دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال هفتم، شماره‌ی ۲۶
بهار ۱۳۹۵، صفحات ۱۷-۱۱

شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ایمنی فرآیندهای راه اندازی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با برج خنک کن هلر به روش FMEA

میثم کرمانشاهی
گروه مهندسی شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران
Kermanshahi.m@gmail.com

علیرضا عیوض زاده
گروه مهندسی شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

چکیده

به دلیل گسترش احداث نیروگاه‌های سیکل ترکیبی در کشورمان به‌عنوان نیروگاه‌های سبز از یک سو و افزایش حوادث آن از سوی دیگر، باید در راستای حفظ و صیانت از نیروی کار، تجهیزات و اموال، استانداردها و مقررات ایمنی مربوط به هر بخش تدوین و اجرا گردد. با توجه به امکان شناسایی حالات بالقوه خطرات توسط روش FMEA و نبود یک طبقه بندی کامل و جامع از علل وقوع حوادث در این محیط کاری، هدف از این پروژه، ارزیابی ریسک فرآیندهای راه اندازی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با برج خنک کن هلر به روش FMEA می‌باشد در این پژوهش با بهره‌گیری از روش FMEA خطرات بالقوه نیروگاه شناسایی، تجزیه و تحلیل و در نهایت ارزیابی شده و مداخلات لازم برای حذف و یا کاهش خطرات غیرقابل تحمل شناسایی شده صورت گرفته است. روش تحقیق مورد نظر بر اساس جمع آوری اطلاعات کتابخانه-ای و از طریق حضور مستمر در سایت و بازدید میدانی، تشکیل جلسات تیم FMEA و نیز استفاده از مراجع مرتبط بوده است. از ۱۴۳ خطرشناسایی شده در این تحقیق ۵۲ مورد آن‌ها در محدوده غیر قابل تحمل واقع گردیده که در این بین، خطر برق گرفتگی با دارا بودن بیش‌ترین تعداد ریسک‌های شناسایی شده و غیر قابل قبول و با اختصاص دادن بالاترین میانگین‌های RPN و RPN_{Max} به خود، به‌عنوان مهم-ترین خطر نیروگاهی محسوب می‌شود و جزیره بویلر نیز با داشتن بالاترین عدد اولویت ریسک در تعداد آن و توزیع فراوانی تمام ریسک-های شناسایی به‌عنوان خطرآفرین ترین محل در این تحقیق معرفی شده است. نتایج پایش مجدد پس از انجام اقدامات اصلاحی حاکی از مطلوبیت اقدامات صورت گرفته می‌باشد به‌طوری که خطرزایی تمام ریسک‌های دارای RPN بالا به میزان قابل توجهی کاهش یافته است که این امر دلیل بر مناسب بودن روش پیشنهادی برای ارزیابی ریسک فرآیند راه اندازی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با خنک هلر می‌باشد.

کلیدواژه: نیروگاه سیکل ترکیبی با برج خنک کن هلر، خطر، ریسک، FMEA، RPN و RPN_{Max}.

مقدمه

انرژی عامل حیاتی است که نقش اساسی در محرکه اقتصادی و تولید ملی را دارد و با توجه به رشد روز افزون توسعه اقتصادی، نیاز جوامع به انرژی از روند رو به رشدی برخوردار است. در حال حاضر نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با برج خنک کن هلر به‌عنوان یکی از منابع عمده تامین انرژی در دنیا مطرح هستند. بدون تردید در این نیروگاه‌ها حفظ و نگهداری از تجهیزات و پرسنل در برابر خطرات و حوادث احتمالی دارای اهمیت فراوانی می‌باشد، چرا که جایگزینی سرمایه‌های از دست رفته چه به لحاظ انسانی و چه به لحاظ اقتصادی در این مجموعه به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد [۱]. به دلیل گسترش احداث نیروگاه‌های سیکل ترکیبی در کشورمان به‌عنوان نیروگاه‌های سبز از یک سو و افزایش حوادث آن از سوی دیگر، بایستی در راستای حفظ و صیانت از نیروی کار، تجهیزات و اموال، استانداردها و مقررات ایمنی مربوط به هر بخش بصورت مجزا تدوین و اجرا گردد [۲]. یکی از مهم‌ترین روش‌های دستیابی به سطح ایمنی مطلوب در صنایع، ارزیابی ریسک می‌باشد. به‌وسیله این روش ما قادر خواهیم بود که کلیه خطرات محل کار را شناسایی و رتبه بندی کرده و سپس با انجام اقدامات اصلاحی و کنترل‌های لازم، آن‌ها را به حد قابل قبول یا قابل تحمل کاهش دهیم. هدف ارزیابی ریسک ایجاد یک چارچوب نظام‌مند و مستمر به منظور شناسایی، اولویت بندی، حذف، کنترل، پیشگیری، کاهش و ابلاغ ریسک‌ها است. لذا در فرآیند ارزیابی ریسک تصمیمات بر اساس مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی و سطوح ریسک تعیین شده اتخاذ می‌گردد [۳]. روش‌های متعددی برای شناسایی و ارزیابی ریسک وجود دارد که از میان آن‌ها می‌توان به ممیزی ایمنی، روش‌های تجزیه و تحلیل درختی، تکنیک سلسله مراتبی، تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن FMEA(Failure Mode Effect Analysis) اشاره نمود [۴]. FMEA روشی سیستماتیک و ساختار یافته‌ای است که به کمک آن می‌توان حالات بالقوه خطا را در یک فرآیند و یا محصول شناسایی و اولویت بندی کرده و برای کاهش و یا حذف خطرات بالقوه شناسایی شده، اقداماتی را تعریف و اجرا کرد. در نهایت نتایج تحلیل‌ها و اقدامات صورت پذیرفته را باید مستندسازی نمود تا در صورت لزوم در آینده بتوان از آن‌ها بهره برد [۵]. تمامی سازمان‌ها بخصوص آن‌هایی که مسئولیت ارائه خدمات ویژه را در جامعه بر عهده دارند، موظفند محیط و شرایطی را فراهم آورند که در آن آسیب یا زیانی متوجه کارکنان و مشتریان نگردد. در این میان صنعت تولید برق به علت ماهیت ویژه فعالیت‌هایشان از اهمیت خاصی برخوردار است [۶]. در صنایع نیروگاهی بخصوص نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با توجه به ماهیت فرآیند و تجهیزات موجود، پتانسیل بروز حوادثی نظیر انفجار، سوختگی‌های شدید، برق گرفتگی، آتش سوزی و... بالا می‌باشد [۷]. این نیروگاه‌ها از واحدهای مختلف اعم از بویلر بازیافت حرارتی، توربین بخار، ژنراتور، سیستم خنک کن، سیستم های کنترل ابزار دقیقی، تجهیزات الکتریکی و ... تشکیل می‌شوند. با توجه به امکان شناسایی حالات بالقوه خطر توسط روش FMEA در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و نبود یک طبقه‌بندی کامل و جامع از علل وقوع حوادث در واحدهای مربوط به این محیط کاری، هدف از این پروژه، ارزیابی ریسک فرآیندهای راه اندازی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با برج خنک کن هلر به روش FMEA می‌باشد [۱].

بخش تجربی

تحقیق حاضر بصورت مطالعه موردی در یکی از پروژه‌های راه اندازی نیروگاه سیکل ترکیبی با خنک کن هلر انجام گرفته است. در این تحقیق از روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و آثار آن (FMEA) برای شناسایی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی استفاده گردید. مراحل انجام تحقیق در پنج گام به شرح ذیل انجام پذیرفته است.

گام اول (جمع آوری اطلاعات مربوط به فرآیند):
در این مرحله تمام فعالیت‌های راه اندازی از طریق WBS (Work Breakdown Structure) تعریف شده برای پروژه‌های راه‌اندازی به تفکیک گروه‌های فعال (مکانیک، الکتریک، ابزار دقیق، بهره‌برداری و مهندسی شیمی) به دست آورده شد. اطلاعات مربوط به پروسه‌های راه اندازی تجهیزات از طریق دستورالعمل‌های شرکت‌های سازنده، انجام مصاحبه با متخصصان هر گروه و بازدید میدانی از محل صورت گرفت.

گام دوم (شناسایی خطرات بالقوه): در این مرحله با آنالیز حوادث و شبه حوادث اتفاق افتاده در طول مدت پروژه راه اندازی (انسانی و تجهیزاتی) هم‌چنین بازدید میدانی، مصاحبه با متخصصان هر گروه (مکانیک، الکتریک، ابزار دقیق، بهره‌برداری و مهندسی شیمی) و تشکیل جلسات ارزیابی ریسک، خطرات مربوط به هر کدام از پروسه‌های راه اندازی به‌صورت مجزا تعیین گردید.

گام سوم (آنالیز خطرات): در این مرحله پس از تعیین اثرات و علل خطرات شناسایی شده نرخ آیتم‌های کمی خطرات با تشکیل کمیته حفاظت فنی از متخصصان هر گروه (مکانیک، الکتریک، ابزار دقیق، بهره‌برداری و مهندسی شیمی) و از طریق جداول شدت، احتمال و ضریب کشف دستورالعمل FMEA به دست آمد. سپس از طریق فرمول ذیل RPN (Risk Priority Number) خطرات برآورد گردیده است.

RPN= Severity x Occurrence x Detection

گام چهارم (آیا اصلاح نیاز است؟):
در این مرحله جهت اقدامات اصلاحی و کنترلی برای خطراتی که دارای سطح غیرقابل تحمل و بالا می‌باشند، سطوح ریسک برای خطرات بر اساس جدول سطوح ریسک تعیین گردید. بعد از انجام اقدامات کنترلی، RPN به منظور اطمینان از قرار گرفتن در محدوده قابل تحمل دوباره محاسبات RPN صورت پذیرفت.

یافته‌ها و بحث

کل ریسک‌های ایمنی شناسایی شده برای نیروگاه سیکل ترکیبی ۱۴۳ مورد می‌باشد که برق گرفتگی با ۳۶ ریسک شناسایی شده دارای بیش‌ترین فراوانی می‌باشد و بعد از آن خرابی تجهیزات با ۲۹ و سوختگی با ۲۴ ریسک شناسایی شده به ترتیب دارای بیش‌ترین فراوانی می‌باشند. ضمناً ریسک‌های انفجار با ۶ و سقوط از ارتفاع با ۱۰ ریسک شده دارای کم‌ترین فراوانی می‌باشند.

جدول ۱– بررسی اثرات انواع خطرات و میزان ریسک آن‌ها

ردیف	اثرات خطر	تجهیزات جانبی	بویلر	تراس	سوئیچگیر	توربین	کولینگ	سیستم کنترل	جمع کل
۱	برق گرفتگی	۲	۳	۱۰	۱۳	۲	۳	۳	۳۶
۲	جراحات بدنی	۱	۱۰	۲	۲	۳	۲	۰	۲۰
۳	سوختگی	۴	۱۵	۰	۱	۳	۰	۱	۲۴
۴	سقوط	۰	۴	۱	۰	۳	۲	۰	۱۰
۵	حریق	۵	۴	۲	۱	۶	۰	۰	۱۸
۶	انفجار	۲	۱	۲	۱	۰	۰	۰	۶
۷	خرابی تجهیزات	۲	۴	۳	۵	۲	۶	۷	۲۹
۸	جمع کل	۱۶	۴۱	۲۰	۲۳	۱۹	۱۳	۱۱	۱۴۳

بررسی نحوه توزیع ریسک‌های شناسایی شده در جزایر نیروگاهی نشان دهنده این امر است که ریسک برق‌گرفتگی در تمام جزایر وجود داشته و بیش‌ترین تعداد ریسک برق-گرفتگی در سوئیچ‌گیر با فراوانی ۱۳ می‌باشد. ریسک خرابی تجهیزات نیز در تمام جزایر شناسایی گردیده که در جزیر سیستم کنترلی با ۷ مورد دارای بیش‌ترین فراوانی می-باشد.کل ریسک‌های ایمنی غیرقابل تحمل شناسایی شده ۵۲ مورد می‌باشد که برق‌گرفتگی با ۱۹ ریسک غیرقابل تحمل دارای بیش‌ترین فراوانی می‌باشد و بعد از آن سوختگی با ۹ و جراحات بدنی با ۷ ریسک غیرقابل تحمل به ترتیب دارای بیش‌ترین فراوانی می‌باشند. ضمناً ریسک‌های انفجار با ۳ و

سقوط و حریق با ۴ ریسک دارای کم‌ترین فراوانی می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه فراوانی و تعداد خطرات غیرقابل تحمل شناسایی شده

ردیف	اثرات خطر	تجهیزات جانبی	بویلر	ترانس	سوئیچگیر	توربین	کولینگ	سیستم کنترل	جمع کل
۱	برق گرفتگی	۱	۱	۶	۶	۲	۲	۱	۱۹
۲	جراحات بدنی	۰	۴	۱	۰	۲	۰	۰	۷
۳	سوختگی	۰	۶	۰	۰	۲	۰	۰	۹
۴	سقوط	۰	۴	۰	۰	۰	۱	۰	۵
۵	حریق	۱	۰	۲	۰	۱	۰	۰	۴
۶	انفجار	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۳
۷	خرابی تجهیزات	۰	۳	۲	۰	۱	۰	۰	۶
۸	جمع کل	۳	۱۸	۱۲	۷	۸	۳	۱	۵۲

بررسی ریسک‌های غیرقابل تحمل به تفکیک جزایر نشان دهنده این امر است که جزیره بویلر با ۱۸ ریسک دارای بیش‌ترین فراوانی و بعد از جزایر ترانس با ۱۲ و توربین با ۸ ریسک غیرقابل تحمل دارای بیش‌ترین فراوانی می‌باشند. در ضمن جزیره سیستم کنترل نیروگاه با ۱ ریسک دارای کم-ترین فراوانی و بعد از جزیره سیستم خنک‌کاری نیروگاه با ۳ ریسک غیرقابل تحمل کم‌ترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. بررسی نحوه توزیع ریسک‌های غیرقابل تحمل در جزایر نیروگاهی نشان دهنده این امر است که ریسک برق‌گرفتگی در تمام جزایر وجود داشته و بیش-ترین ریسک برق‌گرفتگی در سوئیچ‌گیر و ترانس با فراوانی ۶ می‌باشد و دومین تعداد توزیع ریسک‌های غیرقابل تحمل مربوط به ریسک‌های خرابی تجهیزات، انفجار، جراحات بدنی و حریق با تعداد پراکندگی در ۳ جزیره نیروگاهی می‌باشد. بالاترین شاخص (حاصل ضرب میانگین ریسک در فراوانی آن) تعریف شده بر اساس تقسیم‌بندی ریسک-های شناسایی شده متعلق به برق‌گرفتگی با عدد ۶۵۵۲/۷۲ می‌باشد و بعد از آن خرابی تجهیزات با ۴۱۴۷، جراحات بدنی با ۲۷۳۲، حریق با ۲۳۲۷/۴ و سوختگی با ۲۲۵۶ بیش-ترین اعداد را به خود اختصاص داده‌اند. هم‌چنین ریسک انفجار با عدد ۵۹۷ دارای پایین ترین رتبه تقسیم بندی ذکر شده می‌باشد. هم‌چنین بررسی شاخص تعریف شده (حاصل‌ضرب میانگین ریسک در فراوانی آن) بر اساس تقسیم‌بندی به تفکیک جزایر نیروگاهی نشان دهنده این امر است که جزیره بویلر با عدد ۶۶۱۸/۲۲ رتبه نخست تقسیم بندی فوق را به خود اختصاص داده است است و بعد از آن جزایر ترانس با ۳۷۹۲/۸، سوئیچ‌گیر با ۲۹۱۴/۳۳ و توربین با ۲۶۴۱ بالاترین اعداد را به خود اختصاص داده‌اند. هم-چنین جزیره سیستم کنترلی با عدد ۴۸۷/۳ دارای پایین‌ترین رتبه باشد.

جدول ۳- جدول وزن دهی ریسک‌های موجود و ریسک‌های شناسایی

ردیف	اثرات خطر	میانگین ریسکها	تعداد	حاصلضرب میانگین در تعداد	جزیره	میانگین ریسکها	تعداد	حاصلضرب میانگین در تعداد
۱	برق گرفتگی	۱۸۲/۰۲	۳۶	۶۵۵۲/۷۲	تجهیزات جانبی	۱۳۰/۳۵	۱۶	۲۰۸۵/۶
۲	جراحات بدنی	۱۳۶/۶	۲۰	۲۷۳۲	بویلر	۱۶۱/۴۲	۴۱	۶۶۱۸/۲۲
۳	سوختگی	۹۴	۲۴	۲۲۵۶	ترانس	۱۸۹/۶۴	۲۰	۳۷۹۲/۸
۴	سقوط	۱۰۱/۳۶	۱۰	۱۰۱۳/۶	سوئیچگیر	۱۲۶/۷۱	۲۳	۲۹۱۴/۳۳
۵	حریق	۱۲۹/۳۰	۱۸	۲۳۲۷/۴	توربین	۱۳۹	۱۹	۲۶۴۱
۶	انفجار	۹۹/۵۰	۶	۵۹۷	کولینگ	۹۴/۳۱	۱۳	۱۲۲۶/۰۳
۷	خرابی تجهیزات	۱۴۳	۲۹	۴۱۴۷	سیستم کنترل	۴۴/۳۰	۱۱	۴۸۷/۳

نتیجه‌گیری

با توجه با این‌که فعالیت‌های راه‌اندازی نیروگاهی دارای زمینه حوادث متعددی می‌باشد [۱]. لذا ارزیابی و مدیریت ریسک می‌تواند در به کنترل درآوردن خطرات بالقوه نقش بسیار مهمی را ایفا کند. مدیریت ریسک اگر چه در ابتدا امری بسیار پرهزینه و زمان بر به نظر می‌رسد ولی در طولانی مدت با کاهش حوادث بالقوه متعدد باعث کاهش هزینه-های اصلاحی می‌شود [۸]. مدیریت ریسک با ارائه راهکارهای مناسب با توجه به شرایط هر سازمانی می‌تواند وضعیت را به سمت حفظ و نگه داری تجهیزات و نیروی

انسانی هدایت نماید. لازم به ذکر است مدیریت ریسک باید بر اساس تجارب، دانش و نیازمندهای هر سازمانی اولویت-بندی گردد تا ریسک‌های بالقوه در طیفی منطقی با عنایت به راهکارهای موثر به حداقل ممکن کاهش پیدا کند [۹]. در این راستا ارائه راهکارهای منطقی و هدف دار جهت کاهش و مدیریت ریسک نیازمند شناخت صحیح از وضعیت موجود سازمان و ریسک ها می باشد. لذا شناسایی و ارزیابی ریسک در اولویت بندی و ارایه راه حل صحیح جهت اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه بسیار اهمیت دارد [۱۰]. در این تحقیق ریسک‌های شناسایی شده در قالب ۷ خطر بالقوه (برق گرفتگی، جراحات بدنی، سوختگی، سقوط، حریق، انفجار و خرابی تجهیزات) مورد ارزیابی و شناسایی قرار گرفته است لذا تحلیل ریسک‌های موجود نیز بر اساس طبقه بندی صورت گرفته انجام خواهد گرفت.

- اولین ریسک: (برق‌گرفتگی)

برق‌گرفتگی با بالاترین تعداد ریسک شناسایی شده ۳۶ مورد و بیش‌ترین تعداد ریسک غیرقابل تحمل ۱۹ مورد و دارا بودن بالاترین عدد اولویت ریسک RPN_{Ave}=۱۸۲/۰۲ و بالاترین میانگین حداکثر عدد اولویت ریسک RPN_{Max}=۲۳۱/۴ و داشتن توزیع فراوانی ریسک‌های شناسایی شده و غیر قابل تحمل در تمام جزایر به‌عنوان مهم-ترین ریسک در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی محسوب می-گردد .انجام اقدامات اصلاحی و ارزیابی ریسک مجدد نشان می‌دهد که میانگین عدد اولویت ریسک با کاهش ۵۷/۱۲ واحد به RPN_{Ave}=۱۲۴/۹ و میانگین حداکثر ریسک با کاهش ۷۱/۵ واحد به RPN_{Max}=۱۵۹/۹ تغییر یافته است که این امر نشان دهنده موثر واقع شدن اقدامات اصلاحی انجام یافته است به‌طوری‌که تمام ریسک‌ها در محدوده قابل تحمل واقع گردیده‌اند هم‌چنین در بین ریسک‌های مورد اقدامات اصلاحی انجام شده نیز برق‌گرفتگی دارای بالاترین میانگین RPN_{Ave} و RPN_{Max} می‌باشد که این امر نیز موید درجه اهمیت خطر برق‌گرفتگی در بین خطرات نیروگاهی می‌باشد.

- دومین ریسک: (خرابی تجهیزات)

خرابی تجهیزات با ۲۹ ریسک شناسایی شده با میانگین عدد اولویت ریسک RPN_{Ave}=۱۴۶ و میانگین حداکثر عدد اولویت ریسک RPN_{Max}=۲۰۰/۳ با دارا بودن رتبه دوم آیتم‌های ذکر شده در بین سایر ریسک‌ها و توزیع فراوانی ریسک‌های شناسایی شده در تمام جزایر بعنوان دومین ریسک مهم در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی محسوب می-گردد. انجام اقدامات اصلاحی و ارزیابی ریسک مجدد نشان می‌دهد که میانگین عدد اولویت ریسک با کاهش ۲۷/۵ واحد به RPN_{Ave}=۱۱۸/۵ و میانگین حداکثر ریسک با کاهش ۵۴/۳ واحد RPN_{Max}=۱۴۶ تغییر یافته است که این امر نشان دهنده موثر واقع شدن اقدامات اصلاحی انجام یافته است بطوری‌که تمام ریسک‌ها در محدوده قابل تحمل واقع گردیده‌اند هم‌چنین در بین ریسک‌های مورد اقدامات اصلاحی انجام شده نیز برق گرفتگی دارای رتبه دوم میانگین RPN_{Max} می‌باشد که این امر نیز درجه اهمیت آن را تایید می‌نماید.

- سومین ریسک: (جراحات بدنی)

جراحات بدنی رتبه سوم بیش‌ترین آیتم تعریف شده تعداد در میانگین ریسک را با عدد ۲۷۳۲ و میانگین عدد اولویت ریسک RPN_{Ave}=۱۳۶/۶ را به خود اختصاص داده است. و دارای رتبه چهارم میانگین حداکثر عدد اولویت ریسک RPN_{Max}=۱۶۹/۳ می‌باشد. جراحات بدنی با دارا بودن رتبه سوم آیتم‌های تعداد در میانگین ریسک و میانگین عدد اولویت ریسک و رتبه چهارم حداکثر عدد اولویت ریسک در بین سایر ریسک‌ها و توزیع فراوانی ریسک‌های شناسایی شده در شش جزیره از هفت جزیره تعریف شده بعنوان سومین ریسک مهم در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی محسوب می‌گردد. انجام اقدامات اصلاحی و ارزیابی ریسک مجدد

نشان می‌دهد که میانگین عدد اولویت ریسک با کاهش ۲۲ واحد به RPN_{Ave}=۱۱۴/۶ و میانگین حداکثر ریسک با کاهش ۳۹/۱ واحد به RPN_{Max}=۱۳۰/۲ تغییر یافته است که این امر نشان دهنده موثر واقع شدن اقدامات اصلاحی انجام یافته است به‌طوری‌که تمام ریسک‌ها در محدوده قابل تحمل واقع گردیده‌اند هم‌چنین در بین ریسک‌های مورد اقدامات اصلاحی انجام شده نیز جراحات بدنی دارای سومین رتبه بالاترین میانگین RPN_{Max} و RPN_{Ave} می‌باشد که این امر نیز موید درجه اهمیت این خطر در بین خطرات نیروگاهی می‌باشد.

- چهارمین ریسک: (حریق)

آیتم تعریف شده تعداد در میانگین ریسک با عدد ۲۳۲۷/۴ و میانگین عدد اولویت ریسک RPN_{Ave}=۱۲۹/۳۰ حریق دارای رتبه چهارم ریسک‌های تعریف شده می‌باشد و میانگین حداکثر عدد اولویت ریسک RPN_{Max}=۱۹۲/۶ رتبه سوم را به خود اختصاص داده است. حریق با دارا بودن رتبه چهارم آیتم‌های تعداد در میانگین ریسک و میانگین عدد اولویت ریسک و رتبه سوم حداکثر عدد اولویت ریسک در بین سایر ریسک‌ها و توزیع فراوانی ریسک‌های شناسایی شده در پنج جزیره از هفت جزیره تعریف شده به عنوان سومین ریسک مهم در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی محسوب می‌گردد. انجام اقدامات اصلاحی و ارزیابی ریسک مجدد نشان می‌دهد که میانگین عدد اولویت ریسک با کاهش ۳۰/۵ واحد به RPN_{Ave}=۹۸/۸ و میانگین حداکثر ریسک با کاهش ۶۴/۶ واحد به RPN_{Max}=۱۲۸ تغییر یافته است که این امر نشان دهنده موثر واقع شدن اقدامات اصلاحی انجام یافته است به‌طوریکه تمام ریسک‌ها در محدوده قابل تحمل واقع گردیده‌اند هم‌چنین در بین ریسک‌های مورد اقدامات اصلاحی انجام شده نیز جراحات بدنی دارای چهارمین رتبه بالاترین میانگین RPN_{Max} و RPN_{Ave} می‌باشد که این امر نیز موید درجه اهمیت این خطر در بین خطرات نیروگاهی می‌باشد.

- پنجمین ریسک: (سوختگی)

پنجمین رتبه بیش‌ترین آیتم تعریف شده تعداد در میانگین ریسک را با عدد ۲۲۵۶ مربوط به سوختگی می‌باشد. در سوختگی با وجود میانگین عدد اولویت ریسک پایین RPN_{Ave}=۹۴ که رتبه هفتم را به خود اختصاص داده است ولی با رتبه سوم در تعداد ریسک‌های شناسایی شده ۲۴ مورد در رده پنجم درجه اهمیت ریسک‌های نیروگاهی واقع گردیده است. انجام اقدامات اصلاحی و ارزیابی ریسک مجدد نشان می‌دهد که میانگین عدد اولویت ریسک با کاهش ۱۲/۸ واحد به RPN_{Ave}=۸۱/۲ و میانگین حداکثر ریسک با کاهش ۲۳/۴ واحد به RPN_{Max}=۹۵/۷ تغییر یافته است که این امر نشان دهنده موثر واقع شدن اقدامات اصلاحی انجام یافته است به‌طوری‌که تمام ریسک‌ها در محدوده قابل تحمل واقع گردیده‌اند هم‌چنین در بین ریسک‌های مورد اقدامات اصلاحی انجام شده نیز سوختگی دارای پنجمین رتبه بالاترین میانگین RPN_{Max} و RPN_{Ave} می‌باشد که این امر نیز موید درجه اهمیت این خطر در بین خطرات نیروگاهی می‌باشد.

- ششمین ریسک: (سقوط)

سقوط با ۱۰ ریسک شناسایی شده، با میانگین عدد اولویت ریسک RPN_{Ave}=۱۰۱/۳۶ و میانگین حداکثر عدد اولویت ریسک RPN_{Max}=۱۲۷/۳ با دارا بودن رتبه ششم آیتم‌های ذکر شده در بین سایر ریسک‌ها ششمین ریسک مهم در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی محسوب می‌گردد. انجام اقدامات اصلاحی و ارزیابی ریسک مجدد نشان می‌دهد که میانگین عدد اولویت ریسک با کاهش ۳۲/۴۶ واحد به RPN_{Ave}=۶۸/۹ و میانگین حداکثر ریسک با کاهش ۳۷/۱ واحد به RPN_{Max}=۹۰/۲ تغییر یافته است که این امر نشان دهنده موثر واقع شدن اقدامات اصلاحی انجام یافته است به‌طوریکه تمام ریسک‌ها در محدوده قابل تحمل واقع گردیده‌اند هم‌چنین در بین ریسک‌های مورد اقدامات

اصلاحی انجام شده نیز سقوط دارای رتبه ششم میانگین RPN_{Max} می‌باشد.

- هفتمین ریسک: (انفجار)

انفجار دارای کم‌ترین ریسک شناسایی شده ۶ و کم‌ترین آیتم تعریف شده تعداد در میانگین ریسک ۵۹۷ می‌باشد و رتبه ششم میانگین عدد اولویت ریسک RPN_{Ave}=۹۹/۵۰ جدول و میانگین حداکثر عدد اولویت ریسک RPN_{Max}=۱۲۰/۷۳ دارا می‌باشد. انجام اقدامات اصلاحی و ارزیابی ریسک مجدد نشان می‌دهد که میانگین عدد اولویت ریسک با کاهش ۲۸/۳ واحد به RPN_{Ave}=۷۱/۲ و میانگین حداکثر ریسک با کاهش ۳۹/۵۳ واحد به RPN_{Max}=۸۱/۲ تغییر یافته است که این امر نشان دهنده موثر واقع شدن اقدامات اصلاحی انجام یافته است به‌طوری- که تمام ریسک‌ها در محدوده قابل تحمل واقع گردیده است.

منابع

[1] Shrivastava, R.، Patel, P., 2014, Hazards Identification and Risk Assessment in Thermal Power Plant, IJERT, (4)3, 463-467.

[2] Azar, A., Zangoueinezhad, A., 2013, Assessing and understanding the key risks in a PPPpower station projects, AMAE, (3)1, 11-33.

[3] Ochrana, F.، Puchek, M., 2015, The Use of FMEA for the analysis of corruption: A Case Studyfrom Bulgaria, PEAF, (30)1, 613-621.

[6] Onofrio, R., Piccagli, F., Segato, F., 2015, Failure ModeEffects and Criticality Analysis (FMECA) formedical devices: Does standardization foster improvements in thePractice, AHFE, (3)1 43-50.

[7] BanjiAjadi, O.، Adekunle, A.، Peter, K., 2012, Identification of Hazards and Risk Assessment for a 40kVA Diesel Powered Lighting Set, GJSETR, 2, 2, 39- 47.

[۴] المدواری، س. م؛ مقدسی، م؛ شفیعی زاده، م؛ ۱۳۹۰، ارزیابی ریسک به روش FMEA و مقایسه RPN قبل و بعد از اقدامات اصلاحی در پروژه احیای مستقیم فولاد بافق، مجله هفتمین همایش سراسری بهداشت و ایمنی کار، (۲۸) ۷، ۲۱-۱.

[۵] حبیبی، ح؛ طالبی، ص؛ خنکدار، م؛ ۱۳۹۲، ارزیابی و اولویتبندی ریسک‌های ایمنی در فرآیند بهره‌برداری با مدل‌های TOPSIS و FMEA، مجله بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق، ۲۸، ۱، ۳۷-۳۱.

[۸] جنتی، ع؛ سعادتی، م؛ ولیزاده، س؛ غلامزاده، ر؛ ۱۳۹۱، مدیریت خطر در بخش استریلیزاسیون بیمارستان گروه پزشکی شمس شهرستان تبریز به روش تجزیه و تحلیل حالات خطر و اثرات ناشی از آن، مجله تصویر سلامت، ۳، ۱، ۱۰-۱.

[۹] علی محمدی، ا؛ میرزایی، ف؛ ۱۳۹۳، شناسایی و ارزیابی مخاطرات کوره کارخانه سیمان با استفاده از رویکرد های RPN و ماتریس بحرانی آنالیز، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، (۲۱) ۱۰۱،۱-۹۲.

[۱۰] المدواری، س. م؛ مقدسی، م؛ شفیعی زاده، م؛ ۱۳۹۰، ارزیابی ریسک به روش FMEA و مقایسه RPN قبل و بعد از اقدامات اصلاحی درپروژه احیای مستقیم فولاد بافق، مجله هفتمین همایش سراسری بهداشت و ایمنی کار، (۲۸) ۷، ۲۱-۱.