویکرد سیستماتیک و کامل انجام می‌شود. تکنیک‌های خاص فراتر از محدوده این کتاب راهنما می‌باشد. این قسمت با هدف برآورد درک کلی و معمولی از چندین جنبه و مسائل مرتبط با تجزیه و تحلیل شواهد تهیه شده است. تخصص خاص نظم و انضباط به طور معمول با استفاده از متخصصان سازمان مادر یا متخصصان خارجی که برای انجام کار دقیق بررسی مشغول هستند به تیم بررسی در مورد رویداد ارائه می‌شود.

■ ۱-۳-۹ سازماندهی اطلاعات-جدول زمانی

مرحله اول در تجزیه و تحلیل شواهد سازماندهی اطلاعات می‌باشد. جدول زمانی یک ابزار عالی برای مشخص کردن اطلاعات جمع‌آوری شده و نشان دادن آن‌ها به ترتیب زمانی و به ترتیب وقوع رویداد است. توضیح دقیق و نمونه مطالعه موردی ایجاد جدول زمانی را می‌توان در فصل ۸ یافت. بخش زیر چگونگی گزارش شاهدان و تجزیه و تحلیل شواهد در یک جدول زمانی را نشان می‌دهد.

جدول زمانی باید همه وقایع شناسایی شده مرتبط با رویداد مورد بررسی را ثبت کند. این یک جدول زمانی واقعی است که شامل رویدادهایی بوده که توسط اطلاعات اثبات می‌شوند. جدول زمانی شامل وقایع فرض شده نمی‌شود. اگر رویداد شامل یک قطعه از تجهیزات یا فرآیند باشد، بنابراین ممکن است جدول زمانی با ثبت تاریخچه ابزار شامل نصب، نگهداری و تعمیرات و بازرسی شروع شود. جدول زمانی باید بر اساس زمان گزارش شده توسط منبع اطلاعات باشد. برای مثال اگر شاهد زمان خاصی را برای گزارش مشاهدات خود بیان کرده است، جدول زمانی باید دقیقا اظهارات شاهد را ثبت کند. یک روش خوب برای تایید مرجع زمانی شاهد این است که از فرد بخواهید متن تلفن همراه یا زمان تماس تلفنی که نزدیک زمان مشاهده انجام شده است را بررسی کند. تمام وقایع DCS باید به صورت اتفاق افتاده در زمان ثبت توسط DCS وارد شوند. یک مرحله تحلیل ثانویه می‌تواند تغییر مکان را برای مطابقت با مغایرت‌های شناخته شده تنظیم زمان ساعت رایانه، تنظیم یادآوری هشدارها و خاموش شدن برای مطابقت با حرکت ولوها که توسط سیستم DCS ثبت شده‌اند و... فراهم کند. تغییر وقایع گزارش شده به منزله مستند کردن گزارش‌های مکتوب نیست، پس این کار یک تحلیل محسوب می‌شود. هر دو نوع اسناد باید به وضوح شناسایی و جداگانه نگهداری شوند.

■ ۹-۳-۲ استفاده از پروتکل‌ها

پروتکل‌ها روش‌های اجرایی نوشته شده به منظور بازرسی شواهد، بررسی، حذف، تغییر و آزمون می‌باشند. پروتکل‌ها می‌توانند جهت اطمینان از اینکه فعالیت بررسی یک شاهد با روشی دقیق و برنامه‌ریزی شده انجام می‌شود و نیز اطمینان از حفظ شواهد در حداکثر اندازه ممکن در حین دستیابی به هدف فعالیت، کاربرد داشته باشند. برنامه‌ریزی که به منظور پیش‌برد یک پروتکل انجام می‌شود می‌تواند از تغییرات ناخواسته در شواهد جلوگیری کند. بعنوان مثال وقتی که پوشش قسمتی از یک تجهیز به منظور مشاهده داخل آن برداشته می‌شود، پوشش را دقیقا همان‌طور که قبلا بود نمی‌توان جایگزین کرد. لایه‌های اکسیداسیون و چسب‌هایی که برای آب بندی پوشش استفاده می‌شوند نمی‌توانند دقیقا مثل قبل جایگزین شوند. وقتی که یک پمپ چرخانده شود، نمی‌تواند از هم جدا شود تا موقعیت قسمتی از آن که باعث شکست شده است را مشاهده کرد. در نتیجه وقتی که اقدامات مهمی انجام می‌شود، بررسی‌کنندگان باید در مورد اینکه کدام یک از اطلاعات نیاز به بررسی دارند و کدام یک می‌توانند تغییر کنند یا از بین بروند آگاهی کامل داشته باشند. پروتکل‌ها با هدف کمک به آینده نگری بررسی‌کنندگان ایجاد شده‌اند. پروتکل‌ها همچنین منجر به توافق طرف‌های مختلف در مورد چگونگی انجام آزمون، فرد انجام‌دهنده آن و زمان انجام آن می‌شوند.

عموما پروتکل‌ها به منظور پاسخ به یک یا چند مورد از سوال‌های زیر طراحی شده‌اند:

- این قسمت چگونه کار می‌کند؟
- آیا عملکرد قسمت طبق انتظار بوده است؟
- چگونه قسمت دچار نقص شده است؟
- چرا نقص اتفاق افتاده است؟

پروتکل‌ها باید قبل از شروع تجزیه و تحلیل داده‌های فیزیکی طراحی شده باشند. پروتکل‌ها کمک می‌کنند تا:

- از جمع‌آوری کامل اطلاعات مورد نیاز اطمینان حاصل شود
- از تجزیه و تحلیل کامل اطلاعات اطمینان حاصل شود
- از تخریب ناخواسته اطلاعات توسط بررسی‌کنندگان پیشگیری شود
- از همه افراد درگیر بررسی در مورد فرآیندها و روش‌های تجزیه و تحلیل موافقت گرفته شود
- از اینکه انجام آزمون ارزش انجام دادن را دارد، اطمینان حاصل شود
- در تجزیه و تحلیل، نکات تصمیم‌گیری مشخص شود.

پروتکل‌ها باید شامل موارد زیر باشند:

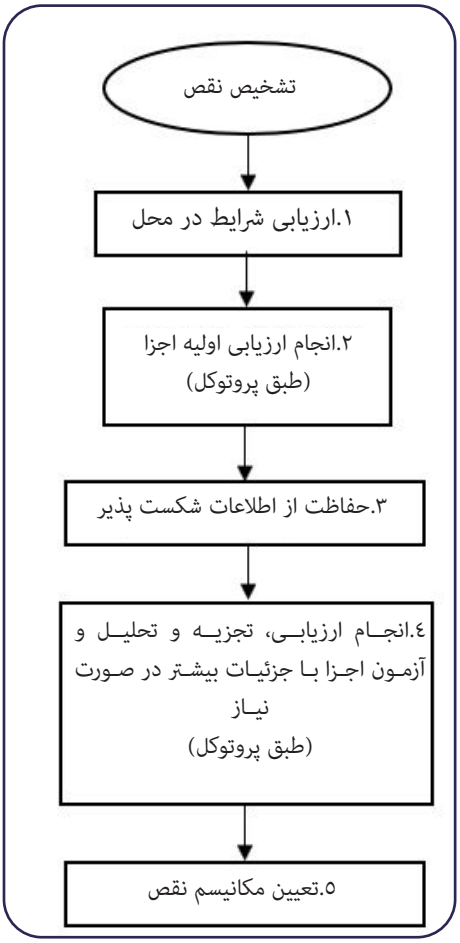
- هدف یک فعالیت بررسی
- روش‌های انجام فعالیت
- ملاحظات ایمنی انجام پروتکل

- شرح روش‌ها یا روش‌های اجرایی
- اسم افرادی که در پروتکل انجام وظیفه خواهند کرد
- برنامه‌ریزی زمانی و مکانی پروتکل
- نتایج پروتکل چگونه ثبت و گزارش خواهند شد
- اطلاعات چند آزمون بر روی یک مورد
- دفع نمونه‌های آزمون پس از آزمون
- ترتیب اجرای مراحل مختلف پروتکل
- چه سازمان داخلی یا خارجی باید پروتکل را تایید کند

پروتکل‌ها نباید اسناد بلند و پیچیده‌ای باشند. آن‌ها باید اسناد خلاصه‌ای بوده و شامل بازرسی‌ها، آزمون‌ها، مستندسازی و یا فرآیند تست با جزئیات کافی شوند تا به همه افراد درگیر درک کنند که از شواهد چگونه استفاده خواهد شد. پروتکل‌ها اغلب اجازه انحراف از پروتکل با توجه به پیشرفت در طول اجرای آن و در صورت توافق طرفین استفاده‌کننده از پروتکل را فراهم می‌کند. در پیوست ۲ نمونه‌ای از پروتکل برای بررسی موقعیت دریچه‌ای که به صورت دستی کار می‌کند ارائه شده است.

■ ۳-۳-۹ تجزیه و تحلیل نقص مکانیکی

بسیاری از اسناد در مورد موضوعات خاصی مانند الگوهای شکست آلیاژها و سرنخ‌های مربوطه برای تعیین مکانیسم‌های خرابی واقعی نوشته شده‌اند. برای نشان دادن فرآیندی که ممکن است از آزمون خرابی قسمتی از یک تجهیز پیروی کند از تجزیه و تحلیل مکانیکی به عنوان نمونه استفاده می‌شود. مراحل اساسی تجزیه و تحلیل نقص شامل پنج مرحله می‌باشد که در شکل ۲-۹ نشان داده شده است.



شکل ۲-۹. مراحل اساسی تجزیه و تحلیل نقص

۱-۳-۳-۹ ارزیابی شرایط در محل- مرحله اول

ارزیابی شرایط در محل نقص می‌تواند یک مرحله حیاتی در تجزیه و تحلیل باشد. درک شرایط در محل و چگونگی استفاده از بخش‌ها و موارد می‌تواند چندین مکانیسم بالقوه نقص را از بین برده و از سایر مکانیسم‌های نقص پشتیبانی کند. سوالهای عمومی که پرسیده می‌شوند می‌توانند شامل موارد زیر شوند ولی محدود به آن‌ها نخواهند شد:

- این قسمت چه مدت کار کرده است؟
- شرایط محیطی چگونه بوده است؟
- آیا نقص در طول شروع به کار، خاموش کردن، شرایط کاری غیر عادی یا عادی رخ داده است؟

- آیا این یک قسمت چرخنده از تجهیز بوده است؟
- آیا به چیزی برخورد کرده است؟
- آیا از طرف دستگاه جریان مایعات یا گاز وجود داشته است؟
- چه نوع ماده‌ای به چه قسمتی از تجهیز برخورد کرده است؟
- مواد ساختاری آن چه چیزهایی هستند؟
- چه فعالیت‌هایی در این محل انجام می‌شوند؟
- آیا در بخشی از فرآیند از مواد واکنش‌پذیر استفاده می‌شود؟
- آیا امکان واکنش مواد (ناشی از مخلوط کردن غیر عمدی مواد ناسازگار) در محل وجود دارد؟ اگر وجود دارد چه نوع ماده ای؟
- آیا باقی تجهیزات مرتبط به درستی (همترازی، چرخش و...) نصب شده اند؟
- آیا وسیله‌ای برای بیش از یک سرویس استفاده می‌شود؟ اگر بله آیا قبل از استفاده نیاز به پاکسازی دارد؟

بررسی‌کنندگان می‌توانند این فهرست را براساس نیاز و شرایط خاص رویدادی که در حال بررسی آن هستند تکمیل یا ویرایش کنند. پاسخ به این سوالات باید به بررسی‌کنندگان این اجازه را بدهد که امور بعدی جمع‌آوری اطلاعات خود را با تمرکز بیشتری پیش‌برند.

۲-۳-۳-۹ انجام ارزیابی اولیه اجزا- مرحله دوم

در طول مرحله دوم یک تجزیه و تحلیل اولیه از اجزا انجام می‌شود. عموما تمرکز روی آزمون چشمی قسمت‌ها می‌باشد. بررسی‌کنندگان باید از شواهد مزاحم تا زمان ضروری خودداری کنند و آزمون چشمی خود را بدون تغییر انجام دهند. وقتی زمان آن رسید، قطعات را به صورت برنامه‌ریزی شده، کنترل شده، دقیق و با استفاده از یک روش بردارید. از هر مرحله از جدا کردن عکس بگیرید. قبل از ایجاد تغییر، پوشش‌ها، باقیمانده‌ها، رسوبات و ناخالصی‌ها را ارزیابی کنید. در این مرحله ممکن است نمونه‌هایی از مواد شیمیایی، خاک، باقیمانده‌ها و پوشش‌ها گرفته شود.

۳-۳-۳-۹ محافظت از منابع اطلاعات شکست پذیر- مرحله سوم

یک محل ذخیره ایمن با امنیت و کنترل شده برای اطلاعات فیزیکی که در بخش ۸ بحث شد تهیه کنید. در نظر داشته باشید که محل ذخیره ممکن است نیازمند ویژگی‌هایی مانند کنترل دما، کنترل رطوبت، بسته بندی و سایر موارد باشد. قطعات را برای ارزیابی بیشتر آماده کنید و از اقداماتی که ممکن است باعث تخریب، تغییر یا کاهش اطلاعات شود اجتناب کنید.

۹-۳-۳-۴ انجام ارزیابی جزئی‌تر قطعات (درصورت لزوم)- مرحله چهارم

ارزیابی جزئی‌تر روی موارد را انجام دهید. این مرحله ممکن است شامل آزمون میدانی، جداسازی قطعات میدانی و کارگاهی باشد. باید عکسهای بیشتری از قطعات گرفته شود، مخصوصا هنگام انجام فعالیت‌های آزمایش و جداسازی. همه این فعالیت‌ها باید با روشی دقیق و کنترل شده با استفاده از پروتکل اختصاصی آزمون انجام شوند.

تکنیک‌های ارزیابی دقیق برای نقص‌های قطعات مکانیکی می‌تواند شامل موارد زیر باشد، ولی محدود به آن‌ها نخواهد شد:

- بررسی الگوهای تکه تکه شدن، تغییر شکل و پارگی
- اندازه‌گیری ابعادی
- فراکتوگرافی
- آزمایش میکروسکوپی
- میکروسکوپ الکترونی اسکن (SEM[۱])
- میکروسکوپ الکترونی انتقالی (TEM[۲])
- شناسایی ترک‌ها
- نفوذ رنگ
- ذره مغناطیسی
- آزمایش اولتراسونیک
- بازرسی آکوستیک
- تفسیر سوختگی، دوده، ...، الگوهای کلسیناسیون و مناطق دمایی در قطعه‌ای که دچار نقص شده
- توصیف آسیب مکانیکی (مانند تخمین محل‌های افزایش بیش حد فشار، تجزیه و تحلیل اجزای محدود بارگیری برای ایجاد اثرات قابل مشاهده و...)
- توصیف خطاهای رسانای الکتریکی
- تجزیه و تحلیل ترکیب شیمیایی، مقاومت کششی و آزمون سختی
- سایر آنالیزهای خاص اجزای سازنده، مواد، شرایط عملیاتی و حالت‌های بالقوه نقص

۹-۳-۳-۵ تعیین مکانیسم شکست

این مرحله همیشه انجام می‌شود. از اطلاعات ترکیبی جمع‌آوری شده از تجزیه و تحلیل‌ها، آزمون و شبیه‌سازی‌ها به منظور تعیین مکانیسم شکست استفاده می‌شوند. نحوه نقص یک جز می‌تواند دید ارزشمندی

۱- Scanning Electron Microscope

۲- Transmission Electron Microscope

از درک اینکه چه اتفاقی در طول رویداد اتفاق افتاده است ارائه دهد.

۹-۳-۴ سیستم‌های پیشرفته اطلاعات

پیشرفت تکنولوژی الکترونیک مانند سیستم‌های کنترل فرآیند، سیستم‌های ایمنی، کنترل‌های منطقی قابل برنامه ریزی، استفاده از رایانه‌های شخصی مستقل در محل و سایر قابلیت‌های رایانه‌ای چالش‌های جدیدی برای بررسی رویداد ایجاد کرده است. بعضی از پیشرفت‌ها سریع اتفاق می‌افتند که تیم بررسی رویداد ممکن است تجربه کافی برای تعیین فرضیه‌ها، مراحل و حالت‌های نقص نداشته باشد. تامین کنندگان و تولیدکنندگان این وسیله‌های با تکنولوژی بالا یا دیگر متخصصین گاهی تنها منبع اطلاعاتی معتبر حالت‌های نقص و تکنیک‌های تجزیه و تحلیل مرتبط با این تجهیزات هستند.

اعتماد به متخصصان بیرونی ممکن است قابل دسترس‌ترین گزینه برای برخی از این مسائل در بعضی نقاط باشد. تیم بررسی رویداد باید مانند اجرا کنندگان و مشاوران عمل کنند. این متخصصان خارجی اطلاعاتی را درمورد معتبر بودن شکست‌ها، آزمون‌های فیزیکی قابل قبول و تست‌های عملکرد میدانی و تنظیم چنین تست‌هایی ارائه می‌دهد. در صورت وجود، یک متخصص خارجی مستقل که با تامین‌کننده یا سازنده ارتباط ندارد، می‌تواند تصورات سوگیرانه را کاهش دهد.

۹-۴ فرمول بندی فرضیه‌ها

فرمول بندی فرضیه‌ها فرآیند استفاده از استدلال استقرایی بر اساس مشاهدات، اندازه‌گیری‌ها، اطلاعات تجربی و دیگر اطلاعات برای ایجاد یک فرضیه به منظور توصیف اینکه چه اتفاقی و چگونه رخ داده است، می‌باشد. فرضیه‌های زیادی همان‌طور که در بخش ۹-۱ بحث شد ایجاد می‌شوند. بخش زیر تکنیک‌هایی را برای خلاصه‌سازی پیشرفت رویداد، شناسایی حقایق مربوطه، اطلاعات اسنادی و سازماندهی اطلاعات و فرضیه‌ها توصیف می‌کند. تکنیک‌های پیشنهاد شده اغلب همراه با ابزارهای دیگر مانند نمودارهای توالی، درخت نقص–رویداد، نمودار علت و معلول و... استفاده می‌شوند.

■ ۹-۴-۱ ماتریس واقعیت/فرضیه

ماتریس واقعیت/فرضیه یک ابزار در دسترس برای تیم بررسی می‌باشد. این ابزار به منظور مقایسه واقعیت‌ها و فرضیه‌ها استفاده می‌شود. در یک قسمت از ماتریس فرضیه‌ها فهرست می‌شوند و طرف دیگر (معمولا از بالا) حقایق شناخته شده، شرایط و مقررات فهرست می‌گردند. سپس هر مربع متقاطع برای سازگاری، درستی آن (بله، خیر یا ناشناخته) و منطق آن متناسب با یک فرضیه خاص بررسی می‌شود. ماتریس، تعیین فرضیه محتمل و رد فرضیه‌ها بر اساس اطلاعات در دسترس را آسان‌تر می‌کند. ماتریس به بررسی‌کنندگان کمک می‌کند تا از جهش در نتیجه‌گیری‌ها و انتخاب زود هنگام فرضیه محتمل اجتناب

کنند. از ماتریس واقعیت/فرضیه می‌توان در مرحله استقرایی برای کمک به سازماندهی فرضیه‌ها و ایجاد فرضیه‌های جدید و در مرحله استنباطی برای آزمایش فرضیه‌ها در برابر واقعیت‌ها استفاده کرد.

فرضیه‌ها برای بسیاری از رویدادهای ایمنی فرآیند می‌توانند پیچیده باشند. تکنیک ماتریس واقعیت، فرضیه برای طبقه بندی، تجزیه و تحلیل و مقایسه اطلاعات مورد تائید است. با توجه به طبیعت رویداد، درجه پیچیدگی رویداد می‌تواند زیاد باشد. از یک نوع (بله یا خیر) ساده تا انواع مختلف دسته بندی‌ها و مجموعه‌ها. یک مجموعه پیچیده‌تر از شرایط ماتریس ممکن است به شکل زیر باشد:

+ فرضیه با واقعیت سازگار است.

– فرضیه با واقعیت سازگار نیست.

NA این واقعیت ظاهرا هیچ ارتباطی با فرضیه ندارد، نه با فرضیه سازگار است و نه با آن مغایرت دارد.

؟ در حال حاضر اطلاعات کافی برای تصمیم‌گیری در مورد این حقیقت وجود ندارد.

یک مثال در جدول ۱-۹ قابل مشاهده است. ایجاد ماتریس کاری نیست که یک باره انجام داد. ماتریس معمولا چندین بار در طول بررسی بازبینی می‌شود. معمولا برخی از فرضیه‌ها در طول بررسی ایجاد می‌شوند و تعدادی نیز احتمال کمتری پیدا می‌کنند یا حذف می‌شوند. برای دیگران خیلی مفید است که فرضیه‌های بعید و رد شده را در ماتریس نگه داشت و دلیل طبقه بندی آن‌ها را ثبت نمود. مشاهده اینکه یک مجموعه جامع از فرضیه‌های ارزیابی شده و دلیل رد یا پذیرش آن‌ها ثبت شده است به شفافیت کمک می‌کند و می‌تواند به افراد کمک نماید تا موارد ارائه شده تیم بررسی را راحت‌تر بپذیرند.

مطالعه موردی- کاربرد ماتریس واقعیت/فرضیه

مثال: آتش سوزی و انفجار در یک واحد تولید مواد شیمیایی

پیش زمینه: ۳ ساعت پس از انتقال محصولات دسته‌ای، یک تانکر در ساعت ۱:۳۰ منفجر شد. در عملیات تعمیر و نگهداری اخیرا یک واشر روی پمپ انتقال تعویض شده بود. کمی قبل از حادثه قطعی برق اتفاق افتاده است.

وضعیت: در حال حاضر بررسی ناقص است زیرا هنوز روز دوم بررسی است. تیم بررسی برخی شواهد را جمع‌آوری کرده و شروع به مقایسه واقعیت‌های شناخته شده در برابر فرضیه‌های احتمالی نموده است. ماتریس جدول ۱-۹ نتیجه این مشورت‌های اولیه می‌باشد که از آن‌ها به منظور اقدامات و اولویت بندی آن‌ها از جمله اینکه جهت جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل علت‌ها باید به چه سمتی ادامه پیدا کند، استفاده می‌شود.

جدول ۱-۹ .مثال ماتریس واقعیت/فرضیه-انفجار تولید مواد شیمیایی

فرضیه	واقعیت یا وضعیت					
	برق در ساعت ۱۶: ۰۹ قطع شد	اپراتور مواد شیمیایی "A" را راس ساعت به مجموعه اضافه کرده است	انتقال مخزن ذخیره در شیفت عصر در ساعت ۱۹: ۳۰	تعویض واشر P۱۲۰B توسط تعمیرو نگهداری	بالای مخزن در سمت شرقی انبار پیدا شد	تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی هیچ آب باقیمانده‌ای نشان نداد
مجموعه‌ای از مواد اولیه ورودی	؟	+	؟	+	+	–
عدم پیروی از دستورالعمل جدید	؟	؟	+	+	+	؟
طراحی یا نصب نادرست واشر	عدم کاربرد	عدم کاربرد	+	+	–	عدم کاربرد
ورود اکسیژن به هدر نیتروژن در نتیجه شکست دستگاه پیشگیری کننده از برگشت جریان	؟	+	؟	عدم کاربرد	+	–
ورود اکسیژن به سیستم در طول عملیات تعمیر و نگهداری	عدم کاربرد	؟	؟	+	+	–

راهنما: (+) - واقعیت از فرضیه حمایت می‌کند؛ (–) - واقعیت فرضیه را رد می‌کند یا با آن سازگار نیست؛ (NA) - این واقعیت ظاهرا مربوط به فرضیه نیست نه حمایت می‌کند و رد می‌کند؛ (؟) - اطلاعات کافی به منظور تصمیم‌گیری در مورد این واقعیت وجو ندارد

۹-۵ آزمون فرضیه

بحث‌های زیر به عنوان مقدمه‌ای برای برخی تکنیک‌های خاص مورد استفاده توسط کارشناسان برای تجزیه و تحلیل فنی شواهد و اعتبار فرضیه‌ها در نظر گرفته شده است. بررسی‌کنندگان تازه کار و افرادی که در این زمینه تجربه ندارند باید هنگام استفاده از این ابزارها احتیاط کنند. برای بیشتر بررسی‌های کوچک بازبینی و استفاده از اطلاعات در این قسمت به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات کافی است. با این وجود اگر نگرانی‌های قانونی در طول بررسی پیش‌آمد، باید از متخصصین پزشکی قانونی استفاده شود تا اطمینان حاصل شود که تجزیه و تحلیل مناسب انجام شده است و تفسیر صحیح داده‌ها اتفاق افتاده است.

■ ۹-۵-۱ تجزیه و تحلیل مهندسی

علاوه بر روش‌های تجزیه و تحلیل فیزیکی ابزارهای تجزیه و تحلیل مهندسی نیز در طول بررسی مفید هستند. تجزیه و تحلیل مهندسی به محاسباتی اشاره می‌کند که می‌تواند به منظور بررسی و آزمون فرضیه‌ها استفاده شود. مثالهای تجزیه و تحلیل مهندسی شامل موارد زیر می‌باشد:

- نیروها
- فشارها
- حرکت و فشار مایع
- جابجایی دما/حرارت
- جابجایی ترمودینامیک/انرژی
- انتقال و تعادل جرم
- حجم مایعات و تجیزات فرآیند
- تجمع مایع در تجهیزات فرآیند
- میزان جریان مایعات از طریق تجیزات فرآیند و از طریق نقاط آزاد کننده
- تغییر در سطح تانکرها در طول زمان
- واکنش‌های شیمیایی
- پراکندگی یک گاز

بررسی‌کنندگان از تجزیه و تحلیل مهندسی به منظور آزمون فرضیه‌های گوناگون که در حین بررسی مطرح می‌شوند استفاده می‌کنند. برای محتمل بودن فرضیه ممکن است اغلب محاسبات دقیق مورد نیاز باشد. بعنوان مثال حتی اگر کل محتوای یک مخزن آزاد شوند، این حجم ممکن است برای ایجاد سر ریز در قسمت دیگری از فرآیند کافی نباشد. یک محاسبه ساده می‌تواند به منظور حذف فرضیه‌های خاصی که پیشنهاد شده‌اند کافی باشد.

■ ۲-۵-۹ مدل‌سازی محاسباتی

با توجه به تنوع مشکل‌ها، مدل‌های متفاوتی ممکن است به منظور ارزیابی فرضیه استفاده شوند. مدل‌سازی عددی به مدل‌سازی رایانه‌ای گفته می‌شود که شامل مراحل بر حسب زمان برای شبیه‌سازی رفتار سیستم است. انواع مدل‌سازی عددی که ممکن است در بررسی رویدادها استفاده شوند شامل موارد زیر می‌باشند:

تجزیه و تحیل اجزای محدود[۱] (FEA) – محاسبات تنش، تغییر شکل و دیگر خصوصیات‌های مکانیکی یا ساختاری اجزایی که در طول رویداد تحت تاثیر نیرو قرار می‌گیرند.

محاسبات دینامیک سیالات[۲] (CFD) – تجزیه و تحلیل جریان سیالات، شامل وضعیت ترمودینامیکی سیالات

آتش سوزی و انفجار[۳] (CFD) – این مدل‌ها شامل احتراق و شبیه‌سازی انفجار است

شبیه‌سازی فرآیند– وضعیت فرآیند با استفاده از مدلسازی تجهیزات فرآیند شامل برج‌های تقطیر، مبدل‌های حرارتی و... محاسبه می‌شود. این شبیه‌سازی ممکن است در وضعیت ثابت یا دینامیک باشد.

مدل‌های عددی تقریبا پیچیده هستند. یک تحلیل‌گر تایید شده به منظور استفاده صحیح از مدل‌های عددی مورد نیاز است. پارامترهای غیرفیزیکی متفاوتی در مدل‌سازی عددی وجود دارند مانند گام زمان و اندازه مش (شبکه) که می‌توانند نتایج یک شبیه‌سازی را تغییر دهند. مدل‌های عددی انتخاب شده برای شبیه‌سازی باید متناسب با نوع واقعه و درجه پارامترهای ورودی مرتبط با واقعه باشد. در صورتی که مدل‌های عددی برای شرایط ورودی تایید نشده باشند، باید با احتیاط استفاده شوند. مدل‌های عددی مدل‌های اولیه نیستند. بسیاری از مدل‌های عددی شامل تقریب‌ها، ضرایب تنظیم و روش‌های عددی هستند به طوری که با روش پایداری اجرا می‌شوند و نتایج معقولی بدست می‌آورند. در حالی که مدل‌های عددی می‌توانند دانش با ارزشی از رفتار سیستم در طول رویداد مهیا کنند، نتایج باید با دقت بررسی شوند تا اطمینان حاصل گردد که منطقی هستند. مقایسه با اطلاعات تجربی و اصول اولیه محاسبات می‌توانند برای بررسی مدل‌های عددی مفید باشند.

■ ۳-۵-۹ بازسازی

در برخی بررسی‌های بزرگ، بازسازی قسمتی از تجهیزات یا سیستم ممکن است به منظور درک الگوهای نقص، ارتباطات فیزیکی بین موارد مختلف کشف شده، عملکرد تجهیزات و رفتار تجهیزات تحت شرایط خاص نیاز باشد. یک محل اختصاصی یا فضای انبار ممکن است به منظور بازسازی و تجزیه و تحلیل اطلاعات فیزیکی مورد نیاز باشد. بازسازی می‌تواند به سادگی جاسازی قطعات در قسمت‌های مربوط به خود مانند چفت شدن پیچ و مهره شکسته، یا به پیچیدگی جمع‌آوری و عملیاتی کردن مجدد یک سیستم مانند

۱-Finite Element Analysis

۲-Computational Fluid Dynamics

۳-Fire and Explosion

سیستم مشعل باشد.

یک بازسازی باید به دقت برنامه‌ریزی شود زیرا ممکن است شواهد در مونتاژ و بهره برداری مجدد تغییر کنند. در صورت احتمال تغییر در اثبات شواهد در هنگام بازسازی، اغلب آزمایش‌های غیر مخرب، آزمایش مولفه‌ها، مدل‌سازی و سایر تجزیه و تحلیل‌ها انجام می‌شود.

▪ ۹-۵-۴ آزمایش موارد تحت شرایط شبیه‌سازی شده

در این مرحله آزمایشاتی مانند عملیاتی، مخلوط کردن، آزمایشات احتراق و دیگر آزمایش‌ها ممکن است انجام شوند. شبیه‌سازی می‌تواند با قطعات یا نمونه‌های مشابه صورت گیرد تا بتوان شرایط نقص را بازسازی کرد. راه اندازی آزمایشی فرآیند یا سیستم نیز ممکن است انجام شود.

اطلاعات بدست آمده از شبیه‌سازی می‌تواند دانشی را فراهم کند که فاصله و تناقض بین اطلاعات را توضیح دهد. برای رویدادهای حاصل از واکنش ناخواسته مواد شیمیایی، یک شبیه‌سازی در اندازه آزمایشگاهی از وضعیت درگیر در یک واکنش گرمازا یا انفجار در صورتی که بتوان آن را به صورت ایمن انجام داد ممکن است انجام شود. ثابت شده است که کالری مترهای آدیاباتیک ابزارهای بسیار مفیدی برای مطالعه واکنش‌های گرمازا یا واکنش‌هایی که تولید گاز فرار می‌کنند، می‌باشند.

دو جنبه خیلی مهم هنگام استفاده از شبیه‌سازی‌ها باید مدنظر قرار گیرند. اولویت اول پیشگیری از آسیب یا رویدادی که می‌تواند از شبیه‌سازی حاصل شود. این خطای کلاسیک مکرر اتفاق می‌فتد. دوم اینکه شبیه‌سازی‌ها از رویداد تقلید می‌کنند و دقیقا تکرار واقعه نمی‌باشند. این اطلاعات بدست آمده می‌تواند مفید باشد، ولی از نظر دامنه محدود است و در شرایط ایده آل و شناخته شده بدست می‌آید. بررسی کنندگان باید از این محدودیت‌ها آگاه باشند و باید اطلاعات بدست آمده از این منابع را با عدم اطمینان آزمون کنند.

▪ ۹-۵-۵ آزمایش ورود/عملکرد انسانی

در بررسی مشکلات پیچیده عملکرد انسانی می‌توان از شبیه‌سازی بهره‌مند شد. شبیه سازهای فرآیند اغلب برای آموزش اپراتور مورد استفاده قرار می‌گیرند. در برخی موارد این فرآیندهای شبیه‌سازی می‌توانند ابزار بسیار عالی برای یادگیری باشند (اطلاعات بیشتر در مورد علت خطای انسانی). تیم بررسی رویداد می‌تواند اپراتورها را در معرض آشفتگی‌های فرآیند شبیه‌سازی قرار داده و اطلاعات مفیدی در مورد تشخیص سریع و دقیق مشکل و انجام اقدامات مناسب بدست آورد.

۹-۶ انتخاب فرضیه نهایی

انتهای فرآیند تجزیه و تحلیل شواهد، ایجاد و آزمون فرضیه، انتخاب فرضیه نهایی است. فرضیه نهایی در صورت پیروی از روندی دقیق، منظم و علمی غالبا پذیرفته می‌شود. فرضیه‌هایی که در جریان آزمون فرضیه باقی نمانند رد می‌شوند. فرضیه‌ای که نمی‌توان آن را رد کرد فرضیه نهایی می‌باشد.

در بررسی‌های تکنیکی پیچیده ممکن است جنبه‌هایی از یک فرضیه درست باشند در حالی که دیگر جنبه‌ها رد شده‌اند. در بسیاری از موارد فرضیه رد می‌شود. با این وجود یک فرضیه جدید ممکن است توسعه یابد که شامل جنبه‌هایی باشد که درست شناخته شده‌اند. به عنوان مثال برای یک لوله تحت فشار که دچار نقص شده است، یک فرضیه می‌تواند شکست به علت خوردگی باشد. اطلاعات DCS ممکن است تایید کنند که لوله در فشار کاری دچار نقص شده است، ولی آنالیزهای متالورژی، شکست به علت خوردگی را رد کنند. در عوض آنالیزهای متالورژی نقصی در ترمیم جوش بیابند که باعث ایجاد ترک در فشار کاری می‌شود. فرضیه خوردگی رد شده و یک فرضیه جدید برای نقص در فشار کاری به علت ترک در ترمیم جوش توسعه یافت می‌یابد.

همان‌طور که در بالا ذکر شد، فرمول بندی و آزمون فرضیه یک فرآیند تکراری است. این فرآیند تا زمانی که تیم بررسی تمام فرضیه‌های سازگار با اطلاعات قابل مشاهده، اندازه‌گیری، تجربی و سایر اطلاعات را به پایان برساند، تکرار می‌شود.

■ ۹-۶-۱ تعیین عوامل علیت

پس از جمع‌آوری شواهد که یک جدول زمانی یا نمودار توالی توسعه یافت و فرضیه واقعی تایید شد، بررسی می‌تواند وارد مرحله بعدی خود یعنی تعیین عوامل علیت شود. عوامل علی وقایع و اقدامات منفی هستند که بزرگترین مشارکت در رویداد را دارند. روش‌های بررسی علت‌های ریشه‌ای که بر اساس درختان از پیش‌تعریف شده از عوامل علیت استفاده می‌کنند؛ علت‌های ریشه‌ای را شناسایی می‌کنند (درختان منطقی به عوامل علی نیازی ندارند).

عوامل علی شامل خطاهای انسانی و تجهیزاتی هستند که باعث رویداد شده‌اند، اما آن‌ها همچنان می‌توانند شرایط نامطلوب و موانع شکست خورده باشند (لایه‌های محافظتی مانند کنترل فرآیند یا روش‌های عملیاتی).

در عمل، مراحل اولیه بررسی در یک روند تکراری با درجه قابل توجهی همپوشانی دارد. برای مثال وقایع و وضعیت‌ها در یک جدول زمانی یا نمودار توالی مقدماتی ممکن است بارها بازبینی شود و حقایق جدیدی از روش نقص و ترتیب وقایع ظاهر گردد و بررسی‌کننده به دنبال شواهدی باشد که فرضیه را تایید کند. گاهی ممکن است لازم باشد که فرآیند بررسی بیش از یک فرضیه پیش‌رو داشته باشد تا تیم بررسی تمام تجزیه و تحلیل‌ها را کامل کرده و فرضیه نهایی را با اعتماد بیشتری انتخاب کند. به دلیل این فرآیند تکراری دیدگاه اولیه

بررسی‌کننده از عوامل بالقوه علی ممکن است تغییر یابد و این مهم است که هدفمند باقیمانده و سریعا وارد نتیجه‌گیری نگردد. به همین دلیل همه شواهد باید جمع‌آوری شده و تجزیه و تحلیل شوند تا یک فرضیه منفرد رویداد قبل از شروع تعیین عوامل علی تعیین شود.

تعیین عوامل علی به منظور یادگیری و استفاده در رویدادهای ساده نسبتا آسان هستند. برای رویدادهای پیچیده‌تر با جدول زمانی پیچیده یک یا چند عامل علی ممکن است به آسانی نادیده گرفته شوند که به ناچار باعث شکست در تعیین علت‌های ریشه‌ای خواهد شد. ابزارهای متعددی مانند تجزیه و تحلیل موانع، تجزیه و تحلیل تغییر و تجزیه و تحلیل درخت خطا می‌توانند در برطرف کردن نقص در در اطلاعات و تعیین عوامل علی کمک کنند. هر یک از این ابزارها مزایایی دارند که می‌توانند به بررسی‌کننده کمک کنند تا نوع رویداد و چگونگی اتفاق افتادن آن را درک کند.

۹-۶-۱-۱ تضمین کیفیت

بررسی‌های متعددی از تضمین کیفیت وجود دارد که باید قبل از تعیین فهرست عوامل علی در نظر گرفته شوند. آزمون تاثیرگذاری اطلاعات هنگام تدوین جدول زمانی یا نمودار توالی مهم است. از این نظر تاثیرگذاری بدین معناست که عوامل علی به طور کامل رویدادهای منفی مربوطه و شرایط نامطلوب را برطرف کنند. برای مثال در مورد آتش سوزی هر سه عنصر (سوخت، اکسیژن و جرقه) آتش در نظر گرفته شده است؟ این آزمایش تاثیرگذاری ممکن است با پرسیدن یک یا چند پرسش زیر هنگام مقایسه دو واقعیت مجاور در توالی وقایع انجام شود:

- آیا وارد کردن (تمام موارد واقعیت B در اینجا) همیشه باعث وارد کردن (تمام موارد مربوط به واقعیت A در اینجا) می‌شود؟
- هر بار که واقعیت B اتفاق می‌فتد آیا واقعیت A باید اتفاق بیفتد؟
- آیا فقط به دلیل اتفاق افتادن واقعیت B واقعیت A رخ خواهد داد؟
- آیا لایه حفاظتی به منظور پیشگیری از پیشروی واقعیت B به واقعیت A وجود دارد؟
- آیا باید اتفاق دیگری بیفتد یا شرایط دیگری وجود داشته باشد تا واقعیت B منجر به واقعیت A شود؟
- آیا به غیر از واقعیت B علت‌های بالقوه دیگری برای واقعیت A وجود دارد؟

کاربرد این آزمون تاثیرگذاری در شکل ۳-۹ شرح داده شده است. در مورد مثال آتش سوزی تیم بررسی باید تمام علت‌های احتمالی را در نظر بگیرد؛ چون امکان دارد چندین منبع سوخت (بخارات مواد شیمیایی، مواد جامد قابل احتراق / گرد و غبار گاز طبیعی و غیره)، اکسیژن (هوا، ماده اکسیدکننده، اکسیژن خالص و...)، جرقه (کار گرم، استاتیک، تجهیزات الکتریکی معیوب، مواد پیروفوریک و...) وجود داشته باشند. حقایق موجود در جدول زمانی باید به طور کامل و کافی به سوالات فوق بپردازد یعنی اینکه چه رویدادهایی لازم و کافی بوده‌اند که باعث ایجاد رویداد(های) بعدی در جدول زمانی شده‌اند.

وقتی که جدول زمانی یا نمودار توالی تکمیل شد یک آزمون به منظور تعیین کامل بودن آن باید توسط بررسی کل وقایع برای هرگونه کمبود یا حذف انجام شود. سپس بررسی باید روی جمع‌آوری شواهد در مورد هرگونه شکاف شناسایی شده و افزودن اطلاعات جدید به نمودار توالی تمرکز کند. از تجزیه و تحلیل موانع و تغییر ممکن است علاوه بر طوفان ذهنی برای کمک به این آزمون استفاده شود. هر داده جدیدی که به نمودار اضافه می‌شود باید تحت آزمون تاثیرگذاری که در بالا ذکر شد قرار بگیرد.

کل جدول زمانی و نمودار توالی نیز باید مورد بازبینی قرار گیرد تا هرنوع واقعیت متضاد مشخص شود. هدف باید تعیین یک فرضیه واحد از رویدادهایی باشد که منجر به رویداد اصلی شده‌اند، هرچند ممکن است تشخیص بین فرضیه‌های بالقوه امکان‌پذیر نباشد. از رویکرد ماتریس واقعیت /فرضیه باید به منظور برطرف کردن هرگونه واقعیت متضاد و تعیین فرضیه محتمل استفاده شود. ممکن است جدول بندی اطلاعات در ماتریس لازم نباشد اما باید از همان رویکرد منطقی به منظور مقایسه همه اطلاعات استفاده شود.

۲-۱-۶-۹ خلاصه عوامل علیت

شناسایی عوامل علیت، بررسی کنندگان را به مناطق کلیدی به منظور بررسی بیشتر جهت درک بهتر دلیل وجود آن عامل سوق می‌دهند. این موضوع به عنوان یک فیلتر عمل می‌کند و تعداد مناطق را جهت بررسی علت‌های اصلی محدود می‌نماید. این اقدام حیاتی باید به صورت جدی و سیستماتیک انجام شود تا هرگونه عامل علی مرتبط با رویداد مدنظر شناسایی شود. اگر یک عامل علی از دست رفت یک یا چند علت ریشه‌ای احتمالا نادیده گرفته خواهند شد که می‌تواند باعث رویدادهای مشابه در آینده شوند. برخی از بررسی کنندگان هر عامل علی را بررسی می‌کنند تا رفتار یا اعمال نا ایمن رویداد را مشخص کنند. این کار به عنوان یک گام اولیه قبل از اقدام به تعیین علت‌های ریشه‌ای، انجام می‌شود.

۹. ۶. ۱. ۳ شناسایی عوامل علیت

ساده‌ترین تکنیک برای شناسایی عوامل علی شامل بازبینی هر واقعه یا وضعیت در جدول زمانی می‌باشد. بررسی کننده به طور مکرر سوال زیر را می‌پرسد:

آیا نتیجه به طور مشخصی متفاوت می‌شد اگر واقعه یا وضعیت در زمان رویداد وجود نداشت؟

اگر پاسخ بله باشد یعنی می‌تواند با حذف یک واقعه منفی یا شرایط نامطلوب از این رویداد جلوگیری کرد یا احتمال آن را کاهش داد، بنابراین این واقعیت یک عامل علی است. معمولا رویدادهای مرتبط با ایمنی فرآیند شامل چندین عامل علی می‌باشند. این تکنیک همانند مرحله ۱۵ در شکل ۳-۹ است. پس از شناسایی عوامل علی، از آن‌ها به منظور شناسایی علت ریشه‌ای استفاده می‌شود.

بررسی کننده می‌تواند این تکنیک را با تمرکز بر هر واقعیت برنامه‌ریزی نشده، ناخواسته یا نامطلوب (رویداد منفی یا شرایط نامطلوب) در جدول زمانی ساده کند. همچنین تشخیص مواردی که هنوز حدس و

گمان هستند و بر اساس یک فرض بنا شده‌اند نیز مهم است، زیرا این موارد باید آزمون شوند تا واقعیت دقیق آن‌ها مشخص گردد.

یافتن کلمه یا عبارتی که هر عامل علیت را به صورت دقیق و واضح توصیف کند از اهمیت حیاتی برخوردار است. در صورتی که عامل علی برای همه اعضا به صورت کامل روشن نباشد تیم در مورد تجزیه و تحلیل علت مشاجره خواهد کرد. در مورد رویداد مرتبط با کار پمپ که به اندازه کافی از منابع انرژی جدا نشده است، یک تیم بررسی ممکن است برچسب‌گذاری یا قفل‌گذاری (LO/TO)[۱] را به عنوان یک عامل علی تعیین کند. با این حال با توجه به نظرات اعضای تیم در مورد شواهد و تعصبات شخصی این عبارت کوتاه به چند روش قابل تفسیر است.

برای مثال "نبود برچسب‌گذاری و قفل گذاری" می‌تواند به معانی زیر باشد:

۱. نبود روش اجرایی برای برچسب‌گذاری و قفل گذاری
۲. روش اجرایی وجود داشت ولی افراد درگیر اطلاعی از آن نداشتند
۳. تلاش برای انجام برچسب‌گذاری و قفل‌گذاری انجام گرفته است ولی نه به صورت درست
۴. برچسب‌گذاری و قفل‌گذاری روی تجهیزات اشتباه انجام گرفته یا یک مورد نادیده گرفته شده است
۵. تلاشی برای انجام برچسب‌گذاری و قفل‌گذاری صورت نگرفته است

وقتی اعضای مختلف تیم از مسیرهای مختلفی با یک مسئله روبرو می‌شوند، دیدن بحث‌های طولانی و دور از ذهن در مورد علیت غیر معمول نیست. قبل از شروع تجزیه و تحلیل علت ریشه‌ای بهتر است آنچه که تیم درمورد مسئله اعتقاد دارد حل شود.

در یک مثال مشابه اگر تیم شواهدی مبنی بر وجود روش اجرایی مناسب، آموزش و تجهیزات در محل، داشته باشد، نقص شامل اپراتوری می‌شود که از قوانین سرپیچی کرده است پس عامل علی باید در امتداد عبارت "تکنسین موفق به نصب قفل و برچسب‌های لازم روی پمپ نشد" بیان شود. این کار امکان اندکی برای تفسیرهای متفاوت فراهم می‌کند.

اگر تیم در مورد آنچه که شواهد به آن‌ها می‌گوید قانع نشد، به معنی این است که بررسی‌های بیشتری باید انجام شود. برای انجام تجزیه و تحلیل در این مرحله زود است.

ابزارهای زیر می‌توانند به شناسایی عوامل علیت در رویدادهای پیچیده با جدول زمانی پیچیده کمک کنند.

۴-۱-۶-۹ تجزیه و تحلیل موانع

طراحی اکثر واحدهای فرآیندی به چندین ملاحظات ایمنی یا لایه‌های حفاظتی متکی است. به‌عنوان مثال چندین لایه باید دچار نقص شود تا یک رویداد جدی اتفاق بیفتد. تجزیه و تحلیل موانع (Tros t، 1985) (همچنین با نام تجزیه و تحلیل هدف–مانع–خطر، HBTA نیز شناخته می‌شود) می‌تواند شناسایی علت‌های علی را توسط شناسایی اینکه کدام ویژگی (های) ایمنی از عملکرد طبق طراحی دچار نقص شده و به توالی

۱- Lockout/Tagout

وقایع اجازه اتفاق افتادن داده‌اند را تسهیل کند. این ویژگی‌های ایمنی یا موانع می‌توانند هر چیزی شامل لایه‌های حفاظتی فیزیکی یا مدیریتی باشند که به منظور حفاظت از یک سیستم یا شخص از خطر استفاده می‌شوند. مفاهیم نظریه مانع–هدف–خطر از علیت رویداد در این ابزار گنجانده شده‌اند.

اصطلاح مانع شامل طیف گسترده‌ای از حفاظ‌های ایمنی و اقدامات پیشگیرانه می‌باشد. مثالهایی از موانع شامل موارد زیر است:

فیزیکی
- سوپاپ بسته
- انفجار/فایروال
- عایق الکتریکی
- لوازم حفاظت فردی

طبیعی
- فاصله
- زمان
- قوانین طبیعت

فعال
- کنترل فرآیند
- اینترلاکها
- سیستم‌های ابزار ایمنی
- سیستم‌های کاهش

مدیریتی
- روش اجرایی عملیاتی استاندارد (SOP)
- چک لیست قبل از راه اندازی
- روش اجرایی برچسب‌گذاری و قفل گذاری
- استاندارد طراحی

اقدامات انسانی
- بازرسی
- کنترل دستی فرآیند
- پایش پارامترهای فرآیند
- نمونه برداری از فرآیند

هنگام مطالعه جدول زمانی یا نمودار توالی تجزیه و تحلیل موانع ممکن است با استفاده از پرسیدن سوال‌های جدی انجام شود. سوال‌های عمومی شامل موارد زیر است:

- چه نوع کنترلهای فیزیکی، طبیعی، اقدامات انسانی و مدیریتی به عنوان مانع جهت پیشگیری از رویداد در محل وجود داشته اند؟
- این موانع در کجای توالی وقایع می‌توانستند مانع رویداد شوند؟
- کدام مانع دچار نقص شده است؟
- کدام مانع با موفقیت کار کرده است؟
- کدام‌نوع کنترل‌های فیزیکی، طبیعی، اقدامات انسانی و مدیریتی در صورت موجود بودن ممکن بود مانع از رویداد شوند؟

این ابزار به بررسی کننده کمک می‌کند تا موانع دچار نقص شده که معمولا به عنوان عوامل علیت شناخته می‌شوند را درک کرده و روی آن‌ها تمرکز کند. برای اثر بخش بودن، موانع دچار نقص شده باید تقویت، جایگزین و تکمیل شوند، به ویژه در مواردی که کنترل‌های مدیریتی ضعیف برجسته شده‌اند. حتی موانع موفق که از پیامدهای جدی بیشتر پیشگیری کرده‌اند ممکن است نیازمند تقویت باشند. بنابراین تجزیه و تحلیل موانع می‌تواند به بررسی‌کننده دانش با ارزشی از چگونگی اتفاق افتادن رویداد و برخی علت‌ها که نیازمند اقدامات اصلاحی جهت پیشگیری از اتفاق مجدد هستند، بدهد.

■ ۲-۶-۹ نمودار عامل علیت

نمودار وقایع و عامل علیت (E&CF) (Buys، 1978؛ Johnson 1980) توسط توسعه دهندگان MORT (Buys، 1977) به منظور شناسایی و مستندسازی توالی وقایع که باعث رویداد شده‌اند تصویب شد. تعدادی از روش‌های اختصاصی بررسی ایمنی فرآیند شامل E&CF به عنوان یکی از عناصر سازنده آن‌ها است.

روش نمودارسازی عامل علی برای تهیه اطلاعات تقویمی در قالب گرافیکی، ابزاری عالی برای سازماندهی شواهد رویداد مرتبط با ایمنی فرآیند می‌باشد. نمایش گرافیکی توالی رویداد به بررسی‌کنندگان کمک می‌کند تا تمام اطلاعات را سازماندهی کرده و رویداد را درک کنند. سپس بررسی‌کننده بهتر می‌تواند این درک را به طور موثری به دیگران منتقل کند. این موضوع به ویژه در رویدادهای فرآیندی پیچیده که نمودارها می‌توانند بسیار پیچده باشند، مهم می‌باشد.

روش تهیه نمودارهای عامل علی تعدادی اصول اساسی مشترکی با MES و STEP دارد. اصول اساسی برای تهیه نمودارهای توالی(Benner، 2000؛ Hendrick، 1987) در زیر ارائه شده است.

فرمت نمودار

- همه رویدادها داخل مستطیل و شرایط داخل بیضی قرار گرفته‌اند.
- تمام رویدادها توسط فلش‌های ثابت به هم متصل شده‌اند.
- همه وضعیت‌ها به دیگر وضعیت‌ها و یا رویدادها توسط پیکان‌های منقطع متصل شده‌اند.
- هر رویداد یا وضعیت باید بر اساس شواهد معتبر باشد یا در صورت فرضی بودن باید توسط مستطیل یا بیضی نقطه چین نشان داده شود.
- توالی‌های اولیه وقایع در یک خط افقی مستقیم نشان داده شده‌اند (فلش‌های پر رنگ پیشنهاد شده اند).
- توالی‌های ثانویه وقایع در سطح متفاوتی نشان داده شده‌اند.
- توالی زمانی نسبی از راست به چپ می‌باشد.

معیارهای توصیف وقایع

- وقایع باید یک اقدام را توصیف کنند نه یک وضعیت را.
- وقایع باید توسط یک کلمه یا اسم توصیف شوند.
- اتفاق‌ها باید به صورت دقیق توصیف شوند.
- رویدادها باید یک عمل مجزا را توصیف کنند.
- هر موقع که ممکن بود وقایع باید کمی شوند.
- وقایع باید به ترتیب از شروع توالی حادثه تا اتمام آن ردیف شوند.
- هر واقعه باید از واقعه قبلی ناشی شود.

این اصول اجباری نیستند. مهمترین جنبه این است که بررسی‌کننده رویداد را درک می‌کند و این اصول

وسیله‌ای برای تسهیل این هدف هستند. برخی از بررسی‌کنندگان نمودار علی را به صورت متفاوتی رسم می‌کنند و برخی نیز تفاوتی بین واقعه و وضعیت قائل نمی‌شوند. انحراف از اصول بالا به شرطی که به بررسی‌کنندگان و دیگران کمک کند تا رویداد را درک کنند، مجاز است.

■ ۳-۶-۹ تهیه نمودار عامل علیت

مرحله اول در تهیه نمودار عامل علیت تعریف آخرین توالی رویداد است. ساخت نمودار باید از اواخر نقطه پایان آغاز شود و برای شناخت آنچه قبل از رویداد اتفاق افتاده است با شناسایی نزدیکترین وقایع به عقب انجام شود.

با شروع از نقطه پایانی لازم است شواهد جمع‌آوری شده به اظهارات واقعی یا فرضی تبدیل شوند. با یک قدم کوچک به عقب در زمان، بررسی‌کننده این سوال را که چه چیزی درست قبل از واقعه اتفاق افتاده است؟ می‌پرسد. لازم است که فرضیات به طور واضح از هم تفکیک شوند. سپس بررسی‌کننده متنی را به عنوان آنچه اتفاق افتاده می‌نویسد و واقعیت (یا فرض) را به عنوان یک قسمت از واقعه یا وضعیت به صورت بیضی شکل در محل مناسبی در نمودار عامل علیت قرار می‌دهد. با عباراتی که باعث وقوع یک واقعه شده‌اند باید همانند شرایط رفتار شده و به صورت بیضی اضافه شوند.

بررسی‌کننده، واقعه (یا وضعیت) جدید را برای اثرگذاری و توسط پرسیدن سوال‌هایی مانند سوال‌های زیر آزمایش می‌کند:

- "آیا این قسمت همیشه منجر به قسمت بعدی (در این مورد نقطه پایان) می‌شود؟"
- "آیا لایه‌های حفاظتی که باید از این قسمت پیشگیری می‌کردند وجود دارد؟"
- این فرآیند به آرامی و به صورت بازگشت به عقب در زمان تکرار می‌شود.

سپس کل نمودار عامل علیت به منظور شناسایی خلاها و حذف مواردی در تقویم زمانی مرور می‌شود. تلاش‌های اضافی لازم انجام می‌شود تا شواهدی جمع‌آوری شود و این خلاها را بپوشاند. اگر داده جدیدی به جدول زمانی اضافه شد، این قسمت باید به منظور اثربخشی دوباره تست شود. برخی از خلاها ممکن است حتی بعد از تلاش‌های اضافی باقی بمانند. بازبینی نمودار عامل علی باید هرگونه واقعیتی که به منظور توصیف رویداد لازم نیست را شناسایی کرده و حذف کند. نقش‌های جزئی برای نمودارسازی عامل علی در نمودار ۳-۹ نشان داده شده است.

نمودارسازی وقایع و وضعیت‌ها در نمودار عامل علی به بررسی‌کننده کمک می‌کند تا به صورت منطقی در مورد رویداد فکر کند. با این وجود بررسی‌کننده باید مراقب محصور شدن در یک فرضیه پیش‌فرض باشد. داشتن ذهن آزاد و تجزیه و تحلیل مبتنی بر شواهد در مورد تمام فرضیه‌های ممکن برای وقایع و شرایطی که منجر به رویداد شده‌اند مهم می‌باشد. فرضیات اولیه می‌توانند در طول دوره بررسی تغییرات چشم‌گیری داشته باشند. به یاد داشته باشید که گاهی بازسازی اقدامات فوری پس از رویداد مفید است.

نقش‌های نمودارسازی عامل علیت

از نقطه پایانی توالی (در مورد شرایط رویداد یا شبه حادثه) شروع کرده و در زمان به عقب برگردید.

اگر چندین پیامد یا نتیجه از توالی وقایع وجود داشته باشد، تمام نتایج را فهرست کنید.

سوال‌های لازم به منظور کمی‌سازی نتایج را فهرست کنید.

از همه جملات استفاده کرده و هر وضعیت را تا حد امکان کمی‌سازی کنید (صرفا گفتن اینکه "پمپ نابود شده است" کافی نیست؛ باید شامل کمیت آسیب‌های وارده به پمپ باشد).

یک گام خیلی کوچک در زمان به عقب بردارید؛ توسط پرسیدن این سوال که "درست قبل از واقعه چه اتفاقی افتاد؟" پاسخ ممکن است یک واقعه یا وضعیت پدیدار شناسانه یا ممکن است یک اقدام انسانی یا ماشینی باشد. اگر انتخاب‌های زیادی در مورد اندازه قدم به عقب وجود داشت، کوچکترین قدم پیشنهاد شده را انتخاب کنید.

یک جمله کامل در مورد اینکه چه اتفاقی افتاده نوشته و واقعه را به نمودار اضافه کنید.

کفایت اطلاعات را با استفاده از پرسیدن یک یا چند سوال زیر آزمایش کنید:

۱. آیا (جمله کامل در مورد واقعیت B را اینجا وارد کنید) همیشه منجر به (جمله کامل در مورد واقعیت A را اینجا وارد کنید) می‌شود؟

۲. آیا هر موقع که واقعیت B اتفاق می‌افتد، واقعیت A نیز به دنبال آن رخ می‌دهد؟

۳. آیا درست به این دلیل که واقعیت B اتفاق می‌افتد، واقعیت A همیشه به دنبال آن رخ می‌دهد؟

۴. آیا لایه حفاظتی به منظور پیشگیری از پیشروی واقعیت B به واقعیت A وجود دارد؟

۵. آیا باید اتفاق دیگری بیفتد یا شرایط دیگری وجود داشته باشد تا واقعیت B منجر به واقعیت A شود؟

۶. آیا به غیر از واقعیت B علت‌های بالقوه دیگری برای واقعیت A وجود دارد؟

واقعیت B واقعیت A

اگر پاسخ به هر یک از سوال‌های ۱، ۲، ۳ یا ۴ نه بود یا اگر پاسخ به سوال ۵ بله بود؛ پس باید طوفان ذهنی دیگری اتفاق بیفتد یا شرایط دیگری برای برآورده شدن واقعیت B فراهم شود تا منجر به واقعیت A شود. سوال‌هایی ایجاد کنید یا اطلاعات لازم را فهرست کنید تا به سوال‌ها یا نگرانی‌های فرضی جواب داده شود.

اطلاعات لازم جهت پاسخ به سوالات را جمع‌آوری کنید یا اطلاعات مورد نیاز تعیین شده در گام ۸ را مدنظر قرار دهید.

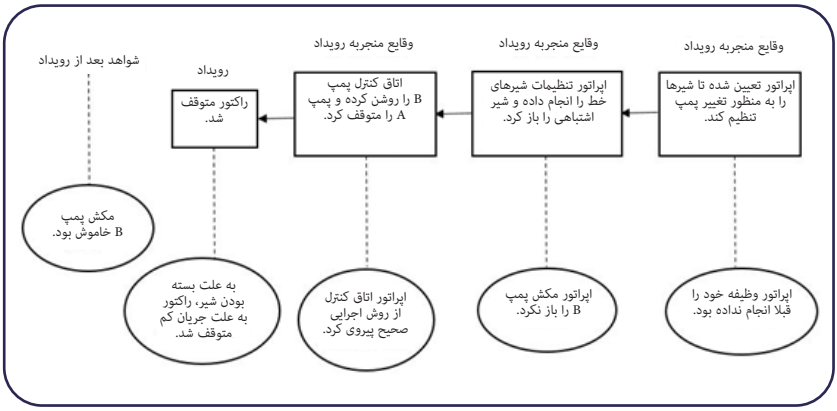
اگر هر یک از این حقایق مرتبط بودند، آن‌ها را به شکل قسمت ساختاری در آورده و داخل نمودار عامل علی و در موقعیت مناسب جدول زمانی قرار دهید. اگر هر یک از حقایق بین واقعیت A و B وارد شد، پس هر یک از واقعیت‌های جفت شده را به منظور تعیین اثرگذاری همان‌طور که در بخش ۷ و ۸ ذکر شد، بازبینی کنید و مراحل ۹ و ۱۰ را در صورت لزوم تکرار کنید.

به جمع‌آوری اطلاعات برای پاسخ به سوالات یا نیازهای توسعه یافته در بالا ادامه دهید. اگر سوالات پاسخ داده شد آن‌ها را از نمودار حذف کنید.

از واقعیت B مراحل ۵ تا ۱۱ را تا زمانی که همه اطلاعات استفاده شوند، تکرار کنید (عوض کردن منبع به واقعیت C، D و غیره در صورت لزوم می‌تواند انجام شود).
همه سوال‌های مانده در نمودار را برای نشان دادن مسائل شناخته شده و شناخته نشده نگه دارید.
کل نمودار عامل علی را بازبینی کرده و هر واقعیت را که برای توصیف رویداد لازم نیست حذف کنید.
واقعیت‌ها را در توالی اصلی در نمودار عامل علی پیدا کنید که نقص یک جز یا خطای یک انسان را توصیف کند. مطمئن شوید که واقعیت نقص سیستم مدیریت را توصیف نمی‌کند (برای مثال مطمئن شوید که واقعیت یک علت ریشه‌ای یا نزدیک علت ریشه‌ای یا در گروه علت ریشه‌ای نیست). وقایع یا وضعیت‌های منفی شناسایی شده می‌توانند علت ریشه‌ای باشند. هر عامل علی که به دیگر عوامل علی وابسته نسیت یک عامل علی قابل اعتمادی است.

شکل ۳-۹. نقش‌ها برای ساخت نمودار عامل علی

یک مثال برای نمودار عامل علی برای یک رویداد نسبتا ساده در شکل ۴-۹ نشان داده شده است. در این مثال دو پمپ اضافه وجود دارد که یکی از آن‌ها برای تغذیه راکتور پایین دست لازم است. اپراتور در حین کار درخواست تعویض پمپ A به پمپ B که قبلا خاموش بود را کرده است. به جای باز کردن شیر فلکه مکش پمپ B، اپراتور شیر اشتباهی را باز می‌کند و باعث می‌شود راکتور با تشخیص جریان کم متوقف شود.



شکل ۴-۹. مثال نمودار عامل علیت

۹-۷ خلاصه

تجزیه و تحلیل شواهد یک گام مهم در بررسی است که در طول آن از اطلاعات واقعی برای توسعه و آزمایش فرضیه‌ها استفاده می‌شود و منجر به تعیین علت‌های علی می‌گردد. تجزیه و تحلیل شواهد می‌تواند شامل آزمون فیزیکی، اندازه‌گیری، آزمایش اجزا، شبیه‌سازی و دیگر اقدامات به منظور استخراج اطلاعات کلیدی باشد. روش علمی برای آزمون فرضیه‌ها در برابر اطلاعات واقعی، تجزیه و تحلیل مهندسی، تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی و شبیه‌سازی به منظور تعیین اینکه آیا واقعیت‌ها در این رویداد مرتبط با وضعیت مورد انتظار هستند، استفاده می‌شود. جمع‌آوری شواهد، ایجاد فرضیه‌ها، آزمون فرضیه‌ها معمولا تکراری هستند.

فرضیه‌ای که نمی‌توان آن را رد کرد فرضیه نهایی است. به محض اینکه درک درستی از آن چه اتفاقی افتاده است بدست آمد، تعیین عوامل علی و شناسایی علت‌های ریشه‌ای ممکن خواهد بود. تعیین علت‌های ریشه‌ای در فصل ۱۰ شرح داده شده است.

۱۰

فصل دهم

تعیین علل ریشه‌ای - رویکرد ساختاریافته

تعیین علل ریشه ای- رویکرد ساختاریافته

مراحل اساسی (و ابزارهای مرتبط) مورد نیاز تیم بررسی برای پیشبرد بررسی‌ها تا مرحله تجزیه و تحلیل علل ریشه‌ای در فصل‌های گذشته مورد بحث قرار گرفت. به‌ویژه لازم است تیم، فعالیت‌هایی نظیر آنالیز و جمع‌آوری شواهد، ایجاد یک فرضیه واحد (سناریو) که شواهد برای تأیید است و تعیین ترتیب زمانی برای وقایع/شرایطی که منجر به رویداد شده است را انجام دهد.

ممکن است تیم بررسی، با توجه به روش تحلیل علل ریشه‌ای انتخاب شده، نیاز به شناسایی "رویداد اصلی[۱]" و/ یا عامل علیت قبل از شروع تحلیل علت ریشه‌ای داشته باشد. در فصل ۳ برخی از روش‌های تحلیل علت ریشه‌ای معرفی شد. در صورت استفاده از روش‌هایی مانند ۵ چرا[۲] و درخت منطقی، تیم بررسی بایستی رویداد اصلی را در ابتدا تعیین نماید، این موضوع در بخش ۱۰-۵-۱ مورد بحث قرار گرفت. تیم عامل علیت لازم است؛ برخی از روش‌ها، مانند درخت از پیش‌تعیین شده و چک لیست را قبل از شروع بررسی تعیین کند و این موضوع در فصل ۹ و بخش ۱-۶-۹ شرح داده شد.

شروع تجزیه و تحلیل علت ریشه‌ای قبل از اتمام این مراحل به یک بررسی بی‌اثر منجر خواهد شد.

۱-۱۰ مفهوم آنالیز علت ریشه‌ای

سازمان‌ها برای توصیف طبقه‌بندی علل رویدادها، امکان دارد از اسامی مختلفی استفاده کنند. حوادث ایمنی فرآیند نتیجه چندین علت است که می‌توان آن‌ها را در دو دسته طبقه بندی کرد:

۱- عوامل علیت

۱-top event

۲-5 whys

۲- علل ریشه‌ای

واژه‌شناسی و تعاریف استفاده شده به شرح زیر می‌باشد:

عامل علیت: عامل اصلی برنامه‌ریزی نشده و ناخواسته برای یک رویداد (یک رویداد منفی یا وضعیت نامطلوب) که در صورت حذف، از وقوع رویداد جلوگیری و یا شدت یا فرکانس رویداد را کاهش می‌دهد.

علت ریشه‌ای: علت اصلی و اساسی مرتبط با سیستم برای وقوع یک رویداد که منجر به خرابی (های) قابل اصلاح در سیستم‌های مدیریتی می‌شود. به‌طور معمول برای هر رویداد ایمنی بیش از یک علت ریشه‌ای، فرآیند وجود دارد.

اصلاح عامل علیت یک رویکرد ساده انگارانه است که امکان دارد در همان مکان از وقوع دوباره رویداد جلوگیری کند، اما از رویدادهای مشابه جلوگیری نمی‌کند. شناسایی و اصلاح علل ریشه‌ای باید احتمال رخداد دوباره رویداد همسان یا مشابه را حذف یا به مقدار قابل توجهی کم کند. از همه مهم‌تر، باید در صورت امکان در همان شرکت و یا در کل صنعت دانش جدید یا روش اصلاحی حاصل از بررسی به اشتراک گذاشته شود.

... از طریق شناسایی علل اصلی بیشترین سود حاصل می‌شود. تنها با پرداختن به عوامل علی، از وقوع مجدد حادثه همسان جلوگیری می‌شود در حالی که با پرداختن به علت ریشه‌ای (علل ریشه‌ای)، از وقوع بسیاری از رویدادهای مشابه دیگر جلوگیری می‌شود...

بررسی کامل رویداد تمامی علل رویداد از جمله علل ریشه‌ای را شناسایی و تعیین می‌کند. هم‌چنین این بررسی مکانیزمی برای درک اثر و تأثیر نقص‌های سیستم مدیریت ایجاد می‌کند. این تجزیه و تحلیل ابزاری در مجموعه، شرکت و یا صنعت برای پرداختن کامل به رویداد، رویدادهای مشابه و حتی رویدادهای غیر مشابه که به وسیله علل ریشه‌ای یکسانی ایجاد شده‌اند ایجاد می‌کند. هدف نهایی، پرداختن به نقص‌های سیستم مدیریت می‌باشد و در چنین حالتی است که بیشترین سود از بررسی رویداد حاصل می‌شود.

مثال زیر مفهوم تحلیل علت ریشه‌ای را نشان می‌دهد. در نظر بگیرید، کارگری در حال قدم زدن در کف کارخانه‌ای که روغن ریخته شده، لیز بخورد و سقوط کند. بررسی‌های سنتی ممکن است "لکه روغن روی زمین" را به عنوان علت رویداد در نظر بگیرند و تنها اقدام اصلاحی محدود به تمیز کردن این لکه و احتمالا تذکر به کارگر برای احتیاط بیشتر باشد. در حالی که با استفاده از ابزار شرح داده شده در این فصل، مشخص خواهد شد که ریخته شدن روغن بر روی زمین یک علت ریشه‌ای نیست. یکی از علائم علت ریشه‌ای است. بررسی علت ریشه‌ای ساختار یافته علل اساسی را کشف و سیستم‌ها و شرایط دخیل در رویداد را بررسی می‌کند.

این روش شواهد جمع‌آوری شده مربوط به موارد زیر را در نظر می‌گیرد:

- چگونه روغن روی زمین ریخته شده است؟
- منبع روغن چیست؟
- هنگام ریختن روغن، چه وظایفی در حال انجام بود؟

- چرا روغن روی زمین ماند؟
- چرا تمیز نشده است؟
- چه مدت آنجا بود؟
- آیا ریخته شدن روغن گزارش شده است؟
- شرایط سطوح در آن واحد چگونه است؟
- چه عاملی بر کارگر تأثیر گذاشت تا وارد قسمت روغنی شود؟
- کارگر از چه نوع کفشی استفاده کرده است؟
- چرا کارگر از اطراف محل روغن عبور نکرد؟
- آیا در محل مورد نظر موانعی برای جلوگیری از ورود افراد به روغن گذاشته شده بود؟
- آیا آموزش یا پیگیری مسائل اجرایی وجود دارد؟

همان‌طور که به سوالات جواب داده می‌شود، سوالات ادامه‌دار برای درک بهتر این که چرا این رویداد رخ داده است باید بر "چرا؟ چرا این رویداد ویژه رخ داده است؟" تمرکز کند. جواب‌ها باعث عمیق شدن بررسی در پیدا کردن ماهیت رویداد می‌شود. هنگامی که این شواهد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و عوامل علی شناسایی شدند، می‌توان با تحلیل علت ریشه‌ای، نقاط ضعف سیستم مدیریتی را شناسایی کرد. برای مثال، اگر مشخص شد که روغن از یک ظرف معیوب نشت کرده، ممکن است یک نفر بپرسد:

- چرا از یک ظرف معیوب استفاده شده است؟
- چه روشی برای بازرسی، تعمیر یا جایگزینی ظروف وجود دارد؟
- آیا روش‌ها به دقت درک و اجرا می‌شوند؟
- آیا سیستم مدیریت ظروف به درستی طراحی شده است یا نقص‌هایی در آن وجود دارد؟

اگر نقص رخ داد و هیچ تغییری در سیستم مدیریت ایجاد نشد، پس احتمالا نقص دوباره رخ خواهد داد. در برخی مواقع اقدام اصلاحی صورت می‌پذیرد ولی با این وجود باز رویداد رخ می‌دهد. غالباً به این دلیل است که اقدامات اصلاحی به جای علل اصلی علائم را برطرف می‌کنند.

هدف از بررسی رویداد جلوگیری از وقوع مجدد رویداد می باشد. این امر زمانی محقق می‌شود که یک فرآیند بررسی رویداد ایجاد شود، این فرآیند باید:

- *علت ها را شناسایی و ارزیابی کند؛*
- *اقدامات پیش‌گیرانه توصیه شده برای کاهش ریسک (احتمال و یا پیامد) را شناسایی و ارزیابی کند؛*
- *از اجرای موثر و پیگیری کلیه پیشنهادات اطمینان حاصل نماید.*

تعیین علل ریشه‌ای نقص، پیش‌نیاز ضروری برای تعیین اقدامات اصلاحی و به‌کار بردن آن‌ها می‌باشد.

بهترین روش‌ها در بررسی رویداد طی سال‌های گذشته بسیار تغییر کرده‌اند. این فصل از کتاب از مطالعات موردی برای نشان دادن تجزیه و تحلیل موثر علت ریشه‌ای استفاده می‌کند و با توصیف برخی از ابزارهای غیر

اختصاصی، سه روش برای تجزیه و تحلیل علل ریشه رویداد ارائه می‌دهد.

۲-۱۰ موارد تاریخی

دو مورد مطالعاتی زیر نشان می‌دهند که چگونه رویدادها می‌توانند علل مختلفی از جمله علل ریشه‌ای مربوط به نقص‌های سیستم مدیریت داشته باشند.

فلیکس بورو

در سال ۱۹۷۴ در بریتانیا ۲۸ نفر بر اثر انفجار ناشی از مقدار زیادی گاز سیکلوهگزان در فیلکس بورو کشته شدند. منبع سیکلوهگزان آزاد شده یک لرزه‌گیر دارای نقص در بخشی از لوله به قطر ۲۰ اینچ (۵۰۸میلی‌متر) بود. بررسی‌ها نشان داد، با خراب شدن یکی از راکتورها، این لوله با ورودی فنی[۱] کم به عنوان بای‌پس[۲] (یا میان‌بر) موقت به صورت جایگزین نصب شده بود. علت مستقیم حادثه مفصل لرزه‌گیر انبساطی بود. تعمیر و جایگزینی لرزه‌گیر اقدام اصلاحی آشکار بود. با این وجود، تحلیل علت‌های ریشه‌ای دقیق‌تر جهت بررسی علل نقص مفصل لرزه‌گیر لازم است. در زیر بعضی از علل ریشه‌ای اصلی شناسایی شده ارائه شده‌اند:

سیستم مدیریت برای بررسی، تأیید و مدیریت تغییرات تجهیزات فرآیندی نامناسب بوده است. اصلاحات موقت توسط روش‌های منظم و فنی به صورت مناسب بررسی نشده بود.

راکتور جدا شده و لوله جایگزین با مفصل لرزه‌گیر بر اثر خوردگی ناشی از نیترات ترک خورده بودند. منبع نیترات به دلیل نداشتن توانایی لازم در انتقال حرارت، از یک شلنگ خارجی که برای خنک‌سازی اضافی استفاده می‌شد، آب را پاشیده بود. ظرفیت خنک کنندگی ناکافی با استفاده از راه‌حل فنی نامناسب حل شد و این موضوع باعث ایجاد عواقب غیرمنتظره و ناخواسته شد. در واقع مدیریت تغییرات به‌درستی پیاده نشده بود.

شاتل فضایی چلنجر

فاجعه شاتل فضایی چلنجر (۲۸ ژانویه ۱۹۸۶) به علت وقوع چندین واقعه پی‌درپی بود که هر کدام علت ریشه‌ای مخصوص به خود را داشتند.

علت اصلی حادثه نقص درزبندی (عایق‌بندی) شتاب‌دهنده سوخت جامد موشک بود. با این حال، تحلیل علت ریشه‌ای مسائل پیچیده‌تری را آشکار ساخت. با انجام بررسی‌ها بعد از پرواز، اطلاعات منتشر شده نشان داد که از اوایل سال ۱۹۸۴ عایق‌بندی‌های موجود نتوانسته مشخصات طراحی را برآورده کنند.

به‌دلیل هزینه‌های بالای شتاب‌دهنده‌های سوخت جامد، تصمیم گرفته شد تا با استفاده از شتاب‌دهنده‌های قابل استفاده مجدد و صرفه‌جویی به‌دست آمده پروژه‌های شاتل توسط کنگره تأیید شوند. مهندسین در آن زمان شکایت داشتند که یکپارچگی طراحی مورد تردید است، اما برای حفظ بودجه این موضوع نادیده گرفته شد. تقریبا دو سال قبل از رویداد مهندسین فهمیدند که سوراخ‌های موجود در پوتی[۳] که واشر اولیه را درزبندی

۱-Technical Input
۲-Bay Pass
۳ -نوعی ماده برای درز بندی

می‌کند در اثر گازهای گرم دچار تورم می‌شوند. علاوه بر این، شواهد سال ۱۹۸۳ نشان داد که واشرهای ثانویه به دلیل چرخش مفصل در زمان پرتاب دچار مشکل می‌شوند. هم‌چنین مشخص شد انعطاف پذیری واشرها در دمای زیر ۵۰ درجه فارنهایت کاهش می‌یابد. در جولای ۱۹۸۵ نگرانی‌ها به حدی افزایش یافت که پرتاب‌های بعدی تا زمان تلاش برای بهبود اوضاع به تعویق افتاد، اما این اقدامات اصلاحی بی‌نتیجه بودند و عوامل علیت یا علل ریشه‌ای را حذف نمی‌کردند. علی‌رغم اطلاعاتی که در مورد مشکل واشرها به‌دست آمده بود، در یک صبح سرد ژانویه تصمیم گرفته شد چلنجر راه‌اندازی شود و این موضوع عواقب ویران‌گری را در پی داشت. فاجعه شاتل فضایی چلنجر یک نمونه عالی از این اصل است که مشکلات مکانیکی ساده مربوط به دلایل پیچیده‌تری هستند که ریشه در سیستم‌های مدیریتی دارند. توصیه‌های ارائه شده توسط کمیسیون ریاست جمهوری بر علل ریشه‌ای حادثه متمرکز بودند. در واقع توصیه‌های صورت گرفته شامل تغییراتی در سیستم‌های مدیریتی بود تا نه تنها مشکل واشر درزبندی، بلکه سیستم‌ها، رویه‌ها و رویکردهای کلی برای شناسایی، ارزیابی، حل، نظارت و ممیزی مسائل مربوط به ایمنی برطرف شوند.

۳-۱۰ روش هایی برای تحلیل علت ریشه‌ای

■ ۱-۳-۱۰ روش ۵ چرا

روش "۵ چرا" یک روش ساده برای شناسایی علل ریشه‌ای است و شامل پرسش‌های تکراری با کلمه "چرا" می‌باشد. فهم و انجام این روش آسان است و این روش به طوفان فکری گروهی ساختار می‌بخشد. در استفاده از این روش به اطلاعات و داده‌های زیادی لازم نیست (اگرچه برای رویدادهای ایمنی فرآیند پیچیده مفید است)، بنابراین این روش برای رویدادهای جزئی، به ویژه مواردی که شامل عوامل و تعاملات انسانی هستند، مناسب می‌باشد. هم‌چنین "۵ چرا" به صورت گسترده به عنوان بخشی از روش‌های کایزن[۱]، تولید ناب[۲] و ۶ سیگما[۳] استفاده می‌شود {برای مثال در مرحله آنالیز شش سیگما DMAIC (تعریف، اندازه‌گیری، آنالیز، بهبود و کنترل[۴])}.

اگرچه این روش "۵ چرا" نامیده می‌شود، ولی ۵ فقط یک قانون سرانگشتی است و گاهی اوقات تیم بررسی "چرا؟" را بیشتر یا کمتر از پنج بار استفاده می‌کند. این روش مستلزم این است که تیم بررسی بپرسد "چرا؟" یک اتفاق منفی رخ داده یا چرا شرایط نامطلوبی وجود داشته است (مانند: عوامل علیت) و سپس باید سوالات با "چرا" را به تعدادی که بتوان نقص‌های سیستم‌های مدیریت را شناسایی کرد ادامه داد. این فرآیند تکرار می‌شود تا زمانی که تمام عوامل علیت در نظر گرفته شوند. در واقع، این روش مشابه روش درخت

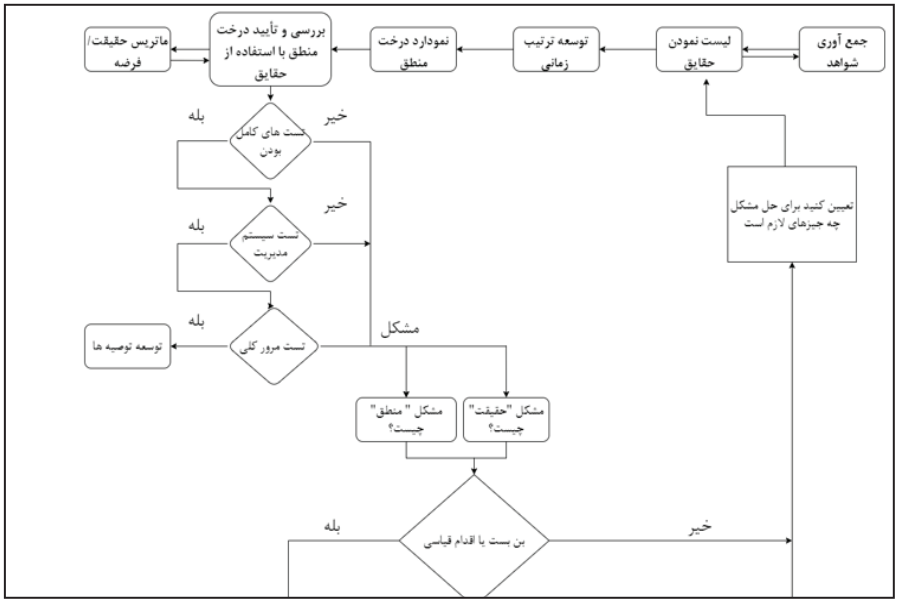
۱-Kaizen
۲-Lean Manufacturing
۳-Six Sigma
٤-Define, Measure, Analyze, Improve, Control

منطق، بدون ترسیم درخت منطق می‌باشد.

برخی از سوالات راهنما برای تعیین علل چندگانه:

- چرا؟ (پرسیدن چرا؟ چرا؟ را ادامه دهید)
- علل اصلی چه چیزهای هستند؟ (چرا این علت ها وجود دارند؟)
- آیا نقص (یا ضعف) مربوط به سیستم وجود داشته است که باعث ایجاد (یا اجازه وجود) این شرایط شده و یا باعث ایجاد یا ادامه این واقعه شده است؟ (چرا چنین نقص سیستمی وجود دارد؟)

مثالی از تحلیل علت ریشه‌ای در روش "۵ چرا" در شکل شماره ۱-۱۰ نشان داده شده است. در این مثال دو نقص سیستم مدیریت (مدیریت یکپارچگی سرمایه و گردش روزمره اپراتور) بعد از پرسیدن ۵ چرا مشخص شده است. پرسیدن ۶ یا ۷ چرا می‌تواند منجر به کشف علل اصلی نقص سیستم مدیریت شود.



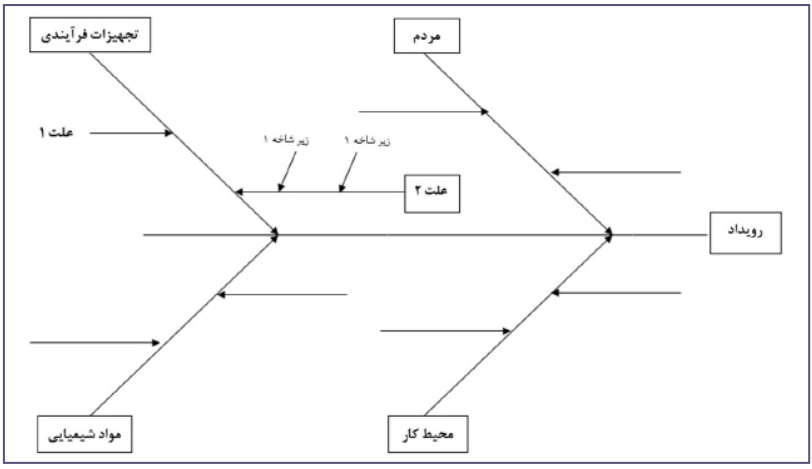
شکل ۱-۱۰. مثالی از تحلیل ریشه‌ای ۵ "چرا"

برای استفاده موثر از این تکنیک قضاوت لازم است. اگر در یک سطح خاص، پاسخ دادن به "چرا؟" در آسان است، آنالیز به اندازه کافی عمیق نیست و باید هم‌چنان به پرسیدن "چرا؟" ادامه داد. هم‌چنین، اگر نقص‌های سیستم مدیریت کشف نشده، نشان می‌دهد که تیم بررسی با پیدا کردن علائم، نقص اضطراری و یا واقعه‌ای که در رخداد رویداد تاثیر داشته بررسی را متوقف کرده است. در برخی مواقع امکان دارد تیم بررسی به علت کمبود دانش و اطلاعات قادر به ادامه بررسی نباشد، در چنین شرایطی ممکن است نیاز به جمع‌آوری و آنالیز بیشتر اطلاعات باشد.

بیشتر رویدادها یک علت ریشه‌ای واحد ندارند. به منظور شناسایی همه علل ریشه‌ای لازم است به صورت پی در پی با پرسیدن سوالات متفاوت تکرار شود. برای مثال، تیم بررسی باید سایر دلایل احتمالی عامل علیت اصلی را قبل از شروع بررسی یک واقعه منفی متفاوت یا شرایط نامطلوب موثر بر روند فعالیت‌های منتهی به بررسی رویداد، بررسی کند.

روش ۵"چرا" ممکن است به تنهایی و یا برای کمک به توسعه یک نمودار استخوان ماهی مورد استفاده قرار گیرد (در برخی از منابع به نمودار استخوان ماهی ایشیکاوا[۱] و یا دیاگرام علت-معلول گفته می‌شود). امکان دارد نمودار استخوان ماهی به‌منظور بررسی علل بالقوه یک رویداد و یا نقص تجهیزات استفاده شود و روش "چرا" ممکن است برای کشف علل ریشه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

رویداد رخ داده به عنوان سرماهی نشان داده می‌شود و علل در طرفین به صورت استخوان‌های ماهی گسترش می‌یابند. معمولاً علل در دسته‌های بزرگ‌تر گروه‌بندی می‌شوند (به عنوان مثال؛ افراد، تجهیزات فرآیندی و غیره) و شاخه‌ای از استخوان عقبی به عنوان دنده‌ها با زیرشاخه‌هایی برای دسته‌بندی علل ریشه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل ۲-۱۰ یک نمودار استخوان ماهی معمولی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۰. مثالی از نمودار استخوان ماهی اشیکاوا

در حالی که شرکت‌ها در صنایع مختلف به صورت موفقیت آمیزی از روش "۵ چرا" استفاده کرده‌اند، این روش دارای محدودیت‌های ذاتی می‌باشد. جدول ۱-۱۰ برخی از نقاط قوت و ضعف این روش را نشان می‌دهد. هم‌چنین نمودار استخوان ماهی هم تعدادی از محدودیت‌های مشابه را دارد. به عنوان مثال، نمودار استخوان ماهی به ویژه برای بررسی رویدادهای پیچیده‌ای که دارای علل مختلف مرتبط به‌هم هستند، مفید نمی‌باشد.

در تجزیه و تحلیل علت ریشه‌ای، دانش و تجربه تیم بررسی مهم است. به‌ویژه هنگام استفاده از روش "۵ چرا" دانش و تجربه بسیار اهمیت دارد. در رویدادهای ساده و کم‌خطر، با ساده‌تر بودن تجزیه و تحلیل،

۱-Ishikawa

اشتباهات کاهش می‌یابد و تمایل کمتری به انحراف نتایج وجود دارد. برعکس در رویدادهای پیچیده و خطرناک احتمال این‌که تجزیه و تحلیل نتواند برخی از علل را شناسایی کند زیاد است. هم‌چنین برای جلوگیری از سوگیری[۱] اقدامات لازم صورت گیرد. امکان دارد تیم بررسی به‌طور اشتباهی تجزیه و تحلیل را با در نظر داشتن علت نهایی در ذهن خود آغاز کند و سپس به جای درک کامل موضوع به دنبال علائمی برای اثبات دلایل موجود در ذهن خود باشد. با این وجود، با آموزش، تمرین و درک نقاط ضعف روش "۵ چرا"، می‌توان بر بیشتر مشکلات این روش غلبه و به درستی ریشه‌های اصلی یک رویداد را شناسایی کرد.

جدول ۱-۱۰. نقاط قوت و ضعف روش "۵ چرا"

نقاط قوت	نقاط ضعف
ساده بوده و آموزش و به‌کار بردن آن راحت است	به مهارت زیر نیاز دارد: انتخاب عامل علی ضعیف / بی معنی ممکن است باعث بی اعتبار شدن تحلیل شود. یک "چرای" ضعیف / بی معنی ممکن است تجزیه و تحلیل را بی اعتبار کند.
هیچ قانونی در رابطه با نوع سئوالات وجود ندارد	نبود قوانین مربوط به سوالات می‌تواند تعصب محقق را به همراه داشته باشد (باعث سوء گیری شود)
ابزار شروع کننده می تواند در جستجوی علت اصلی، نظم ایجاد کند	امکان دارد تیم تحقیق بر روی یک عامل علیت متمرکز شود یا در یک نشانه خیلی زود تحقیق را متوقف کند
چندین علت ریشه‌ای را می‌تواند شناسایی کند	امکان دارد تیم تحقیق در یک علت ریشه‌ای متوقف شود – برای جستجوی دلایل متعدد ریشه‌ای نیاز به پشت کار است
به تیم بررسی با دانش نیاز دارد، در غیر این صورت علت (ها) ناشناخته می‌مانند	امکان دارد نتایج توسط تیم تحقیق مغرضانه باشد: تمایل به استفاده از استنباط به جای واقعیات (مشاهده و تجزیه و تحلیل) عدم دقت برای آزمایش کفایت
وقت گیر نبودن	قابل تکرار نیست – امکان دارد تیم‌های مختلف تحقیق دلایل مختلفی داشته باشند
آن‌را به تنهایی و یا در ترکیب با روش های دیگر می‌توان به‌کار برد	مناسب‌تر برای رویداد های پیچیده سایر تکنیک‌ها
برای رویدادهای ساده و جزئی مناسب‌تر است	امکان دارد همه علت‌های ریشه‌ای رویداد های پیچیده را شناسایی نکند

■ ۲-۳-۱۰ تعیین علت ریشه‌ای ساختار یافته

روش ۵ "چرا" یک روش طوفان فکری برای تعیین علل ریشه‌ای است. علاوه بر روش ۵ "چرا" روش‌های ساختار یافته‌تر دیگری برای تعیین علل ریشه‌ای وجود دارند. در این فصل دو روش ساختار یافته برای تعیین علل ریشه‌ای معرفی می‌شوند. روش درخت منطق و روش درخت از پیش‌تعیین شده.

روش درخت منطق[۲]

تجزیه و تحلیل درخت منطق یک روش قیاسی[۳] (از کل به جزء) برای یافتن تمام راه‌های شروع یک رویداد با استفاده از یک ساختار ترتیب زمانی و یک روش ساده‌ی درخت خطا می‌باشد. این روش را می‌توان

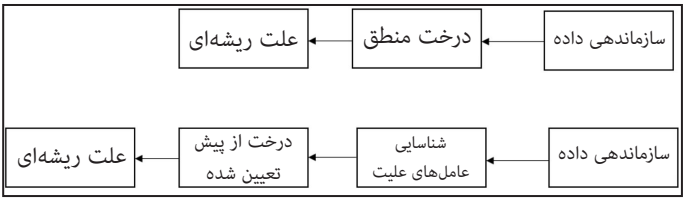
۱-bias
۲-LOGIC TREE
۳-Deductive

به‌عنوان یک روش یکپارچه برای جست‌جوی سیستماتیک تمام علت‌های ریشه‌ای نامید. چارچوب ساختار یافته به بررسی‌کننده کمک می‌کند تا به بررسی خود ادامه دهد، به اندازه کافی بررسی کند (به عمق کافی برسد) و بررسی‌ها را با مشاهده علائم و یا علل ظاهری متوقف نکند.

روش درخت از پیش‌تعیین شده[۱]

تجزیه و تحلیل درخت از پیش‌تعریف شده شامل یک ساختار ترتیب زمانی یا نمودار توالی، برای شناسایی عوامل علیت با استفاده از درختان از پیش‌تعریف شده یا چک لیست می‌باشد. یک درخت از پیش‌تعریف شده یک رویکرد سیستماتیک برای تجزیه و تحلیل و انتخاب عناصر مربوط به سناریوی رویداد را فراهم می‌کند. این روش یک رویکرد قیاسی است که با مطالعه وقایع گذشته، وقایع قبلی که برای ایجاد رویداد مشخص لازم است را بررسی می‌کند. بررسی علت ریشه‌ای ساختاریافته تلاش می‌کند تا تغییرات سیستم را که از رخداد دوباره رویدادهای همسان و مشابه جلوگیری می‌کند، شناسایی و به‌کار گیرد. روش‌های علت ریشه‌ای ساختاریافته مشخص می‌کند که یک رویداد دارای تعداد زیادی علت اصلی می‌باشد. این روش‌ها با هدایت توجه از دلایل ظاهری و فوری به دلایل اصلی و ایجاد دستورالعمل‌های متعدد، کیفیت بررسی را بهبود می‌بخشند. یکی از نقاط قوت روش‌های ساختار یافته توانایی تبدیل رویدادهای پیچیده به وقایع کوچک‌تر (بخش) و بررسی هر جزء به صورت جداگانه می‌باشد.

دو نمودار ارائه شده در شکل ۳-۱۰ علت ریشه‌ای را با استفاده از روش‌های فوق توصیف می‌کند. هم‌چنین چارچوب کلی برای تعیین علت ریشه‌ای پس از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شواهد را ارائه می‌دهد.



شکل ۳-۱۰. روش‌های علت ریشه‌ای ساختاریافته توصیف شده در این فصل

در بعضی روش‌ها از چک لیست به‌عنوان مرحله تجزیه و تحلیل منطقی استفاده می‌کنند، استفاده از روش درخت منطقی هنوز مفید است زیرا چک لیست‌ها اغلب با استفاده از درختان منطقی تهیه می‌شوند. چک لیست‌ها به ویژه برای بررسی رویدادهایی که عوامل انسانی در آن درگیر هستند بسیار مفید است.

هم‌چنین رویکردهای نشان داده شده در این فصل ابزارهایی را برای آزمایش منطقی، تعیین این‌که آیا علل ریشه‌ای اصلی شناسایی شده‌اند یا خیر، کمک به تشخیص انجام اقدامات لازم در صورت به مشکل افتادن تیم و نیز به تصمیم‌گیری‌های تیم کمک می‌کند. این ابزارها با هر روش تحلیل منطقی استفاده می‌شوند.

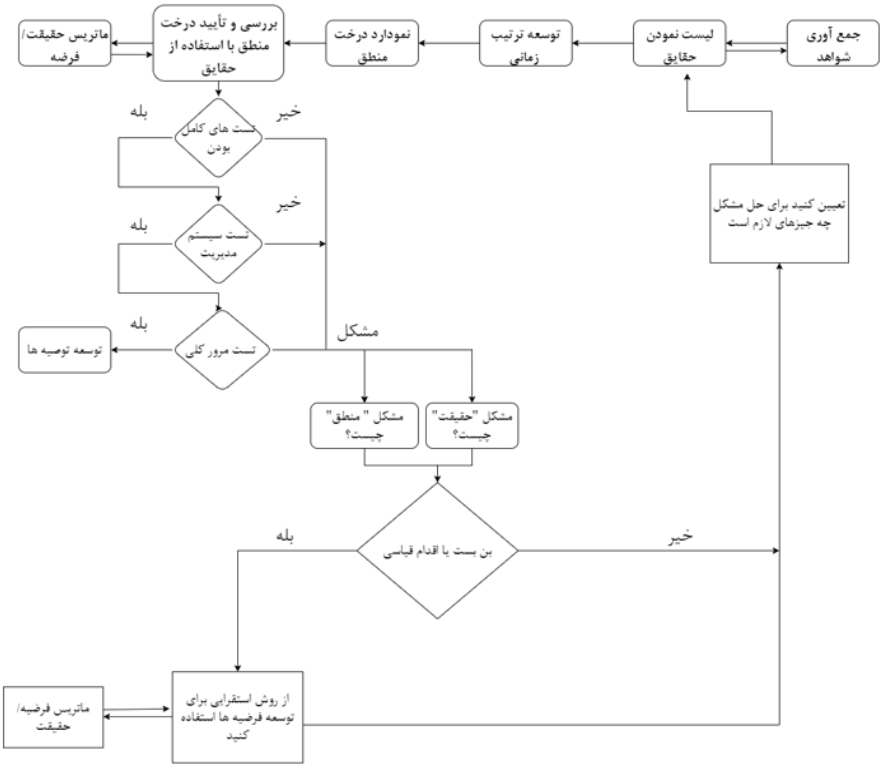
هدف CCPS تأیید (صحه‌گذاری) یک روش خاص نیست، بلکه ارائه راهنمایی در مورد گزینه‌ها و برنامه‌های مختلف موجود است. به‌طور کلی روش‌های ساختاریافته که در بررسی رویداد به دنبال یافتن

۱-PR-DEFINED TREE

علل اصلی مرتبط با سیستم هستند و مکانیسم‌هایی را برای تعیین و اصلاح عیب‌های سیستم ارائه می‌دهند موثرترین روش‌های موجود می‌باشند.

۴-۱۰ تعیین علت ریشه‌ای با استفاده از درخت منطق

در بخش زیر بحث سیستماتیک مفاهیم و اقداماتی است که در شکل ۴-۱۰ نشان داده شده است. نقطه آغازین در نمودار جمع‌آوری حقایق، اطلاعات، مشاهدات، بینش‌ها، سئوالات و گمانه زنی‌های اولیه به دست آمده از فعالیت جمع‌آوری شواهد می‌باشد.



شکل ۴-۱۰. نمودار تعیین علت ریشه‌ای با استفاده از درخت منطق

■ ۴-۱۰-۱ جمع‌آوری شواهد و فهرست نمودن حقایق

تهیه فهرستی از تمام حقایق شناخته شده اولین اقدام در این روش است. این فهرست علاوه بر حقایق مربوط به توالی رویداد، کلیه سوابق مربوطه، مشخصات و وقایع اخیر در داخل و یا خارج شرکت که می‌توانند بر سیستم کلی تأثیر بگذارد یا تاثیر داشته باشد را شامل می‌شود.

یک حقیقت باید یک داده واقعی و اثبات شده باشد. در این مرحله باید از نتیجه‌گیری یا قضاوت خودداری شود. برای مثال مشخص نشدن و علامت‌گذاری نکردن محدوده‌های حفاظت از شنوایی در محل مربوطه یک حقیقت است. نتیجه‌گیری کلی ممکن است مشخص (واضح) نبودن محدوده کنترل شنوایی باشد، ولی در این مرحله باید از قضاوت دوری شود. پایبندی به واقعیت‌ها به جلوگیری از اتخاذ موضع دفاعی افراد درگیر در رویداد کمک و از نتیجه‌گیری عجولانه تیم جلوگیری می‌کند. هم‌چنین این پایبندی به خوانندگان در درک گزارش کامل رویداد کمک می‌کند.

افراد تیم باید مراقب گرفتار شدن در پیش‌فرض‌های پنهان یا اشتباه باشند و از این موضوع جلوگیری کنند. تمامی حقایق موجود باید انتحان شوند. حقایق ورودی ضروری برای اطمینان از انتخاب موضوع صحیح می‌باشند. هر حقیقتی که به ظاهر متناقض باشد باید از طریق جمع‌آوری اطلاعات اضافی حل شود. ذکر منابع برای هر حقیقت، شناسایی و حل هرگونه تعارض را آسان می‌کند.

■ ۲-۴-۱۰ توسعه خط زمانی[۱]

در مرحله بعد، تیم شرح وقایع را براساس زمان و توالی‌های شناخته شده موجود توسعه می‌دهد و یک نمودار ترتیب زمانی یا نمودار توالی را ایجاد می‌کند. فرضیات تأیید نشده در مورد شرح وقایع باید به وضوح به عنوان تأیید نشده مشخص شوند و برای تأیید این فرضیات باید اقدامات لازم شروع شوند. بسیاری از بررسی کنندگان از ترتیب زمانی نسبتاً ساده (به جای نمودارهای توالی) با روش درخت منطق استفاده می‌کنند؛ زیرا درخت منطق خود تعاملات (فعل و انفعال) وقایع و شرایط را نشان می‌دهد.

■ ۳-۴-۱۰ توسعه یک درخت منطق

پس از فهرست کردن حقایق اولیه و تهیه ترتیب زمانی اولیه، می‌توان نمودار درخت منطق را ساخت. نمودار درخت یک سند پویا می‌باشد که رفته رفته گسترده‌تر می‌شود. با در دسترس بودن اطلاعات اضافی می‌توان این نمودار را گسترش داد. حتی ممکن است با به‌دست آوردن اطلاعات اضافی یا پس از کسب اطلاعات جدید که فهم حقایق اصلی را تغییر می‌دهند آن را دوباره به‌روز رسانی کرد.

زمانی‌که حقایق جمع‌آوری و ترتیب زمانی ایجاد شد، ممکن است اطلاعات کافی برای تأیید یا رد یک فرضیه در مراحل اولیه ایجاد درخت منطق در دسترس باشد. برای بسیاری از نقص‌های ساده و بدون پیچیدگی امکان دارد برای تشخیص علل، دانش عمومی در مورد رفتار مولفه‌های حالت نقص همراه با اطلاعات خاص جمع‌آوری شده برای یک رویداد خاص کافی باشد. با این حال، بیشتر رویدادهای ایمنی فرآیند ماهیت پیچیده‌ای داشته و دلایل سیستمی متعددی دارند. بنابراین، یک روش قیاسی سیستماتیک معمولاً مناسب می‌باشد.

از اقداماتی که در این مرحله می‌توان انجام داد، تشکیل چندین جلسه برای تعیین علل ریشه‌ای است.

۱-Timeline

علاوه بر اعضای تیم تحقیق، امکان دارد اعضای واحد عملیاتی که رویداد در آن رخ داده نیز در این جلسه حضور داشته باشند (احتمالا برخی از اعضای تیم عملیاتی از قبل در تیم بررسی رویداد حضور خواهند داشت). این جلسه باید به قدری کوچک، موثر و فراگیر باشد تا بتواند تمام اطلاعات لازم برای توسعه درخت منطق را آماده کند. در صورت امکان برای تعامل بهتر، باید سعی کرد تعداد شرکت‌کنندگان را به حدود هشت نفر یا کمتر محدود کرد. افراد انتخاب شده برای این جلسات لازم است حقایق بررسی را درک کنند و هم‌چنین باید از عناصر مهم فرآیند مانند عملیات‌ها، واکنش‌های شیمیایی، تجهیزات و کنترل‌ها آگاهی داشته باشند. لازم است نمایندگانی از واحد مدیریت، اتحادیه‌های کارگری و مشاوران حقوقی حضور داشته باشند. جلسه باید تا حد امکان علنی و مبتنی بر واقعیت باشد. در صورت لزوم ممکن است بعضی از متخصصین به جلسه دعوت شوند. هنگام تصمیم‌گیری برای ورود افراد خارج از تیم بررسی در جلسه، این سوالات را باید در نظر گرفت:

- آیا آن‌ها از روند کار آگاهی دارند؟
- آیا آن‌ها دارای دانشی هستند که به بررسی کمک کند؟
- آیا حضور آن‌ها استقلال تیم را مختل خواهد کرد؟

در شروع جلسه، مجری (دبیر جلسه) باید در مورد اهمیت انتخاب رویداد اصلی مناسب برای درخت منطق و هم‌چنین محدوده‌های موجود و از پیش‌تعیین شده بررسی صحبت کند. اگر چندین رویداد وجود دارد بهتر است بررسی با آخرین رویداد در ترتیب زمانی شروع شود. بسته به ماهیت رخداد، شاید مرور رسمی قوانین و علائمی که در ایجاد درخت منطق یا درخت خطا استفاده می‌شوند (یا از هر کدام از روش‌های رسمی دیگر استفاده شود) صورت پذیرد.

در پایان جلسه، باید یک ارزیابی رسمی صورت پذیرد تا درس‌های آموخته شده برای جلسات آینده مورد استفاده قرار گیرند. در این ارزیابی باید توجه داشت که چه چیزی به خوبی پیش‌رفته و چه تغییراتی می‌تواند برای بهبود جلسات آینده ایجاد شود. هم‌چنین بهتر است که در پایان جلسه از شرکت‌کنندگان به‌خاطر مشارکت تشکر، هدف جلسه و چگونگی و نحوه دستیابی به آن را بیان نمود.

در این مرحله، ساختار درخت منطقی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا اطمینان حاصل شود، درخت از نظر منطقی سازگار و هم‌سو با واقعیت‌های شناخته شده است. در بعضی موارد ممکن است ناسازگاری وجود داشته باشد، در این حالت استفاده از ماتریس واقعیت / فرضیه مناسب خواهد بود. ناسازگاری‌های یافت شده در این مرحله نیاز به توسعه بیشتر درخت یا بازآرایی (بازسازی) دوباره آن دارد.

هنگامی که ساختار درخت منطق سازگار به نظر می‌رسد، اولین آزمون از سه آزمون تضمین کیفیت در راستای بررسی کامل بودن کلیات ساختار درخت منطق انجام می‌شود. منطق موجود در هر شاخه درخت باید جهت مشخص شدن کفایت آن آزمون شود (جزئیات و نکات مربوط به آزمایش منطق در بخش ۱۰- ۵- ۲ صحبت شده است). اگر درخت کامل به نظر برسد، آزمون دوم تضمین کیفیت انجام می‌شود. اگر درخت ناقص باشد، مشکل منطق یا حقیقت شناسایی شده و کل روند تکرار می‌شود. به این فرآیند حلقه تکرار

شونده گفته می‌شود.

اگر درخت منطق کامل به نظر برسد، دومین آزمون کنترل کیفیت با طرح سوال "آیا علل شناسایی شده در واقع مربوط به سیستم‌های مدیریتی هستند؟" انجام می‌شود. در صورتی که پاسخ مثبت باشد، بررسی با انجام سومین آزمون کنترل کیفیت ادامه می‌یابد (بررسی نهایی). اما اگر علل مربوط به سیستم مدیریت یافت نشده باشند، از روند حلقه تکرار استفاده می‌شود.

این نکته دارای اهمیت است که همه علل سیستم مدیریت ممکن است در نقاط انتهایی درخت منطق واقع نشوند. برخی از دلایل مربوط به سیستم‌های مدیریتی می‌توانند – و اغلب – در قسمت‌های فوقانی یا میانی نمودار درخت منطق واقع می‌شوند. برخی از دلایل را می‌توان به تنهایی توسط ساختار درخت منطقی شناسایی کرد. به عنوان مثال، یک بررسی اجمالی از کل ساختار درخت ممکن است نشان‌دهنده شکاف‌ها یا هم پوشانی‌های قابل توجهی در مسئولیت‌ها باشد و یا ممکن است فعالیت‌ها یا رویه‌های متناقضی را فاش کند. اگر تیم بررسی جستجوی علت خود را فقط به سطح پایین سازه محدود کند و در بررسی کل درخت و روابط متقابل بین شاخه‌ها کوتاهی نماید، ممکن است این بینش نادیده گرفته شود.

اگر آزمون مربوط به سیستم رضایت بخش باشد، سومین و آخرین آزمون تضمین کیفیت انجام می‌شود. این یک بررسی کلی از درخت منطق به عنوان یک کل برای واقعیت‌ها و منطق است. باید هر شاخه به‌دقت بررسی شود تا نبود توافق (تضاد سلیقه‌ها) یا ناسازگاری‌های احتمالی پیدا شوند. این یک بررسی درخت منطق از دیدگاه کلی است (نه فقط از هر شاخه). نمودار منطق نهایی باید با نمودار ترتیب زمانی نهایی ایجاد شده بررسی شود تا اطمینان حاصل گردد که این دو با هم کاملاً مطابقت دارند. تیم هم‌چنین باید بررسی کند که هیچ یک از حقایق با درخت منافات ندارد.

اگر آزمون (آزمون دلایل مربوط به سیستم مدیریت) رضایت‌بخش باشد، سومین و آخرین آزمون تضمین کیفیت انجام می‌شود. این آزمون بررسی کلی از درخت منطق به عنوان یک کل برای واقعیت‌ها و منطق می‌باشد. باید بررسی پیوسته هر شاخه انجام شود تا اختلافات یا ناسازگاری‌های احتمالی بررسی شوند. این آزمون تمرکز بر درخت منطق از منظر کلی می‌باشد. نمودار منطق نهایی باید با دقت با جدول زمانی نهایی بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که این دو با هم کاملاً مطابقت دارند. تیم هم‌چنین باید بررسی کند که حقایق با درخت، توافق دارد. اگر تیم بررسی رویداد از علل شناسایی شده رضایت داشته باشد (به نظر تیم کافی باشند)، بررسی‌ها ادامه می‌یابد و به مرحله بعدی یعنی مرحله پیشنهادات وارد می‌شود. اگر مشکل یا نقصی مشاهده شود، حلقه تکرار دوباره فعال می‌شود.

بعد از توسعه درخت و قبل از اقدام به بحث و ارائه پیشنهادات لازم است از افراد تیم پرسیده شود که "آیا علت‌های دیگری در ابتدای بررسی در ذهن اعضای گروه وجود داشته که در درخت به آن‌ها اشاره نشده است؟". اگر علت‌های رخداد بیشتری وجود دارد، در صورت داشتن منطق باید آن‌ها را به درخت اضافه کرد. برخی از اعضای تیم ممکن است نگرانی‌های خاصی داشته باشند که درخت منطق به درستی به آن‌ها توجه

نکرده است. اینجا همان نقطه‌ای است که در آن مسائل باقیمانده مطرح و بررسی می‌شوند. لازم است هر علت جدیدی نیز آزمایش لازم و کافی را پشت سر بگذارد.

در فرآیندهای قیاسی شناسایی علت‌های ریشه‌ای، حقایق شناخته شده جمع‌آوری می‌شوند و برای توسعه و آزمون یک یا چند موضوع احتمالی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این فرایند به‌طور معمول به تکرارهای متعدد چرخه نشان داده شده در شکل ۴ – ۱۰ نیاز دارد تا حداقل یک موضوع قابل قبول متناسب با تمام حقایق به‌دست آمده شناسایی شود.

اگر یک موضوع با حقایق به‌دست آمده‌ای که پذیرفته شده‌اند رد شود، دلایل رد موضوع باید مستند شوند و نیازی به بررسی بیشتر موضوع نیست. اگر برای اثبات یا رد موضوع به داده‌های بیشتری نیاز است، لازم است تا جهت جمع‌آوری اطلاعات اضافی مسیر حلقه دنبال شود. بعضی اوقات دامنه این اطلاعات جدید بسیار خاص، دقیق و محدود است.

نمونه‌هایی از وظایفی که توسط این حلقه تکراری شروع می‌شوند عبارتند از:

- پیگیری مصاحبه با شاهدان
- بازبینی یا بررسی مجدد منطقه خاصی از صحنه رویداد
- استفاده از نظرات مشاوران خبره

اگر فرآیند قیاسی پیشرفت در بررسی را نشان دهد، پس حقایق اضافی جست و جو و یا درخت منطق از نو ساخته می‌شود. به عنوان مثال، یک شاهد بیان کرده که دریچه خاصی باز بوده است، اما بازرسی پس از رویداد نشان داد که دریچه بسته است. تیم باید اطمینان حاصل کند که دریچه قبل از رخداد رویداد بسته شده و نه به عنوان یک پاسخ پس از وقوع رویداد. موقعیت این دریچه خاص در تعیین این‌که کدام یک از دو موضوع محتمل‌تر است بسیار مهم می‌باشد. سپس تیم بررسی رویداد برای پاسخ به این سوال، اقدامات کوتاه مدت را شروع می‌کند.

اگر فرآیند قیاسی متوقف شده و هیچ پیشرفت به‌دست نیاید و یا احتمال داده شود که با استفاده از این روش هیچ پیشرفتی حاصل نخواهد شد، حلقه تکراری به استفاده از روش‌های تحقیق استقرایی مانند چک لیست یا HAZOP هدایت می‌شود. روش‌های استقرایی هم‌چنین ممکن است از مزایای ابزار ماتریس حقیقت / فرضیه[۱] بهره‌مند شوند.

۵-۱۰ ساختن درخت منطق

همان‌طور که قبلاً بحث شد، درخت منطق یک مکانیزم سیستماتیک برای سازماندهی و تحلیل عناصر موضوع رویداد است. این روش یک مکانیزم قیاسی است که به مرور زمان به گذشته نگاه می‌کند تا رویدادهای گذشته را که برای رسیدن به یک نتیجه مشخص لازم است، بررسی کند. این بخش ساخت یک درخت منطق را با استفاده از یک رویکرد درخت خطای ساده نشان می‌دهد و شامل مراحل کلیدی روش و نکات لازم برای

۱-Fact/Hypothesis

استفاده موفقیت‌آمیز از آن است. مثال‌هایی نیز برای نشان دادن کاربرد رویکرد درخت منطق ارائه شده است.

اغلب از نمادهای استاندارد موجود در تئوری سیستم‌ها برای ساخت نمودار درخت منطق استفاده می‌شوند. نمودار اغلب به شکل یک درخت خطای کیفی می‌باشد و رویداد رخ داده را به عنوان رویداد اصلی و شاخه‌های مختلف را با استفاده از دروازه‌های AND و OR نشان می‌دهد. برخی از محققان توسعه درخت منطق را با عدم تمایز بین شرایط AND و شرایط OR در اولین استفاده از درخت منطق ساده کرده‌اند. به‌جای آن، آن‌ها از "دروازه عمومی"[۱] استفاده و وضعیت آن را با پیشرفت بررسی‌ها تعیین می‌کنند. سایر تکنیک‌ها فقط از دروازه‌های AND استفاده می‌نمایند. سایر روش‌های مشابه (مانند درخت علیت) از نظر نمادها و شکل ظاهری درخت تا حدودی متفاوت خواهند بود اما مفاهیم پایه‌ای یکسان هستند. نرم افزارهای اختصاصی مختلف برای تسهیل توسعه (ایجاد) درخت منطق در دسترس هستند. درختان در این بخش از بالا به پایین کشیده خواهند شد. در برخی روش‌های مشابه از چپ به راست یا از راست به چپ کشیده می‌شوند. در روش سیستماتیک، درخت منطق یک ساختار برای بررسی دقیق علل متعدد احتمالی فراهم می‌کند. هر یک از سطوح موفق پایینی با تکرار پرسش "چرا؟" تا رسیدن به سطحی که امکان بررسی یک سیستم مدیریتی یا بخش کوچکی از آن را فراهم کند، توسعه می‌یابد. سپس سیستم مدیریت خاص به دلیل کمبودهایی که باعث ایجاد رویداد شده یا در آن نقش داشته‌اند مورد بررسی دقیق قرار می‌گیرد. شناسایی کمبودها زمینه‌ای برای ارائه اقدامات اصلاحی و پیش‌گیرانه فراهم می‌کند.

بسیاری از تکنیک‌های بررسی قیاسی از نمودارهای درخت منطق استفاده می‌کنند. تعدادی از این روش‌ها شامل تجزیه و تحلیل درخت خطا[۲] (FTA)، روش درخت علیت[۳] (CTM) و درخت "چرا" است. این روش‌ها در فصل ۳ شرح داده شد.

انتخاب رویداد اصلی برای درخت منطق ممکن است یک کار ساده به نظر برسد، اما اغلب دشوارتر از حد انتظار است. در حادثه فیلیکس بارو (Flixborough)، رویداد اصلی می‌تواند تلفات انسانی، تلفات احتمالی در ساختمان اداری، انفجار یا انتشار مواد شیمیایی اولیه باشد.

اگر انتشار ماده شیمیایی به عنوان رویداد اصلی انتخاب شود، ممکن است هرگز بحثی در مورد دلیل حضور مردم در محل رویداد یا نزدیک بودن ساختمان اداری به این واحد صورت نگیرد. هنگامی که درختان نمونه (درختانی که مثال زده شدند) را در بخش‌های بعدی مرور می‌کنید، به مواردی که ممکن است در صورت انتخاب رویداد اصلی دیگر نادیده گرفته شود یا مواردی که می‌تواند به درخت اضافه کرد توجه شود.

هم‌چنین در نظر گرفتن سوال "چه اتفاقی می‌توانست رخ دهد؟" مهم و مناسب است. در هنگام مواجهه با یک شبه حادثه، ممکن است بین اعضای تیم در رابطه با پیامدهای منفی احتمالی[۴] اختلاف نظر وجود داشته باشد.

برای ادامه کار ایمن، تیم بررسی باید همه اثرات احتمالی یک رویداد بر تمام ذی‌نفعان یک مرکز را ارزیابی

۱-Universal Gate
۲- Fault Tree Analysis
۳-Causal Tree Method
٤-Credible Negative Consequences

کند. درک عمومی و حسن نیت بسیار مهم است. رویداد اصلی انتخاب شده برای یک شبه حادثه ممکن است یک نتیجه احتمالی معتبر مانند آسیب، انتشار مواد شیمیایی، مواجهه با مواد سمی، آتش سوزی یا انفجار باشد.

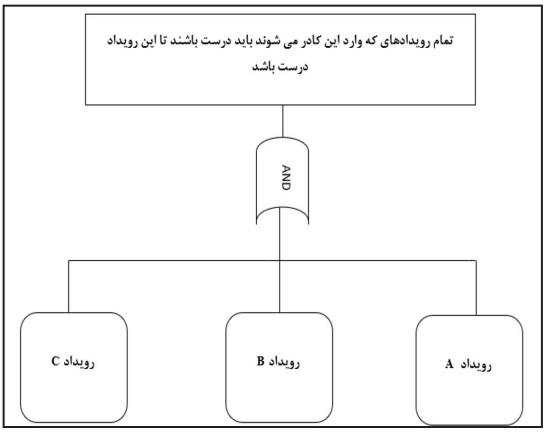
■ ۱-۵-۱۰ اساس درخت منطق

به بیان ساده، یک درخت منطق با پرسیدن مکرر "چرا" و سازماندهی نتایج جواب‌ها ایجاد می‌شود.

شکل ۵-۱۰ یک درخت منطق عمومی برای آتش سوزی را نشان می‌دهد. رویداد اصلی به عنوان آتش سوزی ناخواسته با سه شاخه سوخت، اکسیژن و منبع احتراق تعریف می‌شود. سپس هر سه شاخه با پیشرفت بررسی‌ها به شاخه‌های جزئی‌تر توسعه و گسترش می‌یابند.

نمودار را می‌توان از بالا به پایین توسعه داد و یک سیستم، زیر سیستم یا هر جزء جداگانه‌ای را مدل‌سازی کرد. برای هر سطح، مجموعه‌ای از شرایط لازم یا کافی در سطوح پایین شناسایی می‌شود.

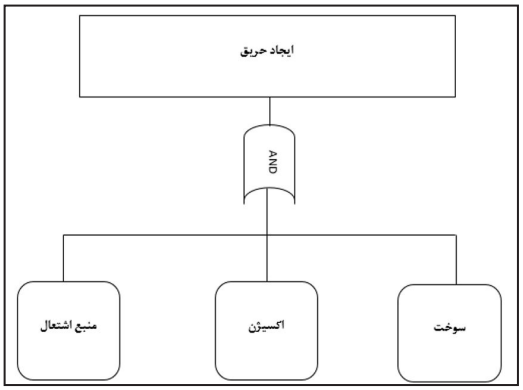
پایه و اساس ساخت درخت منطقی در استفاده از دروازه‌های منطقی است (از سایر نمادها برای توضیح ساختار کلی سیستم و مرزهای تجزیه و تحلیل استفاده می‌شود). مهم‌ترین دروازه‌های منطقی دروازه OR و دروازه AND هستند (در برخی موارد از دروازه‌های دیگر هم استفاده می‌شود).



شکل ۵-۱۰. درخت منطق عمومی نشان دهنده دروازه AND

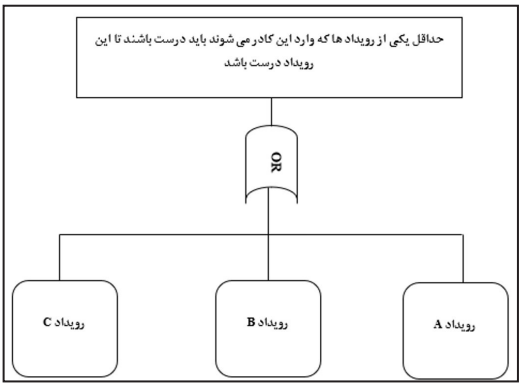
دروازه AND به گونه‌ای است که خروجی فقط در صورت وقوع تمام وقایع ورودی رخ می‌دهد. رویداد A و رویداد B و رویداد C همه باید اتفاق بیفتند تا رویداد خروجی رخ دهد. یک درخت منطق عمومی AND در شکل ۶-۱۰ نشان داده شده است.

شکل ۶-۱۰ دروازه AND را نشان می‌دهد: برای وقوع آتش سوزی به عنوان رویداد اصلی (Top Event) باید سوخت، اکسیژن و منبع احتراق وجود داشته باشد. اگر هر یک از این سه جز موجود نباشند آتش سوزی رخ نمی‌دهد. این شرایط برای وقوع آتش سوزی لازم و کافی هستند.



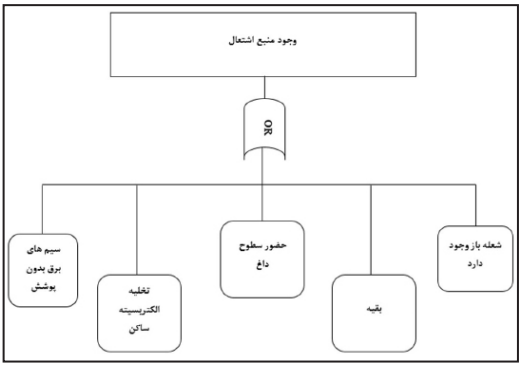
شکل ۶-۱۰. یک درخت منطق عمومی برای آتش سوزی

شکل ۷- ۱۰ یک دروازه OR را نشان می‌دهد. عملکرد دروازه OR به گونه‌ای است که در صورت وقوع یک یا چند رویداد ورودی رویداد خروجی رخ می‌دهد. رویداد A یا رویداد B یا رویداد C... باید رخ دهد تا رویداد نهایی اتفاق بیفتد.



شکل ۷-۱۰. یک درخت عمومی برای نشان دادن دروازه OR

یک مثال خوب از دروازه OR منبع ایجاد آتش سوزی است که در شکل ۸- ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۸-۱۰. یک نمونه درخت منطق با دروازه OR برای منبع اشتعال

علائم AND و OR اغلب حذف می‌شوند و کلمات در بالای خطوط ارتباطی نوشته می‌شوند. درخت منطق باید هر بار که رویدادی جدید به درخت اضافه می‌شود، بررسی شود. اگر یک رویداد زیر دروازه OR به تنهایی برای ایجاد رویداد بالای آن کافی نباشد، لازم است که دروازه AND با دیگر رویداد ضروری پیوند داده شود. اگر یک رویداد زیر دروازه AND بتواند به خودی خود باعث رویداد بالای آن شود، پس آن رویداد باید از زیر دروازه AND به بیرون منتقل شود و توسط یک دروازه OR به رویداد متصل شود.

تیم بررسی با استفاده از یک فرایند تکراری شروع به اثبات (پذیرش[۱]، تأیید[۲]، تصدیق[۳]) یا رد (رد[۴]، عدم پذیرش[۵]) هر یک از شاخه‌های OR می‌کند. نگه‌داشتن کادر "OTHERS" در نمودار به تیم در جلوگیری از نتیجه‌گیری زودرس کمک می‌کند. هنگام آزمون درخت منطق تعیین این‌که آیا یک دروازه AND یا OR دارید مهم است، زیرا انواع دروازه‌ها به روش‌های مختلف آزمایش می‌شوند. هم‌چنین نوع دروازه هنگام ایجاد پیشنهادات مهم است. پیشنهادات کمک می‌کند تا با اضافه کردن AND به درخت فرکانس رخداد را کاهش داد. پیشنهادی که فقط یک شاخه از دروازه OR را از بین ببرد، کارایی کمتری خواهد داشت (به عنوان مثال، حذف یک منبع اشتعال از بین چند منبع).

برخی از تکنیک‌های بررسی از دروازه‌های OR استفاده نمی‌کنند. اگر تیم متوجه نشود کدام ورودی منجر به یک رویداد اصلی شده است، توسعه درخت را در آن مرحله متوقف می‌کند. حدس و گمان مجاز نیست.

محققان می‌توانند از نمادهای درخت منطق متداول زیر استفاده کنند (شکل ۹– ۱۰). با این حال، یک درخت منطق می‌تواند بدون استفاده از آن‌ها هم ایجاد شوند.

در توسعه درخت باید گام‌های کوچک برداشته شود. یکی از تکنیک‌های موجود برای کمک به تیم در برداشتن گام‌های کوچک، تعیین فعال بودن یا غیرفعال بودن بلوک‌های ورودی است. بلوک‌های فعال عواملی هستند که تغییر می‌کنند (به عنوان مثال، جرقه زنی رخ می‌دهد یا دریچه‌ای باز می‌شود). در هر دروازه AND فقط باید یک رویداد فعال وجود داشته باشد. بقیه بلوک‌ها در دروازه AND رویدادهای غیرفعال است یا شرایط موجود را توصیف می‌کنند (به عنوان مثال سیستم حاوی فشار است یا افراد در اتاق کنترل هستند). زمانی که واقعه فعال رخ می‌دهد، واقعه دروازه اتفاق می‌افتد.

شکل ۱۰– ۱۰ نکاتی را برای توسعه درخت منطقی ارائه می‌دهد.

۱-Accept
۲-confirm
۳- verify
٤-refute
٥ -reject

شکل ۹-۱۰. سایر نماد های استفاده شده در درخت خطا

نکات درخت منطق

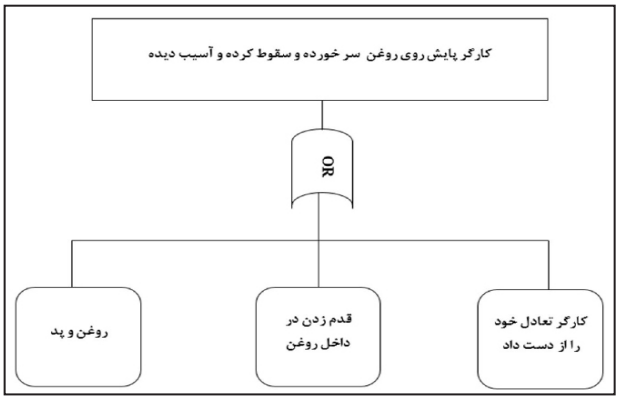
- از یک کاغذ در اندازه های پوستر برای شروع کار استفاده کنید. از یادداشت های چسب ناک ("۲.۵*"۲/۵) به عنوان بلوک های رخ داد استفاده کنید. شما در این صورت به راحتی می توانید بلوک ها رو از نوع بچینید.
- برای آزمون دروازه AND: هر یک از بلوک های ورودی را در نظر بگیرد و عدم درستی آن را ثابت کنید. اگر رخ داد به دروازه AND شما تعلق دارد، رویداد اصلی رخ نخواهد داد. برای مثال: اگر منبع احتراق وجود نداشته باشد، آیا حریق ممکن است رخ دهد؟ نه حریق رخ نخواهد داد، پس منبع احتراق برای این دروازه AND ضروری است.
- برای آزمون دروازه OR: هر رخدادی باید به تنهایی قادر به ایجاد رویداد اصلی باشد.
- در جلسات بررسی درخت منطق را با استفاده از چنین تکنیک های ساده ای در گروه مورد بررسی قرار دهید. چرا در گروه؟ این موضوع باعث می شود افراد از گرفتن گارد دفاعی و یا آشفتگی در صورت رد شدن پیشنهاد آن جلوگیری می کند.
- به تمامی افراد گروه یاد آوری کنید که وقتی چیزی به یک سطح از درخت تعلق ندارد، دلیل نمی شود که متناسب سطوح دیگر نباشد.
- وقتی شما یک رخداد مرتبط با خطای انسانی را یافتید، نوع دروازه اصلا اهمیت ندارد. چون در صورتی که ترکیب چندین عامل باعث رخداد خطا در یک فرد شود، ممکن است در فرد دیگر فقط یک عامل برای رخداد چنین خطای کافی باشد.

شکل ۹-۱۰. نکات درخت منطق

موضوع رویدادی که قبلاً بحث شد را در نظر بگیرید:

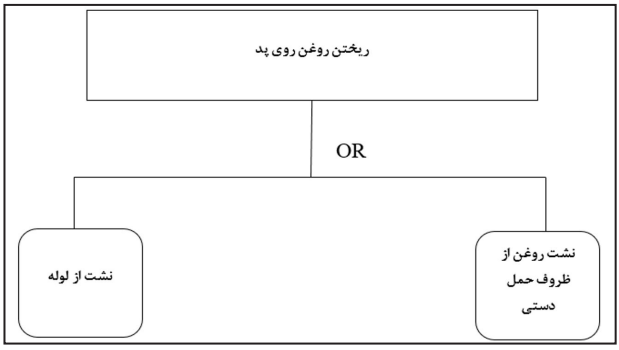
یک کارگر در حال عبور از مسیر بتونی در یک واحد فرآیند بود. مقداری روغن روی زمین ریخته بود. فرد در حال عبور از روغن پایش سر می‌خورد و سقوط می‌کند. هوا آفتابی بود؛ کارگر چیزی را حمل نمی‌کرد، حواس پرت نبود و هیچ کار فوری را انجام نمی‌داد.

قسمت بالای درخت ایجاد شده برای این رویداد ممکن است شبیه شکل ۱۱- ۱۰ باشد.

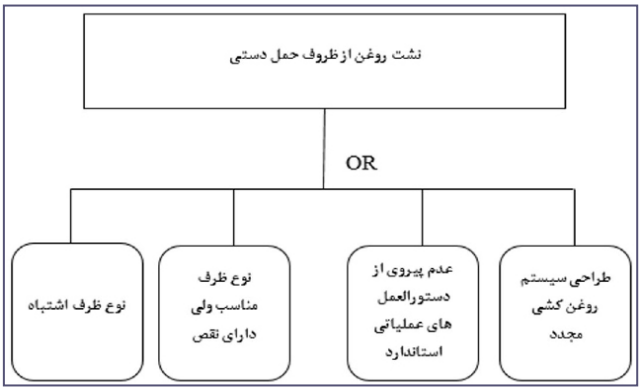


شکل۱۱-۱۰. قسمت بالای درخت منطق در مثال سر خوردن کارگر

هر یک از رویدادهای موفق سطح پایین، با طرح مکرر این سوال که "چرا این رویداد رخ داده است؟" با دنبال کردن فقط یک شاخه توسعه می‌یابند. به عنوان مثال روغن ریخته شده روی زمین حداقل به دو منبع احتمالی منجر می‌شود: نشت از لوله و ظروف حمل دستی؛ همان‌طور که در شکل ۱۲- ۱۰ و شکل ۱۳- ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۱۰. مثال سطوح شاخه های درخت منطق، نشت روغن



شکل ۱۳-۱۰. مثال درخت منطق، ظرف حمل دستی

با پایین رفتن از درخت (بررسی قسمت‌های پایینی) و توسعه بیشتر فقط یکی از این منابع، برای مثال نشت از یک ظرف حمل دستی می‌تواند دلایل احتمالی دیگری ایجاد کند. اکنون می‌توان هر یک از این چهار زیر مجموعه را به صورت جداگانه مورد بررسی قرار داد. انتخاب یک ظرف (از نوع مناسب اما معیوب) و بازگشت به مفهوم سیستم‌های مدیریتی منجر به ملاحظات زیر می‌شود:

- سیستم مدیریتی در بازرسی، تعمیر یا تعویض ظروف چه نقشی دارد؟
- آیا سیستم مدیریت برای دستیابی به خروجی مطلوب به درستی طراحی و تنظیم شده است؟
- آیا سیستم مدیریت به وضوح درک شده و بطور کامل اجرا می‌شود؟

در این مثال، تیم سطح زمین و کفش کارگر را بررسی کرده و هر دو مورد را برای شرایط کار قابل قبول دانست. بنابراین، آن‌ها تصمیم گرفتند که "کارگر تعادل خود را از دست داد" یک رویداد بینابینی است، یعنی یک رویداد "شروع کننده" که فرض می‌شود به عنوان بینابین وجود دارد و رویدادی را که درخت منطق برای آن ساخته شده را تعریف می‌کند. تیم تصمیم گرفت تا مسیر "خطر شناخته شده اما به هر حال از آن عبور کرد" را دنبال کند. با این حال، هر یک از موارد دیگر نیز می‌تواند بیشتر ارزیابی شوند. در این مثال، دلایل اصلی مربوط به نقاط ضعف در سیستم‌های مدیریتی برای آگاهی از خطر و یکپارچگی دارایی ظروف است.

نمونه بزرگ‌تر درخت در شکل ۱۴– ۱۰ نشان داده شده است، البته این درخت کاملاً توسعه نیافته است.

■ ۲-۵-۱۰ مثال- آسیب ناشی از پاشیده شدن مواد شیمیایی

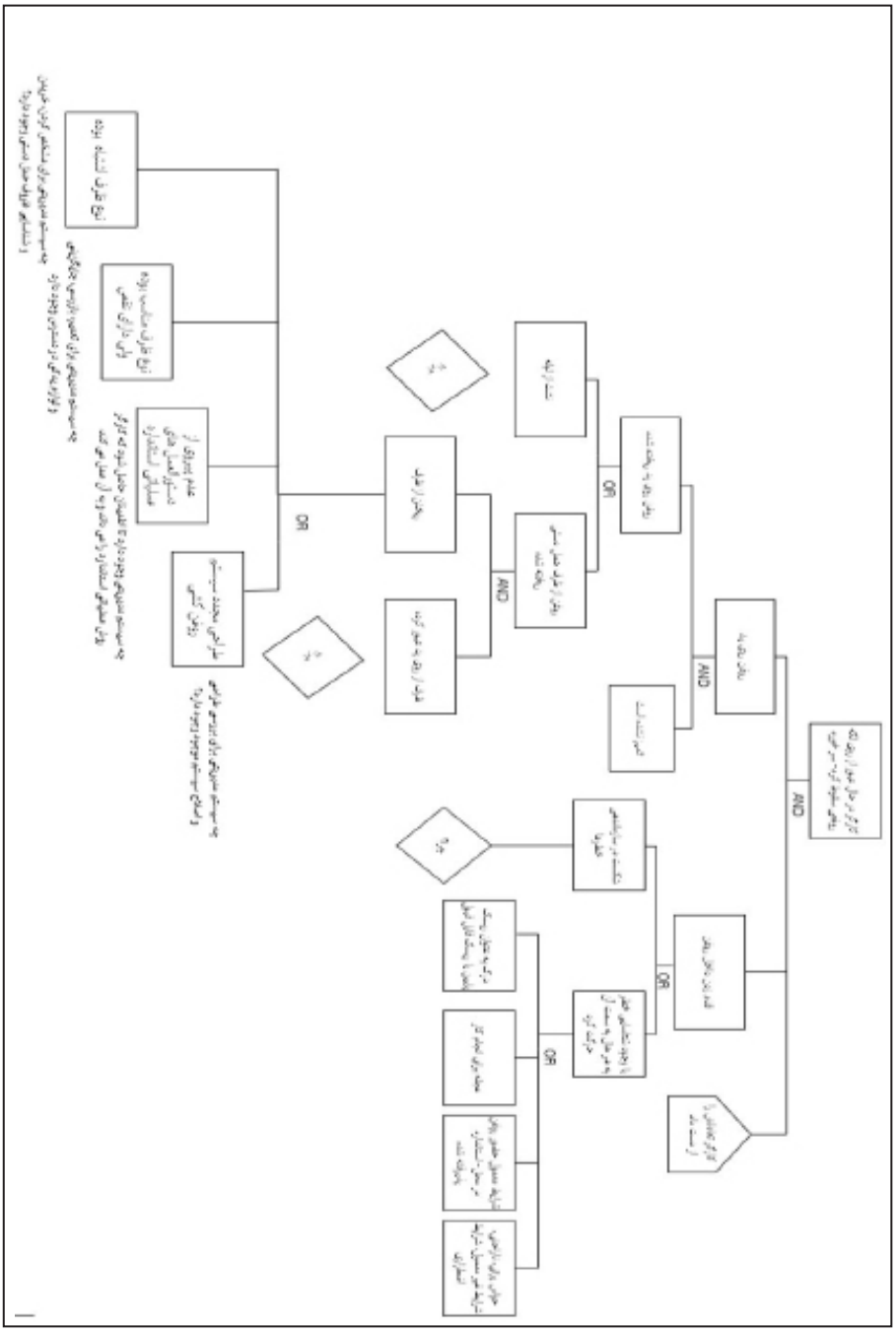
رویداد معمول زیر را در نظر بگیرید:

هنگام تعویض فیلتر، به علت عدم نصب صحیح فیلتر (در رفتن فیلتر)، اسید آلی بر روی کارگر پاشیده شده است. با وجود این‌که سوختگی با اسید چند دقیقه طول می‌کشد ولی کارگر دچار سوختگی شده است. در واقع چند دقیقه طول کشیده تا کارگر به دوش ایمنی برسد، زیرا یک پالت مسیر نزدیک‌ترین دوش را مسدود کرده و کارگر مجبور شده به دوش دیگری که در محل دورتری قرار داشته برود.

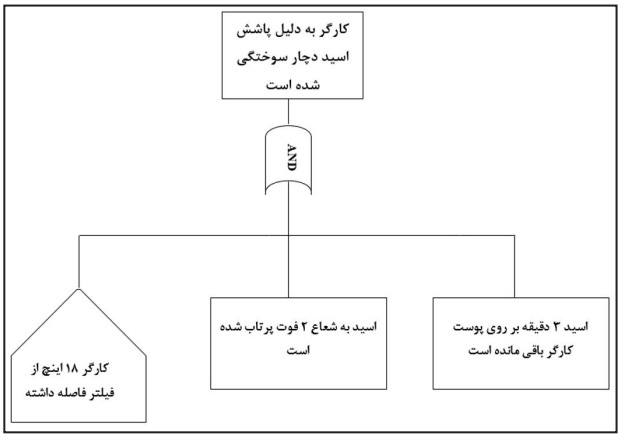
اظهارات کارگر آسیب دیده: "فیلتر از قبل مسدود شده بود. من مسیر تخلیه را باز کردم و مقدار کمی از مواد خارج شد، بنابراین حدس زدم که در شیفت قبلی آن را تخلیه کرده‌اند. نمی‌توانم باور کنم که کسی آن پالت را آنجا قرار داده و دسترسی به دوش را مسدود کرده است".

بررسی مستندات نشان داد که پالت از هفت روز پیش در آن جا قرار داده شده بود.

بخش بالای درخت همانند شکل نشان داده شده در شکل ۱۵– ۱۰ می‌باشد.



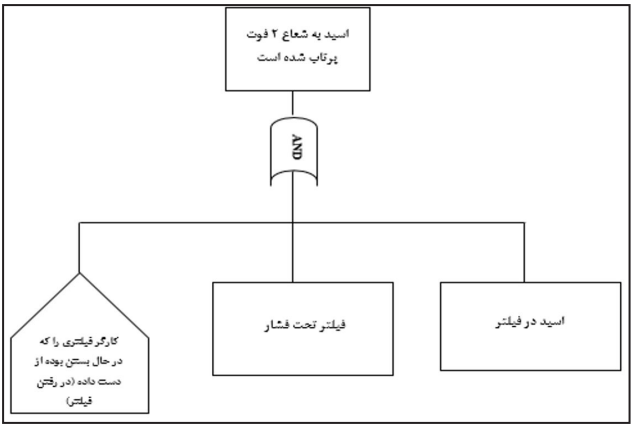
شکل ۱۴-۱۰. درخت منطق، سر خوردن، سکندری خوردن، سقوط



شکل ۱۵-۱۰. بخش بالای درخت منطق، سوختگی کارگر

تیم تصمیم می‌گیرد شاخه سمت چپ را بیشتر از این بررسی نکند زیرا کارگر برای باز کردن فیلتر مجبور بوده در آن محل باشد. در واقع حضور در محل مورد نظر شرط لازم برای انجام فعالیت است.

تیم اقدام به بررسی شاخه وسط می‌کند (شکل ۱۶- ۱۰).



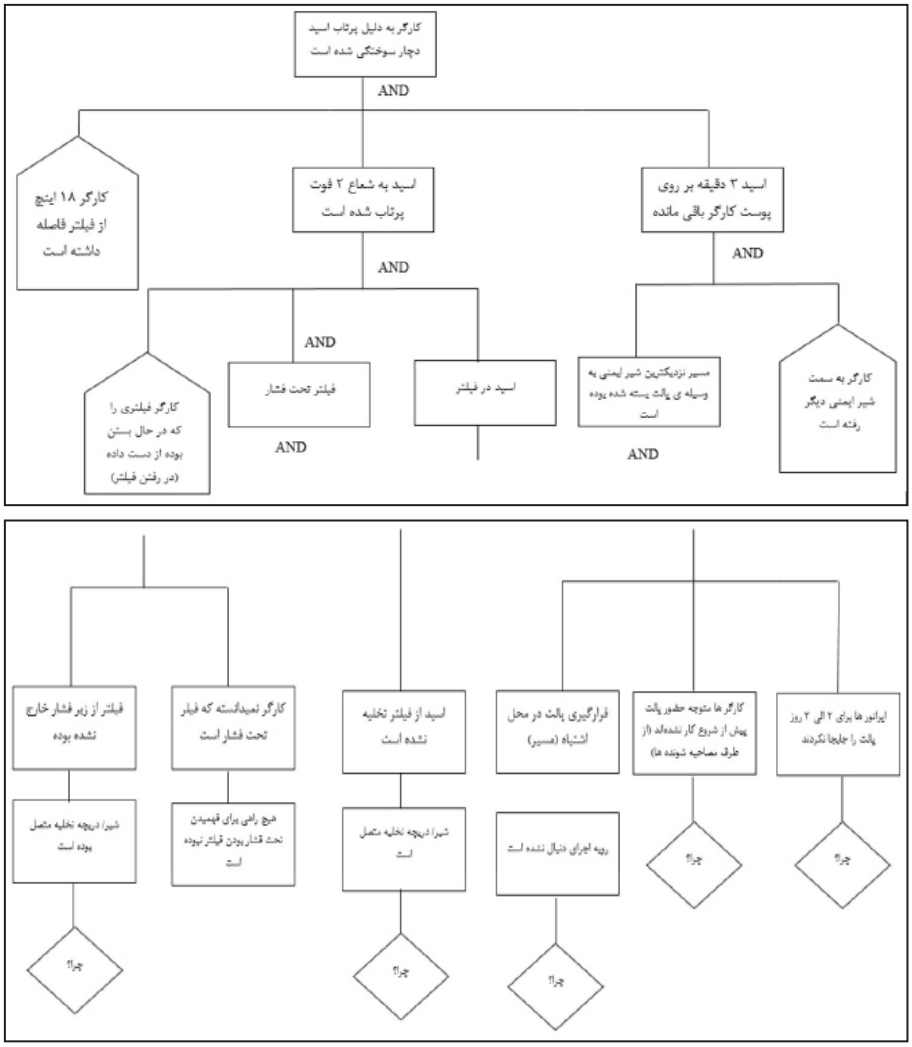
شکل ۱۶-۱۰. شاخه درخت منطق، اسپری اسید

تیم با پرسیدن "چرا؟" به بررسی ادامه داده و شاخه‌ها را توسعه می‌دهد. یک درخت کامل‌تر در شکل ۱۷- ۱۰ نشان داده شده است، اما هنوز کاملاً توسعه نیافته است. تیم باید علت اصلی قرار دادن پالت در مسیر و این‌که چرا اجازه داده شده پالت برای چند روز در آنجا بماند را بررسی کند.

تیم باید به دنبال جواب برای سئوالاتی مانند زیر باشند:

- آیا رویه‌ای برای محل قرارگیری پالت وجود داشته است؟ اگر چنین است، آیا رویه دنبال شده است؟
- آیا پرسنل عملیاتی مکان قرار دادن مواد را تأیید می‌کنند؟
- آیا پرسنل عملیاتی در زمینه شناسایی خطر آموزش دیده‌اند؟
- آیا باید بررسی ایمنی قبل از کار انجام شود؟

توجه داشته باشید که واقعه‌ای با عنوان "دریچه / شیر تخلیه متصل است" در دو شاخه از درخت ظاهر می‌شود. که نقص مشترک را نشان می‌دهد. این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که یک علت یکسان در بیش از یک محل روی درخت ظاهر شود. در این مورد، شیر و دریچه تخلیه یکی بودند و در قسمت پایین فیلتر قرار داشتند. علاوه بر این، هیچ راهی برای کارگر وجود نداشته که تشخیص دهد هم‌چنان فیلتر تحت فشار است، پس یک فشارسنج می‌توانست به محل وصل شود. در این مورد، تیم بررسی پیشنهاد داد، یک نشانگر فشار و یک دریچه خروجی جداگانه به فیلتر اضافه شود.



شکل ۱۷-۱۰. مثال درخت توسعه داده شده، کارگر سوخته شده (این دو شکل برای وضوح بیشتر جدا ازهم کشیده شده اند ولی در اصل یک شکل واحد هستند)

تیم هم‌چنین باید درباره طراحی فیلتر و لوازم حفاظت فردی استفاده شده توسط کارگر سئوال کند، مانند:
آیا طراحی این فیلتر بررسی شده است؟
آیا از زمان نصب، طراحی فیلتر تغییر کرده است؟ اگر چنین است، آیا چنین تغییراتی بررسی شده (مدیریت تغییر) است؟
آیا دستورالعمل‌های ایمن کاری برای تمیز کردن آلودگی‌ها، استفاده از وسایل حفاظت فردی خاصی را اجبار کرده است (به عنوان مثال، محافظ صورت، تجهیزات حفاظت از پاشش مواد شیمیایی و غیره).
آیا کارگر از لوازم حفاظت فردی مناسب استفاده کرده است؟ اگر نه، چرا؟

■ ۳-۵-۱۰ در صورت توقف فرآیند چکار باید کرد؟

فرآیند استدلال قیاسی به دو علت متوقف می‌شود:
۱- هیچ فرضیه‌ای برای واقعه رخ داده وجود ندارد؟
۲- تعداد زیادی فرضیه برای واقعه رخ داده وجود دارد؟
اگر فرضیه‌ای برای واقعه رخ داده وجود ندارد، از روش استقرایی برای یافتن مشکلات بالقوه استفاده کنید. روش‌های متداول منطق استقرایی شامل تکنیک شناسایی خطر و ارزیابی ریسک[۱] (HIRA) مانند چک لیست، چه می‌شود اگر[۲]؟ و مطالعات خطر و عملیات[۳] (HAZOPs) است.
روش‌های استقرایی، خطر یا خرابی معین را فرض می‌کنند، سپس نتیجه احتمالی را شناسایی می‌کنند، یعنی "اگر... چه اتفاقی می‌افتد؟" به عنوان مثال، با پرسیدن "اگر هیچ نشانگری از وضعیت فشار وجود نداشته باشد و فیلتر باز شود چه اتفاقی می‌افتد؟" تیم می‌تواند رویکرد HIRA را در فرض علل بالقوه و در نظر گرفتن کفایت (مناسب بودن و کافی بودن) حفاظ موجود اعمال کند.
اگر فرضیه‌های زیادی برای یک رویداد وجود داشته باشد، از یک ماتریس حقیقت / فرضیه برای انتخاب فرضیه مناسب استفاده کنید. اگر بیش از یک فرضیه معتبر وجود داشته باشد، تیم ممکن است مجبور شود چندین شاخه از درخت منطق را ارزیابی کند.

■ ۴-۵-۱۰ راهنما برای توقف توسعه درخت منطق

بعد از این‌که محتمل‌ترین موضوع توسط تیم شناسایی و درخت منطق توسعه داده شد، تیم بررسی رویداد به مرحله جستجوی دلایل متعدد مربوط به سیستم می‌رسد. چالش دیگر که در این مرحله وجود دارد تصمیم‌گیری در مورد زمان متوقف کردن توسعه بیشتر هر شاخه درخت می‌باشد.

۱-Hazard Identification and Risk Assessment
۲-What If
۳-Hazard and Operability Study

شاید رایج اشتباه توسط تیم‌های بررسی علت‌های ریشه‌ای، اشتباه گرفتن یک علامت[۱] (نشانه) با یک علت ریشه‌ای باشد. در هر سطح، سوال کردن با "چرا؟" را ادامه دهید. اگر شما بتوانید به راحتی پاسخ دهید به این مفهوم است که به اندازه کافی رویداد را عمیق بررسی نکرده‌اید (به اندازه کافی بررسی نکرده اید).

نقص‌های سیستم مدیریتی معمولاً به عنوان یک شاخص قابل اعتماد شناخته می‌شوند. این کمبودها می‌توانند شامل خرابی‌ها، نظارت‌ها، ضعف‌ها، نقص‌های پیش‌بینی نشده، ممیزی‌های انجام نشده یا تغییراتی که در همه سیستم‌های مرتبط لحاظ نشده است، باشند. اگر برای اصلاح نقص نیاز به تغییر سیستم مدیریت باشد، می‌توان آن را یک گزینه اصلی برای تعیین علت ریشه‌ای در نظر گرفت. برای توقف توسعه رو به پایین درخت منطق، قضاوت لازم است. معمولاً از نظر تئوری می‌توان سطح پایین دیگری را برای هر رویدادی توسعه داد، اما ممکن است در نظر گرفتن سطوح پایین هیچ فایده‌ای نداشته باشد.

پیروی نکردن از روش اجرایی تعیین شده می‌تواند یک یافته متداول در سطح متوسط باشد. توقف در این مرحله اشتباه خواهد بود زیرا "پیروی نکردن از روش اجرایی تعیین شده" بندرت علت ریشه‌ای است. رویکرد علت ریشه‌ای بیشتر به دلایل (قصور) عمل نکردن اپراتور به روش اجرایی می‌پردازد. در زیر مثال‌هایی از دلایل احتمالی آورده شده است:

این روش اجرایی نامفهوم بود، به سختی قابل پی‌گیری بود، از رده خارج بود، توالی یا واقعیت‌های آن اشتباه بود، یا شرایط کار را پوشش نمی‌داد.

- کارگران حس کرده‌اند که خطر قابل توجهی نیست.
- اجرا یا نظارت بر روش‌های اجرایی متناقض بوده است.
- کارگر به دلیل کار زیاد (موقت یا همیشگی)، کار را با عجله انجام داده است.
- برخی از ابزارها یا لوازم موجود نبوده است، بنابراین کارگر به صورت خودسر عمل کرده است.

به دلیل نقض روش اجرایی موجود در گذشته پاداش دریافت کرده است.

خط مشی‌ها، استانداردها، کنترل‌های اداری، اقدامات نظارتی یا آموزش از جمله مسائل مدیریتی هستند که می‌توان در این مثال در نظر گرفت.

یک مورد خرابی قطعه در سیستم فیزیکی مانند پیچ یا واشر را در نظر بگیرید. هنگامی که یک نقص غیرمنتظره اتفاق می‌افتد، می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد، مانند:

- در حین کار قطعه تغییر کرد و بار بیشتری به قطعه (جزء) وارد شد.
- مقاومت قطعه تخریب شده بود، اما این تخریب شناسایی و یا اصلاح نشده است.
- مواد مورد استفاده برای ساخت قطعه برای انجام وظیفه تعیین شده نامناسب بود.
- قطعه به‌طور نامناسب نصب شده است.

محققان باید توسعه درخت را تا زمانی که مواردی مانند موارد زیر را پیدا کنند ادامه دهند:

- آیا سیستم مدیریتی درگیر این نقص بوده است؟

۱-Symptom

- چرا سیستم نظارتی مدیریت، آزمون یا برنامه‌های بازرسی کارخانه نتوانسته است نقص اولیه را تشخیص دهد؟
- چرا برنامه نگهداری پیش‌گیرانه در کارخانه مانع از خرابی نشده است؟
- اگر این نقص مستقیماً ناشی از یک خطای انسانی است، دلیل اصلی این خطا چه بوده است؟

برای قطعه (جزء) یا تجهیزات تهیه شده توسط تأمین کنندگان خارجی، روند نزولی معمولاً در سطح قطعه متوقف می‌شود، مگر این‌که دستگاه به‌طور معمول توسط پرسنل داخلی باز، تعمیر، کالیبره، تنظیم یا بازرسی شود. جعبه‌های سیاه الکترونیکی (مشابه جعبه‌های زیر کاپوت اتومبیل ها) مثال خوبی از این موضوع هستند. ممکن است صاحبان موقعیتی برای دستکاری نقاط اتصال (سیم، نقاط اتصال و قلاب‌های (بست‌های) محافظ) داشته باشند اما معمولاً آن‌ها را باز نمی‌کنند یا سعی در تشخیص نقص داخلی ندارند.

بعضی سیستم‌ها توسط اپراتورهای کارخانه‌های مواد شیمیایی مونتاژ و نگهداری (حفظ) می‌شوند. به عنوان مثال، اجزای مختلف سیستم شیر کنترل ممکن است جداگانه خریداری شده و سپس توسط پرسنل کارخانه مونتاژ و پیکربندی شود. تیم بررسی رویداد ممکن است علل احتمالی رویداد را که مربوط به روش‌های یکپارچه‌سازی، مونتاژ، تعمیر و نگهداری، بازرسی و کالیبراسیون سیستم شیر کنترل است، بررسی کند. با این وجود، اگر نقص در عملکرد یک جزء فرعی مهر و موم شده در کارخانه وجود داشته باشد، تیم بررسی رویداد باید بدنبال افراد متخصص باشد. معمولاً تیم هیچ یک از قطعات کارخانه را که توسط تأمین کنندگان خارجی بدون کمک پرسنل داخل سازمان مهر و موم شده‌اند را تجزیه و تحلیل نمی‌کند. اگر چنین نقصی در بروز رویداد نقش داشته باشد، باید تا زمان مشخص شدن بررسی شود. این اقدام زمانی که اجزای مشابه در جاهای دیگر استفاده شده‌اند، بسیار ضروری می‌باشد.

راهنمای دیگر برای جلوگیری از توسعه درخت زمانی است که رویداد مورد بررسی به خارج سازمان مربوط شود (از کنترل سازمان خارج باشد). تفاوت قابل توجهی در توانایی کنترل رویدادهای داخلی در مقابل رویدادهای خارجی وجود دارد. شرکت "A" ممکن است یک انفجار گسترده و انتشار بخار سمی را تجربه کند که به کارگران موجود در کارخانه "B" آسیب رسانده است. بررسی کنندگان و مدیران شرکت "B" ممکن است قادر به تغییر سیستم در شرکت "A" برای جلوگیری از انفجار و انتشار مجدد نباشند. بنابراین، ممکن است شرکت "B" تمرکز خود را به اقدامات داخلی که می‌توانند برای کاهش اثرات آزادسازی موثر واقع شوند، معطوف کند.

اقداماتی مانند هشدارها، آژیرها، تخلیه‌ها، روش‌های اجرایی مربوط به پناهگاه‌ها، آموزش، لوازم حفاظت فردی یا سایر اقدامات برای آمادگی واکنش در شرایط اضطراری، همگی نشان‌دهنده اقدامات داخلی است که شرکت "B" به‌طور منطقی می‌تواند آن‌ها را انجام دهد. هر تیم بررسی می‌تواند توسعه درخت را در نقطه‌ای که دیگر توانایی کنترل رخداد را ندارند متوقف کند.

تیم بررسی باید توقف در توسعه شاخه‌ها و موضوع‌های اتفاقی جایگزین را که توسط تیم رد شده‌اند، ثبت و مستند نماید. ممکن است تیم بررسی مجبور باشد تصمیم خود برای رد موضوع‌های احتمالی اتفاق را

توضیح دهد یا از آن دفاع کند. این توضیح یا دفاع ممکن است ماه‌ها یا حتی سال‌ها پس از پایان فعالیت‌های تیم بررسی رخ دهد، بنابراین مستندات کافی بسیار مهم است.

منطقی که با آن ادامه یک مسیر در درخت متوقف می‌شود باید مستند شود، برخی از این مثال‌ها در زیر آورده شده‌اند:

- مسیرهای دیگر پربارتر است
- بررسی‌های بالقوه توسط دیگران
- محدودیت دامنه کنترل

۶-۱۰ مثال‌های کاربردی

مثال‌های زیر راه‌های مختلف در استفاده از تجزیه و تحلیل درخت منطقی را نشان می‌دهد:

- درخت منطقی با استفاده از ماتریس حقیقت / فرضیه
- درخت منطقی با استفاده از داده‌های گذشته برای تعیین علل بالقوه

■ ۱-۶-۱۰ رویداد آتش سوزی و انفجار- درخت خطا

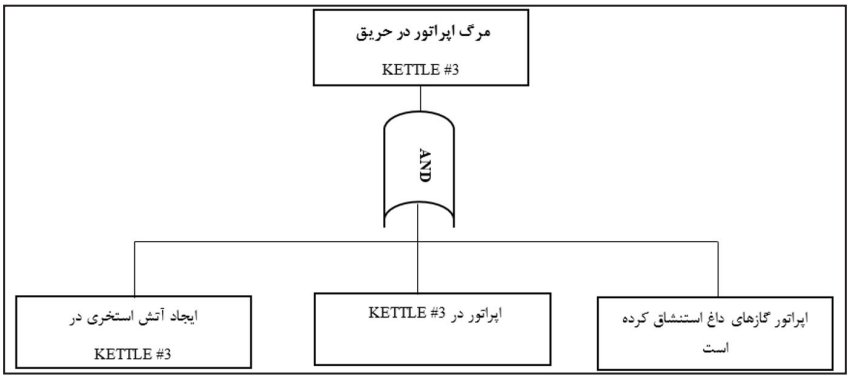
مثال رویداد ایمنی فرآیند ارائه شده در پیوست " ۴" می‌تواند برای نشان دادن کاربرد نحوه استفاده از ماتریس حقیقت / فرضیه در طول توسعه درخت منطقی استفاده شود. جزئیات این رویداد به‌طور خلاصه در پیوست "۴ " آورده شده است:

یک آتش سوزی و انفجار بزرگ در تاسیسات تولید پلی اتیلن منجر به یک کشته، ۵ مصدوم و خسارات گسترده به کارخانه شد. این آتش سوزی در اثر پر شدن بیش از حد مخزن و پاره شدن لوله خروجی در قسمت کاتالیزور ایجاد و باعث آزاد شدن ایزوپنتان، ماده قابل اشتعال و آلومینیوم آلکیل[۱] به عنوان یک ماده آتش‌گیر (Pyrophoric)[۲] ایجاد شد. اولین آتش سوزی به صورت کروی تقریباً در ساعت ۱۱: ۱۰ صبح رخ داد و منجر به مرگ یک اپراتور و آسیب دیدگی پیمانکار شد. با توجه به این که پمپ‌های آب آتش نشانی از کار افتاده بودند، واکنش اضطراری مختل شد در نتیجه شدت آسیب وارده افزایش پیدا کرد. آتش ایجاد شده به سمت مخزن عمودی ذخیره کاتالیزور گسترش یافت. در نتیجه مخزن ذخیره کاتالیست نیز منفجر گردید و منجر به زخمی شدن چهار آتش نشان شد. در نهایت آتش ایجاد شده در ساعت ۱۲: ۱۰ توسط نیروهای آتش نشانی کارخانه و نیروهای آتش نشانی منطقه مهار شد.

برای این مثال، اولین رویداد در نظر گرفته خواهد شد. قسمت بالای درخت برای مرگ و میر اپراتور در شکل ۱۸- ۱۰ توسعه یافته است.

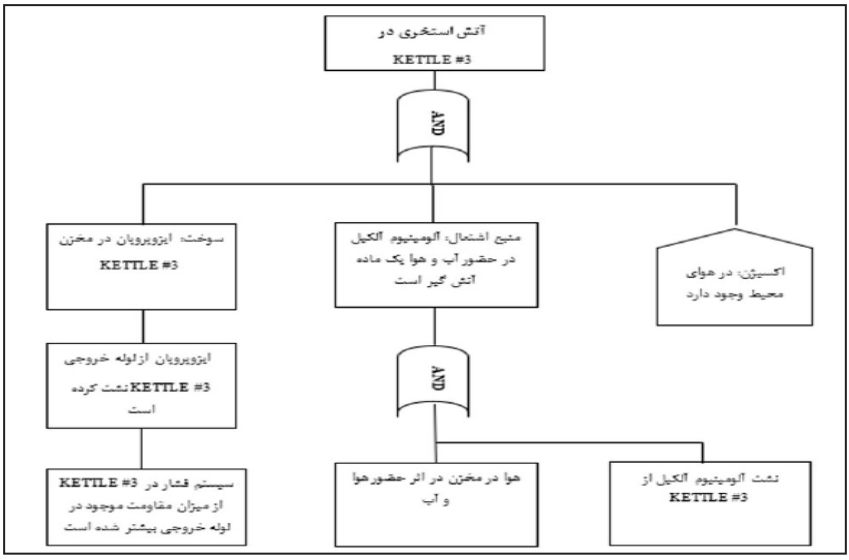
۱-Aluminum Alkyl

۲- موادی که یا در دمای ٥٤ درجه سانتی‌گراد و زیر آن دچار احتراق خودبه‌خود می‌شوند و یا در اثر ۵ دقیقه مواجهه با هوا دچار احتراق خودبه‌خودی می‌شوند



شکل ۱۸-۱۰. شاخه مرگ اپراتور

شاخه قسمت آتش استخری در شکل ۱۹- ۱۰ بیشتر توسعه یافته است.



شکل ۱۹-۱۰. شاخه آتش سوزی

در این مرحله، تیم بررسی با حالتی رو به رو می‌شود که بیش از یک فرضیه دال بر پارگی خط ایزوپنتان وجود دارد. فشار موجود در لوله از فشار طراحی بیشتر شده و یا لوله در فشار طراحی دچار شکستگی شده است.

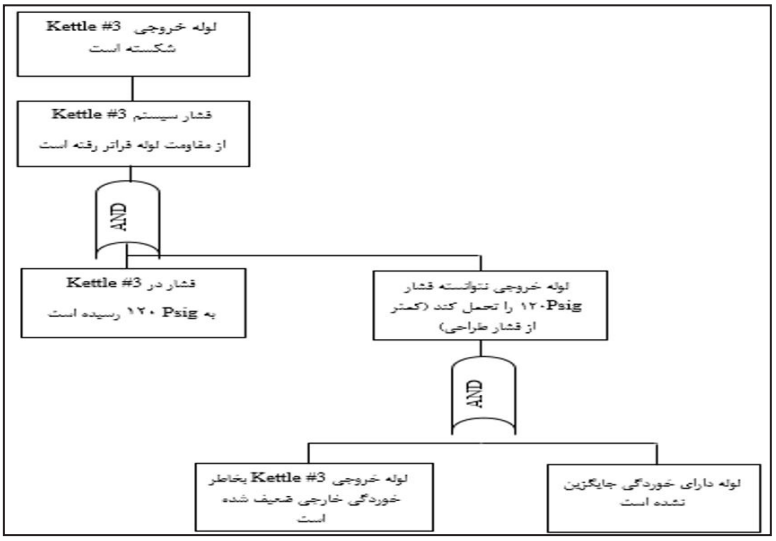
در چنین مواقعی تیم می‌تواند با استفاده از یک ماتریس ساده فرضیه-واقعیت در مورد این که کدام شاخه را دنبال کند، تصمیم بگیرد. یک ماتریس نمونه در شکل ۲۰- ۱۰ نشان داده شده است.

حقیقت شناخته شده ← / سناریوهای محتمل ↓	نمونه های لوله (قطعات پیدا شده لوله) ایزوپنتان خوردگی خارجی را بخصوص در ناحیه های که تحت تأثیر گرما قرار گرفته‌اند، نشان می دهد	درجه گیج فشار سنج افزایش فشار تا ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع را نشان می دهد	نمونه های لوله (قطعات پیدا شده لوله) با شکاف در طول لوله پیدا شدند	سوابق تعمیرات و نگهداری نشان دهنده مواد و برنامه صحیح و مناسب برای تعمیرات می باشد	نمودار واشار به وضوح در منطقه درک شده بوده
فشار از فشار طراحی (۱۵۰ پوند بر اینچ مربع) بیشتر شده است	NA	_	NA	NA	NA
لوله/ مخزن در فشار کمتر از فشار طراحی دچار شکست شده است	+	+	+	NA	NA
لوله/ مخزن بخاطر واشار فلنج در فشار کمتر از فشار طراحی دچار شکست شده است	NA	+	NA	NA	-
لوله/ مخزن در فشار کمتر از فشار طراحی به علت مواد نامناسب استفاده شده دچار شکست شده	NA	+	- نمونه دارای مواد مناسب هست	-	NA

شکل ۲۰-۱۰. ماتریس فرضیه / حقیقت برای نقص لوله ی خروجی از بویلر (Kettle)

راهنما: (+)- حقیقت موضوع را تأیید می‌کند؛ (NA)- این حقیقت در ظاهر زیاد به این فرضیه مربوط نمی‌شود، فرضه را تایید و یا رد نمی‌کند؛ (-)-حقیقت موضوع را رد می‌کند؛ (؟)- در حال حاضر اطلاعات کافی برای تصمیم‌گیری در این رابطه موجود نیست

در این مثال، فرض کنید تیم بررسی نمونه‌هایی از باقیمانده لوله را به‌دست آورده و شواهدی از خوردگی خارجی نیز پیدا کرده است. تیم نتیجه می‌گیرد که خط تغذیه به دلیل فشار بالاتر از حد نرمال و خوردگی سیستم لوله کشی (یک دروازه AND) از کار افتاده است. این روابط در شکل ۲۱ – ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۲۰-۱۰. ماتریس فرضیه / حقیقت برای نقص لوله ی خروجی از بویلر (Kettle)

اگر هیچ مدرک و شواهد فیزیکی توسط تیم بررسی به‌دست نیاید چه کاری باید صورت داد؟ در چنین شرایطی تیم می‌تواند از نبود وجود سوابق بازرسی خوردگی به علاوه دانش در مورد خوردگی مورد انتظار (داخلی و خارجی) سیستم به عنوان شاخص احتمال معتبر بودن خوردگی استفاده کند.

بدون هیچ شواهدی، تیم ممکن است هر فرضیه‌ای را به عنوان شاخه جداگانه‌ای از درخت توسعه دهد و سعی کند علل احتمالی خوردگی، انتخاب نادرست مواد، خرابی فلنج یا موارد دیگر را بررسی کند.

پس از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شواهد در دسترس، تیم بررسی رویداد، نمودارهای درخت منطقی نشان داده شده در ضمیمه D را ایجاد و توسعه داده است. این نمودارها، به صورت منطقی و منظم، توالی وقایع و شرایطی را که منجر به چنین رویدادی شده است را نشان می‌دهند.

یک درخت خطای ساده، رویدادها و شرایط مختلفی را نشان می‌دهد که می‌توانند در رخداد و پیشرفت رویداد نقش داشته باشد. برخی از این توالی‌ها با تأثیر مستقیم بر روی رویداد آغازگر، نقص لوله و ایجاد آتش سوزی اولیه عمل می‌کنند، در حالی که برخی دیگر در افزایش شدت رویداد تأثیر دارند.

گزارش کامل تیم بررسی رویداد در پیوست ۴ ضمیمه شده و جزئیات علت ریشه‌ای رویداد مورد بحث قرار گرفته است. علت ریشه‌ای این رویداد به چندین حوزه مدیریت ایمنی فرآیند مربوط می‌شود:

- یکپارچگی و قابلیت اطمینان سرمایه
- مدیریت پیمانکار
- مدیریت بحران
- شناسایی خطر و تجزیه و تحلیل ریسک
- مدیریت تغییر

مثال را به‌صورت کامل در بخش پیوست‌ها مطالعه کنید. به درخت‌های توسعه داده شده نگاه و به این فکر کنید که اگر رویداد اصلی انتخاب شده انتشار ایزوپنتان بود، علت ریشه‌ای چه چیزهایی می‌توانست باشد. آیا تیم پیشنهادی در مورد پشتیبانی و آموزش پیمانکاران ارائه خواهد داد؟

■ ۲-۶-۱۰ تجزیه و تحلیل علل مبتنی بر داده

روش دیگر برای تعیین علت ریشه‌ای، استفاده از داده‌های گذشته (داده‌های تاریخی) برای استنباط یا شناسایی علل بالقوه است. در این حالت، تیم بررسی از تجربیات گذشته برای یافتن الگوهایی برای تأیید و یا رد فرضیه‌های نقص استفاده می‌کند. این تکنیک دارای ارزشی مانند سوابق می‌باشد و اگر داده‌ها در پرونده‌ها مستند نشوند و یا اشتباه باشند ممکن است نتیجه‌گیری‌های صورت گرفته گمراه‌کننده باشند. علاوه بر این، اگر این نوع رویدادها قبلاً اتفاق نیفتاده باشند، نمی‌توان از این روش استفاده کرد. داده‌های نقص برای سیستم تحت بررسی در یک ترتیب زمانی ارائه می‌شود که می‌تواند با تاریخچه (سابقه) کلی صنعت ارتباط داشته باشد. دو نوع شواهد جستجو می‌شود:

- شواهدی برای ارتباط با وضعیت صنعت، شرایط صنعت یا اثرات زیست محیطی خارجی.
- شواهدی که نشان‌دهنده یک الگوی نقص است که ممکن است با فعالیت‌های تعمیر و نگهداری ارتباط داشته باشد.

مطالعه موردی زیر تجزیه و تحلیل علت مبتنی بر داده را با استفاده از داده‌های تاریخی برای شناسایی علل بالقوه ارائه می‌دهد.

مطالعه موردی:

در کارخانه‌ای که تغذیه دیگ بخار از طریق پمپ آب دارای شفت صورت می‌گیرد (پمپ دارای محور)، در گذشته به دلیل نقص یاتاقان در محل کوپلینگ هیدرولیک[۱] مشکلاتی رخ داده است. هیچ حالت نقص خاصی شناسایی نشده است؛ با این حال در طول عمر ۱۲ ساله پمپ، خرابی تقریباً هر ۱ یا ۲ سال یک بار اتفاق افتاده و منجر به قطع حدود ۳ هفته‌ای سیستم شده است.

با توجه به یادداشت‌هایی که در مورد تعمیر / تعویض یاتاقان وجود دارد، داده‌های موجود در کارخانه غیر از خرابی یاتاقان علت دیگری را نشان نمی‌دهد. بررسی دقیق درباره علت ریشه‌ای هرگز انجام نشده است. سرانجام زمانی که بررسی انجام شده، تجهیزات در حال کار بوده‌اند و شواهد دقیق آخرین خرابی در هنگام تعمیرات از بین رفته است.

در ابتدا یک ترتیب زمانی برای این نقص‌ها ایجاد شد و الگوهای موجود در آن‌ها بررسی شدند. اولین الگویی که به‌دست آمد نشان می‌داد که نقص‌ها عمدتاً پس از قطع شدن (خارج شدن از سرویس) در زمستان رخ می‌دهد. در نتیجه این تفکر ایجاد شد که دما تأثیر مهمی دارد. تجهیزات در یک ساختمان گرم مستقر شده‌اند بنابراین همه اجزا باید در دمای اتاق باشند. اگر درجه حرارت در زمستان در ایجاد این مشکل نقش داشته است پس این دمای پایین به احتمال زیاد در نتیجه خنک شدن بیش از حد توسط یکی از سیستم‌های خنک‌کننده و یا یکی از سیستم‌های روان‌کاری معمولی روغن که در دمای خیلی پایین کار می‌کنند ایجاد شده است.

گزارش‌های کتبی مربوط به خرابی‌های قبلی علت را "خوردگی سطح یاتاقان[۲] " اعلام کرده‌اند. این حقیقت نشان می‌داد که نقص روغن‌کاری گزینه احتمالی است.

زمانی که ویژگی‌های عملکردی سیستم‌های روغن‌کاری به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گرفت، مشخص شد، تأمین روغن از سیستم روغن‌کاری توربین اصلی انجام می‌شود. اپراتورها اظهار کردند: پس از شروع کار در هوای سرد آن‌ها تا زمانی که توربین به قدرت کامل نرسد در نگهداری دما در دمایی بالاتر از حداقل دمای روغن‌کاری یعنی ۱۲۰ درجه فارنهایت (۴۹ درجه سانتی‌گراد) مشکل دارند. مشخصات بخش کوپلینگ هیدرولیکی پمپ تغذیه نشان می‌دهد که حداقل دمای ۱۶۰–۱۴۰ درجه فارنهایت (۷۱–۶۰ درجه سانتی‌گراد) برای عملکرد مناسب مورد نیاز است. یک فرضیه نقص معقول این بود که در طول شروع فعالیت دمای روغن خیلی کم بوده است (و بنابراین گرانروی بیش از حد بالا می‌باشد) تا بتواند با ایجاد جریان کافی روغن‌کاری یاتاقان بلبرینگ‌ها را انجام دهد. این موضوع باعث تماس اصطکاکی بیش از حد و در نتیجه خوردگی یاتاقان می‌شود. اقدام اصلاحی گرم کردن روغن ورودی به کوپلینگ بود. این راه‌حل تعداد نقص‌ها را به طرز چشم‌گیری کاهش داد.

این مثال به‌کار برده شده است تا نشان دهد که همه عناصر فرآیند تعیین علت، مورد استفاده قرار گرفته‌اند اما نه به‌طور رسمی آن‌طور که نام روش‌ها بدان دلالت می‌کنند. این موضوع مهم است زیرا تکنیک‌های مختلف از طریق رویکردهای خاص اما متفاوت به هدف فرایند می‌رسند. تیم بررسی باید اهداف عملکردی را که اساس تعیین علل چندگانه را تشکیل می‌دهند، درک کند. بدون این درک، اغلب از "رویکرد تفنگ ساچمه‌ای" بدون دقت و جستجوی کامل استفاده می‌شود. اولین علت بالقوه شناسایی شده اغلب توسط تیم

۱-یک وسیله هیدرودینامیک است که برای انتقال توان میکانیکی دوار به‌کار می‌رود

۲-Bearing Wipe

بررسی به عنوان علت پذیرفته شده و بررسی‌ها به پایان می‌رسد. این موضع یکی از دلایلی است که با وجود انجام اقدامات اصلاحی بعد از نقص قبلی، نقص‌ها تکرار می‌شوند. هم‌چنین تمایل به متوقف کردن روند بررسی در سطح علل میانی وجود دارد. در مطالعه موردی، دلیل اصلی خوردگی سطح یاتاقان خرابی واحد روغن‌کاری بود. اقدامات اصلاحی از جمله بازطراحی بلبرینگ، مواد جدید، نظارت بر لرزش و غیره پیشنهاد شده بودند. تا زمانی که دمای پایین به عنوان دلیل شناخته نشده و اصلاح نگردد حتی یاتاقان‌های بازطراحی شده نیز مستعد ادامه نقص به علت توقف در زمستان هستند. به عنوان مثال، علت ریشه‌ای پایین بودن درجه حرارت می‌تواند به شیوه‌های طراحی ناکافی، خطا در نصب، آموزش ناکافی و غیره مربوط شود. تیم بررسی هم‌چنین باید بررسی کند که چرا بررسی‌های قبلی علل ریشه‌ای را شناسایی نکرده‌اند.

■ ۳-۶-۱۰ خلاصه درخت منطق

درخت منطق می‌تواند یک وسیله مناسب برای شناسایی علل ریشه‌ای باشد. با این وجود، این روش به مهارت نیاز دارد، به ویژه برای رویدادهای پیچیده و پر ریسک. یکی از نقاط قوت روش درخت منطق این است که یک نمایش گرافیکی برای تحلیل و مدیریت سیستم ایجاد می‌کند. مدیران نمایش تصویری از رفتار سیستم و تعاملات احتمالی را دوست دارند و این نمایش می‌تواند برای یک سیستم پیچیده تمرکز بر روی موضوعات مهم را آسان‌تر کند. برعکس، برخی از موارد زمینه‌ای ممکن است به راحتی در درخت قرار نگیرند به خصوص اگر این موارد بر روی شاخه‌های زیادی تأثیر بگذارند. به عنوان مثال، ممکن است بررسی مسائل مربوط به عوامل انسانی و مسائل فرهنگی دشوار باشد. جدول ۲-۱۰ برخی از نقاط قوت و ضعف درختان منطق را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱۰. نقاط قوت و ضعف درختان منطق

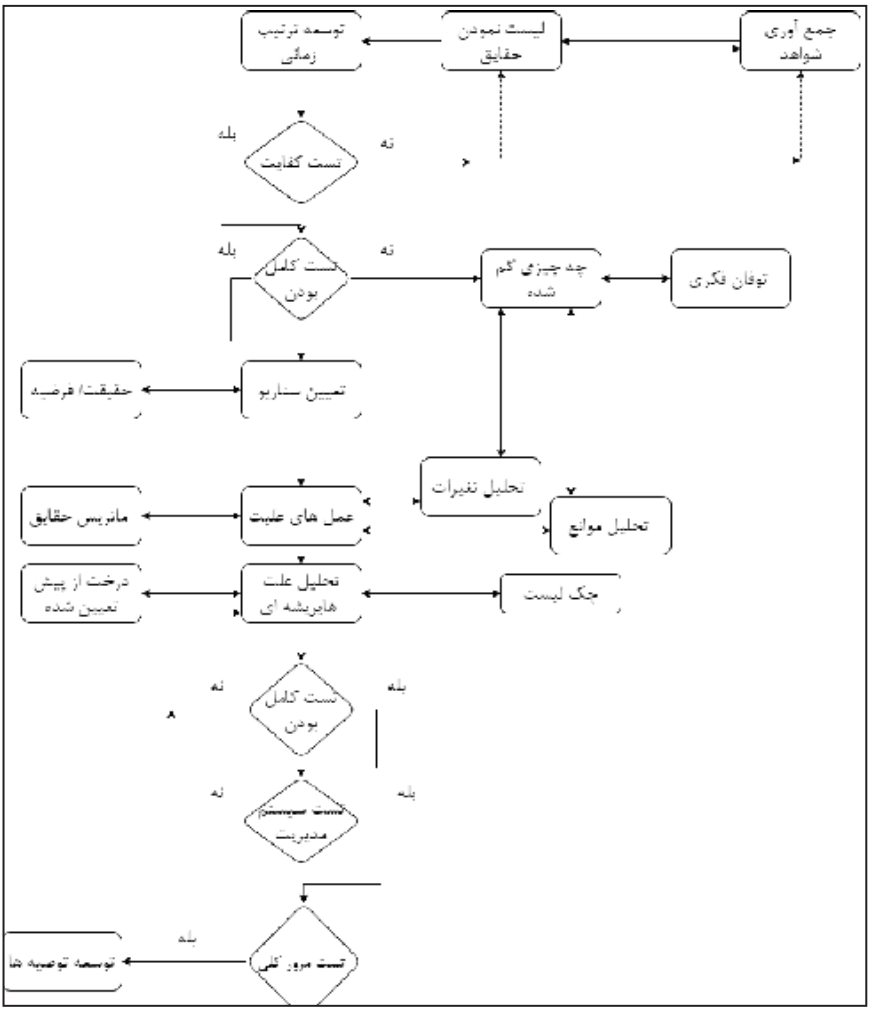
نقاط قوت	نقاط ضعف
یک تکنیک ساختاریافته که ارتباط بین حقیقت‌ها، علت‌ها و معلول‌ها را نشان می‌دهد و ممکن است مسیرهای غیر مشهود نقص را نشان دهد	نیاز به مهارت دارد زیرا ممکن است یک دروازه ضعیف / بی معنی تحلیل را بی اعتبار کند
برخی از نقاط قوت ۵ چرا را به اشتراک می گذارد، به عنوان مثال: اگر مدام بپرسید "چرا؟" می تواند نقص های اصلی سیستم را شناسایی کند می تواند علت های ریشه ای متعددی را شناسایی کند	برخی از نقاط ضعف ۵ چرا را به اشتراک می گذارد، به عنوان مثال: ممکن است تیم بررسی خیلی زود در نشانه ها و یا دلایل علی بررسی را متوقف کند ممکن است تیم بررسی در یک علت ریشه ای بررسی را متوقف کند- برای تعیین چندین علت ریشه ای به سماجت نیاز است
تشویق می کند به "تفکر خارج از جعبه"	نیازمند تیم با دانش است، به عبارت دیگر علت ها ناشناخته هستند
وقایع هم‌زمان را نشان می دهد و نقص حالت مشترک را نمایان می سازد	نیاز به یک مجری خوب برای گیرکردن در بحث های مربوط به ساختار منطق
برای رویداد های ساده و پیچیده مناسب هستند	منطق می‌تواند پیچیده شود و به‌دست آوردن / دنبال کردن آن در این فرمت دشوار است
	موضوعات عمیق فرهنگی می تواند نادیده گرفته شوند
	هیچ راهنمایی برای شناسایی مسائل مربوط به خطای انسانی وجود ندارد

برای دسترسی به اطلاعات و راهنمایی‌های بیشتر در مورد درخت منطق / خطا می‌توان از منابع زیر استفاده کرد:
Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis (CCPS 2000)؛ Guidelines for Hazard Evaluation Procedures، 3rd Edition، (CCPS 2008)؛ Root Cause Analysis (Okes 2009)؛ Lees' Loss Prevention in the Process Industries (Mannan 2012).

۷-۱۰ تعیین علت ریشه‌ای با استفاده از درخت از پیش تعیین شده

در بخش قبلی روش استفاده از درخت منطق شرح داده شد. روش ساختاریافته دیگری که در این فصل مورد بحث قرار می‌گیرد ساخت نمودار ترتیب زمانی و شناسایی عوامل علیت با استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده یا چک لیست می‌باشد.

در ادامه این فصل یک بحث ساختاریافته در رابطه با مفاهیم و اقدامات موجود در شکل ۲۲- ۱۰ ارائه خواهد شد.



شکل ۲۲-۱۰. فلوچارت تعیین علت ریشه ای با استفاده از درخت از پیش تعریف شده و چک لیست

مراحل اولیه این روش مشابه روش قبلی است که قبلا توضیح داده شدند:

جمع‌آوری حقایق، اطلاعات، مشاهدات، بینش‌ها، سوالات و گمانه‌زنی‌های مقدماتی حاصل از فعالیت‌های جمع‌آوری شواهد

ایجاد ترتیب زمانی وقایع منجر به رویداد بر اساس زمان‌ها و توالی‌های شناخته شده موجود با استفاده از نمودار ترتیب زمانی.

این مباحث و به ویژه سازماندهی داده‌ها با استفاده از نمودار ترتیب زمانی قبلاً در فصل ۹ به صورت دقیق بحث شدند و در ادامه خلاصه‌ای کوتاه در رابطه با این مباحث ارائه خواهد شد.

■ ۱-۷-۱۰ تعیین سناریو[۱]

در صورت وجود دو یا چند موضوع احتمالی، تعیین موضوع واقعی رویداد ضروری است. در چنین شرایطی استفاده از یک ماتریس حقیقت / فرضیه بسیار می‌تواند به حل تناقض‌های موجود کمک کند. این کار زمانی کمک‌کننده خواهد بود که پیش‌از شناسایی عوامل علیت انجام شود.

■ ۲-۷-۱۰ فاکتورهای علیت

هنگامی که نمودار ترتیب زمانی یا نمودار توالی رویدادها با توجه به موضوع واقعی تهیه شد، مرحله بعدی، شناسایی عوامل علی رویداد می‌باشد. عواملی از جمله خطاهای انسانی، نقص تجهیزات، شرایط نامطلوب و نقص موانعی که منجر به رویداد شده‌اند را شامل شوند. در واقع عوامل علی وقایع منفی و اقداماتی هستند که سهم عمده‌ای در وقوع رویداد دارند. می‌توان این عوامل را با پرسیدن این‌که اگر واقعه موجود در نمودار ترتیب زمانی وجود نداشت آیا رویداد رخ می‌داد شناسایی کرد.

روند جمع‌آوری شواهد، ایجاد نمودار ترتیب زمانی، تعیین سناریو و شناسایی عوامل علی تا حدودی تکراری است و بنابراین برخی از ابزارها و آزمون‌های کیفی که قبلاً توضیح داده شد، می‌توانند در شناسایی عوامل علیت کمک کنند. به‌طور دقیق‌تر با تجزیه و تحلیل موانع، تجزیه و تحلیل تغییرات به همراه انجام آزمون کفایت می‌توان اطمینان حاصل کرد که همه عوامل علی معتبر شناسایی شده‌اند.

■ ۳-۷-۱۰ درخت از پیش تعریف شده

برای تعیین دلایل وجود عوامل علی لازم است تا این عوامل با جزئیات بیشتر بررسی شوند. بدین منظور ممکن است تیم بررسی از یک درخت از پیش‌تعریف شده برای بررسی جداگانه هر عامل علی استفاده کند. در ابتدا کار بررسی از قسمت بالای درخت با تجزیه و تحلیل اولین عامل شروع می‌شود و سپس تا جایی که حقایق موجود اجازه دهند کار تجزیه و تحلیل ادامه پیدا می‌کند. وقتی یک زیر شاخه مناسب در یکی از شاخه‌ها تعیین شد آن زیر شاخه به عنوان یک علت ریشه‌ای ثبت می‌شود. در ادامه شاخه‌های باقیمانده، بررسی می‌شوند زیرا ممکن است یک عامل علیت چندین علت ریشه‌ای داشته باشد. سپس این روش به ترتیب برای همه عوامل علی تکرار می‌شود.

---

۱ Scenario Determination

هنگام استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده باید چندین آزمون تضمین کیفیت انجام شود. در واقع انجام آزمون تضمین کیفیت یک مرحله بسیار مهم است زیرا درختان از پیش‌تعریف شده برای تعیین بیش‌ترین علت‌های ریشه‌ای طراحی شده‌اند در حالی که احتمال دارد این علل جامع و کامل نباشند. به همین دلیل لازم است هر شاخه درخت بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که شاخه مورد نظر کامل و جامع می‌باشد و تمامی علت‌های ریشه‌ای شناسایی شده‌اند.

برخی از درختان از پیش‌تعریف شده کاملاً منجر به تعیین علل ریشه‌ای می‌شوند. برای اطمینان از این‌که این امر به نقص سیستم مدیریت مربوط می‌شود لازم است برای هر علت ریشه‌ای شناسایی شده یک آزمون سیستم اعمال شود. با استفاده از ابزار "۵ چرا" بررسی‌کننده می‌تواند تشخیص دهد که آیا علت دیگری وجود دارد یا نه.

بعد از استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده، باید آزمون نهایی علت اصلی[۱] اعمال شود. سابقه عملیاتی کارخانه به ویژه رویدادهای قبلی در جهت نشان دادن سایر مشکلات اصلی سیستم مدیریت در نظر گرفته می‌شوند. برای مثال رویدادهای تکراری ممکن است دلایل عمومی داشته باشند که فقط با بررسی رویداد رخ داده شده نمی‌توان دلیل وقوع آن را پیدا کرد. هم‌چنین آزمون فرصتی ایجاد می‌کند تا با یک مرور نهایی بر کلیات تمرکز شود و نه فقط بر روی حقایق فردی و یا علت‌ها.

تیم باید بپرسد که آیا "علت‌های دیگری در ذهن افراد بوده است که در بررسی به آن‌ها توجهی نشده است؟" اگر از نظر تیم بررسی رویداد، علت‌های شناسایی شده راضی‌کننده باشند، بررسی وارد مرحله پیشنهادات می‌شود. اگر تیم بررسی متوجه یک مشکل و یا برخی نواقص شود لازم است تا حلقه‌ی تکراری توسط تیم دنبال شود.

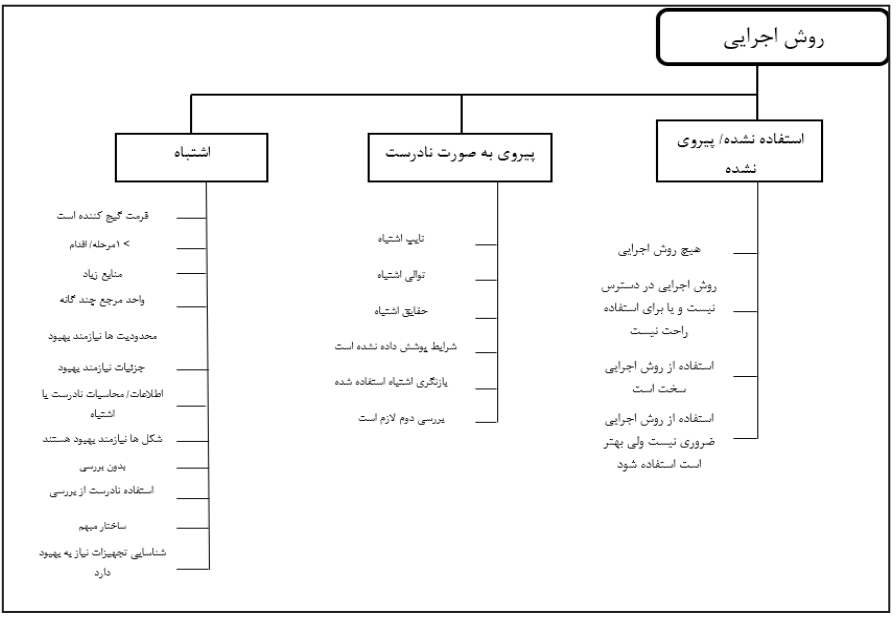
۸-۱۰ استفاده از درخت از پیش تعریف شده

زمانی که سناریو اصلی رویداد درک شد و عوامل علیت شناسایی شدند، ممکن است این اطلاعات برای شناسایی علت‌های ریشه‌ای مورد استفاده قرار گیرند. یکی از روش‌های تعیین علل ریشه‌ای استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده و از قبل آماده شده می‌باشد. درخت از پیش‌تعریف شده یک رویکرد سیستماتیک برای انتخاب و تحلیل عناصر مربوط به سناریو رویداد ایجاد می‌کند. این روش یک رویکرد قیاسی است که با نگاه به گذشته سعی می‌کند وقایع قبلی را که برای وقوع یک رویداد مشخص لازم است را بررسی کند.

درخت از پیش‌تعریف شده شامل یک لیست نسبتا کامل از علت‌های بالقوه ریشه‌ای است که با توجه به موضوع دسته‌بندی شده‌اند. برای مثال نقص تجهیزات، دستورالعمل‌های کار ایمن و خطای انسانی در دسته‌ها و زیرمجموعه‌های مختلف در ترتیبی از شاخه‌ها و زیرشاخه‌ها قرار می‌گیرند. هم‌چنین درخت هیچ‌گونه علامت منطقی ندارد و تمام گره‌های موجود در درخت دروازه‌های "یا[۲]" هستند. یک مثال از یک درخت از پیش‌تعریف شده اختصاصی در شکل ۲۳-۱۰ نشان داده شده است.

۱-Generic Cause

۲-OR



شکل ۲۳-۱۰. مثالی از تحلیل علل ریشه‌ای سلسله مراتبی با بخشی از درخت از پیش تعریف شده (PARADIES,2016)

بر عکس روش اجرایی توسعه درخت منطق، تیم بررسی نیازی به ساخت درخت ندارد. در این روش تیم هر عامل علتی را به یک شاخه درخت از پیش‌تعریف شده معرفی می‌کند و شاخه‌هایی را که به رویداد مربوط نیستند حذف می‌کند. استفاده از این رویکرد کاربردی با مجموعه‌ای استاندارد از علت‌های ریشه‌ای بالقوه برای هر رویداد، سازگاری و تکرارپذیری را ممکن می‌کند.

سازگاری به‌دست آمده در استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده با گروه‌ها و زیر گروه‌های استاندارد علل ریشه‌ای، تجزیه و تحلیل روند آماری را تسهیل می‌کنند. این موضوع به سازمان‌ها اجازه می‌هد تا راحت‌تر بتوانند اطلاعات رویدادها و شبه حوادث را در طول زمان جمع‌آوری و تحلیل کنند و در نتیجه بتوانند روندهای مختلفی را که تنها با بررسی یک رویداد منحصر به‌دست نمی‌آید را تعیین نمایند. برخی از سازمان‌ها به عمد گروه‌ها و زیر گروه‌های علت‌های ریشه‌ای را در راستای سیستم مدیریت خود به منظور تمرکز بر روی مشکلات رایج سیستم ایجاد می‌کنند.

در حالی که استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده به صورت مستقیم تیم بررسی را برای در نظر گرفتن سایر علت‌های ممکن به چالش نمی‌کشد، ممکن است طیف گسترده‌ای از علل را که توسط تیم به آن‌ها اشاره نشده است را ارائه کند. هم‌چنین ممکن است رویداد دارای علت‌های ریشه‌ای جدیدی باشد که در گذشته توسط افراد استفاده‌کننده تجربه نشده باشند. با اضافه نمودن یک آزمون نهایی بر مبنای سایر روش‌ها مانند طوفان فکری می‌تواند بر ضعف‌های بالقوه این روش غلبه کند.

■ ۱-۸-۱۰ روش درخت از پیش تعریف شده

اگر چه بین درختان مختلف از پیش‌تعریف شده تفاوت‌هایی وجود دارد، اساس استفاده از همه درخت‌های از پیش‌تعریف شده برای تعیین علت‌های ریشه‌ای یکسان است. در زمان استفاده از درختان از پیش‌تعریف شده به‌کار بردن مراحل زیر لازم است:

در ابتدا، لازم است چندین عامل علیت رویداد شناسایی شوند. روش موجود در فصل ۸ (بخش ۴-۸ نمودار توالی زمانی و نمودار ترتیب زمانی) ممکن است برای شناسایی عوامل علیت استفاده شود.

اولین عامل علیت با شروع از بالای درخت تحلیل می‌شود و سپس شاخه‌های بعدی تا جایی که حقایق اجازه دهند تحلیل می‌شوند. اگر گروه بندی یک شاخه به عنوان علت مناسب رویداد بنظر برسد، شاخه تا پایین‌ترین سطوح به صورت پی‌درپی بررسی می‌شود تا یک زیرگروه به عنوان علت ریشه‌ای مناسب تعیین شود (توجه: در برخی از شرایط، ممکن است با حقایق موجود بدون بررسی بیشتر نتوان علل ریشه‌ای را شناسایی کرد).

تمام شاخه‌ها و زیرگروه‌ها باید بررسی شوند زیرا ممکن است بیش از یک علت ریشه‌ای باشد.

همان‌طور که هر شاخه بررسی می‌شود، بررسی‌کننده باید بپرسد که آیا علت ریشه‌ای دیگری وجود دارد که در درخت لیست نشده است. تیم باید بپرسد که آیا "علت‌های دیگری در ذهن اعضای تیم وجود دارد که شناسایی نشده اند؟" (درخت از پیش‌تعریف شده، به گونه‌ای طراحی شده که بیشترین علت ریشه‌ای را شناسایی کند).

روش ارائه شده (مرحله ۲ تا ۴) برای همه علت‌های ریشه‌ای به نوبت تکرار می‌شود.

وقتی همه علل ریشه‌ای از طریق درخت شناسایی شدند بهتر است بررسی کنندگان برای آزمون علت‌ها، به ترتیب برای هر علت بپرسند "چرا" تا مطمئن شوند که علل ریشه‌ای اصلی هستند. اگر امکان شناسایی سطوح پایین‌تری از علل وجود داشته باشد، این علل سطح پایین باید به عنوان علل ریشه‌ای ثبت شوند (توجه: این مرحله مشابه استفاده از ۵ چرا است).

سرانجام بررسی کننده بهتر است سایر علل اصلی که توسط درخت از پیش‌تعیین شده شناسایی نشده‌اند را در نظر بگیرد. برای مثال، بررسی کننده باید تاریخچه عملیاتی کارخانه را در نظر بگیرد. سایر رویدادها ممکن است نقص‌های تکراری را نشان دهند و این نقص‌ها مشکلات اصلی سیستم مدیریت را نمایان سازند.

استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده نسبتاً ساده بوده و عموماً در این روش به آموزش و تلاش کمتری برای تعیین علل ریشه‌ای در مقایسه با درخت منطق نیاز می‌باشد.

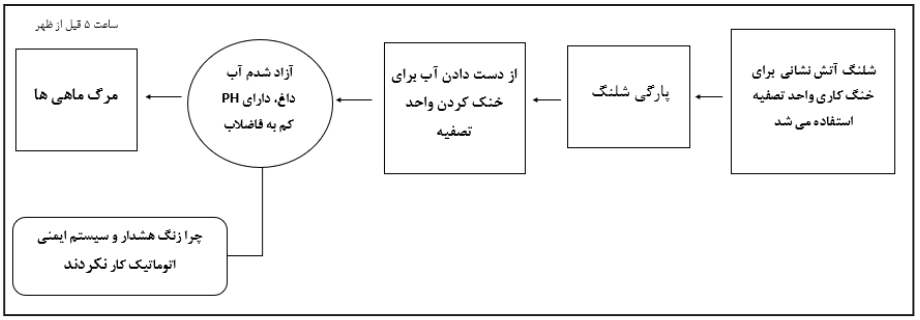
■ ۲-۸-۱۰ مثال: رویداد محیط زیستی

در زیر مثالی از چگونگی استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده برای تحلیل یک رویداد محیط زیستی استفاده شده است. در حالی که ساختار (تعداد شاخه و زیر شاخه) و اصطلاحات درختان از پیش‌تعریف شده

متفاوت می‌باشد، این مثال روش کلی را نشان می‌دهد.

در طول یک شیفت شب عادی در یک کارخانه، واحد تصفیه موقت آب که توسط یک اپراتور قراردادی اداره می‌شد گرم می‌شود. آب گرم و دارای PH کم به سیستم فاضلاب رها می‌شود. سرانجام این آب باعث مرگ ماهی‌ها در رودخانه محلی می‌گردد. افزایش دمای واحد تصفیه موقت زمانی رخ داده که لوله آب آتش نشانی مورد استفاده برای خنک کردن این واحد دچار نقص (پارگی) شده است. کارخانه به یک سیستم ایمنی اتوماتیک[1] مجهز بوده که ظاهراً عمل نکرده و هم‌چنین اپراتور به هشدار پاسخ نداده است.

توالی رویدادها در شکل ۲۴- ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۲۴-۱۰. توالی رویداد

تیم بررسی با همه اپراتورهای قراردادی و سرپرست آن‌ها، مهندسان واحد تصفیه موقت آب، پرسنل کارخانه در واحد فرآیندی کارخانه، پرسنل تدارکات و مدیریت عملیات مصاحبه کردند.

۱-۲-۸-۱۰ شناسایی عوامل علیت

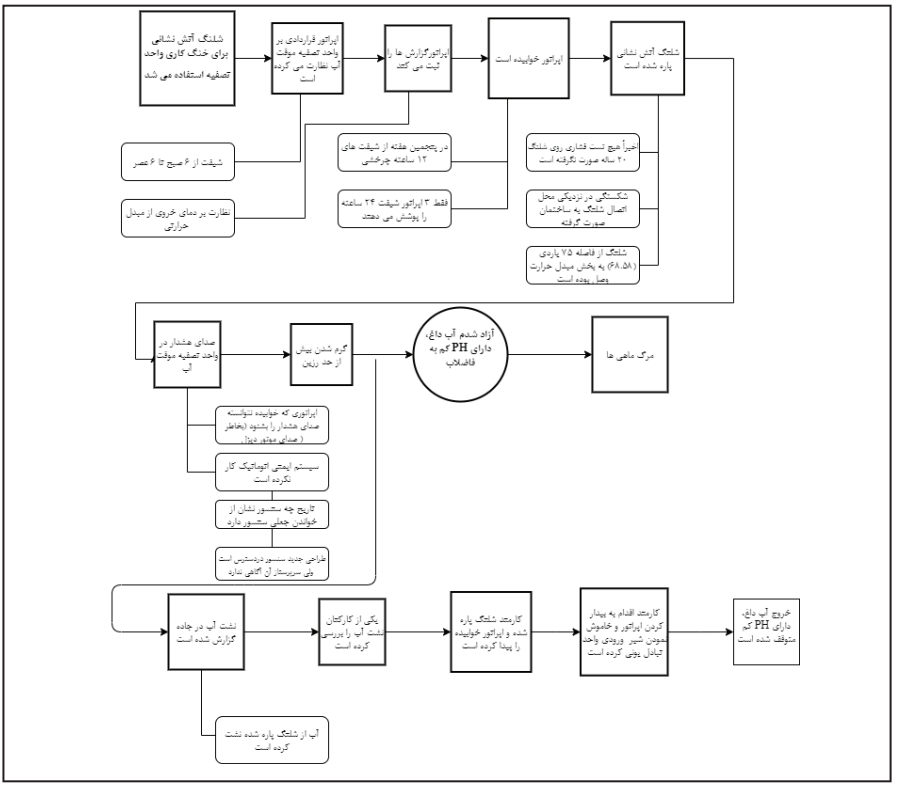
بعد از اتمام مصاحبه و سایر فعالیت‌های جمع‌آوری شواهد، لازم است تا عوامل علیت تعیین و در صورت امکان نمودار عوامل علیت رسم شوند.

در این مثال چهار عامل علیت شناسایی شدند:

- اپراتور قراردادی خوابیده است
- شلنگ (لوله) آتش نشانی پاره شده است
- عدم عمل کردن شات‌آف[2] خودکار
- اپراتور خوابیده و نتوانسته صدای هشدار را به علت نزدیکی به موتور دیزل بشنود (به علت صدای دیزل)

همان‌گونه که شکل ۲۵- ۱۰ نشان می‌دهد می‌توان هر یک از عوامل علیت را با توجه به درخت از پیش‌تعریف شده برای تعیین علت‌های ریشه‌ای تحلیل کرد.

۱-Automatic Trip
۲-Shut Off

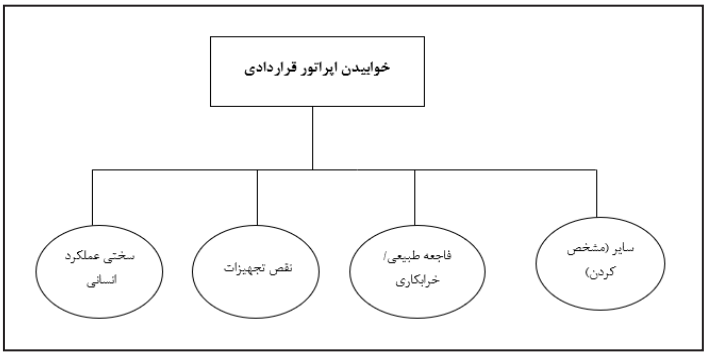


شکل ۲۵-۱۰. نمودار کامل عوامل علیت برای رویداد مرگ ماهی ها

۲-۲-۸-۱۰ تحلیل عوامل علیت

در زیر تحلیل یکی از عوامل علیت آورده شده است: خوابیدن اپراتور. روش کلی با هر یک از درختان از پیش‌تعریف شده که در صنایع فرآیندی رایج هستند، کارایی دارد. با این وجود، برای این مثال، یک ابزار اختصاصی (Paradies، 2016) انتخاب شده است، بنابراین ساختار و اصطلاحات استفاده شده مخصوص آن درخت است.

برای آنالیز عامل علیت بررسی کنندگان از بالای درخت شروع می‌کنند و سپس از بالا به پایین اقدام به بررسی شاخه‌ها و انتخاب و یا حذف می‌کنند. بررسی کنندگان با پرسش و پاسخ اقدام به شناسایی علت‌های ریشه‌ای خاص برای هر عامل علیت می‌نمایند. در این مثال، عامل علیت (خوابیدن اپراتور) به عنوان یک مشکل عملکرد انسانی شناخته شده است (یکی از ۴ گروه مشکل عمده در قسمت بالای درخت، شکل ۲۶-۱۰) و ۳ گروه دیگر کنار گذاشته شدند (درخت‌های مختلف از پیش‌تعریف شده از اصطلاحات و ساختار مختلفی استفاده می‌کنند اما به‌طور کلی گزینه‌های مشابهی را پوشش می‌دهند).



شکل ۲۶-۱۰. قسمت بالای درخت از پیش تعریف شده

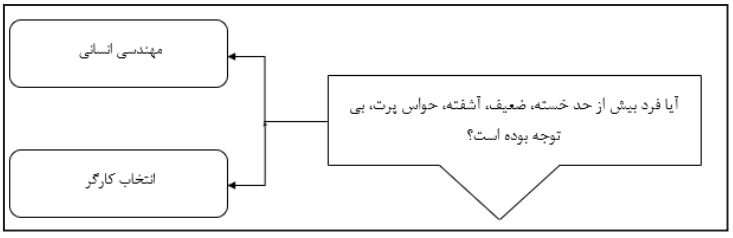
سپس بررسی کنندگان اقدام به بررسی گروه مشکل عملکرد انسانی با استفاده از تعدادی سوال می‌کنند (یا زیر گروه). این سوالات به بررسی کنندگان کمک می‌کنند تا بفهمند کدام یک از چندین شاخه مرتبط به عملکرد انسانی (برخی موقع تحت عنوان علل پایه ای) را بیشتر بررسی کنند. بعضی از درختان از پیش‌تعریف شده از جملات به‌جای سوالات استفاده می‌کنند، اما فرآیند انتخاب مشابه می‌باشد.

شاخه‌های مربوط به عملکرد انسانی به شرح زیر می‌باشند:

- روش‌های اجرایی
- آموزش
- کنترل کیفیت
- ارتباطات
- سیستم‌مدیریت
- مهندسی‌انسانی
- سرپرستی کارگر[۱]

هر شاخه به صورت دقیق بررسی شده تا مشخص شود که آیا به رویداد مربوط است؟، چون ممکن است یک یا چند علت ریشه‌ای در ایجاد مشکل نقش داشته باشند. اگر شاخه مرتبط نباشد، می‌توان آن را حذف کرد.

در مثال مرگ ماهی جواب اولین سوال که در شکل ۲۷- ۱۰ نشان داده شده است بله بوده زیرا اپراتور قراردادی به‌نظر بی‌حال و خسته بوده است. این موضوع نشان می‌دهد که علت ممکن است به مهندسی انسانی و /یا سرپرستی کارگر مربوط شود.



شکل ۲۷-۱۰. اولین سوال گروه مشکل عملکرد انسانی

۱ Work Direction

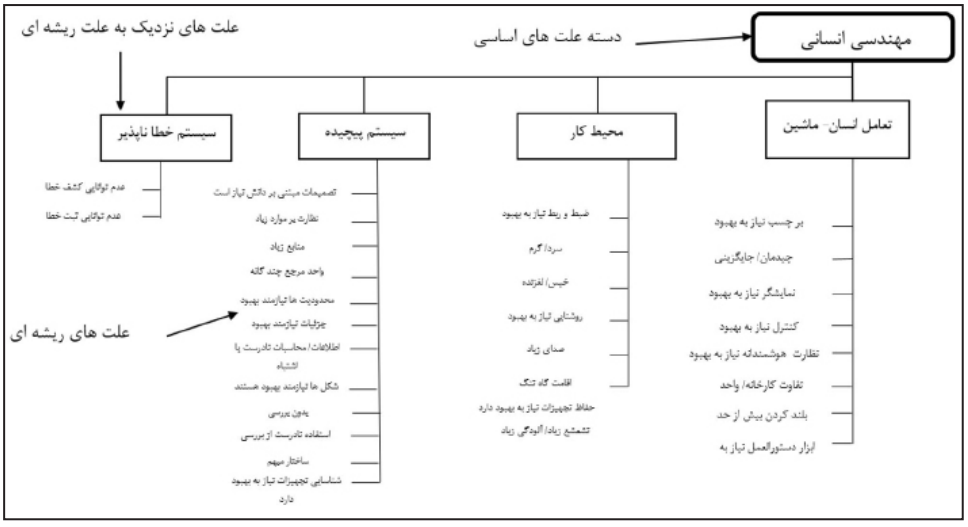
درختان از پیش‌تعریف شده مختلف ممکن است به‌جای این سوال از یک یا چند جمله ساده استفاده کنند، مانند:

- استراحت / خواب کمتر از حد کافی (خستگی)
- توجه کمتر از حد کافی
- با این وجود روش کلی مشابه است.

وقتی همه سوالات موجود در گروه مشکل عملکرد انسانی پاسخ داده شد، شاخه‌های زیر برای بررسی بیشتر انتخاب می‌شوند:

- مهندسی انسانی
- سرپرستی کارگر
- سیستم‌مدیریت
- روش اجرایی

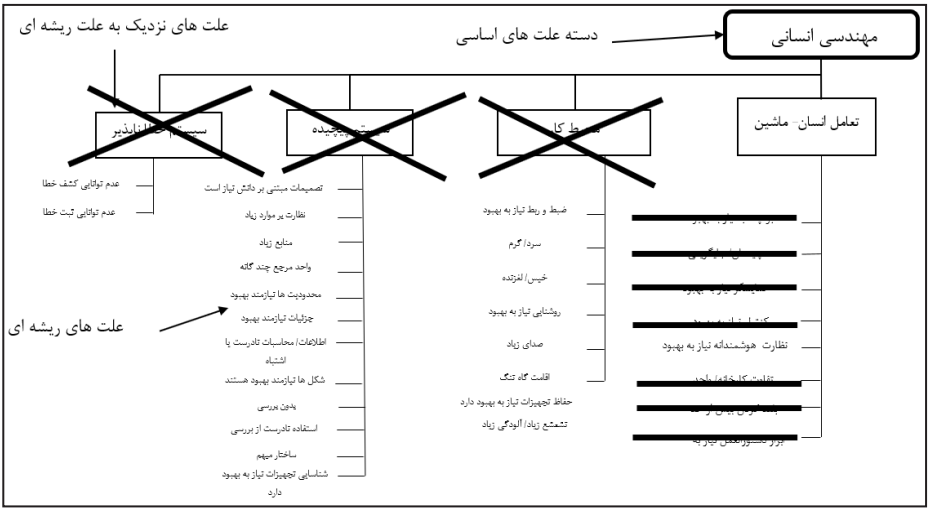
شکل ۲۸- ۱۰ مهندسی انسانی به عنوان یکی از این شاخه‌ها را نشان می‌دهد. در این شکل ۳ سطح از درخت، به عنوان علت‌های اساسی، علت‌های نزدیک به علت ریشه‌ای و علت‌های ریشه‌ای نشان داده شده است. (توجه: ممکن است درخت‌های دیگر از اصطلاحات و سطوح مختلفی استفاده کنند، اگر چه "علت ریشه‌ای" یک اصطلاح رایج محسوب می‌شود).



شکل ۲۸-۱۰. شاخه مهندسی انسانی در درخت

هر یک از زیرشاخه‌ها (علت‌های نزدیک به علت ریشه‌ای) یک‌به‌یک بررسی می‌شوند تا مشخص شود که آیا هر یک از علت‌های ریشه‌ای بالقوه موجود دلیل معتبری برای وجود عامل علیت در زمان وقوع رویداد هستند یا نه. علت‌های ریشه‌ای معتبر ثبت می‌شوند و علت‌های نامعتبر حذف می‌گردند.

در مثال مرگ ماهی، تحلیل کامل شاخه مهندسی انسانی در شکل ۲۹- ۱۰ آورده شده است. در زیر شاخه تعامل انسان با ماشین، "پایش هوشیاری افراد نیاز به بهبود دارد[۱] " به‌عنوان یک علت ریشه‌ای معتبر انتخاب شده و بقیه زیرگروه‌ها کنار گذاشته شده‌اند.



شکل ۲۹-۱۰. تحلیل شاخه مهندسی انسانی در درخت

هنگامی که اولین عامل علت با استفاده از شاخه‌های قابل کاربرد باقیمانده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (برای مثال، سرپرستی کارگر، روش اجرایی، سیستم مدیریت) علت‌های ریشه‌ای زیر شناسایی شدند:

- پایش هوشیاری افراد نیاز به بهبود دارد
- برنامه شیفت کاری نیاز به بهبود دارد
- انتخاب کارگران خسته

خط مشی "عدم خوابیدن در زمان کار" نیاز به راه‌های کاربردی دارد تا توسط کارگران به اجرا در آید.

تیم بررسی فرآیند را دوباره برای هر یک از عوامل باقیمانده یک به یک انجام می‌دهد:

- پارگی شلنگ (لوله) اطفاء حریق
- عدم کارکردن سیستم ایمنی اتوماتیک
- عدم شنیده شدن صدا توسط اپراتور به علت صدای موتور دیزلی

در انتها تیم بررسی با در نظر گرفتن تاریخچه عملیاتی کارخانه و سایر رویدادهایی که ممکن است علل مشابهی داشته باشند، علل اصلی مربوط به سیستم مدیریت کلی صنعت را در نظر می‌گیرد.

زمانی که همه علت‌های ریشه‌ای شناسایی شدند، بررسی کنندگان می‌توانند اقدامات اصلاحی را مطابق با آنچه در فصل ۱۲ ارائه شده انجام دهند.

۱-Monitoring Alertness Needs Improvement

■ ۳-۸-۱۰ کنترل کیفیت

چندین آزمون کنترل کیفی وجود دارد که لازم است در زمان استفاده از درخت از پیش‌تعیین شده آن‌ها را در نظر گرفت. بیشتر این بررسی‌ها قبلا بحث شده‌اند، اگر چه بررسی آن‌ها به علت ارتباط با درخت از پیش‌تعریف شده مفید می‌باشد.

درخت از پیش‌تعریف شده برای تعیین علت‌های ریشه‌ای طراحی شده است اما ممکن است درخت از پیش‌تعریف شده به اندازه‌ای جامع نباشد که بتواند تمام علت‌های ریشه‌ای را شناسایی کند. بنابراین لازم است تا یک آزمون جامع بودن (کامل بودن) دیگر انجام شود. همان طور که همه شاخه‌های درخت یکی یکی بررسی می‌شوند، لازم است بررسی کنندگان بپرسند که آیا علت‌های ریشه‌ای دیگری وجود دارد که ممکن است در درخت لیست نشده باشد.

"علت‌های ریشه‌ای" شناسایی شده با به‌کار بردن عوامل علی در درخت از پیش‌تعریف شده باید با آزمون سیستم مدیریت بررسی شوند تا اطمینان حاصل شود که آن‌ها مربوط به نقص‌های سیستم مدیریت هستند. برخی از درختان از پیش‌تعریف شده بسیار جزئی هستند در حالی که برخی از درختان اختصاصی نمی‌توانند به‌طور کامل علت‌های ریشه‌ای را مشخص کنند. آزمون سیستم اساساً ابزار "۵ چرا" را برای هر یک از علل شناسایی شده در انتهای شاخه مربوط در درخت از پیش‌تعریف شده به‌کار می‌برد. معمولاً لازم است تیم برای چندین مرتبه بپرسد "چرا" تا بتواند به علت‌های ریشه‌ای اصلی دست پیدا کند.

بعد از این که علت‌های ریشه‌ای شناسایی شدند، آزمون علت کلی[۱] باید به‌کار برده شود. با درنظر گرفتن تاریخچه عملیاتی سیستم و بخصوص سایر رویدادها که ممکن است نقص‌های تکراری را نشان دهند، ممکن است بررسی کننده مشکلات اصلی دیگر سیستم مدیریت را شناسایی کند. این علت‌های اصلی احتمال دارد لزوماً با بررسی آخرین رویداد مشخص نشوند.

■ ۴-۸-۱۰ خلاصه درخت از پیش تعریف شده

درختان از پیش‌تعریف شده به شرطی که بتوانند به‌طور صحیح همه عوامل علیت را تعیین کنند، وسیله‌ای مناسب برای شناسایی علل ریشه‌ای هستند. استفاده از یک درخت از پیش‌تعریف شده جامع بخصوص زمانی که آزمایش سیستم مدیریت انجام شده باید این اطمینان را ایجاد کند که بیشتر علت‌های ریشه‌ای (اگر نه همه دلایل) شناسایی شده‌اند. با چندین آزمون کنترل کیفیت دیگر باید این اطمینان ایجاد شود که سایر علت‌های ریشه‌ای باقیمانده نیز شناسایی شده‌اند. جدول ۳- ۱۰ برخی از نقاط قوت و ضعف این روش را نشان می‌دهد.

۱-Generic Cause Test

جدول ۳-۱۰. نقاط قوت و ضعف درخت از پیش تعریف شده

نقاط قوت	نقاط ضعف
تکنیک ساختاریافته و سیستماتیک برای ارزیابی موانع	نیاز به مهارت دارد زیرا انتخاب عامل‌های علیت بی‌معنی و ضعیف تحلیل را بی‌معنی می‌کند
ساده و راحت برای آموزش و استفاده	
برخی از درخت‌های از پیش تعریف شده بسیار جامع هستند و می‌توانند ضعف‌های موانع خاص و سیستم مدیریت را شناسایی کنند	از آنجا که برخی از درختان بر روی علت‌های عمومی و جزئیات کمتر تمرکز می‌کنند می‌تواند در یافتن دلایل خاص ناکافی باشد
می‌توانند چندین علت ریشه‌ای را شناسایی کنند	تیم تحقیق ممکن است در یک علت ریشه‌ای توقف کند، بنابراین به پافشاری دارد
اگر چه با تیم بررسی با دانش، درخت از پیش تعریف شده ممکن است تیم را از موارد خارج از تخصص آنها مطلع کند	نیازمند تفکر "خارج از جعبه" برای مسائلی که ممکن است در درخت نباشند
قابل تکرار در صورتی که عامل علیت به‌درستی انتخاب شود	برخی از درختان از پیش تعریف شده نمی‌توانند به تنهایی علت‌های ریشه‌ای را نمایان سازند. ممکن است تیم بررسی در ابتدا و در عامل‌های علیت و یا نشانه‌ها بررسی را متوقف کنند
می‌توانند در تعیین علل ریشه‌ای اصلی بسیار مفید باشند. برخی از درختان از پیش تعیین شده در زمانی که با روش ۵ چرا ترکیب می‌شوند بهترین نتیجه را خواهند داد	
قابل کاربرد برای همه رویدادها شامل رویدادهای پیچیده و با ریسک بالا	برخی از درختان از پیش تعریف شده در ایمنی فرآیندی ضعیف هستند و بیشتر روی ایمنی شغلی تمرکز می‌کنند

چندین درخت از پیش‌تعریف شده عمومی و اختصاصی برای استفاده همگان در دسترس هستند، اگر چه جامعیت درخت‌های مختلف متفاوت می‌باشد. برخی نمی‌توانند به‌طور کامل علت‌های ریشه‌ای را پیدا کنند (برای مثال ضعف‌های سیستم مدیریت)، در حالی که برخی دیگر بسیار کامل هستند و دارای گروه‌ها و زیرگروه‌های بسیاری می‌باشند. نتیجه برخی از درختان از پیش‌تعریف شده در صورتی که با روش ۵ چرا استفاده شوند بسیار مفید خواهد بود.

۹-۱۰ چک لیست

در روش‌های بررسی رویداد از چک لیست‌هایی با محتوا و جزئیات متفاوت به عنوان ابزارهای کاربر پسند برای بررسی علت‌های ریشه‌ای استفاده می‌شود. در برخی از مواقع چک لیست‌های جامع ممکن است به عنوان ابزار اصلی تحلیل علت‌های ریشه‌ای استفاده شوند، هم‌چنین می‌توان به سادگی از آن‌ها برای تکمیل سایر ابزارهای اصلی استفاده نمود.

زمانی که تیم بررسی هیچ فرضیه‌ای در رابطه با این که چه چیزی باعث وقوع رویداد شده ندارد، چک لیست‌ها می‌توانند بسیار کمک‌کننده باشند. چک لیست یک نمونه از رویکرد استقرایی است که می‌تواند برای عبور از یک بلوک ذهنی مورد استفاده قرار گیرد.

چک لیست‌هایی که برای بررسی رویدادهای ایمنی فرآیند استفاده می‌شوند شباهت زیادی با درخت از پیش‌تعریف شده دارند. این چک لیست‌ها می‌توانند مجموعه‌ای از سوالات یا جملات مربوط به علل اصلی را بر اساس تجربه سیستم‌های مدیریت ایمنی تشکیل دهند. برخی از چک لیست‌ها در زمان استفاده نیاز به توجه دارند زیرا عباراتی که در آن‌ها وجود دارد می‌تواند به جای جلوگیری از سرزنش افراد، آن‌ها را سرزنش کند. هم‌چنین چک لیست‌ها می‌توانند از طریق ارائه مجموعه استانداردی از علت‌های ریشه‌ای بالقوه یکسان برای هر رویداد برای افراد بررسی‌کننده مختلف، سازگاری و تکرارپذیری خوبی ایجاد نمایند. این سازگاری تحلیل روند آماری چندین رویداد که شامل مشکلات تکراری در سازمان هستند را تسهیل خواهد کرد.

درحالی یک چک لیست ممکن است تیم بررسی را به تفکر در مورد دلایل بالقوه دیگر ترغیب نکند، اما می‌تواند بر عدم تجربه در تیم غلبه کند و عللی را ارائه دهد که تیم بدون چک لیست آن‌ها را در نظر نمی‌گرفت.

■ ۱-۹-۱۰ استفاده از چک لیست

استفاده از چک لیست‌ها به عنوان ابزار اصلی تحلیل علت‌های ریشه‌ای بسیار شبیه به استفاده از درخت از پیش‌تعریف شده می‌باشد. این موضوع زیاد تعجب‌آور نیست زیرا اکثر درختان از پیش‌تعریف شده در واقع دنباله‌ای از چک لیست‌هایی هستند که با توجه به موضوع (گروه) در شاخه‌های درخت قرار گرفته‌اند.

نمودار ترتیب زمانی یا توالی زمانی در ابتدا ایجاد می‌شوند و سپس عوامل علیت تعیین می‌گردند. باید اطمینان حاصل شود که از چک لیست خیلی زود استفاده نشده است. قبل از این که بفهمید که چرا رویداد رخ داده، مطمئن شوید که چه چیزی رخ داده و چگونه رخ داده است. در غیر این صورت تیم فکر خواهد کرد که آن‌ها علت ریشه‌ای صحیح را شناسایی کرده‌اند، در حالی که در واقع فقط یک یا دو مورد از چندین علت متعدد مشخص شده است. سپس عوامل علیت یک به یک در چک لیست‌ها بررسی می‌شوند تا علت‌های ریشه‌ای مربوطه شناسایی گردند. مواردی که به رویدادهای خاصی مربوط نیستند کنار گذاشته می‌شوند. آزمون‌های کنترل کیفیت باید مشابه آنچه که برای کنترل کیفیت درختان از پیش‌تعریف شده تشریح شدند، به‌کار برده شوند.

استفاده از چک لیست برای کمک به سایر روش‌های تحلیل علت‌های ریشه‌ای می‌تواند روش بسیار موثری باشد. برای مثال: چک لیست‌های عوامل انسانی ممکن است به همراه درخت منطق مورد استفاده قرار گیرند. چک لیست می‌تواند به عنوان یک راهنما در ایجاد درخت منطق مورد استفاده قرار گیرد، یا به عنوان یک ابزار برای بررسی بعد از توسعه درخت استفاده شود. چک لیست‌ها اساسا به عنوان یک تسریع‌کننده برای جهت دهی به تیم بررسی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موضوع زمانی که تیم فاقد تجربه باشد می‌تواند بسیار کمک‌کننده باشد. با این وجود، باید توجه کرد که چک لیست بر روی شناسایی عوامل علیت متمرکز شود و نه روی کلیات رویداد. همانند سایر روش‌های تعیین علت ریشه‌ای، بررسی‌کننده باید از سرزنش اجتناب کند و به دنبال ضعف‌های سیستم مدیریت که اجازه وقوع رویداد را داده‌اند باشد.

چک لیست‌ها ممکن است در ترکیب با ابزارهای توفان فکری ساختاریافته مانند چه می‌شود اگر؟ همراه شوند (CCPS، 2008).

■ ۲-۹-۱۰ خلاصه چک لیست

چک لیست‌ها ابزاری برای تحلیل علت‌های ریشه‌ای هستند که دارای مزایا و کاربرد راحت‌تری نسبت به درخت از پیش‌تعریف شده می‌باشند. هم‌چنین چک لیست‌ها دارای ضعف‌های مشابهی با درختان از پیش‌تعریف شده هستند (جدول ۳-۱۰).

انواع چک لیست‌های عمومی و اختصاصی با ویژگی‌های مختلفی در دسترس هستند. هیچ دلیلی برای سازمان‌ها وجود ندارد که از ابتدا اقدام به طراحی چک لیست نمایند. تعدادی از چک لیست‌ها و جداول عوامل انسانی در فصل یازده آورده شده‌اند. نمونه‌هایی از چک لیست‌ها که بتوان برای استفاده خوانندگان آن‌ها را اصلاح کرد در وبسایت CCPS قرار داده شده‌اند.

۱۰-۱۰ کاربرد عوامل انسانی

محققان در حال کشف این موضوع هستند که تعداد فزاینده‌ای از علل نقص‌ها مربوط به عدم توجه کافی به عوامل انسانی یا رابطه انسان با ماشین /سیستم است. عوامل انسانی رشته‌ای است که به تطبیق سیستم با توانایی‌ها و محدودیت‌های انسانی مربوط می‌شود. عدم تطابق منجر به نقص عملکرد انسان می‌شود که اغلب این مسئله منجر به تکرار رویدادها می‌گردد.

فرصتی برای بهبود عملکرد سیستم مدیریت ایمنی فرآیند به وسیله بهبود عملکرد انسان و قابلیت اطمینان انسان وجود دارد. اگر چه پیشرفت تکنولوژی باعث ایجاد فرآیندهای اتوماتیک و پیچیده شده است، ولی کارخانه‌ها به خودی خود کار نمی‌کنند. عملکرد صحیح نیاز به تداخل دوره‌ای یا در برخی موارد همیشگی انسان‌ها دارد. طراحان سیستم این موضوع را فهمیده‌اند و انتظارات مدیریت و سیستم فیزیکی را از اپراتور در طراحی خود در نظر می‌گیرند.

مثال زیر اهمیت اصلاح ضعف‌هایی که منجر به خطای انسانی می‌شود را نشان می‌دهد:

> *اگر یک جزء به دلیل خطای انسانی از کار بیفتد، ممکن است "مشاوره" کارگر از انجام مجدد همان خطا جلوگیری کند، اما سایر اعضای کارگاه چه؟ شرایطی که منجر به خرابی اصلی شده همچنان باقی مانده است، بنابراین دیگران هنوز مستعد انجام همان خطا هستند. اگر اطلاعات صحیح و دلایل رخ داد این خطاها توسط تیم بررسی کشف شوند و (۱) اصلاح شوند و/ یا (۲) به دیگران که در خطر ارتکاب دوباره آن خطا قرار دارند اطلاع داده شود، می توان از رخداد بسیاری از وقایع مشابه جلوگیری کرد.*

تحلیل ساختار یافته علل ریشه‌ای دلایل اصلی خطاهای انسانی را کشف می‌کند و به‌طور پیوسته یک راهنمای مناسب برای اقدامات اصلاحی ایجاد می‌نماید. انسان‌ها خطا می‌کنند، پس طراحی سیستمی که بتواند خطاها را قبل از تبدیل شدن به یک پیامد جدی کشف کند بسیار مهم می‌باشد. فصل ۱۱ اطلاعات زیادی در مورد عوامل انسانی که برای تحلیل علت‌های ریشه‌ای کاربرد دارند را ارئه می‌کند.

۱۱-۱۰ خلاصه

موفقیت تحلیل علت وقوع یک رویداد با کیفیت اطلاعات در دسترس و اطلاعات کشف شده و ادراک تیم بررسی ارتباط مستقیمی دارد. هدف از تحلیل علت پیدا کردن اطلاعات لازم برای تعیین اقدامات پیش‌گیرانه قابل کاربرد و مقرون به صرفه می‌باشد.

می توان رویدادهای ساده و کوچک را با درک ضعف‌های ذاتی و مدیریت مناسب آن‌ها به صورت رضایت مندانه‌ای با استفاده از روش ۵ چرا بررسی کرد. هم‌چنین ممکن است از آن به عنوان یک روش کمکی برای سایر روش‌ها استفاده نمود.

برای رویدادهای پیچیده‌تر استفاده از روش‌های ساختاریافته‌تر مانند درخت منطق و درخت از پیش‌تعریف شده می‌تواند این اطمینان را ایجاد کند که علت‌های چندگانه اصلی شناسایی شده¬اند. بررسی کنندگان رویدادها می‌توانند با به‌کاربردن حلقه‌ای تکراری، آزمودن حقایق و به‌کاربردن سیستماتیک آزمون‌های کنترل کیفیت، علت‌های اصلی چندگانه که می‌توانند منجر به رویدادهای بعدی شوند را شناسایی کنند.

۱۱

فصل یازدهم

تأثیر عوامل انسانی

تأثیر عوامل انسانی

«مدت زمان طولانی، مردم باور داشتند که علت بیشتر حوادث، خطای انسانی بوده است و این باور به نوعی صحیح است اما خیلی مفید نیست. این شبیه آن است که بگوییم سقوط به دلیل جاذبه زمین است».
تریوور کِلتز[۱]

نیروی انسانی در تمام جنبه‌های محیط کار دخیل است. انسان‌ها امکانات را مدیریت می‌کنند، تجهیزات را طراحی می‌کنند، با تجهیزات کار می‌کنند و از آن‌ها نگهداری می‌نمایند. با این حال از نظر تاریخی، بررسی کنندگان از عوامل انسانی در علل ایجاد رویداد چشم پوشی کرده و یا راه‌حل‌های مقطعی ارائه داده‌اند. سهم مسائل مکانیکی مربوط به خرابی مخازن تحت فشار، نشتی لوله‌ها، خرابی‌های مربوط به فرآیند، سوء عملکرد سیستم‌های کاهش‌دهنده و... اغلب به راحتی شناسایی می‌شوند؛ اما مشکل واقعی، پاسخ به این سؤال است که چرا این نواقص رخ داده است. پاسخ این سؤال اغلب مربوط به رفتار انسان است. به عنوان مثال،، شاید یک میله شفت[۲] شکسته شده واضح باشد اما برای شناسایی دلیل شکستگی ممکن است بررسی‌های دقیق‌تری نیاز باشد. آیا بررسی‌های شرکت، انتخاب مواد، کنترل‌های عملیاتی، روش‌های تولیدی، استانداردها، اولویت‌ها و... جزء عوامل مؤثر بوده‌اند؟ میله ممکن است به دلیل نظارت ضعیف بر عملکرد یا روش‌های نادرست نگهداری، طراحی نادرست مهندسی که بررسی میله را غیر ممکن می‌کند، انتخاب ماده‌ای که با تولید فعلی سازگار نیست و عوامل اساسی دیگری، شکسته باشد. همه عوامل اساسی باید بررسی شوند تا دلیل این رویداد مشخص گردد. راه‌حل‌های متناسب تنها پس از درک درست تیم بررسی

۱-Trevor Kletz
۲-Shaft

از علل اصلی زمینه‌ای رویداد، قابل دستیابی است. با این حال در بسیاری از بررسی‌ها دلیل این که چرا رویداد به عوامل انسانی مربوط می‌شود، کشف نشده است.

تیم بررسی باید مشخص کند چه اقداماتی برای بهسازی سیستم مدیریتی برای رفع مشکل عملکرد انسانی مرتبط با رویداد مورد بررسی، نیاز است. خلاصه‌سازی بیش از حد عملکرد انسانی به «خطای انسانی» اشتباه ساده‌ای است که با استفاده از تکنیک مناسب قابل پیش‌گیری است. تقریباً در همه رویدادها، دلایل اساسی برای عملکرد انسان، فراتر از این فرضیه ساده که کارگر از دستورالعمل‌ها پیروی نکرده، وجود دارد. خرابی سیستم، نقص در طراحی، دستور کارهای نادرست، عدم تعادل بار کاری یا کمبود آموزش ممکن است پایه و اساس مشکلات عملکردی انسان باشد. یک فرآیند شناسایی دلایل باید علل ریشه‌ای را شناسایی کند. یک بررسی خوب به دنبال نشان دادن راه به انسان برای موفقیت در آینده است. در طول تاریخ نیز بررسی‌هایی برای شناسایی عوامل علیت وجود داشته است. این امر باعث می‌شود از تکرار علت خاص جلوگیری به عمل آمده و از بروز حوادث پیش‌گیری شود. با این حال، اگر ریشه‌های اصلی بررسی شامل عوامل انسانی باشد، موارد شناسایی شده مؤثر بر عملکرد انسانی برای آن رویداد، در سایر رویدادهای بالقوه با الزامات عملکردی مشابه، اعمال می‌شود و به‌طور بالقوه از بسیاری از رویدادهای دیگر جلوگیری می‌کند. هم‌چنین می‌تواند باعث بهبود روحیه کارکنان، افزایش بهره‌وری و تکمیل تغییرات مثبت فرهنگی شود.

این فصل به موضوعات زیر در مورد عوامل انسانی می‌پردازد:

- **مفاهیم عوامل انسانی**
- **گنجاندن عوامل انسانی در روند بررسی رویداد**

۱-۱۱ مفاهیم عوامل انسانی

اصطلاح «عوامل انسانی[۱]» توسط سازمان‌های مختلف به صورت‌های متفاوت تعریف می‌شود. واژه‌نامه CCPS عوامل انسانی را به شرح زیر تعریف می‌کند:

«یک رشته مربوط به طراحی ماشین‌آلات، عملیات و محیط‌های کاری به گونه‌ای که با توانایی‌ها، محدودیت‌ها و نیازهای انسانی مطابقت داشته باشد و شامل هر کار فنی (مهندسی، نوشتن دستورالعمل، آموزش کارکنان، انتخاب کارکنان و...) مربوط به عامل انسانی در سیستم‌های اپراتور- ماشین، می‌باشد» (CCPS، 2018).

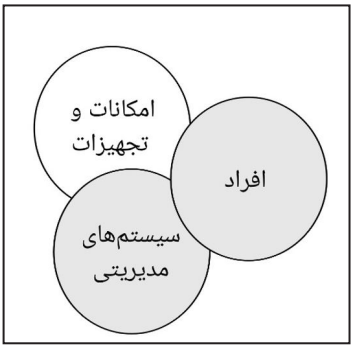
سازمان بهداشت و ایمنی انگلستان[۲] (HSE، 1999) آن را چنین تعریف می‌کند:

«عوامل محیطی، سازمانی، شغلی و ویژگی‌های انسانی و فردی که رفتار در کار را تحت تأثیر قرار داده و بر سلامت و ایمنی تأثیر می‌گذارند».

۱-Human Factors

۲-The UK Health and Safety Executive

یک مدل مشترک برای عوامل انسانی در صنایع فرایندی در شکل ۱- ۱۱ نشان داده شده است. این مدل در کتاب روش‌های عوامل انسانی برای بهبود عملکرد در صنایع فرآیندی CCPS گنجانده شده (CCPS، 2007) و بر اساس مدل IOGP[1] (IOGP، 2005) ساخته شده است.



شکل ۱-۱۱. مدل عوامل انسانی (CCPS, 2007)

کارکنان هر روز با امکانات، تجهیزات و سیستم‌های مدیریتی ارتباط برقرار می‌کنند. مشکلات عملکردی انسان معمولاً نتیجه این تعاملات پیچیده است.

طراحان باید تلاش کنند تجهیزات را برای برآورد کردن انتظارات کارکنان طراحی کنند که این تلاش ممکن است در سراسر جهان متفاوت باشد. به عنوان مثال، برای روشن کردن یک کلید روشنایی در ایالات متحده، سوئیچ به سمت بالا فشار داده می‌شود، در حالی که کلیدهای روشنایی در اروپا به سمت پایین روشن می‌شوند. کدگذاری‌های رنگی ممکن است از کارخانه به کارخانه دیگری متفاوت باشد لذا بهترین روش این است که کاربران نهایی در مورد هرگونه روش محلی برای عملکرد تجهیزات، اطلاعات کسب کنند.

طراحی مناسب عوامل انسانی بسیار مهم است. در اکثر شرایط عادی عملیاتی، اپراتور می‌تواند با بار ذهنی اضافی ناسازگاری، کنار بیاید. در موارد اضطراری یا سایر دوره‌های پر استرس هرگونه بار ذهنی اضافی می‌تواند فرصتی برای خطا باشد.

مثال‌ها:

۱- مطابقت با برخی از قراردادهای مورد انتظار و انطباق با الگوهای عادی اعمال و عادت‌ها می‌تواند عملکرد انسان را افزایش دهد. تیم بررسی رویداد باید نسبت به انحرافات داخلی طراحی از قراردادهای عادی، هوشیار باشد.

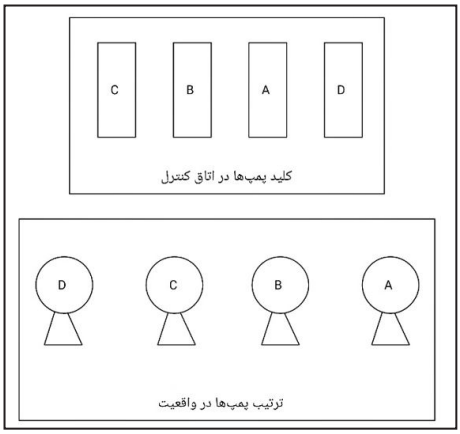
در برخی کشورها، مردم انتظار دارند که شیر آب گرم در سمت چپ و شیر آب سرد در سمت راست باشد. اگر این‌گونه نباشد، می‌توانند گیج شده و دچار اشتباه شوند. انتظار می‌رود شیرها در صورت چرخش در جهت ساعت گرد، بسته شوند و در صورت چرخش در خلاف جهت عقربه‌های ساعت، باز شوند. انحراف از قراردادهای عادی، اقدامات مورد انتظار و عادت‌های ثبت شده می‌تواند دلیل اصلی خطاهای انسانی باشد.

۱-International Association of Oil & Gas Producers

۲- با گذشت زمان، بازسازی و تغییرات جزئی می‌توانند به صورت جداگانه یا در مجموع باعث مشکلات عملکردی انسان شوند.

در شکل زیر، پمپ چهارم به گروهی از سه پمپ موجود اضافه شد. در محل پمپ‌ها، چهارمین پمپ به ترتیب در کنار پمپ C اضافه شد و ترتیب آن‌ها D-C-B-A بود. با این حال در صفحه کنترل جایی برای اضافه شدن کلید جدید پس از کلید "C" وجود نداشت و کلید پمپ "D" در کنار کلید "A" اضافه شد (شکل ۲-۱۱).

در نتیجه در اتاق کنترل کلیدهای مربوطه در توالی C-B-A-D قرار گرفتند. در مواقع اضطراری اپراتور به راحتی می‌تواند به اشتباه کلید اول (کلید جدید "D") را به جای کلید "A" فشار دهد. این دام ارگونومیکی با گذشت زمان و ایجاد تغییرات بدون در نظر گرفتن عادات اپراتورها، تمایلات و اقدامات مورد انتظار، بیشتر می‌شود.



شکل ۲-۱۱. نمونه تنظیم ضعیف پمپ‌ها و سوئیچ‌ها

استفاده از مثال‌هایی برای نشان دادن چگونگی ظاهر شدن عوامل انسانی در محیط کار و چگونگی تأثیر آن در رویدادها، ممکن است مفید باشد. با توجه به مدل موجود در شکل ۱- ۱۱ مباحث مربوط به هر یک از این سه حوزه (CCPS، 2007) به همراه نمونه‌هایی از چگونگی تأثیر پذیری عملکرد انسان بیان شده است.

امکانات و تجهیزات تأثیر می‌گذارند بر:

- طراحی تجهیزات پردازش- توانایی شخص در دستیابی یا کار با تجهیزات
- سیستم‌های کنترل فرآیند- اگر یک اپراتور بدون وقفه‌های مزاحم به خوبی کار کند، اعتماد وی به سیستم بیشتر خواهد شد
- طراحی مرکز کنترل- توانایی اپراتور برای دیدن تمام داده‌های مورد نیاز
- عملیات از راه دور- توانایی اپراتور برای کنترل عملیات با زیرساخت‌ها و پشتیبانی خوب، افزایش خواهد یافت
- طراحی امکانات و ایستگاه‌های کار- پاسخ کارگر، به دلیل مطابقت این طراحی‌ها با هنجارهای فرهنگی و محلی به احتمال زیاد همان طور که در نظر گرفته شده، خواهد بود
- ارتباط رایانه و انسان- در صورت اولویت‌بندی هشدارهای مهم و نمایشگرها، توانایی تصمیم‌گیری و عیب‌یابی

انسان بیشتر خواهد بود

- پناهگاه‌های امن- در شرایط اضطراری توانایی اپراتور برای کنترل روند کار از یک مکان امن به زیرساخت‌های آن مکان بستگی دارد
- برچسب‌زنی- شناسایی تجهیزات توسط اپراتور یا تکنسین تعمیر و نگهداری به جای تکیه بر حافظه یا فرضیات

سیستم‌های مدیریت تأثیر می‌گذارند بر:

- فرهنگ ایمنی شامل پاداش‌ها / مجازات و اهداف فردی / سازمانی- نحوه کار هر کس در محیط کار و این‌که چه چیزی را در اولویت قرار می‌دهد.
- ایمنی مبتنی بر رفتار- اهمیتی که کارکنان به کار ایمن می‌دهند
- برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای پروژه- شفافیت افراد در اولویت‌های کاری، نقش آن‌ها در کار و حمایت‌های موجود
- دستورالعمل‌ها و سایر اسناد موجود- مستقیماً نحوه انجام وظایف
- تعمیر و نگهداری- اتمام کارها و بازگشت تجهیزات به حالت عادی
- شیوه‌های کار ایمن و اجازه کار در سیستم‌ها- نگرش یک کارگر به ایمنی به عنوان یک اولویت
- مدیریت تغییر- درک شخص از این‌که چه تغییری ایجاد می‌شود و چه سطح ارزیابی خطر ممکن است برای تغییر قابل توجیه باشد
- آنالیز کیفی خطر- درک شخص از خطرات موجود
- ارزیابی کمی ریسک- تفسیر شخص از میزان اهمیتی که شرکت برای ارزیابی ریسک قائل است و این‌که چه ریسکی قابل قبول نیست
- سیستم‌های ایمنی- اهتمام فرد در استفاده از این سیستم‌ها ممکن است به میزان کنترل و نگهداری شرکت از آن‌ها، بستگی داشته باشد
- مدیریت صلاحیت- توانایی شخص در انجام کار
- پاسخ و آمادگی در شرایط اضطراری- درک شخص از آنچه از او انتظار می‌رود و اقدامات مناسب وی برای انجام در شرایط اضطراری
- **بررسی رویداد- این‌که آیا عوامل انسانی مربوط به یک رویداد، بررسی و درک می‌شود یا خیر**

جنبه‌های افراد شامل موارد زیر است:

- آموزش افراد- دانش فرد از آنچه در انجام کار انتظار می‌رود
- ارتباطات- درک صحیح شخص از دستورالعمل‌ها
- طراحی و استفاده از اسناد- درک شخص از عملیات در نظر گرفته شده
- عوامل محیطی- انسان در بازه‌ای از دما، سطح صدا و روشنایی، عملکرد خوبی از خود نشان می‌دهد
- میزان بارکاری و سطح کارکنان- عملکرد فردی و عملکرد تیمی فرد
- حمل مواد- توانایی انسان در حمل مواد بدون آسیب

تیم بررسی رویداد باید نسبت به مشکلات عملکردی انسانی ناشی از عدم تطابق بین طراحی سیستم و انتظارات معقول از عملکرد انسان، هوشیار باشد. گاهی اوقات طراحان سیستم‌های فراوری شیمیایی قادر به در نظر گرفتن محدودیت‌های توانایی انسان و الگوهای عادت نیستند. نتیجه اغلب می‌تواند سیستمی باشد که خطاهای انسانی را به جای کاهش دادن، افزایش دهد. دونالد نورمن[۱] این نوع سازگاری‌ها را به‌طور جامع در کتاب "The Design of Everyday Things" توضیح می‌دهد (Norman، 1988).

مشکلات عملکرد انسان به چندین روش بروز می‌کند. ریزن[۲] انواع مختلفی از اعمال غیرارادی یا غیرعمدی انسان را مشخص کرده است (Reason، 1990). مدل توانایی‌ها، قوانین و دانش[۳] (SRK) توسط راسموسن[۴] (Rasmussen، 1983) ساخته شد تا به طراحان کمک کند اطلاعات مورد نیاز یک سیستم و جنبه‌های شناخت انسان را ترکیب کند. از آنجایی که یک بررسی‌کننده از ابزاری مانند «۵ چرا» برای شناسایی علل ریشه‌ای بالقوه استفاده می‌کند، در نظر گرفتن این مدل‌ها می‌تواند به منظور تمرکز در زمینه‌های خاص جهت بهبود عملکرد انسانی، مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۱۱ مشارکت عوامل انسانی در روند بررسی رویداد

همان‌طور که در ابتدای این فصل بیان شد انسان‌ها در تمام جنبه‌های محل کار خود نقش دارند. این امر علاوه بر مدیریت، طراحی، بهره‌برداری و نگهداری شامل بررسی و یادگیری نیز می‌شود. بنابراین پرورش یک فرهنگ آزاد و بدون سرزنش در داخل یک سازمان برای موفقیت در روند بررسی یک رویداد، ضروری است.

بررسی‌ها باید بر درک موارد زیر متمرکز باشد:

- چه اتفاقی افتاد؟
- چگونه اتفاق افتاد؟
- چرا این اتفاق افتاد؟
- برای جلوگیری از تکرار آن چه کاری می‌توان انجام داد؟
- چگونه می‌توان خطر را کاهش داد؟

تعدادی از منابع به‌طور اختصاصی به عوامل انسانی مربوط به بررسی رویداد پرداخته‌اند که ممکن است برای خواننده مفید باشد. دو نکته قابل ذکر عبارت‌اند از: «آموختن از رویدادها، حوادث و وقایع» از سازمان انرژی[۵] (EI، 2016) و «آشکارسازی عوامل انسانی: ایجاد اطمینان در بررسی عوامل انسانی» از انجمن بین‌المللی تولیدکنندگان نفت و گاز[۶] (IOGP، 2018).

۱-Donald Norman
۲-Reason
۳-Skills, Rules, Knowledge
٤-Rasmussen
۵- Energy Institute
٦-The International Association of oil & Gas Producers

■ ۱-۲-۱۱ عوامل انسانی قبل و حین رویداد

مدیریت بر اهمیت بررسی در مورد رویداد و یادگیری از آن‌ها، بسیار ارزش قائل است. مدیران و تیم بررسی به دنبال سرزنش کردن نیستند و اقداماتی که برای «سرزنش و شرمنده کردن» انجام می‌شوند، سازنده نبوده و به‌طور کلی در این حالت اقدامی برای جلوگیری از وقوع رویدادهای مشابه انجام نمی‌شود؛ لذا ایجاد یک فضای باز و قابل اعتماد به صورتی که افراد در مورد وقوع یک رویداد بدون ترس از انتقام بحث کنند، لازم است. بدون وجود چنین محیط حمایت کننده‌ای، افراد درگیر ممکن است در افشای کامل وقایع منتهی به رویداد اکراه داشته باشند (Rothblum، 2002) و تحقیقات بررسی رویداد ممکن است قبل از شناسایی علل ریشه‌ای، به اتمام برسد.

مثال:

«در یک رویداد، اپراتور بورد کنترل درگیر می‌شود. این اپراتور فردی درون‌گرا بوده و دوستان کمی در محل کار داشت. ظاهراً دیگر کارکنان نیز وی را مسخره می‌کردند. در یک روز کاری، اپراتور بورد کنترل یک شیر را به اشتباه بست و در حالی که یکی از همکارانش متوجه خطای وی شده بود، عمداً در اعلام خطا به اپراتور تأخیر کرد. زمانی که این فرد با بی‌ادبی خطای اپراتور بورد را به وی اطلاع داد، برای جلوگیری از رویداد خیلی دیر شده بود. هم‌چنان مشخص شد در حالی که روند کار از کنترل خارج شده بود، اپراتور بورد کنترل زمان قابل توجهی را صرف تماس‌های تلفنی غیر مرتبط با کار کرده بود» (Broadribb، 2012).

انضباط عملیاتی یک موضوع بسیار مهم در عوامل انسانی و ایمنی فرآیند است. انضباط عملیاتی برای مجازات کردن کارکنانی که مرتکب خطا شده‌اند، نمی‌باشد بلکه هدف از آن قادرسازی افراد برای این‌که هر بار وظایف خود را به درستی انجام دهند، است (CCPS، 2015). این هدف با تعریف واضح نحوه مدیریت فرآیندها با تأمین منابع مورد نیاز و ایجاد انتظارات روشن برای پیروی از روش‌ها، برآورد شده و انضباط عملیاتی توسط مدیریت، سازمان، ارتباطات، کار گروهی، منابع و اسناد، پشتیبانی می‌شود. ممکن است این موضوع نشان دهد که چرا انسان رفتار خاصی از خود نشان داده است. مباحث مربوط به انضباط عملیاتی در جدول ۱- ۱۱ شامل مواد بالقوه عوامل انسانی، ارائه شده است.

مسائل مربوط به عوامل انسانی می‌تواند بر عملکرد خود تیم بررسی نیز تأثیر بگذارد. اعضای تیم ممکن است دچار تعصبات انسانی شوند و تصور کنند از آنچه اتفاق افتاده، باخبرند یا به قضاوت‌هایی که قبلاً در مورد افراد درگیر در رویداد اتخاذ کرده‌اند، اطمینان کنند (IOGP، 2018). اعتماد تیم بررسی به حقایق مبتنی بر شواهد در تدوین سناریو رویداد، بسیار حائز اهمیت است.

مثال:

«با رسیدن بررسی کننده به محل یک رویداد بزرگ، مدیر محلی اظهار کرد که داده‌های اتاق کنترل بی‌فایده است زیرا در حین آتش سوزی هوای دستگاه به سمت دستگاه‌های پنوماتیک از کار افتاده بود. با نادیده گرفتن این توصیه، بررسی کننده داده‌ها را مطالعه کرد و توانست تمام پارامترهای فرآیند را در زمان رویداد، تعیین کند و در نهایت سناریو متفاوتی از سناریو مورد نظر مدیر محلی را تائید کرد» (Broadribb، 2012).

■ ۲-۲-۱۱ عوامل انسانی در آنالیز علیت

«پیروی نکردن از دستورالعمل تعیین شده» یک نقطه توقف زودرس برای بررسی رویداد مربوط به عوامل انسانی است. در بسیاری از موارد، تیم بررسی به این نتیجه می‌رسد که فردی نتوانسته دستورالعمل‌های تعیین شده را دنبال کند و سپس برای بررسی بیشتر و تعیین دلیل اصلی رفتار، تلاشی نمی‌کند. در بیشتر موارد، یک دلیل ریشه‌ای اساسی قابل اصلاح وجود دارد که باید شناسایی و رفع شود و عدم رعایت دستورالعمل تعیین شده از طرف کارکنان دلیل اصلی رویداد نیست؛ بلکه نشانه‌ای از علت ریشه‌ای اساسی است و آنالیز بیشتر علت ریشه‌ای را الزام می‌کند. به عنوان مثال، اگر فردی نتواند دستورالعمل صحیح را دنبال کند، ممکن است دلیل اصلی آن، کمبود آموزش باشد. با این حال اگر فردی نتواند دستورالعمل نادرست را دنبال کند، ممکن است دلیل اصلی آن تدوین دستورالعمل‌ها باشد.

فصل ۱۰ به تجزیه و تحلیل علت ریشه‌ای با جزئیات می‌پردازد.

تیم بررسی موظف است علت اصلی عدم پیروی از دستورالعمل تعیین شده را پیدا کند. علائم معمول و نقص‌های اساسی سیستم مربوطه که می‌توانند منجر به عدم اجرای دستورالعمل‌ها توسط کارکنان شود، عبارت‌اند از:

- دستورالعمل کتبی منسوخ شده که به دلیل نقص در اطلاعات ایمنی فرآیند یا سیستم‌های مدیریت و دستورالعمل‌های عملیاتی، دیگر منعکس‌کننده روش‌ها و شکل فعلی سیستم فیزیکی نیست.
- کارگر فکر می‌کند که روش وی بهتر است (ایمن‌تر یا مؤثرتر)، به دلیل نقص‌های سیستم در ایجاد و حفظ صلاحیت خاص و سطح کیفیت یا انضباط عملیاتی مؤثر
- کارگر قبلاً برای انحراف از دستورالعمل (به دلیل فرهنگ تشویق سرعت به جای کیفیت) پاداش گرفته بود. این فرهنگ ناشی از یک سیستم مدیریت تضمین کیفیت معیوب و یک سیستم انضباط عملیاتی اشتباه است.
- کارگری که به دلیل سیستم معیوب ایجاد و حفظ استانداردهای عملکرد نظارتی یا انضباط عملیاتی، از الگوی تنظیم شده توسط سرپرست خود پیروی می‌کند.
- به دلیل وجود دو استاندارد (به عنوان مثال روزهای هفته و آخر هفته)، نقص در سیستم‌های مدیریت نظارت یا ممیزی و سیستم انضباط عملیاتی، چندین روش پذیرفته شده وجود دارد.
- کارگر به دلیل نقص در برنامه زمان‌بندی و سیستم تخصیص وظیفه و یا اجرای ناکارآمد تعدیل نیرو، بیش از حد توانایی خود، کاری را انجام می‌دهد.
- کارگر دلیل (های) جسمی / روانی / عاطفی دارد که باعث می‌شود به دلیل نقص در سیستم مدیریت «آمادگی برای انجام وظیفه»، از دستورالعمل تعیین شده پیروی نکند.
- کارگر معتقد است که از نسخه صحیح دستورالعمل استفاده می‌کند، اما به دلیل نقص در سیستم مدیریت اسناد، از نسخه منسوخ استفاده می‌کند.
- کارگر به دلیل نقص در سیستم آموزشی، به درستی آموزش ندیده است.

- انتظارات مدیریت برای استفاده از دستورالعمل. بسته به پیچیدگی فرآیند و فعالیت، ممکن است دستورالعمل جهت استفاده دقیق، با جزئیات کامل نوشته شده باشد یا هدف از نگارش آن آموزش و منبع مرجع باشد. در نتیجه نوع/سبک دستورالعمل خود می‌تواند یک نقص باشد.

در بعضی موارد، عدم پیروی از دستورالعمل تعیین شده ممکن است به دلیل دانش ناکافی باشد. توصیه کلاسیکی که برای حل این مسئله ارائه می‌شود، آموزش (یا آموزش مجدد) است تا اطمینان حاصل شود که فرد نحوه انجام مراحل تعیین شده را درک می‌کند. یک نمونه از توصیه‌های معمول برای رفع این اشتباه این است که «دستورالعمل با خود کارمند بررسی شود تا اطمینان حاصل شود اقدامات مناسب مورد انتظار را درک می‌کند». فعالیت آموزشی ممکن است برای شخص یا افرادی که آن را دریافت می‌کنند، مفید باشد ولیکن در بیشتر موارد این آموزش قادر به شناسایی و رفع علل ریشه‌ای مربوط به نقص در سیستم دانش/صلاحیت نیست و منجر به شکست فرد در پیروی از دستورالعمل می‌شود. در بیشتر موارد احتمالاً سایر کارکنان نیز آموزش کافی نداشته باشند.

جیمز ریزن یک مدل مفید دیگر ارائه داده است که اغلب از آن با عنوان «مدل پنیر سوئیسی[۱]» یاد می‌شود (Reason، 1990) و توضیح می‌دهد چگونه عوامل مختلف می‌توانند منجر به یک رویداد شوند. یک شرکت با قرار دادن لایه‌هایی از سیستم دفاعی و موانعی که به صورت تکه‌های پنیر سوئیسی نشان داده شده است، سعی در جلوگیری از یک رویداد فاجعه‌بار دارد. این مدل توضیح می‌دهد که هر مانع دارای نقاط ضعف یا شکاف‌هایی است.

سازمان انرژی (EI، 2016) در سند خود (یادگیری از رویدادها، حوادث و وقایع) که بر اساس این مدل ساخته شده، نشان می‌دهد انسان تحت تأثیر محیط (امکانات، تجهیزات و سیستم‌های مدیریتی) با این موانع در حال تعامل است. توضیحات مذکور در شکل ۳-۱۱ نشان داده شده است. افزودن مماس قائم، حرکت از عوامل علیت به علل اصلی (ریشه‌ای) را نشان می‌دهد.

- موانع امکان دارد فیزیکی مانند وسیله ایمنی یا موانع اداری مانند دستورالعمل‌ها و مجوزهای کار باشد.
- موانع به دلیل انجام شدن یا نشدن یا تصمیم‌های انسان که شرایط نا امنی را ایجاد کرده، از کار می‌افتند.
- عوامل روانی و موقعیتی بر رفتار انسان در زمان رویداد تأثیر می‌گذارند. از این موارد بعضاً به عنوان عوامل تأثیرگذار بر عملکرد[۲] (PIF) یاد می‌شود که پیوست 3 سند EI فوق‌الذکر، شامل فهرستی از PIFها است. وجود چنین عاملی به معنای وقوع یک عامل علیت نیست بلکه به مفهوم افزایش احتمال وقوع عامل علیت است.

مثالی که این روابط را نشان می‌دهد به شرح زیر است. مانع شکست خورده ممکن است قطعه‌ای از کار افتاده، باشد. فرد در تعمیرات قبلی دستگاه از تجهیزات معیوبی استفاده کرده است. یکی از عواملی که ممکن است دلیل این امر باشد، مصمم بودن فرد در انجام تعمیرات است؛ لذا تجهیزات متفاوتی را انتخاب کرده است که دسترسی به آن‌ها آسان‌تر است. دلیل ریشه‌ای این امر نیز ممکن است «اصرار واحد تولید به ادامه کار» و

---

۱ Swiss cheese model

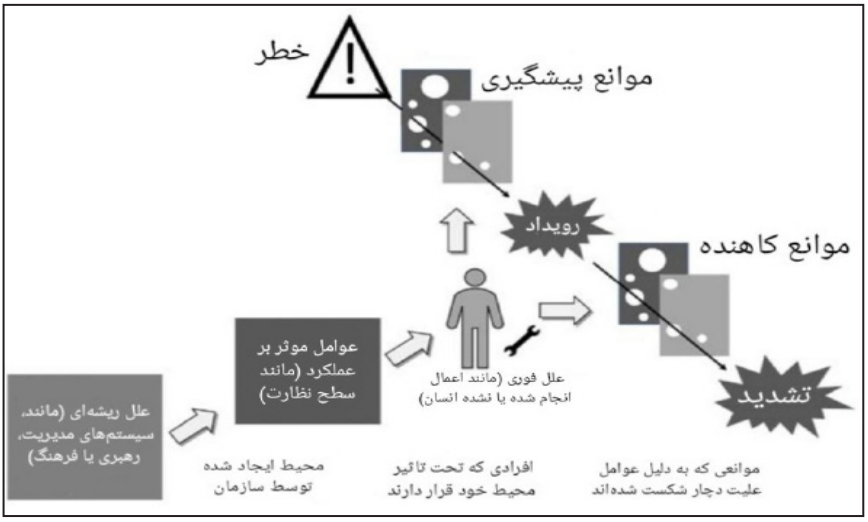
۲-Performance Influencing Factor

«وظیفه‌ی به خوبی توصیف نشده» باشد که نوع تجهیزات مورد نیاز را مشخص نمی‌کند.

با استفاده از این منطق می‌توان علل اصلی و ریشه‌ای را شناسایی کرد که اغلب تصمیمات سازمانی، رهبری یا فرهنگی هستند (EI، 2016).

شناسایی دلایل ریشه‌ای، باعث کشف علت یک رفتار خاص انسان می‌شود و این رفتار ناشی از دلایلی است که در کنترل خود فرد نیست. این مورد می‌تواند برای جلوگیری از سرزنش مفید باشد و به اپراتورها و تکنسین‌های تعمیر و نگهداری کمک کند تا درک کنند که این کار مربوط به عملی که آن‌ها انجام داده‌اند، نیست بلکه بیشتر مربوط به کاری است که آن‌ها را وادار به انجام آن عمل کرده است.

مسائل مربوط به عوامل انسانی ممکن است زمینه ساز هر دو مانع پیش‌گیری و کاهش در شکل ۳-۱۱ باشد. برای رسیدن به علل ریشه‌ای رفتار انسان باید سؤال «چرا» پرسیده شود. با آگاه بودن از دلایل رفتار انسان و نظارت بر عملکرد وی، می‌توان داده‌ها را جمع‌آوری کرد و برای بهبود محیط کار، اقداماتی انجام داد.



شکل ۳-۱۱. مدل علل رویداد (EI, ۲۰۱۶)

مثال:

بیست و پنج تا چهل درصد از کل علل اولیه رویداد، به دلیل خطای اپراتور است- یک عامل انسانی. سلانی (Celanese) تصمیم گرفت تا دلیل اشتباهات خطی توسط اپراتور را تعیین کند. آن‌ها سه گروه از علل را یافتند- همه آن‌ها مربوط به انضباط مدیریت بود. به‌طور خلاصه مدیریت ابزار درستی به اپراتور نداده بود. سلانی گروهی از ابزارهای عملیاتی به نام قدم زدن در خط [۱] را ایجاد و پیاده‌سازی کرد. در پنج سالی که از اجرای WTL می‌گذشت، سلانی شاهد کاهش ۸۶ درصدی رویدادهای Tier2 و Tier1 LOPC بوده است. (Forest، 2018).

موضوعات احتمالی عوامل انسانی که ممکن است دلایل اصلی یک رویداد باشد، در جدول ۱-۱۱ ارائه شده است.

جدول ۱-۱۱. مسائل عوامل انسانی

۱- Walk the Line (WTL)

عوامل سازمانی		
مدیریت منابع	جو سازمانی	فرآیند سازمانی
مدیریت منابع انسانی	ساختار سازمانی	شرایط کار مشخص شده
مدیریت منابع مالی	خط مشی های سازمانی	کفایت و در دسترس بودن دستورالعمل ها
طراحی و نگهداری امکانات	فرهنگ ایمنی	نظارت
	پاداش / مجازات	پیچیدگی کار
عوامل نظارتی		
نظارت	عملیات برنامه ریزی شده	مشکل شناخته شده
راهنمایی ارائه شده	داده های صحیح موجود	خطای اسناد
دکترین عملیاتی	زمان توجیهی کافی یا زمان آماده سازی کاری ارائه شده	رفتار در معرض خطر
نظارت	وجود کارکنان مناسب	شروع اقدامات اصلاحی
آموزش	دستورالعمل یا برنامه عملیاتی کافی	گزارش تمایلات نا ایمن
نظارت صلاحیت ها	فرصت کافی برای استراحت کارکنان	
تحت نظارت قرار دادن عملکردها		
مدیریت خطرات		
عوامل کارکنان		
حالت روحی	حالت فیزیولوژیکی	جسمی / روحی
توجه متمرکز	حالات فیزیولوژیکی	زمان واکنش
رضایت	سلامت جسمانی	بینایی /شنوایی
حواس پرتی	تأثیر دارو	دانش
خستگی روانی		توانایی جسمانی
عجله		خستگی
آگاهی از وضعیت		
انگیزه		
اشباع کار		
تفاوت هاي زباني / فرهنگي		
همکاري / کار تيمي شيفتي		
عوامل محیط کار		
طراحی	تعمیر و نگهداری	محیطی
وضوح ابزار دقیق	تجهیزات ضعیف نگهداری شده	روشنایی / دید
چیدمان فضای کاری / دسترسی	فضای کاری ضعیف نگهداری شده	طوفان
تجهیزات ارتباطی	تجهیزات ارتباطی ضعیف نگهداری شده	دما (گرما یا سرما)
تجهیزات تهیه شده برای کار	برچسب زدن	سطح صدا

بررسی رویداد باید شامل ملاحظات مربوط به عملکرد انسان و مسائل مربوط به عوامل انسانی باشد. استفاده از چک‌لیست‌ها و نمودارهای جریان یک روش مفید برای تیم بررسی جهت رسیدگی به مسائل مربوط به عملکرد انسان است. به عنوان مثال، می‌توان با استفاده از اطلاعات جدول بالا، چک‌لیست‌هایی ایجاد کرد. با همکاری روانشناسان، متخصص آنالیز قابلیت اطمینان انسان و بررسی کنندگان با تجربه، می‌توان چک‌لیست‌ها را تقویت کرد. تعداد زیادی ابزار رابط تولید شده است که مدل‌های نظری علت خطای انسانی را به اصطلاحات مهندسی قابل فهم ترجمه می‌کنند. برخی از این ابزارها به صورت درخت استدلال یا چک‌لیست هستند.

فصل ۱۰ استفاده از چک‌لیست‌ها را در آنالیز علت ریشه‌ای توصیف می‌کند.

■ ۱۱-۲-۳ عوامل انسانی در ارائه پیشنهادات

در گذشته، هنگام ارائه پیشنهادات، توجهی به رفتار انسان نمی‌کردند که این کار پیشنهادات احتمالی را محدود می‌کرد. ممکن است مدیریت سعی کرده باشد با تهدید کردن یا فریب دادن کارکنان، از ارتکاب آن‌ها به خطا جلوگیری کند. با نگاه به گذشته معلوم می‌شود که این رویکرد چندان منطقی نبوده است زیرا انگیزه، قادر به غلبه بر تجهیزات ضعیف طراحی شده و سیستم‌های مدیریت ناکافی، نخواهد بود. به عبارت دیگر در گذشته انتظار می‌رفت که انسان با سیستم سازگار شود که معمولاً جواب نمی‌داد. در عوض، آنچه باید انجام شود انطباق سیستم با انسان است (Rothblum، 2002).

در بخش‌های قبلی، اهمیت دستیابی به علل ریشه‌ای رفتار انسان‌ها توصیف شده است. با شناسایی علل ریشه‌ای، می‌توان پیش‌نویس پیشنهاداتی که برای رفع این علل مانند سیستم‌های مدیریتی که باعث به وجود آمدن نواقص در محیط کار می‌شود، تهیه کرد. این پیشنهادات ممکن است تجدید نظر در روش‌ها را برای روشن کردن مسئولیت‌ها در پیگیری موارد اقدام، بررسی وظایف شغلی برای رفع خستگی یا بارکاری اضافی یا اصلاح اهداف و پاداش کارکنان برای تمرکز بر عملکرد ایمن و مولد، تشویق کند. این پیشنهادات باید به منظور رساندن کارکنان به موفقیت باشد نه باعث شکست آن‌ها.

■ ۱۱-۲-۴ پس از بررسی

حمایت مدیریت برای یادگیری از رویداد و سیستم‌های مدیریتی در تأثیرگذاری بر توانایی فرد و سازمان، در یادگیری از یک رویداد تأثیر می‌گذارد.

همان‌طور که در بخش قبل بحث شد، پس از ارائه پیشنهادات، باید طبق آن‌ها عمل شود. اگرچه سیستم مدیریت ممکن است بیان کند که ارائه پیشنهادات باید در یک بازه زمانی مشخص بسته شوند اما سرعت تکمیل این پیشنهادات بر بارکاری و اولویت‌ها تأثیر می‌گذارد.

سیستم مدیریت هم‌چنین ممکن است بر نحوه مدیریت و نهادینه کردن یادگیری تأثیر بگذارد. آیا به سادگی

از طریق ایمیل ارسال می‌شود و سپس در انبوه ایمیل‌ها گم می‌شود؟ آیا به روشی کدگذاری شده است که یک اپراتور یا مهندس در آینده به راحتی به آن دسترسی پیدا و درک کند که چرا شناخت چگونگی درگیر شدن در یک رویداد گذشته، مهم است؟

۳-۱۱ منابع دیگر

روش‌های عوامل انسانی CCPS برای بهبود عملکرد در صنایع فرآیندی (CCPS، 2007) مروری اساسی بر مباحث عوامل انسانی در صنایع فرآیندی دارد. «یادگیری از رویدادها، حوادث و وقایع (EI، 2016)» EI یادگیری از روند رویدادها، از بررسی تا یادگیری را توصیف می‌کند. دفترچه راهنمای عوامل انسانی خدمه پرواز هواپیمایی انگلستان (سازمان هواپیمایی کشوری، ۲۰۱۴) شامل یک توضیح نظری بسیار خوب از روندها و رفتارهای انسانی است که به روش ساده ارائه شده است.

۴-۱۱ خلاصه

در این فصل در مورد مفاهیم عوامل انسانی شامل انواع کنش‌ها و شکست‌های انسانی بحث شد. این فصل هم‌چنین مدل‌های عوامل انسانی شامل امکانات / تجهیزات، مدل افراد و سیستم مدیریت ارائه شده توسط CCPS (CCPS، 2007) و مدل فرآیندهای ذهنی SRK (Rasmussen، 1983) را ارائه داد. سایر مراجع ذکر شده در بخش ۳-۱۱ جزئیات بیشتری در مورد عوامل انسانی ارائه می‌دهند.

عوامل انسانی قبل، حین و بعد از بررسی رویداد، مهم هستند. قبل از بررسی، سرپرست می‌تواند اهمیت یادگیری از رویداد (در مقابل مقصر دانستن) را تعیین کند. در حین رویداد، فراتر رفتن از عوامل علیت کشف شده به منظور درک دلیل رفتارهای خاص انسانی می‌تواند منجر به کشف علل ریشه‌ای در سیستم‌های مدیریتی شود. ارائه پیشنهاداتی که پاسخگوی علل ریشه‌ای است، به جلوگیری از طیف وسیعی از رویدادهای مشابه کمک می‌کند (نه فقط تکرار یک رویداد). یک بررسی خوب تأثیر عوامل انسانی را در نظر می‌گیرد، تلاش می‌کند تا علل اساسی را از لحاظ عوامل انسانی / سیستم مدیریت درک کند و سپس پیشنهاداتی را برای قرار دادن انسان در مسیر موفقیت، ارائه دهد.

۱۲

فصل دوازدهم

ارائه پیشنهادات مؤثر

ارائه پیشنهادات مؤثر

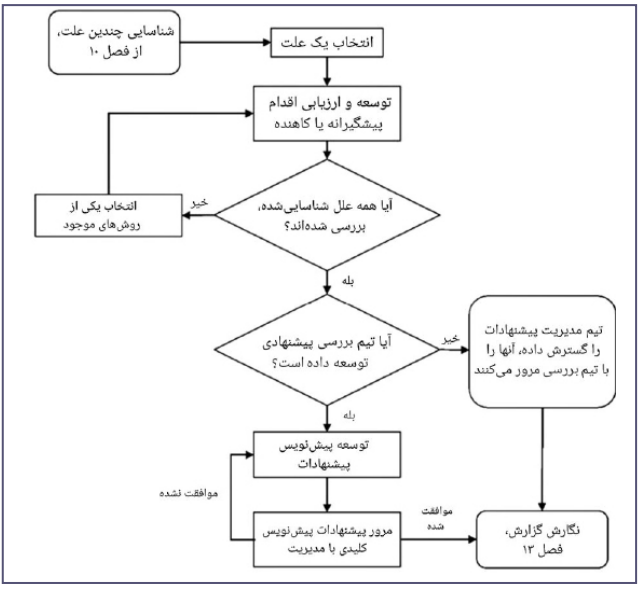
تیم بررسی با استفاده از رویکردهای ساختاری مانند روش‌های توصیف شده در فصل قبل، عوامل علیت و علل ریشه‌ای رویداد را شناسایی می‌کند. این رویکردها مکانیسم درک تعامل و تأثیر نواقص سیستم مدیریت را فراهم می‌کند. اگر تیم بررسی درک کند که چه اتفاقی روی داده و این اتفاق چگونه و چرا پیش‌آمده است، می‌تواند پیشنهاداتی برای جلوگیری از تکرار رویداد ارائه دهد.

پیشنهادات مؤثر می‌تواند ریسک را با بهبود فن‌آوری فرایند، به روزرسانی دستورالعمل‌ها یا روش‌های بهره برداری /نگهداری و مهم‌تر از همه بهبود سیستم‌های مدیریتی، کاهش دهد. پیشنهاداتی که اشکالات سیستم مدیریت را اصلاح می‌کنند، باید احتمال بروز رویدادهای مشابه را از بین ببرند یا باعث کاهش قابل توجه آن شوند.

این فصل ویژگی‌های پیشنهادات با کیفیت بالا برای جلوگیری از رویدادهای آینده، همان طور که با جزئیات بیشتر در فصل ۱۴ شرح داده شده است را توصیف می‌کند. بخش اول ارائه مفاهیم اصلی مربوط به پیشنهادات مانند ویژگی‌های پیشنهادهای خوب، مدیریت تغییر و ایمنی ذاتی است. بخش دوم این ویژگی‌ها را شرح می‌دهد و بحث سیستماتیکی در مورد نمودارهای جریان برای پیشنهادات، ارائه می‌دهد.

۱-۱۲ مفاهیم کلیدی

شکل ۱- ۱۲ نمای کلی از فعالیت‌های این فصل را با علل مربوط به سیستم که قبلاً مشخص شده‌اند، ارائه می‌دهد. علت(ها) باید توسط اقدامات پیش‌گیرانه یا کاهنده، مدنظر قرار گیرد. در برخی مواقع تیم بررسی مسئول ارائه اقدامات پیشنهادی است و سپس این پیشنهادات را به تیم مدیریتی که مسئول قبول، اصلاح یا رد این پیشنهادات است، ارائه می‌دهد. مشاوره با تیم مدیریت برای تعیین مالکیت پیشنهادات و رسیدگی به مواردی مانند اولویت و ترتیب زمانی، مهم است. در برخی موارد، مسئولیت تهیه همه یا تعدادی از پیشنهادات با تیم مدیریت است که بستگی به ماهیت پیشنهادات، صلاحیت قضایی و ملاحظات قانونی دارد. به عنوان مثال: یک تیم مدیریتی ممکن است بیشترین صلاحیت را در ارائه پیشنهادی برای تغییر سیستم مدیریت، داشته باشد، در حالی که تیم بررسی در ارائه پیشنهاد برای رسیدگی به یک مسئله فنی، عملیاتی یا تعمیر و نگهداری از صلاحیت بیشتری برخوردار باشد. هنگامی که قرار است تیم مدیریتی یک یا چند پیشنهاد ارائه دهد، تیم بررسی موظف است علل رویداد را آشکارا و مختصر به تیم مدیریت ارائه دهد، به گونه‌ای که تیم مدیریتی بتواند مؤثرترین پیشنهادات را ارائه دهد. در صورت لزوم تیم بررسی هم‌چنان می‌تواند در روند تهیه پیشنهادات نقش داشته باشد.



شکل ۱-۱۲. نمودار جریان پیشنهادات بررسی رویداد

مسئله اصلی این است که اطمینان حاصل شود، تیم‌های بررسی اقداماتی را تعیین می‌کنند که با علت‌های شناسایی شده، سازگار هستند. ارائه پیشنهادات فراوان ممکن است برای تیم وسوسه انگیز باشد ولی کیفیت و ارتباط مهم‌تر از کمیت است.

پیشنهادات باید به‌طور واضح نوشته شوند و به آسانی قابل اجرا باشند. نوشتن و اجرای پیشنهادات خاص که در جهت علل ریشه‌ای قرار دارند، برای یک فرایند یادگیری موفقیت‌آمیز، حیاتی است (IChemE، 2018). برای پیشنهاداتی که نیاز به تغییر در تجهیزات یا ایمنی فرایند دارند یا تأثیری در ایمنی می‌گذارند، باید ارزیابی مدیریت تغییر (MOC) برای شناسایی و در نظر گرفتن اثرات و خطرات مرتبط با هرگونه تغییر قبل از اجرای آن‌ها مدنظر قرار گیرد.

۱۲-۲ ارائه پیشنهادات مؤثر

۱۲-۲-۱ مسئولیت‌های تیم

سازمان باید تعیین کند که مسئولیت ارائه پیشنهادات بر عهده تیم بررسی، تیم مدیریتی، سایر ذینفعان، کارشناسان موضوع یا ترکیبی از این گروه‌ها است. با این حال مسئولیت مدیریت تصویب، اصلاح، رد، اولویت بندی، پیاده‌سازی و پیگیری پیشنهادات است که شامل موارد زیر می‌شود:

- **اختصاص به موقع کارکنان و منابع مالی کافی برای اجرا**
- **اجرای تغییرات و پیگیری افراد تحت تأثیر تغییرات برای اطمینان از پیشرفت کارها مطابق انتظار**

۱۲-۲-۲ ویژگی‌های پیشنهادات خوب

یک پیشنهاد خوب، کاملاً شفاف و واضح نشان می‌دهد که چگونه از یافته‌های بررسی برگرفته شده است. هم‌چنین یک اقدام موفقیت‌آمیز را با عباراتی روشن و قابل اندازه‌گیری توصیف و تعریف می‌کند. پیشنهادات باید[۱] «SMART» (اختصاصی، قابل اندازه‌گیری، توافق شده / قابل دستیابی و واقع بینانه / مرتبط با مقیاس زمانی) باشند (RSSB، 2014؛ HSE، 2004).

پیشنهادات باید مسئولیت و مالکیت کامل را به واحد یا شخص دریافت‌کننده منتقل کند. این پیشنهادات هم‌چنین باید شامل راهنمایی‌هایی در مورد اولویت‌ها باشد تا توسط مدیریت در نظر گرفته شوند. روش معمول برای تعیین اولویت، در نظر گرفتن خطر و یا پیامد آن در صورت بی‌توجهی به اجرای پیشنهادات، با استفاده از یک ماتریس ریسک است. اگر چه تیم بررسی می‌تواند ارزیابی‌های خود از اولویت‌ها را ارائه دهد، ولی تعیین تاریخ مقرر نباید بر عهده تیم بررسی رویداد باشد. مدیریت باید در تعیین تاریخ اتمام اقدامات از مشاوره استفاده کند ولیکن تیم بررسی باید تأکید کند که اقدامات خاص باید قبل از شروع مجدد فرایند، به اتمام برسند.

برخی از سازمان‌ها معتقدند پیشنهادات باید در دو گروه در نظر گرفته شوند:

۱. تجویزی: یک عمل تعریف شده خاص، به عنوان مثال «پیچ فولادی ضد زنگ باید همان طور که در

۱-Specific, Measurable, Agreed/ Attainable and Realistic/ Relevant, with Timescales

استاندارد مهندسی xyz مشخص شده، با یک پیچ تیتانیومی، جایگزین شود». این بهترین نوع پیشنهاد برای زمانی است که باید به یک نیاز مشخص پاسخ داده شود.

۲. بر اساس عملکرد: شرایط مطلوب پس از اجرای پیشنهاد را توصیف می‌کند، به عنوان مثال «ایجاد و پیاده‌سازی تغییرات طراحی یا فرایندی که احتمال فرسایش را کاهش می‌دهد و معمولاً زمانی مناسب‌تر است که بیش از یک راه برای رسیدن به هدف وجود داشته باشد و یا تیم بررسی نمی‌تواند وضعیت را مشخص کند.

روش مناسب این است که پیشنهاد به صورت مستقل بیان و با جزئیات کافی توصیف شود:

- آنچه باید انجام شود (تغییرات یا اصلاحات مورد نیاز)
- این که چرا تغییرات الزامی است (پیامدی که باید از آن جلوگیری شود)
- یک حالت مطلوب تعریف شده برای نشان دادن این که پیشنهادات به صورت مؤثر اجرا شده‌اند.

پیشنهاد نباید شامل دستورهای قاطع یا تجویزی باشد که به سادگی به گیرنده برای انجام فعالیتی، امر کند. به عنوان مثال، ممکن است به جای «دستورالعمل‌های عملیاتی بازبینی شود»، پیشنهادی که به عوامل علیت سطح بالاتر می‌پردازد، به شرح زیر باشد:

- دستورالعمل عملیاتی شارژ راکتور، گام به گام با یک تیم چند رشته‌ای بازبینی شود و برای رفع شکاف‌های موجود در این دستورالعمل‌ها، روش‌ها به روزرسانی گردند. تیم بررسی چندین مرحله را شناسایی کرد که به نظر می‌رسید جزئیاتی از دست رفته باشد: پاک‌سازی، مسدود کردن واکنش‌دهنده A و قطع تریلر که منجر به نشت از اتصالات و دریچه‌ها شده است.

ممکن است تیم پیشنهادات مناسب و سطح بالاتری برای برطرف کردن علل ریشه‌ای ارائه دهد، مانند:

- سیستمی برای بررسی و به روزرسانی دستورالعمل‌ها و آموزش کارکنان به صورت سالانه و پس از تغییراتی که برای جلوگیری از سوء عملکرد واحد فرایند در نظر گرفته شده، تنظیم شود.
- برای اطمینان از انطباق حیاتی عملیاتی، یک سیستم ممیزی به صورت فصلی، ایجاد شود.

پیشنهادات واضح، احتمال سردرگمی را کاهش می‌دهند. این پیشنهادات نباید شامل اصطلاحات/ عبارات مبهمی مانند «حفاظ‌های مناسب» یا «بهبود کیفیت آموزش» باشد، مگر این که توضیح داده شوند و به‌طور خاص اهداف عملکرد را مشخص نمایند.

پیشنهادات می‌توانند برای بهبود موارد زیر بر روی تغییرات تمرکز کنند:

- سیستم‌های فیزیکی مانند سخت‌افزارها، تجهیزات و ابزار
- سیستم‌های اداری مانند دستورالعمل‌ها، روش‌ها و آموزش‌ها
- سیستم‌های مدیریت کلی

پیوست 4 یک نمونه مورد مطالعه در مورد آتش‌سوزی و انفجار است. پیشنهادات مربوط به این مطالعه موردی فرضی، شامل طیف وسیعی از جزئیات است که می‌توان در پیشنهاداتی که به تغییرات سیستم‌های

مدیریتی می‌پردازند، پیدا کرد.

ویژگی‌های پیشنهادات موفق موارد زیر هستند:

۱- SMART هستند.

۲- عوامل علیت و علل ریشه‌ای را مورد هدف قرار می‌دهند.

۳- اقدامات مورد نظر، دلیل نیاز این اقدامات، کارهای مورد نیاز برای انجام و مدت زمان اجرای کارها را به روشنی بیان می‌کنند.

۴- پایدار هستند.

۵- یک لایه محافظتی را تقویت و یا اضافه می‌کنند.

۶- خطر را از بین می‌برند، پیامد را کاهش می‌دهند یا احتمال تکرار رویداد را کم می‌کنند.

۷- به تجارب آموخته شده، به ویژه تجربه‌هایی که ممکن است در زمینه‌های دیگر استفاده شود، می‌پردازند (به فصل ۱۶ مراجعه شود).

۸- با سایر اهداف سازمانی مانند حفاظت از جامعه و محیط زیست سازگار هستند.

در ادامه چند نمونه از پیشنهادات مدون پیوست 4 ارائه شده است:

- بقیه برنامه مدیریت یکپارچگی دارایی، بررسی شود تا اطمینان حاصل گردد کلیه تجهیزات، لوله‌کشی‌ها، پمپ‌های حیاتی و یک برنامه بازرسی ثابت با دستورالعمل‌های تعمیر وجود دارد. بازرسی و تعمیر عایق نسوز باید در برنامه گنجانده شود (با تاریخ).
- برای اطمینان از این‌که تجهیزات همان طور که در نظر گرفته شده‌اند کار می‌کنند، باید برنامه هفتگی شروع و بررسی پمپ حریق، تنظیم شود. دستورالعمل پمپ‌های دیزل باید برای کار حداقل ۳۰ دقیقه‌ای اصلاح تا مشکلات گرم شدن بیش از اندازه، مشخص شوند (قبل از راه اندازی).
- باید یک برنامه نگهداری پیش‌گیرانه برای نظارت بر کلیه تعمیرات و نگهداری‌ها در تمام پمپ‌های آب حریق، تنظیم شود. بایستی اولویت بالایی (اولویت ۱) برای تعمیرات تجهیزات آتش‌نشانی تعیین شود (قبل از راه اندازی).

۳-۱۲ انواع پیشنهادات

پیشنهادات موفق می‌توانند احتمال تکرار رویداد را کاهش دهند یا از پیامد آن بکاهند (یا از بین ببرند).

بخش‌های زیر نمونه‌هایی از پیشنهاداتی هستند که ممکن است توسط یک تیم بررسی ارائه شوند. چندین روش مختلف برای طبقه بندی پیشنهادات، وجود دارد، به عنوان مثال:

- پیشنهاداتی که به‌طور خاص برای کاهش تکرار یک رویداد مشخص انجام می‌شوند، به عنوان مثال:

۱. افزایش برنامه‌های بازرسی تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه برای کاهش احتمال خرابی هم‌زمان پمپ‌های اصلی و پمپ‌های پشتیبان.

۲. تهیه سخت‌افزارهای اضافی مانند زنگ خطرهای مستقل ثانویه

- پیشنهاداتی که به صورت تخصصی برای حذف یا کاهش پیامد رویداد، در نظر گرفته می‌شود، به عنوان مثال:

۱. کاهش موجودی مواد خطرناک

۲. کاهش مواجهه کارکنان با جابجایی گروه‌های غیر بحرانی کارکنان به مناطق دور از محل‌های احتمالی سمی یا مناطق انفجار

برخی از پیشنهادات به موضوعات «سبک‌تر[۱]» مانند عوامل انسانی و سازمانی از جمله محیط کار، فرهنگ ایمنی، رهبری و مدیریت می‌پردازند.

■ ۱-۳-۱۲ طراحی ذاتا ایمن

پیشنهاداتی که منجر به طراحی ذاتا ایمن[۲] می‌شوند، نسبت به پیشنهاداتی که ویژگی‌های کاهنده یا پیش‌گیرانه دارند، ترجیح داده می‌شوند (Kletz، 1985). طراحی ذاتا ایمن، تکیه بر عملکرد انسان (به‌عنوان مثال دستورالعمل‌ها)، قابلیت اطمینان تجهیزات (مانند سیستم‌های کنترل و قفل‌زنی) و برنامه‌های نگهداری پیش‌گیرانه با عملکرد صحیح برای پیش‌گیری موفقیت‌آمیز از یک رویداد در مراحل طراحی را محدود می‌کند. طراحی ذاتا ایمن اگر در مراحل طراحی تجهیزات و امکانات صورت بگیرد، کاربردی‌تر و اقتصادی‌تر خواهد بود. ایجاد تغییرات بعد از طراحی ممکن است عملی یا غیرعملی باشد. با این حال، تیم بررسی رویداد باید وجود / عدم وجود فرصتی برای مطالعه‌ای در مورد تغییرات احتمالی طراحی که دارای مفاهیم ایمنی ذاتی هستند، بررسی کند.

اشاره اولیه به ایمنی ذاتی، موضوع سخنرانی Trevor Kletz در سال ۱۹۷۷ با عنوان «چیزی که نداری، تراوش نمی‌کند» بود. این اصل در طول سال‌ها تکامل یافته و معمولاً در سلسله مراتب ارائه می‌شود (به حداقل رساندن، جایگزینی، تعدیل و ساده سازی) (Amyotte، 2018). این سلسله مراتب در ادامه توضیح داده شده است:

۱- به حداقل رساندن: پیشرفت در کنترل فرایند، بهبود در تدارکات و تغییر در استانداردهای ریسک قابل قبول ممکن است توجیه اولیه وجود مقدار زیادی از مواد اولیه، مواد میانی و محصولات را از بین ببرد. به عنوان مثال، کنترل کیفیت دقیق در تحویل به موقع مواد خام خطرناک باعث می‌شود مواد ذخیره شده به جای یک یا دو هفته در عرض یک یا چند روز در دسترس قرار بگیرند.

۲- جایگزینی: گاهی جایگزینی ماده‌ای با خطر کمتر، امکان‌پذیر است. به عنوان مثال بسیاری از سیستم‌های کلرزنی برای تصفیه آب از استوانه‌های تحت فشار کلر مایع به نمک هیپوکلریت گلوله‌ای تغییر یافته است.

۳- تعدیل: گاهی اوقات می‌توان با فن‌آوری ترکیب بهسازی شده، کاهش قابل توجهی در اندازه راکتور (و موجودی) به دست آورد. مثال دیگر تعدیل، تغییر از عملیات دسته‌ای به عملیات کوچک‌تر مداوم است.

۱-Softer

۲-Inherently Safer Design

۴- ساده‌سازی: ممکن است برای رسیدن به هدف مشابه بتوان از یک فرایند یا روش کاملاً متفاوت استفاده کرد.

تیم بررسی رویداد باید پیشنهاداتی را در نظر بگیرد که طراحی ذاتا ایمن را بررسی می‌کند. این تغییرات می‌تواند مفید یا مضر باشد، لذا تیم بررسی باید نسبت به ویژگی‌های پیشنهاداتی که ذاتاً از ایمنی کمتری برخوردارند، آگاه باشد. دو نمونه متداول از تغییرات طراحی که می‌تواند خطر کلی را افزایش دهد، استفاده از اتصالات انعطاف‌پذیر و استفاده از شیشه (روتامتر، تابلو هدف، عینک‌های دید یا پنجره‌های اضافی اتاق کنترل) است (Englund، 1991). پمپ‌های فاقد آب بندی به‌طور کلی ایمن‌تر از پمپ‌های دارای مهر و موم مکانیکی در نظر گرفته می‌شود. قبل از تصمیم‌گیری در مورد اجرای تغییرات باید حالت‌های خرابی هر یک از تجهیزات جدید توصیه شده به دقت بررسی شود.

■ ۲-۳-۱۲ لایه‌های حفاظتی

مفهوم حفاظ‌های (موانع) چند لایه از پشتیبانی گسترده‌ای در سراسر صنعت پالایش و فراوری شیمیایی برخوردار است. با ایجاد لایه‌های کافی حفاظتی در برابر سناریو رویداد، می‌توان از خطرات بالقوه آن جلوگیری کرد یا آن‌ها را کاهش داد. برای یک سناریو خاص، فقط یک مانع باید با موفقیت کار کند تا از پیامد آن جلوگیری شود. با این حال از آنجایی که هیچ مانعی قابل اعتماد نیست، معمولاً چندین لایه حفاظتی ارائه می‌شود تا ریسک رویداد را تا حد قابل قبول کاهش دهد. باید دقت شود که لایه‌های مختلف حفاظتی کاملاً مستقل هستند، در غیر این صورت ممکن بود موانع کمتر از حد انتظار وجود داشته باشد. این موضوع در فصل ۲، جایی که «مدل پنیر سوئیسی» مورد بحث قرار گرفته است، نشان داده شده است.

خرابی یک یا چند مانع ممکن است در بخشی از تحقیقات بررسی رویداد شناسایی شود. پیشنهادات ناشی از شکست یک مانع می‌تواند در سطوح مختلف ارائه شود. کلتز با بیان این‌که بررسی رویداد مانند پوست‌گیری یک پیاز است، اظهار کرد: لایه‌های بیرونی با علل فنی برخورد می‌کنند، در حالی که لایه‌های داخلی راه‌های جلوگیری از خطرات و علل اساسی مانند ضعف در سیستم مدیریت هستند. او سه لایه از پیشنهادات را به شرح زیر شناسایی کرد:

- راه‌حل‌های لایه اول از پیشنهادات فنی فوری برای جلوگیری از یک رویداد خاص استفاده می‌کنند. برای مثال هنگام گرفتن نمونه فرایند کلر مایع، یک کارگر در اثر استنشاق آسیب می‌بیند. پیشنهادات لایه اول مواردی مانند تغییر در روش نمونه‌گیری، آموزش‌های جدید و انتخاب و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی تنفسی، می‌باشد.
- پیشنهادات لایه دوم بر جلوگیری از خطر متمرکز است. از دید عمیق و گسترده‌تری برای این لایه استفاده شده است و اغلب تمرکز آن بر بهبود اقدامات طبیعی مانع قرار گرفته بین فرد و خطر است. پیشنهادات معمول برای رویداد کلر فوق‌الذکر ممکن است شامل تغییراتی در دستگاه نمونه برداری، نمونه برداری در یک مکان دیگر یا نصب یک آنالیزور مستقر در خط باشد که نیاز به نمونه‌گیری دستی را از بین می‌برد.

در لایه سوم با شناسایی تغییرات در سیستم‌های مدیریت، به علل ریشه‌ای پرداخته می‌شود. پیشنهادات لایه سوم نه تنها از یک رویداد خاص، بلکه از موارد مشابه نیز جلوگیری می‌کند. اقدامات پیش‌گیرانه که منجر به تغییر در سیستم‌های مدیریت می‌شود از لحاظ تئوری سازگارتر و ماندگارتر هستند. با استفاده از مثال فوق، یک پیشنهاد می‌تواند یک سیستم مدیریتی در سراسر شرکت معرفی کند که نیاز به بازبینی دوره‌ای ایمنی از تمام مراحل معمول فرایند، از جمله نمونه برداری در جایی که کارکنان می‌توانند در معرض مواد فرایندی باشند، دارد.

پیشنهاداتی که به هر سه لایه می‌پردازند، با ارزش بوده و احتمال تکرار رویداد را کاهش می‌دهند. با این حال رسیدگی به علت ریشه‌ای، مؤثرترین وسیله برای جلوگیری از رویدادهای مشابه و هم‌چنین رویدادهای دیگری است که می‌تواند در نتیجه نقص در یک سیستم مدیریت خاص باشد.

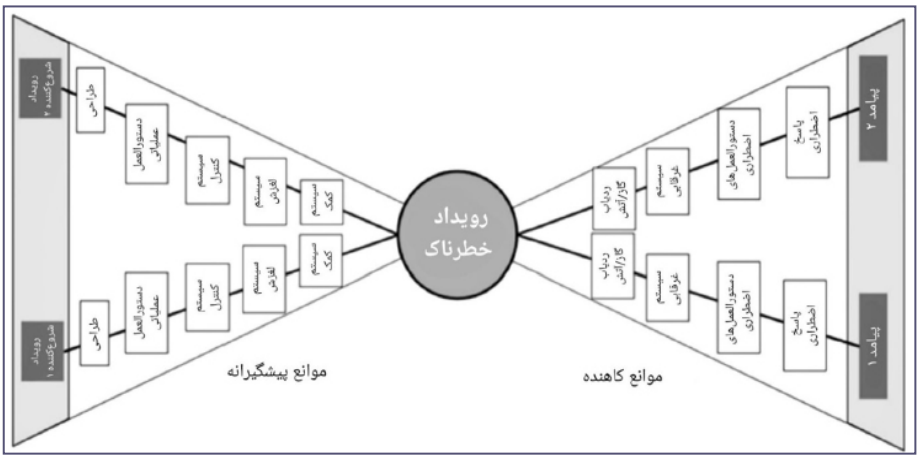
مفهوم دیگر استفاده از لایه‌ها در ارائه پیشنهادات، مدل لایه ایمنی[1] است. توالی کلی لایه‌های ایمنی در شکل ۲ – ۱۲ نشان داده شده است. این شکل توسط کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک IEC 61511-1 و به صورت مقاله ارائه شده است (Foord، 2004). ابتدا یک توالی و طراحی فرایند آغاز می‌شود و از طریق کنترل و عملکرد اساسی فرایند، سیستم‌های پیش‌گیری، سیستم‌های کاهنده و واکنش در شرایط اضطراری پیشرفت می‌کند.

شکل ۲-۱۲. لایه‌های ایمنی (Foord, ۲۰۰۴)

هنگام بررسی پیشنهادات، تیم رویداد باید لایه‌های حفاظتی موجود به ویژه آن‌هایی که از کار افتاده‌اند و سیستم‌های مدیریتی مرتبط با آن‌ها را شناسایی کند. این امر می‌تواند به ویژه هنگام بررسی شبه حوادث، جایی که موانع دیگر هم‌چنان وجود دارند، ارزشمند باشد و از بروز یک رویداد مهم پیش‌گیری نماید. محبوبیت استفاده از روش پاپیونی[2] به عنوان بخشی از روند بررسی رویداد در حال افزایش است (CCPS، 2018). همان‌طور که در شکل ۳ – ۱۲ نشان داده شده است، این ابزار ویژه و با ارزش برای ارائه پیشنهادات استفاده می‌شود. موانع پیش‌گیرانه در سمت چپ، رویداد خطرناک (به‌طور معمول از دست دادن مانع) در مرکز و

۱-Safety Layer Model
۲-Bow-Tie

موانع کاهش در سمت راست ارائه می‌شود. این نمودارها در اصل توسط ICI[1] در دهه ۱۹۷۰ توسعه یافته و با عنوان «نمودارهای پروانه‌ای[2]» شناخته می‌شد.



شکل ۳-۱۲. روش مانع پاپیون

با استفاده از پاپیون و با توجه به رویداد مواجهه کلر، تیم بررسی باید موانعی را که عمل نکرده‌اند، شناسایی و اقدامات بهبود زیر را ارائه دهند:

۱- بهسازی دستورالعملی که برای طراحی سیستم نمونه برداری فرایند استفاده می‌شود (چه کسی در تصمیم‌گیری مشارکت می‌کند؟ معیارهای تعیین روش محلی و دستگاه‌ها چیست؟ چه کسی مجوز را صادر می‌کند؟ آیا ممیزی دوره‌ای یا ارزیابی مجدد وجود دارد؟)

۲- بهبود در سیستم مدیریت برای ایجاد، ارزیابی و نظارت بر دستورالعمل‌های عملیاتی استاندارد (آیا دستورالعمل‌ها کافی، درک شده و به‌طور مداوم اجرا می‌شوند؟ آیا کار هم‌چنان ضروری است؟)

۳- بهبود در فرایندهای بررسی سیستماتیک عملیات برای خطرات احتمالی. آیا یک مکانیسم روتین مانند آنالیز ایمنی شغل[3] وجود دارد که در آن وظایفی از این دست به‌طور سیستماتیک از نظر خطرات احتمالی بررسی شوند؟ JSA روشی است که به‌طور سیستماتیک (۱) مراحل انجام شغل، (۲) خطرات اختصاصی هر یک از مراحل شغل و (۳) دستورالعمل‌های ایمن شغل در هر مرحله، برای کاهش احتمال رویداد را شناسایی می‌کند.

به‌طور خلاصه روش‌های در دسترس متفاوتی وجود دارند که به تیم بررسی در شناسایی لایه‌های حفاظتی (موانع) شکست خورده، کمک می‌کنند. پیشنهادات باید ریشه اصلی شکست سیستم‌های مدیریتی که برای حفظ موانع به‌طور مؤثر کافی نبوده‌اند را پوشش دهد.

۱-Imperial Chemical Industries
۲-Butterfly Diagrams
۳-Job Safety Analysis

■ ۳-۳-۱۲ اقدامات تشویقی/انضباطی

وقتی بررسی نشان می‌دهد که اقدام فردی قابل تقدیر است، تیم بررسی رویداد باید فرد را مستقیماً تصدیق کند، اما در گزارش رسمی بررسی از آن‌ها نام نبرد. اقدامات خونسرد و منطقی در شرایط اضطراری اغلب پیامد یک رویداد را محدود می‌کند، اما نام بردن از یک فرد در یک جمع می‌تواند باعث توجه نامطلوب شده و از نظر فرهنگی نامناسب باشد.

اقدامات انضباطی خارج از حیطه اختیارات تیم بررسی هستند. حتی تهدید به مجازات تأثیر مخربی بر تحقیقات بررسی دارد و ممکن است فرد را در حین مصاحبه دلسرد کند. در شرایطی هم که موارد انضباطی مورد توجه قرار می‌گیرد، باید بخشی از یک فرایند مدیریت جداگانه باشد، تیم متفاوتی را درگیر کند و مطابق با روش انضباطی محیط کار باشد.

■ ۴-۳-۱۲ پیشنهادات «اقدامات بعدی مورد نیاز»

یک مورد خاص دیگر، پیشنهاد برای اقدامات بیشتر است؛ به عنوان مثال: تیم بررسی ممکن است ارزیابی مجدد یک حفاظ موجود، ارزیابی یک حفاظ جدید یا در نظر گرفتن یک طرح ذاتا ایمن را توصیه کند. این بدان معنی نیست که تیم بررسی در انجام وظیفه خود کوتاهی کرده است. معمولاً یک تیم بررسی برای تائید این که سیستم فیزیکی موجود یا اقدامات اداری (مانند دستورالعمل‌های کتبی یا برنامه آموزشی) از محافظت کافی برخوردار است، پیشنهاداتی ارائه می‌دهد. ممکن است به متخصصانی که در دسترس تیم بررسی نبودند، برای انجام اقدامات بیشتر یا مشارکت در تخصص اضافی خارج از روند بررسی اصلی، نیاز باشد. برای یک تیم بررسی، ارائه راه‌حل در زمینه‌ای که صلاحیت آن را ندارد، مناسب نیست. در این موارد تیم باید مشخص کند به عنوان مثال، اگر اقدامات حفاظتی کافی نیست، انجام چه اقدامی لازم است. اگر تیم بررسی فقط یک اقدام مبهم مانند «بررسی دستورالعمل شروع کار» را مشخص کند، اقدامات انجام شده ممکن است اهداف تیم را برآورده کند / نکند.

مثالی از نگاه اختصاصی‌تر در مورد مذکور فوق، ایجاد دو پیشنهاد به شرح زیر است:

۱. انجام ارزیابی ریسک از روند شروع کار

۲. بازنگری دستورالعمل برای حصول اطمینان از این که محدودیت‌های عملکرد ایمن بیش از حد نیستند.

علاوه بر این در صورت لزوم، تیم بررسی می‌تواند برای ارائه پیشنهادات مؤثر؛ تعدادی افراد پشتیبان جذب کند.

۱۲-۴ فرایند پیشنهادات

■ ۱-۴-۱۲ انتخاب هر علت

روند تهیه پیشنهادات در شکل ۱- ۱۲ خلاصه شده است. بعد از شروع با مجموعه علل متعدد (قبلاً در فصل ۳ و ۱۰ مشخص شده است)، هر علت به صورت جداگانه ارزیابی می‌شود تا اقداماتی که می‌توانند از بروز مجدد رویداد جلوگیری یا احتمال تکرار آن را کاهش دهند، شناسایی شوند. گزینه‌های احتمالی پیشنهادات باید از نظر شایستگی فنی، امکان سنجی، اثربخشی، قابلیت اطمینان، هزینه و سایر عوامل مهم ارزیابی شوند.

برخی از پیشنهاداتی که به یک علت خاص می‌پردازند، ممکن است به علل دیگر نیز مرتبط باشند. تیم بررسی باید هنگام تعیین مجموعه نهایی پیشنهادات، همه این عوامل را در نظر بگیرد.

■ ۲-۴-۱۲ انجام آزمون کفایت

فعالیت بعدی در توالی، بررسی کفایت پیشنهاد است؛ مثال: «آیا با این پیشنهادات تمام علل شناسایی شده برطرف می‌شوند؟». بیشتر رویدادها علل متعددی دارند که به نظر می‌رسد برخی از آن‌ها کاملاً از خود رویداد دور هستند. این امر به ویژه در مورد نقص سیستم مدیریت صدق می‌کند؛ جایی که پیشنهادات ممکن است به موضوعات اداری و دستورالعمل‌ها بپردازند و به جلوگیری از وقوع سایر رویدادها، کمک کنند. به عنوان مثال، رویدادی که به علت نوع جدیدی از طراحی دریچه ایجاد شده است، ممکن است منجر به بهبود روند مدیریت تغییر[۱] توسط تیم شود. رویه تجدید نظر شده مدیریت تغییر ممکن است از وقوع رویداد دیگر و تغییر در دستورالعمل عملیاتی که در آن پیامدهای ایمنی به‌طور کامل در نظر گرفته نشده‌اند، جلوگیری کند.

■ ۳-۴-۱۲ ارزیابی اثربخشی

پس از ارائه پیشنهادات، اثربخشی آن‌ها باید ارزیابی شود تا اطمینان حاصل شود:

- می‌توانند مطابق با هدف اجرا شوند.
- می‌توانند به‌موقع اجرا شوند.

نمونه‌هایی از روش‌های نظارت بر اثربخشی پیشنهادات در شکل ۴- ۱۲ ارائه شده است. جزئیات بیشتر در مورد نظارت و بهبود عملکرد سیستم بررسی رویداد در فصل ۱۵ شرح داده شده است. پس از تایید اثربخشی پیشنهادات، تیم بررسی فهرست پیشنهادات را نهایی می‌کند.

---

۱ Management Of Change

■ ۴-۴-۱۲ آمادگی برای ارائه پیشنهادات

اگر تیم بررسی مسئول ارائه پیشنهادات باشد، هنگام آماده‌سازی برای ارائه به مدیریت، باید گروه بندی اقدامات را با توجه به موارد زیر انجام دهد:

- اولویت ریسک / چارچوب زمانی برای اجرا (مراجعه به ۲-۲-۱۲)
- سیستم‌هایی که تحت تأثیر قرار می‌گیرند
- افراد اختصاص داده شده
- هزینه (یا سطح تائید مورد نیاز)
- نیاز به منابع خارجی (مانند بررسی بیشتر یا تخصص خاص)

تیم باید چالش‌های احتمالی پیشنهادات را پیش‌بینی کند و سؤالات و نگرانی‌های مدیریت خط تولید و کارکنان عملیاتی را بررسی و برطرف کند. اگر اطلاعاتی برای مقایسه پیشنهادات با سایر فرایندهای عملیاتی مشابه در دسترس باشد، باید هنگام تهیه پیشنهادات برای بررسی توسط مدیریت، مورد توجه قرار گیرند.

جدول ۳-۱۰. نقاط قوت و ضعف درخت از پیش تعریف شده

پیشنهادنمونه	چگونه ممکن است اثربخشي آن ارزیابي شود
اصلاح دستورالعمل برای تغییر هشدار به یك مرحله اقدام	دستورالعمل اصلاح شده باید مرور شود تا مشخص شود همه مراحل اقدام را شامل مي‌شود و هیچ هشداری شامل مراحل اقدام نیست. هیچ احتیاط یا هشداری نباید در دستورالعمل مشاهده شود.
تمام دستورالعمل‌های موجود باید بررسی و اصلاح شوند تا اطمینان حاصل شود که از قالب مناسب برای اطلاعات موجود در دستورالعمل استفاده شده است (مراحل، احتیاط‌ها، هشدارها، یادداشت‌ها و ...).	برای تعیین خطاهای قالب، دستورالعمل‌های موجود بایستی به صورت دوره‌ای مرور شود. هیچ اقدام، احتیاط، هشدار و یادداشت نامناسبی نباید یافت شود.
اصلاح مشخصات واشرهای استفاده شده در این خط	بررسی این که استاندارد خرید اصلاح‌شده حاوی مشخصات واشر مناسب باشد.
بررسی سایر واشرها در خطوط حامل مواد برای تعیین مشخص بودن واشرهای مناسب. این بررسی باید حداقل با ۱۰٪ از نمونه‌های فعلی شروع شود.	باید بررسی شود که استانداردهاي خرید موجود حاوی مشخصات مربوط به واشر مناسب‌باشد. دستور کار تعمیر و نگهداری باید بررسی شود تا تعداد دفعات تعویض واشرهای نامناسب تعیین شود.
استاندارد طراحی مورد استفاده برای طراحی خطوط حامل این مواد، باید اصلاح شود.	باید به طور دوره‌ای، طراحی تجهیزات حامل این ماده بررسی شود تا از مشخص شدن واشرهای مناسب اطمینان حاصل شود. دستور کار تعمیر و نگهداری باید بررسی شود تا تعداد دفعات تعویض واشرهای نامناسب تعیین شود.
مهندسان بایستی در مورد استاندارد اصلاح شده، آموزش داده شوند.	باید به طور دوره‌ای، طراحی تجهیزات حامل این ماده بررسی شود تا از مشخص شدن واشرهای مناسب اطمینان حاصل شود. دستور کار تعمیر و نگهداری باید بررسی شود تا تعداد تعویض دفعات واشرهای نامناسب تعیین شود.

یك مورد سیستم ارتباطی اضافی باید ارائه شود، مانند بی‌سیم‌های قابل حمل که کارکنان تعمیر و نگهداری بتوانند با سرپرستان و برنامه‌ریزان، ارتباط برقرار کنند. این سیستم باید به گونه‌ای باشد تا اجازه دهد سیستم Paging فعلی به طور انحصاری در عملیات، استفاده شود.	باید به طور دوره‌ای، سیستم Paging کنترل شود تا مشخص شود گروه‌های دیگری از این سیستم استفاده می کنند یا نه. بار ترافیکی سیستم ارتباطی کارکنان تعمیر و نگهداری باید ارزیابی شود تا از ظرفیت کافی آن اطمینان حاصل شود. بایستی به طور دوره‌ای، کارکنان تعمیر و نگهداری نظرسنجی شوند تا مشخص شود که آیا با تجهیزات ارتباطی مشکلی دارند یا نه. باید به طور دوره‌ای، کارکنان عملیاتی نظرسنجی شوند تا مشخص شود در ارتباط با گروه‌های دیگر با استفاده از سیستم Paging مشکلی دارند یا نه.
تغییر خط‌مشی اضافه کاری برای محدود کردن ساعت‌های اضافه کاری در یك بازه زمانی مشخص	باید ساعت‌های اضافه‌کاری کنترل شود. باید مشخص شود که آیا افرادی فراتر از دستورالعمل‌های تعیین شده در خط‌مشی جدید عمل می کنند یا نه.

شکل ۴-۱۲. مثال پیشنهادات و روش‌های ارزیابی (ABS, ۲۰۰۱)

■ ۵-۴-۱۲ بررسی پیشنهادات با مدیریت

همان طور که در شکل ۱-۱۲ نشان داده شده است، گام بعدی ارائه و بررسی با اعضاء مدیریت صف است که مسئولیت عملکرد واحد آسیب دیده را بر عهده دارند. مدیریت ممکن است پیشنهادات را تائید، اصلاح، رد یا اجرا کند. این موضوع بیشتر در بخش ۹-۲-۴ تحت عنوان مسئولیت‌های پیشنهادات، بحث شده است.

در این مرحله از بررسی غالباً گزارش کامل بررسی رویداد هنوز نوشته نشده و فقط پیشنهادات اساسی تهیه شده‌اند. مدیریت صف این پیشنهادات کلیدی را به عنوان اولویت در نظر می گیرد و پیشنهاداتی با اهمیت کمتر احتمالاً تا زمان تهیه پیش‌نویس گزارش رویداد، با مدیریت بررسی نمی‌شوند.

تیم بررسی باید در مورد اولویت‌های ریسک اقدامات مختلف، از جمله اقداماتی که باید قبل از شروع مجدد اجرا شوند، مدیریت را راهنمایی کند (در صورت لزوم). با این حال مدیریت مسئول تهیه منابع پیشنهادات و تعیین اولویت‌ها برای اقداماتی است که به‌طور معمول در قالب یک تاریخ مشخص بیان می‌شوند. در مواردی که تاریخ مشخصی تعیین نشده باشد باید راهنمایی روشنی از طرف مدیریت در مورد زمان بندی مانند «قبل از شروع مجدد»، «در طول چرخش بعدی» یا «قبل از پایان سال»، ارائه شود. تعریف «اولویت‌ها» (به‌عنوان مثال ۱، ۲، ۳ و ...) باید به وضوح مشخص شود که این اولویت‌ها بین سازمان‌ها و بررسی‌های متفاوت، متغیر خواهد بود. یک روش معمول برای تعیین اولویت‌ها، در نظر گرفتن پیامدها ادامه کار بدون اجرای پیشنهادات است. در بعضی مواقع ممکن است برای اولویت بندی اقدامات انجام ارزیابی ریسک مورد نیاز باشد.

پس از ارائه و پذیرش پیشنهادات، باید به‌طور مؤثر در سراسر سازمان اعلام شوند. اجرای پیشنهادات به صورت مفصل در فصل ۱۴ بحث شده است.

■ ۶-۴-۱۲ پیگیری و اتمام پیشنهادات

پیشرفت و اجرای پیشنهادات باید با استفاده از معیارهایی که در فصل ۱۵ شرح داده شده، دقیقاً کنترل شود و شامل موارد زیر باشد:

۱- معیارهای شاخص اصلی، تعیین و به‌طور مکرر بررسی شوند (به عنوان مثال اولویت اقدامات: هیچ اقدامی در حال انجام نیست، در حال انجام، در طی ۳۰ روز، بیشتر از ۳۰ روز، خاتمه یافته و...)

۲- با بررسی دوره‌ای مدیریت، تکمیل شود.

۳- تدوین یک روال کاری مشخص برای انحراف از هدف اصلی یا تاریخ مشخص

۴- شواهد مستند شده

۵- داشتن تأییدیه برای تعطیلی فرایند

۶- بررسی اثربخشی پس از تمام شدن، در صورت لزوم

۵-۱۲ خلاصه

این فصل در مورد تکنیک و ابزارهای ارائه پیشنهاداتی که هم مؤثر و هم ماندگار هستند، بحث کرده است. این پیشنهادات پس از مشخص شدن عوامل علّی و علل ریشه‌ای تهیه می‌شوند. پیشنهادات را می‌توان توسط تیم بررسی یا تیم مدیریت ارائه داد، اگر چه در هر صورت دو تیم باید با هم همکاری کنند. مؤثرترین پیشنهادات آن‌هایی هستند که با علل ریشه‌ای سروکار دارند و معمولاً با بهبود سیستم‌های مدیریتی برطرف می‌شوند. پیشنهادات باید SMART باشند که شامل اطمینان از مختص بودن پیشنهادات و درک دقیق زمان و اولویت‌ها توسط ذی‌نفعان است. مفاهیم ایمنی ذاتی، لایه‌های ایمنی و موانع در این فصل مورد بحث قرار گرفته‌اند. اگر استفاده از طراحی ذاتا ایمن عملی نباشد، پیشنهادات باید به علل اصلی شکست این لایه‌ها و موانع ایمنی بپردازد. پیشنهاد باید متناسب پیامدهای احتمالی، لایه‌های حفاظتی را اضافه یا تقویت کنند. سرانجام باید فرایندی برای بررسی این‌که پیشنهادات به همه علل ریشه‌ای پرداخته‌اند و به صورت مؤثر و کافی بررسی شده‌اند یا خیر، وجود داشته باشند.

۱۳

فصل سیزدهم

آماده سازی گزارش نهایی

آماده سازی گزارش نهایی

با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده، عوامل علی تعیین شده، تجزیه و تحلیل علل ریشه‌ای و پیشنهادات ارائه شده، تیم بررسی رویداد وظیفه تهیه گزارش کتبی بررسی رویداد را تعیین می‌کند. ویژگی‌های گزارش با کیفیت بالا درمورد بررسی رویداد چیست؟ تفاوت آن‌ها با سایر اطلاع رسانی‌ها مانند گزارش‌های موقت چیست؟ این فصل در مورد ملاحظات اختصاصی در مورد گزارش‌های کتبی بررسی رویداد بحث می‌کند. ویژگی‌های کیفی گزارش‌ها با استفاده از تمرکز ویژه روی کاربران و خوانندگان گزارش تعیین می‌شود. یک فرمت گزارش عمومی همراه با بحث در مورد اشتباهات رایج قابل پیش‌گیری ارائه می‌گردد.

قبل از اقدام به نوشتن گزارش بررسی رویداد باید با مشاور حقوقی شرکت مشورت شود. تعداد زیادی مسائل قانونی وجود دارد که ممکن است بر محتوای گزارش تاثیر بگذارند. مسائلی مانند اطلاعات انحصاری شرکت، امتیار قانونی، انطباق و اجرای مقررات، دادخواست مدنی و دعوای کیفری احتمالی. تیم بررسی قبل از شروع به نوشتن گزارش به راهنمایی از مشاور حقوقی در مورد محتوای گزارش و هم‌چنین راهنمایی در مورد نحوه نگهداری و ذخیره‌سازی پیش‌نویس گزارش نیاز دارد.

نویسندگان گزارش باید در مورد نوشتن گزارش‌های بررسی دانش و تجربه لازم ب را داشته باشند. نوشتن گزارش بررسی رویداد به علت پیچیدگی رویدادها، دقتی که توسط ذینفعان اعمال خواهد شد، ارتباط دادن شفاف یافته‌های بررسی به پیشنهادات و مسائل قانونی امری چالش برانگیز می‌باشد. نویسنده گزارش باید با نظارت فردی با تجربه و واجد شرایط و با دقت انتخاب شود. علاوه بر گزارش، خلاصه بررسی برای به اشتراک گذاشتن درس‌های آموخته شده هم باید توسط تیم بررسی رویداد نوشته شود.

۱-۱۳ دامنه کاربرد گزارش

دامنه کاربرد گزارش باید بر روی بررسی رویداد تمرکز کرده و نباید به مباحث جانبی بپردازد مگر این‌که این موضوعات مستقیما با پیامد رویداد مرتبط باشند. مباحث جانبی به مواردی مانند اقدامات اضطراری، روابط عمومی و دیگر فعالیت‌هایی که در طول یک رویداد بزرگ انجام می‌گیرند اما خارج از دامنه بررسی رویداد می‌باشند، اشاره می‌کند. (اگر نواقص یا نگرانی‌های قابل توجهی در مورد موضوعات جانبی وجود داشته باشد، مدیریت می‌تواند یک بررسی جداگانه به منظور حل این مسائل انجام دهد). گاهی اوقات تیم‌های بررسی رویداد مسئله‌ای را کشف می‌کنند که هیچ تاثیری روی رویداد مورد بررسی ندارد ولی فرصتی برای بهبود است. مسائلی از این دست باید به صورت جداگانه به مدیریت گزارش شوند. یک اشتباه قابل پیش‌گیری در مورد گزارش‌های بررسی رویداد، فرا رفتن از دامنه گزارش می‌باشد که به معنی گسترش دامنه گزارش فراتر از بررسی رویداد مورد مورد نظر است. این مورد در یک گزارش بزرگ باعث افزایش تعداد پیشنهادات و کاهش تمرکز می‌شود. میزان محتوای گزارش‌های بررسی رویداد به عوامل زیادی مانند نیازهای مخاطب، فرهنگ سازمان، طبقه بندی رویداد، پیچیدگی فنی یافته‌ها، الزامات قانونی و ملاحظات قانونی بستگی دارد. یک قالب یا راهنمای استانداردی برای گزارش‌های بررسی وجود ندارد. گزارش‌ها باید متناسب با نیازهای سازمان تنظیم شوند (NFPA 921، 2017؛ API RP-585، 2014 را ببینید).

۲-۱۳ گزارش‌های موقت

برخی از بررسی‌های ایمنی فرایند بویژه در موارد رویدادهای جدی یا بالقوه در طول زمان طولانی خواهد بود. برای مثال رویدادهای پیچیده، ارزیابی همه سناریوها و عوامل علی ممکن است به یک دوره زمانی طولانی (چند ماه یا شاید چند سال) نیاز داشته باشد. به جای منتظر ماندن تا اتمام کامل بررسی، تیم ممکن است یک گزارش موقت بنویسد که شامل یافته‌های اولیه و فعالیت‌های جاری بررسی باشد. محتوای گزارش موقت باید تا حد امکان دقیق و واقعی باشد و انعطاف‌پذیر باقی بماند تا بتوان اطلاعات جدید را به آن اضافه کرد. گزارش موقت باید میزان بررسی در آن مقطع زمانی، مسائل شناخته شده و فعالیت‌های جاری بررسی را در بر داشته باشد.

گزارش‌های موقت ممکن است قبل از تعیین همه عوامل علی و انجام تجزیه و تحلیل علل ریشه‌ای تهیه شوند. گزارش موقت نباید مطالبی فراتر از آنچه که واقعا شناخته شده و تایید شده، داشته باشد. مطالبی مانند گمانه زنی‌هایی که بعدا رد شده و یا اظهار نظر در نتیجه‌گیری‌ها و پیشنهادات که می‌تواند باعث زیر سئوال بردن بررسی توسط ذینفعان شود. به علاوه خوانندگان یک گزارش موقت ممکن است اقدامی انجام دهند که بعد از بازنگری گزارش، اقدامی نامناسب تلقی شود.

با توجه به وضعیت و محتوای یک گزارش موقت، ممکن است گزارش موقت اطلاعات موثری برای

مدیریت در مورد تصمیم‌گیری برای شروع مجدد فرایند نداشته باشد. رهبر تیم بررسی باید در مورد وضعیت بررسی و هریک از پیشنهاداتی که شروع مجدد را تحت تاثیر قرار می‌دهد با مدیریت بحث کند تا مدیریت بتواند تصمیم مورد اعتمادی در مورد زمان شروع مجدد فرایند بگیرد.

با ادامه بررسی ممکن است مسائل جدیدی پیش‌بیاید، مواردی ممکن است حل شوند و پیشنهادات بر این اساس اصلاح گردند. اسناد گزارش موقت باید در صورت لزوم به روز شده یا حاشیه نویسی شود. هر گزارش صادر شده توسط تیم بررسی رویداد باید حفظ شود و توزیع نسخ آن مستند گردد. رهبر تیم باید فعالیت‌های گزارش موقت را هماهنگ کند. یک نفر باید به عنوان رابط بین تیم بررسی رویداد، مدیریت و سازمان‌های خارجی وجود داشته باشد. این شخص معمولا رهبر تیم می‌باشد، ولی دیگران نیز با آموزش‌های خاصی می‌توانند این کار را انجام دهند. هنگامی که اعضای تیم باید با سازمان‌های نظارتی خارجی ارتباط داشته باشند یک کانال ارتباطی واحد بسیار مفید است.

۳-۱۳ نوشتن گزارش

گزارش مکتوب بررسی رویداد وسیله‌ای برای مستندسازی و اطلاع رسانی نتایج بررسی می‌باشد. بررسی‌های ایمنی فرایند موضوعات متنوعی را پوشش می‌دهند اما تا زمانی که یک گزارش خوب ارائه نشده باشد اثرات ارائه آن به‌طوریکه باید، موثر نخواهد بود. یک گزارش با کیفیت می‌تواند بسیار کاربردی باشد و منجر به بهبود ایمنی فرایند شده و اثرات بررسی تیم را ارائه دهد. به همین ترتیب یک گزراش ضعیف ممکن است در ارائه اطلاعات مهم شکست خورده و بررسی موثری که هفته‌ها و ماه‌ها طول کشیده را نفی کند.

یک مکانیسم برای گردهم‌آوری و مستندسازی نتایج بررسی می‌تواند یک بخش یکپارچه سیستم مدیریت برای بررسی رویداد مرتبط با ایمنی فرایند باشد. راهنمایی‌هایی برای مدیریت فنی ایمنی فرایندهای شیمیایی (CCPS[1]، 1989) بیان می‌دارد: "درس‌های آموخته شده از یک بررسی رویداد از نظر مفید بودن محدود هستند مگر این‌که به خوبی گزارش شوند". شورای شیمی آمریکا با در نظر گرفتن آن به عنوان یکی از دو روش مدیریت در مراقبت‌های مسئولانه قانون ایمنی فرایند شیوه‌های مدیریت (ACC، 1990)، این نیاز را تشخیص می‌دهد. گزارش مکتوب باید شامل یافته‌ها و پیشنهادات بررسی به‌طور واضح و خلاصه باشد.

شناسایی مخاطبان قبل از ارائه گزارش مفید بوده و با این اقدام از این‌که نویسندگان همه نیازهای مخاطبان را درک کرده‌اند اطمینان حاصل می‌شود. برای مثال مخاطبان ممکن است سطوح متنوعی از مدیریت، اپراتورها، کارکنان تعمیر و نگهداری، مهندسین، تیم‌های PHA، دیگر سایت‌ها و سازمان‌های قانون گذار باشند. اگرچه ممکن است غیر معقول به نظر برسد که انتظار داشته باشیم تا همه نیازها برطرف شود، در نظر گرفتن آن‌ها در فاز نوشتن گزارش برای دسترسی به این هدف کمک خواهد کرد. تنوع زیاد در زمینه‌های فنی خوانندگان، نیاز به در برداشتن اطلاعات فنی و نیاز به خلاصه بودن به‌طور معقول ممکن است مفید بودن یک

۱- Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety

گزارش را محدود کند؛ اگرچه این چالش ممکن است توسط یک خلاصه کاربردی یا قسمت‌های مشابه در گزارش برای افرادی که دارای زمینه فنی کمتری هستند یا نیاز یا تمایل به دانستن جزئیات دارند برطرف شود. هر گزارش نشان‌دهنده مبادله‌ای متعادل از محتوا، جزئیات و اطلاعات کمّی برای رفع نیازهای مورد انتظار خوانندگان و کاربران است. منطقی است انتظار داشته باشیم که خواننده گزارش دانش عمومی از تکنولوژی فرایند شیمیایی و خطرات آن را دارد. هم‌چنین خوانندگان گزارش، برخی علایق واقعی دارند و می‌توانند از درس‌های به‌دست آمده بهره‌مند شوند. گزارش فقط به منظور مستندسازی و ارائه یافته‌ها و پیشنهادات نیست و باید به عنوان ابزاری برای ایجاد انگیزه در عمل باشد. کارپر[۱] در کتاب خود "مهندسی پزشکی قانونی" (Carper، 1989) مخاطبان متفاوتی را شناسایی می‌کند. کارپر این واقعیت را تایید می‌کند که انتظار نمی‌رود گزارش به‌طور یکسان به همه مخاطبان برسد و پاسخگوی همه سوالات باشد. بررسی حرفه‌ای حادثه نوشته کوهِلمَن[۲] بیان می‌دارد که سطوح متفاوتی از مدیریت، نیازها و اولویت‌های متفاوتی دارند (Kuhlman، 1977).

اگرچه گزارش بررسی مهم‌ترین سند منحصر به فرد است، ولی تنها بخشی از کل سوابق بررسی می‌باشد. بخش‌های دیگر سوابق بررسی شامل عکس‌ها، اندازه‌گیری‌ها، اطلاعات فرایند، اظهارات شهود، تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی، تجزیه و تحلیل مهندسی و دیگر واقعیت‌ها و تجزیه و تحلیل‌ها از تعیین عوامل علی و علل ریشه‌ای می‌باشد. باید به منظور مراجعه در آینده، توجه کافی برای جمع‌آوری و نگهداری مجموعه‌ای کامل از اسناد شود. این بسته سیستماتیک اسناد گاهی اوقات به عنوان سوابق ممیزی محسوب می‌شود. این موضوع به بررسی کنندگان و بازرسان بعدی این فرصت را می‌دهد تا تصمیمات و تجزیه و تحلیل تیم را به‌طور کامل‌تری درک کنند. بسته اسناد باید شامل فهرست مطالب باشد. همه اسناد مرتبط با بررسی باید طبق خط مشی نگهداری سوابق سازمان، نگهداری شوند باشد.

همه گزارش‌های بررسی باید شامل موارد زیر باشند:

- **رویداد را با جزئیات کامل توصیف کند (درصورت امکان با جدول زمانی).**
- **توالی رویدادها و نقص‌هایی که منجر به رویداد شده‌اند را توضیح دهد.**
- **سیستم مدیریتی که باید از وقوع رویداد پیش‌گیری می‌کرد را توصیف کند.**
- **عوامل که باعث تشدید شدت پیامدهای رویداد می‌شود را شناسایی کند.**
- **جزئیات علل ریشه‌ای سیستم و پیشنهاداتی برای پیش‌گیری یا کاهش وقوع مجدد رویداد یا پیامدهای مرتبط با آن را فراهم نماید.**

گزارش باید شامل اطلاعات مربوطه و بیان شده به صورت دقیق و واضح باشد. اگر در مورد توالی وقایع یا دیگر جنبه‌های بررسی عدم قطعیت وجود داشته باشد؛ این عدم قطعیت نیز باید در نحوه گزارش و انتخاب کلمات مورد استفاده در گزارش دیده شود و منعکس‌کننده رویکرد پیش‌گیری از وقوع رویدادهای مشابه باشد نه سرزنش کردن.

۱-Carper
۲-Kuhlman

۱۳-۴ نمونه فرمت گزارش

قالب و محتوای گزارش به نیازهای سازمان (NFPA 921، 2017) و پیچیدگی بررسی (API RP-585، 2014) بستگی دارد زیرا هیچ گزارش جهانی واحدی وجود ندارد که همزمان نیازهای همه سازمان‌ها، خوانندگان و کاربران بالقوه را برآورده کند. قالب نمونه زیر تنوع محتوا و جزئیات را نشان می‌دهد. سازمان می‌تواند بهترین قالب مناسب با نیازهای خود را انتخاب کند. جدول۱-۱۳ شامل فهرستی از قسمت‌هایی است که ممکن است شامل گزارش بررسی رویداد باشند. بیشتر نمونه گزارش‌ها به سوال‌های اساسی مانند سوال‌های زیر جواب می‌دهند:

- **چه اتفاقی افتاده است؟**
- **چگونه اتفاق اتفاده است؟**
- **چرا اتفاق افتاده است؟**
- **علل ریشه‌ای چندگانه مرتبط با سیستم مدیریت چیست؟**
- **چه کاری به منظور پیش گیری از تکرار یا کاهش ریسک می‌توان انجام داد؟**

موضوع گزارش ممکن است جنبه‌هایی از طرح گزارش را تحت تاثیر قرار دهد. راهنمای زیر یک توالی منطقی از قسمت‌هایی را نشان می‌دهد که به خواننده گزارش اجازه می‌دهد تا موقعیت، یافته‌ها، عوامل علی، علت‌های ریشه‌ای و پیشنهادات را درک کند. برخی از سازمان‌ها فرمت‌های استانداردی برای گزارش آماده می‌کنند که می‌تواند با توجه به طبقه بندی رویداد متفاوت باشد (API RP-585، 2014).

جدول ۱-۱۳. نمونه از قسمت‌های یک گزارش بررسی رویداد

عنوان صفحه	شامل تاریخ گزارش
جدول محتوا	
خلاصه کاربردی	خلاصه اتفاق، پیامدها، علل و پیشنهادات
مقدمه	خلاصه عمومی شامل تاریخ، زمان، موقعیت تاسیسات، منطقه فرایند رویداد، اصطلاحات منابع، انجام بررسی (شامل تاریخ و زمان شروع بررسی)، توصیف تیم شامل اعضای تیم، زمینه های تخصصی و سال های تجربه
پیش زمینه	توصیف فرایند، هدف و دامنه بررسی، وضعیت پیشرفت رویداد. موضوعات مهم گذشته ممکن است مورد بحث قرار گیرند.
توالی وقایع و توصیف رویداد	توصیف سناریو اتفاق، توالی، پیامدها (واقعی و بالقوه) و خلاصه واکنش‌ها
یافته‌ها	یافته‌های واقعی شامل شواهد
عوامل علی	شناسایی و بحث عوامل علی
علل ریشه ای	شناسایی و بحث در مورد علل ریشه ای
پیشنهادات	اقدامات توصیه شده برای کاهش ریسک
عوامل غیر مستقیم	بحث در مورد عوامل اختصاصی که علت این رویداد نیستند اما آموزه های مفیدی هستند.
پیوست ها	اطلاعات پشتیبان متفرقه مانند: بحث در مورد سناریوهای رد شده یا با احتمال پایین، اسناد با موضوعات یا ارزش خاص، روش و انجام بررسی رویداد، اعضای تیم، عکس ها، بحث ها، گزارش های آزمایشگاهی، گزارش های متالورژی، منابع، عوامل غیر مشارکتی، اصطلاحات و منبع
منابع	اسنادی که تیم برای نتیجه گیری از آنها استفاده کرده است

■ ۱۳-۴-۱ خلاصه اجرایی

خلاصه اجرایی باید یک خلاصه مختصر از توصیف اتفاق و پیامدهای کلیدی (یا اصلی)، یافته‌های قابل توجه، عوامل علی، علل ریشه‌ای و پیشنهادات باشد. معمولا ارائه یک خلاصه ساده از نحوه وقوع در یک یا دو جمله اول مفید است. هدف باید ارائه یک خلاصه با سطح خوب از رویداد باشد که جدا از گزارش نیست. برای اغلب گزارش‌ها خلاصه اجرایی بعد از نوشتن دیگر قسمت‌ها نوشته می‌شود. خلاصه اجرایی معمولا بیش از یک یا دو صفحه نیست و شامل تمام سرصفحه‌ها و پاروقی‌ها و سلب مسئولیت حقوقی و اطلاعات قانونی است. خلاصه اجرایی قسمتی از گزارش است و یک نسخه مستقل یا جداگانه از گزارش نیست. طرح کوتاه خلاصه اجرایی می‌تواند آن را به یک بخش خوب برای اطلاع رسانی نتایج از طریق صفحات وب داخلی، تابلوهای اعلانات، بولتن‌های جلسات ایمنی و کتابچه‌های آموزش ایمنی تبدیل کند.

■ ۱۳-۴-۲ مقدمه

متن گزارش باید شامل یک مقدمه باشد که هدف و دامنه بررسی رویداد، اعضای تیم بررسی رویداد و شرایط زمان وقوع رویداد را خلاصه کند.

■ ۱۳-۴-۳ پیش‌زمینه

قسمت پیش‌زمینه اطلاعاتی که مخاطبان باید در قسمت‌های بعدی درک کنند را فراهم می‌کند. این بخش زمینه را برای اطلاعات بعدی فراهم می‌کند. قسمت پیش‌زمینه یک دید کلی از فرایند (تاریخچه، سن، اندازه، پروژه‌های توسعه و...) که باعث رویداد شده‌اند را ارائه می‌دهد. اگر یک برنامه خاصی مانند برنامه بازرسی دوره‌ای، تاریخچه اطمینان یا ارزیابی ایمنی شغلی در رویداد درگیر بودند می‌تواند در قسمت پیش‌زمینه آورده شود. اطلاعاتی در مورد وجود سیستم‌های مدیریتی، روش‌های اجرایی و خط مشی‌هایی که با رویداد مرتبط هستند ممکن است در این قسمت آورده شوند. هم‌چنین اتفاقات غیر معمول داخلی یا خارجی، تغییر در مالکیت واحد یا خاموش کردن جهت عملیات تعمیر و نگهداری یا تغییر شیفت و اختلال یا قطع (برای مثال قطعی برق، هوای نامساعد و...) ممکن است در این بخش آورده شود.

پیش زمینه افراد درگیر در رویداد مانند سطح تجربه، صلاحیت، تجربه در مورد وظیفه خاص، سال‌های تجربه، وظیفه در روز رویداد، اضافه کار یا تغییر شیفت و... می‌تواند در نظر گرفته شود.

در صورتی که وضعیت محیطی موجود در آن زمان قابل توجه باشد ممکن است در نظر گرفته شود. وضعیت می‌تواند شامل زمان روز، دما، روشنایی و وضعیت آب و هوایی مانند باران، مه، یخ، برف، جهت و سرعت باد و غیره باشد.

وضعیت قابل توجه فرایند که باعث گسترش رویداد شده ممکن است شناسایی شود؛ به ویژه اگر فرایند

یک کار جمعی باشد یا اگر انحراف مشخصی از وضعیت عادی توالی‌ها، جریان‌ها، فشارها، غلظت‌ها، دما، pH، یا دیگر پارامترهای فرایند وجود داشته باشد. اغلب جدا کردن وضعیت پیش‌زمینه به چندین دوره مشخص مفید است. یک بخش ممکن است وضعیت عادی و یک بخش ممکن است وضعیت در یک دوره ۴۸ ساعت تا یک ساعت قبل از رویداد باشد و بخش سوم ممکن است درست وضعیت قبل از رویداد (۱تا ۶۰ دقیقه) را مدنظر قرار دهد.

قسمت پیش‌زمینه هم‌چنین ممکن است شامل اطلاعاتی از رویدادهای گذشته در واحد فرایند، رویدادهایی که تقریبا با رویداد مورد نظر یکسان یا مشابه بوده‌اند، باشد. شبه حوادث و رویدادهای جزئی برای تعیین این‌که آیا پیش‌از این نیز رخ داده‌اند، مورد توجه قرار می‌گیرند.

■ ۱۳-۴-۴ توالی وقایع و توصیف رویداد

در این قسمت از گزارش نحوه وقوع (معمولا به ترتیب زمانی) و پیامدها یا نتایج شناسایی شده توصیف می‌شوند. این قسمت گزارش شامل عبارات چه کسی؟چه چیزی؟ چه موقع؟ کجا؟ است. این قسمت شامل اقدامات انجام شده برای مقابله با وضعیت در طول جدول زمانی رویداد است. ممکن است اطلاعات خلاصه و خاصی را ارائه دهد؛ مانند شناسایی تعداد و محل تجهیزات فرایند درگیر در برخی از جنبه‌های رویداد. شدت جراحت، جزئیات آسیب و تخمین زمان توقف تولید می‌تواند در این بخش آورده شود. نمودارها معمولا مفیدتر از پاراگراف‌های طولانی هستند. اگر یک جدول زمانی تهیه شده باشد می‌تواند در داخل گزارش آورده شود. از مشاهدات می‌توان با اظهارت افراد درگیر پشتیبانی کرد. مستندات پشتیبانی شده به صورت نقاشی، عکس، نمودار جریان و محاسبات را می‌توان داخل گزارش قرار داد.

■ ۱۳-۴-۵ یافته‌ها

یافته‌های واقعی در این قسمت قرار می‌گیرند. یافته‌ها کلیه فعالیت‌های بررسی هستند؛ فعالیت‌هایی مثل بررسی شواهد، بازرسی صحنه و تجهیزات، اطلاعات فرایند، تست‌های آزمایشگاهی، پروتکل‌های آزمایش تجهیزات، تجزیه و تحلیل‌های مهندسی، مدل‌سازی و.... این یافته‌ها پایه و اساس شناسایی عوامل علی و تجزیه و تحلیل علل ریشه‌ای را فراهم می‌کنند.

ممکن است در نظر داشتن انواع شواهدی که از عوامل علی و علل ریشه‌ای حمایت می‌کنند مفید باشد:

- **افراد (مصاحبه)**
- **فیزیکی (برای مثال تجهیزات، ماشین‌آلات، قطعات، تجزیه و تحلیل‌ها، تجزیه و تحلیل متالورژی، آزمایش)**
- **الکترونیکی (برای مثال اطلاعات عملیاتی ثبت شده توسط سیستم کنترل، هر دو سیستم موجود و گذشته، نقاط کنترل تنظیم)**

- **موقعیت‌ها (افراد و تجهیزات)**
- **کاغذی (برای مثال روش‌های اجرایی، چک لیست‌ها، اطلاعات فرایند، مجوزهای کار و...)**

هم‌چنین ممکن است بحث در مورد موارد متنوع شواهد مرتبط با وقایع قبل، در طول رویداد و بعد از رویداد مفید باشد. برای مثال مشاهده موقعیت شیرها بعد از رویداد نشان‌دهنده مسیر شیرها در حین رویداد می‌باشد؛ اما ممکن است نشان‌دهنده موقعیت‌های آن‌ها در ساعت‌های قبل از رویداد نباشد. هر مورد باید با متن مناسب در جدول زمانی قرار گیرد. این موضوع می‌تواند به توضیح چگونگی و چرایی رویداد و علل ریشه‌ای منجر به رویداد کمک کند.

هر یک از یافته‌ها ممکن است به صورت جداگانه جدول بندی شود تا موضوع مورد بحث به اندازه کافی و به صورت واضح از سایر نکات جدا شود. یک مثال از فرم جدول بندی شده در جدول ۲-۱۳ برای هر یک از یافته‌ها، عوامل علی و علل ریشه‌ای نشان داده شده است. مورد فرضی در جدول ۲-۱۳ انفجار مخزن درست در خارج از یک نیروگاه در یک کارخانه مواد شیمیایی است. ضایعات مواد شیمیایی از فرایند به مخزن ذخیره پمپ شده و به عنوان سوخت در یکی از بویلرها مصرف می‌شوند. استفاده از ضایعات مواد شیمیایی به عنوان سوخت تقریبا ۳۰ سال است که انجام می‌شود. مخزن ذخیره در یک روز گرم و به علت واکنش‌های شیمیایی داخل آن منفجر شده است. جدول ۲-۱۳ یافته‌های مرتبط، عوامل علی، علل ریشه‌ای و پیشنهادات برای این واقعه فرضی را نشان می‌دهد.

این یافته‌ها هم‌چنین می‌توانند خلاصه‌ای از هرگونه مطالعه یا تجزیه و تحلیل تخصصی باشد که برای توضیح شرایط رویداد انجام شده است. برای مثال مطالعه‌هایی مثل تجزیه و تحلیل‌های متالورژی اجزا، واکنش پذیری شیمیایی و اسناد پشتیبان را می‌توان در پیوست گزارش قرار داد.

■ ۶-۴-۱۳ عوامل علی

عوامل علی در این قسمت از گزارش آورده شده و مورد بحث واقع می‌شوند. عموما رویدادهای مرتبط با ایمنی فرایند نتیجه چندین عامل هستند، بنابراین تمرکز بر یک عامل منفرد رویکرد مناسبی نیست. اگر یک درخت خطا یا نمودار عامل علی به عنوان بخشی از بررسی تهیه شود، برای تسهیل درک مطالب ممکن است در پیوست قرار داده شود.

علت‌های رویداد ممکن است همیشه با قطعیت تعیین نشوند. شواهد آسیب‌های انفجار و آتش سوزی ممکن است به منظور تعیین قطعی علت مورد نیاز باشند. وقتی شواهد، تجزیه و تحلیل‌ها و واقعیت‌های کارآمد برای تعیین علت‌های محتمل وجود داشته باشند، نظر تیم باید با توجه به محتمل‌ترین دلیل ممکن بیان شود. وقتی نتوان علت‌های رویداد را با قطعیت تعیین نمود باید به صورت تعیین نشده گزارش شود(NFPA 921، 2017). در چنین مواردی می‌توان علت‌های احتمالی بررسی شده را گزارش کرد.

■ ۱۳-۴-۷ علل ریشه‌ای

علل ریشه‌ای در این قسمت از گزارش آورده شده و مورد بحث قرار می‌گیرند. علل ریشه‌ای باید نشان‌دهنده ارتباط آن‌ها با عوامل علی باشند. همان‌طور که در بخش‌های قبل توضیح داده شد علل ریشه‌ای چیزی فراتر از علت‌های فیزیکی رویداد هستند و ممکن است تهیه اطلاعات اضافی در قسمت علل ریشه‌ای در مورد نقاط ضعف سیستم مدیریتی که در رویداد نقش داشته‌اند لازم باشد. یک هدف مهم قسمت علت ریشه‌ای گزارش ایجاد یک ارتباط بین نقاط ضعف سیستم مدیریتی و عوامل علی می‌باشد.

■ ۱۳-۴-۸ پیشنهادات

ویژگی‌های توصیه‌های موفق به صورت کامل در بخش ۱۲ ارائه شده است. تیم بررسی رویداد معمولا مسئولیت ایجاد و ثبت توصیه‌ها را بر عهده دارند. تایید و انجام و برطرف کردن توصیه‌ها وظیفه مدیریت می‌باشد. معمولا گزارش نهایی فقط شامل توصیه‌های قبول شده توسط مدیریت برای انجام می‌باشد. توصیه‌های موثر شامل یک شخص بعنوان مسئول اصلی و تاریخ انجام می‌باشد. مدیریت، اولویت‌ها، تاریخ‌های هدف و تعیین مسئولیت‌ها را مشخص می‌کند. در نتیجه، گرفتن بازخورد از مدیریت به منظور تعیین مسئولیت و تاریخ‌های هدف در گزارش مورد نیاز است. یافته‌های اصلی یا مهم ممکن است برجسته شوند تا بر اهمیت آن‌ها تاکید شود. به منظور کامل بودن کلیه بهبودهای توصیه شده باید به صورت منطقی از یافته‌ها به توصیه‌ها متصل باشند.

جدول ۲-۱۳. یافته ها، فاکتورهای علی، علت های ریشه ای و توصیه ها

یافته ها	فاکتورهای علی	علت های ریشه ای	توصیه ها	انجام دهنده	تاریخ انجام
جریان زائد جریان یافته از چندین واحد فرایندی به مخزن نگهدارنده نیروگاه از ظرشیمیایی ناسازگار بودند. یک واکنش گرمازا داخل مخزن نگهداری مواد زائد در نتیجه فشار بیش از حد تانگ ذخیره آغاز شد.	تانکر ذخیره مواد زائد در اصل بعنوان تانکر ذخیره طراحی شده بود. ولی با خنک کننده یا کاهنده فشار برای واکنش شیمیایی طراحی نشده بود.	هنگامی که جریان اضافی به تانکر ذخیره هدایت شد، روش اجرایی مدیریت تغییر (MOC) به درستی اجرا نشد. کارکنانی که این تغییرات را انجام دادند پیروی از روش اجرایی مدیریت تغییر را به یاد نمی آورند.	روش اجرایی مدیریت تغییر را مرور کنید تا اطمینان حاصل شود که این روش با الزامات و روش های شرکت سازگار است	مایک	فوریه
			در بولتن ایمنی به لزوم پیروی از روش اجرایی مدیریت تغییر تاکید کنید	بن	مارس
			بسته آموزشی مربوط به روش اجرایی مدیریت تغییر همراه تمدید سالانه در آن قرار دهید.	سو	جولای

یافته ها	فاکتورهای علی	علت های ریشه ای	توصیه ها	انجام دهنده	تاریخ انجام
جریان زائد جریان یافته از چندین واحد فرایندی به مخزن نگهدارنده نیروگاه از ظر شیمیایی ناسازگار بودند. یک واکنش گرمازا داخل مخزن نگهداری مواد زائد در نتیجه فشار بیش از حد تانگ ذخیره آغاز شد.	اطلاعات شیمیایی فرایند هایی که مواد شیمیایی را به تانکر ذخیره ارسال می کنند در طول ۳۰ سال از زمان اصلاح فرایند نیروگاه که اجازه استفاده از مواد زائد بعنوان منبع سوخت در بویلر هارا داده است تغییر یافته است. کنترلی روی مواد زائدی که از واحد های مختلف به تانگر ذخیره ارسال می شوند انجام نشده است.	نقص مدیریت و کارکنان از شناسایی ریسک های مرتبط با مخلوط کردن کنترل نشده مواد شیمیایی زائد. ارزیابی خطرات فرایند (PHA) روی پسماند های مخلوط حاصل از فرایند ها انجام نشده است.	انجام ارزیابی خطرات فرایند تمامی مواد زائد و جریان های حد واسط که در آن مخلوط مواد شیمیایی میتواند اتفاق بیفتد. تکمیل ارزیابی خطرات فرایند سوخت بویلر قبل از راه اندازی مجدد جریان مواد زائد.	باب	دسامبر
	ارزیابی خطرات فرایند ها به مدت بیش از ۱۰ سال انجام نشده است	برنامه ای برای انجام مجدد ارزیابی خطرات فرایندها در نیروگاه وجود نداشت	بازبینی دامنه کاربرد برنامه ارزیابی خطرات فرایند ها به منظور شامل شدن نیروگاه و اطمینان از دربرگیری کلیه مناطق ارائه خدمات.	تد	دسامبر
	هوای گرم در روز رویداد احتمالا باعث افزایش درجه واکنش شده است	نقص مدیریت و کارکنان از شناسایی ریسک‌های مرتبط با افزایش دمای محیطی.	اطمینان از اینکه دامنه ارزیابی خطرات فرایند شامل توجه به افزایش دما به بالاتر از ۵۰ درجه سانتیگراد می شود.	دن	دسامبر

هر توصیه باید به صورت خلاصه (دو یا سه جمله) و مناسب معرف یک موضوع خاص باشد و به صورت انفرادی شماره‌گذاری شده باشد تا پیگیری و دقت مدیریت را تسهیل کند. درصورت لزوم هر توصیه ممکن است یک شماره مرجع مقابل را ضمیمه کرده باشد تا بتواند توضیحات یا مرجع بیشتری را از بخش‌های دیگر گزارش ارائه دهد.

■ ۹-۴-۱۳ عوامل غیر مشارکتی

عوامل متعددی در رویدادهای ایمنی فرایند بررسی می‌شوند و برخی ممکن است غیر مشارکتی باشند. در برخی موارد ممکن است گزارش عوامل غیر مشارکتی که تاثیری روی این رویداد نداشته‌اند مناسب باشد تا نگرانی‌های موجود در مورد از بین رفتن عامل یا سو تفاهم را کاهش دهد. ثبت عوامل غیر مشارکتی هم‌چنین اسنادی را فراهم می کند تا نشان دهد که این عوامل توسط تیم بررسی شده و نادیده گرفته نشده‌اند. با این وجود گزارش عوامل غیر مشارکتی می‌تواند حجم گزارش را افزایش دهد و نیز می‌تواند باعث غفلت از موضوعات مهم شود. در صورتی که عوامل غیرمشارکتی در گزارش گنجانده نشده باشد، یادداشت‌های تیم بررسی باید شامل سوابقی از این عوامل هم انسانی و هم مبتنی بر سیستم باشد که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند و عدم ارتباط آن‌ها با پیامد اصلی مشخص شده است.

■ ۱۰-۴-۱۳ پیوست‌ها یا ضمائم

محتوای باقیمانده یک گزارش بررسی رویداد نوشته شده وابستگی زیادی به موقعیت دارد. مجموعه‌ای از اطلاعات و منابع اضافی که ممکن است برخی از خوانندگان به آن‌ها نیاز داشته باشند معمولا به عنوان پیوست آورده می‌شود.

نمونه‌هایی از اطلاعات تکمیلی عبارت‌اند از:

- توصیف روش‌ها و رویکردهای بررسی استفاده شده
- فلوچارت‌ها
- نمودارها
- عکس‌ها
- اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (SDS)
- فهرستی از مراجع استفاده شده
- واژه نامه اصطلاحات و اختصارات
- فرم‌ها
- اطلاعات چاپ شده رایانه ای
- اطلاعات به‌دست آمده از مصاحبه با شاهدان
- نقشه‌ها
- رونوشت از مجوزهای کاری
- خلاصه جراحت‌ها
- اطلاعات صدمه به تجهیزات
- گزارش‌های تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی
- گزارش‌های تجزیه و تحلیل مهندسی
- مصاحبه با شاهدان
- جدول زمانی

اگر از نقشه‌ای استفاده می‌شود باید روی منطقه مورد نظر متمرکز باشد و باید مقدار اطلاعات غیر ضروری نشان داده شده به حداقل برسد.

شواهد پزشکی معمولا به علت محرمانگی و حفاظت از اطلاعات پزشکی از گزارش‌های بررسی رویداد حذف می‌شوند. اسامی افراد مجروح شده و دیگر افراد درگیر هم به علت دلایل شخصی حذف می‌گردند. عباراتی مثل اپراتور ۱، ۲ یا ۳ می‌تواند جایگزین اسامی آن‌ها شود.

این یک روش مستندسازی مناسب است که دلایل از بین بردن سایر علل احتمالی و سناریوهای دیگر ذکر شود. این مورد می‌تواند برای بررسی کنندگان بعدی که ممکن است سال‌ها بعد از این اطلاعات استفاده کنند مفید و روشن‌کننده باشد.

۱۳-۵ بررسی گزارش و تضمین کیفیت

۱۳-۵-۱ بررسی گزارش

تمام اعضای تیم بررسی رویداد، باید قبل از نهایی شدن گزارش آن را بررسی کرده و به توافق برسند. همه محتوای گزارش باید به منظور اطمینان از دقت آن، بررسی شود. یک چک لیست نمونه در جدول ۳-۱۳ نشان داده شده است. بررسی ممکن است توسط مدیریت و تیم‌های قانونی به منظور حمایت از حقوق معنوی و سایر حقوق قانونی شرکت مورد نیاز باشد. هم‌چنین ممکن است برای اعضای تیم مناسب باشد تا با توجه به عملکرد محلی گزارش نهایی را امضا کنند. این نشانه تایید شخصی اعضای تیم است.

بسیاری از شرکت‌ها یک فرایند تایید گزارش بررسی رویداد دارند. سطح تایید معمولا با توجه به طبقه بندی رویداد می‌باشد و معمولا با شدت واقعی یا بالقوه رویداد مطابقت دارد. معمولا طبقه بندی با شدت بالاتر نیاز به بررسی و تایید توسط مدیران سطح بالاتر دارد.

جدول ۳-۱۳. یثالی از چک لیست برای گزارش های نوشته شده

- خواننده یا کاربر مورد نظر مشخص شده و سطح صلاحیت فنی انتخاب شده است
- هدف گزارش مشخص شده است
- دامنه کاربرد بررسی تعیین شده است
- خلاصه یا چکیده بیش از یک صفحه نیست
- خلاصه یا چکیده به سوالات، چه اتفاقی افتاده است، چرا و پیشنهادات عمومی پاسخ می دهد
- پیش زمینه- فرایند و دامنه بررسی را توصیف می کند
- توالی وقایع- به وضوح چگونگی رویداد و جدول زمانی را توصیف می کند
- یافته‌ها- یافته‌های واقعی نشان داده شده‌اند
- عوامل علی- آنچه اتفاق افتاده مشخص شده است
- علل ریشه‌ای- عوامل علی مهم و چندگانه را مشخص می کند
- پیشنهادات- اقدامات خاصی را به منظور انجام تعیین می کند
- سایر- نمودارهای لازم، عکس ها، اطلاعات
- محتوای تایید شده توسط اعضای تیم
- توزیع مشخص شده است

۱۳-۵-۲ اجتناب از اشتباهات رایج

به منظور افزایش کیفیت گزارش‌های بررسی رویداد، تیم بررسی رویداد باید از راهنمایی‌های زیر پیروی کند:

۱. از اصطلاحات اختصاصی فرایند که ممکن است خواننده مورد نظر آن‌ها را درک نکند استفاده نکند. یک راهنمای خوب این است که اطمینان حاصل شود گزارش برایخواننده مورد نظر که دانش کافی از فرایند خاص مورد نظر ندارد قابل درک باشد.

۲. به منظور افزایش قابلیت خوانده شدن و درک مطلب، استفاده از اختصارات و کلمات اختصاری را کاهش دهید. بیشتر این موارد می‌توانند نادیده گرفته شوند. اختصارات و کلمات اختصاری استفاده شده را تعریف کنید.

۳. در مورد صلاحیت فنی خواننده تصمیم بگیرید و سپس در نوشتن آن از ابتدا تا انتها یکسان عمل کنید.

۴. از مخلوط کردن نظرات، حدس و گمان و دیگر قضاوت‌ها هنگام تهیه یافته‌های واقعی اجتناب کنید. گزارش باید اساس واقعی برای عوامل علی و علل ریشه‌ای را روشن کند. هنگامی که اطلاعات برای تعیین دقیق کافی نباشد، تیم بررسی ممکن است مجبور به قضاوت و شناسایی علت‌های محتمل و ممکن باشد. وقتی قضاوتی انجام شده باشد گزارش باید آن را به صراحت بیان کند. جداسازی قضاوت‌های تیم بررسی به یک بخش جدا از یافته‌های واقعی، گاهی اوقات می‌تواند از سردرگمی خواننده هنگام بیان دقیق موقعیت بررسی جلوگیری کند.

۵. پیشنهاداتی بنویسید که مستقل باشند به نحوی که در صورت لزوم حذف آن‌ها از متن گزارش منطقی باشد. پیشنهادات معمولا در سیستم پیگیری قرار می‌گیرند، و باید اجرای پیشنهادات برای کاربران سیستم و تمام افرادی که بدون مراجعه به گزارش عمل می‌کنند، منطقی باشد.

۶. مطمئن شوید که فهرستی از مراجع استفاده شده در بررسی، تهیه شده باشد. بررسی کنندگان بعدی یا تجزیه و تحلیل کنندگانی که سال‌ها بعد گزارش را بررسی می‌کنند باید قادر به اثبات نتایجی که توسط تیم بررسی ارائه شده است، باشند.

۷. چندین علت ریشه‌ای مرتبط با سیستم بعد از تجزیه و تحلیل سیستماتیک توسط تیم بررسی را شناسایی کنید.

۸. باید شامل توصیفات و جزئیات درباره تجهیزات درگیر در رویداد باشد زیرا حذف این موارد می‌تواند مشکلاتی برای خوانندگان سایر واحدهای فرایندی یا تاسیساتی که ممکن است تجهیزات مشابه داشته باشند و از خطرات آن بی‌اطلاع هستند، ایجاد کند.

۹. هنگام تهیه گزارش از کم اهمیت نشان دادن عوامل انسانی خودداری کنید. در مورد بیان عملکرد افراد معمولا یک ترس طبیعی وجود دارد زیرا بعضی اوقات به عنوان سرزنش تلقی می‌شود. در حقیقت نقص عملکرد باید به صراحت نشان داده شود به نحوی که مشخص گردد چه کسی، چه عمل یا وظیفه‌ای را به اشتباه انجام داده است (با استفاده از اصطلاحاتی مثل اپراتور ۱ و نه اسم واقعی فرد).

۱۰. فقط یک نسخه رسمی از گزارش نهایی منتشر کنید. گاهی اوقات تیم ممکن است نسخه پیش‌نویس مقدماتی را منتشر کند که با نسخه نهایی متفاوت است. اگر گزارش موقت با دقت بررسی نشود، می‌تواند باعث سردرگمی غیر ضروری و قابل اجتناب شود. اگر یک گزاش اولیه منتشر شد، تیم باید اطمینان حاصل کند که تمام رونوشت‌های گزارش موقت و اولیه با گزارش نهایی جایگزین شده‌اند. گزارش اولیه باید به وضوح به صورت پیش‌نویس تعریف شود. یک علامت چاپ یا واتر مارک برای هر صفحه مانند "پیش نویس-

گزارش نهایی نیست" می‌تواند در نظر گرفته شود.

۱۱. نوشتن خلاصه اجرایی را به تاخیر بندازید تا متن اصلی گزارش تهیه شود. این موضوع به منظور اطمینان از انعکاس محتوای گزارش توسط خلاصه اجرایی لازم می‌باشد.

به محض شروع بررسی، نوشتن بخش‌های گزارش را شروع کنید. تمرکز روی نتیجه می‌تواند تیم را در روند بررسی متمرکز نگه دارد.

۱۳-۶ اسناد بررسی و نگهداری شواهد

کار تیم بررسی معمولا با تایید و توزیع گزارش و پیشنهادات تمام می‌شود. هنگامی که تیم بررسی منحل شد سوابق بررسی ممکن است به مرور زمان از بین رفته یا مطابق خط مشی‌های شرکت حذف شوند. برخی از حوزه‌های قضایی ایجاب می‌کنند گزارش‌های مربوط به رویدادها و سایر اسناد از جمله پیش‌نویس‌ها، تمام بازبینی‌های اسناد در طول بررسی و تمام ایمیل‌های مرتبط با گزارش رویداد حفظ شوند. مراجع دادرسی ممکن است سایر الزامات نگهداری سوابق را نیز تحمیل کند. برای تعیین شرایط نگهداری سوابق با نماینده حقوقی شرکت مشورت کنید.

نگهداری سوابق بررسی ممکن است با خط مشی نگهداری سایر سوابق شرکت متفاوت باشد. گزارش و اسناد و منابع مرتبط می‌تواند یک مسئله باشد. اگر اسناد به درستی طبقه بندی و ذخیره نشوند سیستم نگهداری سوابق شرکت ممکن است آن‌ها را پاک کند. در صورت استفاده از پیوندها، با حذف پیوندها، پرونده‌ها نیز از بین می‌روند. اسناد بررسی ممکن است به صورتی تدوین و ذخیره شوند که در برابر حذف خودکار محافظت شوند.

شواهد فیزیکی و الکترونیکی هم ممکن است با توجه به ملاحظات قانونی تا سال‌ها نگهداری شوند. حفظ و نگهداری طولانی مدت شواهد باید برنامه‌ریزی شود. مواردی که حساس به دما و آب و هوا هستند باید در اتاق یا ساختمانی نگهداری شوند که از نظر محیطی کنترل شده باشد. نمونه‌های مواد شیمیایی و سطوح شکست حتی در صورت نگهداری در شرایط کنترل شده چالش‌هایی را ایجاد می‌کنند. وقتی تخریب طولانی مدت اسناد اجتناب ناپذیر است؛ انجام تجزیه و تحلیل شواهد تازه و ایجاد مستندسازی معمولا رویکرد خوبی هستند.. مستندات باید در طول مراحل قانونی نگهداری شوند.

کمیته شرکت و مدیریت در نهایت تصمیم می‌گیرند که چه موارد و شواهد بررسی کنار گذاشته شوند. برخی از مواد ممکن است تا همیشه نگهداری شوند مانند گزارش بررسی رویداد و مستندات نشان‌دهنده اقدامات.

۱۳-۷ خلاصه

گزارش بررسی رویداد وسیله‌ای برای مستندسازی و اطلاع رسانی نتایج بررسی می‌باشد. به دست آوردن و حفظ جزئیات رویداد مهم است تا به ذینفعان اجازه داده شود تا چیزی که اتفاق افتاده، چگونه و چرا اتفاق افتاده و چه اقداماتی انجام خواهد گرفت تا از اتفاق مجدد جلوگیری کرده یا احتمال آن و یا پیامد آن کاهش

داده شود را درک کنند. گزارش هم‌چنین یک سند مرجع با ماندگاری طولانی تبدیل می‌شود تا درس‌های آموخته شده در گذشته را به نسل‌های آینده شرکت آموزش دهد. هم‌چنین گزارش به منظور تهیه اطلاعات واقعی در مواقع نیاز در بررسی‌های آینده مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل اطلاعات مفیدی برای روند الگوهای رویداد می‌باشد. یک گزارش بررسی رویداد خوب نوشته شده هم‌چنین در توسعه طراحی‌های آینده و فرایندهای سازمان مفید می‌باشد.

ملاحظات قانونی زیادی هنگام بررسی رویداد بوجود می‌آیند و محتوای گزارش‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. کمیته قانونی به منظور راهنمایی تیم بررسی در ایجاد محتوا مورد نیاز می‌باشد. هم‌چنین کمیته قانونی می‌تواند به منظور نظارت بر برآورده شدن الزامات قانونی، اجرایی و دادرسی برای حفظ و نگهدای اسناد و شواهد اقدام کند.

گزارش شامل یک توصیف از رویداد می‌باشد که شامل توالی وقایع و جدول زمانی تهیه شده است. یافته‌های واقعی از تمام فعالیت‌های بررسی نشان داده می‌شوند. یافته‌های واقعی پایه‌ای برای شناسایی عوامل علی تهیه می‌کنند که در گزارش توضیح داده می‌شود. علل ریشه‌ای شناسایی و توضیح داده می‌شوند و پیشنهاداتی به منظور رفع علل ریشه‌ای ارائه می‌گردند. خواننده گزارش درک واضحی از فرایند و مبنای رسیدن به علل ریشه‌ای و پیشنهادات را خواهد داشت.

این گزارش بازتاب مستقیمی از کیفیت و حرفه‌ای بودن تیم بررسی در مورد رویداد است. همه اعضای تیم باید قبل از انتشار، گزارش را بررسی و تایید کنند. فرایند قانونی و بررسی مدیریت از تاییدیه تیم بررسی پیروی می‌کند. تایید مدیریت در سطح مناسب برای شدت واقعی یا بالقوه رویداد انجام می‌شود.

پیشنهادات اقداماتی هستند که بوسیله آن‌ها بهبودهایی برای کاهش خطر یک رویداد ایجاد می‌شود. بیان پیشنهادات در محتوای گزارش منحصر به فرد است به نحوی که پیشنهادات باید دارای موارد خود توضیحی بوده و هنگام حذف از متن گزارش بررسی رویداد و قرار دادن آن‌ها در سیستم پیگیری اقدامات اصلاحی منطقی باشد. پیشنهادات هم‌چنین باید با تعیین تیم یا انجام‌دهنده خاص و تاریخ خاتمه، پاسخگویی ایجاد کنند. مدیریت وظیفه تعیین تکلیف و تاریخ‌های هدف که وارد گزارش می‌شوند را بر عهده دارد.

۱۴

فصل چهاردهم

اجرای پیشنهادات

اجرای پیشنهادات

هدف نهایی بررسی رویداد جلوگیری از یک سناریو رویداد خاص یا رویدادهای مشابه است. زمان و منابع قابل توجهی برای تعیین عوامل علّی رویداد و علل ریشه‌ای مرتبط (یافته‌های رویداد) و تعیین پیشنهادات (اقدامات پیش‌گیرانه برای رفع نواقص یا کاهش پیامدها) هزینه می‌شود. علی‌رغم این تلاش، تا زمان اطلاع‌رسانی جزئیات رویداد، ارزیابی یافته‌ها در سایر کارخانه‌ها و ارزیابی و اجرای پیشنهادات اصلاحی، احتمال وقوع رویدادهای مشابه در سایر کارخانه‌ها بدون تغییر باقی می‌ماند. ارزش بررسی کاملاً به تأثیر فعالیت‌های پیگیری بستگی دارد. این فصل بر پیاده‌سازی و اشتراک‌گذاری نتایج تیم، تمرکز دارد.

برنامه تیم بررسی معمولاً زمانی که پیشنهادات در گزارش نهایی رویداد ارائه می‌شوند، تکمیل می‌گردد؛ با این حال مسئولیت‌های شرکت خیلی زیاد نیست. مدیریت باید پیشنهادات را تائید یا در بعضی موارد آن‌ها را تدوین کند. بخش‌های دیگر سازمان احتمالاً مسئول ارزیابی کاربرد پیشنهادات خاص برای اصلاح شرایط مشابه در عملیات خود باشند، در حالی که ممکن است مسئولیت ارزیابی، پیاده‌سازی و پیگیری یافته‌های شناسایی شده توسط تیم بررسی به دیگران واگذار شود.

اجرای پیشنهادات به دلایل مختلف یک کار خوب و ضروری است و یکی از مهم‌ترین اقدامات برای جلوگیری از تکرار یک رویداد یا وقایع مشابه است. علاوه بر این اجرای پیشنهادات اغلب منجر به تقویت سیستم‌های مدیریتی و بهبود عملکردهای مختلف (ایمنی، بهره‌وری، کیفیت و ...) شده و بر روحیه کارکنان تأثیر مثبت می‌گذارد. هم‌چنین در سازمان‌ها تأکید روز افزونی بر شناسایی، بررسی، اطلاع‌رسانی و انجام اقداماتی در مورد شبه حوادث، شده است.

این فصل به موارد زیر می‌پردازد:

- فعالیت‌های عمده برای اجرای پیشنهادات.

- نمونه‌هایی از رویدادهای تکراری که یافته‌های رویداد قبلی تائید نشده و یا به اندازه کافی پیگیری نشده‌اند.
- پیشنهاداتی عملی برای دستیابی به اجرای موفقیت‌آمیز.

۱-۱۴ فعالیت‌های مربوط به اجرای پیشنهادات

پس از ارائه یافته‌های گزارش بررسی رویداد و پیشنهادات به مدیریت، فعالیت‌های پیگیری به دو گروه مشخص تقسیم می‌شود:

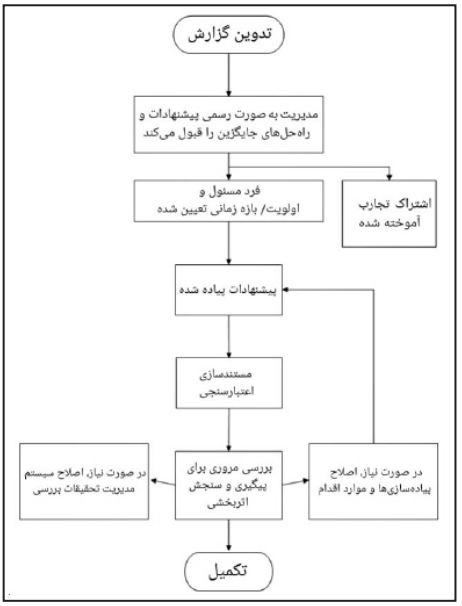
۱- اجرای پیشنهادات مورد تائید مدیریت

۲- تائید اثربخشی (آزمون) پیشنهادات اجرا شده

عدم انجام هر یک از این فعالیت‌ها در نهایت ممکن است منجر به تکرار یک رویداد شود. پیگیری برای ردیابی هر پیشنهاد تا زمان برطرف شدن یافته‌های رویداد ضروری است. در بررسی باید پیشنهاداتی ارائه شود که کارایی آن‌ها قابل اندازه‌گیری می‌باشد. یک سازمان باید بتواند نه تنها اجرای پیشنهادات، بلکه اثربخشی آن‌ها را نیز ردیابی کند. شکل ۱-۱۴ نمای کلی از فعالیت‌های توصیه شده در این فصل را نشان می‌دهد.

مرحله اجرا به دنبال بررسی و پذیرش پیشنهادات توسط مدیریت و تعیین مسئولیت‌های پیاده‌سازی است. برای هر پیشنهاد باید فردی در نظر گرفته شود که شخصاً مسئول نظارت بر اجرای آن تا پایان کار یا تحویل به یک فرد مسئول دیگر باشد. اگر قرار است پیشنهاد اصلی تغییر کند، به تعویق بیفتد یا رد شود، این تصمیم باید کاملاً مستند شود. مبنای تصمیم‌گیری باید همراه با هرگونه اطلاعات جدید یا گزینه‌های تازه‌ای که در نظر گرفته شده‌اند، مشخص شود. ممکن است بررسی تغییرات با تیم و در غیر این صورت بررسی / تائید یک فرایند ثابت برای پرداختن به چنین مواردی، مورد نیاز باشد.

تخصیص منابع و زمان اجرا، به اولویتی که برای هر اقدام در نظر گرفته شده، بستگی دارد.



شکل ۱-۱۴. نمودار جریان برای اجرا و پیگیری

مدیران مسئول باید پیشرفت اقدامات را اولویت‌بندی، نظارت و مستندسازی کنند تا اطمینان حاصل شود که اقدامات اصلاحی و پیش‌گیرانه به نتایج مورد نظر رسیده است. به ناچار، برخی از اقدامات ممکن است منجر به تغییر در سیستم‌ها و تجهیزات مدیریت محلی شود و یک روش دقیق مدیریت تغییر (MOC) باید اتخاذ گردد تا اطمینان حاصل شود که تمام پیامدهای احتمالی اجرای پیشنهادات، قابل درک و قابل قبول است و همه افرادی که وظایف کاری خود را انجام می‌دهند و ممکن است تحت تأثیر قرار گیرند، از تغییرات آگاه هستند.

برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد به اشتراک گذاشتن و نهادینه کردن تجارب آموخته شده، به فصل ۱۶ مراجعه شود.

ممیزی یک گام جدایی ناپذیر برای تائید اجرای اقدامات، به دست آمدن نتایج مورد انتظار، مستندسازی آن‌ها و اطمینان از حفظ تجارب آموخته شده در سیستم مدیریت است. اگر ممیزی‌ها نشان دهد که نواقصی در اجرا وجود دارد، ممکن است اقدامات اصلاحی، جایگزین یا اقدامات اصلاحی بیشتری اضافه شوند.

۱۴-۲ اعتبارسنجی اثربخشی- مطالعات موردی

تاریخ شامل مواردی از تکرار رویدادهایی است که ممکن بود با پیگیری پس از بررسی رویداد قبلی، پیش‌گیری شود یا پیامد آن کاهش یابد. این بخش چندین رویداد قبلی را نشان می‌دهد که نقاط ضعف در روند اجرای پیشنهادات به بروز یک رویداد بعدی کمک کرده است.

■ ۱-۲-۱۴ رویداد نیروگاه هسته‌ای

دلایل متعددی برای وقوع رویداد نیروگاه هسته‌ای‌تری مایل آیلند که در مارس ۱۹۷۹ اتفاق افتاده، وجود دارد (Forf، 1981). پیگیری ناکافی رویدادهای مشابه قبلی در این واقعه نقش داشته است. واقعه آغازگر رویداد سال ۱۹۷۹، از دست رفتن آب تغذیه دیگ بخار بود که باعث شد سیستم‌های نیروگاه، راکتور را قطع کند و در ادامه شیر اضطراری فشار به درستی عمل نکرد. سطح خنک‌کننده آب با از دست دادن موجودی بخار، کاهش یافته و در نهایت هسته راکتور در معرض دید قرار می‌گیرد، سرانجام اپراتورها آب خنک‌کننده اضطراری را خاموش می‌کنند و معتقد بودند که کل نیروگاه در آب غرق شده است.

علت گیر افتادن شیر تنظیم فشار به دلیل آلودگی آب دستگاه سیستم هوا بوده است. آنچه که به خوبی اطلاع‌رسانی نشد، این بود که موضوع سیستم هوا دقیقاً در گذشته دو بار (در اکتبر ۱۹۷۷ و مه ۱۹۷۸) به همان شکل اتفاق افتاده بود. در حقیقت سوپاپ اضطراری قبلاً در ۱۱ مورد خراب شده بود که ۹ مورد از آن‌ها در موقعیت باز بودند و باعث می‌شدند که مایع خنک‌کننده خارج شود. نکته نگران‌کننده آن است که توالی وقایع اولیه، ۱۸ ماه پیش در راکتور دیگر سایت تکرار شده بود ولیکن آن رویداد در سراسر صنعت اطلاع‌رسانی نشده بود.

■ ۲-۲-۱۴ رویداد هواپیما

فاجعه هواپیمای کنکورد در ژوئیه ۱۹۹۹ ناشی از سوراخ شدن مخزن سوخت بود که مستقیماً در اثر خرابی تایر یا بقایای موجود در باند از پرواز قبلی رخ داد (Weir، 2001). در طول بررسی مشخص شد که حداقل پنج رویداد مشابه قبلی رخ داده بود. در یکی از رویدادهای قبلی تایر خراب شد و مخزن سوخت را سوراخ کرد اما هیچ احتراقی صورت نگرفت. تجزیه و تحلیل رویدادهای قبلی نشان داد که بقایای موجود در باند به احتمال زیاد علت پارگی مخزن سوخت است. سیستم‌های مدیریت بررسی رویداد که در آن زمان استفاده می‌شدند، نتوانستند به درستی پیگیری‌های لازم را انجام دهند و تجارب آموخته شده از رویدادهای قبلی را به کار گیرند.

■ ۳-۲-۱۴ رویداد کارخانه پتروشیمی

در کارخانه‌ای در پاسادنا، تگزاس آتش‌سوزی و انفجاری جدی در قسمت کمپرسور رخ داد که منجر به خرابی سوپاپ کنترل شد (EPA، 1998). در بررسی‌های کارکنان کنترل مشخص شد که اخیراً اتفاق دیگری در سوپاپ چک خراب، رخ داده است. از این شرکت نیز به دلیل عدم استفاده کافی از تجارب آموخته شده از رویدادهای قبلی، نامبرده شده است.

■ ۴-۲-۱۴ رویداد شاتل فضایی چلنجر

فاجعه شاتل فضایی چلنجر را می‌توان به عنوان نمونه‌ای از پیگیری ناقص رویداد در نظر گرفت (Feyman، 1988). فاجعه شاتل فضایی چلنجر به دلیل خرابی واشر در تقویت‌کننده جامد موشک ایجاد

شد. گزارش بررسی کمیسیون ریاست جمهوری فاش کرد که خرابی واشر قبلاً به عنوان یک مشکل جدی برای برنامه شاتل شناخته شده بود. در حقیقت نگرانی از شدت پیامدهای احتمالی، منجر به محدودیت رسمی پرتاب شد که ۶ ماه قبل از رویداد ژانویه ۱۹۸۶ در حالی که اقدامات پیگیری برای حل این مشکل آغاز شده بود، اعمال شد.

متأسفانه اقدامات انجام شده مانع رویداد سال ۱۹۸۶ نشد. همان طور که در مطالعه Vaughan تحت عنوان The Challenger Launch Decision اشاره شد (Vaughan، 1996)، در سازمان‌ها فرایندی وجود دارد که می‌تواند به عنوان «عادی‌سازی انحراف» تعریف شود. با گذشت زمان انحراف از اعمال مشخصی تحمل می‌شود تا جایی که در برخی مواقع عمل انحرافی به یک قاعده تبدیل می‌شود. محققان باید در همه بررسی‌ها از «عادی‌سازی انحراف» آگاه باشند.

■ ۵-۲-۱۴ رویدادهای معمول در کارخانه

تکرار رویداد با دلایل مشابه اغلب یک اتفاق معمول است. اجرای پیشنهادات مؤثر در سراسر سازمان و صنعت، می‌تواند از تکرار و پیامدهای رویداد بکاهد. نمونه‌های اظهارات در گزارش‌های رویداد شامل شاخص‌های بالقوه زیر برای علل مشترک است که ممکن است با پیاده‌سازی بهتر پیشنهادات و پیگیری حل شده باشند:

- **یکی** از دلایل این رویداد، عدم پیروی کارکنان از دستورالعمل تعیین شده است.
- عدم کاهش فشار در شلنگ قبل از قطع اتصال باعث مواجهه شده است.
- پر و سرریز شدن مخزن ذخیره‌سازی با وجود زنگ خطر فشار بالا.
- نشت ناشی از خرابی سیستم آب‌بندی پمپ.
- خرابی زودرس یاتاقان‌ها به دلیل آلودگی آب روغن روانکاری.
- نشت ناشی از خوردگی خارجی در زیر پوشش عایق.
- آزادسازی مواد شیمیایی ناشی از ایزولاسیون ناکافی تجهیزات مرتبط با فعالیت‌های قفل زنی / برچسب‌گذاری.
- شیر اضطراری فرایند به دلیل روش‌های نادرست آزمایش فشار برداشته شد (نیتروژن خیلی سریع اضافه شد).

تعداد زیادی از این وقایع معمول ممکن است به پیگیری ناکافی یافته‌ها و پیشنهادات بررسی‌های قبلی مرتبط باشد. تیم بررسی قبلی ممکن است علل اصلی را به درستی شناسایی کند، اقدامات پیش‌گیرانه پیشنهادی را ارائه دهد و نتایج را به اشتراک بگذارد، با این حال رویداد هم‌چنان تکرار شود؛ زیرا پیشنهادات ناقص اجرا شده‌اند یا به اشتراک‌گذاری بی‌اثر آموخته‌ها بین طرفین بالقوه آسیب دیده، اتفاق افتاده است.

۱۴-۳ توصیه‌های عملی برای اجرای موفقیت‌آمیز پیشنهادات

اجرای مؤثر پیشنهادات برای جلوگیری از رویداد یا کاهش پیامدها مهم است. برای رسیدگی سریع و کامل به هر پیشنهاد باید یک سیستم مدیریت رسمی وجود داشته باشد. بسیاری از سازمان‌های نظارتی در سراسر جهان به چنین سیستمی نیاز دارند (USOSHA، 1992). این سیستم باید اطمینان حاصل کند که هر پیشنهاد تا زمان تکمیل یا اصلاح پیگیری می‌شود (به عنوان مثال، پیشنهاد دیگری با توجه به تغییر در فرایند، مورد نیاز نیست یا پیشنهاد جایگزین توسعه داده شده است و ...). فصل ۴ نیازهای کلی سیستم مدیریت را برطرف می‌کند. پیشنهادات ویژه برای فعالیت‌های پیاده‌سازی و پیگیری در این فصل ارائه شده‌اند. ملاحظات اصلی برای پیاده‌سازی و پیگیری مؤثر پیشنهادات شامل موارد زیر است:

- تعیین وظایف هر فرد
- اقداماتی برای اجرای پیشنهادات
- چالش‌هایی برای حل و فصل پیشنهادات
- تغییراتی در سیستم مدیریت
- ارائه برنامه پیگیری
- پیگیری اقدامات
- به اشتراک‌گذاری تجارب آموخته شده
- ممیزی بعدی

■ ۱-۳-۱۴ تعیین یك فرد مسئول

یک فرد به جای یک واحد یا بخش شرکت، باید مسئول هر پیشنهاد باشد. فرد مسئول باید مناسب‌ترین اقدام(ها) را برای رسیدگی به پیشنهاد، تعیین کند. این فرد باید مسئولیت کل روند پیاده‌سازی، از جمله نظارت بر وضعیت، حل مشکلات، تائید، اعتبارسنجی و مستندسازی مؤثر اقدامات پیش‌گیرانه مورد نظر را به اتمام برساند.

انتقال مسئولیت به شخص دیگر در صورت تغییر انتصاب شغلی، بازنشستگی و... باید برنامه‌ریزی و مستند شود.

■ ۲-۳-۱۴ تاریخ و اولویت اجرای پیشنهادات

هر پیشنهاد باید دارای یک تاریخ برای رسیدن به هدفی که منعکس‌کننده فوریت و عملی بودن اجراست، باشد. برای نظارت بر پیشرفت اجرای پیشنهادات پیچیده‌ای که نیاز به چندین مرحله یا زمان طولانی برای انجام دارند، باید نقاط عطف میانی اختصاص داده شود. هم‌چنین ممکن است نیاز باشد اقدامات ایمنی موقت اضافی تا زمان انجام اقدامات اصلی در نظر گرفته شود. تغییرات در پیشنهادات و موارد افزوده شده به دلیل تاریخ

مقرر باید با توجه به هدف کلی پیشنهاد و تحت یک فرایند مصوب مستقل (و نه شخص مسئول)، بررسی شود.

برای کمک به تعیین اولویت، معمولاً بهتر است هر پیشنهاد ارزیابی ریسک شود. چندین نشریه CCPS راهنمایی در مورد استفاده از انواع تکنیک‌های ارزیابی ریسک را ارائه می‌دهد (CCPS، 1992؛ CCPS، 1989؛ CCPS، 2008). اطلاعات بیشتر در مورد سلسله مراتب و لایه‌های پیشنهادات را می‌توان در فصل ۱۲ یافت.

■ ۳-۳-۱۴ چالش‌هایی برای حل و فصل پیشنهادات

چالش‌های مختلف می‌تواند بر حل پیشنهادات منع شده توسط مدیریت تأثیر بگذارد. در بیشتر موارد تیم یک بررسی مقدماتی از هرگونه اثرات سوء احتمالی اجرای پیشنهادات را انجام می‌دهد زیرا مواردی وجود دارد که با اجرای آن، در کنار رفع یک مشکل، مشکل جدیدی که قبلاً وجود نداشته، به وجود می‌آید (با توجه به روش‌های غیر مؤثر MOC).

MOC مفهومی است که توسط CCPS به عنوان یکی از عناصر اساسی لازم برای مدیریت ایمنی فرایند موفق شناخته شده است (CCPS، 1989). تیم بررسی باید قبل از ارائه هرگونه پیشنهاد به مدیریت، تیم دیگری را برای انجام آزمون‌های مقدماتی MOC تعیین کند. این دو سیستم مدیریتی (تائید/اجرای موارد اقدام و MOC) به عنوان فعالیت‌های جداگانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر پیشنهاد باید ارزیابی شود تا قبل از اجرای هرگونه اقدام تأثیر احتمالی هر پیشنهاد، به روشنی درک شود. علاوه بر این، یک سیستم دقیق MOC به بررسی‌کننده کمک می‌کند تا یک سیستم پیگیری دقیق برای موارد اقدام ایجاد کند.

به عنوان مثال، یکی از ریشه‌های اصلی فاجعه چلنجر ارزیابی ناکافی MOC یا ابلاغ یافته‌ها برای پیشنهاد قبلی است که سعی در جلوگیری از خرابی‌های مهر و موم واشر دارد ((Feyman، 1988؛ Winsor، 1989). روش آزمایش فشار برای مهر و موم در سال ۱۹۸۴ تغییر کرد و در واقع به جای کاهش خطر مورد نظر باعث افزایش خطر شد. تجزیه و تحلیل دقیق‌تر یک پیشنهاد ممکن است مشکلی را قبل از فاجعه، شناسایی و اصلاح کرده باشد.

وقتی پیشنهادی برای تائید به مدیریت می‌رسد، معمولاً هزینه‌های دیگر، مزایا و پیامدهای احتمالی اجرای آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. آنالیز هزینه و سود همیشه آسان یا ساده نیست ولی برآورد هزینه اغلب ساده است. یک اقدام چالش برانگیز، تعیین دقیق ریسک در صورت رد پیشنهاد است. هم‌چنین از تجزیه و تحلیل هزینه و سود برای مقایسه گزینه‌های مختلفی که به یافته‌های رویداد پرداخته می‌شود، استفاده می‌شود. این تعیین، نیاز به بررسی مجموعه‌ای از سناریوها دارد که هر کدام در فراوانی و پیامدهای احتمالی متفاوت هستند. ارزیابی دقیق ریسک برای انجام یک تحلیل معنی‌دار هزینه و سود، مهم است. لایه آنالیز حفاظت[۱] (LOPA) ابزاری است که ممکن است در این ارزیابی مفید باشد.

چالش دیگر برای حل مؤثر پیشنهاد زمانی اتفاق می‌افتد که اقدام مورد نظر تیم بررسی به‌طور واضح یا کامل بیان نشده باشد. این اشتباه قابل اجتناب می‌تواند منجر به سوء تفاهم مدیران تصمیم گیر شود. یک نمونه

۱-Layer of Protection analysis

معمول از عبارات مبهم، استفاده نامناسب از اصطلاحات «در نظر گرفتن» یا «بررسی» است. اگر تیم بررسی معتقد است که نقص خاصی در سیستم وجود دارد و باید اصلاح شود، باید این یافته را بسیار واضح بیان کند و یک برنامه برای وظایف قابل اندازه‌گیری خاص توصیه نماید. (به عنوان مثال، وظیفه (۱) «مطالعه... » و وظیفه (۲) «اجرای یافته‌های وظیفه (۱)... »).

از هرگونه تلاش برای تعیین یک پیشنهاد به عنوان اجرا شده و «اتمام شده» با رسیدن به یک نقطه عطف میانی یا موقت، باید اجتناب شود. معمولاً چنین تلاش‌هایی از پیشنهادات نادرست ناشی می‌شوند و مبتنی بر وعده اقدامات در آینده هستند. به عنوان مثال، «صدور یک درخواست پروژه برای... » با پاسخ «درخواست پروژه تائید شد» به مفهوم این نیست که پیشنهاد «تکمیل» شده است. به همین ترتیب یک پیشنهاد برای «در نظر گرفتن افزودن... » با پاسخ «بررسی کامل شد»، هیچ اسناد صریحی درباره اقدامات اصلاحی انجام شده (در صورت وجود)، ارائه نمی‌دهد.

در مواردی که تیم بررسی برای اجباری بودن اقدام پیشنهادی اعتقادی ندارد، این تمایز باید به وضوح بیان شود. به عنوان مثال می‌توان به پیشنهاد بهترین فعالیت عملی اشاره کرد که می‌تواند بدون نتیجه مهم توسط مدیریت رد شود. این یکی از دلایلی است که بهتر است هر پیشنهاد شامل نظراتی در مورد پیامدهای پیش‌گیری شده و مزایای مرتبط با اجرای پیشنهاد باشد. پیشنهادات مؤثر نوشته شده شامل عباراتی مانند «به منظور جلوگیری از x، باید y اجرا شود» هستند.

لازم به ذکر است که برخی از شرکت‌ها پروتکل‌های مخصوصی برای ارائه پیشنهادات دارند که ممکن است با پیشنهادات مذکور متفاوت باشد. اگر پیشنهادی تغییر در فرایند را توصیه می‌کند، این تغییر باید از طریق روش MOC مدیریت شود و اقدامات مرتبط باید شامل ارزیابی ایمنی باشد که بسته به تغییر، ممکن است شامل یک مطالعه رسمی آنالیز خطر فرایند (PHA) مانند HAZOP یا روش دیگر، قبل از اجرا باشد. یک رویکرد تجزیه و تحلیل خطر سیستماتیک و رسمی، خطرات مرتبط با اصلاحات پیشنهادی را شناسایی و ارزیابی می‌کند. این مطالعه ممکن است سناریوهای شکست، پیامدهای نامطلوب و روابط مبهمی که بلافاصله مشخص نمی‌شوند را کشف کند. روش‌های ارزیابی ریسک نشریه CCPS (CCPS، 2008) یک راهنمای عالی برای انتخاب و استفاده از روش PHA است.

■ ۴-۳-۱۴ پیگیری اقدامات

چالش دیگر برای پیاده‌سازی پیشنهادات به صورت مؤثر، اقدامات کافی برای پیگیری پیشرفت، مدیریت تغییرات بالقوه و ارزیابی اثربخشی است. مسئولیت‌های اولیه و تاریخ رسیدن به هدف ممکن است به درستی تعیین شوند و سپس در جریان عادی کار، اولویت‌های رقابتی نیاز به ارزیابی مجدد تاریخ رسیدن به هدف را ایجاد کند. یک سیستم پیگیری با کیفیت بالا در مدیریت این وضعیت، بسیار مهم است و از نقص در اقدامات عملی جلوگیری می‌کند. یک سیستم خوب به‌طور خودکار تغییرات کارکنان را کنترل، پیام‌های یادآوری مربوط

به تاریخ‌های تعیین شده را ارسال، وضعیت را پردازش، تأخیرهای احتمالی را شناسایی می‌کند و تغییرات شرایط را به مدیریت گزارش می‌دهد و.... برخی از سازمان‌ها مشارکت افراد سطوح بالای مدیریت در پیگیری و مستندسازی اقدامات مربوط به ایمنی فرایند را الزام می‌کنند. موارد گزارش شده به مدیریت ممکن است شامل مواردی که زمان اجرای آن‌ها ۳۰ الی ۶۰ روز دیگر می‌رسد، موارد عقب افتاده و موارد خاتمه یافته باشد. مدیریت هم‌چنین باید تعیین کند که تکمیل موارد عملیاتی مسئولیت اصلی کارکنان تعیین شده است.

مدیریت صف باید سیستمی ایجاد کند تا اطلاعات مرتبط با رویدادها و مسائل مربوط به انطباق را همراه با اقدامات پیگیری ارائه دهد. پیشرفت می‌تواند به‌طور منظم بررسی و در گزارش ثبت شود که نشان‌دهنده وضعیت اقدام، تاریخ تخمین زده شده برای پایان کار و باز یا بسته بودن پیشنهاد است. با تکمیل موارد اقدام، می‌توان آن‌ها را به فهرست اهداف آینده پیگیری منتقل کرد. در صورت نیاز به عملکرد به موقع و مؤثر، این اطلاعات به مدیریت کمک خواهد کرد تا عملکرد را بهبود بخشد. پیگیری داده‌های عملکرد سازمان با توجه به اقدامات اصلاحی و پیش‌گیرانه می‌تواند باعث پیشرفت چشم‌گیر عملکرد شود.

■ ۵-۳-۱۴ تائید پیگیری

تائید پیگیری باید بعد از یک دوره مناسب پس از اجرا انجام شود. اهداف این بررسی این است که تائید کند اقدامات توصیه شده هم‌چنان پابرجا هستند و طبق آنچه در نظر گرفته شده، پیش‌می‌روند. فرایند تائید اثربخشی باید با تعیین این که یافته‌های بررسی و توجیه پیشنهاد توسط تیم پیاده‌سازی به روشنی درک شده است، شروع شود. تیم باید اتمام اقدامات، چگونگی تمام شدن آن‌ها به‌طور مؤثر و تأثیر آن بر اصلاح یافته‌های اصلی را ارزیابی کند.

یک بازبینی فرصتی را برای بررسی تجارب آموخته شده و شناسایی هرگونه عملکرد، دانش یا آگاهی از دست رفته، ارائه می‌دهد. لذا باید بررسی شود که آیا تجارب آموخته شده به‌طور مناسب به سراسر شرکت و سایر افراد صنعت منتقل شده‌اند یا خیر.

بررسی‌ها ممکن است نشان دهند که یک اقدام پیشنهاد شده بی‌اثر است. مهندسان، طراحان یا فردی که مسئول اجرای آن است، ممکن است دلایلی پیدا کنند که پیشنهاد اصلی عمل نکرده یا به اندازه کافی مؤثر نبوده است. اگر اصلاحاتی انجام شده باشد، این موارد باید مستند شده و ابلاغ شوند و مدارک تائید، مطابق با سیستم مدیریت قابل اجرا، وجود داشته باشد. اگر چه ضروری نیست ولیکن ممکن است مفید باشد که عضوی از تیم بررسی در تیم پیگیری قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که اقدامات نهایی انجام شده به صورت قابل قبول به مسائل اصلی پاسخگو هستند.

۱۵

فصل پانزدهم

بهبود مستمر سیستم
بررسی رویداد

بهبود مستمر سیستم بررسی رویداد

مقررات و راهنمایی‌های مربوط به بررسی رویدادها در کشورهای مختلف متفاوت است و تعیین این‌که چه قانونی در محل بررسی رویداد اعمال می‌شود مهم می‌باشد. باید توجه داشت که در ایمنی فرایند، مقررات حداقل الزامات است و ممکن است برای پیش‌گیری از رویدادهای بزرگ کافی نباشد.

در صنعت ساحلی (خشکی) ایالت متحده، مقررات مدیریت ایمنی فرایند 29CFR 1910. 119 (PSM) (m) (US OSHA، 1992)، به وضوح الزامات بررسی تاسیسات تحت پوشش را تعریف می‌کند. مقررات برنامه مدیریت ریسک (RMP) سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) در40CFR قسمت ۶۸. ۸۱(US، EPA 2004) الزامات OSHA ایالت متحده را نشان می‌دهد. در صنعت فراساحلی آمریکا قانون سیستم مدیریت ایمنی و محیط زیست (SEMS) الزامات، API RP 75 از جمله مواردی که به بررسی رویداد می‌پردازد را اجباری کرده است. طی بررسی اثربخشی سیستم، بررسی و تایید این‌که بررسی‌ها کلیه الزامات نظارتی لازم را برطرف می‌کنند می‌تواند مفید باشد.

قسمت ۶۸. ۴۲ از استاندارد(US EPA، 2004) ، US EPA RMP، ثبت اطلاعات خاص هر رویداد را الزام می‌کند و شامل خلاصه پنج ساله رویدادها می‌باشد. برخی از اطلاعات مورد نیاز شامل موارد زیر است:

- مدت زمان انتشار
- مقدار انتشار
- اطلاع رسانی به افراد واکنش‌دهنده در خارج از سایت
- تغییر حاصل از بررسی در فرایند

جدول ۱-۱۵ این الزامات را فهرست کرده و سابقه‌ای از انطباق را برای تجزیه و تحلیل‌های آینده فراهم می‌کند. نیاز به تکمیل این سابقه برای هر رویداد فرایند بررسی شده، احتمال در برگرفتن همه عناصر را افزایش

می‌دهد. ممیزی گزارش‌های بررسی رویداد بر طبق این الزامات زمینه‌ای برای بهبود مستمر در برآوردن الزامات انطباق فراهم می‌کند. این جدول ممکن است هم‌چنین در پروتکل ارزیابی یا ممیزی برنامه PSM گنجانده و در هنگام ارزیابی دوره‌ای برنامه PSM استفاده شود(US OSHA، 1992).. هم‌چنین برنامه PSM هنگام اعتبارسنجی مجدد (دوره‌پنج‌ساله)، توجه به رویدادها در ارزیابی خطرات فرایند را الزامی کرده است. این مسئله مهمی برای نهادینه کردن درس‌های آموخته شده از رویداد است همان‌طور که در فصل ۱۶ بحث شده است.

۱-۱۵ بررسی انطباق با قوانین

جدول ۱-۱۵. چک لیست بررسی انطباق با الزامات (USA OSHA/EPA)

الزام	انطباق؟	
بررسی رویداد:	بله	خیر
۱. بررسی باید برای همه رویدادهای یک فرایند تحت پوششی که انتشار فاجعه بار مواد زیر در آن رخ داده یا می توانست رخ دهد انجام شود:		
یک ماده شیمیایی بسیار خطرناک طبق US OSHA PSM		
یک ماده تحت نظارت طبق US EPA RMP		
۲. بررسی باید در اسرع وقت آغاز شود؛ اما باید طی ۴۸ ساعت بعد از رویداد شروع شده باشد (بدین منظور باید زمان و تاریخ شروع بررسی مستندسازی شود)		
۳. تیم بررسی باید متشکل از افراد زیر باشد:		
حداقل یک نفر آگاه از فرایند درگیر		
یک نفر از کارکنان پیمانکار در صورتی که رویداد مرتبط با کار پیمانکار می شود		
هر فرد دیگری که دانش و تجربه مناسبی برای بررسی و تجزیه و تحلیل رویداد را دارد		
گزارش و یافته ها:	بله	خیر
۱. در پایان بررسی یک گزارش ضروری است. گزارش باید شامل موارد زیر باشد:		
تاریخ رویداد		
تاریخ شروع بررسی رویداد		
توصیف رویداد		
عوامل کمک کننده به رویداد		
پیشنهادات حاصل از بررسی		
۳. باید یک سیستم وجود داشته باشد و از آن استفاده شود تا به یافته ها و پیشنهادات بررسی به موقع رسیدگی شود		
۴. گزارش رویداد باید تا ۵ سال نگهداری شود		
سوابق ۵ ساله رویداد (الزامات اضافی EPA)	بله	خیر
(۱) تاریخ، زمان و مدت زمان تقریبی انتشار		
(۲) مواد منتشر شده		
(۳) مقدار تخمین شده مواد به پوند و برای مخلوط های مواد سمی تحت نظارت، درصد غلظت وزنی ماده سمی در مخلوط مایع		

الزام	انطباق؟	
سوابق ۵ ساله رویداد (الزامات اضافی EPA)	بله	خیر
(۴) کد ۵ یا ۶ رقمی NAICS که بیشترین تطابق را با فرایند دارد		
(۵) نوع واقعه انتشار و منبع آن		
(۶) وضعیت آب و هوا در صورت مشخص بودن		
(۷) اثرات بر محل وقوع		
(۸) اثرات شناخته شده بر خارج از محل		
(۹) وقایع شروع کننده و عوامل کمک کننده در صورت مشخص بودن		
(۱۰) اطلاع رسانی به واکنش دهندگانخارج در صورت مشخص بودن		
(۱۱) تغییرات عملیاتی یا فرایندی که حاصل از بررسی انتشار بوده و تا زمان ارسال این اطلاعات مطابق با ۶۸/۱۶۸. انجام شده است.		
(۱۲) سطح دقت. تخمین عددی ممکن است تا دو رقم مشخص شود.		

در صنعت خشکی انگلستان گزارش رویدادها تحت RIDDOR[۱] (گزارش دهی آسیب، بیماری و قوانین و مقررات رخداد خطرناک) قرار دارد. این مقررات به صورت واضح نوع رویدادهایی که باید گزارش و سوابق آن‌ها نگهداری شود را تعریف می‌کند، ولی دامنه بررسی را پوشش نمی‌دهد. برای رویدادهای بزرگ شامل فرایندهایی که توسط مقررات (Control of Major Accident Hazards) COMAH پوشش داده می‌شوند آیین نامه ۲۶ (COMAH ، 2015) دستورالعمل‌ها و راهنمایی‌های سطح بالایی را درباره بررسی‌های انجام شده توسط مقامات ذی صلاح و پشتیبانی شده توسط مالک یا مجری صنعت ارائه می‌دهد. اداره ایمنی و بهداشت بریتانیا(HSE[۲]) هم یک راهنما برای بررسی رویدادها و حوادث منتشر کرده است (HSE، HSG245، 2004) که شامل یک سری جداول است و می‌تواند به عنوان وسیله‌ای برای تطابق با اقدامات توصیه شده استفاده شود.

در اتحادیه اروپا دستورالعمل Seveso III قانون اصلی مربوط به کنترل خطرات حوادث عمده مواد خطرناک در خشکی است. دیگر استانداردها و راهنماها شامل:

مکزیک – استاندارد NOM[۳]

کانادا– استاندارد PSM (غیر مقرراتی) همراه قانون بهداشت حرفه‌ای و ایمنی فردی برای ۱۴ حوزه قضایی

سنگاپور– استاندارد MOM[۴]

چین – راهنمای SAWS[۵]

۱-Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrence Regulations

۲-Health and Safety Executive

۳-Mexico's regulatory standard for incident JOWFTUJHBUJPOT

٤-Singapore's regulatory standard for incident JOWFTUJHBUJPO

۵-China's regulatory guideline for incident JOWFTUJHBUJPOT

۲-۱۵ ارزیابی کیفیت بررسی رویداد

به‌منظور اطمینان از این‌که فرایند بررسی در بالاترین استاندارد ممکن انجام می‌شود، لازم است تا به صورت دوره‌ای کل فرایند و سیستم مدیریت مرتبط از نظر مولفه‌های فردی و ارتباط و اجرای یافته‌ها بررسی شود. با توجه به یافته‌های حاصل از بررسی ممکن است بروزرسانی فرایند بررسی، آموزش افراد درگیر یا سیستم‌ها و روش‌های اجرایی مناسب باشد. برای بررسی رویداد، می‌توان از فهرست کردن اجزای بحرانی که باید در حین بررسی مد نظر قرار گیرند و ارزیابی عمکرد واقعی با استفاده از این معیارها، بهره برد. جدول ۲-۱۵ یک فرم نمونه ممیزی را نشان می‌دهد.

برای شرکت‌های کوچک‌تر یک عضو از تیم مدیریت ایمنی فرایند می‌تواند مسئول تهیه رویکرد سیستماتیک برای بهبود مستمر فرایند بررسی رویداد باشد. از سوی دیگر برای تاسیسات بزرگ‌تر یک کمیته فرعی بررسی رویداد می‌تواند ایجاد شود. کمیته فرعی به کمیته مدیریت ایمنی فرایند سایت گزارش خواهد داد و یک رویه برای اطمینان از وجود و به روز بودن کلیه روش‌های اجرایی بررسی رویداد، گزارش و تجزیه و تحلیل تمامی رویدادها و اجرای تمام پیشنهادات خواهد داشت. این کمیته هم‌چنین می‌تواند اطمینان حاصل کند که آموزش کافی برای اعضای جدید کمیته و هم‌چنین برای تیم بررسی رویداد سایت انجام شده است.

جدول ۲-۱۵. چک لیست ممیزی اجزای کلیدی بررسی

تحقیق در مورد عنصر کلیدی	بله	خیر
۱. آیا برای بررسی و گزارش رویدادهای مرتبط با ایمنی فرایند پروتکل یا روش اجرایی نوشته شده وجود دارد؟		
۲. آیا رهبر تیم بررسی رویداد آموزش دیده است (صلاحیت دارد) تا تیم بررسی را رهبری کرده و از ابزارهای مناسب جهت بررسی استفاده کند؟		
۳. آیا رهبر تیم بررسی مستقل از محل مورد بررسی است تا در مورد سوگیری آن شخص ابهامی وجود نداشته باشد؟		
۴. آیا مهارت های لازم در دسترس تیم قرار دارد یا در صورت لزوم در اختیار تیم قرار می گیرد؟		
۵. آیا علل مرتبط و فرایندهای کشف شده ازجمله اطلاعات جمع آوری شده، ثبت و مستند شده است؟		
۶. آیا شواهد از جمله زنجیره حفاظتی به درستی جمع آوری و نگهداری شده است؟		
۷. آیا از روش های بررسی مناسب به درستی استفاده شده است؟		
۸. آیا بررسی فراتر از علت های مستقیم و ظاهری رفته و علل کمک کننده را شناسایی کرده است؟		
۹. آیا بررسی همه علت ها را مد نظر قرار داده است؟		
۱۰. آیا علت های ریشه ای مهم شناسایی شده اند؟		
۱۱. آیا نقص های سیستم مدیریت شناسایی شده اند؟		
۱۲. دیگر منابع یا روش ها یا ابزارهای قابل استفاده برای بهبود بررسی های بعدی چه چیزهایی هستند؟		
۱۳. آیا فرم های ممیزی یا بازبینی برای هر بررسی کامل شده اند؟		
۱۴. آیا مسئله قانونی درباره آخرین بررسی وجود داشته است که مرتبط با گزارش بررسی رویداد یا مستندسازی باشد و می بایست قبل از بررسی حل گردد؟		

تحقیق در مورد عنصر کلیدی	بله	خیر
۱۵. آیا نیازی به تغییر در هر یک از شیوه های ارتباطات داخلی وجود دارد؟		
۱۶. آیا نیازی به تغییر در آموزش تیم یا روش های اجرایی تیم وجود دارد؟		
۱۸. آیا تیم بررسی وجود رویداد مشابه در گذشته را بررسی کرده و در این صورت آیا ارتباط آن با رویداد مد نظر ارزیابی شد؟		
بحث:		

۳-۱۵ تجزیه و تحلیل طبقه بندی علیت

همه سبک‌های مدیریتی و سیستم‌های مدیریت ایمنی در شرکت نقاط ضعف و قوت خود را دارند. این نقاط ضعف و قوت باعث تاثیرگذاری در شدت و نوع رویدادهایی که ممکن است اتفاق بیفتند می‌شوند. یک تجزیه و تحلیل از یافته‌های بررسی رویداد در مورد عوامل علی و علت‌های ریشه‌ای ممکن است قسمت‌های بزرگی از سیستم مدیریت را شناسایی کنند که به وقوع بیشتر رویدادها کمک می کنند.

علل رویداد که در طول زمان تکرار می‌شوند هم ممکن است نشان‌دهنده ضعف در سیستم بررسی باشند (برای مثال درس‌هایی که باید آموخته نمی‌شوند). تعیین این نقص‌های سیستم مدیریت رویکرد گسترده‌تر و موثرتری را در کاهش ضعف‌ها و پیش‌گیری از پرداختن به علل منفرد امکان‌پذیر می‌سازد. جدول ۳-۱۵ مثالی از یک روش برای جمع‌آوری این اطلاعات برای تجزیه و تحلیل با استفاده از طبقه بندی عوامل علی را ارائه می‌دهد.

دستورالعمل ها: هر یک از موارد را برای سوال یافته‌های بررسی رویداد بازبینی کنید تا مشخص شود که آیا درست است یا نادرست. هر موردی که با نادرست پاسخ داده شود فرصتی برای بهبود سیستم مدیریت است.

جدول ۳-۱۵. نمونه‌ای از طبقه بندی یافته‌های بررسی رویداد

طبقه‌بندی	علامت	تعریف شرایط
طراحی	درست/نادرست	در طراحی فعلی از مشخصات درست استفاده شده است و به گونه ای ساخته شده که برای ارائه سرویس مورد نظر مناسب است. (این موضوع شامل طراحی منطقی، سخت افزار، دقت نصب، ترتیب و فاکتورهای ارگونومی می باشد).
کنترل‌های فرایندی	درست/نادرست	سیستم (های) کنترل برای فعالیت یا تجهیزات مورد نظر مطابق با منطق طراحی، برنامه ریزی و سایر دستورالعمل ها انجام شده است (این موضوع به کنترل واقعی یا اجرا می پردازد و شامل کنترل های منطقی در بخش طراحی نمی شود).

طبقه‌بندی	علامت	تعریف شرایط
روش های اجرایی	درست /نادرست	روش های اجرایی باید: • در دسترس باشند • مناسب باشند • دقیق باشند • تصویب و اجرا شده باشند این موارد شامل روش های اجرایی هستند که نیازهای گسترده سازمان را پوشش می دهند، مانند مدیریت تغییر، انتظارت طراحی و نصب (از جمله لوله کشی در پایین دست که ممکن است کسی به آن ضربه بزند و ارائه منطقی)، خرید (شامل تایید تعویض ها و هم قیمت فروشنده)، اجرا (مانند تعریف الزامات آموزشی و سیستم های مدیریتی پشتیبان)، ایمنی (شامل تعیین تجهیزات حفاظتی مناسب)، انطباق با محیط زیست، استانداردهای نظم و انضباط کارگاهی و پاسخ در شرایط اضطراری
روش‌های اجرایی عملیاتی	درست /نادرست	روشهای اجرایی عملیاتی باید: • در دسترس باشند • مناسب باشند • دقیق باشند • تصویب و اجرا شده باشند
روش های اجرایی نگهداری	درست /نادرست	روشهای اجرایی نگهداری باید: • در دسترس باشند • مناسب باشند • دقیق باشند • تصویب و اجرا شده باشند (تمرکز این قسمت بر روی ابزارهای نگهداری واقعی، روش ها و استانداردهای کار که فراتر از استانداردهای سنتی بازرسی و فعالیت های نگهداری پیشگیرانه عادی است، می باشد)
آموزش	درست /نادرست	آموزش باید: • زمان‌بندی شده و در دسترس باشد • کافی و تایید شده برای دستیابی به الزامات عملکردی و انطباق موثر باشد
بازرسی و تعمیرات پیشگیرانه	درست /نادرست	بازرسی و تعمیرات پیشگیرانه بر طبق روش های اجرایی قابل اجرا، توصیه های منطبق بر توالی یا تجربه و استانداردهای دولتی و مناسب وضعیت خدمات.
تجهیزات و مواد	درست /نادرست	تجهیزات، قطعات و مواد اولیه خریداری شده دارای نقص نبوده و از مشخصات قابل استفاده برخوردار بوده یا از آنها فراتر رفته است.
تناسب‌پرسنل	درست /نادرست	پرسنل، وظیفه متناسب با پرسنل بود. (شامل مشخصات فیزیکی، ذهنی، احساسی و به شرایط بدنی موجود می پردازد، سو مصرف مواد و سایر نگرانی های موجود)
اقدامات انسانی	درست /نادرست	اقدامات، فعالیت ها و تصمیمات پرسنل بر طبق روش های اجرایی، آموزش و استانداردهای مورد انتظار محیط کار بود
موارد خارجی	درست /نادرست	موارد خارجی از جمله آب و هوا و اقدامات و رویدادهای شخص ثالث خارجی شرایط خارج از طراحی را ایجاد نمی کنند.
موارد دیگر	درست /نادرست	این رویداد به طور رضایت بخشی در یک یا چند قسمت فوق طبقه بندی شده است.

درک این موضوع که رویکرد فوق فقط بعد از اتمام بررسی انجام می‌شود نیز مهم است و یک روش برای انجام بررسی نیست بلکه یک وسیله کمکی برای شناسایی روش‌های گسترده‌ای است که یافته‌های بررسی در آن‌ها قرار می‌گیرند.

یک تجزیه و تحلیل از اطلاعات جمع‌آوری شده، اطلاعاتی از عوامل علی و علت‌های ریشه‌ای تکرار شده برای مدیریت فراهم خواهد کرد که می‌تواند به عنوان فرصت بهبود سیستم بررسی رویداد یا سیستم مدیریتی دیگری قلمداد شود.

۱۵-۴ بررسی شبه حوادث

همان‌طور که در بخش ۵ بحث شد (اعلام اولیه، طبقه بندی و بررسی رویدادهای ایمنی فرایند) گزارش و بررسی شبه حوادث بخش مهمی از فرایند مدیریت ایمنی می‌باشد. در حالی که گستردگی بررسی شبه حوادث ممکن است به‌طور چشم‌گیری کمتر از وقایع بزرگ باشد، ولی یادگیری از آن‌ها ممکن است شبیه هم باشد. فواید دیگر بررسی شبه حوادث شامل موارد زیر است:

- **بررسی‌های مکرر و یادگیری**
- **درگیری بیشتر کارکنان در فرایند بررسی و یادگیری**
- **بهبود در فرهنگ ایمنی فرایند**

تشویق به گزارش و بررسی شبه حوادث معمولا در کوتاه مدت می‌تواند منجر به افزایش تعداد رویدادها البته در طبقه بندی پایین‌تر شود. این الگو یک شاخص مفیدی است که درکاهمیت بررسی‌های انجام شده توسط نیروی کار را نشان می‌دهد. در طولانی مدت تعداد شبه حوادث ممکن است رو به کاهش بگذارند، اگرچه مهم‌تر از آن کاهش در تعداد رویدادهای بزرگ‌تر باید مشاهده شود.

یک بررسی در علت‌ها و پیشنهادات حاصل از بررسی شبه حوادث باید به صورت دوره‌ای انجام شود تا عوامل مشترکی که ممکن است به عنوان اهداف بهبود شناخته شوند، شناسایی گردند. این فرایند می‌تواند شامل بررسی پیشنهادات ارائه داده شده در بخش ۵-۱۵ یا بخشی از یک فرایند مجزا باشد.

۱۵-۵ بررسی پیشنهادات

به‌منظور توجه موثر به یافته‌های یک بررسی، پیشنهادات مناسبی باید نوشته شده و با توجه به برنامه زمانبندی مورد توافق اجرا شوند. پیشنهاد باید به صورت دقیق نشان‌دهنده یافته‌های بررسی در عمل باشد و هم‌چنین باید SMART[1] (خاص، قابل اندازه‌گیری، موافقت شده و قابل دسترسی و معقول و مرتبط و با جدول زمانی؛ بخش ۲-۲-۱۲) باشند. آن‌ها باید به وضوح چیزی که باید انجام شود را تعریف کنند به‌طوری

۱-Specific, Measurable, Agreed/ Attainable, and Realistic/ Relevant, with Timescales

که انجام‌دهنده، نه تنها کاری که باید انجام دهد بلکه چرایی انجام این کار را نیز درک کند. یک پیشنهاد خوب نوشته شده پیامدهایی را حذف می‌کند یا کاهش می‌دهد و یا احتمال کاهش پیامدها یا وقوع آن‌ها را مشخص می‌کند. بررسی یا ممیزی دوره‌ای پیشنهاداتی که از بررسی‌ها به‌دست می‌آیند درک بهتری از موقعیت و طبیعت مشکلات بالقوه فراهم می‌کند. جدول ۴-۱۵ یک نمونه چک لیست بررسی پیشنهادات می‌باشد.

جدول ۴-۱۵. چک لیست بازبینی توصیه‌ها

بازبینی توصیه ها	مناسب است؟	
	بله	خیر
۱. آیا پیشنهادات علت های مهم یا ریشه ای را مد نظر قرار می دهد؟		
۲. آیا پیشنهادی وجود دارد که به علل ریشه ای توجه کند؟		
۳. آیا علت های کمک کننده شناسایی شده وجود دارد، پیشنهادات مرتبط با آنها ارائه شده اند؟		
۴. آیا پیشنهاداتچیزی که باید انجام شود و چرا باید انجام شود را به وضوح مشخص می کنند؟		
۵. آیا پیشنهاداتقابل انجام هستند؟		
۶. آیا پیشنهاداتبوسیله کاهش احتمال وقوع یا کاهش پیامدها، باعث کاهش ریسک خواهند شد؟		
۷. آیا یک سیستم برای پیگیری هر پیشنهاد وجود دارد که شامل موارد زیر باشد: a) امضای فرد مسئول انجام هر پیشنهاد؟ b) تاریخ هدف برای هر پیشنهاد؟ c) بررسی ها و گزارش های دوره ای؟ d مستندات نتیجه نهایی هر پیشنهاد؟		
۸. آیا یک سیستم رسمی مستند شده که اطمینان حاصل کند هر پیشنهاد قبل از اجرا توسط مدیریت تغییر ارزیابی می شود وجود دارد؟		
۹. آیا سیستمی وجود دارد تا اطمینان حاصل کند که اطلاع رسانی حقایق مرتبط با رویداد، پیشنهادات و شرایط را به کارکنان و پیمانکاران تحت تاثیر انجام شده است؟		
۱۰. آیا سیستمی وجود دارد که به طور فعال دانش ایمنی مربوط به فرایند و درس های آموخته شده در سراسر سازمان از جمله روش های ارائه اطلاعات به ذینفعان ، را اطلاع رسانی کند؟(ACC, ۲۰۱۲)		
۱۱. آیا سیستمی وجود دارد که شاخص ها یا معیارهای کلیدی عملکرد را به کارکنان (شامل مدیریت ارشد) درگیر در فرایند بررسی و اجرای پیشنهادات ارائه دهد؟ بخش ۱۵-۶		

۱۵-۶ بازبینی پیگیری بررسی

جدول ۵-۱۵ دستورالعمل‌هایی را برای ارزیابی اثربخشی پیگیری بررسی رویداد ارائه می‌دهد. همه گزینه‌ها برای همه سیستم‌های مدیریت بررسی یا سایر بررسی‌ها مناسب نیستند. خواننده باید تعیین کند از کدام و در کجا استفاده شود.

جدول ۵-۱۵. مثال چک لیست پیگیری

مسئله مورد پیگیری	مد نظر قرار گرفته؟	
	بله	خیر
۱. آیا انتظارات پیگیری بررسی رویداد در بیانیه خط مشی بررسی رویداد به وضوح بیان شده است؟		
۲. آیا سیستم بررسی رویداد شامل موارد زیر می باشد؟ – تشویق به گزارش و بررسی شبه حوادث؟ – الزاماتی برای برای گزارش وضعیت پیشنهادات به دوره ای و رسمی ؟ – الزاماتی مستندسازی یک طرح رسمی به اشتراک گذاری درس های اموخته شده – اقداماتی برای تهیه اطلاعات گزارش مناسب در سطوح مختلف در صورت لزوم؟ – مواردی برای اصلاح پیشنهادات اصلی؟		
۳. آیا سطوح مناسب مدیریت ارشد از نظارت بر اجرای پیشنهادات و برنامه های عملیاتی آگاهی داشته و درگیر آن هستند؟		
۴. آیا پروتکل هایی برای ممیزی ایجاد شده است که شامل اجرای موثر موارد زیر باشد: – معیارهای پیگیری رویداد؟ – پیشنهادات؟		
۵. آیا انتظارات پیگیری بررسی رویداد در سیستم های صلاحیت و آموزش قرار داده شده اند؟		
۶. آیا اقدامات مربوط به بررسی در بازه های زمانی مشخصی انجام می شود؟		
۷. آیا اجرای پیشنهادات موثر می باشد؟		
۸. آیا رهبر تیم بررسی به اعضای تیم بررسی و سرپرستان آنها بازخورد ساختارمندی از عملکرد آنها در طول فعالیت های بررسی رویداد داده است؟		

۱۵-۷ شاخص‌های کلیدی عملکرد

سیستم مدیریت ایمنی باید شامل یک سری شاخص‌های اندازه‌گیری عملکرد (KPIs[1]) کلیدی به منظور مهیا کردن گزارش‌های قانونی مدیریت در همه جنبه‌های ایمنی فرایند باشد. جزئیات بیشتر در مورد شاخص‌ها توسط CCPS ارائه شده است: معیارهای پیشرو و تابع ایمنی فرایند (CCPS، 2012)، API RP 754: شاخص‌های عملکرد ایمنی فرایند برای صنایع پالایش و پتروشیمی (API، 2017)، راهنمای HSE انگلستان HSG254: ایجاد شاخص‌های ایمنی فرایند (HSE، 2006).

شاخص‌های کلیدی عملکرد باید شامل معیارهایی در سیستم مدیریت رویداد و پیشرفت پیشنهادات باشد. برای مثال یک پایگاه داده نرم افزاری می‌تواند برای ارائه اطلاعات آماری و نمودار در روند اقدامات زیر استفاده شود:

- تعداد بررسی‌های در حال انجام
- تعداد بررسی‌های کامل شده
- زمان شروع بررسی‌ها

۱-Key Performance Indicators

- تعداد پیشنهاداتک امل شده
- تعداد پیشنهادات در حال اجرا
- درصد پیشنهادات کامل شده بر حسب جدول زمانی
- تعداد پیشنهاداتی که در زمان تعیین شده برای اجرای آن‌ها تجدید نظر شده است
- طبقه بندی علت‌های ریشه‌ای و عوامل علی
- درصدی از رویدادهای تکراری که علت‌های ریشه‌ای یا عوامل علی مشابهی دارند مانند عواملی که در بررسی‌های قبلی شناسایی شده اند
- درصد رویدادها یا شبه حوادث مشابه
- نسبت رویدادها به شبه حوادث
- تعداد درس‌های مرتبط آموخته شده که با سایر قسمت‌های سازمان به اشتراک گذاشته می‌شوند.

یک بازبینی دوره‌ای از شاخص‌های ارزیابی عملکرد باید شامل پرسنل مدیریت ارشد باشد. هرگونه روند نامطلوب عملکرد باید همراه با جزئیات اقدام لازم جهت رفع هرگونه مسئله احتمالی ثبت شود.

۸-۱۵ خلاصه

این فصل فرایندهایی را مدنظر قرار داد که می‌توانند برای اطمینان از بهبود مستمر سیستم بررسی رویداد مورد استفاده قرار گیرند. ممیزی‌های دوره‌ای گزارش‌های بررسی رویداد از جمله گزارش‌های شبه حوادث باید انجام شود تا بررسی صورت گیرد که آیا آن‌ها به درستی همه علل ریشه‌ای را برطرف می‌کنند و پیشنهادات SMART هستند. بازبینی طبقه‌های عوامل علی باید به شناسایی مناطقی که وقایع مشابه در آن‌ها تکرار می‌شود کمک کند و ممکن است نشان‌دهنده یادگیری ناکافی از رویدادهای قبلی باشد. سیستمی که پیشرفت پیشنهادات و اثربخشی آن‌ها را پیگیری کند باید بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که در بازه زمانی لازم انجام شده و در جلوگیری از رویدادهای آینده موثر خواهند بود. شناسایی هرگونه شکاف در سیستم‌ها به بهبود مستمر کمک می‌کند هم‌چنین باعث اثبات تعهد مدیریت نیروی کار در روند بررسی می‌شود.

۱۶

فصل شانزدهم

درس های آموخته شده

درس های آموخته شده

سازمانها از گذشته یاد نمی گیرند، و افرادی هم که یاد گرفته اند سازمان را ترک می کنند و دانش خود را با خود می برند و سازمان بعنوان یک مجموعه همه چیز را فراموش می کند.

Trevor A Kletz, IChemE ۱۹۹۳ ، درسهایی از فاجعه

رویدادها از نظر آسیب به پرسنل، تعمیرات، محیط زیست، اختلاف در کسب و کار، نیروی انسانی، آسیب به شهرت و سایر عوامل هزینه بر است. بررسی هایی که به خوبی انجام می شوند درس های آموخته شده ای را ایجاد می کنند که می توان از آنها برای پیشگیری از رویدادهای مشابه یا رویدادهای مختلف با علت های ریشه ای مشابه در آینده استفاده کرد. از این درس ها می توان در محل رویداد، دیگر مناطق سازمان، شرکت های دیگر، در صنایع مشابه یا حتی صنایع متفاوت استفاده نمود. به طور معمول درس های آموخته شده نقص های سیستم مدیریت را مدنظر قرار می دهند که اغلب علل ریشه ای رویدادها هستند.

اگر درس های آموخته شده به خوبی ارائه شوند و در دانش نهادینه سازمان گنجانده شوند، واحدهایی که از محل رویداد دور هستند نیز می توانند از فواید با ارزش این درس ها در پیشگیری از رویدادهای مشابه استفاده کنند. چنین دانشی که به خوبی نهادینه شده باشد دهه‌ها بعد از رویداد نیز موثر خواهد بود. درس‌های آموخته شده ،هم برای حفظ حافظه سازمانی و هم برای حفظ احساس آسیب پذیری در پرسنل، باید در فواصل زمانی مناسب بازگو شوند. ساختن فرهنگ بازگویی داستان، آگاهی از ایمنی فرایند و قدردانی در بین کارکنان و مدیریت را بهبود خواهد داد.

این فصل بر روش های کلیدی شناسایی و استخراج درس ها، به اشتراک گذاری آنها و چگونگی ایجاد این درس ها در دانش نهادینه سازمان تمرکز می کند.

۱-۱۶ منابع مختلف یادگیری از رویدادها

■ ۱-۱-۱۶ منابع داخلی

بعد از اینکه یک رویداد در یک کارخانه اتفاق افتاد؛ پرسنل حاضر در محل ممکن است از جزئیات شرایط و پیامدهای رویداد آگاه باشند. آنها ممکن است شاهد واقعه بوده یا با یک همکار که درگیر واقعه بوده صحبت کنند. با این وجود ممکن است آنها دسترسی به اطلاعات دقیق نداشته باشند و ممکن است در مورد علت رویداد حدس و گمان بزنند. مهم است که علت ها و درس های آموخته شده مرتبط با رویداد به خوبی در سازمان اطلاع رسانی شوند.

سازمان همچنین باید سوابق و مستنداتی از رویدادها شامل شبه حوادث و همچنین درس های آموخته شده ای که می توان به صورت دوره ای به عنوان یادآوری از وقایع و درس های مرتبط، به پرسنل ارائه داد را تهیه کند. برخی از این رویدادها یا شبه حوادث می توانند نسبتا جزئی باشند مانند نقص در سیستم حفاظتی که منجر به حادثه نشده است. با این وجود یادگیری همچنان می تواند به طور چشمگیری با ارزش باشد و ممکن است از وقایع بزرگی در آینده پیشگیری کند. مزیت دیگر جمع آوری و نگهداری اطلاعات وقایع جزئی کمک به شناسایی مشکلات بالقوه مانند موارد مربوط به نوع خاصی از تجهیزات است که ممکن است بررسی بیشتری را طلب کند.

■ ۲-۱-۱۶ منابع خارجی (برون سازمانی)

کارکنان ممکن است از رویدادی که در قسمت های دیگر داخل سازمان یا شاید در یک سازمان خارجی اتفاق می افتد آگاه نباشند. از آنجایی که درس های این رویدادهای خارجی می توانند شدیدا مرتبط با دیگر قسمت ها باشند، سازمان باید سیستمی برای ارزیابی درس های آموخته شده از این وقایع داشته و جزئیات مرتبط را با کارکنان به اشتراک بگذارد. فردی باید به عنوان مسئول شناسایی این رویدادها، استخراج درس های آموخته شده و اطمینان از به اشتراک گذاشته شدن جزئیات مرتبط از طریق راههای مناسب به کارکنان معرفی شود.

منابع تهیه کننده این اطلاعات شامل اخبار، موسسات حرفه ای، مسئولان بررسی رویدادها و متون مختلف، مقاله ها و کنفرانس ها می باشند. کتابهای زیادی هم در مورد وقایع قابل توجه و ارزش زیاد آنها در یادآوری درس های آموخته شده از وقایعی که در زمان های دور در فرایندهای مشابه یا تجهیزات مشابه اتفاق افتاده اند، نوشته شده است.

۱-۲-۱-۱۶- روزنامه ها

منابع مربوط به روزنامه ها با هدف به اشتراک گذاشتن درس ها شامل موارد زیر می باشد:

- دیدگاه ایمنی فرایند، تهیه شده توسط (CCPS, 2018-2)
- هیئت بررسی خطرات و ایمنی شیمیایی آمریکا (CSB, 2018-1)
- بولتن پیشگیری از ضرر، تولید شده توسط IChemE انگلیس (IChemE, 2018-1))
- دانش ایمن، تولید شده توسط IChemEانگلیس (IChemE, 2018-2))
- برگه یادگیری، تولید شده توسط مرکز ایمنی فرایند اروپا (EPSC, 2018)
- روزنامه های ایمنی ICI که عمدتا توسط Kletz منتشر شده است (Kletz, 2018)

۲-۲-۱-۱۶- گزارش رویدادها

گزارش رویدادها با جزئیات بیشتر را می توان در اینترنت پیدا پیدا کرد، از جمله در مراکز زیر:

- اداره ایمنی و بهداشت انگلستان (HSE, 2018)، یک سری از گزارش ها از رویدادهای بزرگ
- هیات ایمنی شیمیایی (CSB, 2018-2)، گزارش ها و فیلم های رویدادهای بزرگ

۳-۲-۱-۱۶- پایگاه داده رویدادها

تعدادی پایگاه های داده آنلاین در دسترس هستند از جمله موارد زیر: :

- سیستم گزارش دهی حوادث بزرگ کمیسیون اروپا، یک پایگاه داده با قابلیت جستجو در اتحادیه اروپا، (eMARS. 2018)
- هیات تجزیه و تحلیل ریسک ها و آلودگی های صنعتی (BARPI, 2-18) – تجزیه و تحلیل، جستجو و اطلاعات حوادث (ARIA)، پایگاه اطلاعات قابل جستجو از رویدادها و دیگر منابع (BARPI, 2018)
- پایگاه اطلاعات رویداد ایمنی فرایند (CCPS, 2018-2) CCPS (PSID)
- دیگر منابع اطلاعاتی ممکن است شامل بیمه ها و دیگر آژانس های دولتی، مانند هیات ایمنی حمل و نقل ملی (NTBS) برای وقایع ریلی، اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا و... باشد. منابع بیشتر در بخش منابع آورده شده است.

■ ۳-۱-۱۶- صنعت متقابل

بسیاری از سازمان ها تمایل دارند رویدادهایی که در محیط کار عملیاتی مشابه یا فرایندهای مشابه در یک صنعت مشابه رخ داده را بررسی کنند. برای مثال صنایع شیمیایی در حال حاضر بستر مشترکی برای تبادل اطلاعات در زمینه رویدادها با بخش نفت و گاز، لوله و کاغذ یا دیگر صنایع ندارد. با توجه به اینکه خطرات،

تجهیزات و فرایندهای استفاده شده ممکن است بسیار شبیه هم باشند، نیاز و فرصت قابل توجهی برای به اشتراک گذاشتن درس های آموخته شده از رویدادها فراتر از حدود جغرافیایی و مرزهای صنایع وجود دارد.

درس های آموخته شده از صنایع کاملا متفاوت (مانند صنعت هوایی) هم ممکن است به صنایع فرایندهای شیمیایی مربوط باشد چون نقاط مشترکی (خطاهای انسانی، بررسی های قبل از شروع مجدد و غیره) بین آنها وجود دارد. این فرصت ها نباید نادیده گرفته شوند.

مواد لازم برای یادگیری از رویدادها می تواند از منابع مختلفی به دست بیاید، همانطور که در بخش ۱-۲-۱۶ بحث شده است.

۲-۱۶ شناسایی فرصت های یادگیری

یک گزارش بررسی خوب و پیشنهادات مرتبط باید طوری ساختار یافته باشند که درس های آموخته شده از رویدادها به راحتی قابل شناسایی باشند. با این وجود این موضوع همیشه صادق نیست و مدیریت باید نقش خود در اطمینان از اینکه فرصت های یادگیری شناسایی شده و با پرسنل مرتبط و فراتر از مرزهای سازمان به اشتراک گذاشته شده اند را ایفا کند.

چگونگی سازماندهی این موضوع به نوع و اندازه شرکت یا کارخانه وابسته است. با این وجود، حداقل یک نفر از پرسنل مدیریتی و یا ایمنی باید مسئول این امر یعنی دریافت گزارش از داخل سازمان و همچنین جستجوی اطلاعات از منابع خارجی مانند منابع ذکر شده در بخش ۲-۱-۱۶ باشد. این فرد یا گروه سپس باید درس های کلیدی که ممکن است مرتبط با یک یا چند بخش از تاسیسات آنها باشد را استخراج نموده و یک وسیله ارتباطی که این اطلاعات را بین کارکنان اطلاع رسانی کند فراهم نماید.

یک سری از سوال ها که می توان از آنها برای کمک به شناسایی فرصت های کلیدی یادگیری استفاده نمود در جدول ۱-۱۶ آمده است.

جدول ۱-۱۶ سوال هایی برای شناسایی فرصت های یادگیری

۱. موارد تشدید کننده یا وجه اشتراک بین منبع مورد نظر و عملیات شما چیست؟
۲. آیا مواد شیمیایی مشابهی که در صنعت شما استفاده شده باشد وجود دارد؟
۳. آیا فرایندها یا تجهیزات مشابهی در صنعت شما وجود دارد؟
۴. طرح و زیرساخت سایت شما چگونه با طرح و زیرساخت منبع مقایسه می شود؟
۵. سازمان و عملیات شما چگونه با سازمان و عملیات مرجع مقایسه می شود؟
۶. آیا روند یا الگویی در عملیات شما وجود دارد که نشان دهنده موارد موجود در سایت مرجع باشد؟
۷. آیا رویداد مشابه می تواند در تاسیسات شما اتفاق بیفتد؟ چرا بله یا چرا خیر؟
۸. پیامدهای بالقوه این نوع رویداد در تاسیسات شما چیست؟ محتمل ترین پیامد چیست؟ چرا؟
۹. آیا علل فوری این رویداد تا به حال منجر به ضرر در تاسیسات شما شده است؟ پیامد آن چه بوده است؟
۱۰. با رویدادهایی از این دست در تاسیسات شما چگونه برخورد می شود؟
۱۱. بررسی های تاسیسات شما چگونه با این دست از رویدادها برخورد می کند؟ آیا نتیجه گیری مشابهی داشته اند؟
۱۲. سیستم های PSM در تاسیسات شما چگونه با آنچه که در مطالعه موردی توضیح داده شده است مقایسه می شود؟
۱۳. آیا ابتکارات فرایندهای ایمنی موثر یا سایر عوامل مثبتی که پیامدها را در مورد مرجع محدود کند وجود داشته است؟ آیا تاسیسات یا عملیات شما چنین مزایا یا فرصت هایی را فراهم می کند؟
۱۴. سیستم های PSM شما چگونه از رویدادهای مشابه در تاسیسات شما پیشگیری کرده یا آنها را کاهش خواهند داد؟
۱۵. آیا چیزی وجود دارد که شما می توانید انجام داده تا احتمال رویدادهای مشابه در تاسیسات خود را کاهش دهید؟
۱۶. آیا چیزی در مورد مرجع وجود دارد که تاسیسات شما می تواند آن را حذف یا از آن اجتناب کند؟
۱۷. چه درس های مستقیمی به عنوان نتیجه مستقیم این رویداد وجود دارد که شما می توانید در سیستم های PSM یا عملیات خود اجرا کنید؟
۱۸. آیا چیزی به عنوان نتیجه یادگیری از این مورد وجود دارد که شما باید در تاسیسات خود اجرا کنید؟
۱۹. آیا چیزی از این رویداد وجود دارد که می تواند تصمیمات آینده شما در داخل سازمان را تحت تاثیر قرار دهد؟
۲۰. آیا فرد دیگری وجود دارد که بتواند از داشتن این اطلاعات بهره مند شود؟ در صورت وجود آنها چه کسانی هستند و چگونه باید این اطلاعات را به آنها ارائه دهید؟

۳-۱۶ به اشتراک گذاری و نهادینه سازی درس های آموخته شده

به محض شناسایی فرصت های یادگیری، باید در طول سازمان و بین پرسنل مرتبط به صورت مناسبی به اشتراک گذاشته شوند. با این وجود در اطلاع رسانی و به اشتراک گذاری این اطلاعت توازن داشته باشند تا از انباشتگی اطلاعات جلوگیری شود. محتویات درس ها باید مرتبط با مخاطب بوده و سطح پیچیدگی آن متناسب با او باشد. یک مهندس ممکن است بخواهد یک گزارش با جزئیات کامل بخواند در حالی که یک اپراتور یا تکنسین ممکن است از یک گزارش یک صفحه ای بیشتر یاد بگیرد. اگر در این زمینه شکی وجود دارد پیشنهاد می شود آن را ساده نگه دارید.

روش های متعددی وجود دارند که به وسیله آنها درس هایی را می توان به اشتراک گذاشت. برخی از روش ها گذرا هستند، در صورتی که یادگیر در دوره های آموزشی گنجانده، ذخیره و یا فهرست شوند و در فواصل زمانی مناسب مجددا مورد استفاده قرار گیرند، یادگیری می تواند نهادینه شود. دیگر روش ها با فراهم نمودن درک عمومی از چگونگی وقوع رویداد و یا با آموختن واضح درس های مرتبط گذشته (برای مثال ادغام این موضوع در خطی مشی و روش های اجرایی شرکت) به نهادینه سازی دانش در سازمان کمک می کنند.

۱. گفتگوهای ایمنی

"گفتگوی ایمنی" یک بحث مختصر درباره موضوعات ایمنی است که می تواند شامل یادگیری از واقعه، شبه حادثه، خلاقیت در ایمنی یا هر موضوع مرتبط با ایمنی باشد. برخی از سازمان ها هر جلسه را با یک موضوع مرتبط با ایمنی شروع می کنند. علاوه بر به اشتراک گذاری یادگیری از وقایع، این یک راه عالی است برای نشان دادن اینکه توجه به ایمنی جزء اولویت های اول سازمان تا سطح مدیریت ارشد و مدیریت اجرایی می باشد.

۲. بولتن ها و روزنامه های ایمنی

این موارد را می توان به صورت داخلی توسط سازمان تهیه کرد و جزئیات درس آموخته شده را از رویدادهای داخل و خارج از سازمان بیان کرد. بولتن می تواند پیام های کلیدی یادگیری را در یک برگ واحد یا دو رو منتشر کند. جزئیات حاصل از برخی منابع روزنامه ای خارجی در بخش ۲-۱-۱۶ تهیه شده است و مثال های بولتن ها در قسمت ۵-۱۶ قابل مشاهده است.

۳. مطالعات موردی

ارائه و برگه های با جزئیات بیشتر در موارد گذشته، در داخل و خارج سازمان می توانند به منظور به اشتراک گذاری درس های آموخته شده تهیه شوند. این مطالب می توانند برای اشتراک در خارج از سازمان ناشناس باشند. این امر اغلب می تواند منجر به واکنش متقابل شرکت های خارجی با درس هایی شوند که از رویدادها آموخته اند.

۴. جلسات ایمنی

این جلسات باید به صورت منظم در طول سازمان برگزار شوند. برخی از سازمان ها جلسات ایمنی اجباری هفتگی دارند که تمام مدیران ارشد در آن شرکت می کنند و عملکرد ایمنی مورد بحث قرار می گیرد و

رویدادهای مرتبط و به طور اختصاصی شبه حوادث، ارائه و بررسی می شوند. اطلاعات سپس در کل سازمان و برای مدیریت کارخانه، تعمیر و نگهداری، پروژه ها، مهندسین، تکنسین ها و اپراتورها منتشر می شوند.

۵. جلسات کوتاه ایمنی

در محیط کار، جلسات کوتاه ایمنی عموما توسط مدیران، سرپرستان، تکنسین ها و اپراتورها برگزار می شود و مسائل ایمنی و یادگیری در یک سطح محلی مورد بحث قرار می گیرند. هنگام بازبینی رویدادهای گذشته تمرکز باید بر روی "آیا این رویداد می تواند دوباره در اینجا رخ دهد؟"، "چه چیزی برای پیشگیری یا کاهش از وقوع چنین رویدادهایی داریم؟" و "آیا چیزی وجود دارد که بتوانیم انجام دهیم تا خطرات چنین رویدادی را در تاسیسات کاهش دهد؟" باشد. به اشتراک گذاری حقایق اصلی می تواند برای شروع چنین گفتگویی مفید باشد. ازاطلاعات حاصل از روزنامه ها و مطالعات ایمنی می توان استفاده کرد یا اطلاعات حاصل از جلسات مدیران ارشد را می توان به پرسنل منتقل کرد. فیلم ها مخصوصا آنهایی که توسط CSB تهیه شده اند اطلاعات خوبی را فراهم می کنند. مکانیسمی برای ارائه بازخورد به مدیریت ارشد از مسائل ایمنی فرایند که در سطح پایین حل نمی شوند بخش مهمی از این فرایند می باشد.

۶. بایگانی رویدادها

یک پایگاه داده قابل جستجو بر پایه وب از رویدادهای گذشته این امکان را ایجاد می کند تا تمام کارکنان به درس های آموخته گذشته در سازمان دسترسی داشته باشند. تجزیه و تحلیل عوامل علی و درس های آموخته شده از پایگاه داده رویدادها می تواند به اجرای اولویت های ایمنی فرایند و پیگیری اقدامات و تعهد کمک کند. اگر رویدادی در یک تاسیسات مطابق دارای یک الگوی صنعتی از مکانیسم نقص های عمومی، خطرات فرایند، جزئیات تجهیزات یا پیامدهای مرتبط باشد، در واقع فرصتی برای بهبود ایمنی فرایند فراهم شده است. از پایگاه داده همچنین می توان جهت اولویت بندی انجام یک اقدام مانند پروژه، چرخه کاری، کنترل کار، PHA یا HAZOP، برای جلوگیری از انجام مجدد همان اشتباه استفاده کرد.

۷. شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک (HIRAs)

بسیاری از محیط های کار، در شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک های خود از رویدادها استفاده می کنند. این موضوع این اطمینان را می دهد که تعداد و نوع مناسبی از لایه های حفاظتی به منظور پیشگیری از وقوع مجدد رویدادها مهیا شده و می تواند یک منبع مفید و قابل استفاده تهیه کند. ضروری است تا اطمینان حاصل شود که منابع رویداد و درس های مرتبط آموخته شده هنگام انجام مجدد شناسایی و ارزیابی خطرات حفظ شوند.

۸. روش های اجرایی

در بسیاری از سایت ها بخشی به عنوان "پیامدهای حاصل از انحراف (COD [1])" در روش های اجرایی خود دارند. اگر یک رویداد قبلی رخ داده باشد و درس های آموخته شده مربوط به عملیات در روش اجراییمدنظر قرار گرفته باشد، شرح مختصری از این درس ها با یک مرجع مرتبط می تواند در بخش COD ذکر گردد. مرجع می تواند به یک پایگاه داده رویدادی که جزئیات مناسب دیگری را تهیه کند مرتبط شود. روش های اجرایی عملیاتی یک سابقه دائمی هستند و این یکی از معتبرترین روش ها برای نهادینه سازی درس های آموخته شده از رویدادها است.

۹. استانداردها و خلاقیت شرکت

درس های آموخته شده حاصل از یک واقعه یا از بررسی پایگاه داده روندهای یک رویداد ممکن است باعث ایجاد تغییر در مدیریت محیط زیست، ایمنی و بهداشت، استانداردهای مهندسی و ایمنی فرایند و یا بازنگری معیارهای ممیزی شرکت شود. این موضوع ممکن است باعث توسعه خلاقیت در شرکتهای بزرگ گردد.

۱۰. دوره ها/کلاس‌ها/برنامه های آموزشی

کلیه کارکنان باید در یک دوره بازآموزی که شامل ایمنی فرایند و درس های آموخته شده از رویدادها شرکت کنند، بدین ترتیب هر دو موضوع و یادگیری نهادینه می شوند. در حالت ایده آل روزهای آموزش باید در شیفت کارکنان قرار گیرد تا حضور مناسب افراد تضمین شود.

۴-۶ مدیریت ارشد- به اشتراک گذاری رویدادها و تعهد

سطح بالایی از صلاحیت فنی برای نظارت بر بهره برداری از یک کارخانه تولیدی مورد نیاز است. مدیریت ارشد باید تمامی پیامدهای تصمیمات مرتبط با ایمنی فرایند را درک کند. در حالی که بعضی از آنها از تجربه مستقیم آموخته می شوند، همه مدیران ارشد مواجهه مناسبی با محیط عملیاتی ندارند تا از همه چیزهایی که احتمالا اشتباه هستند یا منجر به رویداد بزرگ می شوند آگاه گردند. خسارات بزرگ اندک هستند حتی در یک شرکت بزرگ، بنابراین باید خارج از سازمان به منظور به دست آوردن دانش کافی از رویدادهای ایمنی فرایند استفاده کرد. بنابراین مهم است که مدیریت ارشد تا سطح هیئت مدیره در مباحث رویدادهای ایمنی فرایند درگیر شوند. درگیری مستقیم آنها در به اشتراک گذاری درس های کلیدی از رویدادها، هم رویدادهای گذشته و رویدادهای اخیر، به ایجاد احساس آسیب پذیری در سطوح بالا در داخل سازمان کمک می کند.

۱- Consequences of Deviations

یادگیری از رویدادها همچنین نیاز به تمایل به تغییر و اتخاذ شیوه های جدید و بهبود یافته در صورت لزوم دارد. تعهد مدیریت به منظور اجرای موفقیت آمیز در این موارد حیاتی می باشد.

به علاوه مدیریت ارشد باید تعهد خود نسبت به ایمنی فرایند، فرایند یادگیری از رویدادها و اقدامات لازمرا به طور کاملا واضح نشان دهد. این تعهد مدیریت ارشد می تواند با استفاده از ابزارهای متنوعی به دست آید. این ابزارها شامل موارد زیر می باشند:

- مشارکت در فرایند اطلاع رسانی منظم اهداف و عملکرد ایمنی، یادگیری از وقایع و خلاقیت های ایمنی شرکت.
- پذیرا و پاسخگو بودن نسبت به بازخوردهای ارائه شده از پایین ترین سطح شرکت.
- قدردانی و پاداش دادن به گزارش های مربوط به شبه حوادث و درس های مرتبط آموخته شده.
- الگو بودن در عمل مثلا تشویق افراد به اصول توقف کار.
- NBWA [۱] (مدیریت با قدم زدن در اطراف). مدیریت (مدیریت ارشد، مسئولان فنی، سرپرستان) باید به طور منظم به صورت غیر رسمی با کارکنان تعامل داشته باشند، مثلا بحث در مورد رویدادهای اخیر، بررسی رویدادها و درس های مرتبط و فرایند پیشنهادات.
- اقدامات اتخاذ شده در سطح مدیریت ارشد در پاسخ به یافته ها و پیشنهادات خاص اغلب شامل تعهد به کسب و کار چه در محل مورد نظر یا دیگر کسب و کارها.

۵-۱۶ نمونه هایی از به اشتراک گذاری درس های آموخته شده

به اشتراک گذاری درس ها با توجه به سازمان و مخاطبان مرتبط می تواند از منابع مختلفی و در اشکال مختلفی تهیه شود. نمونه های مختلفی شامل موارد زیر می باشند.

۱-۵-۱۶ ایجاد هشدار ایمنی فرایند با استفاده از یک مطالعه موردی

مطالعات موردی فرصتی را مهیا می کنند تا پیامدهای تصمیمات ایمنی فرایند و درس های آموخته شده نشان داده شوند. با این وجود آنها معمولا در قالبی ارائه نمی شوند تا برای اطلاع رسانی درس های آموخته شده در پایین ترین سطح مفید باشند. مطالعه موردی در پیوست ۴ شامل انفجار یک تانکر ذخیره کاتالیست است. یکی از یافته ها این است که هشدار سطح بالای ماده مهار شده است. پیشنهاد مرتبط، تقویت کردن سیستم مدیریت تغییر می باشد. این مسئله ای است که در بسیاری از صنایع اتفاق می افتد. این جزئیات می تواند از مطالعه موردی استخراج شود که در یک صفحه که در شکل ۱-۱۶ نشان داده شده خلاصه شده و برای اطلاع رسانی درس های عمومی مورد استفاده قرار می گیرد.

۱-Management by Walking Around

هشدار ایمنی ۱۲۳۴- مدیریت تغییر

چه اتفاقی افتاده است؟

یک لوله در قسمت پلی اتیلن که ایزوپنتان منتشر می کرد، دچار نقص شده و یکباره دچار حریق و انفجار گردید. یک نفر کشته و چهار نفر مجروح شدند و خسارات زیادی وارد شد.

چرا اتفاق افتاد؟

چندین عامل وجود داشت که منجر به این رویداد شدند. یکی از آنها افزایش سیستم فشار به بالای نرمال بود. بررسی رویداد مشخص کرد که مخزن بیش از حد پر شده و همین امر منجر به افزایش فشار در سیستم گردیده است. بررسی های بیشتر روی علت پر شدن بیش از حد، موارد زیر را مشخص کرد:

A. سطح عملیاتی مخزن، تقریبا روز قبل از رویداد از ۷۰٪ به ۸۵٪ تغییر یافته است، درصورتی که آلارم فشار بالا هنوز روی ۸۰٪ تنظیم بوده است.

B. آلارم هشدار سطح بالا آزاردهنده بود و خاموش می شد، بنابراین اپراتورها آن را غیر فعال کرده و از عملکرد آن جلوگیری کردند.

C. روز رویداد مخزن پر شد، ولی هیچکس متوجه سطح بالای آن نشد و آلارم مهار شده صدایی منتشر نکرد.

درس های کلیدی چه چیزهایی هستند؟

- غیر فعال کردن آلارم ها باید طبق روش اجرایی مدیریت تغییر انجام شود.
- پیامدهای ایمنی فرایند از تغییر شرایط کار باید در نظر گرفته شود و ممکن است شامل مدیریت تغییر باشد.

اگر پیامدهای ایمنی و کارایی برای تغییر سطح عملکرد به درستی مورد توجه قرار گرفته باشد، نیاز به افزایش تنظیم سطح هشدار بالا مشخص می شود.

این موضوع چگونه می تواند کار من را تحت تاثیر قرار دهد؟

- مهندسین و سرپرستان: اگر هرگونه پیشنهاد تغییر در شرایط کار وجود داشت، ارزیابی ریسک یا ارزیابی اولیه خطرات (PHA) را طبق روش اجرایی مدیریت تغییر انجام دهید. از اینکه تمام پیامدها درک شده و مستند هستند و آموزش های لازم ارائه شده مطمئن شوید.
- اپرتورها: اگر شما متوجه تغییری در مشخصات عملیاتی شدید، بررسی کنید که آیا این تغییر باید طبق روش اجرایی مدیریت انجام شود یا خیر.
- اپراتورها و سرپرستان: آلارم ها را غیر فعال نکنید مگر اینکه که طبق روش اجرایی مدیریت تغییر انجام دهید. از روش اجرایی بای پس (۲۴ ساعت) کوتاه تر استفاده کنید، به شرط آنکه ارزیابی ریسک مرتبط انجام شود و به مدیریت گزارش گردد.

شکل ۱-۱۶. مثال هشدار ایمنی

■ ۲-۵-۱۶ روزنامه ایمنی

یک روزنامه ایمنی باید درس های ایمنی را به خلاصه ترین روش ممکن انتقال دهد.

یک مثال روزنامه ایمنی در موضوع ماهانه در CCPS راهنمای ایمنی فرایند (وب سایت CCPS) می باشد که چندین سال است منتشر می گردد. یک رونوشت از شماره آوریل ۲۰۱۸ در شکل ۲-۱۶ نشان داده شده است.

CCPS Center for Chemical Process Safety www.aiche.org/ccps
Process Safety Beacon
http://www.aiche.org/CCPS/Publications/Beacon/index.aspx
Messages for Manufacturing Personnel
This issue sponsored by ioMosaic www.iomosaic.com

آوریل ۲۰۱۸

ایجاد حس آسیب پذیری

ایجاد یک حس آسیب پذیری یکی از مشخصات مهم فرهنگ ایمنی خوب فرایند می باشد. معنی حس آسیب پذیری چیست؟ به این معنی است که همه افراد در واحد:

آگاهی بالایی از خطرات فرایندها و مواد دارند.

به طور مداوم نسبت به نشانه های ضعف که ممکن است باعث وقایع جدی تر شوند، حساسیت دارند. این موضوع شامل گزارش دهی شبه حوادث می باشد (Beacon ۲۰۱۸ March).

از اعتماد بنفس کاذب که ممکن است ناشی از سوابق و عملکرد خوب ایمنی گذشته باشد اجتناب کنند.

در روز ۱۵ آوریل ۱۹۱۲ (۱۰۶ سال قبل) کشتی اقیانوس پیمای تایتانیک کمتر از سه ساعت پس از برخورد با کوه یخی در شمال اقیانوس اطلس، با از دست دادن بیش از ۱۵۰۰ نفر غرق شد. مثال های زیادی از عدم حفظ آسیب پذیری در طراحی و عملکرد تایتانیک وجود دارد. برای مثال: تصور می شد این کشتی غیر قابل غرق شدن است و نتیجه این تصور تصمیمات ضعیف در مورد مسائل حیاتی ایمنی اتخاذ شد. برای مثال تیغه های ضد آب دو عرشه پایین تر از عرشه اصلی را متوقف کردند. اینگونه در نظر گرفته شد که قایق های نجات ضروری نیستند و تعداد آن ها را از ۶۴ به ۱۶ کاهش دادند و بنابراین قایق کافی برای همه مسافران و خدمه وجود نداشت.

به نظر می رسید کاپیتان از نظر دریانوردی و شکست ناپذیری کشتی بیش از حد اعتماد بنفس دارد.

با اینکه مسیر توسط یخ های شناور بسته شده بود کشتی با نهایت سرعت حرکت می کرد. علی رغم هشدارهای مربوط به کوه های یخی از کشتی های دیگر، هیچگونه دستور کاهش سرعت داده نشد.

آیا می دانید؟

خطا در ایجاد احساس آسیب پذیری، عامل فاجعه های صنایع فرایندی بوده است. برای مثال در دسامبر ۱۹۸۴ یک گاز سمی (متیل ایزو سیانات، MIC) در بوپال هند منتشر شد که باعث کشته شدن هزاران نفر شد. در طول فاجعه مشخص شد که سیستم های ایمنی حیاتی گاهی اوقات کار نمی کردند.

اسکرابر تخلیه گاز و برج مشعل خارج از سرویس بودند.

سیستم برودتی مخزن ذخیره سازی MIC کار نمی کرد.

پرده های لوله ای که می توانست باعث جلوگیری از آلودگی آب شود نصب نشده بود.

چه کاری می توانید بکنید؟

خطرات فرایندها و مواد خود را درک کنید. بدانید بدترین رویداد ممکن است چه چیزی باشد و چه سیستم های ایمنی و روش های اجرایی وجود دارند تا از آن پیشگیری کنند.

بدانید چگونه می توانید اطمینان حاصل کنید که این سیستم ها و روش های اجرایی به درستی کار می کنند و در صورت مشاهده نقطه ضعف به مدیریت گزارش دهید

هیچ وقت به این فکر نکنید که اینجا اتفاقی نمی افتد یا برای من اتفاقی نمی افتد، می تواند اتفاق بیفتد.

تشویق کنید که هر کسی در مورد بدترین سناریو ممکن آگاهی داشته باشد و بداند که می تواند همین الان اتفاق بیفتد. بدانید که چه کاری برای پیشگیری لازم است، در صورت اتفاق افتادن چه کاری باید کرد و همیشه آماده پیروی از روش اجرایی واکنش در شرایط اضطراری باشید.

پیامدهای بالقوه طیف وسیعی از وقایع که می توانند در واحد شما اتفاق بیفتند را بدانید نه فقط پیامد بدترین واقعه را.

اگر نزدیک یک اژدهای زنده زندگی می کنید، آن را خارج از محاسبات خود قرار ندهید. J.R.R. Tolkien The Hobbit Chapter XI AICHE 2018

شکل ۲-۱۶ راهنمای ایمنی فرایندها CCPS

مثال هایی از روزنامه های قدیمی که هنوز هم یادگیری های بسیار مناسبی را فراهم می کنند در خبرنامه ICI (Kletz, IChemE website), در شکل ۳-۱۶ و شکل ۴-۱۶ نشان داده شده اند.

در خبرنامه های قبلی (۷۸/۸، ۷۷/۲، ۴۷/۵b، ۴۲/۱ و ضمیمه ۵۶) نحوه مکش یا فشار بیش از حد به دلیل بسته شدن دریچه ها بیان شده است. یک رویداد دیگر نزدیکی OCCI انحراف در یک مخزن حاوی هیدروکربن که ممکن است پلیمری شود و همیشه با یک بازدارنده اتفاق افتاد. دمای جوش هیدروکربن ۱۴۵ درجه سانتیگراد است و در دمای جو ذخیره می شود. هنگامی که دمای جو پایین می آید مقداری بخار بر روی سطح مخزن ایجاد می شود؛ از آنجا که مایع ایجاد شده از این طریق، مهار نمی شود به شکل پلیمر در می آید و یک پلیمر تقریبا از طریق پایین لوله تخلیه عبور می کند، همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است.

بازرسی با برداشتن درپوش و به دام اندازنده شعله، از طریق لوله تخلیه به طور منظم انجام تا پاک شود. فردی که این کار را انجام می دهد نمی تواند تجمع پلیمر شفاف را ببیند.

همچنین هنگامی که از طریق لوله دریچه نگاه می کند میله چوبی را فشار می دهد تا شفاف تر شود.

هشدار: اگر همین کار را انجام دادید مطمئن باشید چیزی در انتهای لوله برای جلوگیری از افتادن داخل مخزن وجود دارد.

تجمع پلیمر زمانی کشف شد که مدیر کارخانه در حال انجام بازرسی های شخصی از دریچه ها بود و متوجه یک پوشش نازک از پلیمر در داخل لوله دریچه شد. او متوجه شد که لوله را برای تمیز کردن برداشته اند و سپس ماده تجمع پیدا کرده بود.

۹۶/۲ یک راه قدیمی برای مکیدن داخل مخزن

مخزن به اندازه کافی بزرگ بود که بتواند سرعت پمپاژ ۳۰ مایل در ساعت را تحمل کند. مخزن به پمپ دیگری وصل شد که ظرفیت آن ۶۵ متر در ساعت بود. هیچکس بررسی نکرد که دریچه ها هنوز کافی است و عمل مکش داخل مخزن انجام شد.

اپراتور ها از اینکه یک دریچه ۳ اینچی مجهز به شعله گیر به اندازه کافی بزرگ نبود تا از مکش جلوگیری کند تعجب کردند.

شکل ۳-۱۶ مجله ایمنی ICI شماره ۹۶ /۱ و ۲

۷/۹۶ خطای انسانی در طول تست هشدارها

تست هشدارها معمولا کم خطر تر از تست تله ها تصور می شود ولی با این حال خطاها باز هم اتفاق می افتند.

هر دو کوره به یک ثبت کننده دما و هشدار دمای بالا مجهز شده اند. این دو ثبت کننده در صفحه کنترل با کوره A در سمت چپ کنار هم قرار دارند.

از یک سازنده ابزار خواسته شد تا زنگ هشدار را بر روی یک دیگ آزمایش کند. او کنترلر را روی حالت دستی قرار داد و سپس به پشت تابلو رفت.

مرحله بعدی برداشتن درب از جعبه اتصال، جدا کردن یکی از راهنماها، افزایش پتانسیل از پتانسیومتر و یادداشت کردن مرحله ای که هشدار فعال می شود، بود.

در پشت پنل جعبه های اتصال برای جعبه های اتصال A و B با ثبت کننده ها در یک خط قرار داشتند پس B در سمت چپ قرار داشت.

تنها برچسب موجود بسیار کوچک و نزدیک به کف بود؛ بنابراین به سختی قابل خواندن بود.

مسئولی که قبلا بارها کار خود را انجام داده بود پوشش را برداشت و یکی از خطوط راهنما را قطع کرد. این امر همان اثر جدا شدن ترموکوبل بود. ثبت کننده دمای بالا را ثبت کرد و کنترل کننده، شیر گاز سوخت را بسته و قطع شد.

دو جعبه اتصال باید با حروف بزرگ برچسب A و B باشد. توجه داشته باشید که بهتر است اتصالات مورد استفاده برای آزمایش در جعبه های ابزار باشد.

شکل ۳-۱۶ مجله ایمنی ICI شماره ۹۶/۷

نمونه دیگری از گزارش رویداد یادگیری در شکل ۵-۱۶ نشان داده شده است.

تجربه یادگیری از وقایع برنامه ریزی نشده

واقعه:

واقعه: شرح خلاصه

یک فرد تازه آموزش دیده در حال انجام آزمایش فشار به عنوان بخشی از بازگشت به فعالیت های عملیاتی پمپ اسید بود. در حین قطع شیلنگ نیتروژنی که کارگر به مکان نامناسبی وصل کرده بود، اسید آزاد شد و به قسمت بالایی ساق پای کارگر پاشید. این فرد بلافاصله وارد دوش اضطراری شد و سپس توسط افراد واکنش در شرایط اضطراری در محل مورد ارزیابی قرار گرفت و آنها ارزیابی بیشتر خارج از سایت را توصیه کردند. او توسط یک مرکز پزشکی در خارج از سایت مورد ارزیابی قرار گرفت و با نسخه داروی ضد درد مرخص شد.

علت های ریشه ای هر لایه حفاظتی و سیستم مدیریت آن:

- از لوازم حفاظت فردی مناسبی هنگام استفاده از اسید استفاده نشده بود
- سیستم مدیریتی: استفاده از لوازم حفاظت فردی
- کارگر از روش اجرایی تست نشت برای بازگشت به عملیات پمپ را دنبال نکرد
- سیستم مدیریتی: فرهنگ استفاده از روش اجرایی
- استراتژی آموزش ناکافی برای تایید کاربرد دانش
- سیستم مدیریت: آموزش موثر اپراتورهای جدید

تجارب یادگیری:

- تعیین کنید که آیا یک سیستم مدیریت قوی در کارخانه وجود دارد کهاستفاده از دانش تمام استانداردهای حیاتی قبل از اولین گواهینامه اپراتور را نشان می دهد. سیستمی که در مرکز وجود ندارد را پیاده سازی کنید.
- اطمینان حاصل کنید که فرایند صدور گواهینامه شامل ارزیابی مهارت های واقعی توسط یک کارگر قبل از شروع به کار برای اطمینان از درک و رفع هرگونه شکاف دانش است.
- تعیین کنید که چگونه تاسیسات برای اولین بار انجام وظیفه نادرست، حتی پس از تایید اعتبار، شامل خطرات بالای فرایند مانند قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی را محدود یا مجاز می کند.
- یک روش اجرایی رسمی استقرار دهید، از روش متریک (یا یک مکانیسم بازخورد دیگر) با قابلیت اطمینان از اثربخشی مداوم فرهنگ استفاده از روش اجرایی در تاسیسات استفاده کنید.

شکل ۵-۱۶ مثال گزارش یادگیری از واقعه

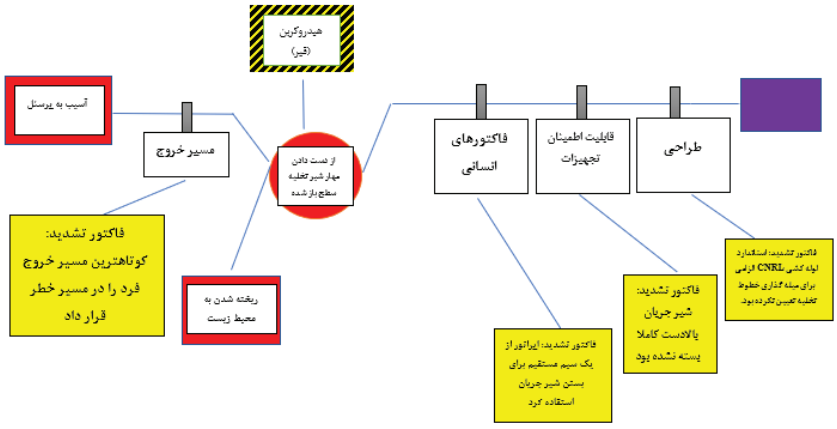
یک مثال از بولتن ایمنی فرایند در شکل ۶-۱۶ تهیه شده است که از نمودار Bowtie برای نشان دادن موانعی که دچار نقص شده و مرتبط با عوامل علی می باشند، استفاده کرده است.

بولتن ایمنی فرایند

رویداد: تقریبا ۳ متر مکعب هیدروکربن (قیر) از دریچه تخلیه در سطح انتقال دهنده به زمین آزاد شد.

چگونه اتفاق افتاد: در روز ۲۳ ژوئن ۲۰۱۵ تقریبا ساعت ۱۰:۱۵ صبح، یک اپراتور شروع به ایزوله کردن یک انتقال دهنده سطح برای سرویس تعمیراتی کرد. او قسمت فوقانی انتقال دهنده را ایزوله کرد. در قسمت پایین، او شیر پایینی را ایزوله کرد. وقتی او شیر پایین دست جریان را به منظور اطمینان از ایزوله شدن صحیح آن قسمت باز کرد، هیچ گونه نشتی از قیر مشاهده نکرد. او شروع به باز کردن سوپاپ تخلیه برای برداشتن جامدات کرد. با شکستن پلاگ جریان قیر داغ آزاد شد. اپراتور هنگام تلاش برای بستن دریچه تخلیه و خارج شدن از سکو دچار سوختگی شد. تقریبا ۳ متر مکعب قیر روی بتن ریخته شد.

درس های کلیدی: تعداد زیادی عامل علی به عنوان واقعه کلیدی برای رویداد شناسایی شدند. در زیر یک نمودار Bowtie عوامل علی که باعث کاهش مقاومت موانع شده اند را نشان می دهد.



- قیر به علت مجاورت شیر تخلیه با مخزن از مسیر خارج شد. وقتی اپراتور برای بستن شیر تخلیه دستی اقدام کرد نتوانست جلوی خارج شدن قیر از مخزن را بگیرد.
- شیر بالادست کاملا بسته نشده بود.
- اپراتور از یک سیم مستقیم به جای ابزار میله ای با یک قسمت بزرگ برای بستن شیر تخلیه استفاده کرد.
- اپراتور تصمیم گرفت تا از مستقیم ترین مسیر به زمین که زیر شیر تخلیه بود، سکو را تخلیه کند.

شکل ۶-۱۶ مثالی از بولتن ایمنی فرایند

▪ ۳-۵-۱۶ فیلم های رویدادها

فیلم هایی همراه با انیمیشن از رویدادها در سایت بورد ایمنی فرایند های شیمیایی آمریکا در سایت https://www.csb.gov/videos/ دسترس است.

▪ ۴-۵-۱۶ پایگاه اطلاعات و گزارش های کامل رویداد

واحدها معمولا گزارش هایی همراه با جزئیات از رویدادها تهیه می کنند که در سازمان در دسترس هستند. به علاوه گزارش هایی از رویدادهای خارج از سازمان از منابع متعددی مانند آنچه که در بخش ۲-۱-۱۶ بحث شد نیز در دسترس هستند.

گزارش های کامل و با جزئیات معمولا مورد توجه مهندسین و متخصصان ایمنی فرایند قرار خواهند گرفت. آنها ممکن است برای یادگیری های کلیدی در سطح واحد بسیار پیچیده باشند؛ ولی می توانند به عنوان اطلاعات تک صفحه ای یک روزنامه یا واقعه یادگیری مورد استفاده قرار گیرند.

منابع گزارش های جزئی رویداد در بخش ۲-۱-۱۶ نشان داده شده است.

۶-۱۶ خلاصه

یادگیری از رویدادها و انجام اقدامات مناسب جهت پیشگیری از وقوع رویدادها در آینده، مسلما مهمترین نتیجه بررسی رویداد است. اگر یادگیری از رویدادها انجام نشود و فراموش گردند یا اقدامی برای آن انجام نگیرد، همان رویداد یا رویدادهای مشابه دوباره اتفاق خواهند افتاد. فرصت هایی برای یادگیری از بررسی های رویدادها در همه اندازه ها وجود دارند، شامل رویدادهای کوچکتر، شبه حوادث و پیش گویی کننده ها. یادگیری از طیف وسیعی از رویدادها به کاهش تکرار و شدت انواع مختلفی از رویدادها و پیشگیری ساده از رخ دادن رویدادهای مشابه، کمک خواهد کرد. یادگیری از رویدادها باید در تمامی سطوح سازمان به منظور ایجاد احساس آسیب پذیری انجام شود تا اطمینان حاصل گردد که این یادگیری در حافظه سازمان خواهد بود و یک فرهنگ نهادینه سازمان خواهد شد.

۱۷

فصل هفدهم

پیوست‌ها، واژه نامه‌ها و منابع

پیوست ۱

راهنمایی هایی برای عکاسی به منظور حصول بیشترین نتایج

راهنمایی های زیر لیستی را برای بررسی قبل از عکاسی ارائه می دهد.

۱. هنگام عکاسی، از الزامات ایمنی آن قسمت پیروی کنید. به علاوه مواظب جایی که قدم می گذارید باشید و وقتی که در لنز دوربین نگاه می کنید تکان نخورید تا از گیر کردن، افتادن داخل حفره ها و دیگر حوادث اجتناب کنید.

۲. دستگاه فلش، درایوها، دوربین های دیجیتال، دوربین های دستی با باطری و دیگر ابزارهای مشابه ایمن نیستند و باید بعنوان منبع جرقه در نظر گرفته شوند. در بسیاری از موارد تست گاز و مجوز کار گرم قبل از استفاده از این ابزارها لازم است. یک اپراتور با یک آشکارساز گاز قابل اشتعال ممکن است مجبور به همکاری با عکاس باشد. آشکارسازهای گاز مادون قرمز هم ممکن است همراه دستگاه فلش باشند. هنگام استفاده از فلش حتی با اخذ مجوز بهتر است که قبل از انجام کار زمانی را تعیین کنند تا به همه پرسنلی که فلش (یا انعکاسی از آن) را می بینند اخطار و هشدار دهند. این باعث پیشگیری از اقدامات واکنشی ناخودآگاه شده و می تواند از جراحت (ناشی از افتادن یا دیگر واکنش ها) پیشگیری نماید. این موضوع همچنین نشانه ادب و احترام است.

۳. قبل از شروع عکاسی مربوط به بررسی رویداد تنظیمات تاریخ و زمان دوربین را بررسی کنید که درست باشد و داده های ایجاد شده توسط دوربین شامل زمان و تاریخ عکس برداری است.

۴. بلافاصله بعد از عکس برداری عکسها را ذخیره و مستند کنید. تلاش برای بازسازی یا به یاد آوردن اینکه این عکس از چیست و چرا گرفته شده است، بعد از گذشت یک دوره از آن عکس، کار دشواری است.

۵. زود هنگام بودن عکاسی به منظور کاهش از دست رفتن اطلاعات مهم است، با این وجود در هیچ موردی نباید اقدامات کمک های اولیه یا واکنش در شرایط اضطراری به علت عکاسی به تعویق بیفتد.

۶. وظایف عکاسی را اولویت بندی کنید. اولویت را به صحنه هایی بدهید که ممکن است در آن تغییری ایجاد شود. درحالی که قانون کلی عکاسی از یک صحنه از بیرون است، مناطق حساس به زمان و موارد باید سریعا مستندشوند.

۷. دوربین های دیجیتال در بررسی های رویدادها به یک قاعده تبدیل شده است. عکسهای دیجیتال برای اقدامات قانونی قابل قبول هستند تا زمانی که عدم تغییر محتوای آن قابل اثبات باشد. در برخی موارد وقتی که ویرایش عکس به منظور بهبود کیفیت و شفافیت(برای مثال تنظیم مواجهه، برش عکس، دقیق کردن یک عکس و ...) آن لازم شد، باید فایل ویرایش نشده آن همراه فایل ویراش شده به منظور اثبات اینکه محتوای آن ویرایش نشده است موجود باشد.

۸. اطلاعات دیجیتال می توانند پاک شوند، رونویسی شوند، خراب شده یا حذف شوند. بنابراین عکسهای دیجیتال باید نسخه پشتیبان داشته باشند و مانند دیگر فرم های اطلاعات الکترونیکی حفاظت شوند.

۹. برای عکاسی از یک صحنه، با نمای کلی منطقه عمومی و از جهات مختلف شروع کنید. این موضوع به نشان دادن مشخصات فاصله و موقعیت های مرتبط موارد مورد نظر کمک خواهد کرد.
۱۰. تنظیمات دوربین را طبق نیاز تنظیم کنید تا به عکس خوب دست پیدا کنید. فلش، تماس و مشخصات فوکوس دوربین به راحتی در دوربین های دیجیتال با کیفیت بالا قابل تنظیم هستند.
۱۱. الزامات پروتکل صحنه برای جابجایی فیزیکی موارد هنگام عکاسی را بدانید. جابجایی موارد را می توان ادغام شواهد دانست.
۱۲. هر شی باید در برخی از عکس ها شامل آیتمی با مقیاس اندازه گیری بعنوان مقیاس اندازه باشد. مقیاس ممکن است بخشی از یک جسم را پنهان کند بنابراین عکسهای بدون مقیاس نیز لازم هستند. متداول است که یک خط کش مقیاس یا چیز دیگری که اندازه آن مشخص باشد در عکس های با دید نزدیک (۳ فوت یا کمتر یا ۱ متر و کمتر) وجود داشته باشد. ابزارهای اندازه گیری نواری نیز ممکن است برای نشان دادن اندازه اشیا و فاصله بین آنها مورد استفاده قرار بگیرد. جهت این ابزارهای اندازه گیری هم می تواند به منظور نشان دادن جهت عکس مورد استفاده قرار بگیرد.
۱۳. هنگام عکاسی از یک شی خاص با یک عکس کلی شروع کنید که موقعیت و نحوه قرارگیری آن را روی صحنه نشان دهد. سپس به آرامی روی آن زوم کرده و عکسهای نزدیکتر بگیرید در همان جهت، بنابراین شی مورد نظر در مناظر نزدیکتر دیده خواهد شد. اشتباه رایج عکس گرفتن از نزدیک بدون هیچ عکس کلی می باشد، که تعیین محل شی و اشیا و تجهیزات مرتبط با آن را سخت می کند.
۱۴. هنگام عکس گرفتن به افراد حاضر در محل اخطار دهید. شاید برخی از پرسنل تمایلی به حضور در عکس نداشته باشند. به عنوان مثال هنگام اجرای پروتکل های چند جزئی، ممکن است برخی از پرسنل شرکت کننده برای مشاهده یک پروتکل، بررسی کننده یا کارشناس نباشند و نخواهند در عکس حضور داشته باشند. وقتی پرسنل از یک عکس جلوگیری می کنند، از آنها بخواهید تا قبل از گرفتن عکس محل را ترک کنند. در برخی حوضه های قضایی قوانین حریم شخصی عکس از اشخاص بدون اجازه آنها را ممنوع کرده است.
۱۵. در نظر داشته باشید که موقعیت خورشید، تابش های خیره کننده، انعکاسها و سایه ها در بیرون از عکس باشند. ممکن است لازم باشد که در ساعت های مختلفی از روز به منظور اجتناب از تابشهای خیره کننده و سایه ها عکاسی انجام شود. برخی مواقع عکسهایی در بازه های زمانی خاص ممکن است مورد نیاز باشد تا وضعیت تقریبی تابش ها در هنگام رویداد مستند شود.
۱۶. یکی از عیبهای دوربین با فوکوس خودکار این است که دوربین همیشه روی جسم مورد نظر فوکوس نمی کند. اگر شی مورد نظر عکاس در پشت زمینه باشد و یک شی دیگر در پیش زمینه باشد ممکن است دوربین روی شی نزدیکتر تمرکز کند. یک مثال از عکسهای خارج از تمرکز، جایی است که دوربین روی برخی از اشیا پشت زمینه در فاصله بین دو شخص تمرکز کرده است. اکثر دوربین های با فوکوس خودکار اکنون با ابزارهایی

به منظور غلبه بر این محدودیت ها مجهز شده اند که شامل فوکوس نقطه ای و فوکوس دستی می باشد.

۱۷. یک اشتباه قابل اجتناب این است که انتظار داریم دوربین توانایی تمرکز چشم انسان در شرایط کم نور مانند غروب یا سایه شدید را تکرار کند. عملکرد دوربینها به چندین فاکتور وابسته است. این فاکتور ها شامل وضعیت روشنایی، کیفیت فنی و اندازه عکس می باشد. سیستمهای دوربین برای کار در شرایط خاصی طراحی شده است. کار در کنار یا نزدیک لبه این ویژگی ها باعث کاهش عملکرد دوربین خواهد شد. هنگام عکاسی در وضعیت های سخت، تنظیمات مختلفی از دوربین را امتحان کنید تا بهترین کیفیت عکس را پیدا کنید. نورپردازی خارجی ممکن است لازم باشد. نورپردازی از کنار معمولا برای برجسته کردن ویژگی های یک شی مفید است که ممکن است با فلش دوربین روی صفحه مشخص نباشد.

۱۸. وجود یک مجموعه باتری اضافه و کامل به جای یک باتری لوکس، یک ضرورت است. اگر دوربین بخشی از منبع کیت تغذیه است که به ندرت استفاده می شود، قبل از رفتن به سایت، بررسی کنید که باتری های اولیه و اضافی در دسترس هستند و کارت حافظه نصب شده است.

۱۹. برخی از پس زمینه های قابل حمل اغلب هنگام عکاسی از داده ها در این زمینه مطلوب هستند. یک پارچه با رنگ پاستیلی روشن معمولا نتایج بهتری نسبت به رنگهای سفید یا سیاه دارد.

۲۰. هنگام مستند سازی اظهارات شواهد باید عکس را از نزدیکترین حد ممکن به دیدگاه مورد استفاده شاهد گرفت.

۲۱. نورپردازی از پشت ممکن است باعث مشکلات بزرگی شود خصوصا هنگام استفاده از دوربین کنترل نوردهی اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک. نوردهی از پشت وضعیتی است که شی مورد نظر (در پیش زمینه) به علت نوردهی پشت در تاریکی نسبی قرار دارد. دوربین به پس زمینه پرنور حساس شده و بنابراین عکسی را ایجاد خواهد کرد که شی مورد نظر در پیش زمینه در سایه باشد. مثالهایی از این مورد وقتی اتفاق میفتد که عکاسی در وضعیت رو به بالا قرار داشته باشد، به عنوان مثال برای گرفتن جزئیات در یک قفسه لوله هوایی. برخی از دوربین ها دارای ویژگی حساس به مواجهه هستند که می تواند در این وضعیت مفید باشد. فوکوس نقطه ای همچنین می تواند با تنظیم نوردهی دوربین بر اساس نور روی جسم در نقطه مرکزی در منظره یاب نور پس زمینه را اصلاح کند. " فلش کامل" تکنیک دیگری است که در آن فلش برای روشن کردن اشیا در پیش زمینه روشن می شود. ترکیب فلش نقطه ای و فلش کامل در بسیاری از وضعیت های نوردهی از پشت موثرهستند.

۲۲. اشتباه رایج این است که از دوربین انتظار داشته باشیم که برای بررسی کننده فکر کند. برخی از بررسی کنندگان از رویکرد گرفتن عکسهای رگباری استفاده می کنند به امید اینکه جایی در انبوه مکانها یک قطعه طلا با کلید بررسی خواهد بود. هر عکسی باید هدف مخصوص خود را داشته باشد. عکسهای برنامه ریزی شده نتایج بهتری از عکس های بدون برنامه و تصادفی دارند.

۲۳. فلش دوربین سایه ای فوری و موقتی ایجاد می کند که در عکس ها ظاهر می شود. تکنیک های زیادی

وجود دارد که سایه ناخواسته را بتوان حذف کرد. یک رویکرد خاموش کردن فلش و روشن کردن روشنایی طولانی می باشد. برای روشنایی های طولانی تر ممکن است یک سه پایه لازم باشد. برای از بین بردن این سایه ها در عکاسی ماکرو واحد های فلش ویژه ای که در اطراف لنز برخی دوربین ها قرار می گیرند، در دسترس هستند. واحد های فلش روی صفحه که در کنار یک شی قرار گرفته و توسط دوربین راه اندازی می شوند می توانند بسیار موثر باشند. در فیلد هنگامی که واحد های فلش خاموش ممکن است راحت یا در دسترس نباشند، چراغ قوه ای که در کنار یک جسم نگه داشته می شود برای خاموش کردن فلش و از بین بردن سایه ناشی از فلش کافی است.

۲۴. عکسهای رادیولوژی نوع دیگری از عکسها هستند. عکسهای رایولوژی دیجیتال عموما در دسترس هستند. اشعه ایکس دیجیتال مزیت مشاهده سریع تصویر را برای تعیین اینکه آیا اشعه ایکس ویژگی ها و جزئیات عکس را ثبت می کند ارائه می دهد. تکنسین اشعه ایکس می تواند زمان تابش موقعیت تجهیزات عکاسی و جهت گیری اشیا را برای بهبود تصویر در صورت لزوم تنظیم کند.

۲۵. دوربین های فیلم برداری برای ثبت حرکات و کارها در دسترس هستند. وضوح دوربینهای فیلم برداری و ویژگی های نوردهی یا فوکوس آنها به خوبی دوربین های عکاسی نیستند و باعث می شود دوربین های عکاسی برای اکثر عکاسهای بررسی انتخاب اول باشد. با این وجود دوربین های فیلم برداری برای مستند سازی حرکات مانند آزمایش که شامل تغییر موقعیت است (برای مثال باز کردن یا بستن شیر)، تغییر صحنه (برداشتن یک وسیله از صحنه)، یا انجام یک آزمایش هنگام یا در طول یک پروتکل (مانند دست زدن به یک شیر برای تست عملکرد) لازم هستند.

۲۶. دوربین های فیلم برداری عموما شامل ضبط صدا نیز هستند. خاموش یا غیر فعال کردن ضبط صدا هنگام انجام پروتکل ها معمول است زیرا شرکت کننده ها در پروتکل نمی خواهند صدای آنها ضبط شود. اگر صدا ضبط شد انتظار می رود که عکاس به همه حضار و شرکت کنندگان در مورد ضبط صدا هشدار دهد، و به شرکت کنندگان هنگام شروع ضبط صدا هشدار دهد.

پیوست ۲
مثال پروتکل- چک کردن موقعیت شیر زنجیره ای

این ضمیمه شامل یک مثال پروتکل است. پروتکل ها در فصل ۸ و ۹ به ترتیب با توجه به جمع آوری شواهد و تجزیه و تحلیل شواهد مورد بحث قرار گرفتند. پروتکل مثال زیر مربوط به بررسی موقعیت شیر زنجیره ای است تا مشخص شود که شیر از نظر معاینه بصری خارجی کاملاً بسته است. بخشهای پروتکل معمولاً پروتکلهای مورد استفاده در آزمایشهای چند جانبه است که شامل پرسنلی است که با شرکت یا کارخانه ارتباط ندارند.

نمونه پروتکل برای چک کردن موقعیت شیر زنجیره ای

زمینه

یک شیر ۸ اینچ دستی در خط بالای ستون تقطیر قرار گرفته است. این شیر دستی با استفاده از یک زنجیر توسط اپراتور از روی زمین باز و بسته می شود. بنظر می رسد که شیر بسته است و فشار خط بالای خود را حفظ می کند.

هدف

هدف این روش اجرای چک کردن محل شیر ۸ اینچ در بالای ستون تقطیر است. محل شیر با استفاده از دو روش آزمایش ی شود؛ با استفاده از تلاش دستی برای بستن شیر و بوسیله ی عکس رادیوگرافی.

شواهد

در این لحظه هیچ موردی به عنوان به عنوان مدرک از تجهیزات حذف نمی شود. اگر قرار است شیر برای ارزیابی بیشتر برداشته شود، لازم است پروتکل جدیدی آماده شود.

تکات ایمنی

برنامه ایمنی سایت باید دنبال شود، شامل:

لوازم حفاظت فردی موردنیاز FRC[۱] –، کفش ایمنی دارای سرپنجه اهنی، کلاه سخت، عینک ایمنی با حفاظت جانبی، دستکش چرمی و محافظ شنوایی

دتکتور گاز برای جو قابل اشتعال؛ برای تجهیزات رادیوگرافی و دوربین ها

تعداد افرادی که می توانند بر روی سکو حضور داشته باشند با توجه اندازه سکو

روش اجرایی ایمن رادیوگرافی ارائه شده توسط پیمانکار باید مطابق تایید افسر ایمنی پرتونگاری دنبال شود. تمام پرسنل غیر واجد شرایط باید در فواصلی فراتر از حداقل فاصله ایمن مشخص شده توسط پیمانکار فرعی قرار گیرند. موارد ایمنی خاص در زیر ارائه شده است.

روش

مراحل زیر برای چک کردن موقعیت شیر دنبال شده است:

۱-Fire Resistant Clothing

۱. یک علامت تراز (علامت #۱) را روی چرخ زنجیر و محفظه مجاور قرار دهید تا موقعیت پیدا شده را ثبت کند.

۲. از شیر عکس بگیرید.

۳. ارتفاع ساقه شیر را اندازه بگیرید و از ساقه با قرارگیری وسیله اندازه گیری در کنار ان عکس بگیرید.

۴. شیر را طبق روش زیر رادیوگرافی کنید:

- یک منبع مناسب رادیوگرافی برای همه عکسها انتخاب خواهد شد. دوربین حاوی منبع تابش قابل حمل توسط انسان است و نیازی به منبع تغذیه خارجی ندارد. همه نوارهای فیلم و استندهای پشتیبانی مشابه خود دوربین قابل حمل توسط انسان هستند. پروتکل ایمنی تشعشع شرح داده شده در این پروتکل دنبال خواهد شد.
- برای حفظ قابلیت رد یابی از یک سیستم شناسایی الفبایی برای ردیابی شیری که رادیوگرافی می شود و موقعیت منبع نسبت به شیر و زمان مواجهه استفاده می شود. برای قرار دادن شناسه روی هر تصویر از حروف سربی استفاده می شود. سیستم شناسایی الفبایی شیر، موقعیت منبع و زمان مواجهه را نشان می دهد.
- نشانگر جهت جریان در میدان دید هر رادیوگراف قرار خواهد گرفت.
- نشانگر شیر و شماره رادیوگراف قفل می شوند. قبل از هر رادیوگراف محل نسبی قرار گیری منبع در روی شیر باید با استیل و فیلم رادیوگرافی مستند شود.
- منبع رادیواکتیو و نوارهای فیلم بصورت مستقیمی پشتیبانی می شوند مگر اینکه جهت گیری یا موقعیت شیر یا موقعیت فیلم برای یک شیر مشکلی ایجاد کند. در صورت لزوم ، نوار فیلم با یک طناب سبک، گیره یا نوار به یک ساختار مجاور مانند لوله ها یا بدنه دریچه ای که رادیوگرافی می شود محکم می شود. فقط فیلم رادیوگرافی با بدنه خارجی شیر تماس خواهد داشت. منبع رادیواکتیو از فیلم دور خواهد بود و با شیر تماس ندارد.

به صورت دستی سعی کنید شیر را با استفاده از زنجیر ببندید. تمام پرسنل روی سکو کنار شیر حداقل ۴ فوت با شیر فاصله خواهند داشت. اپراتور مستقر در زمین تلاش می کند تا شیر را با کشیدن زنجیر ببندد در حالی که حرکت ساقه توسط طرفهای ذینفع قابل مشاهده است، فیلمبرداری می شود. هیچ تلاشی برای باز کردن شیر نخواهد شد. در صورت حرکت شیر، به آرامی چرخاندن شیر را در جهت بستن ادامه دهید تا جایی که دیگر نتوان شیر را چرخاند، تعداد چرخش ها را نسبت به علامت تراز ثبت کنید. در صورت حرکت شیر ارتفاع ساقه را اندازه بگیرید. چرخ زنجیره ای (علامت # ۲) را نسبت به علامت تراز بندی روی محفظه علامت گذاری کنید و از علامت آن عکس بگیرید.

سعی کنید با آچار آچار حوضه تلسکوپی که روی سکو قرار دارد، شیر را بیشتر ببندید. تمام پرسنل روی سکو کنار شیر حداقل ۴ فوت با شیر فاصله خواهند داشت تا یک اتاق اپراتور داشته باشند. یک اپراتور که در سطح شیر روی سکو قرار گرفته است، سعی می کند شیر را با استفاده از آچار آچار حوضه تلسکوپی بیشتر ببندد. در صورت حرکت آچار حوضه تلسکوپی چرخاندن سوپاپ را در جهت بسته ادامه دهید تا جایی که دیگر نتوانید شیر را بچرخانید، تعداد چرخش ها را نسبت به تراز شماره ۲ ثبت کنید. در صورت حرکت شیر

ارتفاع نهایی ساقه را اندازه بگیرید.

چرخ زنجیره ای (علامت # ۳) را نسبت به علامت تراز بندی روی محفظه علامت گذاری کنید و از علامت عکس بگیرید.

حالت سیستم را بازیابی کنید

شیر از مرحله ۶ در موقعیت نهایی باقی می ماند.

آزمون پرسنل و ناظران

یک شخص ثالث مهندس پزشکی قانونی بر اجرای پروتکل نظارت خواهد کرد. به طرف های ذینفع اعلامیه و حق انتخاب داده خواهد شد. پرسنل عملیاتی سعی می کنند دریچه با پروتکل ببندند. یک پیمانکار رادیوگرافی، رادیوگرافی را انجام می دهد.

مستندات

اجرای پروتکل تصویر برداری می شود به غیر از زمان مواجهه منبع تابش. قبل از انجام هرگونه تغییر، عکس های برای مستند کردن شرایط گرفته می شوند.

راهنمای ایمنی در برابر اشعه

منبع تابش توسط پیمانکاران رادیوگرافی متناسب با دریچه رادیوگرافی انتخاب می شود. به دلیل خطر سلامتی و خطر احتمالی قرار گرفتن در معرض رادیوگرافی، مراحل ایمنی رادیوگرافی سایت دنبال خواهد شد.

پیوست ۳

معیارهای سطح رویدادها برای ایمنی فرآیند

جدول زیر مثالی از روش درخت منطقی برای تعیین سطوح طبقه بندی حادثه ("سطح بندی") است که در فصل ۵ شرح داده شده است. این جدول به عنوان راهنما برای تعیین اینکه آیا آسیب ایمنی یا پیش گویی کننده های مرگ یا رویداد احتمالی باید بررسی شود یا نه استفاده می شود. این جدول فقط برای فرایندها و تجهیزات ایمنی فرآیند که طبق مقررات محلی و سیاست های شرکت به عنوان عوامل دارای خطر بالا تعیین شده‌اند، اعمال می شود.

نوع رویداد ایمنی فرآیند	تعریف	سطح ۳	سطح ۲ یا ۲p	سطح ۱	سطح صفر (فقط روند)
رهایش	رهایش از مهار اولیه ماده خطرناک در فرآیند ریسک بالای ایمنی فرآیند	مقدار رهایش بیشتر از مقدار رهایش در EPA CFR ۴۰ ۳۵۵/۴۰ (یا معادل) یا مقدار رهایش مساوی ۵۰۰۰ تن، اگر لیست نشده است	مقدار رهایش بیشتر از RQ/۱۰ اما کمتر از RO یا ۲P*- یک رویداد سطح پایین که قابلیت تبدیل به رویداد سطح ۲ و ۳ رهایش را دارد	مقدار رهایش بیشتر از RQ/۱۰۰ اما کمتر از RA/۱۰	مقدار رهایش کمتر RQ/۱۰۰، یا فعال شدن ابزارهای ایمنی که منجر به نشت / تراوش نمی شوند(فعال سازی درست یا خطا که مربوط به فعالیت های تعمیرات و نگهداری یا تست ابزارهای ایمنی نمی شود)- برای مثال LSHH(level Sensor High: High), PSHH(Pressure Sensor High high), interlock, rupture disc activation, gas sensor ,activation یاعملکرد ایمن بیش از حد مجاز، حتی اگر به یک رویداد ناخواسته منجر نشود.

حریق یا انفجار	حریق یا انفجار در فرآیند ریسک بالای ایمنی فرآیند	آسیب تجهیزات بیشتر از یا مساوی ۲۵۰۰۰ دلار	آسیب تجهیزات بیشتر یا مساوی ۵۰۰۰ دلار اما کمتر از ۲۵۰۰۰ دلار یا ۲P* - یک رویداد سطح پایین که دارای پتانسیل ایجاد رویداد حریق و یا انفجار سطح ۲ و ۳ می باشد	آسیب تجهیزات کمتر از ۵۰۰۰ دلار	یک گرمای غیر عادی ایجاد شده ولی آسیبی به تجهیزات وارد نشده است یا تعمیرات و نگهداری یکپارچگی تجهیزات شکست خورده یا ابزارها در خارج از تلرانس و یا اقدام اصلاحی (برای مثال نقص تجهیزات در حال کارکرد) انحراف رویه عملیاتی که احتمال وقوع یک رویداد ایمنی فرآیند را دارد (به عنوان مثال مواد ارسال شده به Tank B به جای Tank A و دارای پتانسیل یک رویداد ایمنی فرآیند هستند) یا انحراف از ایمنی فرآیند و / یا الزامات نظارتی با احتمال تأثیر ایمنی (به عنوان مثال شناسایی و تجزیه و تحلیل خطر (HIRA) یا عدم انجام عملیات بررسی آمادگی، و غیره) یا مشاهده الکتریسیته ساکن، یا تجهیزات با وظایف PM عقب افتاده (یعنی خارج از پنجره PM).

پیوست ۴

مثال مطالعه موردی

مطالعه موردی زیر روند کار تحقیق را برای یک واقعه فرضی با استفاده از درخت منطق بر اساس رویکرد سیستم های علت های ریشه ای متعدد توصیف می کند. به عنوان مثال گزارش بررسی رویداد شرح فرآیند کار را دنبال می کند. مثال فقط برای اهداف آموزنده در نظر گرفته شده است؛ شرح تجهیزات فرآیندی و شرایط برای انعکاس شرایط عملیاتی واقعی در نظر گرفته نشده است.

فرآیند کار

در شرکت NDF در سیتی ، ایالت(در این جا مثال از یک منطقه جغرافیایی فرضی است)، در تاریخ ۱ آگوست آتش سوزی بزرگی در بخش آماده سازی کاتالیزور رخ داد. آتش سوزی در مخزن شماره ۳ در ساعت ۱۱:۱۰ صبح شروع شد. در ادامه در ساعت ۱۱:۲۰ دقیقه صبح مخزن شماره ۲ منفجر شد. در نهایت تیم آتش نشانی محلی و نیروهای آتش نشانی کارخانه موفق شدند در ساعت ۱۲:۱۰ ظهر حریق را کنترل و خاموش نمایند. این حادثه منجر به کشته شدن ۱ نفر و زخمی شد و پنج نفر از پرسنل شرکت شد.

هنگامی که دسترسی توسط فرمانده حادثه مجاز بود بخش آماده سازی کاتالیزور در برابر ورود افراد غیرمجاز ایمن شد و مدیریت کارخانه برای بحث در مورد انجام اقدامات فوری جلسه ای تشکیل دادند. آنها تصمیم گرفتند برای هدایت تیم تحقیق از یک تحلیل گر ریسک شرکت دعوت کنند. با کمک تحلیل گر ریسک شرکت (با استفاده از کنفرانس تلفنی) مدیریت، تیم بررسی رویداد را انتخاب کرد، این تیم شامل افراد زیر بودند:

- تحلیلگر ایمنی و ریسک شرکت به عنوان رهبر تیم
- ناظر مهندسی فرآیند
- ناظر ایمنی (آموزش دیده و متخصص در زمینه روش های بررسی رویداد سیستم های چند علته)
- ناظر تولید کاتالیست
- اپراتور خارجی
- سرپرست واحد شماره ۱ فرآیند تولید پلی اتیلن
- سرپرست تعمیر و نگهداری
- نماینده حقوقی شرکت

نمایندگان OSHA، اداره آتش نشانی محلی و ارزیاب خسارت شرکت بیمه نیز در حال انجام تحقیقات مستقل و موازی بودند.

تیم انتخاب شده در ابتدا برنامه ای مشخص از روش های بررسی را برای این رخداد ایجاد کرد. در این جلسه، اولویت ها و اقدامات لازم برای اطمینان از به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز در سریع ترین زمان ممکن تعیین شد. با استفاده از این طرح از تأخیرهای بی مورد در جمع آوری شواهد جلوگیری شد.

تیم تحقیق قبل از ایجاد هر گونه تغییر در شواهد و مدارک فیزیکی، محل رویداد را بازدید کردند. به مسئول نگهداری وظیفه عکسبرداری از منطقه آسیب دیده داده شد. این فرد مراقب بود تا که یک نگاه کلی از صحنه رویداد و تجهیزات فردی را بدست آورد و مشخص کند که هر عکس از کجا گرفته شده است. به همه اعضای تیم یک جعبه بررسی میدانی و تجهیزات حفاظتی ایمنی مناسب ارائه شد. شواهد مهم با استفاده از یک سیستم ثبت و ورود نوشتاری جمع آوری، حفظ و شناسایی شدند. یک نقشه کلی از محل رویداد تهیه شد و مکان هر یک از مدارک فیزیکی همراه با شماره برچسب روی طرح ذکر شد.

پس از انجام فعالیت های ذکر شده اعضای تیم اقدامات لازم برای مصاحبه مقدماتی با شاهدین رویداد را انجام دادند. پیش از انجام مصاحبه به افراد تیم اهمیت تمرکز بر محرمانه بودن، حقیقت یابی و اجتناب از سرزنش افراد تأکید شد. دو نفر از اعضای تیم (ناظر ایمنی و یک نفر دیگر) برای ملاقات با شاهدان انتخاب شدند. یک اتاق کنفرانس کوچک در ساختمان اداری برای این امر اختصاص داده شد. این جلسه به طور غیررسمی ترتیب داده شد تا افراد درگیر احساس آرامش داشته باشند. پس از بحث و در داخل تیم، تصمیم گرفته شد تا در طول مصاحبه از ظبط صوت استفاده نشود. مصاحبه از اوایل غروب روز رخداد رویداد شروع شد و دو روز به طول انجامید. در پایان هر روز، تیم تحقیق برای بحث در مورد اطلاعات به دست آمده از مصاحبه ها و سایر فعالیت ها جلسه تشکیل می داند.

ناظر بخش آماده سازی کاتالیزور، اپراتور اتاق کنترل)برای عملیات کاتالیزور(و ناظر تعمیر و نگهداری منابع اصلی اطلاعات بودند. سوابق و گزارش های کتبی آنها با جزئیات بررسی شد. همچنین تیم بررسی با دو اپراتور خارجی، اعضای تیم آتش نشانی شرکت و کارمندان تعمیرات و نگهداری مربطه مصحابه کردند. در طول این گفت و گو ها، توجه ویژه ای به علائم غیرکلامی می شد. در طول مصاحبه چندین سوال بی پاسخ در مورد روشهای عملیاتی و تعمیرات و نگهداری ایجاد شد که نیاز به بررسی بیشتر داشتند.

در ادامه به‌منظور یافتن جواب سوالات ایجاد شده در مصاحبه های مقدماتی اقداماتی نظیر: مصاحبه های بعدی، جمع آوری و بررسی شواهد بیشتر و ارزیابی دقیق سوابق عملیاتی و تعمیرات و نگهداری صورت گرفت. با توجه به هشدار فشار زیاد در مخزن شماره ۳ در بخش آماده سازی کاتالیزور قبل از شروع آتش سوزی، تجزیه و تحلیل نرم افزار و سخت افزار واحد کنترل که بر این فرایند نظارت می کرد، در این بررسی ضروری ارزیابی شد.

در جلسات روزانه اعضای تیم ترتیب زمانی وقایع قبل و در زمان رخداد رویداد را با استفاده از تابلو برگردان و برگه های یادداشت چسبنده (به منظور تغییر راحت ترتیب زمانی در صورت بدست آوردن اطلاعات جدید) تعیین کردند.

در طول بررسی تیم بررسی مجموعه ای از جلسات یافتن حقایق و تجزیه و تحلیل شواهد را تشکیل داد. در طی هر یک از این جلسات، اقدامات خاص برای جمع آوری اطلاعات بیشتر بمنظور درک وقایع، عملکردهای سیستم، روابط متقابل سیستم ها و حالت های خرابی تعیین شد.

پس از اینکه اعضای تیم ترتیب زمانی اولیه رخداد وقایع را تکمیل کردند، شروع به توسعه درختان منطقی برای توصیف وقایع نمودند. در همین راستا اعضای تیم بعنوان رویداد برتر، آخرین آسیب ها را انتخاب کردند (آسیب به چهار نفر از نیروهای آتش نشانی). آنها پرسیدند، "چرا این آسیب رخ داده است؟" دو رویداد لازم و کافی است: انفجار در مخازن ذخیره سازی و حضور اعضای تیم آتش نشانی. تیم این رویدادها را به درخت اضافه کرد و به پرسیدن "چرا؟" تا زمانی که دلایل اصلی رویداد در سطح سیستم مشخص شود، ادامه داد (تمام درختان منطق ایجاد شده در گزارش بررسی گنجانده شدند). برای کاهش پیچیدگی درختان ایجاد شده، تیم تصمیم گرفت رویداد های منجر به مرگ و میر اپراتور، آسیب دیدگی پیمانکار و آسیب دیدگی نیروهای آتش نشانی به عنوان درختان جداگانه ترسیم شوند.

برای چندمین بار تیم ماتریس های فرضیه /واقعیت را در موارد مورد نیاز ایجاد کرد تا مشخص شود کدام شاخه درخت در این حادثه نقش داشته است. یکی از ماتریس های واقعیت / فرضیه در فصل ۹ نشان داده شده است.

پس از اتمام کار بررسی، تیم برای بحث در مورد یافته های خود تشکیل جلسه داد. در طول بحث ها، توصیه های مهمی برای اقدامات اصلاحی ارائه شد. توجه ویژه ای به تعیین اثرات بالقوه این تغییرات پیشنهادی در کارایی عملیات نیروگاه اختصاص داده شد. پس از بررسی های طولانی، مسئولیت ها و تاریخ اتمام مورد نظر برای هر توصیه تعیین شد.

این تیم یافته های خود را به صورت شفاهی به مدیریت کارخانه و بخش ایمنی شرکت ارائه داد و لیستی از علل، درختان، توصیه ها و معیارهای شروع مجدد را به آنها ارائه داد. مدیریت گزارش شفاهی را پذیرفت و مدیر عملیات را منصوب کرد تا ببیند که نقاط عمل تکمیل شده است

طی دو هفته آینده، تیم تحقیق گزارش مفصلی را تهیه و منتشر کرد. رهبر تیم یکی از اعضا را به عنوان ادیتور برای ویرایش گزارش منصوب کرد. ادیتور قابل فهم بودن گزارش برای یک مهندس یا عملیات جدید را به عنوان یک معیار برای تنظیم گزارس استفاده کرد. در طول تهیه گزارش فرض شد که مخاطبان گزارش در زمینه فن آوری پلی اتیلن و فرهنگ NDF باتجربه هستند و همچنین شامل افرادی از سایر کارخانه های دور از محل رویداد می باشد.

در هنگام طراحی و راه اندازی مجدد به صورت مکرر با اعضای تیم تحقیق رایزنی شد. چندین عضو تیم بررسی در فرآیند شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک و بررسی ایمنی قبل از راه اندازی شرکت کردند.

برای کاهش خطر در کل صنعت، NDF تلاش کرد تا درسهایی را که از این حادثه آموخته است با سایر صنایع یکسان یا مشابه به اشتراک بگذارد.

در ماه اکتبر ، مدیر سایت خلاصه شفاهی این حادثه را به انجمن تولیدکنندگان ارائه کرد.

در ماه دسامبر، نماینده NDF در کمیته ایمنی تولیدکنندگان غیر رسمی علل و اقدامات اصلاحی را با سایر تولید کنندگان مشترک مورد بحث قرار داد.

در جولای سال بعد، ناظر ایمنی خلاصه ای از رویداد، علل و اقدامات اصلاحی را در جلسه ایمنی تشکیل شده توسط شورای صنایع شیمیایی منطقه ارائه داد.

در ماه مارس، حدود یک و نیم سال پس از رویداد، ناظر مهندسی فرآیند مقاله ای راجع به این رویداد در سمپوزیوم پیشگیری از دست دادن[۱] موسسه مهندسان شیمی آمریکا[۲] ارائه داد. این مقاله بعداً درPlant Operations Progressمنتشر شد.

گزارش بررسی رویداد

خلاصه اجرایی

یک آتش سوزی و انفجار بزرگ در تاسیسات تولید پلی اتیلن اتیلن شرکت NDF در سیتی ، ایالت، منجر به یک کشته، ۵ مصدوم و خسارات گسترده به کارخانه شد. این آتش سوزی در اثر پر شدن بیش از حد مخزن و پاره شدن لوله خروجی در قسمت کاتالیزور ایجاد و باعث آزاد شدن ایزو پنتان، ماده قابل اشتعال و آلومینیوم آلکیل به عنوان یک ماده پیروفوریک[۳] (Pyrophoric) شد.

اولین آتش سوزی به صورت یک حریق کروی تقریباً در ساعت ۱۱:۱۰ صبح رخ داد و منجر به مرگ یک اپراتور و آسیب دیدگی پیمانکار گردید. با توجه به این که پمپ های آب آتش نشانی از کار افتاده بودند، پاسخ اضطراری مختل شد در نتیجه شدت آسیب وارد شده افزایش پیدا کرد. آتش ایجاد شده به سمت مخزن ذخیره کاتالیزور گسترش یافت. در نتیجه مخزن ذخیره کاتالیست نیز منفجر گردید و منجر به زخمی شدن چهار آتش نشان شد. در نهایت آتش ایجاد شده در ساعت ۱۲:۱۰ توسط نیروهای آتش نشانی کارخانه و نیروهای آتش نشانی منطقه مهار شد.

عامل های علیت این رویداد مربوط به چندین زمینه مدیریت ایمنی فرآیند شامل موارد زیر است:

- یکپارچگی مکانیکی
- پیمانکاران
- برنامه ریزی و واکنش اضطراری
- تجزیه و تحلیل خطرات فرآیند
- مدیریت تغییرات

زمینه

دوازده سال قبل از رویداد، شرکت NDF در سیتی ایالت، تأسیساتی را برای تولید پلی اتیلن با دانسیته کم افتتاح کرد. ساخت پلی اتیلن در دو راکتور ۵۰ تنی انجام می شد که هر کدام به صورت جداگانه دارای یک واحد ۸ طبقه می باشند. مواد اولیه اصلی این واحد برای تولید شامل اتیلن، هگزان و بوتن می باشد.

۱- Loss Prevention Symposium

۲-American Institute of Chemical Engineers

۳-موادی که یا در دمای ۵۴ درجه سانتی گراد و زیر آن دچار احتراق خود بخود می شوند و یا در اثر ۵ دقیقه مواجهه با هوا دچار احتراق خود به خودی می شوند.

پلیمریزاسیون[۱] مواد در حضور کاتالیزور تکمیل می شود. آلومینیوم آلکیل و ایزوپنتان مواد شیمیایی پایه برای کاتالیزور هستند. راکتور و بخش آماده سازی کاتالیزور مجهز به سیستم کنترل توزیع شده [۲] (DCS) قرار دارند. نمودار جریان فرآیند ساده در گزارش آورده شده است.

در بخش آماده سازی کاتالیست که آتش سوزی رخ داده است، آلومینیوم آلکیل و ایزوپنتان در سه مخزن به ظرفیت ۸۰۰۰ گالن به صورت یک عملیات دستی مخلوط می شوند. سرعت جریان اجزا توسط اپراتور در اتاق کنترل تنظیم می شود. دما ، فشار و سطح مایع درون مخزن ها توسط اپراتور اتاق کنترل، کنترل می شود. در ادامه کاتالیزور فرموله شده (آماده شده) در چهار مخزن ذخیره عمودی ۱۲۰۰۰ گالنی ذخیره می شود. آلومینیوم آلکیل ماده ای پیروفوریک و ایزوپنتان ماده ای بسیار اشتعال پذیر است. هر کدام از مخزن ها عایق بندی شده و به یک شیر ریلیف ولو[۳] (نوعی شیر اطمینان) برای حریق های خارجی مجهز شده اند.

ایزوپنتان مورد نیاز برای واحد آماده سازی کاتالیست به صورت مایع در یک مخزن ذخیره سازی ۶۰ تنی افقی (گلوله) ذخیره می شود. آلکیلهای آلومینیوم و سایر مواد شیمیایی مورد نیاز برای این فرآیند در تریلرهای کوچک دریافت شده و در زیر یک سایبان فلزی نگهداری می شوند.

بخش آماده سازی کاتالیزور بین دو واحد تولید پلی اتیلن که با فاصله ۶۰ فوت از یکدیگر قرار دارند، قرار گرفته است. سایبان محل ذخیره سازی آلکیل آلومینیوم و مخزن ذخیره افقی ایزوپنتان در یک منطقه دورافتاده با فاصله تقریبی ۲۵۰ فوت از مناطق تولیدی و تاسیساتی قرار دارند. ایزوپنتان از طریق یک خط لوله ۳ اینچی به منطقه آماده سازی کاتالیزور منتقل می شود. مخزن ذخیره ایزوپنتان به یک شیر جدا کننده [۴] که توانایی از کار انداختن این خط را دارد و از راه دور کنترل می شود، مجهز می باشد. این شیر کنترل و پمپ تغذیه مخزن ایزوپنتان توسط اپراتور از داخل اتاق کنترل مدیریت می شود.

بخش آماده سازی کاتالیزور توسط یک سیستم آب پاش خودکار (اسپری آب) محافظت می شود این سیستم توسط دتکتورهای حرارتی مربوطه فعال می شود. همچنین این احد به مانیتور آب آتش نشانی ثابت مجهز است. آب این سیستم های حفاظتی از طریق شبکه های آب ۸ اینچی زیرزمینی تأمین می شد. به این منظور سه پمپ اتوماتیک (دو دیزل و یک برقی) افقی و گریز از مرکز با نرخ ۲۵۰۰ گرم در دقیقه و فشار ۱۲۵ psi آب را از یک مخزن ذخیره ۷۵۰،۰۰۰ گالنی که روی سطح زمین قرار دارد مکش کرده و در شبکه قرار می دهند. منبع تغذیه پمپ آتش نشانی برقی از یک منبع تغذیه الکتریکی مستقل تأمین می شود. همچنین یک منبع تأمین آب به منظور تأمین بیشترین تقاضای آب در هنگام خارج از کار بودن یک پمپ آتش نشانی طراحی شده است.

۱- زمانی که تعداد بسیار زیادی مولکول (مونومر) به یکدیگر متصل شوند، فرآورده خاص، پلیمر نام دارد و به این فرآیند پلیمریزاسیون می‌گویند.

۲-Distributed Control System

۳- relief valve

٤- Remote Actuated Isolation Valve

توالی وقایع و شرح واقعه

در تاریخ ۱ آگوست در ساعت ۱۰:۳۰ صبح، اپراتور اتاق کنترل از راه دور تغذیه مخزن شماره ۳ را در واحد آماده سازی کاتالیست شروع کرد کرد. در حالت معمول مخزن تقریبا به میزان ۸۰٪ پر می شده است، اما ظاهراً این بار مخزن شماره ۳ کاملاً پر شده بود. نشانگر سطح، سطح بالا را نشان می داده اما زنگ هشدار به صدا در نیامده بود (بعداً مشخص شد که زنگ هشدار در حالت بایپس بوده.) یک هشدار فشار بالا برای این مخزن در ساعت ۱۱:۰۳ ق.ظ توسط اپراتور اتاق کنترل تایید شده. در ساعت ۱۱:۰۰ صبح، یک رعد و برق شدید ایجاد شده و در عرض ۵ دقیقه باعث قطع برق در مناطق مجاور شده است. دمای محیط حدود ۸۳ درجه فارنهایت و وزش باد از شمال غربی حدود ۳ مایل در ساعت بوده است.

با استفاده از یک ژنراتور دیزل اضطراری برق لازم برای کارکرده پمپ های حیاطی تامین شده، به همین جهت اپراتور اتاق کنترل اقدامات لازم برای خاموشی دو راکتور را شروع کرده است. منبع تغذیه بدون وقفه (UPS) برق را به صفحه ها و ابزارهای DCS منتقل کرده. با این حال، سیستم DCS همان طور که طراحی شده تمام شیرهای خوراکی آماده سازی کاتالیست و راکتور را مسدود کرده. اپراتورهای خارجی برای مسدود کردن دستی خوراک راکتورها ارسال شدند.

در ساعت ۱۱:۰۹ صبح ، یک دتکتور با LEL[1] بالا در منطقه آماده سازی کاتالیزور بر روی DCS صدا کرد. با استفاده ا تجهیزات رادیویی با اپراتور اصلی خارجی ارتباط برقرار شده. او گفته که در حال ترک منطقه راکتور شماره ۱ به سمت منطقه آماده سازی کاتالیست می باشد. رعد و برق از بالای سر وی گذشته و بارش باران کم شده است. در حدود ساعت ۱۱:۱۰ قبل از ظهر، بسیاری از افراد صدایی "هولناک" شنیدند (که اکنون گمان می رود حریق کروی باشد) و دتکتور حرارتی برای فعال سازی سیستم آب پاش خودکار در مانیتور اتاق کنترل فعال شده است. هنگامی که دوباره سعی در برقراری ارتباط با اپراتور اصلی خارجی بودند وی به پیام رادیویی پاسخ نداده است.

تا ساعت ۱۱:۱۲ صبح نیروهای آتش نشانی کارخانه و نیروهای آتش نشانی داوطلب محلی توسط سرپرست بخش آماده سازی کاتالیزور مطلع شدند. در ساعت ۱۱:۱۵ صبح نیروهای آتش نشانی کارخانه به محل حریق رسیده اند و مشاهده کرده اند که اپراتور اصلی خارجی در فاصله حدوداً ۴۰ فوتی از حریق در محلی بین بخش آماده سازی کاتالیزور و ساختمان راکتور شماره ۱ بر روی زمین افتاده است. همچنین این گروه فرد ناشناسی را در فاصله حدود ۱۲۰ فوتی حریق و در نزدیکی ساختمان انتهایی مشاهده کرده اند. (سرانجام مشخص شد این فرد یک پیمانکار خدماتی است که در ساعت ۱۰:۳۰ صبح وارد محل شده تا تجهیزات موجود در اتاق ابزار راکتور شماره ۱ را کالیبره نماید).

آتش سوزی بیشتر قسمت های بخش آماده سازی کاتالیزور را در برگرفته بود. با وجود فعال شدن سیستم آب پاش خودکار، هیچ گونه آبی از این سیستم جریان نداشت. نیروهای آتش نشانی سعی کردند یک مانیتور

۱- Lower Explosive Limit

ثابت را فعال کنند، اما دوباره هیچ آبی در این سیستم در جریان نبود. اعضای آتش نشانی احساس کردند که می توانند با استفاده از آب آتش نشانی موجود در ماشین آتش نشانی نیروگاه به عنوان به اپراور اصلی خارجی برسند. در همین حال، فرمانده آتش نشانی نیروگاه یکی از اعضای تیم را برای بررسی علت کمبود آب به محل پمپ های آتش نشانی اعزام کرد.

با رسیدن حریق به مخازن ذخیره عمودی کاتالیزور فرموله شده انفجار دیگری در ساعت ۱۱:۲۰ صبح رخ داد. تکه های فلز داغ ناشی از این انفجار چهار نفر از نیروهای آتش نشانی را که در تلاش برای نجات اپراتور اصلی خارجی شرکت بودند را به شدت مجروح کرد. آنها در زمان انفجار حدود ۶۰ فوت با حریق فاصله داشتند.

آتش نشانی محلی دقیقاً پس از انفجار دوم در ساعت ۱۱:۲۲ صبح وارد محل شدند. با استفاده از آب محدود موجود در دو ماشین آتش نشانی و همچنین استفاده از ماشین آتش نشانی دیگر برای پمپاژ مستقیم آب از برج آب خنک کننده مجاور، آتش نشانان توانستند سرعت گسترش آتش را کاهش دهند.

فرد اعضامی محل پمپ های آتش نشانی دریافت که پمپ آتش نشانی برقی به دلیل قطعی برق از کار افتاده است. یکی از پمپ های آتش نشانی دیزلی به دلیل مشکلات مکانیکی و پمپ آتش نشانی دیزلی دیگر به علت از بین رفتن باتری های آن از کار افتاده بودند. چند نفر از نیروهای تعمیر و نگهداری بلافاصله برای تعمیر پمپ های آتش نشانی دیزلی اعزام شدند. تا ساعت ۱۱:۳۰ صبح ، بخش تعمیر و نگهداری توانست مجموعه باتری های پمپ آتش سوزی دیزلی را که دچار اختلال شده است، به پمپ آتش نشانی دیزلی دیگر منتقل کند. پس از اتمام این کار، پمپ آتش نشانی دیزلی راه اندازی شد. سیستم اطفاء خودکار به علت آتش سوزی / انفجار به شدت آسیب دیده بود و در حالت غیر فعال و خاموش قرار داشت. آب از طریق سه مانیتور ثابت به سمت حریق هدایت شد. همچنین، نیروهای آتش نشانی از دو شلنگ موجود در نزدیکی شیرهای (هیدرات های) آتش نشانی اطراف برای اهداف اطفاء حریق استفاده کردند. در ساعت ۱۱:۵۸ صبح آتش سوزی تحت کنترل بود و در ساعت ۱۲:۱۰ دقیقه ظهر حریق به طور کامل مهار شد.

اپراتور اصلی خارجی روز بعد به دلیل آسیب ریوی ناشی از استنشاق گازهای گرم درگذشت. پنج نفر دیگر نیز به شدت زخمی شدند. در منطقه آماده سازی کاتالیست خسارت زیادی به اموال وارد شد. عملیات تولید در این تاسیسات به مدت دو ماه به حالت تعلیق در آمد تا زمانی که این منطقه از جمله خطوط لوله مرتبط بتواند دوباره ساخته شود.

تحلیل علت

تیم بررسی برای توصیف وقایع از درختان منطقی استفاده کرد. برای کاهش پیچیدگی درختان، تیم تصمیم گرفت که هر کدام از رویدادهای مرگ اپراتور، آسیب دیدگی پیمانکار و آسیب دیدگی نیروهای آتش نشانی را به عنوان یک درخت جداگانه در نظر بگیرد.

از آنجای که انفجار در مخازن ذخیره کاتالیست به علت گسترش آتش از مخزن شماره ۳ روی داده،

درختان ایجاد شده با یکدیگر ارتباط دارند. تمام درختان منطقی به یک دیگر متصل هستند و یک علامت کلید برای مشخص کردن درختان و درختان فرعی درنظر گرفته شده است. توجه داشته باشید که برخی از درختان یک نقطه ورودی را با همان نام حرف درخت نشان می دهند (به عنوان مثال، نقطه ورودی B در درخت B). نقطه ورودی نشان می دهد که کاربر از یک درخت دیگر به داخل درخت هدایت شده است.

درخت	عنوان درخت
A	مرگ اپراتور در مخزن شماره ۳ (شاخه L در درخت A)
B	حریق کروی در مخزن شماره ۳ (شاخه C در درخت B)
C	لوله خروجی در مخزن شماره ۳ ترک خورده است
D	افزایش فشار به اندازه ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع در مخزن شماره ۳ (شاخه F در درخت D)
E	شکست لوله خروجی در فشار ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع (در کمتر از فشار طراحی)
F	نقش در سیستم الکتریکی
G	زخمی شدن پیمانکار در مخزن شماره ۳
H	پیمانکار نمی دانسته که باید محوطه را ترک می کرده
I	چهار نیروی آتش نشانی محلی در اثر برخورد قطعات فلز دچار آسیب شده اند
J	چهار نیروی آتش نشانی در زمان انفجار در ۶۰ فوتی محل حریق قرار داشته اند
K	آتش استخری در زیر مخزن نگهداری کاتالیزور گسترش یافته است.
L	در زمان حریق اپراتور در نزدیکی مخزن شماره ۳ قرار داشته است.

برخی از رویدادها پرسنل یا وسایلی بودند که کاری را انجام می دادند که قرار بود در آن زمان انجام دهند یا احتمال وقوع آنها بسیار زیاد بوده است. این وقایع با استفاده از نماد به شکل "خانه" به تصویر کشیده شداند. برای برخی از رویدادهای انتهایی درخت، تیم اطلاعات کافی برای پاسخ دادن به "چرا؟" را در اختیار نداشت. چنین رویدادهای با استفاده از یک نماد به شکل الماس نشان داده شده اند، به این معنی که تیم درخت را در آن نقطه متوقف کرده است. برای بسیاری از الماس ها، تیم بررسی یا انجام تحقیق و بررسی بیشتر توسط گروه های دیگر را توصیه کرد.

تیم بررسی رویداد نتیجه گرفت که آتش سوزی به دلیل نقص (شکست) لوله خروجی مخزن شماره ۳ در بخش آماده سازی کاتالیست رخ داده است. این نقص باعث آزاد شدن ایزوپنتان(یک ماده قابل اشتعال) و آلومینیوم آلکیل (یک ماده پیروفوریک) از مخزن شده است. هوای مرطوب و آب موجود در حوضچه موجود در بخش آماده سازی کاتالیزور باعث شروع حریق شده است. دمای جو دقیقاً بالاتر از نقطه اشتعال برای ایزوپنتان بوده (۸۲/۰۴ درجه فارنهایت) و در نتیجه باعث ایجاد حریق بخار و حریق خودبخودی مایع شده است. در محل خروجی آتش به صورت جت و در حوضچه و زیر مخازن ذخیره کاتالیزور آتش به صورت استخری گسترش یافت است. از آنجا که سیستم آتش نشانی فاقد آب بوده است، امکان مقابله با حریق و یا

خنک کردن مخازن مجاور وجود نداشته است. در زمان رخداد انفجار نیروهای آتش نشانی در فاصله حدوداً ۶۰ فوتی با بخش آماده سازی کاتالیزور در حال تلاش برای نجات یک نفر از آسیب دیدگان بودند. در اثر این انفجار مخزن شماره ۲ در بخش آماده سازی کاتالیست خراب شد.

حتی با عدم وجود آب، مخزن خیلی سریعتر از زمان مورد انتظار دچار انفجار شد (نسبت به یک مخزن با عایق بندی و ریلاف ولو مناسب).

عامل های علیت این رویداد به روش های طراحی مهندسی و چندین عنصر ایمنی فرآیند مبتنی بر ریسک (همانطور که در زیر نشان داده شده مربوط می شوند) مربوط می شوند:

- یکپارچگی و قابلیت اطمینان سرمایه
- مدیریت پیمانکاران
- مدیریت شرایط اضطراری
- شناسایی خطرات و تجزیه و تحلیل ریسک
- مدیریت تغییرات
- روش های عملیاتی
- روشهای ایمن کار
- انجام عملیات
- فرهنگ ایمنی فرآیند

یافته ها و توصیه ها

I. یک پارچگی لوله

لوله کشی فولاد کربن دار در بخش آماده سازی کاتالیزور و خطوط تغذیه ایزوپنتان توسط خوردگی خارجی ضعیف شده بود. خطوط فولادی کربن دار استفاده شده از نوع رده ۴۰[۱] بودند که برای کارکرد مورد نظر به درستی انتخاب شده بودند. با این حال، این خطوط ۱۲ ساله بودند و شواهد فیزیکی نشان می دهد که این شکست به احتمال زیاد در زانویی خط لوله مخزن شماره ۳ رخ داده است. داده های فشار نشان می دهد که سیستم در زمان خرابی در فشار ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع بوده که این فشار کمتر از نرخ فشار برای مخزن می باشد. در بازرسی از قسمتهای باقیمانده بخش ترکیب کاتالیزور و خطوط تغذیه ایزوپنتان، از بین رفتن عایق و جدا شدن (کنده شدن پیش از رویداد) قسمتهای حفاظ خارجی (برای جلوگیری از ورود آب به داخل عایق) آشکار شد.

۱- Schedule ٤٠

سازمان استاندارد آمریکا (ANSI) برای مشخص کردن ضخامت جداره ی لوله ها یا رده بندی لوله ها بر اساس ضخامت یا مقاومت آن در برابر فشار سیال، از یک پارامتری به نام Schedule Number (Sch. No) استفاده می کند که در ایران با اصطلاح هایی چون عدد اسکجول یا اسکجوئل یا شجول شناخته می شود. این عدد گاه به عنوان رده لوله یا معرفی از استحکام آن استفاده می شود.

خوردگی زیر عایق مخصوصاً در یک محل که تحت تأثیر گرما بوده با نقص در لوله کشی خروجی مخزن سازگار است. (یکپارچگی و قابلیت اطمینان دارایی)

برنامه مدیریت یک پارچگی سرمایه

برنامه مدیریت یکپارچگی سرمایه بخش تهیه کاتالیزور را پوشش نمی داد. در حالی که سوابق مربوط به بازرسی از سیستم های راکتور و محل ذخیره سازی ایزوپنتان پیدا شد، هیچ سابقه بازرسی برای بخش آماده سازی کاتالیزور یافت نشد. مصاحبه ها نشان می دهد که این بازرسی ها به علت محدودیت های بودجه به تأخیر افتاده بوده است. (یکپارچگی و قابلیت اطمینان دارایی)

یک پارچگی پمپ آتش نشانی

پمپ آب آتش نشانی دیزلی شماره ۱ از یک و نیم ماه قبل به علت گرم شدن بیش از حد در طول آزمایش عملکرد سالانه نمایندگی خارجی از کار افتاده بوده است. پمپ احتمالاً قبل از آزمایش با مشکلاتی روبرو بوده است، اما در طول تست های تعمیر و نگهداری ماهانه تشخیص داده نشده است زیرا مدت زمان ۵ دقیقه کار برای یافتن مشکل گرم شدن بیش از حد کافی نبوده است.

پمپ آب آتش نشانی دیزلی شماره ۲ خاموش بود زیرا باتری های آن از بین رفته بودند. دو ماه قبل از حادثه، باتری های خراب در طی یک بررسی ماهیانه شناسایی و دوباره شارژ شدند، اما پس از آن تعویض یا دوباره بررسی نشدند.

در مصاحبه ها مشخص شد که بخش میکانیکی در نظر داشته به دلیل فشارهای ناشی از کمبود بوجه، تعمیرات هزینه بر را تا اولایل سال به تأخیر بیاندازد. اگرچه چند نفر می دانستند که یکی از پمپ های آب آتش نشانی از کار افتاده اما هیچ کس نمی دانست که هر دو پمپ آسیب دیده¬اند. در طول مصاحبه ها، چندین نفر از نماینده مدیریت عالی اظهار داشتند که تعمیرات پمپ آب آتش نشانی بسیار حیاتی است و لازم است بلافاصله انجام شوند، بنابراین از نظر شدت (میزان) محدودیت های بودجه بین دیدگاه های کارمندان و مدیریت اختلاف وجود ندارد. (یکپارچگی و قابلیت اطمینان سرمایه؛ فرهنگ ایمنی فرآیند)

نقص مخزن نگهداری کاتالیست

مخزن ذخیره کاتالیزور زودتر از آنچه انتظار می رفت خراب شد در صورتی که عایق ضد آتش در شرایط خوبی قرار داشت و شیر اطمینان برای آتش سوزی مناسب بوده است. شواهد نشان می دهند که بخش های از عایق یا افتاده بودند و یا ۲-۳ ماه قبل از رویداد از مخزن جدا شده بوده اند ولی عایق ترمیم نشده بود (یکپارچگی و قابلیت اطمینان سرمایه).

شیر اطمینان

بررسی محاسبات صورت گفته برای شیر اطمینان مخزن ذخیره کاتالیست نشان می دهد که شیر اطمینان برای یک مخزن دارای عایق ضد حریق مناسب، درست انتخاب شده بوده ولی اندازه آن برای مخزن بدون عایق ضد حریق، مناسب نمی باشد. محاسبات اصلی طراحی شیر اطمینان در طول بررسی پیدا نشد. شیر

اطمینان ممکن است به دلیل نگهداری نامناسب یا نصب نامناسب دارای مشکل شده است. آخرین تست تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و تست شیر پنج سال قبل از رویداد انجام شده است. هیچ شواهدی مبنی بر آزمایش این شیر پیش از آزمون پنج سال قبل یافت نشد (یکپارچگی مکانیکی).

اگرچه این سیستم در زیر فشار طراحی خود از کار افتاد، اما پر شدن بیش از حد مخزن شماره ۳ باعث افزایش بیش از حد نرمال فشار در سیستم شده است. در این رویداد چندین عامل علی برای پر شدن کامل سیستم مخزن شماره ۳ وجود داشت:

vi خطای اپراتور

اپراتور اتاق کنترل پر کردن مخزن شماره ۳ را در سطح نرمال ۸۵٪ متوقف نکرده است. (عوامل انسانی: خطای اپراتور، اما خطایی که انتظار می رود در طول عمر طبیعی یک فرآیند رخ دهد)

vii تجهیزات حیاتی ایمنی مهار شده (ازکار افتاده)

هشدار سطح مخزن شماره ۳ در حالت بای پس قرار دارد، بنابراین این هشدار به صدا در نیامده و در سیستم DCS نشان داده نشده است. به علت این که هشدار سطح در زیر سطح معمول تنظیم شده بوده اپراتورها هشدار را در حالت بای پس قرار داده بودند. با وجود اینکه اندازه سطح از۷۰٪ به ۸۵٪ تغییر یافته بود اما زنگ هشدار هنوز برای ۸۰٪ تنظیم شده بود. در نتیجه، هر زمان که مخزن شماره ۳ لازم بوده تا سطح جدیدی پر شود، زنگ هشدار سطح خاموش می شده است. (مدیریت تغییر، انجام عملیات)

viii عدم وجود افزونگی

هیچ افزونگی پشتیبانی (هشدار سطح دوم مخزن و یا نظارت بر پمپ) برای خاموش کردن پمپ در صورت رخ داد شرایط اضطراری وجود نداشت. شناسایی خطر و ارزیابی ریسک (HIRA) برای ذخیره مواد اولیه، تهیه کاتالیزور و ذخیره سازی کاتالیزور برای سال های گذشته بوده که در سال جدید هم تمدید شده اند. شناسایی خطر و ارزیابی ریسک انجام شده قبلی مطابق با استانداردهای امروزی نبوده است. این شرکت اکنون معیارهایی را برای رهبران شناسایی خطر و ارزیابی ریسک تعیین کرده و دارای فهرستی از منابع تأیید شده می باشد. (شناسایی خطر و ارزیابی ریسک ، طراحی مهندسی)

توجه: شیر تغذیه ایزوپنتان به منظور قطع جریان در هنگام قطع برق جهت جلوگیری از جریان معکوس مواد از مخازن به مخازن ذخیره مواد اولیه طراحی شده است. این موقعیت نقص مناسب برای این شیر است.

سایر عامل های علیت:

سایر عوامل علی مربوط به راهکارهای محتمل بهبود برنامه ریزی و واکنش در شرایط اضطراری بود، این موارد به شرح زیر می باشند:

روش های اجرایی مربوط به نیروهای آتش نشانی شرکت:

با به صدا درآمدن هشدار حریق هیچ گزارشی مبنی بر مراجعه اعضای نیروهای آتش نشانی به محل پمپ ها ارائه نشده است. مصاحبه ها نشان می دهد پرسنل در مورد مسئولیت رفتن به محل پمپ آتش نشانی

سردرگم بوده اند. این موضوع می تواند یک مسئله آموزشی یا مانور باشد. (مدیریت بحران)

درک خطرات حریق

نیروهای آتش نشانی در نزدیکی بخش آماده سازی کاتالیزور درحالی که به آب آتش نشانی دسترسی نداشته اند، سعی کرده اند یک قربانی را نجات دهند. آب کمی که در ماشین آتش نشانی وجود داشته برای جلوگیری از گرمای تابشی کافی بوده ولی بمنظور جلوگیری از قطعات فلزی هیچ حفاظی وجود نداشته است. با توجه به این که نیروهای آتش نشانی نتوانستند خطرات احتمالی این حادثه را تشخیص دهند، مطالعات بیشتر برای تعیین اینکه آیا نیروهای پاسخ در شرایط اضطراری آموزش کافی ندیده اند و یا برنامه واکنش اضطراری در این محل دارای نقص است (مدیریت بحران) لازم می باشد.

رویه های اجرایی شناسایی تعداد کارکنان

پرسنل شرکت از حضور پیمانکار (برای کار کردن در ساختمان ابزار دقیق) در محل شرکت آگاه نبوده اند. پیمانکار به طور معمول در محل شرکت حضور داشته و در بعضی از مواقع در ساختمان ابزار دقیق و در بعضی موارد هم در قسمت رک (بخش سازه های فلزی) مشغول بکار بوده است. از آنجا که ساختمان ابزار دقیق یک بخش با اهداف عمومی است ، برای کالیبراسیون تجهیزات روتین در این محل مجوز خاصی لازم نبوده است. به علت عدم نیاز به مجوز پیمانکار پیش از مراجعه به این محل به اتاق کنترل اطلاع نداده است. **مصاحبه انجام شده با سایر پیمانکارانی که کارهای مشابهی را انجام می داده اند تأیید می کند که این یک روش** استاندارد است. هیچ یک از پرسنل شرکت در ۲ سال گذشته از پیمانکاران به دلیل عدم اطلاع در زمان انجام کارهای مشابه در ساختمان ابزار دقیق شکایت نکرده اند. (مدیریت شرایط اضطراری، مدیریت پیمانکاران، روشهای کار ایمن)

رویه های اجرایی تخلیه اضطراری

هیچ روش اجرایی مشخصی برای تخلیه پرسنل غیر ضروری در زمان هشدار دتکتور LEL[1] یا قطع برق در محل وجود نداشته است. با توجه به این که پیمانکاران و کارگران موجود در محل به سیستم رادیویی جهت شنیدن ارتباطات مجهز نبودند تا زمان به صدا در آمدن زنگ تخلیه اضطراری از لزوم ترک محل آگاهی نداشته اند (مدیریت اضطراری)

قابلیت اطمینان دتکتور گاز

دتکتورهای LEL دارای آلارم های کاذب و نادرست زیادی هستند که همین موضوع باعث شده که پرسنل شرکت کمتر به صدای هشدار پاسخ دهند. برای تعیین منبع آلارم های کاذب دتکتور LEL، نیاز به تحقیقات بیشتری است. (یکپارچگی و قابلیت اطمینان دارایی)

پاسخ اپراتور

روش اجرایی که در آن بیان شده که اپراتور مستقیماً به محل به صدا در آمدن آلارم LEL برود، اپراتور را در

---

۱ - دتکتور رسیدن گاز به مقدار بیشتر از کمترین حد قابل انفجار

معرض خطر احتمالی قرار می دهد. در صورت امکان، خطرات مربوط به پرسنل تولیدی ممکن است با داده های بهتر برای تصمیم گیری در مورد واکنش مناسب در برابر هشدار کاهش یابد. برای تعیین امکان پذیر بودن این کار، انجام تحقیقات بیشتر لازم است. (مدیریت بحران)

توصیه ها

تیم برای ارائه توصیه ها و زمانبندی های زیر ساختار درختان و رویدادهای انتهایی رو به خوبی بررسی کردند. آنها همچنین هر اقدام را به یک فرد مناسب در شرکت اختصاص دادند. تاریخ های تعیین شده برای انجام هر عمل در داخل پرانتز نشان داده شده است.

تمام خطوط و تجهیزات ایزوپنتان و مخزن کاتالیزور را که دچار خوردگی شده اند و همچنین خطوط و تجهیزاتی را که بوسیله آتش سوزی دچار آسیب شده اند را جایگزین کنید. برای خطوط فولاد کربن دار بدون سابقه بازرسی ، قبل از انجام بازرسی خط را عایق بندی کنید. (پیش از راه اندازی)

۱. تمام برنامه مدیریت یکپارچگی سرمایه را مرور کنید تا مطمئن شوید که تمام تجهیزات حیاتی، لوله کشی ها و پمپ ها از یکپارچگی قابل قبولی برخوردار هستند و یک برنامه بازرسی با یک راهنمای مناسب برای تعمیرات ایجاد کنید. بازرسی و تعمیر عایق ضد حریق را در برنامه قرار دهید. (تا ماه مارس)

۲. مستند سازی بازرسی شیر اطمینان و آزمون های پاپ را بهبود ببخشید. آزمون سالانه شیرهای اطمینان تا زمانی که یک شیر آزمون پاپ خوب داشته باشد، توصیه می شود. سپس می توان دوره بازرسی را به آرامی افزایش داد. (تهیه برنامه تا مارس)

۳. یک برنامه هفتگی برای ره اندازی و بررسی پمپ آتش نشانی تهیه کنید تا مطمئن شوید این تجهیزات مطابق آنچه در نظر گرفته شده عمل می کنند. روش اجرای بررسی پمپ های دیزلی را برای حداقل ۳۰ دقیقه اصلاح کنید تا مشکلات ناشی از گرم شدن قابل تشخیص باشد. یک برنامه تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه برای نظارت بر کلیه اقدامات تعمیرات و نگهداری در تمام پمپ های آب آتش نشانی تهیه و تنظیم کنید. برای انجام تعمیرات تجهیزات آتش نشانی یک اولویت بالا (اولویت ۱) تعیین کنید. (پیش از راه اندازی)

۴. معیارهایی را برای تشخیص علت از بین رفتن باتری های موجود در دیزل تأمین کننده انرژی پمپ های آب آتش نشانی و بررسی نگهداری شارژ توسط این باطری ها ایجاد کنید. همچنین معیارهایی را برای تعویض باتری های خراب تعیین کنید. (پیش از راه اندازی)

۵. یک شناسایی خطر و ارزیابی ریسک کامل را در بخش های ذخیره سازی مواد اولیه، سیستم های تغذیه مواد اولیه، بخش آماده سازی کاتالیزور و ذخیره سازی کاتالیزورها انجام دهید. رهبر شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک باید در لیست شرکت های تأیید شده باشد. اطمینان حاصل کنید که سناریوهای زیر در نظر گرفته شده اند:

- **از بین رفتن تاسیسات از جمله تأسیسات الکتریکی، تأسیسات بخار آب، آب برج خنک کننده، تجهیزات هوای فشرده و ازت.**

- **واحد باید قادر باشد به صورت ایمن در زمان از بین رفتن یکی از تأسیسات حیاطی خاموش شود.**
- **توجه به بسته شدن مسیرهاي ورودي و خروجي پمپ ها ، خصوصاً پمپ های حامل مایعات با نقطه اشتعال پایین.**
- **نشت از سیستم های دارای مواد قابل اشتعال یا سمی. به نصب صحیح دتکتور های LEL و ایجاد پوشش کامل توسط این دتکتورها توجه کنید.**
- **به هشدار های دتکتورهای LFL پاسخ مناسب ارائه دهید.**

روشهای اجرایی اضطراری برای زمان های مجاز تشخیص و اقدام در زمان رویداد و زمان مورد نیاز برای بازیابی سیستم پس از انجام اقدامات اصلاحی را بازنگری کنید. تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان انسانی را در مورد اقدامات، شامل زمان لازم برای حرکت اپراتور به مکانی دورتر (مکانی امن). برای اقدامات حیاتی (با پتانسیل پیامد بالا) با یک دوره زمانی کوتاه مورد نیاز برای تشخیص و اقدام، باید قفل خودکار نصب شود. با استفاده از تجزیه و تحلیل درخت خطا تعیین قابلیت اطمینان طرح های قفل خودکار را تعیین کنید. (تا ماه نوامبر)

۶. روش اجرایی مدیریت تغییر را با استفاده از همه پرسنل تقویت کنید. اطمینان حاصل کنید که مدیران پروژه قبل از بسته شدن پروژه تمام قسمتهای تغییر را (مانند تغییرات نقطه تنظیم زنگ هشدار) تغییر داده اند. اطمینان حاصل کنید که پرسنل عملیاتی از روش اجرایی ویژه برای غیرفعال کردن (هشدارها را ساکت می کنند اما هنوز به سیستم متصل می شوند) و یا مهار هشدارها (جلوگیری از اتصال هشدار ها به سیستم) و سایر تجهیزات مهم ایمنی استفاده می کنند.

۷. یک برنامه تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه قوی برای دتکتور های واحد LEL ایجاد کنید. یک سیستم مناسب برای ثبت سوابق برنامه های تست و آزمون دتکتور ها برای کمک به تشخیص دتکتورهای دارای مشکل ایجاد کنید. (برنامه در مدت ۶۰ روز پس از راه اندازی ایجاد شد)

۸. روشهای اجرایی واضح و مشخصی را برای ورود و اعلام حضور پیمانکاران و سایر پرسنل غیر عملیاتی در واحدهای تولیدی ایجاد کنید. بدون اطلاع پرسنل شرکت هیچ فردی نباید در محل حضور داشته باشد. (شامل کارگران نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، مهندسین و سایر کارگرانی که به طور معمول وارد منطقه می شوند) (پیش از راه اندازی)

۹. معیارهایی را برای به صدا در آوردن زنگ تخلیه تعیین کنید. هر سه ماه یک بار مانور تخلیه را در هر شیفت انجام دهید (یکی از مانور ها در هر سه ماه باید در روز باشد). برای برقراری ارتباط با بازدید کنندگان، کارگران نگهداری و تعمیرات، پیمانکاران و سایر افرادی که ممکن است مجهز به ارتباط رادیویی نباشند یک سیستم ارتباط عمومی در نظر بگیرید. (تا ماه نوامبر)

۱۰. برای روش های اجرایی شرایط اضطراری مانور و کلاس های توجیهی برگزار نمایید. اولویت ها موجود را برای اقدامات اضطراری تعیین کنید و از افراد بخواهید مهمترین اقدام را به خاطر بسپارند و آنها را تمرین

کنند. (تا ماه نوامبر)

۱۱. آموزش و مانور نیروهای آتش نشانی شرکت را بهبود ببخشید و اطمینان حاصل کنید که در زمان رویداد شخصی به محل پمپ آتش نشانی مراجعه می کند. (پیش از راه اندازی)

۱۲. روشهای اجرایی واکنش در شرایط اضطراری، آموزش و مانورها را با توجه به خطرات احتمالی رویداد و جلوگیری از مواجهه های غیر ضروری برای کمک به اعضای تیم آتش نشانی شرکت به ویژه هنگامی که توانایی های اطفاء حریق زیر حد مجاز است، بهبود ببخشید. (برنامه ها تا ماه نوامبر کامل می شوند)

پیوست ها

- **نمودار جریان فرآیند ساده شده**
- **نقشه جانمایی**
- **توالی رویدادها**
- **درختان منطق**

معیار راه اندازی مجدد

۱. کلیه توصیه های مورد نیاز برای راه اندازی مجدد (با برچسب پیش از شروع به کار در لیست فوق) باید تکمیل شوند. سایر موارد لیست بالا باید تا تاریخ های مشخص شده تکمیل شوند.

۲. باید خطرات تمامی تغیرات ایجاد شده در مراحل تعمیر و نصب توصیه ها شناسایی شده و ریسک های مرتبط ارزیابی شوند.

۳. باید یک بازنگری کامل ایمنی، بهداشت و محیط زیست بعد از ساخت و قبل از وارد کردن مواد شیمیایی به سیستم در جهت اطمینان از اینکه تعمیرات و سایر موراد طبق آنچه در نظر گرفته شده انجام شده، انجام شود.

۴. راه اندازی باید با امضای مدیر تولید، مدیر تعمیر و نگهداری و ناظر ایمنی مجاز باشد (هر سه امضا لازم است).

فرصت های بیشتر برای بهبود

موارد زیر مربوط به علل رویداد نیستند. با این وجود، تیم تحقیق احساس کرد که این موارد فرصت های بیشتر برای بهبود در آینده هستند. این موارد تاثیری در شروع مجدد ندارند.

۱. شیب دایک های موجود در زیر مخازن اختلاط کاتالیزور و مخازن ذخیره کاتالیزور را بررسی کنید. اگرچه هدف از این دایک ها انتقال مواد به یک چاه بود ولی مشاهده شده که در برخی از قسمت ها مایع جمع می شود و شیب مناسب نیست. جدا نمودن دایک های مخازن اختلاط کاتالیزور و مخازن ذخیره آن را در نظر بگیرید.

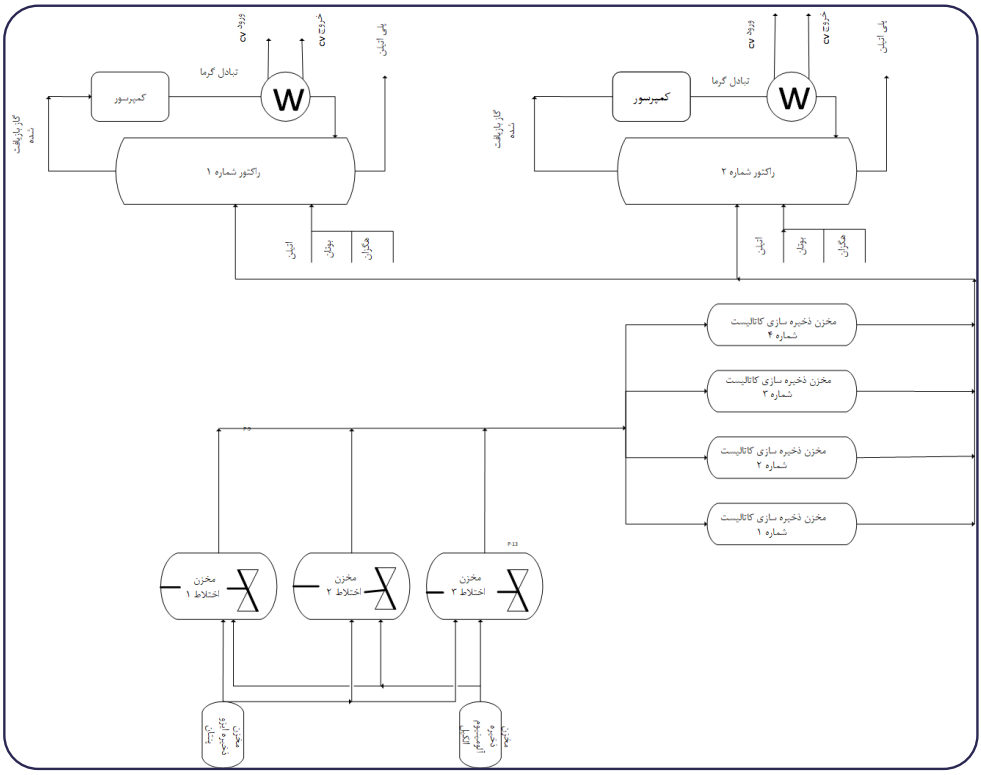
۲. روشی را به صورت واضح در زمان محدودیت بوجه برای به تأخیر انداختن نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و فعالیت های که به سرمایه بیشتری نیاز دارند تعریف کنید. تعمیرات حیاطی نباید به تأخیر بیافتند. بازنگری

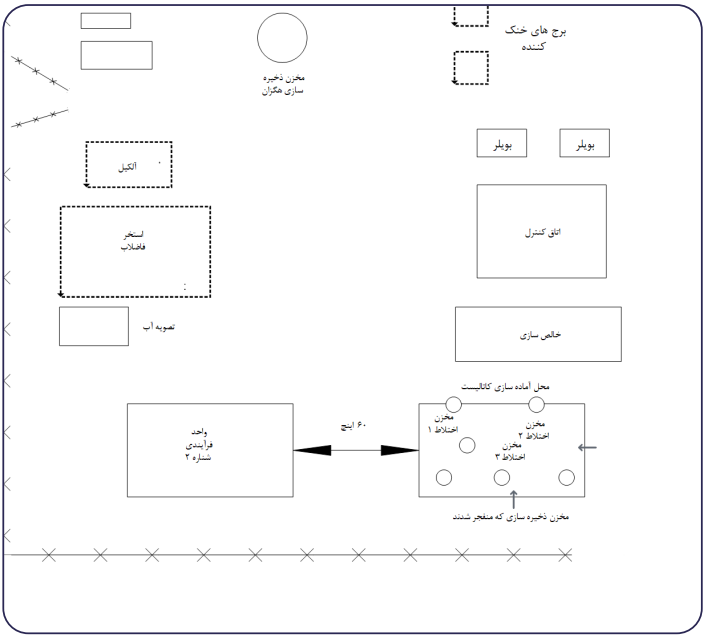
های زیست محیطی، ایمنی و بهداشتی باید در صورت به تاخیر انداختن برنامه های بازرسی و یکپارچگی مکانیکی انجام شود.

امضاء

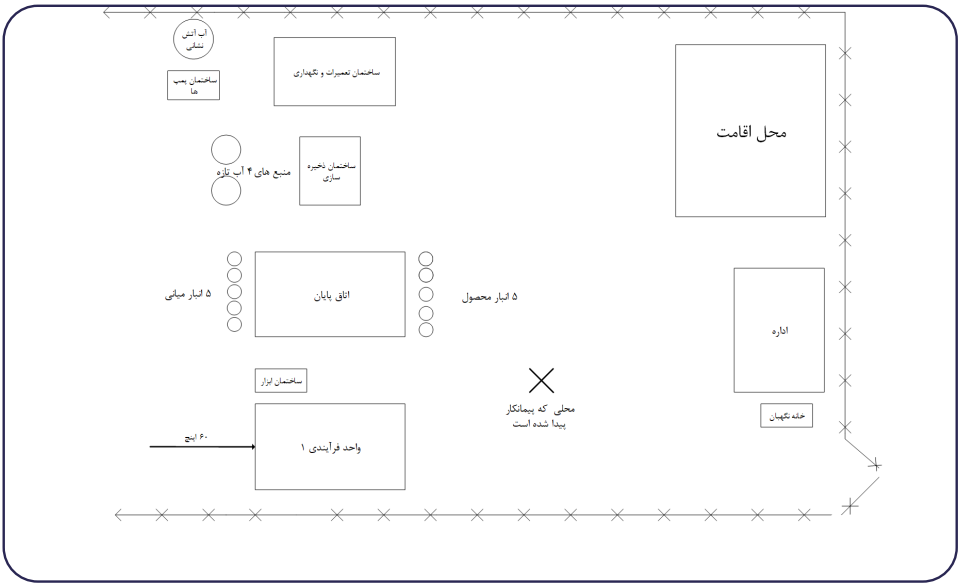
رهبر تیم	تاریخ
ناظر ایمنی	تاریخ
مدیر تولید	تاریخ
مدیر سایت	تاریخ

نمودار جریان فرآیند ساده شده




برج های خنک
کننده
مخزن ذخیره
سازی هگزان
بویلر
بویلر
اتاق کنترل
انکیل
استخر
فاضلاب
تصویه آب
خالص سازی
محل آماده سازی کاتالیست
مخزن
اختلاط ۱
مخزن
اختلاط ۲
مخزن
اختلاط ۳
۶۰ اینچ
واحد
فرآیندی
شماره ۳
مخزن ذخیره سازی که منفجر شدند

نقشه۱



نقشه ۲

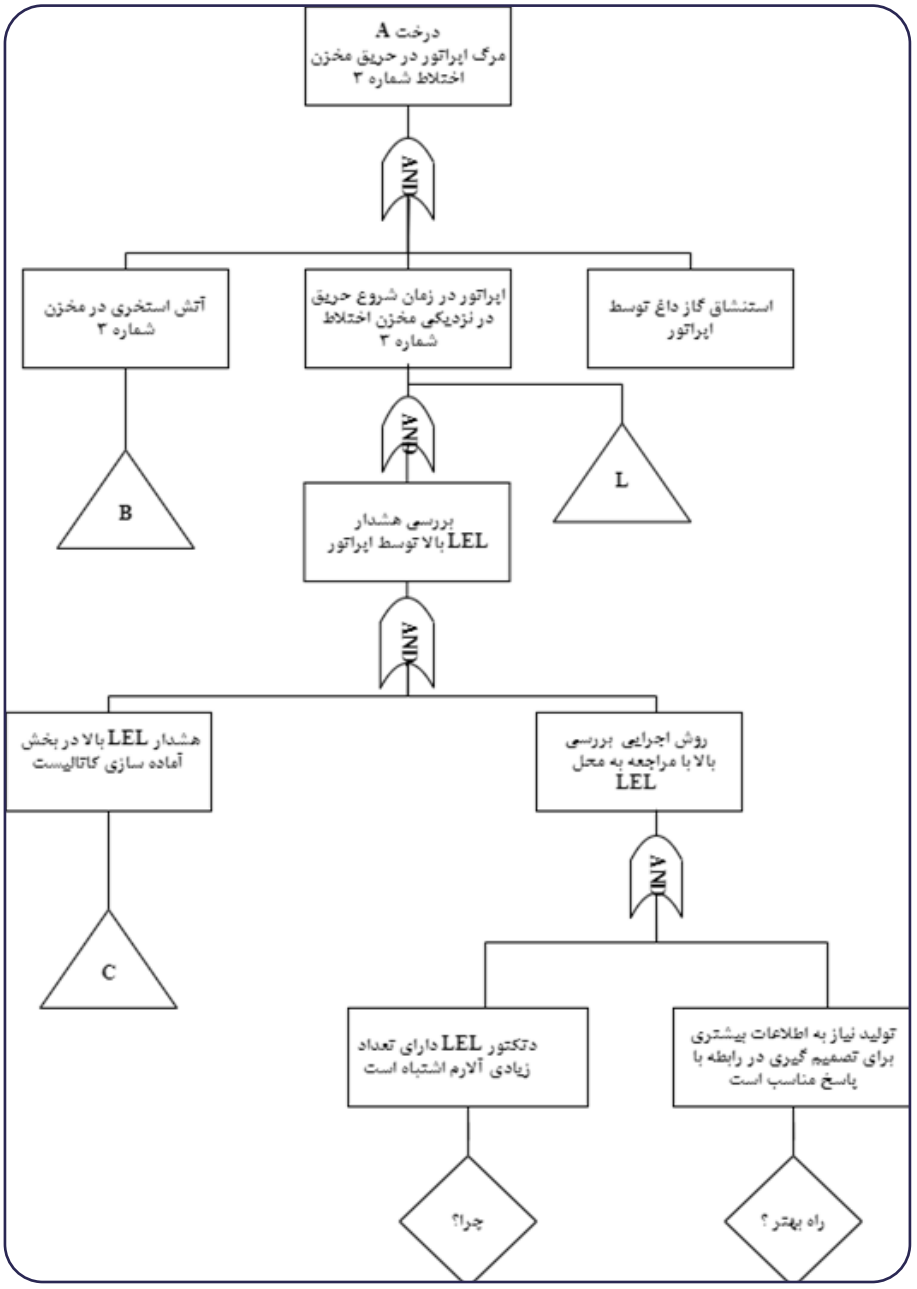
توالی رویداد ها		
تاریخ	زمان	رویداد
۵ سال قبل		آخرین بازرسی و آزمایش شیر اطمینان برای مخازن اختلاط کاتالیست و مخازن نگهداری کاتالیست. (سوابق نگهداری)
۱۶ ماه قبل		پیشنهاد کنترل خوردگی توسط سرپرست نگهداری
۱۵ ماه قبل		آخرین بازرسی تجهیزات حیاتی مخزن اختلاط شماره ۳. (سوابق نگهداری)

۱ ماه قبل		پمپ آتش نشانی دیزلی شماره ۱ به دلیل گرم شدن بیش از حد در هنگام تست عملکرد سالانه توسط نمایندگی خارج از سرویس خارج شده است. (سوابق نگهداری) پمپ آتش نشانی دیزلی شماره ۲ به دلیل ضعف باتری نتوانسته به صورت خودکار بکار بیافتد. (سوابق نگهداری) نیروهای تعمیرات و نگهداری باتری های پمپ آتش نشانی دیزلی شماره ۲ را شارژ کرده اند. (سوابق نگهداری)
۱ ماه قبل		کار کنترل خوردگی در اطراف راکتور پلی اتیلن کامل شده است.
۲۸ روز قبل		آخرین بازرسی تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه پمپ آتش نشانی دیزلی شماره ۲ و پمپ آتش نشانی برقی. زمان اجرای آزمایشی ۵ دقیقه بوده است. (نگهداری سوابق)
۱ آگوست	۱۰:۳۰:۰۰ قبل از ظهر	پیمانکار خدماتی برای کالیبره کردن تجهیزات راکتور پلی اتیلن شماره ۱ وارد ساختمان ابزار دقیق شده است. (مصاحبه)
	۱۰:۳۰:۳۳ قبل از ظهر	اپراتور واحد کنترل پر کردن مخزن اختلاط شاره ۳ را شروع کرده است (شروع از راه دور). DCS
	۱۱:۰۰:۰۰ قبل از ظهر	شروع رعد و برق شدید. (مصاحبه ها) دمای محیط ۸۵ درجه فارنهایت بوده، وزش باد از سمت شمال غربی با سرعت ۳ مایل در ساعت بوده (گزارش ایستگاه هواشناسی شرکت)
	۱۱:۰۰:۴۷ قبل از ظهر	مخزن اختلاط شماره ۳ به سطح بالای ۹۰٪ می رسد (DCS) توجه: زنگ هشدار رسیدن به سطح بالا در گزارش روی DCS ثبت نشد. بعداً مشخص شد که هشدار مهار شده بوده است.
	۱۱:۰۳:۱۵ قبل از ظهر	هشدار رسیدن فشار به ۱۲۰ پوند بر این مربع در مخزن اختلاط شماره ۳ (DCS).
	۱۱:۰۳:۴۵ قبل از ظهر	اپراتور اتاق کنترل متوجه افزایش فشار در مخزن اختلاط شماره ۳ می شود. (DCS)
	۱۱:۰۵:۰۳ قبل از ظهر	قطع شدن برق کل مجموعه. به علت نبود جریان برق منبع تغذیه ایزوپنتان قطع می شود. (DCS) شیر کنترل اصلی مخزن ذخیره ایزوپنتان (همانطور که طراحی شده) به علت قطع شدن جریان برق از کار می افتد. (DCS) فشار ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع در مخزن اختلاط شماره ۳ و سیستم لوله کشی مربوطه به دام می افتد. (نتیجه گیری از داده های موجود) اپراتور خارجی اقدام حرکت جهت خاموش کردن خطوط تغذیه راکتور به صورت دستی می مکند (بخشی از روش اجرای خاموش کردن در شرایط اضطراری).
۱ آگوست	۱۱:۰۹:۰۰ قبل از ظهر	لوله کشی مخزن اختلاط شاره ۳ دچار شکستگی می شود و در ادامه محتوای مخزن اختلاط شماره ۳ به اطراف مخزن می ریزد. بخارات ایزوپنتان در اثر حریق ناگهانی مواد پخش می شوند. (نتیجه گیری از داده های موجود).
	۱۱:۰۹:۳۰ قبل از ظهر	هشدار دتکتور های LEL در محل آماده سازی کاتالیست. (DCS)

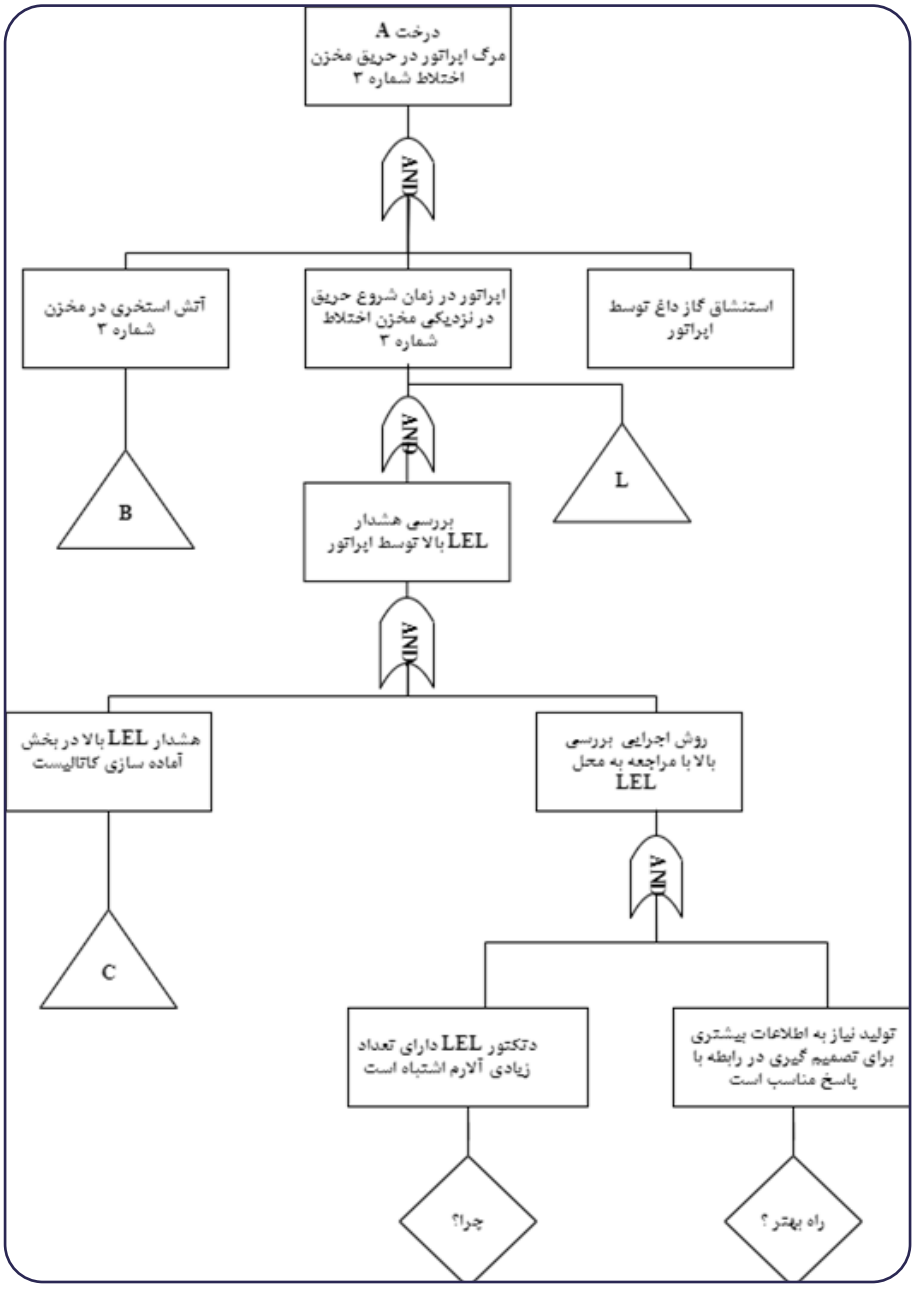
	۱۱:۰۹:۳۰ قبل از ظهر	اپراتور اتاق کنترل با استفاده از سیستم رادیویی از سرپرست اپراتور خارجی خواسته تا به صورت چشمی وضعیت مخزن اختلاط شماره ۳ را به علت هشدار LEL بالا بررسی کند رعد و برق عبور کرده و بارش باران کم شده است
	۱۱:۱۰:۰۰ قبل از ظهر	صدای "ویژ[۱]" به وسیله اکثر افراد شنیده شده است. پیمانکار در حال بیرون آمدن از ساختمان ابزار دقیق بوده که می بیند اپراتور در حال دویدن به سمت منطقه آماده سازی کاتالیست است. پیمانکار حریق ناگهانی را در سرتاسر منطقه آماده سازی کاتالیست مشاهده می کند. او به یاد می آورد که باید از گرمای ایجاد شده دور بشود.
	۱۱:۱۰:۲۱ قبل از ظهر	آلارم های دتکتور گرمای موجود در بخش آماده سازی کاتالیست (مخزن اختلاط شماره ۳) در اتاق کنترل نشان داده می شوند. (DCS)
	بعد از به صدا در آمدن هشداردتکتورهای حرارتی	اپراتور اتاق کنترل سعی می کند با سرپرست اپراتور خارجی ارتباط برقرار کند، ولی هیچ جوابی دریافت نمی کند.
	۱۱:۱۱:۰۰ قبل از ظهر	سرپرست آماده سازی کاتالیزور با استفاده از هشدار حریق تیم آتش نشانی شرکت را فعال می کند و از طریق رادیو اعزام افراد شرکت را اعلام می کند (سیستم اعزام شرکت)
	۱۱:۱۲:۰۰ قبل از ظهر	سرپرست واحد آماده سازی کاتالیست افراد داوطلب اتش نشانی محل را با تلفن مطلع می کند (سیستم آتش نشانی دپارتمان)
	۱۱:۱۵:۰۰ قبل از ظهر	نیروهای آتش نشانی کارخانه به محل رخداد شرایط اضطراری رسیدند. آنها:مشاهده کردن که حریق ناحیه آماده سازی کاتالیزور را فرا گرفته است. (آب پاش خودکار فعال شده، اما سیستم فاقد آب می باشد) مشاهده کردن که سرپرست اپراتور خارجی در فاصله ۴۰ فوتی از منطقه آماده سازی کاتالیست بر روی زمین افتاده است، پیمانکار خدماتی آسیب دیده (در آن زمان ناشناس) را در حدود ۱۲۰ فوت محل آماده سازی کاتالیست پیدا کردند، تیم آتش نشانی کارخانه سپس: سعی می کند یک مانیتور ثابت را فعال کند، اما سیستم فاقد آب بوده است، یکی از اعضای تیم را برای بررسی وضعیت پمپ به محل پمپ آتش نشانی می فرستد.

۱-Whooshing (صدای بیرون زدن مایع از دهانه ی تنگ با فشار زیاد)

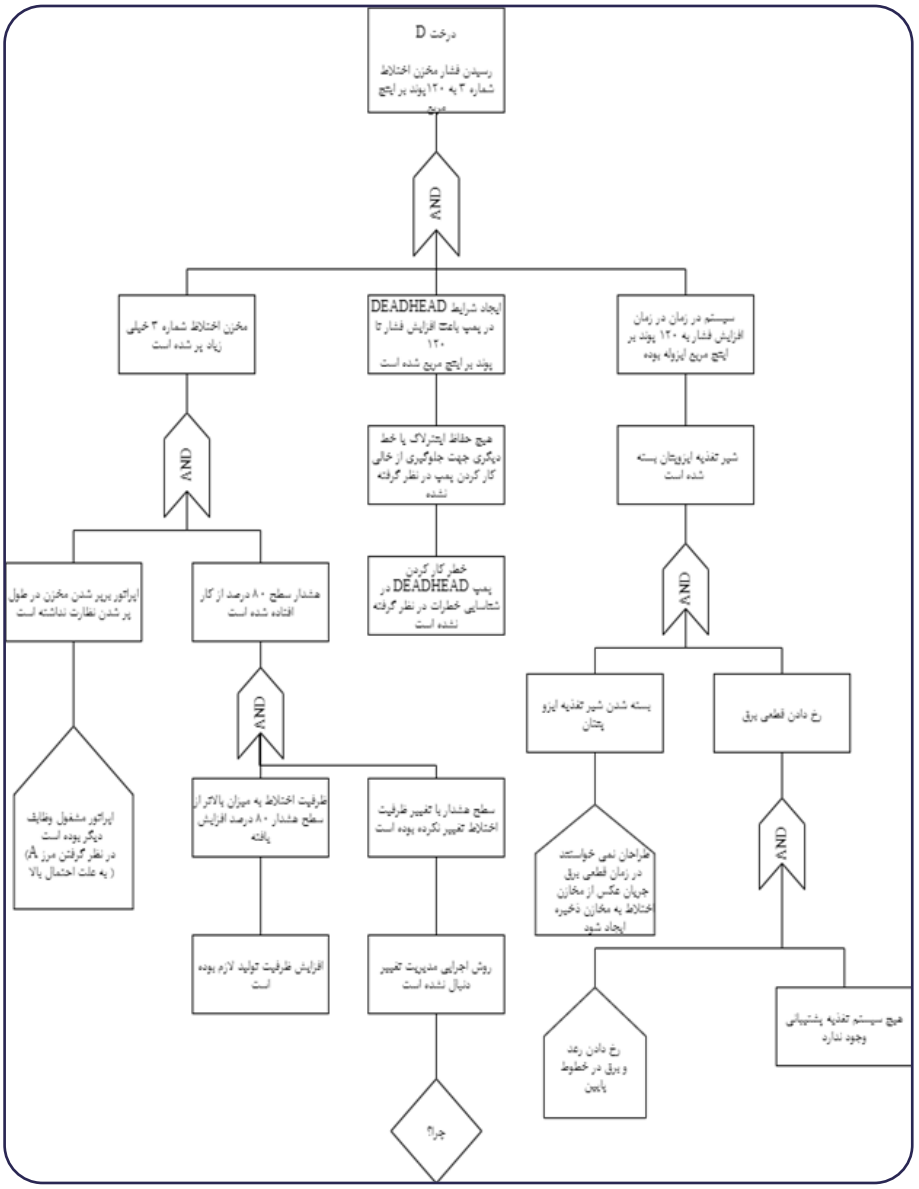
	۱۱:۱۸:۰۰ قبل از ظهر	عضو تیم اتش نشانی به محل پمپ ها رسیده و مشاهده کرده که: پمپ آتش نشانی الکتریکی به علت قطع برق از کار افتاده است، یکی از پمپ های آتش نشانی دیزیل به علت نقص میکانیکی نامشخص از کار افتاده است دومین پمپ آتش نشانی دیزلی به علت از بین رفتن باطری روشن نمی شود، تماس با واحد تعمیرات و نگهداری برای کمک. چنیدی نفر از افراد واحد تعمیرات و نگهداری برای تعمیر و راه اندازی پمپ آتش نشانی شماره ۲ اعزام می شوند.
۱ آگوست	۱۱:۲۰:۰۰ قبل از ظهر	تیم آتش نشانی از آب محدود موجود یک سپر حرارتی ایجاد کرده اند تا دو نفر از اعضای تیم سرپرست اپراتور خارجی را نجات دهد. یک انفجار دیگر رخ داده و چهار نفر از اعضای تیم آتش نشانی شرکت به وسیله پرتاب قطعات فلزی آسیب دیده اند.
	۱۱:۲۲:۰۰ قبل از ظهر	تیم آتش نشانی محلی به محل حادثه رسیده اند.
	بعد از ۱۱:۲۲:۰۰ قبل از ظهر	گسترش حریق با استفاده از آب موجود در خودرو آتش نشانی سازمان آتش نشانی آرام تر شده است.
	۱۱:۳۰:۰۰ قبل از ظهر	افراد واحد تعمیرات و نگهداری باطری های پمپ آتش نشانی دیزلی شماره ۱ را به پمپ شماره ۲ انتقال داده اند تا به را بیفتد
	بعد از ۱۱:۳۰:۰۰ قبل از ظهر	مشخص شد که سیستم اطفاء حریق اتوماتیک به علت حریق و یا انفجار به شدت آسیب دیده اند و الان در حالت خاموش قرار دارند. سه مانیتور اطفاء حریق ثابت به صورت مستقیم با جریان کامل در حال تخلیه آب به سمت حریق هستند. دو شیلنگ آتش نشانی با اتصال به دو شیر هیدرانت در حال تخلیه آب با جریان کامل به سمت حریق هستند
	۱۱:۵۸:۰۰ قبل از ظهر	بنظر می رسد حریق تحت کنترل است
	۱۲:۱۰:۰۰ قبل از ظهر	اطفاء نهایی حریق
۲ آگوست		مرگ سرپرست اپراتور خارجی به علت سوختگی.
۳ آگوست		پمپ دیزلی شماره ۱ تعمیر می شود.


درخت A
مرگ اپراتور در حریق مخزن
اختلاط شماره ۳
AND
آتش استخری در مخزن
شماره ۳
اپراتور در زمان شروع حریق
در نزدیکی مخزن اختلاط
شماره ۳
استنشاق گاز داغ توسط
اپراتور
B
AND
L
بررسی هشدار
LEL بالا توسط اپراتور
AND
هشدار LEL بالا در بخش
آماده سازی کاتالیست
روش اجرایی بررسی
بالا با مراجعه به محل
LEL
C
AND
دتکتور LEL دارای تعداد
زیادی آلارم اشتباه است
تولید نیاز به اطلاعات بیشتری
برای تصمیم گیری در رابطه با
پاسخ مناسب است
چرا؟
راه بهتر ؟

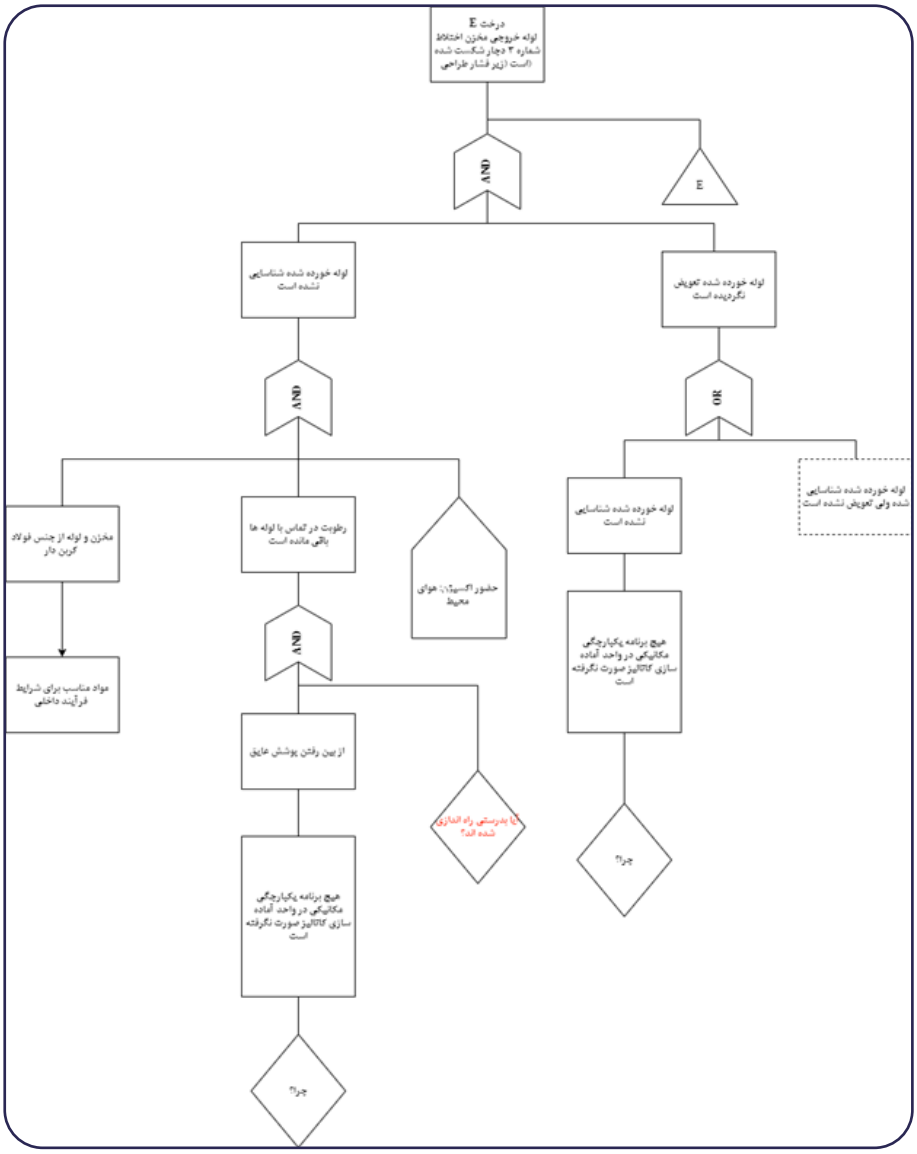
(تصویر ۱ از ۹)


درخت A
مرگ اپراتور در حریق مخزن اختلاط شماره ۳
AND
آتش استخری در مخزن شماره ۳
اپراتور در زمان شروع حریق در نزدیکی مخزن اختلاط شماره ۳
استنشاق گاز داغ توسط اپراتور
B
AND
L
بررسی هشدار LEL بالا توسط اپراتور
AND
هشدار LEL بالا در بخش آماده سازی کاتالیست
روش اجرایی بررسی بالا با مراجعه به محل LEL
C
AND
دتکتور LEL دارای تعداد زیادی آلارم اشتباه است
تولید نیاز به اطلاعات بیشتری برای تصمیم گیری در رابطه با پاسخ مناسب است
چرا؟
راه بهتر ؟

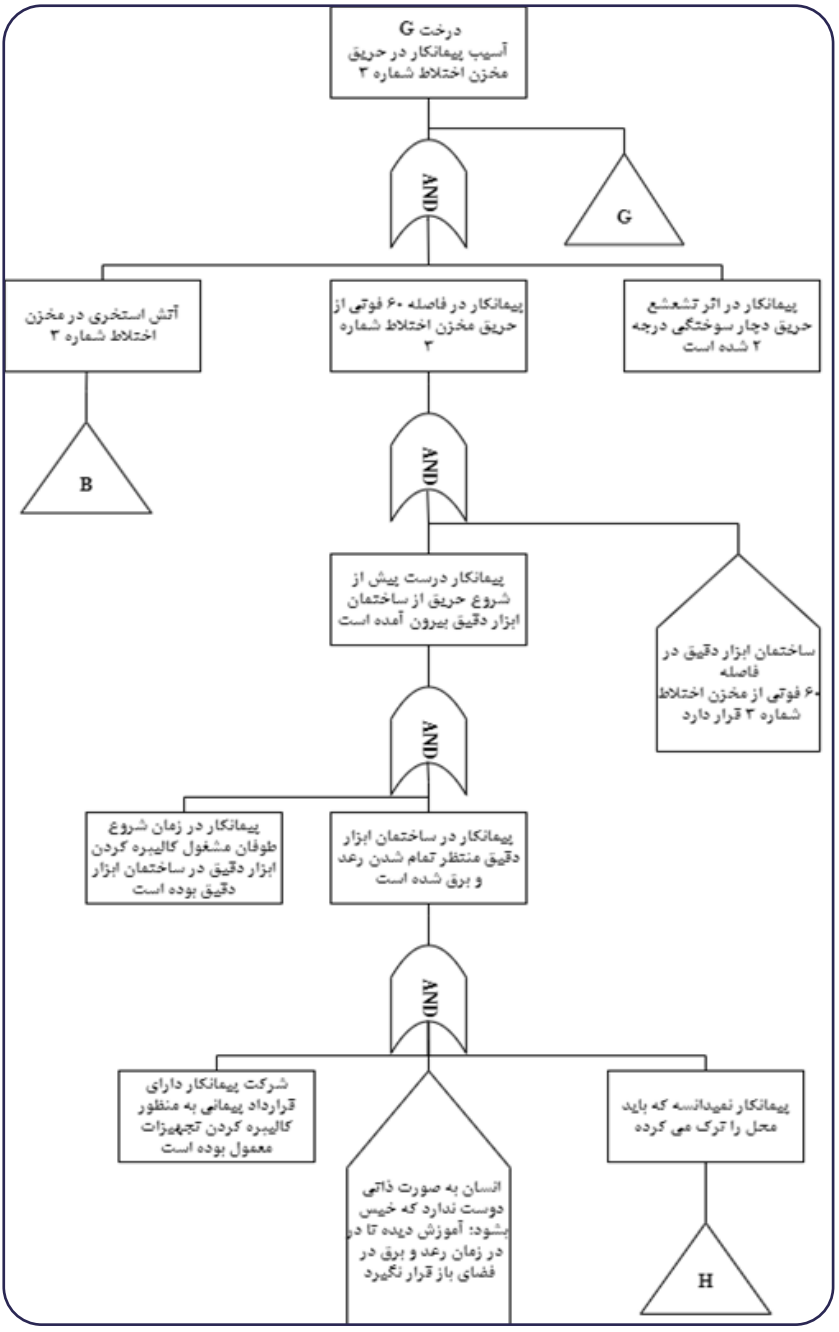
(تصویر ۲ از ۹)


درخت D
رسیدن فشار مخزن اختلاط شماره ۳ به ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع
AND
مخزن اختلاط شماره ۳ خیلی زیاد پر شده است
ایجاد شرایط DEADHEAD در پمپ باعث افزایش فشار تا ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع شده است
سیستم در زمان در زمان افزایش فشار به ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع اپروبله بوده
AND
هیچ حفاظ اینترلاک یا خط دیگری جهت جلوگیری از خالی کار کردن پمپ در نظر گرفته نشده
شیر تغذیه ایزوپتان بسته شده است
خطر کار کردن پمپ DEADHEAD در شناسایی خطرات در نظر گرفته نشده است
AND
اپراتور برپر شدن مخزن در طول پر شدن نظارت نداشته است
هشدار سطح ۸۰ درصد از کار افتاده شده است
بسته شدن شیر تغذیه ایزو پنتان
رخ دادن قطعی برق
AND
AND
اپراتور مشغول وظایف دیگر بوده است در نظر گرفتن مرز (به علت احتمال بالا)
ظرفیت اختلاط به میزان بالاتر از سطح هشدار ۸۰ درصد افزایش یافته
سطح هشدار یا تغییر ظرفیت اختلاط تغییر نکرده بوده است
طراحان نمی خواستند در زمان قطعی برق جریان عکس از مخازن اختلاط به مخازن ذخیره ایجاد شود
AND
افزایش ظرفیت تولید لازم بوده است
روش اجرایی مدیریت تغییر دنبال نشده است
رخ دادن رعد و برق در خطوط بالایی
هیچ سیستم تغذیه پشتیبانی وجود ندارد
چرا؟

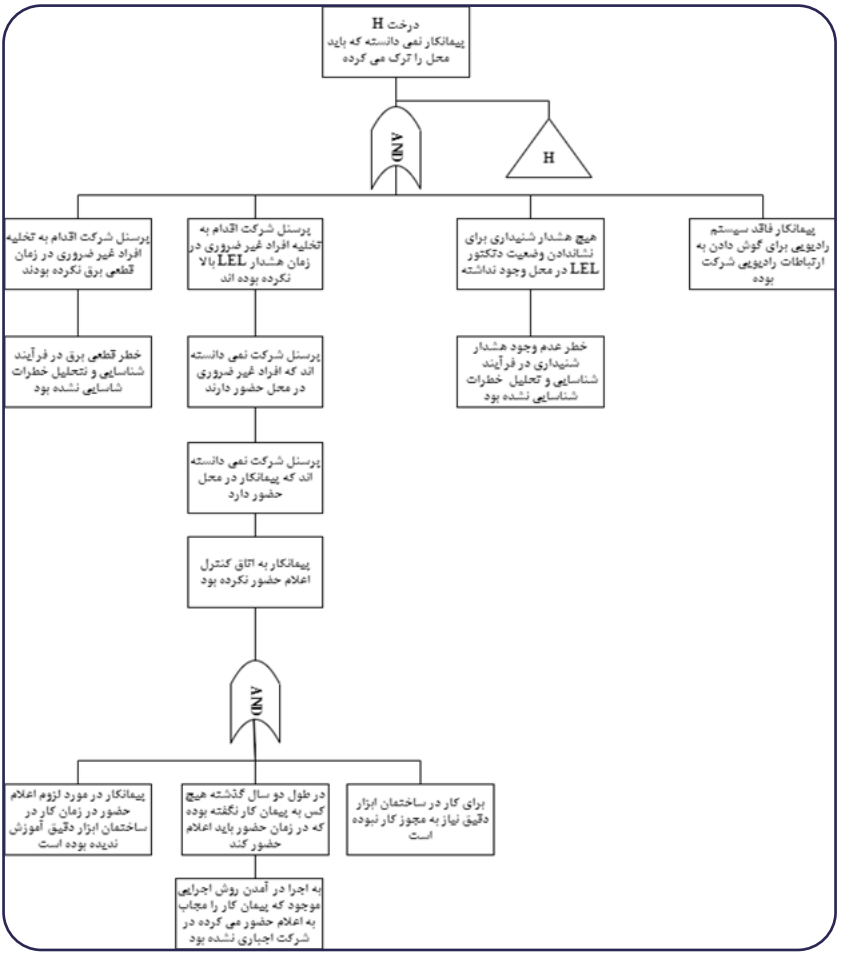
(تصویر ۳ از ۹)


درخت E
لوله خروجی مخزن اختلاط شماره ۳ دچار شکست شده است (زیر فشار طراحی)
AND
E
لوله خورده شده شناسایی نشده است
لوله خورده شده تعویض نگردیده است
AND
OR
مخزن و لوله از جنس فولاد کربن دار
رطوبت در تماس با لوله ها باقی مانده است
حضور اکسیژن هوای محیط
لوله خورده شده شناسایی نشده است
لوله خورده شده شناسایی شده ولی تعویض نشده است
مواد مناسب برای شرایط فرآیند داخلی
AND
هیچ برنامه یکپارچگی مکانیکی در واحد آماده سازی کاتالیز صورت نگرفته است
از بین رفتن پوشش عایق
آیا بدرستی راه اندازی شده اند؟
چرا؟
هیچ برنامه یکپارچگی مکانیکی در واحد آماده سازی کاتالیز صورت نگرفته است
چرا؟

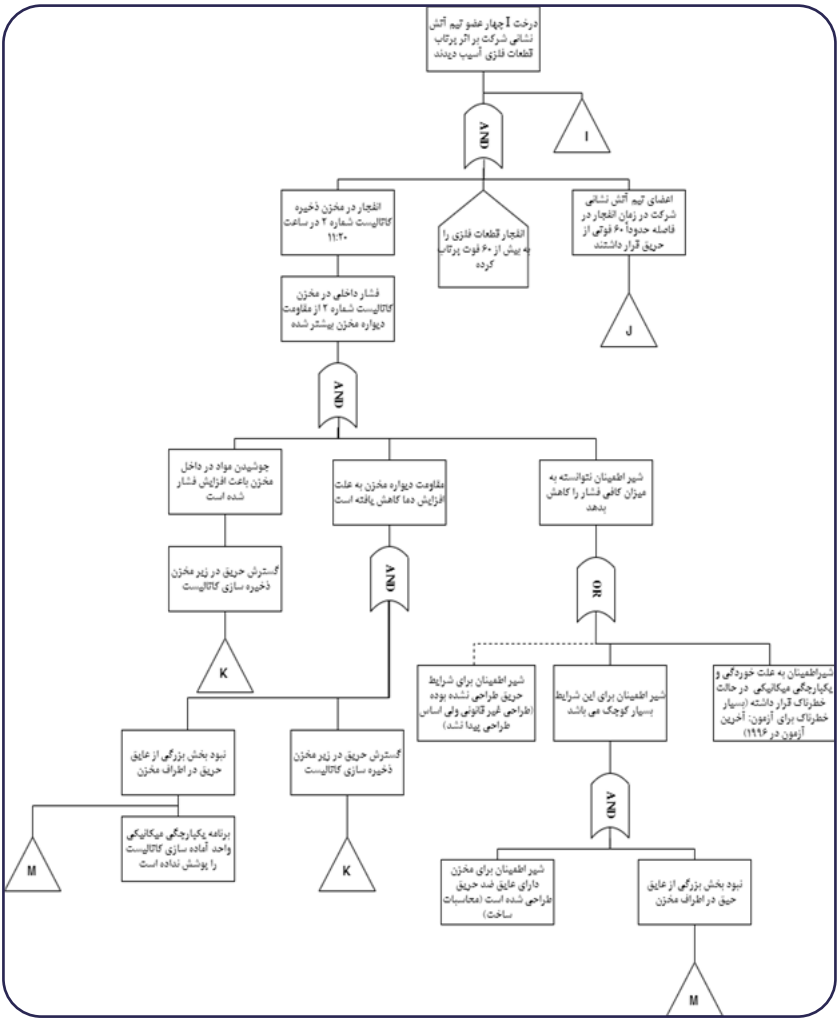
(تصویر ۴ از ۹)


درخت G
آسیب پیمانکار در حریق مخزن اختلاط شماره ۳
AND
G
آتش استخری در مخزن اختلاط شماره ۳
پیمانکار در فاصله ۶۰ فوتی از حریق مخزن اختلاط شماره ۳
پیمانکار در اثر تشعشع حریق دچار سوختگی درجه ۲ شده است
B
AND
پیمانکار درست پیش از شروع حریق از ساختمان ابزار دقیق بیرون آمده است
ساختمان ابزار دقیق در فاصله ۶۰ فوتی از مخزن اختلاط شماره ۳ قرار دارد
AND
پیمانکار در زمان شروع طوفان مشغول کالیبره کردن ابزار دقیق در ساختمان ابزار دقیق بوده است
پیمانکار در ساختمان ابزار دقیق منتظر تمام شدن رعد و برق شده است
AND
شرکت پیمانکار دارای قرارداد پیمانی به منظور کالیبره کردن تجهیزات معمول بوده است
انسان به صورت ذاتی دوست ندارد که خیس بشود؛ آموزش دیده تا در در زمان رعد و برق در فضای باز قرار نگیرد
پیمانکار نمیدانسته که باید محل را ترک می کرده
H

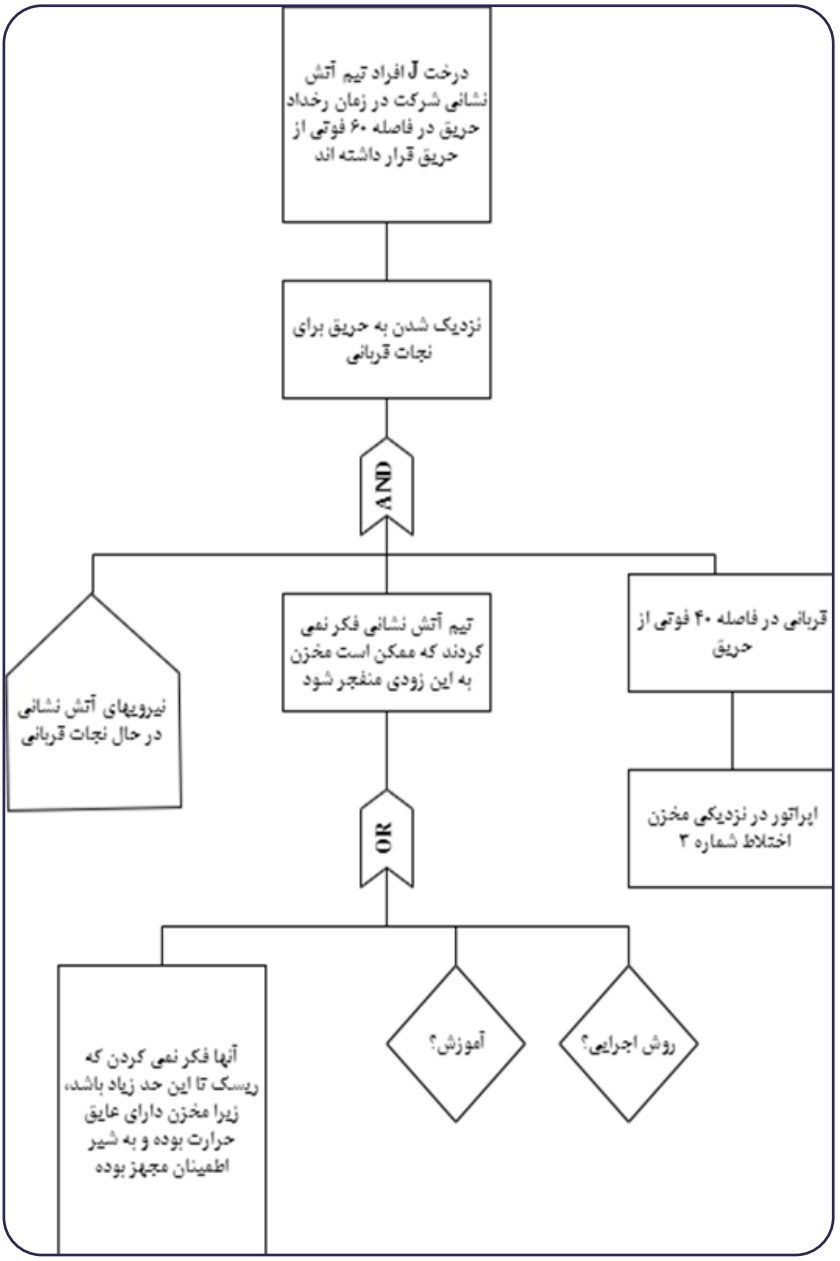
(تصویر ۵ از ۹)


درخت H
پیمانکار نمی دانسته که باید محل را ترک می کرده
AND
H
پرسنل شرکت اقدام به تخلیه افراد غیر ضروری در زمان قطعی برق نکرده بودند
پرسنل شرکت اقدام به تخلیه افراد غیر ضروری در زمان هشدار LEL بالا نکرده بوده اند
هیچ هشدار شنیداری برای نشاندادن وضعیت دتکتور LEL در محل وجود نداشته
پیمانکار فاقد سیستم رادیویی برای گوش دادن به ارتباطات رادیویی شرکت بوده
خطر قطعی برق در فرآیند شناسایی و تحلیل خطرات شناسایی نشده بود
پرسنل شرکت نمی دانسته اند که افراد غیر ضروری در محل حضور دارند
خطر عدم وجود هشدار شنیداری در فرآیند شناسایی و تحلیل خطرات شناسایی نشده بود
پرسنل شرکت نمی دانسته اند که پیمانکار در محل حضور دارد
پیمانکار به اتاق کنترل اعلام حضور نکرده بود
AND
پیمانکار در مورد لزوم اعلام حضور در زمان کار در ساختمان ابزار دقیق آموزش ندیده بوده است
در طول دو سال گذشته هیچ کس به پیمان کار نگفته بوده که در زمان حضور باید اعلام حضور کند
برای کار در ساختمان ابزار دقیق نیاز به مجوز کار نبوده است
به اجرا در آمدن روش اجرایی موجود که پیمان کار را مجاب به اعلام حضور می کرده در شرکت اجباری نشده بود

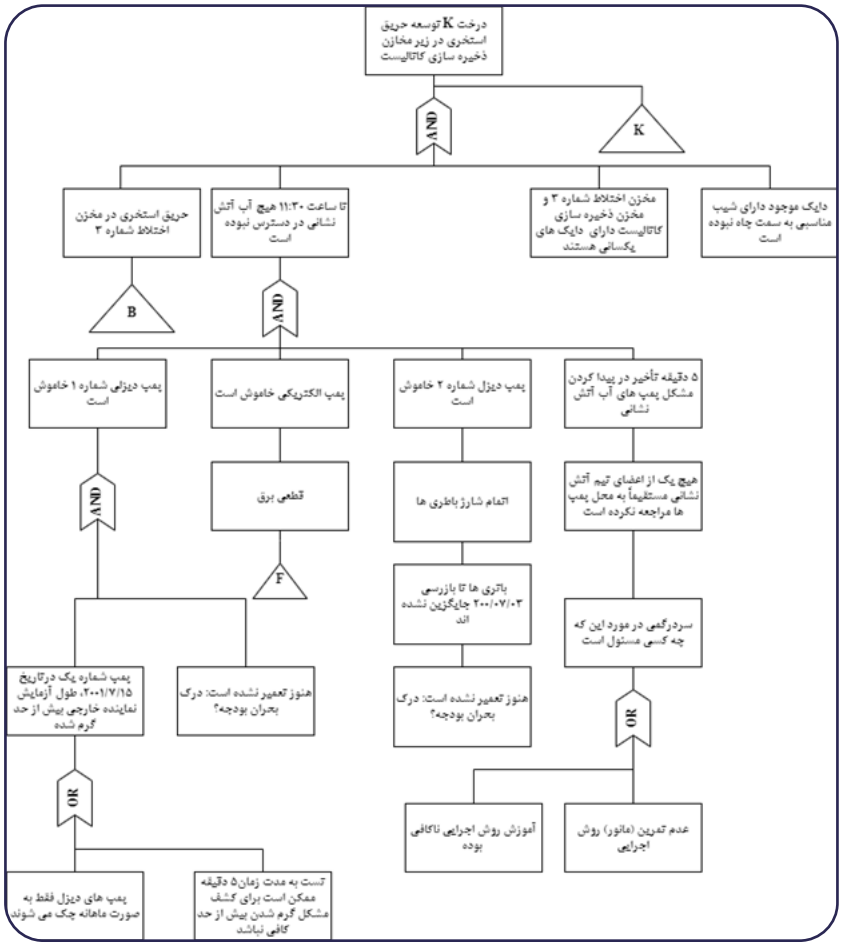
(تصویر ۶ از ۹)


درخت I چهار عضو تیم آتش نشانی شرکت بر اثر پرتاب قطعات فلزی آسیب دیدند
AND
I
انفجار در مخزن ذخیره کاتالیست شماره ۲ در ساعت ۱۱:۲۰
انفجار قطعات فلزی را به بیش از ۶۰ فوت پرتاب کرده
اعضای تیم آتش نشانی شرکت در زمان انفجار در فاصله حدوداً ۶۰ فوتی از حریق قرار داشتند
فشار داخلی در مخزن کاتالیست شماره ۲ از مقاومت دیواره مخزن بیشتر شده
J
AND
جوشیدن مواد در داخل مخزن باعث افزایش فشار شده است
مقاومت دیواره مخزن به علت افزایش دما کاهش یافته است
شیر اطمینان نتوانسته به میزان کافی فشار را کاهش بدهد
گسترش حریق در زیر مخزن ذخیره سازی کاتالیست
AND
OR
K
شیر اطمینان برای شرایط حریق طراحی نشده بوده (طراحی غیر قانونی ولی اساس طراحی پیدا نشد)
شیر اطمینان برای این شرایط بسیار کوچک می باشد
شیراطمینان به علت خوردگی و یکپارچگی میکانیکی در حالت خطرناک قرار داشته (بسیار خطرناک برای آزمون: آخرین آزمون در ۱۹۹۶)
نبود بخش بزرگی از عایق حریق در اطراف مخزن
گسترش حریق در زیر مخزن ذخیره سازی کاتالیست
AND
برنامه یکپارچگی میکانیکی واحد آماده سازی کاتالیست را پوشش نداده است
M
K
شیر اطمینان برای مخزن دارای عایق ضد حریق طراحی شده است (محاسبات ساخت)
نبود بخش بزرگی از عایق حریق در اطراف مخزن
M

(تصویر ۷ از ۹)


درخت J افراد تیم آتش نشانی شرکت در زمان رخداد حریق در فاصله ۶۰ فوتی از حریق قرار داشته اند
نزدیک شدن به حریق برای نجات قربانی
AND
نیروهای آتش نشانی در حال نجات قربانی
تیم آتش نشانی فکر نمی کردند که ممکن است مخزن به این زودی منفجر شود
قربانی در فاصله ۴۰ فوتی از حریق
OR
اپراتور در نزدیکی مخزن اختلاط شماره ۳
آنها فکر نمی کردن که ریسک تا این حد زیاد باشد، زیرا مخزن دارای عایق حرارت بوده و به شیر اطمینان مجهز بوده
آموزش؟
روش اجرایی؟

(تصویر ۸ از ۹)


درخت K توسعه حریق استخری در زیر مخازن ذخیره سازی کاتالیست
AND
K
حریق استخری در مخزن اختلاط شماره ۳
تا ساعت ۱۱:۳۰ هیچ آب آتش نشانی در دسترس نبوده است
مخزن اختلاط شماره ۳ و مخزن ذخیره سازی کاتالیست دارای دایک های یکسانی هستند
دایک موجود دارای شیب مناسبی به سمت چاه نبوده است
B
AND
پمپ دیزلی شماره ۱ خاموش است
پمپ الکتریکی خاموش است
پمپ دیزل شماره ۲ خاموش است
۵ دقیقه تأخیر در پیدا کردن مشکل پمپ های آب آتش نشانی
AND
قطعی برق
اتمام شارژ باطری ها
هیچ یک از اعضای تیم آتش نشانی مستقیماً به محل پمپ ها مراجعه نکرده است
F
باتری ها تا بازرسی ۲۰۰/۰۷/۰۳ جایگزین نشده اند
سردرگمی در مورد این که چه کسی مسئول است
پمپ شماره یک درتاریخ ۲۰۰۱/۷/۱۵، طول آزمایش نماینده خارجی بیش از حد گرم شده
هنوز تعمیر نشده است: درک بحران بودجه؟
هنوز تعمیر نشده است: درک بحران بودجه؟
OR
OR
پمپ های دیزل فقط به صورت ماهانه چک می شوند
تست به مدت زمان ۵ دقیقه ممکن است برای کشف مشکل گرم شدن بیش از حد کافی نباشد
آموزش روش اجرایی ناکافی بوده
عدم تمرین (مانور) روش اجرایی

(تصویر ۹ از ۹)

پیوست ۵

یک چک لیست سریع برای بررسی کنندگان

چک لیست زیر به منظور یادآوری برخی از نکات و موارد مهم برای افراد بررسی کننده در نظر گرفته شده است.

رویداد ها منحصر به فرد هستند و نیازهای منحصر به فردی دارند اما اطلاعات ارائه شده می تواند برای بیشتر حوادث موثمر ثمر باشد.

مواردفیزیکی

- تجهیزات عکاسی
- دوربین های دیجیتال ، باتری های اضافی ، شارژر و کابل ها
- تاریخ و زمان دوربین ها بررسی کنید و مطمئن شوید که تاریخ و زمان را به درستی ضبط می کند.
- فلاش و باتری های خارجی
- دوربین فیلمبرداری، باتری های اضافی ، شارژر و کابل ها
- کارتهای حافظه
- سه پایه

ابزار اندازه گیری

- ابزارهای اندازه گیری نواری
- ۵۰ فوت
- ۲۵ فوت
- ۱۰ فوت (کوچک، باریک)
- سازندگان / مهندسان "Pocket Rod" – ۶ فوت
- خط کش ۶- اینچی
- کولیس – ترکیب داخل و خارج
- میکرومتر – ۱ اینچ

مستندات

- ضبط کننده صدا
- دفترهای یادداشت
- تخته شاسی
- مداد و خودکار
- لپ تاپ یا تبلت

کمک های علامت گذاری شواهد

- خودکار نقاشی
- خودکار روغنی
- نشانگرهای دائمی
- برچسب هایی با اتصالات سیم دار یا پلاستیکی
- نوار پرچم دار نارنجی
- برچسب های شواهد
- دستکش یکبار مصرف

ابزارهای جمع آوری شواهد

- کیسه های پلاستیکی در بسته در اندازه های مختلف
- موچین
- انبرک
- سوهان
- بطری های نمونه

تجهیزات حفاظت فردی

- کلاه ایمنی
- عینک های محافظ
- کفش های سرپنچه فلزی
- روپوش های ضد آتش
- دستکش - ضخیم برای ناهموار بودن سطح، نردبان کوهنوردی و غیره
- محافظ شنوایی
- لوازم حفاظت فردی مخصوص برای خطرات شیمیایی در صورت لزوم
- روپوش های مقاوم در برابر مواد شیمیایی
- دستگاه تنفسی با کارتریج مناسب
- دستکش مقاوم در برابر مواد شیمیایی
- چکمه یا روکش چکمه مقاوم در برابر مواد شیمیایی

سایر

- تلفن های همراه
- تست کننده مدار الکتریکی
- ابزار چند منظوره (انبردست، چاقو ، پیچ گوشتی و غیره)

- قطب نما
- آهن ربا
- چسب نواری
- آینه
- آینه جیبی کوچک
- دستورالعمل های CCPS برای بررسی حوادث ایمنی فرآیند
- کاغذ یادداشت چسب دار
- پرچم های چسب دار
- چراغ قوه
- ذره بین

یادآوری های اقدام

کنترل حادثه اولویت اول است

تا زمانی که فرماندهی فعالیت های نظیر اطفاء حریق، تخلیه پرسنل آسیب دیده، شمارش کارکنان و مهار نشت / توقف انشتار را به اتمام نرسانده، کنترل حادثه در اولویت اول است.

صحنه را ایمن کنید

در سریعترین زمان ممکن از بهم ریختن صحنه رویداد محافظت کنید. با افراد عملیاتی، تعمیرات و نگهداری و پرسنل واکنش اضطراری برای اطمینان از عدم بهم ریختن در صحنه همکاری کنید. سیستمی را برای کنترل و محدود کردن ورود افراد به منطقه ایجاد کنید.

سیستمی را برای ثبت و مستند سازی هرگونه تغییری که زمان واکنش اضطراری و یا هر تغییر دیگری که جهت اهداف ایمنی صورت می گیرد ایجاد کنید.

تیم بررسی رویداد را تشکیل دهید

یک بررسی بزرگ نیاز به بهترین افراد موجود برای ارائه تخصص های مورد نیاز دارد. اغلب برای تخصص های ویژه به پیمانکاران / مشاوران نیاز خواهید داشت.

یک سیستم برای ملاحظات قانونی ایجاد کنید

با مشاور شرکت برای ایجاد سیستم هایی جهت محافظت از اطلاعات انحصاری و اختصاصی مشورت کنید. تعیین کنید که آیا تیم تحقیق با سازمان های دولتی در تماس خواهد بود. سیستم هایی را برای جمع آوری و حفاظت از مستندات و سایر داده ها ایجاد کنید.

شواهد حساس به زمان اولویت بالایی دارند

- جمع آوری شواهدی که ممکن است با گذشت زمان از بین بروند باید از اولویت بالایی برخوردار باشد.
- بسیاری از سیستم های الکترونیکی داده ها را از واحدهای عملیاتی ضبط می کنند و بعد از یک مدت زمان

مشخص مثلا ۲۴ ساعت یا کمتر آنها را حذف می کنند. سیستم های متصل به سیستم های ضبط وقایع ممکن است داده های اخیر را در فواصل مکررتر برای مدت زمان محدودی داشته باشند و سپس شروع کنند به میانگین گیری در یک مدت زمان طولانی تر.

- برخی از شواهد مانند الگوهای سوختگی، شکستگی های سطوح، یا نشت مواد شیمیایی فرار می توانند در اثر شرایط آب و هوایی (باران، باد، یا نور خورشید) از بین بروند.

اطمینان حاصل کنید که تحقیقات مطابق با الزامات قانونی است

به عنوان مثال، OSHA شرایط خاصی برای تیم های بررسی رویداد دارد. OSHA ۱۹۱۰/۱۱۹ (M)

۳ اظهار میکند: یک تیم بررسی رویداد باید ایجاد شده و حداقل متشکل از یک فرد مطلع از فرآیند، یک کارمند پیمانکاری در صورت بروز رویدادهای مربوط به کار پیمانکار و سایر افراد با دانش و تجربه مناسب برای بررسی دقیق و تجزیه و تحلیل رویداد. ممکن است الزامات در سایر حوزه های قضایی متفاوت باشد.

تعیین نقش ها و انتظارات برای تیم بررسی

نقش ها و انتظارات باید زودتر مشخص شود تا سو ء تفاهم ایجاد نشود.

- مدیریت منطقه و مدیریت شرکت چه انتظاراتی از تیم تحقیق برای زمان بندی، گزارش های موقت، گزارش های نهایی و تعریف الزامات راه اندازی واحدها یا تجهیزات دارند؟
- چه منابعی در دسترس هستند و به همان اندازه مهم است که چه منابعی در دسترس نیستند؟

لازم است مصاحبه ها سریع انجام شوند

خاطرات با گذشت زمان کمرنگ می شوند و تحت تأثیر بحث و گفتگو با شاهدان دیگر قرار می گیرند.

- تکنیک های مصاحبه مهم هستند.
- مصاحبه را برنامه ریزی کنید. این کار را بدون برنامه قبلی انجام ندهید.
- در یک زمان و در یک نشست صمیمی با یک نفر مصاحبه کنید.
- فقط از یک یا دو مصاحبه کننده استفاده کنید.
- مصاحبه را راحت بگیرید (زیاد رسمی نباشد). یکی از روش ها پرسیدن سوال، در مورد فعالیت های قبل از رویداد می باشد.
- نسبت به حالت عاطفی مصاحبه شونده حساس باشید.
- عقاید خود را بیان نکنید.
- مصاحبه شونده را هدایت نکنید. سوالاتی بپرسید که به مصاحبه شونده اجازه دهد تا واقعه را با لحن و کلمات خودشان توصیف کند. سوالات باید خنثی، بی طرفانه و غیرمجاز باشد.
- صحبت مصاحبه شونده را قطع نکنید.
- برای درک بهتر از نقشه جانمایی استفاده کنید
- «مکان مصاحبه شونده

- «مکان افراد و فعالیتهایی که مصاحبه شونده مشاهده کرده است
- «حرکت مصاحبه شونده
- از مصاحبه شونده بپرسید که قبل، حین و بعد از رویداد چه چیزی دیده، شنیده، احساس کرده و بو کرده است.
- در مورد زمان بندی / ترتیب وقایع برای کمک به توسعه ترتیب زمانی سوال کنید.
- ممکن است در پایان مصاحبه، مصاحبه شونده چیزی برای اضافه کردن داشته باشد که قبلاً به آن پرداخته نشده.

اطلاعات مربوط به فرآیند را سریع جمع کنید

تیم بررسی به اطلاعاتی در مورد فرآیند، تجهیزات، عملیات، تغیرات، تعمیرات و نگهداری نیاز دارد. جمع آوری اطلاعات گاهی اوقات می تواند در هنگام انتظار برای دستیابی به واحد برای بازرسی محیط و جمع آوری اطلاعات انجام شود.

- نقشه های جانمایی
- شرح فرایند
- P & ID
- اطلاعات در مورد مواد شیمیایی موجود در منطقه
- اطلاعات فرآیندی که در خارج از صحنه قابل دسترسی است
- داده های تعمیرات و نگهداری
- PHA ها
- MOC ها
- گزارش های بررسی رویداد های قبلی
- خط مشی های ایمنی تعیین شده پیروی کنید
- اعضای تیم بررسی رویداد شرکت باید با مثال با پیروی از خط مشی های شرکت رهبری شود.

کارهای اولیه به "آنچه" اتفاق افتاده متمرکز است

تعیین علل اصلی برای جلوگیری از تکرار رویداد مهم است، اما تمرکز اولیه تیم بررسی این است که "چه اتفاقی" افتاده است.

از صحنه عکاسی کنید. از نماهای کلی و موارد خاص عکاسی کنید.

- تصمیم بگیرید که آیا هنوز عکاسی کافی است یا به فیلم برداری نیز نیاز است.
- باید از عکس ها برای مستند کردن مکان، جهت گیری و شرایط مواردی که به عنوان شواهد شناخته می شوند، استفاده شود.
- ثبت همه عکس ها با اطلاعاتی مانند مورد، مکان، جهت و تاریخ ممکن است مفید باشد.
- یک ترتیب زمانی تعیین کنید.
- بررسی تقریباً هر رویداد مهم نیاز به تهیه یک ترتیب زمانی برای به تصویر کشیدن توالی وقایع قبل، حین و بعد از

رویداد دارد.

یک سیستم جمع آوری، نگهداری و ذخیره شواهد ایجاد کنید

افرادی را برای جمع آوری شواهد تعیین و تجهیز کنید. محلی و وسایلی را برای نگهداری ایمن شواهد و با دسترسی محدود به شواهدی که از صحنه رویداد جمع آوری شده ایجاد کنید. یک مسئول نگهداری شواهد[۱] تعیین کنید و تمام مدارک را به وی واگذار کنید. یک سیستمی برای کنترل دسترسی به شواهد جمع آوری شده ایجاد کنید.

تمام اسناد جمع آوری شده و مورد استفاده در تحقیقات را ایمن کنید.

- اتاق تحقیق و هر اتاق دیگری را که برای ذخیره اسناد بررسی رویداد استفاده می شود را ایمن کنید. روش جمع آوری شواهد فیزیکی را تعیین کنید.
- رویداد با خرابی ها و آوار قابل توجه ممکن است به یک سیستم شبکه ای جهت تعیین محل دقیق قطعات خاص داشته باشد.
- روشي را براي مستندسازي موقعيت هاي شواهد پيدا شده مانند شيرها ها ، سوئيچ ها و آوار ها تعيين كنيد.
- اگر برخی از شواهد در معرض مواد شیمیایی قرار گرفتند، تعیین کنید که آیا لازم ایست برای نگهداری در محل نگهداری اسناد ضد عفونی و آلوده زدایی بشود. در این صورت، یک روش آلودگی زدایی برای مدارک و اسناد ایجاد کنید.

لیستی از فرضیه های احتمالی تهیه کنید و در طول بررسی نسبت به آنها تعصب نداشته باشید.

در مورد رویدادهای پیچیده تهیه یک لیست از فرضیه های بالقوه گاهی مواقع می تواند مفید باشد. در دام دنبال کردن فرضیه آشکار اولیه قرار نگیرید. اثبات فرضیه واقعی اتفاق افتاده در کنار اثبات عدم رخ دادن فرضیه های احتمالی دیگر مهم است.

---

۱ - Evidence Custodian

پیوست ۶
چک لیست حفظ و نگهداری از شواهد
– قبل از ورود به تیم تحقیق

حفظ و نگهداری شواهد در صحنه رویداد برای انجام موفقیت آمیز بررسی رویداد ضروری می باشد. ممکن است امکان حضور سریع تیم بررسی در محل وجود نداشته باشد. همچنین ممکن است افراد ذی نفع دیگری مانند خدمات اورژانس، مقامات نظارتی و غیره در سایت وجود داشته باشند، که اولویت ها و دستورالعمل های آنها با یکدیگر و با امکانات موجود مطابقت نداشته باشند.

با این وجود، کارکنان سایت می توانند اقدامات موثری را شامل مواردی که در چک لیست زیر اشاره شده برای حفظ شواهد و کمک به آماده سازی برای انجام بررسی پیش از رسیدن تیم بررسی انجام دهند. البته لازم است تمامی این اقدامات با توجه به الزامات قانونی و ایمنی انجام شود.

همچنین اگر سایت قبل از ورود تیم بررسی، بتواند تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز را تهیه کند، بسیار مفید خواهد بود.

چک لیست حفظ شواهد

در صورت لزوم در مورد تعیین الزامات برای جمع آوری خون و سایر نمونه های بیولوژیکی با بخش حقوقی و پزشکی مشورت کنید.
عوامل محیطی را در زمان حادثه از جمله قدرت و جهت باد، دما، نور، بارش، رطوبت و غیره ثبت کنید.
از طریق ارزیابی ریسک محل حادثه محل های را که می توان در ان حفاظت از شواهد را انجام داد و محل های را که ورود به آن ها ممنوع است را مشخص کنید.
حضور تیم امنیتی در محل حادثه و ایجاد یک منطقه ورود ممنوع (به عنوان مثال تیمی از افراد مسئول قبل از نصب مانع)
نصب نوار / مانع برای جلوگیری از ورود افراد به محل حادثه
ایجاد محدودیت و ثبت کلیه حرکات پرسنل درمنطقه ورود ممنوع
به همه پرسنل دستور دهید که به هیچ یک از وسایل، تجهیزات و نخاله ها دست نزنند، مگر اینکه به دلایل بهداشتی، ایمنی یا حفاظت از محیط زیست نیاز به جابجایی یا تنظیم باشد. در صورت امکان قبل از جابجایی هر چیزی از محل حادثه عکس گرفته شود.
تغییرات ایجاد شده در تجهیزات را در حین یا پس از پاسخ به حادثه ثبت کنید. به عنوان مثال: تغییر در موقعیت شیر، کلیدهای الکتریکی و غیره.
تغییرممکن است توسط تیم های اضطراری، تیم های فرایندی و غیره به دلیل کاهش خطرات احتمالی ایجاد شود. در هر صورت باید همه تغییرات ثبت شوند.
تمام پرسنل (عملیات و واکنش اضطراری) به صورت جداگانه و یا باهم یک بیانیه و اعلام کتبی از مشاهدات و اقدامات خود تهیه کنند.
از حذف هر گونه شواهدی در صحنه حادثه پیشگیری کنید بجز مواردی که به علت پاسخ اضطراری و یا مدیریت خطرات لازم است حذف شوند.

اگر بخشی از آوار در محلی خارج از محل حادثه وجود دارد و لازم است ثبت شود تا از، از دست دادن شواهد جلوگیری شود محل دقیق اوار و جهت ان را ثبت کنید و از ان عکس بگیرید و سپس شواهد را نگهداری و محل را امن کنید.
به صورت هوایی از سایت عکس برداری و فیلم برداری کنید.
منابع تغذیه سیستم های کامپیوتری را برای کمک به حفظ اطلاعات الکترونیکی بررسی و نگهداری کنید.
سعی نکنید منابع تغذیه برق را بدون توصیه متخصص به سیستم های الکترونیکی بازگردانید.
شروع کنید به بازیابی اطلاعات حساس به زمان از جمله اطلاعات فرآیندی، اسناد کاغذی آسیب دیده از آب و مواد شیمیایی، نمونه های شیمیایی ناشی از تجهیزات شکسته شده و ... .
با شرکت های سازنده تجهیزات کامپیوتری به منظور گرفتن راهنمایی در مورد حفظ اطلاعات خام پیش از هر گونه فعالیتی روی این سیستم ها تماس بگیرید.
اطمینان حاصل کنید کپی فیلم های ظبت شده توسط دوربین های امنیتی و هرگونه عکس از صحنه قبل و بعد از حادثه حفظ شود.
کپی هرگونه سند و یا عکسی از صحنه حادثه را که ممکن است در وسایل الکترونیکی شخصی افراد باشد را درخواست کنید.
در زمان درخواست پاسخ دهنده گان شرایط اضطراری را فراموش نکنید.
اطمینان حاصل کنید مستندات کاغذی به محل خشک منتقل شده اند و یا در یک محل خشک نگهداری می شوند.
یک تصویر الکتریکی (اسکن) از همه اسناد کاغذی تهیه کنید.
اقدامات لازم جهت جلوگیری از رونویسی هر گونه شواهد کاغذی را انجام دهید.
نمونه مایعاتی را که از تجهیزات تخلیه می شود را بردارید و مطمئن شوید که به صورت مشخصی برچسب گذاری میشود.
محل مواردی که باید جابجا شوند را ثبت کنید. نقشه برداران ممکن است برای برخی شرایط مفید باشد.
پیکربندی تجهیزات موجود و لوله کشی را به محض پیدا شدن (پیش از هرگونه تعمیر و یا تغییر را) را مستند کنید. این اطلاعات را با نقشه های P & ID ها مقایسه کنید و هرگونه تفاوت را یادداشت کنید.

پیوست ۷

راهنمایی در مورد طبقه بندی شدت بالقوه بدلیل از بین رفت موانع (حفاظ) اولیه برگرفته
از شاخص های فعال و غیرفعال ایمنی فرآیند... آنچه را که اندازه گیری نمی کنید، نمی توانید بهبود دهید CCPS، ۲۰۱۱
پرداختن به اثرات شیمیایی بالقوه رویداد های ایمنی فرآیند مرحله ۱
(توجه: این نسخه در سال ۲۰۱۸ جایگزین شد و فقط باید برای تخمین رویداد های ایمنی فرآیند بالقوه استفاده شود)

رویداد ایمنی فرآیندی (Tier 1 PSE per API RP - 754)

با هدف شاخص های غیرفعال رایج ایمنی فرآیند در تمامی صنایع، اگر هر چهار مورد زیر در مورد رویدادی صدق کند آن رویداد به عنوان یک رویداد ایمنی فرآیند گزارش می شود:

(۱) فرآیندی بودن

(۲) بالاتر از حداقل آستانه گزارش دهی

(۳) محل

(۴) انتشار حاد (آزاد شدن مقداری زیادی در مدت زمان کمی)

فرآیندی بودن

در صورت صحت موارد زیر، یک رویداد معیارهای شیمیایی یا فرآیند شیمیایی بودن را برآورده می کند:

فرایند باید مستقیماً در خسارت ایجاد شده دخالت داشته باشد. برای این منظور، اصطلاح "فرایند" به طور گسترده برای اشاره به تجهیزات و فناوری مورد نیاز برای تولید مواد شیمیایی، پتروشیمی و پالایش از جمله راکتورها، مخازن، لوله کشی، دیگهای بخار، برج های خنک کننده، سیستم های تبرید و غیره استفاده می شود. یک رویداد بدون دخالت مستقیم مواد شیمیایی یا فرآیند حتی اگر یک ساختمان اداری در محل کارخانه باشد قابل گزارش به عنوان رویداد ایمنی فرآیند نیست: مانند آتش سوزی ساختمان اداری.

آسیب به فردی که در محیط فرآیندی رخ می دهد اما در رخ داد آن فرایند نقشی مستقیم ندارد به عنوان یک رویداد ایمنی فرآیند گزارش نمی شود (اگرچه ممکن است برای OSHA یا سایر سازمان های مربوطه گزارش شود). مقصود از این معیار، شناسایی مواردی است که به ایمنی فرآیند مربوط می شوند و نه رویدادهای ایمنی فردی که به فرآیند مربوط نیستند. به عنوان مثال، سقوط از نردبان که منجر به از دست دادن روزهای کاری میشود تنها به این دلیل که در یک واحد فرآیندی رخ داده است قابل گزارش به عنوان یک رویداد ایمنی فرآیند نیست. با این حال، اگر سقوط ناشی از انتشار مواد شیمیایی باشد این رویداد می تواند به عنوان رویداد ایمنی فرآیند گزارش شود.

آستانه گزارش دهی

انتشار بدون برنامه یا کنترل نشده هرگونه ماده شامل مواد غیر سمی و غیرقابل اشتعال (مانند: بخار، میعانات داغ، نیتروژن، CO_2 فشرده یا هوای فشرده) از یک فرآیند که منجر به یک یا چند پیامد ذکر شده در زیر شود:

توجه: بخار، میعانات داغ و هوای فشرده یا مایع فقط در صورتی در این تعریف گنجانده می شوند که اگر انتشار آنها پیامدی بغیر از آزادسازی مقدار آستانه را به همراه داشته باشد. با این وجود، سایر گازهای غیر سمی و غیرقابل اشتعال با حد آستانه تعریف شده در کلاس ۲/۲ دسته بندی گروه توسعه پایدار سازمان ملل متحد (مانند نیتروژن، آرگون، CO_2 فشرده) شامل همه پیامدها از جمله انتشار مقدار آستانه می شوند.

۱. روز (های) کاری از دست رفته کارمند یا پیمانکار به دلیل آسیب ناشی از کار و /یا مرگ، یا بستری

شدن در بیمارستان و /یا مرگ شخص ثالث (غیر کارکنان /پیمانکار).

۲. اعلام رسمی تخلیه یا رفتن به سرپناه برای عموم.

۳. آتش سوزی یا انفجار که منجر به بیشتر یا مساوی ۲۵۰۰۰ دلار هزینه مستقیم برای شرکت شود.

۴. انتشار حاد مواد شیمیایی قابل اشتعال، قابل احتراق یا سمی بیشتر از مقادیر آستانه انتشار شیمیایی شرح داده شده درجدول زیر. توجه داشته باشید که جدول زیر دارای یک ستون سطح آستانه اضافی است که برای انتشار در فضای داخل توصیه می شود.

- انتشار موارد زیر را شامل می شود:

تخلیه تجهیزات کاهش فشار (PRD) (چه مستقیم و چه از طریق یک دستگاه مخرب پایین دست که منجر به انتقال مایعات می شود)، تخلیه به محل بالقوه ناامن، پناه گرفتن در محل یا اقدامات حفاظتی عمومی (به عنوان مثال بستن جاده)

جدول مقدارآستانه رویداد های ایمنی فرآیند

دسته آستانه انتشار	دسته بندی خطرات مواد a,c,b	مقدار آستانه	مقدار استانه توصیه شده برای انتشار در فضای داخل b (اختیاری)
۱	منطقه خطر استنشاق سمی مواد A	۵ کیلوگرم (۱۱ پوند)	۲/۵ کیلوگرم (۵/۵ پوند)
۲	منطقه خطر استنشاق سمی مواد B	۲۵ کیلوگرم (۵۵ پوند)	۱۲/۵ کیلوگرم (۲۷/۵ پوند)
۳	منطقه خطر استنشاق سمی موادC	۱۰۰ کیلوگرم (۲۲۰ پوند)	۵۰ کیلوگرم (۱۱۰ پوند)
۴	منطقه خطر استنشاق سمی مواد D	۲۰۰ کیلوگرم (۴۴۰ پوند)	۱۰۰ کیلوگرم (۲۲۰ پوند)
۵	گازهای اشتعال پذیر یا مایعات با نقطه جوش اولیه کمتر مساوی ۳۵ درجه سانتی گراد (۹۵ درجه فارنهایت) یا نقط اشتعال کمتر یا مساوی ۲۳ درجه سانتی گراد (۷۳ درجه فارنهایت) و سایر مواد گروه بسته بندی کالای خطرناک دسته ۱ (PGI) بجز اسیدها / بازهای قوی	۵۰۰ کیلوگرم (۱۱۰۰ پوند)	۲۵۰ کیلوگرم (۵۵۰ پوند)
۶	مایعات با نقطه اشتعال اولیه کمتر از ۳۵ درجه سانتی گراد (۹۵ درج فارنهایت) و نقطه اشتعال کمتر از ۲۳ درجه سانتی گراد (۷۳ درجه فارنهایت) و سایر مواد گروه بسته بندی کالای خطرناک دسته ۱ (PGI۱) بجز اسیدها / بازهای قوی	۱۰۰۰ کیلوگرم (۲۲۰۰ پوند) یا ۷ bbl (بشکه)	۵۰۰ کیلوگرم (۱۱۰۰ پوند) یا ۳/۵ bbl (بشکه)

۷	مایعات با نقطه اشتعال بیشتر از ۲۳ درجه سانتی گراد (۷۳ درجه فارنهایت) و کمتر یا مساوی ۶۰ درجه سانتی گراد (۱۴۰ درجه فارنهایت) یا مایعات با نقطه اشتعال بیشتر از ۶۰ درجه سانتی گراد (۱۴۰ درجه فارنهایت) منتشر شده در دمای برابر یا بالاتر از نقطه اشتعال اسید ها / بازها یا سایر مواد گروه بسته بندی کالای خطرناک دسته ۳ (PGIII) یا کلاس ۲/۲ گازهای غیرقابل اشتعال و غیر سمی (به استثنای بخار، میعانات داغ، هوای فشرده یا مایع)	۲۰۰۰ کیلوگرم (۴۴۰۰ پوند) یا ۱۴ bbl (بشکه)	۱۰۰۰ کیلوگرم (۲۲۰۰ پوند) یا ۷ bbl (بشکه)
مشخص شد که کمی ارائه شده به کیلوگرم و پوند یا به پوند و بشکه دقیقا معادل نیستند. شرکت ها باید یکی از این دو زوج دسته بندی را انتخاب و به طور پیوسته برای فعالیت های ثبت و مستند سازی استفاده کنند.			
a یشتر مواد بیش از یک خطر را از خود نشان می دهند. جایگزاری صحیح در منطقه خطر و یا گروه بسته بندی باید از قوانین DOT ۴۹ CFR ۲a/۱۷۳[۱۴] یا توصیه های UN در مورد حمل و نقل کالای خطرناک بخش ۲{۱۰} پیروی کند. مراجعه به ضمیمه ب b یک سازه تشکیل شده از چهار دیوارهای (کف یا سقف)، کف و سقف کامل. c برای محلول های که در کالاهای خطرناک اتحادیه بین المللی لیست نشده اند، اجزاء بدون آب باید برای تعیین منطقه خطر استنشاق سمی(PIH) و گروه بسته بندی (PG) استفاده شود. مقدار استانه محلول باید بر اساس مقدار استانه وزن جزء خشک محاسبه شود. d برای مخلوط زمانی دسته بندی کالاهای خطرناک اتحادیه بین المللی ناشناخته باشد، کسر مقدار استانه آزاد شده برای هر جز باید مشخص شود. وقتی که مجموع کسر اجزاء بیشتر از ۱۰۰ درصد شود، وخلوط حد آستانه را رد کرده است. وقتی مخلوط دارای پیامد های اشتعال پذیر و سمی مستقل و واضحی داشته باشد، خطرات سمیت و اشتعال پذیری به صورت جدا محاسبه می شوند. ضمیمه آ مثال های ۲۹، ۳۰ و ۳۱ را ببینید.			

برای مشاهده لیست کاملی از مواد که به تعاریف کالاهای خطرناک سازمان ملل ارجاع شده است به فهرست مواد شیمیایی یا ابزارهای صفحه گسترده ای که در وب سایت www.ccpsonline.org قرار داده شده مراجعه کنید.

محل

یک رویداد معیار محل را برآورده می کند اگر:

رویدادی که در تولید، توزیع، ذخیره سازی، تاسیسات و محل های نمونه برداری رخ می دهند، در تعاریف این گزارش قرار می گیرند. این موارد محل قرارگیری مخازن، خدمات جانبی (به عنوان مثال محل نگهداری دیگهای بخار و محل تصفیه خانه های فاضلاب) و لوله های توزیع تحت کنترل صنعت را شامل می شود.

همه رویداد های قابل گزارش در یک مکان باید توسط شرکتی که مسئول اداره آن مکان است گزارش شود. این امر در مورد رویداد های که ممکن است در مناطق کاری پیمانکار و همچنین سایر رویداد های رخ داده نیز صدق می کند.

در برخی از موارد تولید یک محصول توسط چندین شرکت مجزا در یک سایت صورت می گیرد، در چنین مواردی شرکتی که در واحد زیر نظر آن رویداد شروع شده، مسئول گزارش دهی رویداد و بررسی انطباق آن با معیار های ایمنی فرآیند می باشد.

برای درک بهتر مواردی را که در بخش ۶ شرح داده شده را ببینید.

رهایش حاد

قانون "۱ ساعته" برای گزارش دهی تحت این معیار اعمال می شود، یعنی رهایش مواد در هر دوره ۱ ساعته به میزان آستانه گزارش یا بیشتر از آن می رسد . اگر رهایش در هر دوره ۱ ساعته از سطح مقدار استانه تجاوز نکند، به عنوان رویداد ایمنی فرآیند تلقی نمی شود.

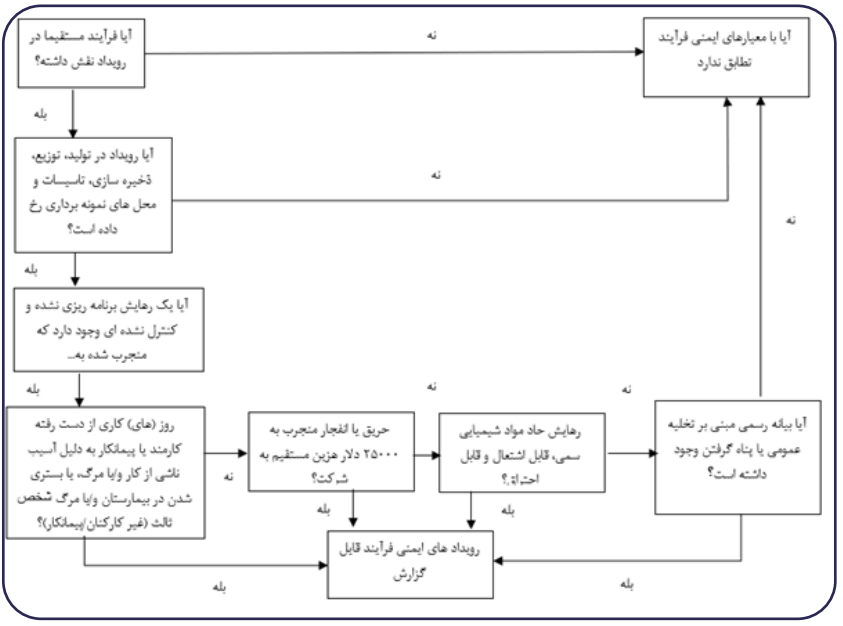
به طور معمول رهایش حاد در ۱ ساعت یا کمتر اتفاق می افتد. با این حال، در برخی از موارد تعیین این که رهایش در کمتر از ۱ ساعت، بیشتر از حد آستانه رخ داده مشکل خواهد بود.

(مثال: مقدار زیادی از مایع قابل اشتعال به دلیل باز ماندن شیر تخلیه بعد از عملیات انتقال، از مخزن به محوطه و یا استخر تخلیه شده است. ممکن است چند ساعت طول بکشد تا افراد متوجه این نشت بشوند بنابراین اطلاع دقیقی از مدت زمانی که میزان رهایش از حد آستانه فراتر رفته در دسترس نیست.)

اگر مدت زمان انتشار را نمی توان تعیین کرد، باید مدت زمان آن ۱ ساعت فرض شود.

فلوچارت

معیارهای گزارش رویداد به عنوان یک رویداد ایمنی فرآیند که در بالا توضیح داده شدند در شکل زیر به نمایش در آمده است. (شکل G.۱).



شدت رویداد های ایمنی فرآیند

یک سطح شدت برای هر دسته پیامد هر رویداد ایمنی فرآیند با استفاده از معیارهای نشان داده شده در جدول زیر تعیین خواهد شد.

جدول ۱ رویداد ایمنی فرآیند و دسته بندی شدت

سطح شدت (توجه ۴)	ایمنی و سلامت انسان (توجه ۵)	حریق یا انفجار (شامل فشار بیش از حد)	تأثیر بالقوه شیمیایی (توجه ۳)	تأثیر روی اجتماع/ محیط (توجه ۴)
اختصاص داده نشده	به مقدار حدود آستانه سطح ۴ یا بیشتر نمی رسد	به مقدار حدود آستانه سطح ۴ یا بیشتر نمی رسد	به مقدار حدود آستانه سطح ۴ یا بیشتر نمی رسد	به مقدار حدود آستانه سطح ۴ یا بیشتر نمی رسد
یک از ویژگیهای مربوط به رویداد استفاده می شود)	مربوط به یک رویداد ایمنی فرآیند است (در ایالات متحده، رویدادی که با تعاریف یک آسیب قابل ثبت OSHA مطابقت دارد)			بدون هزینه طولانی مدت یا نظارت بر شرکت. مثل پاکسازی نشت مواد شیمیایی، حذف خاک و پوشش گیاهی
۳ (۳ امتیاز در محاسبات میزان شدت برای هر یک از ویژگیهای مربوط به رویداد استفاده می شود)		منجر به به ۱۰۰۰۰۰ دلار تا ۱ میلیون دلار هزینه مستقیم	مواد شیمیایی به خارج کانتینر رها شده ولی هنوز از محوطه کارخانه خارج نشده یا انتشار قابل اشتعال بدون احتمال وجود انفجار ابر بخار- توجه ۲B را ببینید	تأثیر جزئی در خارج از محل با پناهگاه احتیاطی در محل یا اصلاح محیط زیست با هزینه کمتر از ۱ میلیون دلار مورد نیاز است. هیچ نظارت مرجع نظارتی دیگری لازم نیست یا پوشش رسانه محلی

۲ (۹ امتیاز در محاسبات میزان شدت برای هر یک از ویژگیهای مربوط به رویداد استفاده می شود)		منجر به ۱ میلیون دلار تا ۱۰ میلیون دلار هزینه مستقیم	رهایش مواد شیمیایی با احتمال صدمه در محل یا انتشار قابل اشتعال که منجر به ورود ابر بخار به ساختمان یا محل انفجار احتمالی (منطقه شلوغ/محدود) می شود و در صورت احتراق امکان آسیب یا تلفات را دارد. توجه 2C را ببینید	
(۹ امتیاز در محاسبات میزان شدت برای هر یک از ویژگیهای مربوط به رویداد استفاده می شود)		منجر به ۱ میلیون دلار تا ۱۰ میلیون دلار هزینه مستقیم	رهایش مواد شیمیایی با احتمال صدمه در محل یا انتشار قابل اشتعال که منجر به ورود ابر بخار به ساختمان یا محل انفجار احتمالی (منطقه شلوغ/محدود) می شود و در صورت احتراق امکان آسیب یا تلفات را دارد.	پناهگاه در محل یا تخلیه عمومی یا اصلاح محیط زیست مورد نیاز است و هزینه آن بین ۱ میلیون دلار – ۲/۵ میلیون دلار است. بررسی و نظارت دولت محلی بر روندکار یا پوشش رسانه ای منطقه ای یا پوشش مختصر رسانه ملی.
(۲۷ امتیاز در محاسبات میزان شدت برای هر یک از ویژگیهای مربوط به رویداد استفاده می شود)	مرگ و میر در خارج سایت یا مرگ و میرهای متعدد در سایت مرتبط با یک رویداد ایمنی فرآیند	منجر به بیش از ۱۰ میلیون دلار هزینه	رهایش مواد شیمیایی با پتانسیل اثر مهم در داخل سایت یا آسیب و مرگ خارج از سایت	پوشش رسانه ملی طی چند روز یا اصلاح محیط زیست مورد نیاز است و هزینه آن بیش از ۲/۵ میلیون دلار است. بررسی و نظارت دولت بر روندکار یا سایر اثرات مهم بر اجتماع

توجه ۱:

برای پرسنل مستقر یا مشغول به کار در تاسیسات تولید فرآیند.

توجه ۲:

هدف این است که تعاریف "تأثیر شیمیایی بالقوه" نشان داده شده در جدول فوق، تعریف کافی را ارائه دهد تا صاحبان کارخانه یا استفاده کنندگان از این معیار بتوانند از توصیفگرهای شدت کیفی، شدت مناسب را بدون نیاز به مدل سازی یا محاسبات پراکندگی انتخاب کنند. کاربر باید از همان نوع مشاهده و قضاوت استفاده کند که معمولاً برای تعیین اقدامات مناسب واکنش اضطراری که هنگام انتشار شیمیایی رخ می دهد استفاده می کند.

توجه ۳:

با این حال CCPS نمی خواهد مانع استفاده شرکت از "مداد تیزتر " (به عنوان مثال مدل پراکندگی) جلوگیری کند. در این موارد نکات زیر به عنوان مثال برای روشن شدن نوع خطر مورد نظر با چهار دسته کیفی ارائه می شود:

A غلظت AEGL-2/ERPG-2(در صورت موجود بودن) یا ۵۰ درصد پایین ترین حد قابل اشتعال فراتر از مرز فرآیند (واحد عملیاتی) در سطوح درجه یا پلتفرم نرود یا انتشار قابل اشتعال کوچک که به دلیل مقدار محدود مواد آزاد شده یا محل رهاسازی وارد محل انفجار بالقوه نمی شود (احتقان /منطقه محدود) (به عنوان مثال: تخلیه از ستون فلر در حالی که شمعک نتوانسته بخارهای تخلیه شده را مشتعل کند).

B غلظت AEGL-2/ERPG-2(در صورت موجود بودن) فراتر از مرز واحد گسترش می یابد اما فراتر از مرز دارایی نمی رود. بخارات قابل اشتعال بیشتر از ۵۰ درصد پایین ترین حد قابل اشتعال در درجه ممکن است فراتر از مرزهای واحد گسترش یابد اما به محل احتمالی انفجار (منطقه شلوغ /محدود) وارد نشده باشد. بنابراین، احتمال بسیار کمی برای ایجاد انفجار ابر بخار وجود دارد.

C غلظت AEGL-2/ERPG-2(در صورت موجود بودن) فراتر از سایت می رود و یا انتشار قابل اشتعال منجر به ورود ابر بخار به ساختمان یا محل انفجار احتمالی (منطقه شلوغ /محدود) با انفجار بالقوه ابر بخار که در صورت احتراق باعث مرگ کمتر از ۵ قربانی شود (یعنی افراد یا ساختمان های اشغالی در مجاورت آن).

D غلظت AEGL-3/ERPG-3(در صورت موجود بودن) در بازه زمانی مشخص شده در بازه زمانی ۶۰/۳۰/۱۰ دقیقه یا انتشار قابل اشتعال که منجر به ورود ابر بخار به ساختمان یا محل انفجار احتمالی (منطقه شلوغ /محدود) با پتانسیل می شود. برای انفجار ابر بخار که در صورت احتراق منجر به تلفات بیش از ۵ نفر (یعنی مردم یا ساختمانهای اشغالی در مجاورت آن) می شود.

جدول تأثیرات شیمیایی بالقوه معیارهای توصیه شده را نشان می دهد. با این حال، برخی از شرکت ها ممکن است با تخمین نسبی رتبه بندی در مورد تأثیر بالقوه با استفاده از اصطلاحات توصیف شده اعتراض

کنند. در چنین شرایطی، این شرکت ها می توانند معیارهای زیر را در کل شرکت جایگزین کنند: سطح شدت X۱:۴ تا X۳ مقدار آستانه برای آن ماده شیمیایی، سطح X۳:۳ تا X۹، سطح X۹:۲ تا X۲۰ و سطح X۲۰:۱ برابر یا بیشتر مقدار آستانه برای آن ماده شیمیایی. با این حال اگر شرکتی تصمیم بگیرد از این روش جایگزین استفاده کند باید ثابت قدم باشد و از این رویکرد برای همه موارد استفاده کند. آنها نباید از دو روش به صورت موردی فقط برای بدست آوردن کمترین نمره شدت، استفاده کنند.

توجه ۴

برچسب های دسته بندی را می توان توسط شرکت های مجزا یا انجمن های صنعتی تغییر داد تا با ترتیب شدت سایر معیارها مطابقت داشته باشد. مهم این است که از امتیاز شدت نشان داده شده یکسان استفاده شود.

توجه ۵

محاسبات شاخص شدت شامل دسته ای برای اثرات "اجتماع /محیط زیست" و سطح کمک های اولیه (برای مثال: "آسیب قابل ضبط" OSHA) اثرات ایمنی / سلامت انسان است که در معیارهای آستانه PSI گنجانده نشده. با این حال، هدف از درج هر دوی این مقادیر دستیابی به بیشترین تمایز امتیاز شدت برای رویداد های که در هر شکلی منجر به جراحت، تأثیرات محیطی یا اجتماعی می شود، می باشد.

واژه نامه

Accident	حادثه: یک واقعه یا زنجیره ای از وقایع برنامه ریزی نشده که منجر به یک پیامد نامطلوب می شود.
Accidental Chemical Release	انتشار تصادفی مواد شیمیایی: انتشار ناخواسته و ناگهانی ماده یا مواد شیمیایی از فرایند تولید، فراوری، حمل و نقل یا محل ذخیره سازی به هوا آب یا زمین.
Action Tracking	پیگیری اقدام: روشی برای ثبت پیشرفت اجرای یک وظیفه یا مجموعه ای از وظایف.
Ad Hoc Investigation	تحقیقات موقت: تحقیقات مربوط به رویداد که از اطلاعات و نگرانی های موجود شکل گرفته است. به طور معمول، تحقیقات موقت زمانی که هیچ روش تحقیق قبلی وجود نداشته باشد، انجام می شود. مترادف تحقیقات موقت، غیر سیستماتیک است.
Amelioration	بهبودی: بهبود شرایط بلافاصله پس از حادثه؛ بهبود آسیب ها و شرایطی که مردم و اموال را به خطر می اندازد.
Anomaly	آنومالی: مجموعه ای از شرایط غیرمعمول، غیر عادی یا نامنظم است که در صورت عدم شناسایی یا اصلاح، ممکن است منجر به یک رویداد شوند.
Assumed Risk	ریسک فرض شده: ریسکی که شناسایی، تحلیل و پذیرفته شده است. ریسک های تحلیل نشده یا ناشناخته به طور پیش فرض نادیده گرفته می شوند.
Audit Trail	سابقه ممیزی: اثبات اینکه مستندات سیستماتیک فعالیت¬ها به گونه ای انجام شده است که به ممیز اجازه می دهد مطابقت رفتار سازمانی مورد نیاز یا مورد نظر را تأیید کند.
Catastrophic	فاجعه بار: خسارتی با عواقب عمده و اثرات ماندگار غیرقابل قبول که معمولاً شامل صدمه قابل توجه به انسان، آسیب قابل توجه به محیط زیست و یا از دست رفتن اعتماد جامعه می باشد.
Catastrophic incident	رویداد فاجعه بار: رویدادی شامل انتشار کنترل نشده، آتش سوزی یا انفجار که منجر به خسارت قابل توجه، جراحات و یا تلفات جانی در محل شده و در یک محدوده با پیامد بر جامعه اطراف گسترش می یابد.
Causal Factor	عامل علیت: یک عامل اصلی برنامه ریزی نشده، ناخواسته در یک رویداد (یک رویداد منفی یا یک وضعیت نامطلوب) که در صورت حذف، از وقوع رویداد جلوگیری می شود و یا شدت یا فرکانس رویداد کاهش می یابد. (همچنین به عنوان یک عامل علیت مهم یا عامل کمک کننده نیز شناخته می شود).
Cause	علت: یک واقعه، وضعیت یا شرایطی که به طور مستقیم یا غیرمستقیم منجر به یک حادثه یا یک رویداد می شود یا می تواند منجر شود.
Chemical Process Quantitative Risk Assessment ((CPQRA or QRA	ارزیابی کمی ریسک فرآیند شیمیایی: ارزیابی کمی ریسک پیش بینی شده از سناریوهای یک رویداد بالقوه. این ارزیابی پیامدها و فرکانس ها و چگونگی ترکیب آنها در اندازه گیری کلی ریسک را بررسی می کند. این فرآیند همیشه با شناسایی سیستماتیک کیفی خطرات فرآیند شروع می شود. از نتایج این ارزیابی ممکن است برای تصمیم گیری استفاده شود، به ویژه هنگامی که کاهش ریسک مدنظر باشد.

Common Cause or Common Mode Failure	علت مشترک یا نقص حالت مشترک: نقصی که نتیجه یک یا چند واقعه است و باعث نقص همزمان در چندین سیستم می شود. منبع نقص مشترک ممکن است داخل یا خارج از سیستمهای تحت تاثیر باشد. نقص مشترک می تواند شامل واقعه آغازگر و یک یا چند حفاظ و یا تعامل چندین حفاظ باشد.
Consequence	پیامد: نتیجه نامطلوب یک واقعه خسارت بار که معمولاً به صورت اثرات بهداشتی و ایمنی، اثرات زیست محیطی، از دست دادن دارایی و هزینه های ایجاد اختلال در تجارت اندازه گیری می شود.
Consequence Analysis	تجزیه و تحلیل پیامد: تجزیه و تحلیل اثرات مورد انتظار از پیامد یک رویداد بدون توجه به فرکانس یا احتمال.
Deductive Approach	رویکرد قیاسی: استدلال از حالت کل به جزء. با فرض اینکه یك سیستم یا فرآیند به روشی خاص از کار افتاده است، تلاش می شود که مشخص شود چه حالتهایی از سیستم، اجزاء، اپراتور یا رفتار سازمانی منجر به شکست شده است.
Enabling Event	رویداد فعال کننده: رویدادی که رویداد دیگری را امکان پذیر می کند. گاهی اوقات با عنوان شرایط فعال کننده استفاده می شود. اصطلاح شرایط فعال کننده ترجیح داده می شود زیرا شرایط به طور کلی وقایع نیستند بلکه بیشتر حالات شرطی هستند.
Episodic Event	واقعه اپیزودیک: واقعه ای برنامه ریزی نشده با مدت زمان محدود.
Event	واقعه: رخدادی است شامل فرآیند ناشی از عملکرد تجهیزات، عملکرد انسان یا یک رخداد خارج از فرآیند.
Evidence	شواهد: داده هایی که تیم تحقیق برای تجزیه و تحلیل، آزمون، بازسازی، تأیید و نتیجه گیری بر آنها تکیه می کند.
Evidence gathering	گردآوری شواهد: جمع آوری داده هایی که تیم تحقیق برای تجزیه و تحلیل، آزمون، بازسازی، تأیید و نتیجه گیری بر آنها تکیه می کند.
Failure	نقص: یک اختلاف غیر قابل قبول بین عملکرد مورد انتظار و مشاهده شده.
Failure Mode and Effects Analysis	تجزیه و تحلیل حالات و اثرات نقص: یک تکنیک شناسایی خطر است که در آن تمام حالت های شناخته شده نقص اجزا یا ویژگی های یک سیستم در نظر گرفته می شوند و پیامدهای نامطلوب در نظر گرفته می شوند.
Falsifiability	ابطال گرایی: مفهومی که در آن تلاش می شود یک فرضیه را رد کند.
Fault Tree	درخت خطا: یک مدل منطقی که به صورت گرافیکی ترکیبی از نقص هایی را نشان می دهد که می تواند منجر به یک شکست یا یک رویداد شود.
Fault Tree Analysis	تجزیه و تحلیل درخت خطا: روشی که برای تحلیل گرافیکی و منطقی یک رویداد معین، شناسایی سناریوهای مختلف خرابی (به نام مجموعه های برش) و تخمین احتمالی فرکانس رویداد استفاده می شود.
Forensic Engineering	مهندسی پزشکی قانونی: هنر و علم اقدامات حرفه ای افرادی که می توانند به عنوان کارشناس مهندسی در امور دادگاه های قضایی یا در مراحل داوری خدمت کنند.

Frequency	فرکانس: تعداد رخدادهای یک واقعه در واحد زمان (به عنوان مثال یک رویداد در ۱۰۰۰ سال = یک هزارم رویداد /سال).
Hazard	خطر: یک ویژگی شیمیایی یا فیزیکی ذاتی است که پتانسیل آسیب رساندن به افراد، اموال یا محیط زیست را دارد.
Hazard and Operability Study ((HAZOP	مطالعه عملیات و خطرات (هزاپ): یک روش کیفی سیستماتیک برای شناسایی خطرات فرآیند و مشکلات بالقوه عملیاتی با استفاده از یک سری کلمات راهنما بمنظور مطالعه انحرافات فرآیند می باشد. هزاپ برای تمام بخش های یک فرایند مورد استفاده قرار می گیرد تا کشف نماید که چه انحرافاتی از هدف طراحی می تواند رخ دهد و علل و عواقب آن چه می توانند باشند. این کار با استفاده از کلمات راهنمای قابل استفاده به صورت سیستماتیک انجام می شود. این روش یک روش بررسی دقیق سیستماتیک است هم برای واحدها و هم برای کارخانه و می تواند برای شناسایی خطرات فرآیندهای جدید یا موجود مود استفاده قرار گیرد.
Hazard Evaluation	ارزشیابی خطر: شناسایی خطرات یک سیستم، تعیین مکانیسم هایی که می توانند منجر به وقایع ناخواسته شوند و ارزیابی پیامدهای این وقایع بر بهداشت (از جمله بهداشت عمومی)، محیط زیست و اموال. از تکنیک های کیفی برای تعیین نقاط ضعف در طراحی و بهره برداری از تاسیسات که می توانند منجر به رویدادها شوند، استفاده می گردد.
Hazard Identification and Risk Analysis ((HIRA	شناسایی خطر و آنالیز ریسک: اصطلاحی کلی است که شامل تمام فعالیت های مربوط به شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در تأسیسات (در طول چرخه عمر) می شود تا اطمینان حاصل گردد که خطرات برای کارکنان، جامعه یا محیط زیست به طور مستمر در داخل محدوده ریسک قابل تحمل سازمان کنترل می شود.
High Potential Incident	رویداد بالقوه خطرناک: هر واقعه ای که تحت شرایط مختلف، ممکن است به راحتی منجر به یک خسارت فاجعه بار شود.
Historic Incident Data	داده های سوابق رویداد: داده های جمع آوری و ثبت شده از رویدادهای گذشته.
Human Error	خطای انسانی: اقدام یا عدم اقدام عمدی یا سهوی انسان که نتیجه نامناسبی ایجاد می کند؛ شامل اقدامات طراحان، اپراتورها، مهندسان یا مدیران که ممکن است منجر به وقوع حادثه شده یا به ایجاد آن کمک نماید.
Human Factors	عوامل انسانی: رشته ای مربوط به طراحی ماشین آلات، عملیات و محیط های کاری به طوری که با توانایی ها، محدودیت ها و نیازهای انسانی مطابقت داشته باشند. این رشته شامل هر کار فنی (مهندسی، تدوین روش های اجرایی، آموزش کارگران، انتخاب کارگر و ...) مربوط به عامل انسانی در سیستم های اپراتور–ماشین است.
Human Reliability Analysis	آنالیز قابلیت اطمینان انسانی: روشی است برای ارزیابی اینکه آیا عملکردها، وظایف یا مشاغل مورد نیاز سیستم، با موفقیت در یک بازه زمانی لازم انجام می شود یا خیر. همچنین از این روش برای تعیین احتمال ضرر انجام کار اضافی انسان برای سیستم استفاده می شود.

Hypothesis	فرضیه: پیش فرض یا توضیحی پیشنهادی که براساس شواهد محدود به عنوان نقطه شروع تحقیقات بیشتر ارائه شده است.
Impact	تاثیر: معیاری برای خسارت و آسیب نهایی یک واقعه. این تأثیر ممکن است به صورت تعداد آسیب ها و یا تلفات جانی، میزان خسارت زیست محیطی و یا میزان خسارت به دارایی ها، از دست دادن مواد، تولید از دست رفته، از دست دادن سهم بازار و هزینه های بازیابی و بهبود بیان شود.
Incident	رویداد: رخدادی غیرمعمول، غیر برنامه ریزی یا غیرمنتظره است که منجر به فرآیندی ناگوار فراتر از محدوده های عملیاتی، آزادسازی انرژی یا مواد، آسیب به موانع حفاظتی یا از دست دادن سهامداران و یا کاهش اعتبار می شود.
Incident Investigation	بررسی رویداد: رویکردی سیستماتیک برای تعیین علل یک رویداد و ارائه پیشنهاداتی با توجه به علل برای جلوگیری یا کاهش رویدادها در آینده می باشد.
Incident Investigation Management System	سیستم مدیریت بررسی رویداد: سندی مکتوب که نقش ها، مسئولیت ها، پروتکل ها و فعالیت های خاصی که باید توسط افراد انجام دهنده بررسی رویداد انجام شود را مشخص می کند.
Incident Investigation Team	تیم بررسی رویداد: گروهی از افراد واجد شرایط که یک رویداد را به موقع، عینی، منظم و به صورت فنی بررسی می کنند تا تعیین نمایند که اطلاعات واقعی مربوط به این رویداد مستند بوده، علت (های) احتمالی آن مشخص شده و درک کاملی از رویداد بدست آمده است.
Inductive Approach	رویکرد استقرایی: استدلال از جزء به کل با این فرض که یک عنصر سیستم به طریقی خاص از کار افتاده است. سپس تلاش می شود تا مشخص گردد که چه اتفاقی برای کل سیستم یا فرآیند رخ داده است.
Initiating Event	واقعه آغازین: حداقل ترکیب خطاها یا نقص های ضروری برای شروع زنجیره رویداد. این واقعه می تواند از یک علت شروع کننده منفرد، چندین علت یا علل شروع کننده در صورت وجود شرایط فعال کننده، تشکیل شود (اصطلاح واقعه آغازین اصطلاحی معمول است که در روش آنالیز لایه های حفاظتی برای نشان دادن علت (های) آغازگر استفاده می شود).
Injury	آسیب: صدمه فیزیکی به یک فرد در اثر تماس آسیب زای بدن با یک عامل خارجی یا قرار گرفتن در معرض عوامل محیطی.
Job Safety Analysis ((JSA	آنالیز ایمنی شغل: روشی است که به طور سیستماتیک شناسایی می کند: (۱) مراحل شغل، (۲) خطرات خاص مرتبط با هر مرحله شغل و (۳) روش های کاری ایمن مربوط به هر مرحله بمنظور به حداقل رساندن احتمال وقوع یک رویداد. همچنین آنالیز خطرات شغل نیز نامیده می شود.
Kaizen	کایزن: یک سیستم کیفیت مبتنی بر از درسهای آموخته شده. (فلسفه تجارت ژاپنی در مورد بهبود مستمر شیوه های کار، کارآیی شخصی و غیره).
Latent Failure	شکست نهفته: شکست در یک جز به دلیل یک نقص پنهان.

Layer of Protection Analysis (LOPA)	آنالیز لایه های حفاظتی: رویکردی که یک سناریوی رویداد (جفت علت و پیامد) را با استفاده از مقادیر از پیش تعریف شده برای فرکانس واقعه آغازگر، احتمال خرابی لایه های حفاظتی مستقل و شدت پیامد تجزیه و تحلیل تا بتواند با هدف کاهش ریسک یا آنالیز بیشتر آن، یک سناریو را با معیارهای ریسک مقایسه کند. معمولا سناریوها با استفاده از روش ارزیابی خطر مبتنی بر سناریو مانند مطالعه HAZOP مشخص می شوند.
Lessons Learned	درس آموزی: استفاده از دانش به دست آمده از حوادث گذشته در روشها و اقدامات فعلی.
Likelihood	احتمال: مقیاسی از احتمال یا فرکانس مورد انتظار از وقوع یک واقعه. ممکن است به صورت فرکانس یک واقعه (به عنوان مثال تعداد وقایع در هر سال)، احتمال وقوع در یک بازه زمانی (به عنوان مثال احتمال سالانه) یا یک احتمال شرطی بیان شود (به عنوان مثال احتمال وقوع با توجه به اینکه یک واقعه پیش از این اتفاق افتاده است).
Limited impact incidents	رویداد با تأثیر محدود: رویدادهایی که با منابع محلی قابل کنترل بوده و هیچ تأثیر بعدی به دنبال ندارند.
Lockout/ Tagout	قفل زدن و برچسب زنی: روشی ایمن برای انجام کار که در آن منابع انرژی به طور موثری قفل شده و به طور واضحی برچسب گذاری می شوند تا از ایمنی کارگر حین تعمیر و نگهداری و کارهای عملیاتی اطمینان حاصل شود.
Management of Change (MOC)	مدیریت تغییر: یک سیستم مدیریتی برای شناسایی، بررسی و تأیید کلیه تغییرات در تجهیزات، روش ها، مواد اولیه و فرایندها قبل از اجرای تغییر بمنظور اطمینان از اینکه فرآیندها به طور مناسب آنالیز و مستند گردیده و به افراد ذینفع اطلاع رسانی شده است.
Management System	سیستم مدیریت: مجموعه فعالیت هایی که به طور رسمی ایجاد شده و برای تولید نتایجی خاص بر مبنایی سازگار و پایدار طراحی شده است.
Medical Treatment	درمان پزشکی: همانطور که توسط OSHA تعریف شده است، درمانی (غیر از کمک های اولیه) که توسط پزشک یا توسط پرسنل حرفه ای تحت دستورات پزشک انجام می شود.
Methodology	روش شناسی: استفاده از ترکیبی از دو یا چند ابزار بررسی رویداد برای تجزیه و تحلیل شواهد و تعیین دلایل اصلی رویداد.
Minor incident	رویداد جزئی: رویدادی با عواقب واقعی یا بالقوه جزئی، از جمله آسیب ها و خسارات جزئی.
Mitigation	کاهش: کاهش ریسک یک رویداد با استفاده از انجام اقدامات پیشگیرانه در منبع با کاهش احتمال وقوع رویداد یا کاهش پیامد و یا مواجهه با رویداد برای افراد و اموال.
Morphological Approach	رویکرد مورفولوژیکی: آنالیز ساختاری یک رویداد که با استفاده از بینش نسبت به مطالعات موردی انجام می شود اما به اندازه آنالیز رسمی خطرات دقیق نیست.
Near-Miss	شبه حادثه: رویدادی که اگر شرایط (شرایط آب و هوایی، حفاظ های فرآیندی، پیروی از روش های اجرایی و ...) کمی متفاوت باشند، می تواند به طور بالقوه نتیجه نامطلوبی ایجاد کند.
Occupational Incident	رویداد شغلی: رویدادی که منجر به آسیب به کارگران می شود.

Operational Interruption	وقفه در عملیات: واقعه ای که در آن نرخ تولید یا کیفیت محصول به طور جدی تحت تأثیر قرار می گیرد.
Organizational Error	خطای سازمانی: یک مشکل سیستم مدیریت پنهان است که می تواند منجر به خطای انسانی شود.
OSHA Recordable Cases	موارد قابل ثبت: مرگ و میر، آسیب ها و بیماری های مرتبط با کار (غیر از آسیب های جزئی که فقط به درمان اولیه نیاز دارند) که نیاز به معالجه پزشکی دارند و یا در آنها هوشیاری از دست رفته و یا منجر به محدودیت در کار یا حرکت و یا انتقال به شغل دیگر می شوند.
OSHA Reportable Event	رویداد قابل ثبت: رویدادی که منجر به فوت یا بستری شدن پنج کارمند یا بیشتر در بیمارستان شود.
Probability of failure on demand ((PDF	احتمال خرابی در صورت تقاضا: احتمال اینکه یک سیستم در صورت تقاضا قادر به انجام عملکرد مشخص نباشد.
Prevention	پیشگیری: فرآیند حذف یا جلوگیری از خطرات مرتبط با یک فعالیت خاص. پیشگیری گاهی برای توصیف اقدامات انجام شده برای کاهش احتمال وقوع یک رویداد ناخواسته استفاده می شود.
Probability	احتمال: احتمال وقوع یک رویداد یا یک توالی از رویدادها در یک بازه زمانی یا احتمال موفقیت یا عدم موفقیت یک رویداد در انجام یک آزمون یا تقاضا. احتمال به صورت یک عدد بدون بعد از ۰ تا ۱ بیان می شود.
Process Control System	سیستم کنترل فرآیند: سیستمی که به سیگنال¬های ورودی از فرآیند و تجهیزات مربوط به آن، سایر سیستم¬های قابل برنامه ریزی و یا از یک اپراتور پاسخ می دهد و سیگنال¬های خروجی تولید می کند و باعث می شود فرایند و تجهیزات مرتبط با آن به روشی دلخواه و در حد معمول کار کنند.
Process Hazard Analysis	آنالیز خطرات فرآیند: تلاش سازمان یافته برای شناسایی و ارزیابی خطرات مرتبط با فرآیندها و عملیات بمنظور کنترل آنها. این بررسی به طور معمول شامل استفاده از تکنیک های کیفی برای شناسایی و ارزیابی اهمیت خطرات می شود و نتیجه گیری و توصیه های مناسبی ارائه می دهد. گاهی اوقات از روش¬های کمی برای کمک به کاهش ریسک های اولویت بندی شده استفاده می شود.
Process Safety	ایمنی فرآیند: چارچوبی منظم برای مدیریت یکپارچگی عملیات سیستم ها و فرآیندهای کنترل مواد خطرناک با بکارگیری اصول مناسب طراحی، مهندسی و روش¬های عملیاتی. این چارچوب به پیشگیری و کنترل رویدادهایی که امکان آزادسازی مواد یا انرژی خطرناک دارند، کمک می کند. چنین رویدادهایی می توانند باعث اثرات سمی، آتش سوزی یا انفجار شوند و در نهایت می توانند منجر به آسیب های جدی، خسارت به اموال، از دست رفتن تولید و اثرات زیست محیطی گردند.
Process Safety Management	مدیریت ایمنی فرآیند: سیستم مدیریتی متمرکز بر پیشگیری، آمادگی برای کاهش و واکنش به اثرات فاجعه بار انتشار مواد شیمیایی یا انرژی حاصل از فرآیند مرتبط با تأسیسات.

Process-Related Incident	رویداد مرتبط با فرآیند: رویدادی دارای تأثیر یا تأثیر بالقوه بر فرایند، تجهیزات، افراد و محیط زیست. این رویداد می تواند داخل یا خارج از فرآیند باشد. یک رویداد شغلی می تواند ناشی از یک رویداد مرتبط با فرآیند باشد.
Protection Layer	لایه حفاظتی: دستگاه، سیستم یا عملیاتی که قادر به جلوگیری از یک سناریوی نامطلوب باشد.
Proximate Cause	علت بی واسطه: عامل علیتی که به طور مستقیم و بدون دخالت علت دیگری، تاثیر را به وجود می آورد. نزدیکترین علت از نظر زمانی و مکانی به تاثیر (پیامد).
Risk	ریسک: مقیاسی برای آسیب های انسانی، صدمات زیست محیطی یا خسارات اقتصادی با توجه به احتمال وقوع رویداد و میزان خسارت یا آسیب دیدگی. به بیان ساده رابطه ریسک محصول احتمال و پیامد یک رویداد است (احتمال× پیامد = ریسک).
Risk Analysis	آنالیز ریسک: برآورد ریسک سناریو، فرایند، تاسیسات و یا سازمان با شناسایی سناریوهای بالقوه رویداد، ارزشیابی و ترکیب احتمال و پیامد مورد انتظار هر سناریو و سپس در صورت لزوم جمع نمودن ریسک های سناریو به منظور محاسبه ریسک کلی.
Risk Assessment	ارزیابی ریسک: فرایندی که طی آن از نتایج آنالیز ریسک برای تصمیم گیری و اولویت بندی استراتژی های کاهش ریسک استفاده می شود.
Risk Management	مدیریت ریسک: استفاده منظم از خط مشی ها، روش ها و اقدامات مدیریتی با آنالیز، ارزیابی و کنترل ریسک به منظور محافظت از کارگران، عموم مردم، محیط زیست و دارایی های شرکت، ضمن اجتناب از وقفه در کسب و کار. مدیریت ریسک شامل تصمیماتی برای استفاده از کنترل های مهندسی و اداری مناسب برای کاهش ریسک می باشد.
Risk Ranking	رتبه بندی ریسک: رتبه بندی مواردی از قبیل سناریوها یا پیشنهادات با توجه به ریسک مرتبط با سناریو جهت کمک به تصمیم گیری.
Root Cause	علت ریشه ای: یک علت اصلی و اساسی مرتبط با سیستم برای وقوع یک رویداد که منجر به خرابی (های) قابل اصلاح در سیستم های مدیریتی می شود. به طور معمول بیش از یک علت ریشه ای برای هر رویداد ایمنی فرآیند وجود دارد.
Safeguard	حفاظ: هر دستگاه، سیستم یا عملیاتی که زنجیره ای از وقایع را پس از یک رویداد آغازگر قطع کند یا پیامد آن را کاهش دهد. یک حفاظ می تواند یک سیستم مهندسی یا یک کنترل اداری باشد.
Safety	ایمنی: انتظار اینکه یک سیستم تحت شرایط تعریف شده منجر به حالتی نشود که در آن زندگی انسان، اقتصاد یا محیط زیست به خطر بیفتد.
Safety Critical Actions	اقدامات حیاتی ایمنی: اقدامات ویژه ای که انسان انجام می دهد و لایه های حفاظتی را برای کاهش ریسک یک سناریو یا سناریوی خاص از "غیر قابل قبول" به "قابل قبول" (بر اساس معیارهای ریسک قابل تحمل در سازمان)، ایجاد می کند. گاهی اوقات کنترل اداری (اجرایی) نیز نامیده می شوند. مراحلی که ریسک را تا کمتر از حد "قابل قبول" کاهش دهند، ممکن است به عنوان اقدامات حیاتی ایمنی مدنظر قرار نگیرند.

Safety Critical Equipment	تجهیزات حیاتی ایمنی: کنترل های مهندسی که لایه های حفاظتی را برای کاهش ریسک یک سناریو یا سناریوی خاص از "غیر قابل قبول" به "قابل قبول" ایجاد می کنند. کنترل های مهندسی که ریسک را تا کمتر از حد "قابل قبول" کاهش دهند، ممکن است به عنوان تجهیزات حیاتی ایمنی مدنظر قرار نگیرند.
Scenario	سناریو: شرح مفصلی از یک رویداد برنامه ریزی نشده یا توالی یک رویداد که منجر به یک واقعه خسارت بار و اثرات مرتبط با آن می شود، از جمله موفقیت یا عدم موفقیت حفاظ های درگیر در کنترل توالی رویداد.
Scientific Method	روش علمی: اصول و روش های پیگیری سیستماتیک دانش شامل شناخت و فرمول بندی یک مسئله، جمع آوری داده ها از طریق مشاهده و آزمایش و فرمول بندی و آزمایش فرضیه ها است.
Sensor	سنسور: سیستم اندازه گیری میدانی (ابزار دقیق) با قابلیت تشخیص وضعیت فرآیند (به عنوان مثال، ترانسمیترهای فشار، ترانسمیترهای سطح و آشکارسازهای گاز سمی).
Serious Injury	آسیب جدی: طبقه بندی برای آسیب شغلی که شامل موارد زیر است: (۱) کلیه آسیب های ناتوان کننده ناشی از کار و (۲) آسیب های غیر ناتوان کننده ناشی از کار به شرح: (۱) آسیب های چشمی که نیاز به درمان توسط پزشک دارند، (۲) شکستگی، (۳) آسیب هایی که نیاز به بستری شدن در بیمارستان دارند، (۴) از دست دادن هوشیاری، (۵) آسیب هایی که نیاز به درمان توسط پزشک دارند و (۶) آسیب هایی که محدودیت در حرکت یا کار ایجاد می کنند و یا منجر به تغییر شغل می شوند.
Significant incidents	رویداد قابل توجه: رویدادهایی که به منابع قابل توجهی برای کاهش پیامدهای آنها نیاز می باشد و معمولاً شامل آسیب های انسانی و یا وقفه عمده در عملیات می شوند.
Software	نرم افزار: برنامه ها، روش ها، قوانین و مستندات مربوط به آن موردنیاز عملکرد و یا نگهداری یک سیستم دیجیتال. برنامه های رایانه ای، برنامه نویسی زبان و سیستم ها. مجموعه برنامه های مونتاژ و برنامه های دیگر که برای ارائه صحیح یک ماشین مشخص به کاربر مطلوب است. شامل روش هایی که باید دنبال شوند، اعم از اینکه به عنوان برنامه هایی برای رایانه بیان شوند یا به عنوان یک روش مربوط به یک اپراتور یا شخص دیگر، مستندات از جمله راهنمای سخت افزار و نقشه ها، لیست برنامه های رایانه ای، نمودارها و غیره و مواردی مانند موارد ذکر شده در بالا.
Task Analysis	آنالیز وظیفه: یک روش آنالیز خطای انسانی است که مستلزم تقسیم یک روش یا یک شغل به وظایف واحد و ترکیب این اطلاعات به صورت درختان رویداد است. این روش شامل تعیین عملکرد دقیق مورد نیاز افراد و تجهیزات و تعیین اثرات شرایط محیطی، عملکرد نامناسب و سایر رویدادهای غیرمنتظره است.
Taxonomy	طبقه بندی: علم (مطالعه) و عمل طبقه بندی اشیا یا مفاهیم از جمله اصولی که این طبقه بندی را پایه ریزی می کند.
Technique	تکنیک: روشی برای انجام یک کار خاص.
Tool	ابزار: وسیله ای که در یک مرحله از بررسی رویداد برای تسهیل درک وقایع نگاری رویداد، عوامل علیت یا علل اصلی استفاده می شود.

Underlying Causes	علل اصلی: علل ریشه ای و واقعی.
Validation	اعتبار سنجی: اقدام برای بررسی یا اثبات اعتبار یا صحت چیزی.
Verification	تأیید: فعالیتی با استفاده از تجزیه و تحلیل یا آزمون نشان می دهد که برای ورودی های خاص، محصولات قابل تحویل از هر لحاظ اهداف و نیازهای تعیین شده توسط مشخصات عملکردی را برآورده می کنند.
Witness	شاهد: فردی که حقایقی را به طور مستقیم یا غیرمستقیم مرتبط با رویداد می داند.

منابع

Note: These references and associated internet websites (if applicable) were current at the time they were accessed during this guideline's preparation (2017-2018).

1. ABS Consulting (1999). Root Cause Analysis Handbook: A guide to effective Incident Investigation. Knoxville, TN: ABS Group Inc.

2. ABS Consulting (2000). Introduction to Reliability Management: An Overview. Knoxville, TN: ABS Group Inc.

3. ABS Consulting (2001). Incident Investigation/Root Cause Analysis Training: Results Trending and Assessment. Knoxville, TN: ABS Consulting.

4. ACC (1990). American Chemistry Council. Responsible Care® , A Resource Guide for the Process Safety Code of Management Practices. Washington, DC.

5. ACC (2014). Performance Metrics Guidance Document, American Chemistry Council, Washington D.C.

6. American Chemistry Council (ACC), Responsible Care® Process Safety Code of Management Practices, 2012.

7. Adams, Kathy B. (1999). Accident Investigation Reports: What Are Your Lawyers Afraid Of? Presentation for American Society of Safety Engineers Conference. Baltimore, Maryland. June 14.

8. ACC (1990). American Chemistry Council. Responsible Care® , A Resource Guide for the Process Safety Code of Management Practices. Washington, DC: 1990.

9. ACC (2000). American Chemical Council. Responsible Care®, Process Safety Code. Arlington, Virginia.

10. AIChE/GCPS (2018). Forest, J., "Don't Walk the Line – Dance it!," American Institute of Chemical Engineers 2018 Spring Meeting and 14th Global Congress on Process Safety, April 22-25, 2018.

11. Amyotte, P. et al, "CSB Investigation Reports and the Hierarchy of Controls: Round 2," Presentation Paper at 14th Global Congress on Process Safety, 2018.

12. Anderson, S. E., and Skloss, R. W. (1991). "More Bang for the Buck: Getting the Most from an Accident Investigation." Paper, Loss Prevention Symposium. New York: AIChE.

13. American Petroleum Institute (API). Recommended Practice API 9100, Model Envi-

ronmental, Health & Safety (EHS) Management System and Guidance Document.

14. API (2014). Pressure Equipment Integrity Incident Investigation, Recommended Practice 585 (API RP 585), 1st edition, American Petroleum Institute, Washington D.C.

15. API (2016a). Process Safety Performance Indicators for the Refining & Petrochemical Industries, Part 2: Tier 1 and 2 Process Safety Events, Recommended Practice 754, 2nd edition, American Petroleum Institute, Washington D.C.

16. API (2016b). Guide to Reporting Process Safety Events, Version 3.0, American Petroleum Institute, Washington D.C., 2016.

17. API RP 754, Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries, 2017.

18. Arendt, J. S. (1991). "A Chemical Plant Accident Investigation Using Fault Tree Analysis." Proceedings of 17th Annual Loss Prevention Symposium. Paper 11a, New York: AIChE.

19. ASCE, Design of Blast-Resistant Buildings in Petrochemical Facilities, Second Edition, ISBN 9780784410882, 2010.

20. ASCE, Structural Design for Physical Security, ISBN 9780784404577, 1999.

21. ASSE (1988). American Society of Safety Engineers, Dictionary of Terms Used in the Safety Profession, 3rd ed, Des Plains, IA.

22. Baker, W.E. et al. Explosion Hazard and Evaluation. New York: Elsevier Scientific, 1983.

23. BARPI, Research and Information on Accidents (ARIA) database, The Bureau for Analysis of Industrial Risks and Pollutions (BARPI), an Analysis —a searchable database of incidents and other reference material—(accessed August 2018): https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/?lang=en

24. Benner, L. Jr. (1975). "Accident Investigations: Multilinear Events Sequencing Methods." Journal of Safety Research, 7(2):67–73.

25. Benner, L., Jr. (2 0 0 0) . 10 MES Investigation Guides. Oakton, VA: Starline Software Ltd.

26. Bird, F. E., Jr., and Germain, G .L. (1985). Practical Loss Control Leadership. Loganville, GA: International Loss Control Institute (ILCI).

27. Boissieras, J. (1983). Causal Tree, Description of the Method. Princeton, NJ: Rhone-Poulenc.

28. BP (formerly BP Amoco) (1999). Incident Investigation. Root Cause Analysis Training. Comprehensive List of Causes. London.

29. Bridges, W. G. (2000). "Get Near Misses Reported," Proceedings of the International Conference and Workshop on Process Industry Incidents, Orlando, FL. New York: Center for Chemical Process Safety (CCPS), AIChE, October.

30. Browning, R. L. (1975). "Analyze Losses by Diagram." Hydrocarbon Processing, 54:253–257.

31. Buys, R. J. (1977). Standardization Guide for Construction and Use of MORT-Type Analytical Trees. Idaho Falls, ID: System Safety Development Center. Idaho National Engineering Laboratory. (ERDA 76-45/8)

32. Buys, R. J., and Clark, J. L. (1978). "Events and Causal Factors Charting." Revision 1, Idaho Falls, ID: System Safety Development Center, Idaho National Engineering Laboratory. (DOE 76-45/14 SSDC-14)

33. CAA, UK (2014). Flight-crew human factors handbook, CAP 737, Civil Aviation Authority, UK.

34. Carper, K. (1989). Forensic Engineering. New York: Elsevier.

35. Center for Chemical Process Safety (1989). Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety, (CCPS), New York: American Institute of Chemical Engineers.

36. Center for Chemical Process Safety (1992). Center for Chemical Process Safety. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition with Worked Examples. New York: American Institute of Chemical Engineers (AIChE).

37. Center for Chemical Process Safety (2000). Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition, New York, NY, 2000.

38. Center for Chemical Process Safety (2001). Layer of Protection Analysis, Simplified Process Risk Assessment. New York: American Institute of Chemical Engineers, 2001.

39. Center for Chemical Process Safety (2008), Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, 3rd Edition with Worked Examples. New York, NY, 2008.

40. Center for Chemical Process Safety (2008). Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, 3rd edition, AIChE, New York, 2008

41. Center for Chemical Process Safety (2007). Human Factors Methods for Improving

Performance in the Process Industries (NY: AIChE Center for Chemical Process Safety).

42. Center for Chemical Process Safety (2007a). Guidelines for Risk Based Process Safety. Center for Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers, New York, 2007.

43. Center for Chemical Process Safety (2007b). Inherently Safer Chemical Processes, A Life Cycle Approach, 2nd edition, (CCPS), American Institute of Chemical Engineers (AIChE), New York, 2007.

44. Center for Chemical Process Safety (2010). Guidelines for Vapor Cloud Explosion, Pressure Vessel Burst, BLEVE and Flash Fire Hazards, 2nd Edition, ISBN 978-0- 470-25147-8, Wiley, 2010.

45. Center for Chemical Process Safety (2011). Conduct of Operations and Operational Discipline for Improving Process Safety in Industry (NY: AIChE Center for Chemical Process Safety), 2011.

46. Center for Chemical Process Safety (2011), Process Safety Leading and Lagging Metrics, January 2011.

47. Center for Chemical Process Safety (2012). Guidelines for Evaluating Process Plant Buildings for External Explosions and Fires, (CCPS), ISBN 978-0-470-64367-9, Wiley, 2012.

48. Center for Chemical Process Safety (2011). Process Safety Leading and Lagging Metrics, ... You don't improve what you don't measure, (CCPS), American Institute of Chemical Engineers (AIChE), New York, NY, 2011.

49.Center for Chemical Process Safety website, (CCPS), viewed August 2018, https://www.aiche.org/ccps/resources/tools/process-safety-metrics

50. Center for Chemical Process Safety (2018). Bow Ties in Risk Management: A Concept Book for Process Safety, Center for Chemical Process Safety, ISBN 1119490391, 9781119490395, Wiley, 2018.

51. Center for Chemical Process Safety (2018). “Process Safety Metrics; Guide for Selecting Leading and Lagging Indicators”, CCPS, 2018.

52. Center for Chemical Process Safety website, (accessed August, 2018): https://www.aiche.org/ccps/resources/glossary/process-safetyglossary/ human-factors

53. Center for Chemical Process Safety, The Process Safety Beacon, produced by CCPS, http://www.sache.org/beacon/products.asp, accessed August 2018.

54. Center for Chemical Process Safety, Process Safety Incident Database (PSID), produced by CCPS, accessed August 2018.

https://www.aiche.org/ccps/resources/psid-process-safety-incident-database

55. CEFIC (2016). CEFIC Guidance for Reporting on the ICCA Globally Harmonised Process Safety Metric, European Chemical Industry Council, Brussels, Belgium.

56. COMAH (2015). The Control of Major Accident Hazards Regulations (COMAH), 2015.

57. CSB, Reports and videos on major incidents, U.S. Chemical Safety Board, accessed August 2018. https://www.csb.gov/investigations/completedinvestigations/

58. CSB, Safety Digest, US Chemical Safety and Hazard Investigation Board, https://www.csb.gov/news/, accessed August 2018-1

59. CSB, Videos, https://www.csb.gov/videos/, accessed August 2018-2

60. DoE (1985). Department of Energy, Accident/Incident Investigation Manual. 2nd ed., Idaho Falls, ID: System Safety Development Center. Idaho National Engineering Laboratory. (DOE/SSDC 76-45/27)

61. Dew, J. R. (1991). "In Search of the Root Cause." Quality Progress. 23(3): 97–102.

62. Dowell, A. M. (1990). Guidelines for Systems Oriented Multiple Cause Incident Investigations. Deer Park, TX: Rohm and Haas Texas Inc. Risk Analysis Department.

63. Driessen, G.J., 1970: "Cause Tree Analysis, Measuring How Accidents Happen and the Probabilities of Their Cause". Presented to American Psychological Association, September, 1970, Miami, FL

64. EI (2016). Learning from Incidents, Accidents and Events, Energy Institute, London, August 2016.

65. eMARS, A searchable database of incidents in the EU. European Commission Major Accident Reporting System, accessed August 2018.https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/accident/search

66. https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/major-accident-reporting-system

67. Englund, S. M. (1991). "Design and Operate Plants for Inherent Safety" Chemical Engineering Progress, Part 1, March 1991; Part 2 May 1991.

68. EPA, "EPA/OSHA Joint Chemical Accident Investigation Report, Shell Chemical Com-

pany, Deer Park, Texas," US EPA document # 550-R-98-005, 1998

69. EPSC, "Learning sheet,"produced by the European Process Safety Centre, http://epsc.be/Learning+Sheets.html, accessed August 2018.

70. Evans, Ralph A., "Engineering Design Handbook Design for Reliability", US Army Materiel Command. AMCP-706-196. January 1976.

71. Ferry, T.S. (1988). Modern Accident Investigation, and Analysis 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.

72. Feyman, R. P. What Do You Care What Other People Think? New York: Norton, 1988.

73. Foord, A. G. (2004). "Applying the Latest Standard for Functional Safety – IEC 61511," IChemE Hazards XVIII, Paper 23.

74. Ford, D. F. Three Mile Island, Thirty Minutes to Meltdown. New York: Penguin Books, 1981.

75. Forest, J. (2018). "Don't Walk the Line – Dance it!," American Institute of Chemical Engineers 2018 Spring Meeting and 14th Global Congress on Process Safety, April 22-25, 2018.

76. Gano, D, (2008). "Apollo Root Cause Analysis," 3rd Edition, ISBN-13: 978-1883677114, Apollonian Publications.

77. Gibson, J.J. (1961). Contribution of experimental psychology to formulation of problem of safety, Behavioural Approaches to Accident Research, Association for the Aid of Crippled Children.

78. Haddon, W. (1980). The Basic Strategies for Reducing Damage from Hazards of All Kinds, Hazard Prevention, Sept/Oct, 1980.

79. Hendrick, K. and Benner, L., Jr. (1987). "Investigating Accidents with S-T-E-P." New York: Marcel Dekker.

80. Heinrich, H.W. (1936). Industrial Accident Prevention. New York: McGraw-Hill.

81. HSE, UK (1999). Reducing Error and Influencing Behaviour, Health and Safety Executive, Report No. HSG48, ISBN 0 7176 2452 8, HSE Book, Sudbury, UK.

82. HSE (2001). Root Causes Analysis: Literature Review, Contract Research Report 325/2001, Health and Safety Executive, Bootle, UK.

83. HSE (2004). Investigating accidents and incidents, A workbook for employers, unions, safety representatives and safety professionals, HSG245, UK Health & Safety Executive, Bootle, UK.

84. HSE (UK), HSG254, Developing Process Safety Indicators, 2006.

85. Health and Safety Executive (HSE), Guide 65: Managing for Health and Safety, 86. HSE, A series of reports on major incidents, Health and Safety Executive UK, http://www.hse.gov.uk/comah/investigation-reports.htm, accessed August 2018

87. HSG245 (2004). "Investigating incidents and accidents." (Accessed August 2018): http://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg245.htm

88. HM Government (2013). Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations, UK.

89. ICCA (2016). Guidance for Reporting on the ICCA Globally Harmonized Process Safety Metric, The Responsible Care® Leadership Group, International Council of Chemical Associations, Brussels, Belgium.

90. IChemE, "Loss Prevention Bulletin," produced by the IChemE in the UK, http://www.icheme.org/lpb, accessed August 2018-1.

91. IChemE, "Safety Lore,"produced by the IChemE Safety Centre in the UK, http://www.ichemesafetycentre.org/resources/safety-lore.aspx, accessed August 2018-2.

92. IChemE, "Why do we keep repeating major accidents," Loss Prevention Bulletin 259, February 2018.

93. ILCI (1990). SCAT—Systematic Cause Analysis Technique. International Loss Control Institute, Loganville, GA: Det Norske Veritas.

94. International Organization for Standardization (ISO), ISO 9000 series, Quality Management Systems

95. International Organization for Standardization (ISO), ISO 14000, Environmental Management System

96. IOGP, UK (2005). Human Factors (London, UK: International Association of Oil and Gas Producers, IOGP Report 368,

https://www.iogp.org/bookstore/product/human-factors-a-means-ofimproving- hse-performance.

97. IOGP (2011). Process Safety – Recommended Practice on Key Performance Indicators, IOGP Report 456, International Association of Oil & Gas Producers, London, UK.

98. Johnson, W. G. (1980). MORT, Safety Assurances Systems. New York: Marcel Dekker.

99. Kepner, C. H., and Tregoe, B. B. (1976). The Rational Manager, 2nd ed. Princeton, NJ: Kepner-Tregoe, Inc.

100. Kidama, K., & Hurmea, M., (2013). Analysis of equipment failures as contributors to chemical process accidents, Process Safety and Environmental Protection, 91, (2013), 61–78.

101. Kletz, T. A. "Make Plants Inherently Safe" Hydrocarbon Processing Magazine. Houston, TX: Gulf Publishing Company, September 1985.

102. Kletz, T. A. (1988). Learning from Accidents in Industry, Boston-London Butterworths Publishers.

103. Kletz, "The ICI Safety Newsletters," mainly issued by Trevor Kletz, http://www.icheme.org/communities/special-interestgroups/safety%20and%20loss %20 prevention/resources/ici%20newsletters.aspx, accessed August 2018.

104. Kuhlman, R. Professional Accident Investigation. Loganville, GA: Institute Press, International Loss Control Institute., 1977.

105. Laborde, G. Z. (1984). Influencing with Integrity Management Skills for Communications and Negotiation. Palo Alto, CA: Syntony Publishing Co. Pp. 92–

106.

106. Lees, F. P. Loss Prevention in the Process Industries. Vol. 1. London: Butterworths, 1980.

107. Leplat, J. (1978). "Accident Analyses and Work Analyses." Journal of Occupational Accidents. 1: 331–340, 1978.

108. Livingston, A.D., Jackson, G., Priestley, K., (2001). "Root cause analysis: Literature review," HSE Contract Research Report 325, Her Majesty's Stationery Office, St. Clements House, 2-16 Colegate, Norwich NR3 1BQ, UK.

109. Mannan, S., Lees' Loss Prevention in the Process Industries, 4th Edition, Butterworth-Heinemann, 2012.

110. Merrifield, R. "Report on the Peterborough Explosion, Blast Damage and Injuries," HSE, H M Explosives Directorate, 24th Explosive Safety Seminar, 1990

111. Mosleh, A. et al. (1988). Procedures for Treating Common Cause Failures in Safety and Reliability Studies. Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute. 1988. (EPRI NP-5613)

112. Nelms, Robert, C. (1996). The Go Book. C. Robert Nelms publisher, ISBN 978-1886118201.

113. NFPA (2017). “Guide for Fire and Explosion Investigations,” National Fire Protection Association, NFPA 921, Quincy, MA.

114. Norman, D. A. (1988). The Design of Everyday Things. London: MIT Papers. (Also published under the title The Psychology of Everyday Things.

115. Kuhlman, R. (1977). Professional Accident Investigation. Loganville, GA: Institute Press, International Loss Control Institute.

116. Okes, D., Root Cause Analysis, American Society for Quality, Milwaukee, WI, 2009.

117. Paradies, M. (1991). “Root Cause Analysis and Human Factors.” Human Factors Bulletin. 34(8): 1–5.

118. Paradies, M., and Unger, L, (2016). “Using TapRooT® Root Cause Analysis for Major Investigations,” © Copyright 2016 by System Improvements, Inc.

119. Peterson, D. (1984). Human-Error Reduction and Safety Management. Goshen, NY: Aloray Inc. Professional & Academic Publisher.

120. Pieterson, C.M., “Mexico City LPG Terminal Disaster,” TNO Report, 1985. 121. Rasmussen (1983). Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models, Jens Rasmussen (IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.smc-1 3, May 1983.

122. Reason, J. (1990). Human Error. New York: Cambridge University Press.

123. Reason, James (1990). "The Contribution of Latent Human Failures to the Breakdown of Complex Systems". Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 327 (1241): 475–484. (1990-04-12)

124. Recht, I.L. (1965-66). “System Safety Analysis - A Modern Approach to Safety Problems,”National Safety News, December, February, April, June, 1965-66.

125. Rogers, N.P., et at., “Space Shuttle Challenger Accident,” Presidential Commission report, Washington, DC, June 6, 1986

126. Rothblum, A., et al (2002). “Human Factors in Incident Investigation and Analysis.” 2nd International Workshop on Human Factors in Offshore Operations

127. RSSB, "Accident investigation guidance part 3," Rail Safety and Standards Board, UK, 2014

128. Stephens, M. M. Minimizing Damage to Refineries. Washington DC: U.S. Department of Interior, Office of Oil and Gas, 1970.

129. Toft, B, Turner, BA, (1987). "The Schematic Report Analysis Diagram: a simple aid to learning from large scale failures," International CIS Journal, v1n2, pp 12-23.

130. Trost, W. A., and Nertney, R. J. (1985). "Barrier Analysis." Idaho Falls, ID: System Safety Development Center. Idaho National Engineering Laboratory. (DOE/SSDC 76-45/29)

131. US Department of Energy (1985). Accident/Incident Investigation Manual, Second Edition. Idaho Falls, ID: System Safety Development Center, Idaho National Engineering Laboratory 1985. (DOE/SSDC 76-45/27)

132. US EPA. Accidental Release Prevention Requirements: Risk Management Programs. Clean Air Act Section 112(r)(7). 40 CFR Part 68, Washington, DC: Environmental Protection Agency, 2004.

133. US OSHA. "Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals" 29 CFR 1910.119. Washington, DC: Occupational Safety and Health Administration, 1992.

134. US OSHA (2002) 29 CFR 1904, Recording and Reporting Occupational Injuries and Illnesses. Effective January 1, 2002; US OSHA website for recordkeeping revisions (accessed August 2018): http://www.osha.gov/recordkeeping/index.html

135. Vaughan, D. The Challenger Launch Decision. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

136. Vesely, W.E. et al. (1981) . "Fault Tree Handbook." Washington, DC: US Government Printing Office. (NUREG-0492)

137. Waldram, L, (1988). Systematic Accident Cause Analysis (SACA).

138. Weaver, DA. (1973). "TOR Analysis: A Diagnostic Training Tool," ASSE Journal, June, pp 24-29.

139. Weir, A. "Concorde Crash Raises Questions without Answers." Journal of System Safety, System Safety Society. Second Quarter 2001

140. Winsor, D. A. (1989). "Challenger: A Case of Failure to Communicate," Chemtech Magazine, American Chemical Society, September.

References (Appendices)

1. API, “Pressure Equipment Integrity Incident Investigation,” API Recommended Practice 585, First Edition, April 2014

2. Baker, Q. A., Pierorazio, A. J., Ketchum, D.E., “Investigation of Explosion Accidents,” Center for Chemical Process Safety International Conference and Workshop on Process Industry Incidents, October 2000, Orlando Florida. New York: AIChE, 2000

3. Berrin, E. Investigative Photography. Report 83-1. Society of Fire Protection Engineers. Boston, MA: Society of Fire Protection Engineers, 1982.

4. Center for Chemical Process Safety (CCPS), 1989, Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety. New York: American Institute of Chemical Engineers. Appendix C

5. NFPA, Guide for Investigating Fires and Explosions, National Fire Protection Associate, ISBN 978-1 45591602-3, Quincy, Massachusetts, 2016

اصطلاحات و اختصارات

اصطلاحات و اختصارات		
معادل فارسی	معادل انگلیسی	اختصارات
شورای شیمی آمریکا	American Chemistry Council	ACC
موسسه مهندسان شیمی آمریکا	American Institute of Chemical Engineers	AIChE
کمترین حد منطقی قابل اجرا	As Low as Reasonably Practicable	ALARP
موسسه ملی استاندارد آمریکا	American National Standards Institute	ANSI
موسسه نفت آمریکا	American Petroleum Institute	API
برنامه اطلاعات انتشار تصادفی	Accidental Release Information Program	ARIP
آنالیز، تحقیق و اطلاعات درباره DDJEFOU	Analysis، Research and Information “on"DDJEFOUT	ARIA
انجمن مهندسان مکانیک آمریکا	American Society of Mechanical Engineers	ASME
دفتر آنالیز آلودگی‌ها و ریسک‌های صنعتی	Bureau for Analysis of Industrial Risks and Pollutions	BARPI
نقطه جوش	Boiling Point	BP
اختلال در کسب و کار	Business Interruption	BI
انفجار بخارات منبسط شده مایع در حال جوش (بلوی)	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion	BLEVE
سیستم کنترل فرآیند اساسی	Basic Process Control System	BPCS
شکست علت رایج	Common Cause Failure	CCF
مرکز ایمنی فرآیند شیمیایی	Center for Chemical Process Safety	CCPS
آنالیز/ارزشیابی تغییر	Change Evaluation/Analysis	CE/A
شورای صنایع شیمیایی (اروپا)	European) Chemical Industry Council)	CEFIC
شاخص مواجهه با مواد شیمیایی	Chemical Exposure Index	CEI
نمودار منطق علت و معلول	Cause and Effect Logic Diagram	CELD
دینامیک سیالات محاسباتی	Computational Fluid Dynamics	CFD
مرکز گزارش رویدادهای شیمیایی	Chemical Incidents Report Center	CIRC
فهرست جامع علت‌ها	Comprehensive List of Causes	CLC
کنترل خطرات حادثه مهم (اصلی)	Control of Major Accident Hazards	COMAH
ارزیابی کمی ریسک فرآیند شیمیایی	Chemical Process Quantitative Risk Assessment	CPQRA

CSB	Chemical Safety and Hazards Investigation (Board (US	هیئت بررسی خطرات و ایمنی مواد شیمیایی (ایالات متحده)
CTM	Causal Tree Method	روش درخت علیت
CW	Cooling Water	آب خنک کننده
DCS	Distributed Control System	سیستم کنترل توزیع شده
DIERS	Design Institute for Emergency Relief Systems	موسسه طراحی سیستم‌های امداد اضطراری
DMAIC	Define، Measure، Analyze، Improve، Control	تعریف، اندازه‌گیری، آنالیز، بهبود، کنترل
DOT	Department of Transportation	وزارت حمل و نقل
E& CF	Events & Causal Factor Charting	نمودار فاکتور علی و رویدادها
EBV	Emergency Block Valve	شیر مسدودکننده اضطراری
EHS	Environmental، Health & Safety	محیط زیست، بهداشت و ایمنی
EI	Energy Institute	موسسه انرژی
EPA	United States Environmental Protection Agency	آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده
eMARS	European Commission Major Accident Reporting٤ZTUFN	گزارش دهی حوادث عمده کمیسیون اروپا ٤ZTUFN
EPSC	European Process Safety Centre	مرکز ایمنی فرآیند اروپا
ERPG	Emergency Response Planning Guideline	راهنمای طرح‌ریزی واکنش به شرایط اضطراری
ETA	Event Tree Analysis	آنالیز درخت رویداد
F& EI	Fire and Explosion Index	شاخص انفجار و آتش سوزی
F/N	Fatality Frequency versus Cumulative Number	تکرار مرگ و میر در مقایسه با عدد تجمعی
FCE	Final Control Element	عنصر کنترل نهایی
FEA	Finite Element Analysis	آنالیز عناصر محدود
FMEA	Failure Modes and Effect Analysis	آنالیز حالات و اثرات شکست
FTA	Fault Tree Analysis	آنالیز درخت خطا
HAZMAT	Hazardous Materials	مواد خطرناک
HAZOP	Hazard and Operability Study	مطالعه عملیات و خطرات

HAZWOPER	Hazardous Waste Operations and ۳FTQPOTF Emergency	شرایط اضطراری و عملیات مواد زائد خطرناک ۳FTQPOTF
HBTA	Hazard–Barrier–Target Analysis	آنالیز خطر- مانع- هدف
HE	Hazard Evaluation	ارزیابی خطر
HIRA	Hazard Identification and Risk Analysis	شناسایی خطرات و آنالیز ریسک
HMI	Human Machine Interface	رابط انسان و ماشین
(HSE (UK	Health and Safety Executive	اداره ایمنی و بهداشت
HRA	Human Reliability Analysis	آنالیز قابلیت اطمینان انسان
ICCA	International Council of Chemical Associations	شورای بین المللی انجمن‌های شیمیایی
IChemE	Institution of Chemical Engineers	موسسه مهندسان شیمی
IEC	International Electrotechnical Commission	کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	موسسه مهندسان برق و الکترونیک
IOGP	International Association of Oil & Gas Producers	انجمن بین المللی تولیدکنندگان نفت و گاز
IPL	Independent Protection Layer	لایه حفاظتی مستقل
ISA	The Instrumentation، Systems، and Automation Society (formerly، Instrument (Society of America	انجمن ابزار دقیق، سیستم‌ها و اتوماسیون (در گذشته تحت عنوان انجمن ابزار دقیق آمریکا بود)
ISBL	Inside Battery Limits	محدودیت‌های باتری داخلی
ISD	Inherently Safer Design	طراحی ذاتا ایمن تر
ISO	International Organization for Standardization	سازمان بین المللی استانداردسازی
JSA	Job Safety Analysis	آنالیز ایمنی شغل
KPI	Key Performance Indicators	شاخص‌های عملکرد کلیدی
LAH	Level Alarm—High	هشدار سطح - زیاد
LAL	Level Alarm—Low	هشدار سطح - کم
LEL	Lower Explosive Limit	حد پایین انفجار
LFL	Lower Flammability Limit	حد پایین اشتعال

LI	Level Indicator	شاخص سطح
LIC	Level Indicator—Control	شاخص سطح- کنترل
LNG	Liquefied Natural Gas	گاز طبیعی مایع شده
LOPA	Layer of Protection Analysis	آنالیز لایه‌های حفاظتی
LOPC	Loss of Primary Containment	از دست دادن کنترل اولیه
LOTO	Lockout/Tagout	قفل زدن/ برچسب زنی
LSHH	Level Sensor High- High	سنسور سطح بالا - بالا
LT	Level Transmitter	فرستنده سطح
MARS	Major Accident Reporting System	سیستم گزارش دهی حوادث مهم (عمده)
MAWP	Maximum Allowable Working Pressure	حداکثر فشار کاری مجاز
MCSOII	Multiple-Cause، Systems-Oriented Incident*OWFTUJHBUJPO	رویداد سیستم محور و چند علیتی
MES	Multilinear Event Sequencing	توالی رویداد چند خطی
MHIDAS	Major Hazard Incident Data System	سیستم داده‌های رویداد خطرناک اصلی
MI	Mechanical Integrity	یکپارچگی مکانیکی
MIC	Methyl isocyanate	متیل ایزوسیانات
MM	Million	میلیون
MOC	Management of Change	مدیریت تغییر
MOM	Singapore's regulatory standard for incident JOWFTUJHBUJPO	استاندارد نظارتی سنگاپور برای رویداد
MORT	Management Oversight Risk Tree	درخت ریسک و پایش مدیریتی
MSDS	Material Safety Data Sheet	برگه اطلاعات ایمنی مواد
NAICS	North American Industry Classification System	سیستم طبقه بندی صنعت آمریکای شمالی
NFPA	National Fire Protection Association	انجمن ملی حفاظت در برابر حریق
NOM	Mexico's regulatory standard for incident JOWFTUJHBUJPOT	استاندارد نظارتی مکزیک برای رویداد
NTSB	National Transportation Safety Board	هیئت ایمنی حمل و نقل ملی

IOGP	International Association of Oil and Gas Producers	انجمن بین المللی تولیدکنندگان نفت و گاز
OREDA	The Offshore Reliability Data project	پروژه داده‌های قابلیت اطمینان فراساحلی
ORPS	Occurrence Reporting and Processing System	سیستم گزارش دهی و پردازش رخدادها
OSBL	Outside Battery Limits	محدودیت‌های باتری خارج
OSHA	United States Occupational Safety and Health ENJOJTUSBUJPO	بهداشت و ایمنی شغلی ایالات متحده
Pfatality	Probability of Fatality	احتمال مرگ و میر
Pignition	Probability of Ignition	احتمال احتراق
Pperson present	Probability of Person Present	احتمال حضور نفر
P	Probability	احتمال
P& ID	Piping and Instrumentation Diagram	نمودار لوله کشی و ابزار دقیق
PCB	Polychlorinated Biphenyl	بی فنیل پلی کلرینه
PFD	Probability of Failure on Demand	احتمال عدم موفقیت در تقاضا
PHA	Process Hazard Analysis	آنالیز خطرات فرآیند
PI	Pressure Indicator	شاخص فشار
PIF	Performance Influencing Factor	عامل تأثیرگذار بر عملکرد
PL	Protection Layer	لایه حفاظتی
PLC	Programmable Logic Controller	کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه ریزی
PM	Preventive Maintenance	تعمیر و نگهداری پیشگیرانه
PPE	Personal Protective Equipment	وسایل حفاظت فردی
PSHH	Pressure Sensor High- High	سنسور فشار بالا- بالا
PSI	Process Safety Information	اطلاعات ایمنی فرآیند
PSID	Process Safety Incident Database	پایگاه داده رویدادهای ایمنی فرآیند
PSM	Process Safety Management	مدیریت ایمنی فرآیند
PSV	(Pressure Safety Valve (Relief Valve	شیر ایمنی فشار (شیر اطمینان یا شیر فشارشکن)
R	Risk	ریسک

RCA	Root Cause Analysis	آنالیز علت ریشه ای
RIDDOR	Reporting of Injuries، Diseases and Dangerous Occurrence Regulations	گزارش دهی آسیب، بیماری و قوانین و مقررات رخداد خطرناک
RMP	(Risk Management Program (US	برنامه مدیریت ریسک
RQ	Release Quantity	مقدار انتشار یافته
RV	Relief Valve	شیر اطمینان
SAWS	China's regulatory guideline for incident JOWFTUJHBUJPOT	استاندارد نظارتی چین برای رویداد
SCAT	Systematic Cause Analysis Technique	تکنیک آنالیز علت سیستماتیک
SCE	Safety Critical Equipment	تجهیزات بحرانی ایمنی
SDS	Safety Data Sheets	برگه‌های اطلاعات ایمنی
SEMS	Safety and Environmental Management System	سیستم مدیریت محیط زیست و ایمنی
SHE	Safety Health & Environment	ایمنی، بهداشت و محیط زیست
SIF	Safety Instrumented Function	عملکرد ابزار ایمنی
SIS	Safety Instrumented System	سیستم ابزار ایمنی
SMART	Specific، Measureable، Agreed/Attainable، and Realistic/Relevant، with Timescales	خاص، قابل اندازه‌گیری، توافق شده/ قابل دستیابی، واقع بینانه/ مرتبط و دارای برنامه زمانبندی
SOL	Safe Operating Limit	حد عملیاتی ایمن
SOP	Standard Operating Procedure	روش اجرایی عملیات استاندارد
SOURCE	Seeking Out the Underlying Root Causes of Events	جستجوی علت‌های ریشه‌ای اصلی وقایع
SRK	Skills، Rules، Knowledge	مهارت‌ها، قوانین، دانش
SSDC	System Safety Development Center	مرکز توسعه ایمنی سیستم
STEP	Sequentially Timed Events Plot	نمودار وقایع به ترتیب زمانی
T۰	starting time	نقطه شروع
Tn	ending time	نقطه پایان
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast ؛Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO :English Netherlands Organization for Applied ۳FTFBSDI Scientific	سازمان علمی کاربردی هلند

UEL	Upper Explosive Limit	حد بالایی انفجار
UFL	Upper Flammable Limit	حد بالایی اشتعال
VCE	Vapor Cloud Explosion	انفجار ابر بخار
VLE	Vapor Liquid Equilibrium	تعادل مایعات بخار
XV	Remote Activated/Controlled Valve	شیر فعال کننده/کنترل‌کننده از راه دور

Guidelines on the investigation of process safety events

ISBN:978-600-6203-24-9