

بررسی سیستم ایمنی فرایند و الزامات اجرایی آن (PSM)

امیر بی جامی

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات

چکیده :

با افزایش پیچیدگی فرایندها و وابستگی بیشتر آنها به تجهیزات صنعتی، سطح ریسک نیز افزایش یافته و احتمال وقوع حوادث بزرگ حساس تر شده است. در نتیجه، برای پیشگیری از چنین حوادثی، وجود یک سیستم مدیریت ایمنی فرایند جامع ضروری به نظر می رسد. مدیریت ایمنی فرایند با شناسایی و کاهش جنبه های مختلف ریسک در فرایندهای صنعتی می تواند نقش مؤثری ایفا کند. انتخاب بهترین سیستم مدیریت ایمنی فرایند، نیازمند توجه به فاکتورهای مختلف و تأثیرگذار است. در این مقاله، سیستم PSM که از ۱۱ مؤلفه اصلی تشکیل شده، مورد بررسی قرار گرفته و با چارچوب سیستم های دیگر مقایسه شده است. این ۱۱ مؤلفه بر اساس منابع معتبر انتخاب شده اند و در مقایسه صورت گرفته، مزایا و کاستی های هر سیستم مدنظر قرار گرفته است. نتایج این مقایسه نشان می دهد که یک سازمان صنعتی با انتخاب سیستم مناسب می تواند در کاهش ریسک و ارتقاء ایمنی فرایندها گام مؤثری بردارد. در پایان نیز، سیستم های AICHE/CCPS و IPSMS به عنوان کامل ترین سیستم های مدیریت یکپارچه ایمنی فرایند معرفی شده اند.

کلمات کلیدی : ایمنی ، فرایند ، ایمنی فرایند ، سیستم

مقدمه :

در دنیای پیچیده و پرریسک امروز، به ویژه در صنعت نفت و گاز که با چالش‌ها و مخاطرات فراوانی روبه‌رو است، اهمیت مدیریت جامع ریسک و ایمنی فرآیند بیش از پیش برجسته می‌شود. حادثه Deepwater Horizon که در سال ۲۰۱۰ رخ داد، یکی از تلخ‌ترین و درس‌آموزترین فجایع تاریخ صنعت نفت است که نشان داد غفلت و ضعف در مدیریت ایمنی چگونه می‌تواند پیامدهای جبران‌ناپذیری به همراه داشته باشد. این حادثه بزرگ که در عمق هزاران متری دریا اتفاق افتاد، منجر به نشت میلیون‌ها بشکه نفت به محیط زیست دریایی شد و آسیب‌های گسترده‌ای به حیات وحش، اقتصاد منطقه و جوامع انسانی وارد کرد. بررسی‌های دقیق نشان داد که مشکلات فنی و نقص‌های جدی در کنترل فشار و فرآیندهای ایمنی، در کنار ضعف‌های مدیریتی و نقص در فرهنگ ایمنی سازمانی، از عوامل اصلی وقوع این فاجعه بودند.

حادثه Deepwater Horizon به عنوان یک زنگ هشدار قوی به کل صنعت نفت یادآوری کرد که تنها پیشرفت فناوری و افزایش تولید کافی نیست؛ بلکه باید سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند با استانداردهای دقیق و روزآمد به کار گرفته شوند و فرهنگ ایمنی به شکلی جدی در تمامی سطوح سازمانی نهادینه شود. این رویداد تلخ، نه تنها باعث شد که شرکت‌ها و نهادهای نظارتی بازنگری اساسی در سیستم‌های ایمنی خود داشته باشند، بلکه الهام‌بخش تحقیقات و توسعه روش‌های نوین در مدیریت ریسک فرآیند نیز شد. اهمیت آموزش مستمر، بررسی‌های دوره‌ای، و استفاده از فناوری‌های نوین در پیش‌بینی و کنترل خطرات، بیش از پیش در کانون توجه قرار گرفت. حادثه Piper Alpha در سال ۱۹۸۸ یکی از فاجعه‌بارترین رویدادهای صنعتی در تاریخ صنعت نفت محسوب می‌شود که طی آن ۱۶۷ نفر جان خود را از دست دادند. این حادثه بزرگ، به عنوان یک نمونه تلخ از ضعف‌های موجود در مدیریت ایمنی و کنترل فرآیندها شناخته شده است. همچنین، حادثه Alexander Kielland در سال ۱۹۸۰، که در سکوی نفتی رخ داد، با کشته شدن ۱۲۳ نفر، نشان‌دهنده پیامدهای جدی نقص در ایمنی تجهیزات و عدم آمادگی برای مقابله با شرایط بحرانی بود.

در سال ۲۰۰۵ نیز، شرکت BP در تگزاس با وقوع حادثه‌ای که به آتش‌سوزی گسترده و مرگ ۱۵ نفر منجر شد و همچنین ۱۸۰ مجروح برجای گذاشت، بار دیگر توجه جهانیان را به ضرورت بهبود مستمر و جدی سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند جلب کرد. این مجموعه از حوادث، هر کدام به نوعی، نمایانگر مشکلات و چالش‌های فراوانی است که صنایع نفت و گاز با آن مواجه‌اند؛ از جمله ضعف در طراحی ایمنی، کاستی در نظارت و کنترل مستمر، و نبود فرهنگ قوی ایمنی در سازمان‌ها. با وجود پیشرفت‌های فناوری، هنوز هم بسیاری از این خطرات به دلیل عدم توجه کافی به عوامل انسانی، سازمانی و مدیریتی به وقوع می‌پیوندند. اهمیت بازنگری دقیق در فرآیندهای ایمنی، آموزش مداوم کارکنان، و تقویت فرهنگ ایمنی سازمانی در جلوگیری از بروز چنین فجایعی غیرقابل انکار است. این حوادث همچنین یادآور این نکته مهم هستند که مدیریت ایمنی فرآیند تنها به تجهیزات و فناوری محدود

نمی‌شود؛ بلکه باید نگرشی جامع به تمام جنبه‌های فنی، انسانی و سازمانی داشته باشد تا بتواند به طور مؤثر از وقوع حوادث جلوگیری کند و جان انسان‌ها، محیط زیست و سرمایه‌های ملی را حفظ نماید.

مدیریت ایمنی فرایند :

از دهه ۱۹۷۰ به بعد، به ویژه با رشد سریع صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، توجه به مدیریت ریسک و ایمنی فرایند به عنوان یکی از حیاتی‌ترین موضوعات مهندسی صنعتی مطرح شد. وقوع حوادث بزرگ و پیامدهای فاجعه‌بار آن‌ها، نیاز مبرم به سیستم‌های جامع و منسجم مدیریت ایمنی فرایند (Process Safety Management - PSM) را به عنوان راهکاری علمی و سازمان‌یافته برای پیشگیری و کاهش ریسک‌های صنعتی برجسته ساخت. سیستم‌های مدیریت ایمنی فرایند با هدف شناسایی، تحلیل و کنترل خطرات مرتبط با مواد و فرایندهای شیمیایی و فیزیکی، چارچوبی جامع برای مدیریت ایمنی در تمام مراحل چرخه عمر فرایندها ارائه می‌دهند. این سیستم‌ها فراتر از اقدامات سنتی ایمنی عملیاتی هستند و بر پیشگیری از حوادث بزرگ، شامل نشت مواد سمی، انفجار، آتش‌سوزی و انتشار گازهای خطرناک تمرکز دارند. مبنای نظری و عملی PSM بر اساس ۱۱ مؤلفه اصلی است که هر کدام نقش کلیدی در تضمین ایمنی دارند؛ این مؤلفه‌ها شامل مدیریت تغییر، شناسایی و ارزیابی خطرات، آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی، کنترل مستندات، بازرسی و نگهداری تجهیزات، مدیریت اضطراری و واکنش به حوادث می‌شوند. با پیاده‌سازی کامل این مؤلفه‌ها، سازمان‌ها قادر خواهند بود فرایندهای پیچیده و پرخطر خود را تحت کنترل دقیق و مستمر نگه دارند [3].

یکی از چالش‌های مهم در اجرای موفق PSM، ایجاد فرهنگ ایمنی سازمانی قوی است. فرهنگ ایمنی به معنای تعهد همه‌جانبه از سطح مدیریت تا کارکنان به اصول ایمنی و پیشگیری است که از طریق آموزش مداوم، ارتقاء آگاهی و مشارکت فعال در برنامه‌های ایمنی شکل می‌گیرد. بدون وجود چنین فرهنگی، حتی بهترین سیستم‌ها و فناوری‌ها نیز نمی‌توانند به طور کامل کارآمد باشند. پیشرفت‌های تکنولوژیکی نیز نقش بی‌بدیلی در توسعه سیستم‌های مدیریت ایمنی فرایند ایفا کرده‌اند. استفاده از سیستم‌های پایش مداوم، حسگرهای هوشمند، مدل‌سازی ریسک مبتنی بر داده‌های واقعی، شبیه‌سازی‌های پیشرفته فرایند و سیستم‌های هشدار زودهنگام، امکانات جدیدی برای پیش‌بینی و جلوگیری از حوادث فراهم کرده‌اند. این فناوری‌ها باعث افزایش دقت و سرعت در تشخیص خطرات و واکنش به موقع می‌شوند. علاوه بر این، استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی مانند OSHA PSM و استانداردهای AIChE/CCPS، نقشه راهی برای طراحی، پیاده‌سازی و بهبود مستمر سیستم‌های مدیریت ایمنی فرایند ارائه می‌دهند که بسیاری از صنایع پیشرفته آن‌ها را به عنوان معیارهای الزامی در نظر می‌گیرند. [4]



سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند (PSM)

سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند (PSM) چارچوب‌ها و روش‌هایی سازمان‌یافته هستند که با هدف شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات مرتبط با فرآیندهای صنعتی به ویژه در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و شیمیایی توسعه یافته‌اند. این سیستم‌ها بر جلوگیری از حوادث بزرگ مانند انفجار، نشت مواد سمی، آتش‌سوزی و انتشار گازهای خطرناک تمرکز دارند که می‌توانند به خسارات جانی، مالی و زیست‌محیطی منجر شوند. [5]

اهداف سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند:

- شناسایی و تحلیل مخاطرات فرآیندی: شناسایی تمامی خطرات بالقوه‌ای که ممکن است در طول چرخه عمر فرآیند رخ دهند.
- ارزیابی ریسک: تخمین شدت و احتمال وقوع هر مخاطره و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس سطح خطر.
- اجرای اقدامات کنترلی: طراحی و پیاده‌سازی تدابیر مهندسی و مدیریتی برای کاهش ریسک‌ها به سطوح قابل قبول.
- اطمینان از آمادگی برای مواجهه با حوادث: تدوین برنامه‌های واکنش اضطراری و آموزش کارکنان برای کاهش اثرات احتمالی حوادث.
- حفظ و بهبود مستمر: پایش مداوم عملکرد سیستم‌های ایمنی، بازنگری و به‌روزرسانی فرآیندها و سیاست‌ها بر اساس تجربیات و داده‌های جدید [6].

مؤلفه‌های کلیدی سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند:

۱. شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک: انجام مطالعات ایمنی مانند HAZOP، FMEA و تحلیل علل ریشه‌ای [7].
۲. مدیریت تغییرات: کنترل دقیق تغییرات فنی، فرآیندی و سازمانی که ممکن است بر ایمنی تأثیرگذار باشند.
۳. کنترل مستندات و سوابق: نگهداری دقیق مستندات، دستورالعمل‌ها و گزارش‌های ایمنی.

۴. آموزش و صلاحیت کارکنان: فراهم آوردن آموزش‌های تخصصی و مداوم برای آشنایی با خطرات و روش‌های پیشگیری.

۵. بازرسی و نگهداری تجهیزات: تضمین عملکرد صحیح و ایمن تجهیزات فرآیندی از طریق برنامه‌های منظم نگهداری.

۶. برنامه‌ریزی واکنش اضطراری: طراحی و تمرین برنامه‌های پاسخ سریع و مؤثر به حوادث احتمالی.

۷. نظارت و پایش مستمر: استفاده از سیستم‌های پایش، حسگرها و گزارش‌دهی برای شناسایی ناهنجاری‌ها و هشدار به موقع.

۸. فرهنگ ایمنی: ترویج نگرش و رفتارهای ایمن در تمامی سطوح سازمانی.

اهمیت و مزایای پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند:

- کاهش احتمال وقوع حوادث بزرگ و پیامدهای آنها
- حفظ جان کارکنان و محافظت از محیط زیست
- کاهش هزینه‌های ناشی از توقف تولید، خسارات مالی و دعاوی حقوقی
- ارتقاء اعتبار سازمان در جامعه و نزد نهادهای نظارتی
- بهبود بهره‌وری از طریق کاهش ریسک و افزایش پایداری فرآیندها

مثال علمی و تخصصی از پیاده‌سازی سیستم مدیریت ایمنی فرآیند در یک واحد پتروشیمی

شرح موقعیت

واحد تقطیر در یک پتروشیمی مسئول جداسازی مواد شیمیایی بر اساس نقطه جوش آنها است. این واحد به دلیل استفاده از مواد قابل اشتعال و انجام فرآیند در دما و فشار بالا، دارای ریسک بالایی از حوادثی مانند نشت گاز، آتش‌سوزی و انفجار است.

(Hazard Identification & Risk Assessment) گام اول: شناسایی و ارزیابی مخاطرات

، تیم مهندسی فرآیند تمامی مراحل عملیات تقطیر (HAZOP (Hazard and Operability Study) با استفاده از روش را بررسی کرده و خطرات احتمالی مانند نشت بخار هیدروکربن، افزایش فشار بیش از حد در ستون تقطیر و خرابی شیرهای ایمنی را شناسایی نمودند. سپس با تحلیل ریسک، اولویت اقدامات ایمنی بر اساس شدت و احتمال وقوع حادثه تعیین شد.

(Management of Change - MOC) گام دوم: مدیریت تغییرات

MOC به دلیل افزایش ظرفیت تولید، تصمیم به ارتقاء سیستم پمپاژ و افزایش فشار کاری گرفته شد. در این مرحله، فرآیند فعال گردید تا تأثیرات این تغییرات بر ایمنی فرآیند به دقت ارزیابی شود. مستندات فنی، استانداردهای ایمنی و نیازمندیهای تجهیزات مورد بازنگری قرار گرفتند و تغییرات با در نظر گرفتن تمامی الزامات ایمنی اعمال شد.

گام سوم: آموزش و صلاحیت کارکنان

تمامی کارکنان بخش عملیات و نگهداری تحت دورههای آموزشی تخصصی ایمنی فرآیند قرار گرفتند که شامل نحوه و پاسخ به شرایط اضطراری بود. همچنین (PPE) شناسایی علائم هشداردهنده، استفاده صحیح از تجهیزات حفاظتی فردی، تمرینهای شبیهسازی واکنش به نشت گاز و آتش سوزی به صورت منظم برگزار گردید.

گام چهارم: نگهداری و بازرسی مستمر تجهیزات

برنامه‌ای منظم برای بازرسی، تست و نگهداری تجهیزات ایمنی مانند شیرهای اطمینان، سیستمهای خاموش کننده اتوماتیک و حسگرهای نشت گاز تدوین و اجرا شد. خرابیهای پیش‌بینی نشده کاهش یافته و عملکرد سیستمهای حفاظتی بهینه گردید.

گام پنجم: پایش مستمر و واکنش اضطراری

با نصب سیستمهای پایش آنلاین فشار، دما و میزان نشت گاز، تیم کنترل فرآیند قادر به شناسایی سریع هرگونه ناهنجاری و واکنش به موقع به خطرات احتمالی شدند. همچنین برنامه واکنش اضطراری به روز رسانی و هماهنگی میان تیمهای عملیات، ایمنی و آتش‌نشانی بهبود یافت.

نتایج حاصل از اجرای سیستم مدیریت ایمنی فرآیند :

کاهش قابل توجه حوادث ناشی از نشت و آتش سوزی

افزایش آگاهی و آمادگی کارکنان در مواجهه با شرایط اضطراری

نهمین کنفرانس بین المللی

ایمنی و بهداشت

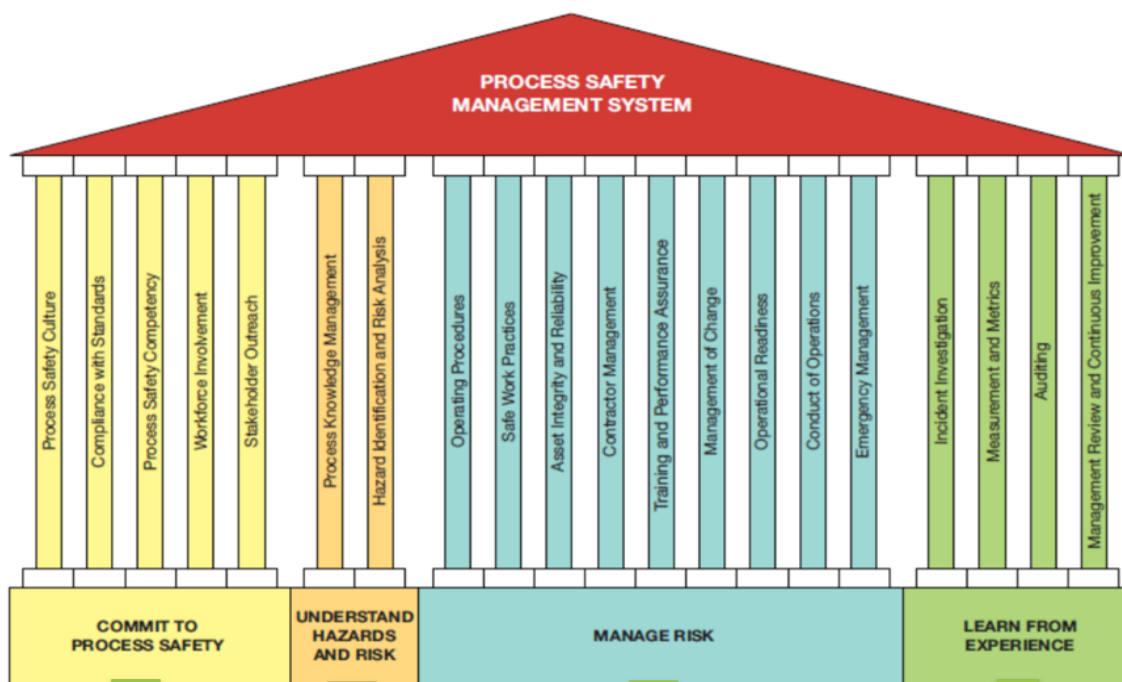
9th International Conference on

Safety and Health

بهبود مستمر عملکرد تجهیزات ایمنی و کاهش خرابی های غیرمنتظره

افزایش اعتماد سازمان به توانایی کنترل ریسک های فرآیندی

کاهش هزینه های ناشی از توقف های اضطراری و تعمیرات ناگهانی





شکل ۱: سیستم مدیریت ایمنی فرآیند را به صورت یک ساختار ستونی

بررسی تأثیر عوامل انسانی در سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند (PSM)

در ساختار سیستم مدیریت ایمنی فرآیند (PSM)، عوامل انسانی یکی از مؤلفه‌های کلیدی و اثرگذار محسوب می‌شوند که نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد ایمن فرآیندهای صنعتی ایفا می‌کنند [8]. این عوامل، تعامل میان انسان، تجهیزات و فرآیند را در بستر فعالیت‌های صنعتی پوشش می‌دهند و می‌توانند در بروز یا پیشگیری از حوادث نقش مستقیم داشته باشند. برای تحلیل و ارزیابی دقیق‌تر عوامل انسانی در چارچوب سیستم PSM، استفاده از مدل‌های ساختاریافته و علمی ضروری است. یکی از روش‌های معتبر

در این زمینه، سیستم طبقه‌بندی عوامل انسانی و تحلیل آن‌ها با استفاده از مدل **HFACS (Human Factors Analysis and Classification System)** می‌باشد که توسط **Shappell** و **Wiegmann (2013)** توسعه یافته است [9].

مدل HFACS با هدف شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل خطاهای انسانی در محیط‌های پیچیده و با ریسک بالا، طراحی شده و امکان تجزیه و تحلیل عوامل انسانی مؤثر در وقوع حوادث را در قالب ساختاری ۴ لایه‌ای فراهم می‌کند. این چهار سطح شامل موارد زیر هستند:

۱. نقص در تصمیم‌گیری و اقدامات عملیاتی اپراتورها

۲. شرایط کاری نامناسب و فشارهای محیطی

۳. خطاهای مدیریتی میانی و ناکارآمدی در نظارت

۴. سیاست‌ها، فرهنگ سازمانی و تصمیمات سطح کلان مدیریتی

در مطالعات تطبیقی انجام‌شده، ۱۹ مؤلفه از مدل HFACS با اجزای اصلی سیستم PSM مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این مقایسه نشان می‌دهد که بسیاری از عوامل انسانی قابل طبقه‌بندی در HFACS، در اجزای کلیدی سیستم PSM نیز به‌طور ضمنی یا صریح حضور دارند. این تطابق، امکان استفاده از HFACS را به‌عنوان ابزار مکمل در تحلیل ضعف‌های انسانی موجود در اجرای PSM فراهم می‌سازد.

نقش چارچوب‌های تنظیم‌گری در اجرای مؤثر سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند (PSM)

اجرای کامل و اثربخش سیستم‌های مدیریت ایمنی فرآیند (PSM - Process Safety Management) نیازمند زیرساخت‌ها و چارچوب‌هایی قوی در سطح سیاست‌گذاری، نظارت و قانون‌گذاری است. این چارچوب‌ها، که معمولاً تحت عنوان «چارچوب‌های تنظیم‌گری (Regulatory Frameworks)» شناخته می‌شوند، نقش اساسی در تعریف الزامات، تعیین مسئولیت‌ها و ایجاد سازوکارهای پاسخگویی برای نهادها و سازمان‌های فعال در صنایع پرخطر ایفا می‌کنند. در این میان، سازمان‌های بین‌المللی و ملی تنظیم‌گر (Regulatory Agencies) به‌عنوان بازیگران کلیدی در نظام حکمرانی ایمنی، موظف به تدوین و اجرای مقرراتی هستند که از یک سو تضمین‌کننده سطح قابل قبولی از ایمنی برای کارکنان، جامعه و محیط‌زیست باشد، و از سوی دیگر امکان تداوم عملیات صنعتی را نیز فراهم آورد. از جمله این مقررات می‌توان به الزامات تهیه و ارائه «سند ایمنی (Safety Case)» اشاره کرد که در بسیاری از کشورها به‌ویژه در صنایع نفت و گاز دریایی، به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی نظارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مدل مبتنی بر «سند ایمنی»، اپراتورهای صنعتی، مانند شرکت‌های بهره‌بردار از سک‌های نفت و گاز دریایی، ملزم به تهیه سندی جامع هستند که در آن به‌صورت مستند و قابل ارزیابی نشان داده شود که تمامی خطرات شناسایی شده‌اند، ریسک‌های مرتبط با آن‌ها تحلیل و ارزیابی شده‌اند، و اقدامات کنترلی لازم برای کاهش این ریسک‌ها تا سطحی قابل قبول (As Low As Reasonably Practicable - ALARP) برنامه‌ریزی و اجرا شده‌اند. این سند همچنین باید اثبات کند که ساختار سازمانی، صلاحیت نیروی انسانی، و سیستم‌های مدیریتی موجود در سازمان از کفایت لازم برای مدیریت ایمنی برخوردارند. نکته قابل توجه این است که در این رویکرد، مسئولیت اصلی مدیریت ریسک و اثبات ایمنی به‌جای نهاد تنظیم‌گر، به اپراتور محول می‌شود. به عبارت دیگر، تنظیم‌گر به‌جای ارائه مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های دقیق اجرایی، چارچوبی را تعریف می‌کند که در آن اپراتور باید نشان دهد چگونه الزامات ایمنی را محقق کرده است. این رویکرد به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و تطابق با شرایط متغیر عملیات صنعتی، در بسیاری از کشورها مورد استقبال قرار گرفته است.

وجود چنین چارچوب‌هایی، به‌ویژه در صنایع دارای سطح ریسک بالا نظیر صنایع نفت و گاز، پتروشیمی و انرژی هسته‌ای، نه تنها به افزایش سطح ایمنی کمک می‌کند، بلکه موجب ارتقاء فرهنگ ایمنی، بهبود قابلیت پاسخگویی سازمان‌ها در برابر حوادث، و تسهیل یادگیری سازمانی از تجارب گذشته نیز می‌شود.

Reference :

- [1] Kletz TA, Lees FP. Process Safety: Thirty Years After the Piper Alpha Disaster. *J Loss Prev Process Ind.* 2018;52:1-10. doi:10.1016/j.jlp.2017.12.001.
- [2] Gexcon. Lessons Learnt from Deepwater Horizon 2010. Gexcon Knowledge Base; 2015. Available from: <https://knowledge.gexcon.com/docs/lessons-learnt-from-deepwater-horizon-2010>
- [3] Al Mazrouei MA, Khalid K, Davidson R, Abdallah S. Impact of Organizational Culture and Perceived Process Safety in the UAE Oil and Gas Industry. *The Qualitative Report.* 2019;24(12):2821-2837. doi:10.46743/2160-3715/2019.3971
- [4] Center for Chemical Process Safety (CCPS). *Guidelines for Risk Based Process Safety.* 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley; 2011.
- [5] Zarei E, Soltanzadeh A, Mahdinia M, Sadeghi-Yarandi M. An integrated approach to assess safety and security risks in chemical process industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries.* 2024;74:105274. doi:10.1016/j.jlp.2024.105274.
- [6] Quddus MA, Cozzani V, Reniers G, et al. Guidance to improve the effectiveness of process safety management systems in operating facilities. *Process Safety and Environmental Protection.* 2020;139:1-12. doi:10.1016/j.psep.2020.03.001.
- [7] Lee JH, Kim YS, Lee JH, et al. Evaluating the efficiency of the process safety management system through analysis of major industrial accidents in South Korea. *Processes.* 2023;11(7):2022. doi:10.3390/pr11072022.
- [8] Yang J, Kwon YG. Human factor analysis and classification system for the oil, gas, and process industry. *Process Safety Progress.* 2022;41(4):728–737. doi:10.1002/prs.12359.
- [9] Patterson P, Shappell SA. Human factors analysis and classification system for the oil, gas, and process industry. *Process Safety Progress.* 2022;41(4):728–737. doi:10.1002/prs.12359.