



به پیشگاه والای ابوالحسن علی بن موسی الرضا علیه السلام تقدیم می شود

دو بست و هشتاد و یکمین مجلد

ایمنی در صنعت

(نفت و نانو تکنولوژی)

مولفان:

دکتر مجتبی شریعتی نیاسر

مهندس هدایت عزیزپور

مهندس مهدی باقری

دانشکده‌ی مهندسی شیمی

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشگاه تهران

اول ایمنی بعد کار: این شعار است که در بسیاری از واحدهای صنعت نفت به در و دیوار نصب شده و یا در قالب بیلبرد های بزرگ همراه با تصویری که نمادی از یک صنعتگر مجهز به کلاه ایمنی است، در گوشه و کنار محوطه های صنعتی به چشم می خورد. این اصل، منحصر به ایران نیست. در سایر کشورها نیز شعارهای مشابهی نظیر "Safety first" در واحدهای صنعتی مشاهده می شود. با این همه، حوادث کوچک و بزرگی در مراکز کنار و تولید رخ می دهد که در اینجا به مواردی اشاره می شود.

اوایل دسامبر ۱۹۸۴، ابر مسموم ناشی از نشت گاز خطرناک متیل ایزوسیانات از کارخانه حشره کش سازی شرکت آمریکایی یونایتد کارباید، بر فراز شهر بوپال به حرکت درآمد که وخیم ترین حادثه صنعتی جهان را رقم زد. این فاجعه حداقل ۱۸ هزار نفر کشته و بیش از ۳۰۰ هزار بیمار برجای گذاشت که بسیاری از آنها کاملاً معلولند.

در ۲۶ آوریل ۱۹۸۶ میلادی در نیروگاه چرنوبیل اوکراین، یکی دیگر از حوادث تلخ اتمی غیر نظامی جهان رخ داد که با خسارتی بالغ بر ۲۰۰ میلیارد دلار، پرهزینه ترین حادثه ناگوار تاریخ به شمار می رود. دو اشتباه، واقعه مهلک چرنوبیل را رقم زد. اولین اشتباه زمانی بود که کنترل کننده راکتور به اشتباه و بر اثر عدم تنظیم میله های جذب نوترون، نیروی راکتور را تا یک درصد کاهش داد و لذا قدرت راکتور بیش از پیش، افت پیدا کرد. در اینجا بود که پرسنل، دومین اشتباه خود را مرتکب شدند و تقریباً تمامی میله های کنترل را از داخل راکتور بیرون کشیدند. این شرایط دو انفجار را در پی داشت. انفجار اول، پوشش بالای راکتور را بلند کرد و راه را برای خروج مقدار زیادی بخار آب داغ هموار ساخت. این مقدمه ای بود بر انفجار دوم ناشی از هیدروژن که بر اثر آن سقف راکتور شکافته شد و ۲۵ درصد از تأسیسات هسته ای راکتور از بین رفت. در عرض چند ساعت نشانه های دریافت تشعشعات رادیو اکتیو، در تعداد زیادی از کارکنان مشاهده شد. بیشتر آنها بدون محافظ مشغول به کار بودند و بخاطر شروع آتش سوزی در سقف یکی از واحدها استقرار یافته بودند. با این انفجارها، ابتدا محیط اطراف تأسیسات به امواج رادیواکتیو آلوده گشت و به تدریج به واسطه ی ابرهای آلوده و بارش باران،

بخش‌های وسیعی از اروپا نیز به مواد رادیواکتیو آلوده شد. میزان مواد رادیواکتیوی که بر اثر انفجار اتمی چرنوبیل، محیط را آلوده نمود، برای ساختن حدود ۱۰۰ بمب اتمی کافی بود.

حادثه دیگری، در مهر ماه ۱۳۸۷ در ایران به وقوع پیوست. این حادثه بر اثر بروز آتش‌سوزی در واحد تقطیر شماره ۱ پالایشگاه اصفهان رخ داد که طی آن ۱۵ نفر دچار سوختگی شده و تعدادی از بین رفتند. پاشیده شدن جرقه‌ای از عملیات جوشکاری به داخل مایعی که در محوطه پخش شده بود، سبب آتش‌سوزی در سطح می‌شود. از آنجا که در محوطه تعداد زیادی مشغول بکار بودند، حدود ۱۵ نفر از این افراد دچار سوختگی شدند.

و اما حادثه اخیر در آبادان: همزمان با مراسم افتتاح مرحله اول فاز ۳ پالایشگاه آبادان که با حضور رئیس‌جمهور برگزار شد، به دلیل نشت گاز مایع فشرده LPG و انفجار، ۲۵ نفر زخمی و یک نفر به دلیل سوختگی شدید کشته شد. حادثه به این صورت بود که بخش کنترل اتوماتیک پالایشگاه دچار مشکل شده و اپراتور به شکل دستی فشار مخزن مربوطه را کنترل می‌کرده است. لذا فشار مخزن افزایش یافته و محتویات آن، موجب آتش‌سوزی شده است.

اینها نمونه‌هایی از حوادثی است که در مقیاس‌های متفاوت در گوشه و کنار بخش‌های مختلف صنعتی جهان رخ می‌دهد. بررسی تحلیلی این رخدادها به خوبی نشان می‌دهد که قصور یا غفلت انسان‌ها بزرگترین عامل بروز و ظهور این چنین حوادثی بوده و این خود ناشی از کم‌توجهی، بی‌دقتی، عدم رعایت استانداردها و نهایتاً دست‌کم گرفتن مسایل ایمنی است. بعضاً یک بی‌توجهی کوچک منشاء بسیاری از حوادث است که به فاجعه‌ای بزرگ می‌انجامد و میلیاردها ریال خسارت مالی و از دست رفتن هزاران انسان بی‌گناه را در پی دارد.

هدف از نگارش این کتاب صرفاً جلب توجه صنعتگران و دست‌اندرکاران عرصه کار و تولید به مصادیق مهمی از بی‌توجهی به مسایل ایمنی است. در فصل‌های اول و دوم کتاب به ترتیب به خطرات آب و بخار آن و گازهای قابل اشتعال دیگر به عنوان دو محیط پرکاربرد پرداخته شده است. در فصل سوم، ایمنی آتش‌مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه، بحث ایمنی تجهیزات فرایندی در فصل چهارم تشریح گردیده است. در فصل پنجم، ایمنی فرایند به صورت تفصیلی ارایه گردیده و سپس در فصل ششم به الکتریسیته ساکن پرداخته شده است. در فصل پایانی کتاب یکی از مباحث مهم روز "ایمنی در نانو فناوری" مطرح گردیده است.

اگر چه این فصل به اختصار مورد بررسی قرار گرفته اما با حساسیت خاصی به اهمیت کاربرد با مواد در مقیاس نانو اشاره نموده است. آنچه که تا کنون در خصوص نانو ذرات، نانو مواد و یا نانو ساختارها در اذهان عموم مطرح گردیده است، ابعاد مثبت موضوع بوده است. در حالی که امروزه دانشمندان کشورهای سلطه گر با تکیه بر شاخص های تخریبی فناوری نانو در پی دستیابی به ابزارهای بسیار خطرناک و تخریب پذیر برای سرکوب ملت ها و سلطه بر کشورهای ضعیف تر هستند. امید آن داریم که در فرصت های آینده توفیق تبیین بیشتر این بخش مهم از عرصه ایمنی را بیابیم.

در پایان لازم می دانم از کلیه کسانی که در تدوین، تنظیم و نگارش کتاب تلاش نمودند تشکر و تقدیر نمایم. همت ویژه دو تن از دانشجویان سابق و عزیزم آقایان مهندس مهدی باقری، مهندس هدایت عزیزیور که انصافاً سهم بسزایی در تکمیل این کتاب داشته اند شایسته تقدیر است. همچنین همکاری ارزشمند آقایان مهندس ضرابی، مهندس نجومی و سرکار خانم مهندس مفتونی، در دستیابی به بعضی نکات ارزشمند و مستند، تحسین برانگیز است. ضمناً سرکار خانم جعفری و سرکار خانم ورزین نیز تلاش زاید الوصفی در تایپ و آماده سازی مطالب نمودند. مراتب سپاس خود را نثار همه این عزیزان نموده و سلامتی و سعادت آنان را از خداوند منان و کریم مسئلت می نمایم. در انتها فرصت را مغتنم شمرده از حمایت بی دریغ دکتر سید یحیی سلطانی مسول محترم انتشارات علوی که در چاپ و نشر این اثر اقدام نموده اند، سپاسگزاری می نمایم.

مجتبی شریعتی نیاسر

استاد دانشکده مهندسی شیمی

پردیس دانشکده های فنی

دانشگاه تهران

تیرماه ۱۳۹۰

فهرست مطالب

فصل اول: آب و خطرات آن

۱-۱	مقدمه	۲
۲-۱	خطر ورود ناگهانی آب به یک پالایشگاه	۲
۳-۱	آب موجود در پالایشگاه‌ها	۵
۴-۱	خطر آب در تجهیزات و اتصالات	۹
۴-۱-۱	تانکرها و مخازن غیر متحرک اکسایش آسفالت	۹
۴-۱-۲	آب در مخازن برگشتی	۱۰
۴-۱-۳	خط لوله عملیاتی	۱۰
۴-۱-۴	برج‌های خلاء	۱۱
۴-۱-۵	سایر برج‌های تفکیک کننده	۱۲
۴-۱-۶	خطوط لوله متحرک	۱۶
۴-۱-۷	تخلیه متناوب آب موجود در مخازن خوراک	۱۷
۴-۱-۸	رسوبات کف و آب	۱۹
۴-۱-۹	تعویض مخازن خوراک	۲۱
۵-۱	پردازش نفت خام	۲۱
۶-۱	سرریز کف از مخازن	۲۲
۷-۱	تست نشی با آب	۲۴
۸-۱	سایر خطرات آب	۲۶
۸-۱-۱	آب منبع هوا	۲۶
۸-۱-۲	آب مبدلی ایستا	۲۶

۳-۸-۱	مه ناشی از بخار آب	۲۷
۴-۸-۱	آب و اسید	۲۷
۹-۱	ناخالصی های همراه آب و مشکلات مربوطه	۲۸
۱۰-۱	مزایا و محدودیت های استفاده از آب	۲۹
۱-۱۰-۱	مزایای آب	۲۹
۲-۱۰-۱	محدودیت هایی استفاده از آب در اطفاء حریق	۲۹
۱۱-۱	یک حادثه و علت آن	۳۰
فصل دوم: خطر بخار و گازهای قابل اشتعال		
۱-۲	مقدمه	۳۲
۲-۲	خواص بخار	۳۲
۳-۲	حریم اشتعال و انفجار	۳۴
۴-۲	زدایش با بخار	۳۵
۵-۲	عایق سازی با بخار	۳۷
۶-۲	خطر بخار چگالیده	۳۹
۷-۲	گازهای مایع قابل اشتعال	۴۰
۸-۲	آب ناشی از بخار	۴۱
۹-۲	انبساط گرمایی	۴۳
۱۰-۲	تنش در تجهیزات	۴۴
۱۱-۲	آب در خطوط لوله بخار	۴۵
۱۲-۲	سوختگی ناشی از بخار	۴۶
۱۳-۲	نیترژن	۴۷
۱۴-۲	خطرات متفرقه	۴۸

۱۵-۲ پیشگیری از خطر گازهای قابل اشتعال..... ۴۹

فصل سوم: ایمنی آتش

۱-۳ مقدمه ۵۲

۲-۳ شیمی آتش..... ۵۲

۳-۳ اکسیژن..... ۵۳

۴-۳ سوخت ۵۶

۵-۳ منبع اشتعال ۵۸

۶-۳ انفجار ناگهانی ۵۹

۱-۶-۳ مقدمه ۵۹

۲-۶-۳ علت گسترش انفجارهای ناگهانی ۶۰

۳-۶-۳ ویژگیهای انفجار ناگهانی ۶۲

۴-۶-۳ شرایط ضروری انفجار ناگهانی ۶۵

۷-۳ شکل هندسی لوله ها و مخازن ۶۷

۸-۳ حوادث ۶۹

۹-۳ ایمنی مخلوط های اشتعال پذیر ۷۱

۱۰-۳ حذف اکسیژن..... ۷۲

فصل چهارم: ایمنی تجهیزات فرایندی

۱-۴ مقدمه ۷۴

۲-۴ ایمنی واحد و تجهیزات فرآیند ۷۵

۱-۲-۴ کولرهای هوایی ۷۵

۲-۲-۴ برج های خنک کننده ۸۲

۳-۲-۴ دیگ بخار ۹۱

۱۱۰	۴-۲-۴ پمپ
۱۲۲	۵-۲-۴ راکتورهای شیمیایی
۱۳۵	۶-۲-۴ برج های تقطیر و استخراج
۱۴۰	۷-۲-۴ شیرها
۱۵۱	۸-۲-۴ مبدل های حرارتی
۱۶۳	۹-۲-۴ کمپرسورها
۱۷۲	۱۰-۲-۴ کوره ها
۱۸۵	۱۱-۲-۴ مخازن
۱۸۸	۳-۴ نشت
۱۸۹	۱-۳-۴ لبریز شدن
۱۸۹	۲-۳-۴ روش تست نشتی در خط لوله ای آماده به کار
۱۹۲	۲-۳-۴ روش های تست نشتی در سیستم های خط لوله در حال کار
	فصل پنجم: ایمنی فرآیند
۱۹۶	۱-۵ مقدمه
۱۹۶	۲-۵ آنالیز فرآیند و بررسی خطرات
۱۹۷	۳-۵ آموزش و بازدید ایمنی
۱۹۸	۴-۵ سازگاری مکانیکی
۱۹۹	۵-۵ روش های طبقه بندی حوادث و تجزیه و تحلیل خطر موجود در آن ها
۲۰۱	۶-۵ روش قابلیت عملکرد سیستم
۲۰۲	۷-۵ روش تجزیه و تحلیل آثار خطا
۲۰۲	۱-۷-۵ در چه مواقعی از این روش استفاده می شود؟
۲۰۲	۲-۷-۵ نحوه عملکرد روش:

۸-۵ آنالیز چه می شد اگر...؟	۲۰۳
۱-۸-۵ چه موقع از این آنالیز استفاده می شود؟	۲۰۳
۲-۸-۵ نحوه عملکرد این آنالیز	۲۰۳
۹-۵ روش فهرست بازرسی	۲۰۳
۱-۹-۵ چه موقع از آنالیز فهرست بازرسی استفاده می شود؟	۲۰۳
۲-۹-۵ نحوه عملکرد فهرست های بازرسی	۲۰۴
۳-۹-۵ نمونه ای از اقداماتی که می بایست قبل از شروع بازرسی یا تعمیر انجام شود:	۲۰۴
۱۰-۵ مدیریت ایمنی	۲۰۵
۱۱-۵ اطلاعات ایمنی فرایند	۲۰۵
۱-۱۱-۵ اطلاعات مربوط به مواد شیمیایی	۲۰۶
۲-۱۱-۵ اطلاعات مربوط به واکنش ها	۲۰۶
۳-۱۱-۵ اطلاعات مربوط به خوردگی	۲۰۶
۴-۱۱-۵ تکنولوژی فرایند	۲۰۷
۵-۱۱-۵ تجهیزات فرایند	۲۰۷
۱۲-۵ انحرافات اصلی	۲۰۹
۱-۱۲-۵ انحراف دما	۲۰۹
۲-۱۲-۵ انحراف فشار	۲۱۱
۳-۱۲-۵ انحراف جریان	۲۱۵
۴-۱۲-۵ سایر انحرافات	۲۱۹
۱۳-۵ عملیات اضطراری	۲۲۰
۱-۱۳-۵ طرح واکنش های اضطراری	۲۲۲
۲-۱۳-۵ طرز رویارویی طرح با وضع اضطراری	۲۲۶

۲۲۷	۳-۱۳-۵ تهیه مدارک و اسناد
۲۲۷	۴-۱۳-۵ لیست منابع و نوشتن طرح:
۲۲۸	۵-۱۳-۵ آموزش کارکنان
۲۲۹	۶-۱۳-۵ تمرین طرح
۲۲۹	۷-۱۳-۵ ارزیابی طرح
۲۳۰	۸-۱۳-۵ سیستم کنترل و اطلاع رسانی
۲۳۰	۹-۱۳-۵ واکنش اضطراری در نیروگاه هسته ای
	فصل ششم: الکتریسته ساکن
۲۳۴	۱-۶ مقدمه
۲۳۵	۲-۶ الکتریسته ساکن و خطر ناشی از آن
۲۳۵	۱-۲-۶ منابع تولید الکتریسته ساکن در صنایع
۲۳۶	۲-۲-۶ چگونگی ایجاد الکتریسته ساکن و کنترل آن
۲۳۶	۳-۲-۶ خطر ناشی از جریان برق
۲۳۷	۴-۲-۶ الکتریسته ساکن ناشی از مایعات جاری
۲۳۸	۵-۲-۶ الکتریسته ساکن ناشی از شیرهای فورانی (جت) گاز و آب و اتصالات
۲۳۸	۶-۲-۶ الکتریسته ساکن ناشی از مواد پلاستیکی و پودرها:
۲۴۰	۷-۲-۶ الکتریسته ساکن ناشی از پارچه، لباس و بدن:
۲۴۰	۳-۶ تخلیه و انواع آن
۲۴۰	۱-۳-۶ تخلیه های جارویی
۲۴۱	۲-۳-۶ تخلیه های جارویی انتشاری
۲۴۲	۳-۳-۶ تخلیه های جرقه ای
۲۴۳	۴-۶ منشأ الکتریسته ساکن و نوع تخلیه

۲۴۳	۱-۴-۶ مایعات جاری
۲۴۸	۲-۴-۶ شیرهای فورانی و اتصالات
۲۴۹	۳-۴-۶ مواد پلاستیکی و پودرها:

فصل هفتم: ایمنی در نانوفناوری

۲۶۰	۱-۷ مقدمه
۲۶۱	۲-۷ انواع نانوذرات
۲۶۱	۳-۷ عوامل تاثیرگذار در تعامل نانوذرات در محیط
۲۶۲	۴-۷ نمونه هایی از کاربردهای نانوفناوری برای حذف آلاینده ها
۲۶۵	۵-۷ نانوذرات زیست تخریب پذیر و زیست سازگار
۲۶۶	۶-۷ اهمیت مطالعات سم شناسی و قابلیت مسموم کنندگی نانوذرات
۲۶۶	۱-۶-۷ سمیت نانوذرات
۲۶۶	۲-۶-۷ اثر اندازه بر سمیت نانوذرات
۲۶۶	۳-۶-۷ تاثیر شکل و ترکیب بر سمیت نانوذرات
۲۶۷	۷-۷ تشکیل، انتشار، واکنش و سرنوشت نانوذرات در محیط زیست
۲۷۰	۸-۷ راه های ورود نانوذرات
۲۷۲	۹-۷ ریسک مواجهه با نانو ذرات برای سلامتی انسان
۲۷۳	۱۰-۷ مکانیزم های مسمومیت زایی نانوذرات
۲۷۳	۱-۱۰-۷ انتقال فعال
۲۷۴	۲-۱۰-۷ نفوذ داخل غشایی
۲۷۴	۳-۱۰-۷ عملکرد نانوذره به عنوان واسطه
۲۷۴	۱۱-۷ اثرات مخرب نانوذرات بر محیط زیست
۲۷۶	۱۲-۷ راهکارهای ارتقا ایمنی برای کنترل مواجهه بشر با نانو مواد

- ۲۷۶ ۱-۱۲-۷ روش های کنترل
- ۲۷۷ ۲-۱۲-۷ سلامت حرفه ای
- ۲۷۹ ۳-۱۲-۷ کنترل ریسک حریق و انفجار نانو مواد
- ۲۸۰ ۱۳-۷ راهکارهای مواجهه با نانو مواد و خشی نمودن اثر آنها
- ۲۸۰ ۱-۱۳-۷ تجهیزات حفاظت فردی
- ۲۸۱ ۲-۱۳-۷ دفع پس ماندهای آلوده به نانوذرات
- ۲۸۲ ۳-۱۳-۷ نحوه تمیز نمودن نانومواد
- ۲۸۲ ۱۴-۷ نتیجه گیری

www.ketab.ir