Original Article JQUMS, Vol.14, No.4, Winter 2011, pp.50-56

Relative ranking of fire and explosion in a petrochemical industry by fire and explosion index

S. Ahmadi* J. Adl** M. Ghalehnovi*

*Instructor of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran
**Assistant Professor of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background: Fire and explosion hazards are considered as the first and second major hazards in process industries.

Objective: The aim of this study was to quantitatively assess the fire and explosion hazards as well as relative classification of such hazards in a petrochemical industry.

Methods: This was a quantitative study in which the process units were selected based on parameters affecting the risk of fire and explosion. Later, these parameters were analyzed using DOW's fire and explosion index (F&EI). Technical data to determine the index were obtained through process documents and reports as well as the fire and explosion guideline. Following calculating the DOW's index, the high and low risk process units were determined.

Findings: The stripper column with a rank of 226 and the naphtha tank with a rank of 64 were determined as the most and least disastrous process units. The level of hazard was determined as severe for columns (F&EI>158), heavy for magna-former reactor and gasoline furnace (127< F&EI≤158), and moderate for hydrodealkylation reactor and naphtha tank (61< F&EI≤96). The radius of exposure was calculated at 57 meters for stripper column.

Conclusion: The fire and explosion index is a suitable measure to determine the high and low risk areas of an industry. The stripper column as the most disastrous process unit needs more sensitive methods for hazard assessment.

Keywords: Fire and Explosion Index, Process Unit, Hazard, Loss

Corresponding Author: Saeed Ahmadi, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran
E-mail: saeidahmad@gmail.com
Tel: +98-281-3336008
Received: 3 June 2009
Accepted: 25 may 2010

رتبه‌بندی نسبی خطر حریق و انفجار در یک صنعت پتروشیمی به روش شاخص حریق و انفجار

سعید احمدی * جواد عدل** مهران قلعه‌نوی*

*مربی و عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی قزوین
** استادیار گروه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران

آدرس نویسنده مسؤول: قزوین، بلوار شهید باهنر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه‌ای، تلفن: ۳۳۳۶۰۰۸- ۰۲۸۱
E-mail: saeidahmad@gmail.com
تاریخ دریافت:۸۸/۳/۱۳ تاریخ پذیرش:۸۹/۳/۴

چکیده

زمینه: خطر حریق و انفجار به ترتیب اولین و دومین خطر اصلی در صنایع شیمیایی محسوب می‌شوند.

هدف: مطالعه به منظور ارزیابی کمی و رتبه‌بندی نسبی خطر حریق و انفجار در یک صنعت پتروشیمی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مقطعی در سال ۱۳۸۵ در کارخانه پتروشیمی بندر امام خمینی (ره) انجام شد. واحدهای فرآیندی مورد نظر بر اساس شاخص‌های تأثیرگذار بر خطر حریق و انفجار انتخاب و با استفاده از روش شاخص حریق و انفجار DOW (F&EI) تحلیل شدند. اطلاعات فنی مورد نیاز برای محاسبه شاخص از اسناد فرآیندی، راهنمای شاخص و گزارش‌های موجود به دست آمد. سپس خطر نسبی حریق و انفجار با استفاده از شاخص محاسبه شده در هر یک از بخش‌ها رتبه‌بندی شد.

یافته‌ها: واحد فرآیندی برج عریان‌ساز با شاخص خطر ۲۲۶ و مخزن نفتای خام با شاخص خطر ۶۴ به ترتیب به عنوان بحرانی‌ترین و کم‌خطرترین واحد فرآیندی شناسایی شدند. شدت خطر حریق و انفجار با توجه به شاخص محاسبه شده در تمام برج‌ها شدید (F&EI>۱۵۸)، در راکتور تبدیل کاتالیسی و کوره گازوئیل، سنگین (۱۵۸≥F&EI>۱۲۷) و در راکتور هیدرودی آلکیلاسیون و مخزن نفتا، متوسط (۹۶≥F&EI>۶۱) بود. برج عریان‌ساز با حداکثر شعاع ۵۷ متر در حدود ۱۰ درصد از مساحت کارخانهٔ مورد مطالعه را در بر می‌گرفت.

نتیجه‌گیری: شاخص حریق و انفجار یک روش مناسب برای تعیین نقاط پرخطر وکم‌خطر یک صنعت است. برج عریان‌ساز به عنوان بحرانی‌ترین واحد از نظر حریق و انفجار به ارزیابی خطر توسط روش‌های دقیق‌تر نیازمند است.

کلیدواژه‌ها: شاخص حریق و انفجار، پتروشیمی، واحد فرآیندی، خطر، خسارت

مقدمه:

صنایع شیمیایی به ویژه صنایعی که مواد هیدروکربنی را جابه‌جا، فرآوری و ذخیره می‌کنند از نظر خطر حریق و انفجار اهمیت بسزایی دارند. با این که حوادث انفجار بزرگ‌ترین خسارت‌ها را به بار می‌آورند، اما حریق به دلیل عمومیت آن جدی‌تر از انفجار است.[۱] آزادسازی و سرریز گازها و مایعات قابل اشتعال از تجهیزات، بیش گرمایی و سطوح داغ از عوامل اصلی حریق و انفجار در صنایع شیمیایی هستند.[۲]

با توجه به توسعه صنایع پتروشیمی ایران در سال‌های اخیر، پیشگیری از خسارت‌های ناشی از حریق و انفجار ابعاد گسترده‌تری یافته است. لذا، باید این خطرها با بهره‌گیری از روش‌های نوین ایمنی به طور دقیق تجزیه و تحلیل شوند. همچنین نقاط بحرانی شناسایی و راه‌های مبارزه و کنترل مشخص شوند. روش‌هایی که طی دو دهه اخیر توسعه یافته‌اند، شاخص‌های خطر هستند. با اجرای این شاخص‌ها در واحدهای فرآیندی یک صنعت، نقاط با سطح خطر بالا شناسایی و بر اساس سطح خطر عمومی رتبه‌بندی می‌شوند. شاخص‌های خطر روشی نسبتاً ساده و کامل هستند و با استفاده از امتیازهای ویژه تفسیر نتایج را آسان می‌کنند و به جزئیات دقیق فرآیند نیاز ندارند.[۳و۴]

از اصلی‌ترین شاخص‌های خطر می‌توان به شاخص خسارت متوسط سالانه (IFAL) ، شاخص حریق، انفجار و سمیت موند (MOND) ، شاخص خطر وزنی- ایمنی (Safety,Weighted hazard Index, SWEH) و

شاخص ایمنی ذاتی (ISI) اشاره کرد. یکی از کاربردی‌ترین و جامع‌ترین شاخص‌های خطر، شاخص حریق و انفجار DOW (DOW's F&EI) است.[۴] در این شاخص ترکیبی از شاخص‌های تأثیرگذار بر خطر حریق و انفجار به صورت کمی نمایش داده می‌شود.

هندرشوت و همکاران یک کارخانه شیمیایی را به واحدهای مخازن ذخیره اتیل اکریلات، مخازن ذخیره اتیلن اکساید، انبار ذخیره اسید اکریلیک و راکتور تقسیم کردند. با بررسی عواملی نظیر مقدار و نوع مواد، شاخص حریق و انفجار را در هر یک از واحدهای مذکور تعیین نمودند. در آن مطالعه مخازن ذخیره اتیلن اکساید و انبار ذخیره اسید اکریلیک به ترتیب به عنوان بحرانی‌ترین و کم‌خطرترین واحدها شناسایی شدند.[۵] از آنجا که اجرای روش‌های کلاسیک ارزیابی خطر (نظیرFTA,HAZOP) بر تمام بخش‌های یک صنعت، بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است، لذا برای صرفه‌جویی در وقت و تمرکز فعالیت‌های کنترل حریق و انفجار در بخش‌های مهم و بحرانی، استفاده از چنین شاخص‌هایی به خصوص برای شناسایی بحرانی‌ترین بخش‌ها اجتناب ناپذیر است.[۶]

خوراک کارخانه پتروشیمی بندر امام خمینی (ره) برشی از ترکیب‌های نفتی به نام نفتا و محصول‌های اصلی آن بنزن، تولوئن و زایلین است. واحدهای اصلی این کارخانه شامل تصفیهٔ نفتا، تبدیل کاتالیستی، بازیابی LPG، استخراج، جداسازی، تبدیل تولوئن به بنزن، خالص‌سازی هیدروژن و جداسازی ترکیب‌های سنگین آروماتیکی است.

هدف از اجرای پژوهش حاضر ارزیابی کمی و رتبه‌بندی نسبی خطر حریق و انفجار در این کارخانه به عنوان (صنعت پتروشیمی) است.

* مواد و روش‌ها:

این مطالعه مقطعی در سال ۱۳۸۵ در کارخانه پتروشیمی بندر امام خمینی (ره) انجام شد. پس از مصاحبه و مشاوره با مسؤولین کارخانه و در نظر گرفتن عواملی نظیر مقدار، درجه اشتعال‌پذیری و درجه واکنش‌پذیری مواد، میزان حساسیت واحد فرآیندی، دما و فشار، واحدهای فرآیندی مهم از نظر خطر حریق و انفجار انتخاب شدند. سپس شاخص حریق و انفجار در هر یک از واحدهای فرآیندی محاسبه شد. اطلاعات لازم به منظور محاسبهٔ شاخص از اسناد فرآیندی، استانداردها، راهنمای شاخص حریق و انفجار، گزارش‌ها و نتایج اندازه‌گیری متغیرهای عملیاتی، مصاحبه و مشاوره با مسؤولین کارخانه مورد مطالعه به دست آمد. برای محاسبه شاخص در هر یک از واحدهای فرآیندی، عامل مواد و در ادامه عامل خطرات عمومی و خاص محاسبه شدند. از حاصل‌ضرب عامل خطرات عمومی و خاص، عامل خطرات واحد فرآیندی به دست آمد. سپس از حاصل‌ضرب عامل خطرات واحد و عامل مواد، شاخص حریق و انفجار محاسبه شد. عامل مواد بر اساس درجهٔ اشتعال‌پذیری و درجهٔ واکنش‌پذیری خطرناک‌ترین مواد تشکیل دهنده تعیین و از نظر دمایی تصحیح شد. عامل مواد تعیین شده در مرحله قبل برای شرایط دما و فشار محیطی (۶۰ درجه سانتی‌گراد) است. لذا، عامل مواد با توجه به دمای عملیاتی واحدهای فرآیندی، نقطهٔ شعله زنی و نقطهٔ خود به خود سوزی مواد، تصحیح شد.[۷] عوامل خطر عمومی (F_1) و خاص (F_2) فرآیند توسط بخش‌های دسترسی، نشتی، مقدار مواد، واکنش‌های شیمیایی و خوردگی مشخص شدند. برای هر یک از بخش‌های مذکور یک محدودهٔ عددی ارایه شد که در مطالعهٔ حاضر این اعداد جریمه (Penalty) نامیده می‌شوند.[۳و۷] پس از بررسی شرایط فرآیند و در نظر گرفتن شاخص‌های تأثیرگذار بر خطر (انرژی و مقدار مواد، دما و فشار، نقطهٔ شعله‌زنی و غیره)، جریمهٔ ویژه‌ای از این محدودهٔ عددی انتخاب شد. چنانچه شرایط خطرناک یا نواقص موجود در تجهیزات و فرآیند تأثیر فزآینده‌ای بر شدت و احتمال حوادث داشته باشند، به تناسب آن میزان جریمه نیز افزایش خواهد یافت.[۷]

برای تعیین جریمهٔ تعدادی از بخش‌ها، در معادله‌های مربوطه از شاخص‌های عملیاتی (دما، فشار و مقدار مواد) و در برخی بخش‌ها نیز معیارهای تأثیرگذار بر خطر حریق و انفجار استفاده شد. برای مثال چنانچه مسیرهای دسترسی کافی بود، جریمهٔ بخش دسترسی صفر می‌شد و در غیر این صورت به آن جریمه تعلق می‌گرفت. در پایان با توجه به شاخص محاسبه شده برای هریک از واحدهای فرآیندی، کارخانه از نظر حریق و انفجار رتبه‌بندی شد. طبق راهنمای شاخص، معیار پذیرش خطر عدد ۱۲۸ بود و بالاتر از آن به عنوان خطر غیر قابل پذیرش و نیازمند اقدام‌های اصلاحی در نظر گرفته شد. شدت خطر برای مقادیر ۱ تا ۶۰ سبک، ۶۱ تا ۹۶ متوسط، ۹۷ تا ۱۲۷ میانی، ۱۲۸ تا ۱۵۸ سنگین و بیش‌تر یا مساوی ۱۵۹ شدید تقسیم بندی شد.

*** یافته‌ها:**

تعداد ۸ واحد فرآیندی شامل برج عریان ساز، راکتور تبدیل کاتالیستی، برج پنتان زدا، برج استخراج، برج بنزن، راکتور هیدرودی‌آلکیلاسیون، کورهٔ گازوئیل داغ و تانک ذخیره نفتا به عنوان واحدهای فرآیندی مهم شناسایی شدند. عامل مواد تصحیح شده در تمام برج‌ها و راکتورها برابر با عدد ۲۱ بود (جدول شماره ۱).

جدول۱- عامل مواد به تفکیک واحدهای فرآیندی

واحد فرآیندی	ماده /مواد اصلی	عامل مواد	عامل مواد تصحیح شده
برج عریان ساز	نفتا	۱۶	۲۱
برج بنزن	بنزن، تولوئن، زایلین	۱۶	۲۱
برج پنتان زدا	اتان، پروپان، بوتان، پنتان	۲۱	۲۱
برج استخراج	ریفورمیت	۱۶	۲۱
راکتورتبدیل کاتالیستی	هیدروژن، متان، اتان، پروپان، بوتان	۲۱	۲۱
راکتور هیدرودی آلکیلاسیون	هیدروژن، متان، اتان	۲۱	۲۱
کوره گازوئیل	گازوئیل	۱۰	۱۶
مخزن نفتا	نفتا	۱۶	۱۶

در برج تقطیر بنزن بخش‌های زه‌کشی و کنترل نشتی مایعات قابل اشتعال، درجه سمیت مواد، مقدار مایعات قابل اشتعال، خوردگی نازل‌ها و اتصال‌ها، پتانسیل نشتی، استفاده از تجهیزات شعله‌دار در اطراف برج و همچنین استفاده از گازوئیل داغ در مبدل حرارتی برج از عوامل اصلی خطر حریق و انفجار شناسایی شدند (جدول شماره ۲).

جدول ۲ - شاخص حریق و انفجار برج بنزن

شرایط عملیاتی : طبیعی	مواد واحد فرآیندی : بنزن، تولوئن، زایلین ، دی فنیل	مواد اصلی: بنزن، تولوئن، زایلین
عامل مواد : ۱۶	عامل مواد تصحیح شده : ۲۱	
۱-عوامل مورد بررسی در بخش خطرات عمومی فرآیند	حدود عامل جریمه	عامل جریمه انتخاب شده
عامل پایه	۱	۱
A . واکنش شیمیایی گرما زا	۰/۳۰- ۱/۲۵	۰/۰۰
B. فرآیندهای گرماگیر	۰/۲۰ – ۰/۴۰	۰/۰۰
C . انتقال یا جا به جایی مواد	۰/۲۵ -۱/۰۵	۰/۰۰
D. واحدهای فرآیندی محصور	۰/۲۵ – ۰/۹۰	۰/۰۰
E. دسترسی	۰/۲۰- ۰/۳۵	۰/۰۰
F. زه کشی و کنترل نشتی	۰/۲۵-۰/۵۰	۰/۵۰
عامل خطرات عمومی فرآیند (F_1)		۱/۵۰
۲- عوامل مورد بررسی در بخش خطرات خاص فرآیند		
عامل پایه	۱	۱
A. مواد سمی	۰/۲۰ – ۰/۸۰	۰/۴۰
B .فشار کم (بیشتر از ۵۰۰ میلیمتر جیوه)	۰/۵۰	۰/۰۰
C . فشا ر اتمسفریک : فشار عملیاتی		۰/۰۰
D. کم دمایی	۰/۲۰ – ۰/۳۰	۰/۰۰
E . مقدار مواد قابل اشتعال / ناپایدار		۲/۱۰
F . خوردگی و فرسایش	۰/۱۰ – ۰ /۷۵	۰/۲۰
G . نشتی	۰/۱۰ – ۱/۵۰	۱/۵۰
H . استفاده از تجهیزات مشتعل		۰/۳۷
I . سیستم تبادل گرمایی گازوئیل داغ	۰/۱۵ – ۱/۱۵	۰/۷۵
J . تجهیزات دوار	۰/۵۰	۰/۰۰
عامل خطرات خاص فرآیند (F_2)		۶/۳۲
عامل خطرات واحد فرآیند $F_3 = F_1 \times F_2$		۹/۴۸
شاخص حریق و انفجار $F\&EI = F_3 \times MF$		۱۹۹

سیستم زه‌کشی کارخانه توانایی هدایت مایعات قابل اشتعال برج بنزن و آب آتش نشانی را در شرایط اضطراری نداشت. از طرفی تعدادی از بخش‌ها نظیر

دسترسی، فرآیندهای گرماگیر یا گرمازا و فشار فاقد عامل جریمه بودند. با توجه به این که راه‌های دسترسی به برج بنزن به درستی طراحی شده بودند و تجهیزات اطفاء حریق به تعداد کافی و در موقعیت مناسب در دسترس بود، جریمه‌ای به آن تعلق نگرفت. واحد فرآیندی برج عریان‌ساز و مخزن نفتای خام با شاخص خطر ۲۲۶ و ۶۴ به ترتیب حداکثر و حداقل خطر حریق و انفجار را به خود اختصاص دادند. شدت خطر حریق و انفجار در هیچ یک از واحدهای فرآیندی، سبک و میانی نبود.

تمام برج‌ها، راکتور تبدیل کاتالیسی و کورهٔ گازوئیل با شاخص خطر بالاتر از ۱۲۸، جزء واحدهای با خطر غیر قابل پذیرش و نیازمند اقدام‌های اصلاحی بودند (جدول شماره ۳).

جدول ۳ – رتبه بندی کیفی خطر حریق و انفجار

واحد فرآیندی	شاخص حریق و انفجار	شدت خطر حریق و انفجار		
		متوسط	سنگین	شدید
برج عریان ساز	۲۲۶			
برج بنزن	۱۹۹			
برج پنتان زدا	۱۸۰			
برج استخراج	۱۶۸			
راکتور تبدیل کاتالیستی	۱۵۷			
کوره گازوئیل	۱۴۱			
راکتور هیدرو دی آلکیلاسیون	۹۴			
مخزن نفتا	۶۴			

* بحث و نتیجه‌گیری :

برج عریان‌ساز به عنوان بحرانی‌ترین و مخزن نفتای خام به عنوان کم خطرترین واحد فرآیندی شناسایی شدند. تمام برج‌ها، راکتور تبدیل کاتالیستی و کوره گازوئیل شاخص خطر غیر قابل پذیرش داشتند. مقدار مایعات یا گازهای قابل اشتعال موجود به عنوان یکی از مؤثرترین بخش‌ها در خطر حریق و انفجار شناسایی شد.

اتووا و همکاران به منظور بررسی ایمنی ذاتی فرآیندهای شیمیایی از شاخص حریق و انفجار DOW بر روی مخزن ذخیره متیل ایزوسیانات (عامل اصلی فاجعهٔ بوپال) استفاده کردند و دریافتند که کاهش فشار و مقدار مواد خطرناک، باعث کاهش مقدار شاخص می‌شود. شاخص حریق و انفجار این مخزن ۲۳۸ محاسبه شد که بیان‌گر خطر فوق‌العاده زیاد آن است. شاخص حریق و انفجار برج عریان‌ساز در مطالعه حاضر با شاخص مخزن ذخیرهٔ متیل ایزوسیانات حادثهٔ بوپال که باعث مرگ بیش از ۲۰۰۰ نفر شده بود، تفاوت چندانی نداشت.[۶] متیل ایزوسیانات با عامل مواد ۲۹ (درجه واکنش‌پذیری ۳ و درجه اشتعال‌پذیری ۳) نسبت به مادهٔ نفتای خام برج عریان‌ساز و مواد آروماتیکی کارخانه با عامل مواد ۱۶ (درجه واکنش‌پذیری صفر و و درجه اشتعال‌پذیری ۳) انرژی پتانسیل ذاتی بیش‌تر داشته و بسیار خطرناک‌تر است. در مطالعه حاضر، مواد شیمیایی کارخانه دارای قابلیت اشتعال‌پذیری بالا، اما فاقد خاصیت واکنش‌پذیری بودند. اهمیت خاصیت واکنش‌پذیری در افزایش انرژی پتانسیل ذاتی مواد یا عامل مواد، از خاصیت اشتعال‌پذیری بیش‌تر است. مواد شیمیایی کارخانه آروماتیک، جزء مواد با پتانسیل انرژی ذاتی متوسط رتبه‌بندی می‌شوند که با عامل مواد بنزین (۲۱) یکسان است.[۷]

در مطالعه ریگاس و همکاران در یک کارخانه تولید آفت‌کش بخش ذخیره و بارگیری کلرورهای اسیدی با عدد ۲۹۱ به عنوان واحد دارای بالاترین خطر شناسایی شد.[۹] تانک ذخیره کلرورهای اسیدی در مقایسه با تانک ذخیره نفتا در مطالعه حاضر حاوی مواد واکنش‌پذیرتری بود. این عامل سهم زیادی در افزایش شاخص داشت. از طرفی تانک نفتا مشابه برج عریان‌ساز حاوی ماده نفتا است، اما با توجه به این که در شرایط دمایی محیطی قرار دارد، مواد موجود در آن نسبت به مواد برج عریان‌ساز در

معرض خطر کم‌تری قرار دارند. افزایش دما نیز باعث افزایش خطر حریق و انفجار می‌شود.[۴]

برخلاف تصور اولیه مبنی بر این که راکتورها به دلیل فعل و انفعالات و ماهیت فرآیند، بالاترین خطر حریق و انفجار را دارند، برج‌ها از درجهٔ خطر بالاتری نسبت به سایر واحدهای فرآیندی برخوردار بودند. فیصل‌خان و همکاران در یک کارخانه تولید اتیلن اکساید شاخص حریق و انفجار را در واحدهای برج تقطیر اتیلن اکساید، راکتور اتیلن اکساید و خط لوله انتقال اتیلن محاسبه نمودند که به ترتیب ۵۵۱، ۴۶۴ و ۱۵۴ بود. خطر سمیت، اشتعال‌پذیری و واکنش‌پذیری اتیلن اکساید در مقایسه با مواد کارخانه مورد بررسی در مطالعه حاضر که آروماتیکی و پارافینی بودند، فوق‌العاده زیاد است. فقط در برج عریان‌ساز سمیت گاز سولفید هیدروژن نسبت به مواد کارخانه تولید اتیلن اکساید قابل توجه است. اتیلن اکساید با عامل مواد ۲۹ در مقایسه با ترکیب‌های آروماتیکی با عامل مواد ۱۶، تأثیر زیادی بر شاخص داشت. فشار عملیاتی برج تقطیر اتیلن اکساید (۳۷۰ Psi) از فشار عملیاتی برج‌های تقطیر کارخانه مورد بررسی در مطالعه حاضر (کم‌تر از ۲۰۰ Psi) بیش‌تر بود. فشار عملیاتی بالا می‌تواند باعث افزایش سرعت پراکنش مواد در حین نشتی شود. برج بنزن در فشار اتمسفریک کار می‌کند و این بخش در خطر برج بنزن نقشی ندارد. واکنش راکتور اتیلن اکساید گرمازا و از نوع اکسیداسیون بود. این نوع واکنش جزء واکنش‌های گرمازای متوسط به حساب می‌آید.[۴و۷]

گوپتا و همکاران شاخص حریق و انفجار راکتورتولید آمونیاک را ۱۶۲ محاسبه نمودند. در این راکتور عامل مواد بر اساس ماده هیدروژن تعیین شد. واکنش این راکتور از نوع هیدروژناسیون و گرمازا بود.[۳] شاخص خطر راکتور تبدیل کاتالیستی، اختلاف چندانی با شاخص راکتور تولید آمونیاک نداشت؛ اما عوامل ایجاد کننده خطر متفاوت بودند. انرژی پتانسیل ذاتی مواد و نوع واکنش در راکتور سنتز آمونیاک و تبدیل کاتالیستی یکسان است. واکنش در هر دو راکتور از نوع گرمازای خفیف است. واکنش گرمازای راکتور تبدیل کاتالیستی (هیدروژناسیون)، یک نوع واکنش گرمازای خفیف است که در مقایسه با واکنش‌های گرمازایی مثل پلیمریزاسیون و نیتراسیون، تأثیر کم‌تری در خطر حریق و انفجار دارد. ازجمله واکنش‌های گرمازای خفیف دیگر می‌توان به واکنش‌های خنثی‌سازی اسید و باز اشاره نمود.[۳و۷]

قابل ذکر است که در راکتور کارخانه پلی اتیلن سبک مجتمع پتروشیمی بندر امام به واسطه واکنش‌های پلیمریزاسیون، حوادث متعددی رخ داده بود. احداث دیوارهای بتونی محکم در اطراف این راکتور به منظور کنترل خطر انجام شده بود. راکتورهای کارخانه تحت بررسی حاوی گاز بودند. استفاده از حداقل مواد در واحدهای فرآیندی یکی از اصول ایمنی ذاتی است. جرم مواد در فرآیندهای حاوی گاز کم‌تر از فرآیندهای مایع است به همین سبب ارزش حرارتی مواد موجود در آن کم‌تر و به طور کلی بار حریق کم‌تر است.[۸] راکتورهای تبدیل کاتالیستی و هیدرودی آلکیلاسیون گازی هستند و جرم مواد سوختنی در این راکتورها کم است. البته ارزش حرارتی بالای هیدروژن موجود در این راکتورها نسبت به موادی نظیر بنزن ، تولوئن ، اتان ومتان باعث می‌شود تا مقدار مواد موجود در این راکتورها نیز به عنوان عامل خطر قرار گیرند. راکتورهای کارخانه از نوع راکتورهای پیوسته بودند که ایمنی ذاتی بالاتری را نسبت به راکتورهای دسته‌ای (Batch) دارند.[۴]

به طور کلی رتبه‌بندی نسبی خطر موجود نشان داد که ناحیه فرآیندی برج عریان‌ساز برای ارزیابی دقیق‌تر خطر توسط روش‌های کلاسیک در اولویت قرار دارد. بدیهی است با شناسایی نقاط پرخطر می‌توان اقدام‌های کنترلی حریق و انفجار را در این نقاط متمرکز و ازصرف هزینه‌های اضافی جلوگیری نمود.

*** مراجع:**

1. Sales J, Mushtaq F, Christou MD, Nomen R. Study of major accidents involving chemical reactive substances: analysis and lessons learned. Journal of

Process Safety and Environmental Protection 2007; 85(2): 117-24
2. Khan FI, Abbasi SA. Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 1999; 12: 361-78
3. Gupta JP, Khemani G, Mannan SM. Calculation of fire and explosion index (F&EI) value for the Dow guide taking credit for the loss control Measures. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 2003; 16: 235-41
4. Khan FI, Sadiq R, Amyotte PR. Evaluation of available indices for inherently safer design options. Process Safety Progress 2003; 22(2): 83-97
5. Hendershot DC. Safety through design in the chemical process industry. Journal of Safety Research 2001; 14:365-401
6. Etowa CB, Amyotte PR, Pegg MJ, Khan FI. Quantification of inherent safety aspect of the Dow Indices. Journal of Loss Prevention in the process Industries 2002; 15: 477- 87
7. American Institute of Chemical Engineers. Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide. 7th ed. NewYork: AICHE; 1994. 1-64
8. Suardin J. The integration of Dow's Fire and Explosion Index into process design and optimization to achive an inherently safer design. A thesis for Master of Science. Texas A&M University, 2005
9. Rigas F, Konstaninidou M, Centola P, Reggio GT. Safety analysis and risk assessment in a new pesticide production Line. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 2003; 16: 103-9