مقاله اصلی
Original Article

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها
e-ISSN: ۲۳۸۳-۱۹۰۱ p-ISSN: ۲۳۴۵-۲۴۵۵
دوره۳. شماره ۱. بهار ۱۳۹۴، صفحات ۲۵ تا ۳۴

مدل ارزیابی عملکرد ایمنی بر اساس عوامل سازمانی مؤثر بر ایمنی صنایع با استفاده از سیستم استنتاج فازی

علیرضا خاکپور [۱*]، عادله سمیعی زفرقندی [۲]

۱. دانشجوی دکترای گروه مدیریت تحقیق در عملیات، دانشگاه فردوسی مشهد، پردیس بین الملل، مشهد، ایران
۲. کارشناسی ارشد گروه مدیریت بازرگانی واحد یزد ، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

چکیده:

سابقه و هدف: با گسترش توجه به عوامل سازمانی در ایمنی کار، در سال های اخیر تحقیقات بسیاری در رابطه با بررسی رابطه بین عوامل سازمانی و عملکرد ایمنی در صنایع مختلف انجام‌شده است ولی تابه‌حال مدلی که بتواند به‌صورت نظام‌مند بر اساس عوامل سازمانی، عملکرد ایمنی را ارزیابی نماید، وجود نداشته است. بر همین اساس نیز هدف این تحقیق ارائه مدلی به‌منظور ارزیابی عملکرد ایمنی بر اساس سیستم استنتاج فازی می باشد.

روش بررسی: این مطالعه با توجه به هدف تحقیق کاربردی و بر اساس روش انجام کار توصیفی مدل‌سازی می باشد. عوامل سازمانی مؤثر بر عملکرد ایمنی صنایع استخراج‌شد. سپس به‌منظور ارزیابی عملکرد ایمنی بر اساس عوامل سازمانی، سیستم استنتاجی تدوین‌شد. پس از تدوین مدل در شرکت قطعه ساز خودرو استان آذربایجان شرقی پیاده سازی شد.

یافته ها: یافته های تحقیق نشان داد که مدل تدوین‌شده قابلیت ارزیابی عملکرد ایمنی در صنایع را داشته و بر اساس آن می توان نمره ای که نشان‌دهنده عملکرد ایمنی صنایع باشد را محاسبه نمود. کاربرد مدل در یک شرکت به‌عنوان محل آزمایش مدل نشان می دهد که نمره عملکرد ایمنی برابر ۰/۶۰۷ محاسبه‌شد. این مقدار با درجه عضویت ۰/۵۲۸ تا حد مطلوب و با درجه عضویت ۰/۴۷۲ مطلوب می باشد.

نتیجه گیری: سیستم ارائه‌شده در این مقاله، ابزاری جهت نمره دهی به شمار می رود و هنگامی مورداستفاده قرار می گیرد که بخواهیم از میزان توجه شرکت ها و سازمان های مختلف به عملکرد ایمنی آگاه شویم. با توجه به این که اندازه متغیرهای تعیین‌کننده نمره عملکرد ایمنی با متغیرهای کلامی بیان می گردند و از طرف دیگر این متغیرها تعاملات درونی باهم دارند به‌طوری‌که گاهی اوقات در کنار همدیگر اثر متفاوتی بر نمره عملکرد ایمنی صنایع دارند، بنابراین سیستم استنتاج فازی ابزار مناسبی برای نمره دهی خواهد بود.

واژگان کلیدی: *عملکرد ایمنی، عوامل سازمانی، سیستم استنتاج فازی*

مقدمه

در طول سالیان گذشته فرایند شناسایی علل ریشه ای حوادث و نقص سیستم ها مراحل مختلفی را پشت سر گذاشته است؛ که به ترتیب تحت عنوان مرحله تکنیکی، مرحله خطای انسانی، مرحله فنی- اجتماعی و مرحله سازمانی نامیده می شوند (۱). از شروع مرحله سازمانی که آغاز آن به حادثه چرنوبیل برمی گردد، عوامل سازمانی به‌عنوان علل مؤثر بر وقوع حوادث صنعتی مطرح گردیده است. برخی از بررسی های انجام‌گرفته نشان می دهد که ۳۰ تا ۴۰ درصد حوادث کار، ناشی از عوامل سازمانی است (۲).

مطالعات مختلفی نیز که در چند دهه گذشته در رابطه با جو ایمنی انجام‌شده است، بسیاری از عوامل سازمانی مؤثر بر عملکرد ایمنی را مشخص نموده اند (۶-۳). جو ایمنی فرم خاصی از جوسازمانی است که رفتار ایمنی کارکنان را در سطوح مختلف سازمانی تحت تأثیر قرار می دهد (۷ و ۸). ادراک مشترک درباره عقاید، هنجارها، ارزش‌ها، اعمال و مقررات مربوط به ایمنی کارگران در محیط های کاري ازنظر فني جو ايمنی نامیده می‌شود (۹). از این منظر می توان چنین عنوان نمود که عوامل سازمانی به‌عنوان عوامل پنهان، به‌طور غیرمستقیم در عملکرد ایمنی محیط کار نقش‌آفرینی می نمایند (۱۰). با گسترش توجه به عوامل سازمانی در ایمنی کار، در سال های اخیر تحقیقات بسیاری در رابطه با بررسی رابطه بین عوامل سازمانی و رفتار ایمنی کارکنان انجام‌شده است (۵ و ۱۴-۱۱). در چند دهه گذشته نیز عوامل سازمانی به شاخص های پیشرو در تشریح عملکرد ایمنی شغلی و جو ایمنی در صنایع تبدیل‌شده‌اند (۵).

باوجود تحقیقات مختلف در حوزه ایمنی، تابه‌حال سیستمی به‌منظور

* نویسنده مسئول مکاتبات: alireza_khakpour@yahoo.com

ارزیابی عملکرد ایمنی در سازمان با استفاده از سیستم استنتاج فازی ارائه نشده است. عملکرد ایمنی ازیک‌طرف داراي ابعاد مختلف سازمانی مي‌باشد و از طرف دیگر ارزیابی عملکرد ایمنی موضوعي پیچیده است؛ این پیچیدگي ازیک‌طرف حاصل تعداد متغیرهاي دخیل در موضوع و از طرف دیگر به علت وجود واژه های زبانی است که مؤلفه ابهام را به تصمیم گیري مي افزاید. بر همین اساس نیز در این مقاله تلاش شده است تا با طراحی و تدوین سیستم استنتاج فازی، چارچوبی نظام‌مند به‌منظور ارزیابی عملکرد ایمنی ارائه شود. طراحی چنین سیستمی در ضمن این که می تواند در ارائه تصویری شفاف از عملکرد ایمنی سودمند باشد، توان پشتیبانی از تصمیمات را در جهت ارائه توصیه هایی به مدیران به‌منظور اتخاذ تصمیمات مناسب بر اساس شناخت از وضعیت ایمنی را نیز دارد.

بر مبنای تحقیقات (۱۰و۱۵) عوامل سازمانی مؤثر بر عملکرد ایمنی در چهار طبقه معیارهای سطح سازمانی، سطح مدیریت ایمنی، سطح کار گروهی و معیارهای سطح فردی طبقه بندی می شوند. معیارهای سطح سازمانی را میتوان در چهار عامل تعهد مدیریت به ایمنی، بهبود مستمر ایمنی، روابط متقابل و توانمندسازی کارکنان خلاصه نمود (۱۰). در بین این چهار عامل، تعهد مدیریت به ایمنی از عوامل اصلی جو ایمنی محسوب می شود که از زیرمجموعه‌های عوامل سازمانی است (۱۶). جو ایمنی می تواند به‌صورت تصویر موقت و لحظه ای فرهنگ تلقی گردد که در ادراکات مشترک کارکنان از سازمان در یک زمان ویژه منعکس‌شده است (۱۷). تعهد مدیریت به ایمنی، دلالت بر نقش حمایتی مدیریت ارشد سازمان از برنامه های ایمنی در سطح سازمان دارد. زمانی که مدیران ارشد تعهد کافی به برنامه های ایمنی دارند، منابع کافی را در اختیار فعالیت های ایمنی قرار داده و به‌خوبی از آن فعالیت ها حمایت خواهند کرد (۱۵). سطح بالای تعهد، بر رفتار ایمنی کارکنان تأثیرگذار است (۱۸). در مطالعات انجام‌شده داخلی (۲۲-۱۹)، نیز بر تعهد مدیریت به ایمنی توجه بسیاری شده است. عامل بعدی در بین معیارهای سطح سازمانی بهبود مستمر است. بهبود مستمر را می توان به‌عنوان یک فرایند مستمر برنامه‌ریزی‌شده، سازمان یافته و نظام مند برای افزایش و بهبود عملکرد ایمنی سازمان تعریف نمود. هدف بهبود مستمر در ایمنی، تغییر و اصلاح مستمر رویه های موجود برای دستیابی به عملکردی بهتر از قبل می باشد (۲۳). عامل بعدی در این سطح، روابط متقابل می باشد. روابط متقابل در دستیابی به هدف های سازمانی نقش مهمی دارد. روابط متقابل تسهیل‌کننده ارتباطات بین کارکنان، سرپرستان و مدیران می باشد (۱۵). در تحقیقی نشان داده شده که حفظ روابط متقابل، کارکردی میان فرهنگی دارد و افراد را در هر سطحی از طبقه شغلی به هم نزدیک می کند (۲۴). درنهایت توانمندسازی کارکنان نیز اشاره به میزان توانایی کارکنان در حفظ مسائل ایمنی دارد؛ این توانایی غالباً از طریق مشارکت در تصمیم گیری ها و شرکت در جلسات مربوط به مسائل ایمنی به دست میآید (۲۵). توانمندسازی کارکنان یکی از ابعاد کلیدی جو ایمنی نیز محسوب می شود (۱۵). توانمندسازی کارکنان باعث افزایش انگیزش کارکنان برای قبول مسئولیت های مربوط به ایمنی گردیده (۲۶) و باعث کاهش رفتارهای حادثه ساز و آسیب رسان به کارکنان می شود (۲۷).

معیارهای سطح مدیریت ایمنی: فعالیت های ایمنی، سیستم مدیریت ایمنی، سیستم پاداش و سیستم گزارش دهی، عواملی می باشند که نقش کنترلی و پشتیبانی از فرایندهای ایمنی سازمان رادارند (۶). فعالیت های ایمنی سازمان دلالت بر روش های ایجاد ارتباط سازمان باسیاست‌های ایمنی سازمان، تأمین دانش موردنیاز و نهایتاً ترویج شیوه های و روش های ایمنی کار دارد. ازجمله فعالیت های ایمنی سازمان، می توان به آموزش های ایمنی و مانورهای ایمنی اشاره نمود. سیستم مدیریت ایمنی نیز وظیفه سیاستگذاری‌های کلان و تدوین رویه های مربوط به ایمنی را بر عهده دارد (۲۶). چگونگی تشخیص مسائل ایمنی سازمان، ارزیابی، کنترل و حل آن‌ها در این بخش صورت می گیرد (۲۸).

سیستم پاداش عامل کلیدی در اثربخشی سیستم مدیریت ایمنی محسوب می شود. سیستم پاداش دلالت بر شیوه هایی دارد که به‌وسیله آن‌ها مدیریت ارشد سازمان رفتارهای ایمن را تشویق و مانع رفتارهای مخاطره آمیز کارکنان می شود. سیستم گزاش دهی نشان دهنده تمایل کارکنان به گزارش مسائل مربوط به ایمنی کار می باشد. سیستم گزارش دهی به‌عنوان یک حلقه بازخورد مؤثر، مدیریت را قادر می سازد تا شناخت و درک مناسبی از مشکلات ایمنی محل کار به دست آورد. این سیستم در حقیقت سیستم اطلاع رسانی سازمان در مسائل ایمنی محسوب می شود. این سیستم با ثبت و نگهداری گزارش های کارکنان، ابزاری برای یادگیری سازمانی در رابطه با حوادث اتفاق افتاده در کار و جلوگیری از تکرار حوادث مشابه در آینده هست (۲۸). معیارهای سطح کار گروهی شامل دو بعد نظارت سرپرستان و کار تیمی می شود. نظارت سرپرستان در این بخش معطوف به تلاش های آنان در آموزش و نظارت بر ایمنی کارکنان هست (۲۹). مطالعات نشان داده است، در مواقعی که سرپرستان در پی ارتقاء ایمنی بوده اند، عملکرد ایمنی کارکنان نیز غالباً افزایش‌یافته است (۳۰، ۳۱). علاوه بر این‌زمانی که سرپرستان زمان بیشتری را برای نظارت بر عملکرد ایمنی کارکنان صرف می کنند و بازخورد بیشتری به کارکنان در رابطه با عملکرد آن‌ها می دهند، عملکرد ایمنی نیز بهبود می یابد (۲۹). کارگروهی نشان‌دهنده ارتباطات، هماهنگی و همکاری در بین اعضای یک گروه کاری می باشد. کارگروهی نقش مهمی در عملکرد ایمن دارد (۲۴).

نهایتاً معیارهای سطح فردی شامل، خودکارآمدی ایمنی، دانش و آگاهی از ایمنی و رفتارهای ایمنی می شود. در خودکارآمدی ایمنی اعتقاد بر این است که کارکنان شایستگی و صلاحیت کافی در رعایت الزامات

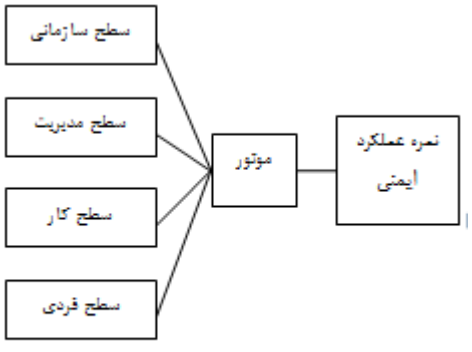
ایمنی را داشته و بر اساس اعتقاد به این شایستگی در بسیاری از موارد همکاران را نیز در رعایت موارد ایمنی کنترل می نمایند (۳۱). آگاهی از ایمنی نیز نشان دهنده ادراک کارکنان از خطر در محل کار می باشد. رفتار ایمنی کارکنان اشاره به رفتار ریسک پذیر کارکنان و تطابق آن رفتار با رویه ها و قوانین ایمنی سازمان دارد (۱۰).

مواد و روش ها

پژوهش حاضر ازلحاظ هدف تحقیق از نوع تحقیقات مدل‌سازی-کاربردی بوده و ازلحاظ روش انجام کار توصیفی می باشد. در این پژوهش بر اساس ادبیات تحقیق و مجموعه های فازی، سیستم استنتاج فازی به‌منظور ارزیابی عملکرد ایمنی بر اساس عوامل سازمانی طراحی‌شده است. در طراحی و مدل‌سازی سیستم استنتاج فازی، دانش مربوط به تعیین ورودي ها و خروجي سيستم و همچنين قوانين استنتاج از ادبيات تحقيق و از طريق مطالعات كتابخانه اي به‌دست‌آمده است. روش هاي تجزيه تحليل با توجه به مرسوم بودن، كارايي و سهل بودن در به‌كارگيری انتخاب شدند. بنابراين براي فازی سازی از تابع مثلثي، براي ميانگين فازي از روش مركز ناحيه و براي استنتاج فازي روش ممداني به كار گرفته‌شده است. تمام عمليات رياضي توسط نرم‌افزار متلب انجام گرديده است. پس از تدوين مدل و اطمينان از صحت مدل، سيستم تدوين‌شده به‌صورت مطالعه موردی به‌منظور ارزيابی عملكرد ايمنی بكار گرفته‌شده است. در ادامه مراحل طراحی سيستم استنتاج فازی به‌صورت گام‌به‌گام توضيح داده می شود.

طراحی سیستم

در اين مرحله، ورودي ها و خروجي ها تعيين مي گردند. بر مبنای تحقيقات (۱۰و۱۵) عوامل سازمانی مؤثر بر عملكرد ايمنی در چهار طبقه معيارهای سطح سازمانی، سطح مديريت ايمنی، سطح كار گروهی و معيارهای سطح فردی طبقه بندی می شوند كه اين چهار معيار به‌عنوان ورودی های سيستم و نمره عملكرد ايمنی صنايع، به عنوان تنها متغير خروجي سيستم تعيين گرديد. شكل ۱ اين سيستم را نشان مي دهد.



شکل ۱. سیستم استنتاج فازی تحقیق

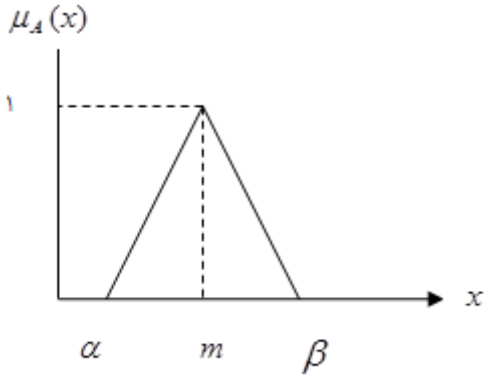
فازي سازي

در اين مرحله متغيرهاي كلامي فازي سازي مي شوند. براي فازي سازي متغيرها از تابع مثلثي رابطه ۱ استفاده‌شده است. شكل ۲ نمايش اعداد مثلثي را در بازه (β و α) نشان مي دهد.

در اين مقاله، اعداد فازي مثلثي مربوط به هر متغير كلامي با نماد نشان داده مي شود. در اين مقاله، اعداد فازي مثلثي مربوط به هر متغير كلامي با نماد نشان داده مي شود.

$$\mu_A(x)=\begin{cases}\dfrac{x-\alpha}{m-\alpha} & \alpha<x<m\\ 1 & x=m\\ \dfrac{\beta-x}{\beta-m} & m<x<\beta\\ 0 & others\end{cases}$$

رابطه ۱. ضابطه تابع مثلثی



شکل ۲. نمایش اعداد مثلثی

در اين مقاله، اعداد فازي مثلثي مربوط به هر متغير كلامي با نماد $(\alpha\ m\ \beta)$ نشان داده مي شود.

مرحله فازي سازي از دو گام تشكيل‌شده است. گام‌های فازي سازي درزير توضيح داده مي شود.

گام اول: فازي سازي متغيرهاي ورودي

برای فازی سازی معيارهای سطح سازمانی، سطح مديريت ايمنی، سطح كار گروهی و معيارهای سطح فردی از يک طيف سه گزينه ای بافاصله‌های يكسان استفاده‌شده است. اعداد فازی معادل معيارهای اخير به‌صورت جدول ۱ در نظر گرفته‌شده است.

جدول ۱. افراز بندی متغیرهای کلامی و عدد فازی معادل هر متغیر کلامی

سازمانی	مدیریت ایمنی	کار گروهی	فردی	عدد فازی $(\alpha \ m \ \beta)$
نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	(۰ ۰ ۰/۵)
تا حدی مناسب	تا حدی مناسب	تا حدی مناسب	تا حدی مناسب	(۰ ۰/۵ ۱)
مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	(۰/۵ ۱ ۱)

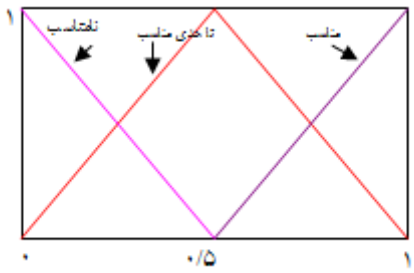
گام دوم: فازي سازي متغير خروجي

خروجي سيستم خبره همان‌طور كه بيان گرديد نمره اختصاص‌يافته به عملكرد ايمنی صنايع مي باشد. اعداد فازي معادل متغيرهاي زباني خروجي به‌صورت جدول ۲ مي باشد.

جدول ۲. واژه های زبانی عملکرد ایمنی صنایع

نمره فعالیت	عدد فازی
خیلی نامطلوب	(۰ ۰ ۰/۲۵)
نامطلوب	(۰ ۰/۲۵ ۰/۵)
تا حدی مطلوب	(۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۷۵)
مطلوب	(۰/۵ ۰/۷۵ ۱)
خیلی مطلوب	(۰/۷۵ ۱ ۱)

هركدام از متغيرهاي كلامي را مي توان به شكل يك نمودار نيز نشان داد. با توجه به اينكه هر يك از ورودي ها با سه متغير كلامي افراز بندی شده اند، عدد فازی معادل هريك از سه متغير كلامي، به‌صورت شكل ۳ نشان داده مي شود.



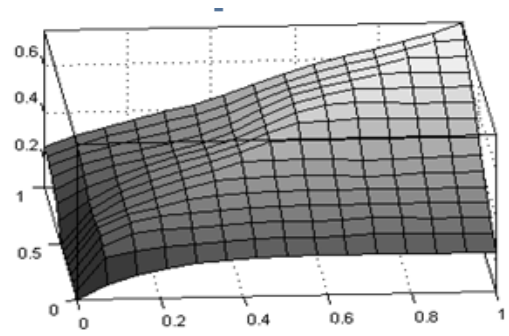
شکل ۳. تبدیل واژه‌های زبانی ورودی به اعداد فازی معادل

تدوين قوانين استنتاج (موتور استنتاج)

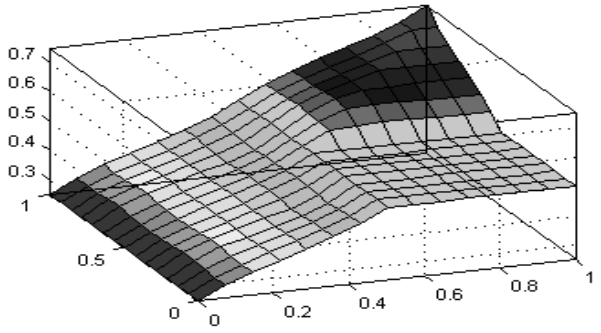
با توجه به وجود چهار متغير ورودي كه هركدام از آن‌ها به سه متغير زباني افراز بندی شدهاند، در حالت ايده آل ۳×۳×۳×۳=۸۱ قانون قابل تبيين است. در اين مرحله، ابتدا قوانين اوليه اي تدوين شد. سپس اين قوانين به ده فرد خبره سپرده شد. خبرگان تحقيق از بين كارشناسان مديريت ايمنی و اساتيد دانشگاه انتخاب‌شده‌اند. خبرگان انتخاب‌شده دارای مشخصات زير بوده اند:

- سابقه تدريس دروس مرتبط با موضوع مديريت ايمنی را داشته باشند
- حداقل ۵ سال سابقه كار درزمينه مديريت ايمن را داشته باشند
- حداقل آشنايی با سيستم های استنتاج و قوانين اگر- آنگاه را داشته باشند

پس از انتخاب خبرگان و ارائه قوانين اوليه تدوين‌شده به آن‌ها، بر اساس اظهار نظرات افراد خبره، قوانين هر جا كه نياز بوده اصلاح‌شده و قوانين اصلاح‌شده و مورد تأييد خبرگان وارد موتور استنتاج سيستم طراحی‌شده، گرديدند. به‌عنوان‌مثال دريكی از قوانين داريم: «اگر معيارهای سطح سازمانی در وضعيت نامناسب، معيارهای سطح مديريت ايمنی نامناسب، سطح كار گروهی تا حدی مناسب و معيارهای سطح فردی نيز تا حدی مناسب باشد، آنگاه عملكرد ايمنی سازمان مذكور نامطلوب خواهد بود». در اين مرحله همچنين رفتار سيستم استنتاج بر اساس نمودارها نيز از طرف خبرگان بررسی شد تا از صحت قوانين تدوين‌شده اطمينان بيشتری حاصل گردد. نمودارهای رسم شده در شكل های ۴ و ۵ رفتار ورودی های مختلف را بر اساس خروجی های مختلف را نشان می دهند.



شکل ۴. نمره (رفتار) عملکرد ایمنی در ارتباط با دو ورودی معیارهای سازمانی و مدیریت ایمنی



شکل ۵. نمره (رفتار) عملکرد ایمنی در ارتباط با دو ورودی معیارهای فردی و کار گروهی

شکل ۴، در حالت سه‌بعدی رفتار دو ورودی، معیارهای سطح سازمانی و سطح مدیریت ایمنی را در رابطه با عملکرد ایمنی سازمان نشان می دهد. بر اساس ادبیات تحقیق و مصاحبه های انجام‌گرفته هرگاه معیارهای سطح سازمانی و معیارهای سطح فردی افزایش یابد و به حد مناسب برسد، عملکرد ایمنی نیز در سازمان افزایش داشته و به حالت مطلوب نزدیک می شود. در شکل ۵، دیده می شود که بر اساس قوانین تدوین‌شده، با افزایش دو بعد معیارهای سطح سازمانی و سطح مدیریت ایمنی، عملکرد ایمنی نیز افزایش میابد که این مطابق انتظارات ما می باشد. در شکل ۵، نیز رفتار دو متغیر دیگر یعنی معیارهای سطح فردی و سطح کار گروهی در ارتباط با عملکرد ایمنی به‌منظور اطمینان بیشتر از صحت قوانین تدوین‌شده، بررسی‌شده است. شکل ۵ در حالت سه‌بعدی رفتار دو ورودی، معیارهای کار گروهی و سطح فردی را در رابطه با عملکرد ایمنی سازمان نشان می دهد. دراین شکل دیده می شود که بر اساس قوانین تدوین‌شده، با افزایش دو بعد معیارهای کار گروهی و سطح فردی، عملکرد ایمنی نیز افزایش میابد که این مطابق انتظارات ما می باشد.به‌منظور اطمینان بیشتر از اعتبار مدل، از تست تمام قوانین نیز به‌منظور اعتبار سنجی مدل استفاده‌شده است. درروش تست تمام قوانین ورودی‌های موتور استنتاج (طرف مقدم هر قانون) یک‌به‌یک به سیستم خبره مربوطه وارد شد. موتور استنتاج به ازای ورودی های هر قانون، خروجی متناظر با آن قانون را تولید کرد. خروجی به‌دست‌آمده از قانون با خروجی مورد انتظار مقایسه شد. منظور از خروجی مورد انتظار، خروجی است که بر اساس قوانین تدوین‌شده، انتظار داریم به دست آید. این خروجی همان است که در طرف دوم قوانین، به آن‌ها اشاره‌شده است. میانگین مجذورات خطای خروجی های به‌دست‌آمده از نرم افزار با خروجی های مورد انتظار محاسبه گردید. مجموع خطاها ۰/۰۰۲۹۶ به دست آمد. با توجه به دیدگاه افراد خبره[1] این مقدار خطا قابل‌اغماض است. خلاصه محاسبات مربوط به تست خطای موتور استنتاج با این روش در جدول ۳، نشان داده‌شده است. SO^*= نمره مورد انتظار بر اساس هر قانون خروجي نرم افزار به ازاي هر ورودي

جدول ۳. خلاصه محاسبات مربوط به‌دقت موتور استنتاج نمره عملکرد ایمنی

شماره قانون	SO^*	SO	$\sqrt{(SO^*-SO)^2}$
۱	۰	۰/۰۸	۰/۰۸
۲	۰	۰/۰۸	۰/۰۸
۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۰
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
۸۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰۰
۸۱	۱	۰/۹۲	۰/۰۸
جمع			۰/۰۰۲۹۶

۱ افراد خبره افرادی هستند که در مورد قوانین استنتاج نیز اظهارنظر کرده اند.

مطالعه موردي

پس از اطمینان از صحت مدل تدوین‌شده، در این قسمت از مدل طراحی‌شده به‌منظور اندازه گیري عملکرد ایمنی در شرکت هاي قطعه ساز عضو انجمن قطعه سازان خودرو تبریز استفاده‌شده است. بدین منظور یک از شرکت های قطعه ساز به‌عنوان محل اجرای مدل انتخاب‌شده است. جامعه آماری این تحقیق را کارکنان و مدیران این شرکت تشکیل داده اند. با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه تعداد ۵۰ نفر به‌عنوان حجم نمونه آماری مشخص گردیده است. به‌منظور تعیین اندازه ورودي هاي سیستم که سطح سازمانی، سطح مدیریت ایمنی، سطح کار گروهی و معیارهای سطح فردی میباشد از پرسشنامه استفاده‌شده است.

روایی پرسشنامه، به‌صورت صوری تعیین‌شده است. به‌این‌ترتیب که ابزار اندازه گیري در اختیار همان خبرگانی که در تدوین قوانین حضور داشتند قرارگرفته و از آنان خواسته‌شده است پس از مطالعه، نظرات خود را در مورد روایي پرسشنامه اعلام نمایند. پس از جمع آوري اظهارنظرهای اعلام‌شده و اصلاح برخي سؤالات نتیجه گرفته شد که پرسشنامه موردنظر از روایي بالایي برخوردار می باشد. برای اندازه گیری پایایی پرسشنامه نیز از ضریب آلفای کرونباخ استفاده‌شده است. مقدار این ضریب ۰/۹۰۷ محاسبه‌شده است. با توجه به مقدار ضریب آلفای کرونباخ محاسبه‌شده، نتیجه گرفته می شود که پرسشنامه طراحی‌شده از پایایی بالایی برخوردار می باشد.

یافته ها

پس از توزیع و جمع آوری پرسشنامه ها، پاسخ هاي هرکدام از اعضای نمونه آماری به هرکدام از پرسش‌های پرسشنامه با استفاده از تابع مثلثي به عدد فازي تبدیل‌شده‌اند. سپس میانگین فازي (مثلثي) براي هر پاسخنامه محاسبه‌شده است. این میانگین نشان‌دهنده نظر یك فرد به یك پرسشنامه است. درنهایت میانگین نظرات پنجاه نفر از اعضای نمونه آماری در خصوص هر معیار محاسبه‌شده است. بدین ترتیب براي هر معیار عددي که نشان‌دهنده نظرات پنجاه نفر است به‌دست‌آمده است. اعداد فازی به‌دست‌آمده با استفاده از رابطه ۲ به اعداد قطعی تبدیل‌شده‌اند.

$$COA=\frac{(\beta-\alpha)+(m-\alpha)}{3}+\alpha$$

رابطه ۲.

جدول ۴. خلاصه اطلاعات مربوط به معیارهای سطح سازمانی

میانگین فازی	معیارهای سطح سازمانی				شماره فرد
	توانمندسازی	روابط متقابل	بهبود مستمر ایمنی	تعهد مدیریت به ایمنی	
(۰/۱۲۵ ۰/۵ ۰/۸۷۵)	(۰ ۰ ۰/۵)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	۱
(۰/۱۲۵ ۰/۶۲۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	۲
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
(۰/۲۵۰ ۰/۷۵۰ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	۴۹
(۰ ۰/۲۵۰ ۰/۷۵۰)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰ ۰/۵)	(۰ ۰ ۰/۵)	۵۰
(۰/۲ ۰/۷ ۰/۹۵)	میانگین فازی				
۰/۶۲	میانگین‌ها پس از فازی زدایی				

جدول ۵. خلاصه اطلاعات مربوط به معیارهای سطح مدیریت ایمنی

میانگین فازی	معیارهای سطح کار گروهی				شماره فرد
	سیستم گزارش دهی	سیستم پاداش	سیستم مدیریت ایمنی	فعالیتهای ایمنی	
(۰/۳۷۵ ۰/۸۷۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	۱
(۰/۲۵۰ ۰/۵۰۰ ۰/۷۵۰)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰ ۰/۵)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰ ۰/۵)	۲
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
(۰/۱۲۵ ۰/۲۵۰ ۰/۸۷۵)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰ ۰/۵)	۴۹
(۰/۳۷۵ ۰/۸۷۵ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	۵۰
(۰/۲۳۵ ۰/۶۸۶ ۰/۹۰۷)	**میانگین فازی**				
۰/۶۱	**میانگین میانگین ها پس از فازی زدایی**				

جدول ۶. خلاصه اطلاعات مربوط به معیارهای سطح کار گروهی

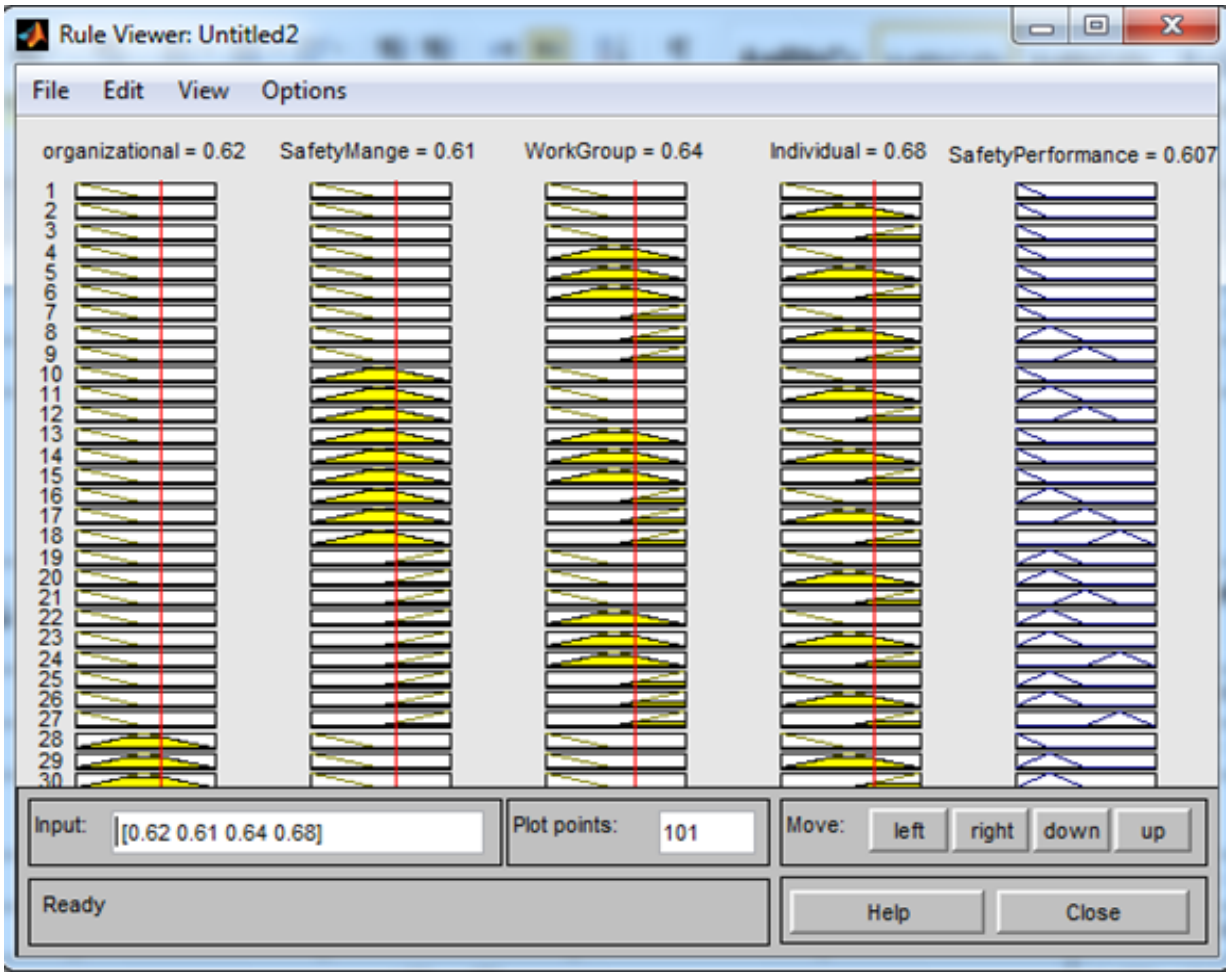
میانگین فازی	معیارهای سطح کار گروهی		شماره فرد
	کارگروهی	نظارت سرپرستان	
(۰/۲۵۰ ۰/۷۵۰ ۱/۰۰۰)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	۱
(۰/۵۰۰ ۱/۰۰۰ ۱/۰۰۰)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	۲
	.	.	
	.	.	
	.	.	
(۰/۰۰۰ ۰/۵۰۰ ۱/۰۰۰)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	۴۹
(۰/۲۵۰ ۰/۷۵۰ ۱/۰۰۰)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	۵۰
(۰/۲۵۰ ۰/۶۷۵ ۰/۹۷۵)	**میانگین فازی**		
۰/۶۴	**میانگین میانگین ها پس از فازی زدایی**		

جدول ۷. خلاصه اطلاعات مربوط به معیارهای سطح فردی

شماره فرد	معیارهای سطح فردی			میانگین فازی
	رفتار ایمنی	دانش و آگاهی از ایمنی	خودکارآمدی ایمنی	
۱	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۳۳۳ ۰/۸۳۳ ۱/۰۰۰)
۲	(۰ ۰ ۰/۵)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۰۰۰ ۰/۳۳۳ ۰/۸۳۳)
.	.	.	.	
.	.	.	.	
.	.	.	.	
۴۹	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۱۶۷ ۰/۶۶۷ ۱/۰۰۰)
۵۰	(۰ ۰/۵ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰/۵ ۱ ۱)	(۰/۳۳۳ ۰/۸۳۳۳ ۱/۰۰۰)
میانگین فازی				(۰/۲۶۸ ۰/۷۸۸ ۰/۹۷۵)
میانگین میانگین ها پس از فازی زدایی				۰/۶۸

اعداد قطعی به‌دست‌آمده درنهایت وارد سیستم استنتاج تدوین‌شده در نرم افزار متلب گردیده و خروجی سیستم استنتاج به‌دست‌آمده است. این خروجی نشان‌دهنده نمره عملکرد ایمنی در شرکت موردنظر بر اساس عوامل سازمانی مؤثر بر عملکرد ایمنی می باشد. در شکل ۶ نمرات ورودی و خروجی به‌دست‌آمده نشان داده‌شده است.

همان‌طور که در شکل ۶، نشان داده‌شده است، نمره عملکرد ایمنی شرکت عدد ۰/۶۰۷ به‌دست‌آمده است. درجه عضویت نمره عملکرد ایمنی در واژه های زبانی با استفاده از رابطه۱ نیز نشان می دهد که عملکرد ایمنی در شرکت با درجه عضویت ۰/۵۷۲ تا حدی مطلوب و با درجه عضویت ۰/۴۲۸ مطلوب می باشد.



بحث

اکثر مطالعات انجام‌شده در رابطه با ارزیابی عملکرد ایمنی، مانند مطالعات ()، ()، () به دلیل استفاده از تکنیک های استنباطی قطعی، فرض مدل را مبتنی بر روابط خطی قرار می دهند؛ حال‌آن که در موضوعاتی مانند عملکرد ایمنی که با واژه های زبانی سروکار داریم و این واژه های زبانی در اغلب موارد مؤلفه ابهام را به تصمیم گیری میافزایند، نگاه خطی و استنباطی به موضوع منطقی به نظر نمی رسد. از طرف دیگر وجود واژه های زبانی، باعث شده است تا تصمیم گیری درزمینه ارزیابی عملکرد ایمنی پیچیدهتر شود؛ این پیچیدگی سبب می شود که تصمیم گیری در موضوعاتی مانند ارزیابی عملکرد ایمنی به دانش افراد خبره وابسته شود. دانش افراد خبره موضوعی نیست که به‌سادگی بتوان آن را به مدلی برای تصمیم‌گیری تبدیل کرد؛ مدلهای مرسوم در تصمیمگیری در مواجهه با واژههای زبانی و دانش افراد خبره از منطق باینری استفاده میکنند، حال‌آنکه این‌گونه تصمیمات از طبیعت پیوسته (درجه یا میزان تعلق) برخوردارند. برای مواجهه با چنین موقعیت‌هایی ابزارهای تصمیم گیری مناسب با این شرایط موردنیاز است. چنین به نظر می‌رسد که در این‌گونه موارد ریاضیات فازی ابزار مناسبی برای مدل‌سازی خواهد بود. در مواردی که مجبور هستیم دانش افراد خبره را به مدل های ریاضی تبدیل کنیم، به علت ماهیت دانش - که با استفاده از واژه های زبانی بیان می شود - به‌کارگیری تئوري و منطق فازي مناسب خواهد بود. در این مقاله بر مبنای استدلال انجام‌شده ابتدا یک سیستم خبره فازی به‌منظور ارزیابی عملکرد ایمنی بر اساس عوامل سازمانی مؤثر بر عملکرد ایمنی تدوین شد. بر مبنای تحقیقات (۱۰و۱۵) عوامل سازمانی مؤثر بر عملکرد ایمنی در چهار طبقه معیارهای سطح سازمانی، سطح مدیریت ایمنی، سطح کار گروهی و معیارهای سطح فردی طبقه بندی می شوند که این چهار معیار به‌عنوان ورودی های سیستم و نمره عملکرد ایمنی صنایع، به عنوان تنها متغیر خروجي سیستم تعیین گردید. پس از تعیین متغیرهای ورودی و خروجی سیستم، بر اساس ادبیات تحقیق و نظرخواهی از خبرگان، قوانین استنتاج تدوین شد. درنهایت برای اطمینان از این که خطای سیستم استنتاج فازی تدوین‌شده در محدوده قابل‌قبول است یا نه تست مدل انجام گردید. نتیجه تست مدل در دو حالت تست تمام قوانین و تحلیل رفتار نشان داد که سیستم استنتاج فازی تدوین‌شده از اعتبار بالایی برخوردار است. در حالت تست تمام قوانین، خطاي مدل ۰/۰۰۲۹۶ محاسبه شد که این مقدار خطا ازنظر افراد خبره، بسیار کم و قابل‌اغماض هست. همچنین این مقدار خطا، بیان گر تدوین مناسب قوانین استنتاج نیز بوده است. تحلیل رفتار انجام‌گرفته بر روي هر چهار متغیر ورودی و برآورد تأثیر آن‌ها بر نمره عملکرد ایمنی نیز که با استفاده از نظرات افراد خبره و نرم افزار متلب انجام گرفت، نشان‌دهنده قابل‌قبول بودن سیستم استنتاج فازی تدوین‌شده، بوده است. در ادامه با توجه به هدف تحقیق سیستم طراحی‌شده دریکی از شرکتهای قطعه ساز خودرو استان آذربایجان شرقی مورد آزمون قرار گرفت. نتیجه ارزیابي نمره عملکرد ایمنی نیز نشان داد که نمره عملکرد ایمنی در شرکت موردنظر با مقدار ۰/۵۷۲ تا حدی مطلوب و با درجه عضویت ۰/۴۲۸ مطلوب می باشد. سیستم استنتاج طراحی‌شده در این تحقیق، این مزیت را دارد که میتواند به‌طور سامان مند و با در نظر گرفتن نوع متغیرهای عملکرد ایمنی که در اغلب اوقات با واژه های زبانی بیان می گردند، نسبت به اندازه گیری عملکرد ایمنی در سازمان اقدام و مدیریت را در تصمیم گیری ها یاری رساند. مطالعه دارای محدودیت هایی به شرح زیر بود:

- در این تحقیق از پرسشنامه استفاده‌شده بود؛ بر همین اساس نیز با توجه به محدودیتهای پرسشنامه در تشخیص وضعیت واقعی و موجود پاسخ‌دهندگان، پیشنهاد میگردد تا در تحقیقات بعدی ضمن استفاده از پرسشنامه، از مشاهده مستقیم و چک لیست نیز استفاده‌شده و امتیازات ابزارهای مختلف جمع آوری داده ها با یکدیگر تلفیق و ارزیابی مبتنی بر داده های تلفیقی صورت گیرد.
- افزایش متغیرهای ورودی باعث می گردد که تعداد قوانین قابل تدوین افزایش یابد؛ این امر هم باعث ابهام بیشتر در تحلیل قوانین و هم بسیار وقتگیر خواهد بود؛ بر همین اساس پیشنهاد می گردد تا محققان با افزایش ورودی ها، به‌منظور دستیابی به قوانین کمتر و بهینه تر، تلفیقی از سیستم استنتاج و الگوریتم های فرا ابتکاری را بکار گرفته و تعداد بهینه قوانین را با استفاده از الگوریتم های فرا ابتکاری تعیین نمایند.
- در این تحقیق در تدوین قوانین استنتاج، هیچ‌گونه وزنی برای ورودی های سیستم در نظر گرفته نشده است، شاید بتوان یکی از نقاط ضعف سیستم های استنتاج تدوین‌شده در این تحقیق را به این نکته نسبت داد؛ بنابراین پیشنهاد می گردد تا در تحقیقات بعدی، محققان ضمن تعیین وزن های هر یک از ورودی ها، قوانین تدوین‌شده را نیز بر پایه وزن ها ورودی ها، وزن دار نموده و سیستم ها را بر اساس قوانین موزون طراحی نمایند. هرچند ذکر این نکته نیز ضروری است که در طراحی و تدوین سیستم های استنتاج این تحقیق، قوانین تدوین‌شده در مراحل مختلفی موردبررسی قرارگرفته است، پس می توان اعتماد بیشتری به نتایج به‌دست‌آمده داشت.

References

1. Fu G, Zhang J, Xie X, Zhang Z. Design For Safety Climate Questionnaire Framework. National Science Foundation Of China. 2006.

2. Hollnagel E, Woods DD. Joint cognitive systems: Foundations of cognitive systems engineering: CRC Press; 2005.

3. Hofmann DA, Stetzer A. A cross-level investigation of factors influencing unsafe behaviors and accidents. Personnel Psychology. 1996;49(2):307-39.

4. Tomás JM, Melia JL, Oliver A. A cross-validation of a structural equation model of accidents: organizational and psychological variables as predictors of work safety. Work & Stress. 1999;13(1):49-58.

5. Flin R, Mearns K, O'Connor P, Bryden R. Measuring safety climate: identifying the common features. Safety Science. 2000;34(1):177-92.

6. Lee T, Harrison K. Assessing safety culture in nuclear power stations. Safety Science. 2000;34(1):61-97.

7. Zohar D. Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications. Journal of Applied Psychology. 1980;65(1):96-102.

8. Cooper MD, Phillips RA. Exploratory analysis of the safety climate and safety behavior relationship. Journal of Safety Research. 2004;35(5):497-512.

9. Silva S, Lima ML, Baptista C. OSCI: an organisational and safety climate inventory. Safety Science. 2004;42(3):205-20.

10. Hsu SH, Lee C-C, Wu M-C, Takano K. A cross-cultural study of organizational factors on safety: Japanese vs. Taiwanese oil refinery plants. Accident Analysis & Prevention. 2008;40(1):24-34.

11. Tomás JM, Melia JL, Oliver A. A cross-validation of a structural equation model of accidents: organizational and psychological variables as predictors of work safety. Work & Stress. 1999;13(1):49-58.

12. Neal A, Griffin MA, Hart PM. The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. Safety Science. 2000;34(1):99-109.

13. Oliver A, Cheyne A, Tomas JM, Cox S. The effects of organizational and individual factors on occupational accidents. Journal of Occupational and Organizational Psychology. 2002;75(4):473-88.

14. Seo D-C. An explicative model of unsafe work behavior. Safety Science. 2005;43(3):187-211.

15. Al-Refaie A. Factors affect companies' safety performance in Jordan using structural equation modeling. Safety Science. 2013;57:169-78.

16. Zohar D. The effects of leadership dimensions, safety climate, and assigned priorities on minor injuries in work groups. Journal of Organizational Behavior. 2002;23(1):75-92.

17. Jafari MJ, Sadighzadeh A, Sarsangi V, Zaeri F, Yegani F. Safety Climate Survey in Iran's Uranium Mines in 2013. Journal of Safety Promotion and Injury Prevention. 2014;2(3):148-54.

18. Barling J, Zacharatos A, editors. High performance safety systems: Management practices for achieving optimal safety performance. 25th annual meeting of the Academy of Management, Toronto; 1999.

19. Adl J, Shokoohi Y, Kakooei H. Safety Climate as an Indicator to Evaluate the Performance of Occupational Health and Safety Management System. j.health. 2012; 3 (1):32-40

20. Adl J, Jahangiri M, Rismanchian M, Mary Oriad H, Karimi A, Ghaderi M. Safety climate in a steel-manufacturing plant. sjsph. 2011; 9 (1):23-34

21. Heidari M, Farshad A, Arghami S. Astudy on relationship between production link worker's safety attitude and their safe act in of arak metal industry. Iran Occupational Health. 2007;4(3):1-9.

22. Hajaghazadeh M, Adl J, Zare M. Safety assessment by using Nordic occupational safety climate questionnaire in one of the commercial ports in 1389. tkj. 2014; 6 (1):17-28.

23. Oliver J. Continuous improvement: role of organisational learning mechanisms. International Journal of Quality and Reliability Management. 2009; 26 (6), 546–563.

24. Helmreich RL, Merritt AR. Culture at work in aviation and medicine: National, organizational and professional influences2001.

25. Geller Es. Ten Principles For Achieving A Total Safety Culture (Tsc). Professional Safety. 1994;39(9):18-24.

26. Geller ES. Working Safe: How to People Actively Care for Health and Safety. 2, editor: Boca Raton: CRC Press; 2001.

27. Hechanova-Alampay R, Beehr TA. Empowerment, span of control, and safety performance in work teams after workforce reduction. Journal of Occupational Health Psychology. 2001;6(4):275-82.

28. Reason JT. Managing the risks of organizational accidents: Ashgate Aldershot; 1997.

29. Mattila M, Hyttinen M, Rantanen E. Effective supervisory behaviour and safety at the building site. International Journal of Industrial Ergonomics. 1994;13(2):85-93.

30. Simard M, Marchand A. The behaviour of first-line supervisors in accident prevention and effectiveness in occupational safety. Safety Science. 1994;17(3):169-85.

31. Huang Y-H, Ho M, Smith GS, Chen PY. Safety climate and self-reported injury: Assessing the mediating role of employee safety control. Accident Analysis & Prevention. 2006;38(3):425-33.

32. Hsu SH, Lee C-C, Wu M-C, Takano K. The influence of organizational factors on safety in Taiwanese high-risk industries. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2010;23(5):646-53.

Journal of Safety Promotion and Injury Prevention, Vol.3, No.1, Spring 2015

Model for safety performance evaluation based on organizational factors affecting safety industries using Fuzzy Inference System

Khakpour, AR[1*], Samiei Zafarghandi A[2]

Abstract

Background and Objective: With a growing interest in organizational factors in occupational safety, many researches have been carried out in relation to a study of the relationship between organizational factors and safety performance in different industries in recent years. According to this, the purpose of the research is to introduce a model for safety performance assessment according to a fuzzy inference system.

Materials and Methods: The study is an applied study with respect to purpose and it is a descriptive-modelling study in terms of methodology. In this paper, reviewing research literature, organizational factors affecting the safety performance of industries has been extracted. Subsequently, in order to assess the safety performance in accordance with organizational factors, an inference system was developed according to research literature and experts' views. Having been developed, the model was implemented in an auto spare part corporation of East Azerbaijan Province.

Results: The findings of the research indicate that the developed model is capable of assessing safety performance in industries, based on which the score of safety performance of industries can be calculated. The application of the model in a cooperation as an experiment site exhibits that the score of safety performance is equal to 0.607; the value is desirable with the membership degree 0.528 and desirable with the membership degree 0.472.

Conclusion: The system of interest in the present study is an instrument to score and can be applied when we want to know the level of company's and organization's interest in safety performance. Given the fact that the size of determining factors in safety performance score can be expressed by verbal variables, and on the other hand the variables have internal interactions with one another in that they exert different effect on the score of safety performance at times, the fuzzy inference system is an appropriate instrument for scoring.

Keywords: *Safety performance, Organizational factors, Fuzzy inference system*

1 . PhD Student of Management- Operation research, Ferdowsi University of Mashhad, International Pardis, Mashhad, Iran
2. Department of Business Management,Yazd Branch,Iislamic Azad University,Yazd,Iran
***Corresponding Author:** alireza_khakpour@yahoo.com