

## مدیریت ریسک‌های ایمنی، بهداشتی و محیط‌زیستی پروژه احداث ساختمان بانک آینده

علیرضا فیضی<sup>۱</sup>، سید علی جوزی<sup>۲\*</sup>، سحر رضایان

- ۱- گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاداسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران  
 ۲- گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران  
 ۳- گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

### چکیده

مدیریت ریسک‌های بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی در پروژه‌های ساختمانی همواره به دلیل پرمخاطره بودن ماهیت کاری مورد توجه بوده است. در این پژوهش سعی شد تا فرآیند مدیریت ریسک پروژه ساختمان مرکزی بانک آینده با استفاده از متدهای JSA، William Fine، PFMEA و EFMEA به ترتیب برای مخاطرات بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی انجام شود. جهت تجزیه و تحلیل فراوانی ریسک‌ها بر حسب نوع و سطح ریسک از نرم‌افزار SPSS 25 استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که از ۴۳ ریسک شناسایی شده در بخش بهداشتی توسط تکنیک William Fine، ۵۶٪ در سطح بالا، ۲۸٪ در سطح متوسط و ۱۶٪ در سطح پایین قرار گرفتند که بیشتر از نوع مخاطرات ارگونومیک بودند. در بخش ایمنی نیز با استفاده از تکنیک JSA در مجموع ۴۱ مخاطره برای ۲۱ شغل شناسایی شد که ۴۰٪ در سطح بحرانی، ۵۱٪ در سطح هشداردهنده و ۷٪ در سطح پایین قرار گرفتند. بر اساس متد PFMEA از مجموع ۲۸ ریسک شناسایی شده، ۵۰٪ در سطح بالا، ۴۳٪ در سطح بحرانی و ۷٪ در سطح هشداردهنده قرار گرفتند که در مجموع دو تکنیک یاد شده ریسک سقوط از ارتفاع و سقوط تجهیزات و مصالح از ارتفاع بیشترین عدد اولویت ریسک را به خود اختصاص دادند. همچنین در حوزه محیط‌زیستی با رویکرد تکنیک EFMEA نیز از مجموع ۳۱ ریسک شناسایی شده، ۹۴٪ در حد غیرقابل قبول و ۶٪ در ناحیه قابل قبول قرار گرفتند که ریسک آلودگی صوتی و انتشار ریزگردها از بالاترین عدد اولویت ریسک برخوردار بودند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که ریسک‌های ایمنی بیش از سایر ریسک‌ها در صنعت ساخت و ساز از لحاظ فراوانی، احتمال و شدت پیامد از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** شناسایی مخاطرات و ارزیابی ریسک، صنعت ساخت و ساز، JSA، William Fine، PFMEA، EFMEA

## مقدمه

صنعت ساخت و ساز، صنعتی اساسی از ساخت و ساز ملی است که نقش مهمی را در پیشرفت اقتصادی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته دارد (Lio et al., 2012). از آن جایی که فشردگی و پیچیدگی زیادی در زمینه کاری در این صنعت وجود دارد، بنابراین مخاطره‌آمیزترین صنعت از نظر تلفات مربوط به کار، بهداشت، محیط‌زیستی است (McDonald et al., 2012). حوادث این صنعت ناشی از ناکارآمدی روش‌های متعارف ارزیابی خطر و همچنین اجرای

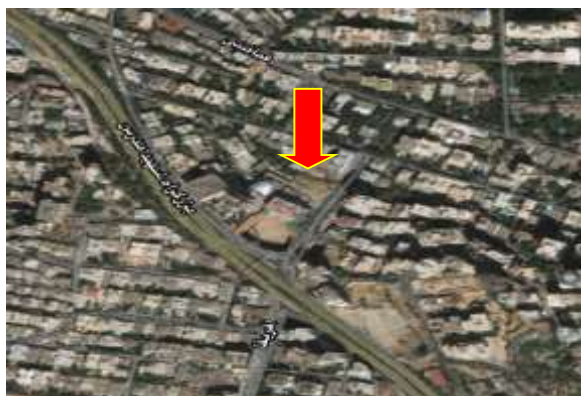
فعالیت‌های بدون در نظر گرفتن استانداردهای ایمنی است که تأثیر عمده‌ای را بر سلامت و ایمنی کارکنان می‌گذارد. در سال‌های اخیر متخصصان دریافته‌اند که پیشرفت و توسعه، زمانی در پروژه‌های عمرانی ارزشمند است که مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط زیست را به همراه نداشته باشد. سیستم مدیریت HSE به عنوان ابزاری مدیریتی جهت کنترل و بهبود مسائل مربوط به بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست است. این سیستم مدیریتی با بررسی همزمان سه فاکتور مذکور، بستر مناسبی جهت استقرار و اجرای استانداردهای مدیریت محیط‌زیستی (ISO 14000)، استانداردهای مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای (OHSAS 18001) ایجاد می‌نماید. با توجه به تحقیقاتی که تاکنون در این زمینه صورت گرفته، توجه به اصول ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و رعایت این اصول، نقش زیادی در کاهش زیان‌های اقتصادی واحدهای صنعتی داشته است. چرا که با کاهش حوادث، احتمال آسیب دیدن تجهیزات و ایجاد خسارات مالی کاهش یافته و کاهش لطمات جانی نیز رخ خواهد داد (جوزی و همکاران، ۱۳۹۴).

بنابراین، شناسایی و ارزیابی خطرات و ریسک‌ها یک گام ضروری در این صنعت بوده و تجزیه و تحلیل ایمنی یک اقدام مؤثر و فعال برای شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرها در روش‌های صنعتی است. توجه به ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) از مهم‌ترین مسائلی است که هر فرد در هر سطحی در محیط کار و زندگی باید بدان توجه نماید

و غفلت از آن بعضاً صدمات و ضایعات جبران‌ناپذیری را موجب خواهد شد و چه بسا زندگی فرد و حتی همکاران او را به خطر می‌اندازد و آسیب‌های فراوانی را نیز به محیط‌زیست وارد می‌سازد که خود جای تأمل بسیار است. ساخت‌ساز واحدهای تجاری و مسکونی بزرگ همواره در معرض خطرات ایمنی، بهداشتی و محیط‌زیستی است. رعایت اصول و استانداردهای ایمنی، بهداشت و محیط زیست از خطرات بالقوه آن در محیط کار به میزان چشمگیری می‌کاهد (جوزی و همکاران، ۱۳۹۳).

## مواد و روش‌ها

پژوهش پیش رو یک مطالعه تحلیلی-توصیفی می‌باشد که با بکارگیری تکنیک‌های شناسایی و ارزیابی ریسک، سعی در مدیریت ریسک‌های بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی در پروژه عمرانی ساختمان بانک آینده در کلانشهر تهران دارد. پروژه ساختمان مرکزی بانک آینده در زمینی به مساحت ۳۴۳۴ متر مربع با زیر بنای ۶۰۰۰۰ مترمربع با همکاری شرکت آسیا آرمانی از دی ماه سال ۱۳۹۳ با پیمانکاران متعددی در ۲۵ طبقه در فاز اجرایی قرار گرفت. در شکل ۱ نقشه طبیعی مکان قرارگیری پروژه مذکور نشان داده شده است:



شکل ۱- نقشه طبیعی پروژه عمرانی بانک آینده

لازم به ذکر است که فرآیند شناسایی مخاطرات و ارزیابی ریسک برای کلیه مراحل و گام‌های اصلی ساخت و ساز در پروژه عمرانی ساختمان بانک آینده صورت می‌پذیرد. از این رو لازم است مراحل اجرای پروژه ساختمان بانک

سوابق و آمار و اطلاعات مستند سازی شده واحد HSE این پروژه در زمینه حوادث سالیانه و رویدادهایی که منجر به خرابی تجهیزات و یا مخاطرات ایمنی و بهداشتی شده است بررسی گردید. به منظور ارزیابی ریسک‌های بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی پس از بررسی ویژگی‌های پروژه و مطالعات کتابخانه‌ای و گذشته‌نگر و با علم به داده‌ها و اطلاعات در دسترس، تکنیک‌های ذیل برای کار انتخاب شدند:

### آنالیز ایمنی شغل (JSA)

تکنیک JSA یا آنالیز ایمنی شغلی یکی از روش‌های مدیریت ایمنی است که می‌توان برای تعریف و کنترل خطرات در ارتباط با برخی فرآیندها بکار برد. تکنیک ارزیابی ریسک JSA اصطلاحی است که همراه با آنالیز خطرات شغلی (JHA<sup>۲</sup>) و ارزیابی ریسک به کار می‌رود. هدف از آن توضیح دادن چگونگی اجرای تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی و چگونگی استفاده از آن به عنوان ابزاری مؤثر برای آموزش ایمنی کارکنان و فرایند پیشگیری از صدمه و بیماری کارکنان است. جهت تحلیل ایمنی مشاغل از جداول راهنمای ۲ و ۳ به ترتیب به منظور تعیین نرخ شدت پیامد و احتمال وقوع جدول ۴ به جهت تعیین کد ریسک برای شغل مورد نظر استفاده می‌گردد:

جدول ۲- جدول راهنمای شدت پیامد حادثه

نوع خطر	طبقه	تعریف
فاجعه بار	۱	مرگ و میر یا از بین رفتن سیستم
بحرانی	۲	جراحات/ بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های وارده به سیستم شدید است.
مرزی	۳	جراحات/ بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های وارده به سیستم کوچک است.
جزئی	۴	جراحات/ بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های وارده به سیستم خیلی کوچک است.

جدول ۳- جدول راهنمای احتمال وقوع حادثه

ضوابط	کد احتمال	شرح
قریب به یقین	E	انتظار می‌رود در اکثر شرایط روی دهد.
احتمالاً	D	احتمالاً در اکثر مواقع روی می‌دهد.
ممکن	C	ممکن است در برخی زمان‌ها روی دهد.
بعید	B	ممکن است در برخی زمان‌ها روی دهد.
نادر	A	ممکن است در موارد نادر روی دهد.

آینده در ابتدا مورد بررسی قرار گیرند. گام‌های اصلی عملیات عمرانی در پروژه مذکور به شرح جدول ۱ می‌باشد:

جدول ۱- شرح گام‌های اصلی اجرای پروژه ساختمانی بانک شهر

شماره گام	عنوان عملیات
۱	گودبرداری
۲	اجرای بتن مگر
۳	اجرای فونداسیون
۴	اجرای اسکلت
۵	اجرای سقف عرضه فولادی
۶	قالب بندی دیوار
۷	دیوارچینی
۸	کف‌سازی
۹	گچ‌کاری
۱۰	اجرای نما
۱۱	اجرای تأسیسات مکانیکی و الکتریکی

هم‌چنین جهت جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز و شناخت کامل فرآیندهای موجود در پروژه و هم‌چنین شناسایی منطقه مطالعاتی اقدام به بازدید میدانی و بررسی کامل فرآیند اجرای پروژه گردید و کلیه تجهیزات موجود در کارگاه و عملکرد آن‌ها و فعالیت‌های مختلف به صورت تفکیک شده ثبت و بررسی شدند و هم‌چنین مطالعه

<sup>2</sup> Job Hazard Analysis

<sup>1</sup> Job Safety Analysis

در ارزیابی ریسک خطرات ایمنی سیستم‌های سخت‌افزاری مربوط به برنامه‌های هوا فضا و برنامه‌های وزارت دفاع در ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از این روش می‌توان خطاها، خرابی‌ها و مشکلات بالقوه سیستم، طرح محصول<sup>۲</sup> DFMEA، فرآیندهای تولید محصول<sup>۳</sup> PFMEA و هرگونه فعالیت خدماتی، تعمیراتی، روزمره و غیره را شناسایی و برطرف نمود. در پژوهش پیش‌رو سعی شده است از روش PFMEA جهت ارزیابی ریسک‌های ایمنی استفاده گردد. در جداول ۵، ۶، ۷ به ترتیب احتمال بروز، شدت پیامد، قابلیت کشف قید شده‌اند:

جدول ۴- ماتریس ارزیابی ریسک

شدت خطر احتمال خطر	جزئی ۱	مرزی ۲	بحرانی ۳	فاجعه بار ۴
خیلی ضعیف A	1A	2A	3A	4A
ضعیف B	1B	2B	3B	4B
متوسط C	1C	2C	3C	4C
زیاد D	1D	2D	3D	4D
خیلی زیاد E	1E	2E	3E	4E

### آنالیز حالات شکست و اثرات آن (FMEA<sup>۱</sup>)

تکنیک FMEA یکی از روش‌های تجزیه و تحلیل نظام‌مند است که در دسته فنون قیاسی جای دارد و روشی نیمه کمی است که در دهه ۵۰ برای نخستین بار

جدول ۵- جدول راهنمای احتمال وقوع حادثه

نمره	نرخ احتمال خطر	شرح احتمال خطر
۱۰	بیش از یک وقوع در هر روز	خیلی زیاد، غیر قابل اجتناب
۹	یک وقوع در هر سه یا چهار روز	خیلی زیاد، غیر قابل اجتناب
۸	یک وقوع در یک هفته	زیاد، خطاهای پی در پی
۷	یک وقوع در هر ماه	زیاد، خطاهای پی در پی
۶	یک وقوع در هر سه ماه	متوسط، خطاهای پی در پی
۵	یک وقوع در هر شش ماه تا یکسال	متوسط، خطاهای پی در پی
۴	یک وقوع در هر سال	متوسط، خطاهای پی در پی
۳	یک وقوع در یک تا سه سال	کم، نسبتاً خطاهای کم
۲	یک وقوع در هر سه تا پنج سال	کم، نسبتاً خطاهای کم
۱	یک وقوع در بیش از پنج سال	بعید، احتمال خطا وجود ندارد

جدول ۶- جدول راهنمای شدت پیامد حادثه

نمره	نرخ شدت پیامد	شرح شدت پیامد
۱۰	شدید	وخامت تأسف بار مثل خطر مرگ، تخریب کامل
۹	بسیار بالا	وخامت تأسف بار اما همراه با هشدار است
۸	خیلی زیاد	وخامت جبران ناپذیر است - عدم توانایی انجام وظیفه اصلی
۷	زیاد	وخامت زیاد است مانند از دست دادن یک عضو بدن
۶	متوسط	وخامت متوسط همانند آتش گرفتن تجهیزات و سوختگی بدن
۵	کم	وخامت کم است مانند ضرب دیدگی، مسمومیت خفیف غذایی
۴	خیلی کم	وخامت خیلی کم است ولی بیشتر افراد آن را احساس می‌کنند مانند نشت جزئی گاز
۳	جزئی	اثرات جزئی بر جا می‌گذارد مثل خراش دست هنگام تراشکاری
۲	خیلی جزئی	اثرات خیلی جزئی دارد
۱	هیچ	بدون اثر

<sup>3</sup> Process Failure Mode and Effects Analysis

<sup>1</sup> Failure Mode and Effects Analysis

<sup>2</sup> Design Failure Mode and Effects Analysis

جدول ۷- جدول راهنمای قابلیت کشف حادثه

نمره	نرخ قابلیت کشف	شرح احتمال کشف خطر
۱۰	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست
۹	خیلی ناچیز	احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۸	ناچیز	احتمال ناچیزی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۷	خیلی کم	احتمالی خیلی کمی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۶	کم	احتمال کمی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۵	متوسط	در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۴	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۳	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۲	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیاد وجود دارد
۱	تقریباً حتمی	تقریباً به طور حتم با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می شود

### آنالیز حالات شکست و اثرات زیست محیطی (EFMEA<sup>۱</sup>)

تکنیک EFMEA یک ابزار نظام یافته بر پایه کار تیمی است که در تعریف، شناسایی، ارزیابی، پیشگیری، حذف یا کنترل حالات، علل و اثرات خطاهای بالقوه در یک سیستم، فرآیند، طرح یا خدمات به کار گرفته می شود. به عبارتی دیگر روش EFMEA یک روش تحلیل در ارزیابی ریسک محیط زیستی است و از زیرشاخه های

FMEA محسوب می گردد. این ابزار یکی از مدل های مؤثر برای پیش بینی خطا می باشد. هدف از تکنیک EFMEA شناسایی به موقع مهم ترین جنبه های محیط زیستی مؤثر بر وضعیت محیط زیستی در محدوده تحت تأثیر از فعالیت ها و فرآیندهای در حال انجام است (قادری و همکاران، ۱۳۹۴). جداول ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ به ترتیب احتمال وقوع، شدت پیامد و امکان بازیافت منابع را در تکنیک مذکور تشریح می سازند:

جدول ۸- جدول راهنمای شدت خطرات زیست محیطی

نمره	شدت	تعریف شدت
۱۰	شدید/فاجعه آفرین	تولید شدید آلاینده/ اثر غیرقابل جبران بر محیط زیست/تخریب غیرقابل جبران منابع و انرژی
۹	جدی	تولید جدی آلاینده/ اثر جدی و خطرناک/ تخریب تاسف بار منابع و انرژی
۸	خیلی زیاد	تولید خیلی زیاد آلاینده/ اثر خیلی زیاد بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف بسیار زیاد منابع و انرژی
۷	زیاد	تولید زیاد آلاینده/ اثر زیاد بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف زیاد منابع و انرژی
۶	متوسط	تولید متوسط آلاینده/ اثر متوسط بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف متوسط منابع و انرژی
۵	کم	تولید کم آلاینده/ اثر کم بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف کم منابع و انرژی
۴	خیلی کم	تولید خیلی کم آلاینده/ اثر خیلی کم بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف خیلی کم منابع و انرژی
۳	جزئی	تولید جزئی آلاینده/ اثر جزئی بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف جزئی منابع و انرژی
۲	خیلی جزئی	تولید خیلی جزئی آلاینده/ اثر خیلی جزئی بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف خیلی جزئی منابع و انرژی
۱	هیچ	تولید آلاینده ندارد/ بدون اثر/ اتلاف منابع و انرژی وجود ندارد

<sup>1</sup> Environmental Failure Mode and Effects Analysis

جدول ۹- جدول راهنمای احتمال وقوع خطرات زیست محیطی

نمره	احتمال وقوع
۵	رخداد بسیار زیاد و حتمی (امکان دارد هر روز اتفاق بیافتد)
۴	رخداد معمول (امکان دارد در طول هفته یکبار اتفاق بیافتد)
۳	رخداد متحمل و متوسط (امکان دارد در طول ماه یکبار اتفاق بیافتد)
۲	رخداد کم مقدار (امکان دارد در طول سال یکبار اتفاق بیافتد)
۱	رخداد غیرممکن و بعید (امکان دارد در هر ۳۱ سال یکبار اتفاق بیافتد)

جدول ۱۰- جدول راهنمای امکان بازیافت منابع زیست محیطی

نمره	احتمال وقوع
۵	اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح آسان
۴	اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح سخت
۳	اتلاف منابع غیر قابل بازیافت
۲	مصرف منابع قابل بازیافت
۱	مصرف منابع غیر قابل بازیافت

جدول ۱۱- جدول راهنمای گستره آلودگی زیست محیطی

نمره	شرح گستره آلودگی زیست محیطی
۵	منطقه ای
۴	ناحیه ای
۳	محدوده ای
۲	واحد
۱	ایستگاه

### ویلیام فاین<sup>۱</sup>

یکی دیگر از روش‌های بررسی ریسک و مدیریت آن، تکنیک ویلیام فاین می‌باشد. از این روش جهت تصمیم‌گیری در ارتباط با ضرورت و مواجه‌بودن هزینه‌های حذف خطر و همچنین لزوم اجرای هرچه سریع‌تر

برنامه‌های کنترل خطرات استفاده می‌شود (Braure & Rogerl, 1990; Nicholas & Bahr, 1997). به همین ترتیب جداول ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷، احتمال بروز، شدت پیامد، میزان مواجهه، تعیین نمره و سطح ریسک، فاکتور هزینه و درجه تصحیح را ذکر می‌کنند:

جدول ۱۲- جدول راهنمای احتمال بروز خطر

نرخ احتمال	شرح احتمال بروز خطر
۱۰	اغلب محتمل هستند
۶	شانس وقوع ۵۰/۵۰ است (امکان دارد)
۲	می‌تواند تصادفی اتفاق بیافتد (شانس وقوع کمتر از ۵۰٪ است)
۰/۵	احتمالاً تا چند سال بعد از تماس اتفاق نمی‌افتد اما امکان وقوع دارد
۰/۱	در عمل وقوع آن غیرممکن است (هرگز اتفاق نمی‌افتد)

<sup>۱</sup> William Fine

جدول ۱۳- جدول راهنمای شدت پیامد خطر

شرح شدت پیامد خطر	نرخ شدت
مرگ و میر چند نفر، خسارت های غیر قابل جبران محیط زیستی با اثرات طولانی مدت، خسارت مالی زیاد بیش از ۵۰ میلیون تومان، اثر بین المللی روی شهرت سازمان، مصرف بیش از حد منابع و انرژی، غلظت بیش از حد آلاینده (۵۰٪ بیشتر از حد استاندارد)	۱۰۰
مرگ یک نفر، آسیب منجر به از کار افتادگی دائم بیش از یک نفر، خسارت غیر قابل جبران محیط زیستی با اثرات میان مدت، خسارت مالی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت ملی، مصرف نسبتاً زیاد منابع و انرژی، غلظت نسبتاً زیاد آلاینده (۳۰٪ بیشتر از حد استاندارد)	۵۰
آسیب منجر به از کار افتادگی دائم یک نفر، خسارت های غیر قابل جبران محیط زیستی با اثرات کوتاه مدت، خسارت مالی بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت استانی، مصرف زیاد منابع و انرژی، غلظت زیاد آلاینده (۱۰٪ بیشتر از حد استاندارد)	۲۵
آسیب طولانی مدت بدون ناتوانی دائمی، خسارت های قابل جبران محیط زیستی با اثرات طولانی، خسارت مالی بین ۵ تا ۵۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت محلی، مصرف متوسط منابع، غلظت متوسط آلاینده (۵٪ بیشتر از حد استاندارد)	۱۵
آسیب موقتی، خسارت های قابل جبران محیط زیستی با اثرات کوتاه مدت، خسارت مالی کمتر از ۵ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت درون سازمانی، مصرف کم منابع، غلظت آلاینده کمتر از ۵٪ بیشتر از حد استاندارد	۵
آسیب جزئی، نیازمند به کمک های اولیه (۳ روز و کمتر)، خسارت مالی کمتر از ۱ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت درون واحدی، مصرف خیلی کم منابع، غلظت آلاینده در حد استاندارد	۲
بدون نیاز به بررسی های بیشتر، خسارت های مالی قابل صرف نظر، بدون اثر روی شهرت سازمان، بدون خسارت محیط زیستی، بدون مصرف منابع، غلظت آلاینده کمتر از حد استاندارد	۱

جدول ۱۴- جدول راهنمای مواجهه خطر

شرح مواجهه با خطر	نرخ مواجهه
به طور پیوسته - روزی چند بار - تماس بیش از ۸ ساعت - انتشار مداوم آلاینده	۱۰
غالباً - هفته ای چند بار - تماس بین ۶ تا ۸ ساعت - انتشار زیاد آلاینده	۶
گاهگاه - ماهی چند بار - تماس بین ۴ تا ۶ ساعت در روز - انتشار متوسط آلاینده	۳
به طور غیر معمول - سالی چند بار - تماس بین ۲ تا ۴ ساعت در روز - انتشار غیر عادی آلاینده	۲
به ندرت - چند سال یکبار - تماس بین ۱ تا ۲ ساعت در روز - انتشار کم آلاینده	۱
به طور جزئی - خیلی کم - تماس کمتر از ۱ ساعت در روز - انتشار قابل اغماض آلاینده	۰/۵
بدون تماس - بدون تواتر وقوع - بدون انتشار آلاینده	۰/۲

جدول ۱۵- نمره ریسک و اقدامات اصلاحی

شرح اقدامات اصلاحی	سطح ریسک	درجه اولویت	نمره ریسک
نیاز فوری به فعالیتهای تصحیحی: تا کاهش خطر فعالیتها بایستی متوقف شود	High Risk	۱	۱۵۰۰-۲۰۰
نیازمند بررسی و توجه هر چه سریعتر است	Middle Risk	۲	۱۹۹-۹۰
خطر بایستی حذف شود ولی وضعیت اضطراری نیست	Low Risk	۳	۸۹-۰

هم‌چنین فرمول‌های محاسبه نرخ ریسک و میزان هزینه به ترتیب در معادلات ۱ و ۲ قید شده‌اند:

$$R = P \times E \times C \quad (1)$$

$$J = RN / (CF \times DC) \quad (2)$$

جهت شناسایی و ارزیابی ریسک مخاطرات بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی در پروژه عمرانی ساختمان بانک آینده به شرح جدول زیر عمل شده است:

جدول ۱۶- جدول راهنمای کاربرد روش‌های شناسایی و ارزیابی ریسک در پروژه عمرانی ساختمان بانک آینده

تکنیک ارزیابی ریسک	نوع مخاطرات
William Fine	بهداشتی
JSA/ PFMEA	ایمنی
EFMEA	زیست محیطی

## نتایج

در ادامه به نتایج شناسایی مخاطرات و ارزیابی ریسک‌های بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی پروژه عمرانی ساختمان بانک آینده با بکارگیری تکنیک‌های معرفی شده در جدول ۱۶ پرداخته می‌شود. در این بخش نتایج نهایی شناسایی و ارزیابی ریسک مخاطرات در قالب نمودارهای مختلف بیان می‌شوند. در ادامه به ترتیب مخاطرات بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

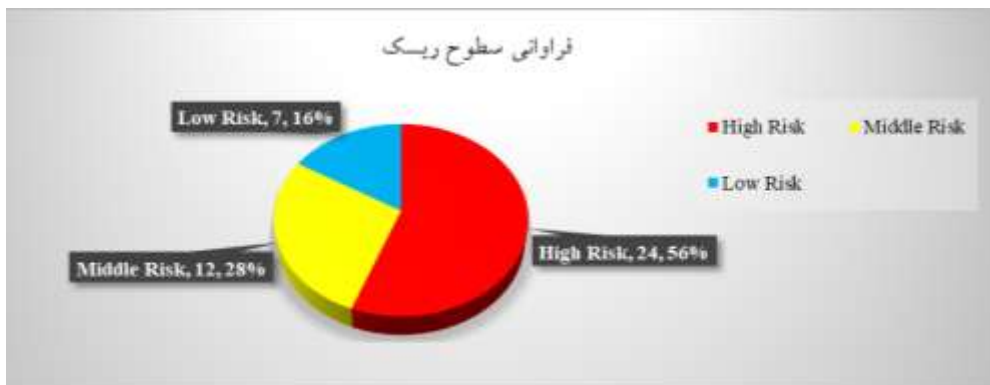
بر اساس نتایج حاصل از کاربرد ارزیابی ریسک William Fine در شناسایی و ارزیابی ریسک مخاطرات بهداشتی (شامل عوامل زیان‌آور فیزیکی، شیمیایی و ارگونومیک) فرآیند ساخت و بهره‌برداری ساختمان مرکزی بانک آینده، در مجموع ۴۳ ریسک شناسایی شد که در سطوح ریسک بالا، متوسط و پایین دارای فراوانی‌های متفاوتی هستند. نمودار دایره‌ای ۱ به وضوح فراوانی ریسک‌های ارزیابی شده در بخش مخاطرات بهداشتی با رویکرد William Fine را نشان می‌دهد. مطابق با شکل ۵-۲، ۵۶٪ (معادل ۲۴ ریسک) از ریسک‌های شناسایی شده در سطح High Risk یا به عبارتی بازه ۲۰۰ الی ۱۵۰۰ قرار گرفتند، ۲۸٪ ریسک‌ها (معادل ۱۲ ریسک) در محدوده ۹۰ الی ۱۹۹ (Middle Risk) و ۱۶٪ (معادل ۷ ریسک) باقی‌مانده ریسک‌های پایین (Low Risk) تشکیل دادند و به‌طور کلی می‌توان اظهار

داشت که وضعیت ریسک‌ها در حوزه بهداشت غیر قابل قبول تلقی می‌شود و نیازمند اقدامات اصلاحی و کنترلی با رویکرد پیشگیرانه از سوی تیم ارزیابی ریسک واحد HSE پروژه است. در ادامه فراوانی ریسک‌های بهداشتی بر حسب نوع مخاطرات در قالب نمودار دایره‌ای در ذیل آمده است. همان‌طور که از شکل ۳ مشخص است، اغلب مخاطرات شناسایی شده در حوزه بهداشت، در حیطه ارگونومی با ۳۸٪ قرار دارند و پس از آن مخاطرات تنش‌های حرارتی، گرد و غبار، فیوم و بخارات آلی، صدا و ارتعاش و تشعشعات به ترتیب با ۳۱٪، ۱۷٪، ۹٪ و ۵٪ قرار دارند. این امر از نقش مهم فاکتورهای انسانی و طراحی محیط کار بر اساس اصول ارگونومی خبر می‌دهد که در اغلب فعالیت‌های عمرانی از مرحله ساخت تا بهره‌برداری، کارکنان با ریسک‌هایی هم‌چون پوسچرهای نامطلوب در ناحیه سر و گردن، کمر و زانوها، کارهای تکراری، ایستادن یا نشستن طولانی مدت و حمل بار مواجهه دارند که متعاقباً می‌تواند باعث افزایش نرخ بروز و شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی و افزایش تعداد روزهای از دست رفته شود که در پروژه‌های بزرگی هم‌چون ساخت ساختمان مرکزی بانک آینده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در شکل ۴ نیز فراوانی فاکتور هزینه (J) به وضوح قید شده است. شکل ۴ نشان می‌دهد که از مجموع ۳۴ اقدام اصلاحی پیشنهادی تنها ۳٪ از لحاظ اقتصادی و میزان تأثیرگذاری بر ریسک مقرون به صرفه نمی‌باشد.



شدت پیامد در شکل ۵ مشخص شده است. بر این اساس ۱۲ ریسک در سطح C ۲ (معادل ۰.۲۹٪)، ۱۰ ریسک در سطح C ۳ (معادل ۰.۲۴٪)، ۸ ریسک در سطح C ۴ (معادل ۰.۲۰٪)، ۶ ریسک در سطح B ۴ (معادل ۰.۱۵٪)، ۳ ریسک در سطح E ۱ (معادل ۰.۰۷٪) و سطوح A ۴ و D ۴ هر کدام با ۱ ریسک (معادل ۰.۰۳٪ و ۰.۰۲٪) ارزیابی شدند.

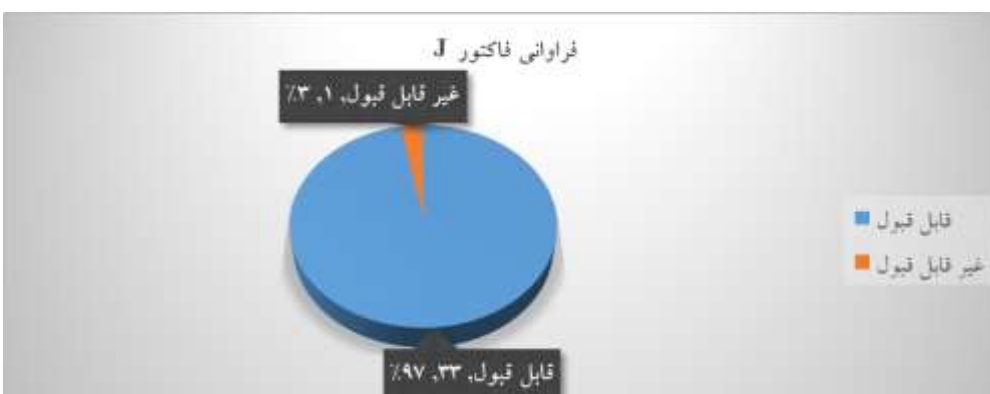
در دومین مرحله نتایج حاصل از شناسایی و ارزیابی ریسک مخاطرات ایمنی بر حسب مشاغل و زیر وظایف تعریف شده در پروژه با رویکرد JSA و PFMEA قید شده است. شکل ۵ فراوانی سطوح ریسک در JSA برای کلیه مخاطرات ایمنی مشاغل و وظایف ذکر شده است. در مجموع ۴۱ مخاطره شناسایی شد که فراوانی سطح ریسک آن‌ها بر اساس ارزشگذاری احتمال وقوع خطر و



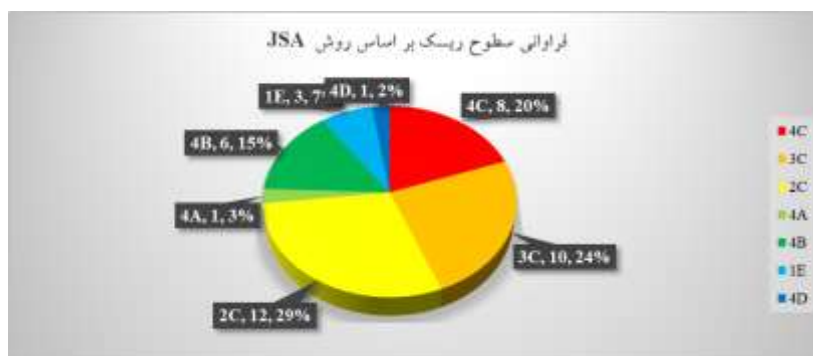
شکل ۲- فراوانی سطوح ریسک های بهداشتی در William Fine



شکل ۳- فراوانی ریسک های بهداشتی در William Fine



شکل ۴- فراوانی فاکتور J در William Fine



شکل ۵- فراوانی سطوح ریسک های ایمنی وظایف در روش JSA

را تشکیل می‌دهند. به راحتی می‌توان اظهار داشت که وضعیت ریسک‌های ایمنی از قبل از اعمال اقدامات اصلاحی و کنترلی (وضعیت بحرانی و بالا) به وضعیت پایین و هشداردهنده (پس از اعمال اقدامات اصلاحی و کنترلی) تغییر پیدا نمود و به نوعی میزان اثربخشی و کارایی این اقدامات را از دیدگاه ایمنی و با رویکرد پیشگیرانه نشان می‌دهد.

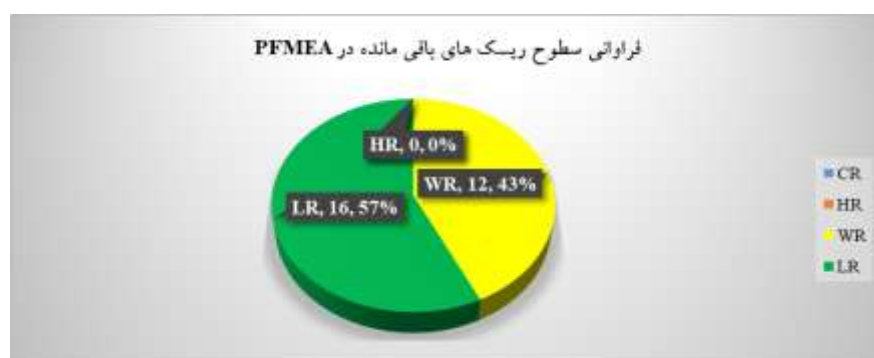
در آخرین مرحله نتایج مربوط به مخاطرات محیط‌زیستی موجود در پروژه با رویکرد EFMEA و در شکل ۷ قید شده است. در صورت فرض بر حداقل بودن سطح اقدامات اصلاحی و کنترلی در پروژه عمرانی، ۹۴٪ (معادل ۲۹ ریسک) ریسک‌های محیط‌زیستی در محدوده غیرقابل قبول قرار دارند و تنها ۶٪ (معادل ۲ ریسک) در محدوده قابل قبول قرار گرفتند و متعاقباً می‌توان اظهار داشت که وضعیت ریسک‌های زیست محیطی در این حالت در شرایط نامساعد و بحرانی قرار دارد. با فرض اعمال و اجرای اقدامات اصلاحی و کنترلی این بار شرایط کاملاً متفاوت رقم می‌خورد چرا که از ۲۹ ریسک غیرقابل قبول، پس از اعمال اصلاحات و تغییرات این مقدار به ۸ مورد می‌رسد و بالعکس ریسک‌های قابل قبول از تعداد ۲ به ۲۳ افزایش پیدا می‌کنند که با این وجود شرایط از دیدگاه ریسک‌های محیط‌زیستی در محدوده مساعد و قابل قبول تغییر پیدا می‌کند. باقی ریسک‌های غیرقابل قبول که در نمودار با رنگ قرمز مشخص است، در دومین مرحله از فرآیند ارزیابی ریسک EFMEA توسط اقدامات اصلاحی و کنترلی دوم پیشنهادی از سوی اعضای تیم ارزیابی ریسک پروژه، مدیریت و کنترل خواهند شد.

بر اساس رویکرد PFMEA، ریسک‌های ایمنی به تفکیک کلیه تجهیزات و ماشین‌آلات مورد استفاده در پروژه ساختمانی بانک آینده مورد ارزیابی قرار گرفتند که در ادامه و در شکل‌های ۶ و ۷ به ترتیب فراوانی سطوح ریسک و سطوح ریسک باقی مانده قید شده‌اند.

مطابق با نتایج حاصل از شکل ۶، ۱۴ ریسک در ناحیه بحرانی یافت شد که ۵۰٪ کلیه ریسک‌های ارزیابی شده را شامل می‌شود و بعد از آن ناحیه ریسک‌های بالا با ۱۲ ریسک شناسایی شده (۴۳٪) و ۲ ریسک در محدوده هشداردهنده (۷٪) باقی نمودار دایره‌ای را تشکیل می‌دهند. گفتنی است ریسک‌های شناسایی شده در صورت عدم وجود اقدامات اصلاحی و کنترلی و یا کمترین سطح از اجرای آن‌ها در محدوده‌های یاد شده قرار می‌گیرند اما با اعمال اقدامات اصلاحی و کنترلی پیشنهادی، عدد ریسک و متعاقباً سطح ریسک کاهش پیدا می‌کند که از آن تحت عنوان ریسک باقی مانده یاد می‌شود. شکل ۷ فراوانی سطوح ریسک‌های باقی مانده پس از اعمال اقدامات اصلاحی و کنترلی پیشنهادی توسط تیم ارزیابی ریسک را نشان می‌دهد که طبیعتاً در سطوح پایین‌تری قرار می‌گیرند چرا که رویکرد پیشگیرانه در قبال مخاطرات دارد و بر نرخ احتمال وقوع، شدت پیامد و احتمال کشف تأثیر بسزایی دارد و از عدد ریسک می‌کاهد. در وضعیت جدید فراوانی ریسک‌ها تغییرات قابل توجهی را داشته است چرا که ۱۶ ریسک باقی مانده به سطح پایین‌تری رسیدند که شامل ۵۷٪ از کلیه ریسک‌های شناسایی شده می‌باشد و همچنین ۱۲ ریسک باقی مانده در سطح بالاتری یعنی هشداردهنده قرار گرفتند که ۴۳٪



شکل ۶- فراوانی سطوح ریسک های ایمنی ماشین آلات در روش PFMEA



شکل ۷- فراوانی سطوح ریسک های ایمنی باقی مانده ماشین آلات در روش PFMEA

## بحث

در حوزه ریسک‌های بهداشتی از دیدگاه تکنیک William Fine غالب ریسک‌های ارزیابی شده در محدوده HR قرار گرفتند و این به معنای بحرانی بودن شرایط کنونی می‌باشد و نیازمند هر چه سریع‌تر اجرای اقدامات اصلاحی یا تجدید نظر بر اقدامات کنترلی موجود می‌باشد. همچنین اکثر ریسک‌های شناسایی شده در حوزه بهداشتی، از نوع ریسک‌های ارگونومیکی بودند که معمولاً در صنعت عمران کمتر مورد توجه قرار گرفته است و ضروری است تا مهندسی فاکتورهای انسانی در پروژه به مرحله اجرایی برسد. این امر خود به کاهش نرخ روزهای کاری از دست رفته کمک شایانی می‌نماید چرا که اختلالات اسکلتی-عضلانی از جمله بیماری‌های شغلی محسوب می‌گردند که به‌طور معمول روند معالجه و درمانی طولانی دارند. در اغلب موارد فرد آسیب دیده توانایی انجام فعالیت‌های گذشته را به تشخیص پزشک طب کار نخواهد داشت و این به معنای جایگزینی منابع انسانی تازه نفس و کم تجربه

است که خسارات مالی غیرمستقیمی بر پروژه اعمال خواهد نمود. تحلیل وضعیت ایمنی در پروژه همان‌طور که از قبل به آن اشاره شد، از دو دیدگاه ارزیابی ریسک JSA و PFMEA قابل بحث است. اولین دیدگاه بر اساس روش JSA است که وضعیت ایمنی را از دیدگاه مشاغل موجود و زیروظایف تعریف شده برای هر یک از آنها تحلیل می‌کند. بر اساس نتایج حاصل از فصل چهارم، وضعیت ایمنی با رویکرد مشاغل و زیروظایف در شرایط هشداردهنده قرار داشت و این به معنی تجدید نظر بر اقدامات اصلاحی و کنترلی موجود است تا میزان کارایی و اثربخشی آنها نیز افزایش یابد. این امر به نوع خود بر میزان نرخ احتمال بروز خطر و شدت پیامد حادثه تأثیر مثبت و بسزایی خواهد داشت. با توجه به بالا بودن میزان حوادث شغلی در صنعت عمران در کشور، حوزه ایمنی نسبت به سایر حوزه‌های دیگر در سامانه مدیریت HSE نیازمند توجه و اقدامات اصلاحی و کنترلی مؤثر و همچنین توجه جدی پیمانکاران و کارفرمایان می‌باشد. اما بررسی

بودند که اغلب نیازمند اقدامات مهندسی با رویکرد پیشگیرانه می‌باشد و در اکثر مواقع توسط پیمانکاران و کارفرمایان رعایت نمی‌شوند چرا که هزینه بر است و اجرای آن‌ها به زمان زیادی نیاز دارد. از این قبیل اقدامات پیشگیرانه می‌توان به جایگزینی ماشین آلات مدرن و به روز با سوخت جایگزین CNG نام برد که از آلودگی صوتی و هوابرد بسیار کمتری برخوردار هستند. اما در موارد دیگر مانند مصرف منابع و پوشش‌های گیاهی جای مانور زیادی به نسبت موارد دیگر موجود است و در این زمینه می‌توان ریسک‌های محیط‌زیستی را حذف نمود. از این قبیل می‌توان به حفظ پوشش‌های گیاهی با ارزش، افزایش فضاهای سبز در اطراف پروژه‌های عمرانی، بهینه نمودن میزان مصرف آب، برق و عامل‌های انرژی و تفکیک پسماندهای تر و خشک از مبداء جهت تسهیل نمودن فاز بازیافت اشاره نمود.

با توجه به نتایج بدست آمده از فرآیند مدیریت ریسک (شامل شناسایی مخاطرات و ارزیابی ریسک‌های بهداشتی، ایمنی و محیط زیست) در پروژه عمرانی ساختمان مرکزی بانک آینده و با توجه به مخاطره‌آمیز بودن صنعت عمران و نرخ بالای حوادث، بیماری‌های شغلی و خسارات محیط زیستی، می‌توان اظهار داشت با شناسایی و ارزیابی هر چه دقیق‌تر و کامل‌تر از مخاطرات می‌توان تا میزان چشمگیری از بروز و شیوع بیماری‌های شغلی در حوزه بهداشت، حوادث و شبه حوادث در حوزه ایمنی و خسارات محیط زیستی در حوزه محیط زیست و به تبعیت از آن‌ها از خسارات مالی جلوگیری نمود. لازم به ذکر است فرآیند مدیریت ریسک برای کلیه پروژه‌های تعریف شده در حوزه ساخت و ساز صادق بوده و جزء جدایی ناپذیر از پروسه کاری می‌باشد.

در روش EFMEA، پس از بررسی ۶۰ فرآیند یا فعالیت، ۱۱۷ جنبه محیط‌زیستی حاصل از این فرآیند یا فعالیت‌ها شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفت که ۲۴ مورد یا (۲۰/۵۱) درصد از جنبه‌های شناسایی شده، بالاتر از درجه مخاطره‌پذیری و در سطح ریسک‌های بحرانی (H) قرار داشتند. ۸۹ مورد یا (۷۶/۰۷) درصد از جنبه‌ها در سطح

وضعیت فعلی پروژه در حوزه ایمنی با رویکرد تکنیک PFMEA خبر از بالا بودن ریسک‌ها در فرآیندهای کاری پروژه از مرحله ساخت تا بهره‌برداری می‌دهد. نزدیک بودن نتایج حاصل از ارزیابی ریسک در دو تکنیک JSA و PFMEA (که دارای دو دیدگاه متفاوت نسبت به ایمنی هستند) حاکی از آن است که اولویت کارفرمایان و پیمانکاران در درجه اول ریسک‌های ایمنی است و اقدامات پیشگیرانه مانند اقدامات مهندسی و مدیریتی به همراه اقدامات واکنشی مانند سیستم فرماندهی حادثه و واکنش در شرایط اضطراری و در آخر تجهیزات حفاظت فردی لازم الاجرا می‌باشد. در این زمینه مراجعه به استانداردها، الزامات قانونی، آیین نامه‌ها و دستورالعمل‌ها جهت برنامه‌ریزی عملیاتی و تعیین اهداف کلان، خط مشی و همچنین استراتژی عوامل داخلی و خارجی بسیار کاربردی و عملی خواهد بود که نیازمند دیدگاه HSE کارفرمایان و پیمانکاران و سایر ذینفعان می‌باشد. بنابراین در اولین گام مبحث آموزش در رده‌های مدیریتی و اجرایی پیش از شروع هر پروژه امری انکارناپذیر است چرا که با همراه داشتن دیدگاه مدیریتی در حوزه HSE می‌توان از بسیاری از حوادث و شبه حوادث به راحتی جلوگیری نمود. در حوزه ریسک‌های محیط‌زیستی بر اساس تکنیک EFMEA شرایط غیرقابل قبول تعیین شد چرا که اغلب مخاطرات محیط‌زیستی در پروژه به چشم نمی‌آیند و قابل لمس نیستند. اما این واقعیت وجود دارد که صنعت عمران دارای آلودگی‌های محیط‌زیستی متنوعی است که هر یک می‌توانند منابع طبیعی در سه بخش هوا، آب و خاک تحت تأثیر قرار دهند. در حوزه محیط زیست همواره خلاءها و کمبودهایی وجود داشته است و به تبع خسارات محیط‌زیستی در پروژه‌های مشابه اتفاق افتاده است. در پژوهش پیش رو جهت حذف یا کاهش احتمال، شدت و گستردگی آلاینده‌های محیط‌زیستی اقدامات اصلاحی و کنترلی ارائه شد که با در نظر گرفتن آن‌ها و اعمال در پروژه می‌توان شرایط از حالت غیر قابل قبول به حالت قابل قبول تغییر یافت. اغلب ریسک‌های محیط‌زیستی شناسایی شده در پروژه از نوع آلاینده‌های هوابرد و آلودگی صوتی

## منابع

- متوسط (M) قرار داشتند و ۴ مورد یا (۳/۴۲) درصد جنبه‌ها در سطح پایین (L) قرار داشتند. بالاترین ریسک محیط‌زیستی مربوط به کارکرد وسایل نقلیه با عدد اولویت ریسک (RPN) ۱۲۵ و کمترین عدد اولویت ریسک مربوط به آلودگی هوا با RPN ۴ می‌باشد. نتایج ارزیابی محیط زیستی حاکی از آن است که به علت تنظیم نبودن دبی سوخت و اکسیژن ورودی و عدم رطوبت‌گیری سوخت که منجر به احتراق ناقص در تجهیزات حرارتی و نقلیه می‌شود، یکی از عوامل اصلی افزایش گازهای آلاینده خروجی از دودکش این تجهیزات می‌باشد. در نتیجه جهت کاهش آلودگی هوا و بهسوزی این تجهیزات، تغییر سوخت از گازوئیل به گاز، تنظیم دبی سوخت و اکسیژن ورودی، نصب آنالایزرهای گاز در خروجی‌ها و پایش و مانیتورینگ منظم این تجهیزات می‌تواند تأثیر به‌سزایی در کاهش آلاینده‌ها داشته باشد. در انتها برای کاهش سطح ریسک‌ها به حد قابل تحمل و مورد قبول، اقدامات مدیریتی و اصلاحی انجام شد. و جهت اطمینان از اثر بخشی اقدامات اصلاحی، ارزیابی مجدد ریسک‌ها انجام شد و (RPN) عدد اولویت ریسک ثانویه محاسبه شد. نتایج ارزیابی ریسک ثانویه نشان می‌دهد پس از انجام اقدامات اصلاحی، تقلیل ۱۷ درصدی تعداد ریسک‌های بحرانی مشهود می‌باشد که حاکی از اثر بخشی اقدامات مدیریتی می‌باشد. طی بررسی‌های انجام شده مشخص گردید، بیشترین درصد ریسک‌های بحرانی (۴۶ درصد) منجر به آلودگی هوا می‌باشد. مقایسه نتایج ارزیابی ریسک اولیه و ثانویه نشان می‌دهد پس از انجام اقدامات اصلاحی به‌ویژه پایش و آنالیز منظم کیفیت هوا که در کشف و رفع نقایص نقش مؤثری دارد، می‌تواند به کاهش چشمگیر ریسک‌های بحرانی که منجر به آلودگی شدید می‌گردند شود. این کاهش از ۴۶ درصد ریسک‌های بحرانی به ۴/۲ درصد در این واحد محاسبه شد که نقش مؤثری در حفاظت از محیط‌زیست و کاهش ائتلاف منابع با ارزش و حیاتی دارد.
۱. جوزی، س.ع.؛ رضایان، س. و حیدری پیربلوط، س.ن.، ۱۳۹۴. ارزیابی خطر محیط زیستی فاز بهره برداری واحد الفین شرکت پتروشیمی بندر امام به روش تطبیقی HAZAN و Morgan & Frank. فصلنامه علوم محیطی. دوره ۱۳، شماره ۱، صفحات ۹۵ تا ۱۰۴.
  ۲. جوزی، س.ع.؛ ساعتلو، ع. و جوان، ز.، ۱۳۹۳. ارزیابی ریسک زیست محیطی در واحد الفین مجتمع پتروشیمی آریاساسول به روش تجزیه و تحلیل درخت خطا. مجله سلامت و محیط، انجمن علمی بهداشت محیط ایران. دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۳۸۵ تا ۳۹۸.
  3. Braure, S. and Rogrel, B., 1997. Risk Assessment Methods, McGrahill Publish, pp: 213.
  4. Lio, P.; Shi, M.; Wong, K.C.; Jin, X. and Peng, C., 2012. Collective Human Mobility Pattern from Taxi Trips in Urban Area: The journal of PLOS. Vol. 1, No. 7, pp: 8.
  5. McDonald, M.A.; Lipscomb, H.J.; Bondy, J. and Glazner, J., 2012. Safety is everyone's job: The key to safety on a large university construction site. Journal of Safety Research. Vol. 40, No. 1, pp: 53-61.
  6. Nicholas, A. and Bahr, M., 1990. William Fine Method. University of Santa Cruse, Arizona, pp: 107.
  7. Omidvari, M. and Shahbazi, D., 2016. Assessing and Prioritizing Health Safety and Environment Risk in Hospitals (Case Study: Shahid Beheshti University of Medical Sciences). Sjim. Vol. 24, No. 1, pp: 43-54.

## Safety, Health and Environmental Risk Management of Future Bank Building Project

Alireza Feizi<sup>1</sup>, Seyed Ali Jozi<sup>2\*</sup>, Sahar Rezaian<sup>3</sup>

1- Department of Environment, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

2\* - Department of Environment, Faculty of Technical & Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

3- Department of Environment, Faculty of Technical & Engineering, Islamic Azad University, Shahrood Branch, Shahrood, Iran

### Abstract

Health, safety and environmental risk management in construction projects has always been a concern because of the risk nature of the work. In this study, we attempted to manage the risk management process of the future bank central building project using William Fine, JSA, PFMEA and EFMEA methods for health, safety and environmental hazards, respectively. SPSS software was used for frequency analysis of risks by type and level of risk. The results showed that of the 43 risks identified in the health sector by William Fine technique, 56% were at high level, 28% at moderate level and 16% at low level, most of which were ergonomic hazards. In the safety sector, JSA techniques identified a total of 41 hazards for 21 jobs, 40% at critical level, 51% at warning level, and 7% at low level. According to the PFMEA method, out of the 28 identified risks, 50% were at the top level, 43% at the critical level and 7% at the warning level. In total, the two techniques included risk of falling from a height and falling equipment and materials from a height. They prioritized risk. Also in the environmental field with EFMEA technique approach out of 31 identified risks, 94% were unacceptable and 6% were in acceptable area where risk of noise pollution and emission of microbes had the highest risk priority. In general, it can be concluded that safety risks are more important than other risks in the construction industry in terms of frequency, likelihood and severity of consequences.

**Key words:** Risk Identification and Risk Assessment, Construction Industry, William Fine, JSA, PFMEA, EFMEA