

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

## فرم هـ

### فرم صورت جلسه دفاع

باسم‌هی تعالی

## دانشگاه معماری و هنر پارس

...../...../..... تاریخ

### فرم تعهد اصالت اثر

اینجانب امیرعباس باباییان متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در پایان‌نامه حاضر با عنوان

"ارزیابی ریسک‌های اینمنی پروژه‌ها با روش JHA و PFMEA"

حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظرارت و راهنمایی استادی موسسه‌ی آموزشی پارس بوده و دستاوردهای دیگران که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است، مطابق مقررات و روال متعارف ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر شده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر رایه نشده است.

در صورت اثبات تخلف در هر زمان، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از درجه اعتبار ساقط بوده و دانشگاه حق پیگیری قانونی خواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این پایان‌نامه متعلق به موسسه‌ی آموزش عالی پارس است. هر گونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه بدون موافقت کتبی موسسه‌ی پارس ممنوع است. نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

نام و نام خانوادگی دانشجو: امیرعباس باباییان

امضا:

تاریخ:



## مؤسسه آموزش عالی معماری و هنر پارس دانشکده مدیریت پژوهه و ساخت

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
رشته مهندسی و مدیریت ساخت

ارزیابی ریسک های ایمنی پژوهه ها  
با روش JHA و PFMEA

استاد راهنمای:  
دکتر محمد جعفری فشارکی

نگارنده: امیرعباس باباییان

۱۳۹۹ شهریور

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سرددترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

سپاس و ستایش خدای جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در

دل شب تار، افshan است . آفریدگاری که خویشن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و

فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

به مصدق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق » بسی شایسته است از استاد فرهیخته

جناب آقای دکتر جعفری فشارکی

که با راهنمایی های سازنده اینجانب را کمک نمودند ، تقدیر و تشکر نمایم.

## چکیده:

این مطالعه به منظور شناسایی و مدیریت ریسک های ایمنی و محیط زیستی ناشی از فعالیت پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز انجام شد. و برای ارزیابی ریسک های ایمنی ، از تکنیک های **PFMEA** و **JHA** استفاده شده است. پس از مطالعات و بازبینی فعالیت های پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز، تعدادی فرایند و فعالیت کلیدی شناسایی و ارزیابی شد.

در این مطالعه تعدادی مورد ریسک ایمنی با استفاده از تکنیک **PFMEA** شناسایی شد و پس از برآورد و محاسبه **RPN** مشخص شد که فعالیت های مربوطه در دسته های ریسک های ریسک بالا(**High Risk**), ریسک متوسط(**Medium Risk**) و ریسک پایین(**Low Risk**) قرار گرفتند.

جهت شناسایی و ارزیابی ریسکهای ایمنی شغلی با استفاده از روش **JHA**، تعدادی فعالیت مورد بررسی قرار گرفت. که تعدادی از خطرات بالقوه حاصل از این فعالیتها مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت که بخشی از ریسک های شناسایی شده ،بالاتر از درجه مخاطره پذیری و در سطح ریسکهای بحرانی (**H**) قرار داشتند و بخشی از ریسک ها در سطح متوسط(**M**)قرار داشتند.

نتایج این مطالعه نشان می دهد که هر دو روش ارزیابی **JHA** و **FMEA** نتایج مشابهی را به دست آورند. در نهایت، با توجه به اولویت عدههای ریسک، برنامه ها و استراتژی های لازم برای کنترل و کاهش خطرات، شناسایی و ارائه شده است.

**واژگان کلیدی:** پروژه ای ساختمانی، خطرات ایمنی، ماشین آلات ساختمانی، ریسک، عوامل پیشگیری، کاهش ریسک

## فهرست مطالب

۱	..... مقدمه:
۲	..... ۱- بیان مسئله تحقیق:
۳	..... ۲- ضرورت تحقیق :
۴	..... ۳- هدف تحقیق:
۵	..... ۱-۳-۱- هدف اصلی:
۶	..... ۲-۳-۱- اهداف عملیاتی :
۷	..... ۳- سوالات تحقیق:
۸	..... ۱- فرضیات تحقیق:
۹	..... ۲- تعاریف و مفاهیم :
۱۰	..... ۱-۱- اینمنی:
۱۱	..... ۲-۶-۱- خطر:
۱۲	..... ۳-۶-۱- ریسک:
۱۳	..... ۴-۶-۱- مدیریت ریسک:
۱۴	..... ۵-۶-۱- ارزیابی ریسک :
۱۵	..... ۶-۱- اینمنی، بهداشت و محیط زیست:
۱۶	..... ۷-۶-۱- شدت خطر :
۱۷	..... ۸-۶-۱- احتمال خطر :
۱۸	..... ۹-۶-۱- حادثه :
۱۹	..... ۱۰-۶-۱- شبه حادثه :
۲۰	..... ۱۱-۶-۱- رویداد :
۲۱	..... ۱۲-۶-۱- ریسک قابل قبول :
۲۲	..... ۱۳-۶-۱- تجزیه و تحلیل مخاطرات شغلی : (JHA)
۲۳	..... ۱۴-۶-۱- روش حالات شکست و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FMEA)
۲۴	..... ۱۵-۶-۱- تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن در فرآیند تولید محصول: (PFMEA)
۲۵	..... ۱۶-۶-۱- سازه در صنعت ساختمان :
۲۶	..... ۱۷-۶-۱- میلگرد یا آرماتور:
۲۷	..... ۱۸-۶-۱- قالب بندی:
۲۸	..... ۱۹-۶-۱- تعریف داریست:
۲۹	..... ۲۰-۶-۱- تعریف پی :
۳۰	..... ۲۱-۶-۱- تعریف بتن :
۳۱	..... ۲۲-۶-۱- درز های انبساط :
۳۲	..... ۲۳-۶-۱- درز انقطع :

۱۴ .....	فصل دوم.....
۱۵ .....	۱-۲ مقدمه
۱۶ .....	۲-۱ مبانی نظری تحقیق
۱۶ .....	۲-۲-۱- تاریخچه مدیریت ریسک :
۱۶ .....	۲-۲-۲- مراحل اساسی در مدیریت ریسک:
۱۷ .....	۲-۲-۳- مفاهیم مورد استفاده در مدیریت ریسک :
۱۹ .....	۲-۲-۴- شناسایی خطرات و اثرات آنها
۲۰ .....	۲-۲-۵- ارزیابی ریسک
۲۱ .....	۲-۲-۶- ثبت خطرات و اثرات آنها
۲۲ .....	۲-۲-۷- متداول‌ترین ارزیابی ریسک به روش FMEA
۲۷ .....	۲-۲-۸- تصمیم گیری چند معیاره
۲۷ .....	۲-۲-۹- دلایل بکار گیری تصمیم گیری گروهی
۲۷ .....	۲-۲-۱۰- لزوم استفاده از تصمیم گیری چند معیاره
۲۹ .....	۲-۲-۱۱- انواع روش های تصمیم گیری چند معیاره
۳۳ .....	۲-۳- پیشینه تحقیق در جهان:
۳۶ .....	۲-۴- پیشینه تحقیق در ایران:
۴۰ .....	فصل سوم.....
۴۱ .....	۳-۱- معرفی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:
۴۱ .....	۳-۱-۱- موقعیت مکانی پروژه بیمه البرز:
۴۱ .....	۳-۱-۲- مشخصات سازه پروژه بیمه البرز:
۴۲ .....	۳-۱-۳- شناسنامه پروژه بیمه البرز:
۴۲ .....	۳-۱-۴- مشخصات بودجه ای پروژه بیمه البرز
۴۵ .....	۳-۱-۵- شرح عملیات احداث ساختمان اداری بیمه البرز:
۵۴ .....	۳-۲- روش کار تحقیق
۷۵ .....	فصل چهارم.....
۷۶ .....	۴-۱- بررسی وضعیت ایمنی و حوادث شغلی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:
۸۳ .....	۴-۲- وضعیت روند شاخص تکرار حوادث
۸۳ .....	۴-۳- علل وقوع حوادث
۸۵ .....	۴-۴- ارزیابی ریسک:
۸۶ .....	۴-۴-۱- ارزیابی ریسک های ایمنی شغلی به روش JHA
۸۷ .....	۴-۴-۲- نتایج تجزیه و تحلیل ریسکهای ایمنی با خطر بالا به روش JHA
۱۰۶ .....	۴-۴-۳- نتایج ارزیابی ریسک ایمنی شغلی به روش JHA:
۱۰۹ .....	۴-۴-۴- تعیین حد اطمینان یا شاخص ریسکهای ایمنی در روش PFMEA:
۱۱۰ .....	۴-۴-۵- نتایج تجزیه و تحلیل ریسکهای ایمنی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز به روش PFMEA:

۶-۴-۴- نتایج تجزیه و تحلیل ریسکهای ایمنی با خطر بالا.....	۱۱۲
فصل پنجم.....	۱۳۳
۱-۵- تحلیل وضعیت ایمنی و حوادث شغلی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:.....	۱۳۴
۱-۱-۵- بررسی وضعیت روند حوادث طی سالهای گذشته:.....	۱۳۴
۱-۲- تجزیه و تحلیل حوادث پروژه ساختمان اداری بیمه البرز بر اساس علل حوادث:.....	۱۳۶
۱-۳- بحث و نتیجه گیری:.....	۱۳۶
۱-۴- مقایسه داده های حاصل از روش‌های PFMEA و JHA .....	۱۳۸
۱-۵- برنامه مدیریت ریسک:.....	۱۳۸
۱-۶- ارائه برنامه مدیریت ریسک پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:.....	۱۳۸
۱-۷- ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل و کاهش خطرات ایمنی:.....	۱۴۰
۱-۸- آموزش و آگاهی .....	۱۴۱
۱-۹- پیشنهادها:.....	۱۴۲
۱-۱۰- محدودیت های تحقیق:.....	۱۴۲
۱-۱۱- پیشنهادات جهت بررسی در مطالعات آتی:.....	۱۴۲

## فهرست جداول

جدول ۲-۱: مقیاس ساعتی برای مقایسات زوجی ..... ۳۱
جدول (۴-۱) تعداد حوادث و روزهای از دست رفته در بخش‌های مختلف پروژه (سال ۹۸) ..... ۷۷
جدول (۴-۲) روزهای از دست رفته بر اثر نقص عضو ..... ۷۸
جدول (۴-۳) روزهای از دست رفته بر اثر نقص عضو (انگشتان دست و پا) ..... ۷۹
جدول (۴-۴) ارتباط بین معلویت اعضا و ساعات کار از دست رفته ..... ۸۰
جدول (۴-۵) نوع و تعداد حوادث سال ۱۳۹۸ ..... ۸۱
جدول (۴-۶) تجزیه و تحلیل کل حوادث سال ۱۳۹۷ بر اساس علت حادث ..... ۸۴
جدول (۴-۷) سطوح ریسک‌های ایمنی ..... ۸۶
جدول (۴-۸) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل انباردار (JHA) ..... ۸۷
جدول (۴-۹) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل اداری (JHA) ..... ۸۸
جدول (۴-۱۰) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل رانندگی ماشین آلات (میکسر) (JHA) ..... ۸۹
جدول (۴-۱۱) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل لوله کش تاسیسات ساختمانی (JHA) ..... ۹۰
جدول (۴-۱۲) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل جوشکاری (JHA) ..... ۹۱
جدول (۴-۱۳) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل مونتاژ تابلو برق (JHA) ..... ۹۲
جدول (۴-۱۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل داربست بند (JHA) ..... ۹۳
جدول (۴-۱۵) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل نصب تابلو برق (JHA) ..... ۹۵
جدول (۴-۱۶) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل اتصال کابل‌های برق (JHA) ..... ۹۷
جدول (۴-۱۷) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل جمع آوری کابل‌های برق (JHA) ..... ۹۹
جدول (۴-۱۸) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل اجرای رایزر تاسیسات (JHA) ..... ۱۰۰
جدول (۴-۱۹) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل آرماتور بندی (JHA) ..... ۱۰۱
جدول (۴-۲۰) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل قالب بندی (JHA) ..... ۱۰۳
جدول (۴-۲۱) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل بتن ریزی (JHA) ..... ۱۰۵
جدول (۴-۲۲) آمار توصیفی ضربی ریسکهای به دست آمده از ارزیابی ریسک‌های ایمنی (PFMEA) ..... ۱۰۹
جدول (۴-۲۳) سطوح ریسک‌های ایمنی ..... ۱۱۰
جدول (۴-۲۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند هوک تاورکرین (PFMEA) ..... ۱۱۳
جدول (۴-۲۶) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند سیم بکسل و تسمه تاور (PFMEA) ..... ۱۱۸
جدول (۵-۱) مقایسه داده‌های حاصل از روشهای PFMEA و JHA ..... ۱۳۸

## فهرست اشکال

شکل ۳-۱ تصویر تخریب ساختمان قبلی ..... ۴۵
شکل ۳-۲ تصویر تخریب ساختمان قبلی ..... ۴۵
شکل ۳-۳ تصویر اجرای سازه نگهبان ..... ۴۶

۴۶	شکل ۴-۳ تصویر اجرای سازه نگهبان.....
۴۷	شکل ۵-۳ تصویر اجرای آرماتوربندی و فونداسیون .....
۴۷	شکل ۶-۳ تصویر برپایی تاور.....
۴۸	شکل ۷-۳ تصویر اجرای اسکلت فلزی.....
۴۸	شکل ۸-۳ تصویر اجرای اسکلت فلزی.....
۴۹	شکل ۹-۳ تصویر اجرای دیوار حائل.....
۴۹	شکل ۱۰-۳ تصویر اجرای دیوار حائل.....
۵۰	شکل ۱۱-۳ تصویر اجرای سقف عرشه فولادی.....
۵۰	شکل ۱۲-۳ تصویر اجرای دیوار وال کریت.....
۵۱	شکل ۱۳-۳ تصویر اجرای عملیات پوشش مقاوم در برابر حریق.....
۵۱	شکل ۱۴-۳ تصویر اجرای نازک کاری بدنه.....
۵۲	شکل ۱۵-۳ تصویر اجرای تاسیسات مکانیکی.....
۵۳	شکل ۱۷-۳ تصویر نمای کلی ساختمان در حال حاظر.....

## فهرست نمودارها

نمودار ۱-۳ فلوچارت کامل روش کار تحقیق	۵۶
نمودار ۲-۳- مراحل انجام JHA	۶۲
نمودار ۳-۳- مراحل اجرای تکنیک PFMEA	۶۷
نمودار (۴-۱) مقایسه میزان حوادث روی داده در بخش های پروژه در سال ۹۸	۷۶
نمودار (۴-۲) میزان شدت حوادث روی داده در بخش های مختلف پروژه در سال ۹۸	۷۷
نمودار (۴-۳) (مقایسه نوع حوادث سال ۱۳۹۸)	۸۲
نمودار (۴-۴) اعضاي آسيب دide پرستن قراردادي و روزمزد	۸۲
نمودار (۴-۵) تجزيه و تحليل حوادث بر اساس رفتار فردی غير ايمن و شرایط غير ايمن و خطاي مديريتى در سال ۹۸	۸۴
نمودار (۴-۶) تجزيه و تحليل كل حوادث بر اساس علت حادثه	۸۵
نمودار (۴-۷) فراوانی ريسکهای ايمنی شغلی(JHA)	۱۰۷
نمودار (۴-۸) درصد فراوانی ريسک های ايمنی شغلی(JHA)	۱۰۷
نمودار (۴-۹) فراوانی ريسک های ثانویه(JHA)	۱۰۸
نمودار (۴-۱۰) درصد فراوانی ريسکهای ثانویه(JHA)	۱۰۸
نمودار (۱۱-۴) فراوانی ريسکهای ايمنی با استفاده از روش PFMEA	۱۱۱
نمودار (۱۲-۴) درصد فراوانی ريسکهای ايمنی با استفاده از روش PFMEA	۱۱۱
نمودار (۱۳-۴) نتایج ارزیابی ريسکهای ثانویه ايمنی با استفاده از روش PFMEA	۱۱۲
نمودار (۱۴-۴) نتایج ارزیابی ريسکهای ثانویه(JH)	۱۱۲
نمودار (۱۵-۴) تأثيرگذاري فرآيند هوك تاوركرين (اتصالات) بر شاخصهای ايمنی	۱۱۴
نمودار (۱۶-۴) تأثيرگذاري فرآيند هوك تاوركرين (شيطانک) بر شاخصهای ايمنی	۱۱۵
نمودار (۱۷-۴) تأثيرگذاري فرآيند هوك تاوركرين (پوسیدگی قلاب) بر شاخصهای ايمنی	۱۱۶
نمودار (۱۸-۴) تأثيرگذاري فرآيند سکشن های تاوركرين بر شاخصهای ايمنی	۱۱۷
نمودار (۱۹-۴) تأثيرگذاري فرآيند سيم بکسل و تسمه تاوركرين بر شاخصهای ايمنی	۱۱۹
نمودار (۲۰-۴) تأثيرگذاري فرآيند كابل های مهاری تاوركرين بر شاخصهای ايمنی	۱۲۰
نمودار (۲۱-۴) تأثيرگذاري فرآيند ژنراتورها (سيستم خنک کننده) بر شاخصهای ايمنی	۱۲۲
نمودار (۲۲-۴) تأثيرگذاري فرآيند ژنراتورها(فونداسیون) بر شاخصهای ايمنی	۱۲۳
نمودار (۲۳-۴) تأثيرگذاري فرآيند دستگاه سنگ فرز(حافظ دستگاه) بر شاخصهای ايمنی	۱۲۴
نمودار (۲۴-۴) تأثيرگذاري فرآيند دستگاه فرز(صفحه سنگ) بر شاخصهای ايمنی	۱۲۵
نمودار (۲۵-۴) تأثيرگذاري فرآيند هوابرش(سرپیک) بر شاخصهای ايمنی	۱۲۷
نمودار (۲۶-۴) تأثيرگذاري فرآيند هوابرش (مانومتر) بر شاخصهای ايمنی	۱۲۸
نمودار (۲۷-۴) تأثيرگذاري فرآيند هوابرش (رگلاتور گاز) بر شاخصهای ايمنی	۱۲۹
نمودار (الف)(۴-۲۸) تأثيرگذاري فرآيند بهره برداری از کمپرسور بر شاخص های ايمنی	۱۳۱
نمودار (ب)(۴-۲۸) تأثيرگذاري فرآيند بهره برداری از کمپرسور بر شاخص های ايمنی	۱۳۲

نmodar (۵-۱) مقایسه تعداد حوادث در پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز .....	۱۳۵
نmodar (۵-۲) مقایسه شاخص حوادث در پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز از سال ۹۷ الی ۹۸ .....	۱۳۶

# فصل اول

## کلیات تحقیق

## مقدمه:

طبق برآورد سازمان بین‌المللی (در سال ۲۰۰۸ میلادی)، سالانه هزینه‌های حوادث بالغ بر ۴ درصد تولید ناخالص جهان را شامل می‌شود. پژوهش‌های ILO<sup>۱</sup> در مورد حوادث و بیماری‌های شایع در بین کارگران بخش ساخت وساز حاکی از آن است که، سالانه حداقل ۶۰ هزار حادثه منجر به فوت در صنعت ساخت وساز در کشورهای جهان روی می‌دهد. (هر ۰.۱ دقیقه یک حادثه منجر به فوت) به عبارتی حدود ۱۷ درصد حوادث مرگبار در بخش اجرای پروژه‌های عمرانی-صنعتی رخ می‌دهد. (سازمان بین‌المللی کار، ۲۰۰۸)

در کشورهای در حال توسعه ۶ تا ۱۰ درصد نیروی کار، در بخش ساخت وساز مشغول هستند، و ۲۵ تا ۴۰ درصد مرگ‌های شغلی در این حوزه است. در مورد مشکلات بهداشت شغلی نیز به طور مثال در فرانسه که کشوری پیشرفته است، ۲۰ درصد غرامت پرداختی به کارگران برای بیماری‌های شغلی، مربوط به بخش ساخت وساز است. وکم درد و ناهنجاری‌های عضلانی اسکلتی نیز در بین کارگران این بخش شایع است. در برخی از کشورها ۳۰ درصد نیروی کاری دچار چنین مشکلات یا سایر ناهنجاری‌های عضلانی اسکلتی هستند. (سازمان بین‌المللی کار، ۲۰۰۸)

بنا به گفته رئیس مرکز تحقیقات، تعلیمات و بهداشت کار وزارت کار و امور اجتماعی کشورمان، ۳۰ درصد حوادث ناشی از کار فقط در صنعت ساخت وساز است. بررسی‌ها نشان داد که ۳۰ درصد حوادث ناشی از کار که ۱۶ درصد از آن منجر به فوت می‌شود در صنعت ساخت وساز و کارگاههای مربوط به این حوزه است. (اداره تعاظون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۳۹۵)

نظر به اینکه کشورمان در حال توسعه زیر ساخت‌ها است و مقوله ساخت وساز، در حال رشد می‌باشد، واژه‌ای میزان حوادث، بیماری‌های شغلی و پیامدهای زیست محیطی، روبه افزایش است، بطوریکه هزینه‌های تحمیلی این آسیب‌ها، در کاهش تولید ملی و کاهش سرانه درآمد ملی تاثیر گذاشته و هزینه‌هایی که بعضًا غیرقابل جبران است به جامعه و اقتصاد آن تحمیل می‌کند. با نگاه گذرا به حوادث بخش ساخت وساز، می‌توان به این نتیجه رسید این صنعت بخش قابل توجهی از آمار حوادث ناشی از کار را به خود اختصاص داده است. ریشه یابی علل این مخاطرات و خسارات‌ها، حاکی از آن است که علت العلل آنها ناشی از سوء مدیریت و نداشتن دیدگاه کلان واستراتژیک نسبت به سیستم مدیریت HSE آاست و نشان می‌دهد سازوکار منسجم و دقیقی برای ایجاد موانع بر سر راه این عوامل وجود ندارد. لذا به نظر می‌رسد اتخاذ سیستم مدیریت HSE کارآمد در پروژه‌های عمرانی که از یک سیستم مدیریت ریسک موثر بهره می‌گیرد مثمر ثمر واقع

<sup>۱</sup>-International Labour Office

<sup>۲</sup>-Health Safety Environment

خواهد شد . شناسایی و ارزیابی ریسک فاکتورهای ایمنی ، بهداشت و محیط زیست در این صنعت امری است که لزوم اتخاذ برنامه مدیریت ریسک را ایجاب می کند.(نوروزی، ۱۳۹۱)

رویکردی که در برابر این مخاطرات گرفته شده در حد گزارش عادی از شرح واقعه و بایگانی آن و رویکرد قضا و قدر و همچنین برگزاری مجالس ترحیم در حوادث منجر به فوت بوده است نه رویکرد مدرن و خلاقانه و پیشگیرانه. لذا با این رویکرد هر روز بیش از گذشته شاهد حوادث و وقایع وخیم تر هستیم بطوریکه که حوادث را جز لاینفک برنامه زندگی دانسته و با آن خو گرفته ایم و حساسیت چندانی در مدیران ارشد ایجاد نمی کند. (حیدری، ۱۳۹۲)

با ایجاد صنایع و زیرساخت های توسعه ای ، موضوع حفاظت از سلامت نیروی کار و محیط زیست ، تخصصی وابعاد وسیع تری به خود گرفت . بخصوص پس از پیدایش مکتب روابط انسانی در مدیریت ، توجه به ایمنی منابع انسانی اهمیت بیشتری یافت. و به دلیل اهمیت وجود ایمنی در محیط کار ، این سوال مطرح شد : که چگونه می توان ایمنی محیط کار را افزایش داد ، به عبارت دیگر بهترین راه ارتقای وضعیت ایمنی محیط کار چگونه است ؟

در رویکرد مدیریت نوین، که مهمترین محور آن توسعه پایدار(صیانت از نیروی انسانی و محیط زیست ) مطرح شد ، با استقرار و اجرای الزامات سیستم یکپارچه مدیریت سلامت ، ایمنی و محیط زیست ، توانست به وضعیت سلامتی نیروی انسانی ، ایمنی محیط کار و محیط زیست ، سامان دهد . این نظام مدیریتی از مقوله ها و مباحث نوبنیادی شد که هویت بخشی به آن ، در راستای استقرار و بهره گیری مؤثر، به صورت مسئله ای مهم قابل طرح در مجامع علمی ، سازمان ها ای دولتی و شرکت های خصوصی گردید.

لذا از آنجا که نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست یکی از اركان مهم مدیریت حاکم بر هر فعالیتی قلمداد شد، استقرار آن توسعه یافت بطوری که اکنون سیستم مدیریت HSE ، سیستمی است ، یک پارچه و با همگرایی هرسازمانی ، با هر نوع فعالیتی که داشته باشد، نقش به سزائی در ایجاد محیطی سالم ، بانشاط و به دور از حادثه و خسارت دارد.(حیدری، ۱۳۹۲)

## ۱- بیان مسئله تحقیق:

حس نوع دوستی عمدۀ ترین دلیل و پایه اخلاقی برای تامین ایمنی است . دومین دلیل در تامین ایمنی الزامات قانونی و سومین دلیل بحث هزینه ها می باشد . در سرتاسر تاریخچه مدیریت ریسک ، برای مدیران پروژه ها سه معیار هزینه ، زمان و کیفیت مهم بوده است . مطالعات انجام شده نشان می دهد که اتلاف زمان و هزینه همواره منجر به کاهش کیفیت محصول می شود .

از تبعات منفی ساخت و ساز (Construction) ، بروز حوادث گوناگون و در بر داشتن پیامدهای زیست محیطی و به خطر انداختن سلامتی شاغلین در این بخش است که هر ساله ضمن آسیب به محیط زیست ، تعداد قابل توجهی از انسانها را به مرگ ، آسیب جسمی ، قطع عضو و بیماری دچار می سازد .

نظر به اینکه کشورمان در حال توسعه زیر ساخت ها است و مقوله ساخت و ساز ، در حال رشد می باشد ، واژه‌رفی میزان حوادث ، بیماری های شغلی و پیامدهای زیست محیطی ، روبه افزایش است، بطوریکه هزینه های تحمیلی این آسیب ها، در کاهش تولید ملی و کاهش سرانه درآمد ملی تاثیر گذاشته و هزینه هایی که بعضا غیرقابل جبران است به جامعه واقتصاد کشور تحمیل می کند. بنا بر آمار ارائه شده توسط مراکز ذیصلاح ، حدود ۳۰٪ حوادث کشور ، در فعالیتهای ساخت و ساز رخ می دهد و اگر ۴۰-۳۰٪ از حوادث رانندگی(ماشین آلات مهندسی و پشتیبانی) که در راستای فعالیت های کاری اجرای پروژه ها رخ می دهد به آن اضافه گردد مورد تعمق و بررسی قرار گیرد. متوجه خسارت و زیان های این بخش از فعالیتهای کاری می شویم. البته با دخیل نمودن هزینه های غیر مستقیم ، هزینه های صرف شده قابل تعمق تر خواهد گردید.(جعفری و همکاران، ۱۳۹۱)

با نگاه گذرا به حوادث بخش ساخت و ساز ، می توان به این نتیجه رسید این صنعت بخش قابل توجهی از آمار حوادث ناشی از کار را به خود اختصاص داده است . لذا به نظر می رسد شناسایی و ارزیابی ریسک فاکتورهای ایمنی ، بهداشت و محیط زیست در این صنعت امری است که لزوم اتخاذ برنامه مدیریت ریسک را ایجاد می کند. روش های متعددی برای شناسایی و ارزیابی مخاطرات در محیط کار وجود دارد که روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن (FMEA) یکی از روش های معتبر برای شناسایی و ارزیابی ریسک است. FMEA یک تکنیک مهم برای شناسایی ، حذف یا کاهش شانس ظهور خطرات شناخته شده یا بالقوه است که برای افزایش ایمنی ، قابلیت اطمینان و دوام تجهیزات و کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات ماشین آلات در طول دوره عمرشان کاربرد دارد. (بلبل امیری و همکاران، ۱۳۸۸)

## ۱-۲- ضرورت تحقیق :

به دلیل ماهیت ریسک پذیر بودن پروژه های ساختمانی و بخصوص شرایط حساس ساخت و ساز در پروژه های درون شهری که از ریسک بالایی برخوردار هستند ، حوادث در این بخش می توانند تبعات جبران ناپذیری را در پی داشته باشد.

پروژه ساخت ساختمان اداری بیمه البرز با توجه به موقعیت خاص پروژه و واقع شدن در منطقه تجاری و پرتردد ، اجرای این پروژه را با مشکلاتی روبرو کرده است. که غفلت در بکارگیری اصول و الزامات HSE می تواند تبعات جبران ناپذیری را در پی داشته باشد.

با توجه به موارد ذکر شده شناسایی و کنترل ریسک ها مستلزم اتخاذ روش های مدیریت ریسک موثر است. به دنبال مطالعات انجام شده و بررسی انواع روش های ارزیابی ریسک ، یکی از بهترین روش های ارزیابی ریسک در پژوهه های عمرانی تجزیه و تحلیل مخاطرات شغلی (JHA<sup>۱</sup>) و تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن (FMEA) می باشد .

FMEA یک تکنیک مهم برای شناسایی ، حذف یا کاهش شанс ظهور خطرات شناخته شده یا بالقوه است که برای افزایش ایمنی ، قابلیت اطمینان و دوام تجهیزات و کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات ماشین آلات در طول دوره عمرشان کاربرد دارد . در رویکرد FMEA ، رتبه بندی حالات بالقوه خطرات با توجه به سه فاکتور احتمال وقوع (P) ، شدت پیامد (S) و احتمال کشف (D) انجام می گیرد . در نهایت حاصل ضرب ۳ پارامتر مذکور ، درجه ریسک (RPN<sup>۲</sup>) نامیده می شود. (بلبل امیری - ۱۳۸۸).

در سال های اخیر اقداماتی جهت بهبود کاستی های رویکرد سنتی انجام شده است . از جمله این کاستی ها می توان به موارد زیر اشاره کرد.(گارسیا و همکاران ۲۰۰۵)(آنتونیو و همکاران - ۲۰۰۴)

۱- در محاسبه RPN میزان تاثیر تمامی فاکتورهای سه گانه یکسان فرض می شود . طبق نظریه بولز و بونل حالات بالقوه مخاطرات با مقادیر متوسط برای هر یک از شاخص ها ، در مقایسه با حالات خطرات با شدت اثر بسیار بالا ممکن است به اشتباه رده بندی شوند . مثلاً نرخ RPN برای هر یک حالت خطر با مقدار ۴ برای هریک از شاخص ها ، برابر ۶۴ است که در مقایسه با حالت دیگر با مقادیر شاخص ۱۰ و ۲ و ۱ و RPN برابر ۲۰ ، عدد ریسک بزرگتری است . اما در حالت دوم ، با اینکه عدد ریسک کمتری نسبت به اولی دارد ، با توجه به شدت اثر بالای آن ، برای سیستم بحرانی تر بر شمرده می شود. (بولز-۳-۲۰۰۰).

۲- اهمیت نسبی سه فاکتور P,D,S یکسان فرض می شود.

۳- در حالیکه برای یک مقدار مشخص RPN ترکیب بی شماری از مقادیر مختلف S,D,P وجود دارد ، RPN تمايزی بین ترکیب های مختلف قائل نمی شود.

۴- دشوار بودن تعیین احتمال حالات بالقوه خطر به صورت عددی با توجه به اینکه اکثر اطلاعات موجود بصورت زبانی مطرح می شود( مثل خیلی زیاد و ... کم)

<sup>۱</sup> Job Hazard Analysis

<sup>۲</sup> Risk Priority Number

### ۳-۱- هدف تحقیق:

#### ۱-۳-۱- هدف اصلی:

هدف اصلی این مطالعه ، شناسایی و ارزیابی ریسک های ایمنی و محیط زیستی موجود در مرحله ساخت ساختمان اداری بیمه البرز و اولویت بندی آنها می باشد .

#### ۲-۱-۳- اهداف عملیاتی :

۱. شناسایی ریسک های موجود در عملیات احداث
۲. اولویت بندی ریسک ها
۳. تعیین مقدار عددی هر ریسک
۴. راهکارهای مدیریتی شنا سایی خطاهای بالقوه فعالیت ها، تجهیزات و سیستم های بحرانی در پروژه مورد مطالعه.
۵. تجزیه و تحلیل اثرات جنبه های محیط زیستی و ایمنی حاصل از شغل ها، فرآیندها و تجهیزات .
۶. شناسایی ریسک های کار با دستگاه تاور کرین و ارائه اقدامات کنترلی برای آنها

### ۴- سوالات تحقیق:

۱- آیا استفاده از روش JHA<sup>۱</sup> و PFMEA روش مناسبی برای اولویت بندی ریسک ها در پروژه های ساخت و ساز و به ویژه پروژه ساخت ساختمان اداری بیمه البرز می باشد؟

۲- ریسکها و مخاطرات آسیب رسان به ایمنی نیروی انسانی و ذینفعان ناشی از فعالیت ها و تجهیزات کدامند؟

۳- مناسبترین اقدامات کنترلی جهت کاهش مخاطرات چیست؟

۴- آیا میتوان با استفاده FMEA و JHA تمامی فاکتور های اثر گذار بر ریسک را در نظر گرفت؟

### ۵- فرضیات تحقیق:

۱) فعالیتهای پروژه ساخت ساختمان اداری بیمه البرز می تواند در دراز مدت اثرات منفی بر محیط زیست پیرامون خود بر جای می گذارد.

۲) تکنیک هایی هستند که می توانند در جهت شناسایی ریسکهای مهم و ارائه راهکارهای مدیریتی و اولویت بندی این ریسکهای ایمنی و محیط زیستی ناشی از فعالیتهای این شرکت به ما کمک کند.

<sup>۱</sup> Process Failur Mode Effects Analysis

۳) در پروژه ساخت ساختمان اداری بیمه البرز آموزش‌های لازم برای پرسنل شرکت راجع به قوانین و استانداردهای زیست محیطی دیده نشده است.

۴) می‌توان با اجرای درست و به موقع مطالعات ارزیابی ریسک پروژه خطرات را به حداقل رسانید.

#### ۶-۱- تعاریف و مفاهیم :

##### ۱-۶-۱- ایمنی:

میزان یا درجه دور بودن از خطرات یا در امان بودن از ریسک غیر قابل قبول یک خطر (جهانگیری ، (۱۳۹۴

##### ۲-۶-۱- خطر:

خطر به شرایطی اطلاق می شود که دارای پتانسیل آسیب رسانی ، بیماری زایی و مرگ افراد ، خسارت به تجهیزات و آسیب به محیط زیست را دارا می باشد. (جهانگیری ، (۱۳۹۴

##### ۳-۶-۱- ریسک:

شанс(احتمال) منجر شدن یک خطر به حادثه یا سانحه است. در واقع ریسک ترکیبی از احتمال وقوع و و خامت عواقب حادثه یا سانحه میباشد.(حیدری، (۱۳۸۵).

##### ۴-۶-۱- مدیریت ریسک:

فرآیند سیستماتیک شناسایی، آنالیز و پاسخگویی به ریسک پروژه می باشد که در پی افزایش و به حد اکثر رساندن احتمال و پیامدهای حوادث مطلوب و به حداقل رساندن احتمال وعوابق نامطلوب و با اثر منفی بر روی اهداف پروژه است. (محمد فام، (۱۳۸۵).

##### ۵-۶-۱- ارزیابی ریسک :

ارزیابی ریسک فرایند کلی شناسایی ، تحلیل و سنجش ریسک است.(مدیریت ریسک واژگان ، ISO ۳۱۰۰۰ )

##### ۶-۱-۶- ایمنی، بهداشت و محیط زیست:

نظام واحدی است که صنایع برای یکپارچه کردن و رسیدن به دید منطقی و فرآگیر در زمینه ایمنی، بهداشت و محیط زیست برای مدیریت این بخش پیشنهاد نمودند؛ که به دلیل پیوستگی و در هم تنیدگی این مقوله‌ها نظامی واحد به نام HSE تشکیل شد. در برخی صنایع نیز کنترل کیفیت نیز به این مجموعه اضافه

گردید HSEQ<sup>۱</sup> به عبارتی ساده‌تر استاندارد HSE روندی مدیریتی برای پوشش دادن نقاط ضعف ایمنی و بهداشتی یک مجموعه صنعتی خواهد بود. این استاندارد به مدیریت کسب و کار کمک می‌کند (سالم، ۱۳۹۰).

#### ۱-۶-۷- شدت خطر :

عبارتست از یک توصیف طبقه بندی شده از سطح خطرات بر اساس پتانسیل واقعی یا مشاهده شده در آنها در ایجاد جراحت و یا آسیب. (حبیبی، ۱۳۹۱).

#### ۱-۶-۸- احتمال خطر :

عبارتست از امکان بروز شرایط خاص در یک وضعیت معین یا محیط کاری. (حبیبی، ۱۳۹۱).

#### ۱-۶-۹- حادثه :

واقعه برنامه ریزی نشده واقعه برنامه ریزی نشده و بعضاً صدمه آفرین و خسارت رسان که انجام، پیشرفت یا ادامه طبیعی یک فعالیت یا کار را مختل می‌سازد و همواره در اثر یک عمل یا کار نایمن یا شرایط نایمن یا ترکیبی از آن دو به وقوع می‌پیوندد. (حبیبی، ۱۳۹۱).

#### ۱-۶-۱۰- شبه حادثه :

رویدادهایی هستند که هر چند می‌توانند باعث صدمه و یا جراحت بشوند ولی به موارد فوت منجر نشده و به اصطلاح به خیر می‌گذرند. (حبیبی، ۱۳۹۱).

#### ۱-۶-۱۱- رویداد :

یک واقعه یا زنجیره ای از وقایع که سبب شده یا می‌تواند موجب بروز آسیب، بیماری یا خسارت به سرمایه، محیط یا شخص ثالث و محیط زیست شود. حادثه رویدادی است که منجر به آسیب، بیماری یا مرگ می‌گردد. رویدادی که بدون بروز آسیب، بیماری یا مرگ وقوع یابد به عنوان یک شبه حادثه یا اتفاق خطناک نامیده می‌شود. شرایط اضطراری نوعی از رویداد است. (حبیبی، ۱۳۹۱).

#### ۱-۶-۱۲- ریسک قابل قبول :

ریسکی که به مقداری کاهش یافته باشد که می‌تواند برای سازمان با توجه به تعهدات قانونی و خط مشی HSE آن قابل تحمل باشد. (حبیبی، ۱۳۹۱).

#### ۱-۶-۱۳- تجزیه و تحلیل مخاطرات شغلی (JHA) :

یک روش کیفی برای ارزیابی ریسکهای مرتبط با یک کار خاص به منظور تصمیم

<sup>۱</sup> Health,Safety,Environment and Quality

گیری در مورد احتیاطها و تدارکات غیرمترقبه است(اقدامات کنترلی) که برای کاهش ریسک بایستی انجام شود.

هر چند قالب دقیق ارزشیابی ها ممکن است از شرکتی به شرکت دیگر متفاوت باشد، اما رویکرد کلی عبارتست از شکستن فعالیت به تعدادی از مراحل منطقی که بایستی برای تکمیل کار انجام گیرند. به منظور شناسایی خطر، پیامدها و ریسکهای مرتبط با هر مرحله خاص و احتیاط ها و اقداماتی که در شرایط غیر مترقبه می توان انجام داد، سؤالاتی پرسیده می شود.(OSHA ۲۰۱۶)

#### ۱۴-۱-روش حالات شکست و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FMEA)

FMEA یک روش سیستماتیک برای شناسایی و پیشگیری از مشکلات فرآیند محصول است. FMEA بر پیشگیری از عیوب، افزایش ایمنی و افزایش رضایت مشتری متمرکز شده است، در واقع FMEA در مراحل طراحی محصول یا توسعه فرآیند مورد بررسی قرار می گیرد. اگر چه پیاده سازی FMEA برای محصول یا فرآیند موجود نیز اثرات و منافع زیادی دارد. این ابزار یکی از مدل های مؤثر برای پیش بینی خطأ و پیدا کردن کمترین هزینه راه حل برای جلوگیری از بروز خطاست. (قراچولو، ۱۳۸۴).

تکنیک حالات شکست و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FMEA)<sup>۱</sup>

FMEA یک تکنیک مهندسی است که به منظور مشخص کردن و حذف خطاها، مشکلات و اشتباہات بالقوه موجود سیستم، فرآیند تولید و ارائه خدمت، قبیل از وقوع، در نزد مشتری، به کار برده می شود.

FMEA در ارزیابی ریسک روش تحلیلی است که می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه ای موجود در محدوده ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه بندی کند. (کرمی، ۱۳۸۵).

این تکنیک برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ در صنایع هوا فضا در ایالات متحده امریکا، FMEA استفاده از مشخصاً جهت ساخت سفینه آپولوی ۱۱ در ناسا انجام شد. پس از آن در دهه ۱۹۷۰ این روش در مؤسسات اتمی مورد استفاده قرار گرفت. از سال ۱۹۷۷ به بعد نیز در صنایع خودرو سازی بکار گرفته شد. در کشور فرانسه ابتدا شرکت سیتروئن این روش را بکار برد. سپس شرکت پژو از سال ۱۹۸۰ این روش را مورد استفاده قرار داد.

از ویژگیهای FMEA می توان موارد زیر را نام برد :

۱. کاهش دوباره کاریها و اقدامات اصلاحی

<sup>۱</sup> - Failure Mode and Effect Analysis

۲. بهبود کیفیت
  ۳. افزایش قابلیت اطمینان محصول (RELIABILITY)
  ۴. افزایش ایمنی محصول
  ۵. کاهش زمان ارایه محصولات به بازار (TIME TO MARKET) (کرمی، ۱۳۸۵).
- در ادامه به معرفی انواع مختلف FMEA پرداخته می شود:

System FMEA : این نوع FMEA به خرابیها (اشکالات ) بالقوه ای می پردازد که ممکن است در اثر نارسائیهای سیستم به وجود آیند. این خرابیها معمولاً به علت تعامل اجزای سیستم بر یکدیگر به وجود می آیند.

Design FMEA: یک روش تحلیلی است که به هنگام طراحی محصول برای شناخت نارسائیها، خرابیها و اشکالاتی که ممکن است در آن به وجود آمده و منجر به شکست محصول شوند، توسط تیم مسئول طراحی و قبل از تولید محصول، به کار گرفته می شود.

Process FMEA : یک روش تحلیلی است که برای شناسائی حالت‌های خرابی که ممکن است بر اثر نارسائیها و یا استفاده از مواد، قطعات، ماشین آلات، ابزار، نیروی انسانی و روش‌های نامطلوب در فرایند تولید محصول به وجود آید، به کار گرفته می شود.

Tooling FMEA: یک روش استاندارد شده برای ارزیابی ابزار یا دستگاه در طی فاز طراحی، جهت بهبود ایمنی اپراتور، کارایی و توانایی ابزار و شناسائی کلیه خرابیها و اشکالاتی که ممکن است در آن به وجود آمده و عملکرد آن را با اشکال مواجه کنند، می باشد

Environmental FMEA : بروی جنبه‌های محیط زیستی فعالیت ها، خدمات و محصولات متمرکز است و از جمله جدیدترین شاخه‌های این تکنیک است.

- تکنیک FMEA واجد چهار مرحله ذیل است:
۱. شناسایی سامانه، عملکرد و اجزای آن؛
  ۲. شناسایی حالات شکست (نقص)، اجزا و علل آن؛
  ۳. بررسی اثرات شکست های (نقایص) شناسایی شده و
  ۴. بحث و نتیجه‌گیری و ارایه راه حل ها و پیشنهادات کنترلی و اصلاحی.

اجرای روش FMEA نیز مانند تکنیک HAZOP نیاز به نیروی زیادی دارد و اجرای آن نسبتاً مشکل است. از طرفی این روش همانند HAZOP قابلیت انعطاف زیادی داشته و برای کلیه صنایع به خصوص صنایع

فرآیندی مناسب است (توصیه OSHA، ۱۹۹۲).

تکنیک FMEA به عنوان یک ابزار پیشگیری از خطرات محسوب می‌شود و شیوه‌ای مطمئن برای پیش‌بینی مشکلات و تشخیص مؤثرترین و کم هزینه‌ترین راه حل‌های پیشگیرنده است (جزوی، ۱۳۸۸).

#### ۱-۶-۱۵- تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن در فرآیند تولید محصول (PFMEA):

یک روش تحلیلی است که برای شناسائی حالت‌های خرابی که ممکن است بر اثر نارسانی‌ها و یا استفاده از مواد، قطعات، ماشین آلات، ابزار، نیروی انسانی و روش‌های نامطلوب در فرآیند تولید محصول به وجود آید، به کار گرفته می‌شود. مزایای PFMEA عبارتند از:

۱. شناسائی حالت‌های بالقوه خرابی فرآیند که بر محصول تأثیر می‌گذارد.
۲. ارزیابی آثار خرابی‌های فوق بر روی مشتری.
۳. شناسائی علتهای بالقوه خرابی فرآیندهای ساخت یا مونتاژ و نیز شناسائی متغیرهای فرآیند، به منظور تمرکز کنترل‌ها بر روی کاهش احتمال وقوع و یا افزایش قدرت تشخیص عوامل خرابی.
۴. برقراری یک سیستم اولویت بندی حالات خرابی برای انجام اقدامات اصلاحی.
۵. مستندسازی نتایج فرآیندهای ساخت و مونتاژ.
۶. شناسائی مشخصه‌های بحرانی و مهم محصول و فرآیند.

پیش از آغاز PFMEA ضروری است که اعضاء تیم مدارک و اطلاعات زیر را داشته باشند:

۱. وظیفه محصول<sup>۱</sup>
۲. محیط محصول<sup>۲</sup>
۳. نیازمندی‌های مربوط به ساخت و مونتاژ (مانند طرح کیفیت و حدود پذیرش)
۴. نمودار جریان فرآیند (PFD)
۵. سوابق کیفی محصولات مشابه

فرآیند PFMEA بوسیله فرم PFMEA مستند و مکتوب می‌شود. اطلاعات این فرم در فرآیند PFMEA اهمیت فراوانی دارد.

اجرای این تکنیک عوامل بالقوه خرابی فرآیند ساخت یا مونتاژ را که منجر به تولید محصول نامناسب می‌شوند، شناسایی می‌کند و لذا فرآیند ساخت و تولید محصول را با کاهش ریسک خرابی، استحکام می‌بخشد. با اصلاح نقص‌های فرآیند ساخت و یا مونتاژ، نرخ خرابی‌های محصول را در دوره "عمر آغازین" محصول

<sup>۱</sup> Function  
<sup>۲</sup> Environment

کاهش می دهد.

#### ۱-۶-۱- سازه در صنعت ساختمان :

به یک ساختار معماری یا مهندسی ثابت که مجزا از دیگر ساختارها قابل تشخیص باشد یک سازه یا ابنيه فنی می گویند. سازه بخشی از حجم است که بارهای وارد را تحمل و به محیط اطراف منتقل می سازد. شایان ذکر است که در سازه های معماری نیروها (بارهای مرده، زنده، زلزله، برف و باد) از طریق تیرچه ها به تیر اصلی و از تیر اصلی به ستون ها و از ستون ها به پی منتقل می شود و پی ها نیروها را به خاک منتقل می کنند؛ به عبارت دیگر، سازه حافظ فرم خارجی اجسام در برابر بارهای وارد است. امروزه مدل سازی اطلاعات ساختمان تغییر شگرفی در صنعت ساختمان کشورهای پیشرفته به وجود آورده است و بهره وری این بخش را افزایش داده است. (ستوده بیدختی، ۱۳۹۳)

#### ۱-۶-۲- میلگرد یا آرماتور:

میلگرد یا آرماتور، فولادی است که در بتن برای جبران مقاومت کششی پایین آن (بتن) مورد استفاده قرار می گیرد. فولادی که به این منظور در سازه های بتن آرمه به کار می رود به شکل سیم یا میلگرد می باشد و فولاد، میلگرد نامیده می شود. (کی نیا، ۱۳۸۶)

#### ۱-۶-۳- قالب بندی:

عبارة است از کارهای معین در مدت زمان معین برای انجام یک سری عملیات ویژه به صورت دائم یا موقت برای پر کردن آن محل توسط بتن یا مصالح مشابه. معمولاً در کارهای بتنی داربست به عنوان تکیه گاههای قالب بندی استفاده می گردد. (کی نیا، ۱۳۸۶)

#### ۱-۶-۴- تعریف داربست:

داربست ساختاری است موقتی شامل یک یا چند جایگاه کار، اجزاء نگهدارنده، اتصالات و تکیه گاه ها که در حین اجرای هر گونه عملیات ساختمانی به منظور دسترسی به بنا، حفظ و نگهداری کارگر یا مصالح در ارتفاع مورد استفاده قرار می گیرد. (بهداشت محیط ایران، ۱۳۹۵)

#### ۱-۶-۵- تعریف پی :

پی بخشی از ساختمان است که حد فاصل بین ساختمان و خاک زیر آن بوده و وظیفه تحمل بارهای ساختمان و انتقال آن ها به زمین را برعهده دارد. (شجاع یامی، ۱۳۹۲)

### ۱-۶-۲۱- تعریف بتن :

بتن اساساً از دو جزء سنگدانه و خمیر سیمان است که حجم قابل توجهی از یک ساختمان را شامل می شود. (شجاع یامی ، ۱۳۹۲)

### ۱-۶-۲۲- درزهای انبساط :

به منظور جلوگیری از تنש های بیش از حد معمول و خرابی های احتمالی ناشی از انبساط و انقباض ساختمان در اثر تغییرات درجه حرارت محیط خارجی ، درزهای انبساط در ساختمان پیش بینی می شود. (شجاع یامی ، ۱۳۹۲)

### ۱-۶-۲۳- درز انقطاع :

برای حذف یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان های مجاور به یکدیگر باید ساختمان به وسیله درز انقطاع از ساختمان مجاور جدا شده یا با فاصله ای حداقل برابر با نصف درز انقطاع از مرز مشترک با زمین های مجاور ساخته شوند. (شجاع یامی ، ۱۳۹۲)

برای دستیابی به اهداف فوق، گزارش این تحقیق در پنج فصل به شرح زیر تدوین می شود.

در فصل اول تحت عنوان (کلیات) به بیان کلیات تحقیق شامل تعریف مسئله، بیان ضرورت و اهداف پژوهش و ارائه تعاریف واژه های اساسی پرداخته شده است. در فصل دوم تحت عنوان (ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق) پیشینه تحقیق با بررسی منابع حاصل از جستجو در بانک های اطلاعاتی به تشریح و معرفی رویکردها و مدل های شناخته شده اشاره شده است. در فصل سوم تحت عنوان (روش تحقیق) جزئیات عوامل خطر شناسایی شده از عوامل اشاره شده توسط افراد متخصص بیان می شود. در فصل چهارم به تجزیه و تحلیل اطلاعات گردآوری شده از عوامل اشاره شده توسط افراد متخصص پرداخته می شود. در فصل پنجم تحت عنوان (نتیجه گیری و پیشنهادات) مربوط به بحث و نتیجه گیری و پیشنهادات و یافته های تحقیق در آثار این پژوهش اختصاص دارد و در انتهای منابع مورد استفاده درج خواهد شد.

## فصل دوم

# مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق

## ۱- مقدمه

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی مدیریت ریسک‌های ایمنی پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز می‌باشد. در راستای تحقق این هدف، در این فصل مبانی نظری تحقیق شامل تاریخچه مدیریت ریسک و مراحل آن، مفاهیم ریسک و ... مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در انتهای فصل پیشینه تحقیق و تحقیقات انجام شده در مورد مسئله تحقیق مرور می‌گردد.

مدیریت ریسک پروژه شامل فرآیندهای برنامه ریزی مدیریت ریسک، برنامه ریزی پاسخ، پیاده سازی پاسخ و نظارت بر ریسک در یک پروژه می‌باشد. اهداف مدیریت ریسک پروژه عبارتند از: افزایش احتمال و تاثیر خطرات مثبت و کاهش احتمال و تاثیر خطرات منفی برای بهینه سازی شанс موفقیت پروژه می‌باشد. (PMBOK, ۲۰۱۷)

فرآیندهای مدیریت ریسک پروژه عبارتند از:

- ۱- مدیریت ریسک را برنامه ریزی کنید: فرآیند تعریف نحوه انجام فعالیت‌های مدیریت ریسک یک پروژه
- ۲- شناسایی خطرات: فرآیند شناسایی خطرات پروژه‌های فردی و نیز منابع ریسک کلی پروژه و مستند سازی ویژگی‌های آن.
- ۳- انجام تحلیل کیفی: روند ارزیابی خط مشی پروژه‌های فردی برای تجزیه و تحلیل بیشتر یا اقدام با ارزیابی احتمال وقوع و تأثیر آن و همچنین ویژگی‌های دیگر.
- ۴- انجام تجزیه و تحلیل کمی ریسک: فرآیند عددی تجزیه و تحلیل اثر ترکیبی از خطرات پروژه مشخص شده و سایر منابع ناظمینی در اهداف پروژه کلی.
- ۵- برنامه ریزی پاسخ‌های ریسک فرآیند توسعه گزینه‌ها، انتخاب استراتژی‌ها و توافق در مورد اقدامات برای رفع خطرات کلی پروژه و همچنین ریسک پروژه‌های فردی.
- ۶- پیاده سازی پاسخ‌های ریسک: فرآیند اجرای طرح‌های واکنش ریسک پذیرفته شده.
- ۷- ریسک‌های مانیتور: فرآیند نظارت بر اجرای طرح‌های واکنش ریسک پذیرفته شده. ردیابی خطرات شناسایی و تحلیل خطرات جدید و ارزیابی اثربخشی فرآیند خطر در طول پروژه.

در هر کارگاه ساختمانی سازنده موظف است اقدامات لازم به منظور حفظ و تأمین ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست را به عمل آورد. هرگاه یک یا چند کارفرما یا افراد خویش فرما به طور همزمان، در یک کارگاه ساختمانی مشغول به کار باشند، هر کارفرما در محدوده پیمان خود مسئول اجرای مقررات

مربوط به اینمی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست میباشد. کارفرمایانی که به طور همزمان در یک کارگاه ساختمانی مشغول فعالیت هستند، باید در اجرای مقررات مذکور با یکدیگر همکاری نموده و سازنده یا پیمانکار اصلی نیز مسئول مراقبت و ایجاد هماهنگی بین آنها میباشد. برقراری بیمه مسئولیت مدنی و شخص ثالث از مسئولیتهای سازنده، کارفرما و مسئولین مربوط نمیکاهد. (بخشنامه سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور)

## ۲-۲ مبانی نظری تحقیق

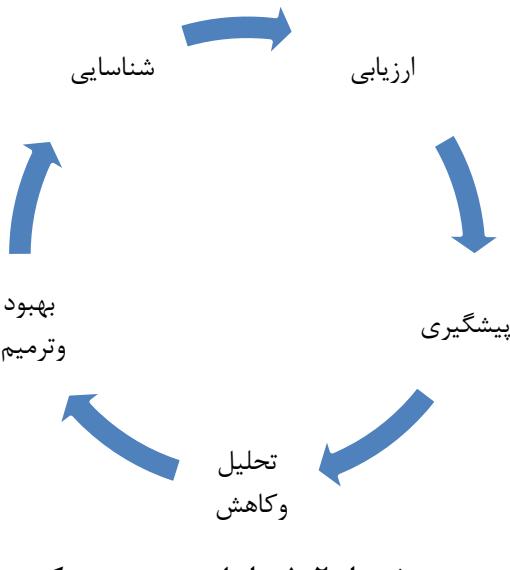
### ۱-۲-۲- تاریخچه مدیریت ریسک :

مدیریت ریسک مانند سایر رشته‌های دیگر دانش مدیریت و کاربرد آن، از دانش، از ضابطه و اصول ویژه‌ای برای دستیابی به پیش‌بینی‌ها و اهداف از پیش تعیین شده بهره می‌گیرد. هدف کمک به سازمان برای حفاظت مستمر از منابع در برابر حوادث است. و با استفاده از آن می‌توان حوادث را شناسایی، ارزیابی و کنترل نمود. در بنگاه‌های توسعه یافته، اهمیت و نقش مدیریت ریسک در تحقق هدف‌های سازمانی به خوبی شناخته شده است و به درستی از دستاوردهای آن بهره گرفته می‌شود. در حالی که در بیشتر کشورهای در حال توسعه این شناخت هنوز به دست نیامده است و به رغم خسارت‌های هنگفت که به دارایی‌ها و نیروی انسانی وارد می‌شود، کوشش در خور توجهی در جهت کاهش و کنترل خسارت‌های ناشی از حوادث انجام نمی‌گردد. از دیدگاه مدیریت ریسک، همزمان با افزایش منابع و فعالیت‌های اقتصادی خطرها و احتمال خسارت‌های فاجعه‌آمیز در گردآگرد این فعالیتها رخ می‌دهد درک واقعیت‌های فوق، توجه جدی مدیران ارشد مؤسسات و پروژه‌ها را می‌طلبد تا با بکارگیری از سیستم مدیریت ریسک در تمام سطوح سازمان نسبت به پیشگیری از حوادث و مقابله مناسب با شرایط اضطراری به منظور کاهش و خامت حوادث اقدام نمایند. (حبیبی ، ۱۳۸۷)

### ۲-۲-۲- مراحل اساسی در مدیریت ریسک:

۱. تعیین عوامل بالقوه آسیب رسان
۲. ارزیابی اثرات عوامل آسیب رسان بر انسان، سرمایه و محیط زیست
۳. ثبت عوامل بالقوه آسیب رسان
۴. اهداف و معیار اجرا

در این بخش چگونگی تعیین عوامل بالقوه آسیب رسان و ارزیابی ریسکهای مربوطه برای تمامی فعالیتها، محصولات، خدمات، و توسعه آنها و همچنین کاهش این ریسکها بررسی می‌شود. (حبیبی ، ۱۳۸۷)



### ۳-۲-۲- مفاهیم مورد استفاده در مدیریت ریسک :

طرح ریزی برای شناختی خطرات ، ارزیابی ریسک و کنترل ریسک:

سازمان باید روش های اجرایی برای شناختی مداوم خطرات ، ارزیابی ریسک ها و اجرای اقدامات کنترلی ایجاد کرده و برقرار نگه دارد . اینها باید شامل موارد زیر باشد :

فعالیتهای عادی و غیر عادی، فعالیتهای تمام کارکنانی که به محل کار دسترسی دارند (شامل پیمانکاران و بازدید کنندگان) امکانات موجود در محل کار که توسط سازمان یا سایرین تهیه شده است سازمان باید مطمئن باشد که نتایج حاصل از این ارزیابی ها و همچنین تاثیرات ناشی از اقدامات کنترلی در زمان تدوین اهداف بهداشتی ایمنی در نظر گرفته می شوند . سازمان باید این اطلاعات را مستند و به روز نگه دارد .(لطیفی و همکاران، ۱۳۸۸)

روش (متدولوژی) سازمان برای شناختی خطرات و ارزیابی ریسکها باید :

با درنظر گرفتن دامنه فعالیتها ، طبیعت و زمان تعریف شود تا اطمینان حاصل گردد که روش به کار رفته پویا می باشد . هماهنگ با تجربه عملیاتی و ظرفیت امکانات کنترل ریسک در سازمان باشد . شناختی نیازهای آموزش و یا گسترش کنترل عملیات فراهم نماید . برخی از خطرات و مخاطرات مهم در صنعت ساختمان از نظر HSE عبارتند از :

۱. سقوط اشیاء
۲. سقوط افراد
۳. تشعشهای خطرناک

- ۴. آلودگی محیط کار ، رستوران ها و دستشویی ها
- ۵. برق گرفتگی
- ۶. آتش سوزی
- ۷. بلایای طبیعی
- ۸. کار با ماشین آلات خطرناک نظیر پرسها ، اره ها و ماشین کاری
- ۹. مواد خطرناک و سمی اعم از مایع ، گاز و جامد
- ۱۰. حمل و نقل افراد و اشیاء
- ۱۱. پیامدهای زیست محیطی
- ۱۲. ...

برای شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک آنها تکنیک های بسیار زیادی معرفی شده است که هر کدام از نقاط قوت و ضعف خاص خود برخوردار می باشند. تکنیک های موجود که تعداد آنها از عدد ۱۰۰ تجاوز می کند را می توان از دیدگاه های مختلف طبقه بندی کرد. برای مثال تعدادی از این تکنیک ها کاربرد مدیریتی و تعدادی دیگر کاربرد مهندسی دارند هر چند که در اغلب آنها سیستم مورد مطالعه از هر دو دیدگاه یاد شده ارزیابی می گردد. هم چنین تکنیک ها را می توان از نظر تناسب آنها از نظر چرخه عمر سیستم نیز تقسیم بندی کرد. برای مثال در حالیکه روشهای نظیر لیست مقدماتی خطر(PHL) یا آنالیز مقدماتی خطر(PHA) ابزاری مناسب برای ارزیابی سیستم در فازهای اولیه محسوب می شوند بکارگیری تکنیک آنالیز علل معمول (CCA) بدلیل نیاز به اطلاعات جامع جهت تکمیل آن در فازهای ابتدائی قابل توصیه نخواهد بود. علاوه بر این انواعی از تکنیک ها از ماهیتی استقرائي و تعدادی دیگر از نوع قیاسی می باشند. برای مثال روش آنالیز درخت رویداد(ETA) برای آنالیز از ساختار کل به جزء استفاده می کند در صورتیکه این ساختار در روش حالات شکست و آنالیز اثرات(FMEA) از نوع جزء به کل است. علاوه بر این روشهایی نظیر آنالیز درخت خطاط(FTA) امکان کمی سازی نتایج را فراهم می سازد ولی تکنیکهای نظیر آنالیز خطرات خطاط(FHA) از توانمندیهای یاد شده برخوردار نمی باشد.(جعفری و همکاران، ۱۳۸۷)

معروفترین آنها تجزیه و تحلیل عوامل بالقوه شکست و تاثیر آن(FMEA) است . این روش پس از اینکه کارآیی خود را در زمینه ایمنی به اثبات رساند ، قابلیت کاربردی در خصوص ریسک های بهداشتی و زیست محیطی ، با قدری تغییر در مباحث کیفی نیزقابلیت استفاده دارد. حسن بزرگ FMEA این است که بدون آنکه نیاز به محاسبات پیچیده آماری یا ریاضی داشته باشد ، نتایج بسیار سودمندی به بار می آورد ..(جعفری و همکاران، ۱۳۸۷)

از مهمترین روشهای ارزیابی و مدیریت ریسک می توان به موارد زیر اشاره کرد:  
۱. Failure Modes And Effects Analysis (FMEA)

(Cause-Consequence Analysis)CCA	.۲
(Event Tree Analysis )ETA	.۳
(Fault Tree Analysis )FTA	.۴
(Hazard and Operability Study )HAZOP	.۵
(Human Error Analysis)HEA	.۶
(Job Safety Analysis)JSA	.۷
(Operating and Support Hazard Analysis)OSHA	.۸
(Preliminary Hazard Analysis )PHA	.۹
(Preliminary Hazard List )PHL	.۱۰
What-If Analysis	.۱۱

برخی از روش های فوق به واسطه نگرش کمی آنها به میزان ریسک فعالیت ها از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و برخی دیگر به واسطه سادگی انجام آنها، در بیشتر موارد توصیه می شوند. با این وجود، توجه به این نکته ضروری است که طبیعت و شرایط خاص فرایند یا محصول مورد بررسی، تعیین کننده ابزار مناسب برای تحلیل خطرات مرتبط با آن می باشد.(محمدفام،۱۳۸۶)

#### ۴-۲-۲- شناسایی خطرات و اثرات آنها

شرکت بایستی نسبت به ایجاد و برقراری روش های اجرایی به منظور شناسایی سیستماتیک خطرات و اثرات آنها که ممکن است بر فعالیت ها تأثیر گذاشته، از آنها و یا از مواد و تجهیزات قابل استفاده در آن فعالیت ها ناشی شود، اقدام نماید. دامنه شمول این بررسی، کلیه فعالیت ها از ابتدا (پیش از انتخاب و تعیین محل) تا اتمام کار را دربر می گیرد.(گل محمدی ، ۱۳۹۰)

شناسایی خطرات بایستی موارد زیر را دربر گیرد:

۱. طرح ریزی، ساخت و راه اندازی (فعالیت های مربوط به تحصیل سرمایه و افزایش آن)
۲. شرایط بهره برداری معمول و غیرمعمول شامل توقف اضطراری کار، تعمیر، نگهداری و راه اندازی
۳. رویدادها و موقعیت های بالقوه اضطراری شامل موقعیت های برخاسته از موارد زیر:

  ۴. فقدان کنترل های لازم برای مواد مصرفی و محصولات
  ۵. نقایص ساختاری
  ۶. شرایط آب و هوایی و ژئوفیزیکی و سایر وقایع طبیعی غیرمتربقه
  ۷. خرابکاری و نقض مقررات امنیتی

۸. فاکتورهای انسانی شامل خطاهای انسانی از جمله عدم رعایت دقیق سیستم مدیریت HSE
۹. برچیدن تأسیسات موقتی و تخلیه سایت پس از اتمام پروژه
۱۰. خطرات و اثرات آنها در ارتباط با فعالیت های گذشته. (گل محمدی ، ۱۳۹۰)

## ۲-۲-۵- ارزیابی ریسک

به منظور ارزیابی ریسک‌ها و پیامدهای ناشی از وقوع خطرات، روش‌های اجرایی بایستی با توجه به احتمال وقوع و شدت پیامد رویدادها براساس ملاک‌های تعیین شده برای جامعه، محیط زیست و دارائی‌ها ایجاد و برقرار گردند. (گل محمدی ، ۱۳۹۰)

باید به این نکته توجه داشت که هیچ یک از روش‌های ارزیابی، صد درصد قابل اطمینان نیستند و می‌توانند نتایج متفاوتی دربرداشته باشند. بنابراین فنون و تکنیک‌های رسمی ارزیابی ریسک بایستی شامل ترکیبی از نظرات پرسنل باتجربه، سازمان‌های نظارتی و جامعه باشد. (گل محمدی ، ۱۳۹۰)

در ارزیابی ریسک‌های HSE و اثرات آنها در صورت امکان بایستی موارد زیر را لحاظ نمود:

شامل تأثیر فعالیت‌ها، محصولات و خدمات باشد.

ریسک ناشی از عوامل انسانی و سخت افزاری و اثرات آنها را دربر گیرد.

براساس اخذ اطلاعات از پرسنلی که مستقیماً در حوزه ریسک فعالیت دارند، صورت گیرد.

توسط پرسنل ذیصلاح، توانا و شایسته انجام شود.

براساس روش‌های مناسب و مستند صورت پذیرد.

در فواصل زمانی معین به روز گردد. (گل محمدی ، ۱۳۹۰)

مثال‌هایی از انواع ریسک‌ها:

۱. آتش سوزی و انفجار
۲. تصادفات و ضربات واردہ
۳. غرق شدن، برق گرفتگی و خفگی
۴. قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی به صورت حاد و مزمن
۵. عوامل ارگonomیک.
۶. انتشار کنترل شده و یا کنترل نشده مواد و انرژی در زمین، آب و جو
۷. تولید و دفع پسماندهای جامد و سایر پسماندها
۸. استفاده از زمین، آب، سوخت و انرژی و سایر منابع طبیعی
۹. سروصدا، گردوغبار، ارتعاش و بوهای نامطبوع؛
۱۰. تأثیر بر قسمت‌های خاصی از محیط زیست شامل اکوسیستم‌ها؛
۱۱. تأثیر بر اماکن تاریخی، فرهنگی، مناطق طبیعی، پارک‌ها و مناطق حفاظت شده.

ارزیابی ریسک ها بر حسب خطرات شناسایی شده، صورت می گیرد. گرچه این امر پیچیده و مستلزم استفاده از تکنیک های بسیار دقیق مانند HAZOP، FMEA، HAZAN ارزیابی کمی ریسک، ارزیابی ریسک های بهداشتی و اثرات محیط زیستی است، ولی نیازمند توجه خاص به احتمال وقوع و شدت پیامد رویدادهای باشد. سپس ریسک وقایع مختلف، مشخص و با ملاک های تعیین شده مورد مقایسه قرار می گیرد . این ملاک ها می توانند کمی یا کیفی باشند. (گل محمدی ، ۱۳۹۰)

## ۶-۲-۲- ثبت خطرات و اثرات آنها

به منظور ثبت خطرات و اثرات نامطلوب حاد یا مزمن آنها بر بهداشت ، ایمنی و محیط زیست و همچنین به منظور به کارگیری تدابیر لازم (سیستم ها و روش های اجرایی بحرانی مربوطه) برای کاهش آنها(بند ۴،۵) شرکت بایستی روشهای اجرایی ایجاد و برقرار نماید. همچنین برای حصول اطمینان از رعایت الزامات، شرکت بایستی روش های اجرایی برای ثبت سوابق الزامات قانونی و کدهای قابل کاربرد در عملیات، محصولات و خدمات را ایجاد و برقرار نماید.

### - اقدامات کاهنده ریسک

شرکت بایستی روش های اجرایی برای انتخاب، ارزیابی و اجرای اقدامات کاهنده ریسک و اثرات خطرات ایجاد و برقرار نماید. اقدامات کاهنده ریسک بایستی هم شامل موارد پیشگیری از وقوع رویدادها(مانند کاهش احتمال وقوع) و هم تعدیل و اصلاح اثرات حاد و مزمن (مانند کاهش پیامدهای منفی) باشد. اقدامات پیشگیرانه مانند حصول اطمینان از انسجام و یکپارچگی دارایی ها بایستی همواره مورد تأکید قرار گیرند. اقدامات اصلاحی و تعدیلی، شامل اقداماتی برای پیشگیری از بروز مجدد و تشدید موقعیت های نابهنجار و کاهش اثرات نامطلوب بر بهداشت، ایمنی و محیط زیست و در نهایت اقدامات مقابله با شرایط اضطراری به منظور بهبود وضعیت است. اقدامات اثربخش کاهنده ریسک و همچنین اقدامات پیگیری، مستلزم تعهد جدی مدیریت و نحوه نظارت و سرپرستی در واحدهای عملیاتی و نیز درک و احساس تعلق خاطر پرسنل واحدهای عملیاتی است.

در تمام موارد بایستی توجه ویژه ای بر کاهش ریسک تا رسیدن به "حد قابل قبولی" که با توجه به شرایط و ویژگی های محلی، هزینه ها، منافع، وضعیت موجود و دانش فنی و علمی تعریف می شود، مبذول داشت.

روش های اجرایی بایستی با رعایت موارد زیر تدوین گردند:

اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی را برای فعالیت های خاص، محصولات و خدماتی که در برگیرنده ریسک های بالقوه HSE هستند ، شناسایی و تعیین نمایند.

به منظور حصول اطمینان از اثربخشی اقدامات ترتیب داده شده برای کاهش ریسک و یا توانایی رسیدن به

اهداف تعیین شده، امکان ارزیابی مجدد فعالیت ها را داشته باشند.

اقدامات موقتی و دائمی کاهنده ریسک را به اجرا گذاشته و پس از مستندسازی به پرسنل کلیدی ابلاغ و اثربخشی آنها را مورد پایش قرار دهنند.

سایر اقدامات لازم مانند طرح ریزی مقابله با شرایط اضطراری را به منظور مقابله با حوادث و رویدادها و جبران اثرات و پیامدهای احتمالی، تحت پوشش قرار دهنند.

خطرات ناشی از انجام اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی را شناسایی نمایند.

قابلیت تحمل پیامدهای ریسک و اثرات آن را در مقابل معیارهای از پیش تعیین شده، مورد ارزیابی قرار دهنند.

## ۲-۲-۷ متدولوژی ارزیابی ریسک به روش FMEA

### ۱. متدولوژی مدیریت ریسک :

در هر سازمان به فراخور حال و با توجه به شرایط گوناگون موجود همانند ابعاد سازمان، سطح بلوغ سازمانی، تعداد ریسک های درک شده و تأثیرگذاری آن در اعتبار سازمانی و غیره مدل متفاوتی از مدیریت ریسک را می توان یافت و این در رابطه با هر دو نوع ریسک صادق است.(بلبل امیری، ۱۳۸۸)

در رابطه با ریسک های ایمنی، بهداشت و محیط زیست نیز گرچه سیستم های مدیریتی بیشماری وجود دارد اما تمامی این سیستم ها دارای عناصر اساسی همچون شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات که در واقع از عناصر اصلی مدیریت ریسک برای دستیابی به هدف کاهش و دفع ضرر و زیان است می باشند. (بلبل امیری، ۱۳۸۸)

مدلی که در مدیریت ریسک دراین پروژه استفاده گردیده است ، روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) است. این روش یک ابزار نظام یافته برپایه کار گروهی است که در تعریف، شناسایی، ارزیابی، پیشگیری، حذف یا کنترل حالت علل و اثرات خطاها بالقوه در یک سیستم فرایندی بکار گرفته می شود . به بیان دیگر FMEA یک روش تحلیلی در ارزیابی ریسک است ، که می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده هایی که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و امتیازدهی می کند. روش FMEA یکی از روشهای تجربه شده و بسیار مفید برای شناسایی ، طبقه بندی، تجزیه و تحلیل خرابی ها و ارزیابی مخاطرات و ریسک های ناشی از آنهاست. به کمک این روش می توان نرخ خرابی ها را ریشه یابی واژ بروز آنها جلوگیری نمود. ضمناً به منظور پیش بینی خرابی ها و پیدا کردن کم هزینه ترین راه حل برای جلوگیری از بروز آنها علت بکارگیری

روش FMEA می باشد. (خاضکی و همکاران، ۱۳۸۷)

FMEA یک تکنیک مهندسی ، تحلیلی و متکی بر قانون (پیشگیری قبل از وقوع) است که می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه بندی کند. (خاضکی و همکاران، ۱۳۸۷)

یکی از عوامل موفقیت FMEA زمان اجرای آن است. این تکنیک برای آن طرح ریزی شده که "یک اقدام قبل از واقعه باشد" نه "یک تمرین بعد از آشکار شدن مشکلات". به بیانی دیگر، یکی از تفاوت های اساسی FMEA با سایر تکنیک های کیفی این است که FMEA یک اقدام کنشی است، نه واکنشی. در بسیاری از موارد وقتی با مشکلی مواجه می شویم، ممکن است برای حذف آن اقدامات اصلاحی تعریف و اجرا شود. این اقدامات، واکنشی در برابر آنچه اتفاق افتاده است. در چنین مواردی حذف همیشگی مشکل، به هزینه و منابع زیاد نیاز دارد، زیرا حرکت از وضعیت موجود به سمت شرایط بهینه اینرسی زیادی خواهد داشت، اما در اجرای FMEA با پیش بینی مشکلات بالقوه و محاسبه میزان ریسک پذیری آنها، اقداماتی در جهت حذف و یا کاهش میزان وقوع آنها تعریف و اجرا میشود. این برخورد پیشگیرانه کنشی است در برابر آنچه ممکن است در آینده رخدده و مسلماً اعمال اقدامات اصلاحی در مراحل اولیه طراحی محصول یا فرایند، هزینه و زمان بسیار کمتری در برخواهد داشت. (خاصکی و همکاران، ۱۳۸۷)

علاوه بر این، هر تغییری در این مرحله بر روی طراحی یا فرایند به راحتی انجام شده و در نتیجه احتمال نیاز به تغییرات بحرانی در آینده را حذف میکند یا کاهش خواهد داد. FMEA اگر درست و به موقع اجرا شود، فرایندی زنده و همیشگی است. یعنی هر زمان که قرار است تغییرات بنیادی در طراحی ها و یافرایند های پروژه (یا مونتاژ) انجام گیرد باید بروز شوند و لذا همواره ابزاری پویاست که در چرخه بهبود مستمر به کار میرود.

FMEA مزایای

۱. یک ابزار پیشگیری از خطرات است.
  ۲. یک روش مناسب کمی برای ارزیابی ریسک است.
  ۳. یک روش مطمئن برای پیش بینی مشکلات و تشخیص موثرترین و کم هزینه ترین راه حل های پیشگیری است.

## **FMEA اهداف**

۱. شناسایی و ارزیابی خرابی های بالقوه که در طراحی سیستم، فرآیند وجود دارند و برآورد اثرات حاصل از وقوع هر یک از عوامل فوق
۲. شناسایی اقداماتی که می‌تواند احتمال وقوع خرابی های محتمل را کاهش داده و از میان بردارد.
۳. شناسایی و انجام اقداماتی که توسط آن بتوان میزان شدت و وحامت حاصله از خطاهای را تا حد امکان کاهش داد.
۴. شناسایی و انجام اقداماتی که توسط آن بتوان قابلیت کشف و به عبارت دیگر احتمال آشکار کردن خطای افزایش داد.
۵. مستندسازی امور طراحی و فرآیند سیستم

## **FMEA پیش نیازهای**

یکی از ضعفهای عمدۀ در پیاده سازی FMEA عدم برنامه ریزی است. در اغلب مواقع تیم FMEA از هر کاری فوراً به پر کردن فرم آن اقدام می‌کند، تعهدات و وظایف واضح محصول را لیست می‌کند، حالت‌های بروز خطا را می‌نویسد، آثار خطا را بررسی می‌کند و آن قدر ادامه می‌دهد تا اقدامات اصلاحی مربوطه را تعیین نماید. این رویکرد باعث ایجاد سر در گمی، اضافه شدن هزینه‌های غیر ضروری و محدود شدن کارایی FMEA می‌گردد.

تشخیص مشکلاتی که مانع از پیشرفت FMEA می‌گردد بسیار مهم می‌باشند. بسیاری از این مشکلات در پاسخ به سوالات زیر مرتفع می‌گردد :

چه کسی مسئولیت FMEA را دارد؟

چه کسانی باید مشارکت داشته باشند و این مشارکت به چه نحوی است؟

آیا بایستی سلسله مراتب سیستم، زیر سیستم و قطعات ( رویکرد بالا به پایین ) را رعایت نمود یا از سطح قطعات ( رویکرد پایین به بالا ) شروع کرد؟

چه زمانی باید شروع کرد؟

آیا میتوان FMEA برای فرایند را همزمان با اجرای FMEA در طراحی به پیش برد؟

آیا همه خطا را باید بررسی کنیم؟

موضوع مورد بحث چیست: خطا؟ اثر خطا؟ یا علت خطا؟

چه روش امتیاز دهی مدنظر است؟

در هنگام عدم توافق میان اعضای تیم چه راهی را در پیش می‌گیریم؟

فرم FMEA چگونه تکمیل می‌شود؟

پاسخ تمامی این سوالات در مرحله طرح‌ریزی FMEA داده می‌شود.

### زمان شروع (FMEA)

FMEA در یکی از موارد زیر آغاز می‌شود:

۱. هنگام طراحی

۲. زمان تغییرات

۳. مونتاژ تجهیزات یا قطعات

۴. فرآیند یا شرایط کاری جدید.

۵. برنامه‌های بهبود مستمر

۶. ارزیابی خطر پذیری شکست

خطر یا زیان یک شکست و آثار آن به سه عامل بستگی دارد:

۱. شدت (Severity) : ارزیابی و سنجش نتیجه شکست (البته اگر بوقوع بپیوندد)

۲. وقوع (Occurrence) : احتمال یا به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکستها

۳. بازیابی (Detect) : احتمال بازیابی شکست قبل از آنکه اثر وقوع آن مشخص شود

۱. ارزیابی

ارزیابی نمره اولویت خطر پذیری با اطلاعاتی که از فرآیند و یا محصول داریم، الگوی شکست بالقوه و آثار آن را بر اساس سه عامل مذکور درجه بندی می‌کنیم. این طبقه بندی از ۱ تا ۱۰ (پایین به بالا) می‌باشد.

اگر درجات این سه عامل را در یکدیگر ضرب کنیم (شدت × وقوع × بازیابی) نمره اولویت خطر پذیری (RPN) برای هر الگوی شکست بالقوه و آثار آن بدست می‌آید.

نمره اولویت خطر پذیری از ۱ تا ۱۰۰۰ و به منظور طبقه بندی اقدامات اصلاحی لازم برای کاهش و یا حذف الگوی شکست بالقوه، در نظر گرفته شده است. آن دسته از الگوهای شکست که دارای بالاترین نمره RPN هستند، می‌بایستی در درجه اول بررسی شوند. توجه به مسئله شدت طبقه، اهمیت زیادی دارد. اگر شدت طبقه ای ۹ یا ۱۰ باشد صرف نظر از RPN می‌بایستی علت آن به سرعت بررسی شود.

پس از انجام اقدامات اصلاحی لازم، یک RPN جدید با ارزیابی مجدد شدت، وقوع و بازیابی انجام می‌گیرد

که آنرا RPN منتج شده یا RPN جدید می‌نامند. اقدامات بهینه سازی و اصلاح تا آنجا ادامه می‌یابد که RPN منتج شده به سطح قابل قبولی برای تمام الگوهای شکست بالقوه برسد.

## عدد RPN :

(RPN) Risk Priority Number محاسبه

عدد اولویت ریسک حاصلضرب سه عدد و خامت (S) رخداد (O) و احتمال کشف (D) است

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

عدد اولویت ریسک عددی بین ۱ و ۱۰۰۰ خواهد بود.

برای اعداد ریسک بالا ، کارگروهی باید جهت پائین آوردن این عدد از طریق اقدام اصلاحی صورت پذیرد.  
آیا اصلاح نیاز است؟

در این مرحله خطرات را براساس عدد اولویت ریسک رتبه بندی می‌کنیم و براساس نظر سیستم FMEA یک حد RPN در نظر می‌گیریم . (برای سطح اطمینان ٪۹۰) سپس خطراتی که RPN بالای ۱۰۰ دارند و در واقع نیاز به اصلاح دارند و مشخص می‌کنیم . (برای خطراتی که دارای حداقل یک عدد ۱۰ هستند نیز باید اقدام اصلاحی در نظر گرفته شود).

## اقدامات اصلاحی و پیشنهادی :

این اقدامات باید در جهت اهداف زیر وضع و انجام گردند:

۱. حذف علل ریشه ای خطر

۲. کاهش و خامت اثر خطا

۳. افزایش احتمال کشف خطر در فرایند

۴. افزایش رضایت کارکنان از وضعیت ایمنی

۵. هر یک از اقدامات اصلاحی مشخص و ثبت می‌گردد

## تصحیح فرایند طبق اقدامات اصلاحی :

اقدامات باید بطور موثر پیاده شده و این نکته در نظر گرفته شود که باید این اقدامات نیز ارزیابی شود.

بعد از انجام اقدامات اصلاحی دوباره باید عدد RPN محاسبه گردد.

در محاسبه عدد PRN باید توجه داشت که تعیین اعداد نرخ رخداد، و خامت و کشف می‌بایست براساس نوع فعالیت تعیین و تثبیت شود عمدتاً برای خطراتی که نرخ و خامت و رخداد بالای ۷ دارند می‌بایست اقدام اصلاحی در نظر گرفته شود.

### **۲-۳-۱ - تصمیم گیری چند معیاره**

تصمیم گیری چند معیاره یک چارچوب نوید بخش برای ارزیابی چند بعد ، متناقض و ناسازگار است . این روش به مجموعه ای از تکنیک های تصمیم گیری که در بر گیرنده مجموعه عوامل کمی و کیفی است اطلاق می شود . در این روش نظرات و اهداف مختلف تصمیم گیرندها متعدد بطور واضح ترکیب شده و به مدیران و تصمیم گیرندها اجازه داده می شود تا مشاهدات ، معیارها و میزان اهمیت هر یک از آنها را رتبه بندی نموده و با وجود نظرات ناسازگار و مخالف ، ناسازگاری ها را نیز بر طرف نماید . (صادقپور، ۱۳۸۳)

با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیقات مختلف ، محققین به این نتیجه رسیده اند که تک هدفه بودن در انجام فعالیت های مختلف هدفی قابل قبول نمی باشد . بنابراین محققان امروزه به دنبال روش های چند معیاره برای تصمیم گیری های پیچیده اند . در این تصمیم گیری ها به جای یک معیار ، برای سنجش از چند معیار استفاده می شود . روش تصمیم گیری چند معیاره پتانسیل زیادی به منظور کاهش دادن هزینه ، زمان و بالا بردن دقت در تصمیم گیری ها را دارا می باشد و میتواند چارچوب مناسبی را برای حل مسائل مختلف بوجود بیاورد . (صادقپور، ۱۳۸۳)

حل یک مسئله تصمیم گیری با معیار های چند گانه از دهه ۱۹۷۰ شروع گردید و در دهه ۱۹۸۰ جهان با تغییر و تحولات شگرف در این نوع فرآیند های تصمیم گیری رو برو شد . (صادقپور، ۱۳۸۳)

### **۲-۳-۹ - دلایل بکار گیری تصمیم گیری گروهی**

مدیریت سنتی در مفهوم به کار گرفتن کلیه امکانات موجود برای رسیدن به هدف مورد نظر بیان می شد ، اما در تعریف نوین مدیریت ، وظیفه اصلی مدیر ، تصمیم گیری منطقی و مطلوب است که این عمل ، علم و دانش او را در چگونگی اداره و رهبری تعیین می کند . امروزه به تصمیم گیری گروهی توجه زیادی می شود . این توجه به گروه به دو دلیل اصلی قابل توجه است :

نخست تاکیدی که مطالعات هاتورن و بررسی های بعدی بر اهمیت گروه داشتند و دوم ابعاد مختلف مسائل می باشد که باعث پیچیدگی در تصمیم گیری شده است ، به طوری که در اغلب موارد ، یک گروه بهتر از یک فرد می تواند تصمیم گیری کند . (صادقپور، ۱۳۸۳)

### **۲-۳-۱۰ - لزوم استفاده از تصمیم گیری چند معیاره**

تصمیم گیری در مسائل مدیریتی و انتخاب گزینه برتر از بین گزینه های پیشنهادی ، جهت حل مشکلات است و در گذشته تصمیم گیری تنها بر اساس معیارهای اقتصادی ( نسبت سود به هزینه ) صورت می گرفت . ولی امروزه با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره دیگر لازم نیست که تنها از معادله مالی معیار

های اجتماعی و اقتصادی در انتخاب گزینه برتر استفاده کرد ، بلکه می توان معیارهای مختلف کمی و کیفی را در اولویت بندی و انتخاب گزینه های برتر در تصمیم گیری به کار برد. مسائل تصمیم گیری در اغلب موارد بوسیله تعداد زیادی از گزینه ها و نتایج غیر قطعی ، شرکت کنندگان مختلف یا اهداف متضاد و روابط و تعاملات پیچیده تعریف می گردند . خصوصیات شاخص های مختلف تصمیم گیری را می توان در موارد زیر خلاصه نمود . (صادقپور، ۱۳۸۳)

- شاخص ها و معیارها در اغلب موارد کاملا با یکدیگر متضاد هستند.
  - بیشتر شاخص ها غیر قابل اندازه گیری هستند .
  - سازمان ها و افراد ذی نفع متعددی در تصمیم گیری وجود دارد .
  - هر شاخص بطور تقریبی شامل اطلاعات فراوان بوده که گریبانگیر یک سیستم بسیار پیچیده است .
- بطور کلی میتوان علل لزوم استفاده از مدل های تصمیم گیری چند معیاره در تصمیم گیری را بصورت زیر خلاصه نمود :

- دستیابی به اهداف و محور های مختلف
- ارتباط موثر و مستقیم مسائل مدیریت با سایر حوزه ها
- وجود شاخص ها و معیارهای متضاد در مسایل
- وجود سازمان ها و نهادها در مدیریت
- لزوم در نظرگرفتن پیامدهای زیست محیطی ، اقتصادی ، اجتماعی ، سیاسی و برنامه های پیشنهادی جهت انتخاب گزینه های برتر
- وجود شاخص ها و معیارهای کیفی و غیر قابل اندازه گیری در مسائل

برای مدل کردن مسائل چند هدفه یا چند شاخصه ، روش های تصمیم گیری چند معیاره ، روش های مناسب هستند . با این روش ها می توان گزینه ها را بر اساس معیار های کمی و کیفی ارزیابی کرد. همچنین این روش ها به ما این اجازه را می دهند که بین معیار ها اهمیت نسبی برقرار کنیم در واقع در شرایط تصمیم گیری می توان مسئله مورد نظر را در سه حالت بررسی کرد :

انتخاب : انتخاب بهترین گزینه ها از میان گزینه های ممکن.

رتبه بندی: رتبه بندی گزینه ها به ترتیب ارجاعیت آنها

گروه بندی کردن : دسته بندی گزینه ها در طبقات از پیش تعیین شده بر اساس مقایسه آنها با مراجع و استاندارد های موجود . (صادقپور، ۱۳۸۳)

## ۱۱-۲-۳- اندواع روش های تصمیم گیری چند معیاره

- روش های تصمیم گیری چند هدفه (MODM<sub>1</sub>)

- روش های تصمیم گیری چند شاخصه (MADM<sub>2</sub>)

(الف) روش های تصمیم گیری چند هدفه (MODM)

هدف اصلی در برنامه ریزی چند هدفه طراحی نقطه بهینه است ، یعنی تصمیم گیرنده به دنبال به دست آوردن نقطه بهینه است که روش های حل آن عمدتاً بصورت الگوریتم و تنظیم مدل های Min و Max می باشد . این مدل ها قادر به بهینه سازی اهداف مختلف با واحد های مختلف هستند .

هر یک از اهداف استفاده شده دارای درجه برتری اند که در فرآیند بهینه سازی می باید ترتیب حل آنها رعایت شود . گزینه ها بر اساس بهینه سازی مجموعه ای از تابع هدف با توجه به قیود مسئله طراحی می شوند . در این روش افزایش اهمیت یک هدف تنها با کاهش اهمیت حداقل یک هدف دیگر میسر خواهد بود .

(صادقپور، ۱۳۸۳)

(ب) روش های تصمیم گیری چند شاخصه (MADM)

روش های تصمیم گیری چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می گردند . هدف اصلی در این روش ها ، انتخاب و رتبه بندی بین گزینه های مشخص و معلوم می باشد . بدین معنی که تصمیم گیرنده از میان چند گزینه معلوم یکی را انتخاب می کند و این مدل ها با کمک برآورد ماتریس حل می گردد . روش های چند هدفه به منظور طراحی به کار گرفته می شوند در حالی که روش های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می گردند ، مدل های چند شاخصه خود به دو دسته جبرانی و غیر جبرانی تقسیم می گردند . (صادقپور، ۱۳۸۳)

### انواع مدل های تصمیم گیری چند شاخصه :

۱. روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

۲. روش تحلیل شبکه ای (ANP)

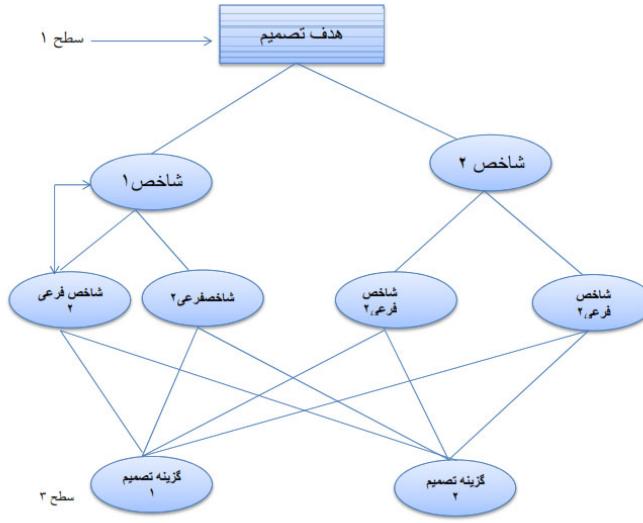
۳. روش TOPSIS

(الف) برای مثال برای مدل سازی روش تحلیل سلسله مراتبی، مساله و هدف تصمیم گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط می باشند ، در آورده می شود . عناصر تصمیم شامل شاخص های تصمیم گیری و گزینه های تصمیم می باشد . فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نیازمند شکستن یک مسئله با

<sup>۱</sup> - Multiple Objective Decision Making

<sup>۲</sup> - Multiple Attribute Decision Making

چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است . سطح بالا بیانگر هدف اصلی فرآیند تصمیم گیری است . سطح دوم نشان دهنده شاخص های عمدی و اساسی (که ممکن است به شاخص های فرعی و جزئی تر در سطح بعدی شکسته شود ) می باشد. سطح آخر گزینه های تصمیم را ارائه می کند . در شکل زیر سلسله مراتب یک تصمیم نشان داده شده است . (قدسی پور، ۱۳۸۴)



#### ب) قضاوت ترجیحی ( مقایسات زوجی )

انجام مقایساتی بین گزینه های مختلف تصمیم ، بر اساس هر شاخص و قضاوت در مورد اهمیت شاخص تصمیم با مقایسات زوجی ، بعد از طراحی سلسله مراتب تصمیم، تصمیم گیرنده می بايست مجموعه ماتریس هایی که به طور عددی اهمیت یا ارجاعیت نسبی شاخص ها را نسبت به یکدیگر و هر گزینه تصمیم را با توجه به شاخص ها نسبت به سایر گزینه ها اندازه گیری می نماید ، ایجاد کند . این کار با انجام مقایسات دو به دو بین عناصر تصمیم ( مقایسه زوجی) و از طریق تخصیص امتیازات عددی که نشان دهنده ارجاعیت یا اهمیت بین دو عنصر تصمیم است ، صورت می گیرد. (قدسی پور، ۱۳۸۴)

برای انجام این کار معمولاً از مقایسه گزینه ها با شاخص های زام نسبت به گزینه ها با شاخص زام استفاده می شود . جدول (۱-۲) مقایسات زوجی که توسط ساعتی ارائه شده را نشان می دهد. (قدسی پور، ۱۳۸۴)

جدول ۱-۲: مقیاس ساعتی برای مقایسات زوجی

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه از سمت به ۱	توضیح
۱	اهمیت برابر	گویا شاخص از سمت به ۱ اهمیتی برابر دارد و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهمتر	گزینه یا شاخص از سمت به ۱ کمی مهمتر است
۵	مهمتر	گزینه یا شاخص از سمت به ۱ مهمتر است
۷	خیلی مهمتر	گزینه یا شاخص از سمت به ۱ دارای اهمیت خیلی بیشتری است
۹	کاملاً مهمتر	گزینه یا شاخص از سمت به ۱ مطلقاً مهمتر است
۲،۴،۶،۸		ارزش های میانی بین ارزش های ترجیحی را نشان می دهد مثلاً ۸ بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین تر از ۹ است

### اصول ارزش دهی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

توماس ساعتی چهار اصل زیر را به عنوان اصول ارزش دهی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات ، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است:

شرط معکوسی: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر  $n$  باشد ، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر  $1/n$  خواهد بود .

اصل همگنی: عنصر A یا عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشند به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی نهایت یا صفر باشد .

وابستگی: هر عنصر سلسله مراتبی می تواند به عنصر سطح بالاتر خود وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می تواند ادامه داشته باشد .

انتظارات : هر گاه تغییری در سلسله مراتبی رخ دهد پروسه ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد. (قدسی ۱۳۸۴، پور)

### ج) محاسبات وزن های نسبی:

تعیین وزن عناصر تصمیم نسبت به هم از طریق مجموعه ای از محاسبات عددی ، قدم بعدی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام محاسبات لازم برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس های مقایسات زوجی است . خلاصه عملیات ریاضی این مرحله به صورت زیر است :

مجموعه اعداد هر ستون از ماتریس مقایسات زوجی را محاسبه کرده ، سپس هر عنصر ستون را بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم می نماییم . ماتریس جدیدی که بدین صورت بدست می آید ، ماتریس مقایسات نرمال شده نامیده می شود . (قدسی پور، ۱۳۸۴)

میانگین اعداد هر سطر از ماتریس مقایسات نرمال شده را محاسبه می کنیم . این میانگین وزن نسبی عناصر تصمیم با سطر های ماتریس را ارائه می کند.

#### د) ادغام وزن های نسبی (محاسبه وزن نهایی)

به منظور رتبه بندی گزینه های تصمیم ، در این مرحله بایستی وزن نسبی هر عنصر را در وزن عناصر بالاتر ضرب کرد تا وزن نهایی آن بدست آید . با انجام این مرحله برای هر گزینه ، مقدار وزن نهایی بدست می آید . (قدسی پور، ۱۳۸۴)

#### ه) سازگاری در قضاوت ها

تقریبا تمامی محاسبات مربوط به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس قضاوت اولیه تصمیم گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می شود ، صورت می پذیرد و هر گونه خطأ و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه ها و شاخص ها نتیجه نهایی بدست آمده از محاسبات را مخدوش می سازد . نرخ ناسازگاری که در ادامه با نحوه محاسبه آن آشنا خواهیم شد . (قدسی پور، ۱۳۸۴)

وسیله ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می دهد که تا چه حد می توان به اولویت های حاصل از مقایسات اعتماد کرد . برای مثال اگر گزینه A نسبت به گزینه B مهمتر (ارزش ترجیحی<sup>۵</sup>) و گزینه B نسبت به گزینه C نسبتاً مهمتر (ارزش ترجیحی<sup>۳</sup>) باشد، آنگاه باید انتظار داشت A نسبت به C خیلی مهمتر (ارزش ترجیحی<sup>۷</sup> یا بیشتر ) ارزیابی گردد یا اگر ارزش ترجیحی A نسبت به B ، ۲ و B نسبت به C ، ۳ باشد آنگاه ارزش A نسبت به C باید ارزش ترجیحی<sup>۴</sup> را ارائه کند . شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد ، اما وقتیکه تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از از سازگاری مقایسات به راحتی میسر نبوده و باید با بکارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت . تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰,۱ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر اینصورت باید تجدید نظر شود . قدم های زیر برای محاسبه نرخ ناسازگاری به کار گرفته می شود . (قدسی پور، ۱۳۸۴)

گام ۱. محا سبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی را در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب کنید  
بردار جدیدی را که به این طریق بدست می آورید، بردار مجموع وزنی<sup>۱</sup> بنامید.

<sup>۱</sup>- Weighted sum Vector=WSV

گام ۲. محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار اولویت نسبی تقسیم کنید. بردار حاصل بردار سازگاری ۱ نامیده می‌شود.

گام ۳. بدست آوردن  $\lambda_{\max}$ , میانگین عناصر برداری سازگاری  $\lambda_{\max}$  را به دست می‌دهد.

گام ۴. محاسبه شاخص سازگاری: شاخص سازگاری بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$n$  عبارتست از تعداد گزینه‌های موجود در مساله

گام ۵. محاسبه نسبت سازگاری: نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی ۲ بدست می‌آید.

$$CR = \frac{CI}{CR}$$

نسبت سازگاری  $1/0$  یا کمتر سازگاری در مقایسات را بیان می‌کند.

شاخص تصادفی از جدول زیر استخراج می‌شود. (قدسی پور، ۱۳۸۴)

شاخص تصادفی (مهرگان، ۱۳۸۳، ص ۱۷۳)

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	.	.	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۵۱

### ۳-۲- پیشینه تحقیق در جهان:

گراوس و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای به توسعه ارزیابی ریسک HSE و مخاطرات موجود در اختلال HSE پرداختند. آنها اختلالات راس سازمانی را بعنوان بخشی از استراتژی‌های بهداشتی و ایمنی توسط یک فرآیند چهار مرحله‌ای مورد بررسی قرار دادند تا کاهش ریسک و مخاطرات در ردیف فعالیت‌های ایمنی در سازمان نتیجه شود. (گراوس و همکاران، ۲۰۰۴)

جباری و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی ابعاد فرهنگی مخاطرات HSE در سازمان‌های تولیدی پرداختند. در این تحقیق نه متغیر برای ابعاد فرهنگی HSE تعریف شد. نتایج حاکی از این بود که ۳۹ مورد از ۸۹ متغیر موجود در پرسشنامه‌های کیفی و کمی اولیه حذف شدند و دلیل آن نمره پایین آنها در مرحله آزمون پایانی بود. نتایج مشخص کرد که پرسشنامه ارائه شده در این تحقیق بعنوان یک ابزار قابل اعتماد می‌تواند در ارزیابی ریسک و متغیرهای فرهنگ HSE در شرکت‌های تولیدی مورد استفاده قرار گیرد. (جباری و همکاران، ۲۰۱۴)

<sup>۱</sup>- Consistency Index = CI

<sup>۲</sup>- Random Index = RI

در پی انجام یک مطالعه یک رویکرد بر اساس منطق فازی توسط راجیو و همکارانش در سال ۲۰۰۵ پیشنهاد گردید در این رویکرد اولویت بندی RPN بر اساس منطق فازی انجام شده و از قضاوت های افراد خبره استفاده شده است.

ردى موتا در سال ۲۰۰۷ در پایان نامه ای تحت عنوان کاربرد AHP در ارزیابی ریسک پروژه های نفت و گاز به این نتیجه رسید که AHP می تواند برای ساده کردن فرآیند تصمیم گیری مخصوصا در مواردی که چندین گزینه برای تصمیم گیری وجود دارد استفاده شود . این روش ملاحظاتی را که تحلیلگران و تصمیم گیرنده‌گان باید از آنها آگاه باشند تا قابلیت استفاده و قطعیت فاکتورها را در تعیین پارامتر هابا استفاده از مقیاس شدت نسبی تسهیل می کنند. ما از این متدهای کمی سازی ریسک های موجود در پروژه های نفت و گاز استفاده می کنیم . این متدهای فاکتورهایی که ممکن است در هر مرحله پروژه تاثیر گذار باشد را جمع آوری می کند و در نهایت یک عدد واقعی را به افراد ذی ربط ارائه می کند . این روش همه تولیت ها و معیارهای سرمایه گذار یا تصمیم گیرنده را جمع آوری می کند و در نهایت گزینه های سرمایه گذاری را از نظر ریسک پذیری تعیین می کند . AHP از طریق جمع آوری معیارهای دارای منشا و ابعاد مختلف همه آنها به یک عدد تبدیل می کند. که این عدد حاصل اولویت ها و گرایش های تصمیم گیرنده است. (ردى موتا ،

(۲۰۰۷)

زنگ و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مقاله ای تحت عنوان تلفیق ریسک های کیفیت ، ایمنی و محیط زیست برای مدیریت پروژه با استفاده از روش FMEA ، از FMEA عنوان کردند که برای آنالیز ریسک های ایمنی و بهداشت شغلی ، محیط زیست و مدیریت کیفیت در قالب سیستم های مدیریتی یکپارچه (IMS) در کشور چین استفاده می شود . با توجه به RPN بدست آمده حاصل از ضرب سه عدد احتمال وقوع ، شدت پیامد و احتمال کشف بیست ریسک فاکتور در این مطالعه شناسایی وطبقه بندی شده است . و درجه مقبولیت آنها در چهار طبقه ریسک قابل قبول ، ریسک متوسط ، ریسک نامطلوب و ریسک غیر قابل قبول تقسیم شده است . یافته ها حاکی از آن است که ۵ ریسک عمدۀ شامل : سقوط از ارتفاع ، سقوط از بالابر ها و آسانسور ها ، سقوط در داخل حفره های درون سایت های ساختمانی و زیر گرفتن توسط ماشین آلات تحت عنوان ریسک های غیر قابل قبول (Unacceptable) طبقه بندی شده اند. در نهایت برای یکپارچه سازی سیستم های مدیریت بر اساس چرخه دمینگ (PDCA) باید از نظرات بازرسان و مدیران به منظور تحقق بهبود مستمر در پروژه استفاده کرد. (زنگ و همکاران ، ۲۰۱۲)

زنگ گوزنگ و همکاران در سال ۲۰۱۰ در مطالعه ای تحت عنوان کاربرد متدهای AHP فازی برای ارزشیابی ایمنی کار و رتبه بندی اولیه هشدار در محیط های گرم و مرطوب به منظور تضمین ایمنی و سلامت کارگران

، ارزشیابی ایمنی و رتبه بندی اولیه محیط های گرم و مرطوب را مورد تحقیق قرار دادند. با توجه به این متداولوژی ابتدا گروه تصمیم گیری تشکیل شدند. چهار چوب ارزشیابی شامل سه فاکتور کار ، محیط و کارگر و ده زیر فاکتور ثبت شده است. وزن های فازی شده این فاکتورها و زیر فاکتورها بر اساس مقایسه زوجی محاسبه شده است . بنابر این فهرست جامع ایمنی ، درجات ایمنی و درجه هشدارهای اولیه می توانند تعیین شوند. (زنگ گوژنگ و همکاران، ۲۰۱۰)

نیترو مروت و روز ویلا در سال ۲۰۱۱ در مقاله ای تحت عنوان روش فازی در ارزیابی ریسک پروژه های ساختمانی عنوان کردند که به دلیل پیچیدگی و پراکندگی کار در پروژه های ساختمانی ارزیابی ریسک همواره دارای ابهام و عدم قطعیت است . بسیاری از نارسایی ها در ارزیابی ریسک ناشی از ترکیب اطلاعات کمی و کیفی است . بنابراین تکنیک ارزیابی ریسک کمی برای اولویت بندی ریسک ها ناکافی است . این مقاله متداولوژی ارزیابی ریسک را بر مبنای منطق فازی بیان می کند که AHP ابزاری سودمند برای اولویت بندی ریسک ها است . متداولوژی پیشنهادی دانش و تجربه کارشناسان را جمع آوری کرده و آنها را مورد استفاده قرار می دهد . چرا که آنها طریقه شناسایی ریسک و نحوه اعمال اقدامات کنترلی را به خوبی می دانند. و پارامتر هایی که در ارزیابی ریسک دخیل هستند(اثرات ریسک ، احتمال ریسک ، توصیف ریسک و ...) را بخوبی در نظر می گیرند. تفاوت مهم قابل ذکر در این روش با روش های دیگر استفاده از الگوریتم برای رفع ناپیوستگی اعداد است. (نیترو مروت و روز ویلا ، سال ۲۰۱۱)

وانگ و الحق در سال ۲۰۰۷ در مقاله ای تحت عنوان رویکرد تصمیم گیری گروهی فازی در ارزیابی ریسک پل "بیان کردند که این روش به تصمیم گیرندگان این امکان را می دهد که ریسک فاکتورهای پل را در قالب واژه های لفظی مانند قطعی ، بسیار زیاد ، زیاد ، کمی زیاد ، متوسط ، مقداری کم ، کم و خیلی کم و ناچیز بیان کنند . این کار باعث می شود که آنها نظرات خود را بدون وابستگی بیان کنند و همچنین دو متغیر ارزیابی ریسک اجمالی و ارزیابی ریسک دقیق را در ارزیابی ریسک پل بیان می کنند.

(وانگ و الحق ، ۲۰۰۷)

لیو و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مقاله ای با عنوان ارزشیابی ریسک به روش FMEA با استفاده از روش VIKOR در محیط فازی بیان کرد; RPN حاصل از FMEA سنتی دارای نواقص و نارسایی های زیادی است . در این مطالعه متغیر های زیانی در قالب اعداد ذوزنقه ای یا مثلثی فازی برای ارزیابی و اندازه گیری وزن ریسک فاکتور ها (احتمال وقوع ، شدت پیامد و احتمال کشف) مورد استفاده قرار گرفته است . برای انتخاب جدی ترین حالات شکست از روش VIKOR برای تعیین اولویت های ریسک ناشی از حالات شکست شناسایی شده استفاده می شود . (لیو و همکاران ، ۲۰۱۲)

سیگدم و همکارن در سال ۲۰۱۲ در مقاله ای تحت عنوان کاربرد آنالیز رابطه ای گری (Grey) با FMEA فازی برای روش FMEA عنوان کردند هدف از این تحقیق مقایسه سه روش مختلف برای اولویت بندی حالات شکست در مطالعه FMEA است. با توجه به یافته های این تحقیق تلفیق آنالیز رابطه ای گری و AHP فازی نشان داده شده است که تفاوتی در اولویت بندی حالات نقص وجود دارد چرا که وزن همه فاکتورها یکسان در نظر گرفته می شود. استفاده از این روش نواقص ذکر شده را در روش سنتی حذف می کند و منجر به واقعی تر کردن داده ها می شود. (سیگدم و همکارن، ۲۰۱۲)

#### ۴-۲- پیشینه تحقیق در ایران:

فضل الله و همکاران (۱۳۹۳) به ارائه یک روشی برای ارزیابی ریسک های بهداشتی، ایمنی و محیط زیست (HSE) با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره پرداختند. در این مطالعه ابتدا ساختار کلی روش مشخص شده و روابط میان این عناصر تعیین گردید. سپس ساختار یاد شده به عنوان اجزای اصلی روش توسط نرم افزار Super Decisions مدلسازی شد. در مرحله بعد تمامی معیارها و زیرمعیارها با بهره گیری از نظر خبرگان با هم مقایسه زوجی گردید. در مرحله نهایی خطرات HSE شناسایی شده با استفاده از روش های معمول و روش ANP پیشنهادی اولویت بندی و مقایسه شدند. نتایج به دست آمده نشان داده که روش معمول ارزیابی ریسک قادر به اولویت بندی دقیق خطرات نمی باشد. در حالی که ده خطر اصلی شناسایی شده در روش موجود در ۴ طبقه کلی قرار گرفتند، روش پیشنهادی توانست آنها را در ۷ طبقه اولویت بندی کند. روش پیشنهادی به دلیل درنظر گرفتن پنج شاخص کیفی برای رتبه بندی ریسک ها، نسبت به روش های فعلی رتبه بندی دقیق تر خطرات را ممکن می کند. این امر امکان اختصاص مناسب تر منابع سازمانی برای کنترل خطرات را امکان پذیر می کند. (فضل الله و همکاران، ۱۳۹۳)

عباس پور و همکاران (۱۳۸۸). به بررسی خطرها و ارزیابی ریسک HSE فازهای ساخت تا تولید پروژه های صنعت نفت و گاز پرداختند. در این مقاله سعی شده است تا با ارزیابی ریسک مراحل مختلف اجرایی پروژه های صنعت نفت و گاز و بر مبنای آن، مدون سازی سیستم HSE مورد بررسی کامل قرار گیرد. همچنین سعی شده است تا اصول HSE که در مراحل اجرایی پروژه های نفت و گاز، توسط پیمانکاران عمومی رعایت می گردد، تجزیه و تحلیل و رتبه بندی گردد و بر این اساس نحوه مدیریت HSE اعمال شده در مراحل مختلف زمانی اجرای پروژه مشخص شود. بدین منظور ریسک مخاطرات ایمنی، بهداشت و محیط زیست با مقادیر کمی برآورد گردید و همبستگی و مدل رگرسیون خطی ریسک های HSE موجود در فازهای مختلف اجرایی پروژه اندازه گیری شد. در این مقاله همچنین اقدامات مدیریتی جهت کاهش و حذف ریسک های HSE مورد بررسی قرار گرفته است. (عباس پور و همکاران، ۱۳۸۸).

احمدرضا لطیفی و همکاران(۱۳۸۸) طی تحقیقی با عنوان اولویت بندی ریسک های تهدید کننده سلامت نیروی انسانی در پروژه های راهسازی جهت ارتقاء مدیریت سلامت ، ایمنی و محیط زیست (HSE) با استفاده از روش TOPSIS دریافتند که سه ریسک دارای اولویت در کارگاه های مذکور ناشی از عوامل فیزیکی می باشند که بین ۰٪ تا ۳۰٪ از نیروی انسانی شاغل در کشور های توسعه یافته و تا ۸۰٪ نیروی انسانی شاغل در کشور های در حال توسعه در معرض مخاطرات این عوامل قرار دارند.

حمیدرضا خاضکی و همکاران به تحلیل حالت های بالقوه خرابی دستگاه های روتاری پتروشیمی بندرامام به کمک روش FMEA و بر اساس منطق فازی پرداخته اند. به دلیل کیفی و ذهنی بودن اطلاعات ورودی و به منظور انجام یک تجزیه و تحلیل سازگار و منطقی روشنی با استفاده از منطق فازی پیشنهاد شده است . نتایج بدست آمده از مطالعه موردی نشان می دهد که در این روش، ارزیابی ریسک خرابی ها، رتبه بندی و اولویت بندی آنها در راستای دانش، تجربه و نظر افراد خبره بوده(خاضکی و همکاران، ۱۳۸۷).

سید علی جوزی و همکاران پژوهشی در زمینه ارزیابی و مدیریت ریسک ایمنی و بهداشتی در شرکت لوله سازی اهواز با روش ویلیام فاین در سال ۱۳۸۷ انجام داده اند. در این طرح شناسایی و طبقه بندی ریسک ها در واحدهای مختلف کارخانه انجام شده است، همچنین نتایج اجرای این مطالعه در واحدهای مذکور نشان داده حوادث ناشی از کار در طول اجرای این تحقیق دارای کاهش نسبی بوده و با توجه به افزایش شاغلین واحدهای تحت بررسی در سال ۱۳۸۶ نسبت به سال ۱۳۸۵، ضریب شدت تکرار حوادث و فراوانی آن به طور متوسط حدود ۴۲٪ و تعداد روزهای تلف شده کاری حدود ۴۹٪ کاهش داشته است(جوزی و همکاران ، ۱۳۸۷).

خانم راضیه حکیمی و آقای علی جوزی در مقاله ای با عنوان ارزیابی ریسک زیست محیطی و ایمنی واحد نمکزدایی مارون شرکت بهره برداری نفت و گاز به روش JHA و HAZOP در سال ۱۳۹۳ به بررسی ارزیابی ریسک ایمنی و زیست محیطی واحد نمکزدایی پرداختند. که خطرات و عوامل بالقوه آسیب رسان ایمنی برای هر روش به طور مجزا بدست آمد.

در سال ۱۳۹۷ آقای علیزاده امینی به همراه علی جوزی و خانم رضایان به بررسی مدیریت ریسک های ایمنی، بهداشتی و محیط زیستی پژوهش احداث ساختمان بانک آینده پرداختند که طبق آن مدیریت ریسک های بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی در پروژه های ساختمانی همواره به دلیل پرمخاطره بودن ماهیت کاری مورد توجه بوده است. در این پژوهش سعی شد تا فرآیند مدیریت ریسک پژوهش ساختمان مرکزی بانک آینده با استفاده از متدهای EFMEA و PFMEA، William Fine JSA و ZIA ایمنی و زیست محیطی انجام شود. جهت تجزیه و تحلیل فراوانی ریسک ها بر حسب نوع و سطح ریسک از نرم افزار SPSS ۲۵ 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 ارگونومیکی 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 متدهای 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. هم چنان در حوزه زیست محیطی 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 آلدگی 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.

عبدالرزاق و همکاران در سال ۱۳۹۱ در مقاله‌ای تحت عنوان برنامه ریزی زمانی پروژه‌های زراعی و مدیریت ریسک عنوان کردند اهداف و برنامه ریزی پروژه تمرکز بر روی برنامه ریزی حیاتی و مدیریت ریسک است. چندین ریسک و عدم قطعیت در پروژه دخیل‌اند. این عدم قطعیت هانه تنها باعث می‌شوند که پروژه‌ها با بودجه از پیش تعیین شده و با برنامه ریزی زمانی مشخص خاتمه نیابند بلکه اثر سوء بر کیفیت و فرآیند عملیاتی دارد. در نتیجه دستاوردهای حاصل از این تحقیق ریسک‌های بالقوه پروژه بصورت دقیق آنالیز شده‌اند. برای غلبه بر این ریسک‌های بالقوه FMEA فازی معرفی شده است. علاوه بر این چندین اثر حاصل از هر ریسک بر روی هر فعالیت ارزشیابی شده است. (عبدالرزاق و همکاران، ۱۳۹۱)

کیانفر و همکاران در سال ۱۳۹۰ در مطالعه‌ای تحت عنوان "محاسبه درجه اولویت ریسک در مدل FMEA با استفاده از تئوری فازی" بیان کردند با توجه به لزوم تصمیم‌گیری در مورد علل عدم انطباق‌ها در نظام روش‌های تجزیه و تحلیل حالت‌های خطأ و آثار آنها و مواجهه با پارامترهای نادقيق به نظر می‌رسد نظریه فازی قادر است متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه عدد ریسک را که نا دقیق و مبهم هستند را صورتنبندی ریاضی ببخشد و زمینه رابطه اولویت بندی نهایی علل عدم انطباق‌ها را فراهم آورد. (کیانفر و همکاران، ۱۳۹۰)

کریمی آذری و همکاران در سال ۱۳۸۹ در مقاله‌ای تحت عنوان انتخاب مدل ارزیابی ریسک در صنعت ساختمان عنوان کردند؛ صنعت ساختمان در مواجهه با ابهامات و عدم قطعیت‌ها زیادی قرار دارد. به دلیل وجود ریسک‌های زیاد درون این صنعت، ارزیابی ریسک بخش مهمی از فرآیند تصمیم‌گیری ایفا می‌کند. ارزیابی ریسک بخش اصلی فرآیند مدیریت ریسک است. علیرغم تلاش زیاد کارشناسان و متخصصین در

شناخت مدل های ارزیابی ریسک در پروژه ها متاسفانه دقت نا کافی در انتخاب مدل ارزیابی ریسک صورت می گیرد . بطور کلی بسیاری از فاکتورها در پروژه ها باعث می شود که اطلاعات مبهم و نادرست بددست آید چرا که معمولا در انتخاب نوع ارزیابی ریسک چندین نفر تصمیم گیرنده هستند . این مقاله با استفاده از روش TOPSIS فازی این مقاله سعی دارد همه معیارها را برای انتخاب بهترین متدهای مدیریت ریسک در نظر بگیرد .

کریمی آذری و همکاران ، (۱۳۸۹)

جمشیدی و برادران در مطالعه ای در سال ۱۳۹۰ در مقاله ای تحت عنوان " مدل FMEA فازی بر مبنای هزینه " در مورد نواقص FMEA سنتی تحقیق کردند و متدولوژی جدیدی را بر مبنای FMEA فازی هزینه ای و ارزش تجهیزات معرفی نمودند . در این متدها RPN جدید فازی معرفی شده است و در آن برای مقایسه کارشناسی زوجی سه فاکتور احتمال وقوع ، شدت پیامد و احتمال کشف AHP برای فازی کردن بکار رفته است . (جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۰)

## فصل سوم

### روش تحقیق

## مقدمه:

تحقیق فرآیندی است برنامه ریزی شده، هوشیارانه و نظام مند و قابل اعتماد برای فهم عمیق مسائل که ویژگی های اصلی آن عبارتند از:  
دارای مراحل معینی می باشد.  
دارای زمانبندی مشخصی است.  
منظم و برنامه ریزی شده می باشد.

تحقیق در بر دارنده فرآیندهای جستجو، بررسی، آزمودن و آزمایش است، این فرآیندها را باید به طور منظم، به دقت، منتقدانه، عینی و منطقی به اجرا درآورد. نتیجهنهایی شامل کشف واقعیات جدید است که به ما کمک می کند تا با مشکل موجود برخورد کنیم. در حقیقت تحقیق اطلاعاتی را برای مدیران فراهم می کند تا بتوانند بر پایه آن تصمیم بگیرند و مشکلات را برطرف کنند.

در این پژوهش که به بررسی ارزیابی ریسک های ایمنی پروژه ها با روش PFMEA و JHA و راهکارهای جلوگیری از وقوع حوادث در پروژه های ساختمانی پرداخته شد. به منظور آگاهی از چگونگی اجرا و بیان روش شناسی در این فصل اطلاعات مربوط به طرح پژوهش، جامعه آماری، شیوه انتخاب نمونه، ابزار جمع آوری اطلاعات، روش تجزیه و تحلیل اطلاعات و روش اجرای پژوهش توصیف می شود.

## ۱-۳- معرفی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:

کارفرمای این ساختمان اداری، بیمه البرز است که توسط شرکت ساختمانی تهران گروه در حال اجرا می باشد. پیمانکار پروژه شرکت ساختمانی تهران گروه میباشد که بصورت مدیریت پیمان در حال انجام پروژه میباشد.

## ۱-۱-۳ موقعیت مکانی پروژه بیمه البرز:

موقعیت پروژه بیمه البرز : واقع در خیابان ویلا / خیابان حقیقت طلب میباشد.  
مساحت زمین : حدود ۱۶۰۰ مترمربع  
سطح زیربنا : ۱۱۰۰ مترمربع  
تعداد طبقات: ۱۱ طبقه

## ۲-۱-۳ مشخصات سازه پروژه بیمه البرز:

اسکلت ساختمان، اسکلت فلزی با دیوار حائل میباشد و سقف آن عرضه فولادی است.

### ۳-۱-۳ شناسنامه پروژه بیمه البرز:

نام پروژه : ساخت ساختمان اداری بیمه البرز.

مجری طرح : بیمه البرز

مدیر طراح : مهندسین مشاور ساختمان ایرانیان(رسا)

مشاور نظارت : مهندسین مشاور شهرنگار خانه ساز

مدیر پروژه پیمانکار: مهندس مرتضی سماوی پیمانکار : شرکت ساختمانی تهران گروه

### ۴-۱-۳ مشخصات بودجه ای پروژه بیمه البرز

برآورد اولیه : ۲۵۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال

جدول ۱-۳ - شرح عملیات اجرایی ساختمان بیمه البرز

ردیف	شرح عملیات اجرایی
۱	اجرای خاکبرداری و تخریب ساختمان قدیمی
۲	اجرای فونداسیون
۳	اجرای سازه نگهبان
۴	اجرای سازه فلزی در پارت های مختلف با توجه به قسمت خاکبرداری شده
۵	اجرای دیوار حائل
۶	اجرای سفت کاری(دیوار وال کریت و کارهای فلزی)
۷	اجرای تاسیسات مکانیکی(در حال اجرا)
۸	اجرای نازک کاری(در حال اجرا)
۹	اجرای فینیشینگ کار

جدول ۳-۲- پیشرفت فیزیکی پروژه ساختمان بیمه البرز

وارianس	درصد پیشرفت				ضریب وزنی	شرح عمیات	نمره
	برنامه ای	واقعی کل	واقعی این ماه	واقعی ماه قبل			
					۰	رویداد های مهم پروژه	۱
					۳,۴۲	فعالیت های آغازین پروژه	۳
					۸,۵۷	عملیات خاکی و نیلینگ	۳
					۲,۱۷	اجرای بتن مگر و فونداسیون	۴
					۱۴,۰۴	تهیه ، ساخت ، حمل و نصب اسکلت فلزی	۵
					۴,۳۵	اجرای سقف ها و دیوارهای بتونی	۶
					۳,۹۳	اجرای پوشش مقاوم در برابر حریق	۷
					۳,۹۷	سفت کاری	۸
					۱۵,۹۴	تاسیسات مکانیکی	۹
					۱۴,۳۷	تاسیسات برقی	۱۰
					۱۶,۴	نازک کاری و کارهای فولادی سبک	۱۱
					۵,۱۷	فینیشینگ و نصب در و پنجره	۱۲
					۴,۶۸	تهیه و نصب آسانسورها	۱۳
					۰,۴۹	نازک کاری و اجرای راه پله	۱۴
					۲,۱۳	اجرای نما و محوطه سازی	۱۵
					۰,۳۷	فعالیت های پایانی پروژه	۱۶

جدول ۳-۳- نیروی انسانی پروژه ساختمان بیمه البرز

ردیف	سمت یا حرفه
۱	مدیرپروژه
۲	سرپرست کارگاه
۳	دفتر فنی و کنترل پروژه
۴	مهندس اجرایی کارگاه
۵	مهندس از دفتر مرکزی
۶	تکنسین
۷	نقشه بردار
۸	انباردار
۹	تدارکات
۱۰	حسابدار
۱۱	راننده
۱۲	کارگر فنی
۱۳	نگهدار
۱۴	کارگر ساده
۱۵	آبدارچی
۱۶	مکانیک
۱۷	اپراتور تاور
۱۸	سرویسکار تاور

### ۳-۱-۵ شرح عملیات احداث ساختمان اداری بیمه البرز:

#### ۱) خاکبرداری و تخریب ساختمان قدیمی

با توجه به شرایط خاص خاک و همسایگان زمین این خاکبرداری در مراحل مختلف انجام شده است.



شکل ۳-۱ تصویر تخریب ساختمان قبلی



شکل ۳-۲ تصویر تخریب ساختمان قبلی

## ۲) اجرای سازه نگهبان :

به دلیل ریزشی بودن خاک های مجاور جهت ایمنی سازه و ساختمان ملزم به اجرای سازه نگهبان بوده است.



شکل ۳-۳ تصویر اجرای سازه نگهبان



شکل ۴-۳ تصویر اجرای سازه نگهبان

### ۳) آرماتوربندی و بتن ریزی فونداسیون:

بعد از اجرای مرحله قالب بندی آرماتوربندی تیر و سقف طبق نقشه مصوب آغاز می شود که اول.



شکل ۵-۳ تصویر اجرای آرماتوربندی و فونداسیون

### ۴) برپایی تاورکرین :

بعد اتمام عملیات آرماتوربندی تیرها و ستون ها ، بتن ریزی آغاز میشود در عملیات بتن ریزی ، بتن به وسیله.



شکل ۶-۳ تصویر برپایی تاور

## ۵) اجرای اسکلت فلزی



شکل ۷-۳ تصویر اجرای اسکلت فلزی



شکل ۸-۳ تصویر اجرای اسکلت فلزی

## ۶) اجرای عملیات مربوط به دیوارهای حائل:



شکل ۹-۳ تصویر اجرای دیوار حائل



شکل ۱۰-۳ تصویر اجرای دیوار حائل

## ۷) اجرای دیوارهای وال کریت و سقف عرشه فولادی:



شکل ۱۱-۳ تصویر اجرای سقف عرشه فولادی



شکل ۱۲-۳ تصویر اجرای دیوار وال کریت

۸) اجرای پوشش مقاوم در برابر حریق :



شکل ۳-۳ تصویر اجرای عملیات پوشش مقاوم در برابر حریق

۹) اجرای نازک کاری :



شکل ۳-۴ تصویر اجرای نازک کاری بدنه

۱۰) اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی :



شکل ۱۵-۳ تصویر اجرای تاسیسات مکانیکی و برقی

۱۱) نمای کلی پروژه در حال حاضر:



شکل ۱۷-۳ تصویز نمای کلی ساختمان در حال حاضر

### ۳-۲- روش و ابزار جمع آوری داده‌ها

یکی از ابزارهای رایج تحقیقات برای جمع آوری داده‌ها، پرسشنامه می‌باشد. پرسشنامه عبارت است از فهرستی مدون از سوالات برای جمع آوری داده‌ها از پاسخ دهنده‌گان. کاربرد پرسشنامه در اندازه‌گیری و ارزیابی رفتارهای گذشته، طرز فکرها، برداشت‌ها و ویژگی‌های پاسخ دهنده است (ونوس و دیگران، ۱۳۸۶، ص ۱۱۲).

پس از انجام مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی مقالات مرتبط، به منظور جمع آوری اطلاعات اولیه بازدید از پروژه ساختمان اداری بیمه البرز انجام شد. در پروژه ضمن شناسایی مشاغل و فرآیندها، جلسه با مدیران مجموعه و مصاحبه با مسئولین مربوطه و نیز کارکنان پروژه، سوابق و مستندات وقوع حوادث و تمهدیدات پیش بینی شده مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به شرایط پروژه مورد مطالعه و پیشینه این دست مطالعات از روش "تجزیه و تحلیل مخاطرات شغلی" و "تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن" به منظور ارزیابی ریسک پروژه استفاده شد.

جهت ارزیابی ریسک‌های این پروژه ساختمان اداری بیمه البرز با توجه به اهداف مطالعه و شرایط پروژه از روش‌های "JHA" و "PFMEA" در این پژوهش استفاده شده است. این روش‌ها نیازمند بررسی اینمی و حوادث شغلی جهت انجام ارزیابی ریسک اینمی که از روش‌های مختلفی که در ادامه توضیح داده می‌شود، استفاده شده است.

برای انجام این فعالیت از تعداد ۱۴۳ نفر از پرسنل و پیمانکاران شرکت در پروژه‌های مختلف نظرخواهی شد که طبق آن برخی خطرات که در ادامه به آن اشاره می‌شود، حاصل گردید.

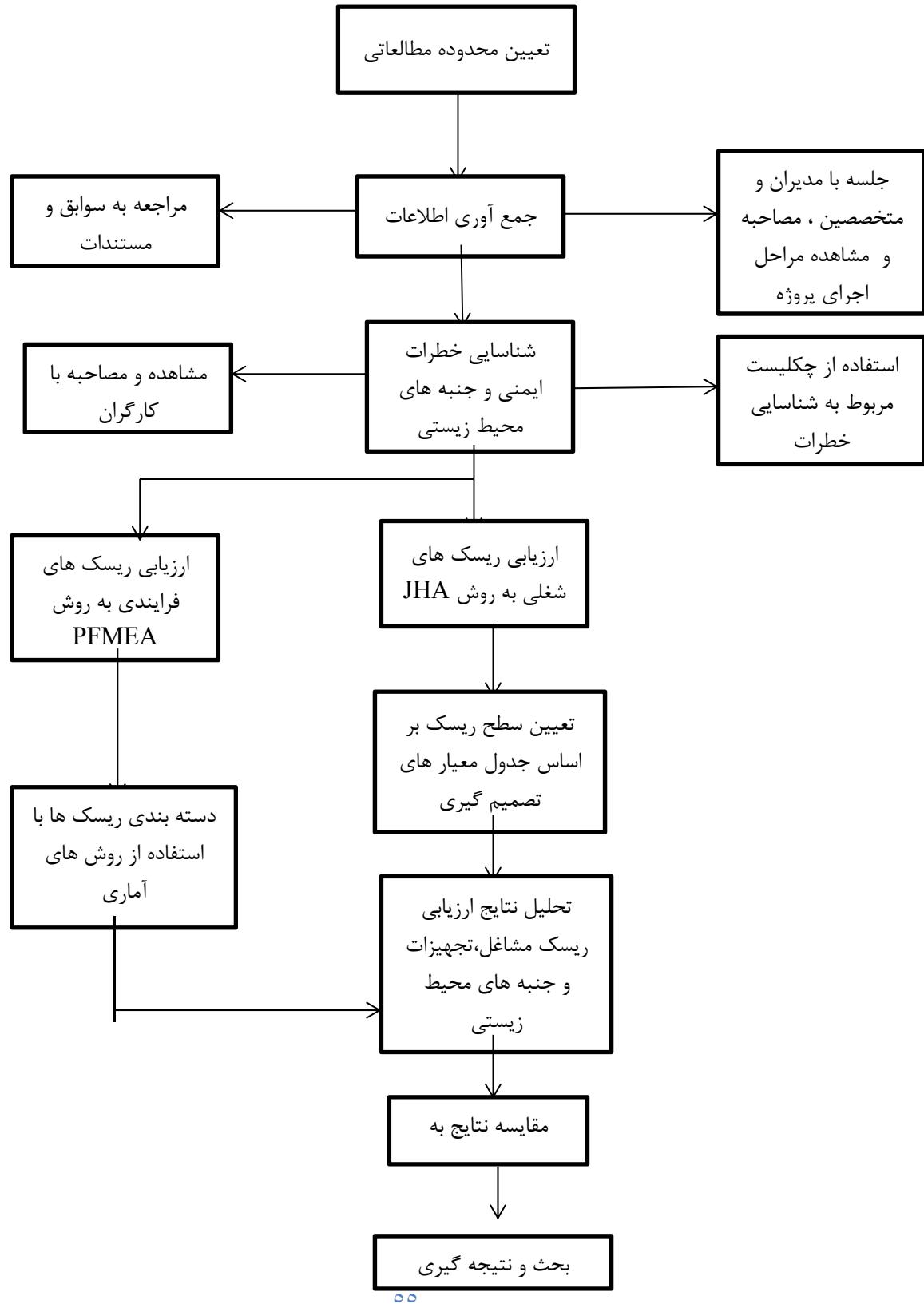
جهت مشخص نمودن حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده گردیده است.

فرمول کوکران یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای محاسبه حجم نمونه آماری است که در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویلیام کوکران در سال ۱۹۳۱ فرمولی را برای محاسبه حجم نمونه ابداع کرد. با استفاده از این فرمول می‌توان حداقل حجم نمونه لازم را از یک جامعه آماری برآورد کرد (صالح اردستانی و سعدی، ۱۳۸۸)

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left[ \frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right]}$$

در این فرمول  $p$  و  $q$  نسبت موقیت و شکست هستند که  $0.5$  در نظر گرفته می‌شوند. مقدار  $Z$  در سطح خطای  $0.05$ ، برابر  $1.96$  می‌باشد. مقدار خطای  $d$  نیز  $0.05$  در نظر گرفته می‌شود. مقدار  $N$  معرف حجم جامعه مورد نظر است.

بدین ترتیب تعداد کل نمونه در سطح اطمینان ۹۵٪ با استفاده از فرمول کوکران محاسبه گردید.  
با توجه به حجم جامعه که ۱۳۳ میباشد، حجم نمونه ۱۰۵ بدست میاید. در ذیل، نمودار ۱-۳ فلوچارت کامل روش کار تحقیق در قالب نمودار بیان میگردد.



### روش شناسایی خطرات ایمنی شغلی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:

جهت شناسایی خطرات و عوامل و پیامدهای ناشی از آن ، تکنیکهای متعددی استفاده گردید که از جمله این روشها بازدیدهای میدانی از پروژه ساختمان اداری بیمه البرز و بررسی دستورالعمل ها و استاندارها و استفاده از چکلیست مربوط به شناسایی مخاطرات و استفاده از مستندات پروژه مذکور و همچنین مطالعه آمار سوانح وحوادث واستفاده از گزارشات روزانه متخصصان HSE، اطلاعات مفید و گستره ای در جهت شناسایی خطرات احتمالی و عوامل پدید آورنده آنها، همچنین اثرات این ریسک ها بر انسان وسرمایه و محصولات و اعتبار شرکت در اختیار دست اندر کاران قرار داد.

در ذیل ، جدول شماره ۱۱-۳ چک لیست عمومی شناسایی خطرات مورد استفاده در پروژه ساختمان اداری بیمه البرز قرار دارد .

جدول شماره ۳-۴: فرم خام چک لیست شناسایی خطرات

ردیف	سوال	بله	خیر
۱	آیا نیاز به همکاری با سایر گروهها یا کارگران هست؟		
۲	آیا ابزارها و تجهیزاتی که برای ایمن انجام دادن شغل خاصی لازمند، مشخص شده‌اند؟		
۳	آیا کارگران به منظور نگهداری از ماشین آلات ، تجهیزات، ابزارها و دیگر موارد آموزش دیده‌اند؟		
۴	آیا نیاز به مجوزهای خاص می‌باشد؟		
۵	آیا تجهیزات ایمنی و لوازم حفاظت فردی مورد نیاز مشخص شده‌اند؟ آیا کارگران از لوازم ایمنی مناسب استفاده می‌کنند؟		
۶	آیا خطر سقوط افراد وجود دارد؟		
۷	آیا وسایل مبارزه با حریق در دسترس می‌باشد؟		
۸	آیا کارگران در رابطه‌ی با نگهداری، تعمیر و تمیزکاری وسایل ایمنی، به شکل صحیح عمل می‌کنند؟		
۹	آیا کارگران در رابطه‌ی با استفاده از وسایل اطفا حریق آموزش دیده‌اند؟		
۱۰	آیا روش‌های جابجایی اقلام مناسب با پروسه کار و ابزار آلات مربوطه هست؟		
۱۱	آیا کنترل‌های ماشین آلات به شکلی حفاظت گذاری شده‌اند که از فعال شدن ناخواسته و غیر عمدی جلوگیری کنند؟		
۱۲	آیا ماشین آلات هنگام فعالیت دارای حفاظی هستند ؟		

ادامه جدول شماره ۳-۴: فرم خام چک لیست شناسایی خطرات

ردیف	سوال	بله	خیر
۱۳	آیا ماشین آلات هنگام کار مرتعش، جابجا شده و یا حرکت می کند؟		
۱۴	آیا خطر برخورد، مضروب شدن و یا حتی تماس خطرناک با ماده یا جسمی وجود دارد؟		
۱۵	آیا از مایعات لغزنده استفاده می شود و آیا امکان ریختن آنها بر روی سطوح عبوری افراد وجود دارد؟		
۱۶	آیا نگهداری ماشین آلات و تجهیزات به طور منظم و کامل صورت می گیرد؟		
۱۷	آیا محل های کاری از نظر چاله ها، حفره ها، گودال ها و سایر خطرات مشابه حفاظت گذاری شده اند؟		
۱۸	آیا احتمال تماس با مواد داغ، خورنده یا سمی وجود دارد؟		
۱۹	آیا احتمال برق گرفتگی در جایی وجود دارد؟		
۲۰	آیا جعبه های کمک های اولیه در محل کار افراد قرار گرفته است؟		

## روش ارزیابی خطرات ایمنی شغلی و شنا سایی و ارزیابی جنبه‌های زیست محیطی پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز:

باهدف مدیریت کاهش مخاطرات، ارزیابی خطرات ایمنی و بهداشت شغلی، کلیه مشاغل و فعالیت‌ها به روش تجزیه و تحلیل مخاطرات شغلی JHA و تجزیه و تحلیل مخاطرات کلیه تجهیزات و ماشین آلات کارگاه به روش "تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن در فرآیند" PFMEA انجام پذیرفت.

یعنی در ابتدا تجهیزات و وظایف آنها لیست شدن آنگاه معیارهای اساسی برای به نظم درآوردن آنها تعریف شد که ملاک عمل قرار گرفت. برای برآورد مقادیر خطر به روش "PFMEA" از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{احتمال کشف} \times \text{احتمال وقوع} \times \text{شدت} = \text{عدد اولویت ریسک}$$

با استفاده از کاربرگ PFMEA و جداول مربوطه که در ادامه ذکر می‌شود ضریب ریسک ایمنی و بهداشت شغلی بدست آمد و در روش JHA ارزیابی مراحلی که انجام یک شغل را تشکیل می‌دهند صورت گرفت و شناسایی خطراتی که در رابطه با هر مرحله وجود دارد و اتخاذ تدابیری که برای حذف یا کاهش خطرات می‌توان اندیشید صورت گرفت.

در ذیل به شرح هر یک از تکنیک‌های مورد استفاده در این پایان نامه توجه شده است:

### ۴. استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل خطرات شغلی (JHA):

یک روش کیفی برای ارزیابی ریسکهای مرتبط با یک کار خاص به منظور تصمیم‌گیری در مورد احتیاط‌ها و تدارکات غیرمترقبه است (اقدامات کنترلی) که برای کاهش ریسک بایستی انجام شود.

هر چند قالب دقیق ارزشیابی‌ها ممکن است از شرکت دیگر متفاوت باشد، اما رویکرد کلی عبارتست از شکستن فعالیت به تعدادی از مراحل منطقی که بایستی برای تکمیل کار انجام گیرند. به منظور شناسایی خطر، پیامدها و ریسکهای مرتبط با هر مرحله خاص و احتیاط‌ها و اقداماتی که در شرایط غیرمترقبه می‌توان انجام داد، سؤالاتی پرسیده می‌شود.

به طور نمونه برای هر مرحله از کار می‌توان از رویکرد زیر استفاده کرد:

**شناسایی خطرات:** دقیقاً قرار است چه چیزی انجام شود؟ چه موادی به کار گرفته خواهد شد؟ چه ابزارها و تجهیزاتی استفاده خواهد شد؟ کار چه زمانی انجام می‌گیرد (روز، شب، چه زمانی از سال و غیره)؟ کار در کجا انجام می‌گیرد (در ارتفاع، در فضای بسته و غیره)؟ این کار چگونه کارکنان، فعالیتها، یا تجهیزات مجاور را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟

**ارزیابی پیامدهای خطر شناسایی شده** : این ارزیابی معمولاً با استفاده از مقیاس زیاد، متوسط یا کم انجام می‌گیرد. در این زمینه سؤالات زیر مفیدند: اثر خطر چیست؟ آیا این اثر کوتاه مدت یا بلند مدت است؟ آیا کارکنان یا تجهیزات را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ می‌تواند موجب چه مقدار صدمه شود؟ چند نفر ممکن است آسیب ببینند؟ آیا اثر فوری است یا یک تأخیر زمانی دارد که فرار را ممکن می‌سازد؟

**تعیین ریسک مرتبط با کار**: این ارزیابی هم با مقیاسی از زیاد، متوسط یا کم انجام می‌شود که با ضرب احتمال وقوع و پیامدها محاسبه می‌شود و معمولاً با منطق زیر انجام می‌گیرد:

$\text{زیاد} \times \text{زیاد} = \text{زیاد}$ ,  $\text{زیاد} \times \text{متوسط} = \text{زیاد}$ ,  $\text{زیاد} \times \text{کم} = \text{متوسط}$ ,  $\text{متوسط} \times \text{متوسط} = \text{متوسط}$ ,  $\text{متوسط} \times \text{کم} = \text{کم}$ .

**تعیین موارد احتیاطی**: که می‌تواند برای حفاظت در برابر ریسکهای شناسایی شده به کار رود. احتیاط‌ها می‌توانند با انواع سؤالات زیر شناسایی شوند. آیا زمانبندی مجدد کار ریسک را کاهش می‌دهد؟ آیا می‌توان فعالیتهای همزمان را جدا کرد؟ آیا ممکن است فعالیتهای فیزیکی احتمال وقوع را کاهش دهند؟

**ارزیابی ریسکهای باقیمانده**: پس از به کار بستن احتیاط‌های قابل انجام، این ارزیابی شامل شناسایی اقدامات در شرایط غیرمترقبه است که در صورت رخ دادن یک وضعیت خطرناک می‌تواند پیامدها را کاهش دهد. شکل عادی چنین سؤالاتی عبارتست از: « چه می‌شود اگر...؟ »

JHA عبارت است از:

۱. ارزیابی مراحلی که انجام یک شغل را تشکیل می‌دهند.
۲. شناسایی خطراتی که در رابطه با هر مرحله وجود دارد.
۳. اتخاذ تدابیری که برای حذف یا کاهش خطرات می‌توان اندیشید.

مشاغلی که باید JHA شوند:

مشاغل با نرخ بالای جراحت یا بیماری شغلی

مشاغلی که به صورت بالقوه می‌توانند باعث جراحتهای جدی، بیماریهای شدید و یا از کار افتادگی شوند. حتی اگر در خصوص آنها گزارش قبلی داده نشده باشد.

مشاغلی که یک خطای انسانی می‌تواند یک جراحت یا حادثه شدید ایجاد نماید.

مشاغل جدید و یا اعمال تغییراتی در فرایند و روش‌های اجرایی  
مشاغل پیچیده‌ای که امکان نوشتمندی دستورالعمل برای آنها وجود ندارد.

نکات مهم در JHA :

درگیر کردن کارگران

مرور حوادث و شبه حوادث گذشته به خصوص با کارگران مورد بررسی

بررسی اولیه شغل و مشاوره با کارگران در خصوص مخاطرات موجود در شغل و مراحل انجام یک کار

لیست کردن، طبقه بندی و اولویت بندی کردن مخاطرات شغلی

تقسیم شغل به Task ها و مراحل مختلف

نکته: فیلم برداری یا عکسبرداری جهت بررسی مراحل انجام کار می تواند بسیار سودمند باشد.

سئوالات کلیدی در JHA :

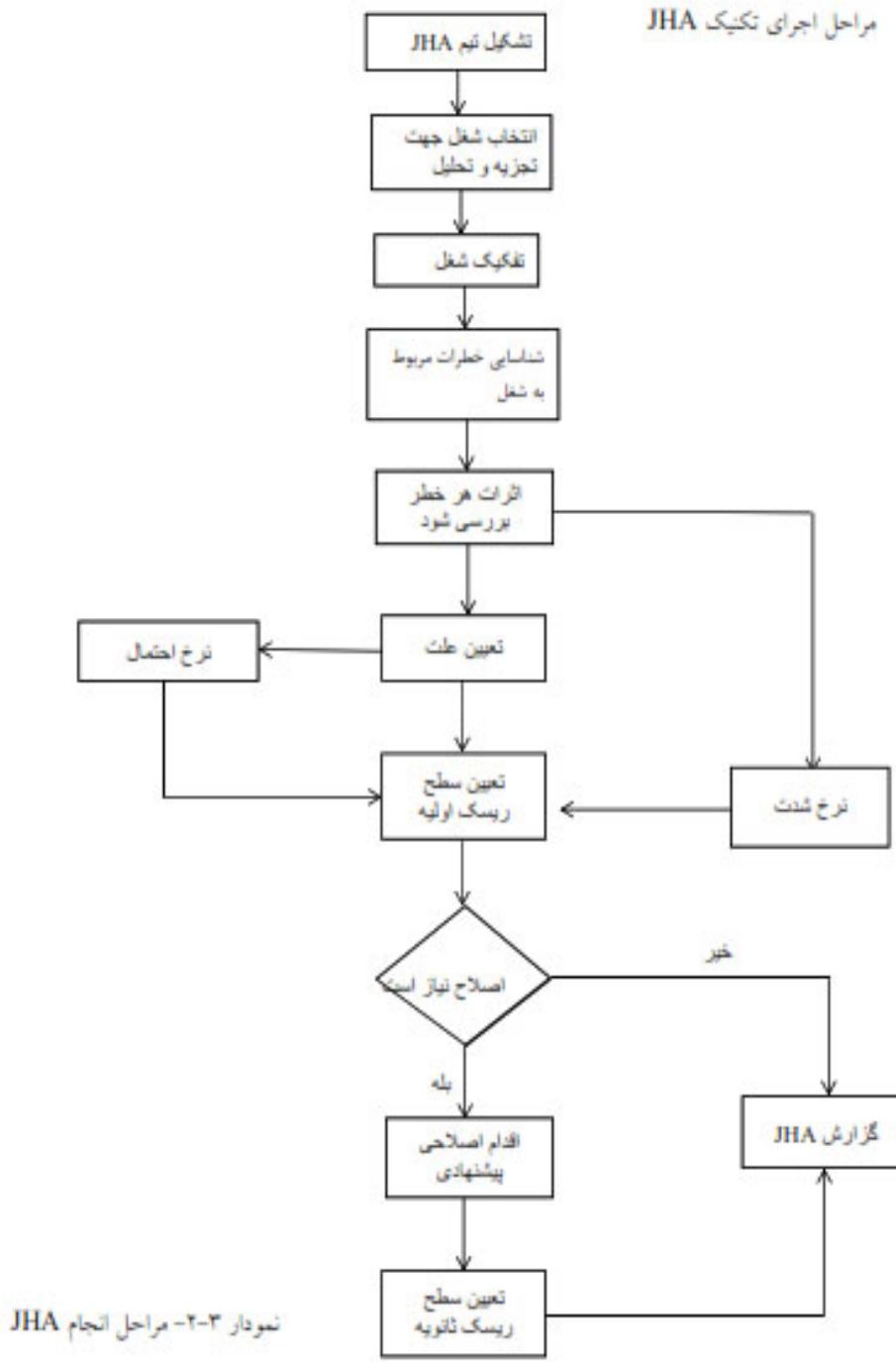
چگونه اشتباه رخ می دهد؟

پیامد آن چیست؟

از چه چیزی ناشی می شود؟

عوامل و فاکتورهای موثر دیگر چیست؟

چقدر احتمال دارد که آن خطر رخ دهد؟



نمودار ۲-۳ - مراحل انجام JHA

جدول ۳-۵- نمونه ای از کاربرگ تکنیک JHA

مرحله شغل/وظیفه	نوع خطر	علت	پیامد	شدت	احتمال	کد ریسک اولیه	سطح ریسک اولیه	روش کنترلی	کد ریسک ثانویه	سطح ریسک ثانویه

ارزیابی ریسک براساس استانداردهای نظامی آمریکا:

#### الف - شدت خطر

می‌توان به طبقه‌بندی‌های زیر که توسط سازمانهای گروههای مختلف ارائه شده است اشاره کرد:

فاجعه‌بار- بحرانی - شدید- جدی (طبقه بندی هیئت ایمنی حمل و نقل ملی آمریکا)

National Transportation Safety Board -NTSB

فاجعه بار - بزرگ - جدی - کوچک (طبقه بندی سازمان هوای فضای ملی آمریکا)

National Air Space Administration -NASA

- طبقه ۱ - طبقه ۲ - طبقه ۳ - طبقه ۴ (طبقه بندی شورای ایمنی ملی آمریکا)

National Safety Council –NSC

جدول ۳-۶- شدت خطر

نوع خطر	طبقه	تعريف
فاجعه‌بار	۱	مرگ و میر یا از بین رفتن سیستم
بحرانی	۲	جراحات، بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های واردہ به سیستم شدید است
مرزی	۳	جراحات، بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های واردہ به سیستم کوچک است
جزئی	۴	جراحات، بیماری‌های شغلی یا آسیب‌های واردہ به سیستم خیلی کوچک است

منبع: (۲۰۰۲ MIL-STD-۸۸۲۱۳)

#### ب - احتمال خطر

فاکتور احتمال خطر نشان دهنده امکان به وقوع پیوستن یک خطر در یک دوره زمانی معین است طبقه بندی خطر براساس احتمال وقوع نیز ممکن است بسیار متعدد باشد، طبقه بندی ارائه شده نشانگر یک تقسیم بندی کیفی از احتمال نسبی وقوع یک حادثه در اثر خطرات کنترل نشده است (MIL-STD-882B)، همچنین با استفاده از این جدول می‌توان براساس میزان احتمال وقوع حادث به اهمیت آنها پی برد. در طبقه بندی های مشابه می‌توان احتمال وقوع حادث را به شکل کمی نیز تعریف کرد. به عنوان مثال حادثی را از نوع مکرر نامیده که حداقل یکبار در هر هفته یا ماه و غیره بر حسب ماهیت سیستم رخ می‌دهد.

جدول ۷-۳-سطح احتمال وقوع خطر

تصویف خطر	سطح خطر	احتمال وقوع
بطور مکرر اتفاق می‌افتد	A	$X > 10^{-1}$
در طول عمر یک سیستم چندین بار رخ می‌دهند	B	$10^{-2} < X < 10^{-1}$
گاهگاهی در طول عمر سیستم رخ می‌دهد	C	$10^{-3} < X < 10^{-2}$
احتمال وقوع آن در طول عمر سیستم خیلی کم است	D	$10^{-4} < X < 10^{-3}$
احتمال وقوع آن در طول عمر سیستم آنقدر پایین است که می‌توان در حد صفر فرض کرد	E	$X > 10^{-4}$

(۲۰۰۲.MIL-STD-882۱۳) منبع:

### ج - ماتریس ریسک خطر

جدول ماتریس ارزیابی ریسک یک نمونه از ماتریس ریسک خطر را نشان می‌دهد که برای فراهم کردن یک ابزار موثر جهت تخمین سطح قابل قبول درجه ریسک، شدت و احتمال خطر را در هم ادغام کرده است با ایجاد یک سیستم سنجش دو کارکردی برای وقوع ریسک بر حسب شدت و احتمال خطر می‌توان ریسک را براساس درجه مقبولیت آن طبقه بندی و ارزیابی کرد.

جدول ۸-۳- ماتریس ارزیابی ریسک

شدت خطر احتمال وقوع	فاجعه‌بلار(۱)	پحرانی(۲)	مرزی(۳)	جزئی(۴)
مکرر(A)	۱A	۲A	3A	4A
متتحمل(B)	۱B	۲B	3B	4B
گاه به گاه(C)	۱C	۲C	3C	4C
خیلی کم(D)	۱D	۲D	3D	4D
غیر متتحمل(E)	۱E	۲E	3E	4E

(۲۰۰۲ MIL-STD-۸۸۲۱۳) منبع:

جدول ۳-۹- معیارهای تصمیم گیری بر اساس شاخص ریسک

معیار ریسک	طبقه‌بندی ریسک
غیر قابل قبول	1A-1B-1C-2A-2B-3A
نامطلوب	1D-2C-2D-3B-3C
قابل قبول ولی با نیاز به تجدید نظر	1E-2E-3D-3E-4A-4B
جزئی	4C-4D-4E

(۲۰۰۲ MIL-STD-۸۸۲۱۳) منبع:

## - استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن در فرایند PFMEA -

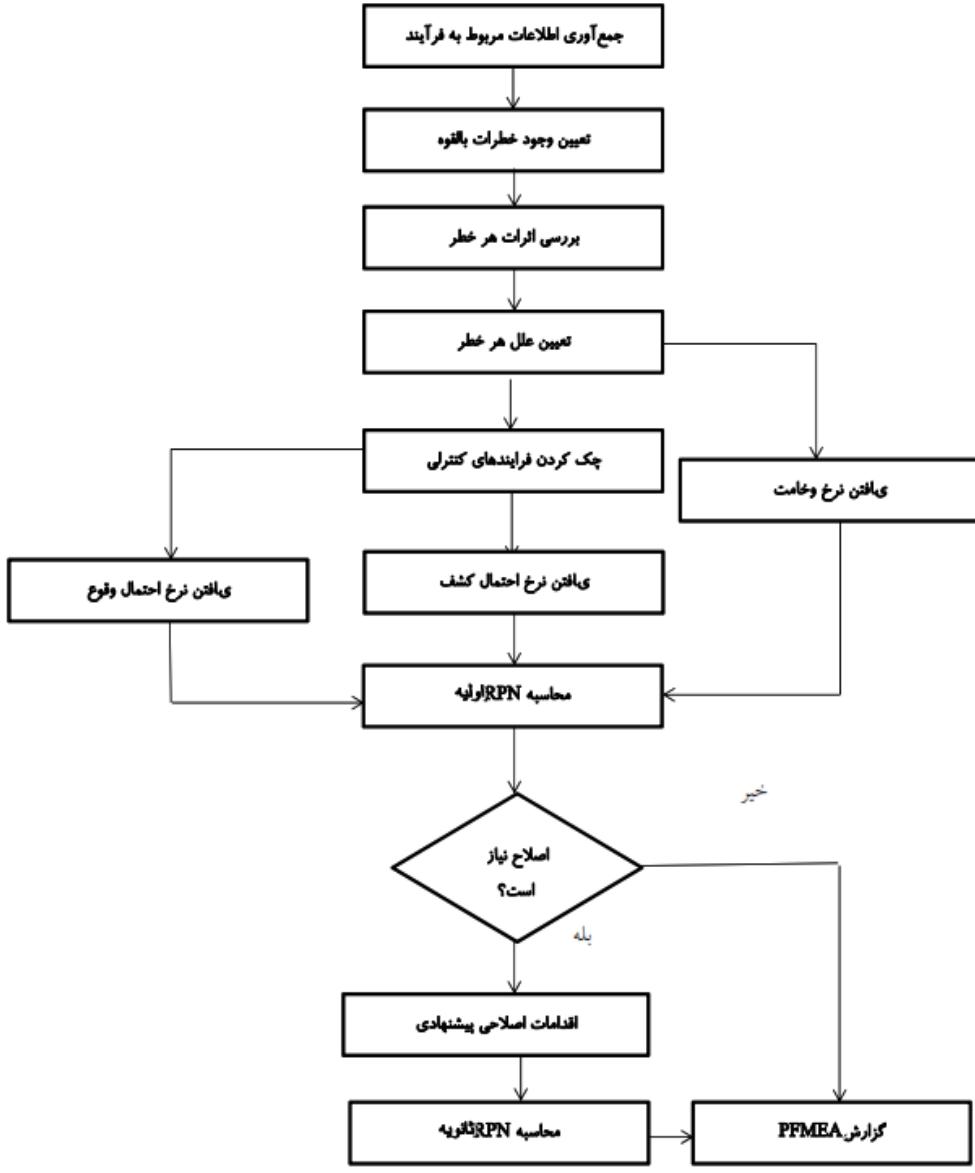
تعريف کلی:

تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن در فرایند PFMEA یک تکنیک مهندسی است که به منظور مشخص کردن و حذف خطاها، مشکلات و اشتباهات بالقوه موجود سیستم، فرآیند تولید و ارائه خدمت، قبل از وقوع، بکار برده می‌شود.

تعريف خاص:

PFMEA در ارزیابی ریسک روش تحلیلی است که می‌کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده‌ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می‌شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه‌بندی کند.

در نمودار ۳-۳ مراحل اجرای تکنیک PFMEA نمایش داده شده است.



نمودار ۳-۳- مرحله اجرای تکنیک PFMEA

با هدف مدیریت کاهش مخاطرات، ارزیابی خطرات ایمنی کلیه تجهیزات خط تولید به روش "تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن در فرآیند تولید محصول " PFMEA انجام پذیرفت یعنی در ابتدا تجهیزات و وظائف

آنها لیست شدند آنگاه معیارهای اساسی برای به نظم درآوردن آنها تعریف شد که ملاک عمل قرار گرفت. برای برآورد مقادیر خطر به روش "PFMEA" از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{«احتمال کشف} \times \text{احتمال وقوع} \times \text{شدت} = \text{RPN}$$

جهت هر یک از تجهیزات کارگاه کاربرگ PFMEA تکمیل گردید. پس از انجام اصلاحات مورد نیاز، ستونهای شدت اثرات، احتمال وقوع و احتمال کشف بر طبق جداول تکمیل و RPN محاسبه شد. به منظور ارزیابی دقیق اثرات و کنترلهای جاری، کلیه فرمهای PFMEA پس از تکمیل، به متخصص فنی برای تأیید اثرات مکانیکی و ایمنی ناشی از شکست ها ارجاع داده شد.

جدول ۳ - نمونه کاربرگ خام PFMEA

اریابی ریسک ثانویه					اقدام کنترلی	اریابی ریسک اولیه				کنترل های جاری		اثرات خارجی	علل خارجی	حالات خارجی	عملکرد	تجهیزات
سطح ریسک	R	D	O	S		سطح ریسک	RPN	D	O	S	تشخیص دهنده	پیشگیرانه				

تجهیز: عنوانی که در سیستم کالا برای تجهیزات مورد نظر تعریف شده است نوشته می شود.

عملکرد: در این ستون کاربرد تجهیز یا همان عملکرد تجهیز وارد می گردد.

حالات بالقوه شکست: در این ستون مواردی که باعث می شود تجهیز مورد نظر وظایف خود را به خوبی انجام نداده و نیاز به تعویض پیدا کند، وارد می گردد. برای تکمیل این ستون باید نشانه هایی که اگر در تجهیز بروز کند یا دیده شود تعویض می گردد، مورد توجه قرار گیرد.

اثرات ناشی از وقوع حالت شکست: بروز نشانه های تعویض یا حالات شکست در هر تجهیز می تواند اثرات مختلفی را در پی داشته باشد.

علل موثر در ایجاد حالت شکست: در این ستون علی که باعث شکست یا تعویض تجهیز می گردد، نوشته می شود. برای تکمیل این ستون دلایلی که سبب بروز نشانه های تعویض می شود باید مد نظر قرار گیرد.

کنترل های جاری فرآیند: در این ستون کنترلهایی که در حال حاضر برای پیشگیری یا شناسایی حالات شکست تجهیزات و بروز نشانه های تعویض در آن ها وجود دارد ذکر می گردد.

S ، O ، D : این ستونها با توجه به جداول مربوطه تکمیل می گردد.

#### ۴. تعیین نرخ و خامت یا شدت (Severity)

میزان اهمیت و جدی بودن حوادث حاصل از خطر و میزان ریسک ایجاد شده می باشد، که امتیاز مربوط به این پارامتر با توجه به جدول (۱۱-۳) تعیین شد. برای و خامت خطر، شاخص کمی وجود دارد که بر حسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان شده است.

جدول (۱۱-۳) رتبه بندی شدت

امتیاز	معیار میزان شدت	شدت
۱۰	از بین رفتن کامل تجهیزات به طوری که نیاز به جایگزینی می باشد	شدید
۹	از بین رفتن بخش عمده ای از تجهیزات به طوری که نیاز به باز سازی کلی دارد.	بسیار بالا
۸	از بین رفتن بخشی از تجهیزات به طوری که نیاز به بازسازی دارد.	خیلی زیاد
۷	نیاز به تعمیرات اساسی تجهیزات همراه با توقف طولانی خط تولید	زیاد
۶	نیاز به تعمیرات تجهیزات همراه با توقف کوتاه مدت خط تولید	متوسط
۵	نیاز به تعمیرات بدون توقف خط تولید	کم
۴	نیاز به تعمیرات جزئی یا تعویض قطعات مصرفی	خیلی کم
۳	اهداف تامین شده اند. تاثیر جزئی بر تجهیزات داشته است.	جزئی
۲	اهداف تامین شده اند. تاثیری محدود و کنترل شده ای بر تجهیزات داشته است.	خیلی جزئی
۱	هیچ تاثیری نداشته است	هیچ

منبع: جوزی، ۱۳۸۷

#### ۵. احتمال وقوع (Occurance)

رخداد مشخص می کند که یک علت بالقوه خطر با چه تواتری رخ می دهد. تنها با از بین بردن یا کاهش علل یا مکانیزم هر خطر است که می توان به کاهش عدد رخداد امیدوار بود. احتمال رخداد نیز بر مبنای ۱ تا ۱۰ سنجیده شده است که در نتیجه بررسی سوابق و مدارک گذشته پژوهه بیمه البرز حاصل شده است. جدول (۱۲-۳) امتیاز دهی احتمال وقوع را نشان می دهد.

جدول (۱۲-۳) رتبه بندی احتمال وقوع

امتیاز	میزان خطای بالقوه	احتمال وقوع
--------	-------------------	-------------

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

منبع: جوزی، ۱۳۸۷

## ۶. احتمال کشف (*Detection*)

احتمال کشف، نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به منظور شناسایی یک علت یا مکانیزم وقوع خطر وجود دارد یا به عبارت دیگر تشخیص، یک ارزیابی از احتمالی است که کنترل‌های جاری تعریف شده، یک عیب یا حالت خرابی بعدی را شناسایی کند(جدول ۳-۱۳). اعداد بدست آمده از بررسی فرآیندهای کنترلی نظریر : بازرسی های میدانی ، دوره ای و کنترل هایی که از طریق اطاقهای کنترل پروژه صورت میگیرد ، حاصل گردیده است.

جدول (۳-۱۳) رتبه بندی احتمال کشف

امتیاز	معیار احتمال کشف	احتمال کشف
۱۰	هیچ کنترل شناخته شده‌ای برای کشف حالات خرابی شناسایی نشده است	کاملاً نا معین
۹	احتمال کشف حالات خرابی توسط کنترل‌های جاری خیلی بعید است	خیلی بعید
۸	احتمال کشف حالات خرابی توسط کنترل‌های جاری بعید است	بعید
۷	احتمال کشف حالات خرابی توسط کنترل‌های جاری خیلی پایین است	خیلی کم
۶	احتمال کشف حالات خرابی توسط کنترل‌های جاری پایین است	کم
۵	احتمال کشف حالات خرابی توسط کنترل‌های جاری متوسط است	متوسط
۴	احتمال کشف حالات خرابی توسط کنترل‌های جاری نسبتاً بالاست	نسبتاً زیاد
۳	احتمال کشف حالات خرابی توسط کنترل‌های جاری بالاست	زیاد
۲	احتمال کشف حالات خرابی توسط کنترل‌های جاری خیلی بالاست	خیلی زیاد
۱	کنترل‌های جاری غالباً به طور حتم حالات خرابی را کشف می‌کنند. در فرایندهای مشابه، کنترل‌های آشکار کننده قابل اطمینانی وجود دارد.	کاملاً معین

منبع : جوزی، ۱۳۸۷

پس از محاسبه RPN های بدست آمده ، از فرمول های آماری ذیل جهت طبقه بندی سطوح ریسک استفاده شد :

فرمول محاسبه میانگین حسابی داده ها

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

X = میانگین حسابی  
 N = تعداد داده ها  
 (RPN) = داده ها (RPN) X<sub>i</sub> =

فرمول محاسبه انحراف معیار

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}.$$

σ = انحراف معیار  
 X = میانگین داده ها  
 (RPN) = داده ها (RPN) X<sub>i</sub>

و با توجه به فرمول های فوق، کلیه جنبه ها در سه دسته جنبه هایی با سطح ریسک پایین (L)، جنبه هایی با سطح ریسک متوسط (M)، و جنبه هایی با سطح ریسک بالا (H) قرار گرفت. و سپس اولویت بندی ریسک ها انجام شد.

## روایی

ابزار گردآوری داده‌ها، می‌بایست روایی لازم را داشته باشد. منظور از روایی این است که پرسشنامه مورد نظر تا چه میزان خصیصه یا مفهوم خاص مورد مطالعه را اندازه گیری می‌کند. بدون آگاهی از وضعیت اعتبار اندازه گیری، نمی‌توان به دقت داده‌های حاصل از تحقیق اطمینان داشت. برای آزمون درستی و خوب بودن سنجه‌ها، انواع آزمون‌های روایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که تحت روش‌های متعددی برای تعیین روایی پرسشنامه، ارائه شده است.

در این پژوهش جهت سنجش متغیرها از پرسش نامه‌های استاندارد استفاده شده است. پرسشنامه هوش هیجانی که توسط گلمن در سال ۲۰۰۱ ساخته شده است (Nwokah & Ahiauzu, ۲۰۰۹, p. ۸۷۵). پرسشنامه Barnett et al, ۲۰۰۱, p. ۳۱) و پرسشنامه اثر بخشی تیمی که توسط بیتمن و همکاران در سال ۱۹۹۷ ساخته شده است (Bateman et al, ۲۰۰۲, p. ۲۲۲) و پرسشنامه ازینکه این تحقیق از روایی بالا برخوردار باشد، پرسشنامه اولیه در اختیار تعدادی از اساتید قرار گرفت و پس از تائید آنان توزیع می‌گردد. برای تعیین میزان روایی و اعتبار پرسشنامه از دو پارامتر زیر استفاده می‌کنیم:

۱- نسبت روایی محتوای یا  $CVR$  یک روش سنجش روایی پرسشنامه است. جهت محاسبه این نسبت از نظرات کارشناسان متخصص در زمینه محتوای آزمون مورد نظر استفاده می‌شود. ابتدا اهداف آزمون برای خبرگان توضیح داده می‌شود و تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات بیان می‌شود. سپس از آنها خواسته می‌شود تا هریک از سؤالات را بر اساس طیف سه بخشی لیکرت طبقه بندی کنند:

- سوال ضروری است

- سوال مفید است ولی ضروری نیست

- سوال طرح شده ضروری ندارد

پس از گردآوری دیدگاه خبرگان با استفاده از رابطه زیر می‌توان  $CVR$  را محاسبه کرد، در اینجا  $N$  تعداد کل سوالات و  $Ne$  تعداد سوالاتیست که ضروری تشخیص داده شده اند و  $K$  تعداد متخصصینی است که پرسشنامه را بررسی کرده اند:

$$CVR = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \frac{N_{ei} - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

<sup>۱</sup> Content Validity Ratio

CVR مقدار	تعداد خبرگان	CVR مقدار	تعداد خبرگان	CVR مقدار	تعداد خبرگان
۰/۳۷	۲۵	۰/۵۹	۱۱	۰/۹۹	۵
۰/۳۳	۳۰	۰/۵۶	۱۲	۰/۹۹	۶
۰/۳۱	۳۵	۰/۵۴	۱۳	۰/۹۹	۷
۰/۲۹	۴۰	۰/۵۱	۱۴	۰/۷۵	۸
		۰/۴۹	۱۵	۰/۷۸	۹
		۰/۴۲	۲۰	۰/۶۲	۱۰

۲- شاخص روایی محتوایی یا, CVI<sup>۱</sup> نیز برای سنجش روایی پرسشنامه استفاده می شود.. برای محاسبه از خبرگان خواسته می شود میزان مرتبط بودن هر گویه را با طیف چهار قسمتی زیر مشخص کنند:

- غیر مرتبط

- نیاز به بازبینی اساسی

- مرتبط اما نیاز به بازبینی

- کاملاً مرتبط

$$CVI = \frac{\sum_{i=1}^K N_{ei}}{K \times N}$$

که در اینجا Ne تعداد سوالهایست که توسط هر متخصص به عنوان مرتبط یا کاملاً مرتبط شناخته شده اند.

### پایایی

پایایی یا قابلیت اعتماد<sup>۲</sup>, به عنوان یکی از ویژگی‌های فنی ابزار سنجش, با این امر سرو کار دارد که ابزار اندازه گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد. روش‌های مختلفی برای محاسبه ضریب پایایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به آلفای کرونباخ<sup>۳</sup>, روش تنصیف (دو نیمه کردن) و روش باز آزمایی اشاره نمود (سرمد و همکاران, ۱۳۸۰, ص ۱۶۶). اما آنچه در این تحقیق برای تعیین پایایی بکار رفته، استفاده از روش آلفای کرونباخ با تاکید بر هماهنگی درونی سؤالات است. پایایی پرسش‌های مطرح شده برای اندازه گیری هر متغیر، با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ به قرار زیر بوده است:

آزمون کرونباخ آلفا<sup>۴</sup> یا قابلیت اعتماد پرسشنامه یک آزمون آماری است که حاصل آن یک ضریب به نام آلفای کرونباخ می‌باشد، برای آزمون قابلیت اعتماد پرسشنامه‌هایی که به صورت امتیازی (و نه تستی یا بله-

<sup>۱</sup> Content Validity Index

<sup>۲</sup> - Reliability

<sup>۳</sup> - Cronbach's Alpha

<sup>۴</sup> Cronbach's alpha

<sup>۵</sup> Reliability

خیر) طراحی شده‌اند طراحی شده است. ضریب کرونباخ آلفا برای سنجش میزان تک بعدی بودن نگرش‌ها، قضاوت‌ها و سایر مقولاتی که اندازه‌گیری آن‌ها آسان نیست به کار می‌رود.

اگر  $K$  پرسش داشته باشیم (که هر کدم  $n$  بار پرسیده شده‌اند) و  $\sigma_i$  واریانس هر پرسش و  $\sigma$  واریانس کل پرسشنامه باشد ضریب آلفای کرونباخ به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_i^2}{\sigma^2} \right)$$

رابطه ۶-۳-

این ضریب در حقیقت کیفیت و اعتبار پرسشنامه را با معکوس واریانس محاسبه می‌کند و هرقدر همبستگی مثبت بین سؤالات بیشتر شود، میزان آلفای کرونباخ بیشتر خواهد شد و بالعکس هر قدر واریانس میانگین سؤالات بیشتر شود آلفای کرونباخ کاهش پیدا خواهد کرد.

اعتبار و روایی پرسشنامه	ضریب آلفا کرونباخ
$0,9 \geq \alpha$	عالی
$0,8 > \alpha \geq 0,9$	خوب
$0,7 > \alpha \geq 0,8$	قابل قبول
$0,6 > \alpha \geq 0,7$	مورد سؤال
$0,5 > \alpha \geq 0,6$	ضعیف
$\alpha < 0,5$	غیرقابل قبول

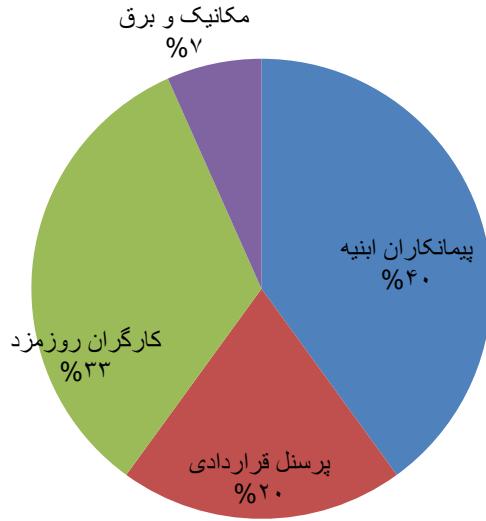
## فصل چهارم

### یافته های تحقیق

#### ۴-۱ بررسی وضعیت ایمنی و حوادث شغلی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:

در پروژه ساختمان اداری بیمه البرز ۱۰ نفر پرسنل قراردادی، ۱۲ نفر کارگر روزمزد و با توجه به عملیات های اجرایی بین ۲۰ الی ۶۰ نفر نیروی پیمانکاری مشغول به کار می باشند. در سال ۹۷-۹۸، در مجموع ۱۵ نفر دچار حادثه شدند که ۳ نفر از پرسنل قراردادی و ۵ نفر پرسنل روزمزد و ۷ نفر از پرسنل پیمانکار (۶ نفر ابنيه و ۱ نفر تاسیسات) بوده است. که اغلب ناشی از بریدگی، ضربه، برخورد اجسام خارجی، سقوط از یک سطح به سطح دیگر، و سوختگی بوده است.

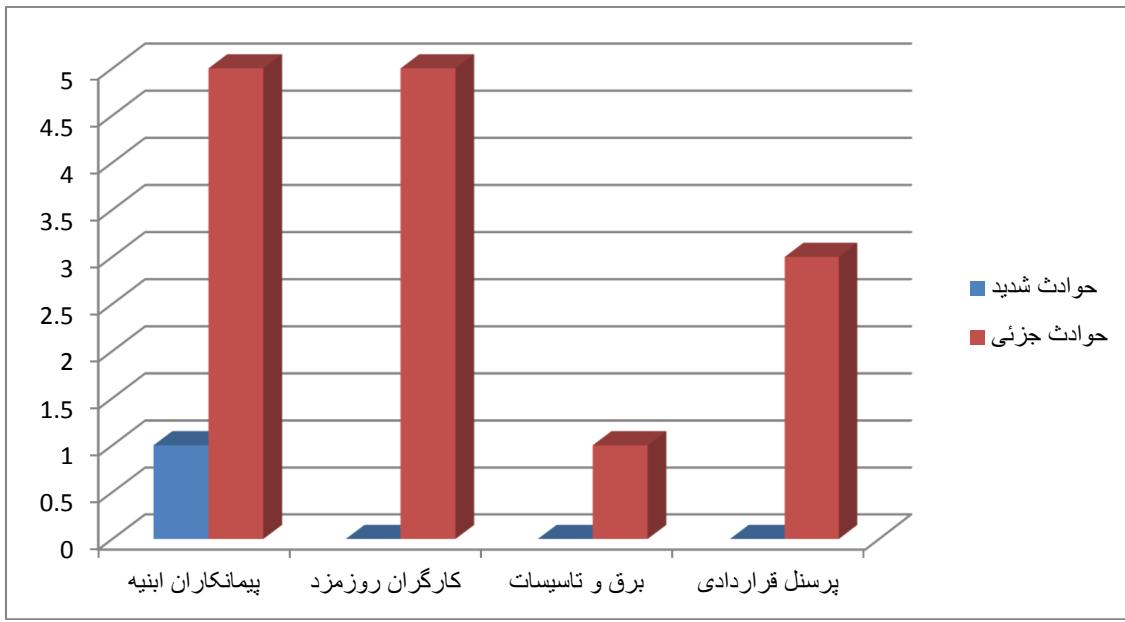
#### تعداد حوادث در سال ۱۳۹۸ به تفکیک شغل



نمودار (۱-۴) مقایسه میزان حوادث روی داده در بخش های پروژه در سال ۹۸

#### جدول (۱-۴) تعداد حوادث و روزهای از دست رفته در بخش‌های مختلف پروژه (سال ۹۸)

مديريت - بخش	تعداد کارکنان	ساعات کارکرد	تعداد حوادث			تعداد ساعت از دست رفته	تعداد ساعت
			شدید/بسیار شدید	جزئی	جمع کل		
پيمانكاران ابنيه	۴۰	۱۱۲۰۰۰	۱	۵	۶	۸۶۰۰	
مكانيك و برق	۲۰	۵۶۰۰۰	۰	۱	۱	۶۰۰	
پرسنل قراردادي	۱۰	۲۸۴۰۰	۰	۳	۳	۳۸۰۰	
کارگران روزمزد	۱۲-۱۰	۳۳۶۰۰	۰	۵	۵	۵۱۰۰	



نمودار (۴-۲) میزان شدت حوادث روی داده در بخش های مختلف پژوهه در سال ۹۱

همانطور که در جدول (۱-۴) ذکر شده است، تعداد روزهای از دست رفته در پروژه ساخت ساختمان اداری بیمه البرز در اثر وقوع حوادث در سال ۹۸ ، ۱ روز در بخش مکانیک و ۵ روز در بخش کارگران روزمزد و ۶ روز کارگران پیمانکاران ابینیه و ۳ روز پرسنل قراردادی بوده است.

هنگامی که حادثه موجب مرگ و یا نقص عضو شود، از اندازه های مربوط به روزهای از دست رفته معادل استفاده می شود. در جداول (۲-۴)الی (۴-۲) این اندازه ها نشان داده شده است.

جدول (۲-۴) روزهای از دست رفته بر اثر نقص عضو

نقص عضو	ساعت از دست رفته
دست	۴۵۰۰ بازو
	۲۶۰۰ ساعد
	۴۵۰۰ ران
	۳۰۰۰ ساق
کوری یک چشم	۱۸۰۰
کوری دو چشم	۶۰۰۰
کری یک گوش	۶۰۰
کری هر دو گوش	۳۰۰۰
فتق غیر قابل علاج	۸۵
مرگ یا از کار افتادگی کامل	۶۰۰۰

مرجع: کرمی، م، ۱۳۸۵، ایمنی و بهداشت حرفه ای ، انتشارات امید مهر

جدول (۳-۴) روزهای از دست رفته بر اثر نقص عضو(انگشتان دست و پا)

انگشتان پا			انگشتان دست					
چهار انگشت دیگر	شست پا		کوچک	چهارم	وسطی	سبابه	شست	
۳۵	۱۵۰	بند اول	۵۰	۶۰	۷۵	۱۰۰	۳۰۰	بند اول
۷۵	۱۰۰	بند دوم	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰	--	بند دوم
۱۵۰	۳۰۰	بند آخر	۲۰۰	۲۴۰	۳۰۰	۴۰۰	۶۰۰	بند آخر
۳۵۰	۶۰۰	استخوان کف پا	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰	۸۰۰	استخوان کف دست
۲۴۰۰		مج پا	۳۰۰۰					مج دست

مرجع: کرمی، م ۱۳۸۵، ایمنی و بهداشت حرفه‌ای ، انتشارات امید مهر

جدول (۴-۴) ارتباط بین معلولیت اعضاء و ساعات کار از دست رفته

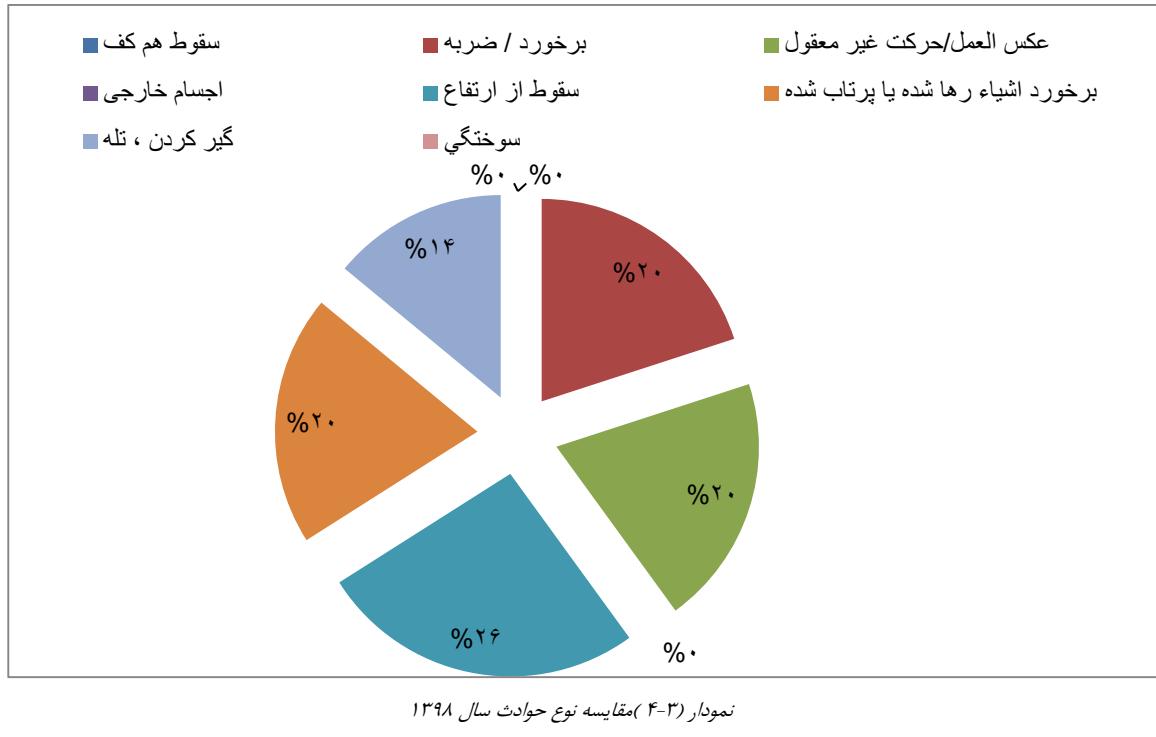
ساعت از دست رفته	معلولیت اعضاء
۴۸۰۰۰	مرگ و میر یا از کار افتادگی کلی و دائم
۳۶۰۰۰	قطع بازو از بالای آرنج
۲۸۸۰۰	قطع بازو از زیر آرنج
۲۴۰۰۰	قطع دست
۴۸۰۰	قطع و نقص دائم و کامل شست
۲۴۰۰	قطع یا از کار افتادگی یک انگشت
۶۰۰۰	قطع یا از کار افتادگی دو انگشت
۹۶۰۰	قطع یا از کار افتادگی سه انگشت
۱۴۴۰۰	قطع یا از کار افتادگی چهار انگشت
۹۶۰۰	قطع یا از کار افتادگی شست و یک انگشت
۱۲۰۰۰	قطع یا از کار افتادگی شست و دو انگشت
۱۶۰۰۰	قطع یا از کار افتادگی شست و سه انگشت
۱۹۰۰۰	قطع یا از کار افتادگی شست و چهار انگشت
۳۶۰۰۰	قطع ران از بالای زانو
۲۴۰۰۰	قطع ساق از زیر زانو
۲۴۰۰	قطع یا از کار افتادگی یک شست پا با یا بدون سایر انگشتان
---	قطع یا از کار افتادگی هر انگشت پا
۱۴۴۰۰	کوری کامل یک چشم
۴۸۰۰۰	کوری کامل دو چشم
۴۸۰۰	کری کامل یک گوش
۲۴۰۰۰	کری کامل دو گوش

مرجع: کرمی، م ۱۳۸۵، ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، انتشارات امید مهر

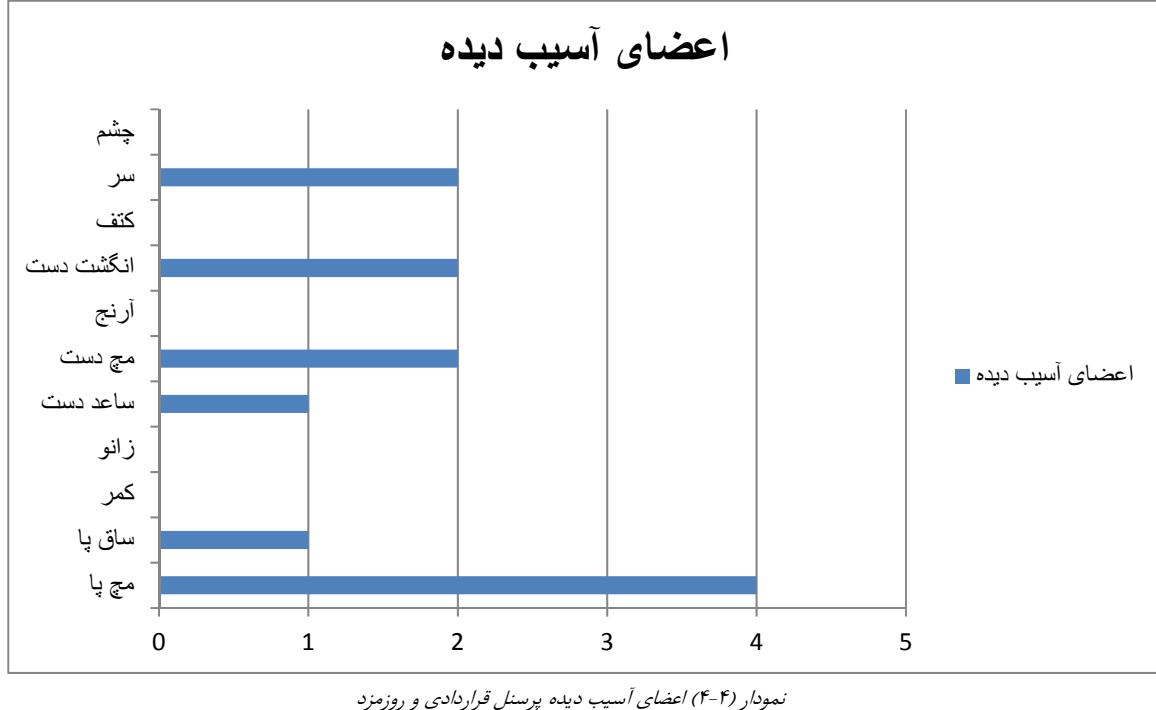
جدول (۴-۵) نوع و تعداد حوادث سال ۱۳۹۸ (نیروی قراردادی و روزمزد و پیمانکاری) رانشان میدهد.  
بررسی نوع حوادث در پروژه ساختمان اداری بیمه البرز را نشان می دهد.

جدول (۴-۵) نوع و تعداد حوادث سال ۱۳۹۸

نوع حوادث	تعداد حوادث شدید	تعداد حوادث جزئی	کل حوادث
سقوط هم کف	۰	۰	۰
برخورد / ضربه	۰	۳	۳
عکس العمل / حرکت غیر معقول	۰	۳	۳
اجسام خارجی	۰	۰	۰
سقوط از ارتفاع	۰	۴	۴
برخورد اشیاء رها شده یا پرتاب شده	۰	۳	۳
گیر کردن ، تله	۰	۲	۲
سوختگی	۰	۰	۰
جمع کل	۰	۱۵	۱۵



تعداد اعضای آسیب دیده پرسنل قراردادی و روزمزد در اثر حادث در نمودار (۴-۶) مقایسه شده است.



## ۴-۲ وضعیت روند شاخص تکرار حوادث

پس از شناسایی حوادث و بدست آوردن آمار دقیق آنها، با توجه به ساعات کارکرد مفید کارگران، شاخص تکرار حوادث از فرمول زیر محاسبه شده است. تعداد حوادث و ساعات کار مفید کارگران رابطه مستقیم با یکدیگر دارند.

$$\text{شاخص تکرار حوادث} = \frac{\text{تعداد حوادث ناتوان کننده}}{\text{تعداد کل نفر ساعت کارکرد کارکنان}} \times 10^6$$

$$\text{مرخصی} + \text{کسر کار ساعتی} + \text{غیبت} + \text{استراحت پزشکی} - (\text{اضافه کاری} + \text{ایام کاری در ماه}) \times 8 \times \text{تعداد پرسنل}$$
$$= \text{ساعت کارکرد کارکنان}$$

## ۴-۳ علل وقوع حوادث

سوانح و حوادث خود به خود بوجود نمی‌ایند بلکه زاییده علی‌هستند، علل حوادث در پروژه ساختمان اداری بیمه البرز به ۳ دسته تقسیم می‌شوند:

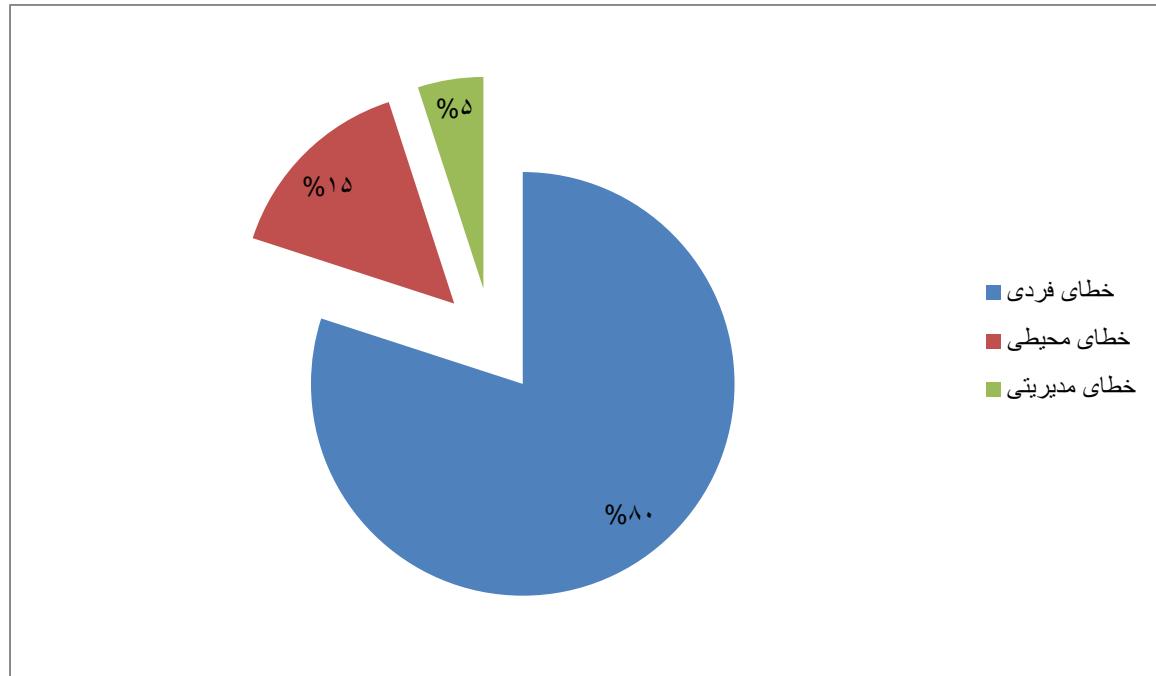
۱- رفتار فردی غیر ایمن (حوادثی که به علت خستگی، عدم تمرکز کافی، بی توجهی، عدم مهارت و عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی رخ میدهد)

۲- شرایط غیر ایمن (پرتگاه‌ها، مسیر، پلکان و همچنین آلوده شدن محیط به مواد چرب و لغزنده)

۳- خطای مدیریتی

موارد ۱ و ۲ بطور مستقیم در رخداد حادثه دخیل هستند ولی مورد ۳ به طور غیر مستقیم دخیل می‌باشند.

مهمترین عامل در ایجاد حوادث در پروژه در سال ۹۷ رفتار فردی غیر ایمن برابر با ۸۰٪ بوده است همچنین ۱۵٪ از حوادث رخ داده در اثر وجود شرایط غیر ایمن و ۵٪ حوادث در اثر خطای مدیریتی روی داده است.

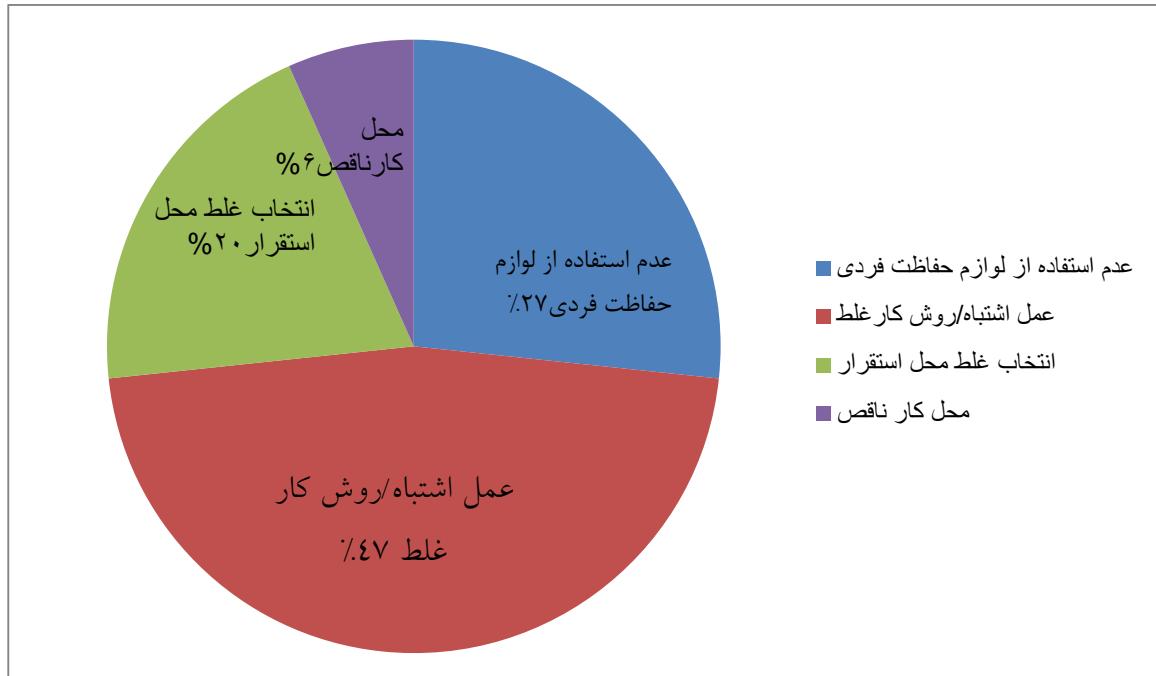


نمودار (۴-۵) تجزیه و تحلیل حوادث بر اساس رفتار فردی غیر/یمن و شرایط غیر/یمن و خطای مدیریتی در سال ۹۷

عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی، عمل اشتباه، روش کار غلط، محل کار ناقص، انتخاب غلط محل استقرار، دلایل بروز حادثه در پیروزه در سال ۹۷ بوده اند. مهمترین علت بروز حادثه در این شرکت روش کار غلط بوده است که منجر به بروز ۵۰٪ از حوادث در سال ۹۷ شده است.

جدول (۶-۴) تجزیه و تحلیل کل حوادث سال ۱۳۹۷ بر اساس علت حادثه

درصد	کل حوادث	حوادث جزیی	حوادث شدید / خیلی شدید	علت حوادث
٪۲۷	۴	۳	۱	عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی
۰	۰	۰	۰	عدم استفاده از تجهیزات ضروری
٪۴۷	۷	۴	۳	عمل اشتباه / روش کار غلط
۰	۰	۰	۰	نگهداری و تعمیرات ناقص تجهیزات
٪۲۰	۳	۳	۰	انتخاب غلط محل استقرار
٪۶	۱	۱	۰	محل کار ناقص
۰	۰	۰	۰	انجام کار در موقعیت خطرناک
۰	۰	۰	۰	نقایص محیطی گرد و غبار



نمودار(۴-۶) تجزیه و تحلیل کل حوادث بر اساس علت حادث

#### ۴-۴ ارزیابی ریسک:

**مقدمه:**

با توجه به اهداف این پژوهش، جهت ارزیابی ریسکهای ایمنی مرحله ساخت پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز از دو تکنیک FMEA و JHA استفاده شده است. تکنیک FMEA شامل شیوه های متعددی می باشد . از جمله این شیوه ها "PFMEA" می باشد. تجزیه و تحلیل اثر زیست محیطی یک روش کیفی است که در فرآیند توسعه محصولات بکار می رود. هدف شناسایی ساختار ها و جنبه های مهم دارای اولویت در پیامد محیط زیستی در طول چرخه حیات محصول یا فرایند آن است (جوزی، ۱۳۸۷).

آنچه در این پژوهش برای ارزیابی ریسک ایمنی ساختمان اداری در طبقه بندی FMEA می باشد، این است که این روش این است، روش FMEA در چارچوب بکارگیری گسترده از ابزارهای مدیریت، مهندسی کیفیت در کشورمان، کاربرد فراوانی داشته است، استفاده از FMEA در مباحث مدیریت محیط زیست برای وزن دهنده جنبه ها و پیامدهای محیط زیستی، ارزیابی ریسک در موضوعات مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی بکار گرفته می شود (کامران رضایی و همکاران ۱۳۸۴).

یک روش کیفی برای ارزیابی ریسکهای مرتبط با یک کار خاص به منظور تصمیم گیری در مورد احتیاطها و تدارکات غیرمترقبه است(اقدامات کنترلی) که برای کاهش ریسک بایستی انجام شود. (رضایی، ۱۳۸۵)

#### ۱-۴-۴-۱ ارزیابی ریسک های ایمنی شغلی به روش JHA

جدول (۴-۱۲) با توجه به جدول معیارهای تصمیم گیری بر اساس شاخص ریسک تعیین گردید و سطوح ریسک های ایمنی را در روش JHA نشان می دهد.

جدول (۴-۷) سطوح ریسک های ایمنی

H	ریسک بالا	A-۱B-۱C-۲A-۲B-۳A۱
M	ریسک متوسط	D-۲C-۲D-۳B-۳C-۱E-۲E-۴A-۴B۱
L	ریسک پائین	D-۳E-۴C-۴D-۴E۳

تبصره ۱: در صورتی که ریسکی الزام قانونی داشته باشد آن ریسک بدون توجه به عدد ریسک و ارزیابی ریسک غیرقابل قبول شناخته میشود.

تبصره ۲: در صورتی که عدد احتمال و یا شدت ریسکی در بالاترین سطح قرار گیرد آن ریسک بدون توجه به عدد ریسک غیر قابل قبول در نظر گرفته می شود.

## ۴-۴-۲ نتایج تجزیه و تحلیل ریسکهای ایمنی با خطر بالا به روش JHA

جدول(۴-۸) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل انباردار(JHA)

مرحله شغل/وظیفه	نوع خطر	علت	پیامد	شدت	احتمال	کد رسک	روش کنترلی	سطح رسک	کد رسک	سطح رسک	سطح رسک	کد رسک
انبار دار	افتادن متریال از قفسه	عدم چیدمان صحیح	آسیب به سر، آسیب به اموال	۲	۵	D۳	قفسه بندی و تفکیک اجناس و چیدمان صحیح	M	C۲			L
تماس بدن با مواد شیمیایی	تماس بدن با مواد شیمیایی	عدم تغذیک کالا و عدم آشنایی با مواد	سوختگی و حساسیت	۳	C	D۴	آموزش و آشنایی با MSDS مواد	M	C۳			L

انباردار:

شغل انباردار به دلیل سروکار داشتن با کلیه تجهیزات ، اموال و مواد مورد استفاده در پروژه یکی از مهم ترین و حساس ترین شغل های پروژه می باشد که در صورت کم تجربه بودن و عدم مهارت کافی در شغل مربوطه می تواند خسارت های جبران ناپذیری به سازمان وارد کند. با توجه به ارزیابی ریسک خطر بالقوه آن افتادن متریال و اجناس چیده شده به دلیل عدم چیدمان صحیح می باشد که با توجه به مراجعته به سابقه و مستندات قبلی شدت بحرانی و احتمال بالفعل شدن خطر گاه به گاه می باشد.

اقدام اصلاحی و روش های کنترلی در نظر گرفته شده: قفسه بندی و تفکیک اجناس و چیدمان صحیح و خطر شناسایی شده دیگر تماس بدن با مواد شیمیایی به دلیل عدم آشنایی انباردار با مواد شیمیایی می باشد که با توجه به مواد شیمیایی موجود در پروژه در صورت تماس مواد شدت صدمه وارده مرزی و احتمال تماس هم گاه گاه می باشد.

اقدام اصلاحی و روش های کنترلی در نظر گرفته شده: آموزش و آشنایی با MSDS مواد

جدول(۹-۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل اداری(JHA)

وظیفه	نوع خطر	علت	پیامد	شدت	احتمال	کد ریسک	سطح ریسک	روش کنترلی	کد ریسک	سطح ریسک	رسانه	سطح ریسک	کد ریسک
اداری	حالت بد پوسچر	استفاده از صندلی و میز نامناسب	آسیب به سر، آسیب به اموال	۳	B	B <sup>۳</sup>	M	استفاده از صندلی و میز با ارتفاع مناسب فرد، خودداری از انجام کار طولانی مدت	D <sup>۲</sup>	L			
اداری	مشکل بینایی ناشی از کار با کامپیوتر	عدم رعایت فاصله و کار مداوم	ضعف بینایی	۳	C	C <sup>۳</sup>	M	نصب محافظ مانیتور، استفاده از عینک مخصوص، خودداری از خیره شدن به مانیتور و تایپ طولانی مدت، انجام کار به صورت گردشی	D <sup>۴</sup>	L			

اداری:

شغل های اداری در پروژه به شغل هایی گفته می شود که تمام ساعت های کار خود را در پشت میز و در مقابل رایانه مشغول به فعالیت میباشند که در پروژه ساخت ساختمان اداری بیمه البرز دفتر فنی پروژه که متشكل از امور پیمان ، کنترل پروژه و متره و براورد میباشد و واحد منابع انسانی جزء این شغل ها میباشند که این شغل میتواند مشکلات ارگونومیکی فراوانی از قبیل درد کمر ، درد مفاصل ، مشکلات بینایی و... برای فرد ایجاد کند و علت این مشکلات استفاده از میز و صندلی نامناسب و نامتناسب بودن آن ها با اندازه بدن فرد می باشد که با توجه به مصاحبه با افراد در معرض خطر شدت مرزی و احتمال بالافعل شدن خطر گاه گاه می باشد.

روش های کنترلی در نظر گرفته شده: انتخاب میز و صندلی مناسب با اندازه بدن هر فرد، نصب محافظ مانیتور، استفاده از عینک مخصوص، خودداری از خیره شدن به مانیتور و تایپ طولانی مدت.

جدول(۴-۱۰) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل رانندگی ماشین آلات (میکسر)(JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
L	D۳	برگزاری آموزش‌های بدو استخدام و دوره ای، تمرکز و خودداری از حواس پرتی به اطراف، خودداری از سوار کردن افراد، حرکت در مسیرهای مشخص شده، حرکت با سرعت مجاز	H	C۱	C	۱	آسیب به افراد، شکستگی، مرگ	عدم تمکز راننده، مشخص نبودن مسیر تردد افراد	تصادف کردن با افراد	رانندگی تراک میکسر
L	D۴	برگزاری آموزش‌های بدو استخدام و دوره ای، تمرکز و خودداری از حواس پرتی به اطراف، خودداری از سوار کردن افراد، حرکت در مسیرهای مشخص شده، حرکت با سرعت مجاز	M	C۳	C	۳	از بین رفتن اموال و تجهیزات، آسیب به راننده	جانمایی نامناسب تجهیزات، عدم تمرکز راننده، مشخص نبودن مسیر میکسر	تصادف با تجهیزات	

راننده تراک میکسر:

شغل رانندگی ماشین آلات سنگین در کارگاه‌های ساختمانی از جمله شغل‌های پر خطر محسوب می‌شود و به دلیل عدم دید کافی راننده به اطراف ممکن است حوادث جبران ناپذیری به بار بیاورد.

میکسر ماشینی است که بتن ساخته شده در کارخانه بتن را به محل تخلیه انتقال می‌دهد. دیگ میکسر بر روی کامیون‌های ده چرخ نصب می‌گردد. هنگام ورود میکسر به داخل کارگاه ساختمانی می‌تواند خطراتی

همچون برخورد با افراد و تجهیزات را به همراه داشته باشد که علت آن تجربه کم اپراتور و یا عدم تمرکز کافی راننده می باشد و با توجه به مراجعه به مستندات و مصاحبه با متخصصین شدت فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن خطر گاه به گاه می باشد.

روش های کنترلی در نظر گرفته شده: برگزاری آموزش‌های بدواستخدام و دوره ای، تمرکز و خودداری از حواس

پرتوی به اطراف، خودداری از سوار کردن افراد، حرکت در مسیرهای مشخص شده و حرکت با سرعت مجاز

جدول (۱۱-۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل لوله کش تاسیسات ساختمانی (JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
L	D۳	استفاده از جرثقیل به جای نیروی انسانی - رعایت فاصله - ایمن تا بار - استفاده از کفش ایمنی	M	C۲	C	۲	آسیب به سر، آسیب به پا، شکستگی دست و پا	وزن زیاد لوله، عدم رعایت فاصله ایمن	افتادن لوله روی نفر هنگام تخلیه و جانمایی در کanal	لوله کش تاسیسات ساختمانی
L	D۴	پرهیز از عجله، استفاده از دستکش ایمنی	M	C۳	C	۳	شکستگی دست یا شکستگی پا	وزن زیاد لوله، عدم تمرکز کارگر	گیر کردن دست و پای کارگر زیر و یا بین لوله ها	

#### لوله کشی تاسیسات:

در پروژه های ساختمانی شغل لوله کشی تاسیسات در زمان سفت کاری صورت میگیرد که لوله کشی آب و فاضلاب و برق را شامل می شود که با لوله های فلزی و پلی اتیلن صورت میگیرد که با توجه به ارزیابی ریسک خطرات بالقوه آن افتادن لوله روی نفر هنگام تخلیه و جانمایی و نصب در کanal و گیر کردن دست و پای کارگر زیر و یا بین لوله ها می باشد که علت آن وزن زیاد لوله، عدم رعایت فاصله ایمن و عدم تمرکز کارگر میباشد . و با توجه به مراجعه به مستندات و مصاحبه با متخصصین شدت بحرانی و احتمال بالفعل شدن خطر گاه به گاه می باشد.

روش های کنترلی در نظر گرفته شده: استفاده از جرثقیل به جای نیروی انسانی - رعایت فاصله ایمن تا بار استفاده از کفش ایمنی، پرهیز از عجله و استفاده از دستکش ایمنی.

جدول(۱۲-۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل جوشکاری(JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
L	D۳	استفاده از ماسک و عینک جوشکاری با UV مناسب	M	C۲	C	۲	آسیب به چشم	عدم استفاده از ماسک مناسب	برق زدگی چشم	جوشکار
M	C۲	استفاده از دستکش محافظه، بکار گیری جرثقیل برای چرخاندن و جابجایی قطعه کار	H	B۲	B	۲	شکستگی و کوفتگی و حرارت	وزن قطعه کار و عدم استفاده از دستکش کار مناسب	هنگام جابجایی قطعه کار امکان بریدگی و قرار گرفتن بدن زیر قطعه کار وجود دارد	
M	C۳	استفاده از ماسک تنفسی فیلتردار مناسب	H	B۲	B	۲	ابتلا به تب فیوم	عدم استفاده از ماسک جوشکاری	استنشاق گاز و بخارات حاصل از جوشکاری	

### جوشکاری:

شغل جوشکاری از جمله شغل های پر کاربرد در صنعت ساختمان می باشد که تقریباً در همه مراحل اجرای یک ساختمان کاربرد دارد . این شغل به دلیل ماهیتش ذاتاً خطرات بالقوه مختلفی دارد. که خطرات باقه آن برق زدگی چشم، هنگام جابجایی قطعه کار امکان بریدگی و قرار گرفتن بدن زیر قطعه کار وجود دارد، استنشاق گاز و بخارات حاصل از جوشکاری(گاز فیوم) می باشد. که علت آن ها عدم استفاده از ماسک مناسب، وزن زیاد قطعه کار و عدم استفاده از دستکش کار مناسب و عدم استفاده از ماسک تنفسی در هنگام جوشکاری میباشد. که با توجه به مراجعه به سابقه و مستندات قبلی شدت بحرانی و احتمال بالفعل شدن خطر محتمل می باشد.

روش های کنترلی در نظر گرفته شده: قفسه بندی و تفکیک اجناس و چیدمان صحیح ، استفاده از دستکش محافظه، بکار گیری جرثقیل برای چرخاندن و جابجایی قطعه کار، استفاده از ماسک تنفسی فیلتردار مناسب

جدول(۱۳-۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل مونتاژ تابلو برق(JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
L	D۳	آموزش/تحویل تجهیزات حفاظت فردی و نظارت بر نحوه استفاده از نیروی متخصص و با تجربه/بازرسی دوره ای دستگاه انتخاب دستگاه مناسب با نوع مته	M	C۲	C	۲	جراحت (ناتوانی موقتی)	عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی/نداشتن مهارت کافی/نقص فنی دریل	برخورد دریل با دست	مونتاژ کردن تابلو برق
M	A۴	نصب کلید محافظه جان و تست دوره ای آن + اتصال به سیستم ارتینگ و تست دوره ای/استفاده از کابل یک تیکه و سالم(کوتاه) و در صورت نیاز عایق کاری مناسب/در نظر گرفتن تابلو به تعداد کافی	H	B۱	B	۱	شوك؛ ناتوانی دائمی؛ مرگ	نداشتن کلید حافظه جان و ارت/استفاده از کابل سیار غیر ایمن	برق گرفتگی	

#### مونتاژ تابلو برق :

اولین کار جهت تجهیز یک کارگاه ساختمانی راه اندازی سیستم برق کارگاه می باشد که این امر نیازمند متخصصین این امر می باشد جهت راه اندازی برق کارگاه ابتدا باید تابلوی برق را مونتاژ کرد . مونتاژ کردن تابلو برق خطرات بالقوه ای دارد از جمله این خطرات برخورد دریل با دست که علت آن عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی/نداشتن مهارت کافی/نقص فنی دریل و خطر دیگر برق گرفتگی که علت آن نداشتن کلید محافظه جان و ارت استفاده از کابل سیار غیر ایمن می باشد. که با توجه به مراجعه به نفرات خبره و با سابقه و مراجعه به مستندات قبلی شدت بحرانی و احتمال بالفعل شدن خطر گاه به گاه می باشد.

روش های کنترلی در نظر گرفته شده: آموزش، تحویل تجهیزات حفاظت فردی و نظارت بر نحوه استفاده، استفاده از نیروی متخصص و با تجربه، بازرسی دوره ای دستگاه، انتخاب دستگاه مناسب با نوع مته و نصب کلید محافظه جان و تست دوره ای آن به همراه اتصال به سیستم ارتینگ تست دوره ای، استفاده از کابل یک تیکه و سالم(کوتاه) و در صورت نیاز عایق عاری مناسب و در نظر گرفتن تابلو به تعداد کافی.

جدول(۴-۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل داربست بند(JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
L	D۳	استفاده از جرثقیل به جای نیروی انسانی - استفاده از دو کارگر برای بلند کردن لوله - آموزش بلند کردن صحیح بار	M	C۲	C	۲	آسیب به کمر	عدم آموزش صحیح بلند کردن بار	بلند کردن غلط لوله	داربست بند
L	C۴	پوشیدن کفش ایمنی، استفاده از دستکش مناسب برای جلوگیری از سقوط لوله، خودداری از بلند کردن چند نوع از متریال با هم	M	D۲	d	۲	شکستگی دست یا پا	سر خوردن لوله از دست کارگر	افتادن لوله ها روی پای کارگر	
L	D۲	استفاده از حلقه مناسب جهت آویز آچار و سایر ابزار ، استفاده از کلاه ایمنی برای کلیه افراد کارگاه	H	B۲	B	۲	شکستگی سر افرادی که در تردد می باشند	عدم تمرکز کارگر	سقوط آچار و ابزار	
M	B۳	استفاده از افراد ذیصلاح و استفاده از هارنس	H	B۱	B	۱	شکستگی دست و پا ، مرگ	عدم استفاده از کمریند ایمنی و عدم مهارت لازم و کافی داربست بند	سقوط داربست بند	

داربست بند:

معمولًاً در پروژه ساختمانی جهت دسترسی به نما ، نصب قالب ، درون چاله آسانسور و محل هایی که نیاز به نصب سازه ای موقت می باشد از داربست استفاده می شود که یکی از پر خطرترین شغل های موجود در پروژه های ساختمانی می باشد از جمله این خطرات سقوط داربست بند که علت آن عدم استفاده از کمربند ایمنی و عدم مهارت لازم و کافی داربست بند می باشد ، هنگام تخلیه و یا بار زدن لوله ها امکان صدمه به کمر به وجود دارد که علت آن عدم آموزش و وزن زیاد لوله می باشد ، افتادن لوله ها روی پای کارگر که علت آن سر خوردن لوله از دست کارگر می باشد ، سقوط آچار و ابزار به دلیل عدم تمرکز کارگر می باشد و باتوجه به جلسات و مصاحبه با افراد متخصص و مراجعه به مستندات پروژه و پروژه های مشابه در صورت سقوط داربست بند شدت آن فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد و روش های کنترلی استفاده از افراد ذیصلاح و استفاده از هارنس پیشنهاد گردید.

در صورت بلند کردن غلط لوله شدت آن بحرانی و احتمال بالفعل شدن آن گاه به گاه می باشد و روش های کنترلی پیشنهادی استفاده از جرثقیل به جای نیروی انسانی -استفاده از دو کارگر برای بلند کردن لوله و آموزش بلند کردن صحیح بار می باشد.

در صورت افتادن لوله ها روی پای کارگر شدت آن بحرانی و احتمال بالفعل شدن آن خیلی کم می باشد و روش های کنترلی پوشیدن کفش ایمنی، استفاده از دستکش مناسب برای جلوگیری از سقوط لوله، خودداری از بلند کردن چند نوع از متریال با هم می باشد..

در صورت سقوط آچار و ابزار شدت آن بحرانی و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد و روش های کنترلی پیشنهادی استفاده از حلقه مناسب جهت آویز آچار و سایر ابزار ، استفاده از کلاه ایمنی برای کلیه افراد کارگاه می باشد.

جدول(۴-۱۵) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل نصب تابلو برق(JHA)

نامه ردیف	دستورالعمل	مکان	متوجه	متوجه	متوجه	متوجه	متوجه	متوجه	متوجه	متوجه	متوجه	متوجه
M	A۴	کنترل محل قبل از نصب تابلو صدور پرمیت(آموزش و تحويل تجهیزات کار در ارتفاع/تهیه و ملزم به استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و نظارت بر استفاده/عدم فعالیت در روزهای بارانی در محیط های باز)	H	B۱	B	۱	سوختگی؛ ناتوانی دائمی؛ مرگ	نداشتن جایگاه کار مناسب (نداشتن حفاظت/عدم استفاده از کمربند ایمنی/وارد شدن شوک الکتریکی	نداشتگی؛ ناتوانی دائمی؛ مرگ	نحوه ایمنی شغل نصب تابلو برق	نحوه ایمنی شغل نصب تابلو برق	
L	D۳	استفاده از نیروی انسانی کافی جهت جابجایی/استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب	M	C۳	C	۳	آسیب موقتی	سنگین بودن تابلو برق	افتادن تابلو روی دست و پا	افتادن تابلو روی دست و پا	افتادن تابلو روی دست و پا	

## نصب تابلو برق:

بعد از مونتاژ تابلو برق نوبت به مرحله نصب تابلو برق می تواند در محل هایی بر روی دیوار که از قبل تعییه گردیده نصب گردد و یا تابلو برق می تواند بر روی پایه های مخصوص که قبلاً ساخته شده نصب گردد که در این نوع شغل دو نوع خطر شناسایی و با توجه به مشاهده مستندات و جلسه با نخبگان احتمال و شدت آن ها به صورت ذیل محاسبه گردید:

۱. سقوط از ارتفاع که به دلیل نداشتن جایگاه کار مناسب (نداشتن حفاظ)، عدم استفاده از کمربند ایمنی، وارد شدن شوک الکتریکی می تواند اتفاق بیفتد که شدت آن فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن آن محتمل و اقدامات کنترلی به شرح ذیل می باشد:

اقدامات کنترلی پیشنهادی : کنترل محل قبل از نصب تابلو(صدور پرمیت)، آموزش و تحويل تجهیزات کار در ارتفاع، تهیه و ملزم به استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و نظارت براستفاده و عدم فعالیت در روزهای بارانی (در محیط های باز).

۲. افتادن تابلو روی دست و پا که به دلیل وزن تابلو برق می تواند اتفاق بیفتد که شدت آن مرزی و احتمال بالفعل شدن آن گاه به گاه می باشد اقدامات کنترلی به شرح ذیل می باشد:  
اقدامات کنترلی پیشنهادی :

استفاده از نیروی انسانی کافی جایجایی، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب.

جدول(۱۶-۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل اتصال کابل های برق(JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
M	B۴	کنترل والزام به نصب کلید محافظه جان و ارت قبل از اتصال برق/کنترل تابلو بعد از مونتاژ توسط واحد برق/کنترل تابلو بعد از مونتاژ توسط واحد برق/ابلاغ روش اجرایی مونتاژ تابلو برق/درست کردن سایبان برای تابلو برق/استفاده تابلو برق مناسب با شرایط جوی)داشتن سایبان ؛لاستیک دور تابلو و گلندو...)(آموزش	H	B1	B	1	شوك الکتریکی، سوختگی؛ ناتوانی دائمی؛مرگ	نداشتن کلید محافظه جان و ارت/شل بودن پایه های کابل های داخل تابلو/عدم استفاده از عایق بین شینه و تابلو/اقرار گرفتن تابلو برق در محیط باز)بارندگی و...(خطای انسانی (نداشتن مهارت کافی برق کار(عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی	اتصال کابل به بدن	اتصال کابل های برق
L	D۳	تحویل تجهیزات حفاظت فردی مناسب/نصب کلید محافظه جان و اتصال به ارتینیگ ساختمان / بازررسی دوره ای فیوزهای حفاظه جان و ارتینیگ	H	C1	C	1	شوك الکتریکی، سوختگی؛ ناتوانی دائمی؛مرگ	عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی ونداشتن علائم هشداردهنده/نداشتن کلید محافظه جان)و یا عمل نکردن آن( وارت/عدم حفاظت از قسمت های برق دار تابلو/ازبین رفتن عایق	تماس کابل برقدار با بدن فرد	اطلاعات ایران (ایراندak) قراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدفهای علمی، امورشی، و پژوهشی و بر پایه قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحالات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

## اتصال کابل های برق:

بعد از نصب تابلو های برق نوبت به برقرار کردن کابل های برق می رسد که در این مرحله دو نوع خطر وجود

دارد : ۱- اتصال بدن ۲- تماس کابل برق دار با بدن فرد

### اتصال بدن:

یکی از خطرات مهم در هنگام برق دار کردن کابل ها اتصال کابل بر قدر دار به بدن تابلو می باشد که علت آن نداشتن کلید محافظه کار و ارت، شل بودن پایه های کابل های داخل تابلو، عدم استفاده از عایق بین شینه و تابلو، قرار گرفتن تابلو برق در محیط باز (بارندگی و...)، خطای انسانی، نداشتن مهارت کافی برق کار عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی می باشد که با تحقیق در خصوص این خطر پی بردیم که در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد.

اقدامات کنترلی پیشنهادی: کنترل والزم به نصب کلید محافظه کار و ارت قبل از اتصال برق، کنترل تابلو بعد از مونتاژ توسط واحد برق، کنترل تابلو بعد از مونتاژ توسط واحد برق، ابلاغ روش اجرایی مونتاژ تابلو برق، درست کردن سایبان برای تابلو برق، استفاده تابلو برق مناسب با شرایط جوی(داشتن سایبان؛ لاستیک دور تابلو و...)

### تماس کابل برق دار با بدن فرد:

از دیگر خطراتی که در هنگام برق دار شدن تابلو برق می توان نام برد تماس کابل برق دار با بدن فرد بر قرار می باشد که علت آن را می توان عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و نداشتن علائم هشدار دهنده، نداشتن کلید محافظه کار (ویا عمل نکردن آن) وارت، عدم حفاظت از قسمت های برق دار تابلو، از بین رفتن عایق اشاره کرد. که با تحقیق در خصوص این خطر پی بردیم که در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن آن گاه به گاه می باشد.

اقدامات کنترلی پیشنهادی: تحويل تجهیزات حفاظت فردی مناسب، نصب کلید محافظه کار و اتصال به ارتینیگ ساختمان و بازرسی دوره ای فیوزهای حفاظه کار و ارتینگ.

جدول(۴-۷) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل جمع آوری کابل های برق(JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
M	B۴	عبور کابل های سیار از محل مناسب ( عبور از داخل لوله عایق ۲۰ سانتی متر داخل زمین) و یا عبور هوایی با فاصله و حريم ایمن / مشخص کردن محل های عبور کابل ها و آموزش کابل های افراد از محل عبور کابل ها/بازدید از کابل ها قبل از جمع آوری آن ها /	H	B۱	B	۱	شوک الکتریکی، سوختگی؛ ناتوانی دائمی؛ مرگ	زخمی شدن کابل به علت عبور از محل های غیرایمن ماشین الات و یا در معرض برخورد اجسام و یا ابزار برخورد تجهیزات حفاری با تاسیسات زیرزمینی(برق)(قرار گرفتن در حريم کابل های فشار قوی/استفاده از ترمینال ها در فضای باز و مرتبط	تماس کابل برقدار با بدن	جمع آوری کابل های سیار
L	D۳	استفاده از lock؛ out/tag out کنترل تجهیزات و صدور پرمیت/آموزش	H	B۱	b	۱	شوک الکتریکی، سوختگی؛ ناتوانی دائمی؛ مرگ	عدم قطع برق دستگاه راه اندازی دستگاه بدونه هماهنگی سرویس کار	تماس کابل برقدار با بدن	تعمیرات وسائل برقی

### جمع آوری کابل های سیار:

در پروژه های ساختمانی به دلیل پراکندگی حوزه های کاری و پراکندگی دستگاه ها به ناچار از کابل های سیار فراوانی استفاده می شود که بعد از اتمام فعالیت جمع آوری می شود که در همین حین خطری هم چون تماس کابل برقدار با بدن وجود دارد که علت آن زخمی شدن کابل به علت عبور از محل های غیرایمن(ماشین الات و یا در معرض برخورد اجسام و یا ابزار)، برخورد تجهیزات حفاری با تاسیسات زیرزمینی(برق)، قرار گرفتن در حريم کابل های فشار قوی، استفاده از ترمینال ها در فضای باز و مرتبط می باشد و احتمال بالفعل شدن

آن محتمل و شدت آن فاجعه بار می باشد.

اقدامات کنترلی پیشنهادی: عبور کابل های سیار از محل مناسب ( عبور از داخل لوله عایق و حداقل ۲۰ سانتی متر داخل زمین) و یا عبور هوایی با فاصله و حریم ایمن، مشخص کردن محل های عبور کابل ها و آموزش و آگاهی افراد از محل عبور کابل ها، بازدید از کابل ها قبل از جمع آوری آن ها .

#### تعمیرات وسایل برقی:

تعمیرات وسایل برقی را می توان تعمیرات تابلو های برق، دستگاه قیچی، دستگاه فرز و... نام برد که در حین تعمیر خطر برخورد کابل برقدار با بدن شخص تعمیر کار وجود دارد که علت آن عدم قطع برق دستگاه/راه اندازی دستگاه بدونه هماهنگی سرویس کار می باشد. و احتمال بالفعل شدن آن محتمل و شدت آن فاجعه بار می باشد.

اقدامات کنترلی پیشنهادی: استفاده از قفل lock out/tag out؛ کنترل تجهیزات و صدور پرمت و آموزش

جدول(۴-۱۸) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل اجرای رایزر تاسیسات(JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
M	D1	حفظ گذاری	H	B1	B	1	مرگ یک نفر	عدم وجود حفاظ / عدم استفاده از لوازم حفاظت فردی	سقوط از داکت	اجرای رایزر تاسیسات
M	E1	نصب پنجره قبل از اجرای رایزر تاسیسات و حفاظ گذاری	H	C1	C	1	دائمی؛ مرگ	عدم وجود حفاظ	سقوط از بازشو	

#### اجرای رایزر تاسیسات:

در ساختمان ها جهت عبور لوله های تاسیساتی (لوله های آب ،لوله های فاضلاب ، آتشنشانی و ....) محلی را بروی نقشه اجرایی ساختمان مشخص میکنند که به آن ها داکت یا رایزر نیز می نامند و زمانی که نیروهای اجرای تاسیسات ساختمانی در این محل فعالیت میکنند با دو خطر سقوط از داکت و سقوط از بازشو مواجه می باشند .

خطر سقوط از داکت در حین اجرای تاسیسات ، عدم حفاظ گذاری و عدم استفاده از لوازم حفاظت فردی

می باشد. که در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد.

اقدامات کنترلی پیشنهادی: حفاظت گذاری، تهیه و آموزش استفاده از کمربند ایمنی (هارنس)

دومین خطر در این شغل خطر سقوط از بازشو یا opening می باشد که علت آن عدم وجود حفاظ در جلوی پرتگاه می باشد که در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن آن گاه به گاه می باشد.

## اقدامات کنترلی پیشنهادی: حفاظت گذاری

#### جدول (۴-۱۹) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل آرمانور بندی (JHA)

وظیفه	نوع خطر	علت	پیامد	شدت	احتمال	کد ریسک اولیه	سطح ریسک ثانویه	کد ریسک ثانویه	روش کنترلی	سطح ریسک ثانویه	کد ریسک اولیه	سطح ریسک	کد ریسک
تخلیه آرماتور از روی کفی تریلر	سقوط از روی کفی	چرخش میلگرد و برخورد با کارگر	شکستگی پا و دست	۳	B	B3	M	D3	استفاده از TAG LINE	سطح ریسک ثانویه	کد ریسک اولیه	سطح ریسک	کد ریسک
برش آرماتور به وسیله دستگاه قیچی	گیرکردن دست بین تیغه ها و جک قیچی	عدم تمرکز کارگر، عدم حفاظ دستگاه	جراحت انگشت / قطع انگشت	۲	B	B2	H	D2	آموزش کارگر / حفاظتگذاری دستگاه	سطح ریسک	کد ریسک	سطح ریسک	کد ریسک
آرماتوربندی سقف	گیر کردن پا در داخل شبکه آرماتور	عدم استفاده از تخته شبکه	جراحت / شکستگی پا	۳	B	B3	M	D3	استفاده از تخته زبرپایی جهت تردد	سطح ریسک	کد ریسک	سطح ریسک	کد ریسک
پرش سیم آرماتور به داخل چشم	استفاده از سیم خشک و نامرغوب	آسیب به قرنیه چشم	استفاده از سیم	۳	B	B3	M	D3	استفاده از سیم مرغوب / استفاده از عینک	سطح ریسک	کد ریسک	سطح ریسک	کد ریسک
آرماتوربندی ستون	سقوط از ارتفاع	عدم استفاده از کمربند ایمنی / مناسب نبودن جایگاه کار	مرگ یک نفر	۱	C	C1	H		استفاده از SAFTY NET / استفاده از کمربند ایمنی / استفاده از جایگاه کار با عرض حداقل ۵۰ سانتیمتر و بستن تخته ها	سطح ریسک	کد ریسک	سطح ریسک	کد ریسک

## آرماتوربندی:

پر کاربرد ترین شغل در اجرای ساختمان شغل آرماتوربندی می باشد که جهت اجرای فونداسیون ، سقف ، دیوار حائل و ستون ها نیاز به آرماتور بندی می باشد . آرماتور بندی به صورت زیر به بخش های کوچکتر تقسیم بندی می شود.

### الف) تخلیه آرماتور:

بعد از ورود آرماتور به داخل کارگاه نوبت به تخلیه آرماتور ها از روی کفی تریلر به وسیله جرثقیل میرسد ، که خطر سقوط فرد از روی کفی وجود دارد که علت آن چرخش میلگرد و برخورد با کارگر می باشد. با مراجعه به مستندات که در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن مرزی و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد.

اقدامات کنترلی پیشنهادی : استفاده از TAG LINE

### ب) برش آرماتور:

بعد از تخلیه آرماتور شروع به برش میلگردها طبق اندازه نقشه میکنیم که این عمل به وسیله دستگاه قیچی و خم و برش انجام می شود و خطری که در این مرحله وجود دارد گیر کردن انگشتان بین تیغه ها ، میلگردها و جک قیچی است و علت آن عدم تمرکز کارگر، عدم حفاظ دستگاه می باشد و با مراجعه به مستندات که در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن بحرانی و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد.

اقدامات کنترلی پیشنهادی : آموزش کارگر و حفاظ گذاری دستگاه

### ج) آرماتوربندی سقف:

در آرماتور بندی فونداسیون و سقف، شبکه ای با استفاده از میلگرد طبق نقشه از قبل طراحی شده باfte می شود که در این مرحله خطراتی همچون گیر کردن پا در داخل شبکه آرماتور به دلیل عدم استفاده از تخته جهت تردد روی شبکه و پرش سیم آرماتور به داخل چشم به دلیل استفاده از سیم خشک و نامرغوب وجود دارد و با مراجعه به مستندات که در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن مرزی و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد.

اقدامات کنترلی پیشنهادی : استفاده از تخته زیرپایی جهت تردد ، استفاده از سیم مرغوب، استفاده از عینک

### د) آرماتوربندی ستون و تیر:

در ساختمان های با اسکلت بتنی نیاز به آرماتوربندی ستون و تیر وجود دارد که این امر با توجه به ماهیت

شغلش خطراتی همچون سقوط از ارتفاع به دلیل عدم استفاده از کمربند ایمنی، مناسب نبودن جایگاه کار به همراه دارد. و با مراجعه به مستندات که در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن آن گاه به گاه می باشد و اقدامات کنترلی پیشنهادی، استفاده از SAFTY NET استفاده از کمربند ایمنی و استفاده از جایگاه کار با عرض حداقل ۵۰ سانتیمتر و بستن تخته ها می باشد.

جدول(۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل قالب بندی(JHA)

سطح ریسک ثانویه	کد ریسک	روش کنترلی	سطح ریسک اولیه	کد ریسک	احتمال	شدت	پیامد	علت	نوع خطر	وظیفه
M	D۲	استفاده از کمربند ایمنی / استفاده از تخته زیرپایی با عرض مناسب استفاده از safty net	H	B۱	B	۱	شکستگی / مرگ یک نفر	عدم استفاده از کمربند ایمنی نامناسب بودن جایگاه کار	سقوط از ارتفاع	قالب بندی
M	D۲	تمیز کردن قالب ها قبل از نصب/ بلند کردن توسط جرثقیل	M	C۲	C	۲	جراحت / شکستگی	بلند کردن قلب توسط یک نفر/ غزنده بودن قلب	سقوط قالب بر روی دست یا پا	
L	D۳	بلند کردن توسط / جرثقیل / حداقل توسط ۲ نفر قالب نصب شود	M	B۳	B	۳	آسیب به کمر	بلند کردن قالب توسط یک نفر / وزن بالای قالب	مشکلات ارگونومیکی	

## قالب بندی:

بستن قالب بعد از مرحله آرماتور بندی صورت میگیرد و در این مرحله قالب های فلزی به دور شبکه آرماتور بسته میشود که جهت بتن ریزی آماده شود قالب ها برای نگه داشتن بتن در محل مورد نظر بکار میروند و خطراتی همچون : سقوط از ارتفاع، سقوط قالب بر روی دست یا پا و مشکلات ارگونومیکی به همراه دارد.

الف) خطر سقوط از ارتفاع به دلیل عدم استفاده از کمربند ایمنی توسط کارگر / نامناسب بودن جایگاه کار می باشد و با توجه به جلسات و مصاحبه با افراد متخصص و مراجعه به مستندات پروژه و پروژه های مشابه در صورت سقوط شدت آن فاجعه بار و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد و اقدامات کنترلی استفاده از کمربند ایمنی ، استفاده از تخته زیرپایی با عرض مناسب و استفاده از safty net می باشد.

ب) خطر بعدی که این شغل را تهدید می کند سقوط قالب بر روی دست یا پا است که علت این امر بلند کردن قالب توسط یک نفر، لغزنده بودن قالب می باشد. و با توجه به جلسات و مصاحبه با افراد متخصص و مراجعه به مستندات پروژه و پروژه های مشابه در صورت سقوط قالب شدت آن بحرانی و احتمال بالفعل شدن آن گاه به گاه می باشد و اقدامات کنترلی برای جلوگیری از بالفعل شدن خطر، تمیز کردن قالب ها قبل از نصب و بلند کردن توسط جرثقیل می باشد.

ج) مشکلات ارگونومیکی از دیگر خطرات موجود در قالب بندی است که علت آن بلند کردن قالب توسط یک نفر و وزن بالای قالب می باشد و با توجه به جلسات و مصاحبه با افراد متخصص و مراجعه به مستندات پروژه و پروژه های مشابه در صورت بروز مشکلات ارگونومیکی شدت آن مرزی و احتمال بالفعل شدن آن محتمل می باشد و اقدامات کنترلی برای جلوگیری از بالفعل شدن خطر، بلند کردن توسط جرثقیل و حداقل توسط ۲ نفر قالب نصب شود .

جدول(۲۱-۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی شغل بتن ریزی(JHA)

وظیفه	نوع خطر	علت	پیامد	شدت	احتمال	کد ریسک	سطح ریسک کنترلی	کد ریسک	سطح ریسک اولیه	روش کنترلی	کد ریسک ثانویه
بتن ریزی سقف	پاشیدن بتن به داخل چشم	تخليه بتن با فاصله زياد / عدم استفاده از عينك	آسيب به چشم و قرنبيه	۳	C	C۳	M	E۳	استفاده از عينك شفاف/نژديك كردن لوله پمپ به محل بتن ريزی/آموزش مواد msds		L
مشكلات ارگonomikی	جabee جا كردن لوله خورطومي پمپ دكل	آسيب به کمر	جabee جا كردن لوله خورطومي پمپ دكل	۳	C	C۲	M	E۴	جabee جايي لوله خورطومي به وسيله پمپ دكل		L
برخورد لوله دكل پمپ به کارگر	عدم تمرکز اپراتور پمپ/عدم مهارت کافي اپراتور	شکستگی / مرگ	عدم تمرکز اپراتور پمپ/عدم مهارت کافي اپراتور	۱	B	B۱	H	E۲	استفاده از اپراتور داري صلاحيت از مراجع ذيصلاح / آموزش اپراتور /		M
بتن ریزی ستون و دیوار	سقوط از ارتفاع	عدم استفاده از کمربند اینمي ب بودن جايگاه کار	عدم استفاده از کمربند اینمي/نامناس ب بودن جايگاه کار	۱	B	B۱	H	D۲	استفاده از کمربند اینمي /استفاده از تخته زيرپائي با عرض مناسب / استفاده از safty net		M

## بتن ریزی:

عملیات بتن ریزی از جمله عملیاتی است که بسیار زیاد در ساختمان‌ها دیده می‌شود این عملیات بعد از اجرای آرماتوربندی صورت می‌گیرد که معمولاً بسته به شرایط با دو پمپ زمینی و هوایی انجام می‌شود. ما این فعالیت را به دو قسمت بتن ریزی سقف و بتن ریزی ستون و دیوار تقسیم می‌کنیم.

### الف) بتن ریزی سقف:

در زمان بتن ریزی سقف خطر پاشیدن بتن به داخل چشم وجود دارد که دو دلیل تخلیه بتن با فاصله زیاد و عدم استفاده از عینک باعث این خطر می‌شود و با توجه به جلسات و مصاحبه با افراد متخصص و مراجعه به مستندات پروژه و پروژه‌های مشابه در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن مرزی و احتمال بالفعل شدن آن گاه به گاه می‌باشد.

اقدامات کنترلی برای جلوگیری از بالفعل شدن خطر: استفاده از عینک شفاف، نزدیک کردن لوله پمپ به محل بتن ریزی و آموزش msds مواد.

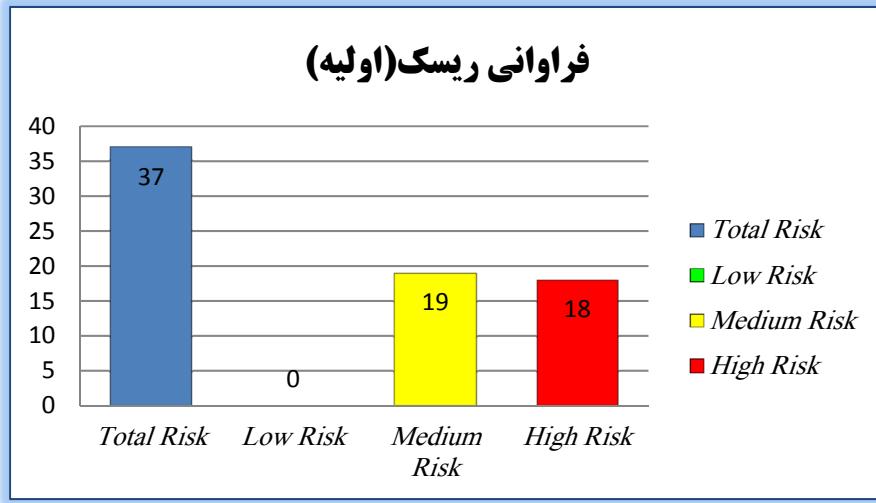
### ب) بتن ریزی ستون و دیوار:

بتن ریزی در ستون و دیوار به دلیل فضای کم و جابه جایی سخت افراد خطراتی همچون سقوط از ارتفاع وجود دارد و دلیل دیگری که می‌تواند داشته باشد عدم استفاده از کمربند ایمنی در حین بتن ریزی می‌باشد. با توجه به جلسات و مصاحبه با افراد متخصص و مراجعه به مستندات پروژه و پروژه‌های مشابه در صورت بالفعل شدن خطر شدت آن فاجعه بار و احتمال آن محتمل می‌باشد و اقدامات کنترلی برای جلوگیری از بالفعل شدن خطر استفاده از کمربند ایمنی، استفاده از تخته زیرپایی با عرض مناسب و استفاده از safty net می‌باشد.

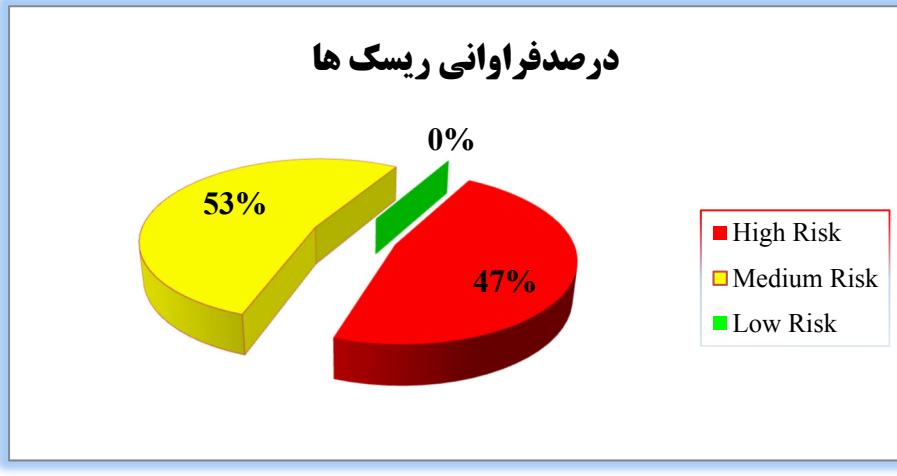
## ۳-۴-۴-نتایج ارزیابی ریسک ایمنی شغلی به روشن JHA:

پس از شناسایی فعالیتها و شغل‌های مهم پروژه توسط افراد متخصص گروه و تکمیل کاربرگ‌های JHA ریسک‌های ایمنی حاصل از فعالیت‌ها توسط متخصصین HSE، نفرات عملیات، تعمیرات، فرآیند و برق در پروژه تحت بررسی شناسایی و نمره دهی شده و عدد اولویت ریسک محاسبه گردید در این تحقیق ۱۵ فعالیت مورد بررسی قرار گرفت. که ۳۷ خطر بالقوه حاصل از این فعالیتها مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت که ۱۸ مورد یا (۴۷,۳۶) درصد از ریسک‌های شناسایی شده، بالاتر از درجه مخاطره پذیری و در سطح ریسک‌های بحرانی (H) قرار داشتند. ۱۹ مورد یا (۵۲/۶۴) درصد از ریسک‌ها در سطح متوسط (M) قرار داشتند. بالاترین ریسک ایمنی شغلی مربوط به شغل داربست بوده با سطح ریسک B1 و شغل اداری و انباردار با سطح ریسک

C<sup>۳</sup> کمترین سطح اولویت ریسک را دارا می باشد.



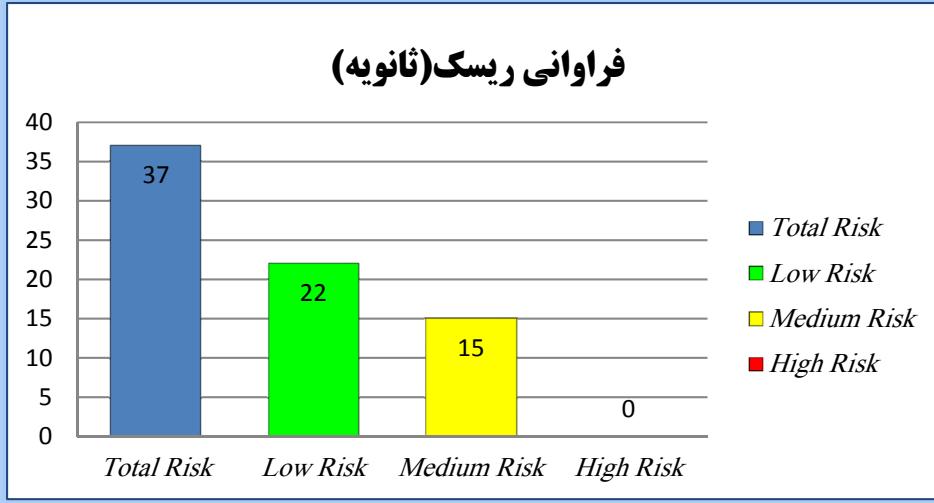
نمودار (۴-۳) فراوانی ریسکهای ایمنی شغلی (JHA)



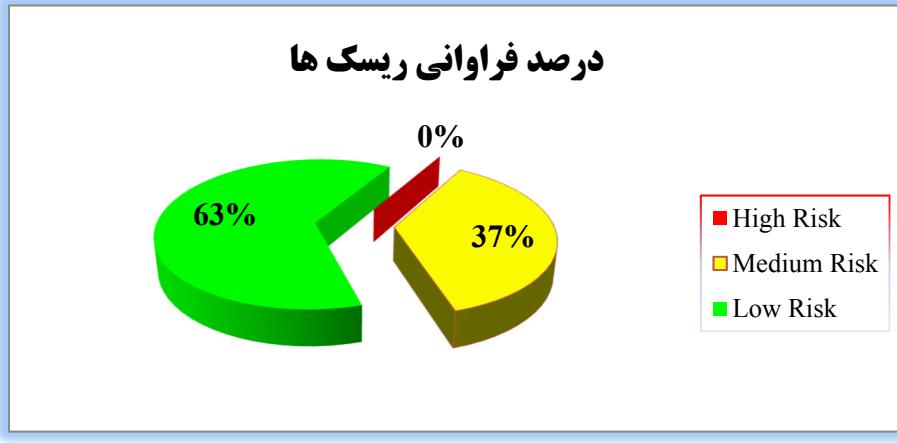
نمودار (۴-۴) درصد فراوانی ریسک های ایمنی شغلی (JHA)

در انتها برای کاهش سطح ریسکها به حد قابل تحمل و مورد قبول، اقدامات مدیریتی و اصلاحی انجام شد. و برای اطمینان از اثر بخشی اقدامات اصلاحی، ارزیابی مجدد ریسکها انجام شد و سطح اولویت ریسک ثانویه محاسبه شد. نتایج ارزیابی ریسک ثانویه نشان میدهد پس از انجام اقدامات اصلاحی هیچ موردی از

ریسکها در سطح بالا(H) قرار نداشتند. ۱۵ مورد از ریسکها در سطح متوسط(M) قرار داشتند. و ۲۲ مورد در سطح پایین(L) قرار داشتند.



نمودار(۹-۴) فراوانی ریسک های ثانویه (JHA)



نمودار(۱۰-۴) درصد فراوانی ریسکهای ثانویه (JHA)

#### ۴-۴-۴ تعیین حد اطمینان یا شاخص ریسکهای ایمنی در روش PFMEA:

تعیین حد اطمینان شاخص های ریسک برای RPN بستگی به منطق، تجربه گذشته و شرایط سیستم دارد.

جهت تعیین حد اطمینان یا شاخص ریسک و حد بالا و پایین ریسک، در این پژوهه ابتدا میانگین ضریب ریسکها (RPN) به شرح ذیل محاسبه گردید:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_N}{N}$$

$X$  = میانگین حسابی

$N$  = تعداد داده ها

$(RPN)$  = داده ها  $= Xi$

و سپس انحراف معیار داده ها محاسبه شد:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}.$$

$\sigma$  = انحراف معیار

$X$  = میانگین داده ها

$(RPN)$  = داده ها  $= Xi$

جدول (۴-۲۲) آمار توصیفی ضریب ریسکهای به دست آمده از ارزیابی ریسک های ایمنی (PFMEA)

تعداد داده ها	
۱۵	
۱۰۵,۷۳۵	میانگین
۶۹,۸۵	انحراف معیار
۱۶	حداقل ریسک
۳۵۰	حداکثر ریسک

$$\delta - X = 38$$

$$\delta + X = 175,6$$

در نتیجه انجام محاسبات عدد ۱۰۶ به عنوان حد اطمینان یا شاخص ریسک تعیین گردید و سپس با استفاده از انحراف معیار، پخش شدگی مقادیر حول مقدار میانگین محاسبه شده است و لذا با توجه به محاسبات آماری انجام شده و نظر کارشناسان گروه عدد ۱۷۵ به عنوان حد بالای ریسک و عدد ۴۰ به عنوان حد پایین ریسک در نظر گرفته شده است. بنابراین RPN های کوچکتر از ۴۰ جنبه غیر بارز و RPN های بین ۴۰ تا ۱۷۵ در وضعیت مناسب قرار ندارند و نیازمند به تجدیدنظر در اولویت بعدی دارند. اما RPN های بالاتر از ۱۷۵ جنبه بارز هستند و باید در اولویت اول انجام اقدامات مدیریتی و اصلاحی قرار گیرند تا با انجام اقدامات مناسب میزان شاخص ریسک در آینده به شکل مؤثری کاهش یابد و شاهد بهبود وضعیت ایمنی و بهداشتی باشیم.

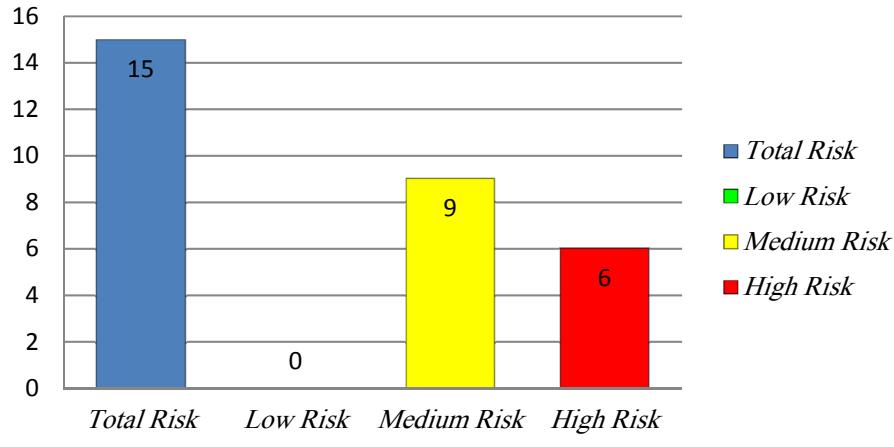
جدول (۴-۲۳) سطوح ریسک های ایمنی

H	ریسک بالا	بزرگتر از ۱۷۵
M	ریسک متوسط	بین ۴۰ تا ۱۷۵
L	ریسک پائین	کوچکتر از ۴۰

۴-۴-۵ نتایج تجزیه و تحلیل ریسکهای ایمنی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز به روش PFMEA پس از شناسایی فعالیتهای مهم پروژه ساختمان اداری بیمه البرز توسط متخصصان گروه، و تکمیل کاربرگهای PFMEA، ۱۵ مورد جنبه مربوط به ریسک ایمنی با استفاده از روش PFMEA در فرایند ساخت ساختمان اداری بیمه البرز مورد شناسایی قرار گرفت. و طی جلسات متعدد، ریسک ها توسط متخصصین HSE، نفرات عملیات، تعمیرات، فرآیند و برق در واحد تحت بررسی شناسایی و نمره دهی شده و عدد اولویت ریسک (RPN) محاسبه گردید. در این تحقیق ۱۵ فعالیت یا فرآیند مورد بررسی قرار گرفت که (۴۰٪) ۶ مورد ریسک بالا (High Risk)، (۶۰٪) ۹ مورد (Medium Risk) ریسک متوسط (Risk) پایین (Low Risk) وجود نداشت.

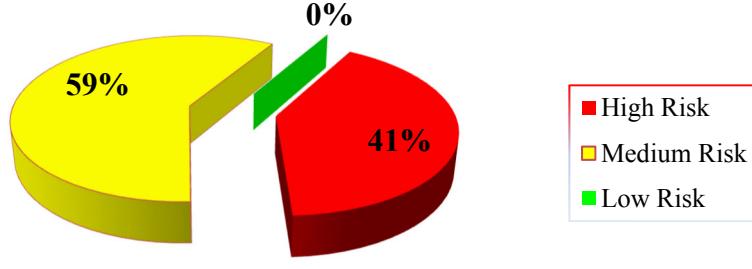
بعد از شناسایی و رتبه بندی ریسک ها به صورت نزولی از بزرگترین RPN برابر عدد ۳۵۰، به کوچکترین RPN برابر عدد ۱۶ مرتب گردیده است و با توجه به نمودار زیر به سه دسته تقسیم شده است:

## فراوانی ریسک(اولیه)



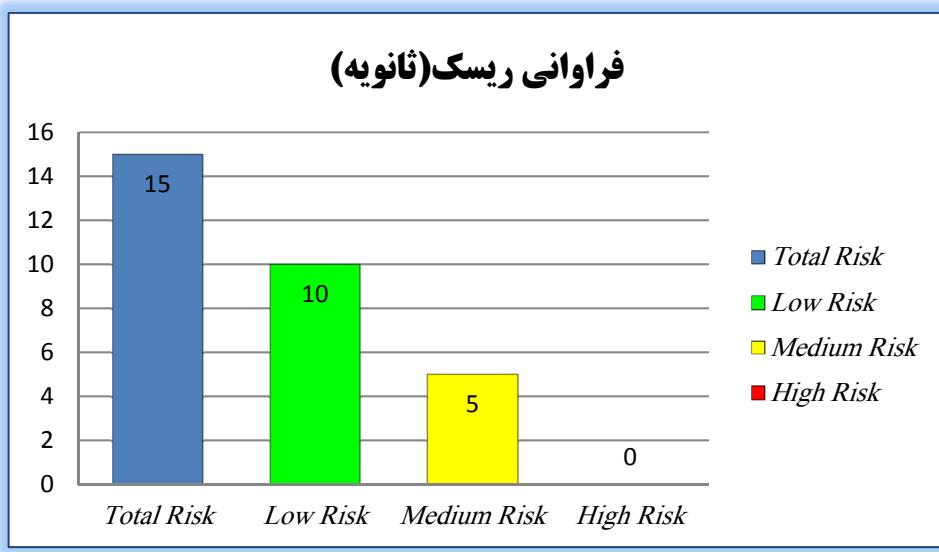
نمودار(۱۱-۴) فراوانی ریسکهای اینمی با استفاده از روش PFMEA

## درصد فراوانی ریسک ها

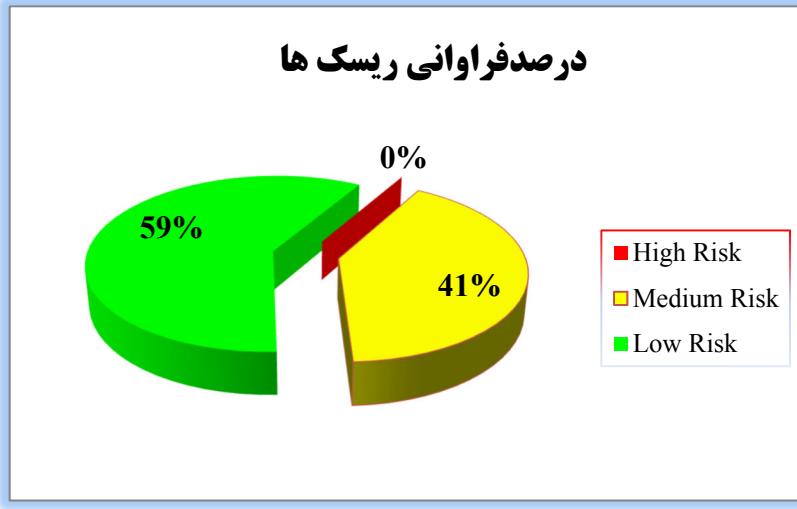


نمودار(۱۲-۴) درصد فراوانی ریسکهای اینمی با استفاده از روش PFMEA

در انتها جهت کاهش سطح ریسکها به حد قابل تحمل و مورد قبول، اقدامات مدیریتی و اصلاحی انجام شد. و برای 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 ۵ مورد از ریسکها در سطح متوسط(M) قرار داشتند. ۱۰ مورد از ریسکها در سطح پایین(L) قرار داشتند.



نمودار(۳-۴) نتایج ارزیابی ریسکهای ثانویه ایمنی با استفاده از روش PFMEA



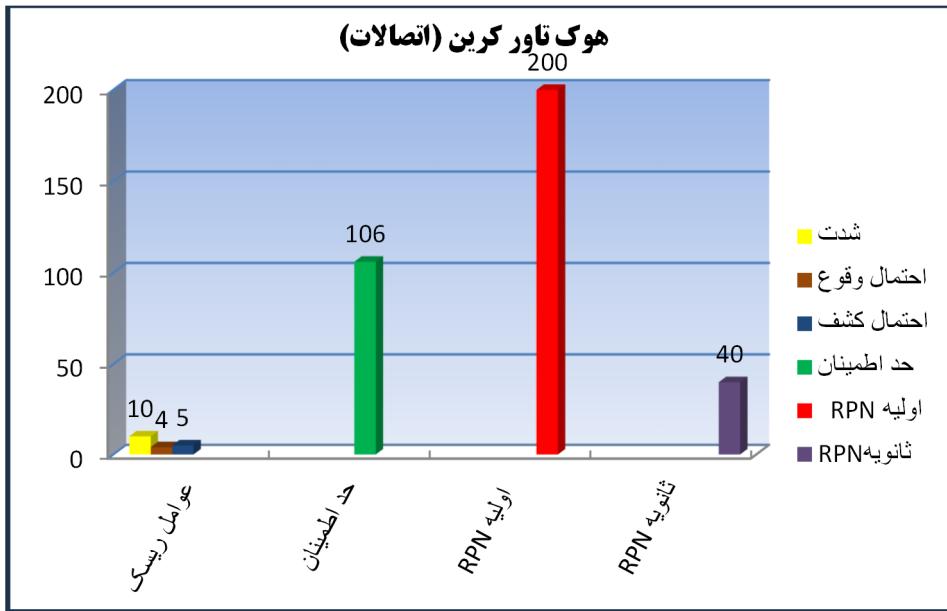
نمودار(۴-۴) نتایج ارزیابی ریسکهای ثانویه

#### ۴-۴-۶- نتایج تجزیه و تحلیل ریسکهای ایمنی با خطر بالا

با توجه به مطالب ذکر شده و محاسبات انجام شده، ریسکهای ایمنی که RPN آن ها بالاتر از ۱۷۵ باشند، جزء ریسک های بحرانی شناخته شدند که باید جهت بهبود شرایط آن ها اقدام شود. در اینجا ۱۷ مورد از ریسکهای ایمنی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند.

جدول(۴-۲۴) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند هوک تاورکرین (PFMEA)

RPN	ارزیابی ریسک ثانویه				اقدام اصلاحی	ارزیابی ریسک اولیه				نحوه پیشگیری (پیمانه)	نحوه کنترل	فرآیند
	کشیدگی	کشیدگی	وقوع	رنگ		RPN	کشیدگی	کشیدگی	وقوع	رنگ		
۴۰	۲	۲	۱	●	تست های باربرداری، انجام بازرسی چشمی روزانه	۲۰۰	۵	۴	۱۰	سقوط بار ، سقوط هوک، مرگ	نقص در اتصالات هوک	کشیدگی
۴۰	۲	۲	۱	●	بازرسی چشمی روزانه ، استفاده از چکلیست	۱۵۰	۳	۵	۱۰	رها شدن تسمه یا سیم بکسل و سقوط بار، مرگ	عدم کارایی شیطانک	
۲۰	۱	۲	۱	●	استفاده از تستهای RT و PT بازرسی چشمی	۲۱۰	۷	۳	۱۰	شکستن قلاب ، سقوط بار	پوسیدگی و خردگی قلاب	



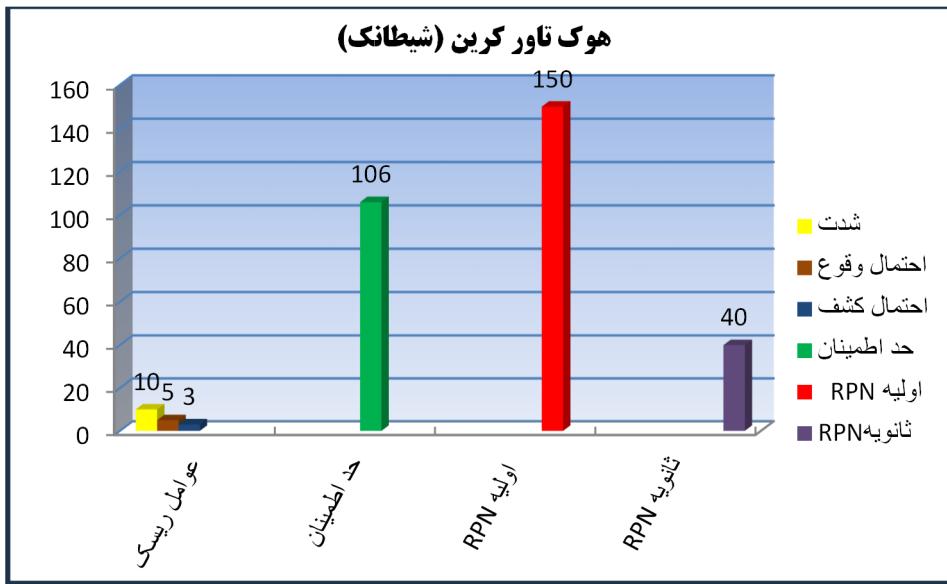
نمودار(۴-۱۵) تأثیرگذاری فرآیند هوک تاورکرین (اتصالات) بر شاخصهای ایمنی

### هوک تاور کرین:

تاور کرین یا جرثقیل برجی وظیفه جابه جایی بار را بر عهده دارد که از این نوع جرثقیل در پروژه های عمرانی بیشتر استفاده می شود و وظیفه هوک تاورکرین یا قلاب اصلی آن انداختن اسلینگ ها جهت جابه جایی بار به داخل آن است.

### هوک تاور کرین ( اتصالات هوک):

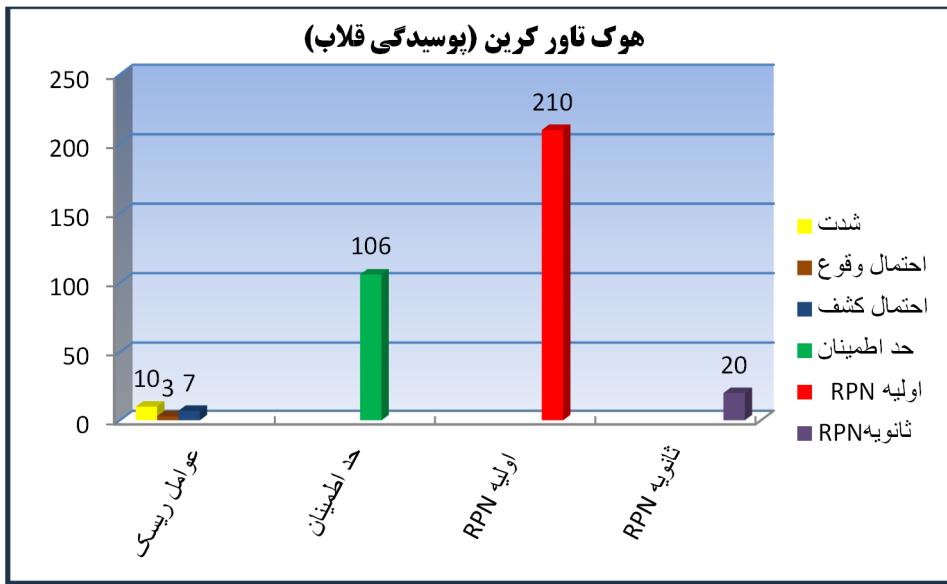
با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر پوسیدگی و خوردگی اتصالات یا عدم تکمیل پیون ها احتمال سقوط هوک وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با  $200 \text{ RPN}$  بالاتر از حد اطمینان  $106$  قرار دارد. این ریسک در سطح بحرانی (H) و بالاتر از عدد  $175$  قرار دارد و باید در اولویت اول اقدامات اصلاحی قرار گیرد. شدت اثر این فرآیند  $10$  و بسیار خطربناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد  $4$  یعنی هر یکسال یکبار احتمال وقوع دارد و احتمال کشف عدد  $5$  یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف متوسط است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و احتمال کشف معطوف شود. اقدامات اصلاحی: استفاده از مواد ضد خوردگی و پوسیدگی در درام، انجام بازدیدهای دوره ای و رفع نشتی اتصالات و تجهیزات،



نمودار(۴-۳) تأثیرگذاری فرآیند هوک تاورکرین (شیطانک) بر شاخصهای ایمنی

### شیطانک هوک:

شیطانک وسیله‌ای است که همانند ضامن هوک عمل می‌کند و از جدا شدن اسلینگ‌ها از داخل هوک جلوگیری می‌کند و با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر شل شدن فتر شیطانک و یا عدم کارایی آن احتمال جدا شدن اسلینگ‌ها از هوک وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با RPN ۱۵۰ بالاتر از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد. این ریسک در سطح متوسط (M) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۱۰ و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۵ یعنی یک وقوع در هر شش ماه تا یکسال و احتمال کشف عدد ۳ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف خطر زیاد است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و احتمال کشف معطوف شود. اقدامات اصلاحی: بازرسی چشمی روزانه، استفاده از چکلیست



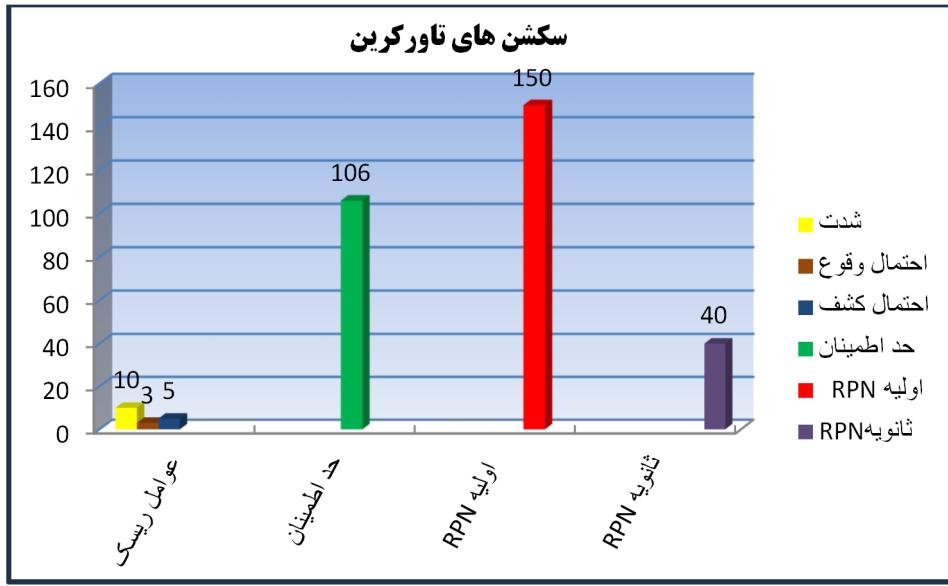
نمودار(۴-۱۷) تأثیرگذاری فرآیند هوک تاور کرین (پوسیدگی قلاب) بر شاخصهای ایمنی

### پوسیدگی قلاب:

با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر پوسیدگی قلاب اصلی و یا ترک در آن احتمال شکستن قلاب هوک وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با ۲۱۰ RPN از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد. این ریسک در سطح بحرانی (H) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۱۰ و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۳ یعنی یک وقوع در سه سال و احتمال کشف عدد ۷ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف خیلی پایین است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و احتمال کشف معطوف شود. اقدامات اصلاحی: استفاده از تستهای RT و pt بازرسی چشمی

جدول (۴-۲۵) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند سکشن های تاور (PFMEA)

ارزیابی ریسک ثانویه				اقدام اصلاحی	ارزیابی ریسک اولیه				فرآیند		
RPN	احتمال کشش	احتمال وقوع	شدت		RPN	احتمال کشش	احتمال وقوع	شدت			
۴۰	۲	۲	۱۰	بازرسی چشمی اپراتور	۱۵۰	۵	۳	۱۰	جدا شدن سکشن ها و سقوط تاور کری ن	شل بودن پین و اشپیل سکشن ها	سکشن های تاور کری



نمودار (۴-۲۶) تأثیرگذاری فرآیند سکشن های تاور کرین بر شاخصهای ایمنی

### سکشن های تاور کرین:

سکشن ها قطعات ۳ متری هستند که به وسیله پین و اشپیل و پیچ و مهره به هم وصل می شوند و ارتفاع جرثقیل برجی را افزایش می دهند و با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر شل بودن پین و اشپیل سکشن ها در آن احتمال جداشدن سکشن ها از هم وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با  $150 RPN$  بالاتر از حد اطمینان  $106$  قرار دارد. این ریسک در سطح بحرانی (M) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند  $10$  و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد

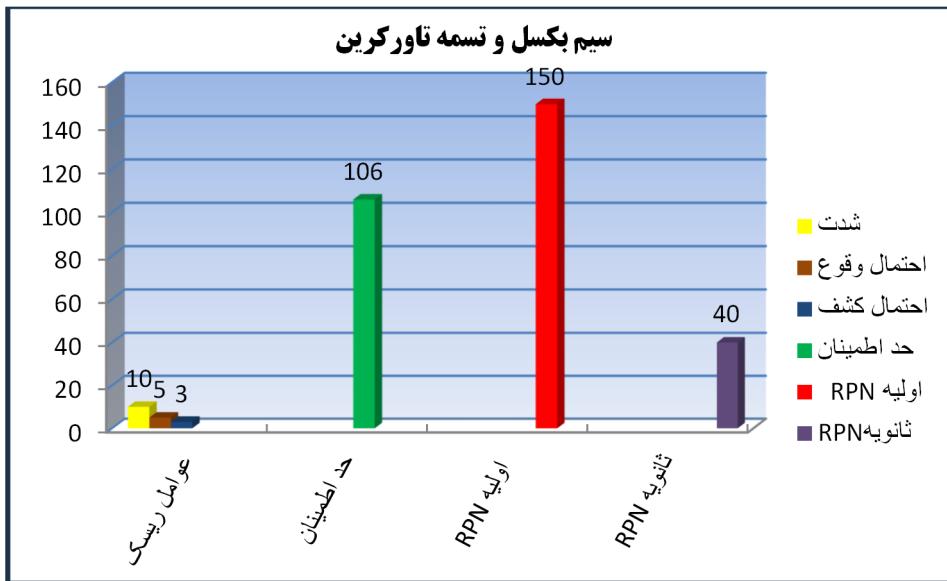
شد، احتمال وقوع آن عدد ۳ یعنی یک وقوع در سه سال و احتمال کشف عدد ۵ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف متوسط است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و احتمال کشف معطوف شود. اقدامات اصلاحی: بازرگانی چشمی اپراتور به صورت روزانه

جدول(۴-۲۶) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند سیم بکسل و تسممه تاور (PFMEA)

ارزیابی ریسک ثانویه					اقدام اصلاحی	ارزیابی ریسک اولیه					فرآیند	
RPN	۱	۲	۳	۴		RPN	۱	۲	۳	۴		
۴۰	۲	۲	۱	۰	بازرگانی چشمی ریگر ، تعویض به موقع ادوات باربرداری ، متناوب بودن بار با میزان sw1 تسممه یا بکسل	۱۵۰	۳	۵	۱۰	پاره شدن بکسل ، تسممه ، زنگیر و سقوط بار	خردگی سیم بکسل و تسممه و زنگیر	پیغام بکسل و تسممه تاور کار

### سیم بکسل و تسممه تاور کرین(اسلینگ ها):

اسلینگ ها کلیه وسایلی هستند که جهت جابه جایی بار از آن ها استفاده می شود مانند: سیم بکسل ها ، تسممه ها و زنجیرها و با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر خردگی اسلینگ ها در آن احتمال پاره شدن آن ها وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با RPN ۱۵۰ بالاتر از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد. این ریسک در سطح بحرانی (M) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۱۰ و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۵ یعنی یک وقوع در یک سال و احتمال کشف عدد ۳ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف بالا است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و معطوف شود. اقدامات اصلاحی: بازرگانی چشمی ریگر ، تعویض به موقع ادوات باربرداری ، متناوب بودن بار با میزان sw1 تسممه یا بکسل



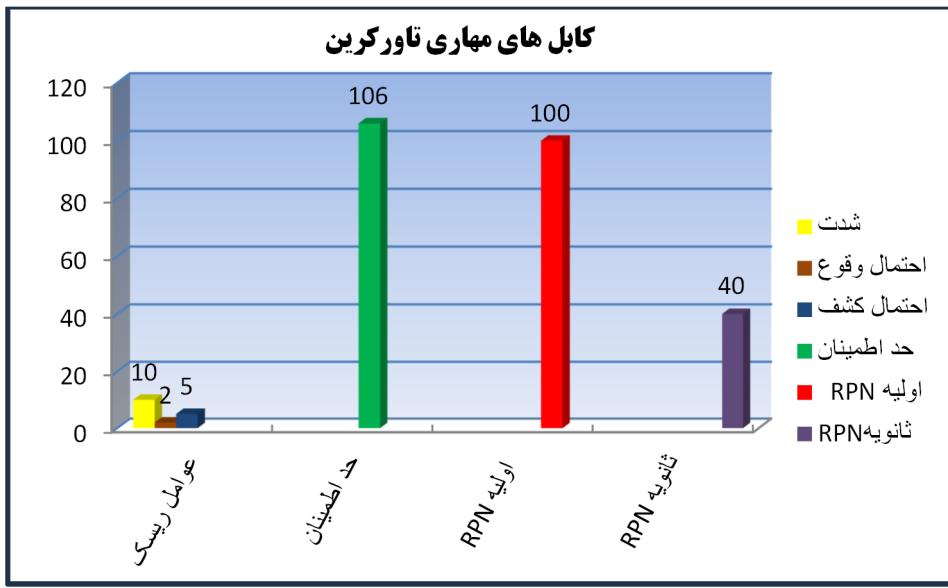
نمودار(۴-۱۹) تأثیرگذاری فرآیند سیم بکسل و تسمه تاورکرین بر شاخصهای ایمنی

جدول(۴-۲۷) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند کابل های مهاری تاورکرین (PFMEA)

فرآیند	کابل های مهاری تاورکرین	کل شکست				تلقیه (پیامد)				ارزیابی ریسک اولیه				ارزیابی ریسک ثانویه				اقدام اصلاحی				
		نقص در کابل های مهاری یا پوسیدگی کابل های مهاری	نقض در کابل های مهاری	پاره شدن کابل های مهاری و سقوط فلش تاورکرین	پاره شدن کابل های مهاری و سقوط فلش تاورکرین	تلقیه (پیامد)	تلقیه (پیامد)	ارزیابی ریسک اولیه	ارزیابی ریسک ثانویه	RPN	کشف	وقوع	کشف	وقوع	کشف	وقوع	کشف	وقوع				
								۱۰۰	۵	۲	۱۰	۲	۲	۱۰	۱۰۰	۵	۲	۱۰	۱۰۰	۵	۲	۱۰

## کابل های مهاری تاورکرین:

این کابل ها در بالاترین نقطه دستگاه قرار دارد که به وسیله این کابل ها فلش دستگاه که طول زیادی هم دارد مهار می شود و با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر پوسیدگی کابل های مهاری احتمال پاره شدن کابل های مهاری و سقوط فلش تاورکرین وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با  $RPN = 100$  قرار دارد. این ریسک در سطح متوسط (M) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۱۰ و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۲ یعنی یک وقوع در هر پنج سال و احتمال کشف عدد ۵ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف متوسط است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال کشف معطوف شود. اقدامات اصلاحی: بازرسی چشمی اپراتور، بازرسی پین های کابلها



نمودار (۴-۲۰) تأثیرگذاری فرآیند کابل های مهاری تاورکرین بر شاخصهای ایمنی

جدول (۴-۲۸) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند ژنراتورها (PFMEA)

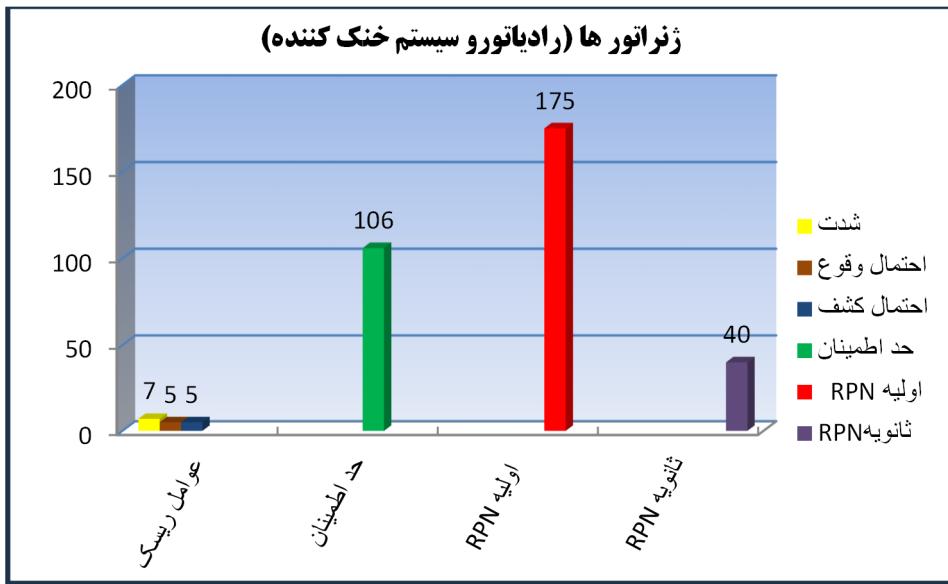
RPN	ارزیابی ریسک ثانویه				اقدام اصلاحی	ارزیابی ریسک اولیه				پیشنهاد (پردازش)	دلالت شکست	فرآیند
	RPN	نگاه کننده	نحوه	وقت		RPN	نگاه کننده	نحوه	وقت			
۴۲	۲	۳	۷		بازرسی روزانه اپراتور ، تعمیر و نگهداری مناسب	۱۷۵	۵	۵	۷	بالا رفتن حرارت موتور دیزل ، از بین رفتن رادیاتور سیلندرها	نقص در فن ، سوراخ شدن رادیاتور	پیشنهاد
۷۲	۳	۶	۴		نصب لرزه گیر مناسب ، دیوارکشی به وسیله هپلکس	۱۲۶	۳	۷	۶	کاهش شنوایی	ارتفاع و تولید صدا در اثر نقص قطعات و فندانسیون نامناسب	

### ژنراتورها:

دستگاه هایی هستند که در کارگاه های ساختمانی مولد برق هستند و کاربرد فراوان و پر اهمیتی در داخل پروژه دارند این دستگاه ها اجزای مختلفی دارند که مهمترین آن ها عبارتند از سیستم های خنک کننده دستگاه و پایه و فونداسون دستگاه

### سیستم خنک کننده:

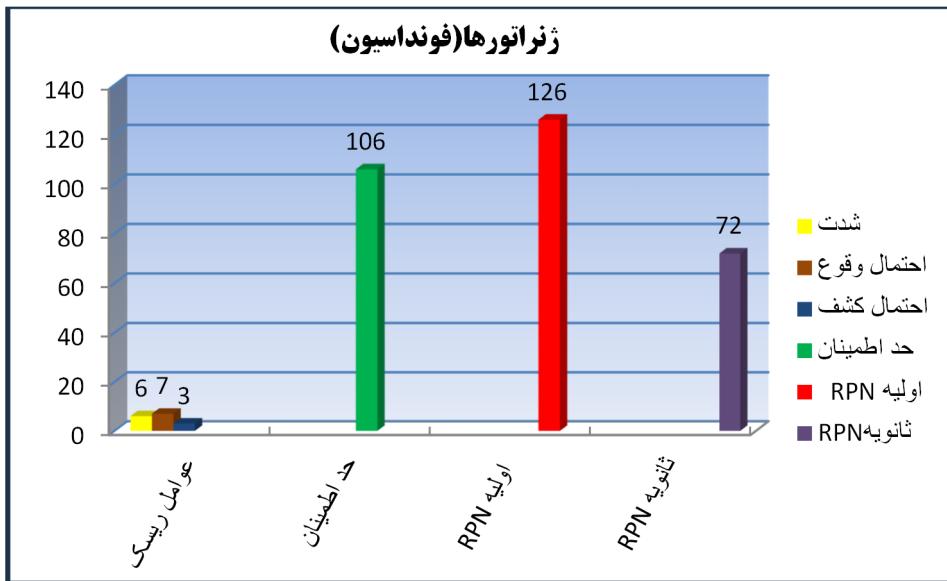
سیستم خنک کننده ژنراتور از دو بخش فن و رادیاتور تشکیل شده که جهت جلوگیری از داغ شدن موتور تعییه گردیده که با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر سوراخ شدن رادیاتور و نقص فنی احتمال بالا رفتن درجه حرارت موتور دیزل و از بین رفتن سیلندرها وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با RPN ۱۷۵ بالاتر از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد. این ریسک در سطح بحرانی (H) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۷ و نیاز به تعمیرات اساسی وجود خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۵ یعنی یک وقوع در هر یک سال و احتمال کشف عدد ۵ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف متوسط است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و احتمال کشف معطوف شود. اقدامات اصلاحی: بازرسی روزانه اپراتور ، تعمیر مناسب



نمودار (۴-۲۱) تأثیرگذاری فرآیند ژنراتورها (سیستم خنک کننده) بر شاخصهای ایمنی

### فونداسیون ژنراتور:

محل قرارگیری ژنراتور به دلیل لرزش های بسیار زیاد و صدای بالای آن اهمیت ویژه ای دارد که با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر نقص قطعات و فندانسیون نامناسب احتمال ارتعاش و تولید صدا و کاهش شناوری وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با ۱۲۶RPN بالاتر از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد. این ریسک در سطح متوسط (M) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۶ که نیاز به تعمیرات وجود خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۷ یعنی یک وقوع در هر ماه و احتمال کشف عدد ۳ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف بالا است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و معطوف شود. اقدامات اصلاحی: نصب لرزه گیر مناسب، دیوارکشی به وسیله هپلکس



<sup>۴-۲۲</sup> نمودار (۴-۴) تأثیرگذاری فرآیند ژنراتورها (فونداسیون) بر شاخصهای ایمنی

#### جدول (۴-۲۹) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند دستگاه فرز (PFMEA)

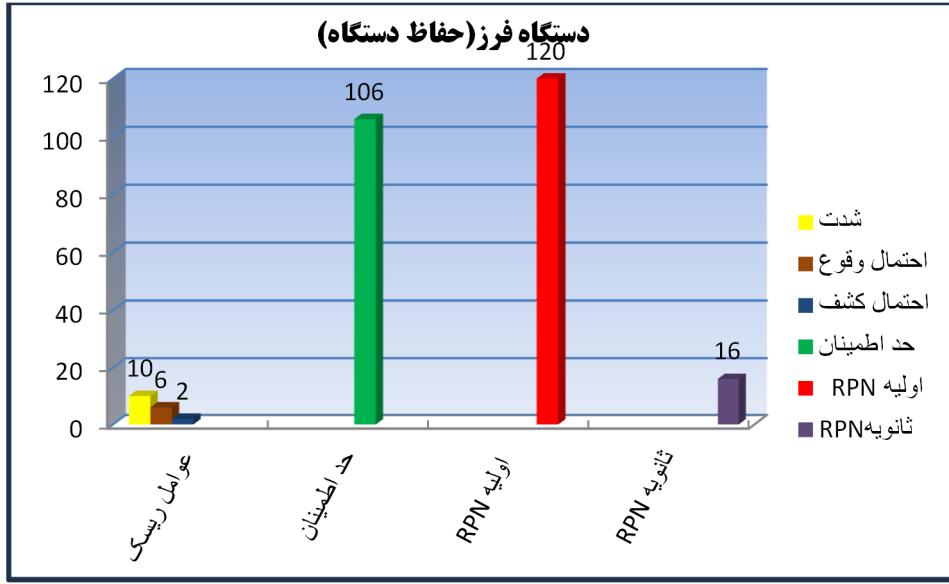
ارزیابی ریسک ثانویه				اقدام اصلاحی	ارزیابی ریسک اولیه				ترکیبیه (پیامد)	حالات شکستن	فرآیند
RPN	احتمال کشوف	احتمال وقوع	تهدید (٪)		RPN	احتمال کشوف	احتمال وقوع	تهدید (٪)			
۱۶	۲	۲	۴	نصب حفاظ و بازرسی روزانه از دستگاه ها / آموزش و فرهنگ سازی	۱۲۰	۲	۶	۱۰	پرتاب پلیسه و آسیب به چشم / در صورت قلاب کردن دستگاه احتمال مرگ	حذف یا عدم کارایی حفاظ دستگاه	دستگاه ساز
۵۰	۵	۲	۵	استفاده از صفحه سنگ های دارای تاییدیه	۳۵۰	۵	۷	۱۰	شکستن صفحه سنگ و برخورد قطعات صفحه با کارگر	نقص در صفحه سنگ و استفاده از جنس نامرغوب صفحه	صفحه سنگ

## دستگاه سنگ فرز:

به وسیله دستگاه سنگ فرز در کارگاه های ساختمانی ، آهن آلات سبک بریده میشود . این دستگاه دوار صفحه سنگ های مختلفی وجود دارد که قابل تعویض می باشد این دستگاه یک حفاظ دارد که در برخی از موارد دیده شده که کارگران برای راحتی در کار آن را حذف می کنند.

### حفظ دستگاه:

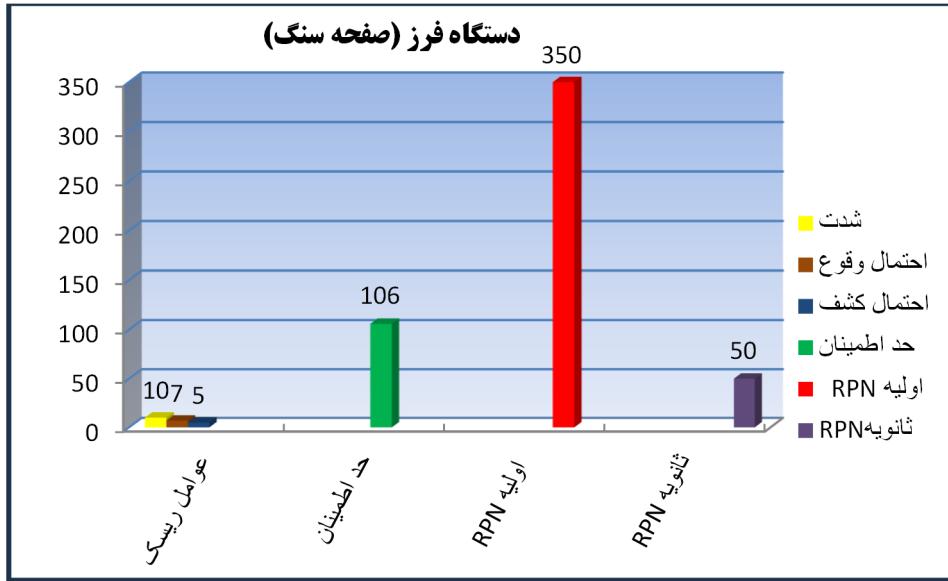
حذف حفاظ دستگاه اثراتی همچون پرتاب پلیسه و آسیب به چشم ، در صورت قلا布 کردن دستگاه احتمال مرگ را به همراه دارد که با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه،در اثر حذف حفاظ دستگاه احتمال پرتاب پلیسه و مرگ وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با RPN<sup>۱۲۰</sup> بالاتر از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد.این ریسک در سطح متوسط (M) قرار دارد.شدت اثر این فرآیند ۱۰ و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد،احتمال وقوع آن عدد ۶ یعنی یک وقوع در هر سه ماه و احتمال کشف عدد ۲ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف خیلی بالا است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع معطوف شود.اقدامات اصلاحی: نصب حفاظ و بازرسی روزانه از دستگاه ها / آموزش و فرهنگ سازی



نمودار (۴-۲۳) تأثیرگذاری فرآیند دستگاه سنگ فرز(حفاظ دستگاه) بر شاخصهای ایمنی

## صفحه سنگ:

اصلی ترین جزء دستگاه فرز صفحه آن می باشد که جنس این صفحه از اهمیت به سزاپی برخوردار است که با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر نامرغوب بودن جنس صفحه احتمال شکسته شدن صفحه سنگ و برخورد قطعات شکسته شده با کارگر وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با  $RPN = 350$  بالاتر از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد. این ریسک در سطح بحرانی (H) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۱۰ و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۷ یعنی یک وقوع در هر ماه و احتمال کشف عدد ۵ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف متوسط است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و شدت معطوف شود. اقدامات اصلاحی: استفاده از صفحه سنگ های دارای تاییدیه از مراکز ذیصلاح



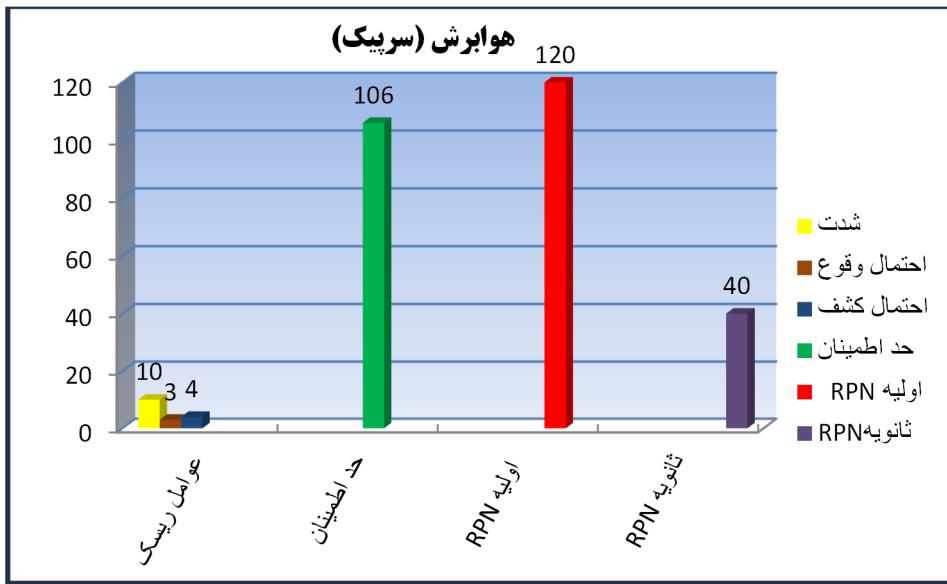
نمودار(۴-۲۶) تأثیرگذاری فرآیند دستگاه فرز(صفحه سنگ) بر شاخصهای ایمنی

جدول(۴-۳۰) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند هوابرش (PFMEA)

ارزیابی ریسک ثانویه					اقدام اصلاحی	ارزیابی ریسک اولیه					نحوه کنترل	نحوه شناسی	فرآیند
RPN	اچ	نیافر	نیافر	نیافر		RPN	اچ	نیافر	نیافر	نیافر			
۴۰	۴	۲	۵		نصب فلش بک برروی شیلنگ های کپسول اکسیژن و گاز	۱۲۰	۴	۳	۱۰	برگشت شعله به داخل شیلنگ و انفجار کپسول	نقص در سرپیک	نحوه کنترل	فرآیند
۲۰	۲	۲	۵		نصب مانومتر سالم و بازرسی روزانه ، استفاده از چرخ ترولی جهت جلوگیری از افتادن کپسول	۱۲۰	۳	۴	۱۰	عدم تشخیص فشار اکسیژن و مقدار باقیمانده و بالا رفتن فشار اکسیژن و انفجار شیر کپسول	نقص در مانومتر کپسول اکسیژن	نحوه کنترل	فرآیند
۳۰	۳	۲	۵		نصب رگلاتور سالم و بازرسی روزانه به وسیله آب و کف	۱۸۰	۳	۶	۱۰	نشت گاز استیلن و مسومومیت و انفجار	نقص در رگلاتور کپسول گاز استیلن	نحوه کنترل	فرآیند

## هوابرش:

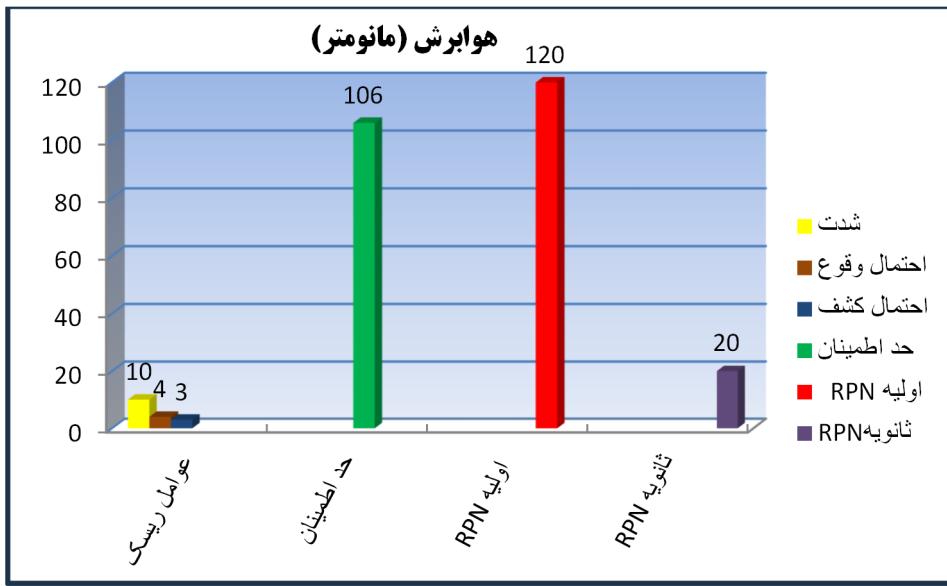
هوابرش وسیله‌ای است برای برش هرگونه آهن آلات سنتگین در کارگاه به کار می‌رود که این دستگاه متشکل می‌شود از یک کپسول اکسیژن و یک استیلن که به وسیله یک شلنگ به سرپیک متصل می‌شوند.



نمودار(۴-۲۵) تأثیرگذاری فرآیند هوابرش(سرپیک) بر شاخصهای ایمنی

#### نقص در سرپیک:

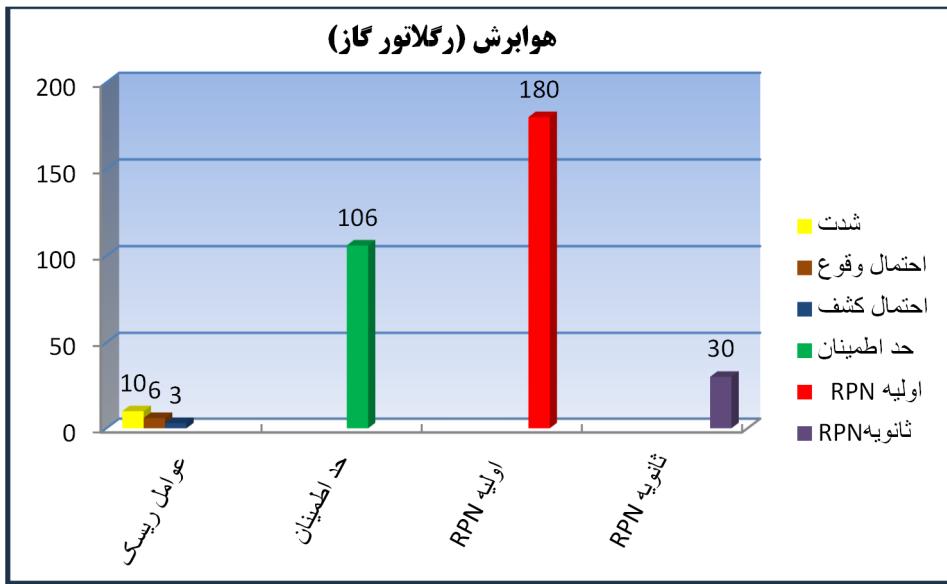
با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر نقص فنی در سرپیک در آن احتمال برگشت شعله وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با  $RPN = 120$  بالاتر از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد. این ریسک در سطح متوسط (M) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۱۰ و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۳ یعنی یک وقوع در سه سال و احتمال کشف عدد ۴ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف نسبتاً بالا است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و احتمال کشف معطوف شود. اقدامات اصلاحی: نصب فلش بک بر روی شیلنگ های کپسول اکسیژن و گاز



نمودار (۴-۲۶) تأثیرگذاری فرآیند هوابرش (مانومتر) بر شاخصهای ایمنی

#### مانومتر:

مانومتر وسیله‌ای است که بر روی کپسول اکسیژن نصب می‌گردد و از دو درجه تشکیل شده که یکی از آن‌ها درجه فشار گاز را نشان می‌دهد و دیگری مقدار گاز داخل کپسول را نشان می‌دهد و با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر نقص فنی مانومتر احتمال انفجار کپسول به دلیل نامشخص بودن فشار گاز وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با  $RPN_{120}$  بالاتر از حد اطمینان ۱۰۶ قرار دارد. این ریسک در سطح متوسط (M) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند ۱۰ و بسیار خطرناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد ۴ یعنی یک وقوع در یکسال و احتمال کشف عدد ۳ یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف بالا است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع و احتمال کشف معطوف شود. اقدامات اصلاحی: نصب مانومتر سالم و بازرسی روزانه، استفاده از چرخ ترولی جهت جلوگیری از افتادن کپسول



نمودار(۴-۲۷) تأثیرگذاری فرآیند هوابرش (رگلاتور گاز) بر شخصهای ایمنی

### رگلاتور گاز:

دستگاهی است که به کپسول گاز استیلن نصب می‌گردد و فشار خروجی گاز را تنظیم میکند با توجه به جداول ارزیابی ریسک ایمنی و گزارش حوادث شرکت تهران گروه، در اثر نقص فنی رگلاتور احتمال نشت گاز مایع کپسول وجود دارد. بنابراین ریسک ناشی از این فرآیند با  $180\text{RPN}$  بالاتر از حد اطمینان  $106$  قرار دارد. این ریسک در سطح بحرانی (H) قرار دارد. شدت اثر این فرآیند  $10$  و بسیار خطناک ارزیابی شده و منجر به حوادث ناگوار و مرگبار خواهد شد، احتمال وقوع آن عدد  $6$  یعنی یک وقوع در هر سه ماه و احتمال کشف عدد  $3$  یعنی توسط کنترلهای جاری احتمال کشف بالا است. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول باید توجه در انجام اقدامات اصلاحی به کاهش احتمال وقوع معطوف شود. اقدامات اصلاحی: نصب رگلاتور سالم و بازرسی روزانه به وسیله آب و کف

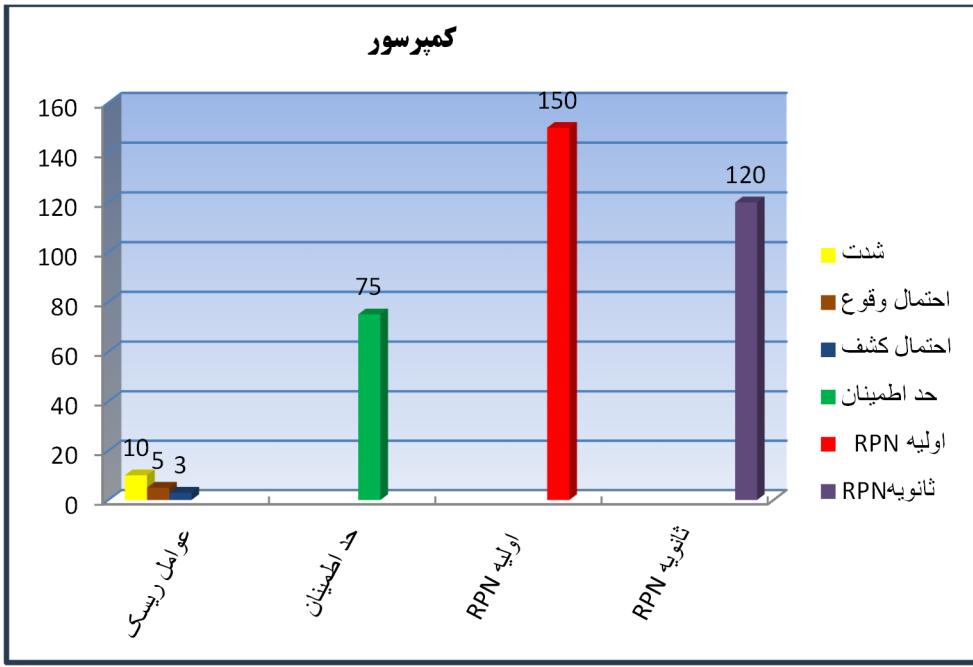
جدول(۴-۳۱) ارزیابی ریسکهای ایمنی فرآیند بهره برداری از کمپرسورها (PFMEA)

RPN	ارزیابی ریسک ثانویه				اقدام اصلاحی	ارزیابی ریسک اولیه				کاهش ریسک پیشنهادی	کاهش ریسک	فرآیند
	کشف	تکمیل	تقویت	تجزیه		RPN	کشف	تکمیل	تقویت	تجزیه		
۹۰	۳	۵	۶	۶	آنالیز ارتعاشات و عیب یابی، بهبود فوندانسیون و بالانس دینامیکی تجهیزات دورانجام تستهای گازی، استفاده از گاز بجای گازوئیل، ایزوله کردن تجهیزات	۱۲۶	۳	۷	۶	کاهش شناوی و تنگی نفس	ارتعاش و نشت روغن و گاز از اتصالات و سروصداد راث فندانسیون نامناسب و نقص قطعات	بهره برداری از کمپرسور
۱۲۰	۳	۴	۱۰	۱۰	۱۵۰	۳	۵	۱۰	انفجار			

### بهره برداری کمپرسورها:

کمپرسورها یکی از مهمترین و پرکاربردترین تجهیزات ساختمانی هستند که از آنها برای افزایش فشار سیالات تراکم پذیرتا حد معین استفاده می شود و در هنگام فعالیت دارای صدای زیاد می باشند و علت ایجاد سروصدای زیاد کمپرسورها حاصل از طراحی اولیه آن یا صدای ادوات... می باشد. که به مرور زمان و در اثر تماس طولانی موجب کاهش شناوی کارکنان خواهد شد. از طرفی به علت نشت روغن و گازهای سمی احتمال ابتلاء به اختلالات تنفسی نیز افزایش می یابد و نشت گاز از کمپرسور نیز موجب انفجار خواهد شد.

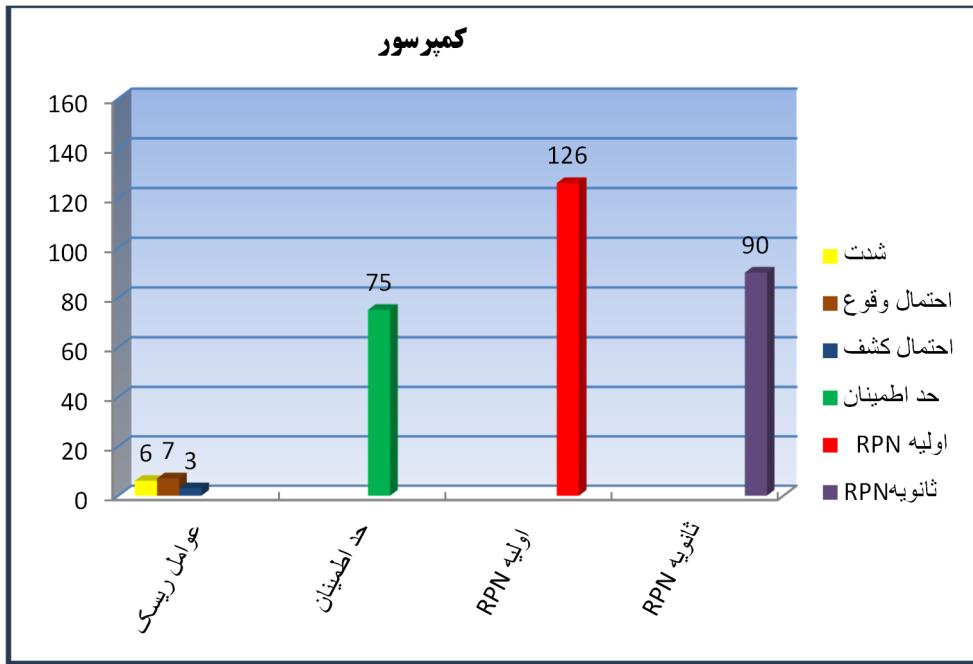
(الف) انفجار: براساس آمار حوادث ایمنی و نظر کارشناسان ، شدت اثر این فرآیند ۱۰ و شدید ارزیابی شده و میتواند منجر به صدمات جانی و تخریب کامل تجهیزات شود. احتمال وقوع ۵ یا یک وقوع در هر شش ماه تا یکسال ارزیابی شده و احتمال کشف ۳ برآورد گردید. یعنی احتمال کشf ریسک کشف ریسک توسط کنترلهای جاری زیاد است. بنابراین ریسک انفجار کمپرسور با  $RPN^{150}$  در سطح بحرانی و بالا (H) قرار دارد. در نتیجه جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول، اقدامات کنترلی باید به گونه ای باشد که بتواند منجر به کاهش احتمال وقوع گردد.



نمودار(الف)(۴-۲۸) تأثیرگذاری فرآیند بهره برداری از کمپرسور بر شاخص های ایمنی

ب) کاهش شناوی و اختلالات تنفسی: براساس نظر کارشناسان و جداول ارزیابی ریسک، شدت اثر این فرآیند ۶ و متوسط ارزیابی شده ، احتمال وقوع آن ۷ یا یک وقوع در ماه برآورد گردید و احتمال کشف ۳ ارزیابی گردید. یعنی احتمال کشف ریسک توسط کنترلهای جاری بالاست. بنابراین با توجه به محاسبات انجام شده ریسک مورد نظر با RPN<sup>۱۲۶</sup> در سطح بحرانی و بالا (H) قرار دارد. جهت کاهش ریسک به سطح قابل قبول نیاز به اقداماتی داریم که منجر به کاهش احتمال وقوع گردد.

اقدامات اصلاحی: آنالیز ارتعاشات و عیوب یابی ، بهبود فوندانسیون و بالанс دینامیکی تجهیزات دوار، انجام تستهای گازی، استفاده از گاز به جای گازوئیل، ایزوله کردن تجهیزات پر صدا



نمودار(ب)(۴-۲۸) تأثیرگذاری فرآیند بهره برداری از کمپرسور بر شاخص های اینمی

## فصل پنجم

### بحث، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها

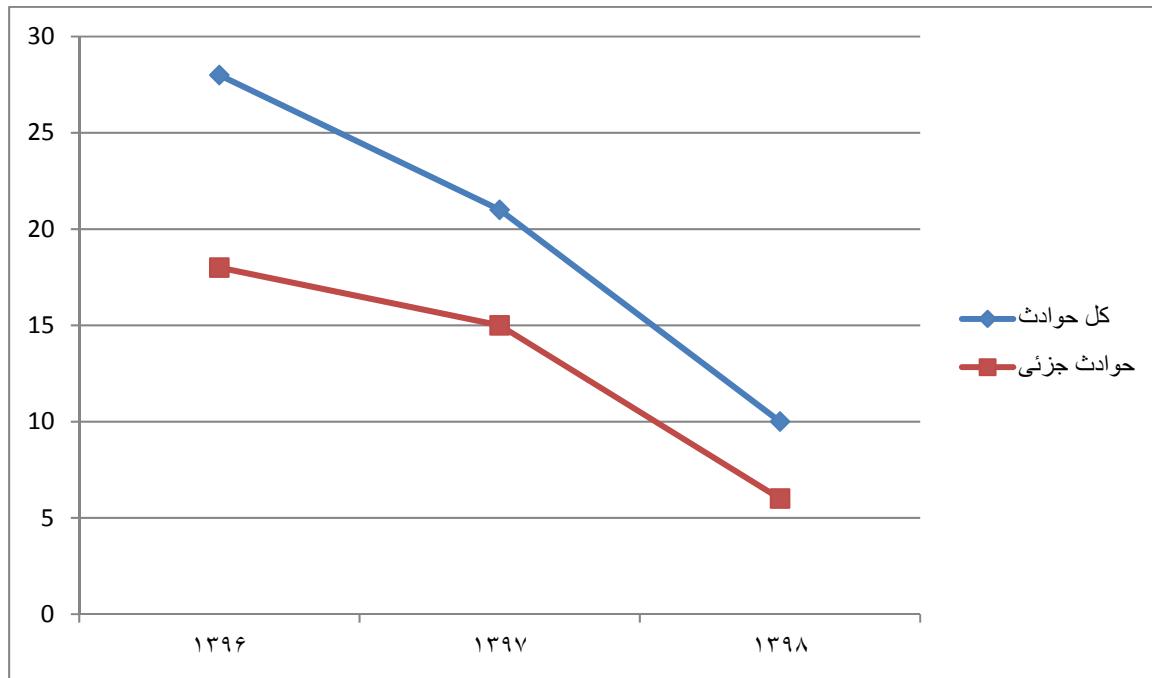
شرکت ساختمانی تهران گروه در استان تهران و البرز در حوزه پیمانکاری همزمان در ۸ پروژه ساختمانی فعالیت نموده و حاصل این فعالیت‌ها جنبه‌های محیط زیستی و ایمنی بسیاری است. در این تحقیق هدف شناسایی به موقع پیامدهای ایمنی و محیط زیستی مهم ناشی از این فعالیت‌ها قبل از به وقوع پیوستن آنها است که از فرآیند ساخت و احداث ساختمان بوجود می‌آید. علاوه بر این هدف ارائه برنامه ارزیابی و مدیریت ریسک و کاهش مخاطرات پروژه ساختمان اداری بیمه البرز با استفاده از روش‌های PFMEA و JHA می‌باشد.

## ۱-۵ تحلیل وضعیت ایمنی و حوادث شغلی پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:

### ۱-۱-۵ بررسی وضعیت روند حوادث طی سالهای گذشته:

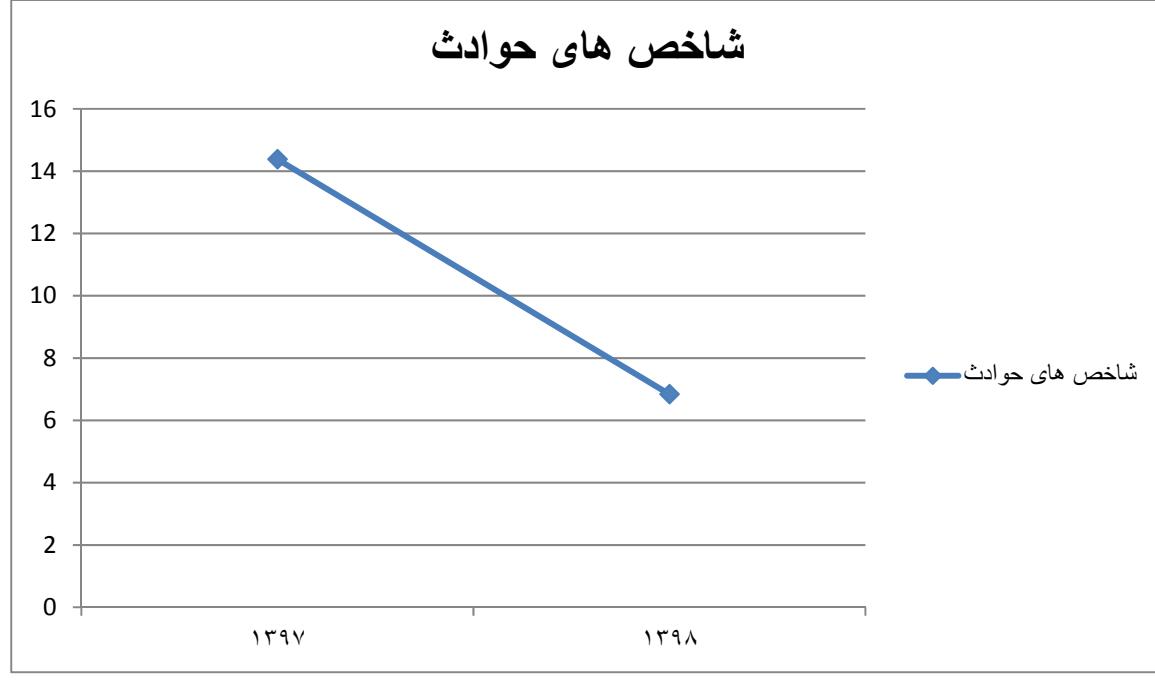
نمودار (۱-۵) میزان حوادث نیروی رسمی از سال ۹۶ الی ۹۸ را نمایش می‌دهد که نتیجه می‌شود روند حوادث، روندی کاهشی بوده است. فعالیت‌هایی که در پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز منجر به ایجاد این روند شده، عبارتند از:

۱. انجام اقدامات اجرایی مربوط به پیشگیری از حوادث بوقوع پیوسته و پی‌گیری موارد متروحه.
۲. انجام به موقع گشت کمیته عالی ایمنی
۳. انجام به موقع تشکیل جلسات کمیته حفاظت فنی و بهداشتی کار و انعکاس نواقص به قسمتهای مربوطه
۴. پیاده نمودن استاندارد های ایمنی
۵. استفاده از لوازم حفاظت فردی
۶. نظافت و نظم و ترتیب در محیط کار .
۷. اصلاح و بهبود شرایط محیطی و ایجاد بستر مناسب محیط کار برای پرهیز از بروز حادث.
۸. کاهش واقعی کل حوادث نسبت به سال گذشته از طریق اجرای استاندارهای ایمنی مربوط به پیشگیری از حوادث .
۹. پیگیری درمان پرسنل آسیب دیده از طریق طب صنعتی و اجتناب از حوادث تکراری.
۱۰. نظارت مداوم و مستمر بر کار کارگران .
۱۱. تهیه بموقع وسایل حفاظت فردی و نظارت هر چه بیشتر استفاده از آنها .
۱۲. نظارت هر چه بیشتر مدیران واحدها در جهت فعل کردن تکنسین های ارشد یعنی موثرترین عامل نظارت بر فعالیت رده های اجرایی.



نمودار (۱-۵) مقایسه تعداد حوادث در پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز

روندهای شاخص‌های حوادث نیز روندی کاهشی بوده که همانطور که در نمودار (۵-۲) نشان داده شده است، در سال ۹۷ شاخص کل حوادث ۱۴,۳۸ و در سال ۹۸ این شاخص به ۶,۸۴ رسیده که کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است.



## ۱-۵-۵- تجزیه و تحلیل حوادث پروژه ساختمان اداری بیمه البرز بر اساس علل حوادث:

بررسی های صورت گرفته نشان می دهد حوادث ناشی از عدم استفاده از وسایل فردی ۵ مورد در سال ۹۸ بوده، که لازم است استاندارد استفاده از وسایل حفاظت فردی به افراد آموزش و تفہیم گردد ضمناً استاندارد اخطار و توصیه برای افرادی که مقررات ایمنی را نقض می کنند بکار گرفته شود، نظارت از طریق مسئولین واحد ها نیز کمک موثری به پایین آوردن این قبیل حوادث می نماید.

حوادث ناشی از عمل اشتباه، روش کار غلط ۵ مورد بوده که استفاده از راهکارهای زیر می تواند مفید واقع گردد:

- تهیه دستورالعمل های کاری جهت انجام کار به روش درست و ایمن .

- ایجاد هماهنگی و تبادل نظر در کارهای گروهی ، اقدامات ایمنی قبل از شروع کار

- وسیله یا تجهیز مورد استفاده با نوع کار تطابق داشته باشد.

حوادث ناشی از انتخاب غلط محل استقرار ۳ مورد بوده که عدم انجام کار در موقعیت خطرناک ، عدم انجام کار در وضعیت غیر معقول بدن ، عدم انجام کار با سرعت و عجله توصیه می گردد .

حوادث ناشی از محل ناقص ۲ مورد بوده که کلیه مسیرها ، پله کانها ، کف کارگاه می بایست عاری از هر گونه شرایط غیر ایمن باشد و محوط های کاری نباید شلوغ و نظافت نشده باشد .

## ۲- بحث و نتیجه گیری :

در این تحقیق که در پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز به انجام رسید،

در روش *PFMEA* جهت ارزیابی ریسکهای ایمنی و بهداشتی پس از تکمیل کاربرگها ۱۵، مورد ریسک مربوط به ریسک ایمنی با استفاده از روش *PFMEA* در فرایند ساخت ساختمان اداری بیمه البرز مورد شناسایی قرار گرفت. که (۰.۴۰٪) مورد ریسک بالا(10)، (۰.۶۰٪) مورد (Medium Risk) ریسک متوسط (Medium Risk) ریسک پایین(Low Risk) وجود نداشت . بعد از شناسایی و رتبه بندی ریسک ها به صورت نزولی از بزرگترین *RPN* برابر عدد ۳۵۰ ناشی نقص در صفحه سنگ و شکستن صفحه دستگاه فرز از ، به کوچکترین *RPN* برابر عدد ۱۰۰ که پارگی کابل های مهاری تاور کرین می باشد مرتب گردیده است. در انتهای جهت کاهش سطح ریسکها به حد قابل تحمل و مورد قبول ، اقدامات مدیریتی و اصلاحی انجام شد. و برای 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 ۵ مورد از ریسکها در سطح متوسط( $M$ ) قرار داشتند. ۱۰ مورد از ریسکها در سطح پایین( $L$ ) قرار داشتند.

جهت شناسایی و ارزیابی ریسکهای ایمنی شغلی با استفاده از روش  $JHA$ ، پس از تکمیل کاربرگهای این روش، و طی جلسات متعدد، ۱۵ فعالیت مورد بررسی قرار گرفت. که ۳۷ خطر بالقوه حاصل از این فعالیتها مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت که ۱۸ مورد (۴۷,۳۶) درصد از ریسک های شناسایی شده، بالاتر از درجه مخاطره پذیری و در سطح ریسکهای بحرانی ( $H$ ) قرار داشتند. ۱۹ مورد (۵۲/۶۴) درصد از ریسک ها در سطح متوسط( $M$ ) قرار داشتند. بالاترین ریسک ایمنی شغلی مربوط به شغل داربست بند بوده با سطح ریسک  $B1$  و شغل اداری و انباردار با سطح ریسک  $C3$  کمترین سطح اولویت ریسک را دارا می باشد. در انتهای برای کاهش سطح ریسکها به حد قابل تحمل و مورد قبول، اقدامات مدیریتی و اصلاحی انجام شد. و برای اطمینان از اثر بخشی اقدامات اصلاحی، ارزیابی مجدد ریسکها انجام شد و سطح اولویت ریسک ثانویه محاسبه شد. نتایج ارزیابی ریسک ثانویه نشان میدهد پس از انجام اقدامات اصلاحی هیچ موردنی از ریسکها در سطح بالا ( $H$ ) قرار نداشتند. ۱۵ مورد از ریسکها در سطح متوسط( $M$ ) قرار داشتند. و ۲۲ مورد در سطح پایین( $L$ ) قرار داشتند.

با توجه به موارد مطرح شده در بالا استفاده از روش  $PFMEA$  و  $JHA$  میتواند کمک شایانی به کاهش خطرات موجود در کارگاه انجام دهد و درصد قابل توجهی از خطرات موجود در کارگاه را کاهش دهد.

اما لازم به ذکر است که روش های  $FMEA$  و  $JHA$  تمامی خطرات موجود در کارگاه را پوشش نخواهد داد میباشد علاوه بر این روش ها از سایر روش ها و متدهای حفظ ایمنی کارگاه که در منابع مختلف به آن اشاره شده نیز استفاده نمود.

## ۱-۲-۵- مقایسه داده های حاصل از روش‌های JHA و PFMEA

جدول (۱-۵) مقایسه داده های حاصل از روش‌های JHA و PFMEA

	فرآیند / فعالیت	میانگین	ریسک	انحراف معیار	فرآیند ریسک بالا	فرآیند ریسک	فرآیند ریسک متوسط	فرآیند ریسک پایین
PFMEA	۹	۱۵	۱۰۵,۷۳	۶۹,۸۵	٪ ۴۰	٪ ۶۰	٪ ۰	
JHA	۱۵	۳۷	-	-	٪ ۴۷,۳۶	٪ ۵۲/۶۴	٪ ۰	

انجام این مقایسه نشان داد که، ارزیابی به دو روش (JHA و PFMEA) به لحاظ درصد فراوانی ریسکها در سطوح بالا (H)، متوسط (M) و پایین (L) در اکثر موارد نتایج تقریباً یکسانی را نشان میدهند و تفاوت عددی زیادی با یکدیگر ندارند. همچنین استفاده همزمان از این دو روش که هر دو روش کیفی (JHA و PFMEA) می‌باشد نشان داد، به منظور شناسایی و ارزیابی مدیریت هرچه دقیق‌تر کانونهای اصلی خطر و ریسکهای ناشی از آن دو روش می‌توانند به شکل مطلوبی مکمل و پوشش دهنده کاستی‌های یکدیگر باشند.

### ۳-۵ برنامه مدیریت ریسک:

برنامه ریزی مدیریت ریسک فرآیندی است که طی آن تصمیم گیری در خصوص فعالیت‌های یک پروژه صورت می‌گیرد. برنامه ریزی برای فرآیندهای مدیریت ریسک حائز اهمیت است و باید اطمینان حاصل شود که سطح، نوع و شفافیت مدیریت اعمال شده با ریسک و اهمیت پروژه مناسب است. این برنامه شامل: بسط، توسعه و مستند کردن راهبردهای فرآگیر و پویا برای مدیریت ریسک پروژه است. تعیین روشها و ابزارهای اجرایی لازم برای راهبردهای مدیریت ریسک برای یک مدیر اجرایی یا مدیر پروژه است. برنامه ریزی برای تأمین منابع کافی است برنامه مدیریت ریسک به صورت تکرار پذیر و شامل تشریح و برنامه ریزی فعالیت‌ها و فرآیندهایی برای شناسایی و تحلیل، اداره، نظارت و مستند کردن ریسک‌ها می‌باشد. (جوزی، ۱۳۸۷)

### ۱-۳-۵ ارائه برنامه مدیریت ریسک پروژه ساختمان اداری بیمه البرز:

جهت ارزیابی ریسکهای ایمنی، بهداشتی و محیط زیستی در پروژه احداث ساختمان اداری بیمه البرز از روش‌های استفاده شده است. بعد از شناسایی واولویت‌بندی ریسک‌ها بر اساس شدت پیامدهای آنها، نیاز به برنامه پاسخ به ریسک می‌باشد. که راههای مقابله با ریسک‌ها و فرصت‌های مناسب را قبل از آن که به وقوع بپیوندد، بیان می‌کند. روش‌های متفاوتی برای پاسخ به ریسک وجود دارند که عبارتند از: از بین

بردن ریسک(حذف ریسک)، تخفیف دادن ریسک، انتقال ریسک و پذیرش ریسک. که در اینجا به شرح مختصری از هر کدام پرداخته می‌شود.

از بین بردن ریسک: دوری کامل از ریسک به طریق زدودن علت یا به کارگیری هزینه‌های کاری جایگزین امکان‌پذیر است این امر می‌تواند در ابتدا با دو مرحله فاز مفهومی یا طراحی در نظر گرفته شود. جایی که سطح تأثیر بالا و هزینه برای تغییرات اندک می‌باشد.

تخفیف دادن ریسک: به این معنی است که احتمال ریسک و تأثیر آن‌ها کاهش یابد. این می‌تواند از طریق فناوری‌هایی که کارایی آن‌ها اثبات شده یا از طریق استانداردهایی برای اطمینان از کارکرد صحیح محصول بدست آید. بسط و توسعه الگوها، شبیه‌سازی یا مدل‌سازی سه روش با این ایده مشترک هستند.

انتقال ریسک: با انتقال ریسک (به صورت جزئی یا کلی) به سازمان یا اشخاص دیگری می‌باشد که می‌تواند ریسک‌های موجود را به نحوی بهتری هدایت کند، این انتقال می‌تواند از طریق به پیمان گذاشتن، ضبط یا بیمه انجام گیرد.

پذیرش ریسک: در این حالت نتایج حاصل در وقوع ریسک پذیرفته می‌شود. هر چند ممکن است جهت مراقبت تجاری در مقابل ریسک برنامه‌ای احتمالی را تدارک دید. عموماً وقتی حذف یا کاهش یا انتقال ریسک امکان پذیر نبوده و از لحاظ هزینه به صرفه نباشد، ریسک پذیرفته می‌شود.

همچنین در جریان مدیریت ریسک برنامه‌های کنترل ریسک از طریق آموزش و ارتباطات فرهنگی و برنامه جبران حوادث به منظور کاهش نتایج حاصل از یک فاجعه و فرایند مستمر و پیوسته پیگیری و بازنگری اجزاء اصلی به منظور حصول نتایج ارزیابی و مدیریت ریسک می‌باشند.

در حالت ایده‌آل حالات خطا باید کاملاً حذف گردد. زمانی که یک حالت خطا به طور کامل حذف می‌گردد، عدد اولویت ریسک جدید صفر می‌شود زیرا احتمال وقوع آن صفر می‌گردد. درست است که حذف کامل حالات خطا، ایده‌آل است، ولی ممکن است چنین چیزی در تمامی شرایط امکان‌پذیر نباشد. زمانی که چنین موردی اتفاق می‌افتد، بهتر است که دوباره به درجه‌بندی‌های شدت، احتمال وقوع و کشف که به هر مورد نسبت داده شده، مجدداً مراجعه شود و یا راهکارهایی اندیشه شود تا این امتیازها را در یک، دو یا هر سه درجه‌بندی کاهش داد. اغلب اوقات آسان‌ترین راه برای بهبود محصول یا فرآیند، افزایش قابلیت کشف خطا و بنابراین پایین آوردن درجه‌بندی کشف می‌باشد.

پس از انجام اقدامات اصلاحی و کنترلی که جهت بهبود محصول یا فرآیند انجام می‌گیرد، برای اطمینان از اثر بخشی اقدامات، می‌باشد ارزیابی مجدد ریسک انجام شود بدین منظور باید مقیاس‌های جدیدی برای شدت، احتمال وقوع و کشف در نظر گرفته شود و **RPN** مجدداً محاسبه شود. برای حالات خطایی که اقدام در مورد آنها انجام گرفته است، باید کاهش محسوسی در **RPN** دیده شود.

#### ۴-۵ ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل و کاهش خطرات ایمنی:

۱. با توجه به ماهیت صنایع ساختمانی، کنترل و مدیریت خطرات و اجرای اقدامات پیشگیرانه جهت حفظ سلامت نیروی انسانی شاغل و دستیابی به بهبود مستمر در عملکرد ایمنی و بهداشت حرفه‌ای شرکت تأمین می‌گردد.
۲. بازدید مداوم و انجام تعمیرات اساسی و دقیق که از احتمال خرابی ادوات جلوگیری نماید.
۳. نظارت بر جلوگیری از ریخت و پاش روغن و کاهش حوادثی که از این طریق روی داده است.
۴. برقراری آموزش ایمنی و بهداشت اختصاصی جهت پرسنل با توجه به خطرات شغلی که با آن سر و کار دارند.
۵. شناسایی مناطق ممنوعه
۶. تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های ایمنی و اجرای آنها در زمینه: لوازم حفاظت فردی، کار در ارتفاع، پیشگیری از مسمومیت و خفگی، حفاظت‌های ایمنی تجهیزات و محوطه‌ها، نحوه کار با مواد خطرناک در قالب تدوین برگه‌های، تجهیزات جابجایی مواد، مقررات خط کشی، علامت گذاری و نصب تابلوهای هشدار دهنده، تجهیزات و روش‌های اطفاء حریق
۷. تعیین نیازهای آموزشی و اجرای دوره‌های ایمنی و بهداشت اختصاصی جهت کارکنان با توجه به خطرات عوامل زیان آور شغلی که بدان اشتغال دارند.
۸. برقراری سیستم توصیه و هشدارهای ایمنی جهت تعیین نحوه صدور هشدار ایمنی در موارد مهم
۹. تأمین لباس کار و وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار و خطرات آن
۱۰. بازرگانی و نظارت بر انجام فعالیت‌ها در کلیه واحدها

۱۱. نظارت بر رفتار فردی کارکنان هنگام کار بخصوص کارهای اجرایی
  ۱۲. اجرای دوره های آموزش ایمنی و بهداشت عمومی کلیه پرسنل شرکت و پیمانکاران
  ۱۳. علامتگذاری ایمنی در سطح کلیه بخش ها
  ۱۴. تدوین برنامه واکنش در وضعیت اضطراری ایمنی
  ۱۵. استفاده از قفل های ایمن
  ۱۶. استفاده از دستگاه های هشدار دهنده
  ۱۷. استفاده از طرح های فرار و بقاء : طرح های فرار و بقاء به آن منظور طراحی، ساخته و نصب می شوند که انسان بتواند به محض وقوع حادثه خود و دارایی های خود نظیر مواد و تجهیزات را از مهلکه دور کرده و نجات دهد
  ۱۸. سیستم ها و دستگاه های امداد: سیستم و دستگاه هایی هستند که به منظور امدادرسانی به شخص گیر افتاده را حادثه و بعضًا به منظور نجات مواد و دستگاه ها طراحی و نصب می شوند.
  ۱۹. جداسازی (وسایل حفاظت فردی): جداسازی یعنی جدا کردن فیزیکی یا ایجاد مانع بین فرد و خطر یا بین دستگاه و خطر که از قرار گرفتن فرد یا دستگاه در معرض خطر جلوگیری می نماید.
- ### ۱-۴-۵ آموزش و آگاهی
- در فعالیت های مختلف در پروژه های ساختمانی بدليل وجود جنبه های ناشی از فعالیت های مختلف و اعمال نظارت بر این فعالیت ها، آموزش های تخصصی ویژه برای کارکنان و نیز کارکرد آنها ضرورت بسیار دارد. بنابراین برگزاری دوره های مختلف آموزشی با هدف تقویت علمی و کاربردی، آموزش رفتار زیست محیطی در برخورد با مشکلات ایمنی در سطوح مختلف لازم و ضروری می باشد. دوره های مذکور می بایست متناسب با وظیفه شغلی هر فرد و متناسب با دانش عمومی و سطح تحصیلات افراد بوده و در ضمن بایستی سامانه هایی ایجاد شود که اثر بخشی برنامه های آموزشی و بهبود آنها مورد بررسی قرار گیرد.

## ۵-۵- پیشنهادها:

مهتمترین اقدامات کنترلی و اصلاحی در راستای بهبود وضعیت ایمنی و محیط زیستی و کاهش عدد اولویت ریسکها به سطح قابل قبول به صورت ذیل می باشد.

برگزاری دوره های مختلف آموزشی با هدف تقویت علمی و کاربردی و مناسب با وظیفه شغلی هر فرد و مناسب با دانش عمومی و سطح تحصیلات کارکنان باشد.

آموزش رفتار محیط زیستی در برخورد با مشکلات ایمنی و محیط زیستی در سطوح مختلف لازم و ضروری می باشد.

## ۶- محدودیت های تحقیق:

به دلیل الزام کردن کارگاه های ساختمانی توسط وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، سازمان نظام مهندسی، شهرداری ها، وزارت بهداشت و سازمان حفاظت از محیط زیست و تهیه دستورالعمل و آیین نامه های ایمنی و محیط زیستی مربوط به کارگاه های ساختمانی توسط ارگان های مذکور و ابلاغ آن ها به پروژه های ساختمانی، شرکت های ساختمانی مجبور به تشکیل دپارتمان **HSE** شدند. به همین دلیل بکارگیری سیستم مدیریت **HSE** در پروژه های عمرانی امری نوظهور می باشد که همین موضوع باعث می شود که مدیران ارشد شرکت های ساختمانی با توجه به عدم فرهنگ در این خصوص اعتقاد چندانی به این مقوله نداشته باشند و با توجه به فعالیت پیمانکاران سنتی در داخل پروژه ها و پیمانکارانی که بعضًا تا به امروز با موضوعات ایمنی در کارگاه ها آشنا نبودند مشغول فعالیت می باشند.

این مسئله کارشناسان **HSE** را در داخل پروژه های ساختمانی جهت پیاده سازی سیستم های مدیریت **HSE** با مشکلات فراوانی مواجه کرده است و این مشکلات می تواند با آموزش های تخصصی به کارگران و توجیهات هزینه ای مربوط به حوادث برای مدیران به مرور زمان برطرف گردد.

## ۷- پیشنهادات جهت بررسی در مطالعات آتی:

- استفاده از منطق فازی جهت حصول نتایج دقیق تر

- احداث و تجهیز آزمایشگاه تخصصی محیط زیست در پروژه ها

- بهبود و اصلاح فرآیند کار هر قسمت

## فهرست منابع :

### الف) منابع فارسی:

۱. اللهیاری، ت، ۸۹، آنالیز خطر و ارزیابی ریسک در فرآیندهای شیمیایی، موسسه انتشاراتی فن آوران اندیشه پژوه.
۲. ببل امیری، نجمه و نصیرزاده، فرناد. (۱۳۸۸). کاربرد رویکرد FMEA فازی برای ارزیابی ریسک خرابیهای مربوط به سیستم سیگنالینگ، علائم، کنترل و مخابرات مترو ، دومین کنفرانس بین المللی پیشرفتهای اخیر در مهندسی راه آهن، تهران، دانشگاه علم و صنعت.
۳. تهرانی، م، ۱۳۸۴، اهمیت و لزوم توجه به مدیریت HSE، تهران، (بخش بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت صدر)
۴. جهانگیری ، مهدی و نوروزی ، محمد امین. (۱۳۹۱). سیستم های مدیریت یکپارچه سلامت ، ایمنی و محیط زیست . انتشارا فن آوران .
۵. جوزی، سیدعلی، ۱۳۸۷، ارزیابی و مدیریت ریسک، چاپ اول، تهران، دادشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۶. جوزی، سید علی، جعفر پور، جاوید، ۱۳۹۲، مدیریت محیط زیست، علم کشاورزی ایران ، چاپ اول
۷. جوزی سع و همکاران، ۱۳۸۵، ارزیابی و مدیریت ریسک و نقش آن در بهبود مستمر سیستم مدیریت HSE در صنایع تایرسازی به روش FMEA، هشتمین همایش ملی لاستیک.
۸. جوزی، سع . پاداش ، الف، ۱۳۸۶. سامانه مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE-MS) انتشارات کاوش قلم
۹. حبیبی ، احسان ا....(۱۳۹۱). ایمنی کاربردی و شاخص های عملکرد در صنعت، چاپ دوم ، انتشارات فن آوران .
۱۰. خاضکی، حمید رضا و مهدیار، مهدی و شکری زاده رضا. (۱۳۸۷). ارزیابی ریسک خرابی ها به کمک روش FMEA و بر اساس منطق فازی.
۱۱. دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز ، ۱۳۸۵، بررسی زیست محیطی و ارائه برنامه های مدیریتی کارخانه کوثر.
۱۲. رضازاده نیاورانی، م، ۱۳۸۶، کاربرد روش FMEA در شناسایی و ارزیابی جنبه های زیست محیطی و معرفی EFMEA ماهنامه روش سال چهاردهم، شماره ۸۸ .

۱۳. رضائی، کامران و همکاران ۱۳۸۴. تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن (*FMEA*) ، ناشر شرکت مشارکتی *R-V-TOOF* ایران با همکاری نشر آتنا. چاپ دوم
- ۱۴- رودشتی، سیده پریسا ، جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت ...، یوسفی، حسین. علیرضایی، منصور، ۱۳۹۲، کاربرد روش تلفیقی *AHP, EFMEA, PHA* در ارزیابی ریسک زیست محیطی، مطالعه موردی کارخانه نمک زدایی نفت خام، همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران، ارز یا بان محیط زیست هگمتانه، همدان، دانشکده شهید مفتح.
- ۱۵- ستاره، ۱۳۹۵، مدیریت و ارزیابی ریسک، تهران، صنایع دفاع
- ۱۶- کاظمی، ب، ۱۳۸۷، ایمنی و بهداشت کار، انتشارات پویش.
- ۱۷- کرمی، م، ۱۳۸۵، ایمنی و بهداشت حرفه ای، انتشارات امید مهر.
- ۱۸- گلمحمدی ، عزیز، ۱۳۹۰، مقدمه ای بر مهندسی ایمنی صنعتی : مدیریت ایمنی ، چاپ دوم ، انتشارات سپید برگ .
- ۱۹- گلمحمدی، ر، ۱۳۸۷، مهندس صدا و ارتعاش، همدان، انتشارات دانشجو.
- ۲۰- لاهیجانیان، ه، ۱۳۸۶، سیستم های ایمنی، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- ۲۱- محمد فام ، ایرج ، ۱۳۸۶، مهندسی ایمنی، چاپ چهارم ، انتشارات فن آوران .
- ۲۲- محمد فام، الف، ۱۳۸۵، ارزیابی کمی ایمنی، انتشارات فن آوران.
- ۲۳- محمدی، الف، ۱۳۸۷، مدیریت صداوارتعاش در محیط کار(راهنمای علمی ارزیابی، اندازه گیری و کنترل تیم ساوت). نشر انتشاراتی اندیشه رفیع.
- ۲۴- میر جلیلی ، علیرضا، میرجلیلی، علی اصغر، ۱۳۸۸، اصول و مبانی ارزیابی و مدیریت ریسک در محیط زیست، چاپ اول، جلد دوم، اندیشمندان یزد
- ۲۵- هاشمی، اولیا؛ رضایان، سحر، و جوزی، سیدعلی، ۱۳۹۲، ارزیابی ریسک زیست محیطی واحد رزین اپوکسی پتروشیمی خوزستان با استفاده از روش‌های تلفیقی *PHASE, EFMEA*، اولین همایش ملی محیط زیست، صنعت و اقتصاد، تهران، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده اقتصاد،

ب) منابع انگلیسی:

Antonio Cesar Ferreira Guimar and Celso Marcelo Franklin -۲۶

Lapa.(2004).fuzzy FMEA applied to PWR chemical and volume control system.progress in nuclear energy. ۴۴، ۱۹۱-۲۱۳

- Keller AZ,Kara-Zaitari C.(۲۰۰۴).Furthur application of fuzzy logic to -۲۷  
reliability assessment and safety analysis.Micro electron reliability.۲۹,۳۹۹-۴۴۴
- Bowles JB.(۲۰۰۴).An assessment of PRN prioritization in a failure modes -۲۸  
effects and criticality analysis.Journal of the IEST . ۴۷,۶-۵۱
- Neal Snooke and Chris Price.(۲۰۱۲).Automated FMEA based diagnostic -۲۹  
.symptom generation.Advanced Engineering Informatics ۲۶ (۲۰۱۲) ۸۷۰-۸۸۸
- Abdul Razaqueand others (۲۰۱۲). Fostering Project Scheduling and -۳۰  
Controlling Risk Management. International Journal of Business and Social  
.ScienceVol. ۴ No. ۱۴ [Special Issue – July ۲۰۱۲]
- Sai X. Zeng<sup>1</sup> and others (۲۰۱۰). Integrating Safety, Environmental and -۳۱  
Quality Risks for Project ManagementUsing a FMEA Method. Inzinerine  
.Ekonomika-Engineering Economics ۱۳۹۲ – ۲۷۸۰
- Karthik Subburaman.(۲۰۱۰). A Modified FMEA Approach to Enhance -۳۲  
.Reliability of Lean Systems
- Wenzhe Tang and others .(۲۰۱۰). Risk Management in the Chinese -۳۳  
.({۹۴۴})Construction Industry. ۱۰, ۱۰۶۱/(ASCE) ۰۷۳۳-۹۳۶۴-۱۳۳:۱۲
- Cause-Consequence Analysis (CCA) -۳۴
- Danielsson,M. and Gunnarsson,S. A. , (۲۰۰۱),Guideline for Implementation -۳۵  
of Environment Failure Mode and Effect Analysis Method, Marmait Publish.  
Sofia, Bulgaria. 127P
- David A .Castelo Beranco, Regis Rathmann,Bruno Soares M.C. Borba -۳۶
- ,Andre Frossard P. de Lucena ,Alexandre Szklo , Roberto  
Schaeffer(09/2012)1(2):122-129;A multicriteria approach for measuring the  
carbon- risk of oil companies
- Muhlbauer,W.K. ۱۹۹۹.Pipeline risk Management Manual Gulf Professional -۳۷  
Publishing,Ed:USA,428 PP
- Nicholas , Jata.( ۱۹۹۷) System safety Engineering and Design Taylor& -۳۸  
, Farancis
- Vol.L,Washington, PP 23\_32

- Rooney, P. (۲۰۰۹) Factors that influence the petrochemical industry in the Middle East, <http://www.mees.com>
- Rita Vermeylen, ۲۰۰۶. Variety of possible risks in the oil & gas, pp ۴۰
۲۲۹. Ronald press, 1956. C.A. Kulp, casualty insurance, Newport, pp 3-4
- Torms M. (۲۰۰۴); Environmental risk analysis, [www.akvaplan.niva.no](http://www.akvaplan.niva.no) ۴۱
- Xiao-ping, J. H. Fang- yu and T. Xin-shun(۲۰۰۴) Integrated environmental performance assessment of chemical processes Jornal of computers and chemical engineer, ۲۹:۲۴۳-۲۴۷
- Yang M, Faisal I . Khs , sadiq R.(۲۰۱۱); Prioritization of environmental issues in offshore oil and gas operation :A hybrid approach using fuzzy inference system and fuzzy analytic hierarchy process , Process Safety and Environmental Protection, 89:22-34
- OSHA ۳۰۷۱. (۲۰۱۰): Job Hazard Analysis-۴۴  
[www.epciran.com](http://www.epciran.com)(۴۵)  
[www.zpicir.com](http://www.zpicir.com)(۴۶)  
[www.polyethylene.ir](http://www.polyethylene.ir)(۴۷)  
[www.tdca.ir](http://www.tdca.ir)(۴۸)  
[www.nipc.ir](http://www.nipc.ir)(۴۹)  
[www.mpo.bs.ir](http://www.mpo.bs.ir)(۵۰)  
[www.nayband.com](http://www.nayband.com)(۵۱)  
[www.ichto.ir](http://www.ichto.ir)(۵۲)  
[www.irandesert.ir](http://www.irandesert.ir)(۵۳)  
 PMBOK, ۲۰۱۷ (۵۴)
- (۵۵) بخشنامه سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

**Abstract:**

This study was conducted to identify and manage safety and environmental risks resulting from the construction of Alborz Insurance office building. JHA and PFMEA techniques have been used to assess safety risks. After studying and reviewing the activities of the Alborz Insurance office building construction project, a number of key processes and activities were identified and evaluated. In this study, a number of safety risks were identified using the PFMEA technique and after estimating and calculating the RPN, it was found that the relevant activities in the categories of high risk, Medium Risk and Low Risk. ) Were located. The statistical population in this study is a group of engineers, technicians, drivers and workers of Alborz Insurance office building. Alborz Insurance office building located in Karim Khan Street is also being explored. The results of this study show that both FMEA and JHA evaluation methods achieved similar results. Finally, according to the priority of risk numbers, the necessary programs and strategies to control and reduce risks have been identified and presented .



**Pars University Of Art and Architecture**

**School of Architecture**

**Thesis for a master's degree**

**Engineering and construction management**

**Assess the safety risks of projects with the method PFMEA & JHA**

**Super visor:**

**Dr.Mohammad Jafari fesharaki**

**Writer:**

**Amirabbas Babaiyan**