



شارگان
مهندسان مشاور

نگاهی به علل

حوادث و سوانح در کارخانجات
و ضرورت انجام مطالعات HAZOP

احمد غفوری سیاهکلرودی

بهمن ماه ۱۳۸۳

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲.....	مقدمه.....
۴.....	علل بروز سوانح و ملاحظات ویژه.....
۹.....	دلیل استفاده حجم عظیمی از فعالیت ها در مطالعات HAZOP چیست؟.....
۱۱.....	صنایعی که این تکنیک در آن ها به کارگرفته شده است.....
۱۱.....	روش مطالعه.....
۱۹.....	دستورالعمل HAZOP.....

۱- مقدمه

مهمترین سوانح و حوادث بزرگ در صنایع و کارخانجات بزرگ دنیا مانند بوپال در هندوستان (۳ دسامبر سال ۱۹۸۴) چرنوبیل در اتحاد جماهیر شوروی سابق (۲۵ آوریل سال ۱۹۸۶) کارخانه فلیکس بور و در انگلستان (۱ ژوئن سال ۱۹۷۴) و سیوسو در ایتالیا (۱۰ جولای سال ۱۹۷۶) که با نشت گازهای سمی و احتراق همراه بود، نه تنها آسیب‌های فراوان زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی را موجب شد، بلکه حتی انسان‌های بسیاری را نیز قربانی کرد و برای کارگران در محیط کار، مخاطرات روانی و جسمانی فراوان به وجود آورد.

۱- بنا به گزارشات موجود حادثه نشت گاز سمی متیل ایزو سیانات (MIC) در شهر بوپال هندوستان به تاریخ ۳ دسامبر سال ۱۹۸۴ منجر به مرگ هزاران نفر و مجروح شدن بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر از ساکنین اطراف گردید. این در حالیست که با گذشت چندین ساله از این حادثه، هنوز هم بسیاری، قربانی تبعات آن هستند. مطابق گزارش آژانس بین‌المللی بهداشت از زمان حادثه تعداد ۵۰۰۰۰ نفر در سال ۱۹۹۴ دچار انواع بیماریهای جزئی و کلی گردیده‌اند (بیماریهای چون زخم معده، ورم روده، حملات عصبی و ضعف حافظه) و این امر مبین آن است که این گاز نه تنها نسل حاضر، بلکه حیات نسلهای آتی را تهدید می‌نماید. و خسارت‌های زیادی نیز به زندگی و کشاورزی منطقه وارد کرده و خواهد کرد.

۲- حادثه نیروگاه اتمی چرنوبیل در تاریخ ۲۵ آوریل سال ۱۹۸۶ بزرگترین حادثه نیروگاههای اتمی در جهان بود. این حادثه موجب مرگ آبی ۳۰ نفر شد و میزان تشعشعات آن تا شعاعی به محدوده ۲۰ مایلی رسید. ۱۱۶۰۰۰۰ نفر در فاصله سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵، مجبور به تخلیه محل زندگی خود شدند و بیش از ۱۲ میلیارد دلار به اقتصاد شوروی زیان وارد شد ضمن اینکه اثرات مخرب زیست محیطی این حادثه نیز بسیار بود.*

۳- در حادثه کارخانه فلیکس بورو به دلیل انفجار ناشی از شکستگی یک لوله ۲۰ اینچ بین دو راکتور و نشت بخارات سیکلو هگزان، نه تنها ۲۸ نفر بلافاصله در محل کشته شدند، بلکه ۳۶ نفر از پرسنل و ۵۳ نفر از مردم عادی که نزدیک محل حادثه زندگی می‌کردند به شدت آسیب دیدند. همچنین ۱۸۲۱ منزل مسکونی و ۱۶۷

*World nuclear association representing the global nuclear energy industry 114 kingtsbrige. U.K.

فروشگاه و همچنین کارخانجات اطراف با خسارت‌های مالی فراوان مواجه گردید. برای بررسی حادثه دادگاهی تشکیل شد و در ظرف مدت ۷۰ روز از ۱۷۳ نفر تحقیق بعمل آورد که از جمله نتایج این تحقیقات برای پی بردن به علل حادثه به موارد زیر اشاره شده است*:

- عدم کنترل و تأیید طرح توسط کارشناس ارشدتر
 - عدم استفاده از کارشناسان Qualified در بخش‌های مختلف تخصصی
- ۴- ۲۳ سال قبل در ۱۵ کیلومتری شمال میلان در ایتالیا بهنگام ظهر یک شیر در واحدی که در حال بهره‌برداری بود، شکست و باعث نشت ۳۰۰۰ کیلوگرم ماده Dioxin بصورت ابر تا ۵۰ متر در هوا شد که این ماده توسط باد به طرف جنوب حرکت نمود، بطوریکه تمام محیط شهر Seveso را فرا گرفت.**
- در این حادثه ظرف ۳ هفته، ۷۳۶ نفر مجبور به ترک محل زندگی خود شدند و ۳۷۰۰۰ نفر در معرض مواد شیمیایی با انواع ناراحتی‌های جسمی و روانی مواجه گردیدند، ضمن اینکه بنا به گزارشات موجود ۴ درصد حیوانات مزارع اطراف نیز به قتل رسیدند (کاری که Seveso در ایتالیا کرد، بوپال در هندوستان انجام داد).
- مقایسه حوادث در صنایع کشورهای مختلف صرف‌نظر از میزان توسعه‌یافتگی این کشورها، شباهت‌های زیادی به یکدیگر دارند. مثلاً اشکالات طراحی و کار بیش از حد و خطای اپراتورها در کارخانجات بوپال، چرنوبیل و فلیکس‌بورو گزارش شده است.
- بدین لحاظ اهمیت مطالعات HAZOP که حدود چهار دهه پیش توسط کشورهای توسعه یافته صنعتی شروع شده بود، طی سالهای اخیر (۱۹۸۵ به بعد) در بسیاری از کشورهای دیگر نیز مطرح گردید تا ریسک و خطرات بالقوه و همچنین مشکلات بهره‌برداری واحدهای صنعتی رفع یا به حداقل کاهش داده شود.
- هدف اصلی این گزارش، تشریح پاره‌ای از نکات و جوانب مهم است که می‌بایست در تصمیم‌گیریهایی مربوط به مطالعات HAZOP و ایمنی واحدهای موجود در نظر گرفته شود، چرا که بسیاری از تصمیماتی که در حال حاضر اتخاذ می‌شود دارای اثرات بعدی در میزان بهره‌وری و کارایی این واحدها خواهد داشت.

*Institute of Mechanical Engineers, Monthly Journal CME, Volume 22 No 6 June 1975. England.

** Japan-Times May 6.1999 By Mick Corliss.

۲- علل بروز سوانح و ملاحظات ویژه

با توجه به اینکه یکی از فاجعه‌آمیزترین حوادث صنعتی یک کشور در حال توسعه، در یک مجتمع شیمیایی که از نوع تکنولوژی وارداتی استفاده می‌کند، اتفاق افتاده است بنابراین تشریح علل آن بر اساس بررسیها و تحقیق سازمانهای بین‌المللی و کارشناسان مورد تأیید آنها در مورد کشور ایران می‌تواند دارای اهمیت باشد.

بنا به گزارشات موجود حادثه نشت گاز سمی متیل ایزو سیانات (MIC) در نیمه شب ۳ دسامبر سال ۱۹۸۴ در شهر بوپال هندوستان موجب انتشار حدود ۴۰MT گاز در فضا گردید. این کارخانه در فاصله ۳ تا ۴ مایلی شهر بوپال قرار دارد و در زمان حادثه ۶۳۰ نفر در آن کار می‌کردند.*

این واحد در سال ۱۹۶۹ در شهر ۹۰۰۰۰۰ نفری بوپال با تولید SEVIN شروع بکار نمود. طی یک دهه از زمان شروع کار، و در اواخر سالهای ۱۹۷۰ خط تولید MIC که از یونین کار باید آمریکا خریداری شده بود در بوپال راه‌اندازی گردید.

این کارخانه از سه تانک ذخیره ۱۵۰۰۰ گالنی استفاده می‌کرد که یکی از این سه تانک همیشه خالی بعنوان رزرو منظور شده بود. MIC تولیدی جهت ذخیره شدن وارد ۲ تانک از این ۳ تانک می‌شد و همه مخازن مجهز به شیرآلات ایمنی (Relief Valve) بودند. گاز MIC تخلیه "Vent" نیز پس از عبور از اسکرابر شستشو (NaOH)، از طریق خط Flare به محیط منتشر می‌گردید.

مسئولیت طراحی، تهیه دستورالعمل بهره‌برداری و تعمیرات و آموزش نیروی انسانی این کارخانه برعهده شرکت "یونین کار باید" بوده است. این مسئولیت پس از حادثه، مورد نقد و بررسی و چالش قرار گرفت.

در فاصله سالهای ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۲ بنا به درخواست UCIL، مطالعاتی در خصوص ایمنی واحد MIC انجام شد که نتیجه گزارش از وضعیت نامناسب کارخانه حکایت می‌کند:

- یکی از محققین بنام بواندر می‌گوید: "اشتباه در انتخاب تکنولوژی کارخانه بوپان انتقال یک کارخانه مدرن نبود، بلکه اشتباه در ایجاد یک کارخانه بسیار بزرگ (پیشرفته‌ترین کارخانه تولید سموم نباتی) در یک کشور در

*united state chemical safety and Hazard investigation Board
Author: Amy Bryce, Environmental Eng 29 July 1999

حال توسعه بود." و ایضاً مطابق گزارش مجله نیویورک تایمز که بعد از وقوع حادثه منتشر شد، بسیاری از اپراتورهای واحد از حداقل امکان زیستی مانند تلویزیون و تلفن در منزل محروم بودند.

لذا تنها جنبه اقتصادی نباید عامل تصمیم‌گیری در انتخاب تکنولوژی باشد، بلکه فرهنگ ایمنی در میان کسانی که دست‌اندرکار انتقال تکنولوژی به کشورهای در حال توسعه‌اند، اهمیت ویژه‌ای دارد.

- طراحی و ایمنی اتاق کنترل دارای اشکالات فراوان بود.
- * یک فشارسنج که در طرح اولیه افزایش فشار MIC را جنب شیر اطمینان نشان می‌داد و در اتاق کنترل پیش‌بینی شده بود در طی دوران ساخت حذف و فقط در محل سایت نصب و قابل قرائت بود.
- * یکی از پانل‌های مهم بمنظور انجام تعمیرات از اتاق کنترل برداشته شده بود و نشت گاز را روی اندیکاتور نشان نمی‌داد.
- حدود ۰/۵ ساعت بعد از نشت، گاز MIC وارد اتاق کنترل می‌شود. درون اتاق کنترل از اپراتورهای واحد به علت عدم وجود ماسک توانایی دیدن و نفس کشیدن نداشتند و بناچار از محل اتاق کنترل فرار می‌کنند.
- بسیاری از اندیکاتورهای درجه حرارت و تجهیزات اندازه‌گیری جریان اشکال داشتند. دستگاههای اندیکاتور اکثراً یا خراب بودند یا اطلاعات غلط و غیرقابل اعتمادی را نشان می‌دادند.
- فشارسنج، دماسنج و اندیکاتور سطح مخزن MIC از یک سال قبل از حادثه درست کار نمی‌کردند و اطلاعات غلطی را نشان می‌دادند.
- فشارسنج‌هایی که نشت گاز را از مخزن ذخیره MIC اخطار می‌کردند، فشار نادرست و پائینی را نمایش می‌دادند. بطوریکه فشار ۲۰ psi به میزان ۲ psi نمایش داده می‌شد.
- حدود ۲ ساعت قبل از نشت MIC، عدد فشارسنج از ۳ به ۱۰ رسید، ابتدا اپراتورها تصور می‌کردند که فشار طبق معمول اشتباه است، ولی بعد از جاری شدن اشک از چشمان اپراتورها معلوم شد، نشت گاز فراوان است.
- مخزن رزرو MIC (که معمولاً باید خالی باشد) به اشتباه حدود ۲۰ درصد پر نشان داده می‌شد. ضمن اینکه دماسنج آن هم در تابستانها کار نمی‌کرد و زنگ خطر افزایش دمای مخزن به صدا در نیامد، زیرا در دمای بالاتر تنظیم شده بود.

- یکی از دو سیستم ایمنی که معمولاً Naoh را بر روی MIC می‌ریخت تا تجزیه شود در سرویس قرار نگرفت.
 - یک واشر فلزی که معمولاً از نشت شیرهای خط لوله جلوگیری می‌کرد نصب نشده بود، چون بدلیل تغییرات در چارت سازمانی و تعویض شیفت کنترل در چند هفته قبل، به اپراتور و کارگر تعمیرات مربوطه گفته نشده بود که واشر مزبور را نصب کند.
 - اپراتورها در هنگام وقوع حادثه واکنش به موقع و مناسب نداشتند چون فکر می‌کردند دستگاههای اندازه‌گیری و ... صحیح‌اند.
 - مخازن MIC و تجهیزات مرتبط با آن معمولاً بصورت دستی کار می‌کردند و سیستم اتوماسیون خودکار نداشتند. (همین کارخانه بوسیله سیستم کامپیوتری هم کنترل می‌شود)
 - عدم آموزش نیروی انسانی نیز از دیگر مواردی بوده که در حادثه دخیل گزارش شده است.
- همانطوریکه ملاحظه شد بسیاری از اشکالات فوق هم اینک در کارخانجات در حال کار در کشور ما نیز وجود دارد.
- بر اساس بررسی که توسط انجمن امریکایی بیمه در خصوص ۴۶۵ مورد حادثه آتش‌سوزی و انفجار در صنایع شیمیایی و وابسته امریکایی، نتایج زیر حاصل شده است:*
- ۲۶/۶ درصد حوادث ناشی از قصور و نقائص موجود در عملیات بوده‌اند که مهمترین آنها عبارتند از: فقدان توضیحات صریح و روشن و رهنمودهای مشخص جهت نگهداری و کنترل قسمت‌های مختلف واحد، روشهای راه‌اندازی و از کاراندازی ناقص و عدم وجود برنامه جهت مواقع اضطراری و برنامه‌های آموزشی
 - ۲۰/۱ درصد حوادث ناشی از عدم آگاهی کامل از خصوصیات مواد و پروسه تولیدی کارخانه بوده‌اند که شامل ارزیابی ناقص از ثبات شیمیایی مواد، عدم اطلاعات کافی و آگاهی لازم درباره فشار و حرارت بحرانی فرآیند شیمیایی و کوتاهی در تشخیص آنها

* صنعت پتروشیمی و اقتصاد ایران: بررسی نقش نوع تکنولوژی، تحقیق و توسعه، استراتژی بازاریابی جهانی و تدابیر ایمنی و کنترل ریسک. قسمت چهارم: دکتر مشکوتی مهرماه ۱۳۶۸

- ۴۶/۶ درصد از حوادث ناشی از نقص فنی بوده که شامل عدول از خصوصیات طراحی شده دستگاهها، نارسائی برنامه حفاظت و نگهداری و فقدان دستگاههای ایمنی مورد نیاز می باشد.
- بموجب تحقیقات موجود که در گزارش مزبور ارائه شده است (این گزارش خود منتج از ۲۰ تحقیق علمی دیگر است)، علل حوادث در صنایع بزرگ بشرح زیر لیست شده است:
 - * عدم تشخیص خطرات موجود
 - * دستگاههای کهنه و خراب
 - * شرایط و یا روشهای کاری و مهندسی به دور از ملاحظات ایمنی
 - * ضعف برنامه ریزی
 - * فقدان تدابیر مناسب جهت کنترل و یا کاهش ریسک
 - * کمبود نیروی انسانی آموزش دیده
 - * توجه بیش از اندازه به تولید

ملاحظات ویژه

- یکی از مهمترین نتایج تحقیقات سازمان حفاظت محیط زیست امریکا درباره سوانح در تأسیسات صنعتی، حاکی است که پیشگیری حوادث نیازمند یک رویکرد کلی می باشد که دربرگیرنده خصوصیات تکنولوژیهای بکار رفته، دستورالعملهای کاری، روشهای مدیریت و ملاحظات فاکتورهای انسانی است.*
- نکات زیر پس از مشاهده عوارض و تشخیص علل مزمن ایجاد حادثه در صنایع و کارخانجات آمریکا به عنوان نسخه ای جهت بهبود ارائه گردیده است:
- بررسی های لازم جهت حصول اطمینان از ایمنی پروژه در طی دوران طراحی و قبل از آن که شامل ارزیابی کلیه خطرات آتی و بازرسی های پیشتاز مرحله راه اندازی هم می باشد. همچنین ملاحظات فاکتورهای انسانی نیز باید در مرحله طراحی منظور گردد.
 - تشخیص در جهت اهمیت مقررات لازم و حاکم و رعایت استانداردهای رایج حداقل کاری است که باید انجام گیرد. رعایت استانداردها به تنهایی شرط کافی جهت ایمنی کارخانه نیست.

* پیشین؛ بخشی از این ملاحظات خود برگرفته از نتایج بررسی دهها سازمان رسمی و کارشناسان منتخب آنها است.

- اطلاعات راجع به ایمنی فرآیند مورد بهره‌برداری باید تدوین گردد و مشخصات نقشه‌های فنی استفاده شده بنحوی که دستورالعمل‌های ایمنی در آنها درج شده باشد باید در دسترس قرار گیرد.
- وظایف و مسئولیت‌های افراد، کلاً بوضوح تعریف شود.
- تدابیر مربوط به کاهش ریسک باید شامل ارزیابی کمی و کیفی خطرات بالقوه مستتر در فرآیند تولید باشد. این فعالیت باید مستمراً با حضور افراد و گردانندگان اصلی عملیات تولیدی صورت گیرد.
- تأثیر کلیه تغییرات مورد نظر، اعم از تغییرات در دستگاه و یا تأسیسات بر ایمنی باید سنجیده و بررسی شود.
- کارکرد صحیح دستگاهها و فرآیند باید به طور مرتب آزمایش و بازرسی شود. کنترل و اطمینان از کیفیت تولیدات نیز در این بازرسی باید منظور گردد.
- وقایع (نه لزوماً حوادث) باید به سرعت و بدون فوت وقت تجزیه و تحلیل شده، علل و عوامل موجب آنها تعیین و توجه‌های لازم بمنظور بهبود و اصلاح ارائه شود.
- آموزش ادواری
- بازرسی مرتب دستگاهها و تجهیزات
- افزایش دانش فنی
- دستورالعمل‌های خاص برای مواقع اضطراری
- تجلی اثرات منفی ناشی از عدم توجه به ملاحظات میکرو و ماکرو ارگونومیکی در طراحی و عملیات کارخانه‌های بزرگ صنعتی
- صرف‌نظر از سطح یا ماهیت تکنولوژی و محل استقرار کارخانه، فاکتورهای انسانی از اهمیت جهانی برخوردار است. فقدان آن همیشه سبب مشکلات، حوادث و از بین رفتن جان و مال مردم می‌شود. بدین لحاظ سازمان جهان کار (ILO) عوامل ارگونومیک و آنتروپوتریک را به عنوان عامل اساسی در انتقال تکنولوژی در نظر گرفته است.
- (عوامل میکرو و ماکرو ارگونومیک) مهندسی فاکتورهای انسانی دارای اهدافی چون بهبود بهره‌وری - سلامت، ایمنی و آسایش مردم و افزایش کارایی متقابل سیستم‌های انسانی به ماشین و محیط است.

- آنچه که در موفقیت فنی یک تکنولوژی خاص مؤثر است میزان تطبیق آن با عوامل زیر ساختی محیط عملیاتی است.

۳- دلیل استفاده از انجام مطالعات HAZOP چیست؟

ایمنی و قابلیت اعتماد در بهره‌برداری هر واحد بدواً به استفاده از Code of Practice مختلف، کدهای طراحی و استانداردها وابسته است. استفاده از مبانی و معیارهای مزبور مؤید سوابق و تجربیات متخصصین و بطور کلی صنعت است و استفاده مؤثر از آنها بستگی به پشتوانه علمی مهندسین و سوابق کاری آنها در بخش طراحی و بهره‌برداری واحدهای مشابه دارد. اگرچه Code of Practice در امر طراحی و ساخت کارخانه حائز اهمیت است، ولی این سؤال مطرح می‌شود که آیا تمام واحدها منطبق با موازین صحیح استانداردها و پشتوانه علمی تخصصی ایجاد شده‌اند؟ و آیا فشار دستگاههای اجرایی نسبت به اتمام سریع‌تر پروژه با توجه به مشکلات کاری موجود بویژه در کشورهای در حال توسعه و کشور ایران که بسیاری از فعالیتهای مهندسی هم‌اکنون در داخل مملکت انجام می‌شود، موجب خطای طراحی نگردیده است؟ بدین لحاظ مطالعات HAZOP فرصتی است جهت انجام اصلاحات، قبل از اینکه فاجعه‌ای اتفاق بیافتد و هزینه آن گران و یا حتی غیرقابل جبران شود.

در نهایت آنچه که نگارنده این تحقیق نتیجه‌گیری می‌نماید به قرار زیر است:

- اختلافهای اساسی و باطنی بخش‌هایی از تکنولوژی وارداتی با فرهنگ ایمنی که می‌باید توسط تعدادی اپراتور محلی بعدها بهره‌برداری شود، موجب نوعی عدم تعادل خواهد گردید.
- ضعف و نقص در طراحی‌ها، ماشین‌آلات و دستگاههای کنترلی آنها. به عنوان مثال، فشار بیش از حد به مهندس طراح مبنی بر انجام سریع کار در زمان کوتاه در حالیکه دست‌اندرکاران پروژه در ارائه ابتدایی‌ترین و اولین اطلاعات در خصوص پروژه کوتاهی و سهل‌انگاری می‌نمایند.
- تعبیه غلط دستگاهها بویژه پس از تعمیرات و عدم توجه به ملاحظات طراحی اولیه و ایمنی مطابق استانداردهای موجود
- ارائه روشهای کاری "Complicated" و غیرقابل فهم و دستورالعملهای گمراه‌کننده و سرهم‌بندی شده، حتی بدون مراجعه به دستورالعملهای اولیه که بهنگام طراحی تفصیلی ارائه گردیده است.
- فقدان برنامه‌های آموزشی مطابق آخرین وضعیت موجود واحد

- عدم به روز نمودن تغییرات و نقشه‌ها نسبت به طرح اولیه در طی دوران بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری
- عدم شناخت و اهمیت کافی از حالت و خصوصیات مواد شیمیایی بحرانی توسط گردانندگان
- عدم توجه و اهمیت به سرویس‌های منظم سیستم‌های اندازه‌گیری و کالیبره کردن دوره‌ای آنها. در بهترین حالت تنها بخشی از خدمات مزبور انجام می‌گیرد که به ظاهر و در حد آگاهی اپراتور واحد دارای اهمیت است.
- ضعف مدیریت و سرپرستان واحدها،
”Having right qualification with the right place“ انجام نمی‌گیرد.
- روش‌های اداری ناهنجار، مقررات خشک و انعطاف‌ناپذیر و دست و پاگیر
- عدم ساختار سازمانی مناسب در جهت پاسخگویی به نیازهای عادی و غیرعادی کارکنان
- عدم قابلیت تصمیم‌گیری بموقع
- عدم انجام تعمیرات و در سرویس قراردادن بموقع دستگاهها و تجهیزات رزرو و کار کشیدن بیش از حد از دستگاههای موجود. ”مطابق یک اصل کلی چنانچه از دستگاهی که برای کارکرد معینی ساخته شده کار بیشتری خواسته شود (و یا تعداد توقف از تعداد پیش بینی شده و معین در دستورالعمل کارخانه سازنده تجاوز نماید)، مسلماً از آن دستگاه استفاده بهینه نشده است.“ و نه تنها باعث ضرر و زیان همان دستگاه شده بلکه عمر مفید سایر دستگاههای مرتبط را کاهش خواهد داد. به عبارتی عدم انجام تعمیرات پیش‌گیری و پیش‌بینی موجب مشکلات بعدی می‌گردد.
- عدم توجه صحیح و تحلیل لاگ‌شیت‌های واحدها
- عدم بررسی جامع حوادثی که تاکنون اتفاق افتاده، علل بروز حوادث از دیدگاه مهندسی و ایمنی مطابق موازین طراحی و استانداردها و ارائه روشهایی که موجب کاهش آن گردد.

اینک سالها است که مطالعات HAZOP توسط کشورهای مختلف جهان بویژه کشورهای توسعه یافته صنعتی بمنظور کاهش ریسک و خطرات بالقوه مشکلات بهره‌برداری واحدهای صنعتی هم برای واحدهای جدید و هم برای واحدهای در حال بهره‌برداری (به دلیل تغییرات سیستمها نسبت به طرح اولیه عمدتاً در نتیجه تعمیرات) انجام

می شود. با نگاه به نوع و علل بروز سوانح در تأسیسات بزرگ، نتیجه کلی زیر حاصل می شود:

- اتخاذ یک روش سیستماتیک و علمی جهت حصول اطمینان از رعایت ملاحظات ایمنی بر اساس توجه یکسان و متعادل به یکایک و همچنین روابط تعاملی عوامل متشکله عمده این واحدهای صنعتی که شامل نیروی کار - سازمان و تکنولوژی است ضرورت دارد.

۴ - صناعی که ابتدا مطالعات Hazop را انجام دادند

مطالعات HAZOP ابتدا توسط شرکت ICI در بریتانیا (سال ۱۹۶۴) انجام شد اما این تکنیک عملاً بعد از حادثه کارخانه فلیکس بورو، در صنایع شیمیایی رایج گردید. با شناخت و آگاهی بیشتر، این مطالعات توسط صنایع پتروشیمیایی که دارای خطرات بالقوه مشابهی بودند بکار گرفته شد و سپس در کارخانجات مواد غذایی و صنعت آب، (جائیکه خطرات بالقوه فراوان با ماهیت‌های دیگر یعنی آلاینده‌های زیست محیطی است) مورد استفاده قرار گرفت و در سالهای اخیر در تمام زمینه‌های توسعه این مطالعات انجام میشود.

۵- روش مطالعه

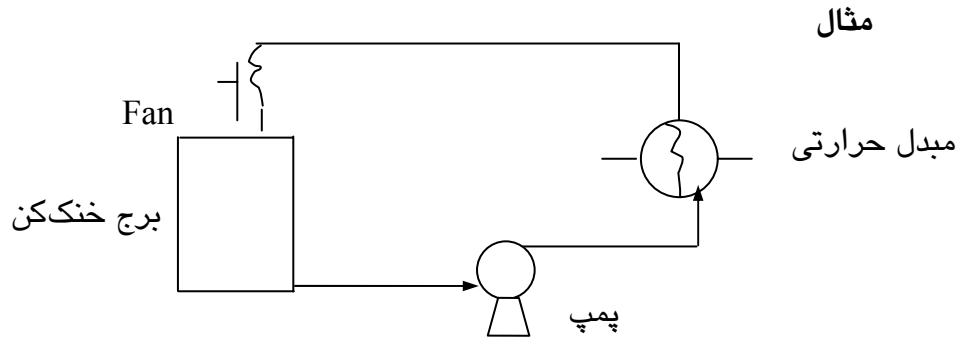
هدف: کاهش ریسک و خطرات بالقوه به دلیل تغییرات بوجود آمده دستگاهها و تجهیزات و سیستم‌ها در طی دوران بهره‌برداری نسبت اهداف اولیه طراحی

خطرات بالقوه "و" مشکلات عملیات بهره‌برداری

چون وقوع حوادث مورد بحث ناشی از نادیده گرفتن مشکلات در طی دوران بهره‌برداری اتفاق افتاده، لذا کلمه "و" در عنوان موضوع آورده شده است. و به همین دلیل است که مطالعات HAZOP برای واحدهای در حال کار انجام می‌شود.

- تغییر نسبت به طرح اولیه

در این بررسی کلیه قسمت‌های واحد به محدوده‌ای کوچکتر تقسیم‌بندی می‌شوند و سپس مطالعات انجام می‌گیرد.



شکل شماره ۱

در بررسی مجموعه فوق یک تغییر مانند افزایش درجه حرارت ورودی یا جابه‌جایی نسبت به طرح اولیه ممکن است باعث توقف سیکل آب‌گردشی گردد. در اینصورت تفاوت بین کلمه تغییر یا علت معنی پیدا می‌نماید. تریپ پمپ یک علت است نه تغییر.

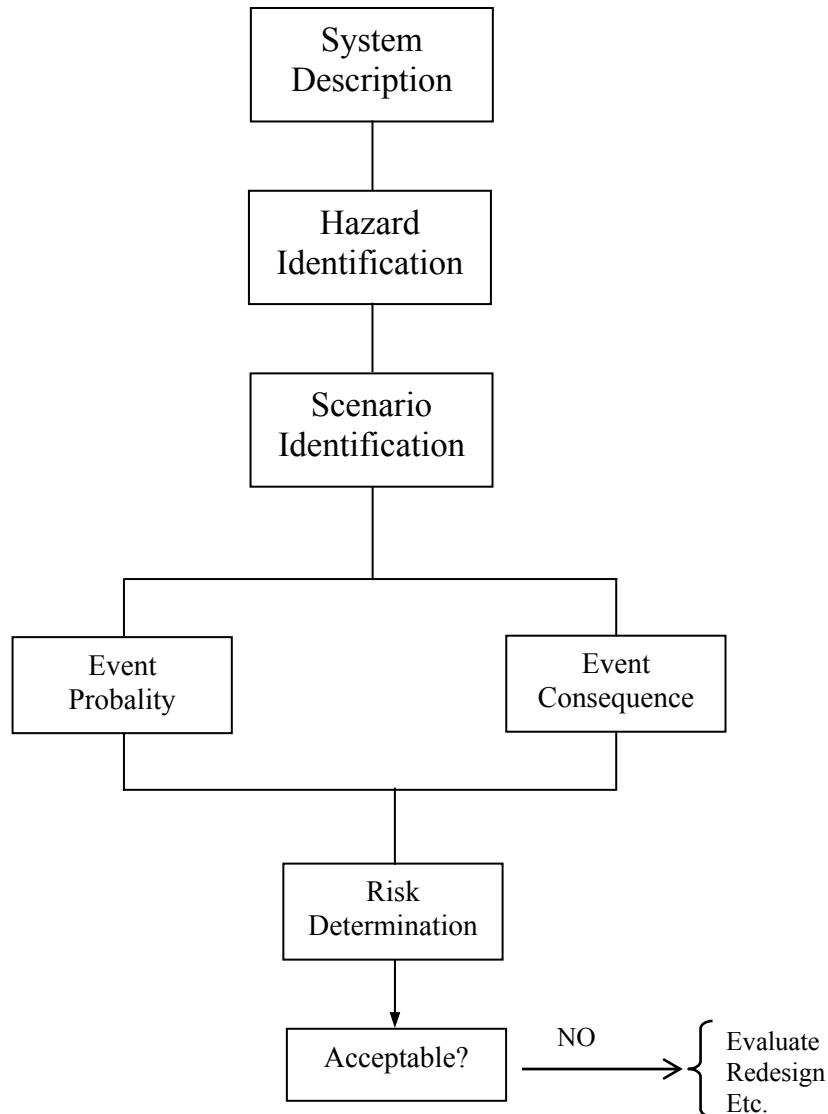
مفهوم پایه مطالعات HAZOP

اساساً دستورالعمل مطالعات HAZOP در نظر گرفتن شرح کامل فرآیند واحد و سئوالات سیستماتیکی در هر یک از بخش‌های واحد مطابق با پرسش "چگونگی تغییرات نسبت به طرح اولیه" مطرح می‌گردد. زمانی که این تغییرات شناسایی شدند یک ارزیابی مناسب باید انجام شود که آیا چنین تغییراتی و پیامدهایش در ایمنی و بهره‌برداری اثرات منفی خواهد داشت و یا خیر. در صورت جواب مثبت، راههای اقدامات اصلاحی تجویز می‌گردد.

آنالیز وضعیت بحرانی باید توسط تیم مطالعاتی به صورت یک روش ساختاری و مرحله به مرحله در جهت کشف علت‌های تغییرات (Credible Caused of Deviation) انجام شود.

بسیاری از علل همانند تریپ پمپ و عدم سیر کولاسیون پمپ در مثال گفته شده مشخص هستند. اما اهمیت مزیت این روش اینست که به ارزیابی راه‌های مختلفی که در یک تغییر ممکن است واضح و آشکار نباشند می‌پردازد. این راه‌ها در وهله اول کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند اما ارزیابی آنها در ملاحظات مطالعاتی به دلیل امکان وقوع در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه مشکلات و خطرات بالقوه‌ای که در مراحل قبل شناسایی نشده بودند، در این مرحله مورد ارزیابی و تحلیل قرار خواهند گرفت. در شکل زیر انجام خدمات مرحله به مرحله شناسایی خطرات بالقوه نشان داده شده است.

Hazard Identification



- کلمات کلیدی

یک مشخصه اصلی در این فرآیند پرسشی، آنالیز سیستماتیک استفاده از واژه‌های کلیدی جهت متمرکز نمودن توجهات در تغییرات و امکان علتی (Possible Cause) که ممکن است بوجود آید می‌باشد. این کلمات کلیدی به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند.

* کلمات کلیدی اولیه

در جهت توجه به ملاحظات ویژه و خاص نسبت به طرح اولیه، شرایط فرآیندی مرتبط یا پارامترهای فرآیندی است.

* کلمات کلیدی ثانویه

کلمات کلیدی ثانویه کلماتی است که وقتی با کلمات کلیدی اولیه ترکیب شود، تغییرات ممکن را پیشنهاد می‌دهد.

تکنیک کامل و جامع HAZOP، پیرامون استفاده مؤثر از این کلمات کلیدی گردش می‌نماید تا معانی و استفاده آنها بنحو مطلوب توسط تمام اعضاء تیم مطالعاتی مفهوم شود.

- کلمات کلیدی اولیه

این کلمات منعکس کننده هدف طراحی فرآیندی و ملاحظات بهره‌برداری واحدی است که باید مورد مطالعه قرار گیرد.

نمونه کلمات مرتبط فرآیندی به قرار زیر است و در بعضی مواقع ممکن است به صورت ترکیب استفاده شوند.

HazOp Parameters

Flow	Frequency
Pressure	Viscosity
Temperature	Voltage
Level	Information
Time	Mixing
Composition	Addition
PH	Separation
Speed	Reaction

یادآوری می‌گردد در مطالعات HAZOP کلمات زیر نیز ممکن است به کار گرفته شوند. هر چند این کلمات در درجه اول اهمیت قرار ندارند و در بسیاری موارد نیز به آنها توجه نمی‌گردد اما نباید از در نظر گرفتن آنها در مطالعات غافل شد. چون ممکن است در طول مطالعات پاره‌ای از دستگاه‌ها از سرویس خارج شوند. و در بخش تعمیرات در دست تعمیر قرار گیرند و یا اینکه امکان دارد بخشی از واحد ایزوله نبوده و هیچگونه سیستم حفاظتی وجود نداشته باشد، یا اینکه شاید لازم باشد به دلایلی چون تعویض یا کالیبره شدن یک فشارسنج بسیار مهم و یا عدم کارایی سیستم ایمنی، کل واحد شات داده شود.

- Isolate
- Drain
- Vent
- Purge
- Inspect
- Maintaion

- Start-Up - Shut down

- کلمات ثانویه

کلمات زیر تغییرات یا مشکلات است. (به عنوان کلمات استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد)

Word	Meaning
No or Not	The complete negation of the intention Ex. No flow to reactor
Less	Quantitative decrease in the intent Ex. Less flow to the reactor
More	Quantitative increase in the intent Ex. More flow to the reactor
Part of	Qualitative decrease in the intent Ex. Part of the reactants to the reactor
AS well as	Qualitative increase in the intent Ex. Cooling water in the reactor
Reverse	Logical opposite of the intention Ex. Reverse flow into the reactor
Other than	Complete substitution Ex. Another material besides reactants in the reactor

- متدولوژی مطالعه HAZOP

در یک واژه ساده پروسه مطالعه HAZOP شامل انجام راههای سیستماتیکی تمام کلمات ترکیبی مرتبط با واحد در قالب پرسش با سعی در پوشش تمام مشکلات بالقوه واحد است و نتایج آن بصورت جدول ستونی و با عناوین زیر گزارش می‌گردد.

DEVIATION	CAUSE	CONSEQUENCE	SAFEGUARD	ACTION

جزئیات بیشتر فرآیند انجام مطالعات و گردش کار جهت تهیه نتایج مطالعات بشرح زیر و صفحه بعد آورده شده است.

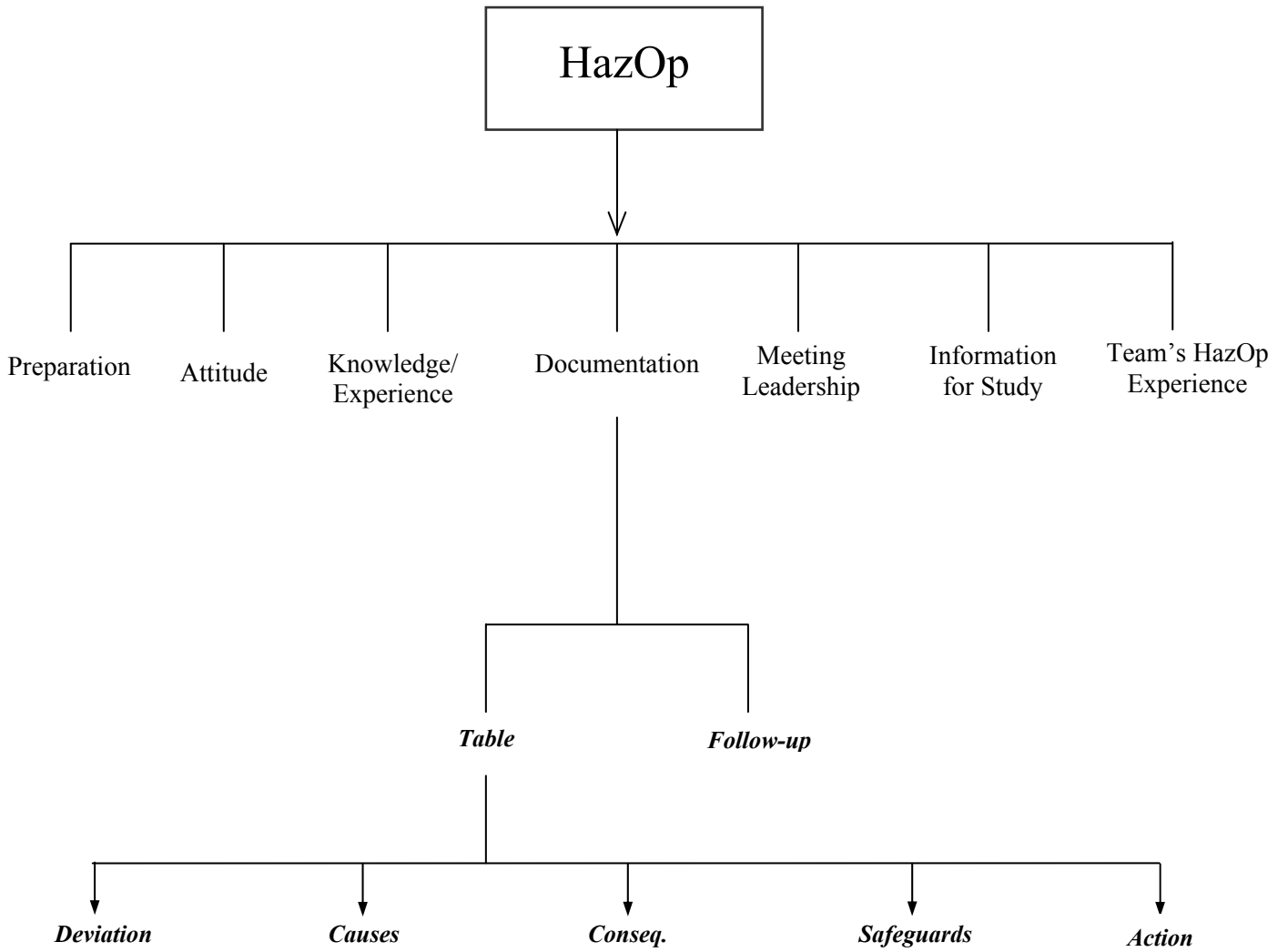
HazOp Procedure

A HazOp Guide Word is combined with a Process Parameter to

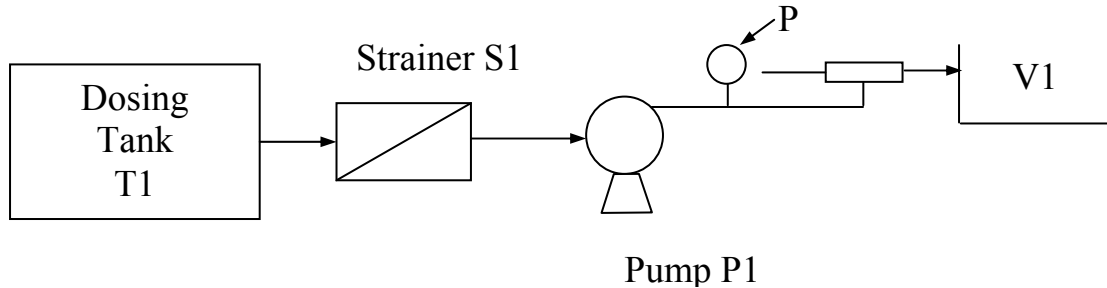
Identify:	
Identification Is the focus!	Deviations from intended design/operation
	Causes of those deviations
	Consequences of those deviations
	Safeguards to prevent causes and mitigate consequences of the deviations
	Actions (recommendations) for design or operation changes to avoid deviation

بمنظور تهیه گزارش و How to approach the plan به فلوشیت صفحه بعد توجه شود.

HazOp Preparation



با مثالی نمونه همانند شکل زیر شاید بتوان موضوع را بهتر توضیح داد (این یک مثال ساده است و ممکن است با واقعیت متفاوت باشد)



شکل شماره ۲

* تغییر Deviation

- کلمات کلیدی بصورت ترکیبی استفاده شده است. (مثال Flow/No)

* علت Cause

علل بالقوه که موجب ایجاد تغییر خواهند گردید (مثال گرفتگی Strainer1 در نتیجه ناخالصیهای موجود در تانک T1 ممکن است علت Flow/No باشد)

* پیامدها

پیامدهایی که ممکن است بوجود آید.

- عدم تزریق مواد (تغییر) جداسازی ناقص در V1

- خرابی پمپ (علت) کاویتاسیون پمپ

ارائه گزارش باید صریح و روشن باشد. نباید این تصور فراهم شود که دیگران بعدها کاملاً بتمامی ویژگیها مانند عدم تزریق مواد شیمیایی به سیستم مزبور آگاه اند. بهتر است در جدول ستونهای بالا، دادهها بوضوح شرح داده شود.

وقتیکه پیامدها ارزیابی می شود باید سیستم حفاظتی یا انسترمینی محدوده مورد بررسی نیز، مطالعه شود.

* حفاظت و نگهداری Safeguards

هر وسیله حفاظتی موجود که یا از علت عیب جلوگیری می کند، و یا در برابر پیامدهای معکوس محافظت می نماید باید در جدول مزبور گزارش شود. جائیکه اهمیت دارد و اعتبار آن در ملاحظات فرآیند (که نیاز به بازرسیهای مداوم دارد) در نظر گرفته شده است، نباید تنها به سیستم سخت افزاری موجود متکی باشد.

* اقدام Action

جائیکه یک علت واقعی (مطمئن) موجب پیامدهای منفی می شود، جهت اقدام یا عدم اقدام می باید تصمیم گرفته شود. در این مرحله پیامدها و حفاظت های مرتبط نیز باید مورد توجه قرار گیرد. اگر وضعیت سیستم حفاظتی موجود کافی است، پس نیاز به اقدامی نیست و کلمه مناسب باید در جدول درج شود.

اقدام معمولاً دو نوع است.

** اقدامی که موجب حذف علت عیب می شود.

** اقدامی که باعث تخفیف یا کاهش پیامد می شود.

برای مثال برای رفع گرفتگی Strainer در نتیجه ناخالصیها و غیره راههای متفاوتی وجود دارد که میتوان اقدامات لازم را انجام داد.

- بوسیله جاگذاری یک Strainer در خط ورودی تخلیه مواد. باید مطمئن شد که ناخالصی وارد T1 نمی گردد.

- آیا لازم است یک Strainer در ورودی پمپ گذاشته شود. آیا یک ماده خاصی از پمپ عبور می کند بدون اینکه صدمه ای به پمپ برساند. لازم است از عدم ورود چنین ماده مخصوص به V1 مطمئن شد. آیا با Strainer می توان همه مواد را پخش و توزیع نمود و علت مشکل را برطرف کرد.

- جاگذاری یک Differential Pressure Gauge، در دو طرف Strainer با dp بالا جهت نمایش و اعلام گرفتگی

- جاگذاری Duplex Strainer با برنامه تعویضی زمانی منظم و تمیز کردن بموقع رزرو.

- دستورالعمل HAZOP

کلیه ردیف های انجام خدمات در شکل زیر بصورت یک متدولوژی و گام به گام خلاصه شده است.

دستورالعمل انجام مطالعات HAZOP

