بررسی روش‌های شناسائی مخاطرات و انتخاب روش مناسب در فرآیند ذخیره سازی گاز

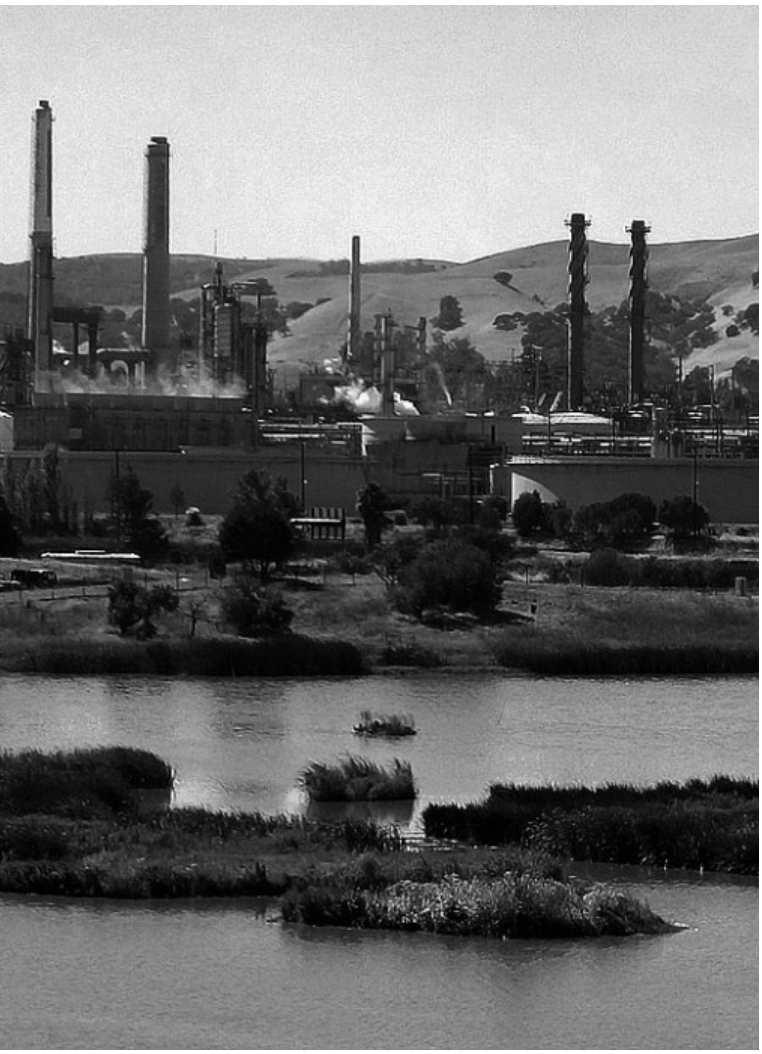
• **مهدی گوگل، حمیدرضا جاودان، فاطمه گودرزوند**
پژوهشکده توسعه و بهینه‌سازی فناوری‌های انرژی، پژوهشگاه صنعت نفت

چکیده

پیشگیری از وقوع حوادث وظیفه‌ای اساسی و فوری است. جهت پیشگیری از حوادث ابتدا باید عوامل بالقوه بروز آنرا شناسائی نمود. این عوامل شامل مخاطرات کوچک و بزرگ، پنهان و آشکار می‌باشند. بنابراین شناسائی مخاطرات در کنار تابع ریسک از مهمترین وظائف کمیته‌های ایمنی و محیط زیست خواهد بود. دراین راستا مخاطرات پس از شناسائی باید بر مبنای استانداردهای موجود مورد ارزیابی کیفی و کمی ریسک قرار گیرند. سپس تنها مخاطراتی را که از درجه ریسک بالائی برخوردار هستند مورد توجه قرار خواهیم داد و جهت کاهش درجه ریسک آنها به مقادیر پائین تر اقدام می‌نمائیم. شناسائی مخاطرات توسط سه ابزار تجربه طراحی و بهره‌برداری پرسنل، همکاری تیمی و روش مناسب و سیستماتیک محقق می‌شود. بطوریکه در صورت وجود نقص در هرکدام از ابزارها شناسائی مخاطرات بصورت اصولی میسر نمی‌شود.

دراین مقاله نحوه پس از بررسی و تحلیل روش‌های مطرح در زمینه شناسائی مخاطرات سپس تکنیک بهینه جهت شناسائی مخاطرات در زمینه فرآیند ذخیره سازی گاز معرفی خواهد شد.

واژه کلیدی: مدیریت ریسک، شناسائی مخاطرات، ذخیره سازی گاز، ارزیابی ریسک



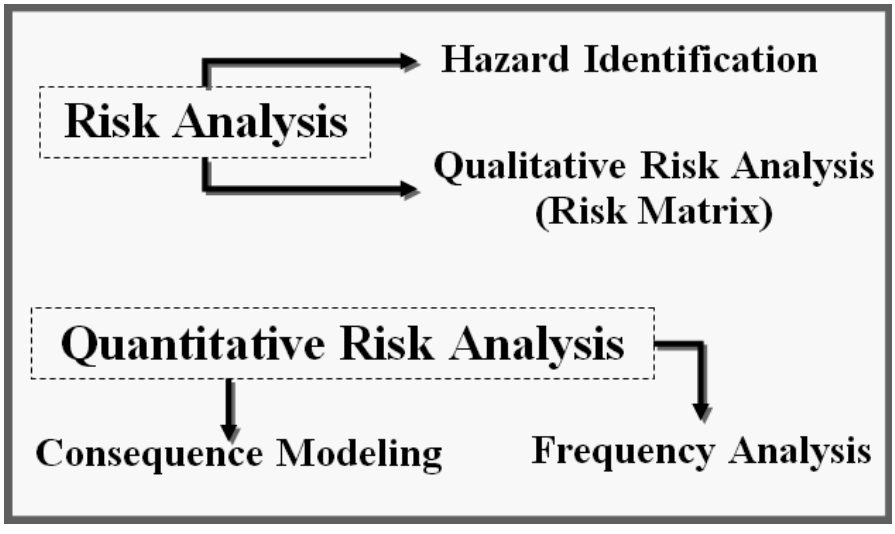
۱- مقدمه

طرح‌های ذخیره سازی گاز از دو مرحله تشکیل شده است. مرحله اول شامل مطالعات امکان سنجی بوده، و مرحله دوم طرح که از فازهای توصیف مخزن، تخلیه گاز بومی و احداث تأسیسات ذخیره سازی/برداشت گاز تشکیل شده است.

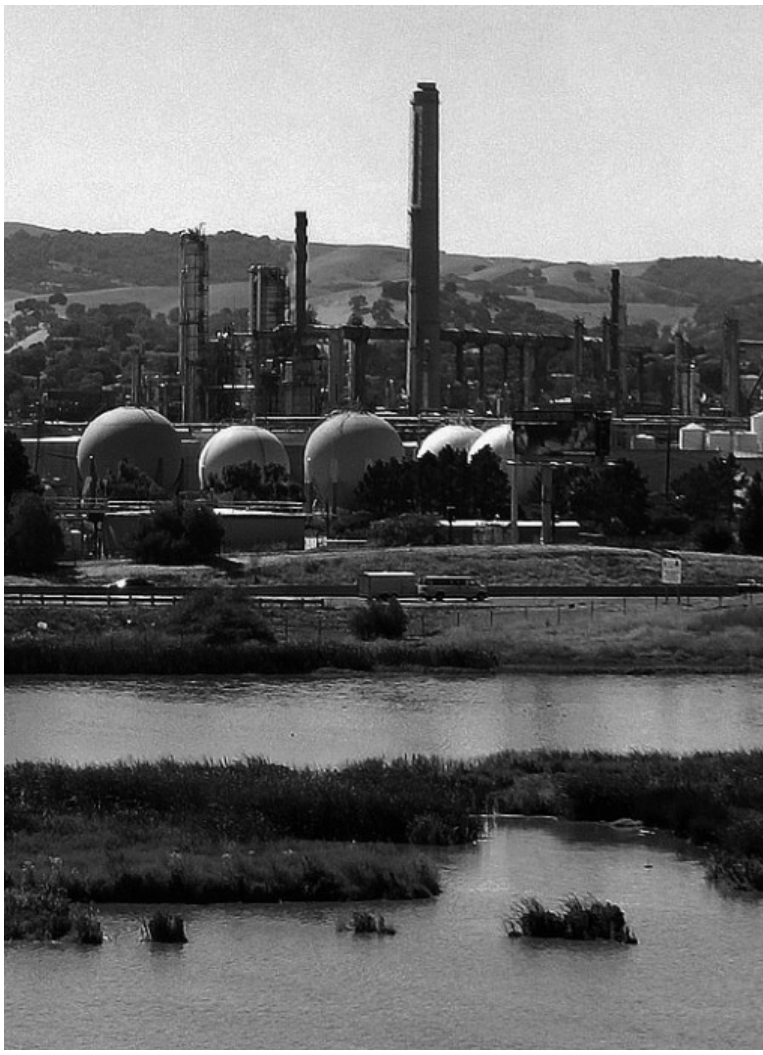
بطور کلی، ذخیره سازی گاز به سه روش انجام می‌شود؛ این روش‌ها عبارتند از:ذخیره سازی در فضاهای متخلخل، مغارهای نمکی و مغارهای سنگی و معادن متروک که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است.

با توجه به موارد گفته شده، یک مخزن ذخیره سازی گاز در فضای متخلخل مشابه یک سیستم نفتی است؛ با این تفاوت که سنگ مادر در این سیستم اهمیتی ندارد. تنها سیستم نفتی شناخته شده در ایران مرکزی، سیستم نفتی قم است .وجود نفت در این سیستم با حفر چاه در تاقدیس‌های سراجه و البرز به اثبات رسیده است. در این سیستم نفتی، سازند قم به عنوان سازند مخزنی و سازند قرمز فوقانی به عنوان پوش سنگ عمل می کند.

سازند قم از ۹ بخش تشکیل شده است که بخش C آن، آهکی بوده و خواص مخزنی دارد، اما به علت تغییرات شدید رخساره و پایی نبودن تخلخل و تراوایی، ذخیره سازی گاز در این بخش با مشکل همراه است. سازند قرمز فوقانی که باید نقش پوش سنگ را ایفا کند نیز به علت تکتونیک شدید در ایران مرکزی با گسل‌های فراوانی همراه است که این گسل‌ها خطر نشت گاز را

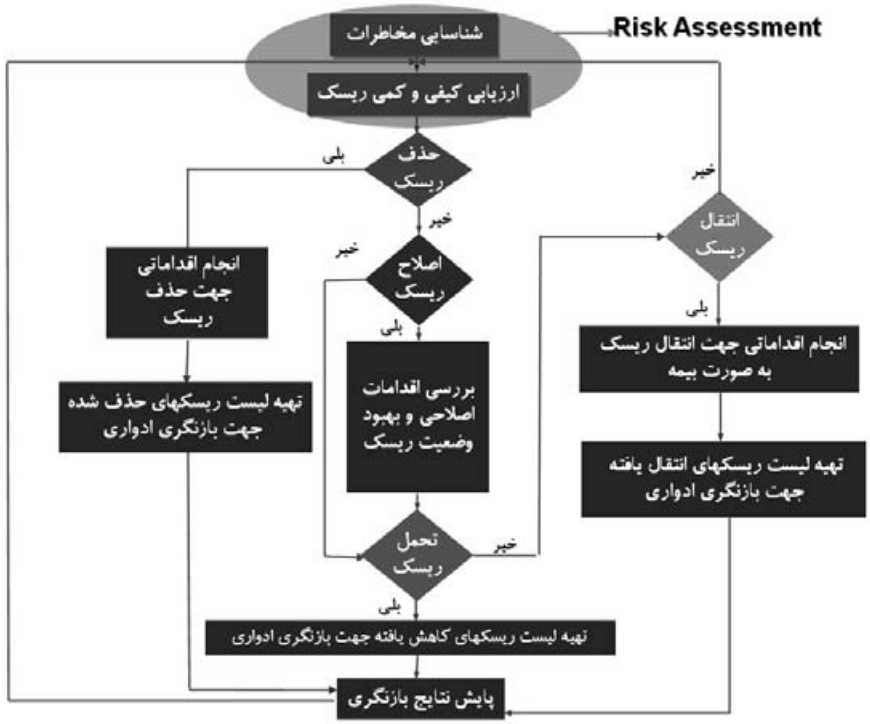


شکل (۱): جایگاه ارزیابی و آنالیز ریسک



افزایش می‌دهند. [۱]
لذا بدلیل وجود خطرات نشت گاز، آتش سوزی و انفجار لزوم اجرای فاز مهندسی شناسائی مخاطرات در کنار آنالیز ریسک ضروری خواهد بود.
در گذشته مخاطرات یک واحد صنعتی را بروش حدس و خطا بررسی می‌نمودند، بدین معنا که واحد را پس از راه‌اندازی از نظر ایمنی مورد سنجش قرار می‌دادند. اما امروزه، با توجه به شرائط عملیاتی واحدهای مدرن و نیز مخارج ساخت آن‌ها چنین کاری انجام نمی‌گیرد. جهت شناسائی مخاطرات در یک واحد صنعتی روش‌های متفاوتی وجود دارد.[۳]
پس از شناسائی مخاطرات باید به ارزیابی کیفی ریسک آن‌ها از زوایای مختلف (انسانی، زیست محیطی، سرمایه‌ای، شهرت کارخانه،...) پرداخته شود.
درصورتی که کیفیت ریسک مخاطره بالا باشد جهت حذف، اصلاح، تحمل و انتقال آنها باید سرمایه گذاری و برنامه‌ریزی نمود. قاعدتاً هرگونه سرمایه‌گذاری بر روی مخاطراتی که از ریسک پائینی برخوردار هستند، معقول نمی‌باشد. در شکل (۱) جایگاه آنالیز ریسک در نمودار ارزیابی ریسک ارائه شده است.
در صورتی بدلایل مختلف نظیر کمبود بودجه، عدم تائید کیفیت ریسک مخاطره و یا بی توجهی به اصول ایمنی پیشنهادات روشی مانند HazOp اعمال نگردد همچنین در صورتی که فاز شناسائی مخاطرات انجام نشده باشد، بالاخره حادثه مورد نظر رخ خواهد داد.
حال می‌خواهیم از زمان تقریبی، عواقب و شدت حادثه مورد نظر قبل از وقوع مطلع شویم. این بخش در ادامه ابزار آنالیز ریسک تحت عنوان بررسی کمی ریسک [۱] QRA مطرح می‌شود.
در این حالت از یک روش پیشرفته محاسباتی بر پایه علم CFD[۲] موسوم به آنالیز و مدلسازی پیامدها[۳] برای برآورد حدود تبعات ناشی از حوادث مختلف مانند آتش سوزی، نشر گازهای سمی و قابل اشتعال یا انفجار استفاده می‌شود.
با استفاده از تکنیک QRA حتی در حین طراحی یک واحد فرآیندی نیز می‌توان به موارد ذیل با دقت بالایی پاسخ گفت (لازم به ذکر است که متأسفانه این موارد در بسیاری از پروژه‌های داخلی بر اساس قوانین سرانگشتی و تجربی مشخص می گردند):

- بهینه سازی آرایش و چیدمان تجهیزات در داخل یک واحد فرآیندی
- بررسی لزوم آتش پاد کردن[۴] سازه‌های فلزی با استفاده از تخمین برد تشعشع ناشی از آتش سوزیهای احتمالی
- تعیین لزوم ضد انفجار نمودن[۵] ساختمان‌های اطراف واحد فرآیندی مانند ساختمان کنترل، ساختمان تعمیرات....
- تعیین ارتفاع مورد نیاز جهت Flare Stack از طریق محاسبات Radiation و Dispersion
- تعیین حریم فلر
- تعیین مکان مناسب اتاق کنترل
- تعیین جانمای مناسب ساختمای اداری
- تعیین جهت و شعاع آلودگی و اثرات مختلف ایمنی ، بهداشت و زیست محیطی در صورت نشت و رها سازی مواد خطرناک و سمی از دستگاه‌ها
- تعیین احتمال وقوع سناریوهای رهایش مواد خطرناک (اعم از آتشگیر و سمی) از دستگاه‌ها که منجر به آتش سوزی ، انفجار می‌باشد



شکل (۲): نمودار ارزیابی ریسک

در مرحله بعدی احتمال بروز حوادث برآورد خواهد شد. ابزار مورد استفاده در این روش مبحث آنالیز احتمالات[۶] و اطمینان مهندسی[۷] می‌باشد.

در این راستا بررسی احتمال بروز حوادث از طریق کشف و بررسی نقش و میزان تاثیر روابط علت-معلولی میان ساز و کارهای سیستم در تاثیر نهائی یک حادثه بر مبنای اطلاعات Failure Rate سیستم‌ها انجام میشود.

بطور سنتی، مرسوم‌ترین ابزار این کار استفاده از درخت خطا[۸] و درخت رویداد[۹] بوده است. این نمودارها براساس شناخت از فرآیند مورد بررسی و شرایط پیرامونی تاثیر گذار بر آن رسم و با استفاده از اپراتور منطقی و روابط جبر بول تفسیر می‌شوند. در صورتی که نتایج کمی مورد نظر باشد، باید داده‌های آماری احتمال خرابی اجزای سیستم را در آنها وارد کرد..

جهت مقایسه اولویت سناریوهای مختلف حوادث، آنها را نه برحسب تاثیر یا احتمال بروز، بلکه برحسب ریسک یعنی ترکیب این دو عامل طبقه بندی می‌کنند. در این شرایط با توجه به بودجه مجتمع و اولویت بندی انجام شده به حذف، اصلاح، تحمل و یا انتقال ریسک‌ها همانند شکل (۲) پرداخته خواهد شد.

الف. حذف ریسک

معمولا گزینه پیشنهادی اول همانند شکل (۲) حذف ریسک است تا آسیبی ایجاد نگردد. متاسفانه، حذف ریسک همیشه امکان پذیر نیست. به بیان دیگر همه ریسک‌ها نمی‌توانند حذف شوند.

ب. اصلاح ریسک

برخی خطرات با کاهش ریسک ذاتی قابل اصلاح هستند. روش دیگر در اصلاح ریسک، به کاربردن اقدامات کنترلی با استفاده از مقررات، آئین نامه‌ها، روش‌های اجرایی و قوانین امکان‌پذیر است. آموزش، تعلیم و نظارت همه جانبه از روش‌های ارزشمند اصلاح ریسک به شمار می‌آیند.

ج. تحمل ریسک

مدیران بایستی نسبت به قابل تحمل شدن ریسک، تصمیم بگیرند. گاهی اوقات ریسک اصلاح می‌شود و به کمتر از حد قابل تحمل می‌رسد و برخی اوقات نمی‌توانیم ریسک را در حد قابل تحمل، اصلاح کنیم. مدیران باید در مورد قابل تحمل بودن ریسک‌ها هوشیار باشند.

د. انتقال ریسک

حتی با بکارگیری بهترین اقدامات جهت اصلاح ریسک در سازمان، در می‌یابیم که هنوز با ریسک مالی قابل توجهی مواجه

هستیم. بیمه یک روش انتقال برخی ریسک‌ها است.
روش دیگر انتقال ریسک استفاده از قراردادهای پیمانکاری است. به عنوان مثال می‌توان به استفاده از اتومبیل‌های کرایه‌ای اشاره کرد.
در فاز مهندسی پایه و تفصیلی پروژه‌های صنعت نفت از ابزار آنالیز ریسک (Risk Analysis) مدرک HazOp Study از بخش آنالیز کمی ریسک و ابزار مدلسازی پیامدها مدرک Consequence Analysis و از ابزار آنالیز احتمالات مدارک Availability Study و SIL Study تولید خواهد شد.

۲- بررسی روش‌های شناسائی مخاطرات

در این مقاله به بررسی مفهومی روش‌های مطرح شناسائی مخاطرات با الگوریتم‌های تحلیلی متفاوت، پرداخته شده است. این روش‌ها شامل تکنیک‌های HazOp، FMEA، JSA و HAZID می‌باشند. ابتدا شرح اجمالی از هر کدام ارائه گردیده و سپس حوزه‌های کاربردی هر کدام مشخص و در آخر با هم مقایسه می‌شوند.
لازم به ذکر است سایر روش‌ها مانند Checklist، FTA، PHA، What-If رقیبان سنتی روش HazOp می‌باشند که بدلیل کیفیت تحلیل ضعیفتر باوجود زمان تحلیل کوتاهتر و هزینه بررسی کمتر اما صرفاً بدلیل اینکه ممکن است خطری با درجه ریسک پذیری بالا را مورد توجه قرار ندهند از لیست بررسی خارج و برنده گروه آن‌ها یعنی روش HazOp بررسی خواهد شد.

۲-۱- روش HazOp

فلسفه اصلی این تکنیک بدین صورت است که اگر فرآیند در راستای تمایل طراحی عمل کند دچار حادثه ای نخواهد شد. در صورت انحراف از تمایل طراحی مخاطرات ناخوشایند مطرح می‌گردند.
در روش مذکور شخص تمام حالات ممکن عملکرد نادرست یا غیر معمول واحد عملیاتی را در نظر گرفته و ضمن بررسی عواقب این نوع عملکردها ، نقاط ضعف ایمنی فرآیند را شناسائی خواهد کرد.
زیرا در واقع آنچه باعث بروز مخاطرات در فرآیندها می‌شود، عملکرد نادرست دستگاه‌ها و تاثیر متقابل آنها بر یکدیگر است، خواه طراحی اولیه نادرست یا ناقص باشد و خواه دستگاه‌ها پس از نصب و راه‌اندازی خارج از محدوده پیش بینی شده در طراحی کار کنند.
این روش در انتهای مرحلهٔ طراحی مفهومی۰۱، طراحی پایه۱۱ ، طراحی تفصیلی۲۱ و همچنین برای فرآیند موجود یعنی در حال کار، جهت شناسائی مخاطرات بکار می‌رود. در این روش عملکرد فرآیند مبنای کار قرار گرفته و هرگونه انحراف از این شرایط به وسیله تعدادی کلمات کلیدی شناسایی می‌شود.
ش HazOp از جمله مهمترین مدارک جهت فاز مهندسی پروژه‌ها و اخذ ایزو OHSAS۱۸۰۰۱ کارخانجات موجود می‌باشد. نکته بسیار مهم در استفاده از این ابزار و تولید مدرک HazOp شرکت افراد با تجربه صنعتی و بهره برداری در

جلسات آن می‌باشد.

در سال‌های اخیر به دلیل استفاده افراد با دانش صرفاً دانشگاهی و بدون تجربه عملیاتی و بهره برداری از ابزار HazOp متاسفانه مدارک بسیار ضعیف و غیر کاربردی از این موضوع تولید گردیده که خدشه‌ای بر اعتبار این روش نیز بوده است.

۲-۲- روش FMEA

تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن FMEA نامیده می‌شود. این تکنیک به منظور مشخص کردن و حذف خطاها، مشکلات و اشتباهات بالقوه موجود سیستم ، و ارائه خدمت، قبل از وقوع، در نزد مشتری، بکار برده می‌شود.

روش شناسائی مخاطره FMEA تکنیکی است که برای اولین بار در ارتش امریکا مورد استفاده قرارگرفته است. استانداردهای نظامی mil-p-۱۶۲۹ با عنوان (روش آنالیز عیب ، تاثیرات مربوط و میزان اهمیت آن) در نهم نوامبر ۱۹۴۹ انتشار یافت. در قالب این استاندارد خطاها یا اشکالات پیش آمده به لحاظ تاثیر گذار آنها در هدف غایی و میزان ایمنی / پرسنل /تجهیزات طبقه بندی می‌شوند.

اولین کاربرد رسمی این تجزیه و تحلیل تحت عنوان FMEA در صنایع هوا فضای ایالات متحده امریکا بوده است. FMEA در آنالیز ریسک روشی تحلیلی است که می‌کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسائی و رتبه بندی کند.

۲-۳- روش JSA

یکی از روش‌های مهم شناسائی خطرات محیط کار، تجزیه و تحلیل ایمنی مشاغل یا JSA می‌باشد.

روش مذکور از جمله روش‌های پیشگیری از حادثه و آنالیز خطر است که سابقه اجرای آن در کشورهای صنعتی به حدود سال‌های قبل از ۱۹۳۰ می‌رسد . JSA مهمترین ابزار مدیریتی موجود است که به حذف خطرات و کاهش جراحات و حوادث محیط کار کمک می‌کند.

JSA با شناسائی خطرها در فرآیند تولید، بهره‌وری را افزایش می‌دهد. همچنین می‌تواند در راستای بازآموزی کارگران و آموزش کارگران جدید، به کارگران ماهر اجازه دهد دانش شغلی خود را در اختیار دیگران قرار دهند.

قطعا اگر کارگر در مسائل ایمنی و تصمیم گیری‌ها دخالت داده شود، مشتاقانه ایمنی را به کار خواهد بست. در این روش ابتدا لازم است نوع کاری که کارگر انجام می‌دهد، کاملا درک شود و به صورت مکتوب ثبت گردد. در واقع مجریان JSA باید خط‌های تولید، پروسه‌ها و مشاغل موجود در محیط صنعتی مورد نظر را بشناسند. لذا بررسی دقیق و مقدماتی قدم اول است.

شاید کاری که کارگر امروزه انجام می‌دهد، با وظیفه او در سایر روزها متفاوت باشد یا کار یکسان در شرایط فیزیکی و محیطی

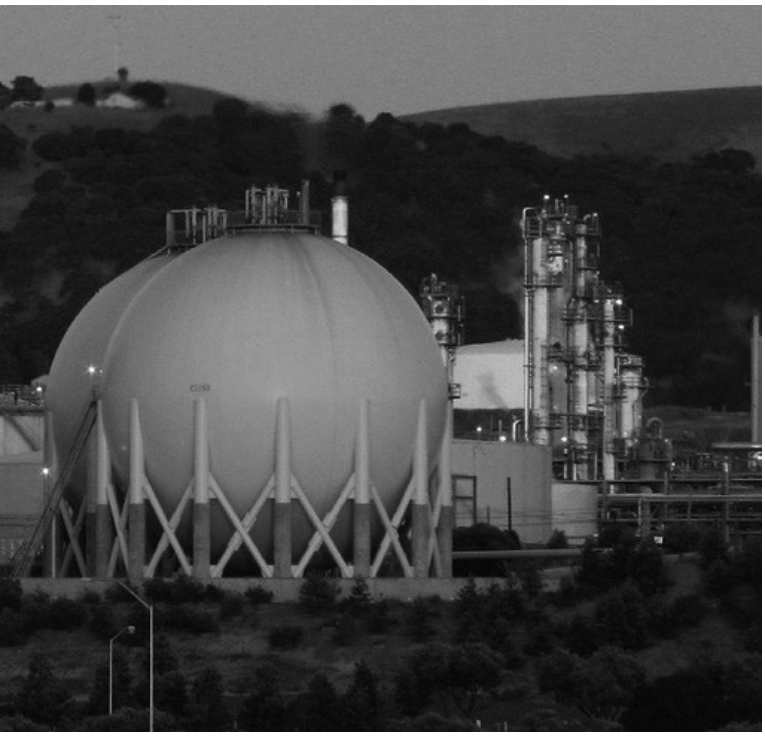
Facility	Checklist	What-If	HazOp	HAZID
Wellhead	■			
Tank Battery	■			
Pipeline	■			
Production Test Facility		■		
Subsea Production Facility		■		
Drilling Operation		■		
Work over/Wierline		■		
Pumping Station		■		
Multistage Sep Facility		■		
Gas Compressor (Sales)		■		
Water Injection Facility		■		
Tank Farm		■		
Liquid Loading Facility		■		
Marketing Terminal		■		
Unmanned Offshore Fac.		■		
Toxic Vapor Treating Fac.			■	■
Gas Injection System			■	■
Gas Loading Facility			■	■
LPG Processing Plant			■	■
LNG Processing Plant			■	■
Gas Storage Facility			■	■
Topping Plant			■	■
Manned Offshore Facility			■	■
Refinery Process Units			■	■
Chemical Process Unit			■	■
Nuclear Facility			■	■

جدول (۱) : پیشنهاد کاربرد روش‌های شناسائی مخاطرات[۴]

مختلف صورت پذیرد. بی‌تردید یکی از دلایلی که درگیر نمودن کارگر را در انجام JSA ضروری نموده، همین مساله می‌باشد.
JSA عبارت است از تکنیکی که جهت بازنگری روش‌های کار و شفاف نمودن آنها و شناسائی خطراتی که ممکن است در چیدمان کارگاه و طراحی ابزارها، ایستگاه‌های کاری و فرآیندها از نظر دور مانده باشند یا پس از شروع کار در اثر محصول پدید آمده باشند، به کار می‌رود.
در تجزیه و تحلیل ایمنی مشاغل با کلمات و عبارات خاصی سروکار داریم که باید از هم متمایز شوند. یکی از این کلمات کلیدی Job است که به شغل در معنی عام یا به عبارتی به حرفه برمی‌گردد.
مثلا در مشاغلی نظیر برقکاری، جوشکاری وپرسکاری، ممکن است هر یک از افراد این حرفه‌ها، کارها و وظایف مختلفی را در رابطه با شغلشان انجام دهند. مثلا یک برقکار ممکن است سیم کشی کند، لامپی را تعویض کند یا یک وسیله برقی را تعمیر نماید. هر یک از این فعالیت‌ها و وظایف را اصطلاحا یک Task می گویند.
اما هر یک از این فعالیت‌ها از مراحلی تشکیل شده اند؛ مثلا جهت تعویض یک لامپ سوخته، برقکار روی چهارپایه می‌ایستد، لامپ را با یک دست و سرپیچ را با دست دیگر می‌گیرد، لامپ را می‌چرخاند تا از سرپیچ خارج شود و سپس از بالای چهار پایه پائین می‌آید. به هریک از این مراحل Step می‌گویند.

۲-۴- روش HAZID

مزیت اصلی این تکنیک فراهم نمودن اطلاعات و ورودی‌های ضروری جهت اخذ بهترین تصمیمات توسعه‌ای در پروژه‌ها می‌باشد .این امر منجر به انتخاب گزینه‌های طراحی ایمن تر و مقرون به صرفه تر، و نهایتًا کاهش هزینه‌های خسارت خواهد شد. مدیران ارشد شرکت‌ها موظف اند قبل از هرگونه طرح ریزی، نصب و بهره برداری، توسعه، از سرویس خارج شدن و یا دفع, در اختیار داشته و (HAZID) برنامه شناسایی و کنترل مخاطرات انجام شده در شرکت را برای اجرای این برنامه حمایت‌های لازم را انجام و از کنترل مخاطرات شناسایی شده اطمینان حاصل نماید.



محدودیت زمانی در مطالعات اولیه قبل از طراحی و اختصاص زمان بیشتر در مرحله طراحی، سبب گردیده است از دو گونه روش شناسایی خطر استفاده شود.

الف-تکنیک شناسایی خطر کلی(Conceptual): جهت دسترسی سریع به مطالعات انجام شده به منظور تصمیم‌گیری‌های اساسی از این تکنیک جهت شناسایی تمامی مخاطرات ساختاری مرتبط با طرح توسعه در طی هفته‌های نخستین مطالعه طرح استفاده می‌شود. مطالعه با استفاده از بخش‌های مناسب چک لیست که از HSE شکل یافته صورت می‌گیرد این چک لیست بر پایه نتیجه مطالعات قبلی در زمینه شناسایی مخاطرات طرح‌ها و پروژه‌ها منتج می‌باشد.

ب- تکنیک شناسایی خطر جزیی(Detailed): جهت جمع‌آوری تدریجی اطلاعات با داشتن فرصت کافی جهت استفاده

این تکنیک برای استفاده در توسعه یک فرایند و یا گزینه‌های مختلف فرایند طراحی شده است که در آن می بایست نمودار جریان فرایند وجود داشته باشد و لازم است تیم به همان واضحی که برای توسعه بر روی مخاطرات لاینفک داخلی و خارجی متمرکز می‌شود در این مرحله نیز بطور موثرتری بر محتوای فرایند انتخاب شده یا فرایند رقیب متمرکز شود.

بنابراین تیم قادر خواهد بود بر تصمیمات مهندسی اولیه -مقدماتی از قبیل موارد زیر مروری داشته باشد:

- تکنولوژی فرایند
- ظرفیت
- فلسفه صرفه جویی
- مفهوم عملیات‌ها و غیره

این مطالعه براساس مروری بر تمامی بخش‌ها یا بخش‌های باقیمانده از چک لیستHAZID می‌باشد که البته بستگی به این دارد که آیا مطالعه کلی(Conceptual) قبل از مطالعه جزیی (Detailed)صورت گرفته باشد یا خیر در نهایت کلیه موارد چک لیست باید مدنظر قرار گیرد.

اطلاعات مورد نیاز جهت مطالعه روش HAZID بصورت کلی (Conceptual) در یک واحد عبارتند از:

- یادداشت‌های اولیه مرتبط با پروژه
- مطالعات امکان سنجی
- نقشه‌های توسعه مورد نظر
- بررسی‌های اولیه
- مستندات کلیدی قانونی
- قوانین زیست محیطی
- محتویات خط مشی
- اسناد بحث‌های کلیدی توسعه
- استانداردهای مرتبط با پروژه
- توصیف عملیات زیست محیطی
- اسناد مربوط به فلسفه طرح

اطلاعات مورد نیاز جهت مطالعه روش HAZID بصورت جزیی(Detailed) در یک واحد عبارتند از:

- نقشهٔ نمودار جریان (PFD)
- نقشه چیدمان (Plot Plan)
- دستورالعمل‌های HSE
- تشریح فرآیند
- الزامات اولیه مربوط به توسعه تولید و عملیات

۲-۵- تحلیل روشها

در جدول (۱) مقایسه‌ای بین کاربرد سه روش HazOp Study, What-If&Checklist در فرآیندهای متفاوت ارائه شده است. روش‌های What-If&Checklist رقیبان سنتی HazOp می‌باشند. [۴]

روش HAZID بدلیل آنکه در ابتدای پروژه‌ها اجرا می‌گردد نقش بسیار مهمی در شناسائی مخاطرات بزرگ در همان زمان‌های ابتدائی طرح و روند کنترل پروژه خواهد داشت.

روش FMEA نیز عمدتاً مناسب بررسی یک دستگاه و تکنولوژی خاص می‌باشد لذا برای یک فرایند بسیار مهم نظیر ذخیره‌سازی گاز در زیر زمین کاندید مناسبی نخواهد بود.
روش JSA نیز همانطور که گفته شد عمدتاً در تحلیل یک وظیفه کاری روش موفقی است و برای بررسی پروژه ذخیره سازی گاز در زیر زمین پیشنهاد نمی شود.
بنابراین رقابت بین دو روش HazOp و HAZID خواهد بود. قاعدتاً مدت زمان تحلیل و ریزبینی روش HazOp بسیار بیشتر از تکنیک HAZID خواهد بود. اما برتری تکنیک HAZID موقع زمانی بررسی آن یعنی در اولین زمان‌های شروع پروژه می‌باشد. همچنین اطلاعات مورد نیاز جهت شناسائی مخاطرات در روش HAZID بسیار کمتر از روش HazOp خواهد بود.

۳- نتیجه گیری

بررسی نتایج پروژه‌ها در صنایع همچنین مطالعه حوادث در صنعت بیانگر عدم شناسائی صحیح مخاطرات در فاز طراحی، شناسائی مناطق و بهره‌برداری بوده است. با فرض وجود تیم مجرب عملیاتی و فرآیند کار گروهی لذا تکنیک‌های شناسائی مخاطرات نقش مهمی در موفقیت بررسی ایمنی پروژه‌ها خواهند داشت.
بررسی‌های انجام شده در این مقاله و شرائط پروژه‌های ذخیره سازی گاز از نظر زمان تهیه مدارک، نوع مدارک مهندسی و اهمیت شناسائی مخاطرات در همان زمان ابتدائی پروژه بیانگر معرفی روش HAZID بعنوان تکنیک کاندید شناسائی مخاطرات خواهد بود.

مراجع:

۱- شرکت ملی گاز،" مطالعات ذخیره سازی گاز طبیعی در ایران مرکزی"، گزارش داخلی. ۱۳۸۷
۲- محمد سلسبیلی، شهرام شرکتی و عباس بحرودی" امکا نسنجی روش‌های ذخیره سازی گاز طبیعی در محدوده شمالی ایران مرکزی" نشریه اکتشاف و تولید- شماره ۷۸، اردیبهشت ۱۳۹۰
[3]. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures second edition with worked examples.
AIChE/CCPS, New York, 1992
[4]. Nigel Hyatt, "Guidelines for Process Hazards Analysis (PHA, HAZOP), Hazards Identification, and Risk Analysis", 2003

(Endnotes)
1 - Quantitative Risk Analysis
2 - Computation Fluid Dynamic
3 - Consequence Modeling
4 - Fireproofing
5 - Explosion Proofing
6 - Frequency Analysis
7 - Engineering Reliability
8 - Fault Tree Analysis
9 - Event Tree Analysis
10. Conceptual Design
11. Basic Design
12. Detail Design