

شناسایی خطرات به روش HAZOP

مدیریت ریسک

برنامه ریزی، سازماندهی، هدایت و کنترل فعالیتها و دارایی های سازمان به طوری که اثرات سوء بر عملکرد و اقتصاد آن در اثر حوادث به حداقل برسد. به هر گونه اقدام در راستای کاهش ریسک، مدیریت ریسک گفته می شود. ریسکها را نمی توان بطور کامل حذف کرد اما می توان به حد قابل قبول یا قابل تحمل کاهش داد. بنابراین هدف مدیریت ریسک ایجاد یک چارچوب نظام مند و مستمر به منظور شناسایی، ارزیابی، حذف، کنترل، پیشگیری، کاهش و ابلاغ ریسک هاست.

ارزیابی ریسک یک فرآیند جمع آوری اطلاعات برای اتخاذ تصمیمات علمی و شفاف برای تعیین سطح ریسک مربوط به یک خطر است. در واقع ارزیابی ریسک یک روش ساختار یافته و سیستماتیک برای شناسایی خطرات و برآورد ریسک برای رتبه بندی تصمیمات جهت کاهش ریسک به یک سطح قابل قبول است.

بطور معمول در محیط کار، خطرات بسیار و فراوانی مورد شناسایی قرار می گیرند که با توجه به محدودیت منابع و زمان، می بایستی ابتدا خطرات مهم تر کنترل شده و در مراحل بعدی به سایر خطرات پرداخته شود. از این رو بایستی از فرآیند ارزیابی ریسک استفاده شود. به عبارت دیگر ارزیابی ریسک به سازمان کمک می نماید تا اولویت خود را در مبحث ایمنی به درستی شناسایی نموده و در تخصیص منابع به دقت عمل کند تا بیشترین تاثیر در سیستم مدیریت ایمنی پدیدار شود.

ریسک

ریسک عبارتست از احتمالی که مخاطره باعث صدمه و خسارت شود ضربدر شدت آن صدمه یا خسارت. بنابراین ریسک احتمال بالفعل شدن یک خطر است. بصورت ریاضی ریسک برابر است با حاصلضرب احتمال یک واقعه نامطلوب خاص در پیامد آن واقعه.

ارزیابی ریسک

امروزه استفاده از روشهای ارزیابی ریسک در صنایع مختلف رو به گسترش است به طوریکه در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع روش ارزیابی ریسک کیفی و کمی در دنیا وجود دارد این روش ها معمولا برای شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات به کار می رود. عمده روش های موجود ارزیابی ریسک روشهای مناسب جهت ارزیابی خطرات بوده و نتایج آنها را میتوان جهت مدیریت و تصمیم گیری در خصوص کنترل و کاهش پیامدهای آن بدون نگرانی به کار برد. هر یک از صنایع بسته به نیاز خود میتواند از روشهای مذکور بهره لازم را کسب کنند. این روشها نسبت به یکدیگر دارای مزایا و معایب مختلف می باشد. لذا یکی از وظایف سیستم های ایمنی و بهداشت موجود در هر

صنعت، بررسی کلیه روشهای ارزیابی ریسک ها و خطرات و انتخاب روش مناسب جهت اجرا در صنعت و سازمان مطبوع خود می باشد. بطور کلی میتوان گفت که از نوع روش استفاده شده در ارزیابی ریسک و عمق ارزیابی آن تا حدی میتوان به توانایی سیستم ایمنی موجود و در نتیجه نحوه مدیریت ایمنی در صنعت مذکور پی برد.

معمولا سطح ریسک قابل قبول برای هر سازمان یا هر فرد متفاوت بوده و بستگی به منابع مالی و اقتصادی، محدودیت های تکنولوژیکی عوامل انسانی مجرب، صلاحدید و تصمیم مدیریت و ریسک های زمینه ای مثل ریسک های مخفی دارد.

سازمان ها معمولا نیاز به سیستمی دارند که علاوه بر ارزیابی فعالیت ها و فرآیند شان بتواند در خصوص وضعیت ریسک، تعیین معیارهای ریسک قابل تحمل و مشخص نمودن دقیق ریسک فرآیندهایشان و... آنان را رهنمون نماید که بسته به پیچیدگی فعالیت هر صنعت نوع سیستمی که بتواند آنان را به هدف مذکور برساند متفاوت است. لذا سازمان ها باید بتوانند از نوع روشهای ارزیابی ریسک که در این مقاله هدف بررسی و مطالعه آنهاست یکی یا تلفیقی از چند مورد را انتخاب نمایند. در برخی از موارد و جهت پاره ای از فرآیندهای حساس به خصوص در صنایع شیمیایی تولید محصولات انفجاری و احتراقی بایستی قبل از تعیین نوع روش کلیه روشها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بهترین روش با توجه به منابع مالی، نیاز به اطلاعات کیفی یا کمی، محدودیت زمان، محدودیت نیروی انسانی کارآموده، نوع کاربرد روش شناسایی ریسک، مزایا و معایب هر یک از سیستم های مذکور انتخاب نمایند. در زیر روش های بارز نام برده شده است:

HAZOP (Hazard And Operability)

WHAT IF METHOD

HAZAN(HazardAnalysis)

ETBA(Energy Trace &Barrier Analysis)

FMEA(Failure Mode Effect Analysis)

FTA(Fault Tree Analysis)

PET(Project Evaluation Tree)

CA(Change Analysis)

MORT(Management Oversight & Risk Tree)

حال روش HAZOP را بررسی می کنیم.

هدف و تعریف HAZOP

مطالعه HAZOP یک تجزیه و تحلیل رسمی، سیستماتیک و انتقادی از فرایند می باشد. در واقع این مطالعه یک مفهوم مهندسی از طراحی فرایند است، بنابراین خطرات بالقوه و یا مشکلات عملیاتی ارزیابی شده و نقص فنی تجهیزات و نتایج ناشی از این نقصها در کل سیستم شناسایی می شود. HAZOP اساساً یک تمرین ارتباط برقرار کردن می باشد، چرا که اطلاعات بیان، بحث، تجزیه و تحلیل و نهایتاً گزارش می شود. در این مطالعه به ویژه جنبه های ایمنی شناسایی شده تا مشخص گردد که آیا اقدامات کافی در مرحله طراحی جهت پیشگیری از حوادث شدید صورت گرفته است؟ ارتباطات و ارزیابی مهمترین جنبه های دستورالعمل HAZOP می باشند.

HAZOP رویکرد استفاده از کلمات راهنمای معین کننده را گام به گام دنبال نموده و روش ساختارمندی را برای شناسایی خطرات و مشکلات عملکردی ایجاد می کند. این ساختار مکانیسمی را فراهم می کند تا به سرعت بتوان دریافت که در مرحله طراحی فرض شده فرایند به چه صورت رفتار کند، هم اکنون در حالت واقعی چگونه رفتار می نماید و تصور می شود در آینده چگونه رفتار کند، بدین منظور ترکیبی از معلومات و تجربیات بصورت ابتکاری و خلاق استفاده می شود تا خطرات و مشکلات عملیاتی شناسایی گردد.

هدف از تجزیه و تحلیل خطرات فرایند شناسایی امکان وقوع رویداد غیر معمول در سیستم های خاص از کارخانه می باشد، هم چنین هر کجا فرض شود احتمال وقوع این رویدادها وجود دارد عواقب ناشی از آن پیش بینی و پیشنهاداتی نیز جهت بهبود و اصلاح فرایند ارائه می گردد. عمده ترین هدف HAZOP جلوگیری از حوادث فاجعه آمیز در طول عمر سیستم و همچنین ایجاد یک قالب ساختاری برای شناسایی خطرات به صورت تحلیلی می باشد. به طور کلی HAZOP، چهار هدف عمده را دنبال می کند:

- شناسایی علت همه انحرافات یا تغییرات در فرایند از آنچه در ابتدای طراحی پیش بینی شده است
- تعیین همه خطرات شدید و مشکلات عملیاتی مربوط به این انحرافات
- تصمیم گیری در زمینه اعمالی که باید برای کنترل عملیات اجرا گردد
- اطمینان از اجرای اقدامات اصلاحی به محض تصمیم گیری می باشد

مزایای HAZOP

HAZOP از یک شیوه سیستماتیک و منطقی استفاده می کند، کلمات راهنمای خاصی دارد و فرایند تحت بررسی را به بخش های کوچکتر تجزیه و تقسیم می نماید. HAZOP می تواند ترکیبی از شکستها را در سیستم بررسی و دیدگاهی را جهت ویژگی های عملیاتی فراهم نماید. در HAZOP روش های کنترل عملیات کاملاً برای شرایط مختلف بررسی و اپراتور می تواند به آسانی خطراتی که ممکن است در تأسیسات وجود داشته باشد را استنتاج نماید.

محدودیت های HAZOP

محدودیت های HAZOP را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:

۱- HAZOP به سطح متوسطی از مهارت جهت اجرا نیاز دارد این روش یک فرایند کامل و سیستماتیک است که باید به سبک مناسبی انجام و به طور دقیق گزارش شود، به منظور اجرای HAZOP تیم آنالیز کننده نیاز به یک رهبر متخصص دارد تا تیم را در طول فرایند راهنمایی نماید. رهبر تیم باید آموزش تخصصی دیده و جهت اجرای HAZOP تجربه داشته باشد. سایر اعضای تیم نیز باید سطح متوسطی از آشنایی با HAZOP را داشته باشند کما اینکه به تخصص های خاصی چون شیمی، خوردگی، مکانیک و... نیز در تیم نیاز است. لذا جمع کردن همه این متخصصان در یک محل مشکل است.

۲- HAZOP در اجرا ممکن است نسبت به دیگر روش ها کندتر باشد. رهبر تیم باید یک قالب استاندارد را همراه با لغات راهنمای خاص دنبال نموده تا انحرافات سیستم مشخص شود. لذا به دلیل این که یک لیست استاندارد برای همه سیستم ها استفاده می شود بعضی موضوعات بی اهمیت و غیر ضروری نیز ممکن است در قسمت هایی از سیستم تحت بررسی، عنوان گردد.

۳- جدول ۱ لیست کاملی از اطلاعات مورد نیاز در اجرای HAZOP را نشان می دهد، جمع آوری این اطلاعات به زمان قابل توجه و همچنین تلاش زیادی نیاز دارد، به خصوص اگر چنین مطالعه ای قبلاً در این سیستم یا مشابه آن انجام نگرفته باشد. علاوه بر این ممکن است بعضی از مستندات به روز نبوده و همخوانی با تاسیسات کنونی نداشته باشد. گرفتن این اطلاعات ممکن است هفته ها تا ماه ها زمان نیاز داشته باشد. همچنین شاید قوانین شرکت چنین وضع شده که بعضی از این اطلاعات محرمانه بماند و در اختیار محققین قرار نخواهد گرفت.

جدول ۱- اطلاعات مورد نیاز از فرایند جهت تجزیه و تحلیل HAZOP

| |
|--|
| معادلات واکنش های شیمیایی |
| اطلاعات بهداشت، ایمنی و محیط زیست برای مواد فرایند |
| اطلاعات در مورد کاتالیست های استفاده شده در فرایند جانمایی تجهیزات و ساختمان |
| اطلاعات شیمیایی واکنش پذیر برای همه جریان های فرایند |
| اطلاعات کینتیک برای واکنش هایی که مورد انتظار نیست |
| موجودی مواد |
| طراحی تعادل جرم و انرژی |
| دیگرام های جریان فرایند |
| توصیف مرحله های فرایند و واحد های عملیاتی |
| محدودیت های فرایند برای مثال: دما، فشار و عواقب بالا رفتن بیش از حد آنها |
| شیوه های عملیاتی شامل پارامترهای عملیاتی بحرانی |
| دستورالعمل نگهداشت، عملکرد و نقشه فروشنده |
| گزارش های حادثه |
| مطالعات ایمنی قبلی |
| چک لیست های استاندارد داخل |
| سیاست های ایمنی شرکت |
| تجارت صنعتی مربوطه |
| دیگرام چرخه عملیاتی سیستم (PID) |

اهمیت رهبر تیم در تیم ارزیابی به روش HAZOP

یکی از مهمترین عوامل تاثیر گذار در مطالعه HAZOP رهبر تیم مطالعه می باشد. رهبر تیم مسئولیت حیاتی در اجرای HAZOP داشته و به هیچ عنوان نباید با اعضای تیم به رقابت پردازد. در واقع رهبر باید اولاً شنونده خوبی باشد، و همچنین به اعضاء اجازه ندهد تا نظرات خود را تحمیل نمایند، رهبر تیم باید هر یک از اعضای تیم را که علاقه ای به اجرای HAZOP نشان نمی دهد شناسایی کرده و در مطالعه درگیر نماید. همچنین وی باید انرژی اعضا را بالا نگه داشته و ابزار لازم جهت مطالعه را برای تیم فراهم نماید. جلسات HAZOP باید رو به جلو طراحی شود و دیگرام های تجهیزات و فرایندها را باید به بخش های مختلف تقسیم، و هر بخش برای یک جلسه استفاده شود. جلسات باید در فضای باز برگزار شده به طوری که هر فرد در بیان عقاید و نظراتش آزاد بوده و فرصت شرکت در بحث ها را نیز داشته باشد. موضوع مهمی که باید توسط همه اعضا رعایت گردد اجتناب از دلسرد کردن افراد از بیان نظراتشان می باشد. قضاوت و انتقاد در مورد هر یک از اعضا و نظرات آنها باید تا حد امکان کاهش یابد. نکات توضیحات و نظرات اعضا باید افزایش یافته حتی اگر بعضی از نظرات ممکن است نامناسب و بی ربط به نظر برسد. این بدان سبب است که اندیشه باعث تولید اندیشه می شود رهبر تیم باید در بالا بردن تعداد نظرات اعضا در زمان معین در جلسه حداکثر کوشش را بنماید. جلسه نباید دارای جوی باشد که اعضا از بیان نظراتشان ترس داشته باشند. رهبر تیم نباید به یک شخص اجازه بدهد تا بر کل جلسه تسلط یابد و همچنین نباید به اعضا اجازه داده شود که از یک بحث به مبحث دیگر گریز بزنند و یا اصلاً از موضوع اصلی منحرف گردند.

موضوع خیلی مهمی که باید بدان توجه نمود این است که در جلسات نباید صرفاً بر روی حل مشکلات متمرکز بود بلکه باید به شناسایی مشکلات و خطرات پرداخته شود. تعداد جلسات به عوامل مختلفی مثل بزرگی تاسیسات یا فرآیند، تعداد تکرار در ارزیابی و پیچیدگی فرایند بستگی دارد. به هر حال تعداد جلسات نباید از ۴ بار در هفته بیشتر شود.

رهبر تیم باید خوب آموزش دیده باشد و دقت لازم را در شناسایی خطرات اعمال نموده تا مطمئن شود که خطرات مهم شناسایی شده است، هم چنین باید از هدر رفتن وقت و پرداختن به موضوعات بی ربط جلوگیری کند، در ضمن باید دقت نماید که درک کافی از فرایند و چگونگی شناخت خطرات توسط اعضا به دست آمده باشد و باید مطمئن شود که همه نقشه ها، دستورالعمل ها، راهنماها و استانداردها جمع آوری شده و در دسترس می باشند. برای انجام جلسات ارزیابی باید یک برنامه مناسب تدوین گردیده و به آن عمل شود هم چنین در انتخاب اعضای کلیدی تیم مطالعه باید همکاری مدیریت را بدست آورد. به جز در مواقع اضطراری هیچگونه وقفه ای نباید در تشکیل جلسات به وجود آید. تا حد امکان آنالیز را باید به طور کامل و دقیق مستند نمود. بعد از HAZOP نیز باید یک ارزیابی ایمنی فرایند پیش بینی شود تا خطرات به طور کامل شناسایی گردند به طور مثال

وقتی نسبت به اهمیت یک خطر خاص یا سناریوی حادثه شک ایجاد شود، یک روش ارزیابی کمی ریسک مثل HAZAN می تواند مفید باشد .

کاربردهای HAZOP

روش HAZOP برای فرآیندهای پیشنهاد می شود که تاسیسات پیچیده‌ای داشته و دارای فرآیندهای شیمیایی حاوی مواد سمی و هیدروکربن های فعال می باشند مثال هایی از این قبیل فرایندها شامل موارد زیر است:

- کارخانه های دارای تاسیسات تصفیه بخار و سیال های خیلی خورنده و سمی
- سیستم تزریق گاز
- تاسیسات حمل و نقل گاز
- پالایشگاه های تصفیه نفت خام
- تاسیسات ذخیره گاز
- تصفیه خانه های آب و...

اعضای تشکیل دهنده تیم HAZOP ممکن است بر طبق ماهیت فرایند و مشکلات آن تغییر نماید. برای مثال در یک فرآیند که مواد جدیدی استفاده می کند یک شیمیدان یا مهندس شیمی می تواند از اعضای اصلی تیم باشد. به هر حال اعضای کلیدی باید آگاهی کامل در مورد طراحی عملیات و نگهداری سیستم داشته باشند. بر اساس مطالعات بازنگری شده، تیم بازدیدکننده باید دارای تعداد متناسبی افراد از بخش های مختلف از جمله کارمندان شرکت، مشاوران، سازندگان تجهیزات و ... باشد.

به طور کلی سه گروه از افراد در تیم مورد نیاز است: رهبر تیم، ثبت کننده یا دبیر تیم و کارشناسان که شامل: مدیر پروژه یا مهندسی که تاسیسات را طراحی کرده است، یک نفر که دارای آگاهی درباره چگونگی عمل تجهیزات بوده، یک نفر آگاه به خطرات، تلفات و ضایعات صنعت و همچنین نماینده ایمنی یا مهندس ریسک می باشد. به نظر می رسد حداقل بین ۵ الی ۸ نفر به منظور اجرای موفقیت آمیز HAZOP نیاز است. معمولاً تیم اجرای HAZOP در صنایع مختلف، بهتر است متشکل از یک گروه ۵ نفره باشد در تیم های ۸ نفره و یا بیشتر، افراد ممکن است دل سرد شده مگر اینکه اعضای اضافی فقط مشاهده گر بوده و در فرایند تجزیه و تحلیل دخالت نداشته باشند. همچنین به این نکته نیز باید توجه نمود که در تیم های کمتر از ۴ نفر و یا بیشتر از ۸ نفر عضو، فرایند تجزیه و تحلیل به کندی پیشرفت خواهد کرد. اگر ترکیب تیم ۵ نفره و یا نزدیک به آن باشد رسیدن به کارایی معقول دست یافتنی است.

تیم ممکن است به اعضای تکمیلی جهت تقویت و کمک به اعضای تیم اصلی نیز نیاز داشته باشد. برای مثال از مهندس برق و یا سم شناس آشنا به ماهیت مشکلات و خطرات می توان استفاده نمود، تا تجزیه و تحلیل فرایند تقویت گردد. ترجیحا بهتر است پرسنل تکمیلی در مواقعی که جنبه خاص و ویژه ای از پروژه باید به طور عمیق بررسی گردد به کار گرفته شوند. این اعضا ممکن است فقط به صورت پاره وقت در تیم حضور داشته باشند.

ویژگی های اعضای تیم

به طور کلی اعضای تیم روی هم باید ۲۰ سال تجربه در صنایع مورد نظر یا صنایع مشابه را داشته باشند. رهبر تیم نیز می بایست دارای یک مدرک مهندسی بوده و حداقل ۵ سال سابقه در صنعت مذکور را داشته و جهت اجرای HAZOP با تجربه بوده و آموزش های لازم را دیده باشد. مدیر پروژه نیز باید حداقل ۵ سال سابقه کار داشته و در مورد طراحی و عملکرد تاسیسات دارای آگاهی های لازم بوده و در صورت نیاز اختیار تغییر در بعضی فرایندها را داشته باشد. مدیر پروژه باید کارمند مستقیم شرکت باشد.

شیوه کلی انجام HAZOP

جهت اجرای HAZOP به ۳ عنصر اصلی نیاز می باشد که شامل موارد زیر است:

- محلی که HAZOP باید اجرا گردد
- حمایت های مدیریت
- مستندات

دقت مطالعه، بستگی به مستندات و اطلاعات ورودی دارد بنابراین لازم است اطلاعات ناقص و تاریخچه های گم شده مربوط به تجهیزات و محیط کارخانه را به طور کامل به دست آورد تا آنالیز دقیقی اجرا گردد. ابزارهای اجرای مطالعه مجموعه ای از لغات راهنما می باشد لغات راهنما، کلمات کلیدی هستند که جهت پارامترها و متغیرهای فرایند مثل دما، فشار، رسانایی، جریان آب و ... بکار برده می شوند. نتایج استفاده از لغات راهنما، انحراف متغیرها از فرایند اصلی است. به منظور اجرای واکاوی، تیم تحقیق باید تجهیزات و دیاگرامها P&ID را مورد آنالیز قرار دهد. هر دیاگرام به گره هایی تقسیم و هر گره به منظور شناسایی انحرافات فرایند ارزیابی خواهد شد. در ادامه روش شناسایی گره ها شرح داده می شود.

شناسایی گره ها در روش HAZOP

مهمترین امر در اجرای HAZOP شناسایی گره های مختلف موجود در فرایند مورد مطالعه می باشد، قبل از اینکه مطالعه شروع شود رهبر و دبیر تیم باید گره هایی که قرار است در مطالعه داخل شوند را شناسایی و لیست کند، رهبر تیم باید این انتخاب را با مدیر پروژه هماهنگ نماید. البته گره های انتخاب شده ممکن است در طی فرایند

مطالعه تغییر نمایند ولی اساس تجزیه و تحلیل استفاده از همین لیست می باشد. یک کارخانه و یا فرایند به سیستم ها و زیر سیستم ها تقسیم می شود. زیر سیستم ها معمولا از یک یا دو جز تشکیل شده اند که گره ها هستند. انتخاب گره ها بدین صورت است: تقسیم فرایند به سیستم ها و زیر سیستم ها، دنبال کردن جریان فرایند در سیستم تحت مطالعه، ایزوله کردن زیر سیستم ها در داخل اجزای اصلی که به یک هدف واحد می رسند (مثلا افزایش فشار، حذف آب و جداسازی گاز و غیره).

تجزیه و تحلیل فرایند به وسیله یک دسته خاص از پارامترها و کلمات کلیدی طرح ریزی می شود تا اطمینان حاصل شود که همه مشکلات اصلی فرایند تحت پوشش قرار گرفته است. یکی از جنبه های کلیدی روش HAZOP بررسی سیستماتیک انحرافات فرایندی می باشد. بررسی این انحرافات از طریق استفاده از کلمات راهنمای مانند: بیشتر، کمتر، قسمتی از، به همراه، معکوس و هیچ انجام می شود. این کلمات کلیدی اساسا در متغیرهای فرایند شبیه دما، فشار، جریان و واکنش بکار برده می شود. بدین ترتیب که درجه حرارت بیشتر، نشان که باید به زمانی توجه شود که انحراف سیستم باعث می شود درجه حرارت بالاتر از مقداری باشد که در طراحی پیش بینی شده است و در نتیجه می تواند حادثه ایجاد شود. و یا واکنش بیشتر باعث می شود که نرخ روند یک واکنش، سریعتر رخ دهد و یا می تواند محصول نهایی بیشتر را تولید کند.

جلسه تجزیه و تحلیل به وسیله یک قالب خاص انجام می شود کل فرایند که باید مطالعه شود به گره های خاص تقسیم و برای هر گره انحراف از نقاط راهنما یا پارامترها مطرح می شود برای هر انحراف علت ها شناسایی و برای هر علت عواقب و پیامد آن مشخص شده و هر پیامدی ممکن است دارای حفاظ های نگه دارنده ای باشد که شناسایی می گردد. فرایند، پیامدها، علت انحرافات و راههای کنترلی جهت آن، در برگهای کار مربوط به HAZOP گزارش می گردد و سطح ریسک هر کدام با استفاده از جدول مدیریت ریسک معین شده و بعد با توجه به حفاظ های موجود اگر سطح ریسک در سطح غیر قابل قبول باقی بماند باید پیشنهاداتی جهت اصلاح ارائه گردد.

نحوه اجرای HAZOP بصورت مرحله به مرحله

مرحله ۱: آماده سازی

اولین مرحله از مطالعه عملیات و خطر آماده سازی می باشد. همانند سایر روش های تجزیه و تحلیل ایمنی، مرحله آماده سازی شامل جمع آوری اطلاعات و طرح ریزی برای اجرای مطالعه می باشد. در ابتدای امر از طریق مشخص کردن بخشهای فرآیند مورد نظر به تعیین محدوده تجزیه و تحلیل پرداخته خواهد شد. در این مرحله پس از هماهنگی با سرپرستان، کلیه مستندات لازم جهت ارزیابی تهیه می شود این اسناد شامل: نقشه ها، شرح عملیات و سیستم، فلو چارت ها، دیاگرام های لوله کشی و ابزارها، مشخصات فنی و توضیحات مربوط به اجزاء سیستم، خواص مواد فرآیند، روشهای اجرایی و دستورالعملهای عملیاتی، دیاگرام های منطقی (سنسورها و اطلاعات

منطقی)، چارت اینترلاک‌ها، سیستم های حفاظت حریق و انفجار، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد مورد استفاده بخصوص مواد خطرناکی همچون اسید و باز، سیستم‌های جلوگیری و پایش خوردگی و ... می‌باشند. تمام این نقشه‌ها توسط محقق که معمولا به عنوان رهبر تیم اجرایی محسوب خواهد شد و همچنین مسئول ایمنی صنعت مربوطه که یکی از اجزای تیم تحقیقاتی است مورد مطالعه و بررسی قرار خواهد گرفت. سعی می‌شود که کلیه این اطلاعات بروز و همراه با آخرین تغییرات باشد، همچنین یک سری از نقشه‌ها در اختیار اعضای تیم قرار می‌گیرد. گام بعدی در مرحله آماده سازی، انتخاب گروهی از مهندسين با تجربه و دارای تخصص‌های مختلف به عنوان اعضای تیم تحقیقات می‌باشد، محقق پس از بررسی و صحبت با متخصصین امر، افراد علاقه مند، آگاه به فرایند و دارای تجربه در صنعت مورد نظر را انتخاب می‌نماید. گام بعدی انتخاب محل تشکیل جلسات است، نقشه‌ها و مستندات در اختیار همه اعضای تیم قرار گرفته و به منظور جلوگیری از خستگی، زمان‌های استراحت همراه با پذیرایی در نظر گرفته می‌شود.

مرحله ۲: تجزیه ساختار

قبل از شروع مطالعه، محقق به همراه دبیر تیم و مسئول ایمنی اقدام به شناسایی و لیست کردن گره‌هایی می‌نمایند که جهت مطالعه انتخاب خواهند شد. البته این گره‌ها در طول مطالعه اصلاح گشته اما اساس مطالعه بر پایه همین لیست قرار دارد. در این مرحله محل مورد بررسی به واحدها یا قسمت‌های کوچک (سیستم‌ها و زیر سیستم‌ها) تقسیم می‌شود سپس جریان فرایند در سیستم تحت مطالعه دنبال شده و در نهایت زیر سیستم‌ها به اجزای اصلی که به یک هدف می‌رسند (مثلا افزایش فشار) ختم می‌گردد که این اجزای اصلی همان گره‌ها می‌باشند.

مرحله ۳: تعیین حدود طراحی

در این مرحله حدود طراحی بخش مورد تجزیه و تحلیل مشخص می‌گردد. با انجام این کار، چگونگی عملکرد بخش در آینده پیش بینی می‌شود. در این مرحله شرح کاملی از فرایند‌ها از طریق افرادی که آشنایی کامل با محل مورد نظر را دارند بدست می‌آید.

مرحله ۴: شناسایی انحرافات

روش HAZOP بر پایه این اصل استوار است که سیستم زمانی ایمن است که تمام پارامترهای عملیاتی نظیر میزان جریان، فشار، دما، ویسکوزیته، pH، ترکیب و غیره در حالت طبیعی و قابل قبول باشند. به منظور شناسایی انحرافات قابل تصور از حدود طراحی از کلمات راهنما جدول ۲ استفاده می‌شود. تعیین پارامترهای فرایند از

مهمترین نکات می باشد که این موارد از دستورالعمل های اجرایی بدست می آید و تعدادی از آنها در جدول ۳ لیست شده اند.

مرحله ۵: بررسی علت ها

برای هر انحراف مهم، از طریق بارش افکار و بحث، تلاش می گردد تا در زمینه دلایل ممکن، وقوع علت ها نظرات مختلفی ارائه گردد. سپس همه سناریوها انحراف از مقصود اصلی طراحی سیستم شناسایی می گردد.

جدول ۲- کلمات راهنمای مورد استفاده در روش HAZOP

| کلمات راهنما | مفهوم | مثال |
|--------------|---------------|--|
| هیچ | وجود نداشتن | به هنگام ضرورت هیچ جریانی وجود ندارد. یک مرحله از فرایند متوالی حذف شود. |
| بیش از | افزایش کمی | خصوصیات فیزیکی مربوطه بیشتر از حدی معمول است. همانند میزان جریان بیشتر، فشار بیشتر و... |
| کمتر از | کاهش کمی | برعکس مورد قبلی "بیش از" |
| بخشی از | کاهش کیفی | ترکیب فرایند متفاوت از ترکیبی است که باید باشد. |
| بعلاوه | افزایش کیفی | موارد دیگری به غیر از موارد تعریف شده وجود دارد (فاز های اضافی، نا خالصی ها) |
| برعکس | تضاد منطقی | جریان معکوس، مراحل متوالی فرایند عکس حالت تعریف شده اتفاق می افتد. |
| بجای اینکه | جایگزینی کامل | امکان وقوع عملیات غیر طبیعی (راه اندازی، توقف طبیعی، توقف اضطراری، تعمیر و نگهداری، آزمایش، نمونه برداری و...) |

مرحله ۶: بررسی پیامد ها

در این مرحله ابتدا همه پیامدهای احتمالی مربوط به هر علت بدون توجه به حفاظ های ایمنی شناسایی شده و حفاظ های ایمنی که در برابر پیامد های خطرناک می توانند مقاوم باشند نیز مشخص می گردد. شدت و وخامت پیامد های ناشی از انحراف نیز تعیین خواهد شد.

مرحله ۷: ارائه روش های کنترلی

برای انحرافات که ممکن است پیامد های خطرناکی داشته باشند، تلاش می شود تا روش های کنترلی مناسب پیشنهاد گردد. البته این مرحله بطور معمول و دائمی در شرح روش HAZOP وجود ندارد بلکه ممکن است یک بخش معمول در هر روش تجزیه و تحلیل باشد.

در ارائه روش های کنترلی از ایده های مختلف از قبیل موارد زیر استفاده خواهد شد:

- تغییر فرایند (مواد خام، ترکیب، آماده سازی و...)
- تغییر پارامترهای فرایندی (درجه حرارت، فشار، میزان جریان و...)
- تغییر در طراحی محیط فیزیکی (محوطه ساختمان و ...)
- تغییر در امور عادی و روزمره.

مرحله ۸: تکرار روش

پس از تکمیل تجزیه و تحلیل یک گره، گره های بعدی نیز تجزیه و تحلیل می شوند و این عمل تا زمان تکمیل تجزیه و تحلیل کل کارخانه ادامه می یابد.

مرحله ۹: نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل HAZOP با تهیه گزارش مطالعه خاتمه خواهد یافت. علاوه بر آن ممکن است پیگیری های بیشتری نیز نیاز باشد. این مرحله ممکن است شامل ارتباط با مسئولین دیگر به منظور ارائه روشهای کنترلی یا بسط بیشتر پیشنهادات ارائه شده در زمینه بهبود ایمنی باشد.

جدول ۳-انحرافات معمول مورد استفاده در روش HAZOP

| انحراف | پارامتر فرایند |
|---|----------------|
| نبود جریان، جریان معکوس، جریان بیشتر، جریان بیش از حد، جریان کمتر، تغییر در نسبت های جریان ورودی، جریان به یک محل بطور اشتباهی | جریان |
| درجه حرارت بیشتر، درجه حرارت کمتر | درجه حرارت |
| فشار بیشتر، فشار کمتر | فشار |
| میزان سطح بالاتر (در یک تانک)، میزان سطح پایین تر (در یک تانک)، میزان تغییر حجم سریع تر از حد مورد انتظار و تغییر نسبت در ترکیب | حجم |
| جزء A بیشتر، جزء B بیشتر، جزء A کمتر، جزء B کمتر، حذف جزء C، تغییر در ترکیب | ترکیب |
| PH بیشتر، PH کمتر، تغییر سریع PH | PH |
| سطح بیشتر، سطح کمتر | سطح |
| مرحله اشتباهی، مرحله اضافی | مرحله |
| کدورت بیشتر، کدورت کمتر | کدورت |

در ادامه الگوریتم کلی اجزای HAZOP بصورت شماتیک ارائه شده است.



برگه کار HAZOP



برگه کار HAZOP

برگه کار دارای ستون های زیر می باشد:

کلمات راهنما: لغات و عبارات ساده ای که استفاده می شوند تا انحرافات سیستم و یا فعالیت های فرایند را

| تاریخ (Date): | | عنوان مطالعه (HAZOP Study Title): | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|---------------------------|---------|--|
| ساعت جلسه (Meeting Date): | | | اجزای تیم (Team Composition): | | | | | | |
| گروه مورد آنالیز (Part Considered): | | | | | | | | | |
| شرح کار (Description) | | مقصد (Destination) | | منبع (Source) | مواد (Materials) | | هدف طراحی (Design Intent) | | |
| سطح ریسک Risk Level | پیشنهادها Action Required | حفاظ ایمنی safeguards | پیامد Consequences | علت ایجاد Possible causes | انحراف Deviation | پارامتر Element | کلمه کلیدی | ردیف NO | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

مشخص کنند برای مثال فشار، سطح، درجه حرارت و...

انحرافات: تغییر از آنچه که در مقصود طراحی و عملیات پیش بینی شده است (بیشتر، کمتر و...)

علت ها: دلایلی که انحرافات اتفاق می افتد (خطاها، عملیات های اشتباه و...)

پیامدها: اثر یک انحراف در نتیجه علت های مختلف (آتش، انفجار، اختلال در فرایند و...)

حفاظ های ایمنی: اقداماتی جهت جلوگیری یا کاهش ریسک (مراقبت از اپراتورها، تجهیزات سنجش، خروجی گاز و...)

پیشنهادات: نکات فنی بر روی تجهیزات سیستم و اقداماتی که در فرایند تحت مطالعه پیشنهاد می شود تا از خطرات شناسایی شده پیشگیری گردد (اطلاعات تکمیلی در مورد موضوعاتی که بحث شده است).

شدت: میزان خسارت ناشی از پیامد حادثه (اندازه گیری کیفیت پیامد حادثه)

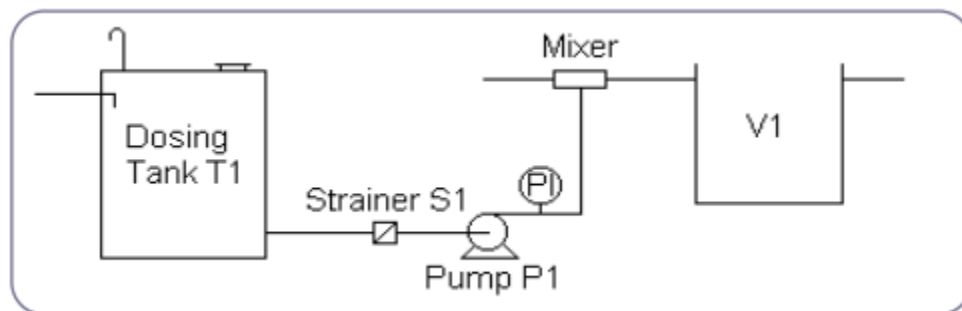
احتمال: اندازه گیری فراوانی قابل انتظار از وقوع حادثه (اندازه گیری کیفیت از احتمال بر اساس تخمین فرضی)

رتبه بندی: تخمین کیفی ریسک از شدت و سطح احتمال به منظور اولویت بندی ریسک بر اساس بزرگی آن (که به ماتریکس مدیریت ریسک برمیگردد)

ملاحظات: اطلاعات دیگر در مورد تجزیه و تحلیل (نتایج پروژه داده های مربوطه و مطالعات قبلی)

مثالی از کاربرد روش HAZOP

در شکل زیر نمایی ساده از فرایند ذخیره و انتقال آب نشان داده شده است و برای مخزن ذخیره آب و پمپ فرم HAZOP به صورت خلاصه تکمیل شده است.



نمایی ساده از یک فرایند

| ردیف | کلمه کلیدی | انحراف | عوامل | پیامد | حفاظت ایمنی | پیشنهادها |
|------|------------|-----------------------|---|----------------------------|-------------|---|
| ۱ | کمتر از | جریان آب کمتر است | <ul style="list-style-type: none"> وجود مواد معلق در ورودی مسدود شدن خروجی آب کاهش ظرفیت تانک به علت رسوب مواد معلق | آب مورد نیاز تامین نمی شود | ندارد | <ul style="list-style-type: none"> تصفیه و کنترل دقیق آب و زدودن املاح و مواد معدنی موجود در آن شستشوی دوره ای تانک و مسیر خروجی آب استفاده از روکش ضد زنگ در داخل مخزن استفاده از مخزنی با فلز مناسب و مقاوم در برابر خوردگی |
| ۲ | بیش از حد | افزایش فشار بیش از حد | <ul style="list-style-type: none"> نشانگر سطح مایع و شیر تخلیه کار نمی کند ارسال علامت نادرست توسط تنظیم کننده خراب بودن گیج کنترل فشار، دما، و تنظیم کننده سطح آب | منفجر شدن سیستم | ندارد | <ul style="list-style-type: none"> بازرسی و نظارت منظم و مستمر نشانگرها و تعویض نشانگرهای خراب نصب هشدار دهنده سطح آب |

رفرنس ها

- * کتاب HSE کاربردی تالیف مهندس احمد بهره بر و مهندس سامان محمودیان
- * کتاب مهندسی ایمنی سیستم ها و مدیریت ریسک تالیف مهندس غلامحسین حلوانی و مهندس محسن زارع
- * ارزیابی و مدیریت ریسک ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی نوشته ایرج محمد فام و شمس الدین علیزاده