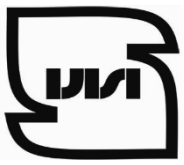


استاندارد ملی ایران

(شمارهٔ استاندارد)

.....

(سال تصویب)

دارای محتوای رنگی

جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO

(Std. No.)

.....

(Year of Approval)

Modification of TOTAL GS-EP-SAF-041: 2011

صنعت نفت- مدیریت ریسک در چرخه عمر تأسیسات

Petroleum Industry - Life Cycle Risk Management

ICS: (03.100.01;5.020)

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه:standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave. South western corner of Vanak Sq. Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به‌موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به‌عنوان تنها رابط ۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی‌شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تائید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تائید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران‌بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« صنعت نفت- مدیریت ریسک در چرخه عمر تأسیسات »

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
احمدی، شهرام (کارشناسی ارشد MBA)	معاونت ایمنی و آتش‌نشانی وزارت نفت
دبیر:	
دوازده‌امامی، سینا (دکتری ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست)	مشاور ایمنی و آتش‌نشانی مدیریت HSE و پدافند غیرعامل شرکت ملی نفت ایران
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احسنی، مریم (کارشناسی ارشد مدیریت HSE)	اداره کل HSE و پدافند غیرعامل وزارت نفت
احمدی، عمران (دکتری مهندسی بهداشت و حرفه‌ای و ایمنی)	شرکت ملی صنایع پتروشیمی
اصغر پور، محمد (کارشناسی ارشد ایمنی و آتش‌نشانی)	اداره کل HSE و پدافند غیرعامل وزارت نفت
امرائی، حامد (فوق‌لیسانس ایمنی)	شرکت پالایش نفت آبادان
تکیه، امیرحسین (فوق‌لیسانس بهداشت حرفه‌ای)	شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران
خرمی مقدم، یحیی (کارشناسی ارشد ایمنی صنعتی)	شرکت نفت مناطق مرکزی ایران
کسائی، احمد (کارشناسی ارشد مدیریت بیمه)	بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران ـ معاون مرکز توسعه مدیریت ریسک
کیانی نژاد، علی (کارشناسی ارشد مدیریت HSE)	شرکت گلوبال پتروتک کیش/نماینده HSE انجمن حرفه‌ای صنعت بیمه

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
رائی حق، حمیدرضا (دکتری مدیریت محیط‌زیست)	مدیریت HSE و پدافند غیرعامل شرکت ملی نفت ایران
عسگریان مقدم، روح‌الله (فوق‌لیسانس مهندسی بهداشت حرفه‌ای)	شرکت نفت و گاز پارس
قدیمی، مریم (کارشناسی ارشد ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست)	شرکت ناموران پژوهش
موسویون، سید علی (کارشناسی ارشد ایمنی)	پتروشیمی بندر امام
مولایی قرا، فرشته (کارشناس ارشد شیمی-فیزیک)	توسعه پالایشی پیشگامان سیراف
میراج، فرشته (کارشناس ارشد مهندسی شیمی-فرایند)	مدیریت HSE و پدافند غیرعامل شرکت ملی نفت ایران

ویراستار:

.... ،.....	.....
(.....)	

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیشگفتار
مقدمه
۱ هدف و دامنه‌ی کاربرد
۲ مراجع الزامی
۳ اصطلاحات و تعاریف
۴ کوته‌نوشته‌ها
۵ الزامات مدیریت ریسک
۵-۱ جنبه عمومی
۵-۲ الزامات اختصاصی
۵-۳ ارزیابی ریسک چرخه عمر
۵-۴ پنج مرحله مدیریت ریسک فن‌آورانه
۵-۵ دامنه کاری ارزیابی ریسک
۶ ارزیابی ریسک فن‌آورانه در چرخه عمر پروژه‌ها
۶-۱ ارزیابی ریسک فعالیت‌های غیر فرآیندی
۶-۲ ارزیابی ریسک تأسیسات فرآیندی
۶-۳ خلاصه نگاری روش‌های مورداستفاده در چرخه عمر
پیوست الف (اطلاعاتی) دامنه کلی کار TRA
پیوست ب (الزامی) ثبت فرضیات
پیوست پ (الزامی) آستانه شدت خطر
پیوست ت (الزامی): کار برگ‌ها
پیوست ث (الزامی): تعاریف شدت (نیروی انسانی، تجهیزات و دارایی‌ها، محیط‌زیست و اعتبار شرکت) در ماتریس ارزیابی ریسک

پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت- مدیریت ریسک در چرخه عمر تأسیسات» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در ..... اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد ..... مورخ ۱۳۹۹/۱۱/۲۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط موردتوجه قرار خواهد گرفت؛ بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورداستفاده قرارگرفته به شرح زیر است:

TOTAL GS-EP-SAF-041, Technological risk assessment methodology

مقدمه

به‌منظور تسهیل در به‌کارگیری از این استاندارد در مناطق عملیاتی بالادستی و پایین‌دستی وزارت نفت، راهنمای به‌کارگیری از روش‌های اشاره‌شده در این سند به استانداردهای بین‌المللی مربوطه ارجاع داده‌شده است. لذا، پیوست‌های ۲، ۴، ۵، ۶، ۸ و ۱۰ در استاندارد TOTAL GS-EP-SAF-041 در این سند لحاظ نشده‌اند و معادل‌های بومی‌سازی شده در بخش‌های مختلف ارائه‌شده‌اند و به استانداردهای مرجع آن‌ها ارجاع داده‌شده است.

صنعت نفت- مدیریت ریسک در چرخه عمر تأسیسات

۱ هدف و دامنه‌ی کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تشریح الزامات مدیریت ریسک در چرخه عمر تأسیسات استخراج، فراورش، انتقال و ذخیره‌سازی صنعت نفت می‌باشد.

این استاندارد برای تأسیسات و تجهیزات واحدهای صنعت نفت مشتمل بر تأسیسات اکتشاف، حفاری و فراورش نفت و گاز فراساحلی و خشکی، واحدهای پالایش نفت و گاز و پتروشیمی و خطوط جریانی، انتقال، توزیع و پخش نفت، گاز و فراورده‌های هیدروکربنی، واحدهای ذخیره‌سازی و سایر واحدها و تأسیسات مرتبط کاربرد دارد.

یادآوری- الزامات مندرج در این استاندارد صرفاً موارد پایه‌ای را شامل می‌شود و الزامات قانونی و سایر الزامات را در برنمی‌گیرد.

۲ مراجع الزامی

2-1 ISO GUIDE 73, Risk management — Vocabulary[1]

2-2 ISO/IEC 31000, risk management[2]

2-3 IEC 31010, Risk management — Risk assessment techniques

2-4 HSE-06. Petroleum industry - requirements for process safety protection layers

۲-۵ HSE-01، صنعت نفت- الزامات مرزبندی ایمن تأسیسات

۲-۶ HSE-02، صنعت نفت- الزامات جانمایی و فواصل ایمن تأسیسات و تجهیزات

۲-۷ HSE-16، صنعت نفت- الزامات حفاظت در برابر حریق تأسیسات فراساحل

۲-۸ HSE-17، صنعت نفت- الزامات شناورهای آتش‌خوار

۲-۹ HSE-18، صنعت نفت- الزامات تخلیه، فرار و نجات در تأسیسات خشکی و فراساحل

۲-۱۰ HSE-11، صنعت نفت-الزامات انتخاب سامانه‌های فعال اطفاء حریق

۲-۱۱ HSE-12، صنعت نفت-الزامات حفاظت غیرفعال در برابر حریق

۲-۱۲ HSE-14، صنعت نفت- الزامات طراحی، نصب، راه‌اندازی و نگهداری سامانه‌های آشکارساز

۲-۱۳ HSE-23، صنعت نفت- الزامات سامانه‌های اعلان حریق

---

[1] یادآوری ۱- استاندارد ملی این مرجع به شماره ISIRI 13246 در دسترس می‌باشد

[2] یادآوری ۲- استاندارد ملی این مرجع به شماره ISIRI 13245 در دسترس می‌باشد

2-14 ISO 17776, Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Major accident hazard management during the design of new installations

2-15 IEC 61882, Hazard and operability studies (HAZOP studies) - Application guide

2-16 IEC 61025, Fault tree analysis (FTA)

2-17 IEC 62502, Analysis techniques for dependability - Event tree analysis (ETA)

2-18 Reducing Risks, Protecting People: Health And Safety Executive (HSE), ISBN: 0717621510

2-19 ISO16530 series, Petroleum and natural gas industries — Well integrity

2-20 Farha, R. Sekeris, E. & Hermansson, D. (2017). The hidden cost of reputation risk: An approach to quantifying reputation risk losses. Oliver Wyman.

۳ اصطلاحات و تعاریف

واژگان ارائه‌شده در راهنمای ISO 73 بایستی به‌عنوان اصطلاحات پایه‌ای مدیریت ریسک در نظر گرفته شوند.

اصطلاحات و اختصارات بکار گرفته‌شده در این استاندارد به شرح زیر می‌باشد:

۳-۱

رویداد/واقعه حادثه

accident event

رویداد یا زنجیره‌ای از رویدادها که ممکن است باعث صدمه به‌سلامتی و زندگی انسان یا آسیب‌رساندن به محیط یا دارایی‌ها شوند.

۳-۲

«کمترین حد قابل‌اجرا[1]»

aLARP

ریسک به سطوحی کاهش یابد که اقدامات بعدی کاهنده ریسک آن‌قدر نامتناسب است که اجرای آن‌ها غیرمنطقی باشد.

۳-۳

موانع

[1] As Low As Reasonably Practicable

barriers

تجهیزات، سیستم یا مجموعه‌ای از روش‌های اجرایی (اعم از سخت‌افزاری، نرم‌افزاری یا سازمانی) که احتمال وقوع خطر (پیشگیری) یا سطح شدت پیامد (تخفیف، کاهش آسیب‌پذیری هدف) را کاهش می‌دهد.

۴ـ۳

نمودار پاپیونی

bow-tie

نمودار پاپیون نمایانگر کلیه آغازگران و پیامدها یا رویدادهای مختلف خروجی می‌باشد. رویداد مهم میانی در مرکز نمودار، مواردی که می‌تواند باعث وقوع رویداد مهم در آغاز رخ دادن یک رویداد شود (ازجمله تهدیدها و موانع پیشگیری) در سمت چپ نمودار و عواقب بالقوه و موانع کاهش‌دهنده در سمت راست نمودار قرار می‌گیرند.

۵ـ۳

رویداد مهم میانی

central critical event

رویداد مهم میانی همان رویداد خطرناک میانی می‌باشد.

رویداد عمومی به‌طور مرسوم در چارچوب تجزیه‌وتحلیل ریسک، به‌عنوان مرکز دنباله حادثه تعریف می‌شود و به‌طورکلی به از دست دادن مهار حادثه تعبیر می‌شود. رویداد واقع در بالادست را وقایع آغازگر یا وقایع میانی می‌دانند که بخشی از درخت خطا را تشکیل می‌دهند درحالی‌که رویدادهای واقع در پایین‌دست رویداد مهم میانی بخشی از درخت رویداد را تشکیل می‌دهند.

۶ـ۳

منطقه ساحلی یا منطقه آسیب‌پذیر

coastal area or fragile area

این منطقه از خط ساحلی تا ۲۲ کیلومتر (۱۲ مایل دریایی) ساحلی ادامه دارد. یا منطقه سیستم آسیب‌پذیر: مناطقی که به‌عنوان‌مثال گیرنده‌های زیست‌محیطی حساس وجود دارد اما محدود به منبع آب شیرین، استخرها، رودخانه‌ها، گونه‌های در معرض خطر نمی‌شود.

۷ـ۳

شرکت

company

تمامی شرکت‌های اصلی وزارت نفت متشکل از شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی پالایش و پخش ایران و شرکت ملی پتروشیمی و شرکت‌های زیرمجموعه آن‌ها و شرکت‌های خصوصی و نیمه‌خصوصی وابسته در این سند شرکت نامیده شده است.

۸-۳

پیمانکار

contractor

هر شخص یا سازمانی که مستقیماً در اجرای کار تعریف‌شده در قرارداد با شرکت یا نماینده شرکت درگیر باشد.

۹-۳

تجزیه‌وتحلیل درخت رویداد

event tree analysis

از یک ساختار درختی گرافیکی استفاده می‌کند که توالی منطقی وقایع در یک سیستم یا وضعیت‌های یک سیستم را در امتداد یک رویداد مهم میانی، نشان می‌دهد. درخت رویدادها کمک می‌کند تا فراوانی مختلف نتیجه خطرات (مانند حرارتی، فشار بیش‌ازحد انفجار، سمیت، پرتاب قطعات، ثبات ساختاری و غیره) را به‌وسیله فراوانی رویداد مهم میانی کمی سازی نماید.

۱۰-۳

FN (منحنی)

FN (Curve)

منحنی "تناوب[1] تجمعی در سال برای تلفات بیش از N نفر". مفاهیم مشابه دیگری مانند منحنی‌های هزینه (F-C)، سرریز (F-S) و خسارت دارایی (F-D) نیز استفاده می‌شود.

۱۱-۳

نتیجه خطر

hazard outcome

این اصطلاح ویژگی‌های اثرات فیزیکی، مواد شیمیایی و غیره مرتبط با یک خطر را توصیف می‌نماید. به‌عنوان‌مثال می‌توان به تشعشعات حرارتی، غلظت سمی، فشار بیش‌ازحد، پرتاب قطعات، آلودگی، اختلالات ساختاری و غیره اشاره کرد.

1- Frequency

۱۲-۳

مطالعه شناسایی خطر

HAZID

مجموعه‌ای از روش‌ها برای شناسایی خطرات احتمالی و اقدامات کاهنده یک تأسیس.

۱۳-۳

خطرناک بودن آنی برای زندگی و سلامتی

IDLH

حداکثر غلظت که طی آن فرد می‌تواند حداقل ۳۰ دقیقه در معرض خطر قرار گیرد بدون آنکه اثرات جبران‌ناپذیری برای سلامتی وی داشته باشد.

۱٤-۳

ریسک فردی در سال

individual risk per annum

ریسک فردی در سال[1] به‌عنوان فرکانسی تعریف می‌شود که ممکن است انتظار این وجود داشته باشد که هر فرد در برابر سطح کشنده آسیب‌رسان مخاطرات معین (خاص) محفوظ بماند. ریسک فردی معمولاً به‌عنوان ریسک فوت در سال بیان می‌شود.

۱٥-۳

بخش قابل جداسازی (ایزوله) شدن

isolatable section

بخشی از تأسیسات فرایند که ممکن است توسط سیستم ESD جدا شود. یک سناریو، به یک بخش ایزوله شده معین با هیدروکربن موجود معین و یک فرکانس نشت معین، مرتبط می‌باشد که این موضوع به وابستگی بخش ایزوله به تعداد و نوع تجهیزات بکار گرفته‌شده ارتباط دارد.

۱٦-۳

حریق فورانی

jet fire

احتراق مواد خارج‌شده از یک روزنه با شدت قابل‌توجه.

1- Individual Risk per Annum (IRPA)

۱۷-۳

نشت (انتشار)

leak (release)

رهایی تصادفی مایع و / یا ترکیبات گازی فرایند (یا استفاده‌شده در فرآیند) به محیط که به‌طورمعمول در یک سیستم فرآیند وجود دارد.

۱۸-۳

غلظت کشنده (LCx) LCx (y)

غلظت اتمسفری برای مدت‌زمان مشخصی از مواجهه که باعث از بین رفتن xدرصد از جمعیت در معرض بعد از Y دقیقه، می‌شود. به‌عنوان‌مثال LC1%(30) به معنی مرگ‌ومیر ۱ درصد جمعیت پس از ۳۰ دقیقه مواجهه است.

۱۹-۳

LC برابر با ۱ درصد

LC1 %

آستانه اثر کشنده مربوط به مقدار پایینی می‌باشد که در آن مرگ‌ومیر بیش از ۱ درصد بین افراد در معرض مواجهه، مشاهده نمی‌شود.

۲۰-۳

چرخه عمر

life cycle

کلیه فرایند مربوط به اکتشاف، حفاری، طراحی، ساخت و نصب، بهره‌برداری و از رده خارج کردن (برچیدن) در صنایع بالادستی و همچنین کلیه فرایند مربوطه در زمینه طراحی، ساخت و نصب، بهره‌برداری و از رده خارج کردن (برچیدن) در صنایع پایین‌دستی، چرخه عمر پروژه شرکت نامیده می‌شود.

۲۱-۳

ریسک عمده

major risk

ریسک مرتبط با سناریوهایی که دربردارنده شدت آسیب بالقوه «فاجعه‌بار» یا بالاتر برای مردم، محیط‌زیست، دارایی‌ها یا اعتبار شرکت باشند.

۲۲ـ۳

سناریوهای عمده (اصلی)

major scenarios

سناریوهایی که دربردارنده شدت آسیب بالقوه "فاجعه‌بار" یا بالاتر برای مردم، محیط‌زیست، دارایی‌ها یا اعتبار شرکت باشند.

۲۳ـ۳

تخفیف (کاهش)

mitigation

کاهش اثرات یک رویداد خطرناک. وسایل (شیوه‌هایی) که برای به حداقل رساندن عواقب ناشی از یک حادثه شدید برای کارکنان و تأسیسات بعد از وقوع حادثه بکار گرفته می‌شوند.

۲٤ـ۳

فراساحل

offShore

فاصله بعد از ۲۲ کیلومتر (۱۲ مایل دریایی) سواحل خشکی، فراساحل نامیده می‌شود و شامل تمامی تأسیسات، چاه‌ها، فلرها، خطوط لوله انتقال و خطوط لوله جریانی است که داخل دریا احداث‌شده است. این بخش معمولاً شامل خطوط لوله از چاه به سکو، سکو خطوط لوله از سکو به خشکی است.

۲۵ـ۳

تعداد قسمت‌ها

parts count

شمارش هر یک از تجهیزات مربوط به یک بخش قابل جداسازی شونده معین. این کار به‌منظور محاسبه میزان تناوب نشت عمومی برای انواع علل عمومی (خوردگی، فرسایش ...) انجام می‌شود.

۲٦ـ۳

حریق استخری

pool fire

احتراق سطحی مایع قابل اشتعال نگهداری شده و ریخته شده بر روی سطح.

۲۷-۳

احتمال از دست دادن زندگی

potential loss of life (PLL)

تعداد احتمالی تلفات انسانی ناشی از تحقق خطرات برای یک دوره محدود. PLL شاخصی است که به‌عنوان ابزاری نظری برای مقایسه ریسک و فقط باهدف کاهش خطر به سطح ALARP استفاده می‌شود. PLL به‌خودی‌خود شاخصی مطلق از میزان ریسک بر مردم نیست. در QRA، PLL تلفات احتمالی متراکم ناشی از همه سناریوها را نشان می‌دهد. PLL نسبی را می‌توان برای یک سناریو معین یا مجموعه‌ای از سناریوها متعلق به یک سناریو مبتنی بر تجزیه و تحلیل ریسک محاسبه کرد.

۲۸-۳

پروبیت

probit

تابع پروبیت نام دیگری برای توزیع تجمعی معکوس گاوسی است، در ارزیابی ریسک از آن برای محاسبه احتمال مرگ یک فرد در مواجهه معین استفاده می‌شود.

۲۹-۳

عموم (عامه)

public

انسان‌ها، تأسیسات یا سازمان‌هایی که در خارج از حصار (فنس) تأسیسات قرار دارند و از سوی شرکت، مأموریتی برای انجام کار برای آن‌ها لحاظ نشده است

۳۰-۳

تجزیه‌وتحلیل کمی ریسک

quantitative risk analysis (QRA)

QRA یک روش محاسباتی برای تخمین ریسک عددی ناشی از یک فعالیت خطرناک خاص است. این روش شامل تخمین عددی نتیجه خطر از منظر تناوب (فرکانس) و پیامد و تجمیع آن‌ها برای محاسبه کلی ریسک فردی یا گروهی می‌باشد.

۳۱-۳

ثبت فرضیات

register of Assumptions

دستاوردهای ضروری در هر مطالعه ارزیابی ریسک باید ردیابی شوند و فرض اصلی (عمده) یا روش خاص یا اصالت داده که ممکن است بر نتایج مطالعه تأثیر بگذارد، مستند شوند.

۳۲ـ۳

قابلیت اطمینان

reliability

احتمال اینکه یک مورد بتواند در شرایط تعیین‌شده برای مدت‌زمان مشخص یا تقاضای اعلام‌شده عملکرد لازم را انجام دهد.

۳۳ـ۳

اقدام کاهش ریسک

risk reduction measure

اقدام یا تدابیری که به‌عنوان مانع جدید در نظر گرفته شود که به‌واسطه آن تناوب، پیامد منفی یا هر دو که مرتبط با ریسک می‌باشند را کاهش دهد.

۳٤ـ۳

اقدام حیاتی (مهم) ایمنی

safety critical measure

یک اقدام شامل هر نوع تجهیزات یا روشی است که عدم موفقیت آن بلافاصله منجر به یک رویداد مهم با نتیجه فاجعه‌بار یا بالاتر می‌شود که به‌تناوب آن ریسک آسیب جدی، مرگ یا آلودگی غیرقابل‌قبول محیط یا آسیب به دارایی را در پی دارد.

۳۵ـ۳

سناریو

scenario

دنباله‌ای از رویدادها که منجر به رخ دادن حادثه می‌گردد. یک سناریو بر اساس مجموعه‌ای از داده‌ها و فرضیات مربوط به رویداد آغازگر، رویداد میانی، موانع پیشگیری، رویداد مهم میانی، موانع کاهنده، نتیجه خطر، موانع محافظتی و توالی آسیب‌پذیری تعریف می‌شود.

۳٦ـ۳

ریسک فن‌آورانه

technological risk

ریسک مرتبط با به‌کارگیری یا فرآوری مواد سمی، قابل اشتعال و / یا مواد قابل‌انفجار.

۳۷ـ۳

ریسک قابل‌تحمل

tolerable risk

ریسکی که بر اساس معیارهای پذیرش ریسک در یک زمینه مشخص پذیرفته می‌شود.

۳۸ـ۳

اعتبار سنجی

validation

مقایسه نتایج تحلیلی محاسبات باتجربه حاصل از بازبینی نتایج تعداد زیادی از موارد برای کسب اطمینان از مناسب بودن اصول و فرضیات فیزیکی مدل و به دست آوردن نتایج دقیق.

۳۹ـ۳

پیشگیری

prevention

وسایل به کار گرفته جهت کاهش احتمال وقوع یک رویداد خطرناک سطح اول ناشی از تریپ متأثر از فشار[1].

٤٠ـ۳

حوادث

accidents

رویداد برنامه‌ریزی نشده (ناخواسته)ای است که منجر به آسیب، مرگ و بیماری کارکنان، صدمه و زیان به تجهیزات، سرمایه و تولید، خسارت (مستقیم و غیرمستقیم) به محیط‌زیست و یا سایر خسارات به ۴ دسته‌ی شبه حوادث، جزئی، خیلی شدید و فاجعه‌بار (مهم) طبقه‌بندی می‌شوند. طبقه‌بندی حوادث در شکل ۱۱ ارائه‌شده است.به‌صورت فاجعه‌بار، شدید و یا جزئی گردد.

حوادث فاجعه‌بار /مهم: به مجموعه حوادثی گفته می‌شود که عواقب آن‌ها توأم با مرگ (یک یا چند نفر) یا ازکارافتادگی دائم کارکنان، خسارت شدید وسیع تجهیزات، اثر منفی شدید یا قابل‌گسترش در محیط‌زیست و یا اثر منفی در داخل کشور یا سطح بین‌الملل به جهت رسانه‌ای شدن و به خطر افتادن اعتبار سازمان/ شرکت.

حوادث خیلی شدید: به مجموعه حوادثی گفته می‌شود که عواقب آن‌ها توأم با صدمه/بیماری شدید کارکنان، خسارت به تجهیزات، اثر منفی شدید در محیط‌زیست و یا اثر منفی قابل‌توجه در سطح شرکت

1- trip on pressure

باشد.

حوادث جزئی: به مجموعه حوادثی گفته می‌شود که عواقب آن‌ها توأم با صدمه/بیماری ناچیز یا کم کارکنان، خسارت ناچیز یا کم به تجهیزات، اثر منفی ناچیز یا کم در محیط‌زیست و یا اثر منفی ناچیز یا کم در سطح شرکت باشد

شبه حوادث: به رویدادهایی برنامه‌ریزی نشده (ناخواسته)ای اطلاق می‌شود که پتانسیل ایجاد آسیب به افراد یا صدمه به تجهیزات و محیط‌زیست را دارد، اما خوشبختانه هم‌چین اتفاقی رخ نداده است. این‌گونه رویدادها می‌توانند به‌عنوان ابزاری برای درس‌آموزی از وقایع در قالب موارد ناایمن برای پیشگیری مجدد از حوادث و انتخاب معیارهای کنترل ریسک مورد بهره‌برداری قرار گیرند. نظیر شکستن قلاب جراثقال یا پارگی طناب و غیره

۴ کوته‌نوشته‌ها

کوته‌نوشته‌ها کوته‌نوشت	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی
ALARP	کمترین حد قابل‌اجرا	As low as reasonably practicable
BLEVE	**انفجار ناشی بخارات منبسط شده از مایعات در حال جوش**	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
CFD	دینامیک سیالات محاسباتی	Computational Fluids Dynamics
CHARAD	جمع‌آوری داده‌های خطر و قابلیت اطمینان (پایگاه داده داخلی شرکت)	Collection of Hazard and Reliability Data (Company's internal database)
EERA	ارزیابی فرار، تخلیه و نجات	Escape, Evacuation and Rescue Assessment
EFFECTS®	نرم‌افزار مدل‌سازی اثرات و عواقب انتشار تصادفی مواد خطرناک توسط TNO.	Modeling software for the effects and consequences of accidental release of hazardous substances developed by TNO.
ESD	قطع کردن اضطراری	Emergency Shut-Down
FERA	تجزیه‌وتحلیل ریسک حریق و انفجار	Fire and Explosion Risk Analysis
FN (Curve)	منحنی "تناوب[1] تجمعی در سال برای تلفات بیش از N نفر"	Curve of "cumulative Frequency per year to have more than N fatalities"
HAZID	مطالعه شناسایی خطر	Hazard identification Study
HAZOP	بازبینی خطرات و قابلیت عملکرد	Hazards and operability Review
HIPS	سیستم حفاظتی با یکپارچگی بالا	High integrity protection system

1- Frequency

HIPPS	سیستم حفاظتی فشار با یکپارچگی بالا	High integrity pressure protection system
HSE (UK)	مدیریت اجرایی بهداشت و ایمنی بریتانیا	United Kingdom Health and Safety Executive
ICAF	هزینه ضمنی برای جلوگیری از مرگ‌ومیر	Implied Cost to Avert a Fatality
IDLH	خطرناک بودن آنی برای زندگی و سلامتی	Immediately Dangerous to Life and Health.
IEC	کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیکی	International Electro-technical Commission
IRPA	ریسک فردی در سال	Individual Risk per Annum.
ISO	سازمان بین‌المللی استانداردسازی	International Organization for Standardization
LSIR	ریسک فردی خاص مکان	Location Specific Individual Risk
OGP	انجمن بین‌المللی تولیدکنندگان نفت و گاز	The International Association of Oil & Gas producers
OREDA	داده‌های قابلیت اطمینان فراساحلی	Offshore Reliability Data
P&ID	نمودار خطوط لوله و ابزار دقیق	Piping and instrumentation diagram
PFD	نمودار جریان فرآیند یا احتمال شکست در صورت تقاضا	Process flow diagram or Probability of failure on demand
PHAST®	ابزارهای نرم‌افزاری تجزیه‌وتحلیل خطرات فرآیند متعلق به شرکت DNV	Process Hazards Analysis Software Tools - Det Norske Veritas (DNV).
PHAST Risk	ابزارهای نرم‌افزاری تجزیه‌وتحلیل خطرات فرآیند با یکپارچه‌سازی ریسک	Process Hazards Analysis Software Tools with risk integration
PLL	از دست دادن بالقوه زندگی	Potential Loss of Life
PRA	ارزیابی ریسک اولیه	Preliminary Risk Assessment
QRA	تجزیه‌وتحلیل کمی ریسک	Quantitative Risk Analysis
RMS	کار برگ‌های مدیریت ریسک	Risk Management Sheets

RRW	کارگاه کاهش ریسک	Risk Reduction Workshop
SCM	اقدامات ایمنی حیاتی (مهم)	Safety Critical Measures
SDV	شیر قطع کننده	Shut Down Valve
SIL	سطح یکپارچگی ایمنی	Safety Integrity Level
SIS	سامانه‌های ابزار دقیقی ایمنی	Safety Instrumented System
TNO	تحقیقات علمی و کاربردی (سازمان‌های هلند)	Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Netherlands Organisation)
TR	پناهگاه موقت	Temporary refuge
TRA	ارزیابی ریسک فن‌آورانه	Technological Risk Assessment
UVCE	انفجار ابر بخار در محیط محصور نشده	Unconfined vapor cloud explosion
WOAD	بانک اطلاعات حوادث فراساحلی در سراسر جهان	World-wide Offshore Accident Databank

۵ الزامات مدیریت ریسک

۵-۱ جنبه عمومی

جهت ارائه یک رویکرد مشترک برای مدیریت هر نوع ریسک، پیشنهاد می‌شود الزامات ارائه‌شده در ISO/IEC31000 بایستی در نظر گرفته شود.

۵-۲ الزامات اختصاصی

۵-۲-۱ پیاده‌سازی

شرکت باید مطالعات ریسک را در قالب کارگروه فنی پیاده‌سازی و اجرا نماید.

شرکت باید روش اجرایی اختصاصی ریسک فن‌آورانه خود را تهیه و به تائید مدیریت ارشد برساند و پیاده‌سازی نماید. پیشنهاد می‌شود حداقل حدود زیر را در قالب یک سند روش اجرایی در نظر بگیرد:

- سلسله‌مراتب روش اجرایی و شرح مسئولیت کمیته/کارگروه‌های تخصصی و اعضای آن‌ها

- تخصـیص اعتبار و منابع لازم برای اجرای مدیریت ریسـک (اعم از منابع مالی و تعیین صـلاحیت اعضـا و غیره متناسب با دامنه مطالعه)
- نظارت و پایش دوره‌ای شرکت بر اساس شاخص‌های عملکرد

۵-۲-۲ اسناد موردنیاز برای انجام مدیریت ریسک

جهت انجام ارزیابی ریسک به اسناد تأسیسات موردنیاز می‌باشد و در دسترس بودن اسناد به مرحله توسعه بستگی دارد. اسناد مندرج در جدول ۱ یا سایر اسناد مرتب دیگر بایستی برحسب مورد برای ارزیابی ریسک در دسترس باشند.

جدول ۱ – مجموعه اسناد پیشنهادی برای ارزیابی ریسک

ردیف	مستندات	
۱	نمودارهای جریان فرایند و تأسیسات جانبی	Process and Utility Flow Diagrams
۲	نمودار خطوط لوله و ابزار دقیق	Piping and Instrumentation Diagram
۳	نقشه‌های جانمایی	Layout Drawings
۴	نقشه‌های طرح کارخانه و ارتفاع از سطح دریا	Plot plan and elevation drawings
۵	نقشه‌های جانمایی عمومی	General arrange drawings
۶	اساس (پایه) طراحی	Design Basis
۷	نیروی انسانی و توزیع جمعیت	Manning and population distribution
۸	توازن مواد + ترکیبات + شرایط عملیاتی	Material balance + compositions + Operating Conditions
۹	سند مفهوم ایمنی	Safety Concept Document
۱۰	فلسفه عملیاتی و تعمیراتی	Operating and Maintenance Philosophy
۱۱	نقشه برق تک‌خطی	Electrical single line drawing
۱۲	PFD های سیستم ایمنی ساده (ازجمله نمودارهای لاجیکESD)	Simplified Safety System PFDs (including ESD Logic diagrams)
۱۳	نمودارهای علت و معلول	Cause and effect charts
۱۴	برگه‌های اطلاعات فرایند و تجهیزات	Process and Equipment datasheets
۱۵	گزارش‌های قبلی HAZID، HAZOP، SPOT و سایر روش‌ها	Previous HAZID, HAZOP, SPOT etc. Reports

۱۶	مطالعات ایمنی قبلی –نقشه‌ها و محاسبات ناحیه حریق، حریم اختصاصی و حریم ایمنی	Previous Safety studies – Fire Zone, Restricted Area, Impacted Area drawings with calculations.
۱۷	مطالعات ایمنی قبلی - ارزیابی ریسک فوران و	Previous Safety Studies – Blow out risk assessment
۱۸	مطالعات ایمنی قبلی - ارزیابی ریسک سقوط اشیا	Previous Safety Studies – Dropped object risk assessment
۱۹	مطالعات ایمنی قبلی – حریق و ارزیابی ریسک	Previous Safety Studies – Fire and risk assessment
۲۰	مطالعات ایمنی قبلی - ارزیابی ریسک جداسازی در زیردریا	Previous Safety Studies – Subsea Isolation risk assessment
۲۱	مطالعات ایمنی قبلی - ارزیابی ریسک برخورد	Previous Safety Studies – Collision risk assessment
۲۲	مطالعات ایمنی قبلی – ارزیابی رهایش و انفجار بر مبنای CFD	Previous Safety Studies – CFD Dispersion and Explosion assessment
۲۳	مطالعات ایمنی قبلی - سوابق HIPS	Previous Safety Studies – HIPS Dossier
۲۴	مطالعات ایمنی قبلی - تشعشع مشعل (فلر)، ارزیابی ریسک خاموش شدن شعله	Previous Safety Studies – Flare radiation, flame out risk assessment
۲۵	ارزیابی ریسک فرار و تخلیه	Escape and evacuation risk assessment
۲۶	طرح واکنش اضطراری سایت	Site emergency response plan
۲۷	نقشه‌های شبکه آب آتش‌نشانی- محاسبات ظرفیت آب آتش‌نشانی	Fire water network drawings – Fire water capacity calculations
۲۸	محوطه محصور - برنامه‌های تهویه و فشار	Enclosure – ventilation and pressurization schemes
۲۹	نقصان پناهگاه موقت - معیارها	Temporary refuge Impairment – Criteria
۳۹	سیستم آتش‌نشانی فعال و غیرفعال - توضیحات	Active and Passive firefighting system – description
۳۱	تقلیل فشار اضطراری - فلسفه و توضیحات	Emergency depressurization – philosophy and description
۳۲	نقشه‌های چیدمان آشکارساز ایمنی و حریق	Fire and Safety detector layout drawings
۳۳	نقشه‌های طبقه‌بندی منطقه خطرناک (نقشه، اختلاف ارتفاع)	Hazardous area classification drawings (plan, elevations)
۳۴	توضیحات تجهیزات امداد و نجات (قایق نجات، کپسول و غیره)	Life-saving equipment description (lifeboat, capsules etc.)
۳۵	SIMOPS / COMOPS (ماتریس عملیات مجاز)	SIMOPS / COMOPS (Matrix of permitted operations)
۳۶	سوابق ثبت حادثه درون سایت (حوادث و شبه حوادث)	Historical site incident records (accidents and near misses)

۳۷	ثبت ارزش دارایی	Asset value register
۳۸	اطلاعات لجستیکی: ترافیک دریایی، مشخصات خودرو، ترافیک هلی کوپتر، منیفیست بالابر، مشخصات جرثقیل.	Logistical information: marine traffic, vehicle profiles, helicopter traffic, lifting manifest, crane characteristics.

پس از اتمام مراحل اداری / عملیاتی در هر یک از فازهای از چرخه عمر پروژه، آخرین ویرایش اسناد مربوط به مطالعات ریسک باید به گروه مربوطه به فاز بعدی منتقل شود.

۵-۲-۳ بازبینی و به‌روزرسانی

ازآنجاکه مطالعات مدیریت ریسک باید به‌عنوان یکی از مطالعات کلیدی در توسعه فرآیند مورداستفاده قرار گیرد، ضروری است که این مطالعات در فواصل زمانی مشخص در هر مرحله از چرخه عمر پروژه بازبینی و به‌روزرسانی گردند؛ بنابراین مطالعات ریسک متناسب با دامنه مطالعات باید یک دوره زمانی مشخص، حداکثر ۷ سال در تمامی فازهای چرخه عمر پروژه و حداکثر ۵ سال در فاز بهره‌برداری را برای بازبینی مطالعات ریسک در نظر بگیرد.

یادآوری ۱- شرکت باید متناسب با دامنه، نوع، گستره، فن‌های مورداستفاده و سایر موارد (اعم از حوادث رخ‌داده در شرکت‌های مشابه و یا تغییر استانداردهای مرتبط) بازه زمانی بازنگری را بر اساس تجربیات سازمان، سوابق حوادث، بلوغ سازمانی و سایر معیارها تعیین نماید.

یادآوری ۲- نسخه‌های قبلی باید پس از بازبینی یا تغییر به‌عنوان سوابق کاری برای مدت معینی بایگانی شوند؛ بنابراین، آخرین ویرایش مطالعات ریسک ملاک ارزیابی و تصمیم‌گیری در کلیه عناصر مؤثر در سیستم مدیریتی خواهند بود.

یادآوری ۳- در دوره تحویل و تحول پروژه از مرحله ساخت و نصب به مرحله بهره‌برداری، مطالعات ریسک باید توسط شرکت بازبینی شوند.

یادآوری ۴- در صورت رخ داد حوادث خیلی شدید یا فاجعه‌بار (مهم) مطالعات ریسک مربوط به فرایند مرتبط با وقوع حادثه باید مورد بازبینی قرار گیرد.

۵-۲-٤ تغییرات

در مواردی که اقدامات اصلاحی و برنامه‌های مدیریت ریسک با تغییرات جدیدی در حوزه نیروی انسانی، فرایندها، روش‌ها و دستورالعمل‌های اجرایی و غیره ایجاد نماید، لازم است این تغییرات مطابق با الزامات مدیریت تغییر ارائه‌شده در استانداردهای مربوطه توسط شرکت کنترل و مدیریت شوند.

علاوه بر این، در صورت ایجاد تغییر در شرکت، مطالعات ریسک مرتبط با تغییر باید بازبینی شوند.

۵-۲-۵ سیستم مدیریت دارایی

برای ایجاد، استقرار، نگهداری و بهبود سیستم مدیریت دارایی، الزامات ISO ۵۵۰۰۱ باید در نظر گرفته شود.

۵-۳ ارزیابی ریسک چرخه عمر

چرخه توسعه تأسیسات بالادستی باید شامل مراحل زیر باشد (شکل ۱):

- اکتشاف (جمع‌آوری داده‌های لرزه‌ای، حفاری اکتشافی)
- مطالعات امکان‌سنجی و انتخاب مفهوم
- پیش پروژه
- پروژه (مهندسی پایه، طراحی دقیق)
- پروژه (ساخت، نصب، پیش راه‌اندازی و راه‌اندازی)
- توسعه حفاری
- عملیات (شامل اصلاحات جزئی)
- اصلاح یا تغییر شکل (اصلاح اساسی (عمده) به‌عنوان پیش پروژه و پروژه تلقی می‌شود)
- برچیدن سایت

شکل ۱ - فازهای توسعه تأسیسات نفت و گاز - تأسیسات بالادستی

چرخه توسعه تأسیسات پایین‌دستی باید شامل مراحل زیر باشد (شکل ۲):

- مطالعات امکان‌سنجی و انتخاب مفهوم
- پیش پروژه
- پروژه (مهندسی پایه، طراحی دقیق)
- پروژه (ساخت، نصب، پیش راه‌اندازی و راه‌اندازی)
- عملیات (شامل اصلاحات جزئی)
- اصلاح یا تغییر شکل (اصلاح اساسی (عمده) به‌عنوان پیش پروژه و پروژه تلقی می‌شود)
- برچیدن سایت.

شکل ۲ - فازهای توسعه تأسیسات نفت و گاز - تأسیسات پایین‌دستی

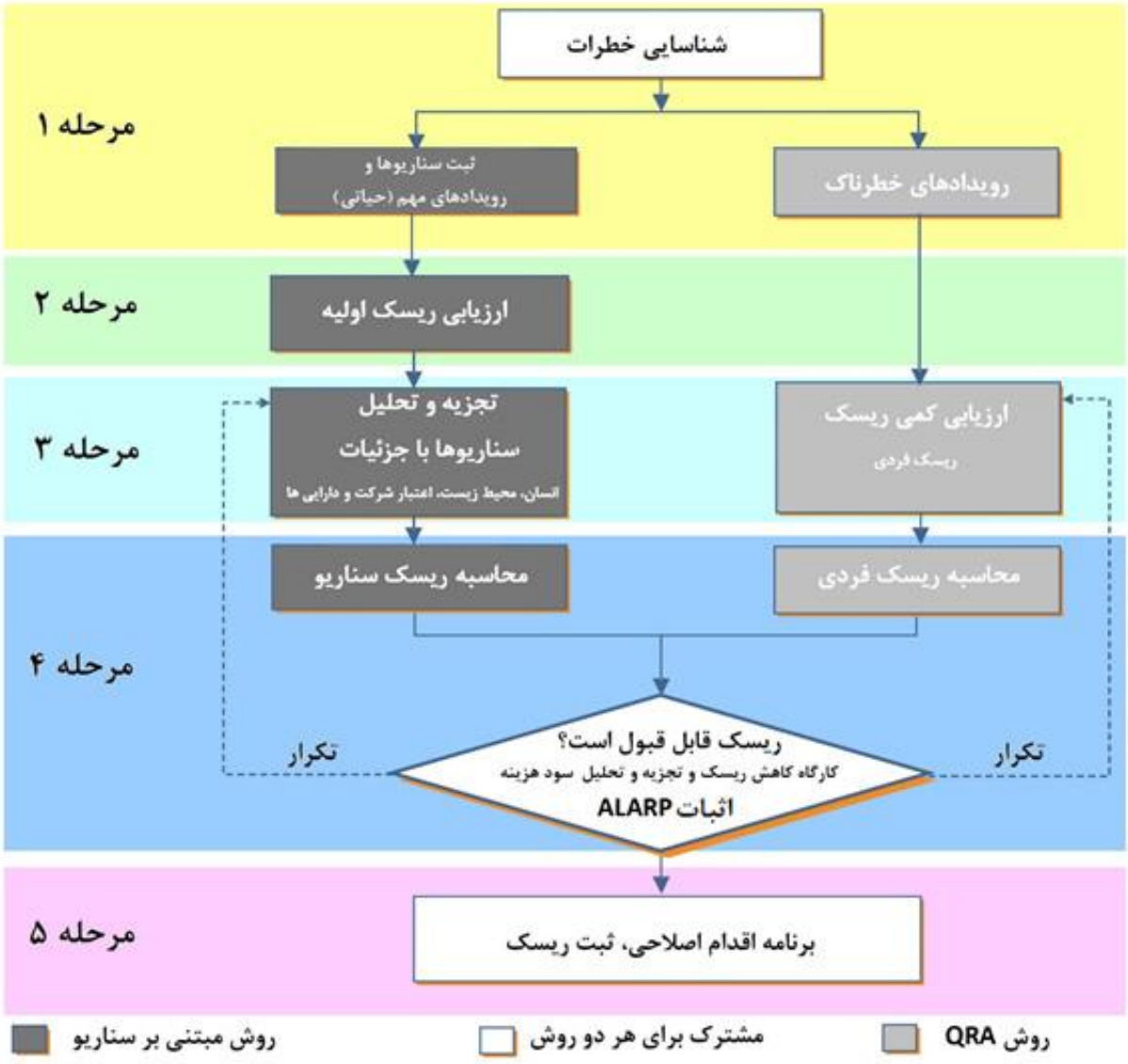
جزئیات تلاش‌های صورت گرفته جهت ارزیابی ریسک ممکن است در طول چرخه عمر، به دلیل دسترسی به جزئیات متفاوت باشد. شناسایی خطر باید به‌صورت گسترده در تمامی مراحل توسعه، اعمال شود.

٤-٥ پنج مرحله مدیریت ریسک فن‌آورانه

ریسک فن‌آورانه، ریسک‌های مرتبط با مواد قابل اشتعال، سمی یا انفجاری است که در حین فعالیت‌های استخراج، پالایش، ذخیره‌سازی یا حمل‌ونقل نفت و گاز مورداستفاده قرار می‌گیرند یا فراورش می‌شوند. این ریسک‌ها بر روی مردم به‌صورت فردی و تجمعی (که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با فعالیت‌های شرکت در ارتباط هستند)، محیط ریست، یکپارچگی تأسیسات و تولیدات تأثیر می‌گذارند.

مدیریت ریسک فن‌آورانه شامل ارزیابی دوره‌ای ریسک‌ها در طول چرخه توسعه یک تأسیسات و همچنین ارزیابی اجباری جهت تعیین اقدامات مناسب برای کاهش ریسک به‌منظور قرار دادن سطح ریسک در سطوح قابل‌تحمل از پیش تعریف‌شده، می‌باشد.

طرح ساده‌شده فرایند اجرایی مدیریت ریسک فن‌آورانه در شکل ۳ ارائه‌شده است.



شکل ۳- پنج مرحله و دو رویکرد تحلیل ریسک به‌صورت موازی

بنابراین، پنج مرحله از فرایند مدیریت ریسک فن‌آورانه به شرح زیر می‌باشد (شکل ۳):

مرحله ۱	شناسایی خطرات
مرحله ۲	تعیین سناریوها و ارزیابی ریسک پایه
مرحله ۳	تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک سناریوهای منتخب و تجزیه‌وتحلیل کمی ریسک (QRA) برای شرایط خاص
مرحله ۴	ارزیابی ریسک و اثبات ALARP
مرحله ۵	برنامه اقدام اصلاحی در مورداجرای اقدامات کاهش ریسک (برخورد با ریسک)

سطح جزئیات و عمق مراحل فوق با در نظر گرفتن مراحل توسعه به‌طور قابل‌توجهی متفاوت است. به‌عنوان‌مثال، عمق ارزیابی ریسک در مرحله قبل از پروژه ممکن است به یک تجزیه‌وتحلیل نیمه کمی محدود شود تا

به‌واسطه آن امکان نمایش سناریوهای عمده برای تعیین کمی ریسک با جزئیات در مراحل بعدی را فراهم نماید.

همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده‌شده است، فرایند مدیریت ریسک فن‌آورانه شامل دو روش موازی زیر است:

جدول ۲ - روش‌های موازی مدیریت ریسک فن آورانه

کاربرد	روش تجزیه‌وتحلیل ریسک
اجباری	**ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو** این روش شامل شناسایی خطر، ارزیابی ریسک پایه‌ای، تجزیه‌وتحلیل دقیق " سناریوهای عمده" و ارزیابی میزان پذیرش ریسک در هر سناریو با توجه به تأثیرات انسانی، محیط‌زیستی، اعتباری و دارایی است. برخورد با ریسک مرتبط با سناریوهای عمده جهت تطبیق با معیار پذیرش ریسک سناریو.
مکمل (در شرایط خاص)	**ارزیابی ریسک مبتنی بر QRA** این روش شامل ریسک تجمعی برای افراد با در نظر گرفتن همه سناریوها ازجمله خطرات شغلی و حمل‌ونقل جهت تخمین ریسک فردی سالیانه (IRPA) می‌باشد. سطح IRPA برای گروه‌های کارگری که بیشتر در معرض خطر می‌باشند با توجه به معیار پذیرش ریسک ارزیابی می‌شود. برخورد با ریسک مرتبط با ریسک فردی تجمیع شده اصلی جهت دستیابی به معیار پذیرش ریسک IRPA مدنظر شرکت.

ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو برای کلیه تأسیسات موجود و طرح‌های توسعه‌ای اجباری است.

هدف روش QRA تعیین ریسک تجمیعی برای انسان به‌صورت کمی می‌باشد. در چنین حالتی، روش QRA ممکن است به‌عنوان یک روش جایگزین برای ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو به درخواست و تائید HSE، در نظر گرفته شود. لغو مطالعات باید با تجزیه‌وتحلیل و مقابله با تمامی سناریوهای فاجعه‌بار و مهلک بر روی محیط‌زیست، اعتبار شرکت و دارایی پشتیبانی شود.

بااین‌وجود ممکن است QRA ارزیابی مبتنی بر ریسک سناریو را در موارد زیر تکمیل کند:

- تأسیسات بزرگ فراساحلی با اقامت دائم
- تأسیساتی که به‌طور بالقوه بر ایمنی عمومی تأثیر می‌گذارند
- تأسیساتی که شرکت تجربه کار با آن را نداشته باشند
- در تأسیساتی که از فنّاوری و مفهوم جدید استفاده‌شده باشد
- درخواست خاص مسئول واحد ارزیابی ریسک فن آورانه در سازمان وابسته یا پروژه.

۵-۵ دامنه کاری ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک اعم از آنکه با به‌کارگیری منابع داخلی شرکت و یا توسط پیمانکار انجام شود، باید یک دامنه کاری مشخص که از قبل آماده‌شده است داشته باشد. سند دامنه کار باید توسط متخصصان ذی‌صلاح شرکت بررسی شود.

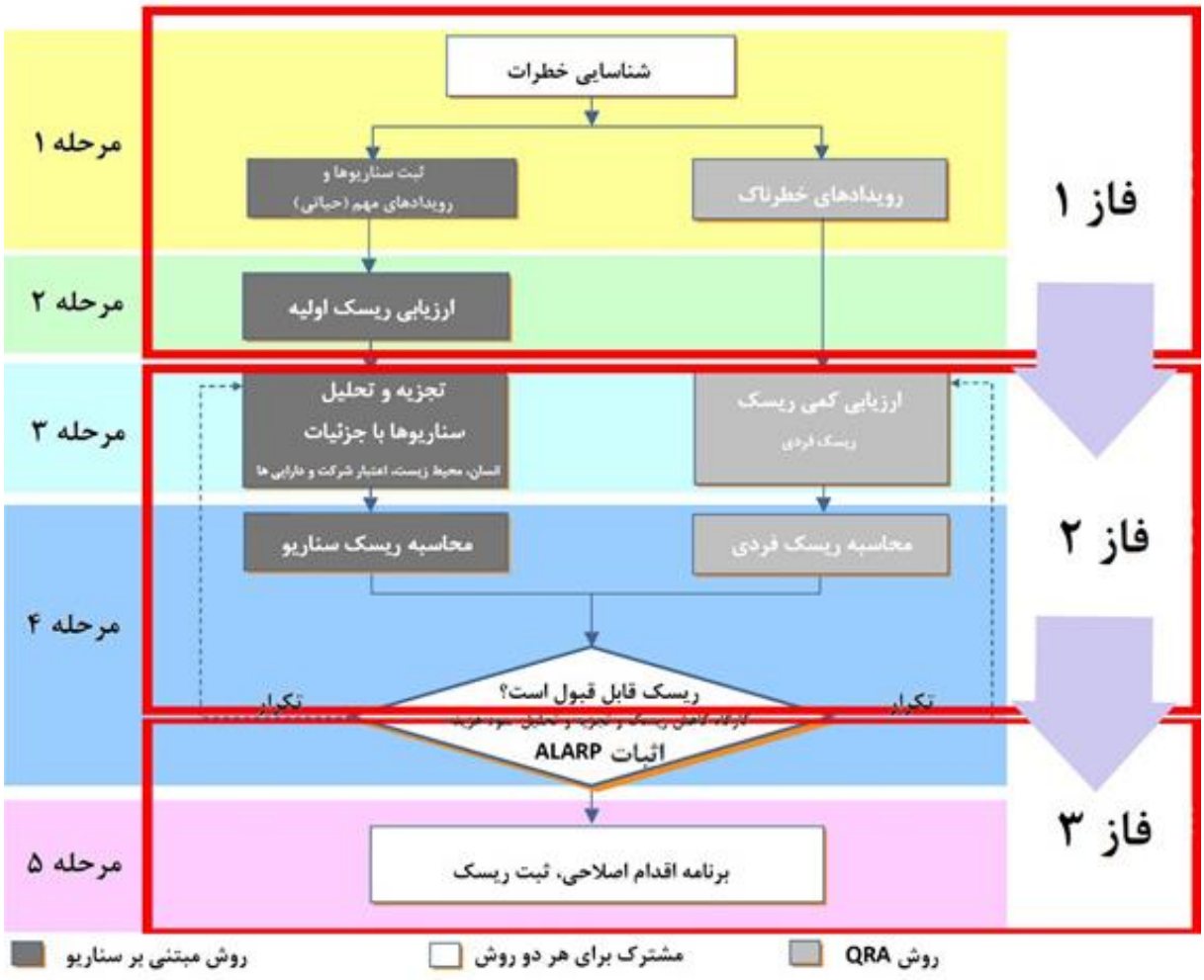
هیچ ارزیابی ریسکی بدون دامنه کار مدون و تائید شده نباید آغاز شود. در تعریف دامنه باید به مرزهای واحد[1]، فازهای عملیاتی، روش اجرا، معیار پذیرش ریسک، داده‌های ورودی و ابزارهایی را که برای ارزیابی استفاده می‌شوند تشریح گردد.

همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده‌شده است، دامنه ارزیابی ریسک باید به سه فاز مشخص تقسیم شود. فازهای پیشنهادی به شرح زیر می‌باشد:

- فاز ۱ (مراحل ۱ و ۲) که شامل شناسایی خطر، تدوین سناریوها، ارزیابی ریسک پایه و کارگاه تائید ارزیابی ریسک اولیه (PRA) است.
- فاز ۲ (مراحل ۳ و ۴) که شامل تجزیه‌وتحلیل دقیق سناریوهای منتخب، QRA (در صورت نیاز)، ارزیابی ریسک، کارگاه کاهش ریسک، به‌روزرسانی تجزیه‌وتحلیل ریسک و اثبات ALARP حاصله در شرکت است.
- فاز ۳ (مرحله ۵) که شامل اثبات ALARP شرکت، تهیه برنامه اقدام اصلاحی جهت تصویب مدیریت و ثبت ریسک اصلی شامل شناسایی اقدامات حیاتی ایمنی می‌باشد.

برای تأسیسات کوچک مانند چاه‌ها یا تأسیسات دریافت‌کننده، مرحله ارزیابی ریسک پایه می‌تواند حذف‌شده و ارزیابی ریسک سناریو مستقیماً با اجرای مراحل ۳ و ۴ انجام شود.

1- Battery Limits



شکل ۴ - سه فاز مشخص جهت تدوین دامنه کار

برای انواع تأسیسات ساده و بسیار شبیه به تأسیساتی که معمولاً بدون اقامت کارکنان (سابق: پلت فرم ساده سرچاهی) هستند، ارزیابی ریسک فن آورانه ممکن است بر روی یک مورد به‌عنوان پایلوت انجام شود.

در استدلال فرضیات مطالعه توجیه نمونه مطالعاتی منتخب به‌صورت کامل باید ثبت شود.

محتوای کلی دامنه کار مرتبط با سه فاز توصیه‌شده، در پیوست ۱ ارائه‌شده است. دامنه کار باید سازگار با چرخه توسعه و پیچیدگی توسعه باشد.

۶ ارزیابی ریسک فن آورانه در چرخه عمر پروژه‌ها

۶-۱ ارزیابی ریسک فعالیت‌های غیر فرآیندی

بررسی شرایط محیط کار و شناسایی عوامل زیان‌آور احتمالی بستگی به مکان و نیازهای سازمان دارد که می‌تواند به روش‌های مختلف انجام شود. صدور مجوز کار برای فعالیت‌های پرخطر و به مانند بازرسی های

معمول و غیرروتین HSE و شناسایی اعمال و شرایط ناایمن متداول ترین روش‌ها جهت کنترل وضعیت خطرناک است که باید توسط شرکت با مشارکت کارکنان با استفاده از روش‌های نیمه کیفی یا کیفی که در ISO/IEC ۳۱۰۱۰ ارائه‌شده است اجرایی گردند.

یادآوری ۱: اگر شرکت در نظر داشته باشند که از روش‌های نیمه کیفی استفاده کنند، مقبولیت ریسک حاصل از هر نتیجه خطر با توجه به‌تناوب آسیب و شدت ماتریس ریسک قابل پذیرش که در بخش ۶-۲-۱-۸-۲ این سند ارائه‌شده است، باید قضاوت شوند.

۶-۲ ارزیابی ریسک تأسیسات فرآیندی

۶-۲-۱ طراحی

برای طراحی سیستم حفاظتی با یکپارچگی بالا، باید الزامات ارائه‌شده در HSE-6 اعمال گردد.

علاوه بر این، برای شناسایی سیستماتیک تمامی خطرات که به‌طور مستقیم یا از طریق تشدید حوادث مبتنی بر عملکرد چرخه زندگی یک تأسیسات، می‌تواند منجر به حوادث خیلی شدید یا فاجعه‌بار (مهم) شود، باید از مطالعات شناسایی خطر (HAZID) و خطر و قابلیت عملیات (HAZOP) استفاده شود. به‌کارگیری از روش‌های فوق اولین مرحله از ارزیابی ریسک فن آورانه می‌باشد.

۶-۲-۱-۱ مطالعه HAZIID

مطالعات HAZID باید بر اساس طوفان ذهنی ساختاریافته با استفاده از یک چک لیست مناسب و کلید واژه هایی که در استاندارد ISO 17776 ارائه‌شده است انجام شوند. HAZID باید در در چرخه کامل عمر یک تأسیسات برای عملیات همزمان مانند حفاری و تولید، مداخله چاه و تولید، ساخت و تولید، تعمیرات و تولید، برچیدن برخی از واحدها مورداستفاده قرار گیرد. HAZID پیش پروژه باید به‌طور کامل تجدید نظر شود تا الزامات ارزیابی ریسک فن آورانه (TRA) برای توسعه سناریو را در برداشته باشد

در جلسه HAZID باید خطرات غیر فرآیندی و خطرات فرآیندی بررسی گردند (خطرات مرتبط با تخلیه مواد برنامه ریزی نشده). به‌طور خاص، جنبه های زیر باید به‌طور منظم بررسی شوند:

- تأثیر تأسیسات بر محیط پیرامون
- تأثیر محیط پیرامون بر تأسیسات
- تداخل بین واحدهای اصلی
- محل / جهت کارخانه و تجهیزات
- تخلیه مواد برنامه ریزی نشده برای بخشها یا واحدهای قابل جدا شدن (قابل ایزوله شدن)
- خطرات محیطزیستس و خطرات طبیعی.

یادآوری- گزارش HAZID باید شامل کار برگ های HAZID و پیشنهادات مطابق با فرمت ارائه‌شده در پیوست ۴ باشد. شایان ذکر است موارد ارائه‌شده در پیوست ۴ باید به‌عنوان موارد حداقلی در نظر گرفته شود.

۶-۲-۱-۲ مطالعه HAZOP

مطالعه HAZOP فرایند مفصلی است که توسط یک تیم اختصاصی برای شناسایی خطرات و مشکلات عملیاتی انجام می‌شود. مطالعات HAZOP با شناسایی انحرافات بالقوه از هدف طراحی، بررسی علل احتمالی و ارزیابی پیامدهای آن‌ها سروکار دارد. به این ترتیب، شرکت باید این مطالعه را بر اساس IEC 61882 انجام دهند.

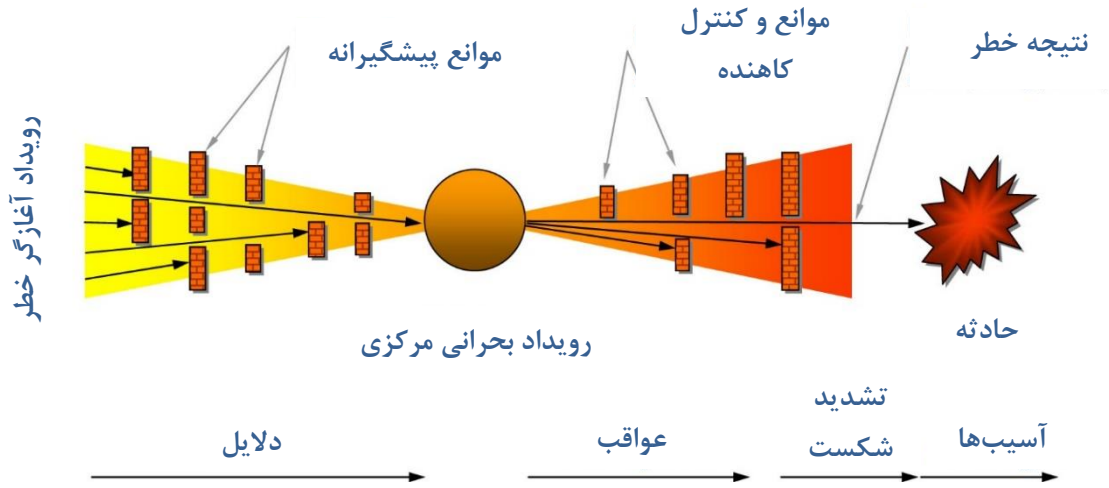
یادآوری ۱- گزارش HAZOP بایستی شامل کار برگ های HAZOP و پیشنهادات مطابق با فرمت ارائه در پیوست ۴ باشد. شایان ذکر است موارد ارائه‌شده در پیوست ۴ بایستی به‌عنوان موارد حداقلی در نظر گرفته شود.

یادآوری ۲- در صورت بروز هرگونه تغییر در این مرحله، باید آخرین ویرایش مطالعات و منطبق با اسناد و نقشه‌های فتی به روز رسانی شده در دسترس باشند.

۶-۲-۱-۳ تعریف سناریو

اصطلاح «سناریو» در کاربرد این سند معنی خاصی دارد. تعریف سناریو به شرح زیر است:

سناریو دنباله‌ای از رویدادها می‌باشد که منجر به یک حادثه می‌شود. یک سناریو بیشتر بر اساس مجموعه‌ای از داده‌ها و فرضیات مرتب با خطر یک رویداد آغازگر، موانع پیشگیرانه، رویداد مهم میانی، موانع کاهنده، نتیجه خطر، موانع کنترل کننده و توالی آسیب تعریف می‌شود که در زیر نشان داده‌شده است:

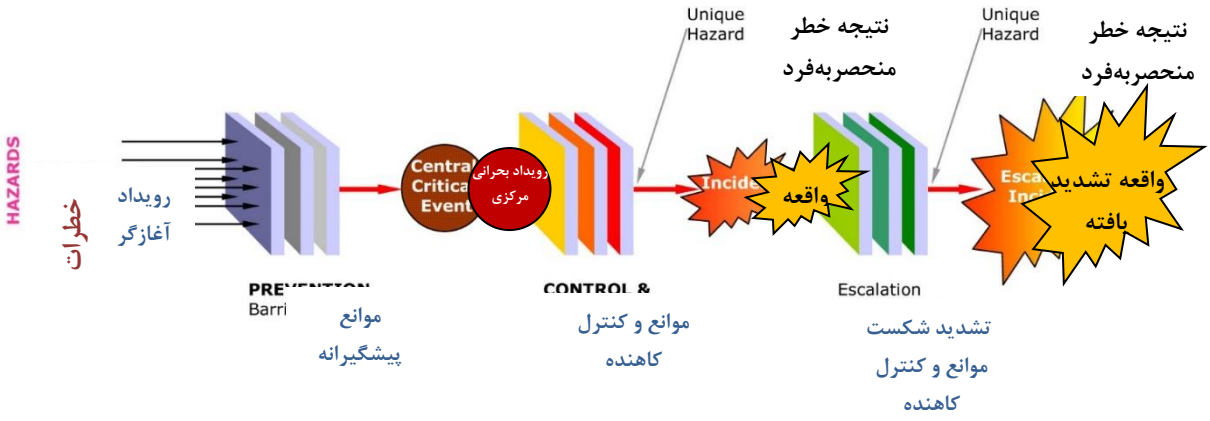


شکل ۵ - سناریو به‌عنوان دنباله‌ای از رویدادها

در ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو، میزان پذیرش ریسک مرتبط با هر نتیجه خطر باید با توجه به فرکانس و شدت آسیب و با به‌کارگیری از ماتریس پذیرش ریسک ارائه‌شده در بخش‌های ۶-۲-۱-۸-۲ و ۶-۲-۱-۸-۳ و بر اساس تجزیه‌وتحلیل پاپیونی قضاوت شود (جهت کسب اطلاعات بیشتر به IEC 31010 مراجعه نمایید).

همان‌طور که در شکل ۶ نشان داده‌شده است، یک سناریو باید از عناصر زیر تشکیل شود:

- یک رویداد یا رویدادهای آغازگر. (توجه داشته باشید که اگر سناریویی با انتشار فرآیند عمومی همراه باشد، کلیه رویدادهای آغازین در نظر گرفته می‌شوند)
- رویداد مهم منحصـــر به فرد میانی. (به‌عنوان‌مثال: از تخلیه و انتشـــار ناخواســـته مواد از ظروف و تأسیسات در سایزهای کوچک یا متوسط یا بزرگ)
- پیامد خطر منحصر به فرد بر اساس نتیجه ایزوله شده یا نشده. (نتایج خطر عبارتند از تشعشع یا دوز حرارتی، فشار بیش‌ازحد انفجار، دوز سمی، پرتابه، آلودگی، اختلال در پایداری).



شکل ۶ - تصویر ساده‌شده یک سناریو

به‌طورکلی، فرکانس رویداد مهم میانی با اســتفاده از روش تجزیه‌وتحلیل درخت خطا محاســبه می‌شــود (بر اســاس IEC 61025)، مگر اینکه خطر مربوط به انتشــار فرایند کلی باشــد. برای انتشــار فرایند کلی، فرکانس رویداد مهم میانی (تخلیه و انتشــار ناخواســته مواد از ظروف و تأســیســات - کوچک، متوســط یا بزرگ) باید منطبق با پایگاه داده تائید شده در مورد انتشار فرآیند باشد.

مدل‌سازی نتایج خطر باید با استفاده از تجزیه‌وتحلیل درخت رویداد (بر اساس IEC 62502) انجام شود که در آن احتمال نتایج مختلف درخت رویداد (به‌عنوان‌مثال، حریق فورانی، حریق استخری، حریق آنی، انفجار، رهایش، پایداری، خرابی ســازه و غیره) باید از فرکانس رویداد مهم میانی با به‌کارگیری از احتمالات شــاخه ای، تخمین زده شوند.

خســـارات مرتبط با نتیجه درخت رویداد خاص یا نتایج ترکیبی درخت رویداد مربوط به یک نتیجه خطر منحصـر به فرد (تابش یا دوز حرارتی، فشـار بیش‌ازحد انفجار، دوز سـمی، نشـت، اختلال سـاختاری) باید با اسـتفاده از مدل های پیامد و آسـیب‌پذیری محاسـبه شـود و نتایج به دسـت آمده از نظر شـدت خسـارت باید منطبق با معیارهای ارائه‌شده در HSE-01 و بخش ۶-۲-۱-۸-۳ باشد.

۶-۲-۱-۳-۱ قوانین برای تعریف بخشهای قابل جداسازی (ایزوله) شدن

بخشهای جداسازی شده باید براساس P&ID یا PFD بر اساس اصول زیر تعریف و علامت گذاری شوند:

- مرزهای جداسازی (ایزوله) باید توسط شیرهایESD ، شیرهای بلودان، شیرهای کنترل محدود کننده جریان گازهای خطرناک به سمت مشعل و شیرهای کنترلی با مکانیزم بسته شدن در اثر خرابی[1] با دریافت فرمان از سیستم قطع کننده، تعیین شود.
- در برخی موارد، زمانی که در کارخانه ESDVیا SDV موجود نباشد (تأسیسات قدیمی) ممکن است «بخش شبه قابل ایزوله شدن» تعریف شود. شیرآلات دستی و شیرهای کنترل از راه دور ممکن است به‌عنوان مرزهای جدا سازی در نظر گرفته شوند. در این صورت پیشنهاد می‌شود احتمال خرابی جداسازی بر این اساس ارزیابی شوند. برای محاسبه رهایش مواد زمان جداسازی نیز در نظر گرفته شود.

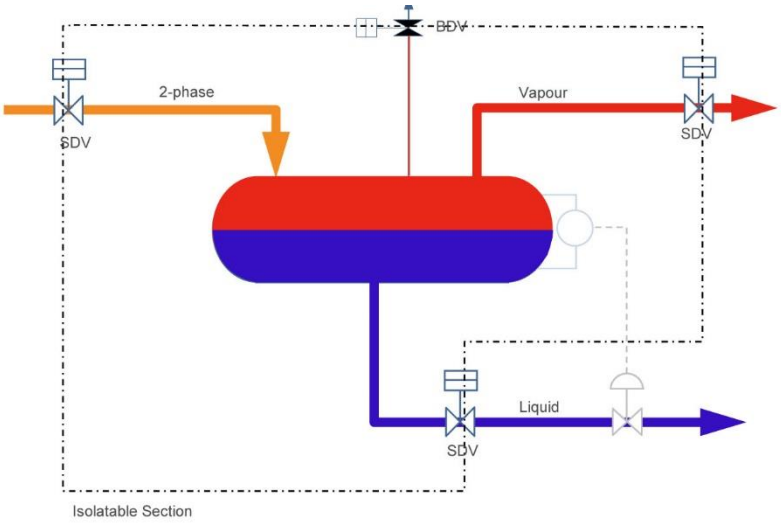
٦-٢-١-٣-٢ قوانین جهت تعریف بخشه واقع شده در یک بخش قابل جداسازی

بخشهای واقع شده در یک بخش جداسازی شده باید بر اساس اصول سلسله‌مراتبی زیر تعریف شوند:

- فاز سیال (۲-فاز، بخار، مایع)
- اختلاف فشار عملیاتی در یک بخش قابل جداسازی.

به‌عنوان نمونه در شکل ۷ یک بخش جداسازی شده‌نشان داده‌شده است. بخشهای ارزیابی ریسک سناریو در این مثال به شرح زیر است:

- بخش ورودی سیال ۲ فاز (لوله ورودی ما بین شیر جدا کننده ورودی و نازل ورودی مخزن)
- بخش خروجی سیال (نیمی از مخزن و لوله بین نازل خروجی مایع و شیر جدا کننده خروجی مایع)
- بخش خروجی بخار (نیمی از مخزن و لوله بین نازل خروجی بخار و شیر جدا کننده خروجی بخار).



شکل ۷- یک مثال برای یک بخش قابل جداسازی و زیر بخش های آن

[1] Failure to Close

برای هر بخش، دو یا سه سایز رهایش (کوچک، متوسط و بزرگ) باید مطابق زیر مورد بازبینی قرار گیرند:

رهایش فرایندهای عمومی با بخش قابل جداسازی یا بخشی از یک تأسیسات مرتبط است. تناوب رهایش باید بر اساس داده‌های تاریخی رهاسازی تجهیزات برآورد شود که شامل تمام علل عمومی منجر به رهایش برنامه ریزی نشده هر ماده ای[1] می‌شود.

الف- شروع رویدادها

-علل عمومی عبارتند از خوردگی، فرسایش، ارتعاش، خستگی، نقص ساخت، خرابی مکانیکی، خطای انسانی و موارد ناشی از حوادث طبیعی و تاثیر وقایع بر روی هر یک از تجهیزات یا بخش خاص.

ب- رویدادهای مهم میانی

- رویدادهای مهم میانی باید بر اساس سه اندازه مختلف رهایش مطابق جدول ۳ در نظر گرفته شوند.

جدول ۳ – اندازه های رهایش برای تجزیه‌وتحلیل ریسک بر اساس سناریو

سایز رهایش	محدوده قطر (میلی متر) برای برآورد تناوب	قطر منتخب (میلی متر) برای محاسبات پیامد
کوچک	۵-۱	
متوسط	۶۵-۵	۶۵
بزرگ	۶۵ – پارگی کامل	قطر لوله یا بزرگترین اتصال فلنج

- اندازه رهایش کوچک فقط باید در بخش‌هایی از فرایند که حاوی سطح بالایی از H_2S یا مایعات سمی (۰٫۲ درصد مولی یا بیشتر) یا عملیات با فشار بالای ۱۰۰barg یا برای تأسیسات بدون اقامت کارکنان حاوی نفت یا میعانات با توجه به خطرات محیطی استفاده شود. برای سایر موارد دیگر، اندازه رهایش متوسط و بزرگ باید برای تجزیه‌وتحلیل ریسک بر اساس سناریو مورد ارزیابی قرار گیرد.

- تناوب رویدادهای مهم میانی باید بر اساس تاریخچه داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از پایگاه داده نرخ شکست شرکت و CHARAD تعیین شوند. برای استفاده از تاریخچه داده‌های مازاد باید تأییدیه شرکت دریافت شود. برای تأسیسات موجود، پیشنهاد می‌شود فراوانی نشت ناشی از پایگاه داده بررسی شود و شاید با توجه به رهایش واقعی برنامه ریزی نشده مواد به دست آمده از گزارش حوادث در یک دوره مناسب (۵ سال دقیقه) تطبیق داده شود. مقدار تطبیق داده‌شده باید در ثبت فرضیات مستند گردند.

1- loss of containment

- از روش تجزیه‌وتحلیل درخت خطا برای تعیین تناوب رهایش فرایند عمومی نباید استفاده شود. با این حال، تجزیه‌وتحلیل درخت خطا باید برای تنظیم تناوب رهایش با توجه به یک طرح/عملیات خاص که به هیچ وجه نمایانگر داده‌های عمومی نیستند، باید پیشنهاد شود.

·نتیجه خطر

- سناریو باید بر اساس نتیجه خطر منحصر به فرد بر اساس پیامدهای جداسازی شده یا جداسازی نشده تعریف شوند. سناریو باید بر اساس یکی از نتایج درخت رویداد جداسازی شده یا جداسازی نشده ارائه‌شده در زیر تعریف شود:
- حریق فورانی / استخری (تابش حرارتی، دود - سمیت)
- حریق آنی (دوز حرارتی)
- انفجار (فشار افزایی انفجار)
- نشت (آلودگی)
- پخش مواد سمی (دوز سمی).

نمونه هایی از سناریوهای مربوط به انتشار (رهایش) فرآیند عبارتند از:

- حریق فورانی جداسازی شده ناشی از آتش گرفتن فوری رهایش متوسط ناشی از بخش بخار تفکیک گر آزمایشی (D-100) در شرایط عادی عملیات.
- انفجار جداسازی نشده ناشی از آتش گرفتن تاخیری ابر بخار حاصل از رهایش زیاد از بخش مایع برج اتاز زدا[1](C-101) در شرایط عادی عملیات.
- پخش مواد سمی جداسازی شده ناشی از رهایش کوچک مربوط به پمپ صادراتی میعانات (P-905)

یادآوری- برای تعیین سناریوها جهت انجام ارزیابی ریسک تأسیسات نفت و گاز، علاوه بر فرآیند عمده خاص، خطرات مکانیکی (فیزیکی)، طبیعی و فوران باید مورد بررسی قرار گیرد.

٦-٢-١-٤ ارزیابی ریسک اولیه

هدف از ارزیابی اولیه ریسک، تعیین سناریوهایی است که در تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک مورد مطالعه قرار گیرد. ریسک حاصل از نتایج خطرات سناریو برای انسان، محیط‌زیست، اعتبار و دارایی‌ها با توجه به فراوانی و شدت آسیب با استفاده از ماتریس غربالگری ریسک ارائه‌شده در بخش ۶-۲-۱-۸-۲ جهت تهیه لیست سناریوها و مطالعه با جزییات، بررسی می‌شود.

ارزیابی ریسک اولیه فقط برای تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو قابل‌اجرا است. نقش PRA در فرایند کلی مدیریت ریسک فناورانه در شکل ۴ نشان داده‌شده است. برای تأسیسات کوچک مانند سکوی

1- deethaniser column

سرچاهی، تأسیسات جمع‌آوری کوچک، چاه ها، چندراهه[1] و غیره، ارزیابی ریسک اولیه را می‌توان به‌طورکلی حذف کرد و تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک را می‌توان مستقیماً انجام داد.

ارزیابی ریسک اولیه شامل برآورد نیمه کمی ریسک سناریو برای انسان، محیط‌زیست، اعتبار و دارایی است.

برای ارزیابی ریسک اولیه از دو روش استفاده می‌شود، یکی:

- روش ساده‌شده و

- روش دقیق.

روش دقیق، ارجحیت دارد، اما در مواردی ممکن است روش ساده‌شده PRAکه به تائید شرکت‌های اصلی رسیده است نیز مناسب باشد.

روش ساده شده PRA

این روش ممکن است در مورد تأسیسات زیر اعمال شود:

- تأسیسات در مرحله توسعه قبل از پروژه
- تأسیسات در فازهای پروژه و بهره‌برداری و فقط شامل مایعات غیر سمی استاندارد و زیر ۱۰۰barg
- تأسیسات در فازهای پروژه و بهره‌برداری و فقط شامل تجهیزات ساده استاندارد مانند تفکیک گرهای استاندارد، لوله هایی که در آن از تکنولوژی جدید استفاده نشده است.

روش ساده‌شده PRA بسیار شبیه به رتبه بندی خطرات پس از یک مطالعه شناسایی خطرات با استفاده از تیمی از متخصصان باتجربه در انجام تجزیه‌وتحلیل ریسک تأسیسات بالادستی یا پایین‌دستی گاز و نفت می‌باشد. با این حال، روش ساده‌شده PRA یک رویکرد کاملاً کیفی نیست که ممکن است بر اساس درک ریسک ذهنی مغرضانه پایه ریزی شده باشد. ارزیابی پیامدها و تناوب ساده‌شده اما محافظه کارانه باید با استفاده از ابزارهای ساده‌شده مدل‌سازی پیامد و ابزارهای شمارنده قطعات عمومی بر اساس پایگاه داده‌های تاریخی شناخته‌شده انجام شود.

در روش PRA ساده‌شده، مطالعه HAZID بلافاصله با رتبه بندی خطرات بر اساس برآورد ساده و محافظه کارانه شدت و فراوانی دنبال می‌شود.

با توجه به فراوانی و شدت خسارت، میزان پذیرش ریسک مربوط به هر پیامد خطر مورد ارزیابی قرار می گیرد.

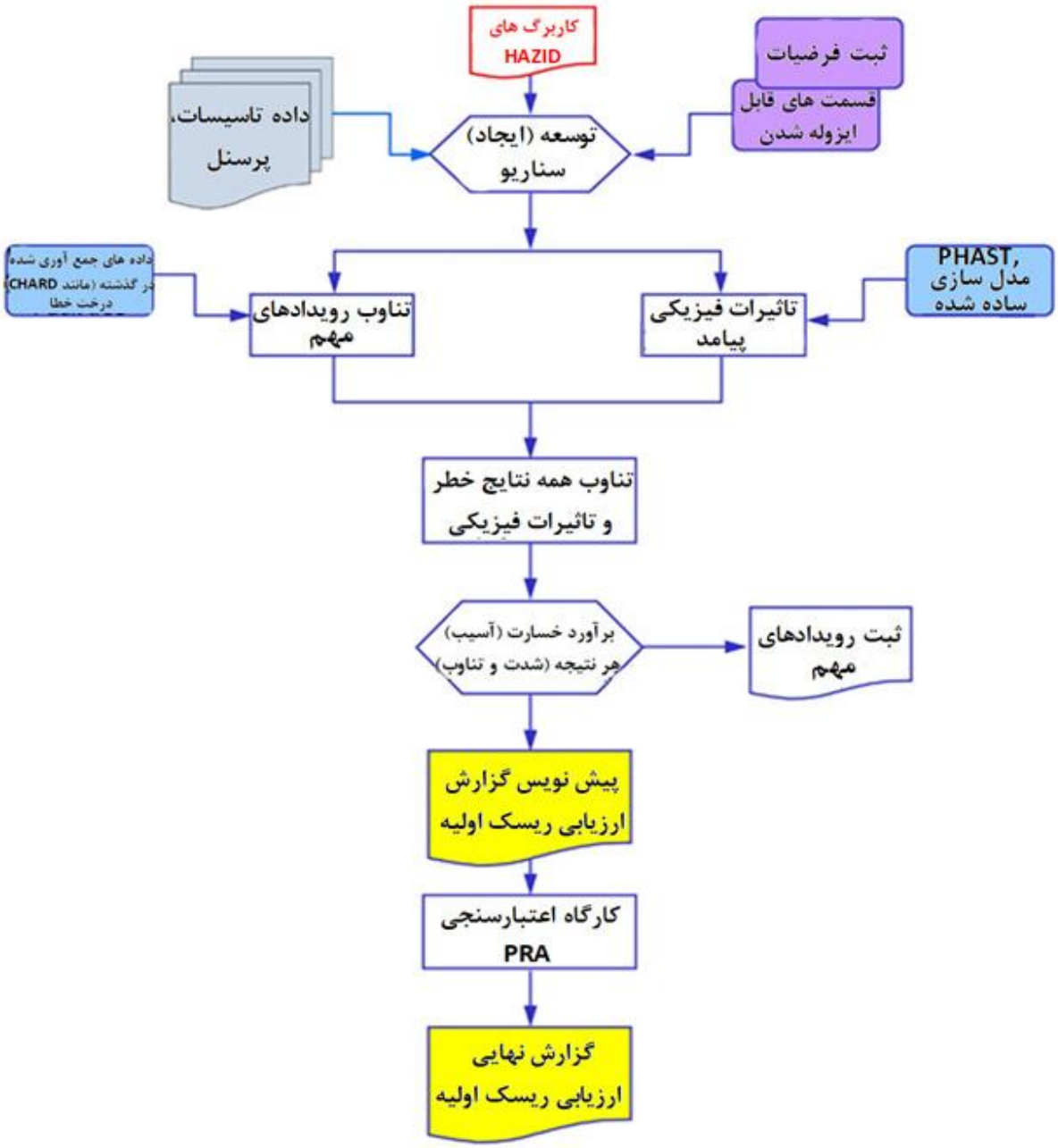
یادآوری: همه فرضیات محاسباتی انجام شده باید در سند «ثبت فرضیات» ثبت شوند.

ارزیابی اولیه خطر شامل مراحل زیر است که در شکل ۸ نشان داده‌شده است:

- ایجاد سناریو

1- Manifold

- فراوانی رویداد مهم میانی
- پیامد نتیجه خطر سناریو.
- فراوانی نتیجه خطر
- میزان شدت خسارت (انسان، محیطزیست، اعتبار و دارایی)
- گزارش دهی
- کارگاه اعتبارسنجی PRA.



شکل ۸ - مراحل مربوط به ارزیابی ریسک اولیه «دقیق»

٦-٢-١-٤-١ ایجاد سناریو

الف- آماده سازی

آماده سازی برای ایجاد سناریو باید شامل فعالیتهای زیر باشد:

- تهیه لیستی از اسناد با شماره سند، عنوان، شماره بازبینی
- تهیه لیستی از بخشهای جداسازی شده که شامل تعداد سلسله جریان، فشار، دما، دستگاههای جدا کننده (بالادست و پایین‌دست)، لیست تجهیزات، برآورد حجم بخار، حجم مایع در یک بخش قابل جدا شدن، می‌باشد.
- تهیه پرونده ای از PFD ها و P&ID ها که بخش‌های جداسازی شده آن‌ها علامت گذاری شده باشند
- تهیه یک کپی از نقشه‌های طرح۱ علامت گذاری شده
- جمع‌آوری داده‌های محیطی (باد، موج، جریان و غیره در صورت وجود)، ازجمله داده‌های جهت باد (نمودار گل باد۲)
- به دست آوردن اطلاعات مربوط به:
- ویژگیهای محصول و درصد ترکیب جریانهای فرایند
- سطوح و توزیع نیروی انسانی
- اطلاعات تراکم جمعیتی اطراف تأسیسات
- برآورد ارزش تقریبی تجهیزات
- فلسفه عملیاتی و تعمیر و نگهداری سطح بالا
- داده‌های مربوط به بالابرها (تعداد بالابرها/ سال، وزن/ بالابر و غیره)
- اطلاعات ترافیک کشتی در اطراف تأسیسات
- بازبینی کار برگ ها و گزارش‌هایHAZID
- تهیه مجموعه‌ای از فرضیات و ثبت در سند «ثبت فرضیات»
- سطح جزئیات موارد فوق بسته به فاز ایجاد متفاوت است.

ب- کار برگ HAZID برای ثبت رویدادهای مهم

هدف این کار توسعه سناریوهای خاصی از کاربرگهای شناسایی خطر است. برای تعیین سناریوها، باید کار برگ HAZID را بازبینی نمایید.

خروجی مورد انتظار تهیه فهرستی از سناریوهای جامع (معروف به ثبت روبدادهای مهم) است که باید شامل شرح سیستم یا بخش، شروع رویدادها، موانع پیشگیرانه، رویداد مهم میانی، موانع کاهنده، پیامدها (پیامدهای خطر)، اقدامات حفاظتی و مدت‌زمان نتیجه خطر باشد.

---

[1] layout drawings
[2] wind rose diagram

در زمان بازبینی، تهیه یک لیست کامل از همه سناریوهای انتشار مواد فرایندی ممکن است دست و پا گیر باشد؛ بنابراین، سناریوهای انتشار مواد فرایندی باید به گونه ای طبقه‌بندی شوند که فقط سناریوهای نماینده برای ارزیابی انتخاب شوند.

مرتب سازی باید بر اساس ویژگی‌های مشابهی از فراوانی رویداد مهم میانی، پیامد نتایج خطر و آسیب احتمالی به مردم، محیط‌زیست، اعتبار شرکت یا دارایی باشد.

قضاوت متخصص همیشه در این کار دخیل است و بنابراین تمام فرضیات تعیین‌شده توسط کارشناس باید به‌طور سیستماتیک با استفاده از «ثبت فرضیات» مستند شود که باید در طول فرایند ارزیابی ریسک به روز شده و نگهداری شود. فرمت ثبت فرضیات در پیوست **ب** ارائه‌شده است.

یک فهرست کامل از رویدادهای مهم میانی «منحصر به فرد» می‌تواند به سرعت تعداد زیادی سناریو ایجاد کند که باید موردتوجه قرار گیرد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که رویدادهای مشابه را با هم گروه بندی کرده و یک رویداد مهم میانی نماینده برای این گروه انتخاب کنید تا مجموعه نماینده کوچکتری از رویدادهای مهم میانی را به دست آورید. معیارهای گروه بندی مجدد عبارتند از:

- تجهیزات با طراحی مشابه، ازجمله سیستم های ایمنی مرتبط که در همان منطقه از کارخانه واقع شده اند
- شرایط عملیاتی ویژگی‌های محصول
- نوع نشت یا پارگی مشابه و سطح فرکانس یکسان
- پیامد مشابه.

رویداد مهم میانی نماینده ممکن است با ترکیبی از شدیدترین فرکانس و پیامد همراه باشد. فهرست تأسیسات و رویدادهای گروهی باید توجیه شده و به‌طور مناسب در سند «ثبت فرضیات» ثبت شود.

۶-۲-۱-۴-۲ تناوب رویداد مهم میانی

وظیفه بعدی، برآورد محافظه کارانه تناوب رویداد مهم میانی همه سناریوهای منتخب رویداد مهم ثبت شده است. برآورد تناوب نرخ شکست باید بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده تجهیزات بکار گرفته‌شده در تأسیسات بر گرفته از سازنده باشد. در صورت عدم وجود تاریخچه داده‌های مربوطه جهت تخمین فراوانی، تجزیه‌وتحلیل درخت خطا می‌توان از منابع زیر یا سایر منابع مشابه به‌عنوان یک گزینه در نظر گرفت (جهت کسب اطلاعات بیشتر به IEC 61025 مراجعه کنید):

- WOAD (بانک اطلاعات جهانی حوادث فراساحل)[1]
- OREDA (داده‌های قابلیت اطمینان فراساحل)[2]

[1] Worldwide Offshore Accident Databank
[2] Offshore Reliability Data

- پایگاه داده CHARAD (پایگاه داده داخلی شرکت)[1]

یادآوری: در صورت عدم وجود پایگاه اطلاعاتی نرخ شکست واقعی برای تجهیزات بکار گرفته‌شده در تأسیسات، پایگاه اطلاعاتی بین‌المللی مورداستفاده بایستی به تائید شرکت برسد.

روش شمارش قطعات باید به‌صورت دقیق در روشPRA جهت تعیین تناوب رویداد مهم میانی مرتبط با انتشار (مواد) در فرایندهای عمومی (در سایزهای کوچک، متوسط و بزرگ) استفاده شود.

٦-٢-١-٤-٣ برآورد پیامد

تجزیه‌وتحلیل پیامدها باید برای برآورد اثرات فیزیکی مرتبط با هر نتیجه خطر انجام شود. این کار برای سناریوهای انتشار غیر برنامه ریزی شده مواد به‌عنوان رویدادهای مهم میانی، نسبتاً آسان است. اثرات فیزیکی مرتبط با پیامدهای خطر باید با استفاده از ابزارها یا نرم‌افزارهای یارانه ای یا یا جداول تجزیه‌وتحلیل پیامدهای ساده برآورد شود. شرکت باید استفاده از نرم‌افزار/ابزارها و جداول برآورد پیامد را، تائید نماید.

پارامترهای زیر برای برآورد شدت خسارت مورد ارزیابی قرار می گیرد:

- مدت‌زمان انتشار (با و بدون جداسازی)

- فاصله تا سطوح شدت خطر- (IDLH، LC1% در صورت وجود و مرگ‌ومیر)

- سینتیک و پتانسیل تشدید.

برای سناریوهای مرتبط با رویدادهای غیر فرایندی، پیامدها باید بر اساس برآورد مهندسی با استفاده از تخصص سازه ای و هیدرودینامیکی باشد. آستانه شدت خطر جهت تعریف مناطقIDLH ، LC1% و مرگبار باید مطابق با پیوست ۳ دنبال گردد.

٦-٢-١-٤-٤ فرکانس نتیجه خطر

برای تعیین فراوانی نتیجه خطر، یک تجزیه‌وتحلیل درخت رویداد ساده (بر اساس IEC 61025) باید در نظر گرفته شود. نتیجه های خطر زیر برای برآورد تناوب ها مورد بررسی قرار می گیرد:

- تابش حرارتی (حریق فورانی / استخری)
- دوز حرارتی (حریق آنی)
- فشار افزایی انفجار (UVCE، BLEVE)
- نشت (انتشار مایع بدون احتراق)
- انتشار مواد سمی (انتشار بدون احتراق)
- اختلال ساختاری یا ثبات.

1- Company internal database

برآورد تناوب نتیجه های خطر بر اساس قضاوت متخصص انجام می‌شود و بنابراین تمام فرضیات انجام شده توسط کارشناسان باید به‌طور سیستماتیک با استفاده از ثبت فرضیات مستند شوند.

٦-٢-١-٤-٥ شدت و تناوب آسیب

هدف این فعالیت این است که بر اساس تعریف دسته بندی های ارائه‌شده در زیر بندهای ۶-۲-۱-۸-۲ و ۳-۸-۱-۲-۶، بدترین حالت شدت خسارت و رده تناوب خسارت مربوط به هر یک از نتیجه های خطر ایجاد شود.

سطوح آسیب به انسان، محیط‌زیست، اعتبار شرکت و دارایی باید ارزیابی شود.

تناوب دسته آسیب های انسانی باید با در نظر گرفتن احتمال حضور افراد تعیین شود. برای انجام این کار، سطوح نیروی انسانی و توزیع آن‌ها در محل و خارج از سایت مورد بررسی قرار می گیرد. پیشنهاد می‌شود به دلیل فاکتور رهایش و سطح نیروی انسانی متفاوت، شرایط عادی عملیات و موارد SIMOPS متفاوت در نظر گرفته شوند.

طبقه‌بندی شدت آسیب و دسته تناوب برای همه سناریوها در ماتریس غربالگری ریسک ارائه‌شده در این سند به‌صورت جداگانه برای انسان، محیط‌زیست، اعتبار شرکت و دارایی ارائه‌شده است. هدف از این ارائه انتخاب تعداد محدودی از سناریوهای عمده برای تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک است.

٦-٢-١-٤-٦ گزارش دهی

جهت گزارش دهی ارزیابی ریسک اولیه باید از ساختارهای زیر بایستی استفاده شود:

- خلاصه مدیریتی
- دامنه و محدوده عملیاتی
- داده‌های مطالعه
- روش ارزیابی
- نتایج

الف- لیست سناریوهای عمده مورد مطالعه به تفصیل

ب- لیست سایر سناریوهایی که باید با به‌کارگیری از RMS به‌طور مفصل مورد مطالعه قرار گیرد

پیوست ها

- ثبت رویدادهای مهم
- ارائه سناریوهای در ماتریس غربالگری (ایمنی، محیط‌زیست، اعتبار شرکت و دارایی)
- ثبت فرضیات
- برآورد تناوب (رویداهای مهم میانی و نتیجه های خطر)
- برآورد پیامد

- برآورد شدت و فراوانی خسارت.

٦-٢-١-٤-٧ کارگاه اعتبار سنجی ارزیابی ریسک اولیه

هدف این بخش بررسی و اعتبارسنجی همه سناریوهای عمده به‌عنوان تمرین تیمی است. شرکت کنندگان در کارگاه اعتبارسنجی PRA باید تا آنجا که ممکن است با افرادی که در جلسات اولیه شناسایی خطر شرکت کرده اند یکسان باشند.

نظرات و اظهارات تیم باید برای به روز رسانی گزارش ارزیابی اولیه خطرات استفاده شود. هرگونه اقدامات و فرصتهای اولیه کاهش ریسک که در طول کارگاه شناسایی می شو، باید به‌عنوان بخشی از صورتجلسه کارگاه ثبت شده و در گزارش نهایی PRA گنجانده شود.

رهبر HAZID باید به‌عنوان تسهیل کننده کارگاه اعتبارسنجی PRA عمل کند و باید مسئول تهیه صورتجلسات کارگاه اعتبارسنجی باشد.

٦-٢-١-٥ تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک سناریوها

هدف تائید مجدد ریسک مربوط به سناریوهای عمده تعیین‌شده در ارزیابی ریسک اولیه با در نظر گرفتن موارد زیر می‌باشد:

- کمی سازی تناوب رویداد مهم میانی و کلیه نتایج خطر با مدل‌سازی موانع ایمنی موجود

- تخمین خسارت احتمالی با درنظر گرفتن سطح شدت خسارت و تناوب خسارت مرتبط با نتیجه خطر

- ارائه نتایج ریسک سناریو بر اساس ماتریس ریسک با در نظر گرفتن مقیاس شدت خسارت با تناوب خسارت مرتبط با نتیجه خطرات، به‌صورت جداگانه برای گروه‌های انسانی، محیط‌زیستی، اعتبار شرکت و دارایی

- شناسایی سناریوها در مناطق سطح ۱ و سطح ۲ ماتریس ریسک. یافته ها را گزارش دهید.

- بازبینی سناریوهای سطح ۱ و سطح ۲ در کارگاه «کاهش ریسک» (به زیر بند ۲-۹-۱-۲-۶ مراجعه کنید) جهت شناسایی اقدامات احتمالی کاهش ریسک را مرور کنید

- سنجش مجدد سناریوهای مرتبط با اقدامات کاهش ریسک شناسایی شده جهت کمک به اثباتALARP . یافته ها را گزارش دهید.

- اثبات برای هر سناریوی اصلی که ریسک با کمک ارائه مدل پاپیونی[1] مدیریت می‌شود تا اطمینان حاصل شود که حداقل یک مانع ایمنی در هر شاخه از پاپیون، در زمینه پیشگیری و کنترل و کاهش وجود دارد (به استاندارد IEC31010 مراجعه نمایید)

1- bow-tie

سناریوهای عمده نیاز به مدل‌سازی پیامدهای گسترده و تجزیه‌وتحلیل احتمالی جهت تعیین سطوح شدت آسیب و تناوب ها در مرحله تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک دارند. وظایف اصلی زیر باید به‌عنوان بخشی از تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک سناریوهای عمده انجام شوند:

الف- بازبینی سناریوها

ب- انجام تجزیه‌وتحلیل تناوب

پ- انجام تجزیه‌وتحلیل پیامدها

ت- بازبینی پتانسیل تشدید[1]

ث- انجام تجزیه‌وتحلیل تأثیر (آسیب‌پذیری انسان، محیط، اعتبار و دارایی)

ج- انجام مطالعات تاثیرپذیری (حساسیت)

چ- ارائه نتایج و مستندات محاسبات و فرضیات

ح- ارسال اسناد معتبر داخلی جهت اظهارنظر به شرکت

خ- درج نظرات شرکت و انتشار مجدد آن برای کارگاه کاهش ریسک

د- شناسایی اقدامات کاهش احتمالی سناریوهای سطح ۱ و سطح ۲ در زمان برگزاری کارگاه کاهش ریسک (بخش ۲-۹-۱-۲-۶).

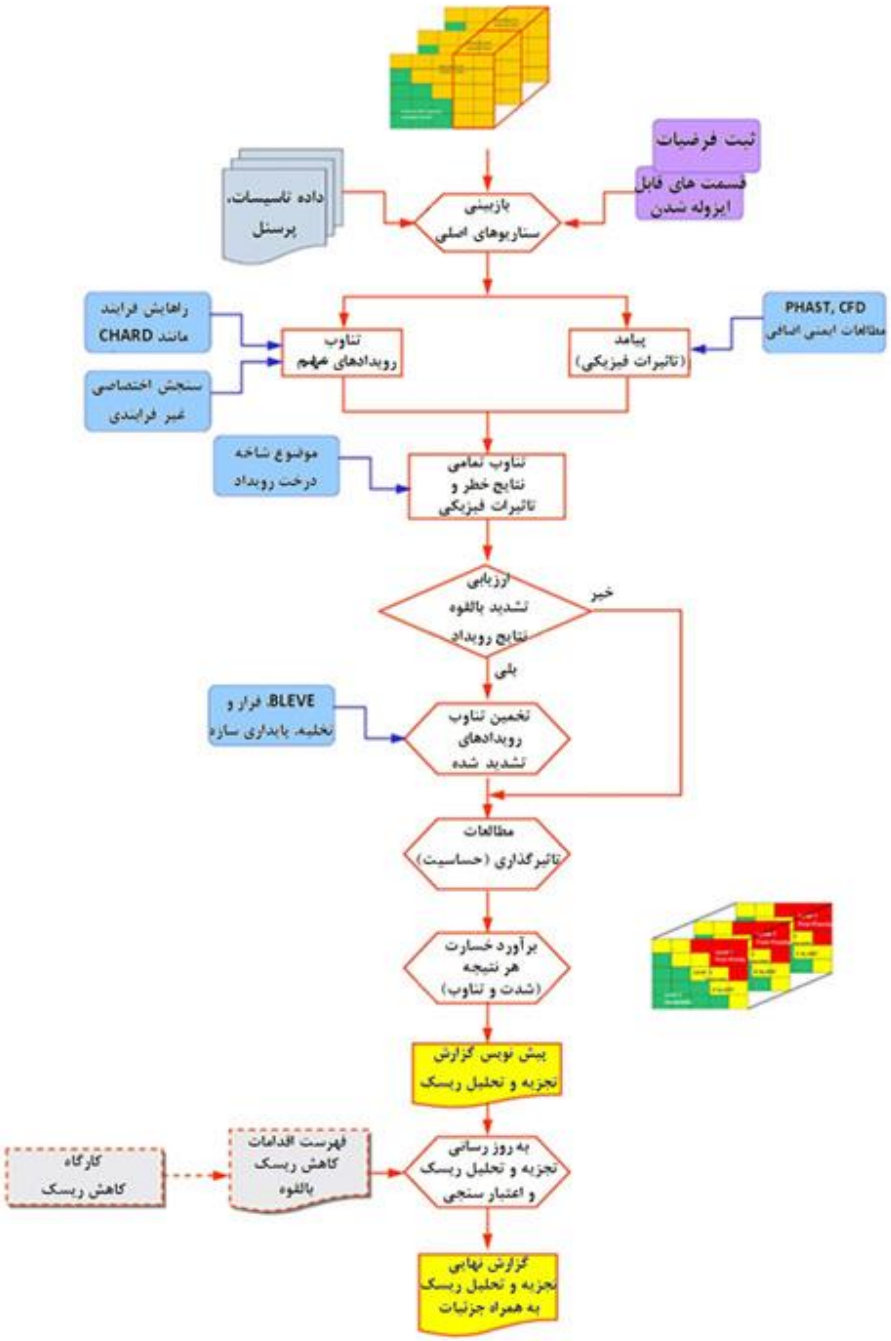
ذ- به روز رسانی تجزیه‌وتحلیل ریسک جهت برآورد مزایای خطر مرتبط با پتانسیل اقدامات کاهش ریسک

ر- ارسال گزارش معتبر داخلی به شرکت جهت بررسی و تائید گزارش

ز- اعمال‌نظرات شرکت و انتشار گزارش نهایی

این مراحل در بخشهای بعدی مورد بحث قرار گرفته است. طرح کلی تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک در شکل ۹ ارائه‌شده است.

1- Review of escalation potential



شکل ۹ - فلوچارت تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک سناریوهای عمده

۶-۲-۱-۵-۱ بازبینی سناریو

باید بازبینی سناریوی تجزیه‌وتحلیل اولیه ریسک از شروع رویداد (همه رویدادهای آغازین که برای انتشار مواد فرآیند در نظر گرفته شوند) تا نتیجه نهایی خطر باهدف شناسایی اقدامات پیشگیری، کنترل و کاهش، انجام شود. بازبینی سناریو باید با استفاده از نمایش درخت رویداد و درخت خطا انجام شود تا اطمینان حاصل شود که همه ضوابط موجود در تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک سناریوهای عمده لحاظ شده است.

این بازبینی اصلاح بالقوه ای را در مدل‌سازی (در صورت وجود) برای تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک ایجاد می‌کند. اصلاح مربوطه باید یک یا چند عنصر زیر باشد:

- تجزیه‌وتحلیل درخت خطا ممکن است بر اساس IEC۶۱۰۲۵ برای «فرایند خاص» و «خطای انسانی»، سناریوها رهایش، تعداد دقیق قطعات و استفاده از پایگاه داده معتبر برای تعیین تناوب انتشار برای سناریوهای انتشار فرایند عمومی انجام شود. تجزیه‌وتحلیل درخت خطا برای تعیین فرکانس انتشار برای سناریوهای مرتبط با انتشار فرایند عمومی توصیه نمی‌شود؛
- محاسبات پیامد اضافی؛
- ایجاد درخت رویداد دقیق و تجزیه‌وتحلیل تاثیر.

۶-۲-۱-۵-۲ تجزیه‌وتحلیل تناوب

بازبینی سناریوها دامنه بازنگری موردنیاز در تجزیه‌وتحلیل تناوب را پایه گذاری می‌نماید. تجزیه‌وتحلیل درخت رویداد باید بر اساس IEC۶۲۵۰۲ انجام شود تا توسعه متوالی رویدادها از رویداد مهم میانی تا نتایج مختلف درخت رویداد بر اساس موانع ایمنی موجود و احتمال جرقه فوری و تاخیری انجام شود. موانع زیر برای توسعه درخت رویداد باید بازبینی شوند:

- جداسازی خودکار هنگام نوسان فرایند یا تشخیص گاز یا حریق در یک منطقه؛
- کاهش فشار اضطراری (فعال سازی دستی یا خودکار از طریق فعال شدن آشکارساز گاز و حریق)؛
- هشدار (دستی یا خودکار در زمان تشخیص حریق در یک منطقه)؛
- حفاظت فعال در برابر حریق (سیلابی، آب باش، جت آب و غیره)؛
- حفاظت غیرفعال در برابر حریق (دیوارهای مقاوم در برابر حریق و موج انفجار، پوشش حفاظتی غیرفعال حریق روی سازه ها، پوشش مخازن) و غیره.

بر خلاف درخت رویداد ساده‌شده که در ارزیابی اولیه ریسک در نظر گرفته‌شده اند، تمامی موانع حفاظتی باید در تجزیه‌وتحلیل دقیق در نظر گرفته شوند. احتمال های شاخه درخت رویداد باید با استفاده از قضاوت مهندسی، داده‌های میزان خرابی، تجزیه‌وتحلیل درخت خطا یا ترکیبی از آن‌ها تخمین زده شود. همه فرضیات باید توجیه شده و در سند ثبت فرضیات مستند شوند (به ضمیمه ۲ مراجعه کنید).

۶-۲-۱-۵-۳ تجزیه‌وتحلیل دقیق پیامد

تجزیه‌وتحلیل نتایج دقیق انتشار هیدروکربن یک محدوده مطالعاتی خوب انجام شده و چندین کد پیشرفته و نرم‌افزار تجاری در این حوزه در دسترس می‌باشد (به‌عنوان نمونه EFFECTS، PHAST، دینامیک سیالات محاسباتی پیچیده که بر اساس کد ها پایه گذاری شده اند مانندFLACS ، KFX، FDS، CFX، FLUENT و غیره).

برای سناریوهای غیر هیدروکربنی، مدل‌سازی نتایج مانند خرابی سازه، از دست دادن پایداری، آسیب به اجسام افتاده یا خرابی لنگر نیاز به تخصص و ابزارهای تخصصی دارد که ممکن است بر اساس تجزیه‌وتحلیل اجزای محدود غیر خطی و یا تجزیه‌وتحلیل هیدرو دینامیکی یا حتی مدلهای پدیدارشناسی مبتنی بر تجربه‌صورت پذیرد. چنین روش‌هایی می‌تواند بسیار وقت گیر باشد و نیاز به مهارت در تجزیه‌وتحلیل خرابی سازه، معماری میانه و دینامیک سیالات دارد؛ بنابراین انتخاب روش تجزیه‌وتحلیل بستگی به اهمیت نسبی رویداد با توجه به سطح ریسک کلی توسعه دارد.

جهت استفاده از نرم‌افزار و ابزارهایی که در محدوده کار مشخص نشده‌اند، باید از شرکت تأییدیه دریافت شود.

خروجی گرافیکی جهت محاسبات اثر فیزیکی مرتبط با رویدادهای انتشار فرآیند جهت تسهیل و بازبینی و ارتباط سطوح شدت خطر باید ارائه شود.

٦-٢-١-٥-٤ پتانسیل تشدید

تشدید به افزایش شدت نتیجه خطر ناشی از توسعه خطر (به دلیل شکست کنترل تشدید و موانع کاهش) اشاره دارد. برای تأسیسات فراساحل به دلیل هندسه نصب در هم تنیده، تشدید رویدادها باید به‌طور جدی مورد بررسی قرار گیرد تا پتانسیل شدت های بالقوه مرتبط با نتایج خطر مشخص شود. مدل‌سازی پتانسیل تشدید باید بر ویژگی‌های حریق وقوع انفجار در سازه ها یا تجهیزات آسیب‌پذیر متمرکز شود.

به‌عنوان‌مثال، نتایج تشدید می‌تواند منجر به انتشار برنامه ریزی یا نشده مواد فرایندی (مانند BLEVE)، پرتابه[1]، واژگونی، خرابی فاجعه‌بار ساختاری و اختلال در فرار و تخلیه شود.

٦-٢-١-٥-٥ مطالعات تاثیرگذاری (حساسیت)

تجزیه‌وتحلیل تاثیرگذاری (حساسیت) نقش مهمی در تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک ایفا می‌کند تا به درک عدم قطعیت های مربوط به برآورد ریسک کمک کند. تاثیرگذاری (حساسیت) باید بر اساس تائید شرکت در مورد موارد تاثیرگذاری (حساسیت) صورت پذیرد (به بخش ٧-١-٢-٦ مراجعه کنید).

٦-٢-١-٥-٦ برآورد احتمالی طبقه‌بندی خسارت و تناوب

هدف از این مرحله ایجاد بدترین طبقه‌بندی خسارت (جزئی، خیلی شدید، فاجعه‌بار یا مهم) و تناوب مربوط به هر «خروجی خطر» است. برای سناریوهای انتشار هیدروکربن، ارزیابی می‌تواند با توجه به تنوع در جهت انتشار، توزیع کارکنان، احتمال مواجهه با کارکنان، جهت باد و غیره پیچیده باشد.

در تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک، یک تصویر احتمالی از آسیب مرتبط با همه «نتایج درخت رویداد» باید بر اساس سطوح شدت خطر، توزیع کارکنان، قرار گرفتن در معرض و پارامترهای محیطی ارزیابی شود.

1- missiles

برای هر «نتیجه خطر» (به‌عنوان‌مثال حریق ایزوله شده که منجر به تابش حرارتی می‌شود) می‌توان چندین «نتیجه درخت رویداد» را در تجزیه‌وتحلیل دقیق درخت رویداد در نظر گرفت. در این مثال، حریق جداسازی شده می‌تواند از انواع زیر در یک درخت رویداد دنبال گردد:

- حریق جداسازی شده، بلودان[1] و سیلابی[2]
- حریق ایزوله شده و سیلابی
- حریق ایزوله شده (بدون سیلاب و بلودان).

اثرات فیزیکی مرتبط با نتایج درخت سه رویداد فوق ممکن است بر اساس ویژگی‌های سیال و باقیمانده مواد بخش قابل جداسازی شدن و فشار متفاوت باشد؛ بنابراین هر نتیجه درخت رویداد به‌طور بالقوه طبقه‌بندی و تناوب آسیب متمایز را ارائه می‌دهد.

در تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک، توصیه می‌شود «نتایج درخت رویداد» را مشابه با یک «نتیجه خطر» منحصر به فرد در نظر بگیرید.

این رویکرد با استفاده از یک مثال تجزیه‌وتحلیل درخت رویداد همراه با یک رویداد مهم میانی در جدول ۴ توضیح داده‌شده است. «نتیجه خطر» مربوط به رویداد مهم میانی (مثلاً انتشار متوسط از بخشی از تأسیسات که حاوی سیال سمی می‌باشد) عبارتند از:

جدول ۳-

مرجع سناریو	نتیجه خطر
۱. Expl-U	انفجار جداسازی نشده (فشار بیش‌ازحد انفجار)
۲. Flash-I	حریق آنی جداسازی شده (دوز حرارتی)
۳. Fire-I	حریق جداسازی شده (تابش حرارتی)
٤. Fire-U	حریق جداسازی نشده (تابش حرارتی)
٥. Toxic-I	رهایش مواد سمی جداسازی شده (دوز سمیت)
٦. Toxic-U	رهایش مواد سمی جداسازی نشده (دوز سمیت)

نتایج تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک مربوط به این شش سناریو در جدول ۴ ارائه‌شده است.

1- blown down
2- deluged

جدول ۴ – یک مثال از نتایج رویداد با خسارت های یک «رویداد بحرانی مرکزی»

خطر	نتیجه درخت رویداد	تناوب خسارت به انسان در سال				
		جزئی-۲	بسیار شدید-۳	بسیار شدید-۴	فاجعه‌بار (مهم)-۵	فاجعه‌بار (مهم)-۶
انفجار	UVEC **جداسازی** نشده و سیلاب شده					5.14E-07
انفجار	UVEC **جداسازی** نشده					1.14E-06
انفجار	UVEC تشخیص داده نشده و **جداسازی** نشده					2.17E-05
حریق	حریق **جداسازی** شده، بلودان و سیلابی			9.96E-06		
حریق	حریق **جداسازی** شده و بلودان			1.89E-04		
حریق	حریق **جداسازی** شده و سیلابی				5.24E-07	
حریق	حریق **جداسازی** شده				9.96E-06	
حریق	حریق **جداسازی** نشده و سیلابی				5.52E-07	
حریق	حریق **جداسازی** نشده (سیلاب اثری نداد)				1.05E-05	
حریق	حریق **جداسازی** نشده				2.45E-05	
حریق آنی	حریق آنی **جداسازی** شده، بلودان و سیلابی			9.27E-06		
حریق آنی	حریق آنی **جداسازی** شده و بلودان			4.88E-06		
حریق آنی	حریق آنی **جداسازی** شده و سیلابی			9.27E-05		

حـریـق آنی	حریق آنی **جداسازی** شده			4.88E-06		
سمیت	رهایش مواد سـمی **جداسـازی** شده و بلودان				4.7E-03	
سمیت	رهایش مواد سـمی **جداسـازی** شده					5.04E-04
سمیت	رهایش مواد سـمی **جداسـازی** نشده – هنگام روز					1.18E-04
سمیت	رهایش مواد سـمی **جداسـازی** نشده – هنگام شب				1.18E-04	
سمیت	رهایش مواد سـمی تشـخیص داده نشده – هنگام روز					1.01E-04
سمیت	رهایش مواد سـمی تشـخیص داده نشده – هنگام شب				1.01E-04	

سناریو	نتیجه درخت رویداد	تناوب خسارت به انسان در سال				
		جزئی-۲	بسیار شدید-۳	بسیار شدید-۴	فاجعه‌بار (مهم)-۵	فاجعه بار (مهم)-۶
۱- Expl-U	انفجار ایزوله نشـده (فشـار افزایی انفجار					2.34E-05
۲- Flash-I	حریق آنی **جداسـازی** شـده (دوز حرارتی)			1.12E-04		
۳- Fire-I	حریق **جداسـازی** شـده (تابش حرارتی)			1.99E-04	1.05E-05	

۴- Fire-U	حریق **جداسازی** نشده (تابش حرارتی)	3.56E-05		
۵- Toxic-I	رهایش مواد سمی **جداسازی** شده (دوز سمیت)	4,74E-03	5.04E-04	
۶- Toxic-U	رهایش مواد سمی **جداسازی** نشده (دوز سمیت)	2.29E-04	2.29E-04	

۶-۲-۱-۵-۷ کارگاه کاهش ریسک

پس از تائید پیش نویس گزارش توسط شرکت، گام بعدی شناسایی اقدامات احتمالی کاهش سناریوهای با ریسک سطح ۱ و سطح ۲ در کارگاه کاهش خطر است.

جزئیات بیشتر در مورد کارگاه کاهش ریسک در بخش ۲-۹-۱-۲-۶ ارائه‌شده است.

۶-۲-۱-۵-۸ به روز رسانی تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک

تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک باید برای ارزیابی مزایای ریسک به دست آمده از اقدامات کاهش ریسک احتمالی مرتبط به روز رسانی شود. این شامل به روز رسانی تعدادی از سناریوهایی است که به‌طور بالقوه تحت تأثیر اقدامات کاهش خطر قرار می‌گیرند. پس از تائید گزارش تجزیه‌وتحلیل ریسک به روز رسانی شده، باید اطلاعات ورودی لازم جهت کمک به اثبات ALARP ایجاد شود (به بخش ۹-۱-۲-۶ مراجعه کنید).

۶-۲-۱-۵-۹ گزارش دهی

زمانی که تجزیه‌وتحلیل ریسک توسط پیمانکار انجام می‌شود، باید اطمینان حاصل شود که تمام نکته نظرات شرکت قبل از ارائه گزارش نهایی، اعمال شده باشد.

گزارش نهایی باید شامل بخشهای زیر باشد:

- خلاصه مدیریتی
- دامنه و محدودیت های مطالعاتی
- لیست سناریوهای عمده با طبقه‌بندی ریسک
- روش شناسی
- کارگاه کاهش ریسک و اقدامات احتمالی کاهش ریسک
- نتایج و بحث ها

- جداول خلاصه با رتبه بندی (شدت و تناوب) بدون و با اقدامات احتمالی کاهش ریسک
- ترسیم نتایج ریسک سناریو بر اساس ماتریس ریسک (ایمنی، محیط، اعتبار و دارایی) - بدون و با اقدامات احتمالی کاهش ریسک
- خروجی گرافیکیIDLH ،%۱ LC، سطوح آسیب کشنده مربوط به سناریوهای نماینده
- ارائه نمودار پاپیونی تمام سناریوهای عمده

موارد الحاقی

- ثبت فرضیات
- داده‌های تناوب خرابی و تعداد قطعات
- نتایج تجزیه‌وتحلیل تناوب شامل درخت رویداد
- نتایج تجزیه‌وتحلیل پیامدها
- نتایج تجزیه‌وتحلیل تاثیرات منفی
- صورتجلسه کارگاه کاهش ریسک.

٦-٢-١-٦ تجزیه‌وتحلیل کمی ریسک (QRA)[1]

QRAبه‌عنوان یک روش تکمیلی برای برآورد مجموع ریسک برای افراد و گروه‌ها (چه در محیط تأسیسات و چه در خارج محیط تأسیسات) استفاده می‌شود. مراحل انجام QRA تأسیسات نفت و گاز به‌طور خلاصه در این بخش شرح داده‌شده است.

برای تأسیسات فراساحل، به‌طور سنتی، مجموعه‌ای از مطالعات تجزیه‌وتحلیل ریسک مستقل به‌عنوان بخشی از QRA انجام می‌شود. این مطالعات شامل موارد زیر است اما محدود به آن‌ها نمی‌شود:

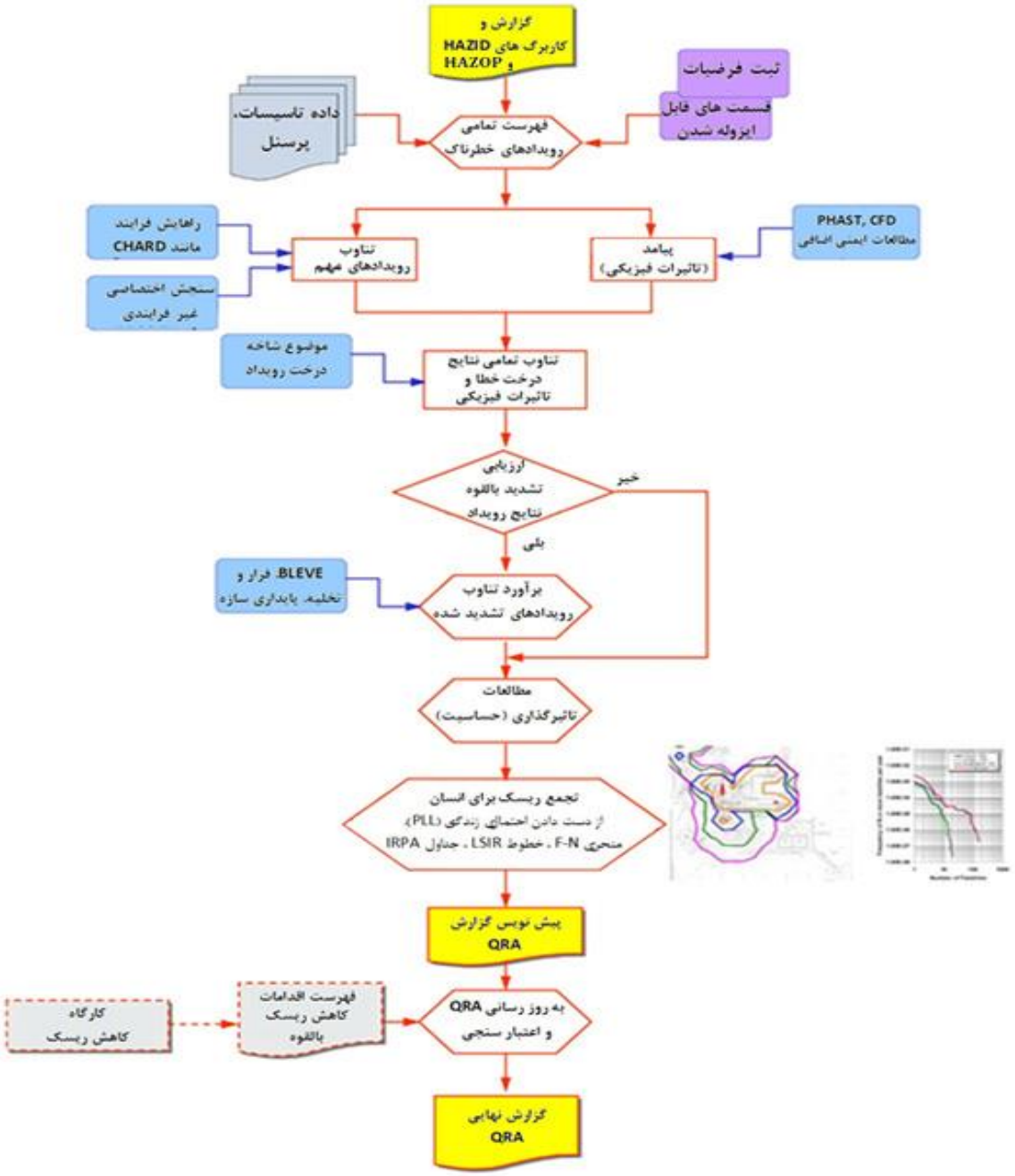
- تجزیه‌وتحلیل خطر آتش سوزی و انفجار(FERA)
- تجزیه‌وتحلیل ریسک سقوط اجسام
- تجزیه‌وتحلیل ریسک رهایش مواد زیر دریا
- تجزیه‌وتحلیل ریسک حفاظت در برابر فشار بیش‌ازحد
- تجزیه‌وتحلیل ریسک عملیات مجاور نزدیک۲
- تجزیه‌وتحلیل خطر برخورد کشتی
- تجزیه‌وتحلیل اختلال عملکرد ایمنی پناهگاه موقت
- تجزیه‌وتحلیل ریسک فرار و تخلیه اضطراری(EERA)
- تجزیه‌وتحلیل قابلیت بقاء سیستم اضطراری
- تجزیه‌وتحلیل واکنش نشت نفت

1- Quantitative Risk Analysis (QRA)
2- Close proximity operation

- تجزیه‌وتحلیل یکپارچگی ساختاری

در فاز پروژه، بسیاری از تجزیه‌وتحلیل های فوق ورودی مستقیم به مرحله توسعه طراحی مهندسی (به‌عنوان‌مثال در طراحی محاسبات بار تصادفی) می‌باشد. اینها مطالعات ایمنی اختصاصی هستند که در این سند به تفصیل ذکر نشده‌اند. جهت کسب اطلاعات بیشتر به HSE-16، HSE-17 و HSE-18 مراجعه نمایید.

شمای کلی فلوچارت اجرایی تجزیه‌وتحلیل کمی ریسک در شکل ۱۰ ارائه‌شده است.



شکل ۱۰ – فلوچارت اجرایی QRA

۶-۲-۱-۶-۱ آماده سازی

تجزیه‌وتحلیل کمی ریسک مستلزم مدل‌سازی تمام سناریوها جهت برآورد ریسک کلی می‌باشد؛ بنابراین نیاز به مدل‌سازی گسترده‌ای جهت تعیین تلفات احتمالی جان افراد مرتبط با همه رویدادهای خطرناک می‌باشد.

وظایف اصلی زیر باید به‌عنوان بخشی از QRA یک تأسیسات انجام شود:

- بازبینی رویدادهای خطرناک بر گرفته از کاربرگهای HAZID وHAZOP
- اجرای تجزیه‌وتحلیل تناوب
- اجرای تجزیه‌وتحلیل پیامدها
- بازبینی پتانسیل تشدید
- اجرای تجزیه‌وتحلیل تاثیرات منفی
- اجرای مطالعات تاثیرگذاری (حساسیت)
- ارائه نتایج حاصل از نتایج ریسک تجمعی (نمودارLSIR ، منحنیPLL ، IRPA، FN و شبکه بیزین). برآورد ریسک فردی مرتبط با ریسک شغلی
- گزارش نتایج تجزیه‌وتحلیل شامل محاسبات و فرضیات
- ارائه تاییدیه داخلی به شرکت جهت دریافت نکته نظرات
- اعمال نکته نظرات شرکت و ارائه مجدد در کارگاه کاهش ریسک
- شناسایی اقدامات کاهش احتمالی جهت آدرس دهی به سطوح IRPA در نواحی سطح ۱ و سطح ۲ در زمان برگزاری کارگاه کاهش ریسک (بخش ۶-۲-۱-۹-۲).
- به‌روزرسانی QRA جهت برآورد مزایای ریسک مرتبط با اقدامات احتمالی کاهش ریسک
- ارائه تاییدیه داخلی به شرکت جهت دریافت نکته نظرات
- اعمال نکته نظرات شرکت و ارائه گزارش نهایی
- مراحل بالا در شکل ۱۰ نشان داده‌شده است و عناصر اصلی آن به‌طور خلاصه در بخشهای بعدی مورد بحث قرار گرفته اند.

۶-۲-۱-۶-۲ فهرست رویدادهای خطرناک

بازبینی گزارش‌های شناسایی خطر باید بر اساس داده‌های تأسیسات (طرح های کارخانه، P&ID، PFD، نقشه‌های طرح و غیره)، داده‌های جمعیتی، توزیع کارکنان و شرایط محیطی برای ایجاد فهرستی از رویدادهای خطرناک مشابه جهت ثبت رویدادهای بحرانی در تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو، صورت پذید.

فهرست رویدادهای خطرناک باید براساس رویدادهای فرایندی و غیر فرایندی بر اساس بخشهای قابل ایزوله تأسیسات تقسیم بندی شوند. برای رهایش مواد از فرایند عمومی، تناوب رهایش باید بر اساس داده‌های

گذشته (CHARAD) باشد. باید حداقل چهار رهایش برای محاسبات QRA در نظر گرفته شود. سایزهای رهایش باید مطابق با جدول ۵ در نظر گرفته شود.

جدول ۵ - سایز حفره رهایش مواد در فرایند عمومی جهت انجام مطالعات QRA

قطر رهایش معادل جهت تجزیه‌وتحلیل پیامد (میلی متر)	محدوده قطر رهایش جهت تخمین تناوب (میلی متر)
5	"1-5"
20	"5-20"
65	"20-65"
قطرخط لوله یا بزرگترین اتصال فلنج	65-FB

مشابه تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو، کلیه فرضیات فرد متخصص که توسط انجام دهنده ارزیابی ریسک ارائه می‌شود باید به‌طور سیستماتیک با ارائه توجیهات و دلیل در سند «ثبت فرضیات» مستندسازی شوند (به پیوست ۲ مراجعه کنید). قبل از صدور پیش نویس گزارشQRA ، تأییدیه شرکت برای کلیه فرضیات باید اخذ گردد.

به‌منظور برآورد قرار گرفتن افراد در معرض سطح شدت خطر، ارائه فلسفه عملیات، تعداد نیروی انسانی و توزیع جمعیت درون و اطراف تأسیسات الزامی می‌باشد.

۶-۲-۱-۶-۳ تجزیه‌وتحلیل تناوب

این مرحله مشابه اقداماتیاست که در ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو انجام می‌شود (به بخش ۲-۵-۱-۲-۶ مراجعه کنید) با این تفاوت که همه سناریوها باید جهت تعیین سطح کل ریسک مورد بررسی قرار گیرند.

۶-۲-۱-۶-۴ تجزیه‌وتحلیل پیامد

این مرحله مشابه اقداماتی انجام شده در ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو می‌باشد (به بخش ۳-۵-۱-۲-۶ مراجعه کنید) با این تفاوت که همه سناریوها باید جهت تعیین سطح کل ریسک مورد بررسی قرار گیرند.

۶-۲-۱-۶-۵ تجزیه‌وتحلیل تاثیرات منفی

بر خلاف تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو، سطح خطر IDLH(به پیوست ۳ مراجعه کنید) برای محاسبات QRA استفاده نمی‌شود. جهت تعیین میزان فوت بالقوه افرادی که در معرض سطوح مختلف شدت خطر قرار دارند، باید از معادلات پروبیت[1] استفاده شود. معادلات پروبیت پیشنهادی در پیوست ۳ ارائه‌شده است.

[1] Probit

تجزیه‌وتحلیل تاثیرات منفی عبارت اســـت از ایجاد تلفات احتمالی جان (PLL) مرتبط با هر نتیجه درخت رویداد و سپس برای همه نتایج درختهای رویداد مرتبط با همه سناریوها جمع‌آوری شده. تائید شرکت باید برای مدل های آسیب‌پذیری اعمال شده در محاسبات تلفات احتمالی مرگ‌ومیر (PLL) اعمال شود.

همان گونه که در بخش ۶-۵-۱-۲-۶ توضیح داده‌شده است، ترکیبی از نتایج درخت رویداد به یک نتیجه خطرناک منحصر به فرد برای تجزیه‌وتحلیل QRA موردنیاز نمی‌باشد.

عوامل احتمالی مانند جهت رهایش، جهت گیری، ســـرعت و جهت باد، کارکنان و توزیع جمعیت و غیره جهت تخمین تناوب مرگ‌ومیر در یک نقطه معین باید در نظر گرفته شـوند. این داده‌ها جهت رسـم نمودار ریسک فردی خاص محلی (LSIR)[1] و منحنی‌های F-N موردنیاز است.

٦-٢-١-٦-٦ پتانسیل تشدید

مشابه تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو، تشدید به افزایش شدت نتیجه خطر ناشی از گسترش (به دلیل شکست کنترل تشدید و موانع کاهنده) اشاره دارد. برای تأسیسات فراساحل به دلیل هندسه نصب متراکم تأسیسات، تشدید رویدادها باید به‌طور جدی مورد بررسی قرار گیرند تا از تشدید شدت های بالقوه مرتبط با نتیجه درخت رویداد مشخص گردد. مدل‌سازی پتانسیل تشدید باید بر ویژگی‌های حریق وقوع انفجار در سازه ها یا تجهیزات آسیب‌پذیر متمرکز شوند.

به‌عنوان‌مثال، نتایج تشدید می‌تواند منجر به نتیجه خطر ثانویه ناشی از نشتی مواد (مانند BLEVE)، پرتابه، واژگونی، تخریب فاجعه‌بار سازه و اختلال در فرار و تخلیه شود.

از دست دادن احتمالی جان (انسان) ناشی از وقایع تشدید شده باید در محاسبات کلی ریسک لحاظ شود. سهم ریسک تجمعی از نظر تشدید ریسک باید جهت بازبینی موانع حفاظتی در برابر رویدادهای تشدید شده در زمان برگزاری کارگاه کاهش ریسک ارائه شود.

٦-٢-١-٦-٧ مطالعات تاثیرگذاری (حساسیت)

تجزیه‌وتحلیل تاثیرگذاری (حســـاســـیت) نقش مهمی در QRA ایفا می‌کند تا به درک عدم قطعیت های مرتبط با برآورد کلی ریسک کمک کند. مطالعات تاثیرگذاری (حساسیت) باید بر اساس تائید شرکت در خصوص موارد تاثیرگذار (حساس) ایجاد شود (به بخش ۷-۱-۲-۶ مراجعه کنید).

٦-٢-١-٦-٨ ارائه ریسک

درQRA ، ریسک‌های کلی متأثر بر مردم با مشارکت در همه رویدادهای خطرناک ارزیابی می‌شود. ابزارها و نرم‌افزارهای تجاری برای انجام فعلیت یکپارچه‌ســازی ریســک در بخش خشــکی یا برخی از تأســیســات

1- Location Specific Individual Risk

فراساحلی در دسترس می‌باشد. پیمانکار باید از شرکت تاییدیه لازم در مورداستفاده از نرم‌افزارهای خاص برای ریسک تجمعی تأسیسات را دریافت نماید.

نتایج QRA زیر بایستی برای تأسیسات فراساحل و بخش خشکی ارائه شود:

- نمودار LSIR در نقشه‌های جانمایی (اندازه A3 یا بالاتر با خطوط در فاصله منظم از 1E-01تا 1E-08 در سال). LSIR در یک مکان خاص، ریسک مربوطه برای فردی فرضی که ۲۴ ساعت در روز و ۳۶۵ روز در سال در آنجا مستقر هستند، می‌باشد. خطوط LSIR با فواصل منظم از 1E-01 تا 1E-08 باید برای همه تأسیسات خشکی و برای مراکز فراساحلی در نظر گرفته شود. خطوط LSIR روی نقشه جانمایی، برای کارگاه کاهش ریسک جهت تجسم و بازبینی محدودیت های بالای ریسک فردی در محل که توسط خطرات متعدد ایجاد می‌شود، اطلاعات ورودی کاملی می‌باشد. علاوه بر این، خطوط LSIR به ازاء هر گروه خطر در نقشه جانمایی باید برای خطرات حریق، سمیت و انفجار ایجاد شود.
- خلاصه ای از تلفات احتمالی جانی افراد در اثر حوادث خطرناک (حریق فرایندی، انفجار فریندی، سمیت فرایندی، حوادث فزاینده، حوادث خط لوله، سقوط اجسام، هلیکوپتری، رهایش مواد در زیر دریا، خرابی سازه، خرابی پهلوگیری، حمل‌ونقل و غیره).
- جداول IRPA و PLL برای گروه‌های مختلف کاری کارکنان با زمان استراحت با توجه به گروه‌های مختلف پرسنلی. ریسک شغلی باید به‌طور جداگانه جهت تعیین سطوح IRPA بیشترین گروه پرسنلی برآورد شود.
- منحنی‌های F-N (جداگانه برای حریق، انفجار، سمیت و خطرات ترکیبی ارائه می‌شود). هیچ معیار قابل قبولی در شرکت برای ارزیابی سطوح ریسک ارائه‌شده در قالب منحنی F-N وجود ندارد. با این حال، پیشنهاد می‌شود منحنی F-N برای ارزیابی ریسک اجتماعی برای جامعه و همچنین برای مقایسه ریسک مورداستفاده قرار گیرد. با این حال ممکن است از منحنی F-N استفاده شود یا مزایای ریسک مرتبط با اقدامات کاهش ریسک و بازبینی ریسک مربوط به عملیات همزمان مورداستفاده قرار گیرد.

بسته به دامنهQRA ، ارائه ریسک کلی اضافی برای موارد زیر باید انجام شود:

- تناوب های اختلال عملکرد ایمنی (پناهگاه موقت (TR) یا ایستگاه تجمع)
- منحنی نشان دهنده تناوب تجمعی حوادث (F) شامل هزینه خسارت دارایی معین (C) یا بیشتر
- منحنی نشان دهنده تناوب تجمعی حوادث (F) شامل اندازه نشت (S) یا بیشتر
- نرخ سالانه نشت نفت که تناوب تجمعی نرخ های مختلف نشت را نشان می‌دهد
- منحنی‌های برش عرضی ریسک[1] برای QRA خط لوله.

[1] Risk transect curves

۶-۲-۱-۶-۹ کارگاه کاهش خطر

پس از تائید پیش نویس گزارش QRA توسط شرکت، گام بعدی شناسایی اقدامات احتمالی برای کاهش IRPAمرتبط با سطح ۱ و سطح ۲ با استفاده از کارگاه کاهش خطر می‌باشد. جزئیات بیشتر در مورد کارگاه کاهش خطر در بخش ۲-۹-۱-۲-۶ ارائه‌شده است.

رویدادهای خطرناک و تاثیر آن‌ها در منحنیPLL ، LSIRو F-N به‌طور سیستماتیک در کارگاه کاهش خطر برای پشتیبانی از ارائهALARP بازبینی می‌گردد.

۶-۲-۱-۶-۱۰ به روز رسانیQRA

QRA باید برای ارزیابی اقدامات احتمالی کاهش ریسک مرتبط با مزیت ریسک به روز رسانی شود. این موضوع شامل به روز رسانی تعدادی از رویدادهای خطرناک است که به‌طور بالقوه تحت تأثیر اقدامات کاهش خطر قرار می‌گیرند. پس از تائید گزارش QRA به روز رسانی شده، باید به‌عنوان ورودی برای پشتیبانی از ارائه ALARP استفاده شود (به بخش ۹-۱-۲-۶ مراجعه کنید).

۶-۲-۱-۶-۱۱ گزارش دهی

پیمانکار/مجری متولی تجزیه‌وتحلیل ریسک باید اطمینان حاصل کند که تمام نکته نظرات شرکت قبل از صدور گزارش نهایی اعمال شده باشد.

گزارش نهایی QRA باید شامل بخشهای زیر باشد:

الف- خلاصه مدیریتی

ب- دامنه و محدودیت ها

پ- روش شناسی

ت- کارگاه کاهش ریسک و اقدامات احتمالی کاهش ریسک

ث- نتایج و بحث ها

- نمودار LSIR در نقشه‌های جانمایی در صورت لزوم (نقشه‌های اندازه A3 به‌طور جداگانه برای حریق، انفجار، سمیت و ترکیبی از مواد فوق)
- جداول PLL با رویدادهای مختلف ازجمله ریسک‌های شغلی و حمل‌ونقل
- جداول IRPA با رویدادهای مختلف مانند بالا
- منحنی F-N (حریق، انفجار، سمیت و ترکیبی از مواد فوق)
- نتایج ریسک کلی اضافی بر اساس دامنه کار

پیوست‌ها

- ثبت فرضیات

- داده‌های تناوب و برگه‌های شمارش قطعات
- نتایج تجزیه‌وتحلیل تناوب شامل درخت های رویداد
- نتایج تجزیه‌وتحلیل پیامدها
- تجزیه‌وتحلیل تشدید
- تجزیه‌وتحلیل تاثیرگذاری (حساسیت)
- نتایج تجزیه‌وتحلیل تاثیرات منفی
- صورتجلسه کارگاه کاهش ریسک.

٦-٢-١-٧ تجزیه‌وتحلیل تاثیر گذاری (حساسیت)

هدف از تجزیه‌وتحلیل تاثیر گذاری (حساسیت) نشان دادن این است که آیا فرضیات مناسبی برای ارزیابی استحکام تجزیه‌وتحلیل ریسک انجام شده است یا خیر. تجزیه‌وتحلیل تاثیر گذاری (حساسیت) باید به‌عنوان بخشی از تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک سناریوها و گزارشهای QRA گنجانده شود.

تجزیه‌وتحلیل تاثیر گذاری (حساسیت) باید شامل یک یا چند پارامتر و فرضیات تجزیه‌وتحلیل ریسک بوده تا نشانگر آن باشد که تغییرات چگونه بر نتایج کلی تأثیر می گذارد. بدین منظور، موارد تاثیر گذار (حساس) باید با کسب موافقت از شرکت در مراحل اولیه کار تجزیه‌وتحلیل ریسک تعریف شود.

٦-٢-١-٧-١ تعریف موارد تاثیر گذار (حساس)

تجزیه‌وتحلیل ریسک شامل عناصر متفاوتی از عدم قطعیت به دلیل داده‌های ورودی، فرضیات، برآورد تناوب، تجزیه‌وتحلیل پیامدها و مدل‌سازی آسیب‌پذیری می‌باشد؛ بنابراین، درک این عدم قطعیت ها باید در تحلیل ریسک به تفسیر در نتایج گنجانده شود.

پارامترهایی که باید جهت تعیین موارد تاثیر گذار (حساس) در زمان انجام مطالعات اصلی ارزیابی ریسک در نظر گرفته شوند، عبارتند از:

- استفاده از نرخ خرابی عمومی برای اجزای خارج از اطلاعات عمومی
- پتانسیل تجهیزات یا رشد قطعات به دلیل توسعه در طراحی
- داده‌های تناوب احتراق
- باز نمایش شرایط منبع (میزان جریان اولیه نسبت به متوسط جریان اولیه ۲۰ ثانیه یا ۹۰ ثانیه)
- معادله پروبیت برای سمیت
- تراکم و توزیع جمعیت
- برآورد تناوب رویدادهای غیر فرایندی.

۶-۲-۱-۷-۲ ارائه تجزیه‌وتحلیل تاثیر گذاری (حساسیت)

نتایج و تفسیر موارد تاثیر گذار (حساس) باید به‌عنوان بخشی در تجزیه‌وتحلیل ریسک با جزئیات در گزارش سناریو یا گزارش QRA گنجانده شود. به‌منظور خلاصه سازی تأثیر عدم قطعیت ها در نتایج کلی ریسک، بحث و تفسیر مربوطه باید با جزئیات ارائه شود.

۶-۲-۱-۸ سنجش ریسک

هدف از سنجش ریسک، کمک به فرایند تصمیم گیری بر اساس نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک است. تصمیمات در این مرحله، با یک برنامه عملی با در نظر گرفتن اولویت ها جهت نشان دادن ریسک برای اصلALARP سروکار دارد.

۶-۲-۱-۸-۱ اصول سنجش

ارزیابی ریسک شامل مقایسه سطح ریسک (سناریو یا مجموع) با معیارهای پذیرش ریسک شرکت است. تصمیمات مدیریت باید سطوح وسیع تر ریسک را در نظر گرفته و ملاحظات مربوط به تحمل ریسک ناشی از قوانین و الزامات نظارتی را شامل شود.

معیارهای پذیرش ریسک فناورانه شرکت بر اساس اصول زیر می‌باشد:

جدول ۶- معیارهای پذیرش ریسک فناوری

سطح ریسک	درمان ریسک
سطح ۱	سطح ریسک باید با اجرای اقدامات کاهش ریسک، به‌صورت اجباری به سطح ۲ یا سطح ۳ کاهش یابد.
سطح ۲	اگر در مواردی ALARP نیاز به مستندسازی داشته باشد، سطح ریسک باقیمانده قابل‌تحمل تلقی می‌شود که هرگونه کاهش بیشتر ریسک مستلزم انجام اقدامات نا متناسب کاهش ریسک می‌باشد.
سطح ۳	سطح ریسک به‌طور گسترده‌ای قابل قبول می‌باشد که در آن کاهش بیشتر با بهبود مستمر سیستم مدیریت HSE را بیش از انجام اقدامات خاص می طلبد.

اگر سطح ریسک در منطقه سطح ۲ قرار گیرد، ارائهALARP باید جهت مستند سازی ریسک انجام شود. در برخی موارد، این موضوع ممکن است منجر به تصمیم گیری برای انجام تجزیه‌وتحلیل بیشتر ریسک یا به روز رسانی تجزیه‌وتحلیل ریسک شود. مورد فوق در بخش ۶-۲-۱-۹ توضیح داده‌شده است.

۶-۲-۱-۸-۲ ارزیابی ریسک سناریو

سه سطح ریسک برای ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو با به‌کارگیری از ماتریس ریسک در شکل ۱۱ نشان داده‌شده است.

سطح ۱	سطح غیر قابل قبول. به غیر از شرایط خاص و غیر معمول، این ریسک قابل قبول نمی‌باشد.
سطح ۲	سطح قابل‌تحمل. تنها در صورتی که مطابق اصل ALARP، کاهش ریسک از نظر منطقی، عملی نباشد.
سطح ۳	سطح قابل قبول. بایستی سعی شود که با بهبود مستمر، ریسک در این ناحیه نگاه داشته شود.

احتمال						
کمتر از ۱ سال	۱ سال	۵ سال	۱۰ سال	۳۰ سال	مرحله برگشت‌پذیری	
کمتر از ۱ سال	۱ سال	۳ سال	۵ سال	۷ سال	جرخه سیاست نفس و	
در واحد عملیاتی چندین بار اتفاق افتاده	در یک شرکت یک بار اتفاق افتاده	در شرکت های زیرمجموعه اتفاق	در صنعت نفت یا در پروژه سابقه	در صنعت نفت یا عمر پروژه به ندرت دیده شده است	تاریخچه	
E	D	C	B	A	دسته	اعتبار شرکت
۱E	1D	۱C	۱B	۱A	۱	اثر ندارد
۲E	۲D	۲C	۲B	۲A	۲	اثر منفی ناچیز
۳E	۳D	۳C	۳B	۳A	۳	اثر منفی محدود شده
۴E	۴D	۴C	۴B	۴A	۴	اثر منفی قابل‌توجه
۵E	۵D	۵C	۵B	۵A	۵	اثر منفی در داخل کشور
۶E	۶D	۶C	۶B	۶A	۶	اثر منفی در سطح بین‌المللی

شدت*				
اعتبار شرکت	محیط‌زیست	سرمایه (تجهیزات/دارایی)	نیروی انسانی	
اثر ندارد	اثر ندارد	بدون خسارت	بدون صدمه	عواقب
اثر منفی ناچیز	اثر منفی ناچیز	خسارت ناچیز	صدمه ناچیز	
اثر منفی محدود شده	اثر منفی کم	خسارت کم	صدمه/ بیماری کم	
اثر منفی قابل‌توجه	اثر منفی در سطوح داخلی شرکت	خسارت در سطح شرکت	صدمه/بیماری شدید	
اثر منفی در داخل کشور	اثر منفی شدید	خسارت شدید	مرگ و میر (۱ نفر)/ ازکارافتادگی دائم	
اثر منفی در سطح بین‌المللی	اثر منفی قابل‌گسترش	خسارت وسیع	مرگ و میر بیش از ۱ نفر	

دسته بندی حوادث
شبه حوادث
جرئی
خیلی شدید
فاجعه‌بار / مهم

*جهت تعاریف شدت به پیوست ۵ مراجعه نمایید

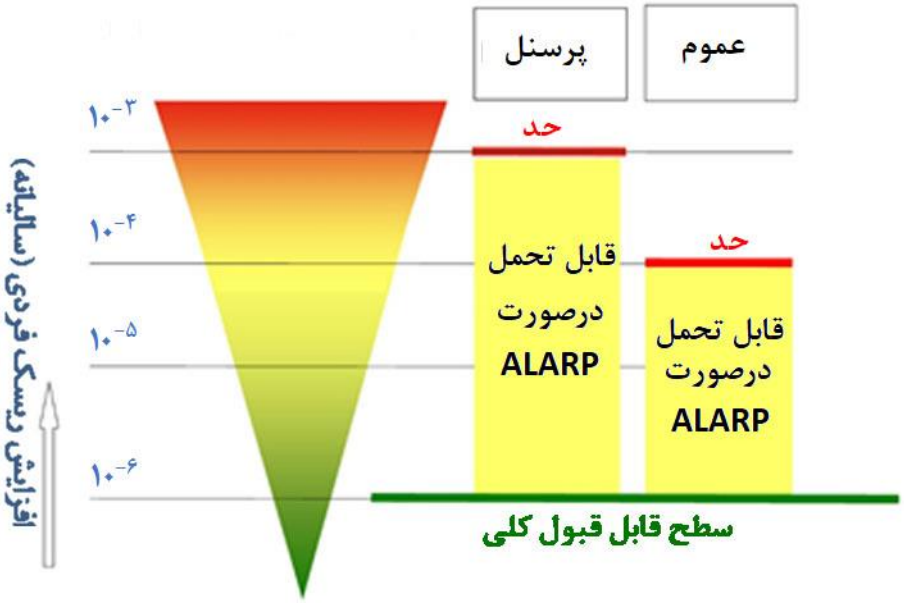
شکل ۱۱ - معیارهای پذیرش ریسک سناریو طبقه‌بندی حوادث

مزیت اصلی ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو این است که هر سناریو با توجه به معیارهای پذیرش ریسک شرکت در مورد خسارات وارده به انسان، محیطزیست، اعتبار و دارایی مورد بررسی قرار می گیرد.

یادآوری- تمام محدودیت های مربوط به تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو باید در ارائه ALARP و انجام اقدامات به دقت موردتوجه قرار گیرد.

۶-۲-۱-۸-۳ سنجش کمی ریسک

سطوح کلی ریسک براساس معیارهای پذیرش ریسک فردی شرکت مطابق شکل ۱۱ ارزیابی گردد.



شکل ۱۱ - معیارهای پذیرش ریسکIRPA

سنجش ریسک کلی باید براساس ریسک فردی در سال باشد. سه سطح ریسک طبق معیارهای پذیرش ریسک شرکت در زیر خلاصه شده است:

جدول ۷ - معیارهای پذیرش ریسک

سطح ریسک	درمان ریسک	
	محیط بیرونی منطقه عملیاتی	مردم در محدوده عملیاتی
سطح ۱	ریسک فردی در سال مرتبط با افراد خارج از محدوده اختصاصی محدوده عملیاتی شرکت بالاتر از 1E-04 در سال. کاهش اجباری ریسک	ریسک فردی در سال (IRPA) در ارتباط با بیشترین گروه پرسنلی در معرض بالای 1E-03 در سال. کاهش اجباری ریسک
سطح ۲	IRPAبرای جمعیت بیرونی (خارج از محدوده اختصاصی) بین 1E-04 و 1E-06 در سال.	بیشترین گروه پرسنلی IRPA در معرض بین 1E-03و 1E-06 در سال.

	در صورت ALARP سطح ریسک باقی مانده قابل‌تحمل تلقی می‌شود.	در صورت ALARP سطح ریسک باقی مانده قابل‌تحمل تلقی می‌شود.
سطح ۳	ریسک فردی در سال در ارتباط با افراد خارج از محدوده کارخانه زیر E-06۱ در سال. ریسک به‌طورکلی قابل قبول است.	ریسک فردی در سال (IRPA) مربوط به بیشترین گروه پرسنلی در معرض زیر 1E-06 در سال. ریسک به‌طورکلی قابل قبول است.

اگر افراد به‌طور دائم در خارج از حصار (فنس) تأسیسات حضور دارند، حد فاصل LSIR معادل 1E-06 در سال بایستی به‌عنوان هدف تعیین محیط پیرامون تأسیسات، سنجیده شود.

۹-۱-۲-۶ ارائه ALARP

اصطلاح ALARP («کمترین حد قابل‌اجرا[1]») مستلزم آن است که «هر کارفرما تا آنجا که به‌طور منطقی امکان پذیر است، از سلامت، ایمنی و رفاه همه کارکنان خود اطمینان حاصل کند». این به این معنی است که کارفرمایان را ملزم به اتخاذ تدابیر ایمنی می‌کند مگر اینکه هزینه آن به‌طور نسبی با کاهش ریسک متناسب باشد.

«ALARP» شامل وزن دهی به ریسک در برابر مشکلات، زمان و هزینه لازم برای کنترل آن است.

یک سوء استفاده رایج از تجزیه‌وتحلیل ریسک این است که برای اثبات اینکه انحراف از مشخصات یا شیوه های طراحی شرکت «قابل قبول» یا ایمن است، استفاده شود. گاهی اوقات به دلیل پیچیدگی محاسبات که در آن فرضیات اساسی اغلب گزارش نمی‌شوند یا به‌طور مناسب ارزیابی نمی‌شوند، تجزیه‌وتحلیل ریسک در شرایط قراردادی می‌تواند به‌اندازه یک تصمیم از پیش تعیین‌شده، مورد سوء استفاده قرار گیرد.

بنابراین، تحت هیچ شرایطی نباید از ریسک به‌منظور حمایت از استدلال های «معکوسALARP » و توجیه حذف بهترین شیوه های صنعتی در طراحی و بهره‌برداری استفاده کرد.

هدف مورد انتظار مدیریت ریسک‌ها برای سطح ۱ (بالا) و سطح ۳ (به‌طورکلی قابل قبول است) نمی‌باشد. هرچه سطح ریسک در منطقه سطح ۲ بیشتر باشد، انتظار می رود تلاش بیشتری جهت کاهش آن در ارائه ALARPانجام شود.

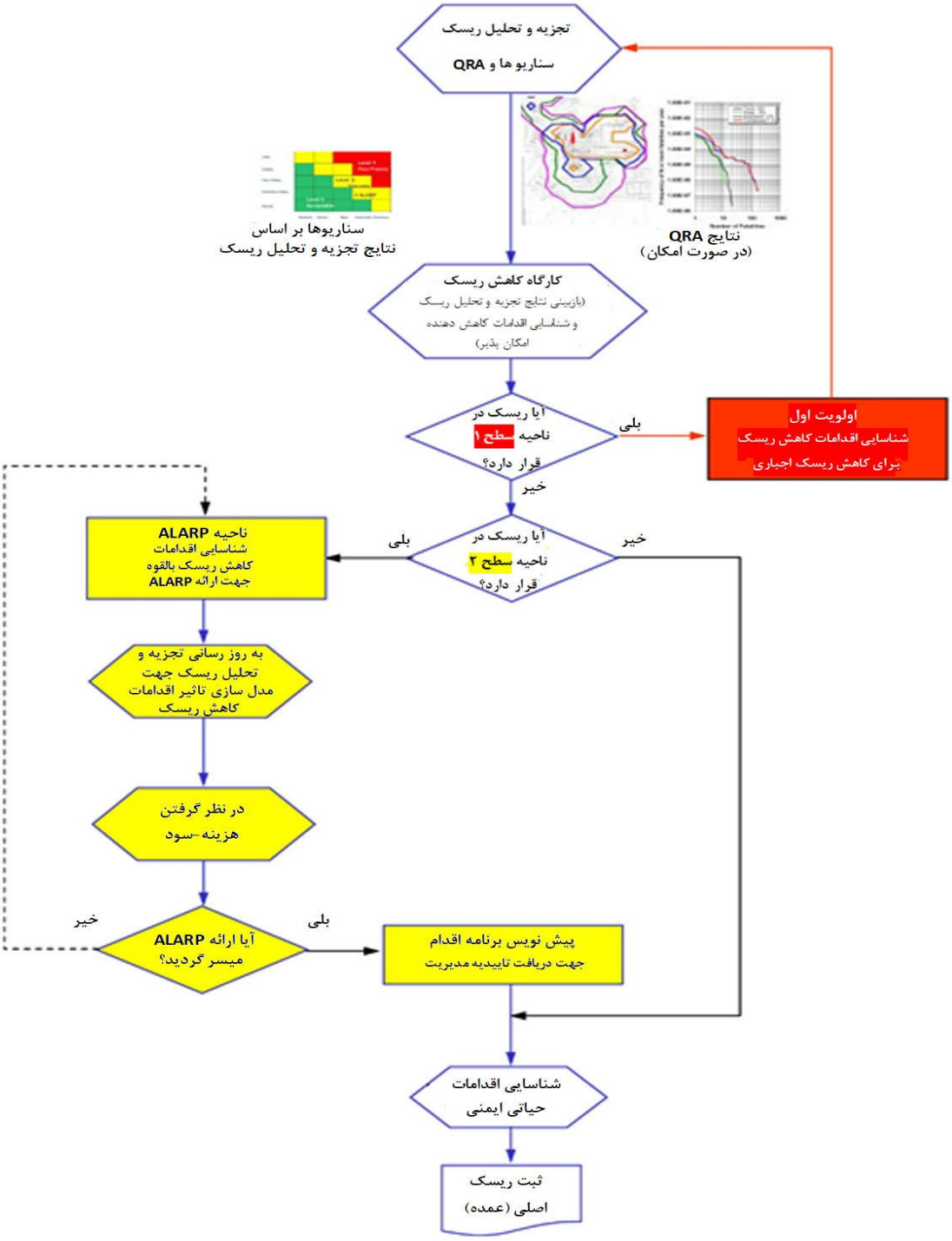
برای نشان دادن اصل نامتناسب که از ALARP پشتیبانی می‌کند، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. دو رویکرد متداول به شرح زیر است:

- استفاده از تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود[2](CBA)
- استفاده از فاکتورهای گریز از ریسک نسبت به مرگ‌ومیرهای متعدد.

1- As Low As Reasonably Practicable
2- Cost Benefit Analysis

این بخش در مورد راهنماهایی جهت اجرای ارائه ALARP، توضیح داده‌شده است. ریسک‌های مربوط به دارایی و اعتبار جهت ارائه ALARP در مقایسه با اثرات انسانی و محیط زیستی با دقت کمتری مورد بررسی قرار می‌گیرند.

فلوچارت کلی دخیل در فرایند ارائه ALARP در شکل ۱۲ نشان داده‌شده است.



شکل ۱۲ - فلوچارت فرایند ارائه ALARP

۶-۲-۱-۹-۱ اهداف برای ارائه ALARP

الف- رویکرد تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو

اهداف مورد انتظار برای ارائه ALARP با استفاده از رویکرد تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو باید مطابق جدول ۸ باشد.

جدول ۸ - تناوب های آسیب هدف در برخورد با ریسک سناریو

تناوب آسیب هدف (در سال)	تناوب آسیب (در سال) ناحیه ALARP		حد بالای تناوب آسیب (در سال)	نرخ شدت	طبقه‌بندی شدت آسیب
	بالا	پایین			
1E-02	1E-02 -		-	۲	جزئی
1E-03	1E-01	1E-03	-	۳	خیلی شدید
1E-04	1E-02	1E-04	> 1E-02	۴	
1E-05	1E-03	1E-05	> 1E-03	۵	فاجعه‌بار (مهم)
1E-06	1E-04	< 1E-05	> 1E-04	۶	
اگر تناوب زیر هدف از پیش تعیین‌شده باشد، نیازی به انجام اقدامات دیگر نمی‌باشد.	تدابیر لازم جهت اقدامات کاهش احتمالی و ارائه ALARP		اولویت اول. کاهش ریسک از سطح ۱ به ۲ یا ۳ اجباری است.		برخورد با ریسک

ب) رویکرد مبتنی بر QRA

اهداف ارائه ALARP با استفاده از روش QRA باید مطابق جدول ۹ باشد.

جدول ۹ - سطوح هدف IRPA برای برخورد با ریسک

فردی یا عمومی	IRPA	IRPA (در سال) در ناحیه ALARP		هدف IRPA
		بالا	پایین	
کارکنان	> 1E-03	1E-03	1E-06	1E-04
عمومی	> 1E-04	1E-04	1E-06	1E-06
برخورد با ریسک	اولویت اول. کاهش ریسک از سطح ۱ به ۲ یا ۳ اجباری است.	تدابیر لازم جهت اقدامات کاهش احتمالی و ارائه ALARP		اگر تناوب زیر هدف از پیش تعیین‌شده باشد، نیازی به انجام اقدامات دیگر نمی‌باشد.

۶-۲-۱-۹-۲ کارگاه کاهش ریسک

کارگاه کاهش ریسک مرحله مهمی از ارزیابی ریسک است و پس از تائید نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک، توسط شرکت با مشارکت پیمانکار / متخصصان تجزیه‌وتحلیل ریسک برنامه ریزی می‌شود.

الف- تسهیل کارگاه کاهش ریسک

کارگاه کاهش ریسک[1](RRW)، باسد جنبه های زیر را بازبینی نماید:

- بازبینی نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک تائید شده و عدم قطعیت های مربوطه
- بازبینی اقدامات پیشگیری و کاهش مربوط به سناریوهای عمده (سناریوهای سطح ۱ یا سطح ۲ ماتریس ریسک)
- بازبینی نتایج QRA تائید شده و عدم قطعیت های مربوطه
- شناسایی اقدامات احتمالی کاهش ریسک جهت رسیدگی
- شناسایی اقدامات حیاتی ایمنی مرتبط با سناریوهای عمده بر اساس تأثیر آن‌ها در مدیریت ریسک سناریوهای عمده.

پیشنهاد می‌شود تیمی که در کارگاه شناسایی خطرات اولیه و اعتبار سنجی PRA شرکت کرده اند نیز در کارگاه های کاهش ریسک مشارکت داشته باشند. یک متخصص ارزیابی ریسک باتجربه با دانش عملیاتی باید به‌عنوان تسهیل کننده RRW عمل کند. این تیم باید متشکل از متخصصان طراحی، عملیات، تعمیر و نگهداری و ایمنی باتجربه گسترده در شناسایی اقدامات احتمالی کاهش ریسک و ارائه ALARP باشد.

مسئولیت تسهیل کننده RRW باید شامل وظایف زیر باشد:

[1] Risk Reduction Workshop

- ارائه نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک و برجسته سازی عدم قطعیت در نتایج از طریق موارد تاثیرگذار (حساس) جهت تجزیه‌وتحلیل های موارد زیر:

الف- QRA (در صورت لزوم)

ب- تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک سناریوها

- بازبینی سناریوهای عمده با کمک نمودارهای پاپیونی و برجسته سازی موانع موجود در تجزیه‌وتحلیل ریسک
- بازبینی عوامل اصلی ریسک در سناریوهایی با پیامدهای فاجعه‌بار یا مصیبت بار برای مردم و محیط‌زیست. بر مواردی تمرکز کنید که کاهش ریسک در آن‌ها موثرتر است.
- بازبینی اقدامات احتمالی کاهش ریسک تا تصمیم بگیرید که آیا این اقدامات عملی است یا خیر یا آیا ممکن است تجزیه‌وتحلیل بیشتر ریسک موردنیاز باشد
- تهیه فهرستی از سناریوهای عمده و اقدامات مربوط به کاهش ریسک بالقوه از طریق برگزاری جلسه «طوفان مغزی»
- بازبینی عوامل کلیدی نتایج QRA و کمک به شناسایی اقدامات کاهش ریسک در سطوح پایین تر IRPA
- اترام به برنامه زمان بندی کارگاه و تهیه گزارشRRW .

ب- شناسایی اقدامات کاهش ریسک

عنصر اصلی یک تمرین ارائهALARP ، باید شناسایی تمامی اقدامات احتمالی کاهش ریسک باشد که ممکن است بر اساس تمرین تیمی مناسب تلقی گردند. هنگام در نظر گرفتن اقدامات کاهش ریسک، توصیه می‌شود مجموعه‌ای از اهداف ایمنی را برای هر سناریوی اصلی بر اساس باز نمایش نمودار پاپیونی در نظر گرفته شود. اقدامات کاهش ریسک که باید بر اساس اهداف ایمنی در نظر گرفته شوند عبارتند از:

- اقدامات جهت حذف خطرات
- اقدامات جهت جلوگیری از تحقق خطرات
- اقدامات جهت جلوگیری از تشدید سناریو
- اقدامات برای به حداقل رساندن
- مواجهه کارکنان با خطرات
- تاثیر منفی بر محیط‌زیست
- تاثیر منفی بر دارایی
- تاثیر منفی بر اعتبار
- اقدامات لازم جهت بهبود تجمع و تخلیه در یک رویداد.

قالب توصیه شده برای ارائه گزارش صورتجلسات کارگاه کاهش ریسک و پیگیری اقدامات اصلاحی در جداول ۱۰ الی ۱۲ ارائه‌شده است.

جدول ۱۰ – کار برگ های توصیه شده برای ارائه گزارش اقدامات کاهش ریسک احتمالی شناسایی شده

سناریوهای یا درمان اصلی	هدف ایمنی	حفاظت های موجود	عدم قطعیت در نتایج ریسک	پیشنهاد کاهش ریسک	قابلیت اجرا شدن	نظرات کارگروه فنی	پیشنهادات
	از بین بردن						
	جلوگیری کردن						
	تشدید						
	به حداقل رساندن						
	تخلیه						

جدول ۱۱: کار برگ پیگیری اقدامات اصلاحی

نام شرکت:								
محل/واحد مورد بررسی:			**تاریخ تنظیم اولین سند:**					
فالیت:			شماره بازنگری:		تاریخ بازنگری:			
پیامد حادثه:			عنوان حادثه:					
ردیف	**اقدام اصلاحی بر روی ریسک به شماره**	**اقدامات اصلاحی**	**مدت‌زمان اقدام**		**مسئول اقدام کننده**	**ناظر**	**منابع مورد نیاز (مالی، انسانی و تجهیزات)**	**وضعیت**	**توضیحات**
			شروع	پایان					
تهیه کننده:					**تایید کننده:**			**تصویب کننده:**	

- **وضعیت:** به منزله مراحل اجرایی در نظر گرفته‌شده برای اقدامات اصلاحاتی پیشنهاد شده می‌باشد و باید متشکل از موارد ذیل باشد:

- **پیشنهاد شده:** فقط پیشنهاد کنترل موردنیاز برای اولین بار داده‌شده است.
- **در دست اقدام:** کنترل موردنیاز پیشنهاد شده در حال گذراندن مراحل اداری و یا عملیاتی جهت عملی نمودن کنترل می‌باشد.
- **اقدامی نشده:** پیشنهاد کنترل موردنیاز داده‌شده است ولی اقدام عملی جهت اجرایی نمودن در نظر گرفته نشده است.
- **رد شده:** کنترل موردنیاز پیشنهاد شده مورد تائید واحدهای اجرایی و یا عملیاتی مربوطه نبوده و به‌طور کلی مورد تائید قرار گرفته نشده است لذا نیاز به بازبینی مجدد دارد.
- **اصلاح شده:** کنترل موردنیاز پیشنهاد شده که توسط واحدهای اجرایی و یا عملیاتی مربوطه به‌طور کلی رد شده و یا نیاز به باز بینی مجدد داشته است، مورد بررسی مجدد قرار گرفته‌شده است.
- **انجام شده:** کنترل موردنیاز پیشنهاد شده، اجرایی شده است.

یادآوری: چنانچه برای کاهش ریسک‌های شناسایی شده، بیش از یک اقدام اصلاحی توسط گروه‌های مجری مختلف موردنیاز باشد، کار برگ ارائه‌شده در جدول ۱۲، می بایست به‌صورت مجزا تکمیل و در اختیار واحدهای مجری قرار گیرد.

جدول ۱۲: کاربرگ اجرای اقدامات اصلاحی

<table>
<tr><td colspan="4">کاربرگ اجرای اقدامات اصلاحی</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>عنوان ریسک:</td><td>شماره ریسک:</td></tr>
<tr><td>اقدامات اصلاحی بر روی:</td><td>مسئول رسیدگی:</td></tr>
<tr><td>شماره اقدام اصلاحی:</td><td>تاریخ جلسه:</td></tr>
<tr><td colspan="4">شماره مرجع: شماره بازنگری:
عنوان:</td></tr>
<tr><td colspan="4">دلایل:
۱.
۲.</td></tr>
<tr><td colspan="4">پیامد:
۱.
۲.</td></tr>
<tr><td colspan="4">کنترل های موجود:
۱.
۲.</td></tr>
<tr><td colspan="4">اقدامات:
۱.
۲.</td></tr>
<tr><td colspan="2">مسئول رسیدگی:</td><td rowspan="2">امضاء:</td></tr>
<tr><td colspan="2">تاریخ:</td></tr>
<tr><td colspan="4">اقدامات خود را در کادر بالا بررسی نمایید و امضاء نموده و سپس این فرم را به ..... بازگردانید:</td></tr>
<tr><td colspan="4">یادآوری: این فرم صرفاً توسط دبیر جلسات مطالعات ریسک تکمیل گردد.</td></tr>
</table>

پ- گزارش کارگاه کاهش ریسک

تسـهیل کننده RRW باید موظف گردد ظرف مدت یک هفته پیش نویس گزارش را در اختیار اعضـای تیم قرار دهد و نظرات آن ها را دریافت نماید. محتویات پیش نویس گزارش باید شامل بخشهای زیر باشد:

- خلاصه مدیریتی

- فهرست حضور اعضای تیم امضا کننده
- فهرست اسناد مرجع بازبینی شده
- نظرات تیم در مورد تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک و گزارشQRA
- فهرست سناریوهای عمده و اقدامات احتمالی کاهش ریسک
- فهرست اقدامات احتمالی کاهش ریسک شناسایی شده بر اساس نتایجQRA
- کاربرگهای کارگاه کاهش ریسک.

نظرات کارگروه فنی در مورد گزارش RRW، باید قبل از تهیه نسخه اعمال گردند.

٦-٢-١-٩-٣ ارزیابی کیفی اقدامات کاهش ریسک

اولین گام پس از ارائه گزارش کارگاه کاهش ریسک، ارزیابی کیفی هر یک از اقدامات احتمالی کاهش ریسک به‌منظور تأثیر آن‌ها بر ایمنی کارکنان، محیط، اعتبار و دارایی می‌باشد. این ارزیابی باید بر اساس ملاحظات زیر انجام شود:

- اجرای اقدام به‌منظور رعایت الزامات قانونی یا نظارتی
- اجرای اقدام برای رعایت انطباق با کدها، استانداردها، الزامات یا روش اجرایی صنعتی پذیرفته شده شرکت.
- پتانسیل کاهش کیفی ریسک در ارتباط با یک اقدام (بالا، متوسط یا پایین).

اقدامات ریسک مندرج در بند (١)، باید بدون ارائه ALARP در برنامه اقدام گنجانده شود.

اگر سطح ریسک ابتدایی در ناحیه فوقانی سطح ٢ قرار داشته باشد، پیشنهاد می‌شود اقدامات ریسک توسعه ای جدید که در بند (٢) اشاره شده است، بدون ارائه دقیقALARP ، اجرایی گردند.

٦-٢-١-٩-٤ ارزیابی کمی اقدامات کاهش ریسک

اقدامات احتمالی کاهش ریسک می‌تواند منجر به بهبود طراحی یا عملکرد تأسیسات گردد که این موضوع ممکن است منجر به افزایش ایمنی آن شود؛ بنابراین تجزیه‌وتحلیل ریسک ابزاری برای کمک به شناسایی چنین اقداماتی و ارزیابی مزایای آن‌ها با توجه به هرگونه کاهش ریسک احتمالی می‌باشد.

الف- استفاده از QRA برای مدل‌سازی اقدامات کاهش ریسک

مزایای اقدامات کاهش ریسک باید مشابه موارد تاثیرگذار (حساسیت) ارزیابی شود. هدف برآورد کاهش ریسک موثر بر مردم است. تأثیر منفی احتمالی کاهش ریسک باید از منظر کاهش منحنیPLL ، LSIR، F-Nو غیره ارائه شود و در برخی موارد خاص، این رویکرد می‌تولند برای برآورد کاهش ریسک مرتبط با محیط‌زیست، اعتبار و دارایی مورداستفاده قرار گیرد.

هنگامی که تأثیر منفی اقدامات کاهش ریسک کمی می‌گردد،باید دو رویکرد زیر برای ارائهALARP در نظر گرفته شود:

- برای اقدامات ساده، درصد کاهش نتایج ریسک (به‌عنوان‌مثال کاهش PLL) با توجه به ریسک کلی، برآورد می‌شود. ارائه کاهش ریسک باید براساس قضاوت متخصصان به‌صورت متناسب یا نامتناسب ارزیابی شود.
- برای اقدامات پیچیده، تجزیه‌وتحلیل ریسک دقیق تر همراه با تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود جهت ارائه ALARP انجام می‌شود. تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود به‌صورت خلاصه در زیر بند ۵-۹-۱-۲-۶ توضیح داده‌شده است.

ب- استفاده از تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو جهت مدل‌سازی اقدامات کاهش ریسک

کاهش ریسک مرتبط با اقدامات کاهش ریسک پیشنهادی، باید با به روز رسانی سناریو ارزیابی ریسک سنجش شود. این امر چالش برانگیز است زیرا هر سناریو با توجه به ماتریس پذیرش ریسک ارزیابی می‌شود.

برای انجام تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود مرتبط با اندازه گیری کاهش ریسک، همه سناریوها باید شناسایی شوند به گونه ای که در آن‌ها اقدامات کاهش ریسک منتخب در کاهش ریسک نقش داشته باشد.

گام بعدی کمی سازی مجموع همه دیفرانسیل های PLLمربوط به هر سناریو مربوط به اقدامات کاهش ریسک بالقوه می‌باشد. هنگامی که مجموع دیفرانسیل PLL برآورد شد، روش ارائه ALARP باید با رویکرد QRAیکسان باشد (به بخش ۲-۹-۱-۲-۶، قسمت الف مراجعه کنید).

۶-۲-۱-۹-۵ تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود

پیشنهاد می‌شود استفاده از تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود در ارائه ALARP زمانی توصیه شود که ریسک کل در ناحیه فوقانی سطح ۲ قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود در این ناحیه هزینه اجرای هر یک از اقدامات ارزیابی شود تا نشان دهد که همه اقدامات متناسب برای کاهش ریسک در نظر گرفته‌شده است. این موضوع شامل کاهش ریسک برای مقایسه با هزینه اجرا می‌باشد.

تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود به‌منظور ارئه چارچوبی برای ارئه ALARP مرتبط با اقدامات پیچیده کاهش ریسک می‌باشد. تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود یک روش عددی می‌باشد که برای مقایسه مزایای مورد انتظار ناشی از یک اقدام خاص با هزینه های مرتبط استفاده می‌شود.

الف- هزینه اقدامات کاهش ریسک

کل هزینه سالانه اقدامات کاهش ریسک شامل موارد زیر می‌باشد:

- هزینه های سرمایه گذاری (مانند طراحی، تهیه و نصب سخت افزار یا نرم‌افزار جدید) حذف شده در طول عمر کاری اقدام فرض شده با نرخ تخفیف مناسب
- هزینه های عملیاتی (تعمیر و نگهداری، بازرسی، آموزش، کارکنان اضافی)

- از دســت دادن ســود (قبل از اخذ مالیات) در صــورتی که اجرای یک اقدام کاهنده منجر به اختلال در فعالیت تولید شود.

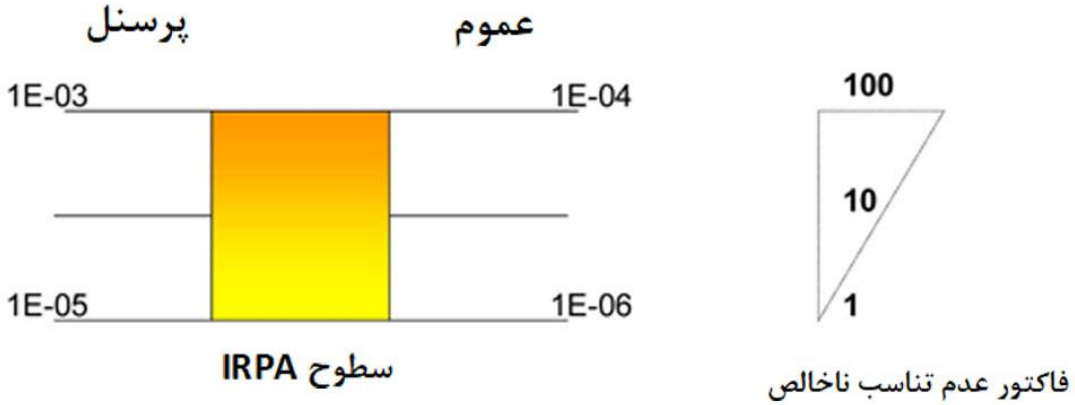
ب- ریسک کلی برای مردم

مراحل زیر باید در تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود با استفاده از رویکرد ریسک کلی (IRPA) در نظر گرفته شود:

- برای هر اقدام کاهش ریسک، هزینه مربوط به اجرای آن برآورد گردد (به زیر بند ۶-۲-۱-۹-۵، قسمت الف مراجعه کنید).
- برای هر اقدام کاهش ریسک، اختلاف ریسک کلی را برحسب کاهش PLL محاسبه گردد. (این موضوع شامل به روز رسانی QRA به‌عنوان یک مورد تاثیرگذار (حساس) ازجمله اقدام کاهش ریسک می‌باشد).
- برای هر اقدام کاهش ریسک، تأثیر منفی سود، در طول عمر تأسیسات برآورد گردد.
- ارزش هزینه ضــمنی پیشــگیری از تلفات آماری (ICAF) تعریف گردد. این رقم نباید کمتر از میزان ارائه‌شده در کتاب زیر باشد:

Reducing Risks, Protecting People:Health And Safety Executive (HSE), ISBN: 0717621510

- عوامل نامتناسب عمده بر اساس سطح IRPA مورد اصلی اعمال گردد. فاکتورهای توصیه شده بین ۱ تا ۱۰۰ هستند. این موضوع بر اساس میزان IRPA مرتبط با مورد اصلی است، همان‌طور که در شکل ۱۳ نشان داده‌شده است.



شکل ۱۳ – تصویر ضریب عدم تناسب عمده با سطوح IRPA

- هزینه و مزایا جهت ارائه ALARP را با استفاده از رابطه زیر مقایسه گردد:

ICAF = هزینه خالص فعلی جهت اقدام / کاهش مرگ‌ومیر در طول عمر اقدام

ICAF برحسب دلار به ازای هر مرگ‌ومیر با در نظر گرفتن عوامل نامتناسب عمده، ارائه شود. میزان ICAF زندگی را با در نظر گرفتن عوامل نامتناسب عمده مقایسه شوند. اگر ICAF پایین تر باشد، اندازه پیشنهادی به‌طور منطقی عملی است.

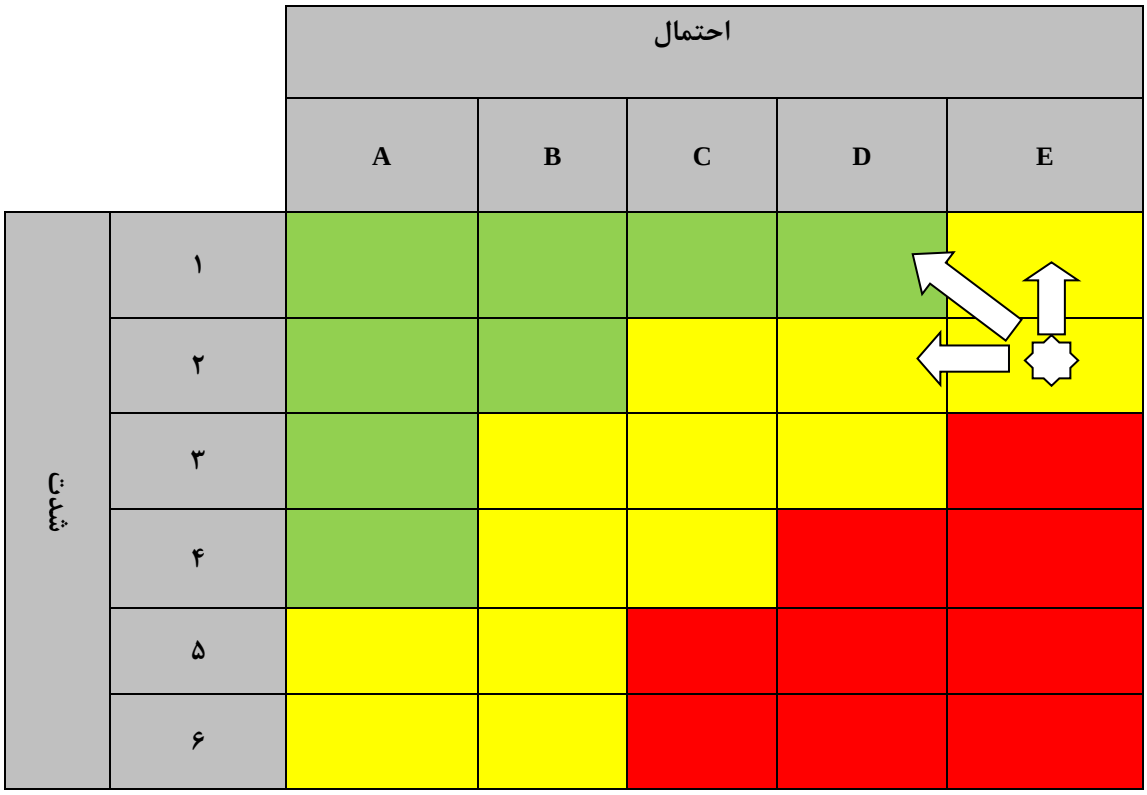
ج- ریسک سناریو برای مردم

از تجزیه‌وتحلیل هزینه- سود در ارائه ALARP هنگامی که ریسک سناریو پایین تر از ناحیه فوقانی سطح ۲ قرار می گیرد استفاده کنید که بایستی شامل ارزیابی هر سناریو با توجه به ماتریس پذیرفته شده ریسک باشد.

اولین گام سنجش تأثیر منفی کاهش در سناریو یا گروهی از سناریوها می‌باشد. با توجه به تعریف درستی از طبقه‌بندی شدت و تناوب، اغلب سطح تجدید نظر شده با اقدام احتمالی کاهش ریسک ممکن است کاهش قابل ملاحظه ای در سطح ریسک در ماتریس پذیرش ریسک نشان ندهد (به شکل ۱۴ مراجعه کنید)؛ بنابراین، در برخی موارد باید از روش دقیق تری برای تعیین سهم افتراق PLL مرتبط با اندازه گیری کاهش ریسک استفاده شود.

باید مراحل زیر جهت تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود با استفاده از تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو در نظر گرفته شوند:

- برای هر اقدام کاهش ریسک، هزینه مربوط به اجرای آن برآورد گردد (به زیر بند ۶-۲-۱-۹-۵، قسمت الف مراجعه کنید).
- برای هر اقدام کاهش ریسک، مجموع کاهش PLL مربوط به همه سناریوهای درگیر را محاسبه کنید. این موضوع شامل به روز رسانی تجزیه‌وتحلیل دقیق همه سناریوهایی است که در آن اقدام کاهش ریسک نقش دارد.
- برای هر اقدام، تأثیر منفی مزایا را در طول عمر تأسیسات برآورد گردد.
- عوامل نامتناسب عمده را بر اساس سطح تناوب آسیب سناریوی اصلی اعمال گردد. عوامل توصیه شده مشابه ریسک کلی می‌باشد (بین ۱ تا ۱۰۰ - به شکل ۱۳ مراجعه کنید).
- هزینه و مزایا جهت ارائه ALARP را با استفاده از رابطه زیر مقایسه گردد:
- ICAF = هزینه خالص فعلی جهت اقدام / کاهش مرگ‌ومیر در طول عمر اقدام
- ICAF برحسب دلار به ازای هر مرگ‌ومیر با در نظر گرفتن عوامل نامتناسب عمده، ارائه شود. میزان ICAFزندگی را با در نظر گرفتن عوامل نامتناسب عمده مقایسه شوند. اگر ICAF پایین تر باشد، اندازه پیشنهادی به‌طور منطقی عملی است.



شکل ۱۴ - تأثیر اقدامات کاهش ریسک بر ریسک سناریو

د- سناریو خطر برای محیطزیست

کاهش ریسک مرتبط با اقدام کاهش ریسک برای محیطزیست باید شامل برآورد تفاوت تأثیر نامطلوب بر موارد زیر باشد:

- اندازه نشت در هر سناریو
- تناوب نشت نفت.

برآورد هزینه جهت پاسخ به نشت مواد موجود و تولید شده در واحدهای عملیاتی در مناطق مختلف جغرافیایی بر اساس اندازه نشت، موقعیت و حساسیت محیطی در دسترس می‌باشد. برآورد هزینه باید برای جنبه های زیر لحاظ شود:

- پاسخ به نشت و هزینه پاکسازی
- هزینه نفت از دست رفته
- جبران خسارت به جامعه و صنایع محلی و غیره به دلیل از دست دادن درآمد ناشی از تأثیرات نامطلوب زیست‌محیطی
- جریمه و مجازات احتمالی.

ارائه ALARP باید بر اساس هزینه مرتبط با اقدام کاهش ریسک در مقابل هزینه بازسازی مرتبط با اثرات نامطلوب محیطزیستی بالقوه باشد.

ه- ریسک سناریو برای دارایی

مشابه خطرات زیست‌محیطی، ارائه ALARP باید برای خطرات سناریوی مربوط به دارایی انجام شود. باید موارد زیر برای ارائهALARP در نظر گرفته می‌شود:

- شدت خسارت دارایی در هر سناریو
- تناوب خسارت دارایی
- تشدید بالقوه در هر سناریو
- شدت آسیب های تشدید شده در هر سناریو.

پیشنهاد می‌شود تعیین تفاوت کمی ریسک دارایی‌ها در هر سناریو برای هر اقدام کاهش ریسک مطابق با جنبه های زیر باشد:

- هزینه های مربوط به آسیب به تجهیزات و سازه ها
- هزینه ماراد در تعویض تجهیزات سازه ها.

ارائه ALARP باید بر اساس هزینه مرتبط با اقدام کاهش ریسک در برابر هزینه بازسازی مرتبط با خسارت احتمالی دارایی باشد.

ز- سناریو ریسک برای اعتبار

فرایند کمی سازی در سناریو شامل جنبه های زیر می‌باشد:

- شناسایی وقایع با پتانسیل برای فقدان ریسک.
- برآورد عملکرد موجودی در صورت عدم وقوع رویداد.
- مقایسه عملکرد موجودی مورد انتظار با عملکرد واقعی موجودی
- تعیین تاثیر منفی ریسک اعتبار.

۴ مرحله برای توسعه قابلیت های کمی سازی ریسک به شرح زیر می‌باشد:

- تعریف ریسک اعتبار: درمورد طیف گسترده‌ای از زیرگروه‌های ریسک اعتبار و رویکردی جهت کمی سازی تأثیر منفی (مانند بازار سرمایه ای در حوزه نفت و گاز و ضررهای واقعی و ابعاد رسانه‌ای) توافق کنید.
- تجزیه‌وتحلیل داده‌های موجود: منابع احتمالی داده‌های ریسک اعتبار را ارزیابی کنید و راه حل هایی برای جمع‌آوری داده‌ها ایجاد کنید.
- کمی سازی ریسک اعتبار: المان های خاصی از رویکرد کمی سازی (مانند مشخص کردن دوره ها و دسته ها) را تعیین کنید و مدل کمی و تجزیه‌وتحلیل آماری را اجرا کنید.
- ایجاد ارتباط با چارچوب مدیریت ریسک اعتبار: ایجاد اهرم برای بهبود شناسایی ریسک، مشارکت در فرایندهای تصمیم گیری استراتژیک کلیدی (مانند تائید و خرید محصول)، توسعه کنترل های مثرتر و اقدامات کاهش‌دهنده ریسک و بهبود واکنش مدیریت بحران.

۶-۲-۱-۹-۶ گزارش دهی و جداول تصمیم گیری ALARP

گزارش ارائه ALARP باید شامل موارد زیر باشد:

- خلاصه مدیریتی
- گزارش کارگاه کاهش ریسک شامل لیست اقدامات احتمالی کاهش ریسک
- کاهش ریسک مرتبط با اقدامات ریسک خطر پیشنهادی
- جداول تصمیم گیری ALARP . این جداول خلاصه ای از هر اقدام کاهش ریسک مرتبط با هزینه و سود در قالب صفحه گسترده می‌باشد
- فهرست اقدامات کاهش ریسک پیشنهادی
- فرضیات و محاسبات.

جداول تصمیم گیری ALARP شامل ثبت کلیه اقدامات احتمالی کاهش ریسک با ستون های زیر می‌باشد:

- عملی بودن اجرا
- تطبیق اقدامات کاهش ریسک موردنیاز با الزامات قانونی یا نظارتی
- تطبیق اقدامات کاهش ریسک موردنیاز با الزامات کدها و استانداردهای مربوطه و الزامات شرکتی
- هزینه مربوط به اقدامات کاهش ریسک
- نوع ریسک (ریسک کلی برای انسان یا سناریوهای مرتبط با برای انسان، یا محیطزیست، اعتبار یا دارایی)
- ریسک مرتبط با سود (کاهش PLL ، ریسک محیطزیست، اعتبار یا دارایی)
- برآورد ICAF با فاکتور عمده ناخالص برای ریسک‌های مبتنی بر QRA و سناریو برای افراد
- برای سناریو، برآورد ICAF، مزایای تأثیرات منفی زیست‌محیطی را سود مرتبط با ریسک دارایی.
- پیشنهادات برای اجرای یک اقدام.

۶-۲-۱-۱۰ ثبت ریسک عمده

ثبت ریسک عمده یک تأسیس، چکیده ای از نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک همراه با برنامه درمان ریسک است. این چکیده ارتباط موثر ریسک عمده با مدیریت و کارکنان عملیاتی به‌صورت روزانه را هدف گرفته است؛ بنابراین سند باید تا حد امکان در قالب یک ارتباط موثر مختصر بوده و شامل عناصر زیر باشد:

- خلاصه نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک
- وضعیت اجرای اقدامات پیشنهادی برای کاهش ریسک
- فهرست اقدامات مهم ایمنی واحدهای مسئول برای مدیریت الزامات عملکرد خود
- برنامه بازنگری تجزیه‌وتحلیل ریسک.

کلیه کارکنان نظارتی و مدیران سایت باید با ماهیت ریسک عمده آشنایی کامل داشته باشند. آموزش در مورد ریسک عمده باید جزء برنامه اساسی کلیه کارکنان نظارتی واحد HSE سایت باشد.

٦-٢-١-١٠-١ اقدامات حیاتی ایمنی

موانع یا حفاظ هایی که در طراحی اجرا می‌شوند و در طول عمر تأسیسات برای جلوگیری از حوادث خیلی شدید یا فاجعه‌بار (مهم) احتمالی حفظ می‌شوند، معمولاً در این الزامات به‌عنوان اقدامات حیاتی ایمنی در نظر گرفته می‌شوند.

اقدامات حیاتی ایمنی[1] (SCMs)می‌تواند مکانیکی، ابزاری یا روش اجرایی باشد. اقدامات حیاتی ایمنی نیز می‌توانند سیستم های فعال یا غیرفعال باشند. این موارد به شرح زیر تعریف‌شده است:

- سیستم های فعال برای انجام عملکرد خود به منابع انرژی خارجی یا داخلی SCM نیاز دارند. بدون این منابع انرژ ی، سیستم فعال کار نخواهد کرد. نمونه هایی از منابع انرژی خارجی عبارتند از: نیروی برق، نیروی نیوماتیک، نیروی هیدرولیک، انرژی انسانی، فشار سیستم و غیره.
- سیستم های غیرفعال برای انجام وظیفه خود به منابع انرژی خارجی یا داخلی متکی نیستند و عموماً از سیستم های فعال قابل اطمینان تر هستند (به‌عنوان‌مثال فاصله جانمایی تجهیزات برای حمایت از اصول ایمنی ذاتی، فایروال و غیره).

اقدامات حیاتی ایمنی باید به کاهش ریسک مرتبط با سناریوی اصلی از سطح ۱ به سطح ۲ یا سطح ۳ کمک کند.

الف- شناسایی SCM

نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک تائید شده باید درک مستقیم از سناریوها با پیامدهای احتمالی فاجعه‌بار یا مصیبت بار را ارائه دهد. باز نمایش نمودار پاپیونی باید برای مطالعه نقش موانع اجرا شده در طراحی و عملیات برای مدیریت سناریوهای عمده مورداستفاده قرار گیرد. این موانع باید با استفاده از تیم فنی و تخصصی برای ایجاد «الزامات عملکرد» آن‌ها برای طراحی (عملکرد) و بهره‌برداری شناسایی شوند.

اصول کلی انتخاب SCM ها باید به شرح زیر باشد:

- اقدامات حیاتی ایمنی، سیستم ها یا روش‌های اجرایی هستند که کاملاً مستقل از سیستم های کنترل فرایند یا روش‌های اجرایی عادی بهره‌برداری می‌باشند
- اقدامات حیاتی ایمنی می‌تواند موانع پیشگیرانه، کاهش‌دهنده یا محافظتی با احتمال شکست در تقاضا (PFD)کمتر یا مساوی ۰.۱ (SIL۱ یا بالاتر) باشد. آن‌ها می‌توانند بخشی از «لایه های حفاظتی» زیر باشند:
- هشدارها یا وظایف یا روش‌های اجرایی حیاتی با نظارت اپراتور و مداخله دستی
- اقدام خودکار سیستم های ابزار ایمنی[2](SIS)
- سیستم های حفاظتی فیزیکی (تخلیه به مشعل، سیستم ها بلودان و غیره)

1- Safety Critical Measures
1- Safety Instrumented Systems

- اقدامات کاهش اثر یامد (پرده آب[1]، حفاظت غیرفعال حریق، جانمایی تجهیزات در سایت، سیستم های مهار، مدیریت منبع جرقه و غیره).

یادآوری: جهت کسب اطلاعات بیشتر در مورد الزامات لایه های حفاظتی ایمنی فرایند به استاندارد HSE-06 مراجعه نمایید.

ب- الزامات عملکرد

جنبه های زیر جهت تعریف الزامات عملکرد اقدام حیاتی ایمنی در فاز طراحی باید در نظر گرفته شود:

- انتخاب پذیری (هشدارها یا وظایف یا دستورالعمل های حیاتی با نظارت اپراتور و مداخله دستی، SIS، سیستم های حفاظت فیزیکی، اقدامات کاهش اثرات پیامد)
- استقلال
- قابلیت اطمینان
- ارتباط
- بهره وری
- زمان پاسخ
- قابلیت تست پذیری
- قابلیت تعمیر و نگهداری
- دسترسی
- تحمل خطا
- قابلیت بقا.

ج- مدیریت چرخه عمر

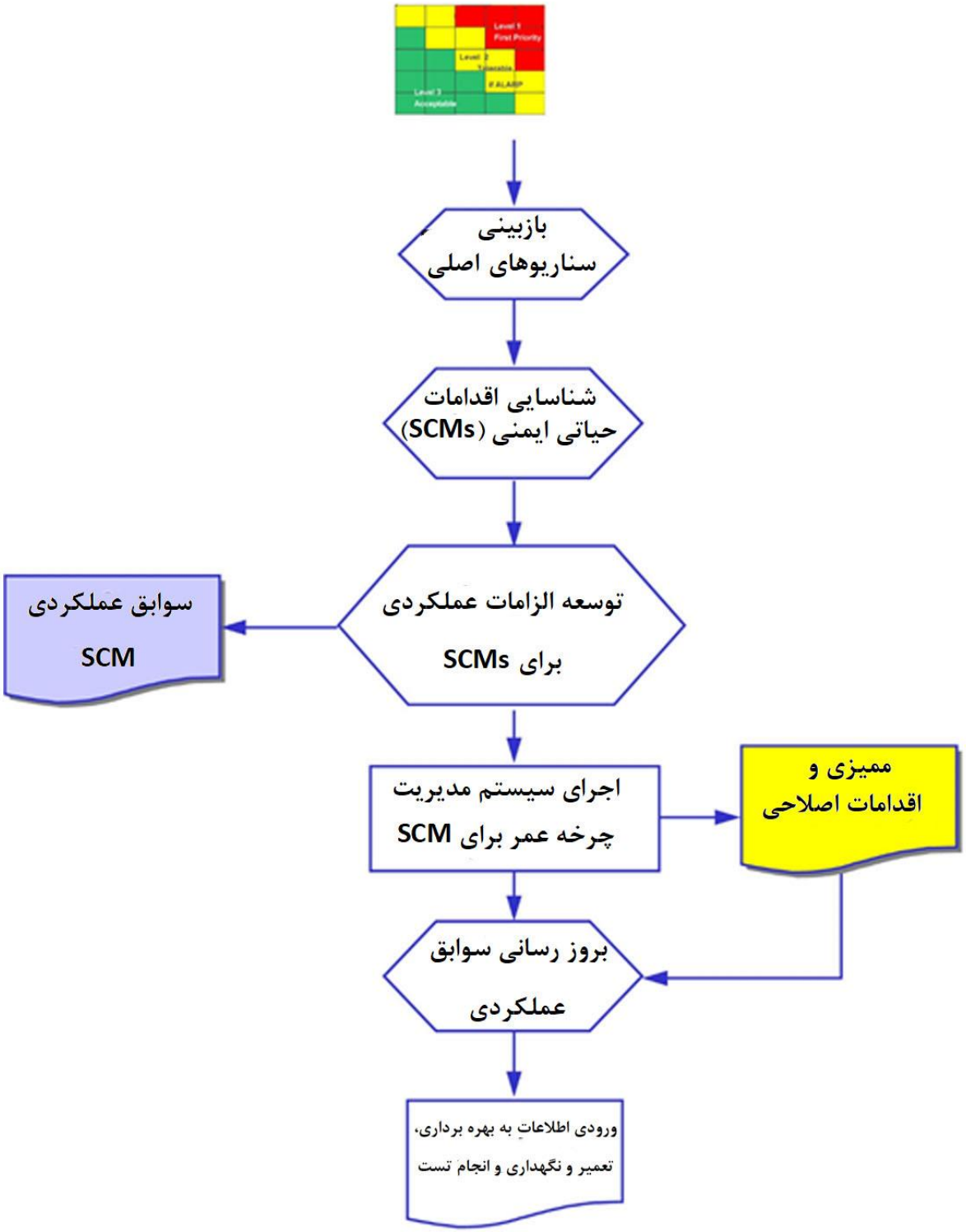
چرخه های عمر زیر باید برای مدیریت اقدامات حیاتی ایمنی در نظر گرفته شوند:

- فاز طراحی (مهندسی پایه و دقیق)
- ساخت و راه‌اندازی
- حفاری و تکمیل
- فاز بهره‌برداری شامل مرحله تعمیر و نگهداری، بازرسی و آزمایش
- فاز اصلاح عمده.

الزامات عملکرد باید به هر یک از این مراحل بپردازد و مسئولیت نگهداری SCM ها در هر فاز از چرخه عمر باید به وضوح مشخص گردد.

روش اجرایی کلی برای شناسایی و مدیریت اقدام حیاتی ایمنی در شکل ۱۵ نشان داده‌شده است.

2- water curtain



شکل ۱۵ - طرح کلی فلوچارت شناسایی اقدامات حیاتی ایمنی

۲-۱۰-۱-۲-۶ گزارش دهی

در جاهایی که امکان پذیر است، ثبت ریسک عمده باید شامل موارد زیر باشد:

الف- خلاصه مدیریتی

ب- خلاصه تجزیه‌وتحلیل ریسک مبتنی بر سناریو

- لیست سناریوهای عمده با شدت و تناوب آسیب احتمالی (فهرست جداگانه برای تأثیرات انسانی، محیط‌زیست، اعتبار و دارایی). جدول شامل رویداد مهن میانی، علل، پیامدهای بالقوه، حفاظ های موجود (پیشگیری، کاهش و موانع حفاظتی)
- لیست سناریوهایی که در آن‌ها کنترل های اضافی برای کاهش سطوح ریسک به‌اندازهALARP با وضعیت اجرای کنترل های اضافی، موردنیاز می‌باشد
- استفاده از باز نمایش سناریوها با نمودار پاپیونی برای نشان دادن مدیریت ریسک و ارتباط سناریوهای عمده و حفاظ های مربوطه، توصیه می‌شود.

پ- خلاصه QRA (در صورت وجود)

- نمودار LSIR روی نقشه جانمایی.
- جداول IRPA مربوط به بیشترین گروه پرسنلی در معرض
- جداول PLL شامل منحنی‌هایF-N
- جدول نشان دهنده توزیع PLL با توجه به رویدادهای شدید حادثه
- لیست کنترل های اضافی موردنیاز برای کاهش سطح IRPA به میزان ALARPبا وضعیت اجرای کنترل های اضافی

ت- خلاصه مدیریتی اقدامات حیاتی ایمنی

- فهرست اقدامات حیاتی ایمنی و نهادهای مسئول برای مدیریت الزامات عملکرد SCM در طول چرخه عمر

ث- برنامه بازنگری تجزیه‌وتحلیل ریسک (هر ۵ سال یکبار بازنگری می‌شود مگر اینکه تعییرات در بهره‌برداری یا شرایط طراحی این نیاز را طلب نماید).

۶-۲-۱-۱۱ جانمایی و فواصل تجهیزات

برای اطمینان از عملکرد آسان (نظارت و تعمیر و نگهداری)، تردد وسایل نقلیه و کارکنان، امنیت، شرایط کاری ایمن، دسترسی جهت انجام عملیات بهره‌برداری و تعمیر نگهداری و تاثیر منفی کم به دیگران (صدا، سمیت، آلودگی، ریسک و غیره) و نیز تدارکات مربوط به برنامه‌های توسعه‌ای آینده، الزامات جانمایی و فواصل ایمن تأسیسات و تجهیزات باید مطابق با استاندارد HSE-02 اجرایی گردد.

۶-۲-۱-۱۲ مرزبندی ایمنی

برای تعریف الزامات ایمنی به‌منظور تقسیم یک تأسیسات تولید نفت و گاز و منطقه اطراف آن به نواحی اختصاصی، حریم تحت تاثیر (ایمنی) و حریق، الزامات مرز بندی ایمن در تأسیسات باید توسط شرکت مطابق با استاندارد HSE-01 اجرایی گردد.

۶-۲-۱-۱۳ ایمنی در برابر حریق

علاوه بر الزامات ذکر شده برای شناسایی و ارزیابی ریسک حریق، باید تجزیه‌وتحلیل اختصاصی برای کاهش و جلوگیری از گسترش حریق از جنبه های مختلف (ازجمله توان لوجستیک ایستگاه های آتش‌نشانی (مطابق با استاندارد HSE-14)، اثرات همپوشانی تأسیسات عملیاتی با سیستم های اعلام و اطفاء حریق و توانایی سیستم های فعال و غیرفعال حفاظتی حریق و غیره (مطابق با استانداردهای HSE-02، HSE-23، HSE-11و HSE-12) توسط شرکت صورت پذیرد.

۶-۲-۲ ساخت و نصب

۶-۲-۲-۱ فعالیتهای غیر فرایندی

الزامات ارائه‌شده بخش ۱-۶ باید رعایت شود.

۶-۲-۲-۲ تأسیسات فرایندی

اگر در این مرحله تغییراتی در طراحی تأسیسات رخ دهد، مطالعات انجام شده و ارزیابی ریسک در مرحله طراحی (بر اساس بخش ۲-۶) باید بازبینی شده و آخرین بازنگری مطالعات باید موردتوجه قرار گیرد.

یادآوری: اگر تغییرات بر طرح ها و جانمایی تجهیزات در جنبه های مختلف تأثیر بگذارد، اسناد ذکر شده در بخش ۳-۵ باید مورد بازبینی قرار می گیرد و اسناد مطابق با آنچه ساخته شده است[1] باید توسط شرکت و پیمانکار ارائه شود.

۶-۲-۳ پیش راه‌اندازی

شرکت باید مطابق با الزامات یا راهنماهای ارائه‌شده در مورد بازبینی ایمنی قبل از راه‌اندازی نسبت به بازبینی مطالعات ریسک انجام شده اقدام نمایند.

۶-۲-۴ راه‌اندازی و بهره‌برداری

۶-۲-۴-۱ فعالیتهای غیر فرایندی

الزامات ارائه‌شده زیر بند ۱-۶ باید رعایت شود.

یادآوری ۱- بر اساس برنامه زمان بندی ارائه‌شده توسط شرکت، روش‌های بکار گرفته‌شده باید مورد بازبینی قرار گیرد.

1- as-built documents

یادآوری ۲- اگر در زمان بهره‌برداری و تعمیرات حادثه ای رخ دهد، مطالعات ریسک انجام شده باید بازبینی شوند.

۶-۲-۴-۲ فرایند

۶-۲-۴-۲-۱ تأسیسات

بر اساس برنامه زمان بندی ارائه‌شده توسط شرکت، روش‌های بکار گرفته‌شده بایستی مورد بازبینی قرار گیرند.

اگر در این مرحله تغییراتی در طراحی تأسیسات رخ دهد، مطالعات و ارزیابی ریسک انجام شده در مرحله طراحی (بر اساس بخش ۲-۶) بررسی شده و آخرین بازنگری مطالعات باید موردتوجه قرار گیرد.

یادآوری ۱- اگر تغییرات بر طرح ها و جانمایی تجهیزات در جنبه های مختلف تأثیر بگذارد، اسناد ذکر شده در بخش ۳-۵ باید مورد بازبینی قرار می گیرد و اسناد مطابق با آنچه ساخته شده است باید توسط شرکت و پیمانکار ارائه شود.

یادآوری ۲- شرکت همچنین باید این الزامات را برای تأسیسات موجودی که مطابق با الزامات بخش ۲-۶ مورد مطالعه و ارزیابی قرار نگرفته اند، در نظر بگیرد.

یادآوری ۳- برای شناسایی سیاست ها وظایف تعمیر و نگهداری مناسب برای یک سیستم و اجزای آن به‌منظور دستیابی موثر به ایمنی، در دسترس بودن و صرفه اقتصادی موردنیاز برای انواع تجهیزات، باید بر اساس IEC60300-3-11 تعمیر و نگهداری با محوریت قابلیت اطمینان (RCM)[1] به‌عنوان روش ارزیابی ریسک اجرا شود. علاوه بر این، مطالعات ریسک انجام شده باید مطابق با انجام این مطالعات، بازبینی گردند.

یادآوری ۴- اگر در زمان بهره‌برداری و تعمیرات حادثه ای رخ دهد، مطالعات ریسک انجام شده بایستی بازبینی شوند.

۶-۲-۴-۲-۲ خطوط لوله

یک برنامه جامع، سیستماتیک و یکپارچه برای مدیریت یکپارچگی، ابزارهایی را برای بهبود ایمنی سیستم های خط لوله فراهم می‌کند. این چنین برنامه مدیریت یکپارچگی اطلاعات را در اختیار اپراتور قرار می‌دهد تا منابع به‌منظور پیشگیری، تشخیص و کاهش فعالیت ها به‌طور موثر در اختیار قرار گیرند که منجر به بهبود ایمنی و کاهش تعداد حوادث می‌شود. به‌منظور پیش برد این اهداف، شرکت باید الزامات استانداردهای ارائه‌شده در جدول ۱۳ را در نظر گیرد.

1- Reliability centred maintenance

جدول ۱۳ - سیستم مدیریت یکپارچگی خطوط لوله

دامنه کاربرد	عنوان	کد استانداردی
بخش خشکی – خطوط لوله گاز	مدیریت یکپارچگی سیستم خطوط لوله گاز	**ASME 31.8S**
خطوط لوله حاوی مایع	مدیریت یکپارچگی سیستم برای خطوط لوله حاوی مایع خطرناک	**API RP 1160**
فراساحل	صنعت نفت و گاز طبیعی-سیستم های خط لوله انتقال -مشخصات مدیریت یکپارچگی خط لوله-قسمت ۲: مدیریت یکپارچگی چرخه کامل عمر برای خط لوله فراساحل	**ISO 19345-2**

٦-٢-٤-٢-٣ یکپارچگی چاه ها

مراحل چرخه عمر چاه دارای الزامات جداگانه و متمایزی به‌منظور دستیابی به اهداف مدیریت یکپارچگی چاه می‌باشد، اما همه مراحل دارای المان ها و روش‌های مشترک هستند. برای پیشبرد این هدف، کلیه سری های استانداردی ISO16530 باید برای هر چاه یا گروهی از چاه ها، صرف نظر از سن، مکان (ازجمله چاه های خشکی، زیر بستر دریا و فراساحلی) یا نوع آن‌ها (به‌عنوان‌مثال جریان طبیعی، بالابر مصنوعی، چاه های تزریقی) اجرا شوند.

٦-٢-٥ برچیدن سایت

مجموعه ریسک مرتبط با این مرحله از چرخه عمر پروژه باید مطابق با الزامات مندرج در زیر بندهای ۶-۱ و ۶-۲-۱-۱ شناسایی و ارزیابی گردند.

۳-۶ خلاصه نگاری روش‌های مورداستفاده در چرخه عمر

روش‌ها و سایر الزامات مرتبط با مدیریت ریسک در چرخه عمر در جدول ۱۴ ارائه‌شده است.

جدول ۱۴. خلاصه نگاری روش‌های مورداستفاده در چرخه عمر

		اکتشاف و حفاری	طراحی	ساخت و نصب	بهره‌برداری (۲)	تعمیرات	برچیدن	تغییرات جزئی (۴)	تغییرات عمده (۵)
روش‌های مورداستفاده	HAZID	√	√	√	√	√	√	√	√
	HAZOP	√(۱)	√		√			√(۱)	√
	BOWTIE		√(۳)		√(۳)				√(۳)
	QRA		√(۳)						√(۳)
	RCM					√			
	Cost and benefits		√			√			√
سایر الزامات بر اساس استانداردی	SIL STUDY		√						√
	LAYOUT AND SPACING		√						√
	BOUNDARY		√						√

(۱) برحسب مورد

(۲) در صورتی که برای تأسیسات موجود مطالعات ریسک مربوطه در زمان طراحی انجام نشده است و یا اطلاعاتی در دسترس نمی‌باشد، شرکت باید نسبت به انجام مطالعات مندرج در بخش طراحی برای تأسیسات مربوطه اقدام نماید؛ و در صورت انجام شدن مطالعات، شرکت باید نسبت به بازبینی مطالعات انجام شده اقدام نماید.

(۳) برای سناریوهای عمده شناسایی شده

(۴) تغییرات عمده: مجموعه تغییرات یا اصلاحات گسترده در لایه های گوناگون شرکت (بازرسی فنی-تعمیرات، عملیات، طراحی مهندسی و مدیریت اجرایی) می‌باشد (به‌عنوان‌مثال پروژه‌های افزایش ظرفیت، تغییر فرایند تولید یا ذخیره سازی، تغییر سیستم های کنترلی و ...)

(۵) تغییرات جزئی: مجموعه تغییراتی که در دامنه شمول تغییرات عمده نمی باشند و به روشی متناسب با تغییر و بر اساس بررسی هایی که در چرخه مدیریت تغییر شناسایی و ارزیابی می گردند.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

دامنه کلی کار TRA

فاز ۱: PRA – دامنه کلی کار

این مرحله با استفاده از منابع داخلی یا خارجی (پیمانکاران از پیش تائید صلاحیت شده توسط شرکت) انجام می‌شود. محتوای دامنه کار فاز ۱ باید شامل موارد زیر باشد:

(۱) اهداف

(الف) شرح دلایل انجام ارزیابی ریسک مرحله ۱.

(ب) مشخص کردن مرحله چرخه توسعه (پیش پروژه، مهندسی پایه، طراحی دقیق، بهره‌برداری یا برچیدن)

(پ) تعیین الزامات ممیزی و بازبینی مستقل.

(ت) تعیین الزامات برنامه زمان بندی (شروع، پایان و مراحل مهم).

(۲) شرح تأسیسات

(الف) شامل شرح مختصری از تأسیسات (موقعیت ویژگی‌های بهره‌برداری شامل کارکنان اما برآورد محافظه کارانه توزیع جمعیت اطراف تأسیسات).

(۳) دامنه و محدودیت ها

(الف) تعریف دامنه (مرحله ۱ شامل شناسایی خطر و ارزیابی اولیه ریسک، شامل کارگاه اعتبار سنجی)

(ب) تعریف سیستم (مواد خطرناک بکار گرفته‌شده یا فرآوری شده، نحوه بهره‌برداری، فلسفه کلی بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری)

(پ) تعیین محدودیت ها- شامل مرزبندی های فیزیکی، محیط اطراف و شرایط محیطی.

(ت) فهرست تمام اسناد مطالعه موجود.

(۴) روش شناسی

(الف) روش اختصاصی HAZID؛ و HAZOP الزامات اختصاصی جهت تجزیه تأسیسات به بخشهای ایزوله شده و محاسبه مایع و گاز موجود هیدروکربنی و سمی هر بخش قابل ایزوله شدن را مشخص کنید.

(ب) روش PRA و پایگاه داده شکست (به‌عنوان‌مثال: CHARAD) را مشخص کنید.

(پ) انحراف از این مشخصات به‌منظور تطبیق با الزامات مقررات محلی قابل‌اجرا مشخص کنید.

(۵) ثبت فرضیات

(الف) الزامات مربوط به نگهداری ثبت کلیه فرضیات و اسناد فرضیات در فرمت تعیین‌شده را مشخص کنید. یکی از مهمترین فرضیات الگوی نیروی انسانی و توزیع جمعیت است.

(ب) الزامات لازم جهت کسب تأییدیه شرکت برای کلیه فرضیات قبل از انجام هرگونه محاسبات کمی را مشخص کنید.

(۶) کارگاه اعتبار سنجی ارزیابی ریسک اولیه

الف) الزامات لازم برای ارائه کلیه فرضیات، روش‌ها و نتایج در کارگاه اعتبارسنجی PRA را مشخص کنید.

(۷) گزارش دهی

(الف) الزامات مربوط به گزارش دهی شامل تعداد بازنگری.

(ب) الزامات موبوط به ارائه کلیه فایلهای ورودی، محاسبات متوسط ، نتایج، گزارشها در قالب فایل بومی

فاز ۲: DRA – دامنه کلی کار

این مرحله معمولاً با بکارگیری از پیمانکارانی که از پیش توسط شرکت تائید صلاحیت شده اند انجام می‌شود. انتخاب پیمانکار باید طبق روش‌های اجرایی شرکت با دامنه کاری اختصاصی که در زیر نشان داده‌شده است، صورت پذیرد. محتوای دامنه کار فاز ۲ باید شامل موارد زیر باشد:

(۱) اهداف

(الف) شرح هدف از ارزیابی فاز ۲ ریسک.

(ب) مشخص کردن مرحله توسعه (پیش پروژه، مهندسی پایه، طراحی دقیق، بهره‌برداری یا برچیدن)

(پ) تعیین الزامات ممیزی و بازبینی مستقل.

(ت) تعیین کردن الزامات برنامه زمان بندی (شروع، پایان و مراحل مهم).

(۲) شرح تأسیسات

(الف) شامل شرح مختصری از تأسیسات (موقعیت ویژگی‌های بهره‌برداری شامل کارکنان اما برآورد محافظه کارانه توزیع جمعیت اطراف تأسیسات).

(۳) دامنه و محدودیت ها

(الف) تعریف دامنه (فاز ۲ ممکن است شامل برنامه مدیریت ریسک، تجزیه‌وتحلیل دقیق ریسک سناریوهای منتخب و QRA باشد)

(ب) تعریف سیستم (مواد خطرناک بکار گرفته‌شده یا فرآوری شده، نحوه بهره‌برداری، فلسفه کلی بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری)

(پ) تعیین محدودیت ها- شامل مرزبندی های فیزیکی، محیط اطراف و شرایط محیطی.

(ت) فهرست تمام اسناد مطالعه موجود.

(۴) روش شناسی

(الف) حذف بخش‌هایی از این مشخصات در صورت نیاز. پایگاه داده شکست و معین (به‌عنوان‌مثال: CHARAD)

(ب) انحراف از این مشخصات به‌منظور تطبیق با الزامات مقررات محلی قابل‌اجرا مشخص کنید.

(۵) ثبت فرضیات

(الف) الزامات مربوط به نگهداری ثبت کلیه فرضیات و اسناد فرضیات در فرمت تعیین‌شده را مشخص کنید. یکی از مهمترین فرضیات الگوی نیروی انسانی و توزیع جمعیت است.

(ب) الزامات لازم جهت کسب تأییدیه شرکت برای کلیه فرضیات قبل از انجام هرگونه محاسبات کمی را مشخص کنید.

(۶) مطالعات تاثیرگذاری (حساسیت)

(الف) الزامات مربوط به موارد تاثیرگذار (حساسیت) را برای QRA یا ارزیابی ریسک مبتنی بر سناریو به‌منظور باربینی عدم قطعیت های مربوط به نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک، مورد سنجش قرار گیرد.

(ب) الزامات مربوط به تائید قبلی شرکت در مورد موارد تاثیرگذار (حساس) را مشخص کنید. موارد تاثیرگذار (حساس) ممکن است توسط پیمانکار پس از ارائه اولین نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک تعریف شود. شرکت باید برای انتخاب موارد تاثیرگذار (حساس) تأییدیه لازم را صادر نماید.

(۷) کارگاه کاهش ریسک

(الف) الزامات مربوط به تائید گزارش‌های تجزیه‌وتحلیل ریسک یک مورد اصلی، توسط شرکت

(ب) الزامات مربوط به ارائه روش تجزیه‌وتحلیل ریسک و نتایج در RRW.

(پ) الزامات مربوط به ارائه تسهیل کننده RRW باتجربه صنعتی به‌منظور هدایت تیم، جمع‌آوری اطلاعات ورودی موردنیاز تیم در مورد اقدامات احتمالی کاهش ریسک و تهیه گزارش RRW.

(۸) به روز رسانی تجزیه‌وتحلیل ریسک

الف) الزامات مربوط به سنجش تأثیر منفی اقدامات احتمالی کاهش ریسک شناسایی شده در کارگاه کاهش ریسک بر روی سطح ریسک

(ب) الزامات مربوط به صـدور بازنگری موقت گزارشـهای تجزیه‌وتحلیل ریسـک ازجمله تأثیر منفی اقدامات احتمالی کاهش ریسک.

(ج) ارائـه نتـایج تجزیـه‌وتحلیـل ریســک ســناریوهـای عمـده: بـه‌عنوان‌مثـال میزان پیـامـدهـای IDLH، LC1%، LC50%و LC95%بر روی نقشه‌های جانمایی.

(ج) ارائه نتایج QRA: به‌عنوان‌مثال نمودار LSIR در نقشـه‌های جانمایی، سـطوح IRPA، PLL، منحنی F-N (جهت اطلاع)،

(۹) گزارش دهی نهایی

(الف) الزامات مربوط به گزارش دهی شامل تعداد بازنگری.

(ب) الزامات مربوط به کلیه فایلهای ورودی، محاسبات متوسط، نتایج، گزارشها در قالب فایل بومی

(۱۰) سازمان پروژه

(الف) تعیین سازمان پیگیری پروژه شرکت

(ب) الزامات مربوط به سازمان پروژه پیمانکار

(۱۱) نقش ها و مسئولیت های پیمانکار

(الف) تقش ها و مسـئولیت های پیمانکار در رابطه با جمع‌آوری داده‌ها، کیفیت انتقال، تحقق بودجه و زمان انتقال

فاز ۳ – ارائه ALARP با اسـتفاده از تجزیه‌وتحلیل هزینه-سـود و ثبت ریسـک اصـلی جهت تنظیم دامنه کلی کار

این مرحله با اسـتفاده از منابع داخلی با دریافت اطلاعات از نتایج فاز ۲ تجزیه‌وتحلیل ریسـک مربوط به تأثیر اقدامات احتمالی کاهش ریسـک انجام می‌شـود. اسـتفاده از منابع خارجی پیمانکاران که توسـط شـرکت از پیش تائید صـلاحیت شـده اند نیز برای انجام محاسـبات تجزیه‌وتحلیل هزینه-سـود و کمک به تهیه ثبت ریسک عمده امکان پذیر می‌باشد. محتوای دامنه کار در فاز ۳ باید شامل موارد زیر باشد:

(۱) اهداف

(الف) هدف از ارزیابی فاز ۲ ریسک را شرح دهید

(ب) تعیین الزامات برنامه زمان بندی (شروع، پایان و مراحل مهم).

(۲) خلاصه اقدامات احتمالی کاهش ریسک

(الف) شامل شرح مختصری از اقدامات احتمالی کاهش ریسک و تأثیر منفی مربوطه بر سطح ریسک (سناریو QRA)

(۳) تجزیه‌وتحلیل هزینه-سود

(الف) تعریف هزینه و تأثیر منفی برنامه زمان بندی اجرای اقدامات احتمالی کاهش

(ب) تعریف عدم تناسب برای ارائه ALARP

(ج) تهیه حداول مقایسه ای جهت نشان دادن کاهش ریسک در برابر هزینه-سود

(د) انتخاب اقدامات کاهنده ریسک معنی دار بر اساس اصول ALARP.

(۴) ثبت ریسک عمده

(الف) تهیه یک خلاصه گزارش که در دارنده ثبت ریسک عمده باشد

(ب) شناسایی اقدامات حیاتی ایمنی بر اساس نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک.

(۵) برنامه اقدام

(الف) تهیه پیش نویس برنامه اقدام شامل اقدامات کاهش پیشنهاد شده با برنامه زمان بندی برای اجرا

(ب) دریافت تاییدیه مدیریت در مورد پیش نویس برنامه اقدام

(۶) اجرای برنامه اقدام

الف) تعیین الزامات پایش بر اجرای اقدامات تائید شده

(ب) تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI)[1] مربوط به اجرای برنامه اقدام.

(ج) انجام ممیزی داخلی یا خارجی و انتشار وضعیت دوره‌ای اجرا با توجه به KPI تعریف‌شده

1- Key Performance Indicators

پیوست ب

(الزامی)

ثبت فرضیات

ارزیابی ریسک شامل تعدادی از فرضیات در هر مرحله از فرایند از مرحله تعریف دامنه ارزیابی ریسک تا مرحله ارائه ALARP می‌باشد. کلیه فرضیات تاثیرگذار بر ارزیابی ریسک باید به‌طور سیستماتیک مستند شده و باید برای هر یک توجیه کافی ارائه شود.

تاییدیه شرکت باید قبل از اعمال فرضیات در یک مطالعه ارزیابی ریسک دریافت شود. فرضیات می‌توانند به حوزه های زیر مربوط شوند:

- دامنه ارزیابی ریسک
- شناسایی خطرات
- تعریف سناریوها و نتیجه های خطر
- برآورد پیامدها، ازجمله انتخاب مدلها، پارامترهای ورودی
- برآورد تناوب ها ازجمله انتخاب داده‌ها،
- برآورد آسیب‌پذیری مرتبط با نتیجه خطر
- سنجش ریسک
- ارائه ALARP و غیره

بنابراین کلیه فرضیات باید در قالب ضمیمه در این بخش مستند شده و در پیوست گزارش ارزیابی ریسک ارائه شوند.

فرم ثبت فرضیات

شماره برگه فرضیه	شماره ریسک مربوطه	توضیح مختصر	پیشنهاد شده توسط	تائید شده توسط
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

برگه فرضیه ارزیابی ریسک فن آورانه [نام تأسیسات]		
تاریخ:	تاریخ اولین صدور:	تاریخ بازنگری:
شماره ریسک مربوطه:	تعداد فرضیات:	شماره بازنگری:
عنوان: ناحیه کلی موثر بر فرضیات را مشخص کنید		
هدف: به‌طور واضح هدف فرض را مشخص کنید.		
توضیحات فرض را با پیش زمینه بیان کنید. در صورت لزوم استفاده از آن در ارزیابی ریسک را همراه با تصاویر توجیه کنید. (در صورت نیاز از صفحات اضافی استفاده کنید) مراجع مورداستفاده: ۱. نام مراجع مناسب مورداستفاده را ذکر کنید		
تاثیر منفی فرضیه: تأثیر منفی بالقوه این فرض را به‌صورت واضح مشخص کنید.		
تهیه شده توسط:	نام /سمت سازمانی	تاریخ:
تائید شده توسط:	نام /سمت سازمانی در شرکت	تاریخ:
مدیر پروژه:	نام /سمت سازمانی در شرکت	تاریخ:

پیوست پ

(الزامی)

آستانه شدت خطر

آستانه های شدت خطر برای ارزیابی آسیب به کارکنان باید بر اساس بخشهای زیر باشد. اطلاعات بیشتر باید بر اساس HSE-01 دنبال گردد.

پ-۱ آستانه آسیب

پ-۱-۱ حریق

از جدول ۱۲ باید به‌عنوان مبنایی برای تعیین آسیب‌پذیری انسان در برابر شدت های خطر مرتبط با حریق استفاده شود.

جدول ۱۲ – آستانه های شدت حریق

آستانه	مدت‌زمان حریق	پارامتر
$3\ kW/m^2$	بیش از ۲ دقیقه	IDLH
$(600\ kW/m^2)4/3.s$	کمتر از ۲ دقیقه	
$5\ kW/m^2$	بیش از ۲ دقیقه	LC1%
$(1000\ kW/m^2)4/3.s$	کمتر از ۲ دقیقه	
استفاده از معادلات پروبیت		مرگ‌ومیر

پ-۱-۲ انفجار

از جدول ۱۳ باید به‌عنوان مبنایی برای تعیین آسیب‌پذیری انسان در برابر شدت های خطر مرتبط با فشار افزایی انفجار استفاده می‌شود.

جدول ۱۳ - آستانه های فشار بیش‌ازحد انفجار

آستانه	پارامتر
5 kPa	IDLH
14 kPa	**LC1%**
استفاده از معادلات پروبیت	**مرگ‌ومیر**

پ-۱-۳ مسمومیت

ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از مخاطرات در معرض گرفتن در برابر مواد سمی باید برای موارد زیر را در نظر گرفته شود:

- مدت‌زمان واکنش کارکنان
- اقدامات حفاظتی
- سطوح آسیب به‌عنوان تابعی از زمان (دوز)
- کل مدت‌زمان در معرض قرار گرفتن (دوز انباشته)

پ-۱-۳-۱ سولفید هیدروژن (H_2S)

از جدول ۱۴ باید به‌عنوان مبنایی برای تعیین آسیب‌پذیری انسان در برابر شدت خطرات سمیت مرتبط با سولفید هیدروژن استفاده شود.

جدول ۱۴ – آستانه های H_2S

پارامتر/زمان	1-دقیقه	10- دقیقه	20- دقیقه	30- دقیقه	60- دقیقه
IDLH (ppm)	320	150	115	100	80
LC1% (ppm)	1521	688	542	472	372
مرگ‌ومیر	استفاده از معادلات پروبیت				

پ-۱-۳-۲ دی اکسید گوگرد (SO_2)

از جدول ۱۵ باید به‌عنوان مبنایی برای تعیین آسیب‌پذیری انسان در برابر شدت خطرات سمیت مرتبط با دی اکسید گوگرد استفاده شود.

جدول ۱۵ – آستانه های SO_2

پارامتر/زمان	1- دقیقه	10- دقیقه	20- دقیقه	30- دقیقه	60- دقیقه
IDLH **(ppm)**	230	128	108	96	81
LC1% (ppm)	2071	1148	961	866	725
مرگ‌ومیر	استفاده از معادلات پروبیت				

پ-۱-۳-۱ مونوکسید کربن (CO)

از جدول ۱۶ بایستی به‌عنوان مبنایی برای تعیین آسیب‌پذیری انسان در برابر شدت خطرات سمیت مرتبط با مونوکسید کربن استفاده شود.

جدول ۱۶ - آستانه های مونوکسید کربن

پارامتر/زمان	5- دقیقه	10- دقیقه	20- دقیقه	30- دقیقه	60- دقیقه
IDLH **(ppm)**				1,200	
LC1% (ppm)					
مرگ‌ومیر	استفاده از معادلات پروبیت				

پ-۱-۳-۴ دی اکسید کربن (CO_2)

از جدول ۱۷ باید به‌عنوان مبنایی برای تعیین آسیب‌پذیری انسان در برابر شدت خطرات سمیت مرتبط با دی اکسید کربن استفاده شود.

جدول ۱۷ - آستانه های دی اکسید کربن

پارامتر/زمان	5- دقیقه	10- دقیقه	20- دقیقه	30- دقیقه	60- دقیقه
IDLH **(ppm)**				40,000	
LC1% (ppm)					
مرگ‌ومیر	به‌طور محافظه کارانه غلظت ppm ۷۰،۰۰۰ در هوا برآورد شده است.				

پ-۱-۳-۵ دود

تأثیر خطر دود بر انسان باید با رویکرد مورد به مورد ارزیابی شود. برای مدل‌سازی آستانه های شدت خطر مرتبط با خطر دود، باید تأییدیه شرکت دریافت شود.

پ-۱-۳-۶ افزایش درجه حرارت

تأثیر منفی خطرات ناشی از افزایش درجه حرارت برای انسان باید با رویکرد مورد به مورد ارزیابی شود. برای مدل‌سازی آستانه های شدت خطر مرتبط با خطر افزایش درجه حرارت، باید تأییدیه شرکت دریافت شود.

پ-۱-۴ پرتابه

شدت خطر برخورد پرتابه باید به‌صورت موردی، مورد مطالعه قرار گیرد. برای تعیین آستانه شدت خطر مرتبط با پرتابه ها باید تأییدیه شرکت دریافت شود.

پ-۱-۵ ثبات (پایداری) سازه ای

ارزیابی آستانه «IDLH» و «LC1%» سناریوها به همراه نتیجه درخت رویداد که بر ثبات (پایداری) سازه ای تأثیر منفی می گذارد، دشوار می‌باشد. تجزیه‌وتحلیل ایمنی خاص مانند تجزیه‌وتحلیل ریسک سقوط اجسام، تجزیه‌وتحلیل ریسک سازه ای، تجزیه‌وتحلیل ریسک برخورد کشتی، تجزیه‌وتحلیل ریسک خستگی و غیره

باید بر اساس رویکرد مورد به مورد انجام شود. این مطالعات ایمنی باید به مکانیسم های حالت خرابی و اثرات آن‌ها بر اختلال احتمالی سازه بپردازد. این مطالعات خاص باید به‌عنوان ورودی برای برآورد ریسک به کارکنان و خسارت دارایی‌های مرتبط با رویدادهای غیر فرایندی در نظر گرفته شود.

شدت خطرات خسارت سازه ای باید به‌صورت موردی مورد مطالعه قرار گیرد و باید از شرکت برای تعیین آستانه های شدت خطر تأییدیه دریافت شود.

پ-۲ آستانه شدت خطر برای خسارت دارایی

ارزیابی آسیب‌پذیری نسبت به یکپارچگی دارایی‌ها در اثر حریق، انفجار، تشدید، خطرات آسیب ساختاری باید بر اساس موارد زیر سنجش شوند:

- سطوح شدت خطر
- مدت‌زمان سطح خطر
- تشدید بالقوه

برای مدل‌سازی خسارت دارایی‌های مرتبط با سطوح مختلف شدت خطر، باید از شرکت تأییدیه دریافت شود.

پیوست ت

(الزامی)

کار برگ های HAZID و HAZOP

الف) کار برگ HAZID

	نام و نام تنظیم کننده:	تاریخ تنظیم اولین سند:	
	نام و نام تائید کننده:	تاریخ بازنگری:	شماره بازنگری:

زیر سیستم:

خطرات	توصیف ریسک						کنترل های موجود								ریسک موجود				اقدامات اصلاحی پیشنهادی												ریسک بعد از اقدامات اصلاحی انجام شده					
		عواقب						کاهش ریسک						کنترل مورد نیاز																					
محیط‌زیست	دلایل	انسان	دارایی	اعتبار شرکت	محیط‌زیست	حذف ریسک	انتقال ریسک	جایگزینی	کنترل مهندسی/ موانع فیزیکی	کنترل اداری/ مدیریتی	استفاده از وسایل حفاظت فردی	کاهنده نتیجه خطر	انسان	دارایی	اعتبار شرکت	محیط‌زیست	حذف ریسک	انتقال ریسک	جایگزینی	کنترل مهندسی/ موانع	کنترل اداری/ مدیریتی	استفاده از وسایل حفاظت فردی	کاهنده نتیجه خطر	وضعیت	مسئول رسیدگی	مدت‌زمان رسیدگی	انسان	دارایی	اعتبار شرکت	محیط‌زیست	وضعیت ریسک	الزامات مربوطه	پیشنهادات

یادآوری ۱: «دلایل» مجموعه‌ای از عوامل و تهدید هایی می‌باشند که در بروز خطرات نقش دارند.

یادآوری ۲: طبقه‌بندی خطرات باید مطابق با الزامات مندرج در استاندارد ISO17776 باشد.

یادآوری ۳: منظور از «کاهنده نتیجه خطر» در کنترل های موجود و موردنیاز، مجموعه اقدامات و ابزارهای مورداستفاده به‌منظور کاهش نتیجه خطر ناشی از یک رویداد می‌باشد. به‌عنوان‌مثال بکار گیری از تجهیزات اعلان و اطفاء حریق ابزاری برای مهار توسعه حریق می‌باشد که باید در این قسمت نگارش شوند.

جهت کسب اطلاعات بیشتر به‌منظور نحوه تکمیل کار برگ به استاندارد ISO17776 مراجعه نمایید.

ب) کار برگ HAZOP

نام شرکت/مدیریت/منطقه:	**تاریخ جلسه:**	
محل/واحد مورد بررسی:	**تاریخ تنظیم اولین سند:**	
شماره صفحه ..... از	**تاریخ بازنگری:**	**شماره بازنگری:**
نام و نام تنظیم کننده:		
نام و نام خانوادگی تائید کننده:		

عنوان مطالعه:	
قسمت مورد بررسی:	
مشخصات طراحی:	**ماده:**
	منبع:

شماره	کلمه راهنما	المان	انحراف معیار	دلایل احتمالی	عواقب	کنترل موجود	پیشنهادات	اقدامات موردنیاز	مسئول اقدامات اصلاحی
1									
2									
3									

جهت کسب اطلاعات بیشتر به‌منظور نحوه تکمیل کار برگ به IEC61882 مراجعه نمایید.

پ) مقاطع قابل جداسازی و هیدروکربن موجود معین خطرناک

جداول قسمت‌های قابل جداسازی و هیدروکربن موجود خطرناک باید به‌عنوان بخشی از آماده سازی HAZID و HAZOP تهیه شوند. فرمت پیوست شده باید برای گزارش قسمت قابل جداسازی و موجودی مواد خطرناک مرتبط استفاده شود. جداول باید بخشی از ارزیابی اولیه ریسک و گزارش‌های QRA را تشکیل دهند.

ردیف	گره (بخش قابل جداسازی)	مواد فرآیند	خطرات بالقوه (اشتعال پذیری، واکنش پذیری، سمیت، مراقبت ویژه)	حداکثر فشار عملیاتی (Barg)	دمای عملیاتی (°C)	حجم ظروف و خطوط لوله (m^3)	موجودی (تن)		جداسازی با (u/s و d/s)	زمان جداسازی گاز مایع (دقیقه)
							مایع	گاز		
۱										
۲										
۳										

پیوست ث

(الزامی)

تعاریف شدت (نیروی انسانی، تجهیزات و دارایی‌ها، محیط‌زیست و اعتبار شرکت) در ماتریس ارزیابی ریسک

اعتبار شرکت		تجهیزات و دارایی‌ها*		نیروی انسانی				شدت
				سلامت		صدمات جسمانی		
تعریف	تاثیر بالقوه	تعریف	تاثیر بالقوه	تعریف	تاثیر بالقوه	تعریف	تاثیر بالقوه	
بدون آگاهی عمومی	اثر ندارد	صدمه به تجهیزات و دارایی‌ها وارد نمی‌شود	بدون خسارت	صدمه ای به سلامت انسان وارد نمی‌شود	بدون صدمه	صدمه ای به سلامت انسان وارد نمی‌شود	بدون صدمه	۱
آگاهی عمومی در مورد واقعه* ممکن است وجود داشته باشد اما هیچ نگرانی عمومی وجود ندارد	اثر منفی ناچیز	اختلالی در فرآیند کاری ایجاد نمی‌شود، حداقل هزینه جهت تعمیر تجهیزات و دارایی‌ها (هزینه کمتر ار ۱۵۰۰۰ دلار)	خسارت ناچیز	به توانایی کار فردی یا انجام کار فعلی آسیب نرساند. -عامل هایی که برای سلامت انسان خطرناک نمی باشند	صدمه ناچیز	به توانایی کار فردی یا انجام کار فعلی آسیب نرساند	صدمه ناچیز	۲
نگرانی های عمومی محلی؛ توأم با شکایات دریافت شده از رسانه های محلی کوچک و / یا توجه سیاسی محلی با جنبه های بالقوه منفی برای عملیات شرکت تابعه به همراه داشته باشد	اثر منفی محدود شده	ممکن است اختلال جزئی در فرآیند کاری ایجاد شود؛ نیاز به ایزولاسیون تجهیزات جهت تعمیر تجهیزات و دارایی‌ها نیاز باشد (هزینه به‌صورت تخمینی کمتر از ۱۵۰۰۰۰ دلار)	خسارت کم	اثر گذار بر روی فعالیتهای درحال اجرا می باشند؛ مانند کاهش فعالیت یا مرخصی نفر جهت بهبودی کامل (حداکثر به مدت یک هفته). عواملی که اثرات بهداشتی محدود شده ای دارند و برگشت پذیر می‌باشند، به‌عنوان‌مثال تحریک کننده ها و بسیاری از باکتری های مسمومیت غذایی	صدمه/ بیماری کم	اثر گذار بر روی فعالیتهای درحال اجرا می باشند؛ مانند کاهش فعالیت یا مرخصی نفر جهت بهبودی کامل (حداکثر به مدت یک هفته).	صدمه کم	۳
نگرانی عمومی منطقه ای؛ شکایات متعدد؛ توجه منفی گسترده در رسانه های محلی؛ رسانه ملی و / یا توجه سیاسی / محلی / منطقه ای با موقعیت منفی ممکن از دولت محلی و / یا گروه‌های ذینفع به همراه داشته باشد	اثر منفی قابل‌توجه	قسمتی از تأسیسات فرآیند عملیاتی از فعالیت خارج شوند؛ فرآیند (ممکن است) بعد از توقف، قابلیت راه‌اندازی مجدد داشته باشد (هزینه به‌صورت تخمینی کمتر از ۱۵۰۰۰۰۰ دلار)	خسارت در سطح شرکت	منجر به ناتوانی دائمی جزئی و یا تأثیرگذاری بر عملکرد کاری فرد در بلند مدت داشته باشد، مانند غیبت طولانی مدت از کار - عامل هایی که قادر به آسیب برگشت ناپذیر بدون معلولیت جدی هستند، برای مثال سروصدا، ابزار های مورداستفاده جهت کارهای دستی که به خوبی طراحی نشده‌اند	صدمه/ بیماری شدید	منجر به معلولیت جزئی ولی دائمی و یا منجر به عدم تناسب شغلی ازلحاظ بدنی جهت انجام کار برای مدت‌زمان طولانی می‌شود؛ مانند غیبت طولانی مدت	صدمه شدید	۴
نگرانی عمومی ملی؛ شکایت مداوم؛ توجه گسترده منفی در رسانه های ملی و / یا سیاست های منطقه ای / ملی با اقدامات احتمالی محدود و / یا تاثیر در صدور لایسنس شرکت؛ بسیج گروه‌های ذینفع به همراه داشته باشد	اثر منفی در داخل کشور	قسمتی از تأسیسات فرآیند عملیاتی از بین برود؛ تاسیات فرآیند حداکثر به مدت ۲ هفته خاموش بمانند (هزینه به‌صورت تخمینی کمتر از ۱۵۰۰۰۰۰۰ دلار)	خسارت شدید	عواملی که قادر به ایجاد آسیب برگشت ناپذیر با ناتوانی جدی و یا مرگ باشند، به‌عنوان‌مثال، مواد خورنده، مواد سرطان زا شناخته‌شده انسان	مرگ و میر (۱ نفر)/ ازکارافتادگی	متناوبا شخص با معلولیت دائمی و یا به عدم تناسب شغلی ازلحاظ بدنی مواجه و قربانی می‌شود. همچنین شامل امکان مرگ و میر یک نفره به دلیل دنبال کردن شرح وظایف مرتبط با واقعه ها مانند انفجار می‌شود	مرگ و میر (۱ نفر)/ از کار افتادگی	۵
توجه عمومی بین‌المللی؛ توجه منفی گسترده در رسانه های بین‌المللی و سیاست ملی / بین‌المللی؛ پتانسیل آسیب‌رساندن به مناطق جدید، لغو لایسنس ها و / یا تاثیر بر قوانین مالیاتی؛ فشارهای هماهنگ گروه‌های ذینفع؛ عوارض جانبی برای شرکت تابعه در کشورهای دیگر به همراه داشته باشد	اثر منفی در سطح بین‌المللی	تأسیسات فرآیند عملیاتی به کلی از بین برود که توأم با خسارت وسیع باشد (هزینه به‌صورت تخمینی بیش از ۱۵۰۰۰۰۰۰ دلار)	خسارت وسیع	عواملی که دارای پتانسیل مرگ‌ومیر چندگانه هستند، برای مثال مواد شیمیایی با اثرات سمی حاد (مانند سولفید هیدروژن، مونوکسید کربن)، موتد سرطان زای شناخته‌شده برای انسان	مرگ و میر بیش از ۱ نفر	شامل مرگ و میر چند نفره (۲ نفر یا بیشتر) به دلیل دنبال کردن شرح وظایف مرتبط با واقعه ها در هر نقطه عملیاتی و یا مرتبط با فعالیتهای شغلی می‌باشد	مرگ و میر بیش از ۱ نفر	۶

*دارایی‌ها عبارتند از: مخازن نفت و گاز، تأسیسات تولید، خطوط لوله، پول، سرمایه و دیگر اموال شرکت تابعه و شخص ثالث

شدت	محیط ریست*								
	انتشار آلاینده‌های هوا از منبع انتشار	پسماند (برمبنای امتیاز ریسک) **	آب همراه نفت (نحوه مدیریت)		تخلیه پساب (مترمکعب در روز)		آلودگی نفت در هر واقعه (لیتر) (هر بشکه معادل ۱۶۰ لیتر نفت خام در نظر گرفته شود)		تعریف	تاثیر بالقوه
			فراساحل	مناطق حساس در خشکی	فراساحل	مناطق حساس در خشکی	فراساحل	مناطق حساس در خشکی		
1	۱- انجام آزمایشات خود اظهاری در پایش برای منابع انتشار و هوای محیطی ۲- مطابقت با استانداردهای محیط‌زیست	کمتر یا مساوی ۲۵	استفاده از تجهیزات جداساز آب درون‌چاهی	استفاده از تجهیزات جداساز آب درون‌چاهی	COD< 100mg/l	COD< 100mg/l	۰	۰	ریسکی برای محیط‌زیست ندارد، عواقب مالی ندارد	اثر ندارد
2	۱- انجام آزمایشات خود اظهاری در پایش برای منابع انتشار و هوای محیطی ۲- انحراف از مقادیر استاندارد تا ۱۰٪ موارد ۳- انجام پایش و کنترل منابع آلاینده توسط شرکت	بین ۲۶ تا ۵۰	تزریق به چاه	تزریق به چاه	0-50 m^3 and 100<COD< 300	≤5 m^3 and 101<COD<300	0-100	<10	عواقب مالی قابل‌چشم‌پوشی می‌باشد، ریسک محیط‌زیستی به‌صورت محلی می‌باشد (در محدوده فنسی و تأسیسات فرآیندی	اثر منفی ناچیز
3	۱- انجام آزمایشات خود اظهاری در پایش برای منابع انتشار و هوای محیطی ۲- انحراف از مقادیر استاندارد تا ۲۰٪ موارد ۳- انجام پایش و کنترل منابع آلاینده توسط شرکت	بین ۵۱ تا ۷۵	عدم تزریق به چاه و انتقال به سیستم تصفیه	عدم تزریق به چاه و انتقال به سیستم تصفیه مستقر در سکو	51 – 100 m^3 and 101<COD<300	6-10 m^3 and 101<COD<300	101 - 1,000	<100	آلودگی، آسیب به‌اندازه کافی بزرگ می‌باشد که بر محیط‌زیست اثر بگذارد، بیش‌ازحد از شاخص‌های تعیین‌شده در قانونی یا معیارهای تعیین‌شده، شکایت یک نفره، بدون اثر دائمی بر روی محیط‌زیست	اثر منفی کم
4	۱- انجام آزمایشات خود اظهاری در پایش برای منابع انتشار و هوای محیطی ۲- انحراف از مقادیر استاندارد تا ۳۰٪ موارد ۳- انجام پایش و کنترل منابع آلاینده توسط شرکت	بین ۷۶ تا ۱۰۰	عدم تزریق به چاه و انتقال به حوضچه تبخیر ایزوله در خشکی	عدم تزریق به چاه و انتقال به حوضچه تبخیر ایزوله در خشکی	101-200 m^3 or 301<COD<500	11 -25 m^3 or 301<COD<500	1,001-10,000	101 -1,000	نشر مواد سمی شناخته‌شده به‌صورت محدود، بیش‌ازحد از شاخص‌های تعیین‌شده در قانونی یا معیارهای تعیین‌شده به‌صورت مکرر و فراتر از فنس تأسیسات/ محله	اثر منفی در سطوح داخلی شرکت
5	۱- انجام آزمایشات خود اظهاری در پایش برای منابع انتشار و هوای محیطی ۲- انحراف از مقادیر استاندارد تا ۵۰٪ موارد ۳- عدم انجام پایش و کنترل منابع آلاینده توسط شرکت	بین ۱۰۱ تا ۱۵۰	عدم تزریق به چاه و انتقال به حوضچه تبخیر غیر ایزوله در خشکی	عدم تزریق به چاه و انتقال به حوضچه تبخیر غیر ایزوله در خشکی	200-500 m^3 or COD>501	26-50 m^3 or COD>501	10,001 - 100,000	1001 - 10,000	آسیب شدید به محیط‌زیست، شرکت لازم است اقدامات گسترده‌ای را برای بازگرداندن محیط آلوده به حالت اولیه خود انجام دهد. تجاوز بیش‌ازحد از شاخص‌های تعیین‌شده در قانون یا معیارهای تعیین‌شده	اثر منفی شدید
۶	۱- انجام آزمایشات خود اظهاری در پایش برای منابع انتشار و هوای محیطی ۲- انحراف از مقادیر استاندارد بیش از ۵۰٪ موارد ۳- عدم انجام پایش و کنترل منابع آلاینده توسط شرکت	بین ۱۵۱ تا ۲۰۰	عدم تزریق به چاه و رهاسازی در محیط خشکی	عدم تزریق به چاه و رهاسازی در دریا	>500 m^3 or COD>501	>50 m^3 or COD>501	>100,000	>10,000	آسیب شدید محیط‌زیست به‌صورت مداوم و یا گسترش مزاحمت شدید در یک منطقه بزرگ، ازلحاظ استفاده تجاری یا تفریحی یا حفاظت از طبیعت، یک ضرر عمده اقتصادی برای شرکت در برداشته باشد، تجاوز بیش‌ازحد از شاخص‌های تعیین‌شده در قوانین، استاندارد یا معیارهای تعیین‌شده در الزامات	اثر منفی قابل‌گسترش

* برای سایر مواد شیمیایی، کارشناسان محیط‌زیست باید اعمال‌نظر نمایند.

وقایع مربوط به هوا، سروصدا، ارتعاشات کوچک، نور و خاک باید بر اساس قضاوت کارشناسان موردتوجه قرار گیرد و در صورت عدم اطمینان، آزمایشات محلی باید انجام شود.

* وقایعی که در سطح شدت ۲ مورداستفاده قرار می‌گیرند باید به‌عنوان منبع نگرانی برای تمام سطوح شدت دیده شوند. این واژه در واژه‌نامه تعریف‌شده است اما تشخیص آن شامل یک مسئله زیست‌محیطی، یک رویداد یا زنجیره‌ای از حوادثی است که باعث ایجاد یا نادیده گرفتن نشت، رهایش، شکایت، نگرانی عمومی، بحث‌های موضوعی، عدم پیروی از تعهدات و غیره شده است. لذا، نظر «عموم جامعه» باید در نظر گرفته شود که طیف گسترده‌ای ازجمله «متفکران» را شامل می‌شود، برای مثال دانشمندان زیست‌محیطی؛ گروه‌ها؛ سیاستمداران؛ مقامات (از انواع مختلف)؛ رسانه (علمی عمومی).

** امتیاز ریسک پسماندها متناسب با پارامترهای مندرج در جدول زیر باید محاسبه گردند:

امتیاز ریسک = تناوب تولید× درجه خطر× کمیت پسماند

پارامتر	محدوده	امتیاز
کمیت پسماند	بیش از ۵۰٪ کل پسماندها	۵
	۳۰ تا ۵۰٪ کل پسماندها	۴
	۱۰ تا ۳۰٪ کل پسماندها	۳
	۵ تا ٪ ۱۰ کل پسماندها	۲
	کمتر از ۵٪ کل پسماندها	۱
درجه خطر	H	۸
	۱	۴
	۲	۲
	۳	۱
تناوب تولید	روزانه	۵
	هفتگی	۴
	ماهانه	۳
	سالانه	۲
	بیش از یک سال	۱

ISIRI **: ****** (Modification of **Total GS EP SAF 041**

PETROLEUM INDUSTRY - LIFE CYCLE RISK MANAGEMENT The purpose of this standard is to describe the risk management requirements in the life cycle of oil extraction, processing, transmission and storage facilities.

This standard is applicable for facilities and equipment of oil industry units, including facilities for exploration and processing, offshore and onshore drilling, oil and gas and petrochemical refining units and flow lines, transmission, distribution of oil, gas and hydrocarbon products and the other related units.

NOTE The requirements of this Standard cover only the basic requirements and do not include legal or other requirements.