Archive of SID

Journal of Safety Promotion and Injury Prevention,
Vol.8, No.3, Autumn 2020

Original Article

Risk-Based Inspection Technique and the Benefits of its Implementation in Improving the Process Management System of Oil, Gas and Petrochemical Industries: A Review Study

Behnam Moradi

Department of Health, Safety and Environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
*** Corresponding Author:** b.moradi@sbmu.ac.ir

Abstract

Background and objectives: In the processing industry, deaths and severe damages to the equipment due to certain incidents were reported in recent years. And, the industrial sectors are interested in an effective means to prevent or reduce the severity of these accidents in an integrated and planned manner. The aim of this study is a risk-based inspection technique and the consequent benefits of its implementation in the process industries.

Materials and Methods: In this retrospective study, keywords related to research title, including risk-based inspection, risk management, probability of failure, a consequence of failure, risk analysis, process management, risk-based maintenance, corrosion management, process safety, and Asset Integrity management was selected and then searched on the internal and external databases of Science Direct, PubMed, Google Scholar, SID, Google Search, Magiran, Civilica and Scopus without any time limit. Then the findings and results of confirmed research were extracted and analyzed. Finally, conclusions about the benefits of this method in improving the process management system were reviewed. Then the findings and results of confirmed research were extracted and analyzed. Finally, the conclusion about the effect of the advantages of this method in improving the process management system was examined.

Result: A review of various studies showed that the benefits of using RBI were summarized into 11 categories, including business (economic), effective operations, risk management, effective inspection management, asset and corrosion integrated management, experts of competency and knowledge, health, safety, environment (HSE), compliance with risk and safety standards, process safety, social expectations, legal, and judicial requirements.

Conclusion: The results showed that the use of RBI in the process industry provides many benefits. Therefore, the establishment and implementation of risk-based inspection in these industries can increase the functionality of equipment and improve the process management system.

Keywords: Risk-Based Inspection (RBI); Risk Management; Maintenance; Asset Integrity; Process Safety

How to cite this article: Moradi B. Risk-Based Inspection Technique and the Benefits of its Implementation in Improving the Process Management System of Oil, Gas and Petrochemical Industries: A Review Study. J Saf Promot Inj Prev. 2020; 8(3):157-71.

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها
دوره۸. شماره ۳. پائیز ۱۳۹۹، صفحات ۱۵۸ تا ۱۷۱

تکنیک بازرسی بر مبنای ریسک و سودمندی‌های اجراء آن در بهبود سیستم مدیریت فرآیندی صنایع نفت، گاز و پتروشیمی: مطالعه مروری

بهنام مرادی*

گروه سلامت، ایمنی و محیطزیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: در صنایع فرآیندی با توجه به حوادث به وقوع پیوسته که غالباً منجر به فوت و خسارات شدید به تجهیزات و محیطزیست گردیده است به دنبال روشی هستند که با اجراء آن بتوانند به‌صورت یکپارچه و برنامه‌ریزی‌شده از وقوع این حوادث به‌طور مؤثر پیشگیری و یا از شدت و احتمال آن‌ها بکاهند. هدف از این مطالعه بررسی تکنیک بازرسی بر مبنای ریسک و سودمندی‌های اجراء آن در بهبود سیستم مدیریت فرآیندی صنایع نفت، گاز و پتروشیمی بود.

روش بررسی: در این مطالعه مروری که از نوع توصیفی- گذشته‌نگر بود ابتدا کلیدواژه‌های مرتبط با عنوان پژوهش که شامل بازرسی برمبنای ریسک، مدیریت ریسک، احتمال وقوع ازکارافتادگی، پیامد وقوع ازکارافتادگی، آنالیز ریسک، مدیریت فرآیند، نگهداری و تعمیرات بر مبنای ریسک، مدیریت خوردگی، ایمنی فرآیند و مدیریت یکپارچگی دارائی بود انتخاب و سپس در پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی و خارجی Science Direct, PubMed, Google Scholar, SID, Google Search, Magiran, Civilica و Scopus بدون محدودیت زمانی مورد جستجو قرار گرفتند. سپس یافته‌ها و نتایج پژوهش‌های تأییدشده استخراج و تجزیه‌وتحلیل شدند. درنهایت نتیجه‌گیری و جمع‌بندی در خصوص تأثیر مزایای این روش در بهبود سیستم مدیریت فرآیندی موردبررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد مزایای به‌کارگیری بازرسی برمبنای ریسک در ۱۱دسته: کسب‌وکار(اقتصادی)، عملیات اثربخش، مدیریت ریسک، مدیریت بازرسی اثربخش، مدیریت یکپارچه خوردگی و دارائی‌ها، صلاحیت و دانش کارشناسان، سلامت، ایمنی و محیطزیست ، تطابق با استانداردهای مبتنی بر ریسک و ایمنی ، ایمنی فرآیند، انتظارات اجتماعی و الزامات قانونی و قضایی طبقه‌بندی شدند. با توجه به مزایای ذکرشده، بازرسی برمبنای ریسک، می‌تواند زمینه را برای اجرائی کردن سیستم‌های مدیریت فرآیندی در صنایع نفت،گاز و پتروشیمی ایجاد کند.

نتیجه‌گیری: مطابق یافته‌ها به‌کارگیری بازرسی برمبنای ریسک در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی مزایای متعددی را به دنبال خواهد داشت. بنابراین پیاده‌سازی و اجراء بازرسی بر مبنای ریسک در صنایع مذکور می‌تواند باعث افزایش قابلیت کارکرد تجهیزات و بهبود سیستم مدیریت فرآیندی گردد.

واژگان کلیدی: بازرسی بر مبنای ریسک; مدیریت ریسک; نگهداری و تعمیرات; یکپارچگی دارائی; ایمنی فرآیند

مقدمه

صنایع وابسته به نفت، گاز و پتروشیمی و یا به عبارتی صنایع فرآیندی ازجمله صنایع بزرگ ایران محسوب می‌شوند (۱). این صنایع اغلب با مواد شیمیایی پرخطر و واحدهای عملیاتی تحت شرایط دما و فشار بالا نظیر راکتورها و مخازن ذخیره سروکار دارند؛ که احتمال وقوع حوادثی از قبیل انفجار، آتش‌سوزی و نشت مواد سمی در آن‌ها وجود دارد، بنابراین باید به دنبال ایجاد محیط‌های کاری ایمن برای شاغلین، همسایگان و محیطزیست اطراف خود باشند (۲). البته توجه به ایمنی ذاتی در فرآیندهای صنایع نفت، گاز و پتروشیمی می‌تواند سطح ایمنی را به‌گونه‌ای مؤثر افزایش دهد (۳).

مطالعه زُهار و همکاران نشان داد که ارتباط نزدیکی بین نگهداری و تعمیرات و بروز حوادث عمده و بزرگ در صنایع فرایندی وجود دارد (۴). حوادث این صنایع به خاطر شرایط حاد فرآیندی، مقدار زیاد مواد قابل اشتعال و انفجار، تراکم بالای تجهیزات و افراد از منظر خسارت‌های جانی، اقتصادی، زیست‌محیطی و آسیب به شهرت و آوازه شرکت‌ها می‌تواند بسیار فاجعه‌آمیز و متفاوت‌تر از

*آدرس نویسنده مسئول مکاتبات: b.moradi@sbmu.ac.ir

www.SID.ir

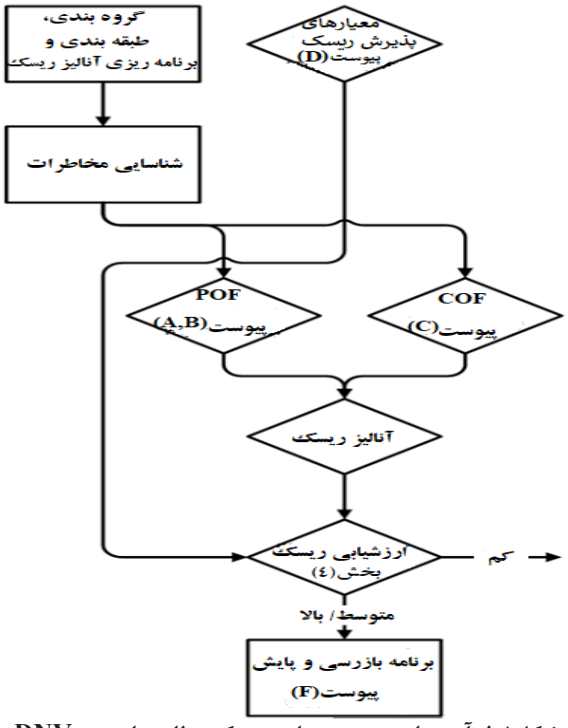
Archive of SID

سایر صنایع باشد(۵). به همین دلیل سازمان‌ها به دنبال روش‌هایی هستند که هزینه‌های عملیاتی، نگهداری و تعمیرات، بازرسی و همچنین هزینه‌های ناشی از بروز حوادث گوناگون را کاهش دهند (۶). مطالعه انجام‌شده توسط ابراهیمی آورد کلو و همکاران (۱۳۹۲) با عنوان بازرسی بر مبنای ریسک[۱] در سکوهای نفتی نشان داد که پهلو گیرهای[۲] میدان نفتی نوروز به دلیل اینکه این میدان از قدیمی‌ترین میدان‌های نفتی منطقه می‌باشد، پرخطر می‌باشند و باید هرچه سریع‌تر تعمیرات اساسی در آن‌ها صورت گیرد. پهلو گیرهای سکوهای سروش، بهرگانسر و هندیجان به ترتیب در اولویت‌های بعدی ازلحاظ تعمیرات قرار می‌گیرند (۷).

این موضوع سبب شده است که تمایل جدی برای استفاده از عامل ریسک به‌عنوان یک معیار برای برنامه‌ریزی اقدامات نگهداری و تعمیرات و همچنین بازرسی ایجاد شود (۸). بر اساس تعریف ارائه‌شده در استانداردهای API-580[۳] و API-581[۴] موسسه نفت آمریکا، ریسک یک مفهوم ریاضی است که از حاصل‌ضرب دو مؤلفه‌ی احتمال وقوع خرابی[۵] و پیامد وقوع خرابی[۶] در یک بازه‌ی زمانی مشخص به دست می‌آید. بنابراین مطالعه ریسک به‌منظور پیشگیری از زیان‌ها و نتایج نامطلوب وقایع انجام می‌شود (۹). اخیراً توجه زیادی نسبت به مقوله ریسک و روش‌های مبتنی بر ریسک جهت تدوین استراتژی‌های بازرسی، نگهداری و تعمیرات و مدیریت در صنایع فرآیندی نفت،گاز، پتروشیمی و صنایع نیروگاهی سراسر جهان ازجمله ایران به وجود آمده است. درواقع به اجرای سیستم مدیریت بازرسی بر مبنای ریسک در واحدهای فرآیندی حساس مانند پتروشیمی‌ها و پالایشگاه‌ها توجه خاصی صورت گرفته است (۱۰).

بازرسی بر مبنای ریسک تأثیر به سزایی بر مدیریت ریسک و پیشگیری از این حوادث و کاهش هزینه‌های مرتبط با آن دارد به‌گونه‌ای که طی دهه‌های اخیر از این روش به‌صورت گسترده برای بازرسی در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و هسته‌ای استفاده‌شده است (۱۱). مطالعه انجام‌شده توسط حمدان با عنوان ارزیابی ریسک مولد بخار با توان بازیابی حرارت[۷] با استفاده از روش بازرسی بر مبنای ریسک نشان داد ارزیابی ریسک مولد بخار با توان بازیافت حرارت، دارای ریسک متوسط می‌باشد که این ریسک در آینده ممکن است تغییر و منجر به قطع یا از سرویس خارج شدن این تجهیز و همچنین باعث ایجاد مکانیزم خرابی جدیدی شود. از طرفی بر اساس آنالیز انجام‌شده فاصله بازرسی برای ارزیابی ریسک مولد بخار با بازیابی حرارت ده ساله می‌باشد . همچنین می‌توان عمر باقیمانده تجهیز را به‌وسیله ارزیابی نواحی بیشتر اجزاء با اضافه کردن مکان‌های پایش وضعیت[۸] طولانی کرد (۱۲).

بنابراین روش بازرسی بر مبنای ریسک به‌عنوان یک دستورالعمل بین‌المللی به‌منظور ایجاد برنامه‌های بازرسی اثربخش شناخته‌شده بود(۱۳). مطابق سند DNV-RP-G101[۹]، بازرسی برمبنای ریسک، تکنیکی است که برای کمک به توسعه بازرسی بهینه و همچنین توصیه‌هایی برای نظارت و بررسی برنامه‌ها برای دستگاه‌های تولید، طراحی‌شده است. این روش با فراهم کردن تمرکز بر روی فعالیت بازرسی، به‌صراحت به تهدیدات یکپارچگی دارائی و توانایی آن برای ایجاد درآمد از طریق تولید می‌پردازد(۱۴). در اشکال ۱ و ۲ به ترتیب فرآیند بازرسی بر مبنای ریسک مطابق سند DNV-RP-G101 و سند API-580 ارائه‌شده است(۱۵, ۱۶). در شکل ۱ منظور از POF و COF به ترتیب احتمال وقوع خرابی و پیامد وقوع خرابی می‌باشد. ضمن اینکه کلیه پیوست‌های اشاره‌شده در شکل در فایل اصلی استاندارد DNV-RP-G101 موجود می‌باشد.

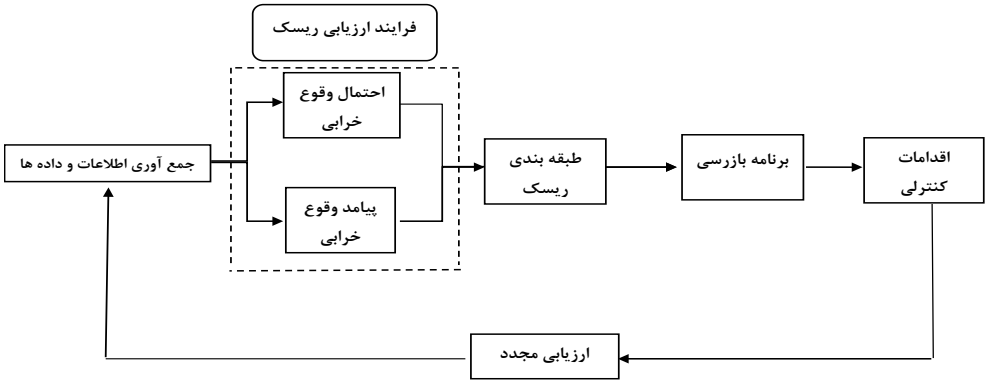


شکل۱. فرآیند بازرسی بر مبنای ریسک مطابق با سند DNV-RP-G101 (۱۵)

۱. Risk based Inspection: RBI
۲. Boat landing
۳. American Petroleum Institute Recommended Practice Risk-based Inspection
۴. Risk-Based Inspection Methodology
۵. Probability of Failure: POF
۶. Consequence of Failure: COF
۷. Heat Recovery Steam Generator: HRSG
۸. Condition Monitoring (CM)
۹. Det Norske Veritas- Recommended Practice Risk based Inspection of Offshore Topsides Static Mechanical Equipment

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. فرآیند بازرسی بر مبنای ریسک مطابق با سند API-580 (۱۶)

طابق با استاندارد API-580، بازرسی بر مبنای ریسک به سه روش کیفی[۱۰]، کمی[۱۱] و نیمه کمی[۱۲] انجام می‌گیرد (۱۷). رویکردهای کیفی به توضیح غیر عددی بر اساس ویژگی گرافیکی، نمودار جریان، گراف‌ها و منبعی از اطلاعات اشاره می‌کنند (۱۸). درروش کیفی سطوح ریسک بیشتر بر اساس تحلیل‌های ذهنی و یا به عبارتی بر اساس دانش، تجربه و قضاوت‌های مهندسی تعیین می‌گردد (۱۹). درواقع روش کیفی نیازمند داده‌های ورودی بر اساس اطلاعات توصیفی است و با استفاده از داوری و تجربه مهندسی به‌عنوان پایه‌ای برای آنالیز احتمال و نتیجه ازکارافتادگی انجام می‌گیرد. ورودی‌ها غالباً به‌صورت محدوده‌های از اطلاعات به‌جای اعداد دقیق می‌باشند و نتایج غالباً به‌صورت کیفی ارائه می‌شوند (زیاد، متوسط و کم)، همچنین ممکن است اعداد نیز به این دسته‌ها اختصاص داده شود (۲۰). بنابراین روش کیفی بیشتر برای استفاده‌های عمومی توسعه داده‌شده است و عمدتاً برای غربالگری اولیه و توجیه سلسله‌مراتب تجهیزات بحرانی مؤثر می‌باشد. درروش کمی می‌توان ریسک را با استفاده از روش‌های عددی و یا آماری برآورد نمود (۲۱). در این رویکرد، احتمال و پیامدهای وقوع خرابی بر اساس بازرسی‌های دقیق و نتایج مدل‌سازی، محاسبه‌شده که می‌تواند خروجی‌های قابل‌اعتمادی را ارائه دهد (۲۲). به‌عبارت‌دیگر درروش کمی از مدل‌های منطقی برای ترسیم ترکیب رویدادهایی که می‌تواند منجر به بروز حوادث شدیدی گردد استفاده می‌شود. نتایج حاصله از روش کمی عمدتاً به‌صورت اعداد ریسک بیان‌شده و این روش دقیق‌ترین و جزئی نگرترین سطح ارزیابی ریسک هست(۲۰). بااین‌حال، برای غلبه بر برخی از کاستی‌هایی که متأثر از دقت و کارایی می‌باشند، ترکیبی از این دو رویکرد به‌عنوان یک‌راه حل در نظر گرفته و تحت عنوان رویکرد نیمه کمی معرفی شد. رویکرد نیمه کمی برای ارائه اولویت‌بندی دقیق‌تر از ریسک‌ها ارزیابی کیفی استفاده می‌شود (۲۳). درروش نیمه کمی که حالتی بینابین دو روش قبل است و وقت‌گیرتر از روش کیفی می‌باشد، برای احتمال و پیامد مقادیر عددی تعیین می‌کنند که می‌تواند با توجه به تجربه و اطلاعات عمومی درباره ازکارافتادگی‌ها و قضاوت‌های مهندسی با یک آنالیز عددی به‌دست‌آمده باشد (۲۴).

از طرفی روش نیمه کمی بازرسی بر مبنای ریسک با ایجاد یک استراتژی یکپارچه به‌منظور شناسایی مکانیزم های خرابی و ارائه روش‌های بازرسی متناسب با آن‌ها به مدیریت ریسک‌های مربوطه کمک می‌کند. بنابراین، بازرسی بر مبنای ریسک باهدف توسعه و اجرا یک برنامه سیستماتیک در جهت بهینه‌سازی هزینه‌های تعمیرات و نگهداری، بازرسی و همچنین کاهش ریسک‌های موجود در مدت‌زمان عمر تجهیزات، باعث ارتقای سطح ایمنی، یکپارچگی دارائی‌ها و قابلیت اطمینان آن‌ها می‌شود (۲۵). بنابراین با توجه به مباحث ارائه‌شده این مطالعه باهدف بررسی تکنیک بازرسی بر مبنای ریسک و سودمندی‌های اجراء آن در بهبود سیستم مدیریت فرآیندی صنایع نفت، گاز و پتروشیمی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مطالعه از نوع توصیفی- گذشته‌نگر است. در ابتدا فهرستی از واژگان کلیدی مبتنی بر عنوان پژوهش مشخص گردید. سپس هر واژه به‌طور اختصاصی در پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی و خارجی مورد جستجوی قرار گرفت. در این پژوهش جستجوی الکترونیکی پایگاه‌های اطلاعاتی به زبان فارسی و انگلیسی بدون محدودیت زمانی در پایگاه‌های اطلاعاتی Science Direct, PubMed, Google Scholar, SID, Google Search, Magiran, Civilica و Scopus و با استفاده از کلیدواژه‌های بازرسی بر مبنای ریسک(Risk based Inspection)، مدیریت ریسک (Risk Management)،

۱۰. Qualitative
۱۱. Quantitative
۱۲. Semi-quantitative

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

احتمال وقوع ازکارافتادگی (Probability of Failure)، پیامد وقوع ازکارافتادگی(Consequence of Failure)، آنالیز ریسک(Risk Analysis)، مدیریت فرآیند (Process management)، نگهداری و تعمیرات بر مبنای ریسک(Risk based Maintenance)، مدیریت خوردگی(Corrosion Management)، ایمنی فرآیند(Process Safety) و مدیریت یکپارچه دارائی(Asset Integrity Management) انجام گرفت. درمجموع از بین ۱۵۰ مقاله‌ای که از پایگاه‌های اطلاعاتی فوق مورد جستجو قرار گرفت، ۶۰ مقاله مرتبط انتخاب گردید. پس از بررسی‌های فنی در ارتباط با بازرسی بر مبنای ریسک در مقالات انتخابی و همچنین تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها و متون مطالعات انجام‌شده تأثیر مزایای این روش در بهبود سیستم مدیریت فرآیندی صنایع نفت، گاز و پتروشیمی موردبررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

یافته‌های حاصل در خصوص مزایای به‌کارگیری بازرسی بر مبنای ریسک در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی به‌صورت خلاصه در ۱۱ دسته شامل ۱- کسب‌وکار(اقتصادی) ۲- عملیات اثربخش ۳- مدیریت ریسک ۴- مدیریت بازرسی اثربخش ۵- مدیریت یکپارچه خوردگی و دارائی‌ها ۶- صلاحیت و دانش کارشناسان ۷- سلامت، ایمنی و محیط‌زیست ۸- تطابق با استانداردهای مبتنی بر ریسک و ایمنی ۹- ایمنی فرآیند ۱۰- انتظارات اجتماعی ۱۱- الزامات قانونی و قضایی طبقه بندی شدند.

در جدول ۱ مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر کسب‌وکار(اقتصادی) و عملیات اثربخش نشان داده‌شده است. در جدول ۲ دسته مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر مدیریت ریسک و مدیریت بازرسی اثربخش نشان داده‌شده است.

در جدول ۳ دسته مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر مدیریت یکپارچه خوردگی و دارائی و صلاحیت و دانش نشان داده‌شده است. در جدول ۴ دسته مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر سلامت، ایمنی و محیط‌زیست و تطابق با استانداردهای مبتنی بر ریسک و ایمنی نشان داده‌شده است. در جدول ۵ دسته مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر ایمنی فرآیند نشان داده‌شده است. در جدول ۶ دسته مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر انتظارات اجتماعی و الزامات قانونی و قضایی نشان داده‌شده است.

جدول۱. مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر کسب‌وکار(اقتصادی) و عملیات اثربخش

دسته مزایا	مزایا	مقاله/تحقیق
کسب‌وکار (اقتصادی)	بازگشت سرمایه	(۲۶-۲۸)
	کاهش هزینه‌های بازرسی مستقیم	(۵, ۱۴, ۲۸-۳۱)
	کاهش تعداد بازرسی	(۳۲, ۳۳)
	کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات	(۲۳, ۳۳-۳۵)
	تمرکز منابع بر روی تجهیزات بحرانی	(۳۶, ۳۷)
	کاهش مدت‌زمان خاموشی‌های برنامه‌ریزی نشده	(۳۸)
	استمرار تولید	(۳۹)
	افزایش بهره‌وری کسب‌وکار	(۴۰-۴۲)
	کاهش هزینه‌های ناشی از توقف‌های پیش‌بینی‌نشده	(۱۴, ۴۳)
عملیات اثربخش	افزایش قابلیت دسترسی کارخانه	(۳۰, ۳۲, ۴۴)
	جلوگیری از خاموشی‌های غیرضروری یا ازکارافتادگی‌های سیستم	(۳۵)
	فراهم کردن تصمیم‌گیری آگاهانه	(۴۵)
	دستیابی به عملکرد بهتر	(۴۴)
	افزایش اثربخشی بازرسی‌ها	(۴۶, ۴۷)
	افزایش قابلیت دسترسی تجهیزات	(۴۸, ۴۹)
	در دسترس بودن به‌موقع منابع	(۵۰)
	ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی قابل‌اعتماد	(۵۰)
	شناسایی زمینه‌های استفاده از فناوری‌های جدید	(۵۰)
	افزایش طول عمر تجهیزات و کارخانه	(۵۱-۵۳)
	افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات	(۳۶, ۴۵, ۵۴, ۵۵)

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲. مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر مدیریت ریسک و مدیریت بازرسی اثربخش

دسته مزایا	مزایا	مقاله/تحقیق
مدیریت ریسک	تعیین سطح ریسک	(۴۱, ۴۴, ۵۴)
	ارزیابی ریسک دقیق‌تر	(۵۶)
	درک بهتر مفاهیم ریسک	(۵۷)
	درک درست از احتمال وقوع و پیامد وقوع خرابی	(۳۵, ۵۸)
	اولویت‌بندی دقیق تجهیزات بر اساس سطح ریسک	(۳۱, ۵۹, ۶۰)
	کاهش ریسک (تجهیزات بحرانی)	(۳۱, ۴۷, ۶۱, ۶۲)
	درک بهتر از وضعیت کلی ریسک تجهیزات	(۱۴, ۶۳)
مدیریت بازرسی اثربخش	تعیین فاصله بازرسی قابل‌قبول	(۴۶, ۶۱, ۶۴)
	دستیابی به برنامه بازرسی بهینه	(۱۴, ۲۵, ۶۴)
	تعیین مناسب‌ترین روش بازرسی	(۴۷, ۶۵)
	تعیین سطح اطمینان و کیفیت بازرسی	(۶۶)
	افزایش فواصل بازرسی	(۴۶, ۴۷, ۶۷)
	استفاده مؤثر از روش‌های بازرسی	(۴۶, ۴۷, ۶۷)
	اجتناب از بازرسی‌های غیرضروری	(۹, ۴۶, ۵۳, ۶۸)

جدول۳. مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر مدیریت یکپارچه خوردگی و دارائی و صلاحیت و دانش

دسته مزایا	مزایا	مقاله/تحقیق
مدیریت یکپارچه خوردگی و دارائی	تعیین مکانیزم های تخریب	(۴۷, ۶۰, ۶۹)
	تعیین حالت‌های تخریب	(۴۷, ۶۹)
	درک بهتر مکانیزم های تخریب و نرخ خرابی‌ها	(۴۷, ۶۶)
	اطمینان از یکپارچگی فنی دارائی‌ها	(۷۰-۷۲)
	شناسایی مکانیزم های خرابی پنهان	(۷۲-۷۴)
	نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی‌شده	(۳۳, ۶۷, ۷۵)
	افزایش درک یکپارچگی دارائی‌ها	(۶۲, ۷۶)
	مدیریت خوردگی مؤثر تجهیزات	(۴۳, ۷۷, ۷۸)
صلاحیت و دانش	بهبود دانش خوردگی و مکانیزم های تخریب	(۵۰, ۷۹)
	ارتقاء دانش و تعهد مدیران و بهره‌برداران کارخانه	(۸۰, ۸۱)
	ارتقاء دانش و صلاحیت فنی اعضاء تیم بازرسی بر مبنای ریسک	(۶۵, ۸۲)
	تقویت صلاحیت بازرسان در رویکرد پایش بر مبنای ریسک	(۵۰, ۶۵, ۸۱)
	بهبود دانش و همکاری بین متخصصین مسئول در یکپارچگی دارائی‌ها	(۵۰, ۷۹, ۸۱, ۸۳)

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴. مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر سلامت، ایمنی و محیط‌زیست و تطابق با استانداردهای مبتنی بر ریسک و ایمنی

دسته مزایا	مزایا	مقاله/تحقیق
سلامت، ایمنی و محیط‌زیست	ارتقاء سطح ایمنی محیط کار	(۳۱, ۴۱, ۸۴)
	ارتقاء سطح ایمنی تجهیزات	(۳۱, ۴۱, ۸۴, ۸۵)
	کاهش مواجهه افراد با مواد شیمیایی	(۸۶, ۸۷)
	کاهش خسارت‌های جانی و مالی	(۵, ۴۸)
	کاهش آسیب‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی	(۵, ۴۳, ۵۷)
	بهبود سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت	(۵۳, ۸۵, ۸۸)
	کاهش حوادث فاجعه‌بار (انفجار، حریق...)	(۸۹)
تطابق با استانداردهای مبتنی بر ریسک و ایمنی	بهبود برنامه‌های مدیریت ایمنی فرآیند	(۱۷, ۲۳, ۸۵, ۹۰)
	بهبود برنامه‌های مدیریت ریسک	(۱۷, ۴۷)
	ارتقاء مدیریت یکپارچگی دارائی‌ها	(۱۷, ۷۰, ۷۱, ۹۱)
	ارتقاء سیستم مدیریت خوردگی	(۱۷, ۴۳, ۷۸, ۹۲)
	بهینه‌سازی برنامه‌های نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک	(۱۷, ۶۷, ۹۳)
	ایجاد بستر برای استقرار سیستم‌های مدیریتی	(۱۷, ۲۰)

جدول۵. مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر ایمنی فرآیند

دسته مزایا	مزایا	مقاله/تحقیق
ایمنی فرآیند	تعیین تجهیزات استاتیک بحرانی	(۵۰)
	کاهش تعداد وقوع خرابی	(۳۰, ۳۲, ۴۹)
	شناسایی پنجره عملیاتی یکپارچگی ایمن	(۵۰)
	افزایش ایمنی عملیات	(۴۷, ۷۵)
	کاهش میزان نشتی سیال (شیمیایی و سمی)	(۸۷, ۹۴, ۹۵)
	کاهش خطاهای مکانیکی	(۲۱)
	کاهش خطاهای انسانی در نگهداری و تعمیرات	(۹۶-۹۸)
	ارزیابی تأثیر تغییر فرآیند بر یکپارچگی دارائی‌ها	(۵۰)
	کاهش خطاهای عملیاتی	(۹۹)
	تطابق با تغییر در عملکردهای سلامت، ایمنی و محیط‌زیست	(۵۰)
	اجرای بهتر روش‌های مهندسی ایمنی	(۵۰)

جدول۶. مزایای پیاده‌سازی بازرسی بر مبنای ریسک از منظر انتظارات اجتماعی و الزامات قانونی و قضایی

دسته مزایا	مزایا	مقاله/تحقیق
انتظارات اجتماعی	برآورده سازی انتظارات اجتماعی	(۲۳)
	رفع نگرانی‌های ذینفعان	(۶۶)
	استحکام پیوند بین ذینفعان و صنایع	(۱۰۰)
الزامات قانونی و قضایی	حفظ اسناد صدور مجوز	(۱۰۱)
	اجتناب از وقفه در فعالیت ناشی از عدم رعایت قوانین	(۱۰۲)
	تطابق با الزامات قانونی و استانداردها	(۳۲, ۴۱, ۵۳)
	اطمینان از اجرای استانداردها و الزامات قانونی	(۱۰۳)
	اجرای الزامات سلامت، ایمنی و محیط‌زیست مبتنی بر عملکرد	(۱۷)
	پذیرش برنامه بازرسی بر مبنای ریسک توسط کاربران برای دستیابی به اهداف	(۱۷)
	تحقق کدها و استانداردهای مرتبط	(۱۷)

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج جداول فوق می‌توان دریافت که اجرای‌ی کردن بازرسی بر مبنای ریسک در صنایع نفت گاز و پتروشیمی سودمندی‌های بی‌شماری را به دنبال خواهد داشت.

بحث

این پژوهش باهدف بررسی تکنیک بازرسی بر مبنای ریسک و سودمندی‌های اجراء آن در بهبود سیستم مدیریت فرآیندی صنایع نفت، گاز و پتروشیمی انجام گرفت . روش بازرسی بر مبنای ریسک ایده‌ی مؤثری در مبحث نگهداری است که در یک فرآیند مرحله‌ای، برای ارزیابی تجهیزات حساس مانند مخازن تحت‌فشار، مبدل‌های حرارتی،مخازن ذخیره، فیلترها و سیستم پایپینگ در مجموعه صنعتی به کار می‌رود (۷). بازرسی بر مبنای ریسک یک فرآیند مدل‌سازی برای کنترل قابلیت اطمینان، ایمنی و جنبه‌های سلامت، اطمینان از برآورده شدن الزامات نگهداری و بهبود مستمر عملکرد فنی و هزینه ارائه می‌کند (۸). درواقع این روش ابزاری را برای برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری و تصمیم‌گیری به‌منظور کاهش احتمال خرابی تجهیزات و محدودسازی پیامدهای ناشی از این خرابی‌ها که همان مدیریت ریسک می‌باشد، ارائه می‌دهد (۱۰۴). از خروجی‌های روش بازرسی بر مبنای ریسک می‌توان به موقعیت و محدوده‌ی بازرسی و پایش وضعیت، روش‌های بازرسی و بازه‌های زمانی بازرسی اشاره کرد (۱۰۵). در مطالعه انجام‌شده توسط مرادی و همکاران با عنوان مدیریت ریسک‌های تیوب باندل مبدل حرارتی در صنعت پتروشیمی با رویکرد بازرسی بر مبنای ریسک نشان داد که این روش می‌تواند مکانیزم‌ه‌ای خرابی را باقابلیت اطمینان بالایی شناسایی نموده و برنامه‌های بازرسی اثربخش با برنامه‌های عملیاتی صحیح در راستای مدیریت ریسک این‌گونه تجهیزات ارائه دهد (۴۷). که بامطالعه حاضر همسو می‌باشد. در پژوهش انجام‌شده توسط موراریو و همکاران با عنوان کاربرد بازرسی بر مبنای ریسک بر روی مبدل حرارتی یک کارخانه شیمیایی تولیدکننده آب‌سنگین نشان داد این فرآیند بخش عمده‌ای از استراتژی‌های یکپارچگی دارائی‌ها است که اطمینان می‌دهد موارد با ریسک بالا نسبت به موارد با ریسک پایین، بیشتر موردتوجه قرارگرفته و ریسک دارایی‌ها با انجام بازرسی‌های اثربخش و مناسب کاهش پیدا می‌کند (۶۲). نتایج این پژوهش نیز همسو بامطالعه حاضر می‌باشد. همچنین در مطالعه انجام‌شده توسط نابنام و همکاران (۲۰۱۶) تحت عنوان تجزیه‌وتحلیل ریسک مخزن تحت‌فشار دارای خوردگی خارجی، نتایج آنالیز بازرسی بر مبنای ریسک نشان داد که مخزن تحت‌فشار دارای سطح ریسک متوسط رو به بالا در بخش بالایی و سطح ریسک متوسط در بدنه می‌باشد.کاربرد بازرسی بر مبنای ریسک برای مخزن تحت‌فشار در نیروگاه به‌طور واضح نشان داد که این تجهیز دارای حالت متداولی از خرابی تجهیزات از نوع کاهش ضخامت عمومی می‌باشد (۶۹) که همسو با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد.

بازرسی بر مبنای ریسک با تمرکز منابع بر روی تجهیزات بحرانی یا به‌عبارت‌دیگر تجهیزات با سطح ریسک بالا در صرفه‌جویی منابع و هزینه‌ها نقش به سزایی دارد به‌گونه‌ای که صنایع نفت، گاز و پتروشیمی به‌منظور مدیریت هزینه‌ها، منابع و همچنین در جهت پیشگیری از حوادث و رخدادهای ناگوار همیشه به دنبال روش‌های جدید و نوپا بوده‌اند. روش‌هایی که به هزینه‌های زمانی، مکانی و نیروی انسانی کمتری احتیاج داشته باشد (۱۰۶). در اکثر واحدهای صنعتی بیش از ۸۰ درصد ریسک کل واحد مربوط به تنها ۱۰ الی ۲۰ درصد تجهیزات و قطعات آن واحد می‌باشد. یعنی ازلحاظ عملی با تمرکز منابع بر روی تنها ۱۰ الی ۲۰ درصد قطعات، بیشتر ریسک واحدها حذف خواهد شد. بدین ترتیب نه‌تنها تعداد ازکارافتادگی‌ها و توقف‌های عملیاتی واحد کمتر خواهد شد بلکه در منابع مورداستفاده نیز تا حد زیادی صرفه‌جویی رخ خواهد داد (۱۰۷). مطالعه انجام‌شده توسط وانگ و همکاران با عنوان بازرسی بر مبنای ریسک بر روی تجهیزات واحد پلی‌اتیلن سبک، نشان داد که حدود ۸٪ از تجهیزات و لاین‌های تحت‌فشار، ۹۰٪ ریسک تجهیزات تحت‌فشار پلی‌اتیلن را دربرمی گیرند (۱۰۸). مطالعه انجام‌شده توسط ون تسانگ و همکاران با عنوان مطالعه‌ای بر روی سیستم راهنمای بازرسی خطوط لوله بر مبنای ریسک نشان داد بیشترین ریسک‌ها و خطرات مربوط به تعداد کمی از تجهیزات و خطوط لوله می‌باشد (۵۶)، که با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد. بازرسی بر مبنای ریسک یک فرآیند مدل‌سازی برای کنترل قابلیت اطمینان، ایمنی و جنبه‌های سلامت، اطمینان از برآورده شدن الزامات نگهداری و بهبود مستمر عملکرد فنی و هزینه ارائه می‌کند (۱۰۹, ۱۱۰). در کل، بیشتر استفاده‌های صنعتی بازرسی بر مبنای ریسک مربوط به سیستم‌های فرآیندی و پالایشگاهی و بخش‌های پتروشیمی بوده است که به‌وضوح به تهدیدات مرگ و جراحت افراد، خسارت به محیط و زیان‌های مالی اشاره دارد تا سرمایه را حفظ کند (۹). از محدودیت این پژوهش می‌توان به کمبود مطالعات کاربردی داخل کشور اشاره کرد که برای رفع این نیاز تلاش شد از مطالعات خارجی و مطالعات موجود استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که بازرسی بر مبنای ریسک به‌صورت نیمه کمی در صنایع فرآیندی کشور بومی‌سازی شود چراکه به دلیل کمبود اطلاعات دقیق و مستند شده این صنایع ، روش نیمه کمی نسبت به حالت کمی قابلیت کاربرد بیشتری خواهد داشت.

به طور کلی تجزیه‌وتحلیل یافته‌های این پژوهش نشان داد که اجراء بازرسی بر مبنای ریسک در صنایع فرآیندی می‌تواند سودمندی‌هایی را فراهم آورد. از طرف دیگر با استفاده از این روش می‌توان به‌صورت نظام‌مند و سیستماتیک برنامه‌های بهینه‌ای جهت پیشبرد اهداف

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

کوتاه‌مدت و بلندمدت فرآیندی تدوین نمود که درنتیجه آن مدیران و سهامداران می‌توانند با اطمینان بیشتری زمینه را برای استقرار و اجرایی کردن هرچه بهتر سیستم‌های مدیریت فرآیندی ایجاد نماید. بنابراین باید دانش مدیران و متخصصان صنایع ایران و به‌خصوص صنایع فرآیندی در این زمینه به‌روز و در جهت پیاده‌سازی آن اقدامات لازم از سوی مسئولان زی ربط صورت پذیرد.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

References

1. Soleimani A, Samavatyan H, Nouri A. The Relationship between Job Security and Organizational Support with the Accidents at the Province of Isfahan's Gas Company: The Moderating Role of Demographic Factors. Safety Promotion and Injury Prevention. 2017;5(1):15-24.

2. Jafari MJ, Askarian AR, Omidi L, Lavasani MRM, Taghavi L, Ashori AR. The assessment of independent layers of protection in gas sweetening towers of two gas refineries. Safety promotion and injury prevention (Tehran). 2014;2(2):103-12.

3. Mohammadi G, Azimi Y, Sarkheil H, Bodaghjamali J. Modeling and Evaluation of the Benzene Leakage Consequences in the Coking Plant of Isfahan Steel Company. Safety Promotion and Injury Prevention. 2019;7(1):10-9.

4. Zohar D. Thirty years of safety climate research: Reflections and future directions. Accident Analysis & Prevention. 2010;42(5):1517-22.

5. Khan FI, Abbasi S. Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries. Journal of loss Prevention in the Process Industries. 1998;11(4):261-77.

6. Narimisaa MR, Narimisa MR. Technical Inspection Engineering and Risk Based Inspection as index of efficient industrial management system. International Journal Of Advanced Biotechnology And Research. 2017;8(2):472-6.

7. Ebrahimi Avardklo F VR, Hosseinpour M, Mansouri Serasht, Neqavi C, Ghaemi A. Risk-Based Inspection (RBI) on oil rigs.The first international conference on maintenance and repair in the oil, gas and petrochemical industries, oil company training center, Mahmoud Abad, September 19 and 20. 2013:290-303

8. Azadeh A, Mohammad Fam I. A framework for development of integrated intelligent human engineering environment. Information Technology Journal. 2006;5(2):290-9.

9. Chang M-K, Chang R-R, Shu C-M, Lin K-N. Application of risk based inspection in refinery and processing piping. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2005;18(4-6):397-402.

10. Ismaeili A, Derlik F, Havashi Nejadian S, editors. Domestication, codification and implementation of RBI strategy in the deethanizer section in the olefin unit of Arya Sasol petrochemical company. Proceedings of the 2nd International Conference on Oil, Gas and Petrochemicals; 2014.

11. El-Reedy M. Risk-based inspection technique. Offshore Structures: Design, Construction and Maintenance Oxford: Gulf Professional Publishing. 2012.

12. kh H. Risk Assessment of Heat Recovery Steam Generator (HRSG) Using RBI Methology.: Universiti Teknologi Petronas; 2017; 63-4.

13. Holland M. Cost savings achievable through application of risk based inspection philosophies. Risk, Economy and Safety, Failure Minimisation and Analysis. 1998.

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

14. Ayele Y, Barabadi A, editors. Risk based inspection of offshore topsides static mechanical equipment in Arctic conditions. 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM); 2016: IEEE.

15. DNV DN. Recommended Practice DNV-RP-G101: Risk Based Inspection of Offshore Topsides Static Mechanical Equipment. 2010.

16. API R. 580 Recommended Practice for Risk-Based Inspection. American Petroleum Institute, Washington, DC. 2009.

17. API R. 580, 2016. Risk-Based Inspection API Recommended Practice. 2016.

18. Khan F, Rathnayaka S, Ahmed S. Methods and models in process safety and risk management: Past, present and future. Process safety and environmental protection. 2015;98:116-47.

19. Khan FI, Haddara MM, Bhattacharya SK. Risk-based integrity and inspection modeling (RBIIM) of process components/system. Risk Analysis: An International Journal. 2006 Feb;26(1):203-21.

20. American Society of Mechanical Engineers. Inspection planning using risk-based methods. American Society of Mechanical Engineers; 2008.

21. Wintle JB, Kenzie BW, Amphlett GJ, Smalley S. Best practice for risk based inspection as a part of plant integrity management. Great Britain, Health and Safety Executive; 2001.

22. Drożyner P, Veith E. Risk based inspection methodology overview. Diagnostyka. 2002;27:82-8.

23. Khan FI, Sadiq R, Haddara MM. Risk-based inspection and maintenance (RBIM): multi-attribute decision-making with aggregative risk analysis. Process safety and environmental protection. 2004;82(6):398-411.

24. Inspection RB. API Recommended Practice 580. American Petroleum Institute. 2000.

25. Khan FI, Haddara MR. Risk-based maintenance of ethylene oxide production facilities. Journal of hazardous materials. 2004;108(3):147-59.

26. Sweet L, Kaley LC, Valbuena RR, Warnock A. Risk based inspection prioritization applied to an ammonia plant. Ammonia Plant Safety and Related Facilities. 2001;41:147-56.

27. Peterson R, editor Developing an efficient, predictive, risk based inspection/maintenance program for recovery and power boilers. ASME Pressure Vessels and Piping Conference; 2004.

28. van der Ven J-K, van Leersum B, van Rij M, Leferink F, editors. Cost-effective electromagnetic compatible installation on ships using a risk based approach. 2017 International Symposium on Electromagnetic Compatibility-EMC EUROPE; 2017: IEEE.

29. Aguilar–Otero JR, Lopez-Ojeda L. Risk–Based Inspection (RBI), as a tool for managing risks–beyond inspection plans. 2012.

30. Khan FI, Haddara MM, Bhattacharya SK. Risk-based integrity and inspection modeling (RBIIM) of process components/system. Risk Analysis: An International Journal. 2006;26(1):203-21.

31. Murariu A, Paşca N. Application of Risk Based Inspection to heat exchangers of a chemical plant for heavy water production. Welding & Material Testing. 2013;22:9-12.

32. Rahman RA, Malek MA, Pacific RA, Rahman RA. Safety of machinery and special scheme inspection's requirement towards industry competitiveness in Malaysia. Mod Appl Sci. 2016 Aug 18;10:211-6.

33. Tronskar JP, Kaley LC. Benefits of Risk Based

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

Inspection to the Oil and Gas Industry|. Det Norske Veritas. Singapore; 2000.

34. Corotis RB, Hugh Ellis J, Jiang M. Modeling of risk-based inspection, maintenance and life-cycle cost with partially observable Markov decision processes. Structure and Infrastructure Engineering. 2005;1(1):75-84.

35. Fujiyama K, Nagai S, Akikuni Y, Fujiwara T, Furuya K, Matsumoto S, et al. Risk-based inspection and maintenance systems for steam turbines. International Journal of Pressure Vessels and Piping. 2004;81(10-11):825-35.

36. Bertolini M, Bevilacqua M, Ciarapica FE, Giacchetta G. Development of risk-based inspection and maintenance procedures for an oil refinery. Journal of loss prevention in the process industries. 2009;22(2):244-53.

37. Kauer R, Jovanovic A, Vage Sa-G, Editors. Plant Asset Manageme Nt Rimap (Risk-Based Inspection And Maintenance For European Industries) The European Approac H. Asme/Jsme 2004 Pressure Vessels And Piping Conference; 2004: American Society Of Mechanical Engineers Digital Collection.

38. Hashemi SJ, Javadpour S, Peikari M, Zahiri MR, Hashempour S, Mojaradian A, editors. Implementation of risk based inspection methodology in managing integrity of Abadan Refinery pressurized production facilities. ICPIIT 2009; 2009.

39. Ghaffari Ma Mm, Barqi H, Ramazanpour A. Design Risk Based Inspection Software, Prioritized Inspection Schedule Of Gas City Gate Station. International Conference On Innovation In Science And Technology; Tehran 2016.

40. API R. 580, 2002. Risk-Based Inspection 1st Edn, American Petroleum Institute, Washington, DC USA. 2002;60.

41. Nugroho A, Haryadi GD, Ismail R, Kim SJ, editors. Risk based inspection for atmospheric storage tank. AIP Conference Proceedings; 2016: AIP Publishing LLC.

42. Antony TJ, de Klerk AM, editors. Effectiveness of the Risk Based Inspection process in the Sasol business in South Africa. Proceedings of PICMET'14 Conference: Portland International Center for Management of Engineering and Technology; Infrastructure and Service Integration; 2014: IEEE.

43. Perumal KE. Corrosion risk analysis, risk based inspection and a case study concerning a condensate pipeline. Procedia Engineering. 2014;86:597-605.

44. TWI. Risk Based Inspection, 2009 2017 [Available from: https://www.twi-global.com/what-we-do/services-and-support/asset-management/risk-based-inspection.

45. Selvik JT, Scarf P, Aven T. An extended methodology for risk based inspection planning. Reliability: Theory & Applications. 2011;6(1 (20)).

46. Straub D, Goyet J, Sørensen JD, Faber MH, editors. Benefits of risk based inspection planning for offshore structures. 25th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering; 2006: American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.

47. Moradi B, Jazani RK, Gheisvandi H, Tehrani GM. Risks management of Tube Bundle heat exchanger in the petrochemical industries using the Risk-Based Inspection approach. Journal of Health in the Field. 2019;7(1).

48. Khan FI, Haddara MM. Risk-based maintenance (RBM): a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. Journal of loss prevention in the process industries. 2003;16(6):561-73.

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

49. Khan FI, Haddara M, Krishnasamy L. A new methodology for risk-based availability analysis. IEEE Transactions on Reliability. 2008;57(1):103-12.

50. Akanni J, Alonge O, editors. Effective Implementation of Risk Based Inspection (RBI) Approach in Asset Integrity Management of Oil and Gas Facilities. ASME 2015 Pressure Vessels and Piping Conference; 2015: American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.

51. Medina H, Arnaldos J, Casal J. Risk-based inspection and its application to the optimization of chemical plants. Chemical Engineering Transactions. 2011;25:201-6.

52. Chen X, Yang T, AI Z, Wang B, GU W. Discussion about several issues in the practice of risk-based inspection (RBI). Pressure Vessel Technology. 2005;7(009).

53. doo Zagreb M. RISK BASED INSPECTION.

54. Bragatto P, Delle Site C, Faragnoli A. Opportunities and threats of risk based inspections: The new Italian legislation on pressure equipment inspection. CHEMICAL ENGINEERING. 2012;26.

55. Ekpiwhre EO, Tee KF. Reliability based maintenance methodology for sustainable transport asset management. Pollack Periodica. 2018;13(1):99-112.

56. Tien S-W, Hwang W-T, Tsai C-H. Study of a risk-based piping inspection guideline system. ISA transactions. 2007;46(1):119-26.

57. Reynolds JT. The application of risk-based inspection methodology in the petroleum and petrochemical industry. American Society of Mechanical Engineers, New York, NY (United States); 1996.

58. Straub D, Faber MH. Computational aspects of risk-based inspection planning. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 2006;21(3):179-92.

59. Zhang M, Liang W, Qiu Z, Lin Y, editors. Application of Risk-Based Inspection method for gas compressor station. Journal of Physics: Conference Series; 2017: IOP Publishing.

60. Prayogo GS, Haryadi GD, Ismail R, Kim SJ, editors. Risk analysis of heat recovery steam generator with semi quantitative risk based inspection API 581. AIP Conference Proceedings; 2016: AIP Publishing LLC.

61. Priyanta D, Siswantoro N, Megawan AM. Risk based inspection of gas-cooling heat exchanger. International Journal of Marine Engineering Innovation and Research. 2017;1(4).

62. Al-Mithin AW, Sardesai V, Al-Harbi B, Hannan ASA, editors. Risk Based Inspection (RBI) of Aboveground Storage Tanks to Improve Asset Integrity. IPTC 2012: International Petroleum Technology Conference; 2012: European Association of Geoscientists & Engineers.

63. ChebX-d, AI Z-b, Yang T-c, Wang B, GU W-p. Assessment Method of Failure Probability with Residual Life as Reference in Risk-Based-Inspection (RBI)[J]. Pressure Vessel Technology. 2006;5:1-5.

64. Shuai J, Han K, Xu X. Risk-based inspection for large-scale crude oil tanks. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2012;25(1):166-75.

65. Mohamed R, Che Hassan CR, Hamid MD. Implementing risk-based inspection approach: Is it beneficial for pressure equipment in Malaysia industries? Process Safety Progress. 2018;37(2):194-204.

66. Simpson J, editor The application of risk based inspection to pressure vessels and aboveground storage tanks in petroleum fuel refineries. Proceedings of the 5th Australasian Congress on Applied Mechanics;

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.
www.SID.ir

Archive of SID

2007: Engineers Australia.

67. Jovanovic A. Risk-based inspection and maintenance in power and process plants in Europe. Nuclear Engineering and Design. 2003;226(2):165-82.

68. Lloyd-Bostock SM, Hutter BM. Reforming regulation of the medical profession: The risks of risk-based approaches. Health, Risk & Society. 2008;10(1):69-83.

69. Naubnome V, Haryadi GD, Ismail R, Kim SJ, editors. Rısk analysis for pressure vessel with external corrosion using RBI method based on API 581. AIP Conference Proceedings; 2016: AIP Publishing LLC.

70. Willcocks J, Bai Y, editors. Risk-Based inspection and integrity management of pipeline systems. The Tenth International Offshore and Polar Engineering Conference; 2000: International Society of Offshore and Polar Engineers.

71. Montgomery RL, Serratella C, editors. Risk-based maintenance: a new vision for asset integrity management. ASME 2002 Pressure Vessels and Piping Conference; 2002: American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.

72. Hassan J, Khan F. Risk-based asset integrity indicators. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2012;25(3):544-54.

73. Qiu Q. Risk assessment of power system catastrophic failures and hidden failure monitoring & control system: Virginia Tech; 2003.

74. Conachey R, Serratella CM, Wang G. Risk-based strategies for the next generation of maintenance and inspection programs. WMU Journal of Maritime Affairs. 2008;7(1):151-73.

75. Tan Z, Li J, Wu Z, Zheng J, He W. An evaluation of maintenance strategy using risk based inspection. Safety science. 2011;49(6):852-60.

76. Bharadwaj UR, Silberschmidt VV, Wintle JB. A risk based approach to asset integrity management. Journal of Quality in Maintenance Engineering. 2012.

77. Singh M, Markeset T. A methodology for risk-based inspection planning of oil and gas pipes based on fuzzy logic framework. Engineering Failure Analysis. 2009;16(7):2098-113.

78. Palacios CA, editor Risk Based Corrosion Management System for Oilfield Production Installations-Development, Methodology and Application. CORROSION 2003; 2003: NACE International.

79. Kishawy HA, Gabbar HA. Review of pipeline integrity management practices. International Journal of Pressure Vessels and Piping. 2010;87(7):373-80.

80. API R-BIM. API Recommended Practice 581. American Petroleum Institute; 2016.

81. Mohamed R, Che Hassan CR, Hamid MD. Critical success factors of risk-based inspection. Process Safety Progress. 2019;38(1):4-20.

82. Ablitt C, Speck J, editors. Experiences in implementing risk-based inspection. 3rd MENDT-Middle East Nondesctructive Testing Conference,(November 2005), Bahrain; 2005.

83. Pursell MJ, Selman C, Nielsen MF, editors. Corrosion Risk Assessment and Risk Based Inspection for Sweet Oil and Gas Corrosion-Practical Experience. CORROSION 99; 1999: NACE International.

84. Mediansyah G, Haryadi RI, SJ K, editors. Risk Analysis of Central Java Gas Transmission Pipeline by Risk-Based Inspection Method. Proceedings of the The 4th International Conference on Advanced Materials Science and Technology; 2016.

85. Reynolds JT. Risk-based inspection improves safety of pressure equipment. Oil and Gas Journal;(United States). 1995;93(3).

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

Aboveground Storage Tank Floor Leaks. Minnesota Pollution Control Agency, Freshwater Spills Symposium, Cleveland, Ohio; 2002.

96. Raouf A, Duffuaa S, Ben-Daya M, Dhillon B, Liu Y. Human error in maintenance: a review. Journal of quality in maintenance engineering. 2006.

97. Noroozi A, Khakzad N, Khan F, MacKinnon S, Abbassi R. The role of human error in risk analysis: Application to pre-and post-maintenance procedures of process facilities. Reliability Engineering & System Safety. 2013;119:251-8.

98. Noroozi A, Khan F, MacKinnon S, Amyotte P, Deacon T. Determination of human error probabilities in maintenance procedures of a pump. Process Safety and Environmental Protection. 2014;92(2):131-41.

99. ABS. Guide for surveys using risk-based inspection for the offshore industry. American Bureau of Shipping Houston (TX; 2003.

100. Bos M. ICAF 2009, Bridging the Gap Between Theory and Operational Practice: Proceedings of the 25th Symposium of the International Committee on Aeronautical Fatigue, Rotterdam, the Netherlands, 27-29 May 2009: Springer Science & Business Media; 2009.

101. Ibragimov S, Taymetov B. "To Permit or Not to Permit"—Tools for Reforming Permits and Licensing Systems. 2007.

102. Smalley AJ, Mauney DA, editors. Risk Based Maintenance Of Turbomachinery. Proceedings of the 26th Turbomachinery Symposium; 1997: Texas A&M University. Turbomachinery Laboratories.

103. Black J. Risk-based Regulation. 2010.

104. Bhandari J, Arzaghi E, Abbassi R, Garaniya V, Khan F. Dynamic risk-based maintenance for offshore processing facility. Process Safety Progress. 2016;35(4):399-406.

86. Dou Z, Jiang J-C, Wang Z-R, Pan X-H, Shu C-M, Liu L-F. Applications of RBI on leakage risk assessment of direct coal liquefaction process. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2017;45:194-202.

87. LI D-b, XIE G-s, LI Z-f. Risk Based Inspection Analysis and Reducing Risk Suggestion in Fluid Catalytic Cracking Unit [J]. Petro-Chemical Equipment. 2010;4.

88. Tammer M, Kaminski ML, editors. Fatigue oriented risk based inspection and structural health monitoring of FPSOs. The Twenty-third International Offshore and Polar Engineering Conference; 2013: International Society of Offshore and Polar Engineers.

89. Rathnayaka S, Khan F, Amyotte P. Risk-based process plant design considering inherent safety. Safety science. 2014;70:438-64.

90. Khan F, Abunada H, John D, Benmosbah T. Development of risk-based process safety indicators. Process Safety Progress. 2010;29(2):133-43.

91. Straub D, Malioka V, Faber MH. A framework for the asset integrity management of large deteriorating concrete structures. Structure and Infrastructure Engineering. 2009;5(3):199-213.

92. Race JM. Management of corrosion of onshore pipelines. InShreir's Corrosion: Management and Control of Corrosion 2009 Dec 7 (pp. 3270-3306).

93. Dey PK, Ogunlana SO, Naksuksakul S. Risk-based maintenance model for offshore oil and gas pipelines: a case study. Journal of Quality in Maintenance Engineering. 2004.

94. ZHENG M, YAO A-l, YE C, KANG L, LAN G-g, TANG Y. Study on risk assessment method of separator in gas station based on RBI [J]. Journal of Safety Science and Technology. 2013;6.

95. Bashor CBC, editor Reducing the Risk of

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

105. Márquez AC, de León PM, Rosique AS, Fernández JFG. Criticality analysis for maintenance purposes. Advanced Maintenance Modelling for Asset Management: Springer; 2018. p. 143-66.

106. Institute AP. Risk-based Inspection: API Recommended Practice 580: Downstream Segment: American Petroleum Institute; 2002.

107. Bier VM. Challenges to the acceptance of probabilistic risk analysis. Risk Analysis. 1999;19(4):703-10.

108. Wang G, Yan T, Zhang J, Chen J. Risk Based Inspection on the equipment of low density polyethylene. Procedia Engineering. 2011;15:1145-8.

109. Britton CF. Corrosion monitoring and inspection. InMicrobiology in Civil Engineering 1990 Aug 30 (pp. 382-390). CRC Press.

110. Roberge PR. Corrosion inspection and monitoring: John Wiley & Sons; 2007.

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

www.SID.ir