

# جایگاه مدیریت ISO/IEC 17025 و کالیبراسیون در سیستم

## مدیریت یکپارچه HSEQ

نویسنده: سید مهرداد امیری<sup>۱</sup>

آزمایشگاه کالیبراسیون امور HSEQ شرکت پتروشیمی تبریز - شرکت صنایع پتروشیمی

آدرس پستی: تبریز کیلومتر ۸ جاده آذرشهر، مجتمع پتروشیمی تبریز، امور HSEQ

تلفن تماس: ۰۴۱۱۴۲۸۲۵۴۶، تلفن همراه ۰۹۱۴۳۱۶۵۵۹۸

پست الکترونیکی: [smehrdadamiri@gmail.com](mailto:smehrdadamiri@gmail.com)

### چکیده

با توجه به گسترش روز افزون صنایع و کارخانه‌های بزرگ در زمینه‌های نفت، گاز و پتروشیمی و تولید محصولات با کیفیت جهت رقابت در بازارهای جهانی از یک طرف و ایجاد محیطی ایمن و سالم برای کارکنان و آحاد مردم، وجود سیستم مدیریت یکپارچه HSEQ الزامی است. این سیستم زمانی می‌تواند اثربخش و پویا باشد که سیستم مدیریت ISO/IEC 17025 و کالیبراسیون در آن لحاظ گردد. این سیستم با تولید داده و اطلاعات و تجزیه و تحلیل آنها و با تعامل دائم با سیستم HSEQ-MS همواره در صدد بهبود وضعیت ایمنی، بهداشت، محیط زیست و کیفیت می‌باشد.

---

۱- کارشناس مهندسی شیمی

سابقه علم اندازه‌گیری و کالیبراسیون به قدیمی‌ترین تمدنهای بشری باز می‌گردد. حتی سبیل عدالت فرشته‌ای است که ترازویی به دست گرفته تا کوچکترین خطایی در محکمه عدل الهی نباشد. اندازه‌گیری برای تصمیم انسان به شمار می‌رود و این تصمیم‌گیری در موضوعات تولید محصولات (صنعت)، خرید و فروش (تجارت)، قیمت‌گذاری (اقتصاد) و غیره بکاربرده می‌شود و کیفیت مقوله‌ای است که با سرشت انسان سازگاری دارد و همراه نیاز مادی و معنوی اوست و رویکردی است در تمامی زمینه‌ها و نبود آن می‌تواند دشواری‌های برای وی بوجود آورد. به همین دلیل از گذشته‌های دور تلاش برای رسیدن به کیفیت و رفع دشواری‌های موجود در این راه موضوعی مطرح در جوامع بوده است. امروزه این واژه از مرحله رفع نیاز پا فراتر نهاده است، زیرا با گسترش دنیای رقابت، کیفیت تنها زبانی است که می‌شود با آن در بازارهای جهانی سخن گفت. قدر مسلم تضمین و کنترل کیفیت در چهار شاخه اصلی در یک سازمان یعنی کیفیت، ایمنی، محیط زیست و بهداشت بر اندازه‌گیری استوار است. فراگیری روش اندازه‌گیری کمیتهای گوناگون و در نگاهی وسیعتر کالیبراسیون دستگاه‌ها، راهی برای نیل به این خواسته است و کالیبراسیون عبارت است از مقایسه یک دستگاه اندازه‌گیری با یک استاندارد مرجع و تعیین میزان خطای دستگاه تحت کالیبره. آنچه مسلم است پرداختن قانون مند به کالیبراسیون و برقراری نظام صحیح اندازه‌گیری فوایدی نظیر آنچه به عنوان نمونه آمده است را در پی دارد:

۱- ایجاد اعتماد در سطح جامعه در فرآیندهای صنعتی، تجاری، خدماتی، بهداشتی، ایمنی و زیست

محیطی

۲- جلوگیری از بروز حوادث غیر قابل جبران

۳- جلوگیری از تضییع حقوق مصرف کننده و تولید کننده

۴- افزایش اعتبار بین المللی

۵- گسترش حقوق اجتماعی به عنوان یکی از شاخص‌های رشد یافتگی اجتماعی و فرهنگی

۶- جلوگیری از ضرر و زیان در مبادلات بازرگانی با سایر کشورها

۷- ایجاد بستر و فرهنگ قانون مداری جهت حفظ حقوق ملت و دولت

۸- ایجاد اشتغال برای شرکتهای مجری

استاندارد ISO/IEC 17025 مربوط به «نیازمندیهای عمومی جهت صلاحیت تست و کالیبراسیون آزمایشگاهها» می‌باشد که ابتدا در سال ۱۹۹۹ توسط ISO و IEC منتشر شد (ISO سازمان بین المللی استاندارد سازی و IEC سازمان بین المللی الکتروتکنیک).

ISO/IEC 17025 به عنوان یک Benchmark بین المللی جهت تایید صلاحیت تست و کالیبراسیون آزمایشگاهها مورد تایید قرار گرفت که در توسعه محصول و تولید و حمایت از مصرف کنندگان نقش حیاتی در تجارت ایفا می‌کند.

در سال ۲۰۰۵ به منظور هماهنگی بیشتر با استاندارد مدیریت کیفیتی ISO 9000:2000 تغییرات جدیدی در ISO/IEC 17025 داده شده است که عمده این تغییرات مربوط به قسمت نیازمندیهای مدیریتی می باشد. استاندارد ISO/IEC 17025 با ویرایش جدید استاندارد ISO 9000:2008 نیز در سازگاری کامل بوده و الزامات آنرا بر آورده می نماید.

فرآیند کالیبراسیون و متعاقب آن فرآیند تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از اندازه گیریها اساس مدیریت پویا و تصمیم گیری صحیح بوده و از اهمیت خاصی در تعیین اهداف و برنامه های یک سازمان برخوردار است. وجود داده و اطلاعات واقعی با میزان خطای کمتر و قابلیت اطمینان بیشتر در هر یک از زمینه ها، مدیریت سازمان را یاری می دهد تا با اطلاع از وضعیت موجود نسبت به برنامه ریزی اصولی اقدام نماید. امروزه تمامی سازمانها و شرکت های بزرگ جهانی برآنند که با برنامه ریزی و سرمایه گذاری در تمامی مقوله های کیفیتی، زیست محیطی، ایمنی و بهداشت گوی سبقت را از تمامی رقبا ربوده و یکه تاز رقابت در صحنه تجارت جهانی شوند.

دسترسی به محصول با کیفیت، کنترل و شناسایی به موقع محصولات نامنطبق، اطلاع دقیق از فرآیند تولید و توان آن، تحت کنترل داشتن تمامی فرآیندها، اطمینان از کارکرد صحیح تجهیزات ابزار دقیق و سیستم های کنترل دخیل در کنترل فرآیندها، اطمینان از اثربخش بودن اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه، شناسایی صحیح منابع آلاینده و برنامه ریزی جهت کنترل آنها، بالابردن ضریب ایمنی کارکرد تجهیزات، ایجاد محیط امن برای کارکنان واحدهای عملیاتی، کاهش میزان Flaring، کنترل و نگهداری پسماندها، تعیین اقدامات پیشگیرانه موثر و سایر اهداف مرتبط با سیستم های مدیریتی HSEQ، زمانی حاصل می گردد که بتوان با اندازه گیری های دقیق و صحیح و پیاده سازی کالیبراسیون کنترل شده تجهیزات مرتبط با هر بخش، ضمن اخذ داده های واقعی با مقدار خطای دقیق را در راستای کاهش خطاهای اندازه گیری، برنامه ریزی نمود.

موارد اشاره شده فوق جزو اهداف سازمانهایی است که سیستم های مدیریتی بهداشت، ایمنی، محیط زیست و کیفیت را در تمامی سطوح سازمانی خود پیاده می کنند. این مسئله زمانی نمود خود را بیشتر نشان خواهد داد که سیستم های مدیریتی به صورت یکپارچه در سازمان توسعه یابند.

مدیریت سیستماتیک که مدیریتی مبنی بر فرآیندها تست و کالیبراسیون است همواره توجه خاصی به فرآیند پایش و اندازه گیری و همچنین افزایش توان آن، نشان می دهند. سازمان جهانی استاندارد ISO، سیستم مدیریت کیفیتی را بر مبنای مدل ISO/IEC 17025 که بر پایه ISO9000 تهیه شده است را ارائه نموده است. با پیاده سازی این استاندارد تمامی فعالیتهای تست و کالیبراسیون در آزمایشگاه های مربوطه تحت کنترل یک سیستم مدیریت قرار می گیرد و هدف آنست که نتایج توسط آنها با سطح مشخصی از اطمینان بیان گردد. سیستم مدیریتی مذکور در دو بخش کیفی و فنی بر موارد مختلفی تأکید دارد که از جمله می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- حمایت بالاترین مقام ارشد سازمانی از استقرار سیستم
  - رعایت اصل استقلال برای آزمایشگاه‌ها در سازمانهایی که آزمایشگاه بخشی از یک مجموعه بزرگ است
  - ایجاد تعامل سیستم مدیریت کیفیت در آزمایشگاه کالیبراسیون با HSEQ-MS
  - افزایش دانش علمی و عملی نیروی انسانی که وظیفه اندازه‌گیری یا تست را برعهده دارند
  - تحت کنترل درآوردن تجهیزات موجود و جایگزینی کنترل شده آنها با تجهیزات جدید در صورت نیاز در یک دوره زمانی مشخص
  - ایجاد و تحت کنترل قرار دادن شرایط مکانی و محیطی لازم برای کارکرد بی نقص تجهیزاتی که اندازه‌گیری توسط آنها انجام می‌گیرد
  - انجام به موقع کنترل‌های مورد نیاز بر روی تجهیزات و برنامه ریزی جهت اجرای کنترل‌های تعریف شده و کالیبراسیون دوره‌ای آنها
  - تحت کنترل در آوردن کلیه ارقام مورد نیاز (استاندارد و غیر استاندارد) برای کالیبراسیون تجهیزات
  - کنترل سوابق تمامی فعالیتهای مرتبط با سیستم
  - شناسایی و تحت کنترل قرار دادن تمامی منابع تولید خطا در فعالیتهای تست و کالیبراسیون و محاسبه میزان تأثیر آنها در نتایج
  - تعریف مکانیزم شناسایی، کنترل و مقابله با کارهایی که بر خلاف الزامات سیستم اتفاق می‌افتند
  - ارزیابی ادواری یا موردی اثر بخشی سیستم و گزارش آن به مدیریت ارشد سازمان
- با استقرار این سیستم مدیریتی و با توجه به موارد فوق یقیناً کارآیی فرآیند اندازه‌گیری و پایش و سایر فرآیندهای مرتبط از جمله شناسایی و ارزیابی جنبه‌های زیست محیطی، شناسایی و ارزیابی ریسک، کنترل منابع آلاینده، شناسایی و ارزیابی مخاطرات شغلی، مدیریت انرژی و غیره در تمامی جهات افزایش می‌یابد. به جرأت می‌توان گفت که سیستم مدیریت کیفیت بر مبنای ISO/IEC 17025 در صنایع پتروشیمی نه تنها به عنوان یک توانمند ساز عمل می‌کند بلکه با نگرشی فنی به مقوله نفت و گاز سعی بر آن دارد تا با تحت کنترل قرار دادن داده‌های حاصل از اندازه‌گیری تعامل مناسب فرآیندهای مرتبط را بر قرار و سازمان را در نیل به اهداف کیفیتی، بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی یاری دهد.
- همچنین پیاده سازی سیستم مدیریت کیفیت بر مبنای ISO/IEC 17025 این تضمین را ایجاد می‌کند که فعالیتهای تست و کالیبراسیون منجر به تولید داده‌های صحیح و دقیق (Precise Data و Accurate Data) می‌گردد و برای ایجاد این تضمین موارد ذیل بایستی لحاظ گردد.
- مدیریت کامل منابع انسانی
  - تشخیص نیازهای آموزشی کارکنان در ارتباط با مهارتهای علمی و فنی و افزایش مهارت آنها
  - شناسایی و تحت کنترل قرار دادن کلیه تجهیزات و ابزارآلات و مواد شیمیایی مورد استفاده

- تحت کنترل قرار دادن شرایط محیطی و مکانی

در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی تمامی فرآیندها توسط سیستم‌های کنترل و حسگرها کنترل می‌شوند. همانند سلسله اعصاب بدن انسان. اگر در این سیستم حسگری بدرستی عمل ننماید به یقین بسته به نوع، جایگاه و حساسیت آن حسگر ممکن است حوادثی رخ دهد که جبران آن امکان پذیر نباشد. از مهمترین این حسگرها می‌توان به سطح سنج‌ها، فشارسنج‌ها، دما سنج‌ها و جریان سنج‌ها اشاره نمود. کالیبراسیون به ما این اطمینان را می‌دهد که داده‌های گزارش شده توسط این حسگرها صحیح و قابل اطمینان است پس ما می‌توانیم بر فرآیند در حال اجرا کنترل لازم را داشته باشیم و اشکالات طراحی را به موقع شناسایی و تصحیح نماییم. همچنین اگر اطمینان از عملکرد این سیستم‌ها وجود نداشته باشد بحث HAZOP هم مفهومی نخواهد داشت.

مهمترین سوانح و حوادث بزرگ در صنایع و کارخانه‌های بزرگ دنیا (که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره خواهد شد) که نه تنها آسیب‌های فراوان زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی را موجب گردیده، بلکه انسان‌های بسیاری را نیز قربانی نموده و برای کارکنان در محیط کار مخاطرات جدی روانی و جسمی فراوانی بوجود آورده است همگی بر اثر اشکالات طراحی، کالیبره نبودن سیستم‌های کنترل و حسگرها و خطای انسانی صورت گرفته است. هرچند در گزارشات کارشناسان در مورد نحوه وقوع حوادث به دلیل از بین رفتن کلی سیستم‌های کنترلی و حسگرها و در نتیجه از بین رفتن مستندات جهت ارائه کمتر بحث گردیده ولی همه آنها یقین دارند که اگر این گونه سیستم‌ها کارکرد صحیحی داشتند بروز اینگونه حوادث اتفاق نمی‌افتاد و اگر هم حادثه رخ می‌داد زیان‌های کمتری بوجود می‌آمد. در ادامه چند نمونه از مهمترین سوانح و حوادث بزرگ که در صنایع و کارخانه‌های بزرگ دنیا به دلیل نبود سیستم مدیریت صحیح و آنچه در بالا اشاره گردید به وقوع پیوسته اشاره می‌گردد.

- کارخانه فلیکس در انگلستان (۱ ژوئن سال ۱۹۷۴)

- کارخانه سیوسو در ایتالیا (۱۰ جولای سال ۱۹۷۶)

- کارخانه بوپال هندوستان (۳ دسامبر سال ۱۹۸۴)

- نیروگاه اتمی چرنوبیل در اتحاد جماهیر شوروی سابق (۲۵ آوریل سال ۱۹۸۶)

- کارخانه فورموسا در آمریکا (۲۳ آوریل سال ۲۰۰۴)

- پالایشگاه تگزاس در آمریکا (۲۳ مارس سال ۲۰۰۵)

جهت روشن تر شدن موضوع که نبود سیستم مدیریت کیفیت و عدم اجرای صحیح کالیبراسیون چه عواقب زیان باری را به دنبال خواهد داشت، یک حادثه از حوادث یاد شده مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد.

## حادثه کارخانه بوپال هندوستان

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 درحالیست که با گذشت چندین سال از وقوع این حادثه، هنوز هم بسیاری، قربانی تبعات آن هستند.

مطابق گزارش آژانس بین المللی 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 می نماید و خسارت های زیادی نیز به زندگی و کشاورزی منطقه وارد کرده و خواهد کرد.

با توجه به اینکه یکی از فاجعه آمیزترین حوادث صنعتی یک کشور در حال توسعه در یک مجتمع شیمیایی که از نوع تکنولوژی وارداتی استفاده می کند، اتفاق افتاده است بنابراین تشریح علل آن بر اساس بررسیها و تحقیق سازمانهای بین المللی و کارشناسان مورد تأیید آنها در مورد کشور ایران می تواند 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 ۴۰ MT 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 می کردند. [۱]

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 شرکت یونین کارباید آمریکا خریداری شده بود در بوپال راه اندازی گردید.

این کارخانه از سه تانک ذخیره ۱۵۰۰۰ گالنی استفاده می کرد 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 می شد و همه مخازن مجهز به شیرآلات ایمنی (Relief Valve) بودند. گاز MIC تخلیه (Vent) شده نیز پس از عبور از اسکرابر، شستشو (شستشو با ماده NaOH) و از طریق خط Flare به محیط منتشر می گردید.

مسئولیت طراحی، تهیه دستورالعمل بهره برداری و تعمیرات و آموزش نیروی انسانی این کارخانه برعهده شرکت یونین کارباید 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 می کند:

-یکی از محققین بنام بواندر می گوید: اشتباه در انتخاب تکنولوژی کارخانه بوپال انتقال یک کارخانه مدرن نبود، بلکه اشتباه در ایجاد یک کارخانه بسیار بزرگ (پیشرفته ترین کارخانه تولید سموم نباتی) در یک کشور درحال توسعه بود. و همچنین 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، بهداشت، محیط زیست و کیفیت در میان کسانی که دست اندر کار انتقال تکنولوژی به کشورهای در حال توسعه‌اند، اهمیت ویژه‌ای دارد.

طراحی و ایمنی اتاق کنترل دارای اشکالات فراوان بود. یک فشار سنج که در طرح اولیه افزایش فشار MIC را جنب شیر اطمینان نشان می‌داد و در اتاق کنترل پیش بینی شده بود در طی دوران ساخت حذف و فقط در محل سایت نصب و قابل قرائت بود. یکی از پانل‌های کنترل آلودگی محیطی مهم بمنظور انجام تعمیرات از اتاق کنترل برداشته شده بود و نشت گاز را روی کنسول نشان نمی‌داد. حدود نیم ساعت بعد از نشت گاز MIC، این گاز وارد اتاق کنترل می‌شود. درون اتاق کنترل، اپراتورهای واحد به علت عدم وجود ماسک توانایی دیدن و نفس کشیدن نداشتند و بناچار از محل اتاق کنترل فرار می‌کنند.

عملکرد بسیاری از حسگرهای درجه حرارت و تجهیزات اندازه‌گیری جریان اشکال داشتند. نشانگرهای موجود در اتاق کنترل اکثراً یا خراب بودند یا اطلاعات غلط و غیرقابل اعتمادی را نشان می‌دادند. فشارسنج‌ها، دماسنج‌ها و سطح سنج 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 آلام خطر افزایش دمای مخزن به صدا در نیامد، زیرا در دمای بالاتر تنظیم شده بود. یکی از دو سیستم ایمنی که معمولاً ماده 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 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 بوده و 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 آتش سوزی و انفجار در صنایع شیمیایی و وابسته امریکایی، نتایج زیر حاصل شده است: [۲]

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 روشهای نحوه از سرویس خارج نمودن 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

- 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 می‌باشد.

- 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
- انجام نشدن کالیبراسیون و عدم پیاده سازی استانداردهای لازم
- فقدان تدابیر مناسب جهت کنترل و یا کاهش ریسک
- کمبود نیروی انسانی آموزش دیده
- توجه بیش از اندازه به تولید

در آخر اینکه پیاده سازی سیستمی HSEQ بدون استقرار ISO/IEC 17025 عملاً نمی‌تواند از سطح دقت  
مناسبی برخوردار و جوابگوی نیازهای سیستم مدیریت یکپارچه HSEQ باشد.  
خردمند از اشتباهات دیگران و نادان از اشتباهات خود پند می‌گیرد و یادمان باشد تغییر را خوب تعبیر  
کنیم.

مراجع

- استاندارد ISO/IEC 17025

- HSE-MS وزارت نفت
- United State chemical safety and Hazard investigation Board Author : Amy Bryce
- [۱]Environmental Eng 29 July 1999
- صنعت پتروشیمی و اقتصاد ایران: بررسی نقش و نوع تکنولوژی، تحقیق و توسعه، استراژی بازاریابی جهانی و تدابیر ایمنی و کنترل ریسک. قسمت چهارم. مشکوتی مهرماه ۱۳۶۸ [۲]