Identification and assessment of the environmental aspects related to Yazd solar thermal power plant effluent

Saman Mousavi
* M.Sc. Department of the in Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.
Gmail: s.mousavi.en@gmail.com

Ahad Sotoudeh
Assistant Professor, Department of the Environment, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.

Hamidreza Azimzade
Associate Professor, Department of the Environment, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.

Bahman Kiani
Assistant Professor, Department of the Environment, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.

Received: 18 October 2017
Accepted: 16 December 2017

ABSTRACT

Background & objeftive: Environmental management system attempts to create and pursue some rules for the organizations to minimize adverse effects on the environment. The adverse effect of thermal power plant on water resources is considered as one of their most important environmental aspects. Because these power plants both need high volume of water over their processes, and release some contaminated effluents into water bodies. The present study aims to investigate the effective aspects of the power plants on used water resources both quantitatively and qualitatively and present some managerial strategies.

Methods and Materials: At first, the qualitative parameters of industrial effluents of power plant were monitored over 2015. Measurement was performed in taken samples from evaporation tank which has been located after neutralization unit. . Kolmogorov–Smirnov's test was employed in order to compare the proportions of the measured pollutants and environmental standards. The effective aspects of these power plants on dissipations and contaminations of water resources were assessed using Preliminary Hazard Analysis and William fine techniques. Furthermore, the efficient strategies were surveyed so as to monitor the determined aspects and decrease their adverse effects on the environment.

Results: Based on the obtained results, there was not any heavy metal pollution in the industrial effluent with confidence level of 99%. Among the effective risks on water resources, 77 risks with low priority, 60 risks with medium priority and 12 risks with high priority were identified. The chemistry refinery's section and steam's unit had the most identified risks. Among the risk controlling strategies, reducing risk's intensity with 73 percent was the most effective strategy. Also, 14 percent of strategies refer to exclusion, 10 percent to transfer and 3 percent to acceptance of risk.

Conclusion: Combination of risk assessment methods and environmental pollutants concentrations measurements as well as identification process systemization can increase the accuracy and validity of the gained results.

Document Type: Research article
Keywords: Environmental Risk Assessment, Combined Cycle Power Plant, William Fine, Wastewater.

▶ **Citation:** Mousavi S, Sotoudeh A, Azimzade H, Kiani B. Identifying and assessing the environmental aspects related to Yazd solar thermal power plant effluent. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*.Autumn 2017;3 (3) : 219-226 .

شناسایی و ارزیابی ریسک پساب نیروگاهی

شناسایی و ارزیابی جنبه‌های نافذ محیط زیستی مرتبط با پساب نیروگاه حرارتی خورشیدی یزد

سامان موسوی
* کارشناس ارشد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. (نویسنده مسئول)
Gmail: s.mousavi.en@gmail.com

احد ستوده
استادیار ، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

حمیدرضا عظیم‌زاده
دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

بهمن کیانی
استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: سیستم مدیریت زیست محیطی به دنبال ایجاد الزاماتی برای سازمان‌هاست تا کمترین آسیب را به محیط اطرافشان وارد کنند. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های محیط زیستی نیروگاه‌های حرارتی، تأثیر بر روی منابع آبی است، زیرا علاوه بر مصرف بالای نیروگاه‌ها، پساب خروجی از نیروگاه‌ها نیز در طی فرآیند تولید، به انواع آلاینده‌ها آلوده می‌گردد. مطالعه حاضر با هدف بررسی کمّی و کیفی جنبه‌های نافذ بر منابع آب مصرفی نیروگاه حرارتی و ارائه راهکارهای مدیریتی آن انجام شد.

مواد و روش‌ها: پارامترهای کیفی پساب صنعتی نیروگاه در طول سال ۱۳۹۴ پایش شد تا در صورت عدم تطابق در غلظت آلاینده‌ها با استاندارد، ارزیابی‌های لازم صورت گیرد. بدین منظور، از نمونه‌های پساب صنعتی که پس از خنثی شدن به حوضچه تبخیر تخلیه می‌شود، اندازه‌گیری صورت گرفت. از آزمون Kolmogorov-Smirnov برای مقایسه آلاینده‌های پساب صنعتی با استاندارد محیط‌زیست استفاده شد. جنبه‌های نافذ بر اتلاف و آلوده‌سازی منابع آبی مصرفی نیروگاه با تکیه بر روش ارزیابی ریسک آنالیز مقدماتی خطر و ویلیام فاین شناسایی و اقدامات مؤثر جهت کاهش و پایش جنبه‌های شناسایی شده صورت گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج مطالعه، پساب صنعتی با سطح اطمینان ۹۹ درصد با لحاظ استاندارد محیط زیستی، فاقد آلودگی به عناصر سنگین است. از میان ریسک‌های تأثیرگذار بر منابع آبی، ۷۷ ریسک با اولویت پایین، ۶۰ ریسک با اولویت متوسط و ۱۳ ریسک با اولویت بالا شناسایی شدند. بخش تصفیه‌خانه شیمی و واحد بخار، بیشترین تعداد ریسک‌های شناسایی شده را شامل شدند. از میان استراتژی‌های کنترل ریسک، کاهش شدت ریسک با ۷۳ درصد مؤثرترین استراتژی انتخابی است. ۱۴ درصد استراتژی‌ها مربوط به حذف، ۱۰ درصد مربوط به انتقال و ۳ درصد مربوط به پذیرش ریسک بود.

نتیجه‌گیری: تلفیق روش‌های ارزیابی ریسک و اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌های محیط زیستی با نظام‌مند ساختن فرآیند شناسایی جنبه‌ها، می‌توانند موجب افزایش دقت و صحت نتایج برآورد ریسک شوند.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی
کلید واژه‌ها: ارزیابی ریسک محیط زیستی، پساب، نیروگاه سیکل ترکیبی، ویلیام فاین

◀ **استناد:** موسوی س، ستوده الف، عظیم‌زاده ح، کیانی ب. شناسایی و ارزیابی جنبه‌های نافذ محیط زیستی مرتبط با پساب نیروگاه حرارتی خورشیدی یزد. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۳۹۶؛۳ (۳): ۲۱۹-۲۲۶.

مقدمه

پساب، آب مصرف شده در فعالیت‌های انسانی است که در آن خواص فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی آب به گونه‌ای تغییر کند که قابلیت مصرف در بهترین حالت خود را از دست داده باشد. پساب از نظر منشأ تولید آن ممکن است خانگی، صنعتی، کشاورزی یا ترکیبی از این موارد باشد (۱). پساب نیروگاهی با توجه به ماهیت آن می‌تواند آلوده به فلزات سنگین، مواد روغنی و یا شوینده‌های صنعتی باشد. سیستم تصفیه پساب نیز خود می‌تواند منتشر کننده ریز آلاینده‌ها باشد، زیرا به طور کامل قادر به حذف آن‌ها نیستند (۲). پایش آب مصرفی و پساب تولید شده در نیروگاه، امکان دسترسی به تغییرات کیفی و پیش‌بینی اقدامات کاهش آلودگی را میسر می‌کند (۳). مسئله تأمین منابع آبی برای صنایع موجود در مناطق خشک و برطرف کردن سرچشمه آلودگی‌ها برای افزایش کیفیت پساب و استفاده مجدد از آن ضروری است. بخش اصلی پساب تولید شده در نیروگاه حرارتی خورشیدی یزد شامل: پساب لجنی که از شستشوی سیستم پیش‌تصفیه فیلتر شنی حاصل می‌شود؛ پساب نمکی حاصل از احیاء رزین‌ها، پساب حاصل از سیستم تصفیه اسمز معکوس، پساب خروجی از آزمایشگاه که حاوی مواد شیمیایی است (۴)؛ پساب داغ ناشی از بلودان بویلر، پساب بهداشتی که در بخش‌های اداری تولید می‌شود (۵)؛ و پساب آلوده به مواد نفتی که در اثر شست‌وشوی محوطه، تعمیرات یا خنک‌کاری و نشت روغن از تجهیزات حاصل می‌گردد (۶)، می‌باشد.

برنامه‌های آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا برای پاک‌سازی آلودگی‌های محیط زیست با رویکرد تصمیم‌گیری مبتنی بر ریسک در حال انجام است (۷). روند ارزیابی ریسک با فرموله کردن مسئله آغاز می‌گردد. فرآیند ارزیابی ریسک به ترتیب شامل: شناسایی خطر، تعیین احتمال وقوع، تعیین شدت اثر و برآورد ریسک است (۸). به اولین مرحله از فرآیند ارزیابی ریسک، شناسایی خطر گفته می‌شود؛ روندی که تعیین می‌کند آیا قرار گرفتن در برابر یک عامل می‌تواند منجر به آثار سوء گردد یا خیر (۹). دومین مرحله از فرآیند ارزیابی ریسک مشخص می‌کند احتمال وقوع یک خطر در یک دوره زمانی چقدر است(۱۰). همچنین عمل تخمین اینکه شدت وقوع حادثه به چه اندازه است، شدت اثر نامیده می‌شود. فاین (۱۹۷۱) روشی را به‌عنوان ارزیابی ریاضی کنترل خطرات (۱۱) جهت تصمیم‌گیری این‌که چگونه خطرات باید اصلاح شوند، پیشنهاد کرد (۱۲). در این روش برای محاسبه ریسک از فرمول ۱ که دارای سه متغیر است، استفاده می‌شود.

فرمول ۱ (۱۳)

Risk Score = Consequences ×Exposure× Probability

امتیاز ریسک = عواقب × مواجهه × احتمال وقوع

پس از ارزش‌گذاری ریسک، استراتژی برخورد با آن اتخاذ می‌شود تا سطح ریسک به حد قابل تحمل (ALARP) کاهش یابد. این فرآیند، سطحی که انتظار می‌رود در آن خطرات محل کار کنترل شود را نشان می‌دهد (۱۴). استراتژی‌های کنترلی مدیریت ریسک در محل کار صورت می‌گیرد و شامل موارد زیر است (۱۵).

۱-حذف یا جایگزینی خطر، ۲- انتقال ریسک که می‌تواند درون یا بیرون از سازمان صورت گیرد، ۳- کاهش خطر یا مجاورت یا سطح تماس با ریسک با اقدامات اصلاحی و ۴- پذیرش ریسک: تحت شرایطی که خط‌مشی سازمان تعیین کرده است.

Hosseini و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی مدیریت لجن پساب صنعتی نیروگاه سیکل ترکیبی دماوند پرداختند و با توجه به آلودگی لجن به فلزات سنگین، دفن در خاکچال‌های لاینردار را پیشنهاد کردند (۱۶). Jozi و Saffarian (۲۰۱۱) از تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان با استفاده از TOPSIS استفاده کردند و راهکار کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت خود را برای کنترل ریسک‌ها ارائه دادند (۱۷). Shirali و همکاران (۲۰۱۴) رتبه‌بندی ریسک‌های ایمنی در یک نیروگاه سیکل ترکیبی با استفاده از رویکرد درجه باورپذیری در منطق فازی را انجام دادند. انفجار و آتش‌سوزی توربین گاز و ترکیدگی لوله‌های بخار، از مهم‌ترین ریسک‌های شناسایی شده بودند (۱۸). Dastkhan (۲۰۱۱) امکان‌سنجی بازیافت بخشی از پساب

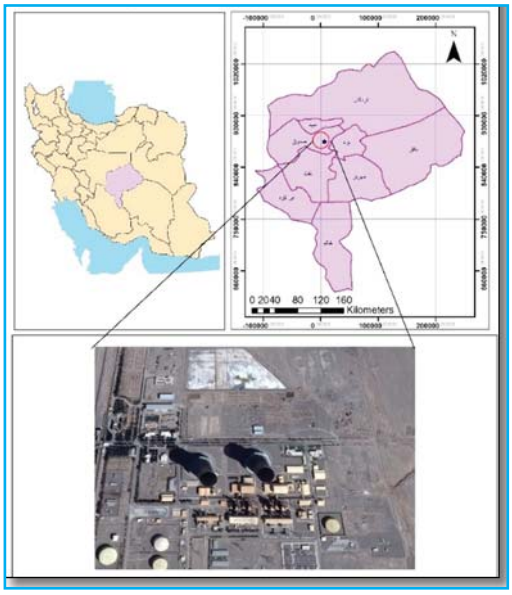
صنعتی نیروگاه سیکل ترکیبی یزد را بررسی نمود و نتیجه گرفت کیفیت پساب اسمز معکوس و مخزن پاک‌سازی، از نظر نسبت جذب سدیم (SAR) برای آبیاری تمام گیاهان مناسب است (۶). Jozi و Pourieh (۲۰۱۰) ریسک‌های ناشی از نیروگاه سیکل ترکیبی یزد را بررسی و کاهش منابع آبی و تولید الکتریسیته را به عنوان مهم‌ترین ریسک‌های محیط زیستی شناسایی کردند(۱۹). Shabani و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی روش‌های تصفیه فاضلاب نیروگاه زرند پرداخته و نتیجه گرفتند بیشترین پساب واحدهای نیروگاه حرارتی زرند عمدتاً در واحدهای خنک کننده تولید می‌شود (۲۰). مطالعه حاضر با هدف بررسی کمّی و کیفی جنبه‌های نافذ بر منابع آب مصرفی نیروگاه حرارتی و ارائه راهکارهای مدیریتی آن انجام شد.

روش کار

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

نیروگاه حرارتی خورشیدی یزد همینطور که در شکل ۱ اشاره شده است، در کیلومتر ۳۰ جاده خضرآباد جنب شرکت فولاد آلیاژی ایران به وسعت ۹ km^2 مورد تصویب قرار گرفته و عملیات اجرایی آن از سال ۱۳۷۴ آغاز شده است. نیروگاه در منطقه‌ای دشتی با آب‌وهوای خشک و بیابانی قرار گرفته است و متوسط بارندگی آن حدود ۵۰ mm است. موقعیت جغرافیایی آن به صورت N"۲۳,۶۵'۵۷°۳۱ و E"۹,۷۲'۴ °۵۴ می‌باشد که چند واحد صنعتی کوچک و بزرگ در اطراف آن احداث شده است. سوخت مورد نیاز نیروگاه شامل گاز و گازوئیل است و مانند آب مصرفی، از طریق خط لوله به نیروگاه وارد و مصرف می‌گردد.

ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای، فرآیند تولید برق در نیروگاه مورد مطالعه قرار گرفت، سپس بر اساس مشابهت فعالیت‌ها، واحدهای مختلف نیروگاه تقسیم‌بندی شد. با استفاده از روش آنالیز مقدماتی خطر (PHA)، شناسایی جنبه‌های محیط‌زیستی به صورت اولیه برای هر واحد به صورت جداگانه صورت گرفت. طی این بازدیدها با مسئولین مختلف مصاحبه صورت گرفت و جنبه‌ها در چک لیست‌های مقدماتی خطر (PHL) برای هر واحد فهرست گردید. در نهایت با استفاده از روش ویلیام فاین به وزن‌دهی جنبه‌های شناسایی شده پرداخته شد. با در نظر گرفتن روش ویلیام فاین، ریسک‌هایی که عدد آن بالاتر از ۱۹۹ به‌دست آمد، ناحیه غیر قابل قبول در نظر گرفته شد(جدول شماره ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. اولویت‌بندی ریسک

توصیف اولویت ریسک	رتبه
اصلاحات فوری نیاز است. فعالیت بایستی متوقف شود تا خطر کاهش یابد.	۲۰۰-۱۵۰۰
اضطراری - توجهات لازم در اسرع وقت بایستی صورت گیرد.	۹۰-۱۹۹
خطر بایستی بدون تأخیر حذف شود، اما وضعیت اضطراری نیست.	۰-۸۹

متأسفانه ارزیابی ریسک محیط‌زیستی نسبت به دیگر ریسک‌ها دارای قطعیت کمتری است؛ بنابراین نظر کارشناسان برای تعیین شدت ریسک، طیف وسیعی از نتایج را شامل می‌شود(۲۱). این عدم قطعیت در ارزیابی ریسک محیط‌زیستی دو ریشه مهم دارد که شامل غیرمترقبه بودن و ناقص بودن اطلاعات هستند (۲۲). برای حل این مسئله به بررسی پارامترهای کیفی پساب صنعتی نیروگاه در طول سال ۱۳۹۴ پرداخته شد تا در صورت عدم تطابق در غلظت آلاینده‌ها با استاندارد، ارزیابی‌های لازم صورت گیرد؛

بدین منظور، از نمونه‌های پساب صنعتی که پس از خنثی شدن به حوضچه تبخیر تخلیه می‌شود، اندازه‌گیری صورت گرفت. از آزمون Kolmogorov-Smirnov برای آزمون نرمالیته و سپس از T-testبرای مقایسه غلظت عناصر سنگین در پساب صنعتی با استاندارد استفاده شد. برای مقایسه پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده در پساب صنعتی با مقدار استاندارد نیز مانند عناصر سنگین عمل شد. در مواردی که سطح آزمون معنی‌دار نشد، موارد عدم تطابق مشخص و جدول ۳ تهیه گردید.

جدول ۲. نتایج آزمون آماری غلظت عناصر سنگین پساب صنعتی

عنصر سنگین		استاندارد	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سطح معنی‌داری*	میانگین	SD	سطح معنی‌داری**
آهن	Fe(ppm)	۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۴	۰/۰۶	۰/۵۱	۰/۱۷	۰/۲	p<۰/۰۱
روی	Zn(ppm)	۲	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۹۱	۰/۰۴	۰/۰۱	p<۰/۰۱
سرب	Pb(ppm)	۱	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۹۹	۰/۱۱	۰/۰۱	p<۰/۰۱
کادمیم	Cd(ppm)	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۱	۰/۰۲	۰/۰۰۲	p<۰/۰۱
کبالت	Co(ppm)	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۰۰۳	p<۰/۰۱
کروم	Cr(ppm)	۱	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲	۰/۷۷	۰/۱۶	۰/۰۳	p<۰/۰۱
مس	Cu(ppm)	۰/۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۹۶	۰/۰۳	۰/۰۰۵	p<۰/۰۱
منگنز	Mn(ppm)	۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۷۳	۰/۰۱	۰/۰۰۵	p<۰/۰۱
نیکل	Ni(ppm)	۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۹۸	۰/۰۶	۰/۰۲	p<۰/۰۱

*آزمون T-test **، Kolmogorov-Smirnov

یافته‌ها

نتایج T-test برای مقایسه غلظت عناصر سنگین موجود در پساب صنعتی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، غلظت تمامی فلزات سنگین در پساب صنعتی در سطح ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری با استاندارد محیط‌زیست داشته و پایین‌تر از حد مجاز بودند؛ بنابراین از نظر عناصر مندرج در جدول ۲، پساب صنعتی نیروگاه در حد مجاز استاندارد است.

همچنین بر اساس نتایج آزمون برای BOD و رنگ، میانگین اندازه‌گیری شده برای این دو پارامتر در سطح ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری با استاندارد داشت و در حد مجاز قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، در فرآیند خنثی‌سازی میانگین پارامترهای اسیدیته، شوینده‌ها و روغن پایین‌تر از استاندارد محیط‌زیست بود، اما موارد عدم تطابق با استاندارد نیز در آن‌ها مشاهده شد(جدول شماره ۳). این موارد برای اسیدیته پساب در فصل پاییز، برای شوینده‌ها در فصل زمستان و روغن در فصل بهار شناسایی شدند. شناسایی عوامل بروز عدم تطابق موارد یاد شده با استانداردهای محیط زیستی در مرحله شناسایی و ارزیابی ریسک‌های محیط زیستی نافذ بر پساب نیروگاه صورت می‌گیرد.

جدول ۳. پارامترهای کیفی پساب صنعتی

ردیف	پارامتر	واحد	استاندارد	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	Sig K_S	میانگین	SD	Sig T_test
۱	اسیدیته	PH	۸/۵-۶	۷/۸	۷/۸۵	۵/۸۴	۷/۸۹	-	۷/۳۴	۱	-
۲	اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی	(ppm)	۱۰۰	۱۶	۴۰	۱۰	۴۲	۰/۸۹	۲۷	۱۶/۳۷	۰/۰۳
۳	شوینده	ABS(ppm)	۱/۵	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۰۱	۱/۵۵	۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۷۴	۰/۸۷
۴	رنگ	-(PtCo)	۷۵	۱۵	۵	۲۵	۱۰	۰/۹۹	۱۳/۷	۸/۵	۰/۰۱
۵	روغن	Oil(ppm)	۱۰	۱۲	۴	۵	۸	۰/۹۹	۷/۲۵	۳/۹۳	۰/۲۲

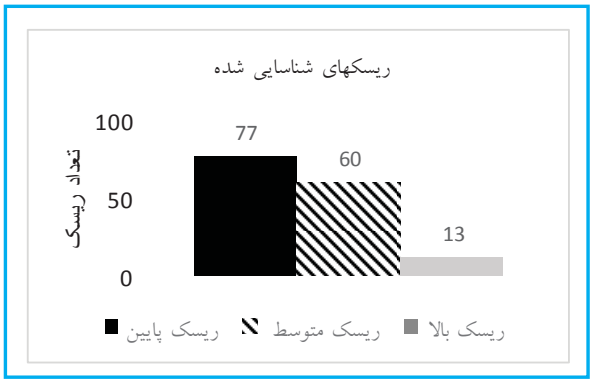
آلودگی‌های محیط‌زیستی، مشکلی چندوجهی است و سازمان باید با بررسی‌های محیط زیستی اولیه، عوامل نافذ بر محیط‌زیست خود را شناسایی کند (۲۲). جدول ۴ حاوی جنبه‌های بارز محیط زیستی شناسایی شده و مرتبط به پساب نیروگاه است. واحدهای مختلف نیروگاه با توجه به شرح فرآیند و خدمات تفکیک و جنبه‌های بارز هر بخش پس از شناسایی مکتوب شده است. اولویت ریسک‌ها پس از محاسبه از طریق معادله ارائه شده توسط ویلیام فاین محاسبه گردید. همچنین اقدامات کنترلی شرح داده شده، با در نظر گرفتن موارد مشابه صورت گرفته در سایر نیروگاه‌ها پیشنهاد شده است.

جدول ۴. جنبه‌های بارز نافذ بر تولید پساب نیروگاه

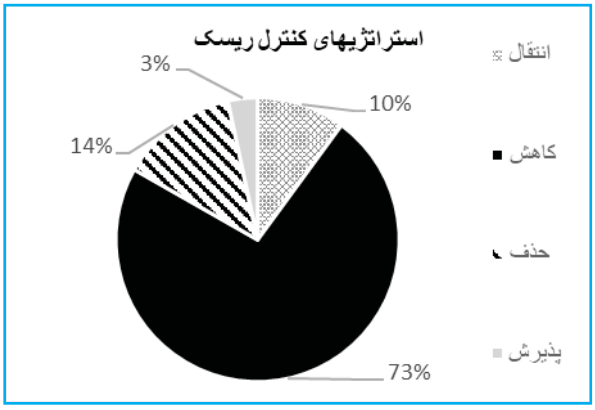
ردیف	واحد	خدمات/ ماشین/ محصولات/ فعالیت‌ها	جنبه‌ی محیط زیستی	اولویت ریسک	اقدامات اصلاحی	استراتژی برخورد
۱	کرافت	چاه جاذب	دفع پساب به زمین	۴۵۰	تهیه سپتیک تانک و تخلیه پساب به آن	انتقال
۲	آزمایشگاه	محلول‌سازی	پساب آلوده	۲۲۵	خنثی‌سازی پساب	کاهش
۳	واحد بخار	مبدل حرارتی	اتلاف آب	۳۰۰	بازرسی مداوم برای چک کردن فرایند و جلوگیری از بروز اشکالات که موجب آلودگی و مصرف بیش‌از اندازه آب شود.	کاهش، حذف
۴			پساب شستشوی شیمیایی	۲۲۵	تصفیه پساب تا حد مجاز استاندارد، جایگزینی شستشو با سیستم (Pressure Water Jet)	
۵		بلودان بویلر	تخلیه پساب غلیظ بویلر	۴۵۰	بازیابی آب به تصفیه‌خانه و استفاده مجدد در سیکل، استفاده به‌عنوان آب مصرفی کشاورزی	کاهش
۶		تولید برق	مصرف منابع آبی	۹۰۰	امکان‌سنجی استفاده از پساب تصفیه‌خانه شهری	کاهش
۷	تصفیه‌خانه شیمی و سمپلینگ	تزریق مواد شیمیایی به آب	آلودگی آب به مواد شیمیایی	۳۰۰	تبدیل رژیم کنترل شیمیایی سیکل آب و بخار به OT(OXYGEN TREATMENT)	حذف
۸		بکواش فیلتر شنی	خروج آب آلوده	۲۲۵	استفاده در آبیاری فضای سبز	کاهش
۹		خروج آب تغلیظ شده از سیستم اسمز معکوس	اتلاف آب	۴۵۰	برنامه‌ریزی جهت بازگرداندن پساب به چرخه تولید آب با ایجاد یک سیستم اسمز معکوس ثانویه	کاهش
۱۰		شستشوی شیمیایی سیستم اسمز معکوس	پساب شستشوی رزین	۲۲۵	خنثی سازی پساب	کاهش
۱۱		احیای رزین با اسید و باز	تولید پساب اسیدی	۴۵۰	خنثی‌سازی پساب با تزریق سود	کاهش
۱۲	برج خنک‌کن	اسپری آب جهت خنک‌کاری peak cooler	اتلاف آب	۳۰۰	فاقد عامل کنترلی	پذیرش
۱۳	حوضچه تبخیر	لجن حاوی مواد شیمیایی و سمی	انتشار عوامل سمی به محیط	۲۷۰	دفن لجن در خاکچال با لاینر رسی برای جلوگیری از انتشار عناصر سنگین	کاهش

بر اساس نتایج این پژوهش در شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های محیط زیستی نافذ بر آب، از میان ریسک‌های شناسایی شده مؤثر بر منابع آبی، ۷۷ ریسک با اولویت پایین، ۱۳ ریسک با اولویت بالا و ۶۰ ریسک با اولویت متوسط تشخیص داده شدند.

شکل ۲ نشان دهنده تمام ریسک‌های شناسایی شده مرتبط با پساب نیروگاهی در واحدهای مختلفی است که بر اساس مشابهت فعالیت‌ها طبقه‌بندی شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، به دلیل استفاده گسترده از مواد شیمیایی کنترلی و مصرف آب، مهم‌ترین بخش‌ها در ایجاد ریسک‌های نافذ بر منابع آبی واحد بخار و تصفیه‌خانه شیمی نیروگاه است.



شکل ۲. ریسک های شناسایی شده مرتبط با پساب نیروگاهی در واحدهای مختلف



شکل ۳. استرتژی‌های برخورد با ریسک

همینطور که در شکل ۳ مشاهده میکنید از میان تمام استراتژی‌های برخورد با ریسک‌های شناسایی شده، استراتژی کنترل ریسک کاهش با ۷۳ درصد مؤثرترین استراتژی به‌کار رفته بود. ۱۴ درصد استراتژی‌ها مربوط به حذف، ۱۰ درصد مربوط به انتقال و ۳ درصد مربوط به پذیرش ریسک بود.

بحث

با افزایش رسوب‌گذاری در حوضچه تبخیر، غلظت فلزات سنگین نیز افزایش پیدا می‌کند، لذا نتایج مطالعه Hosseini و همکاران (۲۰۱۵) که استفاده از خاکچال‌های لاینری برای دفن لجن حوضچه است، توصیه می‌شود . شستشوی اسیدی واحدهای تولید برق که در بازه زمانی مشخص صورت می‌گیرد و موجب تولید پساب با غلظت اسیدی بالا می‌گردد، مانند نتایج Jozi و Saffarian (۲۰۱۱) جزء جنبه‌های بارز شناسایی گردید(۱۷). نتایج حاصل از بررسی کیفیت پساب صنعتی، حاکی از استاندارد بودن فلزات سنگین موجود در پساب است و نشان می‌دهد همچنان سیستم تصفیه پساب نیروگاه از کیفیت مناسب برخوردار است که با نتایج مطالعه Dastkhan (۲۰۱۱) همخوانی داشت (۶،۱۷). همچنین کاهش منابع آبی در طی فرآیند تولید برق همانند مطالعه Jozi و Pourieh (۲۰۱۰) که کاهش منابع آبی را مهم‌ترین ریسک نیروگاه شناسایی کردند، شناخته شد(۱۹). در مطالعه حاضر همانند پژوهش Shabani و همکاران (۲۰۱۶)، بیشترین موارد شناسایی شده از خطرات در دو بخش بخار و تصفیه که مربوط به بازیابی و خنک‌کاری بخار آب است، شناسایی گردید. به دلیل وابستگی نیروگاه حرارتی خورشیدی یزد به آب، کاهش ریسک، کارآمدترین استراتژی کنترل ریسک‌های مرتبط با پساب محسوب می‌شود، لذا حذف یا انتقال ریسک در اولویت بعدی قرار می‌گیرد. تلفیق روش‌های ارزیابی ریسک و اندازه‌گیری و مقایسه غلظت آلاینده‌های محیط‌زیستی با استانداردهای موجود، با هم‌افزایی موجب افزایش دقت و صحت در نتایج برآورد ریسک می‌گردد. همان‌طور که تلفیق دو روش PHA و ویلیام فاین به نظام‌مند شدن شناسایی جنبه‌ها منجر گردید. بررسی غلظت آلاینده‌های پساب نیز از ابهامات میزان تأثیر آلاینده‌ها بر محیط اطراف که معلول نقص در داده‌هاست، می‌کاهد. روش ویلیام فاین هزینه مالی را بر عهده شرکت قرار داده و قادر به پیش‌بینی مؤثر اقدامات کنترلی است. در موارد پیچیده که سازمان نیاز به تغییرات گسترده در روند جاری خود دارد و می‌بایست در سطح کلان تصمیم‌گیری شود، اقدامات مدیریتی هزینه‌بر، با استفاده از بررسی بهترین فنّاوری‌های موجود که کمترین هزینه مالی را بر عهده شرکت قرار می‌دهد، توسط خبرگان صنعت مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در این بین، مدیریت ریسک به تصمیم‌گیری‌هایی کمک می‌نماید که همراه با در نظر گرفتن عدم قطعیت با روش‌های سامان‌مند برای شناسایی، ارزیابی و مواجهه با ریسک مربوط به محیط‌زیست، مناسب است (۲۳). بدین منظور تمامی جوانب از جمله تغییر در نرم‌افزار و سخت‌افزارهای موجود، آموزش کارکنان، تهیه مواد اولیه و زمان برگشت سرمایه در نظر گرفته می‌شود. سپس با تجزیه و تحلیل هزینه، فایده بهترین گزینه‌ها انتخاب

می‌شود. با وجود محدودیت شدید منابع آبی در ایران، جای خالی استفاده از فنّاوری انرژی‌های پاک در فرآیند تولید برق ملموس است. همچنین پیشنهاد می‌شود روند ذکر شده برای صنایع بزرگ آب‌بر به صورت نظام‌مند صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

مقابله با محدودیت منابع آبی در استان یزد، به برنامه‌ریزی برای دستیابی به تعادل و حفاظت منابع آب با نگرش محیط زیستی نیاز دارد. روند رو به رشد آلودگی منابع آب ناشی از عملکرد بخش‌های مختلف صنعت، هدررفت آب و تأمین منابع آبی برای این بخش نیاز به شناسایی ریسک‌های محیط‌زیستی دارد. ارزیابی ریسک محیط‌زیستی به دلیل پیچیدگی‌های منحصر به فرد اکوسیستم‌های طبیعی و کمبود نیروهای متخصص علوم محیط‌زیست در واحدهای صنعتی به سختی می‌تواند به تصمیم‌گیری درخورِ ممیز بیانجامد. لذا نمونه‌برداری و بررسی‌های آزمایشگاهی آلاینده‌ها به همراه آزمون‌های آماری برای بهبود روند تصمیم‌گیری و مدیریت ریسک توصیه می‌شود؛ بدین‌ترتیب ابهاماتی که به دلیل نقص در داده‌ها وجود دارد و موجب دقت پایین برآورد خطرات محیط زیستی می‌گردد، تا حد زیادی برطرف می‌شود.

References:

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Zurbrügg C. Compendium of Sanitation Systems and Technologies-. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Duebendorf, Switzerland. ISBN 978-3-906484-57-0; 2008.
2. Arunraj NS, Maiti J. Development of environmental consequence index (ECI) using fuzzy composite programming. J Hazard Mater. 2009;162(1):29–43.
3. Nielsen L, Jeppesen T. Tradable Green Certificates in selected European countries—overview and assessment. Energy Policy. 2003;31(1):3–14.
4. khalesi doost A, Nooresmaeli B. Investigation on environmental impacts of wastewater from thermal power plants in Iran. Fourth Environmental Engineering Conference. Tehran: Tehran University; 2010. (persian)
5. Dehghan N, Nezakati R. Determination of Quantitative and Qualitative Parameters of Production Wastes in Yazd Combined Cycle Power Plant. Fourth Environmental Engineering Conference. tehtan: Tehran University; 2010. (persian)
6. Dastkhan R. Feasibility of recycling parts of industrial waste water from Yazd Combined Cycle Power Plant. 26 international electricity conference. tehran: tavanir firm; 2011. (persian)
7. Theodore L, Dupont RR. Environmental health and hazard risk assessment: principles and calculations. CRC Press; 2012.
8. Huisman IH, Aventín EE. Chapter 9 - Risk Assessment in Hygiene Management A2 - Lelieveld, Huub. In: Holah J, Gabrić DBT-H of HC in the FI (Second E, editors. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. San Diego: Woodhead Publishing; 2016. p. 125–33.
9. Bress B. Chapter 14 - Risk Assessment A2 - Hacker, Miles. In: Messer W, Bachmann KBT-P, editors. San Diego: Academic Press; 2009. p. 353–69.
10. Willett JB, Singer JD. It Deja Vu All Over Again : Using Multiple-Spell Discrete-Time Survival Analysis. J Educ Behav Stat. 2016;20(1):41–67.
11. Chandrasekaran S. Health, Safety and Environmental Management in petroleum and offshore engineering. 2014;
12. Jozi A, Haghighifar nemat allah, afzali behbahani N. Identification and Evaluation of Environmental Risks Caused by High Voltage Power Transmission Power Pipelines in Urban Areas by William Fine Case Study: Hesirabad Area of Ahwaz. J Ilam Univ Med Sci. 2014;22(2):82–92. (persian)
13. Fine WT. Mathematical evaluations for controlling hazards. DTIC Document; 1971.
14. Www.Hse.Gov.Uk.
15. Jozi A. Risk Assessment and Management. First Edit. tehran: Islamic Azad University Press; 2009. (persian)
16. Hosseini zeinab gol, jalili ghazizadeh M, Hashemi H. sludge management in combined cycle power plants (case study: Damavand combined cycle power plant). Environ Sci. 2016;14(1). (persian)
17. Jozi A, Saffarian A. Environmental risk analysis of Abadan gas power plant using TOPSIS method. Environ Sci. 2011;37(58):53–66. (persian)
18. asgaripour shirali, Taleb K, Azadeh zohoorian maezban. Risk assessment and ranking in a combined cycle power plant using a fuzzy-valued degree approach. Iran Occup Heal J. 2014;11(5):20–9. (persian)
19. Jozi A, Pourieh A. Environmental risk assessment of Yazd Combined Cycle Power Plant. earth. 2010;5:69–87. (persian)
20. Shabani Aghta R, Rajabizadeh A, Jafari Mansoorian H, Rajabizadeh B, Ahmadi A. The Wastewater Management of Zarand Thermal Power Plant: Assessment of the Wastewater Treatment Methods, Cost Analysis, and Suggesting the Best Method. kmu-jhad 2016 Dec 1;5(4):297–312. (persian)
21. Authority, Protection E. Environmental regulation using a risk-based approach—a guideline for EPA staff. 2007.
22. Darbra RM, Eljarrat E, Barceló D. How to measure uncertainties in environmental risk assessment - R.M. Darbra.pdf. TrAC Trends Anal Chem. 2008;27(4):377–85.
23. ISO I. 31000: 2009 Risk management–Principles and guidelines. Int Organ Stand Geneva, Switz. 2009;