

## ارزیابی ریسک بیمه‌ای در صنایع نفت و گاز (مطالعه موردی NGL)

محمد رضا نجفی ساروکلائی<sup>۱</sup>

پگاه فرجاد<sup>۲</sup>

### چکیده

ارزیابی و مدیریت ریسک در صنایع انرژی به‌ویژه صنایع نفت و گاز و پتروشیمی در ایران، با توجه به ماهیت خطر آفرین این صنعت و ارزش‌های بالای سرمایه‌ای موجود در آن از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. لزوم بیمه کردن تمامی بخش‌های این صنعت در تمامی مراحل ساخت، اجرا، آزمایش و بهره‌برداری به شدت احساس می‌گردد. بیمه‌گران برای صدور بیمه‌نامه‌ها در حوزه این صنعت با توجه به ریسک بالا و سرمایه زیاد آن‌ها، نیازمند انجام بررسی‌های کامل ارزیابی ریسک پیش از صدور بیمه‌نامه و تعیین حداکثر میزان خسارات محتمل می‌باشند. در مقاله حاضر، با توجه به نیاز هر دو صنعت بیمه و انرژی به ارزیابی ریسک و بر اساس مطالعات انجام شده، روش‌های نوین و علمی جهت ارزیابی ریسک این صنایع مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با ارائه مطالعه موردی تمامی محاسبات ارزیابی ریسک و حداکثر خسارات احتمالی به صورت کمی و کیفی محاسبه و تحلیل شده‌اند.

**واژگان کلیدی:** بیمه‌های انرژی، صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، مدیریت ریسک، ارزیابی ریسک، MPL، EML

۱. کارشناس ارشد مدیریت کارآفرینی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، رئیس هیئت‌مدیره شرکت ارزیابی ریسک و خسارت ممیزان

najafi.saroo@gmail.com

pegah\_farjad@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، کارشناس بیمه‌های انرژی شرکت سامان‌نگار ایرانیان

## ۱- مقدمه

بشر از ابتدای خلقت همواره با خطرات بسیاری در مسیر زندگی خویش مواجه بوده و در راستای دفع و یا کنترل این مخاطرات راههای گوناگونی را آزموده است. با پیشرفت جوامع بشری و گسترش صنایع مختلف، میزان خطرات تهدید کننده از لحاظ جنبه‌های مختلف مالی و جانی نیز افزایش یافته است. در نتیجه لزوم پیشرفت و گسترش راهکارهای مبارزه با این ریسک‌ها و مخاطرات نیز قاعدتاً امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. لیکن متناسب با سرعت پیشرفت صنعتی در ابعاد مختلف، متأسفانه مسائل مرتبط با حوزه‌های ریسک و ایمنی به همان سرعت رشد نداشته و نتیجه این عدم تناسب بروز خسارات مالی و جانی گسترده صنایع مختلف می‌باشد که امروزه به کرات شاهد آن هستیم.

در مقاله حاضر به بررسی خطرات و ریسک‌های موجود در صنایع انرژی به عنوان پرمخاطره‌ترین بخش صنعت و ارائه راهکارهای مدیریت و کنترل ریسک از دیدگاه صنعت بیمه پرداخته شده است و در انتها به بررسی موردی یکی از بخش‌های این صنعت از منظر ارزیابی ریسک بیمه‌ای پرداخته شده است.

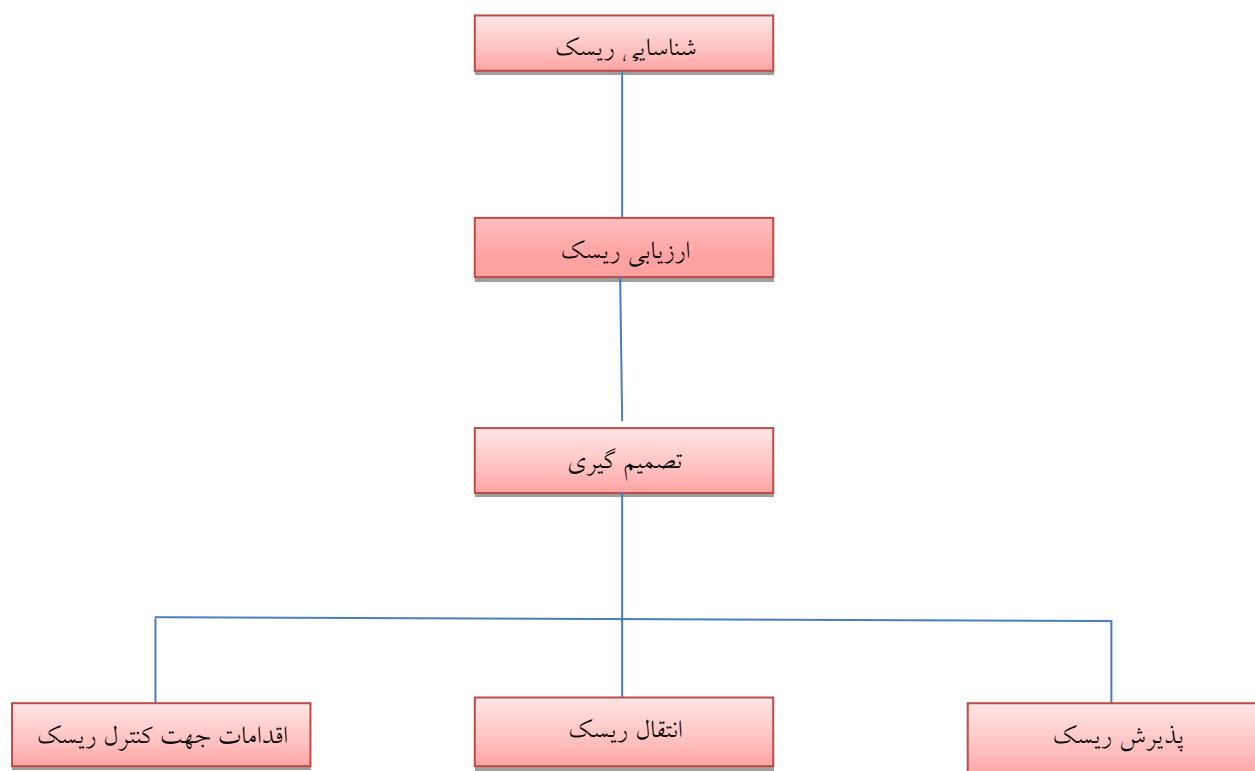
## ۲- تعریف موضوع

### ۲-۱- ریسک و مدیریت آن چیست؟

تعاریف مختلفی برای واژه ریسک ارائه شده است. در یکی از این تعاریف ارائه شده، ریسک به معنای انحراف معیار در پیشامدهای ممکن است که می‌تواند در شرایط خاص یا موقعیت معین وجود داشته باشد (هادی دستباز و کسری دستباز، ۱۳۹۳). در تعریفی دیگر ریسک عبارت است از عدم قطعیت در برون داد اقدامات و رویدادها. این عدم قطعیت می‌تواند اشاره به فرصتی مثبت و یا تهدیدی منفی داشته باشد. ریسک را باید در رابطه با ترکیبی از احتمال رخداد چیزی و اثر ناشی از رخداد آن ارزیابی کرد (بابک لعل فام، ۱۳۹۳). به عبارتی در این تعریف ریسک برابر است با حاصل ضرب احتمال وقوع در شدت پیامد.

مدیریت ریسک شامل شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها و سپس عکس‌العمل مناسب در مقابل آنهاست. به‌طور کلی فرآیند مدیریت ریسک شامل سه مرحله اساسی زیر است:

- ۱- شناسایی ریسک
- ۲- تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک
- ۳- تصمیم‌گیری و انجام اقدامات کنترلی جهت حذف یا کاهش ریسک



نمودار (۱) - نمودار مراحل مدیریت ریسک

مدیریت ریسک فرآیند مهمی است که اگر به موقع طی فعالیت یک پروژه یا صنعت آغاز شود می‌تواند سودمند بوده و ابزار قدرتمندی برای شناسایی زود هنگام ضعف‌ها باشد تا تیم مدیریت بتواند برنامه‌های عملیاتی را جهت مدیریت ریسک‌ها سازماندهی کرده و از تبدیل شدن آنها به مسأله‌ای بزرگ در آینده جلوگیری کند و به این ترتیب، پاسخ پیشگیرانه شما نسبت به مسائل بالقوه به جای واکنش نسبت به مسائل و مشکلات آینده می‌تواند صرفه‌جویی در پول و زمان را به همراه داشته باشد.

مدیریت ریسک یک فرآیند خطی نیست، بلکه عبارت است از ایجاد تعادل میان عناصر به هم تنیده‌ای که با یکدیگر در تعامل بوده و برای داشتن یک مدیریت ریسک اثربخش باید با هم در تعادل باشند. به علاوه ریسک‌های معینی را نمی‌توان جدای از یکدیگر مدیریت کرد، چراکه مدیریت یکی از آنها ممکن است بر دیگری تأثیرگذار باشد و یا به عبارتی اقدامات مدیریت ریسک فقط ممکن است در صورت کنترل هم زمان چند ریسک دارای اثربخشی باشد.

شایان ذکر است مدیریت ریسک امروزه در تمامی صنایع به عنوان مسأله‌ای مهم مطرح می‌شود. مونیخ ری در راستای جایگاه مدیریت ریسک بیان می‌کند: "اجرای موفقیت‌آمیز یک پروژه به شدت وابسته به استفاده از مشاوران مهندسی مستقل و با تجربه در کنترل، مانیتورینگ و مدیریت ریسک در چرخه زندگی پروژه می‌باشد" (دکتر محمدرضا لواسانی، ۱۳۹۳).

## ۲-۲- ریسک و مدیریت آن در صنایع انرژی:

بررسی آمار و گذشته حوادث در هر صنعتی همواره راهگشای مسیر آینده آن صنعت خواهد بود. آمار نشان می‌دهد که تعداد حوادث و خسارات ناشی از آنها در بخش صنایع انرژی شامل بخش‌های مختلف صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاه‌ها همواره با شدت و تواتر بالاتری همراه بوده‌اند. صنایع انرژی به ویژه در بخش صنایع نفت و گاز به علت حضور ترکیبات شیمیایی و اشتعال‌زا همانند انواع هیدروکربن‌های سبک و سنگین را می‌توان در زمره صنایع با ریسک بسیار بالا دسته‌بندی نمود. از این رو اهمیت ارزیابی ریسک و مدیریت آن در این صنایع نسبت به سایر بخش‌ها چندین برابر می‌باشد.

به‌طور کلی صنایع انرژی را می‌توان به دو بخش عمده نفت و گاز و پتروشیمی و نیروگاه‌ها تقسیم‌بندی کرد. که هدف مقاله حاضر تمرکز بر صنایع نفت و گاز و پتروشیمی می‌باشد. این صنعت در یکی از انواع تقسیم‌بندی‌ها به دو بخش صنایع onshore (ساحلی) و offshore (فراساحلی) تقسیم‌بندی می‌شود. مراحل مختلف این صنعت را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- ۱- مراحل کشف و استخراج نفت و گاز از چاه‌های ساحلی و فراساحلی
- ۲- مراحل تجمیع و انتقال نفت و گاز استخراج‌شده به سمت پالایشگاه‌های نفتی و گازی
- ۳- مراحل جداسازی و تصفیه نفت و گاز در پالایشگاه‌ها
- ۴- مراحل انتقال برش‌های مفید نفتی و گازی برای تولید مواد مختلف به مجتمع‌های پتروشیمی
- ۵- مراحل توزیع محصولات در سطح کشور و صادرات

هر یک از این مراحل دارای ریسک‌های خاص خود بوده و نیازمند ارزیابی و مدیریت صحیح در جهت کاهش میزان ریسک می‌باشند.

ریسک معمولاً به‌طور کامل از بین نمی‌رود، اما لازم است تا به سطح قابل قبولی کاهش یابد. حتی ریسک‌های پایین نیز باید تحت کنترل باشند تا بتوان از پایین ماندن آنها اطمینان حاصل نمود. ریسک‌های موجود در یک پروژه، باید در گزارش مدیریت ریسک عنوان شوند. این گزارش باید حاوی فهرستی از ریسک‌های شناسایی شده، طرح‌های مدیریتی جهت کاهش ریسک و ماتریسی از ریسک برای طبقه‌بندی آن، به سه دسته بالا، متوسط و پایین باشد.

با توجه به پر ریسک بودن تمامی بخش‌های این صنایع و به علت بالا بودن حجم سرمایه‌های مالی و انسانی در این بخش، عملاً امکان رساندن ریسک آنها به صفر حتی با رعایت کلیه نکات ایمنی و ارزیابی‌های ریسک جامع نیز وجود نخواهد داشت. لذا لزوم انتقال ریسک به بیمه برای این صنعت به شدت احساس می‌گردد.

استراتژی انتقال، یعنی موجب شدن اینکه بخش دیگری ریسک را قبول کند، معمولاً بوسیله بستن قرارداد یا انجام اقدامات احتیاطی بیمه کردن، یک نوع از استراتژی‌های انتقال ریسک با استفاده از بستن قرارداد است.

همان‌طور که ذکر شد حجم سرمایه‌ها و همچنین میزان ریسک در این بخش از صنعت بالا می‌باشد، لذا شرکت‌های بیمه‌گر با صدور بیمه‌نامه برای بخش‌های مختلف این صنعت، خود را در معرض ریسک بالایی قرار خواهند داد. به همین دلیل است که استفاده از متدها و روش‌های به روز ارزیابی ریسک برای آشنایی هرچه بیشتر صنعت بیمه و همچنین بیمه‌گذاران با مخاطرات و ریسک‌های موجود به‌منظور به‌حداقل رساندن این خطرات ضروری بوده و امروزه از اهمیت بالایی برخوردار است.

### ۲-۳- جایگاه صنعت بیمه در بخش انرژی:

" پروژه‌های عمرانی و زیربنایی که برای اکتشاف، استخراج، پالایش و پخش فرآورده‌های نفت، گاز و نیز پتروشیمی احداث می‌شود، تحت عنوان پروژه‌های انرژی در صنعت بیمه مطرح هستند. مطالعه آمارها در حوزه بیمه در صنایع نفت و انرژی دنیا این صنعت را به‌عنوان حوزه‌ای که تعریف و کاربردهای پیشرفته‌ای از بیمه را مطرح می‌کند، نشان می‌دهد. این در حالی است که ارقام و داده‌های عملکرد صنعت بیمه در حوزه نفت و انرژی در کشور، حاکی از عدم تناسب سهم صنایع نفت و انرژی از صنعت بیمه کشور با نقش این بخش در اقتصاد کشور می‌باشد.

در دهه قبل بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۹۶ درصد از ریسک‌های رشته بیمه نفت و انرژی را به بیمه‌گران اتکایی در خارج از کشور واگذار می‌کرد؛ اما قبل از اعمال تحریم‌ها با افزایش توان فنی و مالی داخلی، سهم واگذاری به خارج به ۴۱ درصد در سال ۱۳۸۷ کاهش یافته بود و متناسب با افزایش ظرفیت مالی و فنی بازار بیمه با بالا رفتن ظرفیت نگهداری در شرکت‌های بیمه، نتیجتاً ظرفیت نگهداری ریسک بیمه نفت و انرژی در داخل کشور نیز در یک روند معمول رو به افزایش گذاشته بود.

آمارها نشان می‌دهد در دهه اخیر نزدیک به ۴۰ درصد از خسارت‌های اعلام شده در سطح جهان و حدود ۹۰ درصد از خسارت‌های پرداخت شده صنعت جهانی بیمه به صنایع نفت، گاز و پتروشیمی اختصاص داشته است. فلذا ضروری است راهکارهای توسعه تعاملات فی ما بین صنعت نفت و بیمه و افزایش ظرفیت و کارایی بازار بیمه‌های انرژی در کشور به طور جدی مورد توجه قرار گیرد. راهکارهای نیل به این هدف عبارتند از تقویت توان تخصصی صنعت بیمه در حوزه بیمه‌های انرژی، طراحی سازوکار مناسب جهت سطح بندی پروژه‌های نفتی از حیث پیچیدگی‌های فنی، میزان ریسک و گستردگی و ارائه خدمات مشاوره مدیریت ریسک در صنعت بیمه کشور در کنار فروش بیمه‌نامه به صنایع نفت و انرژی." (وب سایت بیمه آسیا، بیمه‌های انرژی)

### ۳- بررسی انواع متدهای ارزیابی ریسک:

ارزیابی ریسک به منظور شناخت کامل ریسک‌های موجود در یک سیستم و ارائه راهکارهای مناسب برای کنترل و کاهش آنها دارای روش‌ها و متدهای متنوع و گوناگونی هست که هر یک از آنها دارای ویژگی‌های خاص خود می‌باشد. انتخاب روش مناسب ارزیابی ریسک با توجه به نوع صنعت یا پروژه و شرایط آن با توجه به هدفی که از آن ارزیابی ریسک مد نظر می‌باشد، دارای اهمیت بالایی می‌باشد. به طور کلی مهمترین روش‌های ارزیابی ریسک مورد استفاده در صنایع فرآیندی به شرح زیر می‌باشد:

- ارزیابی مقدماتی خطر به روش Preliminary Hazard Analysis(PHA)
- ارزیابی به روش HAZOP Study
- ارزیابی به روش What if
- ارزیابی به روش SHA System Hazard Analysis
- ارزیابی به روش درخت خطا (Fault Tree analysis - FTA)
- ارزیابی به روش Failure Modes & Effect Analysis (FMEA)

از میان روش‌های ارزیابی ریسک ذکر شده، دو روش ارزیابی HAZOP و FMEA جزو کاربردی‌ترین و بهترین روش‌ها می‌باشد.

### ۳-۱- روش ارزیابی ریسک HAZOP Study

دو مفهوم مخاطره (Hazard) و راهبری عملیات (Operability)، دو رکن اساسی در نام این روش هستند که هر یک وزنه مهمی در محتوای این روش نیز می‌باشند. تعریف رسمی HAZOP عبارتست از "به‌کارگیری روشی رسمی و سیستماتیک بر روی مقاصد طراحی و عملیاتی پروژه موجود و در حال کار یا در فاز طراحی، به منظور استخراج انحرافات محتمل از شرایط طراحی و عملیاتی واحد و بررسی و تحلیل عواقب مخاطرات یا شرایط بر هم زننده شرایط عملیاتی مطلوب و در صورت نیاز ارائه پیشنهاداتی برای افزایش سطح ایمنی و عملیاتی پروژه".

تکنیک آنالیز مخاطرات و راهبری عملیات، HAZOP، روشی با ساختار مشخص برای تشخیص و ارزیابی ایمنی مخاطرات در واحدهای فرآیندی است که از تیمی با تخصص‌های مختلف مهندسی استفاده می‌کند و به‌عنوان روشی پایه برای شناسایی خطرات فرآیندی در طراحی و عملیات واحد صنعتی مورد قبول قرار گرفته است.

در این روش با کمک یک تیم متشکل از رشته‌های فنی مختلف، تمامی نقشه‌های PFD و P&ID فرآیندی مورد تجزیه و تحلیل می‌گیرد. به منظور افزایش تمرکز بر روی انحرافات احتمالی پارامترهای عملیاتی، سیستم مورد مطالعه به زیر سیستم‌های کوچکتر که اصطلاحاً گره (node) مطالعاتی خوانده می‌شود تقسیم می‌گردد. هر گره مطالعاتی به بخشی از سیستم اطلاق می‌شود که در آن علاوه بر امکان تعیین پارامترهای عملیاتی، احتمال انحراف پارامترهای یاد شده نیز وجود دارد. باید توجه داشت که اثرات انحراف در پارامترهای عملیاتی ممکن است علاوه بر گره مورد مطالعه، سایرگره‌ها و حتی کل سیستم را نیز تحت تأثیر قرار دهد.

فلسفه اصلی پشتیبانی کننده روش HAZOP این عبارت می‌باشد که اگر یک فرایند بر اساس اهداف طراحی خود عمل کند رویداد خطرناک در آن رخ نخواهد داد. به عبارت دیگر اولین و اصلی‌ترین فرضیه در انجام HAZOP این است که فرآیند اصلی طراحی و استانداردهای تجهیزات اعمال شده همگی صحیح می‌باشند که بر همین اساس انحرافات ممکن از اهداف اولیه طراحی سیستم مورد بررسی قرار خواهد گرفت. به همین دلیل در مورد کل سیستم و همچنین گره‌های انتخابی ضرورت دارد که اهداف اصلی از طراحی آنها به دقت تعیین شده و سپس انحرافات احتمالی از اهداف یاد شده مورد ارزیابی قرار گیرد. این امر دو مزیت عمده زیر را بدنبال خواهد داشت:

۱- امکان ارزیابی بخش‌های سیستم از دیدگاه طرح عملی می‌گردد. برای مثال در صورتی که هدف طراحی یک قطعه تحمل ۱۰ کیلوگرم فشار بر سانتیمتر مربع قید شده باشد صحیح بودن هدف فوق مورد بررسی بیشتر قرار گرفته و در صورت شناسایی هر گونه قصور، اقدامات اصلاحی در همین مرحله انجام می‌گیرد.

۲- امکان مقایسه شرایط موجود با اهداف فوق و در نتیجه شناسایی انحرافات احتمالی عملی می‌گردد.

پس از طی مراحل فوق در هر از گره‌های انتخابی با توجه به نوع فرآیندها، پارامترهای عملیاتی مختلف مورد بررسی قرار گرفته و اثرات آنها بر روی فرآیندها و تجهیزات در شرایط مختلف ثبت می‌گردد. سپس با توجه به ارزیابی انجام شده، اقدامات اصلاحی مورد نظر برای جلوگیری از این اثرات و آسیب‌ها ارائه می‌گردد.

انجام یک مطالعه HAZOP در کنار اینکه با شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها به ارائه درک بهتر کمک کرده و در نهایت به بهبود عملیات و ارتقاء سطح ایمنی سیستم کمک خواهد کرد. با درگیر ساختن افراد به صورت تیمی و جلب مشارکت آنها در حل مشکلات خود به افزایش روحیه همکاری جمعی در سازمان منجر خواهد شد.

## ۲-۳- ارزیابی ریسک به روش FMEA:

روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن سابقه ۴۰ ساله دارد. استفاده از FMEA برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ در صنایع هوا و فضای آمریکا جهت ساخت سفینه آپولوی ۱۱ در ناسای آمریکا مشاهده شده است و پس از آن در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ برای موسسات اتمی به کار رفت. ضمن اینکه از سال ۱۹۷۷ به بعد برای صنایع خودروسازی نیز به کار گرفته شد. از سال ۲۰۰۰ تا کنون این روش یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی ریسک در تمامی صنایع می‌باشد. در این روش سه پارامتر مهم زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

- ✓ Occurrence احتمال وقوع: احتمال یا به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکست‌ها نسبت به تعداد انجام فرآیند
  - ✓ Severity شدت خطر: ارزیابی و سنجش نتیجه شکست (البته اگر به وقوع بپیوندد). شدت، یک مقیاس ارزیابی است که جدی بودن اثر یک شکست را در صورت ایجاد آن تعریف می‌کند.
  - ✓ Detect احتمال کشف: احتمال تشخیص شکست قبل از آن که اثر وقوع آن مشخص شود. ارزش یا رتبه تشخیص وابسته به جریان کنترل است. تشخیص، توانایی کنترل برای یافتن علت و مکانیزم شکست‌هاست.
- برای ارزیابی به روش FMEA لازم است تا برای هر یک از ریسک‌های موجود در یک پروژه یا کارخانه، به هر یک از سه پارامتر فوق‌الذکر یک عدد بین ۱ تا ۱۰ نسبت داده شود. اگر درجات این سه عامل را در یکدیگر ضرب کنیم نمره اولویت خطرپذیری برای هر الگوی شکست بالقوه و آثار آن بدست می‌آید.
- (RPN) نمره اولویت خطر پذیری = (شدت \* وقوع \* تشخیص)

باتوجه به RPN های به دست آمده برای هر ریسک، اولویت‌بندی صورت می‌گیرد. در این روش عدد اولویت ریسک به سه سطح تقسیم‌بندی می‌شود.

- ✓ سطح ۱: سطح عادی که در آن هر سه فاکتور عدد RPN دارای عددی کمتر از ۶ می‌باشند و یا اینکه عدد RPN پایین است و نیاز به اقدامات پیشگیرانه احساس نمی‌شود.
- ✓ سطح ۲: سطح نیمه بحرانی که در آن حداکثر یک فاکتور از سه فاکتور عدد RPN دارای مقادیری بالاتر از ۶ است ولی عدد RPN پایین است. در این صورت ارایه اقدامات پیشگیرانه ضروری است.
- ✓ سطح ۳: سطح بحرانی که در آن حداقل دو فاکتور از سه فاکتور عدد RPN دارای مقادیر بالاتر از ۶ باشند و عدد RPN نیز بالا می‌باشد. مسلم است که این سطح نیاز به اقدامات پیشگیرانه فوری دارد.

## ۳-۳- ارزیابی ریسک با محاسبه PML و EML در صنعت بیمه

همان‌طور که در بندهای قبلی مقاله گفته شد، روش‌های مختلفی برای ارزیابی ریسک از منظرهای مختلف وجود دارد. لیکن از آنجایی که هدف مقاله حاضر کاربرد روش‌های ارزیابی ریسک در بیمه صنایع نفت و انرژی می‌باشد، لذا در ادامه به تشریح استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک برای محاسبات PML و EML پرداخته شده است.

در تعریف شرکت سویس ری از این دو پارامتر آمده است:

PML (Probable Maximum loss) حداکثر خسارت در حالی است که آتش‌سوزی واقع شود و هیچ یک از سیستم‌های اطفاء حریق نتوانند به وظایف خود عمل کنند و آتش‌سوزی خود به خود با مانع برخورد نماید و یا موادی برای سوختن باقی نماند و آتش خاموش شود.

EML (Estimated Maximum loss) مورد بیمه در حالت عادی و نرمال خود قرار دارد و کلیه تأسیسات و سیستم‌های

اطفایی در حد مورد انتظار مورد استفاده قرار می‌گیرند و مؤثر واقع می‌شوند و شرایط غیرعادی و اتفاقی نیست.

در این روش با استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک نظیر روش HAZOP ابتدا نقاط خطر شناسایی می‌گردد. سپس با استفاده از تعریف کلاسیک ریسک به صورت حاصل ضرب شدت در احتمال وقوع یک خطر عدد ریسک محاسبه می‌گردد. برای محاسبات این دو پارامتر، لازم است تا ارزش سرمایه هر بخش از یک پروژه یا کارخانه در دسترس بوده و یا با استفاده از روش‌های ارزش گذاری محاسبه گردد. با استفاده از عدد ریسک و داشتن میزان سرمایه هر بخش، پرریسک ترین زون خطر مشخص شده و محاسبات PML و EML برای آن بخش انجام می‌گیرد. سپس با استفاده از تعریف ماتریس ریسک بیمه‌ای براساس ماتریس کنترل پروژه، و داشتن اعداد فوق می‌توان محدوده خطرپذیری هر پروژه و یا کارخانه و صنعتی را تعیین نمود.

#### ۴- بررسی موردی ارزیابی ریسک یک واحد انرژی در مرحله ساخت و نصب و بهره برداری:

در این بخش از مقاله حاضر، به بررسی و ارزیابی ریسک یکی از پروژه‌های صنعت انرژی ایران تحت عنوان کارخانه NGL پرداخته شده است و در انتهای محاسبات PML و EML این کارخانه براساس روش ذکر شده در بالا انجام گرفته است.

##### ۴-۱- شرح پروژه:

این پروژه، یکی از بزرگترین پروژه‌های صنعت نفت کشور است که با اجرایی شدن آن، روزانه از سوزاندن بیش از ۵۰۰ میلیون فوت مکعب گازهای همراه تولیدشده از میادین نفتی غرب کارون شامل یادآوران، آزادگان، دارخوین و یاران جلوگیری به عمل خواهد آمد.

به‌طورکلی هدف از اجرای این طرح تبدیل گازهای حاصل از میادین نفتی به محصولات با ارزش به جای سوزاندن می‌باشد. محصولات عمده و اصلی تولیدی این کارخانه به شرح زیر می‌باشد:

۱- میعانات گازی

۲- گاز شیرین

۳- گوگرد

گازهای همراه حاصل از فرآورش نفت خام تولیدی این میادین ترش بوده (حاوی  $\text{H}_2\text{S}$  و  $\text{CO}_2$ ) و لازم است که جهت انتقال به کارخانه گاز-گاز مایع، نمزدایی و فشار افزایشی شوند. در واحد گاز-گاز مایع، گازهای ترش، شیرین‌سازی شده و پس از فرآورش، مایعات استحصالی ( $\text{C}_2+$ ) از طریق خط لوله ۱۶" به طول ۱۷۴ کیلومتر به کارخانه پتروشیمی منتقل می‌شوند، همچنین گازهای سبک تولیدی نیز از طریق خط لوله ۳۶" انتقال گاز به طول ۵۵ کیلومتر به شبکه سراسری گاز کشور (IGAT) ارسال می‌گردد. همچنین گوگرد گرانول شده نیز از تولیدات کارخانه خواهد بود که می‌تواند در صنایع شیمیایی و کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد.

گازهای غنی و ترش که خوراک کارخانه NGL می‌باشد، از میادین غرب کارون تامین شده و با خطوط انتقال مجزا به محل احداث این کارخانه منتقل می‌شوند. در این کارخانه واحدهای اصلی فرآیندی و واحدهای جانبی وجود دارند که در جدول زیر مهمترین آنها آورده شده است.



## جدول (۱) - واحدهای اصلی و جانبی فرآیندی کارخانه NGL

واحدهای جانبی		واحدهای اصلی فرآیندی
واحد تولید هوای فشرده (Air Compression)	واحد تامین آب (Water Treatment Unit)	واحد تاسیسات ورودی (Reception Facilities)
واحد نیتروژن (Nitrogen System)	واحد اطفاء حریق (Fire Fighting)	واحد شیرین سازی (Gas Sweetening)
سیستم تخلیه (Relief system)	واحد تامین گاز سوخت (System Fuel Gas)	واحد تثبیت میعانات گازی (Condensate Stabilization)
واحد آب ورودی (Intake Water)	واحد تامین سوخت مایع (Fuel Oil)	واحد بازیابی میعانات گازی (NGL Recovery)
	واحد تامین مواد شیمیائی (Chemicals)	واحد جداسازی مرکاپتانها از مایعات گازی (Polishing Unit)
	واحد تولید بخار (Steam Generator)	واحد بازیافت گوگرد (Sulfur Recovery Unit)
	واحد تصفیه پساب (Waste Water Treatment)	واحد تقویت فشار گاز (Compressor Unit)

با در نظر گرفتن شرایط خوراک ورودی، آرایش فرآیندی زیر برای فرآورش گازهای غنی انتخاب شده است.

## ۱- تأسیسات ورودی (Reception Facilities):

برای هر یک از خطوط انتقال گازهای غنی به کارخانه، یک سیستم پوک مجزا در نظر گرفته شده و همچنین جهت عملیات جداسازی میعانات گازی و آبی همراه خوراک ورودی به کارخانه، از سیستم لخته گیر (sludge catcher) استفاده می شود.

## ۲- واحد شیرین سازی (Gas Sweetening):

گازی که از میادین به سمت کارخانه می آید، ترش می باشد. لذا گاز ترش خروجی از تأسیسات ورودی حاوی مقادیر زیادی گازهای سولفید هیدروژن ( $H_2S$ ) و دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) بوده و لازم است که مقادیر آنها براساس استانداردها تا میزان مجاز تقلیل داده شود. فرآیند معمول برای جداسازی گازهای سولفید هیدروژن و دی اکسید کربن استفاده از روش جذب با استفاده از حلال جاذب DEA (دی اتانول آمین) می باشد.

## ۳- واحد تثبیت میعانات گازی (Condensate Stabilization):

مایعات استحصالی از تأسیسات ورودی به همراه میعانات هیدروکربنی حاصل از تجهیزات ورودی واحد شیرین سازی، وارد واحد تثبیت مایعات گازی شده و پس از تثبیت جهت مرکپتان زدایی در ورودی واحد polishing با گاز- مایع مخلوط و سپس توسط خط لوله به کارخانه NF3 پتروشیمی بندر امام پمپاژ می گردد. گازهای تولیدی در این واحد نیز، پس از فشار افزایی با گازهای خروجی از تأسیسات ورودی مخلوط شده و وارد واحد شیرین سازی می شود.

#### ۴- واحد بازیابی مایعات گازی (NGL Recovery):

نوع فرآیندهای انتخابی برای این بخش متنوع بوده و بیشتر تابع محصول تولیدی کارخانه می‌باشد. گزینه انتخاب شده برای فرآیند این واحد که در آن بیشترین میزان اتان بازیافت می‌گردد، عبارت است از استفاده از سیکل پروپان برای خنک کردن گاز غنی شیرین شده و سپس عبور گاز از شیر اختناق (JT valve) و توریو اکسپندر برای مایع‌سازی گاز غنی شیرین شده.

گاز و مایع خروجی از این بخش به برج تفکیک ارسال شده و محصولات مورد نیاز در این برج از یک دیگر تفکیک می‌گردند. محصولات خروجی از این بخش شامل گاز سبک و گاز- مایع می‌باشند. همچنین با توجه به اینکه گاز خروجی از واحد شیرین سازی اشباع از آب می‌باشد، در زمان تقلیل دمای آن احتمال تشکیل هیدرات در گاز وجود داشته و لذا در انتخاب فرآیند مایع سازی گاز، لازم است تا حذف آب از سیستم مدنظر قرار گیرد.

از میان فرآیندهای مختلف نم‌زدایی، فرآیند جذب سطحی به وسیله بسترهای جامد molecular sieve برای این کارخانه انتخاب شده است. در این فرآیند، گاز در اثر عبور از برج های حاوی بستر جامد با سطح جاذب در تماس قرار می‌گیرند. عبور گاز از داخل منافذ و مجراهای بسیار ریز بسترهای جامد باعث جذب مایع توسط این جاذب شده و در نتیجه بستر اشباع می‌شود.

برای خروج آبها جذب شده، به جاذب حرارت داده می‌شود. در شرایط دمای بالا، فشار بخار اجزاء جذب شده افزایش می‌یابد و بر نیروی جاذبه بین بستر و مایع غلبه می‌کند، در این حالت اجزاء جذب شده از بستر جدا و به سمت بالای برج حرکت می‌کنند و بستر جامد عاری از آب می‌شود و به عبارتی بستر احیا شده و آماده استفاده مجدد می‌گردد. در این واحد همچنین فلزات سنگین از گاز پس از نم زدایی توسط بسترهای جاذب جداسازی می‌گردد.

#### ۵- واحد جداسازی مرکپتان از مایعات گازی (Polishing Unit):

در این واحد توسط بسترهای جامد، مرکپتان از مایعات گازی جداسازی می‌شوند و بسترها توسط گاز داغ احیا می‌شوند.

#### ۶- واحد بازیافت گوگرد (Sulfur Recovery):

گاز اسیدی خروجی از واحد شیرین سازی در صورت داشتن نسبت‌های مناسب و مقادیر قابل توجه از گازهای سولفید هیدروژن، خوراک مناسبی برای واحد بازیافت گوگرد می‌باشد. این واحدها تحت لیسانس بوده و معروف‌ترین فرآیند برای تبدیل گاز سولفید هیدروژن به گوگرد استفاده از فرآیند CLAUS می‌باشد. در این فرآیند، قسمتی از گاز سولفید هیدروژن در یک کوره سوزانده می‌شود. گازهای خروجی از این کوره در حضور کاتالیست بوکسیت آلومینیوم در راکتورها واکنش داده و تولید گوگرد مذاب می‌نماید. محصول فرعی این واحد بخار آب بوده که می‌تواند در سایر بخش‌های فرآیند مورد استفاده قرار گیرد. سپس گوگرد مذاب در فرآیند گرانول‌سازی به مشخصات مورد نیاز تبدیل شده و میزان گاز سولفید هیدروژن در آن تقلیل می‌یابد. همچنین لازم است تا امکانات مورد نیاز برای ذخیره‌سازی و انتقال گوگرد جامد نظیر سوله‌های ذخیره سازی گرانول و نوار نقاله‌های انتقال نیز در نظر گرفته شود.

#### ۷- واحد تقویت فشار گاز (Compressor Unit):

یکی از محصولات جانبی واحد بازیابی مایعات گازی، گازهای سبک می‌باشد. این گازها پس از افزایش فشار در واحد تقویت فشار گاز، وارد شبکه سراسری انقال گاز یا همان IGAT می‌شوند.

از طرفی دیگر، همان‌طور که قبلاً در واحد تثبیت میعانات گازی ذکر شده بود، گازهای تولیدی در این واحد پس از فشار افزایشی در واحد تقویت فشار گاز با گازهای خروجی از تأسیسات ورودی کارخانه مخلوط شده و وارد واحد شیرین‌سازی می‌گردند.

#### ۸- واحدهای کمکی (Utility Unit):

علاوه بر ۷ واحد اصلی کارخانه که در بندهای قبل شرح داده شد، واحدهای جانبی و کمکی زیر نیز جهت تأمین نیازهای کارخانه طراحی و اجرا خواهد شد:

- ✓ واحد تأمین آب (Water treatment Unit)
- ✓ واحد اطفاء حریق (Fire Fighting Unit)
- ✓ سیستم تخلیه (Relief system) شامل مشعل سوزا، بسته مایعات دور زیر و گودال سوزا
- ✓ واحد تأمین گاز سوخت (Fuel Gas system)
- ✓ واحد تأمین سوخت مایع (Fuel Oil)
- ✓ واحد تأمین موارد شیمیایی (Chemicals)
- ✓ واحد تولید بخار (Steam Generator)
- ✓ واحد تصفیه پساب (Waste Water Treatment)
- ✓ واحد تولید هوای فشرده (Air Compressor)
- ✓ واحد نیتروژن (Nitrogen system)

#### ۲-۴- ارزیابی ریسک:

به‌طور کلی برای ارزیابی ریسک صنایع فرآیندی، خطرات را می‌توان به دو دسته عمده و کلی زیر تقسیم‌بندی کرد.

- ✓ خطرات طبیعی (شامل زلزله، سیل، طوفان، صاعقه و ...)
- ✓ خطرات فرآیندی

هر یک از این ریسک‌ها می‌تواند به‌عنوان خطری برای انسان، محیط زیست و یا سرمایه در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه بیمه نامه مدنظر برای پوشش این پروژه بیمه‌نامه تمام‌خطر نصب می‌باشد، لذا تنها خطرات از جنبه میزان آسیب‌رساندن به سرمایه خود پروژه و یا اشخاص ثالث مورد ارزیابی و بررسی قرار خواهد گرفت. ذکر این نکته ضروری می‌باشد که بیمه‌نامه دارای دوره آزمایش و نگه‌داری نیز بوده و براساس پیمان منعقد شده بین کارفرما و پیمان کار این بخش از پروژه نیز جزو تعهدات پیمانکار می‌باشد.

لازم به ذکر است براساس اسناد ارائه شده توسط بیمه‌گذار، و مطابق با موارد ذکر شده در قرارداد پیمان، تمامی مطالعات HAZOP و HAZID پروژه توسط مشاور دارای صلاحیت فنی در فاز طراحی پروژه انجام گرفته است و این امر از نقاط بسیار مثبت در ارزیابی ریسک این طرح می‌باشد. در ارزیابی ریسکی که در ادامه آورده شده است، از داده‌ها و مطالعات HAZOP و HAZID بیمه‌گذار استفاده گردید.

لازم به توضیح است که در پروژه‌های نفتی ریسک‌های فرآیندی بر ریسک‌های خطرات طبیعی و سیویل قالب هستند. به‌عبارت دیگر با توجه به شدت خطر و میزان خطرات ممکن در بخش‌های فرآیندی عملاً با در نظر گرفتن

پارامترهای خطر در حوزه فرآیندی سایر بخش‌ها عملاً در نظر گرفته شده است ولیکن توصیه‌های ایمنی و مباحث فنی این دو مبحث کاملاً از هم مجزا هستند که بیمه‌گذاران محترم باید به این نکات توجهی ویژه داشته باشند.

#### ۱-۲-۴- خطرات طبیعی:

در میان خطرات و ریسک‌های موجود در یک پروژه مهمترین خطرات طبیعی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرده و مورد ارزیابی قرار داد:

#### الف- زلزله:

کشور ایران از جمله مناطق لرزه خیز جهان می‌باشد. با توجه به پهنه بندی لرزه‌ای ایران و آیین‌نامه ۲۸۰۰ زلزله، شهر محل احداث این پروژه در منطقه با خطر نسبی متوسط واقع شده است. به‌طور کلی آسیب‌هایی که وقوع زلزله و یا هرگونه رانشی در زمین می‌تواند برای این پروژه در کلیه مراحل اجرایی و عملیاتی داشته باشد به شرح زیر می‌باشد:

آسیب به سرمایه: در صورت وقوع زمین لرزه با شدت بالای ۵ ریشتر، احتمال آسیب‌رسیدن به تجهیزات بلند مرتبه از جمله برج‌های جذب و جداسازی، ساختمان‌های موجود در سایت و تجهیزات زیرزمینی وجود دارد. راهکار پیشگیری از این آسیب‌ها طراحی و ساخت و اجرای کلیه سازه‌ها براساس استانداردهای مهندسی موجود می‌باشد.

قطع شدن جریان برق و سیستم‌های ارتباطی و کنترلی: در صورت وقوع زلزله با شدت بالا، احتمال آسیب‌دیدن پست برق و در نتیجه قطع جریان برق در کل واحد وجود خواهد داشت. قطع ناگهانی جریان برق می‌تواند منجر به آسیب به بسیاری از تجهیزات گردد. برای این منظور لازم است تا حتماً برای تجهیزات اصلی و مهم مانند اتاق کنترل، سیستم برق اضطراری و UPS طراحی و اجرا گردد و همچنین سازه‌های این بخش نیز براساس آیین‌نامه‌های لرزه‌ای طراحی گردد.

آزاد شدن مواد شیمیایی و احتراق پذیر در محیط: در صورت ایجاد شکست ناشی از زلزله در هر یک از تجهیزات فرآیندی احتمال نشت گازهای سمی و یا گازها و مایعات با قابلیت اشتعال در محیط وجود خواهد داشت. با وجود چنین شرایطی در صورت ایجاد منبع حرارت و یا جرقه، احتمال آتش‌سوزی و انفجار ابرهای انفجاری دور از ذهن نخواهد بود. استفاده از عایق‌بندی‌های مناسب و سیستم‌های Emergency shut down برای جلوگیری از چنین شرایطی ضروری به نظر می‌رسد.

#### ب- سیلاب و روان آب‌های سطحی:

منطقه احداث این کارخانه در ناحیه با بارش‌های نسبتاً کم واقع شده است. لیکن در فصول سرد سال احتمال وقوع باران‌های سیل آسا با توجه به آمار و وجود رودخانه در اطراف پروژه و شهر دور از تصور نمی‌باشد. به‌طور کلی خطرات تجمع آب و سیلاب می‌تواند آسیب‌های زیر را ایجاد نماید.

✓ تجمع آب بر روی سقف مخازن: این مورد می‌تواند در طولانی مدت موجب آسیب به سقف مخازن گردد. لیکن لازم است تا برای آن‌های حتماً سیستم‌های تخلیه آب طراحی و اجرا گردد.

✓ تجمع آب در سطح زمین: در صورتی که شیب بندی‌ها و کانال‌های تخلیه و سامان‌دهی آب‌های سطحی در سایت به درستی طراحی و اجرا نگردد، امکان تجمع آب در سطح زمین و ایجاد آسیب برای تجهیزات به ویژه خطوط لوله

روی زمین و یا در ارتفاع وجود دارد. از طرفی وجود طولانی مدت آب در مجاورت تجهیزاتی که اکثراً فلزی می‌باشد، میزان خوردگی را افزایش داده و عمر مفید تجهیزات را کاهش خواهد داد.

### ج- طوفان:

با توجه به مکان سایت در نزدیکی شهر اهواز، احتمال وقوع طوفان شن و ماسه در سال بالا می‌باشد. هر چند این طوفان‌ها دارای قدرت و شدت بالایی نیستند، لیکن گرد و غبار ناشی از آنها می‌تواند سبب ایجاد اختلال در عملکرد تجهیزات حساس فرآیندی به ویژه سیستم‌های ابزار دقیق و برقی گردند. لازم است تا تمامی تجهیزات الکترونیکی حساس به گرد و غبار در محیط‌هایی با عایق‌هایی ایزوله قرار گیرند تا احتمال نفوذ ذرات به آنها کاهش یابد. در صورت وقوع طوفان‌هایی با شدت بالا احتمال آسیب به تجهیزات با ارتفاع بالا نظیر برج‌های جذب و دفع، برج‌های جداسازی و سیستم‌های فلر وجود خواهد داشت. لازم است تا در طراحی تجهیزات با ارتفاع بلند نیروی باد به‌عنوان عاملی مهم در نظر گرفته شود.

### د- صاعقه:

خطر اصابت صاعقه به تجهیزات را می‌توان از چند جنبه مورد بررسی قرار داد.

- ✓ خود برخورد صاعقه به تجهیزات بلند و به ویژه تجهیزات پست برق می‌تواند موجب ایجاد آسیب و حتی ایجاد آتش‌سوزی گردد.
- ✓ در صورتی که به علتی ناشی خاصی از تجهیزاتی صورت گرفته باشد و تجمع ابرهای انفجاری در محیط وجود داشته باشد، صاعقه همانند جرقه عمل کرده و منجر به انفجار و در نتیجه آتش‌سوزی خواهد شد.

راه حل مقابله یا این پدیده نصب برق‌گیر مناسب در ارتفاع و همچنین سیستم‌های ارتینگ برای تمامی تجهیزات اصلی و مهم فرآیندی می‌باشد.

### ۲-۲-۴- خطرات بخش سیویل:

این پروژه در مرحله عملیات ساخت و ساز و سیویل بوده است و هنوز هیچ یک از واحدهای آن راه‌اندازی نشده است. عملیات سیویل در چنین پروژه‌هایی شامل مراحل زیر می‌باشد:

- ✓ آماده‌سازی و تسطیح زمین‌های محل قرار گرفتن تجهیزات و سازه‌ها
- ✓ عملیات اجرای سازه‌هایی که قرار است تجهیزات فرآیندی و لوله‌ها و ابزار دقیق بر روی آنها قرار بگیرد.
- ✓ ساخت و اجرای مخازن
- ✓ ساخت ساختمان‌های اداری و کنترل و ...
- ✓ محوطه‌سازی و جدول بندی

در اجرای این بخش از عملیات عمده‌ترین ریسک‌ها و خطرات را می‌توان به‌صورت زیر تقسیم‌بندی کرد.

## جدول (۲) - ریسک‌های مرتبط با مباحث سیویل و خطرات طبیعی

ردیف	عنوان ریسک	احتمال وقوع	شدت	نمره ریسک
۱	زلزله	۰,۱	۰,۴	۰,۰۴
۲	تخریب در اثر سیلاب	۰,۵	۰,۲	۰,۱
۳	طوفان	۰,۱	۰,۲	۰,۰۲
۴	صاعقه	۰,۵	۰,۱	۰,۰۵
۵	ساخت و اجرای مخازن	۰,۳	۰,۱	۰,۰۳
۶	ریزش یکی از بخشهای اجرایی در اثر عدم کیفیت در اجرا	۰,۱	۰,۰۵	۰,۰۰۵
۷	خسارت به اموال اشخاص ثالث بعثت ورود سیلاب ناشی از فعالیت عمرانی این پروژه	۰,۱	۰,۱	۰,۰۱

## ۳-۲-۴ - خطرات فرآیندی

بخش دیگری از ریسک‌ها شامل خطرات ناشی از فرآیند می‌باشد که با توجه به ماهیت پروژه می‌توان آن خطرات را مرتبط با زمان شروع به کار و عملیات آزمایش دانست. خطرات فرآیندی موجود در پروسه تولید و یا سایر بخش‌های کارخانه به تفکیک در ادامه آورده شده است:

## الف - ریسک‌های مواد هیدروکربنی و شیمیایی:

از آنجایی که در این کارخانه انواع ترکیبات سبک و سنگین هیدروکربنی و شیمیایی در حالت‌های مایع و گازی (نظیر انواع آمین‌ها، آلکان‌ها، LPG، انواع روغن‌ها و ...) موجود می‌باشد، و خاصیت این مواد اشتعال‌پذیری بالایشان است، لذا یکی از عمده‌ترین ریسک‌ها موجود را می‌توان به خطراتی که نشت این مواد در محیط ایجاد می‌کنند اختصاص داد. به‌طور کلی بر اثر عوامل مختلفی نظیر خوردگی تجهیزات، عدم آب بندی (SEAL) مناسب تجهیزات، برخورد ضربه و پارگی تجهیزات، خطای انسانی و یا ابزار دقیق امکان نشت مواد هیدروکربنی به محیط وجود خواهد داشت. در صورت نشت مواد به بیرون چندین حالت قابل پیش آمد است.

✓ ماده نشت کرده مایع بوده و بر روی زمین جاری شود و در صورت قرار گرفتن در کنار منبع جرقه و یا حرارت مانند کوره‌ها و یا حتی آتش یک سیگار، امکان آتش‌سوزی و ایجاد آسیب برای تجهیزاتی که در مسیر نشتی قرار گرفته‌اند وجود خواهد داشت.

✓ اگر ماده نشت کرده جزو ترکیبات سبک‌تر باشد بالا فاصله امکان تبدیل شدن به بخار و ایجاد ابر انفجاری را خواهد داشت. در این حالت، در صورتی که دانسیته تجمع ابرهای بخارات هیدروکربنی بالا باشد و به منبع جرقه برسد، انفجار و در تبع آن آتش‌سوزی محتمل خواهد بود. در این حالت حتی ممکن است آسیب ایجاد شده به دلیل ایجاد موج انفجاری درصد زیادی از تجهیزات را تحت تأثیر خود قرار دهد.

✓ در مورد تجهیزاتی مانند مخازن که محل تجمع مقادیر بسیار زیادی از این ترکیبات می‌باشند، در صورتی که به هر علتی آتش به مواد درون آنها سرایت کند، امکان خاموش کردن و اطفاء حریق تا زمان اتمام ماده سوختی بسیار سخت

می‌باشد. لذا استفاده از شیرهای ورود و خروج مناسب برای مخازن نگهداری همراه با تجهیزات کنترلی دقیق از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌علاوه براساس استانداردهای جهانی لازم است تا برای تمامی این مخازن (مایع و گاز) حتماً سیستم‌های اطفاء طراحی گردد. اطراف مخازن باید توسط داکت‌هایی بتنی از سایر بخش‌ها جدا گردد تا در صورت نشتی موارد، به سایر بخش‌ها انتقال نیابد و گستردگی خطر کنترل شود.

### ب- خطرات ناشی از برق:

از دیگر ریسک‌های عمده، ریسک موجود در بخش پست برق و تجهیزات مرتبط با آن می‌باشد. در صورت وقوع اتصال کوتاه درون شبکه و یا حمله تهاجمی از شبکه انتقال سراسری به پست برق داخلی بر اثر تغییرات ناگهانی ولتاژها، علاوه بر آسیب‌رسیدن به تجهیزاتی از جمله ترانسفورماتورها، خازن‌ها، موتورهای برق و ... احتمال آتش‌سوزی گسترده و در مواقعی انفجار نیز وجود خواهد داشت. یکی از راه‌های جلوگیری از وقوع چنین حوادثی انجام آنالیزهای اتصال کوتاه در فاز طراحی می‌باشد.

### ج- ریسک‌های بخش خطوط لوله:

بخش خطوط انتقال ۱۶ و ۳۶ اینچی از کارخانه به خارج از آن نیز دارای ریسک‌هایی به شرح زیر می‌باشد.

- ✓ در صورتی که به علت‌هایی همانند خوردگی لوله، ضربه‌های ناشی از تجهیزاتی مثل تیغه بیل مکانیکی و یا غیره، مواد نفتی موجود در این خطوط لوله به محیط اطراف نشت پیدا کنند، علاوه بر آسیب ایجادشده برای محیط زیست اطراف و آلودگی محیط می‌تواند منجر به آتش‌سوزی نیز شود. بنابراین عمده‌ترین ریسک این بخش برای شخص ثالث و یا از طرف شخص ثالث می‌باشد. در این موارد لازم است تا تمامی معارض‌ها و مسیر دقیق خطوط لوله و محیط اطراف آن شناسایی شده و تا حد امکان خط لوله از منطقه با کمترین تراکم سکنه و اراضی کشاورزی عبور داده شود.
- ✓ همچنین در زمان کانال‌کشی برای نصب این خطوط در صورت ایجاد سیلاب هزینه‌های زیادی را در بر خواهد داشت. لذا لازم است تا این عملیات تا حد امکان در فواصلی که دارای بارندگی نمی‌باشند آغاز و به اتمام برسند. و یا اینکه مترائز اجرایی و باز کانال محدود به مترائز مشخصی گردد.

### د- ریسک‌های تجهیزات:

تجهیزات فرآیندی این چنین کارخانه‌هایی دارای تنوع و تعداد بسیار بالایی می‌باشند. دسته‌بندی کلی این تجهیزات به‌صورت زیر است:

- ✓ مخازن تحت فشار و اتمسفریک
- ✓ کمپرسورها
- ✓ برج‌های جداکننده و جذب و دفع
- ✓ راکتورها
- ✓ پمپ‌ها
- ✓ بویلرها
- ✓ کوره‌ها
- ✓ تجهیزات کنترلی و ابزار دقیق
- ✓ سیستم‌های لوله‌کشی و تجهیزات وابسته

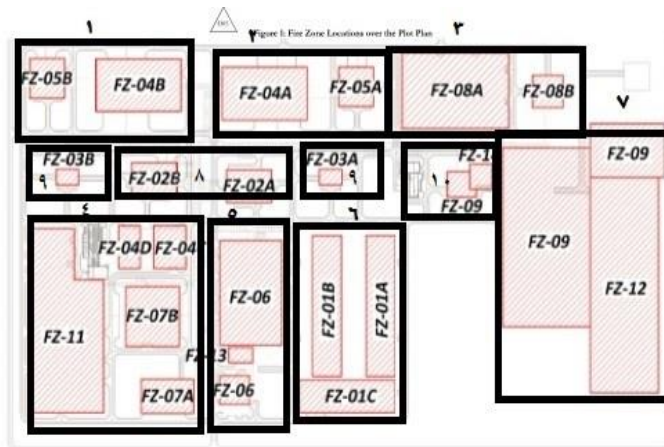
### ✓ تجهیزات برقی

از میان تجهیزات ذکر شده بعضی از آنها در فشارهای عملیاتی اتمسفریک و بعضی در فشارهای بالا کار می‌کنند. به‌طور کلی تجهیزات تحت فشار نظیر بویلر و یا مخازن تحت فشار دارای ریسک بالاتری نسبت به تجهیزات دیگری که در فشارهای پایین کار می‌کنند دارا می‌باشند. طراحی‌های تجهیزات در فشار بالا نیز باید براساس استانداردهای مشخص شده و خاصی صورت گرفته تا احتمال وقوع خطر انفجار ناشی از فشار بالا کاهش یابد. استفاده از سیستم‌های Vent و تخلیه فشار اضافی به ویژه در مخازن، دارای اهمیت بالایی بوده و لازم است تا این سیستم‌ها حتماً دارای پشتیبان نیز باشند تا در صورتی که به هر دلیلی مثلاً یکی از شیرهای اطمینان عمل نکرد، سیستم پشتیبان دوم وارد عمل شده و فشار اضافی را تخلیه نماید.

کمپرسورها تجهیزاتی گران قیمت و اکثراً دارای برند خاص خارجی می‌باشد. عمده‌ترین ریسکی که این تجهیزات را تهدید می‌کند، احتمال شکست در آنها به دلیل رعایت نکردن اصول بهره برداری و دستور العمل‌های خاص آنها می‌باشد. براساس تمامی موارد ذکر شده در بندهای بالا به‌طور کلی برای چنین کارخانه‌هایی خطرات بخش فرآیندی که می‌تواند شامل آتش‌سوزی، انفجار، شکست ماشین‌آلات و یا حتی تخریب کلی اموال گردد، بالا ارزیابی می‌گردد. رعایت کلیه نکات ایمنی ذکر شده در دستورالعمل‌های HSE شرکت ملی نفت و قرار داد پیمان و وجود یک تیم HSE قوی به همراه تجهیزات اعلام و اطفاء به روز و کارآمد از ضروریات چنین واحدهایی می‌باشد.

### ۳-۴- محاسبه میزان ریسک بخش فرآیندی، PML و EML:

از آنجایی که در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، عمده‌ترین خطرات مربوط به بخش فرآیندی می‌باشد، لذا در این پروژه محاسبات برای این بخش از خطرات مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به بخش‌های اصلی و فرعی فرآیندی ذکر شده در بندهای قبل و براساس نقشه جانمایی، این کارخانه به ۱۰ زون براساس شکل زیر تقسیم‌بندی شده است.



شکل (۲) - زون‌بندی موقعیت‌های خطرات فرآیندی در محدوده اجرایی پروژه

سپس با توجه به موارد ذکر شده در بخش ریسک‌های فرآیندی و براساس تعریف کلاسیک ریسک، میزان عدد ریسک و خسارت محتمل و زون‌بندی خطر براساس میزان سرمایه هر بخش، طبق جدول زیر محاسبه گردید:

جدول (۳) - جدول ارزیابی ریسک خطرات فرآیندی

زون بندی Fire Zone	Unit Name	Price (Rial)	قیمت ها بر حسب احتمال	شدت ریسک	نمره ریسک	برآورد میزان خسارت احتمالی برای هر	برآورد ضایعات	حاصل جمع خسارت و	برآورد میزان خسارت احتمالی برای زون خطر
--------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------------	--------------	---------------------------------------	---------------	---------------------	--



براساس جدول فوق، پس از انجام محاسبات مشخص گردید باتوجه به حجم سرمایه در هر بخش و براساس نمره ریسک مربوط به آن زون ناحیه ۴ دارای ماکزیمم میزان خسارت محتمل می‌باشد. در نتیجه اعداد PML و EML براساس روابط زیر برای این زون محاسبه می‌شود.

$$\frac{PML}{Sum\ insured} = M = \frac{2568871371973}{9723816385612} = 26\%$$

$$\frac{EML}{Sum\ insured} = N = \frac{249745379600}{9723816385612} = 2\%$$

براساس تعاریف M باید بین ۳۰ تا ۴۵ درصد باشد. اگر بیشتر از ۵۰ درصد باشد قابل بیمه نمی‌باشد. N نیز باید کمتر از ۱۰ درصد باشد، در صورت بیشتر بودن بیمه اتکایی پیشنهاد می‌شود.

$$\frac{EML}{PML} = 8\%$$

براساس تبدیل جدول ریسک مدیریت پروژه، به جدول ریسک بیمه‌ای براساس جداول زیر میزان ریسک این پروژه قابل محاسبه خواهد بود.

جدول (۶) - ماتریس ریسک بیمه‌ای

احتمال	درصد ریسک بیمه ای				
	۰,۹	۴۵	۵۷	۶۶	۷۶
۰,۷	۴۰	۵۵	۶۲	۷۰	۹۰
۰,۵	۳۰	۴۵	۶۰	۶۷	۸۰
۰,۳	۲۰	۳۰	۴۶	۶۳	۷۰
۰,۱	۵	۱۰	۲۰	۴۰	۶۰
شدت	۰,۰۵	۰,۱	۰,۲	۰,۴	۰,۸

جدول (۵) - ماتریس ریسک مدیریت پروژه

Probability	Threats				
	0.90	0.05	0.09	0.18	0.36
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08
	0.05/ Very Low	0.10/ Low	0.20/ Moderate	0.40/ High	0.80/ Very High

جدول (۷) - حوزه کیفی ارزیابی ریسک براساس طبقه‌بندی عددی و ماتریس ریسک

نوع جدول	پائین	نرمال	متوسط به سمت نرمال	متوسط	متوسط به سمت پرخطر	پرخطر	پرخطر به سمت بالا	بالا	قطعی
جدول ریسک استاندارد	٪۱-٪۲	٪۲-٪۳	٪۳-٪۵	٪۶-٪۷	٪۸-٪۱۷	٪۱۸-٪۳۵	٪۳۶-٪۵۶	۰,۷۲	٪۷۳-۱۰۰٪
جدول EML/MPL	زیر ٪۲۰	٪۲۰-٪۳۵	٪۳۶-٪۴۵	٪۴۶-٪۵۵	٪۵۶-٪۶۵	٪۶۶-٪۷۵	٪۷۶-٪۹۰	۹۱٪-۹۹٪	۱
مشخصات ریسک برای بیمه گر	کمتر از یک	۱	۲	۲,۵	۳	۳,۵	۴	۵	

باتوجه به عدد ۸٪ به دست آمده از محاسبات بالا و مطابقت با جدول فوق، این کارخانه روی کاغذ دارای ریسک در محدوده پایین ارزیابی می گردد. لیکن براساس بررسی اسناد زمان بندی پروژه مشخص شده است که مراحل ساخت و احداث این واحد از تاریخ برنامه ریزی شده حدوداً ۲ سال عقب تر می باشد، لذا باتوجه به تهیه بخش عمده ای از تجهیزات اصلی از سازندگان خارجی آنها، احتمال می رود تا زمان عملیاتی شدن این کارخانه و استارت فعالیت آن بیشتر آنها از محدوده گارانتی خود خارج شده باشند و براساس تجربه این اتفاق می تواند میزان ریسک را تا حدود دو مرحله بالاتر یعنی بخش متوسط به سمت نرمال برای بیمه گر افزایش دهد.

## ۵- جمع بندی و نتیجه گیری

لزوم استفاده از روش های علمی و کمی ارزیابی ریسک در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی جهت ارائه راهکارهای مناسب برای مقابله با ریسک های موجود و همچنین مشخص نمودن حداکثر میزان خسارات احتمالی در صورت وقوع حادثه، برای ارائه به بیمه گران به شدت در این بخش احساس می شود. در نتیجه می توان جمع بندی راهکارها و روش های ارائه شده در این مقاله را به ترتیب زیر خلاصه نمود.

- ۱- لزوم استفاده از روش های علمی ارزیابی ریسک در صنایع انرژی
- ۲- شناسایی روش های مختلف ارزیابی ریسک برای هر یک از صنایع مذکور متناسب با ساختار فعالیتی آن صنعت
- ۳- انجام کلیه مراحل ارزیابی شامل شناخت، محاسبات کمی و کیفی هر یک از ریسک ها و اثر آن بر موقعیت شناسایی شده و ارائه راهکار جهت کنترل و یا کاهش خطرات
- ۴- با توجه به ریسک های شناسایی شده و اهمیت ارتباط آن با زمان و کیفیت اجرا، لازم است تا برنامه زمان بندی اجرای پروژه و کیفیت مواد و مصالح مورد استفاده تا مرحله تحویل پروژه به کارفرما، در بیمه نامه ها لحاظ گردد.
- ۵- تمامی تجهیزات خریداری شده برای پروژه های این بخش از صنعت باید متناسب با MPS تعریف شده در دستورالعمل ها خریداری گردد. به عبارت دیگر این MPS باید ضمیمه بیمه نامه گردد تا در مواقع خسارت مبنای بین بیمه گر و بیمه گذار باشد.
- ۶- در کلیه پروژه های صنعت نفت و گاز و پتروشیمی، کارشناسی ریسک باید قبل از اقدام به خرید بیمه نامه انجام پذیرد و برای ارزیابی ریسک بیمه ای این اطلاعات کارشناسی ریسک در اختیار شرکت های بیمه قرار گیرد.
- ۷- به منظور کاهش میزان ریسک های بخش فرآیندی در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی توصیه می شود تا پس از طی مراحل طراحی اولیه مطالعات ارزیابی ریسک فرآیندی توسط کارشناسان حوزه طراحی انجام گرفته و گزارشات ارزیابی تنظیم گردد و در اختیار کارشناسان ارزیابی ریسک بیمه قرار گیرد.

## منابع

- ۱- دستباز، ک. و دستباز، ه.، ۱۳. بیمه‌های مهندسی، تهران: پژوهشکده بیمه
- ۲- لواسانی، م.، ۱۳۹۳. استانداردهای مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌ها. پیام بیمه ایران، شماره ۴۱۰ سال نوزدهم، ص ۲۸
- ۳- لعل فام، ب.، ۱۳۹۳. الگوی مدیریت ریسک. پیام بیمه ایران، شماره ۴۱۰ سال نوزدهم، ص ۳۶
- ۴- [وب سایت] بیمه آسیا، بیمه‌های انرژی. <http://www.bimehasia.com>
- ۵- [وب سایت] شرکت ایمن پرتو. <http://aipceco.com>