

شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی مکان دفن زباله و نیروگاه زباله‌سوز و تاثیر آن بر محیط زیست شهری با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

عرفان ناصرترابی

دانشجوی دکتری، گروه محیط زیست، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

سعید مطهری^۱

استادیار، گروه محیط زیست، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

حسن صمدیار

استادیار، گروه محیط زیست، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

بیبا آزادبخت

استادیار، گروه محیط زیست، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶

چکیده

امروزه، افزایش جمعیت و تغییر در شیوه‌های زندگی و الگوهای مصرف، تغییرات شگرفی را در کمیت و کیفیت پسماندهای تولیدی ایجاد نموده است که مشکلات و معضلات متعددی از قبیل اشکال در نحوه‌جایابی و چگونگی دفع را نیز به دنبال داشته است. شهر تهران با بالاترین میزان جمعیت شهری در کشور، با تولید متوسط روزانه ۷۴۸۹ تن پسماند حدود ۲۰ درصد از پسماند کل کشور را تولید می‌کند. از آنجایی که وقوع هرگونه بحران بهداشتی و زیست‌محیطی در این کلان‌شهر حیات اجتماعی کل کشور را به مخاطره می‌اندازد، این مطالعه به شناسایی مخاطرات هر دو روش دفن بهداشتی و زباله‌سوز و همچنین رتبه‌بندی آنها به منظور مدیریت ریسک محیط‌زیستی روش‌های دفن بهداشتی پسماند و زباله‌سوز شهر تهران می‌پردازد. ابزار مورد استفاده در گردآوری داده‌های موردنیاز نیز این مطالعه پرسشنامه است که توسط ۱۳۰ نفر از کارشناسان، خبرگان، متخصصان و دانشجویان و اساتید این حوزه که به روش تصادفی و با استفاده از فرمول کوکران انتخاب و تکمیل شده است. جهت شناسایی ریسک‌ها از روش HAZID و جهت بررسی پرسشنامه‌ها از نرم‌افزارهای آماری EXCEL و SPSS استفاده شده است که نهایتاً با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی FAHP رتبه‌بندی شده‌اند. نتایج بدست‌آمده نشان می‌دهند که در روش دفن زباله، آلودگی آب‌های زیرزمینی و انتشار بوی نامناسب و در روش زباله‌سوز، آلودگی هوا، هزینه‌ی بالای تجهیزات جمع‌آوری و نهایتاً کنترل آلاینده‌ها از مهم‌ترین خطرات دفع زباله در سایت کهریک می‌باشند.

واژگان کلیدی: مخاطرات دفع زباله، ریسک زیست محیطی، اولویت‌بندی، روش FAHP

مقدمه

مدیریت پسماند (WM)^۱ یک امر پذیرفته شده در همه کشورها است و پیامدهای مهمی برای سلامت انسان، حفظ محیط زیست، پایداری و اقتصاد دایره‌ای دارد. روش دفن بهداشتی برای دفع نهایی زباله‌ها به طور کلی پذیرفته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد (برزگری و همکاران، ۱۳۹۹). مطالعات تطبیقی روش‌های مختلف مدیریت پسماند (دفن زباله، سوزاندن، کمپوست و ...) نشان می‌دهد که در بین گزینه‌های فنی و دفع زباله‌های جامد شهری (MSW)^۲، دفن زباله بهداشتی و یا دامپینگ آزاد در اکثر کشورها به دلیل پایین بودن نسبی هزینه از محبوبیت بالایی برخوردار است. متأسفانه رها سازی زباله‌ها در محیط‌های پیرامون شهرها و روستاها به جز آلوده کردن محیط زیست، زندگی انسانها و بخش وسیعی از جانوران را در معرض خطر قرار داده است (دهقانی و جوادی زاده، ۱۳۹۹). بررسی علمی مسئله زباله و برخورد منفی در آن در کشورهای در حال توسعه و از آن جمله در ایران به علت عدم تصور فرهنگی (که این مسئله را جدی تلقی نمی‌نماید) نه تنها امری است مشکل، بلکه در شرایطی که این کشورها با انبوهی از مسائل اقتصادی، سیاسی و اجتماعی گریبان گیرند، تا حدی دست نیافتنی به نظر می‌رسد (خسروی مقدم و همکاران، ۱۴۰۰).

ارزیابی تأثیر محل‌های دفن زباله بر محیط‌زیست یک موضوع مهم است و اخیراً با توجه به نگرانی‌های فزاینده زیست‌محیطی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (Vaverkova, 2019). به عنوان نمونه، عدم وجود جایگاه مناسب برای دفن و نگهداری زباله در مناطق مختلف گیلان نه تنها باعث از بین رفتن هکتارها جنگل و زمین کشاورزی شده، بلکه سلامت عمومی را نیز با خطرات جدی مواجه کرده است (مقیمی کندلوسی و همکاران، ۱۳۹۷). مدیریت مواد زائد جامد با توجه به اهمیت توسعه پایدار در جوامع شهری امروز، یکی از علوم روز دنیا به شمار می‌آید که در صورت به ثمر رسیدن آن می‌توان اثرات و صدمات مصرفی شدن را در ابعاد مختلف تا حد قابل توجهی کاهش داد؛ چرا که مواد زائد جامد نتیجه غیر قابل اجتناب توسعه و مصرف بوده و نبود مدیریت صحیح همگام با دانش روز یکی از عوامل مهم آلودگی‌های زیست‌محیطی است (صمدی خادم و همکاران، ۱۳۹۹).

همچنین، امروزه ازدیاد حجم زباله‌های شهری، افزایش مشکلات دفع آن‌ها، کمبود زمین مناسب جهت دفن و مسائل زیست‌محیطی مربوط به آن‌ها، باعث روی‌آوری به روش زباله‌سوزی در جهان شده است (Cheng, 2019). باید توجه داشت که استفاده از تکنولوژی زباله‌سوزی بدون در نظر گرفتن ملاحظات محیط‌زیستی اعم از ضوابط استقرار و استانداردهای محیط‌زیستی نه تنها راهگشای توسعه نیست بلکه عواقب جبران ناپذیری به همراه خواهد داشت. فن‌آوری‌های سوزاندن زباله و تبدیل به انرژی (WTE) یک راه حل مؤثر برای دفع پایدار و کارآمد زباله‌های جامد شهری (MSW) به حساب می‌آید (جهانبانی و همکاران، ۱۳۹۵). ولی از آنجا که همیشه اتخاذ روش‌های دفع در معرض خطرات بی‌شماری قرار دارد، منجر به تعدادی از شکست‌ها و عدم موفقیت‌ها شده است. تحقیقات انجام

¹ Waste Management

² Municipal Solid Waste

شده نشان می‌دهد که مخالفت عمومی، آلودگی محیط‌زیست، تصمیم‌گیری دولت، نقص سیستم قانونی و نظارتی و عدم مدیریت در این زمینه نقش به‌سزایی داشته است (Liu et al., 2018).

نکته قابل اشاره این است که به دلیل کمبود مکان‌های دفن زباله به گزینه‌های دیگری برای مدیریت پسماند غیر از سوزاندن سنتی و دفن زباله نیاز است (مصطفوی و همکاران، ۱۳۹۴). سوزاندن به‌عنوان ساده‌ترین روش تصفیه، بالاترین سود اقتصادی را دارا می‌باشد. با وجود سود بالا و جایگزینی سوخت مؤثر ارزش اقتصادی آن اثبات شده است، اما برای کاربرد این روش دفع باید اثرات زیست‌محیطی و انسانی آن مورد توجه قرار گیرد (Sukjae, 2017, Jihyun and

بر اساس مطالعات محققین، ارزیابی‌های مرتبط با ریسک دفن پسماند در دو حوزه کلی ارزیابی سایت و ارزیابی مواد منتشرشده (متصاعد از سایت) انجام شده است. در زمینه مناسب بودن مکان سایت، شاخص‌های مورد استفاده شامل: مساحت، عمق آب زیرزمینی، شیب خاک، جنس خاک، جهت باد، فاصله از مراکز سکونت، فاصله از رودخانه و مواردی از این دست بستگی دارد (Lim et al., 2018). مواد منتشر شده از سایت دفع پسماند جامد در سه دسته کلی شیرابه (که طیف وسیعی از مواد شیمیایی با منشأ آلی و معدنی را شامل می‌شود، از جمله تولوئن^۱، آرسنیک^۲، نیتروژن و ...)، گازهای منتشرشده از پسماندهای جامد شهری (مانند هیدروژن سولفید^۳، مونواکسید کربن^۴، دی کلرومتان^۵ و ...)، مواد ناشی از احتراق (سوزاندن زباله) و میکروارگانسیم‌ها، گرد و غبار و ترکیبات آلی فرار (VOCs) دسته بندی می‌شوند که باید در شناسایی و ارزیابی ریسک‌های ناشی از این مراکز در نظر گرفته شوند (Byun et al., 2019).

نتایج بسیاری از پژوهشگران نشان داده که شیرابه‌های محل دفن زباله می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر کیفیت آب منطقه مورد مطالعه داشته باشند و در تخریب زندگی مردم نقش آفرین باشند. از این رو ارزیابی ریسک زیست محیطی محل دفن زباله‌ها به خصوص شیرابه‌ها و تأثیر آن‌ها بر سفره‌های زیرزمینی و اکوسیستم‌های حساس اطراف محل دفن زباله از جمله بررسی آلودگی آب دریاچه‌های اطراف از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. دفن زباله رایج‌ترین روش مدیریت پسماندهای جامد است. با این وجود، خطر احتمالی زیست محیطی برای آب‌های سطحی و زیرزمینی به دلیل شستشوی احتمالی آلاینده‌ها از محلول‌های دفع زباله وجود دارد. شیرابه‌ها به جز تأثیر فیزیکوشیمیایی در محل دفن زباله می‌توانند تأثیر بیولوژیکی هم داشته باشند، به گونه‌ای که تحقیقات نشان داده شده است که بسیاری از ارگانسیم‌های وابسته به شیرابه دچار سمیت شده‌اند (Foufou et al., 2017).

¹ Toluene

² Arsenic

³ Hydrogen sulphide

⁴ Carbon monoxide

⁵ Dichloromethane

متأسفانه به دلیل مدیریت نامناسب زباله‌های شهری، افراد جامعه در معرض خطرات مختلفی از قبیل: عفونت، اثرات سمی و صدمات قرار می‌گیرند. لذا با مدیریت ریسک با شناسایی، ارزیابی و اولویت‌بندی خطرات میتوان عناصر خطرناک در زباله‌های مراقبت‌های بهداشتی را شناسایی و با بکارگیری روش‌های تصفیه متناسب با هر رویداد جانبی مقابله و با اولویت‌بندی این رویدادها از نظر وقوع، سناریوی مناسب مقابله با آنها را فراهم نمود. بنابراین ارزیابی ریسک و شناسایی ریسک‌ها و اثرات آنها در مدیریت زباله‌ها و روش‌های دفع زباله نقش کلیدی دارد (Sefouhi et al., 2013).

از اینرو در این مطالعه سعی میشود که با اولویت‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی مکان دفن زباله و نیروگاه زباله‌سوز در مرکز دفع زباله آراد کوه کهریزک شهر تهران مورد بررسی واقع شود. به همین منظور در این مطالعه با بکارگیری یک روش توصیفی-تحلیلی سعی میشود که به سوال اصلی این پژوهش پاسخ داد که در مدیریت پسماند شهر تهران کدامیک از ریسک‌ها مخاطره‌انگیزتر میباشند؟ در این پژوهش بخشی از اطلاعات مورد نیاز از مطالعات کتابخانه‌ای و بخش دیگر از طریق بررسی گزارش‌های مطالعاتی، مراجعه مستقیم به سازمان مدیریت پسماند، سایت آرادکوه و کهریزک، اداره کل هواشناسی استان تهران و اداره کل محیط‌زیست استان تهران بدست آمده و نهایتاً با استفاده از ابزار پرسشنامه نیز داده‌هایی که توسط خبرگان پاسخ داده شده است جهت انجام مقایسات جمع‌آوری شده است. برای ارزیابی ریسک محیطی از روش HAZID در طی سه مرحله استفاده و با استفاده از نرم‌افزارهای آماری EXCEL تحلیل‌ها انجام می‌شوند. در پایان با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی FAHP برای رتبه‌بندی مخاطرات اقدام خواهد شد. از آنجا که در روش سلسله‌مراتبی AHP مقایسه‌های دوتایی توسط اعداد قطعی بیان میشوند. حال آنکه بسته به شرایط نظرات کارشناسان همیشه نمیتواند قطعی و دقیق باشد که این عدم قطعیت را میتوان با منطق فازی نشان داد (دانش پور و همکاران، ۱۳۹۷). از همین رو در این مطالعه نیز با منطق فازی به بررسی موضوع اقدام خواهد شد.

منطقه مورد مطالعه

سازمان مدیریت پسماند تهران (TWMO) یکی از سازمان‌های مسئول راهبرد مدیریت زباله در ایران است. تهران به عنوان پایتخت ایران دارای دو محل اصلی دفن زباله به نام‌های آبعلی و کهریزک بوده است. هر سایت توانایی دریافت تقریباً نیمی از پسماند جامد شهری تولید شده در تهران را دارا می‌باشد که در سال تقریباً ۲/۶ میلیون تن است. با این حال، به دلیل دامپینگ آزاد و دفع غیرقانونی زباله‌ها، که منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی و مشکلات بهداشتی شدید شد، سایت آبعلی در سال ۱۹۹۱ بسته شد (TWMO, 2017). پس از آن، دفن زباله کهریزک به عنوان محل اصلی دفع پسماند جامد شهری (municipal solid waste) (MSW) ایجاد گردید و سپس به "دفن زباله آرادکوه" تغییر نام داد.

اکثر زباله‌های تولید شده در شهر تهران در مرکز پردازش و دفع کهریزک (آرادکوه) ریخته می‌شوند. این مرکز از خطوط فرآوری، کارخانه‌های کمپوست، محل‌های دفن زباله و سوزاندن زباله تشکیل شده است. این سیستم به چهار

قسمت تقسیم شده است. از بین مواد قابل جدا شدن، بخشی از ضایعات حاصل از سیستم پردازش به منطقه دفن زباله وارد می‌شوند و مابقی وارد کارخانه (کمپوست) می‌شوند. در سال‌های اخیر یک نیروگاه زباله‌سوز با ظرفیت ۲۰۰ تن در روز در این منطقه ساخته شده است.

مشخصات محل دفن زباله کهریزک

محل دفن زباله کهریزک در ۲۵ کیلومتری جنوب تهران در مجاورت جاده قدیم تهران - قم واقع شده است. هم‌اکنون کهریزک تمام پسماندهای جامد شهری و پسماندهای بیمارستانی تولید شده در تهران را دریافت می‌کند. کهریزک در ارتفاع ۱۰۲۰ تا ۱۰۶۰ متر بالاتر از میانگین سطح دریا قرار دارد. عملیات پر کردن زمین در کهریزک از سال ۱۹۷۰ آغاز شد. مقدار متوسط زباله‌های موجود در سایت در حال حاضر تقریباً ۷۰۰۰ تن (روزانه) است.

شکل شماره ۱ چیدمان این سایت را نشان می‌دهد. این سایت از شش منطقه اصلی تشکیل شده که پس از تأسیس محل دفن زباله کهریزک، در آن زباله دفع شده است. این مناطق به شرح زیر است: ۱ منطقه درختی، ۲ منطقه درختی و مناطق A، B، C و D. از تحقیقات سایت می‌توان نتیجه گرفت که استخراج گازهای دفن زباله فقط از مناطق A و B عملی و اقتصادی خواهد بود. از سال ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴، منطقه A برای قرار دادن زباله مورد استفاده قرار گرفت. منطقه A بعداً برای پر کردن زمین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۲ مورد استفاده قرار گرفت. منطقه A که در بخش شمالی محل دفن زباله واقع شده است نزدیک به یک کارخانه بازیافت مقوای خصوصی است. این کارخانه بازیافت یک کاربر نهایی احتمالی گازهای دفن زباله در فرایند تولید آن است. مساحت منطقه A تقریباً ۵۵ هکتار است و عمق زباله در آن از ۱۰ متر تا ۵۰ متر می‌باشد. این منطقه با استفاده از روش "سنگر سازی" پر شده از زمین که شامل کاوش‌های بزرگ، به طول تقریبی ۱۰۰-۳۰۰ متر، عمق ۲۰-۲۵ متر و عرض ۴۰-۶۰ متر است. در طی ۲ سال گذشته یک لایه زباله بر روی مناطق A و B تا عمق تقریبی ۱۰ متر قرار داده شده است. مساحت منطقه B تقریباً ۶۵ هکتار و عمق آن ۳۵ متر است (Atabi et al., 2014). از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ نیز از روش سنگر در منطقه B استفاده شد. منطقه B از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ مجدداً مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱)



شکل ۱: نقشه کهریزک (شهرداری تهران)

یافته‌ها

ریسک‌های محیط‌زیستی مکان دفن زباله در کهریزک و نیروگاه زباله‌سوز پس از شناسایی، با استفاده از روش دلفی فازی غربالگری شدند. دلفی فازی از چند مرحله تشکیل شده است. در مرحله اول معیارها و زیر معیارها کد گذاری می‌شود. در مرحله دوم معیارها بر اساس نظر ۲۰ نفر خبره گان تعیین می‌شود. در این مرحله ضروری بودن هر زیر معیار مشخص شده است. در مرحله سوم عبارت های زبانی به حالت فازی تبدیل می‌شوند.

در مرحله اول به منظور غربالگری شاخص‌ها و بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده لیستی شامل ۵ ریسک اساسی جهت بررسی و رتبه‌بندی آنها از بابت روش دفن زباله تعیین گردید که با توجه به این معیارها، زیر معیارهای آنها نیز شناسایی و کد گذاری شد که نتایج آن در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود این ریسک‌ها به ۵ گروه: ریسک‌های محیط‌زیستی، ریسک‌های محیطی، ریسک‌های بهداشتی-عمومی، ریسک‌های اقتصادی-اجتماعی و نهایتاً ریسک‌های فنی و ایمنی تقسیم می‌شوند.

جدول ۱. کدگذاری ریسک‌های اصلی و زیر معیارهای آن در روش دفن زباله (منبع: نگارندگان)

کد	ریسک‌ها	انواع ریسک‌ها
A1	آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)	ریسک‌های محیط‌زیستی
A2	آلودگی آب‌های زیرزمینی (نزدیکی به چاه و قنات‌ها)	
A3	آلودگی آب‌های سطحی (نزدیکی به آبراهه اصلی)	
A4	آلودگی آب‌های سطحی (نزدیکی به آبراهه‌های فرعی)	
A5	فرسایش پذیری خاک	

A6	آلودگی خاک	
A7	گرم شدن زمین (انتشار گازهای گلخانه‌ای)	
A8	آلودگی هوا (انتشار گازها)	
A9	خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد	
A10	تخریب لایه ازن (اکسیداسیون فتوشیمیایی)	
A11	نزدیکی به مناطق حفاظت شده	
A12	تخریب مراتع با پوشش گیاهی خوب	
A13	کاهش تنوع زیستی گیاهان و تغییر ترکیب گونه‌های بومی	
A14	تخریب زیستگاه‌های منطقه	
A15	مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه	
A16	هجوم گونه‌های مهاجم و مزاحم (موش، حشرات، پرندگان و ...)	
A17	تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین	
B1	خطر وقوع سیلاب	ریسک‌های محیطی
B2	خطر وقوع زمین لرزه	
B3	خطر وقوع رانش زمین	
B4	خطر وقوع آتش‌سوزی	
B5	خطر وقوع طوفان	
B6	خطر وقوع انفجار	
C1	انتشار انواع بیماری‌ها	ریسک‌های بهداشتی-عمومی
C2	اثرات طولانی مدت بر سلامت افراد	
C3	کمبود آب آشامیدنی سالم و بی‌خطر در منطقه	
C4	مسمومیت محصولات کشاورزی و غذایی	
C5	انتشار بوی نامناسب	
D1	نزدیکی به جاده‌های اصلی	ریسک‌های اقتصادی-اجتماعی
D2	نزدیکی به جاده‌های فرعی	
D3	نزدیکی به خطوط انتقال نیرو	
D4	نزدیکی به مناطق شهری و روستایی	
D5	تغییر کاربری اراضی	
D6	نزدیکی به مناطق صنعتی	
D7	نزدیکی به فرودگاه	
D8	نزدیکی به مراکز گردشگری-تفریحی	
D9	کمبود فضای کافی برای دفن زباله	

D10	کاهش قیمت زمین‌ها و املاک منطقه	
D11	از بین رفتن آثار بناها و تاریخی در اثر بارندگی‌های اسیدی	
D12	هزینه بالای تامین نیروی انسانی مورد نیاز	
D13	بار مالیاتی زیاد	
D14	هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، کنترل کننده‌ها و جمع کننده‌های گازهای سمی	
D15	هزینه بالای احداث سیستم‌های زهکشی	
D16	سرعت پایین دفع پسماند	
E1	پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری سایت	ریسک‌های فنی و ایمنی
E2	پتانسیل عدم رعایت الزامات و قوانین تفکیک توسط پرسنل	
E3	عدم رعایت استراتژی وزارت امور شهرداری و امور روستایی و شهری	

در مرحله دوم، معیارها طبق جدول ۲ و مقیاس لیکرت ۵ درجه ای از ۲۰ نفر خبره نظرخواهی گردید. در این مرحله ضروری بودن هر زیر معیار با مقیاس لیکرت و به شرح جدول زیر مشخص شده است.

جدول ۲. طیف ۵ درجه ای لیکرت

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
۵	۴	۳	۲	۱

(منبع: حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳)

با در نظر گرفتن دیدگاه خبره گان در مورد ضروری بودن مجموع ۴۷ زیر معیار براساس مقیاس لیکرت و نهایتا تبدیل عبارت های زبانی به حالت فازی مثلثی طیف لیکرت ۵ درجه، حبیبی و همکاران (۱۳۹۳) (جدول ۳)، حالت فازی پاسخها بدست آمده و بعد از میانگیری فازی نظرات خبرگان تجمیع گردید که نتایج آن در زیر نشان داده شده است. جدول ۲ میانگین فازی پاسخها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. عبارت زبانی به حالت فازی طیف لیکرت ۵ درجه (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳)

اعداد فازی مثلثی	عبارت زبانی
[0 0 0.25]	خیلی کم
[0 0.25 0.5]	کم
[0.25 0.5 0.75]	متوسط
[0.5 0.75 1]	زیاد
[0.75 1 1]	خیلی زیاد

جدول ۴. میانگین فازی پاسخهای خبرگان

بازه بالا	بازه وسط	بازه پایین	کد
0.65	0.45	0.275	A1
0.6125	0.375	0.2	A2
0.775	0.625	0.4125	A3
0.3875	0.1375	0.0375	A4
0.7125	0.5	0.2875	A5
0.6625	0.45	0.2625	A6
0.725	0.5375	0.325	A7
0.7625	0.575	0.3625	A8
0.4375	0.1875	0.075	A9
0.25	0	0	A11
0.25	0	0	A12
0.25	0	0	A13
0.5	0.25	0	A14
0.75	0.5	0.25	A15
0.25	0	0	A16
0.25	0	0	A17
0.8	0.625	0.4	A10
0.6875	0.4625	0.2875	B1
0.6375	0.45	0.275	B2
0.5875	0.375	0.225	B3
0.425	0.175	0.0375	B4
0.6875	0.475	0.3	B5
0.7	0.4875	0.2875	B6
0.8	0.6	0.3875	C1
0.5625	0.325	0.175	C2
0.6375	0.425	0.225	C3
0.3625	0.1125	0.0375	C4
0.7	0.5	0.3	C5
0.775	0.575	0.35	D1
0.375	0.125	0.05	D2
0.7125	0.475	0.2625	D3
0.675	0.45	0.2625	D4
0.675	0.4875	0.3	D5
0.7375	0.5375	0.325	D6
0.25	0	0	D7
0.8	0.625	0.4	D8
0.6875	0.4625	0.2875	D9
0.6375	0.45	0.275	D10
0.5875	0.375	0.225	D11
0.425	0.175	0.0375	D12
0.6875	0.475	0.3	D13

0.2875	0.4875	0.7	D14
0.3875	0.6	0.8	D15
0	0	0.25	D16
0.4	0.625	0.8	D17
0.2125	0.4125	0.65	E1
0.0125	0.1	0.35	E2
0.2625	0.475	0.675	E3

(منبع: نگارندگان)

در مرحله پنجم فازی زدایی به صورت متوسط گیری از ۳ بازه مثلثی فازی صورت گرفت که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده میشود تنها میانگین ۱۰ معیار است که بالاتر از ۰/۷ بوده که به عنوان معیارهای اصلی و مهم انتخاب و بقیه معیارها حذف خواهند شد.

جدول ۵. مقادیر فازی زدایی زیر معیارها در روش دلفی زبانه (منبع: نگارندگان)

میانگین	کد	میانگین	کد	میانگین	کد	میانگین	کد	میانگین	کد
0.625	E1	0.66667	D1	0.89583	C1	0.67917	B1	0.75833	A1
0.45417	E2	0.48333	D2	0.65417	C2	0.65417	B2	0.69583	A2
0.67083	E3	0.68333	D3	0.72917	C3	0.69583	B3	0.60417	A3
		0.7625	D4	0.47083	C4	0.5125	B4	0.4875	A4
		0.6875	D5	0.8	C5	0.6875	B5	0.8	A5
		0.63333	D6			0.69167	B6	0.75833	A6
		0.38333	D7					0.62917	A7
		0.60833	D8					0.86667	A8
		0.67917	D9					0.53333	A9
		0.65417	D10					0.60833	A10
		0.69583	D11					0.38333	A11
		0.5125	D12					0.38333	A12
		0.6875	D13					0.38333	A13
		0.79167	D14					0.55	A14
		0.69583	D15					0.8	A15
		0.38333	D16					0.38333	A16
		0.60833	D17					0.78333	A17

ده معیار نهایی که بعد از غربالگری بدست آمدند به شرح زیر میباشند:

۱- آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)

۲- فرسایش پذیری خاک

2	2	1/9	2	5	2	1/9	1/3 1/2)	1	1/5 1/4)	
3)	3)	1/8)	3)	6)	3)	1/8)		1)		
(1/8	(1/8	(1/8	(1	(1	(1/8	(1/8	(1	(2	(6	۳
1/7	1/7	1/7	1	2	1/7	1/7	1	3	7	
1/6)	1/6)	1/6)	1)	3)	1/6)	1/6)	1)	4)	8)	
(1	(1/8	1/5	(1	(1	(1	(1	(6	(8	1/3	۴
1	1/7		1	2	1	1	7	9		
1)	1/6)		1)	3)	1)	1)	8)	9)		
(1	(1	(1/9	(1	(1/8	(1	(1	(6	(1/3	(3	۵
2	1	1/9	2	1/7	1	1	7	1/2	4	
3)	1)	1/8)	3)	1/6)	1)	1)	8)	1)	5)	
(1/9	(1	(1/9	(1	(1	(6	(1/3	(1/3	(1/6	(4	۶
1/9	2	1/9	2	1	7	1/2	1/2	1/5	5	
1/8)	3)	1/8)	3)	1)	8)	1)	1)	1/4)	6)	
(1	(1	(1/9	(1	(1/3	(1/3	(1	(1	(1/3	(1/6	۷
2	2	1/9	1	1/2 1)	1/2	1	1	1/2	1/5 1/4)	
3)	3)	1/8)	1)		1)	1)	1)	1)		
(1/8	(1	(1	(8	(8	(8	(4	(6	(8	(8	۸
1/7	2	1	9	9	9	5	7	9	9	
1/6)	3)	1)	9)	9)	9)	6)	8)	9)	9)	
(1/8	(1	(1/3	(1/3	(1	(1	(6	(6	(1/3	(1	۹
1/7	1	1/2	1/2 1)	2	1	7	7	1/2	1	
1/6)	1)	1)		3)	1)	8)	8)	1)	1)	
(1	(6	(6	(1/3	(8	(1/3	(1	(6	(1/3	(1	۱۰
1	7	7	1/2 1)	9	1/2 1)	1	7	1/2	1	
1)	8)	8)		9)		1)	8)	1)	1)	

(منبع: نگارندگان)

وزن نهایی معیارها در جدول ۸ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در روش دفن زباله به ترتیب سه مخاطره انتشار بوی نامناسب با ضریب ۰.۲۳۱۰۹، هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، کنترل کننده ها و جمع کننده های گازهای سمی با ضریب ۰.۱۹۸۴۵ و نهایتاً آلودگی هوا (انتشار گازها) با ضریب ۰.۰۸۹۱۴۳ بزرگترین ضریب و لذا بیشترین مخاطره را ایجاد مینمایند.

جدول ۸. وزن نهایی معیارها در روش دفن زباله (منبع: نگارندگان)

وزن	معیار
0.068612	آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)
0.070876	فرسایش پذیری خاک
0.055577	آلودگی خاک
0.089143	آلودگی هوا (انتشار گازها)
0.079145	مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه

0.073249	تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین
0.048663	انتشار انواع بیماری‌ها
0.23109	انتشار بوی نامناسب
0.085197	نزدیکی به مناطق شهری و روستایی
0.19845	هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، کنترل کننده‌ها و جمع کننده‌های گازهای سمی

لذا با توجه به جدول شماره ۸ می‌توانیم به ترتیب اولویت‌بندی مخاطرات در روش دفن زباله را به شرح زیر بیان نماییم:

انتشار بوی نامناسب

هزینه تامین تجهیزات مورد نیاز عملیات دفن، کنترل کننده‌ها و جمع کننده‌های گازهای سمی

آلودگی هوا (انتشار گازها)

نزدیکی به مناطق شهری و روستایی

مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه

تغییر کاربری اراضی و سیمای سرزمین

فرسایش پذیری خاک

آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی)

آلودگی خاک

انتشار انواع بیماری‌ها

بطور مشابه برای گروه دوم نیز جهت شناسایی ریسک‌های نیروگاه زباله سوز کهریزک و ارزیابی آنها نیز از روش دلفی فازی و AHP فازی استفاده شده است. در این مرحله نیز ابتدا زیرمعیارها مشخص و کد گذاری گردید که طی جدول شماره ۹ نشان داده شده است..

جدول ۹. کدگذاری ریسک‌های اصلی و زیر معیارهای آن در روش زباله سوزی (منبع: نگارندگان)

کد	ریسک‌ها	انواع ریسک‌ها
A1	آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها	ریسک‌های محیط‌زیستی
A2	احتراق ناقص زباله‌سوزها	
A3	آلودگی آب‌های زیرزمینی (نزدیکی به چاه، قنات، ...)	
A4	آلودگی آب‌های سطحی (نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به دریاچه، چشمه، رود)	
A5	آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز	
A6	تراوش شیرابه خاکستر زباله‌سوز	

A7	تخریب لایه ازن (اکسیداسیون فتوشیمیایی)	
A8	نزدیکی به مناطق حفاظت شده	
A9	تخریب پوشش گیاهی اطراف نیروگاه	
A10	کاهش تنوع زیستی گیاهان و تغییر ترکیب گونه‌های بومی	
A11	تخریب زیستگاه‌های منطقه	
A12	مهاجرت حیوانات و کاهش حیوانات و پرندگان منطقه	
A13	تغییر سیمای سرزمین منطقه و آلودگی بصری	
A14	آلودگی صوتی تجهیزات نیروگاه	
B1	خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد	ریسک‌های محیطی
B2	خطر وقوع آتش‌سوزی	
B3	خطر وقوع رانش زمین	
B4	خطر وقوع زمین‌لرزه	
B5	خطر وقوع سیلاب	
B6	خطر وقوع طوفان	
B7	خطر وقوع انفجار	
C1	انتشار انواع بیماری‌های جدی و سرطانی در بین پرسنل	ریسک‌های بهداشتی-عمومی
C2	سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها	
C3	اثرات طولانی مدت بر سلامت عمومی افراد	
C4	تجمع باکتری‌ها و حشرات مضر	
C5	مسمومیت محصولات کشاورزی و غذایی	
C6	انتشار بوی نامناسب و دود	
D1	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به جاده‌های اصلی	ریسک‌های اقتصادی-اجتماعی
D2	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به جاده‌های فرعی	
D3	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به تاسیسات زیرساختی	
D4	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری	
D5	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق روستایی	
D6	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق صنعتی	
D7	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به فرودگاه	
D8	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مراکز گردشگری- تفریحی	

D9	هزینه بسیار بالای نگهداری تجهیزات نیروگاه زباله‌سوز	
D10	کاهش قیمت زمین‌ها و املاک منطقه	
D11	از بین رفتن آثار بناها و تاریخی در اثر بارندگی‌های اسیدی	
D12	هزینه بالای تامین نیروی متخصص مورد نیاز	
D13	هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های هوا	
D14	هزینه احداث طرح دفع فاضلاب نیروگاه	
D15	هزینه بالای نصب و نگهداری زباله‌سوزهای نیروگاه	
D16	هزینه سوخت موردنیاز زباله‌سوزها	
D17	هزینه بالای هضم غیرآلی در این روش	
E1	پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره برداری نیروگاه	ریسک‌های فنی و ایمنی
E2	پتانسیل عدم رعایت الزامات و قوانین کار با زباله‌سوزها توسط پرسنل	
E3	پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا	
E4	پتانسیل عدم نظارت بر فرایند احتراق کامل	

در ادامه کار نظر خبره گان در مورد زیر معیارهای مطرح شده با مقیاس لیکرت پنج درجه ای جمع آوری شده و نهایتاً تبدیل عبارت های زبانی به حالت فازی پیشنهادی حبابی و همکاران (۱۳۹۳)، حالت فازی پاسخها بدست آمد. بعد از میانگیری فازی نظرات خبرگان تجمیع گردید که نتایج آن در زیر نشان داده شده است.

جدول ۱۰. میانگیری فازی پاسخ‌های خبرگان

کد	بازه بالا	بازه وسط	بازه پایین
A1	0.6875	0.4625	0.2875
A2	0.6375	0.45	0.275
A3	0.5875	0.375	0.225
A4	0.425	0.175	0.0375
A5	0.7375	0.5375	0.325
A6	0.25	0	0
A7	0.8	0.625	0.4
A8	0.6875	0.4625	0.2875
A9	0.6375	0.45	0.275
A11	0.5875	0.375	0.225
A12	0.7375	0.5375	0.325
A13	0.6375	0.45	0.275
A14	0.5875	0.375	0.225
B1	0.425	0.175	0.0375
B2	0.6875	0.475	0.3
B3	0.7	0.4875	0.2875

0.275	0.45	0.6375	B4
0.225	0.375	0.5875	B5
0.0375	0.175	0.425	B6
0.3	0.475	0.6875	B7
0.3875	0.6	0.8	C1
0.175	0.325	0.5625	C2
0.225	0.425	0.6375	C3
0.0375	0.1125	0.3625	C4
0.3	0.5	0.7	C5
0.35	0.575	0.775	C6
0.35	0.575	0.775	D1
0.05	0.125	0.375	D2
0.2625	0.475	0.7125	D3
0.2625	0.45	0.675	D4
0.3	0.4875	0.675	D5
0.325	0.5375	0.7375	D6
0	0	0.25	D7
0.4	0.625	0.8	D8
0.2875	0.4625	0.6875	D9
0.275	0.45	0.6375	D10
0.225	0.375	0.5875	D11
0.0375	0.175	0.425	D12
0.3	0.475	0.6875	D13
0.2875	0.4875	0.7	D14
0.3875	0.6	0.8	D15
0	0	0.25	D16
0.4	0.625	0.8	D17
0.2875	0.4625	0.6875	E1
0.275	0.45	0.6375	E2
0.225	0.375	0.5875	E3
0.0375	0.175	0.425	E4

(منبع: نگارندگان)

با متوسط گیری از ۳ بازه مثلثی فازی، نتایج آن در جدول ۱۱ آورده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده میشود در اینجا نیز تنها میانگین ۱۰ معیار است که بالاتر از ۰/۷ بوده که به عنوان معیار های اصلی و مهم انتخاب و بقیه معیارها حذف خواهند شد.

جدول ۱۱. مقادیر فازی زدایی زیر معیارها در روش زباله سوزی

میانگین	کد	میانگین	کد	میانگین	کد	میانگین	کد	میانگین	کد
0.77917	E1	0.6766	D1	0.6385	C1	0.7531	B1	0.77917	A1
0.6713	E2	0.48333	D2	0.7714	C2	0.6835	B2	0.65341	A2
0.7385	E3	0.6333	D3	0.6719	C3	0.6761	B3	0.69583	A3

0.5125	E4	0.7625	D4	0.47083	C4	0.6714	B4	0.5125	A4
		0.6578	D5	0.6000	C5	0.6958	B5	0.83333	A5
		0.6333	D6	0.6766	C6	0.5125	B6	0.83337	A6
		0.38333	D7			0.6578	B7	0.06871	A7
		0.6338	D8					0.06719	A8
		0.6719	D9					0.67131	A9
		0.6414	D10					0.563248	A10
		0.69583	D11					0.73859	A11
		0.5125	D12					0.63321	A12
		0.7875	D13					0.67145	A13
		0.6761	D14					0.69583	A14
		0.6385	D15						
		0.38333	D16						
		0.6338	D17						

(منبع: نگارندگان)

در این مرحله نیز تعداد ده معیار نهایی که بعد از غربالگری بدست آمدند به شرح زیر مشخص میشوند:

- ۱- آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسید، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها
- ۲- آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز
- ۳- تراوش شیرابه خاکستر زباله‌سوز
- ۴- تخریب زیستگاه‌های منطقه
- ۵- خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد
- ۶- سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها
- ۷- نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری
- ۸- هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های هوا
- ۹- پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره‌برداری نیروگاه
- ۱۰- پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا

در اینجا نیز براساس روش AHP فازی اولویت‌بندی زیر معیار انجام خواهد شد. بعد از انجام مقایسات زوجی معیارهای مشخص شده و فازی سازی آنها، وزن نهایی حاصله برای معیارها طبق جدول ۱۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نرخ سازگاری محاسبه شده در این مرحله نیز کوچکتر از ۰/۱ بوده است.

جدول ۱۲. وزن نهایی معیارها (منبع: نگارندگان)

وزن	معیار
0.4123	آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها
0.0571	آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز
0.0453	تراوش شیرابه خاکستر زباله‌سوز
0.1064	تخریب زیستگاه‌های منطقه
0.0470	خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد
0.0943	سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها
0.0589	نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری
0.0927	هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های هوا
0.0481	پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره‌برداری نیروگاه
0.0379	پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا

(منبع: نگارندگان)

لذا با توجه به جدول شماره ۱۲ میتوانیم به ترتیب اولویت‌بندی ریسک‌ها در روش زباله‌سوزی را به شرح زیر بیان نماییم:

آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله‌سوزها
تخریب زیستگاه‌های منطقه

سمیت بسیار بالای خاکستر زباله‌سوزها

هزینه بالای تجهیزات جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های هوا

خطر جابجایی ذرات معلق و آلاینده‌ها با باد

نزدیکی نیروگاه زباله‌سوز به مناطق شهری

پتانسیل عدم رعایت الزامات طراحی و بهره‌برداری نیروگاه

آلودگی خاک‌های اطراف نیروگاه زباله‌سوز

تراوش شیرابه خاکستر زباله‌سوز

پتانسیل عدم رعایت ضوابط ویژه کنترل آلودگی هوا

نتیجه‌گیری و دست‌آورد علمی پژوهشی

تحقیق حاضر جهت تعیین ریسک خطرات ناشی از دو روش دفن بهداشتی زباله و روش زباله‌سوز در مجتمع آرادکوه کهریزک و نهایتاً رتبه‌بندی آنها به روش سلسله‌مراتبی فازی اجرا گردید. در روش تحلیل سلسله‌مراتبی

ابتدا بایستی از نسبت سازگاری مقایسات زوجی اطمینان حاصل نمود. در این مطالعه میزان ناسازگاری مقایسات موجود کمتر از یکدهم به دست آمد. در نتیجه سازگاری پاسخها مورد تأیید بوده و لذا میتوان به ضرایب اختصاص داده شده برای معیارهای مورد مطالعه این پژوهش، اطمینان نمود.

نتایج حاصل از روش منطق فازی در روش دفن زباله نشان داد که به ترتیب: آلودگی آب های زیر زمینی و انتشار بوی نامناسب بالاترین مخاطره را داشته و لازم که به شکل مناسبی با آن مقابله شود. بطور مشابه در روش زباله سوز نیز آلودگی هوا با انتشار گازهای سمی، ترکیبات دی اکسین، ترکیبات آلی و فلزات سنگین از زباله سوزها و نهایتاً هزینه بالای تجهیزات جمع آوری و کنترل آلاینده ها به عنوان بالاترین مخاطرات رتبه بندی شده اند. لذا میتوان بیان نمود که نتایج حاصل از دو روش مورد استفاده در پژوهش حاضر، به نوعی با هم ارتباط داشته و بر هم منطبق بوده و به نوعی مؤید هم میباشند. دلیل این امر را میتوان از یک نظر به دقت و توافق در اظهار نظر خبرگان و کارشناسان در انجام مقایسات زوجی و فازی دانست. از اینرو به منظور کاهش این مخاطرات پیشنهاداتی به شرح زیر ارائه می شود: انتقال به مکان مناسب تر: از آنجا که این استراتژی پرهزینه، وقت گیر است و نیاز به نصب امکانات در محل دفن زباله جدید دارد، لذا این حرکت می تواند یک راه حل بلند مدت و طولانی مدت باشد که قطعاً نیاز به وضع قوانین جدیدتر خواهد داشت.

افزایش تفکیک زباله قبل از جمع آوری: افزایش تفکیک زباله قبل از جمع آوری باعث بهبود کارایی کمپوست و سوزاندن زباله می شود. مناسب ترین روش اقتصادی و اکولوژیکی برای مدیریت بهتر زباله در دو استان ایران، بازیافت و تفکیک زباله قبل از جمع آوری است.

تجهیز واحد کمپوست: واحد کمپوست کهریزک به دلیل عملکرد نامناسب، بوی بدی از آن خارج شده است. تجهیز این واحد به کاهش این بوی نامطبوع کمک می کند.

۴- پاشیدن آب در منطقه عملیاتی برای کاهش ذرات گرد و غبار: تردد کامیون های زباله باعث ایجاد گرد و غبار در مسیرها و پخش خاکستر از زباله سوز می شود. با پاشیدن آب در منطقه می توان از بالا آمدن دوباره گرد و غبار جلوگیری کرد.

۵- تسهیلات اتوماتیک برای جداسازی در مقصد: استفاده از ماشین آلات اتوماتیک جداسازی در مقصد، می تواند زباله های ورودی را به محل دفن نهایی کاهش دهد.

۶. استفاده از گونه های گیاهی مناسب در محل دفن زباله برای کاهش گرد و غبار و از بین بردن بصری استفاده از گیاهان در سایر محل های دفن زباله به طور قابل توجهی در کاهش آلودگی موثر بوده است.

۷. توسعه دستگاه تصفیه شیرابه: از آنجا که شیرابه محل دفن زباله دارای بار آلودگی قابل توجهی است، تجهیز محل دفن زباله به دستگاه تصفیه با ظرفیت تصفیه شیرابه شیمیایی و بیولوژیکی می تواند این بار آلودگی را در منبع کاهش دهد.

- ۸- استفاده از فیلترهای مناسب برای زباله سوز: عدم استفاده از فیلترها به دلیل مسائلی مانند تحریم‌های اقتصادی و گرانی می‌تواند باعث آزاد شدن گاز و گرد و غبار سمی در منطقه شود.
۹. کاشت گیاهان مناسب برای محل دفن زباله: کاشت گیاهان در فضای باز نه تنها از نظر زیبایی منطقه را بهبود می‌بخشد و محل دفن زباله را از مناطق اطراف جدا می‌کند، بلکه می‌تواند به افزایش ظرفیت تصفیه توسط گیاهان مناسب باعث کاهش بار آلودگی شود.

منابع

- برزگری، قدرت؛ اسماعیلی، علیرضا؛ اصغری کلجاهی، ابراهیم (۱۳۹۹)، مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از روشهای تحلیل سلسله مراتبی و ماتریس لئوپولد (مطالعه موردی: شهر ملکان)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲۲، شماره ۱۲، شماره پیاپی ۱۰۳، صص ۲۷-۳۷.
- توکلی، مرتضی، فاضل نیا، غریب و گنجعلی، علی اکبر (۱۳۸۸). کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در تعیین الیوت بخش‌های اقتصادی. مطالعه موردی شهرستان نیشابور. فصلنامه روستا و توسعه. سال ۱۲. شماره ۴. صص ۷۷-۹۸.
- خسروی مقدم، علی، شایان نیا، سید احمد، موحدی، محمد مهدی و عزیزی، خسرو (۱۴۰۰). ارائه الگوی هوشمند برای مدیریت پسماند شهری. فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای. سال دوازدهم، شماره ۱. صص ۱۹-۳۰.
- جهانبانی، ز، سرشکی، ف، عطایی، م، و فنبری، ک، ۱۳۹۵. ارزیابی ریسک خطر آتش‌سوزی باز به روش تحلیل درخت خطای فازی. دوماهنامه سلامت کار ایران. دوره ۱۴. شماره ۳. مرداد و شهریور ۱۳۹۶: ۵۷-۶۶.
- حبیبی، آرش؛ ایزدیار، صدیقه و سرافرازی، اعظم (۱۳۹۳). تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، رشت، کتیبه گیل.
- دانش پور، حمیدرضا، سعیدی رضوانی، نوید و برزگر، محمد رضا (۱۳۹۷). تحلیل نقش شاخص دسترسی در ارتقای شاخص شکوفایی شهری با استفاده از تکنیک FAHP. فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای. سال نهم، شماره ۱. صص ۵۴۰-۵۲۳.
- دهقانی، محسن، جوادی زاده فر فرهاد (۱۳۹۹). مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و تحلیل سلسله مراتبی AHP در شهر سیریک هرمزگان. فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای. سال یازدهم، شماره ۱. صص ۲۴۷-۲۵۷.
- صمدی خادم، ر.، فتائی، ا.، جوهرچی، پ.، رضانی، م.ا. (۱۳۹۹). مکان‌یابی محل دفن بهداشتی و زیست محیطی مواد زائد خطرناک: مطالعه موردی استان قزوین. مجله سلامت و بهداشت، سال یازدهم، شماره سوم، ویژه نامه تابستان.

مقیم‌کنندلوسی، علی؛ محبی تفرشی، امین؛ محبی تفرشی، غزاله (۱۳۹۷)، مکان‌یابی مناطق مستعد دفن بهداشتی پسماندهای شهری با استفاده از روش TOPSIS (مطالعه موردی: شهرستان لنگرود)، پژوهش در بهداشت محیط، دوره ۴، شماره ۲، صص ۱۱۲-۱۲۸.

مصطفوی، ف؛ توکلی، م؛ پورخجاز، ح؛ آرمند، ن. ۱۳۹۴. ارزیابی زیست‌محیطی مکان دفن زباله شهر بهبهان با روش FMEA، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.

Atabi, Farideh; Ehyaei, Mehdi Ali; Ahmadi, Mohammad Hossein (2014), Emission Rate in Kahrizak Landfill Site with Land GEM Mathematical Model, World Sustainability Forum 2014 – Conference Proceedings Paper.

Byun, B., et al. (2019). "Stability of bioreactor landfills with leachate injection configuration and landfill material condition." *Computers and Geotechnics* 108: 234-243.

Cheng, K. Y., et al. (2019). "A new method for ranking potential hazards and risks from wastes." *Journal of Hazardous Materials* 365: 778-788.

Foufou, S. Djorfi, N. Haied, R. Kechiched, M. Azlaoui, A. Hania. (2017). Water pollution diagnosis and risk assessment of Wadi Zied plain aquifer caused by the leachates of Annaba landfill (N-E Algeria). <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.123>.

Sefouhi, L. M. Kalla, L. Bahmed, and L. Aouragh. (2013). The Risk Assessment for the Healthcare Waste in the Hospital of Batna City, Algeria. *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 4, No. 4, August (2013). DOI: 10.7763/IJESD.2013.V4.390.

Lim, J.-H., et al. (2018). "Characterization of odorous gases at landfill site and in surrounding areas." *Journal of Environmental Management* 206: 291-303.

Liu, H., Jian, X., Youa, X., Jun F., Yi-Zeng Ch. (2014). Site selection in waste management by the VIKOR method using linguistic assessment, *Applied Soft Computing*.

Tehran Waste Management Organization (TWMO). (2017). Available online: <http://pasmand.tehran.ir/Default.aspx?tabid=318> (accessed on 11 Feb/ruary. 2019).