کاربرد روش ETBA به منظور شناسایی و کنترل خطرات در سالن رنگ یک کارخانه تولید خودرو

فروغ السادات دشمن فنا یزدی[۱]، دکترعلی اصغر فرشاد[۲]، شیرازه ارقامی[۳]، محمد حسن حیدری[۴]

چکیده

زمینه و هدف :این مطالعه به منظور شناسایی و کنترل خطرات موجود در سالن رنگ یک کارخانه ی خودروسازی انجام گرفت. در این موردپژوهی از روش ETBA برای شناسایی و ارزیابی خطرات استفاده شد.

روش بررسی: ابتدا انواع منابع انرژی موجود در هرسیستم شناسایی شد. سپس، با تحلیل انرژی و ارزیابی اثربخشی موانعی که در زمان انجام مطالعه برای پیشگیری از رها شدن ناخواسته ی انرژی در سیستم وجود داشت، ریسک ها ارزیابی شدند. پس از آن، راهکارهای پیشگیرانه برای کنترل ریسک های بالا ارایه شد ودر نهایت، ریسک ثانویه ی خطرات ارزیابی گردد.

یافته ها:این مطالعه نشان داد در سالن مذکور، دو دسته خطرات یا انرژی ها از نظر اجرای راهکارهای کنترل در اولویت قرار دارند: دسته ی اول، انرژی های شیمیایی هستند که ممکن است به پیامدهای فاجعه بار مانند حریق و سرطان منجر شوند و دسته ی دوم انرژی هایی که به طور مکرر موجب بروز حادثه در سالن می شوند و گزارش حوادث آنها در واحد ایمنی همان صنعت موجود است. ازآنجاکه این دو دسته خطرات به طور عمده در خطوط رنگ و روتوش متمرکز هستند، این خطوط برای کنترل خطرات در اولویت قرار دارند.

نتیجه گیری: این پژوهش پیشنهاد می کند یک نظام جامع بر پایه ی یکی از روش های شناسایی خطر برای مدیریت ریسک های انسانی، تجهیزاتی، تولید و محصول برقرار گردد و دوره های آموزشی برای پرسنل برگزار شود.

کلیدواژه ها: ETBA، ردیابی انرژی و تحلیل موانع، مدیریت ریسک، خطرات سالن های رنگ

مقدمه

حوادث ناشی از کار، سالانه ۱/۲۵ هزار میلیارد دلار به اقتصاد جهانی هزینه تحمیل می کند و موجب می شود سالانه دو میلیون نفر جان خود را از دست بدهند. بنا به گفته ی سازمان بین المللی کار، چنانچه دولت ها، کارفرمایان و کارگران به استانداردهای بین المللی ایمنی احترام بگذارند می توان خسارت ناشی از حوادث را متوقف کرد(۱۶). در صنعت مورد بررسی، تکنولوژی های قدیمی به کار گرفته شده اند و ناگزیر بخش عمده ای از فعالیت ها به صورت دستی انجام می شوند، از طرفی، نگهداری تجهیزات موجود نیز به درستی انجام نمی شود. بنابر این، این ریسک این صنعت از نظر خطرات شیمیایی، مکانیکی و فیزیکی بالا است. از بین چهار سالن فرایند تولید خودرو (پرس، بدنه، رنگ و مونتاژ)، سالن رنگ به دلیل تنوع منابع انرژی و غنی بودن از نظر منابع انرژی شیمیایی که پتانسیل ایجاد حوادث فاجعه بار را دارند، برای مطالعه انتخاب شد. هدف در پژوهش حاضر، شناسایی خطرات در سالن رنگ یک کارخانه ی خودروسازی و ارایه ی راهکار کنترل برای خطراتی است که ریسک بالا دارند. روش ETBA، یک فرایند

۱- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای
۲- دانشیاردانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران
۳- نویسنده پاسخگو، استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زنجان (fgdir@Yahoo.com)
۴- عضو هیات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

تجزیه و تحلیل نظام مند است که با بررسی انرژی های موجود در سیستم و موانع موجود برای کنترل آن، به شناسایی خطرات کمک می کند (۱۱). این روش، با ردیابی جریان انرژی درون سیستم ها یا اجزا و بین سطوح عواملی را که مسیر عادی جریان انرژی را تحت تاثیر قرار می دهند شناسایی می کند (۱۵).

روش بررسی

مطالعه ی حاضر، یک موردپژوهی توصیفی است که در یک کارخانه ی تولید خودرو انجام شده است. فرایند تولید خودرو به ترتیب در چهار سالن پرس، بدنه، رنگ و مونتاژ انجام می شود. از انجا که درسالن رنگ، منابع انرژی نسبت به بقیه ی سالن ها تنوع بیشتری داشته و به دلیل وجود منابع انرژی شیمیایی، پتانسیل بروز حوادث فاجعه بار نیز، وجود دارد، این سالن برای مطالعه انتخاب شد. در این سالن به ترتیب، عملیات پیش - چربی زدایی، الکترودپوزیشن، سیلر زنی درزها و کف، آستر، پوستاب و روتوش انجام می شوند. در پژوهش حاضر، شناسایی خطرات با روش ETBA انجام شد و ریسک های انسانی، تجهیزاتی، تولید و محصول مورد بررسی قرار گرفتند.

منابع جمع آوری اطلاعات عبارت بودند از:

ـ مشاهده ی تجهیزات در حال کار و شناسایی منابع انرژی به وسیله ی فهرست استاندارد بازبینی منابع انرژی (جدول ۱) و پیش بینی راه های رها شدن هر نوع انرژی به وسیله ی چک لیست کشف خطرات ETBA،

ـ کاتالوگ تجهیزات موجود در سالن، برای درک عملکرد تجهیزات و شناسایی منابع انرژی با استفاده از فهرست بازبینی منابع انرژی، .

ـ گزارش حوادث که به وسیله ی پرسنل واحد تعمیرات برق تنظیم می شود،

ـ گزارش های تنظیم شده به وسیله ی واحد تعمیرات مکانیک، برای درک موارد معیوب شدن موانع و حفاظ ها،

ـ مصاحبه با پرسنل تعمیرات برای درک عملکرد تجهیزات و مسیر جریان عادی انرژی درون سیستم،

ـ مصاحبه با کارگران سالن به عنوان مکمل برای جمع آوری اطلاعات تا احتمال چشم پوشی از منابع انرژی یا روش های رها شدن انرژی به حداقل برسد،

ـ گزارش های تنظیم شده به وسیله ی واحد ایمنی برای درک چگونگی رها شدن انرژی هایی که به بروز حوادث انسانی منجر می شود،

ـ تکمیل پرسشنامه به وسیله ی واحد تعمیرات برق و آزمایشگاه به منظور کامل کردن سناریوی حادثه پس از رها شدن انرژی،

ـ مصاحبه با کارگران سالن به عنوان مکمل اطلاعات جمع آوری شده.

کاربرگ های ویژه ی ETBA برای تجزیه و تحلیل داده های این موردپژوهی به کار رفت (جدول ۱۲). ردیف های ۱ تا ۶ این جدول با توجه به داده های جمع آوری شده تکمیل می شود. در صورتی که رها شدن انرژی یا سناریوی حادثه در شرایطی ویژه به وقوع بپیوندد، در ستون ۴، پس از علامت / در کنار سناریو بیان می شود. همچنین در ستون ۶، چگونگی بروز نقص احتمالی در مانع، با علامت / پس از نام مانع، بیان می شود. ستون ۷، ستون تحلیل ریسک است. این ستون، شامل زیر ستون های تخمین ریسک و ارزیابی ریسک است. تخمین سطح ریسک، با توجه به جدول احتمال تبدیل خطر به حادثه (جدول ۲) که بر اساس تکرار پذیری حوادث رخ داده در سالن رنگ تنظیم شده است وجدول پیامد حوادث مربوط به سازمان DOE (جدول ۳)، صورت گرفت. در مورد پیامدهای مربوط به محصول (بدنه ی ماشین)، استانداردی در دست نبود بنابر این با توجه به نوع تعمیراتی که پس از بروز حادثه روی بدنه انجام می شد جدول طبقات پیامد حوادث مربوط به محصول (جدول ۴) تنظیم شد. در ستون ارزیابی ریسک، تحلیل ریسک ها بر مبنای ماتریس ارزیابی ریسک DOE (جدول ۵) انجام شد. با توجه به اینکه ریسک در کدام منطقه از ماتریس ارزیابی ریسک قرارگرفته، با استفاده از جداول شماره ی ۶ و ۷ یک کد دو بخشی با نام کد مستقیم ارزیابی ریسک اختصاص داده شد. بخش اول، نشان دهنده ی نوع پیامد حادثه (S ایمنی، H پیامد بهداشتی، E تجهیزات، Pt محصول، Pn تولید) و بخش دوم، نشان دهنده ی ضرورت ارایه ی راهکار کنترل است. در مورد پیامدهای بهداشتی نیز براساس (جدول ۸)، ماتریس ارزیابی ریسک (جدول ۹) و کد مربوط به ضرورت ارایه ی راهکارهای کنترل (جدول ۱۰)، تحلیل ریسک انجام شد. در ستون شماره ی ۸، بر اساس یک روند نظام مند برای یافتن راهکار کنترل (جدول ۱۱)، با

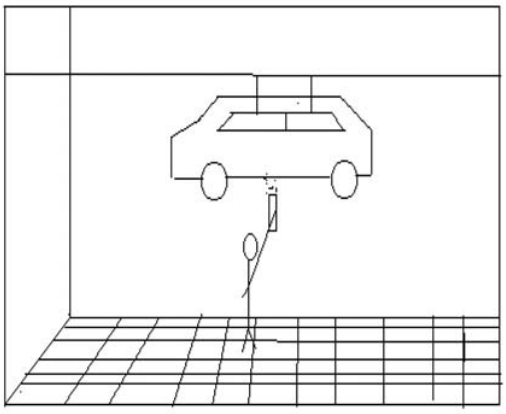
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

مطالعه، مشورت با کارگران سالن و پرسنل تعمیرات، راهکارهایی برای کاهش ریسک ارایه شد. در ستون۹، با فرض پیاده شدن هر راهکار و میزان اثربخشی احتمالی آن تحلیل ریسک ثانویه به همان شیوه ی تحلیل ریسک اولیه انجام شد.

یافته ها

نتایج، همان کاربرگ های تکمیل شده ی ETBA هستند. دراین مطالعه، به علت گسترده بودن فرایند، ۲۷ کاربرگ به دست آمد که هر یک از آنها چندین ردیف را در بر می گرفت. حجم زیاد مطالب در این کاربرگها، ونیز مفصل بودن انرژی های هر موضع، موجب شد تنها به توصیف سه ردیف از منابع انرژی در یک کاربرگ بسنده شود. برای این منظور فرایند مربوط به پاشش پلاستی سول عایق کف انتخاب شد. پلاستی سول، یک ماده ی عایق است و برای جلوگیری از خوردگی، به سطح زیرین بدنه پاشیده می شود. این فرایند، بخشی از فرایند سیلرزنی بوده و درون یک کابین سقف دار انجام می شود (شکل ۱). بدنه ی ماشین به وسیله ی کانویر هوایی از یک ضلع کابین وارد شده و از ضلع مقابل خارج می شود. در حالی که بدنه به آرامی طول کابین را طی می کند کارگر در زیر آن می ایستند و سیال پلاستی سول را به وسیله ی گان به سطح زیرین بدنه می پاشد. گان ها وسایلی شبیه به تفنگ هستند. کارگر، دسته ی گان را به دست گرفته و اهرم آن را فشار می دهد دراین حال، مسیر جریان هوای فشرده باز شده و سیال رابا فشار به بیرون اسپری می کند.

شکل ۱- کابین پاشش پلاستی سول



در اینجا سه ردیف از کاربرگ مربوط به پاشش پلاستی سول عایق کف (جدول ۱۲) ارایه می شود:

ردیف ۱ (ستون اول کاربرگ، معرف شماره ی ردیف است).

ـ ستون دوم: کف کابین با شبکه های فلزی متحرک مفروش شده است. در زیر این شبکه ها تا عمق ۱/۵ متر، فضای خالی وجود دارد. این فضا مربوط به سیستم تهویه است. در این جا کارگران کابین، منبع انرژی پتانسیل هستند. زیرا، نسبت به عمق کابین در ارتفاع قرار دارند (کد ۱-۱ از جدول ۱).

ـ ستون سوم: خطر این منبع انرژی سقوط افراد به عمق کابین است.

ـ ستون چهارم: اهداف آسیب پذیر در این حادثه، خود کارکنان کابین هستند.

ـ ستون پنجم: مانع موجود، سطح مشبک کف کابین است. معیوب شدن این مانع به این صورت است: اگر شبکه ها به درستی در کنار هم جفت نشده باشند، لبه ی آنها روی هم قرار می گیرد. در این حالت وقتی پای فرد روی لبه ی بیرون زده ی شبکه ها قرار گیرد شبکه از جای خود، خارج شده و فرد به درون حفره ی ایجاد شده سقوط می کند.

ـ ستون ششم: این خطر، علاوه بر کابین پاشش پلاستی سول، در کابین های آستر و رنگ رویه نیز وجود دارد، بنابراین احتمال بروز حادثه در اثر این منبع انرژی درکل سالن افزایش می یابد. سطح ریسک این حادثه AIII و کد ارزیابی ریسک S2 تخمین زده می شود.

ـ ستون هفتم: راهکارهای پیشنهادی عبارتند از:

برای پیشگیری از رها شدن این انرژی، لازم است طراحی شبکه های کف کابین به گونه ای تغییر یابد که شبکه ها به سرعت و بدون صرف وقت به طور صحیح و ایمن، در جای خود نصب شوند. با فرض اجرا شدن این راهکار، سطح ریسک DIII و کد ارزیابی آن S0 تخمین زده می شود.

تهیه ی دستورالعمل های ایمن برای شستشو و نصب

این راهکار، احتمال بروز حادثه را کاهش می دهد، اما نمی تواند سطح ریسک را تغییر دهد. زیرا، به صورت دستورالعمل ارایه می شود و ممکن است افراد از رعایت آن غفلت ورزند. به منظور اطمینان

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

بیشتر و بالا بردن ایمنی راهکار اول، تاکید می‌گردد.

ردیف ۲.

ــ شلنگ متصل به گان پاشش قیر، روی شبکه های کف کابین گسترده شده است. افراد نسبت به این شلنگ، منبع انرژی پتانسیل (کد ۱-۶ از جدول ۱) هستند.

ــ خطر موجود، این است که ممکن است پای فرد، هنگام کارکردن به شلنگ گیر کند یا اینکه پا روی شلنگ لغزیده، در نتیجه فرد تعادل خود را از دست داده و بیفتد. در این حالت، شلنگ برامده می‌تواند، انرژی پتانسیل وزن فرد را تحریک کرده و به صورت افتادن فرد، باعث رها شدن انرژی شود.

ــ اهداف این حادثه، تنها کارگران کابین هستند زیرا به غیر از آنها کسی در کابین کار نمی‌کند.

ــ سطح ریسک این حادثه AIV و کد ارزیابی ریسک، S1 تخمین زده می‌شود.

ــ راهکارهای پیشنهادی عبارتند از:

تغییر دادن طراحی جمع‌کننده ی شلنگ، به گونه‌ای که شلنگ از بالا تأمین شده و روی کف کابین گسترده نشود. در ضمن بهتر است شاسی جمع‌کننده روی دسته ی خودگان تعبیه شود.

آموزش به کارگران برای جمع کردن شلنگ ها پس از

جدول ۱- فهرست بازبینی منابع انرژی (۸، ۱۱، ۱۵)

۱- انرژی پتانسیل
۱-۱ فرد در ارتفاع
۱-۲ شیی در ارتفاع
۱-۳ ساختار فروریزنده
۱-۴ حمل کردن/بلند کردن
۱-۵ اشیای معلق
۱-۶ برخورد پا به مانع و افتادن

۲- انرژی جنبشی
۲-۱ بخشهای متحرک ماشین، تسمه نقاله
۲-۲ اشیای پرتابی، اسپری و ..
۲-۳ مواد حمل شده
۲-۴ وسایل نقلیه، تجهیزات متحرک
۲-۵ برش ها، پرس ها
۲-۶ فنرها، اجزای تحت فشار

۳-حرکت چرخشی
۳-۱ ماشین های چرخان(دنده ها، چرخ ها)
۳-۲ انتقال نیرو
۳-۳ غلتک / سیلندر
۳-۴ تیغه های فن متحرک/ ملخ هواپیما

٤- فشار ذخیره شده
۴-۱ گاز تحت فشار
۴-۲ بخار(دیگ بخار)
۴-۳ مایعات تحت فشار
۴-۴ اختلاف فشار
۴-۵ فنر فشرده شده
۴-۶ ماده ی تحت فشار
۴-۷ شکستگی/ انفجار در اثر فشار بیش از حد
۴-۸ افزایش خلاء
۴-۹ نشت کردن/ رانش مایعات
۴-۱۰ مایعات انبساط پذیر/ جت سیال
۴-۱۱ حرکت هوای تهویه
۴-۱۲ زمین لرزه

۵- الکتریسیته
۵-۱ ولتاژ
۵-۲ کندانسور
۵-۳ باتری
۵-۴ جریان
۵-۵ میدان مغناطیسی
۵-۶ جریان متناوب/ مستقیم
۵ -۷ انرژی الکتریکی ذخیره شده/ تخلیه شده
۵-۸ نشر الکترومغناطیس/ پالس های آر. اف.
۵-۹ ولتاژ/ جریان القایی
۵-۱۰ الکتریسیته ی ساکن

٦- گرما و سرما
۶-۱ اشیای گرم و سرد
۶-۲ مواد مایع/ مذاب
۶-۳ بخار/ گاز
۶-۴ واکنش شیمیایی
۶-۵ گاز متراکم شده(خاصیت خنک کنندگی)
۶-۶ تابش/ مواد مذاب/ مواد سوزان
۶-۱۰ تناوب دمایی
۶-۱۱ سرمازایی

۷- حریق و انفجار
۷-۱ مواد اشتعال پذیر
۷-۲ مواد انفجاری
گاز/ بخار
گردو غبار
۷-۳ واکنش شیمیایی
۷-۴ ناخالصی ها
۷-۵ فشار

۸- اثرات شیمیایی حاد یا مزمن
۸-۱ سمی
۸-۲ خورنده
۸-۳ خفقان آور
۸-۴ مسری
۸-۵ حل کننده/ حلال/ روان کننده
۸-۶ تجزیه پذیر
۸-۷ مواد یا بقایای رسوب کرده
۸-۸ قابل انفجار
۸-۹ اکسید کننده/ قابل اشتعال/ آتش گیرنده
۸-۱۰ قابل پلیمر شدن
۸-۱۱ سمی/ سرطان زا/ ناقص الخلقه زا
۸-۱۲ مواد زاید و آلوده کننده های هوا، خاک و آب
۸-۱۳ واکنش پذیری با آب

۹- تابش
۹-۱ آکوستیک
۹-۲ الکترومغناطیس
۹-۳ نور
۹-۴ یونیزان
۹-۵ غیر یونیزان/ لیزرها

۱۰- صدا وارتعاش
۱۰-۱ صدا
۱۰-۲ ارتعاش

۱۱- رطوبت

۱۲- عوامل اتیولوژیک
۱۲-۱ ویروسی
۱۲-۲ باکتریایی
۱۲-۳ قارچی
۱۲-۴ انگلی
۱۲-۵ سموم بیولوژیک

۱۳- موجودات زنده
۱۳-۱ کنش یا برهم کنش با افراد

۱٤- اتمسفری
۱۴-۱ رعد و برق
۱۴-۲ ذرات/ گرد و غبار/ آئروسل/ پودر
۱۴-۳ هوا(گرم، سرد، ....)

۱۵- متفرقه
۱۵-۱ حرکت افراد
۱۵-۲ بار استاتیک وارد به فرد
۱۵-۳ لبه ی تیز
۱۵-۴ نقطه ی خطر
۱۵-۵ فضای محصور شده
۱۵-۶ لغزیدن

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

جدول ۲- احتمال تبدیل خطر به حادثه

احتمال وقوع	سطح خطر	توصیف به خطر
مکرر	A	دست کم یک بار در سال حادثه ایجاد کند.
محتمل	B	دست کم یک بار در ۵ سال حادثه ایجاد کند.
گاه گاه	C	دست کم یک بار در ۱۰ سال حادثه ایجاد کند.
نامحتمل	D	دست کم یک بار در بیش از ۱۰ سال حادثه ایجاد کند.

هر بار استفاده (پس از اتمام کار هر بدنه).

ـ سطح ریسک ثانویه.

راهکار اول می‌تواند، احتمال بروز حادثه را به سطح D کاهش می‌دهد. بنابراین با فرض پیاده شدن این راهکار سطح ریسک، DIV و کد ارزیابی ریسک S0 تخمین زده می‌شود.

راهکار دوم یک راهکار مدیریتی است. این راهکار، احتمال بروز حادثه را تا حدی کاهش می‌دهد ولی نمی‌تواند راه حل اساسی برای این مشکل باشد. اما از آنجا که ریسک حادثه، قابل قبول بوده است، این راهکار را نیز می‌توان به عنوان مکمل توصیه کرد.

ردیف ۳.

با توجه به MSDS پلاستی سول، این ماده سمی (کد ۸-۱ از جدول ۱) است.

ـ خطرات این منبع انرژی عبارتند از:

الف ـ مواجهه ی تنفسی با آئروسل ها:

ـ هدف آسیب‌پذیر، کارکنان کابین هستند. استنشاق مداوم آئروسل های پلاستی سول به سرگیجه و سردرد منجر می‌شود.

موانع موجود عبارتند از:

سیستم تهویه ی کابین. این سیستم از پراکنده شدن بخارات و آئروسل ها در فضای کابین، جلوگیری می‌کند. این مانع کارآیی لازم را ندارد، زیرا جریان هوای تهویه از بالا به سمت پایین است و کارگر در زیر بدنه ایستاده و مشغول به کار است. بنابراین کلیه ی آئروسل ها به سمت منطقه ی تنفسی کارگر جریان می‌یابد. نزدیک بودن منطقه ی تنفسی فرد به نازل گان نیز، عاملی است که سبب مواجه ی بیش از حد فرد با سیال اسپری شده می‌شود.

ماسک فیلتردار.

ـ با توجه به عوارض خفیف ناشی از استنشاق این ماده، ماده ی پلاستی سول از لحاظ خطرناک بودن در طبقه ی III قرار می‌گیرد. از لحاظ برهم کنش افراد با این منبع انرژی نیز از طبقه ی A است. بنابراین ریسک مخاطرات بهداشتی ناشی از استنشاق این ماده، در حد متوسط بوده و کد ارزیابی ریسک H1 تخمین زده می‌شود. کد H1 به این معنی است که کنترل ریسک

جدول ۳- پیامد حوادث و تاثیر آن بر افراد، تولید و تجهیزات (۱۴)

سطح خطر	DOE/AL 5481.18	توصیف پیامدها		
		پیامدهای انسانی	پیامدهای مربوط به تولید (مدت توقف)	پیامدهای مربوط به تجهیزات و سازه
I	فاجعه‌بار	ـ بیش از یک مرگ ـ ایجاد جراحات شدید و نیاز به بستری شدن	بیش از یک سال	خرابی کامل یا تقریباً کامل ساختمان‌ها
II	بحرانی	ـ یک مرگ ـ ناتوانی دایم، قطع عضو ـ فلج شدن یا بستری دایم ـ ایجاد جراحات خفیف یا بستری شدن کوتاه مدت	بیش از سه ماه تا یک سال	آسیب‌هایی که موجب تعمیر اساسی سازه‌ها شود, مانند طراحی برای بازسازی و آزمون‌های سازه.
III	حاشیه‌ای	ـ جراحات علاج‌پذیر که نیاز به جراحی دارند. ـ بستری شدن یا درمان سرپایی ـ نیاز به بازتوانی در حدمتوسط یا کم ـ جراحتی که منجر به از دست رفتن روز کار در حد دو روز یا بیشتر شود. ـ بدون ایجاد جراحت و بدون نیاز به بستری شدن	یک هفته تا سه ماه	آسیب‌هایی که نیاز به تعمیرات سبک سازه یا تجهیزات دارند.
IV	جزیی	ـ بدون جراحت و یا جراحات خفیف که نیاز به مراقبت پزشکی ندارند یا مراقبت پزشکی اندکی لازم دارند.	کمتر از یک هفته	آسیب‌هایی که تنها جایگزینی تجهیزات را ایجاب می‌کنند ولی آسیبی به سازه‌ها و یا ساختمان‌ها نمی‌زنند

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

جدول ۴ - طبقات پیامد حوادث مربوط به محصول (بدنه های ماشین)

سطح خطر		توصیف پیامدها
I	فاجعه بار	آسیب‌هایی که ذوب کردن بدنه‌ها را ایجاب کنند.
II	بحرانی	آسیب‌هایی که تعویض قطعات بدنه را ایجاب‌کنند.
III	حاشیه‌ای	آسیب‌هایی که صافکاری یا روتوش موضعی بدنه را ایجاب‌کنند.
IV	جزیی	آسیب‌هایی که پوستاب زدن بدنه را ایجاب کنند.

این خطر در اولویت سوم قرار دارد.

ـ راهکارهایی که برای کاهش ریسک این خطر توصیه می‌شود عبارتند از:

استفاده از گان های HVLP . این گان ها اسپری مازاد کمتری ایجاد می‌کنند.

در این ایستگاه، استفاده از این راهکار به تنهایی نمی‌تواند سطح ریسک را به حد مطلوب کاهش دهد. زیرا، فرد در زیر بدنه می‌ایستد و نازل پاشش سیال، بسیار نزدیک به منطقه ی تنفسی او است. بنابراین، این راهکار در صورتی مؤثر است که همراه با راهکارهای مناسب دیگر اجرا شود.

برای جداسازی فرد از این منبع انرژی، می‌توان تبدیل فرایند پاشش به سیستم پاشش اتوماتیک را توصیه کرد. این راهکارمی‌تواند، سطح ریسک را به CIII و کد ارزیابی ریسک را به H0 کاهش داده، به علاوه مشکل بار استاتیک وارد شده به فرد را هنگام انجام عملیات برطرف کند.

استفاده ازگان های پاشش با نازل های بلند و طول قابل تنظیم. انتهای این نازل ها زاویه‌دار است. استفاده از این سیستم ها علاوه بر جداسازی نسبی فرد از سیال اسپری شده(منبع انرژی)، بار استاتیک وارد به فرد را نیز، هنگام کارکاهش می‌دهد. با فرض اجرا شدن این راهکار سطح ریسک CIII و کد ارزیابی ریسک H0 تخمین زده می‌شود.

سرعت جریان هوای تهویه ی کابین، باید اندازه‌گیری‌شود. چنانچه سرعت از میزان تعیین‌شده در استانداردها کمتر است لازم است توان فن های دمنده و مکنده جبران‌شود. این راهکار در هر شرایطی لازم است اجرا شود.

اجرای هم‌زمان راهکارهای ۱ و ۳ می‌تواند سطح ریسک را به گونه‌ای مؤثر کاهش دهد.

ب ـ تماس پوست با پلاستی سول. بر اساس MSDS این ماده، پیامد مواجهه ی پوستی با ان، ایجاد آلرژی است.

ـ عاملی که مانع از بروز این مشکل بهداشتی می‌شود، دستکش و لباس یکسره ی کامل است که توسط کارگران مورداستفاده قرار می‌گیرد. به این ترتیب مواجهه ی پوستی با این ماده تقریباً به صفر می‌رسد.

ـ ریسک این خطر CIII و کد ارزیابی آن H0 تخمین زده می‌شود..

پ ـ مواجهه ی چشم با پلاستی سول. بر اساس MSDS، این ماده سبب التهاب، قرمزی و سوزش چشم می‌شود.

جدول ۵ - ماتریس ارزیابی ریسک بر اساس معیارهای DOL(۱۴)

شدت پیامدها / احتمال بروز	I	II	III	IV
A	"غیرقابل قبول" اقدامات مدیریت ریسک الزامی است	"غیرقابل قبول" اقدامات مدیریت ریسک الزامی است.	اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود.	"قابل قبول" اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود.
B	"غیرقابل قبول" اقدامات مدیریت ریسک الزامی است.	اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود.	"قابل قبول" اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود	قابل قبول
C	اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود	"قابل قبول" اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود	قابل قبول	قابل قبول
D	قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

جدول ۶- رده‌بندی انواع پیامدهای ناشی از حادثه

کد		توصیف
S	ایمنی	خطر حادثه برای افراد
H	بهداشت	مشکل بهداشتی برای افراد
E	تجهیزات	خرابی تجهیزات
P_n	تولید	توقف تولید
P_t	محصول	خرابی و آسیب محصول

مانعی برای پیشگیری از مواجهه ی چشمی وجود ندارد.

ـ این ماده از نظر داشتن پتانسیل ایجاد صدمه به چشم درگروه سوم و از نظر احتمال بروز مخاطره ی بهداشتی با توجه به نزدیک بودن چشم فرد، به نازل اسپری در گروه B قرار می‌گیرد. بنابراین سطح ریسک BIII و کد ارزیابی ریسک H1 است. کنترل این خطر در اولویت سوم قرار دارد.

ـ راهکارهای پیشنهادی عبارتند از: کلیه ی راهکارهای پیشنهاد شده در مورد مواجه ی تنفسی (بند الف) و استفاده از عینک مخصوص.

سطوح ریسک ثانویه و کدهای ارزیابی ریسک ثانویه مربوط به هر راهکار در این مورد نیز مشابه با خطر مربوط به بند الف است.

ت ـ مواجهه با منبع انرژی از طریق سیستم گوارشی.

ـ پیامد مواجهه از این طریق، بر اساس MSDS، ایجاد تهوع و دل‌پیچه است.

ـ از آنجا که صبحانه و چای، درون سالن ودرکنار ایستگاه های کار صرف می شود احتمال ورود این ماده به سیستم گوارش فرد زیاد است. اما تعداد افراد مواجه با این عامل کم است (B) و پیامد آن خفیف است III. بنابراین سطح ریسک BIII و کد ارزیابی ریسک H1 تخمین زده می‌شود.

ـ بهترین توصیه این است که جایگاه های استراحت و صرف صبحانه و چای به بیرون از سالن منتقل شود و در کنار آن، دستشویی برای شستن دست و صورت نصب شود. لازم است به کارگران آموزش داده شود پیش از غذا خوردن، نوشیدن یا سیگار کشیدن و در پایان شیفت کار وسایل حفاظت فردی را بیرون آورده و دست ها و صورت را با آب شستشو دهند.

جدول ۷- معیار مستقیم مقبولیت ریسک براساس ماتریس ارزیابی ریسک سازمان انرژی (DOE)

کد	توصیف	سطوح ریسک
3	غیرقابل قبول. انجام اقدامات مدیریت ریسک ضروری است	BI, AII, AI
2	انجام اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود	CI, BII, AIII
1	قابل قبول. انجام اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود	CII, BIII, AIV
0	قابل قبول	DIV,DIII, DII, DI, CIV,CIII,BIV

جدول ۸-طبقه‌بندی شدت پیامد حاصل از منابع انرژی شیمیایی(۱۲)

طبقه‌ی**I**: خطرات جدی	مواد شیمیایی ایجاد کننده‌ی سرطان
	حساس کننده‌های سیستم تنفسی یا پوست
	موتاژن‌ها
	موادی که پس از مواجهه‌ی مکرر و طولانی، اثرات نامطلوب و شدید ایجاد کنند.
	فلزات خطرناک
	موادی که تنها با یک مواجهه بتوانند سبب مرگ حاد یا اثرات برگشت‌ناپذیر غیرکشنده شوند.
	موادی که اثرات تحریکی حاد ایجاد کنند.
	مواد خورنده
	رنگ‌های دوجزئی مانند رنگ پلی‌اورتان و سخت کننده‌های آن
طبقه‌ی II: خطرات متوسط	کلیه‌ی موادی که حاوی حلال‌های آلی هستند
طبقه‌ی III: خطرات جزئی	هر ماده‌ای که در گروه I, II قرار نگیرد مربوط به این گروه است

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

جدول ۹- ماتریس ارزیابی ریسک مربوط به پیامدهای بهداشتی ناشی از انرژی‌های شیمیایی(۱۲)

احتمال بروز آسیب / شدت آسیب	میزان مواجهه در حدی است که احتمال بروز آسیب خیلی زیاد است. A	میزان مواجهه در حدی است که احتمال بروز آسیب در حد متوسط است. B	میزان مواجهه در حدی است که بروز آسیب، نامحتمل است. C
مواجهه با خطر زیاد I	ریسک زیاد	ریسک زیاد	ریسک متوسط تا زیاد
مواجهه با خطر متوسط II	ریسک زیاد	ریسک متوسط تا زیاد	ریسک متوسط
مواجهه با خطر کم III	ریسک متوسط	ریسک کم تا متوسط	ریسک کم

جدول ۱۰- مقبولیت ریسک مربوط به ماتریس ارزیابی ریسک پیامدهای بهداشتی (جدول ۲)

کد	توصیف	سطوح ریسک مربوطه
3	زیاد	BI, AII, AI
2	متوسط تا زیاد	CI , BII
1	متوسط و کم تا متوسط	BIII, CII, AIII
0	کم	CIII

ردیف ۴.

ـ از آنجا که بدنه ی ماشین، از کانویر آویزان است و از بالای سر افرادی که عملیات پاشش پلاستی سول را انجام می‌دهند عبور می‌کند، فرد، مجبور است در ارتفاع بالای سر خود کار کند. در این حالت بار استاتیک به عضلات گردن و شانه و بازوهای فرد وارد می‌شود. این مورد از موارد متفرقه (کد ۱۵-۲ از جدول ۱) است

ـ موانع موجود عبارتند از:

تقسیم کار کابین بین کارگران خط PVC.

تقسیم کار کابین بین دو نفر در هر شیفت.

ـ سطح ریسک این حادثه BII و کد ارزیابی ریسک، متوسط تا زیاد (H2) است. بنابراین این خطر در اولویت دوم برای ارایه ی راهکارهای کنترل قرار می‌گیرد.

ـ راهکارهای پیشنهادی عبارتند از:

خودکار شدن فرایند پاشش ماده. این راهکار، سطح ریسک را به CIII و کد ارزیابی ریسک را به H0 کاهش می‌دهد.

استفاده از گانی که «نازل های بلند با طول قابل تنظیم» دارد. این راهکار، سطح ریسک را به BIII و کد ارزیابی ریسک را به H1 کاهش می‌دهد.

به طور کلی، بخش عمده ی ریسک هایی که لازم است کنترل شوند، مربوط به دو گروه از منابع انرژی هستند: گروه اول، انرژی هایی که به طور مکرر در سالن حادثه ایجاد کرده و گزارش آنها در واحد تعمیرات و واحد ایمنی موجود است. گروه دوم، انرژی های شیمیایی هستند که ممکن است به حوادث فاجعه بار منجر شوند.

جدول ۱۱- روند نظام‌مند برای یافتن راهکارهای ایمنی در روش آنالیز انرژی (۸)

اقدام ایمنی
* انرژی
۱ - حذف کردن انرژی
۲ - کم کردن بزرگی انرژی
۳ - به کار گرفتن راهکار ایمن تر
۴ - پیشگیری از افزایش بیش از حد مجاز انرژی
۵ - پیشگیری از رها شدن انرژی
۶ - کاهش تدریجی شده‌ی انرژی
* جداسازی
۷ - جداسازی هدف آسیب‌پذیر از جریان انرژی
الف- جداسازی مکانی
ب- جداسازی زمانی
ج -قرار دادن حفاظ ایمنی روی منبع انرژی
* حفاظت از هدف آسیب‌پذیر در برابر جریان انرژی
تجهیزات حفاظت فردی
محدود کردن عواقب حادثه، پس از بروز آن

جدول ۱۲- کاربرگ تکمیل شده ی ETBA برای سه منبع انرژی در سالن رنگ در یک صنعت تولید خودرو

شماره ی جدول- ۵- ب				خط : سیلر			ایستگاه: کابین پاشش پلاستی سول (عایق کف بدنه)		
ردیف	نوع انرژی	خطر/ توضیحات	هدف	تحلیل ریسک اولیه		موانع موجود/ چگونگی بروز نقص در مانع	کنترل‌های پیشنهادی	تحلیل ریسک ثانویه	
	کد انرژی			سطح ریسک	کد ارزیابی			سطح ریسک	کد ارزیابی
۱	۱-۱ فرد نسبت به عمق کابین در ارتفاع قرار دارد	سقوط	کارکنان درون کابین	AIII	S2	شبکه‌های فلزی کف کابین/ به علت قرار نگرفتن صحیح شبکه ها سرجای خود دچار نقص می‌شود	۱- طراحی شبکه‌های کف کابین به گونه‌ای تغییر یابد که شبکه‌ها به سرعت و بدون صرف وقت به طور صحیح و ایمن در محل خود نصب شوند. ۲- مراقبت در پیشگیری از وارد شدن ضربه به شبکه‌ها هنگام شستشو و مراقبت در نصب صحیح شبکه‌ها پس از شستشو	DIII	SO
۲	۱-۶ فرد نسبت به شلنگ گسترده شده در کف کابین منبع انرژی است	گیر کردن پا به شلنگ یا لغزیدن پا روی ان	کارکنان درون کابین	AIV	S1	سیستم جمع کننده‌ی شلنگ	۱- تغییر طراحی جمع کننده‌ی شلنگ به گونه‌ای که شلنگ روی زمین گسترده نشود. ترجیحاً شلنگ از بالا تامین شود.	DIV	SO
۳	۸-۱۱ پلاستی سول ماده‌ای سمی است	الف- استنشاق بخارات آئروسل ب- مواجهه‌ی پوستی پ- مواجهه‌ی چشمی ت- مواجهه از طریق سیستم گوارشی	کارکنان کابین کارکنان کابین کارکنان کابین کارکنان کابین	BIII CIII BIII BIII	H1 HO H1 H1	۱- سیستم تهویه‌ی کابین ۲- استفاده از ماسکهای فیلتردار پوشیدن لباس کامل و یکسر – –	۱- استفاده از گان‌هایHVLP پاشش ۲- اتوماتیک شدن فرآیند پاشش پلاستی سول ۳- استفاده از سیستم‌های پاشش با نازل‌های بلند با طول قابل تنظیم ۴- بررسی سرعت جریان هوای تهویه‌ی کابین و در صورت لزوم توان فن‌های دمنده و مکنده‌ی کابین ۱- کلیه‌ی راهکارهای ارایه شده در بند الف از ردیف۶ - انتقال جایگاه مخصوص صرف صبحانه و چای به بیرون از سالن و نصب دستشویی در مجاورت آن ۲- آموزش به کارگران در مورد بیرون آوردن وسایل حفاظت فردی پیش از غذا خوردن، نوشیدن، سیگار کشیدن و ترک کارخانه و سپس شستن دست و صورت	BIII CIII CIII	H1 HO HO

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 12:23 IRST on Thursday January 12th 2017

نتیجه گیری

۱-بهتر است، فرم هایی برای گزارش حوادث تنظیم شود که نوع خطر، نحوه ی دقیق بروز حادثه، اهداف آسیب دیده در اثر حادثه، شدت جراحات و آسیب وارد به هر یک از اهداف، نوع سیستم، محل دقیق بروز حادثه در آن مشخص باشد و پرسنل در مورد نحوه ی پر کردن این فرم ها به اندازه ی کافی آموزش ببینند. در حال حاضر گزارش حوادث، علاوه بر واحد ایمنی، به وسیله ی واحد های مختلف تنظیم می شود و افراد، در مورد نحوه ی ثبت حوادث آموزش لازم را ندیده اند. لازم به بیان است تخمین و تحلیل ریسک ها باید به وسیله ی واحد ایمنی انجام شود.

۲-بالا بودن سرعت خط تولید، یکی از عوامل مؤثر در بسیاری از حوادثی است که در سالن رخ می دهد و با پیامدهای انسانی، خرابی تجهیزات و محصولات، همچنین توقف تولید، خسارات زیادی را به صنعت تحمیل می کند. بنابر این لازم است سیاست های مربوطه بازنگری شوند.

۳-در مواردی که کنترل ریسک ها منوط به تغییر در طراحی سیستم یا ابزارهای موجود است، خطرات بر اساس اولویت به عنوان طرح کایزن، مطرح شده و از میان طرح های ارایه شده بهترین طرح برای اجرا انتخاب شود.

۴-لازم است یک نظام جامع بر پایه ی یکی از روش های شناسایی خطر برای مدیریت ریسک های انسانی، تجهیزات، تولید و محصول برقرار گردد و دوره های آموزشی برای پرسنل برگزار شود.

تقدیر و تشکر

با تشکر از زحمات بی دریغ جناب آقای لودویگ بنر (از هیئت ملی ایمنی ترابری در امریکا - NTSB) که صمیمانه ما را در اجرای این پژوهش یاری فرموده اند. همچنین با تشکر فراوان از پرسنل محترم شرکت سایپا.

منابع

۱ــ **رابرت، ک. ی**"تحقیق موردی". تهران: دفتر پژوهش های فرهنگی، چاپ دوم، ۱۳۸۱.

۲ــ **لارنس، الف. ب.** "پیشگیری از حوادث". ترجمه ی جغتایی، م. و نیک آیین، ب. تهران: دانشگاه علوم بهزیستی و توان بخشی، ۱۳۷۷. (فصل ۶)

۳ــ **کراس، ج. و لاهیجانیان، هـ**. "مدیریت ریسک". مجله ی پیام ایمنی، شماره ی ۲، سال اول، ۱۳۸۲.

۴ــ **محمدفام، الف**. "مهندسی ایمنی". همدان: فن آوران، ۱۳۸۰. (صفحه ی ۳ تا ۶)

5. **Marshall, V.& Ruhenman, S**. . Fundam - entals of Process Safety. London: Institution of chemical Engineers .2002. (IchemE) (pp. 6-129, 160-202)

6. **Lehto, M.A & Salvendy, G.A.,** Models of Accident Causation And Their Application: Review And Reappraisal. Journal of Engineering and Technology Management, Vol 8, pp: 173-205 .

7. **Kjelen, U.R.** . "Prevention of Accidents through Experience Feedback". London: Taylor and Francis . 2000.(pp. 265-279)

8. **Lars, H.R**. . "Safety Analysis: Principles and Practice in Occupational Safety". London: Taylor and Francis.2001

9. **Trost, W. A. & Nertney, R. j**. . Barrier Analysis- Energy. 1995. www.eh.doe.gov /analysis/ trac/29/ energy .html.2002-2-3

10. **Trost, W.A. & Nertney, R.J**. . Barrier Analysis.1995.www.eh.doe.gov/analysis/trac / 29 / trac 29.pdf

11. Energy Trace and Barrier Analysis sbms-authqa . bnl. gov/standard/2m 11 eo11.doc .2002-2-3

12. National Guidance Material For spray Painting-Executive summary.www.nohsc .gov. au/ohslegal obligations/National stand - ard /spray painting. 2004 - 1-10.

13. Principles of Risk Management. otes.pdf 2004-8-2

14. **Mahn, J.A**. . Qualitative Methods for Assessing Risk,1995.www.osti.gov/bridge /product.biblio.jsp.osti_id=54270 ,2004 - 8-2

15. **Benner, L.** . "Tsk Guidance For Docum - enting "Energy Trace And Barrier Analysis" .2003, www.star linesw.com/ product / Y2K guides/ Y2K Guide 05.html. 2004-8-2

16. Work Hazards Kill Millions, cost billions. The on line Magazine of ILO.www. Fessril-anka. Org/ fes / links / pdf/ iwhk. pdf.2004-8-2.