



مرکز طراحی فرایند،
ایمنی و کاهش ضایعات



انجمن مهندسی
شیمی ایران



دانشگاه
صفتی شریف

اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۹-۱۱ اسفند ۱۳۸۴

ارزیابی ایمنی در واحدهای پستاز

فرامرز هرمزی

سمنان - میدان سعدی - بلوار مولوی - دانشگاه سمنان - صندوق پستی ۳۶۳-۳۵۱۹۵

مسعود کمبرانی

تهران - میدان انقلاب - جهاد دانشگاهی واحد تهران - گروه پژوهشی فرآیند

سعید ایران پور

چکیده

علیرغم اینکه ابعاد واحدهای پستاز نسبت به واحدهای اصلی، کوچکتر و مقدار مواد موجود کمتر است اما واحدهای پستاز دارای خطرات بالقوه بزرگی هستند. این خطرات بواسطه فقدان آموزش های دانشگاهی در مورد ایمنی در واحدهای پستاز، ناشناخته بودن ذاتی رفتار و وجود خطرات غیرقابل اجتناب در فرآیندهای جدید است. علیرغم وجود خطرات بالقوه زیادی در واحدهای پستاز، اطلاعات و دوره های آموزشی ویژه ای در مورد ایمنی واحدهای پستاز در دسترس نیست. اطلاعات ایمنی در مورد چگونگی انجام کار در آزمایشگاه و یا واحدهای اصلی وجود دارد اما برای واحدهای پستاز، اطلاعات ایمنی بسیار کمی منتشر شده است. این مقاله در مورد ارزیابی ایمنی واحدهای پستاز بوده و دارای دو هدف اصلی است: (۱) ارائه تفاوت میان عملیات در واحدهای پستاز و واحدهای اصلی و (۲) چگونگی تحلیل خطرات در واحدهای پستاز. تحلیل ایمنی یک روش سازمان یافته برای بررسی خطرات واحدهای پستاز بوده و مشخص کننده خطرات بالقوه و شرایط غیر ایمن آنها است.

کلمات کلیدی: خطرات، واحدهای پستاز، تحلیل ایمنی

مقدمه

یکی از مهم ترین مراحل تحقیقاتی پروژه ها، در واحدهای پستاز (Pilot plants) اجرا می شود به همین دلیل تعداد زیادی دانشمند و کارشناس یا مهندس محقق در واحدهای پستاز، مشغول به فعالیت هستند که ضمن تبحر و تجربه کامل در انجام امور تحقیقاتی

باید به مسائل ایمنی در واحدهای پیشتاز نیز آشنا باشند. در واحدهای پیشتاز علیرغم اینکه نسبت به واحد اصلی، ابعاد تجهیزات کوچکتر و مقدار مواد موجود کمتر است اما میزان خطر معمولاً بیشتر از واحد اصلی می باشد زیرا در واحدهای پیشتاز، پرسنل همواره با مسائل ناشناخته و تجربه نشده مواجه هستند و خطرات فرآیندهای جدید بیشتر به واسطه ناشناخته بودن رفتار و عملکرد آنها می باشد [1]. علیرغم وجود خطرات بالقوه بیشتر در واحدهای پیشتاز نسبت به واحد اصلی، اطلاعات آموزشی بسیار کمی در مورد ایمنی واحدهای پیشتاز در دسترس می باشد. باید تأکید شود که اطلاعات ایمنی در مورد چگونگی انجام کار در آزمایشگاه و یا واحدهای اصلی وجود دارد اما برای واحدهای پیشتاز، اطلاعات ایمنی بسیار کمی منتشر شده است. با توجه به تجربیات نگارنده گان این مقاله در طراحی و اجرای چند واحد پیشتاز [2-4]، این مقاله برای آموزش ارزیابی ایمنی طراحی و راهبری واحدهای پیشتاز، ارائه شده است. در اینجا تأکید بر واحد پیشتاز و عملیات در مقیاس بزرگتر از آزمایشگاه و کوچکتر از واحد اصلی می باشد. در ابتدا تفاوت عملیات در واحدهای اصلی و واحدهای پیشتاز ارائه شده و سپس چگونگی تحلیل ایمنی در یک واحد پیشتاز آورده می شود.

تفاوت میان واحد پیشتاز و واحد اصلی

عملیات در واحدهای پیشتاز تفاوت زیادی با عملیات در واحدهای اصلی دارد. این اختلاف می تواند باعث بروز فاصله ارتباطی و ایجاد مشکل در ارزیابی ایمنی واحدهای پیشتاز گردد. خصوصاً زمانیکه پرسنل قصد مرور کردن عملیات واحدهای پیشتاز را دارند، در صورت استفاده از همان روش مرسوم در واحدهای اصلی برای ارزیابی ایمنی واحدهای پیشتاز، ممکن است بطور مکرر با شکست مواجه شوند [5]. بیشترین مشکل موجود تمایل به کم یا حذف ارزیابی ایمنی و بازرسی های دوره ای است که برای توجیه آن کوچکی ابعاد تجهیزات، کمی حجم مواد خطرناک، تعداد کم پرسنل در عملیات و یا طبیعت خطرناک آزمایشات تحقیقاتی بیان می شود. گرایش به حذف ارزیابی های ایمنی، صراحتاً و یا بطور ضمنی با فرض اینکه در واحدهای پیشتاز، مقادیر کم مواد خطرناک وجود دارد و فقط باعث خطر جزئی و بی اهمیت خواهند شد، توجیه می شود که اصلاً قابل قبول نیست در حالیکه حذف ارزیابی های ایمنی استاندارد با توجیه بوسیله دلایل بالا می تواند مشکل آفرین باشد. با توجه به مطالب فوق، تأکید می شود که ارزیابی ایمنی در واحدهای پیشتاز، باید به دقت و توسط افراد آموزش دیده انجام شود. در واحدهای پیشتاز خطرات را بایستی جدی در نظر گرفت و احتمال وقوع آنها و پیامدهای مربوطه محاسبه نمود. بی تجربگی و کمبود شناخت نسبت به مواد مختلف، ممکن است باعث ایجاد خطر شود. به عنوان مثال ۲۰ لیتر مایع اشتعال پذیر میتواند مشکل ساز شود. لذا لازم است تمامی پرسنل شاغل در واحدهای پیشتاز با مواد موجود و خطرات آن آشنا شوند. بسیاری از فرآیندها یا مواد جدید فاقد اطلاعات می تواند خطراتی در عملیات واحدهای پیشتاز ایجاد نماید. لذا لازم است اطلاعات کاملی از تمامی مواد موجود در فرآیند جمع آوری گردد. این اطلاعات تنها مربوط به سمیت مواد نمی باشد بلکه میزان اشتعال پذیری، شدت خوردگی، نحو نگهداری، چگونگی حمل و نقل، جمع آوری و خنثی سازی در صورت نشت و... را نیز در بر می گیرد [6].

از لحاظ ایمنی آسیب ندیدن پرسنل بر تجهیزات مقدم است. در بسیاری از عملیات در واحدهای پیشتاز، فقدان تمرینات و آزمایش عملیات اضطراری، می تواند باعث بروز مشکلات جدی در هنگام مواجهه با خطر گردد. در ارزیابی خطرات جهت رسیدن به ایمنی، ارزیابی خطراتی که در گذشته در عملیات تحقیقاتی با آن روبرو شده اند، نیز بررسی می شود. این کار مخصوصاً هنگامیکه فرآیندها و تجهیزات جدید درگیر هستند و عملیات بطور روزمره اصلاح می گردند، به کار می رود. این دو مورد، ویژه بررسی ایمنی در واحدهای پیشتاز می باشد.

فقدان اطلاعات کافی از عملیات در حال انجام، می تواند سبب تاثیرات منفی بر کیفیت ایمنی و یا ارزیابی خطرات گردد. در بیشتر واحدهای پیشتاز، ابزارهای اندازه گیری، نشان دهنده، ثبت کننده و هشدار دهنده خطر، مانند واحدهای اصلی وجود ندارد زیرا این ابزارها، گران بوده در حالیکه بودجه ایجاد یک واحد پیشتاز محدود است. واحدهای پیشتاز بطور پیوسته در حال تغییر بوده و معمولاً در زمان های بسیار کوتاهتری نسبت به واحدهای اصلی بکار گرفته می شوند. اغلب واحدهای پیشتاز در تعداد روزهای محدودی از سال بکار گرفته می شوند. این موارد باعث می شوند که ثبت جزئیات فرآیند مشکل شود. فقدان جزئیات فرآیند، تحلیل خطر را در واحدهای پیشتاز، مشکل می کند.

اغلب در واحدهای اصلی، فرآیند و خطرات آن بطور خودکار کنترل و مدیریت می شوند تا به ایمنی بیشتر فرآیند کمک شود. اما این کار در واحدهای پیشتاز امکان پذیر نیست و این می تواند یکی از مهمترین عوامل ایجاد خطر در واحدهای پیشتاز باشد. البته با تحلیل ایمنی این واحدها، می توان این خطرات را کاهش داد.

ارزیابی ایمنی واحدهای پیشتاز

ارزیابی ایمنی واحدهای پیشتاز، حداقل شامل سه فعالیت ذیل است.

۱- تهیه چک لیست ایمنی

برای هر واحد پیشتاز ابتدا یک چک لیست ایمنی تهیه می شود. چک لیست ایمنی یک جدول پنج ستونی، مانند جدول (۱) است که در ستون اول آن خطرات واحد و یا مواردی که باعث بهبود وضع ایمنی آن می گردد، آورده می شوند. این موارد به ترتیب با حروف اختصاری (خ) و (ب) و (ب) در ستون اول مشخص می شوند. در ستون دوم از کلمات (N/A) به معنای غیر کاربردی (OK) به معنای تأیید وجود خطر و یا وجود سیستم محافظ و (NOK) به معنای عدم وجود خطر و یا عدم وجود سامانه محافظ استفاده می شود. در ستون سوم راه حل هایی که می توانند هر کدام به عنوان سامانه محافظ عمل کنند، ارائه می گردد. در ستون چهارم در مقابل هر کدام از سامانه های محافظ که در واحد پیشتاز استفاده شده است، علامت (*) زده می شود تا مشخص شود از کدام روش برای رفع خطر یا بهبود وضع ایمنی استفاده شده است. در ستون پنجم در صورتیکه سامانه های محافظ مناسب وجود نداشته باشند، می بایست یک یا چند مورد از روشهای پیشنهادی در ستون سوم انتخاب شده و علامت زده شوند. این مهم ترین ستون جدول چک لیست ایمنی است و موارد آن توسط مسئول ایمنی واحد تکمیل می شود.

جدول (۱) نمونه ای از گزارش چک لیست مورد استفاده در بررسی ایمنی واحدهای پیشتاز

خطرات	وضعیت خطر	سیستم محافظ	وضعیت موجود	موارد مورد نیاز
(خ) نشت مواد سمی	NOK	-وجود سیستم شستشو -وجود ردیاب مناسب	- *	* -
(ب) وجود نور مناسب	OK	-ایجاد سیستم روشنایی -انجام عملیات در روز -ایجاد سیستم روشنایی اضطراری	* * -	- - *

۲- تحلیل خطرات فرایندی و مشکلات عملیاتی (HAZOP)

کلمه HAZOP خلاصه شده دو کلمه HAZard و OPERability است و به معنی خطرات فرایندی و مشکلات عملیاتی واحدها می باشد. برای یک واحد پیشنهاد نیز تحلیل HAZOP باید مشابه واحدهای اصلی، اما با توجه به ویژگی های واحد های پیشنهاد، انجام شود. روش های مختلفی برای اینکار وجود دارد در اینجا یک روش ساختاری برای بررسی خطرات تمام قسمتهای یک واحد پیشنهاد معرفی می شود. نتایج این قسمت بصورت جداولی مشابه جدول (۲) گزارش می شوند. این جداول دارای هفت سطر هستند. در سطر اول و دوم به ترتیب عنوان بخش و قسمت مورد نظر درج می شود. سطر سوم مربوط به انحراف یکی از پارامترهای مورد بررسی می باشد. این پارامترها شامل درجه حرارت، فشار، غلظت، شدت جریان و سطح می باشند. نوع انحراف آنها بصورت کم (Low)، قطع (No) و یا بیش از حد مجاز (More) بیان می شود. در سطرها چهارم تا ششم به ترتیب عامل انحراف، پیامد آن و سامانه حفاظتی که در پیشنهاد موجود است، گزارش می شوند. با توجه به اطلاعات سطرها اول تا ششم این جدول، طراح ایمنی واحد پیشنهاد سطر هفتم را تکمیل می کند که به این ترتیب ممکن است سامانه های ایمنی یا هشدار دهنده دیگری به واحد پیشنهاد، اضافه شود.

جدول (۲) نمونه ای از گزارش HAZOP مورد استفاده در بررسی ایمنی پیشنهادها

عنوان بخش:	مخازن پیشنهاد
قسمت مورد نظر:	مخزن خوراک S-101
نوع انحراف:	کاهش سطح
عامل انحراف:	خالی شدن در اثر مصرف عدم بارگیری سوراخ شدن مخزن و لوله های مربوطه
پیامد:	قطع عملیات نشت مواد خطرناک به محیط
سامانه محافظ:	نشان دهنده سطح LI-1011 کلید شناور LS-1012
اقدامات مورد نیاز:	نصب هشدار دهنده سطح بازرسی قبل از هر عملیات

۳- محاسبه اعتماد پذیری

اعتماد پذیری به صورت احتمال انجام یک فعالیت توسط یک قسمت، در شرایط معلوم و در زمان مشخص، بیان می شود. در محاسبه عدد اعتماد پذیری یک واحد پیشنهاد به چهار عامل نوع فعالیت، شرایط موجود، زمان و احتمال (Probability) انجام آن فعالیت، توجه می شود. هدف از انجام محاسبات اعتماد پذیری عبارت است از:

- نشان دادن توانایی یک پیشنهاد برای انجام عملیات مورد نظر

- آشکار شدن قسمت هایی که احتمال خراب شدن آنها بیشتر بوده و طراحی مجدد آنها

یکی از روشهای محاسبه اعتماد پذیری که برای واحدهای پیشتاز مناسب است استفاده از نمودار جعبه ای قابلیت اعتماد است. در این روش کل واحد به چند بخش مختلف تقسیم می شود. این بخش ها ممکن است با یکدیگر بصورت سری یا موازی باشند و یا قسمتهایی از آنها به صورت آماده بکار انتخاب شوند. یک فرآیند پیچیده ممکن است به چند بخش موازی و سری تقسیم شود که محاسبات از درونی ترین بخش به سمت بخشهای بیرونی انجام می شود. مهمترین اطلاعات مورد نیاز برای هر قسمت نرخ خرابی هر قسمت است. مقدار این عامل توسط مراجع فنی معتبر مانند AICHE منتشر می شود [7].

تدابیر ایمنی در واحدهای پیشتاز

علاوه بر فعالیت های ارائه شده در بخش های قبل، برای کاهش میزان خطرات در واحد های پیشتاز، اقدامات ذیل نیز باید انجام گیرد:

-تهیه اطلاعات کامل ایمنی برای مواد موجود در واحدهای پیشتاز

-آموزش پرسنل نسبت به مواد اولیه و خطرات موجود در واحد

-تهیه دستورالعمل راهبری برای راه اندازی واحد

-تهیه تجهیزات ایمنی فردی برای حفاظت افراد هنگام راه اندازی اولیه

-تدابیر ایمنی برای محیط اجرای واحد پیشتاز

جهت بازرسی و نظارت دقیق بر اجرای هر یک از موارد فوق یک نفر مسئول ایمنی هنگام راه اندازی واحدهای پیشتاز در کنار تیم فرآیند مشغول به کار خواهد بود تا بر نحوه رعایت دقیق اصول ایمنی در واحد نظارت نماید.

نتیجه گیری

در این مقاله روش کلی ارزیابی ایمنی در واحدهای پیشتاز ارائه شد. همچنین تفاوت های واحدهای پیشتاز و واحدهای اصلی در ارزیابی ایمنی بیان شد. برای یک واحد پیشتاز حداقل ارزیابی ایمنی شامل تهیه چک لیست خطرات، ارزیابی خطرات فرایندی و مشکلات عملیاتی و محاسبه اعتماد پذیری واحد است. علاوه بر این داشتن اطلاعاتی از تمامی مواد موجود در فرآیند نیز ضروری است.

مراجع

1)Palluzi, R.P., Pilot Plant and Laboratory Safety, McGraw-Hill, Inc.,1994.

۲) هرمزی، ف و همکاران، طراحی، نصب و راه اندازی واحد نیمه صنعتی تولید تتراستیل اتیلن دی آمین، جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۱۳۸۳ .

۳) هرمزی، ف و همکاران، طراحی، واحد نیمه صنعتی استخراج مواد موثره از گیاهان، جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۱۳۸۱

۴) هرمزی، ف و همکاران، طراحی، نصب و راه اندازی واحد نیمه صنعتی تولید سوپرآمید، جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۱۳۷۹

5)Kletz, T.,HAZOP and HAZAN, Identifying and assessing process industry hazards,ICE,1992.

6)Component Reliability Data for Use in Probabilistic Safety Assessment ,IAEA,Tec.Doc.748,1986

7)Guidelines for Process Equipment Reliability Data,AICHE,Tec.Doc.1989.