

## Risk Assessment and Determination of Insurance Rate by FMEA Method - Case Study in a Cement Factory

Lotfolahzadeh A\*<sup>1</sup>, Miri Lavasani M<sup>2</sup>, Dehghani A<sup>3</sup>

1. MSc of HSE, Faculty of research Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Department of Environmental Management, Faculty of Research Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3. Assistant Professor, Department of Economic Sciences, Islamic Azad University, Tehran South Branch, Tehran, Iran

\* *Corresponding author.* Tel: +989141504833, Fax: +982132325304, E-mail: lo\_asghar@yahoo.com,

Received: Jul 30, 2016

Accepted: Nov 19, 2016

### ABSTRACT

**Background & objectives:** Tables from European and American companies are used in risk assessment by traditional FMEA studies. Considering differences in health, safety and environment levels, it is necessary to design country specific tables to meet real features of the workplaces. This study aimed to establish modified tables, do risk assessment, and finally calculate insurance rate to remaining risks.

**Method:** Equipment failures and human accidents data were collected from PM and HSE department of the cement factory and entered to EXCEL 2010 software to design modified tables. Mechanical and electrical failures were filtered and the calculations were done as the number of failures per a day and their duration per hour. Then, both direct and indirect cost of occupational accidents were calculated by the software. Finally, modified insurance tables of FMEA were designed based on the costs recorded in HARP unit of the factory and human accidents costs.

**Results:** In present study 183 risks were identified in crusher unit and recorded in FMEA worksheets which were reduced to 39 unacceptable risks after implementing corrective measures. Using insurance table of FMEA, 10.640 billion Rial was obtained as insurance costs for remaining risks of crusher equipments which is considerable comparing to 10.750 billion Rials calculated by insurance company.

**Conclusion:** This study showed that modified version of FMEA tables as a new method can be used to calculate cost of related risks.

**Keywords:** Cement; FMEA; Insurance; Risk Assessment.

## ارزیابی ریسک و تعیین نرخ بیمه به روش FMEA - مطالعه موردی در کارخانه سیمان

اصغر لطف اله زاده<sup>۱\*</sup>، محمدرضا میری لواسانی<sup>۲</sup>، علی دهقانی<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد مدیریت HSE، دانشکده علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران ۲. استادیار گروه مدیریت محیط زیست (HSE) دانشکده علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران ۳. استادیار گروه علوم اقتصادی دانشکده آزاد اسلامی واحد تهران جنوب  
\* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۴۱۵۰۴۸۳۳ فکس: ۰۲۱۳۲۳۲۵۳۰۴ ایمیل: Lo\_asghar@yahoo.com

### چکیده

**زمینه و هدف:** در ارزیابی ریسک به روش سنتی با تکنیک FMEA از جداول مربوط به شرکت‌های اروپایی، آمریکایی و ... استفاده می‌شود که با توجه به شرایط ایمنی، بهداشت و محیط زیست متفاوت هر کشور ضروری است جداولی با شرایط واقعی شرکت‌ها تهیه شود. هدف این مطالعه تدوین جداول بومی شده، ارزیابی ریسک و در نهایت محاسبه تعیین نرخ بیمه ریسک‌های باقیمانده بر اساس جداول مذکور بود.

**روش کار:** جهت تدوین جداول بومی شده و بیمه ای FMEA خطاهای ماشین آلات و حوادث انسانی از واحد PM و واحد HSE کارخانه سیمان جمع آوری و وارد نرم افزار Excel-2010 گردید. پس از آن خطاهای مکانیکی و برقی ماشین آلات فیلتر و محاسبات به صورت تعداد خطا در روز و مدت توقف در ساعت بدست آمد. سپس اطلاعات هزینه ای حوادث ناشی از کار برای کل حوادث توسط نرم افزار در دو بخش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم محاسبه و در نهایت با توجه به اطلاعات هزینه ای واحد هارپ شرکت و هزینه‌های حوادث انسانی جداول بومی شده و بیمه ای FMEA تدوین گردید.

**یافته‌ها:** در این مطالعه و ارزیابی انجام گرفته ۱۸۳ ریسک در واحد سنگ شکن شناسایی و در برهه‌های کاری FMEA ثبت شد که پس از انجام اقدامات اصلاحی تنها ۳۹ ریسک در منطقه غیرمجاز باقی ماند. با توجه به جدول بیمه ای FMEA مبلغ ۱۰۶۴ میلیون تومان هزینه بیمه ای برای ریسک‌های باقیمانده محاسبه گردید که در مقایسه با هزینه بیمه ای به مبلغ ۱ میلیارد و ۷۵۰ میلیون تومان که توسط شرکت بیمه گر، برای تجهیزات سنگ شکن محاسبه شده بود، بسیار قابل توجه بود.

**نتیجه گیری:** این مطالعه نشان داد استفاده از جداول بومی شده FMEA برای محاسبات هزینه ای خطرات به عنوان یک متد جدید می‌تواند بسیار سودمند باشد.

**واژه‌های کلیدی:** سیمان، FMEA، بیمه، ارزیابی ریسک

دریافت: ۹۵/۵/۹ پذیرش: ۹۵/۸/۲۹

### مقدمه

افزایش خسارات یا ضرر و زیان‌ها همان کاهش سود و درآمد است. ارزیابی ریسک و رعایت مسائل ایمنی می‌تواند با محافظت از منابع انسانی و فیزیکی بهترین و سیله کاهش خسارت گردد (۱). امروزه از روش‌های استاندارد و شناخته شده درجه بندی

ریسک نظیر تجزیه و تحلیل حالت خسارت و اثرات آن (FMEA)، تجزیه و تحلیل خسارت‌های بحرانی و اثرات آن (FMECA)، تجزیه و تحلیل خطرات و فرایندها (HAZOP)، پیش بینی عوامل موثر بر خسارت (AID)، و تجزیه و تحلیل درخت خطا (FTA) جهت الگوسازی ریسک در صنایع استفاده می‌شود (۲).

بدون ارزیابی ریسک‌های پرخطر هر صنعت، اقدام به بیمه نمودن آنان نمایند، به طور حتم نه تنها در آینده با ضرر مواجه خواهند شد بلکه صنعت بیمه را نیز به سوی ناهنجاری هدایت خواهند کرد. از طرفی نیز با آزادسازی تعرفه‌ها در صنعت بیمه کشور و ورود احتمالی شرکت‌های بیمه خارجی، به کارگیری تکنیک‌های ریسک جهت از دست ندادن سهم شرکت‌های داخلی از بازار بیمه کشور ضروری می‌گردد (۸).

FMEA یک تکنیک شناسایی و پیشگیری از مشکلات فرایند تولید و ارائه خدمات قبل از وقوع آن می‌باشد (۹). این تکنیک به طور گسترده‌ای در صنایع مختلف آمریکا، اروپا و ژاپن مطرح شده است بطوری که نتیجه مطالعه آنودرا بر روی ۱۰۰ فرایند کاری در صنایع مختلف ژاپن حاکی از این می‌باشد که تکنیک FMEA به طور موفقیت آمیزی در بخش‌های مختلف صنایع اتومبیل، تولید برق، راهسازی و ساختمان، مخابرات و... استفاده می‌گردد (۱۰).

با توجه به کارآمدی روش در حال حاضر علاوه بر صنایع، در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی جهت ارزیابی و وضعیت ایمنی و قابلیت اطمینان پروسه جراحی نیز از تکنیک FMEA استفاده می‌گردد (۱۱).

از این روش در صنایع خودروسازی برپایه الزامات ISO9001 و ISO/TS 16949:2002 که خود بر پایه سایر می‌باشد نیز استفاده می‌گردد (۱۲). سایر استانداردهای تدوین شده برای روش FMEA شامل SAE.ARP5580، SAE. j1739، MIL-STD-BS5760 می‌باشد (۱۳). کاربرد این تکنیک به طور گسترده‌ای در بخش‌های مختلف ارتقاء یافته است اما در این میان مطالعه‌ای با عنوان استفاده از تکنیک FMEA برای انتقال ریسک‌های باقیمانده به صنعت بیمه مشاهده نشد، لذا هدف این مطالعه تدوین جداول بومی شده، ارزیابی ریسک و در نهایت محاسبه تعیین نرخ بیمه ریسک‌های باقیمانده بر اساس جداول مذکور می‌باشد.

FMEA سنتی مشکلات و نقص‌های احتمالی را بر اساس عدد اولویت ریسک از بزرگترین عدد به کوچکترین عدد طبقه‌بندی می‌نماید. در این صورت از یک سو با توجه به اینکه ۳ فاکتور شدت، احتمال و کشف از لحاظ وزنی در یک سیستم با هم مساوی نبوده و اختلاف دارند، این احتمال وجود دارد که این حقیقت نادیده گرفته شود و به طور مثال فاکتور کشف (D) در یک سیستم غیرقابل تعمیر هم وزن فاکتور شدت (S) و احتمال (O) در نظر گرفته شود، همچنین در FMEA های سنتی برای ارزیابی ریسک با تکنیک مذکور از جداول مربوط به شرکت‌های اروپایی، آمریکایی و... استفاده می‌شود که با توجه به شرایط ایمنی، بهداشت و محیط زیست متفاوت هر کشور ضروری است جداولی با شرایط واقعی شرکت‌ها تهیه شود (۳). در پروسه تولید سیمان اکثر حوادث مربوط به انفجار، آتش سوزی و خرابی دستگاه‌ها می‌باشد و صدمات به کارکنان در اثر لیز خوردن، لغزیدن، سقوط اشیاء، افتادن از سطوح هم‌تراز، برخورد با اشیاء، بلند کردن و حمل بار ایجاد می‌گردد (۴).

مطالعه حوادث در صنعت سیمان بتگلادش نشان می‌دهد که ۷۶/۵۶ درصد از حوادث و صدمات مربوط به بالابرها، تسمه نقاله‌ها، جوشکاری و بلند کردن کیسه‌های سیمان می‌باشد (۵). در مطالعه دیگر که در صنعت سیمان مصر انجام شد تعداد روزهای از دست رفته با توجه به ۱۵۵ مورد حادثه اتفاق افتاده در جمعیت ۳۲۰۰ نفره ۴۷۷۶ روز کاری محاسبه شد (۶).

طبق اعلام آمار بیمه مرکزی هر ساله مبالغ بسیار گزافی برای بیمه نمودن پروژه‌ها بدون نیازسنجی و ارزیابی ریسک صرف می‌شود؛ بطوری که در سال ۱۳۹۰ تعداد ۹۰۴۱۲۱ بیمه نامه مسئولیت کارفرما به ارزش ۴۵۱۶۶۵۳۰۰۰ ریال صادر شده است که نرخ رشد ۳/۴۵ درصدی نسبت به سال قبل از آن داشته است (۷). لذا در صورتی که شرکت‌های بیمه‌گر

## روش کار

این تحقیق یک مطالعه علمی کاربردی بود که در کارخانه سیمان اردبیل اجرا شد. صنعت مورد نظر از ۷ بخش سنگ شکن، گریت کولر، آسیاب مواد، پری هیتر، کوره، آسیاب سیمان و بارگیرخانه تشکیل شده است.

خط تولید کارخانه سیمان اردبیل با دپارتمان سنگ شکن آغاز می شود و این قسمت اولین محلی است که مواد استخراج شده از معادن به آن جا برده می شود و برای خرد شدن و ایجاد ترکیب مناسب در هاپرهای آن ریخته می شود. سنگ شکنی که در این کارخانه مورد استفاده قرار می گیرد سنگ شکن چکشی می باشد که شامل ۸۴ چکش است که بر روی ۱۲ شفت قرار گرفته اند (تعداد ۷ چکش بر روی هر شفت). وزن هر چکش ۱۳۵ کیلوگرم و ظرفیت این سنگ شکن ۸۰۰ تن در ساعت است.

ساختار انجام این تحقیق دارای بخش های مختلف است. تمامی FMEA های محصول از ۱۰ گام اساسی که در جدول ۱ نشان داده شده پیروی می کنند. جهت انجام ارزیابی ریسک نیاز به ارائه یک الگو می باشد تا افراد تیم در هر زمان با مراجعه به آن بتوانند اقدام به شروع فرایند ارزیابی ریسک کنند. در نمودار ۱ با توجه به مطالعات و گام های اساسی FMEA، الگوریتم انجام FMEA جهت اجرا در صنعت سیمان اردبیل ارائه گردید (۹).

جدول ۱. ده گام اساسی FMEA

۱	بازدید فرایند یا محصول
۲	طوفان فکری
۳	لیست کردن تاثیرات بالقوه مربوط به هر حالت شکست
۴	تعیین رتبه شدت
۵	تعیین رتبه احتمال
۶	تعیین رتبه کشف / تشخیص
۷	محاسبه نمره مقدماتی خطر
۸	اولویت بندی حالت های شکست برای اقدام
۹	اقدامات اجرایی جهت حذف یا کاهش حالت های بالقوه پرخطر
۱۰	محاسبه مجدد نمره مقدماتی خطر

پس از معرفی مدل و مراحل مختلف انجام FMEA در این بخش به تشریح چگونگی تدوین جداول FMEA، تکمیل ستون ها با نگرش بیمه ای، تعیین عبارتهای توصیفی مناسب برای جداول شدت، احتمال و کشف جهت محاسبه ریسک مالی، ارزیابی اعداد بدست آمده با جدول RPN و استفاده از ابزارهایی چون ALARA جهت تصمیم گیری در خصوص پذیرش ریسک یا عدم پذیرش آن و در نهایت محاسبه حداقل نرخ بیمه به شرح ذیل اقدام می شود.

گام اول: کلیه حالت های نقص اتفاق افتاده در واحدها در ۱۰ سال اخیر با زمان های توقف و تعداد تکرار آن از واحد PM استخراج شد که با توجه به ناقص بودن اطلاعات در سال های ابتدایی اطلاعات ۴ سال انتهایی به عنوان مبنای کار قرار گرفت.

گام دوم: تمامی حالت های خرابی استخراج شده از برگه های کاری PM بر حسب کد علت خرابی، تاریخ، شماره شیفت، کد واحد، مدت توقف، کد نوع توقف و کد دپارتمان وارد نرم افزار Excel-2010 شد.

گام سوم: با توجه به بررسی توقفات و علت های آن که بعضاً برنامه ریزی شده بودند، خطاهای مربوط به علت های مکانیکی و برقی در ۴ سال توسط نرم افزار فیلتر شد.

گام چهارم: مدت زمان توقفات ایجاد شده بر اثر خطاهای مکانیکی و برقی در ۴ سال توسط نرم افزار Excel فیلتر شد.

گام پنجم: با توجه به اینکه محاسبات برای ۴ سال انجام شده بود، اعداد نهایی مربوط به تعداد خطا و زمان های توقف را به ترتیب به واحدهای تعداد خطا در روز و مدت توقف در ساعت تبدیل شد.

گام ششم: در این مرحله جهت تعیین یک عبارت توصیفی مناسب و تعیین نرخ بیمه بر اساس جداول شدت و احتمال محاسبات انجام شده به ریال توصیف شد. بدین منظور هزینه های توقف از واحد هارپ (مالی) استخراج شد.

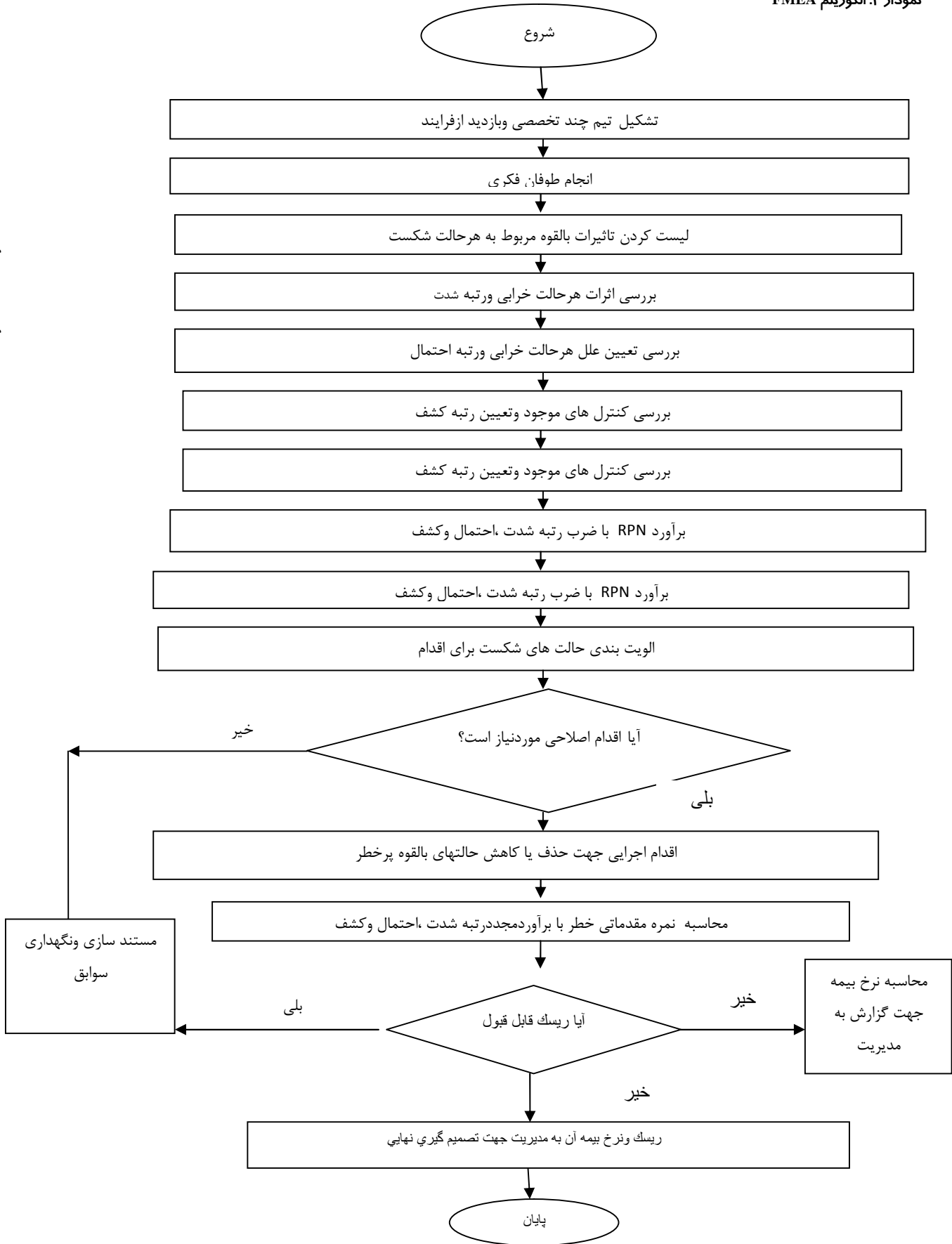
گام نهم: جدول عدد اولویت ریسک توسط اعضای تیم تدوین تا تصمیم‌گیری‌ها در خصوص رتبه‌های بدست‌آمده بر اساس این جدول صورت گیرد. از جدول مذکور جهت ارزیابی اعداد بدست‌آمده استفاده می‌شود بطوری که تکلیف ریسک‌هایی که بالاتر از ۱۲۶ و پایین‌تر از ۱۰۰ می‌باشد مشخص است، اما نحوه برخورد با ریسک‌های ناحیه مهم و متوسط چندان مشخص نیست. بنابراین در این قسمت برای ریسک‌هایی که اعداد آن بین ۱۰۰ تا ۱۲۶ (ناحیه متوسط) می‌باشد، اعضای تیم از ابزار تصمیم‌گیری ALARA استفاده کردند. اصل ALARA به این موضوع اشاره می‌کند که ریسک تا جای ممکن کاهش داده نمی‌شود بلکه تا جایی که معقول به نظر می‌رسد کاهش صورت می‌گیرد. برای ریسک‌های بالای ۱۲۶ نیز از اقدام اصلاحی و انتقال ریسک‌های باقیمانده به صنعت بیمه استفاده شد. گام دهم: در این مرحله نسبت به تدوین جدول ۲ جهت تعیین حق بیمه ای خطرات با عدد اولویت ریسک بالاتر از ۱۲۶ اقدام شد.

جدول ۲. تعیین حق بیمه ای خطرات با تکنیک FMEA

رتبه شدت	ماشین آلات (میلیون تومان)	حق بیمه توقف و خرابی (میلیون تومان)	حق بیمه حوادث و بیماری‌ها (میلیون تومان)
۱۰	۱۵۰	۸۲	۸۲
۹	۶۰-۱۵۰	۶۲-۸۲	۶۲-۸۲
۸	۳۰-۶۰	۴۲-۶۲	۴۲-۶۲
۷	۲۰-۳۰	۲۲-۴۲	۲۲-۴۲
۶	۱۲-۲۱	۱۱-۲۲	۱۱-۲۲
۵	۶-۱۲	۴-۱۱	۴-۱۱
۴	۳-۶	۲-۴	۲-۴
۳	۱/۵-۳	۱-۲	۱-۲
۲	۱/۵	۱	۱
۱	-	-	-

گام هفتم: برای تعیین ریسک‌هایی که از ماشین‌آلات و محیط برای شاغلین ایجاد می‌گردد، ابتدا فرم‌های گزارش حوادث شغلی مورد بررسی قرار گرفت سپس برای استخراج اطلاعات هزینه ای هر حادثه از پرسشنامه ای که در دو بخش توسط حادثه دیدگان و کارشناس ایمنی شرکت تکمیل می‌شود استفاده و سایر اطلاعات هزینه ای از واحدهایی همچون درمانگاه طرف قرارداد شرکت، واحد حقوقی، کنترل تولید، تعمیرات و نگهداری و یا مصاحبه با افراد مطلع گردآوری و جهت تجزیه و تحلیل وارد نرم افزار Excel شد. محاسبات هزینه در دو بخش هزینه‌های مستقیم که شامل هزینه درمان و تجهیزات، و هزینه غیرمستقیم که شامل هزینه‌های حقوق و مزایای پرسنل در زمان غیبت، هزینه توقف تولید، هزینه مکاتبات، هزینه اقدامات اصلاحی، هزینه مدیریتی، هزینه اغتشاش، هزینه بازرسی، هزینه زمان تلف‌شده، هزینه جایگزینی، هزینه‌های رفت و آمد و هزینه جایگزینی بود، برای کارفرما انجام و در نهایت جداول شدت، احتمال و کشف جهت تعیین نرخ بیمه حوادث شغلی تدوین گردید که در ضمیمه ۱ نشان داده شده است.

گام هشتم: پس از تدوین جداول بومی شده شرکت سیمان توسط اعضاء تیم و تصویب نهایی توسط مدیریت تعیین نمره مقدماتی خطر نیز می‌بایست توسط مدیریت پیشنهاد می‌شد تا اعضای آن را به عنوان برشی جهت قابل قبول بودن و غیرقابل قبول بودن ریسک مدنظر قرار دهند. سطوح پذیرش شده از سوی مدیریت در خصوص نمره شدت، احتمال و کشف به ترتیب اعداد ۶ و ۷ و ۳ مصوب شد و در نهایت از ضرب نمودن ۳ آیتم ذکرشده برش RPN که برابر با عدد ۱۲۶ می‌باشد مبنای انجام اقدامات اصلاحی قرارداد شده.



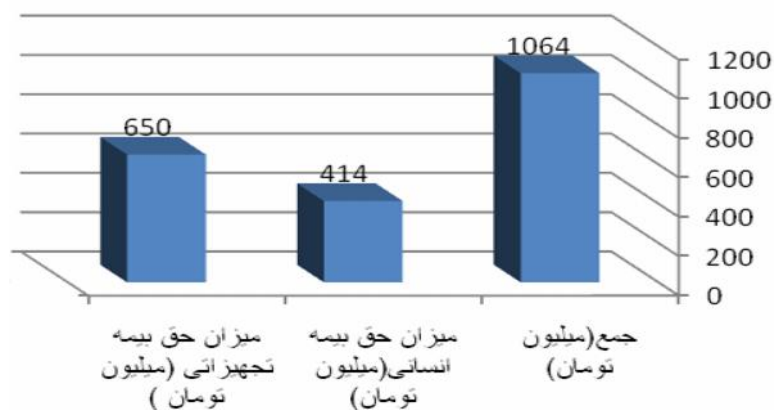
## یافته‌ها

در این مطالعه و ارزیابی انجام گرفته بر روی دستگاه سنگ شکن که در شکل ۱ به صورت سیستم، زیرسیستم و قطعات قابل کنترل تصویر شده است، ۱۸۳ ریسک در واحد سنگ شکن که ابتدایی‌ترین و پرمخاطره‌ترین مناطق تولید سیمان بود، استخراج گردید. با توجه به جدول تعیین سطح ریسک RPN، ۶۳ ریسک در منطقه قابل تحمل، ۵۱ ریسک در منطقه متوسط، ۶۸ ریسک در منطقه بالا و ۱ ریسک در منطقه غیر قابل قبول قرار گرفت که با انجام اقدامات اصلاحی و در نظر گرفتن اصل ALARA برای رساندن ریسک‌ها با عدد اولویت بالا به

ریسک‌های قابل قبول از مجموع ۵۱ ریسک در منطقه متوسط، ۲۲ ریسک به منطقه قابل تحمل رسیده و ۲۹ ریسک در منطقه متوسط باقی ماند. از مجموع ۶۸ ریسک در منطقه بالا با انجام اقدامات فوق‌الذکر ۱۹ ریسک به منطقه قابل قبول و ۱۰ ریسک به منطقه متوسط رسیده و ۳۹ ریسک همچنان در منطقه بالا باقی ماند. در نهایت یک ریسک در منطقه غیرمجاز وجود داشت که با اعمال اقدام اصلاحی به منطقه متوسط انتقال یافت که نتایج در جدول ۳ نشان داده شده است. در مرحله بعد برای ۳۹ ریسک باقیمانده در منطقه غیرمجاز هزینه‌های بیمه از جدول ۲ محاسبه شد که در نمودار ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۳. تجزیه و تحلیل عدد اولویت ریسک

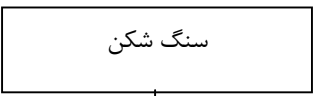
ردیف	عنوان	تعداد RPN اولیه	تعداد RPN نهایی مورد قبول		RPN غیر قابل پذیرش
			زیر ۱۰۰	بعد از اقدام اصلاحی بر روی RPN اولیه	
۱	RPN زیر ۱۰۰	۶۳	۶۳	-	
۲	RPN ۱۰۰-۱۲۶	۵۱	۲۲	۲۹	
۳	RPN ۱۲۶-۳۴۰	۶۸	۱۹	۱۰	۳۹
۴	RPN ۳۴۰-۱۰۰۰	۱	۱	۱	
۵	جمع	۱۸۳	۱۰۴	۴۰	۳۹



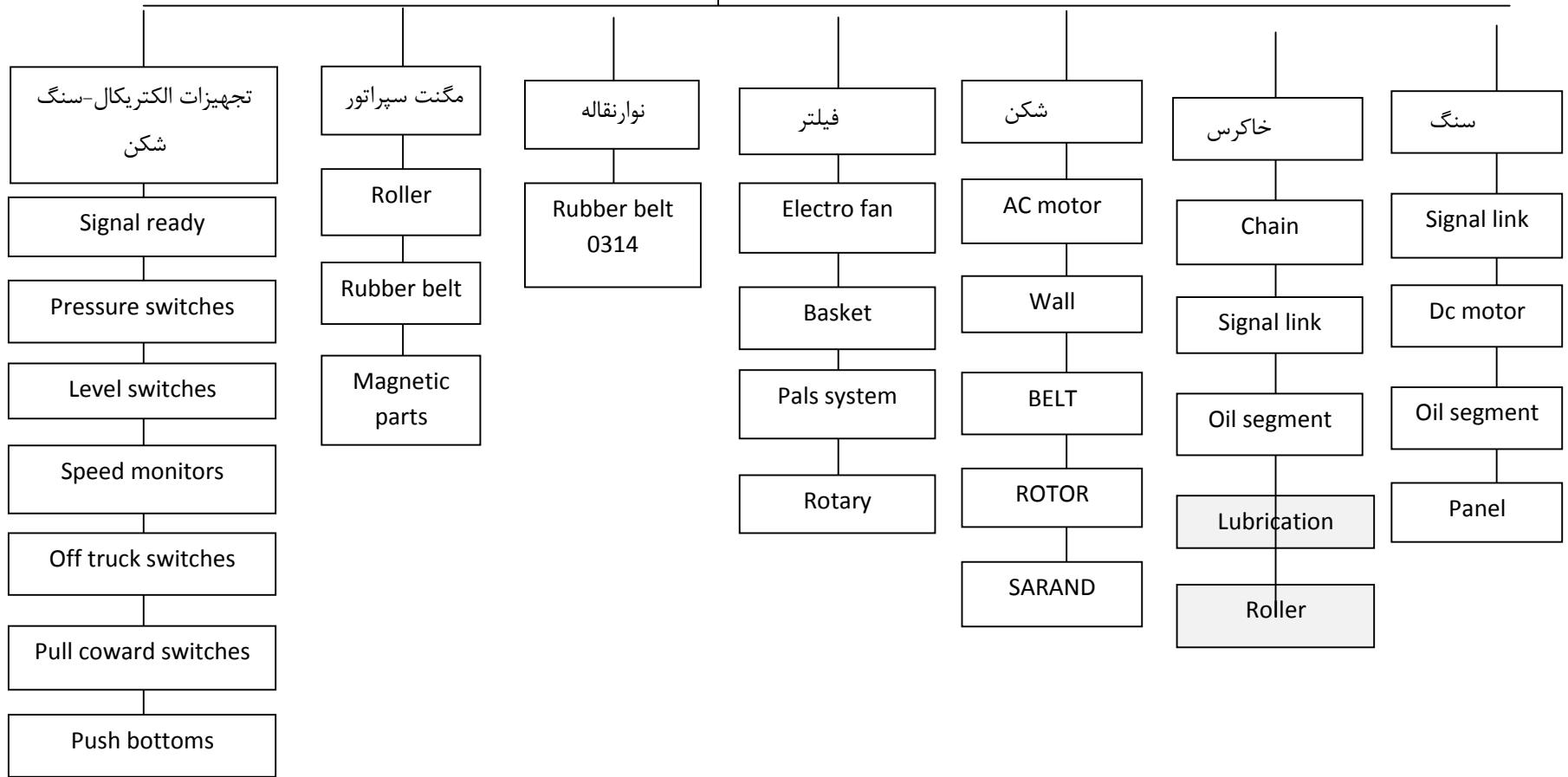
نمودار ۲. حق بیمه محاسبه شده تجهیزات و انسانی

شکل ۱. اجزای سنگ شکن

سیستم



زیر سیستم  
اجزای سیستم





**بحث و نتیجه گیری**

فرایند مدیریت ریسک نیاز به استفاده از روش‌های منطقی، نظام مند و استاندارد ارزیابی ریسک دارد تا مبنای قابل اتکا برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌سازی در خصوص پذیرش ریسک واحدهای صنعتی باشد. استفاده از روش FMEA در این تحقیق که مبتنی بر قابلیت اطمینان در سیستم‌های مهندسی و بکارگیری تجزیه و تحلیل استقرایی از پایین به بالا بود، می‌تواند در طبقه‌بندی ریسک‌های اولویت‌بندی خطرات تحت پوشش بیمه‌ها مفید واقع گردد. همانطور که اشاره شد برای ارزیابی ریسک به روش FMEA نیاز به تدوین جداول بومی شده می‌باشد که در این میان جدول شدت جهت برآورد خسارت وارد شده به تجهیزات، انسان و محیط زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، بطوری که با استفاده از آن جمع خسارت تجهیزاتی و انسانی با عدد اولویت ریسک ۱۳۶ و بالاتر در واحد سنگ شکن به ریال برآورد شد، لذا مشاهده می‌شود که تکنیک FMEA می‌تواند برای ارزیابی ریسک شرکت سیمان با نگرش بیمه‌ای کاربرد بسیار مهمی پیدا کند. همچنین با حذف تدریجی تعرفه‌های حق بیمه طی سال‌های آینده که فضای رقابتی مناسبی برای صنعت بیمه ایجاد خواهد کرد، ضروری است صنعت بیمه با در نظر گرفتن اصول فنی و استفاده از متخصصین ارزیابی ریسک جهت درجه بندی و اولویت بندی خطرات تحت پوشش بیمه نامه‌های تجهیزات فرصت مناسب برای خود در خصوص کسب سهم بیشتری از بازار بیمه، و برای بیمه شونده در خصوص پوشش مناسب بیمه‌ای و افزایش ایمنی کارگاه را فراهم نماید.

خسارت برآورد شده برای ۳۹ ریسک باقیمانده نشان داد که از مجموع ۱۰۶۴ میلیون تومان، مقدار ۴۱۴ میلیون مربوط به خسارت‌های انسانی از جمله کری شغلی، مرگ در اثر قطع سیم پول کورد، پنومو کونیوز، شوک الکتریکی و شکستگی و کوفتگی به علت گیر کردن در بین تجهیزات می‌باشد و مبلغ ۶۵۰

میلیون مربوط به خسارت‌های برقی و مکانیکی قطعات سنگ شکن از جمله مگنت سپراتور، تجهیزات الکتریکال، نوار نقاله، بگ فیلتر، کراشر، آپرون سنگ آهک و خاک رس می‌باشد. با توجه به بررسی مستندات بیمه‌ای کارخانه سیمان مشاهده شد شرکت بیمه کننده بدون استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک مبلغ یک میلیارد و ۷۵۰ میلیون تومان با نرخ ۰/۴۶ در هزار را به عنوان حق بیمه از کارخانه دریافت و نسبت به بیمه نمودن آن اقدام کرده است. حال با مقایسه حق بیمه تجهیزاتی در این تحقیق که ۶۵۰ میلیون تومان برآورد شد، با عدد یک میلیارد و ۷۵۰ میلیون و ضرب آنها به ضریب نرخ مورد نظر بیمه که می‌تواند حسب سود نمودن شرکت بیمه از صفر تا یک تغییر کند و ذکر این نکته که شرکت بیمه تنها خطر آتش سوزی را مدنظر قرار داده که این خطر با توجه به ارزیابی تیم FMEA در منطقه ریسک‌های قابل تحمل است می‌توان نتیجه‌گیری کرد میزان نرخ بیمه تعیین شده به روش ارزیابی ریسک کمتر از میزان حق بیمه پرداختی فعلی می‌باشد که این امر ضرورت توجه صنایع و صنعت بیمه را به مدیریت ریسک و تعیین واقعی هزینه‌های خطرات بر اساس متدهای نوین ارزیابی ریسک نشان می‌دهد. قطعاً نقش ارزیابی و مدیریت ریسک در تحقق هدف‌های سازمانی در اقتصادهای توسعه یافته به خوبی شناخته شده و به درستی از دستاوردهای آن بهره گرفته می‌شود. در حالی که در بیشتر کشورهای در حال توسعه از جمله ایران این شناخت هنوز بدست نیامده است و به رغم خسارت‌های چشمگیری که در نتیجه عدم ارزیابی ریسک و نبود سیستم‌های مدیریت ریسک بر اموال، دارائی‌ها و امکانات و نیروی انسانی جامعه وارد آمده است، کوشش‌های در خور توجهی در جهت کمینه کردن خسارت‌ها و زیان‌های یاد شده و تامین مالی مناسب برای جبران آنها انجام نشده است. ازسوی دیگر افزایش هزینه‌های ناشی از کار و سیر صعودی غیرمنطقی آن در ایران، حاکی از این است که تولید در کشورما از هزینه بسیار بالایی برخوردار است

و در صورتی که ارزیابی ریسک و رعایت مسائل ایمنی منابع انسانی و فیزیکی بهترین وسیله کاهش هزینه‌ها در صنایع کشور انجام شود، می‌تواند با محافظت از گردد.

## ضمیمه ۱. رتبه بندی شدت

شاخص	عبارت توصیفی بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)	عبارت توصیفی فرایند	شدت
۱۰	مرگ یک یا چند نفر / تخریب غیرقابل جبران منابع/هزینه حوادث بالای ۸۲ میلیون تومان	خسارت به تجهیزات بالای ۱/۵ میلیارد تومان، تخریب کامل فرایند و توقف تولید بیش از ۵ روز/هزینه توقف بالای ۱۵۰ میلیون تومان	فاجعه آور
۹	آسیب جسمی خیلی شدید (از دست دادن یک عضو بدن، قطع نخاع و مسمومیت گازی با غلظت بالای حد مواجهه کوتاه مدت) / عدم انجام اقدامات موثر در زمینه کاهش آن/هزینه حوادث ۸۲ تا ۶۲ میلیون تومان	خسارت به تجهیزات بین ۱ - ۱/۵ میلیارد تومان و توقف تولید بین ۲ تا ۵ روز/هزینه توقف بین ۶۰ تا ۱۵۰ میلیون تومان	خطرناک
۸	آسیب جسمی شدید (سوختگی شدید بدن - درجه ۲ و ۳، شکستگی باز، و مسمومیت گازی با غلظت بالای حد مواجهه شغلی ۸ ساعته)، بیماری‌های ناشی از مخاطرات شغلی و کاهش بازده کاری / انتشار آلاینده در داخل و خارج سازمان / نقض قوانین بین المللی و وجود شکایات متعدد/هزینه حوادث ۶۲ تا ۴۲ میلیون تومان	خسارت به تجهیزات بین ۷۰۰ میلیون - ۱ میلیارد تومان و توقف تولید بین ۱ تا ۲ روز/هزینه توقف بین ۳۰ تا ۶۰ میلیون تومان	خیلی شدید
۷	آسیب جسمی شدید (سوختگی متوسط بدن - درجه ۱ و ۲، شکستگی جزئی، در رفتگی، پارگی و مسمومیت گازی خفیف با غلظت کمتر از حد مواجهه شغلی ۸ ساعته)، بیماری‌های خفیف ناشی از مخاطرات شغلی / تخریب قابل جبران منابع و نقض قوانین ملی/هزینه حوادث ۴۲ تا ۲۲ میلیون تومان	خسارت به تجهیزات بین ۴۰۰ - ۷۰۰ میلیون تومان / توقف تولید کمتر از ۱ روز/هزینه توقف ۲۰ تا ۳۰ میلیون تومان درروز	شدید
۶	آسیب جسمی متوسط (ضرب دیدگی شدید، کوفتگی شدید و مسمومیت شدید غذایی) و تغییرات فیزیولوژیک بدن / انتشار آلاینده در داخل سازمان به همراه تاثیر آن در محیط سازمان / هزینه حوادث ۱۱ تا ۲۲ میلیون تومان	خسارت به تجهیزات بین ۱۰۰ - ۴۰۰ میلیون تومان و وقفه کاری ۴ تا ۷ ساعت در شیفت/هزینه توقف ۱۲ تا ۲۱ میلیون تومان	متوسط
۵	آسیب جسمی متوسط (ضرب دیدگی خفیف، کوفتگی خفیف، خراشیدگی و مسمومیت خفیف غذایی)، اختلالات روانی و خواب / مصرف زیاد منابع طبیعی و آلودگی تصویری شدید/ هزینه حوادث ۱۱ تا ۴ میلیون تومان	خسارت به تجهیزات بین ۱۰ - ۱۰۰ میلیون و وقفه کاری بین ۲ تا ۴ ساعت در شیفت/هزینه توقف ۶ تا ۱۲ میلیون تومان	پایین
۴	آسیب جسمی جزئی (خراش دست، قرمزی پوست، کبیر و تورم) / انتشار آلودگی در بخش یا قسمتی از سازمانو آلودگی تصویری متوسط / هزینه حوادث ۲ تا ۴ میلیون تومان	خسارت به تجهیزات بین ۱ - ۱۰ میلیون تومان و وقفه کاری بین ۱ تا ۲ ساعت در شیفت/هزینه توقف ۳ تا ۶ میلیون تومان	خیلی پایین
۳	آسیب جسمی خیلی جزئی / مصرف منابع طبیعی به میزان کم / انتشار آلودگی در بخش یا قسمتی از دپارتمان و آلودگی تصویری جزئی/تا ۲ میلیون تومان	خسارت به تجهیزات بین ۱ میلیون - ۱۰۰ هزار تومان و وقفه کاری بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در شیفت/هزینه توقف ۱/۵ تا ۳ میلیون تومان	جزئی
۲	در این مرحله آسیب‌های وارد به انسان ناچیز است / مصرف منابع طبیعی به میزان بسیار کم و آلودگی تصویری بسیار جزئی/هزینه حوادث زیر یک میلیون تومان	خسارتات تجهیزات ناچیز است و قابل چشم پوشی می‌باشد و وقفه کاری کمتر از ۳۰ دقیقه در شیفت/هزینه توقف زیر ۱/۵ میلیون تومان	ناچیز
۱	در این مرحله هیچ آسیب جسمی و محیط زیستی ندارد.	خسارتات تجهیزاتی و مالی ندارد.	بدون خطر

ضمیمه ۱. رتبه بندی احتمال			
شاخص	عبارت توصیفی بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)	عبارت توصیفی فرایند	احتمال و وقوع
۱۰	احتمال و وقوع به صورت روزانه بوده و هر روز دست کم یکبار رخ می‌دهد-احتمال مواجهه با عوامل زیان آور بیش از ۸ ساعت	احتمال و وقوع ۴ بار در روز یا کمتر	مکرر
۹	احتمال و وقوع یکبار در ۱ تا ۳ روز رخ می‌دهد- احتمال مواجهه با عوامل زیان آور ۷ تا ۸ ساعت	احتمال و وقوع ۳ بار در روز	خیلی زیاد
۸	احتمال و وقوع یکبار در ۴ تا ۶ روز رخ می‌دهد- احتمال مواجهه با عوامل زیان آور ۶ تا ۷ ساعت	احتمال و وقوع ۲ بار در روز	زیاد
۷	احتمال و وقوع به صورت هفتگی بوده و هر هفته دست کم یکبار رخ می‌دهد- احتمال مواجهه با عوامل زیان آور ۵ تا ۶ ساعت	احتمال و وقوع ۱ بار در روز	متوسط رو به زیاد
۶	احتمال و وقوع به صورت دو هفته بوده و هر دو هفته دست کم یکبار رخ می‌دهد احتمال مواجهه با عوامل زیان آور ۴ تا ۵ ساعت	احتمال و وقوع ۱ بار در ۲ روز یا کمتر	متوسط
۵	احتمال و وقوع به صورت ماهانه بوده و هر ماه دست کم یکبار رخ می‌دهد- احتمال مواجهه با عوامل زیان آور ۳ تا ۴ ساعت	احتمال و وقوع ۱ بار در ۳ تا ۵ روز	گاه به گاه
۴	احتمال و وقوع به صورت سه ماهه بوده و هر سه ماه دست کم یکبار رخ می‌دهد احتمال مواجهه با عوامل زیان آور ۲ تا ۳ ساعت	احتمال و وقوع ۱ بار در ۶ تا ۱۶ روز	کم
۳	احتمال و وقوع به صورت شش ماهه بوده و هر شش ماه دست کم یکبار رخ می‌دهد/ احتمال مواجهه با عوامل زیان آور ۱ تا ۲ ساعت	احتمال و وقوع ۱ بار در ۱۷ تا ۳۶۵ روز	خیلی کم
۲	احتمال و وقوع به صورت سالانه بوده و هر سال دست کم یکبار رخ می‌دهد- احتمال مواجهه با عوامل زیان آور ۳۰ دقیقه تا ۱ ساعت	احتمال و وقوع آن تاکنون در این شرکت گزارش نشده است	بعید
۱	احتمال و وقوع به صورت چند ساله بوده و هر چند سال دست کم یکبار رخ می‌دهد احتمال مواجهه با عوامل زیان آور زیر ۳۰ دقیقه	احتمال و وقوع آن تاکنون در صنایع مشابه گزارش نشده است	غیرمحتمل

## ضمیمه ۱. رتبه بندی کشف

شاخص	عبارت توصیفی	ضریب کشف
۱۰	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست قابل کشف و ردیابی نیست	غیرممکن
۹	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست به احتمال خیلی جزئی کشف و ردیابی می‌شود	خیلی جزئی
۸	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست به احتمال جزئی کشف و ردیابی می‌شود	جزئی
۷	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست در سطح خیلی پایین کشف و ردیابی می‌شود	خیلی پایین
۶	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست در سطح پایین کشف و ردیابی می‌شود	پایین
۵	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست در سطح متوسط کشف و ردیابی می‌شود	متوسط
۴	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست در سطح متوسط به بالا کشف و ردیابی می‌شود	متوسط به بالا
۳	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست در سطح بالایی کشف و ردیابی می‌شود	بالا
۲	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود، حالت شکست در سطح خیلی بالایی کشف و ردیابی می‌شود	خیلی بالا
۱	با کنترل‌ها و دستورالعمل‌های موجود با اطمینان بالایی حالت شکست شناسایی می‌شوند و احتیاج به دستورالعمل و روش جدیدی نمی‌باشد	اطمینان بالا

## تشکر و قدردانی

سیمان و کارشناسان ارشد دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل تشکر و قدردانی نمایند.

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از همکاری صمیمانه مدیریت، واحدهای فنی، واحد HSE کارخانه

### References

- 1- Langford D, Rowlinson S, Sawacha E. Safety behaviour and safety management: its influence on the attitudes of workers in the UK construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2000;7 (2):133-40.
- 2- Haimes YY. Risk modeling ,assessment, and management: John Wiley & Sons; 2015.
- 3- Xiao N, Huang H-Z, Li Y, He L, Jin T. Multiple failure modes analysis and weighted risk priority number evaluation in FMEA. *Engineering Failure Analysis*. 2011;18 (4):1162-70.
- 4- Snashall D. Occupational health in the construction industry. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2005:5-10.
- 5- Iqbal SA, Iqbal M, Taufiq MZ, Ahmed MS. Identification of occupational injury among the workers of selected cement industries in Bangladesh-a case study. *Journal of chemical engineering*. 2010;25:22-8.
- 6- Iran HCoCio. General Conditions of Employer's Professional Civil Liability for Employees. 2017;27 (4):1-2.
- 7- Moslehi A, Mohaghar A, Badie K, Lucas C. Introducing a toolbox for IC measurement in the Iran insurance industry. *The Electronic Journal of Knowledge Management*. 2006;4 (2):169-80.
- 8- Alipour M. The effect of intellectual capital on firm performance: an investigation of Iran insurance companies. *Measuring Business Excellence*. 2012;16 (1):53-66.
- 9- Stamatis DH. Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution: ASQ Quality Press; 2003.
- 10- Arabian-Hoseynabadi H, Oraee H, Tavner P. Failure modes and effects analysis (FMEA) for wind turbines. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 2010;32 (7):817-24.
- 11- Carbone TA, Tippett DD. Project risk management using the project risk FMEA. *Engineering Management Journal*. 2004;16 (4):28-35.
- 12- Reiley TT, editor FMEA in preventing medical accidents. ASQ World Conference on Quality and Improvement Proceedings; 2002: American Society for Quality.
- 13- Segismundo A, Augusto Cauchick Miguel P. Failure mode and effects analysis (FMEA) in the context of risk management in new product development: A case study in an automotive company. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2008;25 (9):899-912.