



ارزیابی ریسک واحد تعمیرات ماشین آلات معدنی با استفاده از روش JSA و مدل سازی آن با استفاده از نرم افزار PHA-pro

مهدیه حضرتی*

گروه مهندسی ایمنی بهداشت و محیط زیست، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

Email: m_hazrati@iau-ahar.ac.ir

بابک قهرمانیان

گروه عمران، سازه های هیدرولیکی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

رضا حاج محمدی

گروه مهندسی شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اهر، ایران

چکیده

در این تحقیق ارزیابی ریسک این پروژه در واحدهای آپاراتی، سرویس کاری، تراشکاری و جوشکاری و آهنگری انجام شد. در فرایند آپاراتی تعداد ۲۳ مورد از حوادث رخ داده جزو حوادث با ریسک بالا می‌باشند بیشترین فعالیت‌های با ریسک بالا با اعداد ریسک ۲۵ مربوط به تعویض چرخ دستگاه‌ها که اقدام کنترلی آن آموزش، استفاده از خرک مناسب می‌باشد. دومین فعالیت مربوط به تعویض لاستیک می‌باشد که اقدام کنترلی آن آموزش و رعایت فاصله می‌باشد. فعالیت سوم مربوط به باد کردن لاستیک‌ها می‌باشد که اقدام کنترلی آن چک کردن سوپاپ اطمینان قطع کن کمپرسور می‌باشد پس از انجام اقدامات کنترلی تنها سه مورد از فعالیت‌ها دارای ریسک بالا بودند. در قسمت سرویس کاری ۵۸٪ فعالیت‌ها دارای ریسک بالا بودند که پس از اقدامات کنترلی این مقدار به ۳۳٪ رسید. در قسمت تراشکاری ۴۵٪ فعالیت‌ها دارای ریسک بالا بودند که پس از اقدامات کنترلی این مقدار به صفر٪ رسید. مهم‌ترین حادثه ای که با عدد ریسک ۲۵ می‌توان برای قسمت آهنگری و جوشکاری پیش‌بینی کرد انفجار و آتش سوزی در نزدیکی کارگاه آهنگری است که می‌تواند با توجه به اثر مضاعف آتش سوزی منجر به مرگ اپراتور مربوطه گردد.

کلید واژه: ارزیابی ریسک، روش JSA، ماشین آلات سنگین معدنی، نرم افزار PHA-pro.

مقدمه

با افزایش فعالیت‌های صنعتی و گسترش فناوری و افزایش کاربرد ماشین آلات، روند بروز حوادث در محیط‌های صنعتی نیز فزونی یافته است. در سیستم‌های سنتی، پس از وقوع حوادث و بروز خسارات جبران ناپذیر، اقدام به بررسی علل حوادث می‌گردید و نقایص یک سیستم یا فرآیند تعیین می‌شد، اما امروزه به دلیل وجود انواع مختلف روش‌های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک، قبل از وقوع حوادث می‌توان نقاط حادثه خیز و بحرانی را مشخص کرد و نسبت به پیشگیری از وقوع حوادث و کنترل آن‌ها اقدام نمود. شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک روشی سازمان یافته و نظام‌مند برای رتبه‌بندی و اولویت ریسک‌ها و تصمیم‌گیری در راستای کاهش ریسک به میزان قابل قبول است. کلیه عملیات و فعالیت‌های تولیدی و صنعتی نیازمند الزاماتی است که قصور از هر کدام می‌تواند به بروز پیامدهای ناخواست- های در قالب جراحات به پرسنل و مشتریان داخلی و خارجی، صدمه به فرآیندها و محصولات تولیدی، خدمات ارائه شده، صدمات زیست محیطی، خدشه به اعتبار و آبروی سازمان و سایر دارائی‌های با اهمیت بیانجامد. در حال حاضر با توجه به رشد صنعت، تکنولوژی و پیچیدگی خطرات و به منظور جلوگیری و کاهش عواقب جانی و مالی ناشی از وقوع حوادث، مدیریت و کنترل ریسک‌ها و همچنین آموزش مفاهیم شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک، شناخت روش‌ها، تکنیک‌ها و استفاده از آن‌ها در ایجاد سیستم ایمنی واحدهای تولیدی و صنعتی، امری ضروری می‌باشد [۱]. گزارشات بررسی حوادث به همراه تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که جایگاه مطالعات شناسایی خطرات و آنالیز پیامدهای حوادث بسیار با اهمیت بوده و هر گزارش آنالیز حادثه نیز در پایان، تاکید بر ایجاد یک برنامه مدیریت ریسک و آنالیز پیامدهای ممکن درصنعت مربوطه دارد، بطوریکه در تحقیقات انجام شده در مرکز CCPS در سال ۲۰۰۲ عدم بررسی و آنالیز ریسک تغییر فرآیند ایجاد شده در پالایشگاه فلورانس فرانسه علت مرگ و کشته شدن ۱۲ نفر از

پرسنل واحد آیزوماکس شناخته شد. تحقیقات انجام شده در مرکز مطالعات ایمنی فرآیند آمریکا نشان می‌دهد که اغلب حوادث صنایع نفت و گاز که منجر به فوت افراد و یا خسارات جبران ناپذیر شده است در واقع عدم طراحی صحیح فرآیند و بکارگیری مطالعات ارزیابی خطر بوده است [۲]. بطوریکه تحقیقات همزمان مرکز مطالعات ایمنی اروپا نیز حاکی از آن است که ایمنی فرآیند نقش مهمی در پیشگیری از حوادث دارد. در ارتباط با حوادث و تحقیقات انجام شده در مرکز ایمنی فرآیند کشور ایتالیا نقش انجام مطالعات ایمنی فرآیند به عنوان یک الزام قانونی مشخصا بیان شده است [۲]. صیادی و همکاران در مورد تخمین هزینه یکی از فعالیت‌های اصلی در تصمیمات تجاری و مهندسی در پروژه‌های معدنی نیز از جایگاه خاصی برخوردار است مطالعه‌ای انجام دادند. در این تحقیق نرم افزاری جهت تخمین هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی ماشین آلات معدنی نیز تهیه شده است. در این راستا ابتدا با بررسی و مقایسه روش‌های موجود، مدلی جهت تخمین هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی ماشین آلات پروژه‌های معدنی در کشور تهیه و بر اساس آن پایگاه داده‌ای ایجاد گردید که در ساخت نرم افزار مورد استفاده قرار گرفت. این پایگاه داده به کمک برخی از اطلاعات منتشره در راهنمای تخمین هزینه یکی از موسسات وابسته به انجمن مهندسی هزینه آمریکا تهیه شده است. جهت اجرای نرم افزار، داده‌های مربوط به مطالعات امکان‌سنجی معدن مس سونگون مورد استفاده قرار گرفت. ارزیابی انجام شده بیانگر صحت نتایج تخمین و انطباق نرم افزار با شرایط محیطی ایران می‌باشد. این نرم افزار همچنین ابزاری مفید جهت سهولت فرایند انتخاب ناوگان ماشین آلات نیز می‌باشد [۳]. در مطالعه دیگری دوباره صیادی و همکاران در مورد ارابه نرم افزار به منظور برآوردهای هزینه‌های سرمایه‌ای ماشین آلات معادن روباز انجام شده است که مطالعات پیش امکان‌سنجی و امکان‌سنجی از مهم‌ترین مراحل پروژه‌های معدنی تلقی می‌شود. یکی از ارکان این مطالعات، برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای به ویژه هزینه ماشین آلات معدنی مورد

شاول، هزینه‌ی سرمایه‌گذاری، هزینه‌ی عملیاتی، چرخه‌ی عملیاتی کامیون و تناسب ظرفیت کامیون با شاول به عنوان مهم‌ترین معیارهای انتخاب در نظر گرفته شدند. نتایج بررسی نشان داد برای تامین ظرفیت استخراجی ۱۴ میلیون تن کانسنگ سالانه حداقل دو شاول ۱۲ مترمکعبی مورد نیاز است، و به هر شاول باید حداقل ۹ کامیون ۹۰ تنی تخصیص یابد. در نهایت، پس از مقایسه نتایج رویکرد خاکستری با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی مشخص شد که نتایج تئوری خاکستری مطابق با تحلیل سلسله مراتبی فازی بودند [۴]. در مورد تحقیقات انجام شده در مورد روش JSA قلی پور و همکاران در مورد شناسایی خطرات بالقوه و ارزیابی سطح ریسک فعالیت‌ها با استفاده از تکنیک آنالیز ایمنی شغلی کارکردند سطح ریسک با توجه به دو پارامتر شدت و احتمال خطرزایی آن‌ها به دست آمد و در نهایت با توجه به کد ارزیابی ریسک و اولویت‌بندی آن‌ها، اقدامات کنترلی ارائه شد. براساس نتایج حاصله از مطالعه چهار وظیفه کاری اره کاری، اره دیسکی، تعویض قالب و پرس گیزاک در مجموع ۱۰۱ خطر شناسایی شد که پس از آنالیز خطرات و ارزیابی ریسک آن‌ها، ۱۳ درصد از خطرات شناسایی شده در سطح غیر قابل قبول، ۹۴ درصد از خطرات در سطح متوسط و ۳۳ درصد از خطرات در سطح قابل قبول قرار گرفته‌اند. همچنین پیشنهادات اصلاحی و پیشگیرانه برای حذف یا محدودسازی این خطرها ارائه گردید. با اینکه تحقیقات زیادی در مورد روش JSA در کشورمان انجام شده است ولی در مورد مدل‌سازی آن با استفاده از نرم افزار PHA-pro تحقیقات خیلی کم‌تری انجام شده است. لذا این مطالعه می‌کوشد تا ضمن ارزیابی ریسک پروژه فاز ۳ تغلیظ مجتمع مس سونگون به روش JSA نتایج به دست آمده را با استفاده از نرم افزار PHA-pro مدل‌سازی کند [۶].

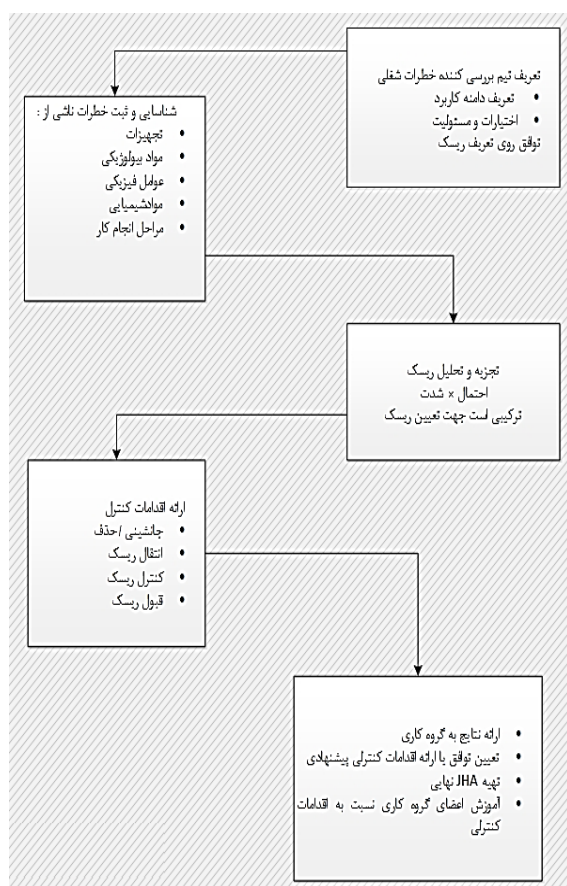
مواد و روش‌ها

- ریسک و ارزیابی

نیاز پروژه است. به دلیل گستردگی و تعدد گزینه‌های فنی در خلال انجام مطالعات پروژه، برآورد هزینه باید به دفعات صورت پذیرد. از این رو، توسعه مدل‌ها و یا نرم افزارهای مناسب که امکان برآورد هزینه‌ها را در زمان کوتاه و با دقت و صحت کافی فراهم نماید، ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق، مدل‌های موجود برآورد هزینه به صورت کیفی و کمی مورد بررسی قرار گرفته است. با شناخت رفتار این مدل‌ها و انتخاب مدلی مناسب، نرم افزاری برای برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای ماشین آلات معادن روباز ارایه شده است. این نرم افزار براساس مدل برآورد هزینه یکی از موسسه‌های معدنی وابسته به انجمن مهندسان هزینه آمریکا طراحی و به زبان ویژوال بیسیک نوشته شده و در محیط ویندوز XP, 2000, 98, NT قابل اجرا است. آزمون انجام شده به کمک برخی از پروژه‌های معادن فلزی کشور نشان می‌دهد که نتایج برآورد هزینه با استفاده از این نرم افزار از اعتبار کافی برخوردار بوده و انطباق قابل قبولی با شرایط ایران دارد [۵]. بخت آور و همکاران مطالعه‌ای در مورد تعیین ماشین آلات بارگیری و باربری معادن سطحی با استفاده از رویکرد عدم قطعیت تئوری خاکستری انجام دادند. آن‌ها نشان دادند تعیین نوع و تعداد ماشین آلات معدنی و به طور ویژه سیستم بارگیری و باربری یکی از مسائل مهم طراحی در معادن روباز است که به طور اساسی تاثیرپذیر از ظرفیت استخراج سالانه معدن و تاثیرگذار بر فعالیت‌های بعدی و هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌ای معدن است. در این مقاله، رویکرد تئوری خاکستری با هدف تعیین ماشین آلات بارگیری و باربری توسعه داده شد. با استفاده از این رویکرد که از یک ماهیت عدم قطعیتی پیروی می‌کند، نوع شاول و کامیون مطلوب برای معدن مس سونگون در دو مرحله مجزا تعیین شد. در تعیین نوع شاول میزان تولید روزانه، هزینه‌ی سرمایه‌گذاری، هزینه‌ی عملیاتی، زمان چرخه‌ی عملیاتی شاول، قابلیت دسترسی و تناسب جام با ابعاد کانسنگ خرد شده و در تعیین نوع کامیون میزان تولید

شرح روش:

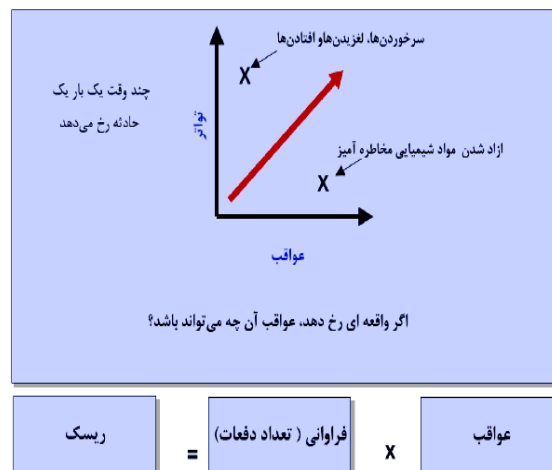
- ۱- تعیین دامنه کاربرد
 - ۲- شناسایی اجزای مورد بررسی از طریق بازرسی محیط کار
 - ۳- تکمیل فرم JSA که شامل
 - ۴- خطرات ذاتی یا مرتبط با فرایند
 - ۵- برآورد ریسک صدمه و آسیب
 - ۶- فهرست‌بندی سیستماتیک اقدامات کنترلی مناسب
 - ۷- برآورد ریسک باقی‌مانده می‌باشد.
- شکل ۲ شماتیک کلی روش JSA را نشان می‌دهد که در این مقاله از این روش استفاده شده است.



شکل ۲: شماتیک کلی روش JSA

- معرفی ریسک‌های موجود در پروژه
در روش JSA جدولی ارائه می‌شود که به جدول درجه خطر معروف است جدول ۳ جدول درجه خطر را نشان می‌دهد و درجه خطر به صورت زیر تعریف می‌شود.
احتمال وقوع × شدت اثر = درجه خطر

ریسک عبارتست از احتمالی که مخاطره باعث صدمه و خسارت شود ضربدر شدت آن صدمه یا خسارت. بنابراین ریسک احتمال بالفعل شدن یک خطر است. بصورت ریاضی ریسک را از حاصل ضرب احتمال یک واقعه نامطلوب خاص مانند صدمه جسمانی، حریق و غیره را می‌توان نام برد. شکل ۱ شماتیک تعریف ریسک را نشان می‌دهد [۷].



شکل ۱: شماتیک تعریف ریسک

آنالیز ریسک برآورد کمی ریسک است که بر اساس ارزیابی مهندسی و تکنیک‌های ریاضی با برآورد احتمال و پیامد حادثه و ترکیب آن‌ها صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر کاربرد نظام‌مند اطلاعات موجود برای تعیین تکرار و شدت پیامد وقایع خاص می‌باشد. معمولاً گزینه پیشنهادی اول حذف ریسک است تا آسیبی ایجاد نگردد. متأسفانه، حذف ریسک همیشه امکان‌پذیر نیست. به بیان دیگر همه ریسک‌ها نمی‌توانند حذف شوند.

- روش ارزیابی مخاطرات شغلی (JSA)^(۱)

این روش نیز ارزیابی ریسک را فرایند برآورد احتمال وقوع یک رویداد و اهمیت با شدت اثرات زیان‌آور آن در نظر می‌گیرند. این فرایند علاوه بر ارزیابی ریسک به تیم اجازه می‌دهد تا کم‌ترین ریسک‌های موجود در سیستم را درک نمایند و اقدامات کنترلی مناسبی را نیز پیشنهاد می‌کند [۸].

نتیجه‌گیری

۱- ارزیابی ریسک این پروژه در واحدهای آپاراتی، سرویس‌کاری، تراشکاری و جوشکاری و آهنگری انجام شد.

۲- در فرایند آپاراتی تعداد ۲۳ مورد از حوادث رخ داده جزو حوادث با ریسک بالا می‌باشند و بیش‌ترین فعالیت‌های با ریسک بالا با اعداد ریسک ۲۵ مربوط به تعویض چرخ دستگاه‌ها که اقدام کنترلی آن آموزش استفاده از خرک مناسب می‌باشد. دومین فعالیت مربوط به تعویض لاستیک می‌باشد که اقدام کنترلی آن آموزش و رعایت فاصله می‌باشد. فعالیت سوم مربوط به باد کردن لاستیک‌ها می‌باشد که اقدام کنترلی آن چک کردن سوپاپ اطمینان قطع کن کمپرسور می‌باشد پس از انجام اقدامات کنترلی تنها سه مورد از فعالیت‌ها دارای ریسک بالا بودند. به عبارتی درصد ریسک‌های بالا پس از انجام اقدامات کنترلی از ۵۷٪ به ۷٪ رسید.

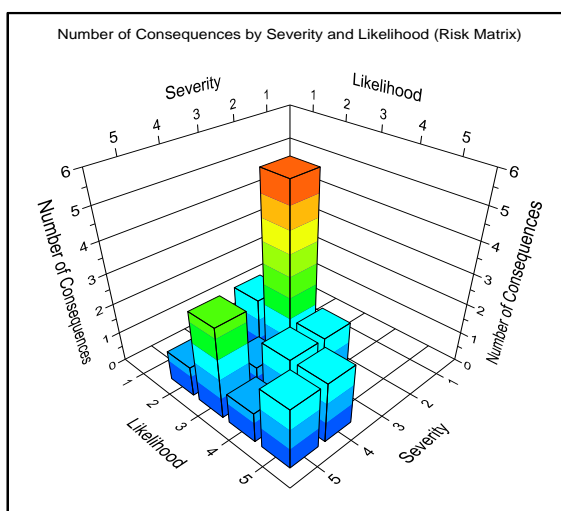
۳- در قسمت سرویس‌کاری تعداد ۱۹ مورد از حوادث رخ داده جزو حوادث با ریسک بالا می‌باشند. به عبارتی ۵۸٪ فعالیت‌ها دارای ریسک بالا بودند که پس از اقدامات کنترلی این مقدار به ۱۱ مورد رسید که این مقدار به ۳۳٪ رسید.

۴- در قسمت تراشکاری تعداد ۱۰ مورد از حوادث رخ داده جزو حوادث با ریسک بالا می‌باشند به عبارتی ۴۵٪ فعالیت‌ها دارای ریسک بالا بودند که پس از اقدامات کنترلی این مقدار به صفر٪ رسید. و تنها ۴ مورد از ریسک‌ها در محدوده ریسک متوسط با اعداد ریسک ۱۲ قرار گرفتند.

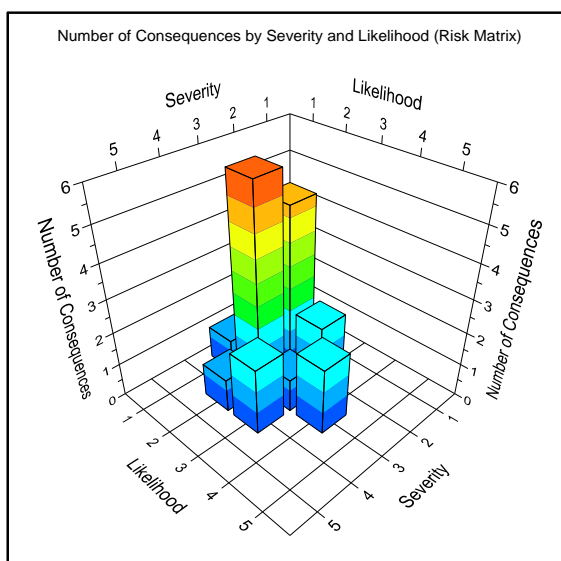
۵- در قسمت آهنگری و جوشکاری تعداد ۱۶ مورد از ۳۵ مورد فعالیت انجام شده جزو حوادث با ریسک بالا می‌باشند به عبارتی ۴۵٪ فعالیت‌ها دارای ریسک بالا بودند. مهم‌ترین حادثه‌ای که با عدد ریسک ۲۵ می‌توان برای قسمت آهنگری و جوشکاری پیش‌بینی کرد انفجار و آتش‌سوزی در نزدیکی کارگاه آهنگری است که می‌تواند با توجه به اثر مضاعف آتش‌سوزی منجر به مرگ اپراتور مربوطه گردد.

- نتایج حاصل از مدل‌سازی در نرم افزار PHA-pro در فرایند تراشکاری

شکل ۷ نتایج حاصل از مدل‌سازی در فرایند تراشکاری را نشان می‌دهد همانطور که از شکل پیداست تعداد ۱۰ مورد از حوادث رخ داده جزو حوادث با ریسک بالا می‌باشند. به عبارتی ۴۵٪ فعالیت‌ها دارای ریسک بالا بودند که پس از اقدامات کنترلی این مقدار به صفر٪ رسید. و تنها ۴ مورد از ریسک‌ها در در محدوده ریسک متوسط با اعداد ریسک ۱۲ قرار گرفتند. شکل ۸ نتایج بعد از اقدامات کنترلی را نشان می‌دهد.



شکل ۷: نتایج حاصل از مدل‌سازی در فرایند تراشکاری



شکل ۸: نتایج مدل‌سازی فرایند تراشکاری بعد از اقدامات کنترلی

پس از اقدامات کنترلی تنها ۲ مورد فعالیت با ریسک بالا داشتیم که به درصد ۵٪ رسید.

منابع

- [1] Sanjari, S., Rezaian, S., & Jozi, S. A., 2017, Environmental Risk Assessment of Sponge Iron production unit in K.
- [2] Markowski, A. S., Mannan, M. S., Kotynia, A., & Siuta, D., 2010, Uncertainty aspects in process safety analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 23(3), 446-454.
- [۳] صیادی، ا.، بصیری، م.، گیلانی، ا.، "طراحی و تهیه پایگاه داده و نرم افزار تخمین هزینه ماشین آلات پروژه های معدنی." "۱۱-۲۰.
- [۴] بخت آور، ع.، محمودی، ح.، تعیین ماشین آلات بارگیری و باربری معادن سطحی با استفاده از رویکرد عدم قطعیت تئوری خاکستری.
- [۵] صیادی، ا.، کیانی، ا.، "ارایه نرم افزار به منظور برآوردهای هزینه‌های سرمایه‌ای ماشین آلات معادن روباز." "۱۶۶-۱۸۶.
- [۶] قلی پور، م.، فیضی، و.، ۲۰۱۷، شناسایی و ارزیابی ریسک خطرات در سالن تولید قطعات رادیاتور یکی از صنایع فلزی به روش JSA فصلنامه بهداشت کار و ارتقا سلامت، (۱)، ۴۲-۵۱.
- [۷] نوجوان، ا.، امیدوار، ب.، ۲۰۱۶، بررسی مدل‌های مدیریت سوانح طبیعی با استفاده از مفاهیم تحلیل مضمون. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱-۱۶.
- [۸] نصیری، پ.، علیزاده، ش.، شناسایی و ارزیابی خطرات موجود یا بالقوه در یک شرکت تولیدی با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغل. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست ۸.