



# نگاهی مهندسی به اشتباهات انسانی در مدیریت ایمنی در صنایع نفت و گاز

هادی ابراهیم فتح آبادی<sup>۱</sup> مدیریت برنامه‌ریزی تلفیقی شرکت ملی نفت ایران

چکیده

با ظهور فن‌آوری‌های جدید و فرآیندها و تجهیزات پیچیده‌تر در صنایع نفت و گاز و همچنین در دیگر صنایع، پتانسیل‌های ایجاد حادثه افزایش یافته و این موضوع، مدیریت ایمنی را مشکل‌تر و البته با اهمیت‌تر می‌کند. امروزه در بحث مدیریت ایمنی، نگاه به‌علل بروز حوادث تغییر کرده است. صنعت به این نتیجه رسیده که عوض کردن طبیعت انسان‌ها و وادار ساختن آنها به پیروی از روش‌ها و دستورالعمل‌ها بسیار مشکل می‌باشد و بهتر است انسان‌ها را همان‌گونه که هستند بپذیریم. این مقاله با آنالیز برخی از حوادث پرتکرار در صنایع نفت و گاز تلاش کرده نگاه کارشناسان ایمنی را به‌علل بروز حوادث تغییر دهد و جهت انجام اقدامات اصلاحی در راستای بهبود مستمر سازمان‌ها که قسمتی از فرآیند انجام مدیریت ایمنی است پیشنهادها و مؤثرتری در قالب گزارش‌های کارشناسی ارائه کند. با نگاه دقیق‌تر به‌علل بروز حوادث روشن می‌شود که با مواردی مانند اصلاحاتی در طراحی‌ها، تغییراتی در چیدمان دستگاه‌ها، نصب علائم هشداردهنده و برچسب‌گذاری‌های مناسب، تهیه و به‌روزرسانی دستورالعمل‌ها و ارائه‌ی آموزش‌های لازم، استفاده از تجهیزات ایمنی مناسب، دقت در متناسب بودن شغل با توانمندی‌های فیزیکی و ذهنی افراد و دقت کافی در تصمیم‌گیری در سطوح مدیریتی و کارشناسی، می‌توان از بروز بسیاری از حوادث جلوگیری کرد.

واژگان کلیدی مدیریت ایمنی، اشتباهات انسانی، نگاه مهندسی، صنایع نفت و گاز

## مقدمه

ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست است شامل فرآیندی است که اقدامات تعیین خط‌مشی‌ها و استراتژی‌ها، سازمان‌دهی، برنامه‌ریزی و اجرا، ارزیابی کارایی و اقدامات اصلاحی را دربر می‌گیرد (شکل-۱).

در اثربخش بودن انجام مدیریت ایمنی در هر سازمان اگرچه تمامی اقدامات فرآیند مدیریت ایمنی اهمیت دارند اما مرحله‌ی تعیین و انجام اقدامات اصلاحی جهت بهبود مستمر سیستم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و

خطر فوق‌العاده‌ای همراه است. همه‌ی این موارد سبب می‌شود که مدیریت ایمنی در صنایع نفت و گاز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. اگرچه امروزه دستورالعمل‌ها و استانداردهای زیادی برای انجام مدیریت ایمنی در صنایع نفت و گاز وجود دارد اما خلأ بسیاری نیز در این زمینه و به‌خصوص در به‌روزرسانی این مستندات احساس می‌شود.

سیستم مدیریت ایمنی که خود زیرمجموعه‌ای از نظام جامع مدیریت

صنعت نفت و گاز در سال‌های اخیر با رشد فن‌آوری، استفاده از تجهیزات جدید، به‌کارگیری فرآیندهای پیچیده در فشارها و دماهای بیشتر، فرسودگی بسیاری از تأسیسات قدیمی و ... روبرو است. اینچنین عواملی باعث افزایش پتانسیل خطر در صنایع نفت و گاز و افزایش پیامدهای ناشی از حوادث آن شده است. از سوی دیگر فرآیندهای حفاری، تولید و فرآورش هیدروکربن‌های ترش با پتانسیل

\*نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (hadifathabadi@yahoo.com)

انجام موفق این مرحله به منزله‌ی به نتیجه رسیدن فرآیند مدیریت ایمنی در سازمان‌هاست. آنچه در تعیین اقدامات اصلاحی مورد نیاز است بررسی‌های کارشناسی ایمنی از جمله آنالیز دقیق حوادث و یافتن علل بروز آنهاست.

نتایج تجارب صنعتی و گزارش‌های کارشناسی در دهه‌های اخیر حاکی از آن است که نه تنها در حوادث خاص صنایع نفت و گاز بلکه در همه‌ی حوادث (رانندگی، کار با جرثقیل، صنایع هوا فضا و...)، بیش از ۷۰ درصد علل بروز حوادث به نحوی ناشی از خطای انسانی بوده است [۳ و ۴].

تور کلتز که یکی از اشخاص شناخته شده در زمینه‌ی مهندسی ایمنی در دنیا است و بیش از ۴۰ سال تجربه در سمت‌های مختلف مهندسی در صنایع فرآیندی دارد نیز با بررسی گزارش‌های حوادث از ۱۹۲۰ به بعد به این موضوع اشاره دارد که اغلب گزارش‌ها حدود ۹۰ درصد علل حوادث را خطای انسانی دانسته‌اند [۵].

در نهمین کنفرانس سالانه‌ی ایمنی، بهداشت و محیط زیست که در سال ۲۰۱۳ در قطر برگزار گردید، اعلام شد که خطای انسانی علت بروز ۹۱ تا ۹۶ درصد حوادث در صنایع نفت و گاز بوده است [۶].

با پذیرفتن این موضوع که علت اصلی بروز حوادث خطاها انسانی است اغلب اقدامات اصلاحی به آموزش‌های ایمنی بیشتر، هشدارهای ایمنی بیشتر و افزایش تعداد بازرسی‌های ایمنی در تأسیسات معطوف می‌گردد. اگر با انجام این اقدامات اصلاحی، تغییر محسوسی در تعداد حوادث ایجاد نشد رخ دادن حوادث به عنوان امری ذاتی و بالقوه پذیرفته می‌شود که با توجه به پتانسیل ذاتی خطر کار در صنایعی مثل نفت و گاز قطعاً حادثی غیرقابل پیشگیری رخ خواهد داد. اما مطلب حائز اهمیت این است که نگاه کارشناسی در یافتن علل بروز حوادث، نگاه درستی نبوده تا به کاهش حوادث منجر گردد. باید این موضوع پذیرفته شود که همیشه می‌توان بهتر عمل کرد.

امروزه رویکرد سیستم‌های مدیریت ایمنی تغییر کرده است. صنعت به این نتیجه رسیده که عوض کردن طبیعت انسان‌ها و وادار ساختن آنها به پیروی از روش‌ها و دستورالعمل‌ها بسیار مشکل می‌باشد و بهتر است انسان‌ها را همان گونه که هستند بپذیریم. بیان اینکه حوادث، ناشی از اشتباهات انسانی بوده و غیرواقعی نیست اما مشکلی را حل نکرده و به درمان کمکی نخواهد کرد. آنچه اهمیت ویژه‌ای دارد این است که باید فرصت اشتباه را کاهش داد. اگر پتانسیل خطر در تأسیسات زیاد باشد حتی افراد بسیار هوشیار نیز دچار حادثه خواهند شد.

این نوشتار تلاش می‌کند با آنالیز برخی حوادث پُر تکرار در صنایع نفت و گاز، نگاه کارشناسی دقیق‌تری به علل بروز حوادث داشته باشد که این سبب خواهد شد اقدامات اصلاحی تنها به سوی رفع خطاهای انسانی سوق داده نشده و پیشنهادهای اصلاحی مؤثرتر و هوشمندانه‌تری در گزارش‌های کارشناسی ایمنی ارائه گردد.

تجارب صنعتی نشان داده که اغلب حوادث بر اثر علل زیر رخ می‌دهند؛ اگر چه مرزبندی بین این عوامل روشن و شفاف نیست و ممکن است چندین عامل به همراه یکدیگر عامل یک حادثه باشند:

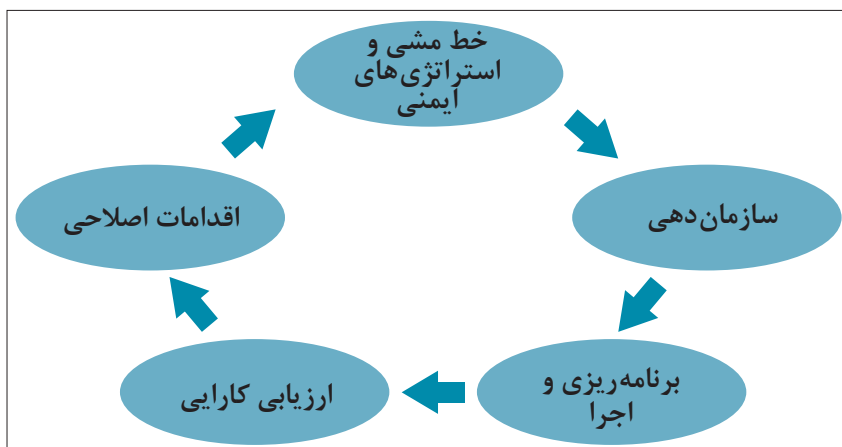
■ خطای انسانی به دلیل فراموشی و عدم توجه

■ عدم آموزش صحیح یا نقص در دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی  
 ■ عدم توانایی کافی ذهنی یا فیزیکی برای انجام کار  
 ■ تصمیمات نادرست  
 ■ نقص در تجهیزات، طراحی، نصب یا تعمیرات آنها  
 در ادامه هریک از این عوامل بررسی خواهند شد.

#### ۱- خطای انسانی به دلیل فراموشی و عدم توجه

برخی حوادث ممکن است به علت باز کردن یا بستن اشتباهی یک شیر یا عدم بهره‌برداری صحیح از آن رخ دهند که این مورد ناشی از یک لحظه غفلت یا عدم توجه اپراتور است؛ مثلاً انفجار در اثر باز کردن یک اتصال که فشار پشت آن کاملاً تخلیه نشده است (شکل-۲).

این گونه حوادث معمولاً در ساعات پایانی شب یا در حین تعویض شیفت‌ها که حواس افراد کاملاً بر کار متمرکز نیست اتفاق می‌افتد. باید پذیرفت که در صنعت گاهی چنین اشتباهاتی رخ خواهد داد که باید با حذف فرصت‌های اشتباه، تعداد این حوادث را به حداقل رساند. این کار ممکن است با تغییر در طراحی (تغییرات سخت‌افزاری) یا تغییر در روش‌ها و دستورالعمل‌ها (تغییرات نرم‌افزاری) انجام شود و شیوه‌ی عملکرد افراد تغییر کند.

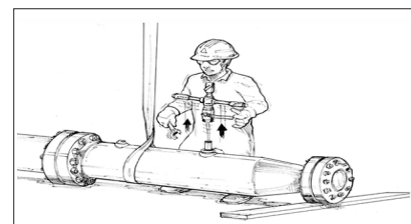




در حالت نخست عامل محدود کننده اغلب مباحث اقتصادی و گران بودن انجام تغییرات است و معمولاً در صنعت از آن استقبال نمی شود. در حالت دوم نکته‌ی قابل توجه، زمان بر بودن مسأله و نیاز به برگزاری دوره‌های آموزشی جدید برای پرسنل است [۱۲].

به طور مثال درب مخازن باید به شکلی تعبیه شود که برای باز کردنش نیاز به ایستادن در مقابل آن نباشد. همچنین تعبیه فشارسنجی که فشار پشت شیر را نشان دهد نیز می تواند اقدام اصلاحی مناسبی باشد.

در مواردی کوچک بودن یا کم نور بودن کلید روی پنل سبب عدم توجه فرد شده که باید با اصلاح پنل و استفاده از کلیدهایی با اندازه‌ی مناسب و واضح مشکل را حل نمود. نصب علائم هشداردهنده و برجسب گذاری‌ها در بسیاری از حوادث پیشگیرانه است. رنگ آمیزی تجهیزات با رنگ‌های متفاوت استاندارد نیز یکی از راه‌های کاهش این گونه حوادث است. علائم قطع سیستم معمولاً باید با رنگ قرمز مشخص شوند تا جلب توجه نمایند. سیستم‌های آلام و تریپ (قطع سیستم) معمولاً باید با فاصله‌ای استاندارد از سایر پنل‌ها نصب شوند تا کسی به اشتباه از آنها استفاده نکند. در



شکل ۲ | حادثه در اثر باز کردن اتصالی که فشار پشت آن تخلیه نشده است

کلیدهای بالا برها نیز باید فاصله‌ی استاندارد بین کلیدها رعایت گردد.

علت برخی حوادث عدم توجه در زمان راه اندازی بوده است. به طور مثال پس از تعمیر پمپ یا کمپرسور هنوز مسیرهای خطوط جریان باز بوده که اپراتور اقدام به راه اندازی دستگاه کرده و این باعث پراکندگی موارد آتش‌زا در محیط و بروز آتش‌سوزی شده است. در این گونه موارد باید سیستم‌ها طوری طراحی شوند که مثلاً تا زمانی که مسیرهای تخلیه‌ی پمپ یا کمپرسور هنوز باز هستند پمپ روشن نشود که این کار با استفاده از کلیدهای اتوماتیک و سایر دستگاه‌های ابزار دقیق قابل اعمال است. در برخی اوقات نیز عدم انگیزه، حجم زیاد کار و خستگی باعث عدم توجه و بروز حادثه می گردد [۱۳].

## ۲- عدم آموزش صحیح یا نقص در دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی

هر قدر انجام کاری ساده‌تر باشد تهیه دستورالعمل انجام آن نیز آسان‌تر خواهد بود. در صورت بروز مشکل در یک سیستم فرآیندی پیچیده اگر اپراتور به عملکرد همه‌ی دستگاه‌ها آشنایی کامل نداشته باشد برای حل آن دچار اشکال خواهد شد. اپراتور باید طوری آموزش دیده باشد که بداند در شرایط مختلف چه کاری انجام دهد. در حادثه‌ی راکتور هسته‌ای چرنوبیل در ۱۹۸۶ که از حوادث بزرگ دنیا محسوب می شود عدم اجرای دقیق دستورالعمل‌ها سبب بروز حادثه گردید [۱۴]. در لای‌روبی یا تأمین فشار عملیاتی خطوط

انتقال یا سایر تجهیزات نفت و گاز مثلاً در عملیات توپک‌رانی، در بسیاری از موارد از آب یا گاز پرفشار استفاده می شود. افرادی که در این عملیات‌ها دخیل هستند باید با خطرات کار با سیالات پرفشار آشنایی کامل داشته و از فشارها و دماهای طراحی و عملیاتی همه‌ی تجهیزات آگاه باشند. افرادی که با جرثقیل‌ها کار می کنند باید حداکثر بار قابل تحمل با توجه به طول بوم جرثقیل را بدانند تا بار بیش از حد را جابه‌جا نکنند (شکل-۳). در جرثقیل‌ها باید حداکثر بار مجاز قابل جابه‌جایی توسط برجسب مشخص شود و علائم و چراغ‌های لازم جهت اخطار تعبیه گردند [۱۵].

تنها آموختن کافی نیست؛ یعنی باید بدانیم که چگونه به نحو مناسب از آموخته‌ها استفاده کنیم. در ۱۹۶۶ در حادثه‌ی فیزن در فرانسه، پس از آتش گرفتن مخازن پروپان، آتش نشانان فقط جهت ایزولاسیون این مخازن از سایر تأسیسات تلاش می کردند؛ چراکه فکر می کردند شیرهای اطمینان این مخازن عمل خواهند نمود و مشکلی رخ نخواهد داد. در صورتی که این شیرها عمل نکردند و وقوع انفجار سبب مرگ ۱۸ نفر شد (شکل-۴) [۱۶].

امروزه در طراحی مخازن تحت فشار، علم مهندسی به این نتیجه رسیده که باید ضخامت دیواره‌ی این مخازن در سقف کمتر از ضخامت سایر دیواره‌ها باشد و همچنین درز جوش‌های سقف ضعیف‌تر از بقیه قسمت‌هاست و بنابراین در صورت افزایش فشار غیرمنتظره در داخل مخزن و عمل نکردن شیرهای اطمینان، این



شکل ۴ | انفجار مخازن پروپان در حادثه‌ی فیزن در فرانسه - ۱۹۶۶



شکل ۳ | حادثه برای جرثقیل به علت برداشتن بار بیش از حد مجاز

### ۳- عدم توانایی کافی ذهنی یا فیزیکی برای انجام کار

استعداد انسان‌ها در انجام کارهای مختلف متفاوت بوده و لازم است با انجام آزمایش‌هایی توانمندی‌های افراد شناسایی شود. مثلاً فردی که از توانایی ذهنی زیادی برخوردار نیست برای کار در اتاق‌های کنترل با پنل‌های پیچیده مناسب نخواهد بود. افرادی که در سایت‌های عملیاتی با باز و بسته کردن شیرها و به کار بردن سایر ادوات عملیاتی به صورت دستی سروکار دارند باید توان فیزیکی حداقلی داشته باشند. وگرنه همین مورد سبب بروز حادثه خواهد شد. توان فیزیکی زیاد در بسیاری از عملیات‌های حفاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین افرادی که عضو تیم‌های اطفاء حریق و امداد و نجات می‌شوند باید توان و آمادگی فیزیکی زیادی داشته باشند.

### ۴- تصمیمات نادرست

تصمیمات نادرست ممکن است توسط افراد عملیاتی یا مدیران اتخاذ گردد. در برخی موارد ممکن است توسط افراد عملیاتی یا با دستور مدیران، علائم و سیستم‌های هشداردهنده bypass شوند تا تولید متوقف نگردد یا تولید بیشتری انجام گیرد و همین عامل باعث بروز حادثه گردد. سیستم‌های حفاظتی به هیچ وجه نباید ایزوله یا bypass شوند و اگر هم در زمان تعمیرات نیاز به این کار باشد باید بر اساس دستورالعمل‌ها، انجام حداقل ایزولاسیون و با اطلاع افراد مسئول انجام گیرد. برخی اوقات ممکن است یک کار عملیاتی به دستور مدیر، بدون اخذ مجوز کار یا خارج از محدوده‌ی مجوز انجام شود و همین عامل سبب بروز حادثه گردد.

مدیران باید به صورت مداوم با گروه عملیاتی خود همراه باشند یا با انجام بازرسی‌های دوره‌ای و مشاهدات موردی، صحت اجرای دستورالعمل‌ها را کنترل کنند. اگر مدیران ارشد به موضوع ایمنی توجه خاص نداشته

حرکت از محل بارگیری کرده که این کار سبب پخش شدن مواد آتش‌زا در محیط و بروز حادثه گردیده است. اجرای گام به گام دستورالعمل‌های بارگیری و آموزش رانندگان در این زمینه از وقوع چنین حوادثی پیشگیری خواهد کرد. این مورد در بارگیری‌های مواد نفتی در دریا نیز اهمیت بسیاری دارد. در فعالیت‌های نفت و گاز در فراساحل، علل اغلب حوادث عدم وجود دستورالعمل‌ها و روش کارها یا اشکال در آنها گزارش شده است (شکل-۵) [۱۰ و ۱۱].

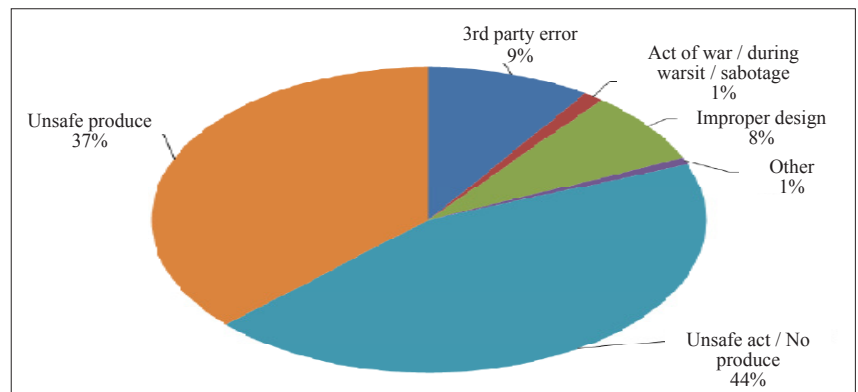
باید اپراتورها از صحیح بودن دستورالعمل‌ها اطمینان حاصل نمایند و انجام آن را ضروری بدانند. در غیر این صورت از انجام آنها سرباز زده و بر اساس تجربه‌ی خود عمل می‌کنند. در برخی موارد همین عدم رعایت دستورالعمل و عمل بر اساس تجربه باعث بروز حوادث شده است. بازرسی‌های ایمنی جهت اطمینان از رعایت دستورالعمل‌ها ضروری است.

مخازن از سقف دچار ترکیدگی می‌شوند. آموزش‌های لازم و انجام بازرسی‌های دوره‌ای منظم از تأسیسات و همچنین نظارت دقیق بر کار پیمانکاران از این حوادث جلوگیری خواهد کرد.

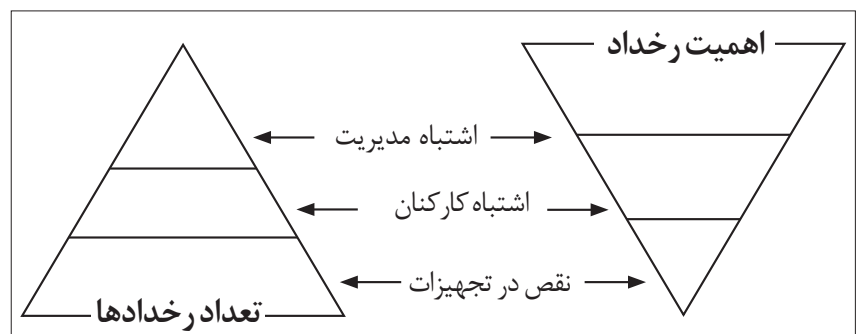
در برخی حوادث اتصال فلز به غیر فلز بدون در نظر گرفتن انبساط و انقباض عامل حادثه بوده؛ یعنی عمل نکردن بر اساس دستورالعمل‌ها و روش کارهای موجود باعث حادثه شده است.

استفاده از ماسک و لباس‌های ایمنی در بسیاری از موارد جان افراد را از آسیب‌های جدی (خفگی و گاز گرفتگی، پاشش مواد شیمیایی، آسیب در اثر سقوط اجسام از ارتفاع و ...) نجات داده است.

در بارگیری‌ها اتفاق افتاده که قبل از اینکه تانکر پر شود یا خط تغذیه‌کننده از تانکر جدا گردد راننده‌ی تانکر به گمان اینکه عملیات بارگیری به‌تمام رسیده شروع به



شکل ۵ | علل حوادث در صنایع نفت و گاز در فراساحل



شکل ۶ | اهمیت اشتباه در تصمیم‌گیری در سطح مدیریت و در سطح کارکنان

باشند کارکنان نیز به موضوع ایمنی بی توجه خواهند بود. برخی مدیران ارشد در جلسات عملیاتی شرکت نمی کنند و به همین دلیل در هنگام تصمیم گیری دچار مشکل می شوند. در تصمیم گیری های عملیاتی به ویژه در صنایع نفت و گاز، بلوغ فنی مدیران از اهمیت ویژه ای برخوردار است و تصمیمات اشتباه می تواند عواقب جبران ناپذیری به دنبال داشته باشد (شکل-۶). در برخی اوقات مدیران برای حفظ منافع بیشتر ریسکی را می پذیرند و کارکنان خود را آگاهانه در معرض خطر قرار می دهند. مدیران در بحث ایمنی باید کاملاً آموزش دیده باشند. همچنین باید در خصوص مسائل ایمنی پیگیر بوده و موارد را تا حصول نتیجه مناسب رها نکنند و تا مدتی موضوعات مدنظر را از طریق گزارش ها و بازرسی ها دنبال نمایند. ضمن اینکه در مباحث ایمنی در صورت لزوم می توانند از کمک مشاوران متخصص ایمنی استفاده نمایند.

#### ۵- نقص در تجهیزات، طراحی، نصب یا تعمیرات آنها

برخی اوقات طراحی فیزیکی دستگاه طوری است که فرد به راحتی نمی تواند با آن کار کند. مثلاً ممکن است اتاقک جرتقیل طوری طراحی شده باشد که امکان دیدن هم زمان بار و دسترسی به پنل کنترل امکان پذیر نباشد و حادثه ای رخ دهد. در برخی موارد شیرآلات دور از دسترس طراحی می شوند یا به دلیل عدم روغن کاری منظم، سفت و غیرروان هستند و

همین عامل باعث بروز حادثه خواهد شد. با تغییر طراحی باید شانس و فرصت اشتباه در عملیات به حداقل برسد. یعنی در طراحی باید ایمنی سرلوحه ای کار مهندسی باشد. اما در پاره ای اوقات ممکن است راه عملی و مقرون به صرفه ای در طراحی وجود نداشته باشد. در طراحی باید همه ی استانداردها، آیین نامه ها و ... مدنظر قرار گیرند. اصولاً طراحی نباید به شیوه ای باشد که با یک اشتباه ساده در باز و بسته کردن یک شیر یا زدن اشتباه یک کلید حادثه ای بزرگ رخ دهد. معمولاً رعایت استانداردها و آیین نامه ها این موارد را پوشش می دهند و فرصت اشتباه را به حداقل می رسانند.

گاهی اوقات حوادث به علت اشتباه در نصب یا تعمیرات رخ می دهد. ساپورتی که موقت و برای سهولت کار نصب شده و بعد از عملیات در محل باقی مانده یا پلاگی که برای آزمایش در محلی نصب شده و در هیچ نقشه ای ثبت نمی شود می تواند علت بروز حادثه باشد. در برخی موارد لوله ها به درستی ساپورت نشده و دچار خستگی و نقص می گردند.

معمولاً بازرسی می تواند نقص در تجهیزات، طراحی، نصب یا تعمیرات را مشخص نمایند. دقیق ترین بازرسی ها اغلب توسط تیم مسئول راه اندازی انجام می گیرد. زیرا آنها از عواقب نواقص پنهان در تأسیسات آگاهند.

گاهی اوقات به علت عدم بازرسی صحیح در فرآیند خرید، کالاها و تجهیزات معیوبی خریداری می شوند که برخی از آنها در فرآیند

ساخت و مونتاژ به وجود آمده اند. این کالاها که اغلب آزمایش های لازم جهت حصول اطمینان از مناسب بودن برای عملیات را پشت سر نگذاشته اند ممکن است سبب بروز حادثه شوند. این مورد به ویژه در خصوص کالاهایی که قرار است در تأسیسات هیدروکربن ترش استفاده شوند از اهمیت خاصی برخوردار است.

#### نتیجه گیری

یکی از مهم ترین بخش های اجرای فرآیند مدیریت ایمنی در سازمان ها، تعیین و اجرای اقدامات اصلاحی مؤثر جهت ارتقاء سطح ایمنی سازمان است که لازمه ی آن بررسی های کارشناسی ایمنی از جمله تحلیل حوادث می باشد. امروزه نگاه کارشناسانه به علت یابی بروز حوادث تغییر کرده است. در گذشته در بسیاری از موارد بدون واکاوای موشکافانه ی حوادث، خطای انسانی را عامل بروز حادثه به حساب می آوردند. اما امروزه در بررسی های ایمنی، توجه بیشتری به نحوه ی طراحی و چیدمان تجهیزات، صحت دستورالعمل های اجرایی و تضمین رعایت آنها توسط کارکنان، تطابق توانایی های فیزیکی و ذهنی افراد با کار مورد نظر، وجود علائم و هشدارهای مورد نیاز، ارائه ی آموزش های مؤثر و درستی تصمیمات اتخاذ شده در سطوح کارشناسی و مدیریتی و ... معطوف می گردد. این بررسی های دقیق تر منجر به ارائه ی اقدامات اصلاحی مؤثرتر و در نتیجه کاهش چشمگیر حوادث خواهند شد. ■

#### منابع

- [1] احمدی ع، نگاه مهندسی به اشتباهات انسانی، انتشارات پورشاد، ۱۳۸۸
- [2] Trevor Kletz, Learning From Accidents, Third Edition, 2001
- [3] <http://www.cedtechnologies.com/index.php/areas-of-engineering-expertise-at-ced/simulation-animations/68>
- [4] <http://norman-spencer.com/news/construction/OSHA-to-extend-compliance-date-for-crane-operator-certification-mandate-489803>
- [5] <http://www.atlenv.com/human-error-accidents/>
- [6] <http://www.theedge.me/expert-agrees-human-error-causes-up-to-96-of-incidents-in-oil-and-gas-sector/>
- [7] [http://fa.wikipedia.org/wiki/حادثه\\_چرنوبیل](http://fa.wikipedia.org/wiki/حادثه_چرنوبیل)
- [8] The ILO And The WHO (IPCS), Prevention Of Major Industrial Accidents, An ILO Contribution To The International Program On Chemical Safety Of UNEP, 1991
- [9] <http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/casefeyzin66.htm>
- [10] Michalis Christou And Myrto Konstantinidou, Safety Of Offshore Oil And Gas Operations, Lessons From Past Accident Analysis, 2012
- [11] Health & Safety Report, Oil And Gas UK, 2013