

روش‌های ارزیابی ریسک و نرم‌افزارهای کاربردی در HSE

سینا دوازده امامی^{*}، مدیریت HSE شرکت ملی نفت ایران

مقدمه

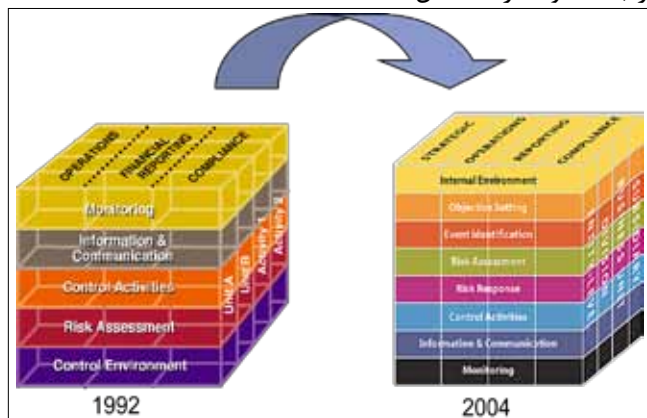
۱- مدیریت ریسک

استانداردهای مختلف منعکس‌کننده‌ی انگیزه‌های مختلف و تمرکز فنی ایجادکنندگان آنست که برای سایر سازمان‌ها با در نظر گرفتن موقعیت و جایگاه آنها سازگاری دارد. استقرار استانداردها به‌طور معمول برای شرکت‌ها و سازمان‌ها به‌صورت داوطلبانه است؛ اگرچه ممکن است از سوی قانون‌گذاران یا کارفرمایان به‌عنوان یک الزام در نظر گرفته شوند.

در جدول ۱- استانداردهای متداول در حوزه‌ی مدیریت ریسک در ارائه شده‌اند. که از بین آنها، استاندارد ISO31000 و COSO رایج‌ترین سیستم مدیریت ریسک استقرار یافته در صنایع مختلف در سراسر دنیا هستند. در ادامه این دو استاندارد بررسی شده‌اند.

۲-۱- سیستم مدیریت ریسک COSO

برای کمک به اجرای فرآیند مدیریت ریسک شرکت، COSO در ۲۰۰۴ چارچوب یکپارچه‌ای در حوزه‌ی مدیریت ریسک ارائه داده که به‌عنوان مکعب COSO نیز شناخته می‌شود. این مکعب به‌روزرسانی شده چارچوب COSO اولیه‌ی ارائه شده در ۱۹۹۲ است. سیستم مدیریت ریسک COSO مدل ۲۰۰۴ از هشت جزء تشکیل شده که عبارتند از: محیط کنترلی (داخلی)، هدف‌گذاری، شناسایی رویدادها، ارزیابی ریسک، واکنش به ریسک، فعالیت‌های کنترلی، اطلاعات و ارتباطات و نظارت (شکل-۱).



COSO |  

مدیریت ریسک کاربرد سیستماتیک سیاست‌های مدیریتی، رویه‌ها و فرآیندهای مربوط به فعالیت‌های تحلیل، ارزیابی و کنترل ریسک است. به‌عنوان یک عضو از جامعه، جهت رشد و توسعه نیازمند ریسک‌پذیری هستیم. از زمان تولید انرژی تا بهره‌برداری از آن، مدیریت ریسک برای دستیابی به اهداف کلان در زنجیره‌ی تولید انرژی کمک مؤثری است. در دنیای حال حاضر که به‌سرعت مسیر تکامل و پیشرفت را می‌پیماید مخاطرات باید به‌صورت ساختارمدار مدیریت شوند. بنابراین ریسک‌ها باید به‌گونه‌ای مدیریت گردند تا اطمینان لازم جهت به حداقل رساندن تهدیدات و احتمال وقوع آنها حاصل شود. به‌عبارت دیگر مدیریت ریسک عبارت از فرآیند مستندسازی تصمیمات نهایی اتخاذ شده و شناسایی و به‌کارگیری معیارهایی است که می‌توان از آنها جهت کاهش ریسک تا سطحی قابل قبول استفاده کرد.

از آنجا که هر کاری به‌طور ذاتی با ریسک همراه است، باید متخصصان مختلفی با در نظر گرفتن نقش‌ها و مسئولیت‌های معین جهت تحلیل ریسک در نظر گرفته شوند. مثلاً مدیریت ریسک باید در زمینه‌های مختلفی از جمله بیمه، تداوم کسب و کار، بهداشت و ایمنی و محیط زیست، مهندسی، برنامه‌ریزی، خدمات مالی، تعمیرات و موارد حقوقی به‌صورت چشم‌گیری انجام شود که نیازمند متخصص مدیریت ریسک در حوزه‌های فوق غیرقابل انکار است.

۲- استانداردهای مدیریت ریسک

تعدادی از استانداردها در سراسر جهان در حوزه‌ی مدیریت ریسک به‌منظور کمک به سازمان‌ها به‌طور سیستماتیک و مؤثر ایجاد شده‌اند. این استانداردها به‌دنبال ایجاد دیدگاهی مشترک در چارچوب، فرآیند اجرایی و عملیاتی هستند و معمولاً توسط سازمان‌های بین‌المللی شناخته شده یا توسط گروه‌های صنعتی ایجاد شده‌اند. مدیریت ریسک در قالب منظم و استاندارد به‌سرعت در حال تکامل و به‌روز رسانی است.

* نویسنده‌ی عهد‌دار مکاتبات (hse12de@gmail.com)

گسترده به‌شمار می‌رود و مستلزم اجرای عملیات فرهنگ‌سازی است.

۲-۲- سیستم مدیریت ریسک ISO 31000

این سیستم مدیریتی به‌دنبال ارائه‌ی یک نمونه‌ی جهانی شناخته شده برای سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف است تا جایگزین هزاران استاندارد، روش و نمونه‌های موجود در حوزه‌ی فرآیندهای مدیریت ریسک شود. در حال حاضر خانواده‌ی ISO 31000 دربر دارنده‌ی موارد زیر است:

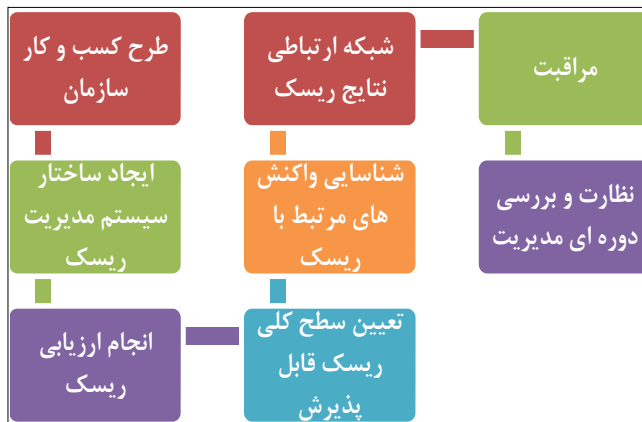
- SO 31000:2018—Principles and Guidelines on Implementation
- ISO/IEC 31010:2009 – Risk Management – Risk Assessment Techniques
- ISO Guide 73:2009 – Risk Management – Vocabulary

سازمان ایزو همچنین راهنمای ISO 21500 خود که در حوزه‌ی سیستم مدیریت پروژه است را همسو با ISO 31000 طراحی کرده است.

ISO 31000 راهنمای عمومی برای طراحی، پیاده‌سازی و نگهداری فرآیندهای مدیریت ریسک را در یک سازمان ارائه

در شکل-۲ به برخی از عوامل مهم در مدیریت ریسک کوزو اشاره شده است:

بر اساس مدل COSO، ارزیابی ریسک جزئی از وظایف روزانه‌ی مدیریت و کارکنان است. سیستم مدیریت ریسک COSO باید در فرآیندهای مختلف، توسط مسئولان مربوطه به‌کار گرفته و نهادینه شود. پذیرش این موضوع توسط اعضای سازمان، نوعی تغییر سازمانی



شکل ۲ | عوامل مهم در مدیریت ریسک کوزو

۱ | استانداردهای متداول در حوزه‌ی مدیریت ریسک

کد استاندارد	نام استاندارد	سازمان ایجادکننده	کاربرد
ISO 31000:2018	Risk Management Principles and Guidelines	The International Organization for Standardization	خانواده‌ای از استانداردهای مدیریت ریسک است که توسط سازمان بین‌المللی استانداردسازی تنظیم شده و هدف آن ایجاد اصول و راهنمایی‌های عمومی در مدیریت ریسک است
ISO/IEC 31010:2019	Risk Management - Risk Assessment Techniques	The International Organization for Standardization	راهنمایی جهت انتخاب و استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک برای طیف وسیعی از فعالیت‌ها و موقعیت‌ها
IRM/Alarm/AIRMIC 2002	A Risk Management Standard	the UK's 3 main risk organisations	بر اهمیت مدیریت ریسک مربوط به اهداف استراتژیک و عملیاتی در سازمان‌ها و همچنین تهدیدات / فرصت‌های مربوطه جهت دستیابی به این اهداف تأکید دارد
COSO 2004	Enterprise Risk Management - Integrated Framework	The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission	مدیریت ریسک کوزو فرآیندی است که به‌دست هیأت مدیره، مدیران و سایر کارکنان در سطح عالی و در سراسر سازمان به اجرا درآمده و به‌کار گرفته می‌شود و این سیستم برای شناسایی رویدادهای بالقوه‌ای که بر سازمان اثر می‌گذارد طراحی شده و ریسک را به‌نحوی مدیریت می‌کند که سطح آن در محدوده‌ی قابل‌پذیرش قرار گیرد و از این طریق، اطمینان معقول جهت تحقق اهداف سازمان فراهم شود
"Red Book" 2.0: 2009	a Governance, Risk and Compliance Capability Model	OCEG	این مدل اولین (و تنها) استاندارد با منبع آشکار است که به‌صورت یکپارچه زیرمجموعه‌های موارد حقوقی، ریسک، میزبانی، انطباقات، اخلاق/ فرهنگ و فن‌آوری اطلاعات را جهت دستیابی به اهداف در نظر گرفته است

را با یکدیگر سازگار می‌کند. چارچوب اجرایی ISO 31000 و اجزای مهم آن که عبارتند از: اصول، چارچوب و فرآیند. به همراه اجزای هر یک از بخش‌ها در شکل ۳- ارائه شده است.

۳- روش‌های رایج ارزیابی ریسک در حوزه‌ی ایمنی، بهداشت و محیط زیست

ارزیابی ریسک توانایی لازم برای تصمیم‌گیری در مورد کنترل ریسک معقول را به ما می‌دهد. بنابراین کسانی که ریسک را ارزیابی می‌کنند باید مرتبه‌ی شغلی مناسب، واجد شرایط و شایسته داشته باشند. بر اساس راهنمای ارائه شده توسط NEBOSH در حوزه‌ی نفت و گاز، برای شروع شناسایی و ارزیابی ریسک مخاطرات پیشنهاد شده به ترتیب از روش‌های کیفی، نیمه‌کمی و کمی استفاده گردد. در فرآیند ارزیابی ریسک، برای هر گام به کارگیری روش یا کاملاً قابل کاربرد است یا قابل کاربرد است یا غیرقابل کاربرد است. در جدول ۲- قابلیت کاربرد ابزارهای مورد استفاده برای ارزیابی ریسک ارائه شده است. با توجه به تنوع زیاد در روش‌های ارزیابی ریسک، استفاده‌ی همزمان از تمامی روش‌ها بسیار دشوار است. بنابراین مخاطبان باید شناخت کافی را از ماهیت کاربردی هر یک از روش‌ها داشته باشند که ISO 31010 به صورت جامع بدین موضوع پرداخته است. در جدول ۳- به عنوان نمونه دامنه‌ی کاربرد چند روش پرکاربرد در حوزه‌ی HSE ارائه شده است.

۴- نرم‌افزارهای مورد استفاده جهت ارزیابی ریسک

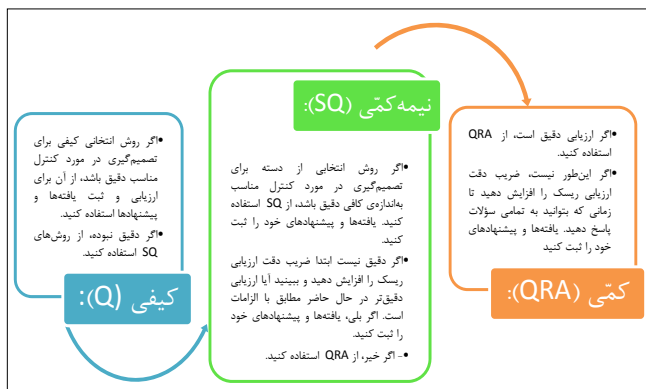
در جدول ۴- برخی نرم‌افزارهای مورد استفاده جهت ارزیابی ریسک در حوزه‌های مختلف با در نظر گرفتن دامنه‌ی کاربرد ارائه شده است. ■

می‌دهد. این رویکرد به رسمیت شناختن و پذیرش شیوه‌های مدیریت ریسک گسترده‌تر توسط شرکت‌هایی که نیازمند استانداردهای مدیریت ریسک سازمانی (مانند مدل COSO) است را در نظر می‌گیرد که در واقع سیستم‌های چندگانه‌ی مدیریتی

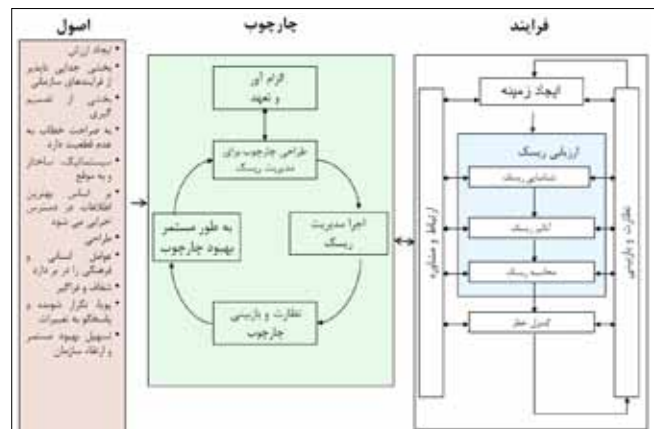
۲ | قابلیت کاربرد ابزارهای مورد استفاده برای ارزیابی ریسک بر مبنای ISO 2009 - 31010

Tools and techniques	Risk assessment process				Risk evaluation
	Risk identification	Risk analysis		Risk evaluation	
		Consequence	Probability	Level of risk	
Brainstorming	SA ⁽³⁾	NA ⁽³⁾	NA	NA	NA
Structured or semi-structured interviews	SA	NA	NA	NA	NA
Delphi	SA	NA	NA	NA	NA
Check-lists	SA	NA	NA	NA	NA
Primary hazard analysis	SA	NA	NA	NA	NA
Hazard and operability studies (HAZOP)	SA	SA	A ⁽³⁾	A	A
Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)	SA	SA	NA	NA	SA
Environmental risk assessment	SA	SA	SA	SA	SA
Structure « What if? » (SWIFT)	SA	SA	SA	SA	SA
Scenario analysis	SA	SA	A	A	A
Business impact analysis	A	SA	A	A	A
Root cause analysis	NA	SA	SA	SA	SA
Failure mode effect analysis	SA	SA	SA	SA	SA
Fault tree analysis	A	NA	SA	A	A
Event tree analysis	A	SA	A	A	NA
Cause and consequence analysis	A	SA	SA	A	A
Cause-and-effect analysis	SA	SA	NA	NA	NA
Layer protection analysis (LOPA)	A	SA	A	A	NA
Decision tree	NA	SA	SA	A	A
Human reliability analysis	SA	SA	SA	SA	A
Bow tie analysis	NA	A	SA	SA	A
Reliability centred maintenance	SA	SA	SA	SA	SA
Sneak circuit analysis	A	NA	NA	NA	NA
Markov analysis	A	SA	NA	NA	NA
Monte Carlo simulation	NA	NA	NA	NA	SA
Bayesian statistics and Bayes Nets	NA	SA	NA	NA	SA
FN curves	A	SA	SA	A	SA
Risk indices	A	SA	SA	A	SA
Consequence/probability matrix	SA	SA	SA	SA	A
Cost/benefit analysis	A	SA	A	A	A
Multi-criteria decision analysis (MCDA)	A	SA	A	SA	A

1) بسیار کاربردی 2) غیر کاربردی 3) کاربردی



شکل ۴ | روش‌های کمی، نیمه‌کمی و کیفی جهت آغاز شناسایی و ارزیابی ریسک مخاطرات (بر اساس راهنمای ارائه شده توسط NEBOSH)



شکل ۳ | اجزای مهم استاندارد ISO 31000

ردیف	نام روش	دامنه‌ی کاربرد	سند مرجع
۱	HAZOP	<ul style="list-style-type: none"> برای انواع سیستم‌های فرآیندی از قبیل مکانیکی، الکترونیکی، رویه‌ی اجرایی و سیستم‌های نرم‌افزاری در زمان اعمال تغییرات در تأسیسات در زمان طراحی تأسیسات 	IEC 61882, Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide
۲	RCA	<ul style="list-style-type: none"> آنالیز ریشه‌های مبتنی بر مسائل HSE تحلیل خرابی در سیستم‌های فن‌آوری مرتبط با قابلیت اطمینان و نگهداری آنالیز ریشه‌های مبتنی بر تولید در زمینه‌ی کنترل کیفیت آنالیز ریشه‌های مبتنی بر فرآیند تمرکز بر فرآیندهای تجارت آنالیز ریشه‌های مبتنی بر سیستم برای مواجهه با سیستم‌های پیچیده و مدیریت تغییر 	
۳	FMEA & FMECA	<ul style="list-style-type: none"> کاربرد برای اجزا و محصولات، سیستم‌ها، فرآیندهای تولید و موتاژ در زمان طراحی و ساخت سیستم‌ها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان تجهیزات اساسی برای آزمون برنامه‌ریزی و نگهداری تأسیسات و تجهیزات فراهم کردن اطلاعات کیفی یا کمی برای روش‌های تحلیلی مانند FTA نکته: قابلیت استفاده برای فعالیت‌های شغلی نیست 	IEC 60812, Analysis techniques for system reliability – Procedures for failure mode and effect analysis (FMEA)
۴	FTA	<ul style="list-style-type: none"> شناسایی علل بالقوه و مسیر خرابی محاسبه‌ی کمی احتمال پیشامد نهایی 	tree analysis (FTA) IEC 603009-3-, Dependability management — Part 3: Application guide — Section 9: Risk analysis of technological system
۵	ETA	<ul style="list-style-type: none"> مدل‌سازی، محاسبه و رتبه‌بندی برای سناریوهای مختلف حوادث قابل استفاده در تمامی مراحل چرخه‌ی عمر فرآیند تحلیل کمی بر مبنای قابلیت اطمینان سیستم‌ها 	
۶	Cause-and-effect analysis	<ul style="list-style-type: none"> شناسایی تمامی سناریوها و علل ممکن که این سناریوها را تولید می‌کنند شناسایی علل ریشه‌ای مرتب کردن و ارتباط دادن رابطه‌های میان عوامل که بر فرآیند خاصی اثر دارند تحلیل مسائل موجود و فعالیت‌های اصلاحی که می‌تواند انجام شود 	
۷	LOPA	<ul style="list-style-type: none"> مبنایی برای مشخصات لایه‌های حفاظتی مستقل (IPLs) و سطح یکپارچگی ایمنی (SIL) برای سیستم‌های ابزاری که در سری IEC 61508 و IEC 61511 شرح داده شده است آنالیز ریسک هر لایه‌ی حفاظتی به تفکیک 	IEC 61508 (all parts), Functional safety of electrical/electronic/programmable electronicsafety-related systems IEC 61511, Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector
۸	HTA	<ul style="list-style-type: none"> قابلیت شناسایی خطاهای انسانی بالقوه و علل آن آماده‌سازی داده‌های کمی برای آنالیز خرابی انسانی برای FTA با سایر روش‌ها 	
۹	BOW TIE	<ul style="list-style-type: none"> نمایانگر و محاسبه‌ی ریسک طیفی از علل ممکن و پیامد تحلیل علل و موانع به‌صورت هم‌زمان 	
۱۰	RCM	<ul style="list-style-type: none"> تمام وظایف در خصوص پرسنل و محیط بر اساس نگرانی‌های عملیاتی یا اقتصادی برای تضمین سیستم تعمیر و نگهداری مؤثر و کارآمد انجام می‌شود در مراحل طراحی، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری تجهیزات قابلیت استفاده دارد 	:11-Dependability management – Part 3 , 11-3-IEC 60300 Application guide – Reliability centred Maintenance
۱۱	HAZID	<ul style="list-style-type: none"> ابزاری قدرتمند برای شناسایی مخاطرات در اوایل یک پروژه و در زمان طراحی است روش ساخت و ساز طوفان مغزی که به‌طور معمول قابل استفاده در حوزه‌های رشته‌های طراحی مهندس و مشتری، مدیریت پروژه، راه‌اندازی و عملیات 	ISO 17776

نرم افزارهای قابل استفاده در حوزه‌ی HSE			
ردیف	نام نرم افزار	لوگو	دامنه‌ی کاربرد
۱	PHA-pro		<ul style="list-style-type: none"> نرم افزار مدیریت ریسک دربر دارنده‌ی روش‌های مختلف از قبیل HAZOP و What if
۲	SDS Pro		<ul style="list-style-type: none"> بانک آنلاین اطلاعات SDS
۳	CARA-FaultTree		<ul style="list-style-type: none"> نرم افزار آنالیز ریسک (درخت خطا)
۴	WISER		<ul style="list-style-type: none"> نرم افزار جامع ایمنی مواد شیمیایی
۵	DIALuxv		<ul style="list-style-type: none"> نرم افزار محاسبه و طراحی سیستم‌های روشنایی و نورپردازی داخلی و خارجی
۶	Predictor		<ul style="list-style-type: none"> نرم افزاری جهت مدل‌سازی و رسم نقشه‌های صوتی
۷	ErgoMaster		<ul style="list-style-type: none"> نسخه‌ی دمو - ارزیابی وظیفه، ارزیابی ایستگاه کاری، ارزیابی پوسچر، ارزیابی حمل و ... از جمله توانایی این نرم افزار است
۸	ALOHA		<ul style="list-style-type: none"> نرم افزار مدل‌سازی پیامد حوادث ناشی از نشتی مواد قابل انفجار در محیط‌های بیرونی تأسیسات. حوادثی از قبیل FLASH FIRE، JET FIRE، POOL FIRE، VCE، BLEVE، TOXIC RELEASE
۹	PHAST		<ul style="list-style-type: none"> این نرم افزار از منظر عملکردی مشابه نرم افزار ALOHA است اما طیف وسیع‌تری از اطلاعات ورودی/خروجی را برای بررسی سناریوهای احتمالی در اختیار قرار می‌دهد
۱۰	ANSYS FLUENT		<ul style="list-style-type: none"> یک نرم افزار مهندسی به کمک رایانه در زمینه‌ی دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) برای مدل‌سازی جریان سیال و انتقال حرارت در هندسه‌های پیچیده مانند سازه‌های تأسیسات نفت و گاز، پتروشیمی و پالایشگاه در خشکی و دریاست. این نرم افزار امکان تغییر شبکه، به‌صورت کامل و تحلیل جریان با شبکه‌های غیرساخت‌یافته برای هندسه‌های پیچیده در داخل و خارج تأسیسات را فراهم می‌سازد.
۱۱	FLACS		<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> Flame Acceleration Simulator (FLACS) یک نرم افزار کاربردی و تجاری در زمینه‌ی دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) است که به‌گسترده‌ی برای مدل‌سازی انفجار و مدل‌سازی رهایش مواد در فضا در زمینه‌ی ایمنی صنعتی و ارزیابی ریسک استفاده می‌شود. مناطق اصلی کاربرد FLACS در صنایع نفت و گاز، فرآوری، صنایع غذایی، صنایع چوب، متالورژی و صنایع ایمنی هسته‌ای است. FLACS ماژول‌های اختصاصی برای شبیه‌سازی انفجار گاز، گرد و غبار و مواد قابل انفجار شیمیایی مانند TNT دارد. این نرم افزار همچنین به‌گسترده‌ی برای شبیه‌سازی پراکنده‌ی گاز قابل اشتعال و سمی استفاده می‌شود. از این نرم افزار برای آنالیز حوادث شناخته‌شده‌ای از قبیل حریق TWA، Piper Alpha، Buncefield، Flight ۸۰۰، و پلت فرم Petrobras ۳۶ استفاده شده است