علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره هفدهم، شماره دو، تابستان۹۴

ارزیابی و مدیریت ریسک محیط زیستی مترو تهران و حومه با استفاده از روش EFMEA (مطالعه موردی: پایانه صادقیه)

سپیده قادری[1*]

S_ghaderi۶۳۷۹@yahoo.com

آذرنوش رحیمی[2]

محسن هدایتی فر[3]

سید محمد عرب نجفی[4]

تاریخ دریافت:۹۳/۸/۴ **تاریخ پذیرش:۹۳/۹/۱۴**

چکیده

زمینه و هدف: متروی تهران به عنوان یکی از پرترددترین وسایل حمل و نقل عمومی در ۵ خط اصلی مشغول فعالیت می باشد و در راستای فعالیت های تعمیرات دوره ای اساسی و نیمه اساسی آن، نگهداری قطارها و ... چهار پایانه (صادقیه، مهرشهر، فتح اباد و دردشت) درنظر گرفته شده است. پایانه صادقیه به عنوان یکی از بزرگترین و استراتژیک ترین پایانه های مترو در انتهای غربی خط دو مترو تهران مشغول فعالیت می باشد. این مقاله با هدف ارزیابی و مدیریت ریسک های محیط زیستی فعالیت های پایانه صادقیه با استفاده از روش EFMEA به انجام رسیده است.

روش بررسی: این روش، روشی کیفی است که هدف آن شناسایی و اولویت بندی جنبه های زیست محیطی است.

یافته ها: نتیجه این ارزیابی بیانگر این مطلب بود که ۴۶ ریسک محیط زیستی در پایانه صادقیه مورد شناسایی قرار گرفته است و از این تعداد۸/۷ درصد جنبه های زیست محیطی در سطح ریسک پایین، ۷۸/۳ درصد در سطح ریسک متوسط و ۱۳ درصد در سطح ریسک بالا قرار گرفته اند.

بحث و نتیجه گیری: بالاترین عدد اولویت ریسک، ۱۵۰ است که مربوط به فرآیند شستشوی قطار در متروواش و مصارف بهداشتی آب در سطح پایانه است. اقدام اصلاحی پیشنهادی جهت جلوگیری از اتلاف منابع، جمع آوری و انتقال پساب حاصل از شستشو به تصفیه خانه

۱- دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران *(مسئول مکاتبات).

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگیهای محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- رئیس واحد محیط زیست، مدیریت سلامت، ایمنی و طب کار، شرکت بهره برداری راه آهن شهری تهران و حومه

۴- مدیر سلامت، ایمنی و طب کار، شرکت بهره برداری راه آهن شهری تهران و حومه

و استفاده مجدد از آب استحصالی است. از دیگر اقدام اصلاحی پیشنهادی جهت جلوگیری از آلـودگی آب هـای زیرزمینـی، جمـع اوری و انتقال فاضلاب به سیستم جمع آوری فاضلاب شهری است.

کلمات کلیدی: ارزیابی، مدیریت ریسک، مترو، پایانه صادقیه، EFMEA

مقدمه

ارزیابی ریسک یک روش سازمان یافته و سیستماتیک برای شناسایی خطرات و برآورد ریسک برای رتبه بندی تصمیمات، جهت کاهش ریسک به یک سطح قابل قبول است (۱). بررسی عوامل و تشخیص نقاط حادثه خیز و خطرآفرین در سازمان به منظور پیشگیری از بروز حوادث از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۲). ارزیابی ریسک دارای متدهای مختلف با طیفی از روش های کیفی تا کمی قابل انجام است (۳). ارزیابی ریسک محیط زیستی گامی فراتر از ارزیابی ریسک است و در آن علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل محیط زیست منطقه تحت اثر، میزان حساسیت محیط زیست، همچنین ارزش های خاص محیط زیستی منطقه در نظر می شود.(۴)EFMEA روشی است که به یکپارچه کردن اقدامات محیط زیستی در پیشرفت یا بهبود تولید و مدیریت سامانه ها می پردازد. هدف EFMEA شناسایی به موقع مهم ترین جنبه های محیط زیستی موثر روی وضعیت توسعه فرآورده ها براساس توان شناسایی و ارزیابی عناصر و فرآیند آن محصول یا خدمات است (۵). پایانه صادقیه یکی از پایانه های بزرگ شرکت مترو تهران است که به منظور تعمیرات دوره ای اساسی و نیمه اساسی قطارهای خطوط مترو با ریسک های زیادی مواجه است که به دلیل اهمیت بالای محیط زیست نیاز است با روشهای جدید اقدام به شناسایی ریسک های زیست محیطی و تعیین اقدامات اصلاحی جهت پیشگیری از آلودگی و تخریب محیط زیست نماید.

در سال ۲۰۱۰ در مقاله ای که نوری و امیدواری ارایه داده اند از روش FMEA و تلفیق آن با AHP جهت ارزیابی ریسک پمپ بنزین ها استفاده نمودند (۶). گنجینه و همکاران پژوهشی تحت عنوان ارزیابی ریسک زیست محیطی در کارخانه قیرسازی اراک شرکت نفت پاسارگاد به روش EFMEA در سال ۱۳۸۸ انجام دادند و در نتیجه برای جنبه هایی که عدد اولویت ریسک بالاتر از ۲۲ داشتند، اقدامات اصلاحی تعریف نمودند.(۷) جوزی و شکوری در سال ۱۳۸۸، ریسک های بهداشتی فلز سنگین کروم در فاضلاب نهر فیروز آباد تهران را با روش EFMEA تعیین و بررسی نموده اند. (۸) جوزی و سیف السادات سال ۱۳۹۱ در مقاله ای به ارزیابی ریسک محیط زیستی سد گتوند علیا در مرحله ی بهره برداری با استفاده از روش تلفیقی آنالیز مقدماتی خطر و تکنیک EFMEA پرداختند.(۹) Jenings در سال ۲۰۰۹ پژوهشی تحت عنوان ارزیابی ریسک به روش EFMEA در کارخانه مهمات سازی رادفورد انجام داده است. این پژوهش در راستای ممیزی ISO ۱٤۰۰۱ جهت شناسایی ریسک های زیست محیطی در سطح کارخانه و ردیابی پرسنلی که در معرض این ریسک ها قرار دارند و ارتباط این ریسک ها با آنها صورت گرفته است. (۱۰) در مقاله ای دیگر جوزی و همکاران به ارزیابی ریسک های محیط زیستی واحد یوتیلیتی فازهای ۱۵ و ۱۶ منطقه پارس جنوبی پرداخته است که با استفاده از روش EFMEA ، ۱۴۷ ریسک محیط زیستی را شناسایی نمودند که ۱۸ درصد از جنبه ها در سطح ریسک بالا قرار داشتند(۱۱).

هدف از انجام مقاله حاضر، شناسایی ریسک های زیست محیطی ناشی از فعالیت ها و فرآیندهای پایانه صادقیه و رتبه بندی و اولویت بندی ریسک ها براساس روش EFMEA و ارایه راهکار جهت کاهش اثرات آنها و بررسی کارایی این روش در صنعت حمل و نقل عمومی (مترو) بـرای شنـاسـایی ریسک های زیست محیطی است.

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه

پایانه صادقیه به عنوان یکی از بزرگترین پایانه های مترو، در سال ۱۳۸۱ در مساحتی به وسعت قریب به ۲۴ هکتار در انتهای غربی خط دو مترو تهران جنب ایستگاه صادقیه واقع در منطقه ۵ شهرداری تهران بین فلکه دوم صادقیه و اتوبان تهران- کرج، به منظور تعمیرات دوره ای اساسی و نیمه اساسی قطارهای خطوط متروی تهران افتتاح شده است. مستحدثات پایانه شامل دو بخش ساختمانی و سوله ای می باشد که از جمله ساختمان های آن می توان به پست برق، ساختمان ادرای، ساختمان انتظامات، انبارهای نقلیه ریلی خطوط ۲ و ۵، موتورخانه، پمپ خانه، مخازن آب زیرزمینی، انبار خط،آهنگری و ... اشاره نمود. همچنین در بخش سوله ای آن نیز می توان از سوله های پارکینگ قطارها، تعمیرگاه قطارها و مترو واش، پیت لاین، دیزل شاپ، بادگیری قطارها و ... نام برد. مقدار فضای سبز ایجاد شده ۱۰۰۰۰ متر مربع می باشد.

برای اندازه گیری پارامترهای زیست محیطی ۶ نقطه با توجه به وسعت پایانه و جهت باد منطقه تعیین گردید. این نقاط عبارتند از:

نقطه ۱. محوطه شرقی پایانه صادقیه جنب ساختمان ستادی

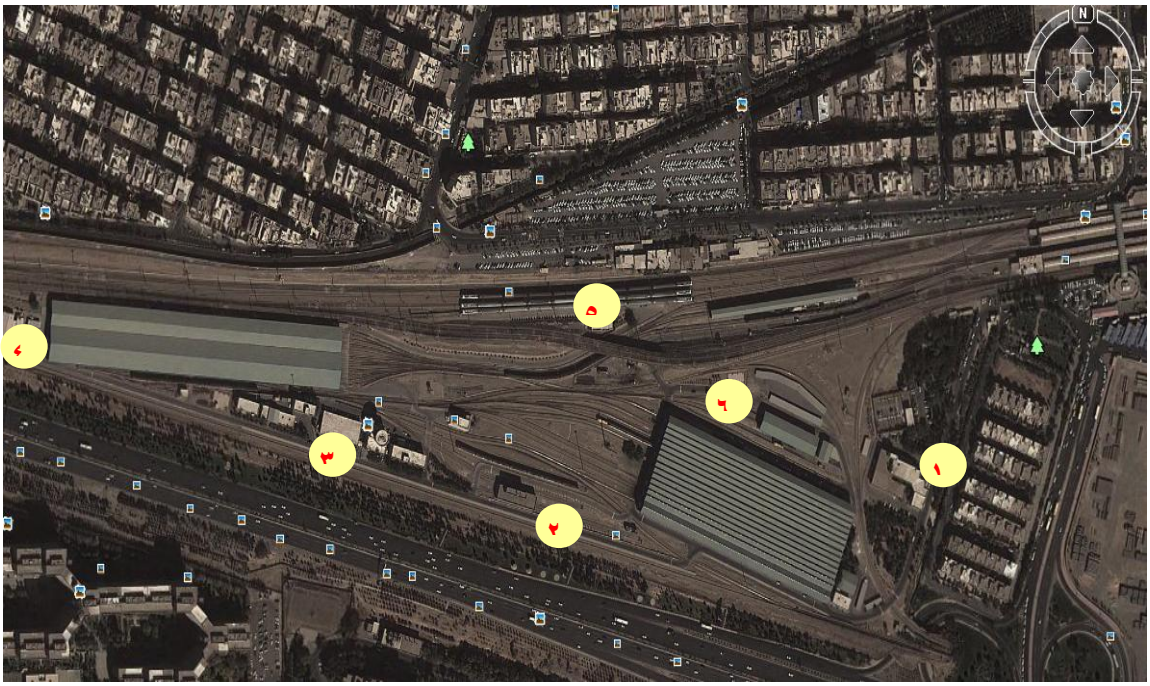
نقطه ۲. محوطه نوب شرقی پایانه

نقطه ۳. محوطه جنوبی پایانه جنب برج شیشه ای

نقطه ۴. محوطه غربی پایانه

نقطه ۵. محوطه شمالی پایانه(محل تردد قطارها)

نقطه ۶. محوطه مرکزی پایانه



شکل ۱- موقعیت نقاط اندازه گیری شده در پایانه صادقیه

روش تحقیق

در این مطالعه از روش EFMEA برای ارزیابی ریسک زیست محیطی استفاده شده است. روش حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات زیست محیطی، یک ابزار نظام یافته بر پایه کار تیمی است که در تعریف، شناسایی، ارزیابی، پیشگیری، حذف یا کنترل حالات، علل و اثرات خطاهای بالقوه در یک سیستم، فرآیند، طرح یا خدمت به کار گرفته می شود. به بیان دیگر EFMEA یک روش تحلیل در ارزیابی ریسک زیست محیطی است و از زیرشاخه های FMEA می باشد. این روش تا حد

ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و هم چنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و امتیازدهی می کند. این ابزار یکی از مدل های موثر برای پیش بینی خطا است.

هدف از EFMEA شناسایی به موقع مهم ترین جنبه های زیست محیطی موثر بر وضعیت زیست محیطی در محدوده تحت تاثیر از فعالیت ها و فرآیندهای در حال انجام است. به منظور کاربرد روش EFMEA، هر یک از جنبه های شناسایی شده به دو گروه تقسیم می شود: ۱) جنبه های زیست محیطی که باعث انتشار یا تولید انواع آلودگی ها، ضایعات، پسماندها و فاضلاب ها در محیط زیست می شوند. ۲) جنبه های زیست محیطی که باعث کاهش یا اتلاف منابع طبیعی یا انرژی در اثر استفاده از آن ها می شوند. (۱۲) بر این اساس برای محاسبه ضریب تخریب زیست محیطی گروه اول از جنبه ها از حاصلضرب شدت در احتمال در گستره آلودگی و برای گروه دوم از فرمول شدت در احتمال در امکان بازیافت استفاده شد.

(امکان بازیافت)گستره آلودگی× احتمال وقوع × شدت = ضریب تخریب زیست محیطی

جدول ۱- امتیازدهی شدت

شدت	تعریف شدت	امتیاز
شدید/ فاجعه آفرین	تولید شدید آلاینده/ اثر غیرقابل جبران بر محیط زیست/تخریب غیرقابل جبران منابع و انرژی	۱۰
جدی	تولید جدی آلاینده/ اثر جدی و خطرناک/ تخریب تاسف بار منابع و انرژی	۹
خیلی زیاد	تولید خیلی زیاد آلاینده/ اثر خیلی زیاد بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف بسیار زیاد منابع و انرژی	۸
زیاد	تولید زیاد آلاینده/ اثر زیاد بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف زیاد منابع و انرژی	۷
متوسط	تولید متوسط آلاینده/ اثر متوسط بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف متوسط منابع و انرژی	۶
کم	تولید کم آلاینده/ اثر کم بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف کم منابع و انرژی	۵
خیلی کم	تولید خیلی کم آلاینده/ اثر خیلی کم بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف خیلی کم منابع و انرژی	۴
جزیی	تولید جزیی آلاینده/ اثر جزیی بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف جزیی منابع و انرژی	۳
خیلی جزیی	تولید خیلی جزیی آلاینده/ اثر خیلی جزیی بر محیط زیست/ اتلاف یا مصرف خیلی جزیی منابع و انرژی	۲
هیچ	تولید آلاینده ندارد/ بدون اثر/ اتلاف منابع و انرژی وجود ندارد	۱

جدول ۲- رتبه بندی احتمال وقوع

احتمال وقوع	امتیاز
رخداد بسیار زیاد و حتمی (امکان دارد هر روز اتفاق بیافتد)	۵
رخداد معمول (امکان دارد در طول هفته یکبار اتفاق بیافتد)	۴
رخداد متحمل و متوسط (امکان دارد در طول ماه یکبار اتفاق بیافتد)	۳
رخداد کم مقدار (امکان دارد در طول سال یکبار اتفاق بیافتد)	۲
رخداد غیرممکن و بعید (امکان دارد در هر ۱۰ سال یکبار اتفاق بیافتد)	۱

جدول ۳- امتیازدهی امکان بازیافت

امکان بازیافت	امتیاز
اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح آسان	۵
اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح سخت	۴
اتلاف منابع غیر قابل بازیافت	۳
مصرف منابع قابل بازیافت	۲
مصرف منابع غیر قابل بازیافت	۱

جدول ۴- رتبه بندی گستره آلودگی

گستردگی آلودگی	امتیاز
منطقه ای	۵
محدوده مستقیم طرح (پایانه صادقیه)	۴
در سطح پایانه صادقیه	۳
در سطح واحد	۲
در سطح ایستگاه کاری (همان نقطه)	۱

مقدار RPN از حاصلضرب سه عامل شدت در احتمال وقوع در گستره آلودگی یا امکان بازیافت محاسبه گردیده است. پس از آن شاخص ریسک و حد پایین و بالای ریسک، از طریق محاسبات آماری تعیین گردید. برای تعیین شاخص ریسک از میانگین RPNها استفاده شد و سپس با استفاده از انحراف معیار RPN ها، حد بالا و پایین ریسک تعیین گردید (جدول ۵).

جدول ۵- حدود RPN

نوع ریسک	حدود RPN
ریسک پایین (L)	۹/۱۷ ≥RPN
ریسک متوسط (M)	۷۶/۸۲ ≥RPN>۹/۱۷
ریسک بالا (H)	RPN>۷۶/۸۲

یافته ها:

در این مقاله جهت ارزیابی جنبه های زیست محیطی، آلاینده های هوا، میزان صوت، پساب صنعتی و ... پایش و اندازه گیری شد. پارامترهای مربوط به آلودگی هوا نظیر: CO, SO_2, NO_2, $PM_{2.5}$, PM_{10} در سطح پایانه تعیین و اندازه گیری گردید. جدول ۶ نتایج میزان گازهای خروجی از دودکش بویلرها را نشان می دهد. جهت آنالیز گازهای حاصل از احتراق دودکش بویلرها از دستگاه Testo ۳۵۰-M/XL ساخت کشور آلمان استفاده شد. نتایج بیانگر اینست که میزان غلظت گازهای آلاینده اندازه گیری شده از بویلرها در حد مجاز و قابل قبول می باشد.

جدول ۷ نتایج اندازه گیری ذرات معلق را نشان می دهد. جهت انجام آزمایش ذرات معلق از دستگاه DustTrak مدل TSI ۸۵۲۰ Aerosol monitor model که دارای سه نوع نازل به اندازه های ۱ و ۲/۵ و ۱۰ میکرون و ساخت کشور آمریکا می‌باشد، استفاده شد که این دستگاه به روش Laser Scattering جهت شمارش مستقیم ذرات عمل کرده و ذرات محیطی$PM_{2.5}$ ،PM_{10} را اندازه گیری می کند. دستگاه دارای کالیبراتور می باشد که در مدت زمان کمتر از ۲ دقیقه کالیبره می شود. فلومتر جهت تنظیم فلوی ورودی به دستگاه و حافظه جهت ثبت ۳۱,۰۰۰ دیتا می باشد. اندازه‌گیری درارتفاع حدود ۱/۵ تا ۲ متری از سطح زمین در ناحیه تنفسی افراد انجام شد. در این اندازه گیری ها از زمان یکساعته جهت اندازه گیری ها استفاده شد. نتایج اندازه گیری ها حاکی این مطلب بود که میزان تراکم ذرات معلق بیش از حد مجاز است.

جهت اندازه گیری صدا از دستگاه صداسنج مدل Casella Cel-۴۵۰. B ساخت کمپانی Casella Cel انگلستان که با استفاده از کالیبراتور مدل Cel-۱۱۰/۲ کالیبره گردید ، استفاده شد. در اینجا با توجه به هدف اندازه‌گیری، دستگاه در شبکه A و در حالت Fast تنظیم شد و پارامترهای صدا شامل Leq ، Lmax و Lmin در هر ایستگاه بمدت ۳۰ دقیقه اندازه گیری و پایش گردید. با توجه به فعالیت پایانه صادقیه منطقه را تجاری-مسکونی درنظر گرفته و نتایج اندازه گیری صوت در ۸ ایستگاه در جدول ۸ نشان داده شده است.

سپس، نتایج حاصل از پایش های زیست محیطی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست مقایسه گردید و

برای انجام عملیات ارزیابی ریسک های زیست محیطی به روش EFMEA در اختیار ارزیابان قرار داده شد.

جدول ۶- نتایج آنالیز گازهای خروجی از دودکش ها

پارامترها		CO (ppm)	NOX (ppm)	SO_2 (ppm)	H_2S (ppm)
محل نمونه برداری	استانداردهای خروجی از کارخانجات و کارگاههای صنعتی (موضوع ماده ۱۵ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا مصوب ۷۴/۲/۳ مجلس شورای اسلامی)	(ppm) ۱۵۰	(ppm) ۳۵۰	(ppm) ۸۰۰	۷/۲(ppm)
بویلر واحد موتور خانه ستاد (نوع سوخت گازوئیل)		۲۴	۵۱	۱۰۲	۰/۰
بویلر واحد موتورخانه ۵ واگن سازی (نوع سوخت گازوئیل)		۱۰۷	۳۶	۶۷	۰/۰
دیگ آب گرم واحد موتورخانه ۵ واگن سازی		۱۷۵	۴۳	۱۲۸	۰/۰
بویلر شماره ۱ واحد بویلر برج شیشه ای		۱۰	۲۲	۷۶	۰/۰
بویلر شماره ۲ واحد بویلر برج شیشه ای		۱۹	۱۸	۷۰	۰/۰
بویلر واحد موتورخانه ۱۰		۵۱	۴۴	۱۷۳	۰/۰

جدول ۷- نتایج سنجش ذرات معلق (PM ۱۰, PM ۲,۵)

مکان	PM۱۰ (µgr/m³)			حداکثر غلظت ۲۴ ساعته (استاندارد هوای پاک)	PM ۲,۵ (µgr/m³)			حداکثر غلظت ۲۴ ساعته (استاندارد هوای پاک)
	Max	Min	Ave		Max	Min	Ave	
۱	۱۱۹	۶۰	۷۷	۵۰	۵۱	۴۵	۴۹	۲۵
۲	۱۰۸	۷۱	۸۴	۵۰	۹۳	۳۲	۶۷	۲۵
۳	۱۱۳	۶۴	۷۹	۵۰	۸۲	۵۳	۶۵	۲۵
۴	۱۶۵	۷۰	۸۳	۵۰	۶۲	۴۴	۵۴	۲۵
۵	۹۴	۴۶	۶۸	۵۰	۴۰	۱۷	۳۰	۲۵
۶	۱۱۲	۶۷	۷۵	۵۰	۶۹	۳۵	۴۱	۲۵
پایانه صادقیه- سوله بادگیری داخل سوله	۱۱۰	۷۸	۹۷	۵۰	۶۸	۳۱	۵۲	۲۵

جدول ۸- نتایج سنجش صوت زیست محیطی

مکان	ماکزیمم شدت صوت در روز (دسی بل)	مینیمم شدت صوت در روز (دسی بل)	میانگین شدت صوت (دسی بل)	استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست (منطقه تجاری- مسکونی)
نقطه ۱	۷۶/۳	۵۴/۴	۵۹/۵	۶۰
نقطه ۲	۷۱/۴	۵۷/۷	۶۳/۷	۶۰
نقطه ۳	۷۶/۱	۵۳/۵	۶۵/۲	۶۰
نقطه ۴	۷۱/۶	۶۴/۱	۶۶/۷	۶۰
نقطه ۵	۷۹/۴	۵۸/۸	۶۳/۴	۶۰
نقطه ۶	۷۶/۶	۴۷/۶	۵۹/۲	۶۰
پایانه صادقیه - سوله بادگیری، داخل سوله	۱۰۶/۲	۸۲/۶	۹۹/۳	۶۰
پایانه صادقیه - سوله بادگیری، بیرون سوله	۹۸/۳	۸۰/۸	۸۵/۴	۶۰

جدول ۹- آنالیز پساب خروجی تصفیه خانه پایانه

پارامترها	واحد	نتیجه آزمون	استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست بر حسب ppm		
			تخلیه به آب های سطحی	تخلیه به چاه جذبی	مصارف کشاورزی و آبیاری
هدایت الکتریکی(EC)	µs/cm	۹۶۵	---	---	---
pH	---	۸/۴	۶/۵ - ۸/۵	۵ - ۹	۶ - ۸/۵
اکسیژن محلول (DO)	mg/lit	۳/۸۹	۲	---	۲
اکسیژن مورد نیاز واکنش های بیوشیمیایی(BOD^5)	mg/lit	۱۴/۷	۳۰ لحظه ای ۵۰	۳۰ لحظه ای ۵۰	۱۰۰
اکسیژن مورد نیاز واکنش های شیمیایی(COD)	mg/lit	۲۶/۶	۶۰ لحظه ای ۱۰۰	۶۰ لحظه ای ۱۰۰	۲۰۰
کدورت	NTU	۲۲/۲	۵۰	---	۵۰
چربی و روغن	mg/lit	۱/۵	۱۰	۱۰	۱۰
کلر آزاد	mg/lit	<۰/۱	۱	۱	۰/۲
Total Coliform Multiple Tube	mpn/۱۰۰ ml	۴۳	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Fecal Coliform Multiple Tube	mpn/۱۰۰ ml	۹	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰

کل مواد محلول (TDS)	mg/lit	۵۱۰/۸	تبصره ۱	تبصره ۲	---
کل مواد معلق (TSS)	mg/lit	۲۷	۴۰ لحظه ای ۶۰	---	۱۰۰

*تبصره ۱ : تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی ، غلظت کلراید ، سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰٪ افزایش ندهد.

*تبصره ۲ : تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی ، غلظت کلراید ، سولفات و مواد محلول پساب خروجی نسبت به آب مصرفی بیش از ۱۰٪ نباشد.

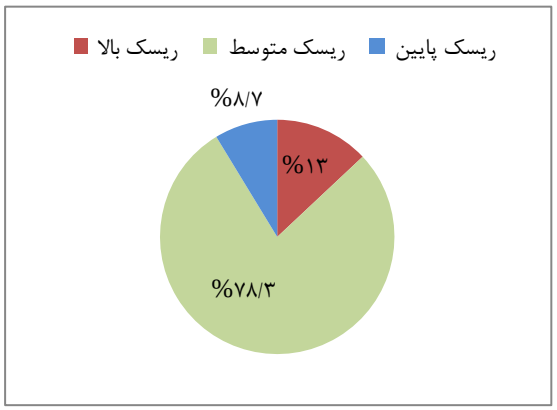
جدول ۱۰- ارزیابی ریسک محیط زیستی به روش EFMEA

فرآیند	جنبه	پیامد	ارزیابی اولیه جنبه های زیست محیطی					اقدام اصلاحی	ارزیابی ثانویه جنبه ها جنبه های زیست محیطی				
			شدت	احتمال وقوع	گستره آلودگی یا امکان بازیافت	RPN	سطح ریسک		شدت	احتمال وقوع	گستره آلودگی یا امکان بازیافت	RPN	سطح ریسک
بادگیری قطار در محوطه باز	انتشار ذرات معلق	آلودگی هوا	۷	۴	۴	۱۱۲	H	-نصب سوله -انجام عملیات بادگیری داخل سوله جهت کنترل ذرات معلق -جمع آوری پسماندهای حاصل از بادگیری در مخازن مخصوص	۶	۴	۲	۴۸	M
بادگیری قطار در سوله بادگیری	انتشار ذرات معلق	آلودگی هوا	۷	۴	۳	۸۴	H	-استفاده از جداکننده‌های سیلیکونی ،جمع آورنده های تر یا فیلترها	۶	۴	۱	۲۴	M
	مصرف انرژی	اتلاف انرژی	۴	۴	۳	۴۸	M	-جمع آوری پسماندهای حاصل از بادگیری	۴	۴	۳	۴۸	M
	ایجاد سر و صدا	آلودگی صوتی	۵	۴	۳	۶۰	M	-استفاده از جاذب صوت	۵	۴	۱	۲۰	M
شستشوی قطار در مترو واش	مصرف آب	اتلاف منابع	۶	۵	۵	۱۵۰	H	-جمع آوری و انتقال به تصفیه خانه	۴	۵	۱	۲۰	M
	پساب صنعتی	آلودگی خاک	۶	۵	۲	۶۰	M	-تصفیه و استفاده مجدد از آن	3	۵	۱	۱۵	M
فعالیت نگهداری و تعمیر موتورخانه	انتشار گازهای محیطی	آلودگیهوا	۶	۳	۲	۳۶	M	-تنظیم احتراق -انجام معاینه فنی ساختمانهای موتورخانه	۴	۳	۱	۱۲	M
	ریزش مواد شیمیایی	آلودگی خاک	۶	۳	۱	۱۸	M	-جمع آوری و دفع	۲	۳	۱	۶	L
مخازن گازوئیل (پمپ گازوئیل)	نشت و ریزش گازوئیل	آلودگی خاک	۵	۳	۱	۱۵	M	-آماده سازی مکانی مناسب برای مخازن گازوئیل جهت جلوگیری از آلودگی خاک	۳	۳	۱	۹	M
کارگاه جوشکاری	انتشار گازهای آلاینده	آلودگی هوا	۵	۴	۲	۴۰	M	-انتخاب گاز محافظ مناسب مانند استفاده از آرگون و هلیوم یا افزودن اکسید نیتریک -استفاده قوس جوشکاری به صورت استوار و ثابت	۲	۴	۱	۸	L
کارگاه باتری	ضایعات مواد شیمیایی	آلودگی خاک	۸	۳	۱	۲۴	M	-جمع آوری در پالت های مخصوص و تحویل به واحد مربوطه	۳	۳	۱	۹	M
	پسماند ویژه	آلودگی خاک	۷	۳	۱	۲۱	M		۳	۳	۱	۹	M

	انتشار گازهای آلاینده	آلودگی هوا	۵	۳	۳	۴۵	M	-جمع آوری، بازیافت و دفع اصولی	۴	۳	۲	۲۴	M
کارگاه تراشکاری چرخ	ضایعات روغن و گریس و گازوئیل	آلودگی خاک	۲	۳	۱	۶	L	-انجام معاینه فنی	۲	۳	۱	۶	L
تامین سرمایش و گرمایش ساختمان ها و سوله ها	انتشار گازهای آلاینده	آلودگی هوا	۵	۴	۲	۴۰	M	-استفاده از لامپ های کم مصرف -استفاده از سل های خورشیدی	۱	۵	۱	۵	L
تامین روشنایی ساختمان ها، سوله ها و معابر	مصرف برق	اتلاف انرژی	۴	۵	۱	۲۰	M	-بسته بندی لجن ها و انتقال به محل های دفن مورد تایید سازمان حفاظت محیط زیست	۲	۳	۱	۶	L
پکیج تصفیه فاضلاب	پسماند لجن	آلودگی خاک	۳	۳	۱	۹	M	-بسته بندی لجن ها و انتقال به محل های دفن مورد تایید سازمان حفاظت محیط زیست	۲	۳	۱	۶	L
منهول چربی گیر	پسماند لجن	آلودگی خاک	۳	۳	۱	۹	M	-جمع آوری و انتقال فاضلاب به سیستم جمع آوری فاضلاب شهری یا نصب پکیج تصفیه فاضلاب	۵	۵	۲	۵۰	M
مصارف بهداشتی آب	تولید و دفع فاضلاب	آلودگی آبهای زیرزمینی	۶	۵	۵	۱۵۰	H						
	تولید و دفع فاضلاب	آلودگی خاک	۶	۳	۳	۵۴	M		۵	۳	۱	۱۵	M
حوادث طبیعی (سیل)	تولید زایدات جامد	پسماند جامد	۸	۲	۴	۶۴	M	-تدوین دستورالعمل واکنش در شرایط لضطراری	۵	۲	۳	۳۰	M
	آلاینده آب	آلودگی آب	۱۰	۲	۵	۱۰۰	H	-آموزش پرسنل جهت آمادگی در مقابل حوادث طبیعی	۶	۲	۳	۳۶	M
	آلاینده خاک	آلودگی خاک	۱۰	۲	۴	۸۰	H	-ایمن سازی نقاط احتمالی وقوع حوادث طبیعی	۶	۲	۲	۲۴	M
حوادث طبیعی (صاعقه)	انتشار آلاینده های هوا	آلودگی هوا	۱۰	۲	۳	۶۰	M	-شناسایی نقاط حادثه خیز -تدوین دستورالعمل واکنش در شرایط اضطراری	۶	۲	۲	۲۴	M
حوادث طبیعی (طوفان)	انتشار آلاینده های هوا	آلودگی هوا	۱۰	۲	۳	۶۰	M	-بررسی سوابق گذشته در خصوص احتمال وقوع طوفان -در اختیار داشتن گزارشات وضعیت موجود زیست محیطی پایانه -تدوین دستورالعمل واکنش در شرایط زیست محیطی -شناسایی نقاط حادثه خیز	۶	۲	۲	۲۴	M
حوادث طبیعی (زلزله)	تولید نخاله ساختمانی	پسماند جامد	۸	۱	۴	۳۲	M	-تدوین دستورالعمل واکنش در شرایط اضطراری	۶	۱	۳	۱۸	M
	آلاینده آب	آلودگی آبهای زیرزمینی	۱۰	۱	۵	۵۰	M	-انجام مطالعات رمین شناسی ، خاک شناسی و هیدرولوژی -مقاوم سازی سازه ها	۷	۱	۴	۲۸	M
	آلاینده خاک	آلودگی خاک	۱۰	۱	۴	۴۰	M	- نصب سیستم اعلام و اطفای حریق اتوماتیک	۷	۱	۳	۲۱	M
	آتش سوزی	آلودگی هوا	۱۰	۱	۵	۵۰	M		۷	۱	۴	۲۸	M

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه پایانه صادقیه به دلیل فعالیت های تعمیرات اساسی و نیمه اساسی قطارها می تواند اثرات مخرب بر محیط زیست منطقه داشته باشد، لذا ارزیابی و مدیریت ریسک های زیست محیطی می تواند در کاهش و حذف این ریسک ها نقش بسیار مهمی را ایفا کند. طبق نتایج بدست آمده به روش EFMEA، ۴۶ جنبه محیط زیستی در پایانه صادقیه شناسایی شد که از این تعداد ۶ جنبه در سطح بالا و ۳۶ جنبه در سطح متوسط و ۴ جنبه در سطح پایین قرار داشت. به عبارت دیگر ۸/۷ درصد از جنبه ها در سطح ریسک پایین،۷۸/۳ درصد از جنبه ها در سطح ریسک متوسط و۱۳ درصد از جنبه ها در سطح ریسک بالا قرار گرفتند. با توجه به نمودار (۱) بیشترین ریسک های موجود در پایانه صادقیه در سطح متوسط قرار دارند که حدود ۷۸ درصد از کل ریسک ها را به خود اختصاص داده اند.

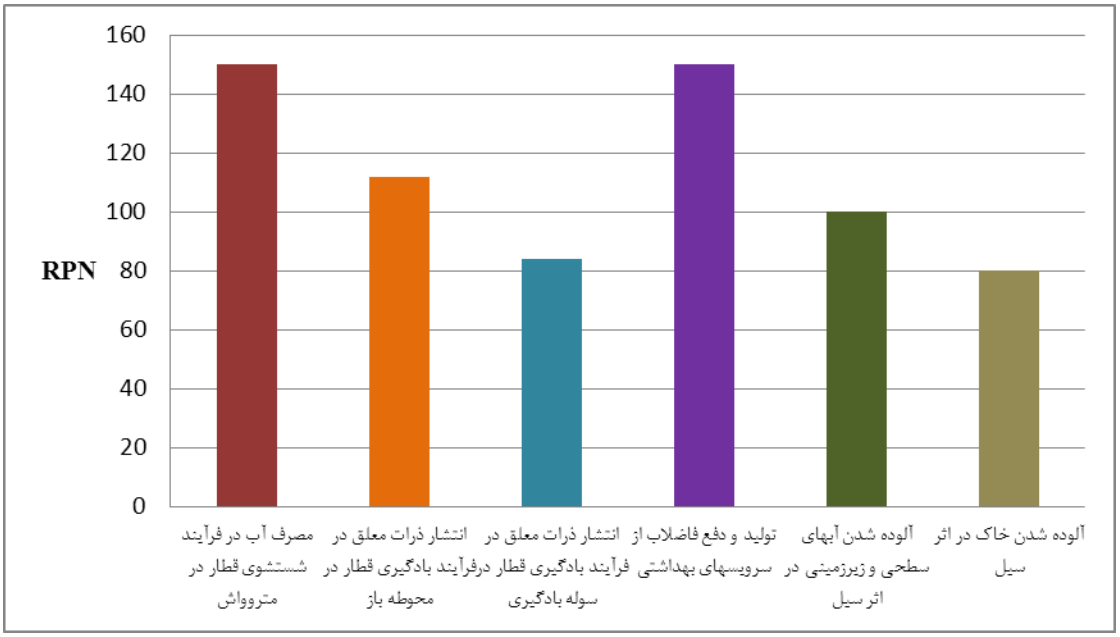


نمودار ۱- مقایسه سطح ریسک های محیط زیستی پایانه صادقیه

با توجه به نتایج ارزیابی ریسک (نمودار ۲)، نبود سیستم جمع آوری و دفع فاضلاب بهداشتی و دفع فاضلاب در چاه های جذبی باعث بروز پیامدهای منفی زیست محیطی مانند آلودگی آبهای زیرزمینی و خاک در پایانه صادقیه می گردد. لذا باید جهت رفع این مغایرت سیستم جمع آوری و تصفیه فاضلاب

برای پایانه ها دیده شود. از دیگر جنبه های بارز (ریسک های بالا) پایانه صادقیه، انتشار ذرات معلق در زمان بادگیری قطارها است که جهت رفع این مغایرت، پسماندهای حاصل از این فرآیند در مخازن مخصوص جمع آوری می گردد و از جمع آورنده های تر و فیلترها جهت کنترل ذرات معلق استفاده خواهد شد. در خصوص بادگیری قطار در محوطه باز، نصب سوله بادگیری پیشنهاد گردید. فرآیند شستشوی قطار از دیگر جنبه های بارز محیط زیستی است که در این راستا پساب حاصل از شستشو جمع اوری و به پکیج تصفیه خانه هدایت می گردد و بعد از تصفیه استفاده مجدد می گردد. بیشتر اقدامات اصلاحی ارایه شده در راستای کاهش رتبه شدت بوده است.

نتایج بیانگر این نکته است که این روش برای شناسایی، ارزیابی و ارایه اقدامات اصلاحی ریسک های محیط زیستی مترو مناسب است.



نمودار۲- ریسک های محیط زیستی سطح بالای پایانه صادقیه

تشکر و قدردانی

در پایان از زحمات جناب آقای مهندس حشمتی مدیریت محترم امور پایانه ها، جهت همکاری در خصوص بازدیدهای میدانی و ارایه اطلاعات مربوط به آن مجموعه و پرسنل زحمتکش پایانه صادقیه تقدیر و تشکر می نماییم.

منابع

۱. Rezaee K. [Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)]. R-V-Toof Iran's cooperating company with Atena publication; ۲۰۰۵.P. ۶۸-۹۷.

۲. Olsson, R. (۲۰۰۷) 'In search of opportunity management: Is the risk management process enough? International Journal of Project Management ,vol. ۲۵, pp ۷۴۵–۷۵۲.

۳. قراچورلو، نجف، ۱۳۸۴، "ارزیابی و مدیریت ریسک"، انتشارات علوم و فنون جهاد دانشگاهی استان آذربایجان شرقی.

۴. Heller, S. ۲۰۰۶. Managing Industrial Risk-having a Tasted and Proven System to Prevent and Assess Risk,Journal of Hazardous Material , Pp:۱-۲.

۵. جوزی، سید علی، ۱۳۸۷، "ارزیابی و مدیریت ریسک"، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۶. Nouri J, Omidvari M, Tehrani MS., ۲۰۱۰. Risk assessment and crisis management in gas filling stations. Int J Environ Res ۴: ۱۴۳-۱۵۲.

۷. ارجمندی، رضا، جوزی، سید علی، محمد فام، ایرج، گنجینه، نفیسه، ۱۳۸۸، "ارزیابی ریسک زیست محیطی در کارخانه قیرسازی اراک شرکت نفت پاسارگاد به روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۸. جوزی، سید علی، شکوری، سمیه، ۱۳۸۸، "بررسی و تعیین مخاطرات بهداشتی فلز سنگین کروم در فاضلاب نهر فیروز آباد تهران به روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست (EFMEA)، دومین همایش بین المللی سلامت، ایمنی و محیط زیست، تهران.

۹. جوزی، سید علی، سیف السادات، سیده حمیده، ۱۳۹۳، "ارزیابی ریسک محیط زیستی سد گتوند علیا در مرحله بهره برداری با استفاده از روش تلفیقی آنالیز مقدماتی خطر و تکنیک EFMEA"، مجله محیط شناسی، دوره ۴۰، شماره ۱،صفحه ۱۲۰-۱۷۰.

۱۰. Jennings, Brad. ۲۰۰۹. Radford Army Ammunition Plant's Environmental Failure Mode and Effects Analysis (EFMEA) process has been developed to provide for the systematic identification, tracking and communication of environmental risks at the "task level", Radford Army Ammunition Plant.

۱۱. جوزی، سید علی، فربد، شکوه، ارجمندی، رضا، نوری، جعفر،۱۳۹۲، "ارزیابی ریسک محیط زیستی واحد یوتیلیتی فازهای ۱۵ و ۱۶ منطقه پارس جنوبی با استفاده از روش EFMEA"، مجله پژوهش های محیط زیست، سال ۴، شماره ۷، صفحه ۵۹ تا ۷۲.

۱۲. یاراحمدی، رسول، مریدی، پروین، ۱۳۹۱،" ارزیابی و مدیریت ریسک بهداشت، ایمنی و محیط زیست در سایت های آزمایشگاهی – تحقیقاتی"، فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، شماره ۳، پیاپی ۳، صفحه ۱۶ تا ۱۸.

Environmental risk management and assessment of Tehran urban & suburban metro by using EFMEA method
(case study: Sadeghieh terminal)

Sepideh Ghaderi[۱]*
S_ghaderi۶۳۷۹@yahoo.com
Azarnoosh Rahimi[۲]
Mohsen Hedayatifar[۳]
Seyed Mohammad Arab Najafi[٤]

Abstract

Background and aim:Tehran urban & suburban metro is one of the most crowded public transports that active in ٥ main line and Four terminals (Sadeghieh terminal, Mehrshahr terminal, Fathabad terminaland Dardashtterminal) are considered for periodic major and semi-essential repairs activities, trains maintenance and …. Sadeghieh Terminal as a one of the largest and most strategic metro terminals is active at the western end of the Tehran Metro Line ۲.The aims of this paper is assessing and managing the environmental risks of Sadeghieh terminal activities with the use of EFMEA method.

Method: The EFMEA method is a qualitative method that aims to identify and prioritize environmental aspects.

Results: The evaluation results shown ٤٦ environmental risks were identified and ۸/۷ % of risks with low level, ۷۸/۳٪ of risks with medium level and ۱۳٪ of risks with high level.

Discussion and Conclusions: The highest risk number is ۱٥۰ that refer to washing trains activities and sanitary water uses in Sadeghieh terminal. The proposed corrective action to prevent water waste is collection and transport wastewater to treatment plant and reuse of produced water. Another proposed corrective action to prevent groundwater pollution is collection and transport wastewater to urban wastewater collection system.

Key words: assessment, risk management, subway, terminal Sadeghieh, EFMEA

۱ Ph.D. Student of Environmental Management, Faculty of Environmental and Energy, Islamic Azad University, Sciences and Research Branch, Tehran (Corresponding Author)

۲ MS. Student of Environmental Pollutions, Faculty of Environmental and Energy, Islamic Azad University, Sciences and Research Branch, Tehran

۳ Director of Environment unit, Safety, and Occupational Medicine Management, Tehran Urban & Suburban Railway Operation Company

٤ Environmental Expert, Department of Health, Safety, and Occupational Medicine Management, Tehran Urban & Suburban Railway Operation Company

جدول ۱۰- ارزیابی ریسک محیط زیستی به روش EFMEA

فرآیند	جنبه	پیامد	ارزیابی اولیه جنبه های زیست محیطی					اقدام اصلاحی	ارزیابی ثانویه جنبه ها جنبه های زیست محیطی				
			شدت	احتمال وقوع	گستره آلودگی یا امکان بازیافت	RPN	سطح ریسک		شدت	احتمال وقوع	گستره آلودگی یا امکان بازیافت	RPN	سطح ریسک
بادگیری قطار در محوطه باز	انتشار ذرات معلق	آلودگی هوا	۷	۴	۴	۱۱۲	H	-نصب سوله -انجام عملیات بادگیری داخل سوله جهت کنترل ذرات معلق -جمع آوری پسماندهای حاصل از بادگیری در مخازن مخصوص	۶	۴	۲	۴۸	M
بادگیری قطار در سوله بادگیری	انتشار ذرات معلق	آلودگی هوا	۷	۴	۳	۸۴	H	-استفاده از جداکننده‌های سیلیکونی ،جمع آورنده های تر یا فیلترها -جمع آوری پسماندهای حاصل از بادگیری -استفاده از جاذب صوت	۶	۴	۱	۲۴	M
	مصرف انرژی	اتلاف انرژی	۴	۴	۳	۴۸	M		۴	۴	۳	۴۸	M
	ایجاد سر و صدا	آلودگی صوتی	۵	۴	۳	۶۰	M		۵	۴	۱	۲۰	M
شستشوی قطار در مترو واش	مصرف آب	اتلاف منابع	۶	۵	۵	۱۵۰	H	-جمع آوری و انتقال به تصفیه خانه -تصفیه و استفاده مجدد از آن	۴	۵	۱	۲۰	M
	پساب صنعتی	آلودگی خاک	۶	۵	۲	۶۰	M		۳	۵	۱	۱۵	M
فعالیت نگهداری و تعمیر موتورخانه	انتشار گازهای محیطی	آلودگیهوا	۶	۳	۲	۳۶	M	-تنظیم احتراق -انجام معاینه فنی ساختمانهای موتورخانه	۴	۳	۱	۱۲	M
	ریزش مواد شیمیایی	آلودگی خاک	۶	۳	۱	۱۸	M	-جمع آوری و دفع	۲	۳	۱	۶	L
مخازن گازوئیل (پمپ گازوئیل)	نشت و ریزش گازوئیل	آلودگی خاک	۵	۳	۱	۱۵	M	-آماده سازی مکانی مناسب برای مخازن گازوئیل جهت جلوگیری از آلودگی خاک	۳	۳	۱	۹	M
کارگاه جوشکاری	انتشار گازهای آلاینده	آلودگی هوا	۵	۴	۲	۴۰	M	-انتخاب گاز محافظ مناسب مانند استفاده از آرگون و هلیوم با افزودن اکسید نیتریک -استفاده قوس جوشکاری به صورت استوار و ثابت	۲	۴	۱	۸	L
کارگاه باتری	ضایعات مواد شیمیایی	آلودگی خاک	۸	۳	۱	۲۴	M	-جمع آوری در پالت های مخصوص و تحویل به واحد مربوطه	۳	۳	۱	۹	M

	پسماند ویژه	آلودگی خاک	۷	۳	۱	۲۱	M	-جمع آوری، بازیافت و دفع اصولی	۳	۳	۱	۹	M
	انتشار گازهای آلاینده	آلودگی هوا	۵	۳	۳	۴۵	M		۴	۳	۲	۲۴	M
کارگاه تراشکاری چرخ	ضایعات روغن و گریس و گازوئیل	آلودگی خاک	۲	۳	۱	۶	L		۲	۳	۱	۶	L
تامین سرمایش و گرمایش ساختمان ها و سوله ها	انتشار گازهای آلاینده	آلودگی هوا	۵	۴	۲	۴۰	M	-انجام معاینه فنی	۲	۴	۱	۸	L
تامین روشنایی ساختمان ها، سوله ها و معابر	مصرف برق	اتلاف انرژی	۴	۵	۱	۲۰	M	-استفاده از لامپ های کم مصرف -استفاده از سل های خورشیدی	۱	۵	۱	۵	L
پکیج تصفیه فاضلاب	پسماند لجن	آلودگی خاک	۳	۳	۱	۹	M	-بسته بندی لجن ها و انتقال به محل های دفن مورد تایید سازمان حفاظت محیط زیست	۲	۳	۱	۶	L
منهول چربی گیر	پسماند لجن	آلودگی خاک	۳	۳	۱	۹	M	-بسته بندی لجن ها و انتقال به محل های دفن مورد تایید سازمان حفاظت محیط زیست	۲	۳	۱	۶	L
مصارف بهداشتی آب	تولید و دفع فاضلاب	آلودگی آبهای زیرزمینی	۶	۵	۵	۱۵۰	H	-جمع آوری و انتقال فاضلاب به سیستم جمع آوری فاضلاب شهری یا نصب پکیج تصفیه فاضلاب	۵	۵	۲	۵۰	M
	تولید و دفع فاضلاب	آلودگی خاک	۶	۳	۳	۵۴	M		۵	۳	۱	۱۵	M
حوادث طبیعی (سیل)	تولید زایدات جامد	پسماند جامد	۸	۲	۴	۶۴	M	-تدوین دستورالعمل واکنش در شرلیط لضطراری	۵	۲	۳	۳۰	M
	آلاینده آب	آلودگی آب	۱۰	۲	۵	۱۰۰	H	-آموزش پرسنل جهت آمادگی در مقابل حوادث طبیعی	۶	۲	۳	۳۶	M
	آلاینده خاک	آلودگی خاک	۱۰	۲	۴	۸۰	H	-ایمن سازی نقاط احتمالی وقوع حوادث طبیعی	۶	۲	۲	۲۴	M
حوادث طبیعی (صاعقه)	انتشار آلاینده های هوا	آلودگی هوا	۱۰	۲	۳	۶۰	M	-شناسایی نقاط حادثه خیز -تدوین دستورالعمل واکنش در شرایط اضطراری	۶	۲	۲	۲۴	M
حوادث طبیعی (طوفان)	انتشار آلاینده های هوا	آلودگی هوا	۱۰	۲	۳	۶۰	M	-بررسی سوابق گذشته در خصوص احتمال وقوع طوفان -در اختیار داشتن گزارشات وضعیت موجود زیست محیطی پایانه -تدوین دستورالعمل واکنش در شرایط زیست محیطی -شناسایی نقاط حادثه خیز	۶	۲	۲	۲۴	M
حوادث طبیعی (زلزله)	تولید نخاله ساختمانی	پسماند جامد	۸	۱	۴	۳۲	M	-تدوین دستورالعمل واکنش در شرایط اضطراری	۶	۱	۳	۱۸	M
	آلاینده آب	آلودگی آبهای زیرزمینی	۱۰	۱	۵	۵۰	M	-انجام مطالعات رمین شناسی ، خاک شناسی و هیدرولوژی -مقاوم سازی سازه ها	۷	۱	۴	۲۸	M
	آلاینده خاک	آلودگی خاک	۱۰	۱	۴	۴۰	M	- نصب سیستم اعلام و اطفای حریق اتوماتیک	۷	۱	۳	۲۱	M
	آتش سوزی	آلودگی هوا	۱۰	۱	۵	۵۰	M		۷	۱	۴	۲۸	M