مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره یک، فروردین ماه ۱۴۰۱(۲۷۶-۲۶۳)

ارزیابی ریسک بهداشتی و محیط زیستی تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز با استفاده از روش های AHP و TOPSIS

حمیدرضا پورخباز [1*]

Pourkhabbaz@bkatu.ac.ir

آذین عزیزی [2]

سعیده جوانمردی [3]

علیرضا پورخباز [4]

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۱۲ **تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۸**

چکیده

زمینه و هدف: کارکنان شاغل در تصفیه خانه های فاضلاب و محیط‌های انسانی اطراف همواره در معرض تهدید عوامل مخاطره آمیز از قبیل عوامل زیان آور فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می باشند. بنابراین، جهت بررسی این خطرات و ارائه راهکارهای لازم، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی ریسک های ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی درتصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز انجام گرفته است.

روش بررسی: پس از بازدیدهای میدانی، مصاحبه با کارشناسان و کارکنان تصفیه خانه (سال ۱۳۹۶) و جستجو در منابع اینترنتی، فهرستی از مهم ترین ریسک ها شناسایی و برای پاسخدهی در اختیار این کارشناسان و کارکنان قرارگرفت. به منظور تجزیه و تحلیل و اولویت بندی ریسک ها از دو روش AHP وTOPSIS که از جمله روش های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) می باشند و همچنین از تکنیک آنتروپی به منظور محاسبه وزن شاخص ها، استفاده شد. در ادامه راهبردهای اولویت بندی عوامل، به منظور رفع تعارض بین نتایج دو روش TOPSIS و AHP از روش میانگین رتبه ها استفاده شد.

یافته ها: طبق نتایج حاصل از دو روش AHP و TOPSIS عوامل ریسک برخورد با قطعات چرخنده دستگاه‌ها، ورود مواد سمی و فاضلاب‌های صنعتی غیر مجاز و انتشار بیوگاز از مخازن هضم لجن به عنوان مهم ترین ریسک های ایمنی و زیست محیطی شناسایی شدند. همچنین، بر اساس روش میانگین رتبه ها، در بین ریسک های ایمنی و بهداشتی برخورد با قطعات چرخنده دستگاه‌ها با امتیاز ۱/۵ اولویت اول، برق گرفتگی و انتشار گازهای بدبو از فاضلاب با امتیاز ۳ و۳/۵ اولویت دوم و سوم را کسب کردند. در بین ریسک های زیست

۱- استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

۳- مربی گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

۴- دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

محیطی، ورود مواد سمی و فاضلاب های صنعتی غیر مجاز، انتشار بیوگاز از مخازن هضم لجن با امتیاز۲ اولویت اول، آتش سوزی و انفجار با امتیاز۳ اولویت دوم و نوسانات دبی فاضلاب ورودی با امتیاز ۳/۵ اولویت سوم را به خود اختصاص دادند.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به این‌که عملکرد تصفیه خانه فاضلاب اهواز در مرحله بهره برداری تابعی از عوامل مختلف انسانی، طبیعی، تجهیزاتی و عملکردی می باشـــد، لذا مدیریت این عوامل کمک موثری در بهبود و ارتقای فرآیند بهره برداری خواهد داشـــت. در نهایت، مهمترین اقدامات مدیریتی به منظور کاهش سطح ریسک های شناسایی شده در این تصفیه‌خانه در پژوهش حاضر ارائه گردید که می‌توان با بکارگیری دســتورالعمل های ایمنی کار، ایجاد تاســیســات و تجهیزات لازم در خصــوص ســوزاندن گازهای اضــافی و جلوگیری از تجمع خطرناک آنها در محیط تصفیه خانه اهواز، انجام پیش تصفیه فاضلاب های صنعتی و پایش مستمر پساب های خروجی جهت تطابق با استانداردهای زیست محیطی اشاره نمود.

واژه های کلیدی: شاخص ریسک، پساب، TOPSIS، MCDM، تصفیه خانه فاضلاب.

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 1, April, 2022

Environmental and Sanitary Risk Assessment of the waste water treatment plant in west of Ahwaz Using AHP and TOPSIS methods

Hamid Reza Pourkhabbaz[1*]
Pourkhabbaz@bkatu.ac.ir
Azin Azizi [2]
Saeideh Javanmardi [3]
Ali Reza Pourkhabbaz [4]

Admission Date:October 10, 2018 Date Received: August 3, 2018

Abstract

Background and Objective: Employed workers in wastewater treatment plants are always exposed to threats of risk factors in the workplace such as harmful physical, chemical and biological factors. Therefore, the present study assesses the safety, health and environmental risks in the wastewater treatment plant in west of Ahwaz city to investigate these risks and provide the necessary solutions.

Material and Methodology: After the field visits, interviews to experts and staffs of treatment plant and internet researches (2018), a list of the most important risks was identified and given to the experts and staffs. In order to analyze and prioritize the risks, it was used from AHP and TOPSIS, which are multi-criteria decision-making methods (MCDM) and as well as the entropy technique to calculate the weight of the indicators. In Continuation to prioritizing strategies of factors, in order to removing the conflict between TOPSIS and AHP results, it was used the ranks mean.

Findings: According to the results of AHP and TOPSIS, the most important safety and environmental risks that were identified, are impact to rotating parts of systems, entry of toxic materials and impermissible industrial wastewater and the dispersion of biogas from sludge digestion reservoirs. Also, according to the results of the ranks mean method, among the safety and health risks, it was Assigned impact to rotating parts of systems to score 1/5 the first priority, the electric shock and the dispersion of bad gas from wastewater to score of 3 and 3/5 were the second and third priority respectively. Among the environmental risks, it was Assigned entry of toxic materials and impermissible industrial

1- Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran. **(Corresponding Authors)*
2- MSc. student of Evaluation and land use planning, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.
3- Instructor of Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.
4- Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran.

waste water, the dispersion of biogas from sludge digestion reservoirs to score of 2 first priority, fire and explosion score of 3 second priority and fluctuations of waste wate discharge score of 3/5 the third priority.

Disscotion & Conclusion: Given that the performance of wastewater treatment plants is a function of various human, natural, equipment and functional factors at the exploitation stage, therefore, management of these factors will help to improve the process of exploitation. In the present study, one of the most important management actions to reduce the level of risks identified, can pointed to apply of work safety guidelines, establishing of facilities and necessary equipment to burn additional gases and prevent their dangerous accumulation in the treatment plant environment, perform pre- treatment of industrial wastewater and continuous monitoring of effluent wastes to match with environmental standards.

Key words: Risk index, Waste water, TOPSIS, MCDM, Wastewater treatment plant.

مقدمه

توسعه صنایع و پیشرفت فناوری در کنار آثار مثبت و ارزشمند خود با آثار و عوارض ناگواری نیز همراه بوده است. عوارضی نظیر افزایش کمیت وکیفیت آلودگی های محیط کار و زندگی، حوادث ناشی از کار و بیماری های ناشی از شغل از جمله پیامدهایی هستند که با توسعه صنایع و فناوری، بیش از پیش زندگی انسان و بویژه کارکنان را مورد تهدید قرار داده است که شناسایی این خطرات می‌تواند نقش موثری در کاهش آن داشته باشد (۱). یکی از ابزارهای مفید جهت ارزیابی شرایط آسیب پذیری، مدیریت و تحلیل ریسک است. خطر، عنصر ذاتی تمامی پروژه‌هاست و حذف کامل آن امکان پذیر نمی باشد. اگرچه خطر می تواند به طور موثر به منظور کاهش اثرات در رسیدن به اهداف پروژه مدیریت شود، اما ممکن است در هر یک از ابعاد پروژه مانند زمان، هزینه وکیفیت اتفاق بیفتد (۲). ارزیابی ریسک یک فرآیند سیستماتیک برای تشریح و تعیین مقدار ریسک توأم با مواد، فعالیت یا رخدادی خطرناک است. از طرفی دیگر تحلیل ریسک به شدت به تصمیم‌گیری‌های متخذه توسط جامعه مربوط می باشد. بر همین اساس تحلیل ریسک، با روش های مختلف تحلیل فرآیند تصمیم گیری نظیر تحلیل عدم قطعیت و تحلیل حساسیت درهم تنیده شده است (۳).

در دهه‌های اخیر توجه محققان به استفاده از مدل‌های تصمیم گیری چندمعیاره برای تصمیم‌گیری های پیچیده معطوف گردیده است. در این تصمیم گیری ها به جای استفاده از معیار سنجش بهینگی از چندین معیار استفاده می شود. مدل های تصمیم گیری چندمعیاره به دوگروه مدل های تصمیم گیری چند شاخصه و مدل های تصمیم گیری چندهدفه تقسیم می شوند. در مدل های تصمیم گیری چندهدفه، چندین هدف به صورت همزمان برای بهینه سازی مورد توجه قرار می گیرد و مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. اما مدل های تصمیم گیری چند شاخصه با مسائلی سر و کار دارند که تصمیم گیرنده بخواهد از بین چند گزینه که با n شاخص ارزیابی می شود، یکی را انتخاب یا آنها را رتبه بندی نماید (۴). بررسی سابقه استفاده از مدل های ارزیابی چند معیاره نشان می دهد که روش تحلیل سلسله مراتبی و TOPSIS به تنهایی و یا همزمان با روش های دیگر دارای کاربرد فراوانی در مطالعات ارزیابی ریسک می باشند.

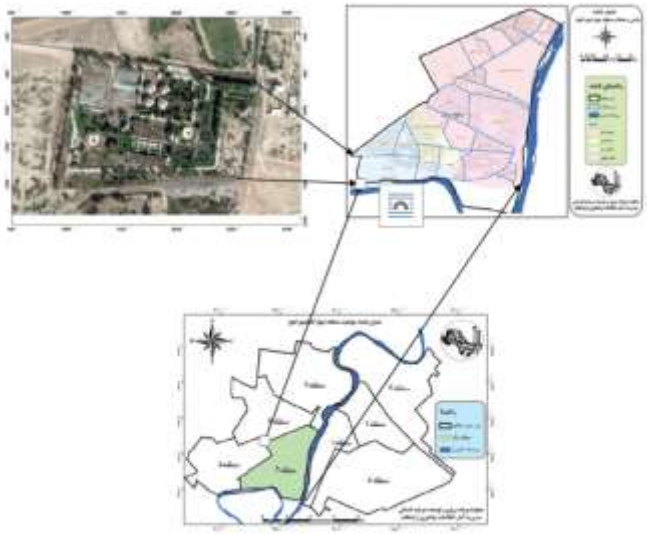
تاکنون مطالعات و پژوهش های بسیاری در زمینه ارزیابی ریسک با مدل‌های چندمعیاره صورت گرفته است: Jozi و همکاران (۲۰۱۲) مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی ریسک زیست محیطی نیروگاه گازی درجنوب ایران انجام دادند. در این پروژه از تکنیک TOP-EFMEA بهره گیری شد. این پژوهش بیان می‌دارد بهره گیری ازمدل های تصمیم گیری چند معیاره تاثیر بالقوه‌ای در سیاست های مدیریتی دارد (۵). حیدری و همکاران (۱۳۹۴)، به ارزیابی ریسک دریاچه منطقه ۲۲ شهرداری تهران

با اســتفاده ازتکنیک TOPSIS و AHP پرداختند. بر اســاس نتایج به دســت آمده مشــخص شــد که در محیط فیزیکی و شیمیایی تأثیر بر آب زیرزمینی و سپس رسوب‌گذاری به عنوان مهمترین ریســک و در بخش بیولوژیک، افزایش مواد غذایی و بعد از آن رشــد و تجمع حشــرات به عنوان مهمترین ریســک مطرح می باشند (۶). در تحقیقی که توسط رضائیان و همکاران (۱۳۹۵) به انجام رسید. به ارزیابی ریسک محیط زیستی سد پاوه رود زنجان با اســتفاده از تلفیق روش های TOPSISو RAM-D پرداختند. طبق نتایج حاصــل از تحقیق از بین ۳۶عامل ریسک شناسایی شده، فرسایش در اولویت اول قرار گرفت (۷). در پژوهشی که توسط Mirabi و همکاران (۲۰۱۴) انجام یافت به ارزیابی ریسک پروژه های تصفیه فاضلاب در شهر نیاسر پرداختند و عنوان کردند که استفاده از روش های تصمیم گیری چندشــاخصــه یک روش موثر برای رســیدن به مدیریت پایدار فاضــلاب اســت (۸). در تحقیقی که توســط Shin و همکاران (۲۰۱۶) انجام گرفت به مقایسه ارزیابی ریسک پروژه ســاخت نیروگاه هســته ای در کره جنوبی با کاربرد دو تکنیک AHP وFAHP پرداختند و در نهایت تکنیک FAHP به عنوان یک روش مناســب به منظور ارزیابی خطرات ســاخت نیروگاه هسته ای در مقایسه با تکنیک AHP شناخته شد (۹). اســتفاده بیشــتر از ماشــین‌آلات به‌جای نیروی انســانی و مواد شــیمیایی برای فرآیندهایی مانند گندزدایی در تصــفیه‌خانه فاضلاب اهواز موجب شده است علاوه بر مخاطرات بهداشتی و ریسک‌های بیولوژیک ناشی از کار در محیط آلوده، ریسک‌های ایمنی و شــیمیایی به دلیل کاربرد روزافزون ابزارهای صــنعتی و مواد شــیمیایی به نحو چشــم‌گیری افزایش یابد. از آنجا که دفع فاضــلاب در شــهر اهواز یکی از مشــکلات مهم اجتماعی و زیست‌محیطی منطقه می‌باشد، بنابراین پیامدهای منفی ناشی از ایجاد شــکســت در این تصــفیه‌خانه فاضــلاب ســطح وســیعی از ســاکنین شــهر اهواز را تحت تاثیر قرارداده و آثار نامطلوبی بر جنبه‌های زیست‌محیطی شهر وارد می آورد، لزوم برنامه‌ریزی و مدیریت بحران را برای مواجهه با چنین شــرایطی اجتناب ناپذیر می کند. لذا تدوین چنین برنامه‌هایی (ارزیابی ریســک) برای مراکز حساس از جمله تصفیه‌خانه فاضلاب اهواز بیش از پیش ضرورت پیدا می‌کند. از این‌رو هدف اصلی این تحقیق، شناسایی و ارزیابی ریســک‌های زیســت‌محیطی، ایمنی و بهداشــتی تصــفیه‌خانه فاضــلاب غرب اهواز و رتبه‌بندی آن‌ها می‌باشــد. از ویژگی های این پژوهش می توان بهره‌گیری از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره، کاربرد روش های پرسشنامه تخصصی (اخذ نظرات کارشناسی از خبرگان)، شناسایی خطرات و تهدیدات در هر قســمت از روند تصــفیه فاضــلاب، رتبه بندی و وزن‌دهی خطرات شــناســایی شــده و ارائه راهکارهایی به منظورکاهش ریسک ها اشاره کرد.

مواد و روش ها

مشخصات تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز (چنیبه)

تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز در ناحیه ۳ از منطقه۴ شهرداری اهواز در زمینی به مساحت ۱۰ هکتار با مختصات جغرافیایی "۳۰ '۱۶ °۳۱ تا "۵۴ '۱۵ °۳۱ عرض شمالی و "۱۸ '۳۶ °۴۸ تا "۵۴ '۳۶ °۴۸ طول شرقی در سال ۱۳۷۲به بهره‌برداری رسید (شکل۱). این تصفیه خانه در حال حاضر با ظرفیت ۱۴۴۰۰۰ نفر جمعیت (۴۲ هزار متر مکعب در روز فاضلاب خام) و با حجم فاضلاب تصفیه شده ۳۴۹ لیتر در ثانیه در حال کار می باشد (۱۰). فرآیندهای مورد استفاده در این تصفیه خانه که تصفیه فاضلاب را به صورت تصفیه لجن برگشتی از نوع متعارف انجام می دهد عبارتنداز: آشغال‌گیری، دانه‌گیری، ته نشینی اولیه، ته نشینی ثانویه، هوادهی، کلرزنی و فرآیندهای تصفیه لجن شامل تثبیت بی هوازی و بستر لجن خشک‌کن می‌باشد.



شکل۱- نقشه موقعیت تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز

Figure 1. Location map of West Ahwaz wastewater treatment plant

روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع کاربردی بوده و به صورت مقطعی انجام پذیرفته است. به طورکلی فرآیند ارزیابی ریسک در این پژوهش شامل۴ مرحله مختلف می باشد: مرحله اول شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی مرتبط با فرآیند تصفیه فاضلاب، مرحله دوم تجزیه و تحلیل و اولویت بندی ریسک های شناسایی شده از طریق روش های تصمیم گیری چندمعیاره (AHP و TOPSIS)، مرحله سوم به کارگیری تکنیک های راهبرد اولویت بندی از جمله روش میانگین رتبه‌ها، به منظور رتبه بندی نهایی ریسک ها و مرحله چهارم ارائه راهکار های مدیریتی جهت کنترل و کاهش ریسک های شناسایی شده. در ابتدا ضمن بازدیدهای مکرر و مصاحبه با کارشناسان و کارکنان تصفیه خانه (سال ۱۳۹۶)، جستجو در منابع اینترنتی و سابقه پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه، پس از شناسایی مهم‌ترین ریسک ها در دو گروه محیط زیستی و ایمنی – بهداشتی، جهت امتیازدهی به عوامل ریسک، پرسشنامه طیف لیکرت در اختیار۱۰ نفر از کارشناسان و متخصصان آشنا با فرآیند تصفیه فاضلاب، قرار گرفت و از آنها خواسته شد نظرات خود را در مورد عوامل ریسک بیان کنند. جهت تلفیق نظرات و انتخاب نهایی عوامل ریسک، میانگین حسابی امتیاز ریسک‌ها محاسبه و آن دسته از عوامل ریسک که امتیازی بالاتر از ۳ داشتند، حفظ شدند و تعدادی از عوامل ریسک که میانگین حسابی آنها کمتر از میانگین کل بود، حذف شدند (۱۱). در مجموع تعداد ۲۰ عامل ریسک انتخاب و از A1 تا A20 به اختصار نام‌گذاری شدند. با توجه به کاربردهای متنوع روش های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مطالعات ارزیابی ریسک و با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته دراین زمینه از دو روش TOPSIS و AHP به عنوان رویکرد کمی و به منظور اولویت‌بندی و تحلیل نهایی ریسک‌ها استفاده شد.

تجزیه و تحلیل و اولویت بندی ریسک ها با روش تلفیقی TOPSIS و آنتروپی

این مدل توسط هوانگ و یون درسال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد و یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است. اولین مرحله در روش TOPSIS تشکیل ماتریس تصمیم گیری می‌باشد. در ردیف‌های این ماتریس، گزینه‌ها (همان ریسک‌های A1 تا A2) و در ستون‌ها شاخص‌هایی است که گزینه‌ها بر اساس آنها رتبه‌بندی می شوند. این شاخص‌ها، پس از بررسی نوع و میزان تکرار و همچنین مطابقت با روش های ارزیابی در ایران شامل شدت اثر (C1)، احتمال وقوع (C2) و احتمال کشف (C3) به منظور رتبه بندی ریسک های ایمنی – بهداشتی و شاخص‌های شدت اثر (C1)، احتمال وقوع (C2) و گستره

آلودگی (C3) برای ریســـک های زیســـتمحیطی با مدل TOPSISانتخاب شدند، سپس این شاخص‌های کیفی، با توجه به میزان احتمال و شدت، بین امتیاز ۱ تا ۵ کمی شدند (۳)، و از نظرات کارشناسی و میانگین حسابی جهت امتیازدهی به آنها اســتفاده شــد، به عنوان مثال به شــدت اثر خطرناک ۵ و خیلی جزئی ۱، به احتمال وقوع غیر ممکن امتیاز ۱ و بسیار زیاد امتیاز ۵ داده شد. در این خصوص نیز با کمک ۱۵ کارشناس مربوطه، به ریسک‌ها (گزینه‌ها) و شاخص‌های مورد نظر امتیاز داده شد. مراحل حل مسئله با استفاده از این روش عبارت است از (۱۲):

گام ۱- تشکیل ماتریس تصمیم و بی مقیاس‌سازی آن با استفاده از نورم

$$rij=\frac{xij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x^2 ij}} \quad (۱)$$

گام ۲- تشـــکیل ماتریس بی مقیاس موزون: برای این کار لازم است که اوزان شاخص ها را داشته باشیم. در مدل TOPSIS برای تعیین اوزان شــاخص ها از روش آنتروپی شــانون اســتفاده کردیم، که در این مرحله نیز از نظرات کارشناسی استفاده شد:

$$p_{ij}=\frac{aij}{\sum_{i=1}^{n} aij} \quad (۲)$$

$$Ej=-\frac{1}{ln(m)}\sum_{i=}^{m} pij\ ln(pij) \quad (۳)$$

$$dj=1-Ej \quad (۴)$$

$$Wj=\frac{dj}{\sum_{j=1}^{n} dj} \quad (۵)$$

Ejمقدار آنتروپی d_j درجه انحراف و wj وزن شـــاخص j ام را نشـان می دهد. اکنون می توان ماتریس بی مقیاس موزون را به دست آورد که با V نمایش داده می شود.

$$V=N_D*Wn*n \quad (۶)$$

گام ۳- تعیین ایده آل های مثبت و منفی برای هر شاخص

$$A^{+}=\{V^{+}_1,V^{+}_2,\ldots.V^{+}_J,\ldots.V^{+}_n\} \quad (۷)$$

$$A^{-}=\{V^{-}_1,V^{-}_2,\ldots\ldots V^{-}_J,\ldots..V^{-}_n\} \quad (۸)$$

گام ۴- به دست آوردن فاصله هرگزینه از ایده آل مثبت و منفی

$$d^{-}i=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(vij-v^{-}j)}\ ,\ i=1,2,\ldots\ldots m \quad (۹)$$

$$d^{+}i=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(vij-v^{+}j)^2}\ ,\ i=1,2,\ldots.m \quad (۱۰)$$

گام ۵- محاســبه میزان نزدیکی نســبی هرگزینه با راه حل ایده آل هر چه مقدارCL به یک نزدیک ترباشـــد، رتبه بالاتری را به خود اختصاص می دهد.

$$CL=\frac{dj^{-}}{dj^{-}+dj^{+}} \quad (۱۱)$$

تجزیه و تحلیل و اولویت بندی ریســک ها با اســتفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف ترین فنون تصمیم گیری چندمعیاره اســت (۱۳) که اولین بار توســط توماس ال ســاعتی دردهه ۱۹۷۰ ابداع گردید (۱۴). اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد نمایش گرافیکی از مسئله است که در آن هدف و ریســک‌ها نشــان داده می شــوند. در این روش عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط خود در سطح بالاتر به صورت زوجی دو به دو مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می شود که به این وزن ها، وزن نسـبی گفته می شـود. سـپس با تلفیق وزن های نسـبی، وزن نهایی هر ریسـک مشـخص می شـود که وزن مطلق نامیده می شـــود (۱۵). دراین تحقیق به منظور مقایســـه ریســـک ها، از روش بردار ویژه و ســـپس از نرم افزار Expert Choice استفاده شده است. از آن‌جا که محاسبه نرخ ناســـازگاری اهمیت بالایی در روشAHP دارد، در حالت کلی چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد، بهتر است در قضاوت‌ها تجدید نظر شود.

نتایج حاصل از تکنیک TOPSIS

در جداول ۱و۲ اوزان محاسبه شده شاخص‌ها با کمک تکنیک آنتروپی نمایش داده شده است. بالاترین وزن شاخص ایمنی و بهداشتی مربوط به شاخص احتمال کشف است. بالاترین وزن شاخص زیست محیطی مربوط به شاخص گستره آلودگی می باشد. به این معنی که اکثر جنبه های زیست محیطی شناسایی شده در محدوده داخل پروژه (تصفیه خانه) و یا در محدوده فراتر از پروژه، منتشر می شوند. لذا به همان نسبت که محدوده انتشار جنبه زیست محیطی، بیشتر باشد به همان نسبت، رتبه شاخص گستره آلودگی بالاتر می رود. نتایج مدل TOPSIS (جداول ۳، ۴ و ۵) حاکی از آن است که در بین ریسک های ایمنی و بهداشتی رشد و تکثیر حشرات در فرآیند آشغال گیری و دانه گیری از

فاضلاب و خروج گازهای بدبو از فرآیند تصفیه فاضلاب با ضریب نزدیکی ۱ اولویت اول، برخورد با قطعات چرخنده در هنگام عملیات تعمیر و نگه‌داری تجهیزات برقی و مکانیکی و تماس با عوامل بیماری‌زای لجن فاضلاب با ضریب نزدیکی ۰/۷۰۲ و ۰/۵۹۲ به ترتیب اولویت دوم و سوم را به خود اختصاص دادند. در بین ریسک‌های زیست‌محیطی انتشار بیوگاز از مخازن هضم لجن با ضریب نزدیکی ۰/۸۵۹ اولویت اول، ورود مواد سمی و فاضلاب‌های صنعتی غیرمجاز با ضریب نزدیکی ۰/۸۵۸ اولویت دوم، نوسانات دبی فاضلاب ورودی و تولید لجن فاضلاب با ضریب نزدیکی ۰/۸۲۲ اولویت سوم را کسب کردند.

جدول۱- وزن شاخص های ایمنی و بهداشتی

Table 1. Weight of safety and health indicators

ایمنی و بهداشتی	C1	C2	C3
Ej	۰/۷۶۹۵۵۵۸۷۶	۰/۷۴۹۷۶۳۹۵۶	۰/۷۳۶۰۲۰۵۷۵
dj	۰/۲۳۰۴۴۴۱۲۴	۰/۲۵۰۲۳۶۰۴۴	۰/۲۶۳۹۷۹۴۲۵
wj	۰/۳۰۹۴۶۲۳۷۲	۰/۳۳۶۰۴۰۸۵۲	۰/۳۵۴۴۹۶۷۷۵

جدول۲- وزن شاخص های زیست محیطی

Table 2. Weight of environmental indicators

زیست محیطی	C1	C2	C3
Ej	۰/۹۸۵۶۹۳۱۹۶	۰/۹۸۶۳۵۸۱۵۶	۰/۹۸۳۸۳۸۱۰۹
dj	۰/۰۱۴۳۰۶۸۰۴	۰/۰۱۳۶۴۱۸۴۴	۰/۰۱۶۱۶۱۸۹۱
wj	۰/۳۲۴۳۳۹۸۲۴	۰/۳۰۹۲۶۴۹۴۸	۰/۳۶۶۳۹۵۲۲۸

جدول۳- ماتریس نرمال شده موزون

Table 3. Normalized Weight Matrix

وزن	۰/۳۲۴	۰/۳۰۹	۰/۳۶۶	وزن	۰/۳۰۹	۰/۳۳۶	۰/۳۵۴
زیست محیطی	C1	C2	C3	ایمنی و بهداشت	C1	C2	C3
A1	۰/۰۵۵۱۶۱۴۲۳	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۰۷۲۱۲۶۱۰۳	A11	۰/۱۰۹۶۷۷۲۶۵	۰/۰۶۶۸۶۶۴۹۹	۰/۰۹۱۴۰۲۴۰۷
A2	۰/۰۸۲۷۴۲۱۳۵	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۱۰۸۱۸۹۱۵۵	A12	۰/۱۰۹۶۷۷۲۶۵	۰/۰۶۶۸۶۶۴۹۹	۰/۰۹۱۴۰۲۴۰۷
A3	۰/۰۸۲۷۴۲۱۳۵	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۰۷۲۱۲۶۱۰۳	A13	۰/۱۰۹۶۷۷۲۶۵	۰/۱۰۰۲۹۹۷۴۹	۰/۰۹۱۴۰۲۴۰۷
A4	۰/۱۱۰۳۲۲۵۴۶	۰/۱۰۹۲۴۷۹۹۸	۰/۱۴۴۲۵۲۲۰۶	A14	۰/۱۰۹۶۷۷۲۶۵	۰/۱۳۳۷۳۲۹۹۸	۰/۱۳۷۱۰۳۶۱
A5	۰/۱۱۰۳۲۲۸۴۶	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۱۴۴۲۵۲۲۰۶	A15	۰/۰۵۴۸۳۸۶۳۲	۰/۱۰۰۲۹۹۷۴۹	۰/۰۹۱۴۰۲۴۰۷
A6	۰/۱۳۷۹۰۳۵۵۸	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۱۴۴۲۵۲۲۰۶	A16	۰/۰۸۲۲۵۷۹۴۸	۰/۱۳۳۷۳۲۹۹۸	۰/۰۹۱۴۰۲۴۰۷
A7	۰/۱۱۰۳۲۲۸۴۶	۰/۱۴۵۶۶۳۹۹۷	۰/۱۰۸۱۸۹۱۵۵	A17	۰/۱۰۹۶۷۷۲۶۵	۰/۱۰۰۲۹۹۷۴۹	۰/۱۳۷۱۰۳۶۱
A8	۱۳۷۹۰۳۵۵۸	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۱۴۴۲۵۲۲۰۶	A18	۰/۰۸۲۲۵۷۹۴۸	۰/۱۰۰۲۹۹۷۴۹	۰/۰۹۱۴۰۲۴۰۷
A9	۰/۰۸۲۷۴۲۱۳۵	۰/۱۰۹۲۴۷۹۹۸	۰/۰۷۲۱۲۶۱۰۳	A19	۰/۱۰۹۶۷۷۲۶۵	۰/۱۳۳۷۳۲۹۹۸	۰/۱۳۷۱۰۳۶۱
A10	۰/۰۸۲۷۴۲۱۳۵	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۱۰۸۱۸۹۱۵۵	A20	۰/۰۸۲۲۵۷۹۴۸	۰/۱۰۰۲۹۹۷۴۹	۰/۱۳۷۱۰۳۶۱

جدول۴- ایده آل های مثبت و منفی حاصل از ماتریس بی مقیاس موزون

Table 4. Positive and negative ideals derived from incommensurate matrix

ایمنی و بهداشتی	C1	C2	C3	زیست محیطی	C1	C2	C3
A+	۰/۱۰۹۶۷۷۲۶۵	۰/۱۳۳۷۳۲۹۹۸	۰/۱۳۷۱۰۳۶۱	A+	۰/۱۳۷۹۰۳۵۵۸	۰/۱۴۵۶۶۳۹۹۷	۰/۱۴۴۲۵۲۲۰۶
A-	۰/۰۵۴۸۳۸۶۳۲	۰/۰۶۶۸۶۶۴۹۹	۰/۰۹۱۴۰۲۴۰۷	A-	۰/۰۵۵۱۶۱۴۲۳	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۰۷۲۱۲۶۱۰۳

جدول۵- نتایج حاصل از رتبه بندی ریسک های ایمنی – بهداشتی و زیست محیطی با تکنیک TOPSIS

Table 5. Results from Environmental Health Risks Assessment by TOPSIS Technique

ریسک	dj^+	dj^-	CL	رتبه	ریسک	dj^+	dj^-	CL	رتبه
A1	۰/۱۳۱۷۳۰۵۴۲	۰	۰	۸	A11	۰/۰۸۰۹۹۲۱۵۲	۰/۰۵۴۸۳۸۶۳۲	۰/۴۰۳۷۲۷۵۶۸	۷
A2	۰/۰۹۸۲۲۳۳۴۹	۰/۰۴۵۴۰۰۸۷۴	۰/۳۱۶۱۰۸۷۵۲	۶	A12	۰/۰۸۰۹۹۲۱۵۲	۰/۰۵۴۸۳۸۶۳۲	۰/۴۰۳۷۲۷۵۶۸	۷
A3	۰/۱۱۶۴۰۲۱۳۶	۰/۰۲۷۵۸۰۷۱۲	۰/۱۹۱۵۵۵۵۳۶	۷	A13	۰/۰۵۶۶۲۴۹۲۵	۰/۰۶۴۲۲۶۶۱۳	۰/۵۳۱۴۵۰۵۱۹	۵
A4	۰/۰۴۵۶۸۱۷۳۲	۰/۲۱۱۳۳۱۳۹	۰/۸۲۲۲۵۹۱۴۵	۳	A14	۰	۰/۰۹۷۸۱۱۰۶۴	۱	۱
A5	۰/۰۴۵۶۸۱۷۳۲	۰/۲۱۱۳۳۱۳۹	۰/۸۲۲۲۵۹۱۴۵	۳	A15	۰/۰۷۸۸۲۶۷۵۸	۰/۰۳۳۴۳۳۲۵	۰/۲۹۷۸۱۹۷۷	۸
A6	۰/۰۳۶۴۱۵۹۹۹	۰/۲۲۰۱۴۶۳۹۴	۰/۸۵۸۰۶۱۸۲	۲	A16	۰/۰۵۳۲۹۵۵۸	۰/۰۷۲۲۶۹۹۶۳	۰/۵۷۵۵۵۵۶۹۱	۴
A7	۰/۰۴۵۴۰۰۸۷۴	۰/۲۷۷۸۰۴۴۷۲	۰/۸۵۹۵۲۹۳۲۳	۱	A17	۰/۰۳۳۴۳۳۲۵	۰/۰۷۸۸۲۶۷۵۸	۰/۷۰۲۱۸۰۲۳	۲
A8	۰/۰۷۲۸۳۱۹۹۸	۰/۱۰۹۷۶۵۳۶۶	۰/۶۰۱۱۳۳۳۵۴	۵	A18	۰/۰۶۲۹۱۴۲۳۶	۰/۰۴۳۲۳۸۸۸۴	۰/۴۰۷۳۲۵۶۰۶	۶
A9	۰/۰۹۷۸۳۱۹۰۹	۰/۱۹۲۸۱۲۵۹	۰/۶۶۳۳۹۶۶۶۱	۴	A19	۰	۰/۰۹۷۸۱۱۰۶۴	۱	۱
A10	۰/۰۹۸۲۲۳۳۴۹	۰/۰۴۵۴۰۰۸۷۴	۰/۳۱۶۱۰۸۷۵۲	۶	A20	۰/۰۴۳۲۳۸۸۸۴	۰/۰۶۲۹۱۴۲۳۶	۰/۵۹۲۶۷۴۳۹۴	۳

نتایج حاصل از مدل AHP

در این تحقیق بعد از تعیین ریسک‌ها، ابتدا سلسله مراتب آن‌ها بر اساس ارتباطات بین ریسک‌ها مشخص گردید (شکل ۲). بعد از انجام روش AHP، نتایج حاصل از اولویت بندی ریسک ها مطابق جدول ۶ به‌دست آمد. نتایج حاکی از آن است که برخورد با قطعات چرخنده، برق گرفتگی وسقوط به داخل حوضچه ها به ترتیب با امتیاز ۰/۱۵۰، ۰/۱۴۷ و ۰/۱۴۲ اولویت اول تا سوم ریسک های ایمنی و بهداشتی و آتش سوزی و انفجار، ورود مواد سمی و فاضلاب های صنعتی غیر مجاز، انتشار بیوگاز از مخازن هضم لجن با امتیاز ۰/۲۴۷، ۰/۱۶۱ و ۰/۱۱۹ اولویت اول تا سوم را در بین ریسک های زیست محیطی به خود اختصاص دادند (جدول ۶). با توجه به این‌که از تکنیک های مختلفی در این تحقیق به منظور اولویت بندی ریسک ها استفاده گردید و با توجه به رتبه بندی‌های متفاوت حاصل شده، برای رفع تعارض بین رتبه بندی‌های گوناگون، از روش میانگین رتبه ها جهت اولویت بندی نهایی عوامل ریسک استفاده شد.

شکل۲- ساختار سلسله مراتبی ریسک ها در پژوهش حاضر

Figure 2. Hierarchical structure of risks in the present research

جدول ۶- نتایج اولویت بندی ریسک ها با استفاده از روش AHP

Table 6. Prioritization of risks using AHP method

	ریسک	امتیاز	اولویت		ریسک	امتیاز	اولویت
ایمنی و بهداشتی	برخورد با قطعات چرخنده	۰/۱۵۰	۱	زیست محیطی	آتش سوزی و انفجار	۰/۲۴۷	۱
	برق گرفتگی	۰/۱۴۷	۲		ورود مواد سمی و فاضلاب های صنعتی غیرمجاز	۰/۱۶۱	۲
	سقوط به داخل حوضچه ها	۰/۱۴۲	۳		انتشار بیوگاز از مخازن هضم لجن	۰/۱۱۹	۳
	تماس با عوامل بیماری زای لجن	۰/۱۰۵	۴		نوسانات دبی فاضلاب ورودی	۰/۱۱۸	۴
	سقوط کارکنان از ارتفاع	۰/۱۰۴	۵		تولید پسماند لجن	۰/۱۰۸	۵
	انتشارگازهای بدبو از فاضلاب	۰/۰۹۹	۶		نشت گاز کلر	۰/۰۷۶	۶
	پخش ذرات ریز فاضلاب	۰/۰۸۹	۷		تولید مواد زائد جامد	۰/۰۵۰	۷
	رشد و تکثیرحشرات و تولید بو	۰/۰۷۹	۸		گرفتگی آشغالگیر	۰/۰۴۶	۸
	بالارفتن سطح سر و صدا	۰/۰۵۲	۹		نشتی از کانالها و لوله های انتقال لجن	۰/۰۴۱	۹
	کمبود روشنایی	۰/۰۳۳	۱۰		نقص فنی پمپ ها و سیستم های انتقال تصفیه خانه	۰/۰۳۲	۱۰

روش میانگین رتبه ها (Ranks Mean)

طبق نتایج نهایی حا صل از روش میانگین رتبه ها (جدول ۷)، در بین ریسک های ایمنی و بهداشتی برخورد با قطعات چرخنده، برق گرفتگی و خروج گازهای بدبو از فرآیند تصفیه فاضلاب به ترتیب با امتیاز۱/۵، ۳، ۳/۵، اولویت اول تا سوم، و در بین ریسک های زیست محیطی ورود مواد سمی و فاضلاب‌های صنعتی غیرمجاز، انتشار بیوگاز از مخازن هضم لجن با امتیاز۲ در اولویت اول، آتش سوزی و انفجار با امتیاز۳ در اولویت دوم و نوسانات دبی فاضلاب ورودی با امتیاز۵ /۳ در اولویت سوم جای گرفتند.

جدول ۷- نتایج نهایی اولویت بندی ریسک ها با استفاده از روش میانگین رتبه ها

Table 7. Final Risk priorifization Results using Ranks Mean

ایمنی و بهداشتی	رتبه نهایی	زیست محیطی	رتبه نهایی
برخورد با قطعات چرخنده	۱/۵	آتش سوزی و انفجار	۳
برق گرفتگی	۳	ورود مواد سمی و فاضلاب صنعتی	۲
سقوط به داخل حوضچه ها	۴/۵	انتشار بیوگاز از مخازن هضم لجن	۲
تماس با عوامل بیماری زای لجن	۴/۵	نوسانات دبی فاضلاب ورودی	۳/۵
سقوط کارکنان از ارتفاع	۵/۵	تولید پسماند لجن	۴
خروج گازهای بدبو از فاضلاب	۳/۵	نشت گاز کلر	۵
پخش ذرات ریز فاضلاب	۵	تولید مواد زائد جامد	۶/۵
رشد و تکثیر حشرات و تولید بو	۴/۵	گرفتگی آشغالگیر	۷/۵
بالارفتن سطح سروصدا	۸	نشتی از کانال ها و لوله های انتقال لجن	۷/۵
کمبود روشنایی	۹	نقص فنی پمپ ها و سیستم های انتقال تصفیه خانه	۹

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش کو شش شده ا ست ضمن شنا سایی خطرات ایمنی و بهداشت شغلی، درکنار تامین سلامت و ایمنی کارکنان تصفیه خانه از بروز حوادث منجر به خسارت های زیست‌محیطی جلوگیری شود. بعد از شناسایی، کمی‌سازی و اولویت‌بندی ری سک‌ها، برنامه پا سخ به ری سک بای ستی راهکارهای مقابله با ریسک ها، قبل از آن‌که به وقوع بپیوندد و فر صت های منا سب را بیان کند. نتایج نشان داد که بالاترین وزن شاخص ایمنی و بهداشتی مربوط به شاخص احتمال کشف می باشد. از آن‌جا که شاخص احتمال کشف به کنترل های جاری بستگی دارد، بنابراین به هر میزان که کنترل های جاری، بالا و کار ساز با شد و از خرابی‌های بعدی جلوگیری کند، رتبه احتمال کشف پایین می آید. بالاترین وزن شاخص زیست محیطی مربوط به شاخص گستره آلودگی است. مهم ترین ریسک های ایمنی و بهداشتی، برخورد با قطعات چرخنده دستگاه ها و برق گرفتگی بوده که علت اصلی آن ضعف نظام‌های آموزشی و عدم اجرای برنامه‌های هشدار و مراقبت به همراه مشکلات تجهیزات برقی و عدم کنترل‌های مستمر می‌تواند باشد. مهم ترین جنبه زیست محیطی شناسایی شده در این تحقیق، ورود مواد سمی و فاضلاب های صنعتی غیر مجاز است که جزء عوامل مرتبط با شبکه می باشد. علت بروز این مشکل تخلیه فاضلاب بیمارستان ها و مراکز بهداشتی- درمانی و در برخی موارد ادغام فاضلاب مراکز صنعتی با شبکه جمع‌آوری فاضلاب است. از آن‌جا که تصفیه‌خانه های شهری با ساختار بیولوژیک صرفاً امکان تصفیه فاضلاب های شهری را دارند، لذا ورود هر گونه فاضلاب صنعتی به این تصفیه‌خانه‌ها موجب تصفیه ناقص و غیراستاندارد و بعضاً خروج پساب از استانداردهای زیست محیطی و در نهایت آلودگی آب‌های پذیرنده می‌شود. در پژوهشی که توسط Laquaz و همکاران (۲۰۱۷) به انجام رسید، اثرات ناشی از حضور مواد خطرناک در مخلوط فاضلاب شهری و بیمارستانی از قبیل پتانسیل مقاومت آنتی بیوتیک ها و سموم زیستی در فا ضلاب بیمار ستان ها خیلی بالاتر از فا ضلاب شهری به د ست آمد که نشان از وجود ترکیبات خطرناک ومضر در فاضلاب بیمارستان‌ها دارد، لذا انجام پیش ت صفیه این قبیل فا ضلاب ها قبل از تخلیه به فاضلاب شهری به منظور جلوگیری از بحران های زیست محیطی لازم و ضروری می با شد (۱۶). نتایج تحقیق ن شان داد که مخازن هضم لجن بالاترین ریسک را نسبت به آتش سوزی و انفجار در تصفیه خانه فاضلاب دارا می با شند. با توجه به خروج گازهایی مثل، متان و هیدروژن سولفوره ناشی از هضم بی هوازی لجن، ممکن است که گازهای تولیدی به لوله های انتقال لجن راه یافته و بهره برداران را به علت محتوای هیدروژن

سولفوره در معرض خطر قرارداده و باعث انفجار شود. Huber و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی ارزیابی ریسک مواد خطرناک در فاضلاب، لجن و رسوب در ایسلند را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که یکی از ریسک‌های مهم موجود در فاضلاب مواد سمی خطرناک است که این امر مطابق نتایج تحقیق حاضر است (۱۷). تابش و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی که به تحلیل و مدیریت ریسک تصفیه‌خانه‌های فاضلاب پرداختند، عنوان کردند که قسمت مخازن بیوگاز به دلیل وجود مواد قابل انفجار ظرفیت بالقوه بالایی برای انفجار و بروز آتش سوزی‌های مهیب دارد که با نتایج این تحقیق همسو است (۱۸). شانکی باور ساد و همکاران (۱۳۹۳) مهمترین خطرات ایمنی و بهداشتی در تحقیق صورت گرفته برق گرفتگی، برخورد با قطعات چرخنده دستگاه‌ها و خروج گازهای بدبو از فاضلاب شناسایی گردید. در پژوهشی که توسط شانکی باور ساد و همکاران صورت گرفت بالاترین خطرات ایمنی و بهداشتی مربوط به کاهش کیفیت آب ورودی و برق گرفتگی در تصفیه خانه شماره ۱و۲ آب اهواز شناسایی گردید (۱۹). در این تحقیق یک ساختار سیستماتیک برای ارزیابی ریسک سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب ارائه گردید. به هر صورت تحقیق حاضر نشان می‌دهد که با توجه به عوامل تأثیر گذار در قبل، حین و بعد از تصفیه فاضلاب، یک رشته ریسک‌هایی متوجه کارکنان و محیط‌زیست خواهد شد. از طرفی، با توجه به این‌که عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب در مرحله بهره برداری تابعی از عوامل مختلف انسانی، طبیعی، تجهیزاتی و عملکردی می باشد، لذا مدیریت این عوامل کمک موثری در بهبود و ارتقای فرآیند بهره برداری خواهد داشت و ایجاد نظام مدیریت ایمنی جهت حذف یا کاهش ریسک‌های بهداشتی و زیست‌محیطی برای کارکنان و الزامات جدید فنی مهندسی ضروری به نظر می‌رسد. در انتها مهم ترین راهکارهای مدیریتی به منظور بهبود عملکرد واحد تحت بررسی و کاهش عوامل مسبب بروز ریسک های زیست محیطی وایمنی شغلی در واحد تصفیه خانه فاضلاب اهواز ارائه می گردد (جدول۸). لازم به ذکر است که انتخاب هریک از راهکارهای مطرح شده بستگی به شرایط محیط کار، ویژگی های کمی وکیفی فاضلاب، دسترسی به انرژی، منابع و دانش فنی موجود خواهد داشت. بنابراین با توجه به مزایا و محدودیت های هر یک ازروش ها باید بهترین فناوری در دسترس و بهترین تکنولوژی عملی را انتخاب کرد.

جدول۸- انواع ریسک، پیامدهای آنها و راهکارهای کنترلی پیشنهادی

Table 8. Types of risk, their consequences and proposed control strategies

ریسک	پیامد	راهکار کنترلی
برخورد با قطعات چرخنده	بروز حوادثی از قبیل نقض عضو	برقراری سیستم های توصیه وهشدارهای ایمنی در مورد فعالیت هایی غیر ایمنی که احتمال بروز خطر را به همراه دارند
برق گرفتگی	آسیب های عضلانی واسکلتی ودر موارد حادتر مرگ	آموزش استانداردها ونکات ایمنی کار با تجهیزات ونصب علائم هشداردهنده مورد نیاز، بازرسی وکنترل تجهیزات برقی
خروج گازهای بدبو ازفاضلاب	اختلال در سیستم تنفسی و فلج شدن حس بویایی (در غلظت های بالا)	کنترل تهویه هوای محوطه، قراردادن درپوش برای کلیه وسایل و مخازن جهت جلوگیری از تولید بو
آتش سوزی وانفجار	آلودگی هوا وبروز حوادث جانی ومالی	تهیه دستورالعمل لازم، آموزش کارکنان واجرای مانور در قالب نظام مدیریت زیست محیطی

ورود مواد سمی وفاضلاب های صنعتی غیر مجاز	خروج پساب از استاندارهای زیست محیطی، آلودگی آب های پذیرنده	انجام پیش تصفیه فاضلاب های صنعتی قبل از تخلیه به شبکه فاضلاب شهری، نظارت و پایش مستمر پساب های خروجی جهت تطابق آن با استانداردهای زیست محیطی
انتشار بیوگاز از مخازن هضم لجن	آلودگی اتمسفر وبروز حوادثی ازقبیل انفجار	ایجاد تاسیسات و تجهیزات لازم در خصوص سوزاندن گاز متان حاصل از عملیات هضم لجن و استفاده از انرژی حاصل جهت تولید
نوسانات دبی فاضلاب ورودی	بروز اختلال در فرآیند تصفیه فاضلاب، کاهش کیفیت پساب خروجی	تنظیم عملکرد پمپ ها، استفاده از سیستم های کنترلی جهت تنظیم کارکرد پمپ ها در مناسب ترین وضعیت کارکرد

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی‌ارشد گروه محیط زیست دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیای بهبهان می باشد. در پایان از کارکنان و کارشناسان تصفیه‌خانه فاضلاب غرب اهواز که اطلاعات ارزشمندی در راستای انجام این تحقیق در اختیار نهادند، تشکر و قدردانی می شود.

References

1. Azimi, S., Amir nejad, R., 2012. HSE education for all. 3rd Ed. Tehran: Fadak Istatis Pub. (In Persian)
2. Amelian, Sh., Ahmadi, A.M., Koofigar. H.R., 2016. Assessment and Prioritization of Project Risk in the oil and gas Industry Using Fuzzy Topsis Method. Internation Journal of Decision Sciences, Risk and Management, 6(4): 363-372.
3. Halvani, Gh., Zare, M., 2013. Engineering of Systems Safety and Risk Management. Tehran: Sobhan Pub. (In Persian)
4. Asgharpour, M.J., 2015. Multicriteria Decisin Making. Tehran University Pub. (In Persian)
5. Jozi, S.A., Saffarian Sh., Shafiee, M., 2012. Environmental Risk Assessment of Gas Power Plant Exploitation Unit Using Integrated TOP-EFMEA Method. Polish Journal of Environmental Studies, 21(1): 95-105.
6. Heidari, M., Rezayan, S., Nezakati, R., 2015. Environmental risk evaluation of the exploitation of the lake in twenty second region of Tehran by using MADM multi criteria decision. Journal of Marine Science and Technology Research, 10 (1): 97-117. (In Persian)
7. Rezayan, S., Jozi, S.A., Ataei, S., 2016. Assessing Environmental Risk Caused by Zanjan's Paverood Dam in its Construction Stage Using a combination of TOPSIS and RAM-D Methods. Journal of Engineering Geology, 10 (2): 3445-3465. (In Persian)
8. Mirabi, M., H. Mianabadi, M. Zarghami, M.B. Sharifi and Mostert. E. 2014. Risk-based Evaluation of Wastewater Treatment Projects: A Case Study in Niasar City, IranResources, Conservation and Recycling, 93: 168-177.
9. Shin, D.W., Y. Shin and Kim. G.H. 2016. Comparison of Risk Assessment for a Nuclear Power Plant Construction Project Based on Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Journal of Building building

construction and planning research, 4: 157-171.

10. Najafpour, F., Soleimani Babersad, M., Denak, H.R., 2014. Study for Reusing Wastewater and Wastewater Treatment Plants Sludge in the City's Green Space (the Wastewater Treatment Plant in Ahvaz). Quaterly Journal on Water Engineering, 2 (2): 135-142. (In Persian)
11. Jozi, S.A., Shafiei, M., Saffarian, Sh., 2016. Application of Multiple Attribute Decision Making Methods in Environmental Hazards Analysis of Protected Areas (Case study: Helleh Area of Boushehr). Environmental Researches, 6 (11): 14-97. (In Persian)
12. Ataei, M., 2005. Using TOPSIS to determine the appropriate extraction method. 24th Conference of The earth Sceinces, Geology Department. (In Persian)
13. Saaty, T.L. 2000. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, 2nd Ed., PA: RWS Pub., Pittsburgh.
14. Ghodsipour, S.H., 2009. Hierarchical Analysis Process. Amirkabir University of Technology Pub. (In Persian)
15. Ataei, M., 2015. Multicriteria Decisin Making. 3rd Ed. Shahroud University Pub. (In Persian)
16. Laquaz, M., Dagot, C., Bazin, C., Bastide, T., Gaschet, M., ploy, M.C., and Perrodin, Y. 2017. Ecotoxicity and antibiotic resistance of a mixture of hospital and urban sewage in a wastewater treatment plant, Journal of Environmental Science and Pollution Research: 1-11.
17. Huber, S., M. Remberger, L. Kaj, M. Schlabach, H. Jorundsdottir, J. Vester, M. Arnorsson, I. Mortensen, R. Schwartson and Dam M. 2016. A first screening and risk assessment of pharmaceuticals and additives in personal care products in waste water, sludge, recipient water and sediment from Faroe Islands, Iceland and Greenland, Science of the Total Environment, 562: 13-25.
18. Tabesh, M., Badali Bavani, A., Asgarian, M., Roozbahani, A., 2015. An Algorithm for Risk Analysis and Management of Wastewater Treatment Plants. Iran- Water Resources Research, 10 (3): 53-65.
19. Shanaki Bavar Sad, M., Ahmadi Moghaddam, M., Ryahi Khorram, M., 2014. Assessment and management of environmental, Safety and health risks of water treatment plants in Ahvaz (Case study: water treatment plants No. 1 and 2). National Conference of Environment, Dahaghan: Payame Noor University.