پیش بینی امکان رخداد حوادث با رویکرد منطق فازی بمنظور مدیریت بر حوادث در قالب سیستم پشتیبان تصمیم

دکتر سیدغلامرضا جلالی نائینی
استادیار دانشگاه علم و صنعت

دکتر احمد ماکوئی
دانشیار دانشگاه علم و صنعت

روزبه قوسی
عضو هیات علمی و دانشجوی دکتری مهندسی صنایع

چکیده

مفاهیم ریسک و حادثه از موضوعات تخصصی پیچیده ای هستند که قادر ند مشکلات عدیده ای را برای مدیران واحدهای صنعتی بوجود آورند. منطق فازی ابزار توانمندی است که امروزه با ورود به حوزه های تخصصی متنوع، نگاههای علمی متفاوتی را ایجاد نموده و در برخی موارد نیز اثرات قابل توجهی را در نتایج علمی تحقیقات کاربردی باعث شده است. این رویکرد جدید باعث گردیده است که مدیران در حوزه های ریسک وحادثه با پشتوانه علمی قوی تر و قابلیت اطمینان بالاتری تصمیم‌سازی نمایند.

در این مقاله سعی بر این است که ضمن معرفی متدولوژی با رویکرد فازی در پیش بینی امکان رخداد حوادث ناشی از کار، بعنوان مطالعه‌های موردی، حوادث ناشی از کار با تجهیزات حمل و نقلی و ماشین آلات تولیدی با این رویکرد مورد توجه و بررسی قرار گیرند.

با استفاده از قواعد فازی در پیش‌بینی سناریوهای متنوع حادثه، ضمن در نظر گرفتن کلیه متغیر های ورودی مساله تحقیق، فضای عدم قطعیت در مبحث مورد مطالعه به حداقل ممکن کاهش یافته و امکان پیش بینی بهتری از حادثه را در مقایسه با مفهوم کلاسیک شرایط دو ارزشی یا صفر و یک ایجاد می نماید.

این یک واقعیت است که وجود شرایط غیر قطعی و احتمالی در حوزه ریسک و حادثه، امکان پیش بینی و پیشگیری از بروز رخداد و نتایج نامطلوب حاصل از آن را تحت تاثیر قرار میدهد، و استفاده از این رویکرد و متدولوژی پیشنهادی می‌تواند در این راستا راهگشا باشد.

کلید واژه:

مجموعه‌های فازی، قواعد فازی، تابع عضویت، درجه عضویت، متغیرهای زبانی، اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای، پیش‌بینی حادثه

مقدمه

حادثه را می‌توان رویدادی ناخواسته و برنامه‌ریزی نشده خواند که درصورت وقوع می‌تواند در انجام عملیات صنعتی اختلال ایجاد نموده، و پیامدهای نامطلوبی را بصورت ایجاد جراحت‌ها، فقدان زندگی، تخریب اموال، سرمایه، ماشین‌آلات و محیط زیست را بهمراه داشته باشد.

دو مفهوم ریسک و ایمنی، حوزه‌های مرتبطی هستند، که شکل‌گیری رابطه مفهومی بین آنها از منظر حادثه ایجاد شده است. از نظر علمی خطر پذیری(ریسک) به معنای احتمال بروز رویدادی است که میتوانند حادث

شود، و این در حالی است که حوزه ایمنی در زمان عدم حضور ریسک میتواند معنی و مفهوم یابد.

حوادث مهم و بحرانهای شناخته شده ای همانند بحران آزاد شدن گاز سمی بوپال، انفجار سفینه چلنجر ناسا و بحران اتمی تری مایل آیلند مثالهای بسایر مشهوری هستند که بعلت نواقص سیستمی در نظامهای پیچیده حادث شده اند، و خسارتهای مالی و جانی بسیار سنگین پیامدهای ناشی از این حوادث میباشد. اگر چه استفاده از ماشین آلات، دستگاهها و تکنولوژی های نوین روند تولیدات صنعتی را سرعت بخشیده است، اما به هرحال این نوع تجهیزات صنایع مختلف همانند نیروگاههای هسته ای و صنایع فرآیندی نفت و مواد شیمیایی را بسمت پیچیدگی بیشتر سوق داده که به ناچار هر لحظه شاهد نواقص بالقوه بسیار خطرناک و فاجعه آمیز باشیم[۳-۱]. ضمنا در واحدهای تولیدی صنعتی مواد اولیه بسیار زیادی وجود دارد که در حال فرآیندهای تولید و یا انبارش آنها، ضمن حفظ حوادث بالقوه در داخل سیستم، انواع متنوع شبه حوادث مهم در قالب واکنشهای زنجیره ای بشکل مدل دومینو در مجاورت واحدهای تولیدی و صنعتی بوقوع می پیوندد[۴]

۱. مروری بر تحقیقات گذشته:

وجود شرایط عدم قطعیت در حوزه حادثه، مدیران صنایع را بر آن داشته است که تا با شناسایی عوامل عللی و معلولی حادثه، شرایط موجود را مورد بررسی دقیقتری قرار داده و با مورد توجه قرار دادن سناریوهای امکان حادثه، از رخداد و باز رخداد حوادث آتی جلوگیری نمایند. در همین راستا در یک تحقیق صنعتی تعدادی از محققین در صنایع نفت و گاز بمنظور پیش بینی حوادث در این حوزه، با طراحی پرسشنامههایی نحوه و میران تاثیرات عوامل مذکور بر روی تکرار و فراوانی حوادث را مورد مطالعه قرار دادند[۵].

در یک مطالعه صنعتی، بحران اتمیتری مایل آیلند توسط محققی مورد بررسی و واکاوی قرار داده شده و علتهای ریشهای ایجادکننده حادثه و بحران فوق الذکر را بشرح ذیل تعیین نموده است[۶]:

الف) ناکارآمدی روش ایمنی مورد استفاده

ب) خطای اپراتور

ج) آموزش ناکافی اپراتور

د) دستورالعمل و رویههای ناقص و ناصحیح

و) ناکارآمدی سازمانی و عدم استفاده از دادههای حوادث پیشین

ی) طراحی ضعیف اتاقهای کنترل

در مطالعه دیگری، محقق بر روی علل و عوامل مهم تاثیر گذار بر روی حوادث متمرکز شده و بعنوان مطالعه موردی بر روی واحدهای صنایع غذایی کشور پرتقال تحقیق نموده است.

محقق عوامل مهم تاثیر گذار بر روی احتمال رخداد حادثه در دو سطح محیطهای کار و سازمانی، مدیریتی مورد بررسی و شناسایی قرار داده است[۷].

عوامل مهم تاثیر گذار بر روی بروز حوادث در محیطهای کار عبارتند از:

شاغل تکراری و خسته کننده

ب) چیدمان و امکانات موجود

ج) بی تجربگی کارگر

د) تعمیرات و نگهداری ناکارآمد

عوامل مهم و تاثیرگذار در سطوح مدیریتی و سازمانی عبارتند از:

و) ارزیابی ریسک سطحی و نا کافی

ه) دستورالعملهای کاری ناکارآمد

ی) آموزش ناکارآمد

استفاده ازروشهای متنوع کمی و کیفی ارزیابی میزان خطر پذیری، همانند روش ممیزی ایمنی، روش واکاوی درخت خطا، روش هزاپ، روش چه میشود- اگر ،روش ماتریس ریسک، متخصصین را از وضعیت ایمنی در محیطهای صنعتی آگاه نموده و در بخشی از این موارد آنها را قبل از رخداد حادثه مطلع می نمایند[۳, ۸] .

تعدادی از محققین با هدف دستیابی به یک بینش کافی درخصوص اصول کلی و متدولوژی های پیش بینی حادثه، روشهایی همانند واکاوی سناریو، روش رگرسیون، روش سری های زمانی، روش هموار سازی نمائی، روشهای آرما و آریما، مدل زنجیره مارکوف و شبکه بیز مورد بررسی قرار دادند[۹].

همینطور در تحقیق دیگری در بخشی از یک متدولوژی پیشنهادی، از روش سریهای زمانی جهت پیش بینی میزان حوادث و ریسکهای شغلی در معادن زیرزمینی ذغال سنگ کشور ترکیه استفاده گردیده است.[۱۰]

در مطالعات دیگری، محققین با استفاده از مدلهای کمی، ریسکهای شغلی کارگران واحدهای صنعتی را مورد بررسی و ارزیابی دقیق قرار داده اند. در این مدلها با استفاده از تکنیک Bow-tie ، ارتباط بین حادثه و علتهای احتمالی آن در درخت خطا و همینطور ارتباط بین حادثه و شدت پیامد حاصل از رخداد حادثه در درخت واقعه مورد بررسی قرار داده شده است[۱۳-۱۱].

در مطالعات فوق الذکر، جهت ارزیابی کمی ریسکهای شغلی، شکستگی های جرثقیل، چرخشهای ناشی از آن، افتادن بار و یا همینطور برخورد اشیاء با جراثقالها، خطر افتادن از ارتفاع در نردبانها، سکوهای ثابت و متحرک، داربستها، سقف و حفرات بر روی زمین مورد بررسی قرار گرفته است.

بررسی چگونگی مدلسازی ریسکهای شغلی بر اساس تکنیک بوتای یکی دیگر از مطالعاتی بود که توسط محققین دیگری بصورت موردکاوی در صنایع شیمیایی مورد بررسی قرار داده شد [۱۴].

در مفاهیم کلاسیک زمانیکه مجموعه ای از متغیرها مورد بررسی قرار میگیرند، میتوان آنها را با استفاده از تابع عضویتی که تنها دو مقدار صفر و یک را میتواند قبول نماید، مورد بررسی قرار داد. اما واقعیت این است، متغیرهایی که در این تابع عضویت، عدد ۱ را اخذ نموده اند، میتوانند با یکدیگر تفاوت زیادی داشته باشند. پس ضروری بنظر میرسد که در این خصوص بجای استفاده از درجه عضویت قطعی، درجه عضویت جزئی و یا فازی را مورد توجه قرار داده و تحقیق را از آن منظر با دقت و انعطاف بیشتری ادامه دهیم.

در واقع زمانیکه بجای بررسی مسائل در شرایط دو حالته از منطق فازی و قواعد اگر- آنگاه استفاده میشود، متغیرهای تاثیر گذار بیشتری در مقایسه با تجزیه و تحلیل دو ارزشی مورد توجه قرار داده شده، کلیه سناریوهای محتمل در رخداد حادثه مورد بررسی قرار داده شده و در نهایت با انتخاب نهایی سناریوهای ممکن، حادثه با دقت بیشتری قابل پیش بینی خواهد بود

در همین راستا برخی از پژوهشگران از قواعد کنترلی (اگر – آنگاه) مجموعه های فازی در تغییر و اصلاح روش نمودار ریسک استفاده نموده اند.[۱۵] تعداد دیگری از محققین نیز با استفاده از قواعد کنترلی فازی مدلی جدیدی را جهت ارزشیابی ریسک مشاغل معرفی نموده اند. در این مدل فاکتورهای جدیدی را معرفی نموده اند که من بعد محققین و متخصصین این حوزه بتوانند تاثیرات رفتارهای انسانی و محیط زیست را بر روی تراز ریسک برآورد نمایند. [۱۶] پژوهشگر دیگری با توجه به وجود شرایط غیر قطعی در حوزه ریسک و حادثه و ناکافی بودن آمار تاریخی و پیشین حوادث، با استفاده از کاربرد قواعد کنترلی فازی، روش جدیدی را در خصوص ارزیابی ریسک کارگران شاغل در پروژه های ساختمانی، ارایه نموده است[۱۷] .

با توجه به آمار بالای مرگ و میر و جراحات جهانی و کشورمان ایران در حوادث شغلی بویژه در حوزه، ماشین آلات صنعتی همانند ماشین های پرس و تجهیزات حمل و نقلی همانند لیفتراک با توجه به تعداد بالای سفرهای انجام شده به لحاظ نوعیت فرآیند های تولید در کارخانه های صنعتی بویژه مراکز خودروسازی کشور، در این مقاله سعی بر آن است که امکان بروز حوادث ناشی از کار با ماشین آلات پرس و لیفتراک بعنوان مورد کاوی در صنعت خودروسازی ایران مورد بررسی و واکاوی قرار داده و با استفاده از منطق فازی و قواعد مرتبط با آن امکان وقوع این رویداد مهم پیش بینی گردد[۲۰-۱۸].

۲ . متدولوژی پیش بینی حادثه با رویکرد منطق فازی:

در این تحقیق سعی بر آن است که با استفاده از رویکرد منطق فازی و بهره مندی از قواعد مرتبط با طراحی یک متدولوژی احتمال وقوع حوادث لیفتراک و دستگاه پرس را در سناریوهای متفاوت با توجه به متغیرهای مساله تحقیق پیش بینی نمائیم. از آنجائیکه لازم است بمنظور توصیف کلیه متغیرهای مساله تحقیق از مفاهیم فازی و متغیرهای زبانی استفاده نمائیم، لذا قبل ازپرداختن به مراحل انجام تحقیق در این بخش از مقاله اعداد فازی مثلثی و اعداد فازی ذوزنقه ای را معرفی میگردد.

۲ . ۱ . اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه ای:

علت اصلی استفاده از اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه ای در این مقاله، کاربرد بسیار زیاد این نوع از اعداد فازی در مقالات پژوهشی انتشاریافته و تطابق مطلوب آنها در راستای مساله تحقیق میباشد.

اصولا در منطق کلاسیک یا یک عضو به مجموعه داده ها تعلق دارد و یا ندارد که این موضوع میتواند در حالت دو ارزشی یک و صفر مورد توجه قرار گیرد. اما زمانیکه از منطق فازی استفاده میگردد، میزان درجه تعلق عضو به یک مجموعه میتواند از مجموعه ای از اعداد فازی انتخاب شود که تحت عنوان تابع عضویت فازی تعریف میشود. اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه ای x را با تابع عضویت $\mu_A(x)$ در مجموعه اعداد حقیقی مطابق معادله های ۱ و ۲ مرور می نمائیم [۲۳-۲۱].

.

رابطه (۱):

$$A\Delta\mu_A(x) = \begin{cases} \dfrac{x-a_1}{a_M-a_1} & a_1 \le x \le a_M \\ \dfrac{x-a_2}{a_M-a_2} & a_M \le x \le a_2 \\ 0 \end{cases}$$

رابطه (۲):

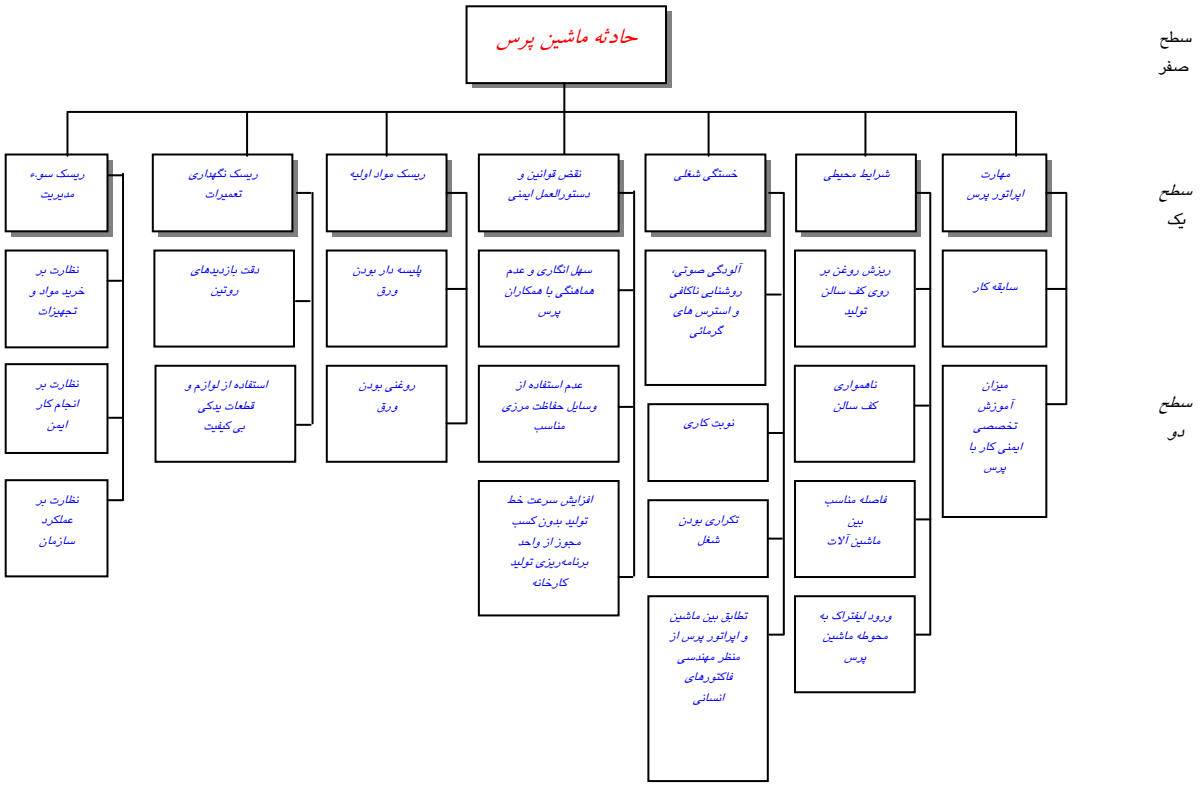
$$A\Delta\mu_A(x) = \begin{cases} \dfrac{x-a_1}{b_1-a_1} & a_1 \le x \le b \\ x=1 & b_1 \le x \le b_2 \\ \dfrac{x-a_2}{b_2-a_2} & b_2 \le x \le a_2 \\ 0 \end{cases}$$

۲.۲. شناسایی متغیرهای موثر در رخداد حادثه:

در اولین مرحله از متدولوژی پیشنهادی لازم است تا کلیه متغیرهای موثر در رخداد حادثه کار با لیفتراک و ماشین پرس مورد شناسایی دقیق قرار گیرد. همانطوریکه در شکل شماره ۱ ملاحظه میگردد، کلیه متغیرهای ورودی و خروجی مساله در سه سطح صفر، یک و دو مورد توجه قرار داده شده است. ، در سطح دو متغیرهای موثر در حادثه کار با ماشین پرس بعنوان مساله تحقیق، بیست متغیردر نظر گرفته شده است که با استفاده از این متغیرها، قادر خواهیم بود تا هفت متغیر سطح یک را اندازه گیری و برآورد نمائیم و در مرحله بعد با استفاده از هفت متغیر سطح یک، متغیر سطح صفر یعنی پیش بینی میزان رخداد حادثه ماشین پرس تخمین بزنیم. متغیر سطح صفر یعنی پیش بینی رخداد حادثه پرس به هفت متغیر سطح یک

شامل مهارت اپراتور پرس، شرایط محیطی، خستگی شغلی(ناشی از کار)، نقض قوانین و دستورالعملهای ایمنی، ریسک مواد اولیه، ریسک نگهداری و تعمیرات و ریسک سوء مدیریت تقسیم بندی میگردد. ضمنا متغیرهای هفتگانه سطح یک قابلیت این را دارد که به بیست متغیر سطح دو شامل سابقه کار، میزان ساعت آموزش تخصصی ایمنی، ریزش روغن بر روی کف سالن تولید، ناهمواری کف سالن تولید، فاصله بین ماشین آلات پرس، ورود لیفتراک به محوطه ماشین پرس، آلودگی صوتی روشنایی ناکافی استرسهای گرمایی، نوبت کاری، تکراری بودن شغل و تطابق بین اپراتور و ماشین پرس، سهل انگاری و عدم هماهنگی با

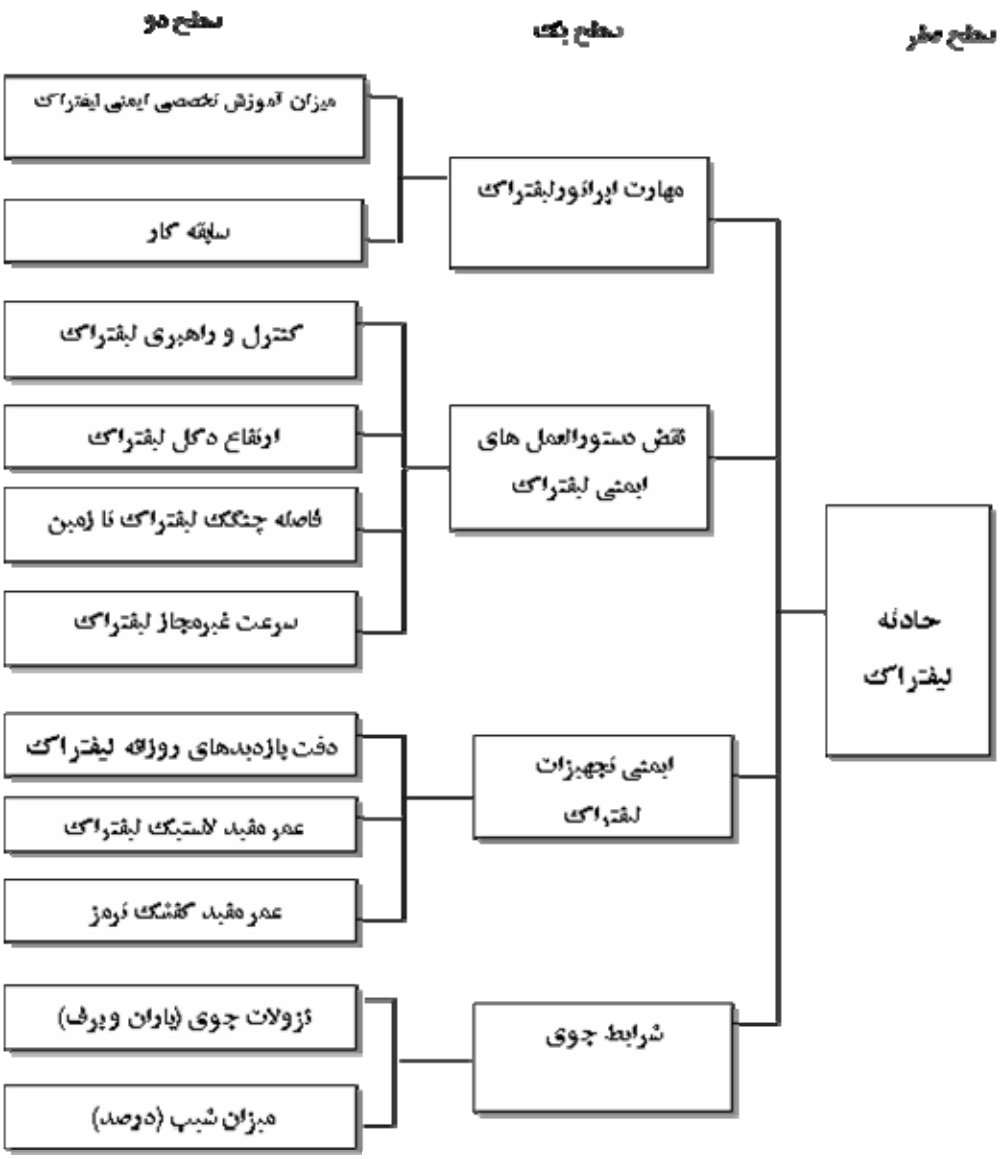
شکل(۱) متغیرهای موثر در رخداد حادثه پرس



همکاران پرس، عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب، افزایش سرعت خط تولید بدون کسب مجوز از واحد برنامه ریزی تولید کارخانه، پلیسه دار بودن ورق، روغنی بودن ورق، دقت بازدیدهای روتین از ماشین آلات پرس، استفاده از لوازم و قطعات بی کیفیت، نظارت بر خرید مواد و تجهیزات، نظارت بر انجام کار ایمن و نظارت بر عملکرد سازمان تقسیم بندی گردد.

مطابق شکل شماره ۲ در دومین مطالعه موردی تحقیق، در سطح دو متغیرهای موثر در رخداد حادثه کار با لیفتراک یازده متغیر در نظر گرفته شده است که با استفاده از این عوامل میتوان چهار متغیر سطح یک را برآورد نمود. در مرحله پایانی نیز همانند مطالعه موردی ماشین پرس، با استفاده ازچهار متغیر سطح یک میتوان متغیر سطح صفر یا میزان رخداد حادثه کار با لیفتراک را پیش بینی نمود.

متغیر سطح صفر یا همان میزان رخداد حادثه کار با لیفتراک به چهار متغیر سطح یک شامل مهارت اپراتور لیفتراک، نقض قوانین و دستورالعمل های ایمنی لیفتراک، ایمنی تجهیزات لیفتراک و شرایط جوی و محیطی تقسیم بندی میگردد. ضمنا چهار متغیر سطح یک میتوانند به یازده متغیر سطح دو شامل سابقه کار، میزان ساعت آموزش تخصصی ایمنی، سرعت غیر مجاز لیفتراک، فاصله چنگک لیفتراک تا زمین، ارتفاع دکل لیفتراک، میزان کنترل و راهبری لیفتراک، عمر مفید کفشک ترمز لیفتراک، عمر مفید لاستیک لیفتراک، میزان دقت بازدیدهای روزانه لیفتراک، درصد شیب موجود در محیط کارخانه و میزان بارش و نزولات جوی تقسیم بندی گردد.



شکل (۲) متغیرهای موثر در رخداد حادثه لیفتراک

۳.۲. برآورد محدوده اندازه گیری متغیرهای موثر در رخداد حادثه:

در این قسمت از مقاله محدوده اندازه گیری کلیه متغیرهای موثر در رخداد حادثه را تعیین مینمائیم، که این محدوده اندازه گیری در مورد چهار متغیر سطح یک حادثه لیفتراک بترتیب در مورد مهارت اپراتور لیفتراک (صفر تا ده)، نقض قوانین و دستورالعمل های ایمنی لیفتراک (صفر تایک)، ایمنی تجهیزات لیفتراک (صفر تا ده)، شرایط جوی و محیطی (صفر تا ده)، و همینطور در مورد هفت متغیر سطح یک حادثه ماشین پرس بترتیب در مورد مهارت اپراتور پرس (صفر تا ده)، شرایط محیطی(صفر تا یک)، خستگی شغلی

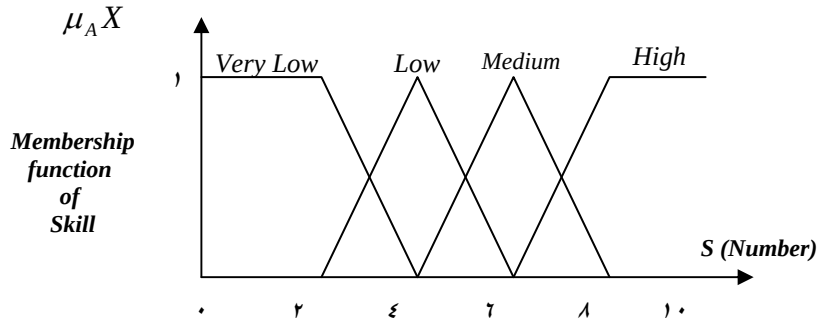
یا ناشی از کار(صفر تا یک)، نقض قوانین و دستورالعملهای ایمنی(صفر تا یک)، ریسک مواد اولیه(صفر یا یک)، ریسک نگهداری و تعمیرات (صفر تا یک) و ریسک سوء مدیریت (صفر یا یک) تعیین میگردد.

۴.۲. دسته بندی متغیرهای ورودی مساله تحقیق با استفاده از متغیرهای زبانی:

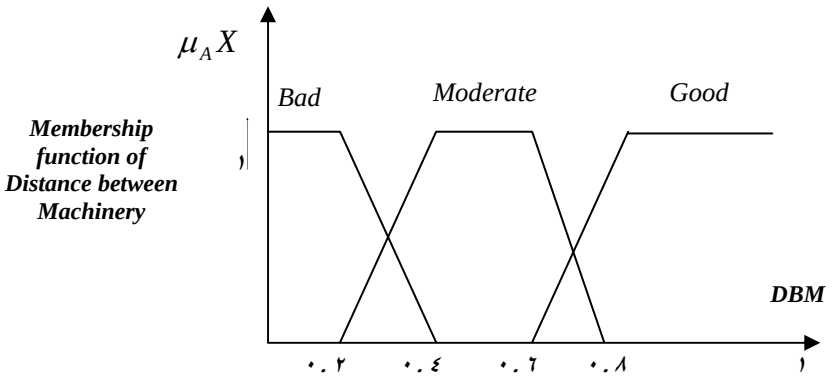
در این بخش از مقاله متغیرهای ورودی مساله تحقیق را با استفاده از متغیرهای زبانی دسته بندی مینمائیم.
در این مرحله بعنوان نمونه متغیر ورودی مهارت اپراتور پرس وشرایط محیطی را با استفاده از متغیرهای زبانی به ترتیب به سه دسته مهارت کم، متوسط و زیاد و همینطور خوب، متوسط و بد تقسیم بندی مینمائیم.

۵.۲. توصیف متغیرهای زبانی با استفاده از مجموعه های فازی:

در این قسمت با استفاده از مجموعه اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه ای متغیرهای زبانی که عمدتا بصورت متغیر های کیفی محسوب میشوند را توصیف مینمائیم. بعنوان نمونه ای ازمتغیر های زبانی مربوط به متغیرهای موثر در رخداد حادثه لیفتراک و ماشین پرس، از متغیرهای سطح یک متغیر مهارت اپراتور پرس و از متغیرهای سطح دو متغیر فاصله بین ماشین آلات پرس با استفاده از مجموعه های فازی توصیف گردیده است که در اشکال شماره ۳ تا ۴ نمایش داده شده است.



شکل(۳) توصیف متغیر پایه ای مهارت اپراتور لیفتراک توسط مجموعه های فازی



شکل(۴) توصیف متغیر فاصله بین ماشین‌آلات پرس توسط مجموعه‌های فازی

۶.۲. تهیه مدلهای کنترلی فازی با استفاده از قواعد فازی:

استفاده از قواعد منطق فازی این امکان را فراهم مینماید تا بتوانیم با درنظر گرفتن کلیه متغیرهای ورودی مساله سناریوهای متنوع حادثه را شبیه سازی نموده و سپس با ارزیابی این قواعد حالات بحرانی را که میتواند منجر به حادثه های قطعی شود را شناسایی نمائیم. بعنوان نمونه در این بخش بمنظور شبیه سازی کلیه سناریوهای ممکن حادثه لیفتراک با استفاده از کلیه متغیرهای ورودی مساله تحقیق ۲۰۸ قاعده فازی ساخته شد که، بعنوان نمونه سه قاعده ذیل در راستای اندازه گیری میزان مهارت اپراتور لیفتراک با استفاده از متغیرهای سابقه کار و میزان آموزش تخصصی ایمنی مربوط به متغیرهای سطح ۲ ارایه میگردد.

قاعده اول: اگر سابقه کاری اپراتور کم و آموزش تخصصی بسیار کم باشد آنگاه مهارت اپراتور بسیار کم خواهد بود.

قاعده دوم: اگر سابقه کاری اپراتور کم و آموزش تخصصی زیاد باشد آنگاه مهارت اپراتور متوسط خواهد بود.

قاعده سوم: اگر سابقه کاری اپراتور متوسط و آموزش تخصصی زیاد باشد آنگاه مهارت اپراتور زیاد خواهد بود.

درخصوص مطالعه موردی ماشین پرس نیز در راستای شبیه سازی کلیه سناریوهای ممکن حادثه با استفاده از متغیرهای ورودی مساله تحقیق ۳۹۸ قاعده فازی ساخته شد که، بعنوان نمونه ۵ قاعده ذیل بمنظور اندازه گیری پیش بینی امکان حادثه ماشین پرس توسط هفت متغیر سطح یک شامل مهارت اپراتور پرس، شرایط محیطی، خستگی شغلی(ناشی از کار)، نقض قوانین و دستورالعملهای ایمنی، ریسک مواد اولیه، ریسک نگهداری و تعمیرات و ریسک سوء مدیریت ارایه میگردد.

قاعده چهارم: اگر مهارت اپراتور زیاد و شرایط محیطی خوب و خستگی شغلی کم و نقض قوانین ایمنی کم و ریسک ناشی از مواد اولیه وجود نداشته باشد و ریسک ناشی از نگهداری و تعمیرات متوسط و ریسک ناشی از سوءمدیریت وجود نداشته باشد، آنگاه پیش بینی امکان رخداد حادثه ماشین پرس در وضعیت بسیارکم خواهد بود.

قاعده پنجم: اگر مهارت اپراتور زیاد و شرایط محیطی خوب و خستگی شغلی متوسط و نقض قوانین ایمنی متوسط و ریسک ناشی از مواد اولیه وجود نداشته باشد و ریسک ناشی از نگهداری و تعمیرات متوسط و ریسک ناشی از سوءمدیریت وجود نداشته باشد، آنگاه پیش بینی امکان رخداد حادثه ماشین پرس در وضعیت کم خواهد بود.

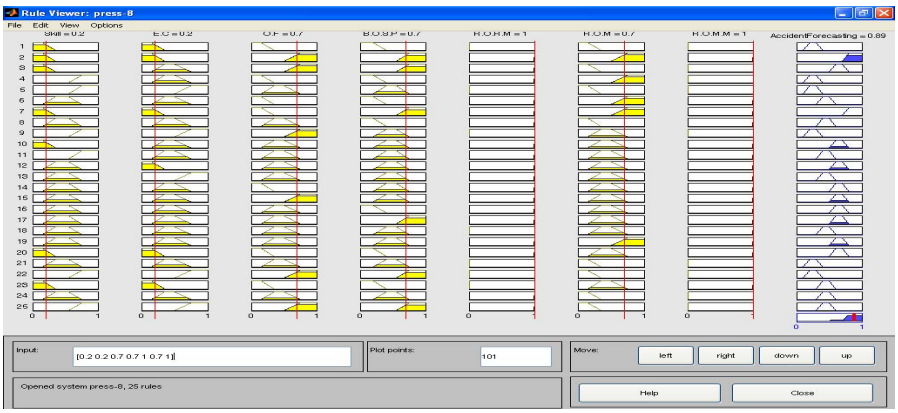
قاعده ششم: اگر مهارت اپراتور کم و شرایط محیطی بد و خستگی شغلی متوسط و نقض قوانین ایمنی متوسط و ریسک ناشی از مواد اولیه وجود نداشته باشد و ریسک ناشی از نگهداری و تعمیرات متوسط و ریسک ناشی از سوءمدیریت وجود نداشته باشد، آنگاه پیش بینی امکان رخداد حادثه ماشین پرس در وضعیت متوسط خواهد بود.

قاعده هفتم: اگر مهارت اپراتور کم و شرایط محیطی متوسط و خستگی شغلی زیاد و نقض قوانین ایمنی زیاد و ریسک ناشی از مواد اولیه وجود نداشته باشد و ریسک ناشی از نگهداری و تعمیرات زیاد و ریسک ناشی از سوءمدیریت وجود نداشته باشد، آنگاه پیش بینی امکان رخداد حادثه ماشین پرس در وضعیت بالا(خطرناک) خواهد بود.

قاعده هشتم: اگر مهارت اپراتور متوسط و شرایط محیطی متوسط و خستگی شغلی زیاد و نقض قوانین ایمنی زیاد و ریسک ناشی از مواد اولیه وجود داشته باشد و ریسک ناشی از نگهداری و تعمیرات زیاد و ریسک ناشی از سوءمدیریت وجود داشته باشد، آنگاه پیش بینی امکان رخداد حادثه ماشین پرس در وضعیت بسیار بالا(بحرانی) خواهد بود.

۷.۲. فازی زدایی و برآورد عددی میزان متغیر خروجی مساله تحقیق:

مرحله فازی زدایی فرآیندی است که توسط آن میتوان نتایج حاصل از مدلهای کنترلی در قالب اعداد فازی را بصورت اعداد خروجی دقیق تبدیل نمود. لذا با درنظر گرفتن تاثیرات متغیرهای ورودی مساله و لحاظ نمودن تجمیع تاثیرات آنها در سناریوهای متنوع حادثه توسط قواعد فازی، تحت فازی زدایی قرار گرفته و میزان رخداد حوادث پیش بینی شده و در نهایت در قالب خروجی مدل بعنوان عددی دقیق و شفاف در بازه عددی بین صفر تا یک مطابق شکل شماره ۵ تعیین میگردد.



شکل (۵) فرآیند فازی‌زدایی بمنظور برآورد متغیر خروجی مساله تحقیق

۳. پیش بینی تاثیر اقدامات کنترلی بر روی کاهش رخداد حادثه توسط مدل کنترلی فازی:

ماشین های پرس با توجه به انجام عملیات صنعتی خطرناک و کاربرد بالای آنها در فرآیندهای متنوع تولیدی صنعتی، بخش قابل توجهی از حوادث ناشی از کار را در دنیا و کشور خودمان به خود اختصاص داده است. امروزه تجهیزات کنترلی و اقدامات اصلاحی متنوعی همانند فتوسل، میکروسوئیچ، کلیدهای دو شستی و کلیدهای قطع اضطراری، قابلیت پیاده سازی بر روی

ماشینهای پرس را دارند. این روشها میتوانند تا میزان قابل توجهی خطاهای اپراتورهای پرس را کاهش داده و از بروز و باز رخداد حوادث صنعتی ماشینهای پرس جلوگیری نمایند.

در این بخش از مقاله قصد داریم تا با در نظر روشهای کنترلی قابل اجرا بر روی ماشین آلات پرس، پیش بینی رخداد حادثه بعنوان خروجی مدل کنترل فازی را مورد بررسی قرار داده و کارایی و اثر بخشی خروجی مدل کنترل فازی را در شرایط قبل و بعد از اعمال اقدامات اصلاحی بر روی ماشین آلات پرس ارزیابی نمائیم.

مطابق مساله تحقیق دستگاه پرس یکی از هفت متغیر سطح یک، متغیر نقض قوانین و دستورالعملهای ایمنی است که به زیر معیارهای بلافصل خود همانند سهل انگاری و عدم هماهنگی با همکاران پرس، عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب و افزایش سرعت خط بدون کسب مجوز از واحد برنامه ریزی تولید کارخانه شکسته میشود. زمانیکه اقدامات کنترلی همانند کلیدهای فرمان دو شستی،کلیدهای قطع اضطراری، فتوسل و همینطور سری نمودن کلیدهای فرمان کلیه اپراتورهای همکار، بر روی ماشین پرس راه اندازی شده و به حالت اجرایی در آمد، در این شرایط دیگر احتمال وقوع حادثه بعلت سهل انگاری اپراتور و عدم هماهنگی او با سایر همکاران ماشین به حداقل ممکن کاهش خواهد یافت. لذا در این قسمت از مقاله سه سناریوی امکان حادثه در ماشین پرس را در نظر گرفته و با ورود مقادیر عددی هفت متغیر پایه ای موردنظر، به مدل فازی کنترلی، احتمال رخداد حادثه بعنوان خروجی مدل بصورت یک عدد دقیق برآورد میشود.

Accident Scenario ۱: *[۰,٤, ۰,۲, ۰,۵, ۰,۳, ۰, ۰,۷, ۰] = ۰,٤۵*

Accident Scenario ۲: *[۰,٤, ۰,۲, ۰,۵, ۰,۳, ۱, ۰,۷, ۱] = ۰,۵۵*

Accident Scenario ۳: *[۰,٤, ۰,۳, ۰,۸, ۰,۹, ۱, ۰,۲۵, ۱] = ۰,۸۹*

Accident Scenario ۳(new): *[۰,٤, ۰,۳, ۰,۸, ۰,۱, ۱, ۰,۲۵, ۱] = ۰,۵*

مطابق سناریوهای حادثه فوق الذکر، سناریوی شماره ۳ در مقایسه با دو سناریوی دیگر، با مقدار عددی ۰/۸۹ احتمال رخداد بالاتری را داشته و عملا در دسته بندی سناریوهای با میزان ریسک بالا قرار میگیرد، که میزان عددی متغیر نقض قوانین و دستورالعملهای ایمنی بعنوان یکی از هفت متغیر پایه ای سطح یک در همین سناریو ۰/۹ تعیین شده است.. حال در همین سناریو با فرض اعمال اقدامات اصلاحی بمنظور کاهش میزان خطاهای از سوی اپراتورهای پرس، مقدار متغیر نقض قوانین و دستورالعملهای ایمنی مجددا برآورد و مقدار عددی متغیر پایه ای مورد نظر مجددا در سناریوی شماره سه جدید منظور و امکان رخداد حادثه بعنوان خروجی مدل برابر ۰/۵ پیش بینی گردیده است که در محدوده با میزان ریسک متوسط دسته بندی میگیردد و عملا گویای اثربخشی قابل توجه اقدامات اصلاحی مذکور بر روی ماشین پرس میباشد که با توجه به عملکرد پویای مدل کنترل فازی میتوان از این توانمندی مدل در ارزیابی اثر بخشی اقدامات کنترلی در کاهش احتمال رخداد حوادث نیز استفاده نمود.

نتیجه گیری:

در این تحقیق کاربرد قواعد منطق فازی در شناسایی بهتر سناریوهای ممکن حادثه مورد توجه قرار گرفته و تا مدیران واحدهای صنعتی بویژه مدیران ایمنی بتوانند از این توانمندی بعنوان یک سیستم پشتیبان در تصمیم سازی ها استفاده نمایند. بهره مندی از رویکرد منطق فازی در مقایسه با شرایط دو ارزشی یا کلاسیک صفر و یک میتواند بمیزان قابل توجهی بحث عدم قطعیت را در حوزه های تخصصی و بسیار پیچیده ریسک و حادثه کاهش داده تا مدیران تصمیم گیر بتوانند با قابلیت اطمینان بالاتری سناریوهای متنوع حادثه را شناسایی نموده و با کمک مدلهای کنترلی فازی احتمال رخداد حوادث را پیش بینی نموده و در عین حال میزان اثر بخشی و کارایی روشهای کنترلی و اصلاحی را توسط این مدلها پیش بینی نمایند.

این یک واقعیت است که مدیران واحدهای صنعتی در حوزه های تخصصی و بسیار پیچیده همانند مدیریت ریسک و حادثه نیازمند بازوهای مشورتی هستند تا در تصمیم سازی ها بتوانند با قابلت اطمینان بیشتری عمل نمایند.

منابع

۱. *Zahid H. Qureshi,), ۲۰۰۷A Review of Accident Modeling Approaches for Complex*

۲. *Socio- Technical Systems, Australian Computer Society, Inc.۱۲th Australian Workshop Related Programmable Systems (SCS'۰۷, Vol. ۸۶.*

۳. *Canadian centre for Occupational S Health and Safety (CCOHS), Accident Investigation, ۱-۱۰, ۲۰۰۶*

۴. *Eric Holnagel, (۲۰۰۸), Risk+Barriers=Safety? Safety Science۴۶ PP. ۲۲۱-۲۲۹*

۵. *G.L.L. Reniers and et al, (۲۰۰۵) Developing an external domino accident prevention framework: HAZWIM, Journal of Loss Prevention, Journal of Loss Prevention in the process industries۱۸,pp. ۱۲۷-۱۳۸*

۶. *Daryl Attwood & et al, (۲۰۰۶) Offshore oil and gas occupational accidents—what is Important? Journal of Loss Prevention in the Process Industries ۱۹.pp. ۳۸۶–۳۹۸*

۷. *Daryl Attwood and et al, ,(۲۰۰۶) Occupational accident models, where have we been and where are we going? Journal of Loss Prevention in the Process Industries ۱۹,pp. ۶۶۴–۶۸۲*

۸. *C. Jacinto & et al, (۲۰۰۹) Workplace and organizational factors in accident analysis within the Food Industry, Journal of Safety Science ۴۷.pp. ۶۲۶–۶۳۵*

۹. *S.P. Sivapirakasam and et al, (۲۰۰۹) Hazard assessment for the safe storage, manufacturing and handling of flash compositions, Journal of Loss Prevention in the process industries ۲۲,pp. ۲۵۴-۲۵۶*

۱۰. *Xiaoping Zheng, Mengting Liu, (۲۰۰۹)An overview of accident forecasting methodologies, Journal of Loss Prevention in the process Industries, ۲۲pp. ۴۸۴-۴۹۱*

۱۱. *Mehmet Sari, A.Sevtap Selcuk, Celal Karpuz, H.Sebnem, B.Duzgun, (۲۰۰۹) Stochastic modeling of accident risks associated with an underground coal mine in Turkey, Safety Science۴۷, pp.۷۸ – ۸۷-*

۱۲. *B.J.M. Ale & et al, (۲۰۰۸) Quantifying occupational risk: The development of an occupational risk model, International journal of Safety Science ۴۶,pp. ۱۷۶–۱۸۵*

۱۳. *O.N. Aneziris & et al, (۲۰۰۸)towards risk assessment for crane activities, Journal of Safety Science ۴۶ , pp. ۸۷۲–۸۸۴*

۱۴. *O.N. Aneziris, (۲۰۰۸) Quantified risk assessment for fall from height, International journal of Safety Science ۴۶, pp. ۱۹۸–۲۲۰*

۱۵. A.R. Hale & et al, (۲۰۰۷)Modeling accidents for prioritizing prevention, Reliability Engineering and System Safety ۹۲pp. ۱۷۰۱–۱۷۱۵

۱۶. R.Nait-Said, F. Zidani, (۲۰۰۹) N. Ouzraoui, Modified risk graph method using fuzzy rule – based approach, Journal of Hazardous Materials,۶۴,pp.۶۵۱-۶۵۸

۱۷. AndreaGrassi, RitaGamberini, Cristina Mora, Bianca Rimini, A fuzzy multi-attributemodel for risk evaluation in workplaces, safety science۴۷(۲۰۰۹)pp.۷۰۷-۷۱۶

۱۸. G.Emre Gurcanli, (۲۰۰۹) Ugur Mungen, An occupational safety risk analysis method at construction site using fuzzy sets, International Journal of Industrial Ergonomics, ۳۹,pp.۳۷۱-۳۸۷

۱۹. B.J.M Ale, H.Baksteen, L.J.Bellamy, A.Bloemhof,L.G.Goossens, A.Hale, M.L.Mud, J.I.H.OH, I.A. Papaszoglou, J.Rost, J.Y.Whiston, (۲۰۰۸) Quantifying occupational risk: The development of an occupational risk model, J. Safety Science,۴۶,pp. ۱۷۶-۱۸۵

۲۰. D. Attwood, F. Khan, B.Veitch, Can we predict occupational accident frequency? Trans ICHEME, Processsafety and environmental protection, ۲۰۰۶, ۸۴(B۳),pp. ۲۰۸-۲۲۱

۲۱. G.Emregurcanli (۲۰۰۹),Ugur Mungen, An occupational safety risk analysis method at construction site using fuzzy set, International journal of Industrial Ergonomics,۳۹ pp.۳۷۱-۳۸۷

۲۲. ۲۱- Zimmermann, H.J. ۱۹۹۶Fuzzy set Theory and its applications, Kluwer-Nijhoff publication, Boston, ,pp. ۲۸-۳۳

۲۳. Lefteri H.Tsoukalas, Robert E.Uhrig (۱۹۹۷) Fuzzy and Neural Approaches in Engineering, Wiley Interscience Publication

۲۴. George Bojadziev & Maria Bojadziev, , ۲۰۰۷ Fuzzy logic for Business, finance, and management, md edition, ۲۲-۲۴,pp.۱۳۳-۱۳۶ by world scientific publishing co. Pte. Ltd