



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و ششم، زمستان ۱۳۹۹

صص ۲۲۱-۲۳۸

doi : <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2020.66984.0>

مقاله پژوهشی

شناسایی مخاطرات آلاینده‌های مکان دفن پسماند مبتنی بر مدل RASCL

(مطالعه موردی: شهر تنکابن)

المیرا عبدالمهدی - کارشناسی ارشد آلودگی‌های محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی تنکابن، تنکابن، ایران.

مهدی محمد علیخانی^۱ - دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات

تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۲ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۴/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۸/۸

چکیده

در دهه‌های اخیر با پیشرفت فناوری و مدیریت جامع مواد زائد جامد شهری، از روش‌هایی مانند بازیافت، تیمار بیولوژیکی، تیمار حرارتی و دفن بهداشتی استفاده شده است. روش دفن بهداشتی به‌عنوان یکی از راهبردهای مطرح در سلسله‌مراتب مدیریت جامع پسماند به شمار می‌آید و نسبت به سایر روش‌های دفع، رایج‌تر و کم‌هزینه‌تر است. هدف از این پژوهش شناسایی معضلات و ریسک‌های زیست‌محیطی مکان دفن پسماند شهر تنکابن به روش RASCL است. این روش به‌منظور ارزیابی ریسک ناشی از محل‌های دفن زباله نه‌چندان بزرگ، استفاده می‌شود و توسط آن به تعیین میزان ریسک آلودگی آب‌های زیرزمینی و تجمع گاز و عواملی پرداخته شده است که تأثیر بیشتری در آلودگی این دو عامل دارند. با توجه به تحلیل RASCL و AHP معیار سیستم جمع‌کننده شیرابه دارای بیشترین تأثیر بر روی ریسک آلودگی آب‌های زیرزمینی است. در زمینه ریسک تجمع گاز، معیار نوع پسماند و نوع گاز تولید شده دارای بیشترین وزن و در نتیجه بیشترین تأثیر بر روی ازدیاد ریسک تجمع گاز است. ریسک محاسبه شده برای آلودگی آب‌های زیرزمینی در حد متوسط و ریسک حاصل از تجمع گاز در مکان دفن پسماند در حد کم قرار دارد. از آنجایی که عمق سفره آب زیرزمینی در این مکان بیش از ۲۲ متر و فاصله آن تا مصرف‌کننده بیش از دو کیلومتر است، به دلیل وجود چشمه در نزدیکی محل دفن زباله، ریسک آلودگی آب زیرزمینی در این منطقه بالا است.

کلیدواژه‌ها: محیط‌زیست، مکان دفن پسماند، RASCL، AHP، تنکابن.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر اصل پایداری محیط‌زیست به‌عنوان مهم‌ترین اصل حیات و به‌عنوان یک محور اصلی و اساسی در راهبردهای علمی و منطقی جهت حفظ محیط‌زیست کره زمین توسط جوامع مختلف بشری پذیرفته شده است. کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطی و حفاظت از منابع آب، خاک و پوشش گیاهی از آلودگی یکی از بهترین راه‌های دستیابی به این هدف است که این امر بدون شناخت منبع، دامنه و تأثیرات آلودگی امکان‌پذیر نیست. با آغاز زندگی اجتماعی، بشر همواره درگیر با مشکلات متناسب این نوع زندگی بوده است. نیاز به وجود قوانین و مقررات اجتماعی و التزام به آن، تأمین نیازهای اولیه و ثانویه نظیر آب، مسکن، غذا، کار و تفریحات از این جمله است. به‌موازات آن معضلاتی نظیر تولید فاضلاب و زباله‌ها، ایجاد آلودگی هوا، خاک، آب و ... از جمله مواردی است که انسان همواره با آن مواجه بوده است. امروزه به علت افزایش روزافزون جمعیت شهری، افزایش مصرف مواد و به‌تبع آن تولید پسماند از مناسبات زندگی پیشرفته و ماشینی، دفع و نابودسازی مواد زائد به‌صورت یکی از دغدغه‌های اساسی مدیریت محیط‌زیست تبدیل شده است (راماناتان، ۲۰۰۶). افزایش روزمره تولید مواد زائد شهری یکی از مهم‌ترین عوامل تهدید کننده سلامت محیط‌زیست جهانی است. شهرهای کشور با مشکل زباله و آثار زیان‌بار زیست‌محیطی آن دست به گریبان‌اند و متأسفانه تنها راه‌حل مدنظر مسئولان نیز یافتن مکانی دور از چشم جهت دپوی زباله در آن بوده است. در این میان استان‌های شمالی کشور رتبه بالایی را در تولید زباله داشته و از این میان سهم استان مازندران در تولید زباله به دلیل گردشگر پذیر بودن، به شش درصد از مجموعه کل زباله در کشور رسیده است، حجم بالای تولید زباله در این استان با توجه به محدود بودن اراضی، وجود اکوسیستم غنی گیاهی و جانوری، سطح بالای آب‌های زیرزمینی و وجود جنگل و دریا و رودهای فراوان و همچنین نبود سازوکار لازم به جهت دفع صحیح آن، موضوع زباله را به بحرانی ملی بدل کرده است. توجه به آلودگی‌های محیط و مقابله با آن از طریق برنامه‌های مختلف زیست‌محیطی از جمله مدیریت مواد زائد جامد، اکنون به‌صورت گسترده‌ای در بهداشت و اقتصاد جهان مطرح است. استفاده از ۴۸۰۰۰ ماده شیمیایی در زندگی روزمره که تاکنون تنها خاصیت سرطان‌زایی ۵۰۰ نوع آن به اثبات رسیده نوعی تهدید جدی برای محیط‌زیست و سلامت انسان به شمار می‌رود. یک مطالعه محلی توسط سازمان بهداشت جهانی^۲ (WHO) مؤید این نکته است که عدم توجه به جمع‌آوری و دفع صحیح مواد زائد می‌تواند ۳۲ مشکل زیست‌محیطی را که مقابله با آن‌ها به‌سادگی امکان‌پذیر نیست، به وجود آورد (حیدریان و همکاران ۱۳۸۵). در کشور ما با وجود سال‌ها رکود، طی دو دهه اخیر فعالیت‌های زیادی در زمینه دفع زباله انجام گرفته است. در این میان دفن مواد زائد، مسئله جمع‌آوری و دفع بهداشتی شیرابه در این محل‌ها، همواره از جمله مهم‌ترین مسائلی بوده که علی‌رغم اهمیت زیاد آن (به دلیل خصوصیات ویژه از جمله: بالا بودن محتوای آلی، وجود ترکیبات شیمیایی مختلف، فلزات سنگین، انواع مواد سمی و

1 Ramanathan.

2 World Health Organization

سخت تجزیه‌پذیر) کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این موضوع در کشورهای پیشرفته سبب تخریب محیط‌زیست و آلودگی در وسعت زیاد آب‌های سطحی و زیر زمینی، خاک‌ها و پوشش گیاهی و صرف هزینه‌های گزاف به‌منظور رفع آلودگی شده است.

عدم توجه به مسائل زیست‌محیطی در بسیاری از شهرهای کشور به‌عنوان یک دشمن پنهان، محیط‌زیست محل دفن را تهدید می‌نماید؛ اما آنچه جمع‌آوری و دفع زباله را به کار ضروری و اجتناب‌ناپذیر مبدل کرده رعایت بهداشت است. چگونگی دفع پسماندهای تولید شده همواره یکی از معضلات جامعه بشری بوده است. ساده‌ترین و عملی‌ترین روشی که برای رفع این مشکل در ابتدا صورت گرفته است، پراکنده کردن و تلبار نمودن پسماندها در زمین بایر خارج از محدوده شهرها یا سوزاندن آن به‌منظور جلوگیری از آلودگی بوده است. مدت‌ها این روش بدون توجه به اثرات ناسازگار آن، به‌عنوان عملی‌ترین روش در نقاط مختلف جهان متداول بوده است. در حال حاضر نیز در کشورهای توسعه نیافته این روش همچنان رایج است؛ بنابراین همواره خطرات محل دفن محیط فیزیکی - شیمیایی، محیط بیولوژیک و محیط انسانی پیرامون این محل را تهدید می‌کند (منوری و همکاران، ۱۳۸۵). با توجه به گسترش روزافزون جمعیت شهری و به طبع افزایش مصرف و همچنین افزایش پسماند از جمله پسماندهای خانگی، صنعتی و غیره فعالیت‌های چشمگیری جهت حل معضل پسماند انجام گرفته است (قلندریان و همکاران، ۱۳۸۹). یکی از مسائل مهم در مدیریت بهینه مواد زائد، انتخاب مکان مناسب برای جمع‌آوری و دفن آن است. به‌منظور انتخاب یک مکان مناسب برای دفن زباله باید تمامی عوامل متأثر از احداث محل دفن در منطقه را به‌طور کامل بشناسیم تا بتوانیم مکان‌هایی را انتخاب کنیم که کم‌ترین آثار سوء زیست‌محیطی را برای انسان و سایر موجودات زنده به همراه داشته باشد. در حقیقت، محل مورد نظر باید در جایی باشد که باعث آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیر زمینی نگردد، زمین کافی و نسبتاً مسطح با خاک غیر قابل استفاده موجود باشد، تأثیر منفی بر چشم‌انداز و اکولوژی منطقه نداشته باشد. وزش باد، بو و آلودگی آن را به فضای شهر انتقال ندهد، قابلیت دسترسی، پایین بودن ارزش زمین، عدم تجاوز به حریم شهرهای دیگر نیز از جمله عواملی هستند که در انتخاب این نوع مکان‌ها نقش دارند (پاداش، ۱۳۸۹). خطرات اصلی با توجه به کوچک و بسته بودن محل‌های دفن زباله شامل آلودگی آب‌های زیر زمینی، آلودگی آب‌های سطحی، گاز (گاز لندفیل‌ها و یا گازهای سمی)، مواجهه با سطح (مصرف و یا آسیب جسمانی به‌واسطه اجسام بررنده) می‌باشد. ریسک هر خطر، تابعی از منبع آلاینده، محدوده نگه داری، مسیر حمل و نقل و گیرنده است. ماتریس‌ها برای کمک به مقادیر وزن دهی برای تجزیه و تحلیل هر یک از اجزای ریسک به‌طور خاص برای محل‌های دفن زباله کوچک و بسته توسعه یافته‌اند. این بدان معنی است که برای هر محل دفن زباله کوچک و بسته، با توجه به هر خطر ریسک را می‌توان بررسی و رتبه بالا، متوسط یا پایین داد. یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی مکان دفن پسماند روش RASCL می‌باشد. در این روش بر اساس شاخص‌های از پیش

تعیین شده میزان ریسک آلودگی آب زیرزمینی و تجمع گاز در محل دفع پسماند بررسی خواهد شد. این شاخص‌ها شامل، وسعت محل دفن، میزان حرکت شیرابه، میزان سمیت مواد زائد جامد، سیستم جمع‌کننده شیرابه، میزان نفوذپذیری آبخوان و کنترل رواناب، میزان بارش، فاصله تا مصرف‌کننده و عمق سفره آب و نوع استفاده از آب زیرزمینی است (لندی^۱ و همکاران، ۲۰۰۲).

این پژوهش درصدد است تا روشن سازد که وضعیت ریسک محیط زیستی مکان دفن پسماند در شهر تنکابن چگونه است. ابتدا، محل دفن پسماندهای شهر تنکابن به صورت میدانی مشخص خواهد شد. سپس، اطلاعات لازم جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی مکان دفن پسماند بر مبنای مدل RASCL جمع‌آوری شده و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Expert Choice استفاده خواهد شد. این تحقیق با هدف شناسایی مخاطرات آلاینده‌ها و بررسی پتانسیل‌های ریسک محل دفن تنکابن و اثرات احتمالی آن بر پارامترهای محیط زیست منطقه مبتنی بر مدل Risk Assessment for Small Closed (RASCL) Landfills انجام گرفت. اجزای ریسک مختص به محل‌های دفن زباله کوچک مطابق با استاندارد نیوزیلند برای ارزیابی ریسک شناسایی شده است و مبتنی بر روش ارزیابی در سیستم غربالگری ریسک (RSS) برای وزارت محیط زیست توسعه یافته است RASCL با مقایسه نتایج ارزیابی در برابر داده‌های اختصاصی از ۱۲ مکان دفن زباله موجود، اطلاعات ویژگی‌های زیست محیطی، بهره‌برداری از سایت و گفتگو با کارکنان شورای شهر آزمایش شده است. با توجه به ماهیت پژوهش، روش به کارگرفته شده پیمایشی (زمینه‌یابی) است. در این نوع پژوهش نمونه‌ای منتخب از جامعه مطالعه می‌شود و نیاز به مطالعه نمونه به این دلیل است که مطالعه کل جامعه دشوار است و می‌تواند تصویر دقیقی از جامعه آماری مورد مطالعه به دست دهد.

۱-۲- پیشینه پژوهش

در سطح ملی و فراملی همواره تحقیقات متعددی برای دفن زباله صورت گرفته است.

نتیجه	پژوهش مورد بررسی	سال	محققین
نتایج حاصل از استفاده این سیستم در مکان‌های مختلف مؤثر بودن آن را در فرآیند مکان‌یابی نشان داد	استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و آنالیز همپوشانی به کمک سامانه اطلاعات انتخاب جغرافیایی به انتخاب یک محل دفن مواد زائد جامد جدید	۲۰۰۲	بارلاز ^۲
نتایج حاصل از استفاده این سیستم در مکان‌های مختلف مؤثر بودن آن را در	استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و آنالیز همپوشانی به کمک سامانه اطلاعات	۲۰۱۰	سنر ^۳

1 Lendi

2 Barlaz

3 Sener

نتیجه	پژوهش مورد بررسی	سال	محققین
فرآیند مکان - یابی نشان داد	انتخاب جغرافیایی به انتخاب یک محل دفن مواد زائد جامد جدید		
نتایج نشان داد که روش تحلیل سلسله مراتبی با توجه به خصوصیات ویژه آن می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای با اهداف مکان‌یابی کاربرد مطلوبی داشته باشد	مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری با استفاده از روش (AHP) (مطالعه موردی: شهر بهشهر)	۱۳۹۰	علی‌اکبری و همکاران
نتایج حاصل از استفاده این سیستم، مؤثر بودن آن را در فرآیند مکان‌یابی نشان داد	مکان‌یابی دفع پسماندهای جامد شهری با استفاده از فن‌آوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی - تحلیل سلسله مراتبی - Fuzzy AHP (مطالعه موردی: رامهرمز)	۱۳۹۲	چیت‌سازان و همکاران

با توجه به تحقیقات صورت گرفته، مشخص می‌شود مکان‌یابی دفن زباله در تمام مناطقی که انسان در آن سکونت داشته دارای اهمیت بسیاری بوده است. زیرا اگر مکان‌یابی به صورت صحیح صورت گیرد، خیلی از مشکلات ناشی از مکان‌یابی بد دفن زباله کاسته می‌شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

شهرستان تنکابن یکی از شهرهای توریستی استان مازندران است که بین مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه و ۵۵ ثانیه الی ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۴ دقیقه و ۱۵ ثانیه الی ۵۱ درجه و ۵۰ ثانیه طول شرقی، به شکلی دوزنقه‌ای در امتداد خط ساحلی دریای خزر واقع شده است. جمعیت این شهر حدود ۳۳۶۵۰ نفر می‌باشد (مشایخی، ۱۳۸۰). محدوده حوزه طبیعی شهر تنکابن از شمال به دریای خزر، از جنوب به ارتفاعات پرشیب پوشیده از جنگل که جزئی از سیستم البرز هستند، از غرب به رودخانه چالکروود و از شرق به رودخانه آزارود منتهی می‌شود. از نظر تقسیمات سیاسی این محدوده قسمت‌های شمالی دهستان‌های گلیجان و بلده از بخش مرکزی و قسمتی از غرب دهستان نشتارود (بخش عباس‌آباد) را دربرمی‌گیرد و شهرهای تنکابن و خرم‌آباد در بخش‌های میانی آن واقع شده است. حوزه طبیعی شهر تنکابن بخشی از دشت تنکابن - رامسر محسوب می‌شود و مخروط‌افکنه و دلتای رودخانه‌های چشمه‌کیله و شیروود را دربرمی‌گیرد. در این حوزه علاوه بر دو نقطه شهری، بیش از یکصد سکونت‌گاه‌های روستایی اعم از روستا یا شهرک و نیز چندین نقطه فعالیتی استقرار دارند. حوزه طبیعی شهر تنکابن دارای همگنی محیطی قابل توجهی است. همچنین به لحاظ اقتصادی، اجتماعی و عملکردی دارای

همگنی خاصی بوده و تعاملات گسترده‌ای در آن مشاهده می‌شود. شهر تنکابن در فاصله ۲۴۶ کیلومتری از مرکز استان مازندران (ساری) و ۲۵۸ کیلومتری از شهر تهران قرار دارد. نزدیک‌ترین شهر به آن خرم‌آباد با ۴ کیلومتر فاصله می‌باشد و غربی‌ترین شهر استان (رامسر) نیز در فاصله ۲۵ کیلومتری آن قرار گرفته است. این شهر به شکل طولی در بستر جغرافیایی ناحیه شکل گرفته است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

۲-۲- روش تحقیق

در مطالعه حاضر با در نظر گرفتن عوامل تولید ریسک و ارزیابی مخاطرات محل دفن با استفاده از روش RASCL و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام می‌پذیرد. در این روش ابتدا ریسک‌های مقدماتی ناشی از پروژه بر روی عوامل زیست‌محیطی منطقه بررسی شده و سپس ریسک‌های ناشی از پروژه به‌طور تفصیلی بر روی عوامل زیست‌محیطی با محوریت آب‌های زیرزمینی و تجمع گاز ناشی از محل دفن مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این روش بر اساس اصول ارزیابی که در استاندارد نیوزلند برای ارزیابی ریسک تعریف شده است، عمل می‌گردد. وزن دهی به معیارها و اولویت‌بندی ریسک با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice انجام شده است. با توجه به بررسی پروژه‌های مشابه همچون گزارش ICZM گروه مهندسی مشاور آزما و گزارش‌های گروه مهندسی مشاور ری آب و علاوه بر آن جستجو در مقالات داخلی و خارجی و بازدید میدانی از منطقه، به شناسایی عوامل ریسک پرداخته شد و عوامل مشخص گردیدند.

۳- تجزیه و تحلیل

در این بخش بر اساس معیارهای تعیین شده در روش RASCL ریسک ناشی از محل دفن زباله تنکابن مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای محاسبه ریسک ناشی از آب زیرزمینی در این روش پارامترهایی در نظر گرفته می‌شود که با توجه به نمره دهی به این پارامترها و در نهایت محاسبه ریسک کل، می‌توان میزان خطر ایجاد شده از آب

زیرزمینی را بررسی و آن را در یکی از سه طبقه تعیین شده قرار داد. برای بررسی این پارامترها، آن‌ها را به چهار دسته منبع، نگهدارنده، مسیر عبور و پذیرنده تقسیم می‌کنند.

جدول ۱- میزان نفوذپذیری آبخوان

پوشش و کنترل رواناب ناشی از بارندگی	میزان نفوذپذیری آبخوان		
	نفوذناپذیر	نفوذپذیری متوسط	نفوذپذیری بالا
خوب	۰/۴	۰/۸	۰/۸
متوسط	۰/۴	۰/۶	۱
ضعیف	۰/۷	۰/۷	۱

پارامتر دیگر فاصله تا مصرف کننده و عمق سفره آب زیرزمینی در محل می‌باشد که در ارتباط با یکدیگر بررسی و نمره دهی می‌شوند. از آنجایی که اولین کانون جمعیتی در فاصله بیش از ۸ کیلومتری از محل دفن قرار دارد و عمق سفره آب زیر زمینی حداکثر ۲۲ متر می‌باشد، عدد ریسک مرتبط با آن ۰/۵ است.

جدول ۲- عمق سفره آب زیرزمینی در محل

عمق سفره آب	فاصله تا مصرف کننده		
	>۳۰۰ m	۱۰۰m	<۵۰ m
۰-۳ m	۰/۸	۰/۹	۱
۳-۱۰ m	۰/۶	۰/۹	۱
>۱۰ m	۰/۵	۰/۸	۰/۹

نوع استفاده از آب زیرزمینی

به دلیل وجود چشمه در نزدیکی محل و هدایت آن به رودخانه چشمه کیله خطر آلودگی آن بسیار زیاد بوده است؛ که این رودخانه به دریا هدایت می‌گردد. امتیاز مرتبط با آن ۰/۷ می‌باشد.

جدول ۳- امتیاز آب زیر زمینی

نوع استفاده	امتیاز
کم	۰/۲
آبیاری	۰/۷
آب ذخیره	۰/۷
اکولوژی	۰/۷
آشامیدنی	۱

ریسک کل

ریسک کل از حاصل ضرب این پارامترها در هم به دست می آید.

$$0/4 \times 1 \times 0/7 \times 1 \times 0/7 \times 0/9 \times 0/9 \times 0/7 = 0/11$$

پس ریسک آب زیرزمینی از نظر میزان در بازه ریسک متوسط قرار می گیرد.

جدول ۴- محاسبه ریسک آب زیرزمینی با استفاده از روش (RASCL)

0/4	وسعت محل دفن (A)
1	حرکت شیرابه (B)
0/7	سمیت مواد زائد جامد (C)
1	سیستم جمع کننده شیرابه (D)
0/7	میزان نفوذپذیری باران و کنترل روان آب (E)
0/9	بارش (F)
0/9	فاصله مصرف کننده و عمق آب زیرزمینی (G)
0/7	نوع استفاده از آب زیر زمینی (H)
0/111	ریسک کل

محاسبه ریسک تجمع گاز با استفاده از روش RASCL

(A) وسعت محل دفن که با پیش فرض 0/4 در نظر گرفته می شود.

(B) میزان حرکت یا جابجایی گاز با فرض جابجایی بالا و 1 محاسبه می گردد.

(C) با توجه به اینکه بیشترین حجم پسماند تولیدی از نوع زباله شهری و مواد فسادپذیر می باشد و از آنجایی که میزان خطر فیزیکی تولید شده از گاز حاصل از این نوع پسماند بیشتر از خطر مسمومیت آن می باشد؛ چراکه با توجه به ماهیت گازهای منتشره از محل های دفن زباله، مهم ترین بخش آلاینده های هوای تولیدی، به انتشار گازهای حاصل از تخمیر مواد آلی موجود در زباله و انتشار گازهای بدبو مانند NH_4 ، H_2S و CH_4 مربوط می شود، در نتیجه عدد ریسک مرتبط با آن 1 در نظر گرفته می شود.

(D) این مکان دارای سیستم جمع آوری شیرابه و گاز نیست. در نتیجه عدد ریسک مرتبط با آن 1 در نظر گرفته می شود.

(E) پارامتر دیگر نوع پوشش سطحی است که احتمال حرکت عرضی را تعیین می کند. استفاده از مواد با نفوذناپذیری بالا مانند رس، پتاسیل حرکت عرضی گاز را کاهش می دهد. در نتیجه با پیش بینی پوشش سطحی غیرقابل نفوذ بر روی مواد زائد، عدد ریسک آن 0/1 در نظر گرفته می شود.

جدول ۵- امتیاز نوع پوشش سطحی

پوشش	امتیاز
نفوذپذیر	۰/۴
متوسط	۰/۷
غیرقابل نفوذ	۰/۱

(F) میانگین سالیانه بارش منطقه ۱۱۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد، عدد ریسک آن ۰/۹ محاسبه می‌گردد.

جدول ۶- امتیاز بارش سالانه

بارش / سالانه	امتیاز
< ۷۰۰mm	۰/۸
۷۰۰-۲۰۰۰mm	۰/۹
> ۲۰۰mm	۱

(G) پارامتر بعدی بررسی میزان نفوذپذیری مواد بستر می‌باشد. با توجه به بافت رسی منطقه و میزان نفوذپذیری پایین و نیز عدم وجود سنگریزه در سطح و عمق خاک، عدد ریسک آن بر اساس میزان نفوذپذیری کمی که مواد بستر دارند ۰/۴ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۷- امتیاز نوع نفوذپذیری مواد بستر

نفوذپذیری	امتیاز
کم	۰/۴
متوسط	۰/۷
بالا	۱

(H) آخرین پارامتر نمره دهی بر اساس نزدیک‌ترین کاربری زمین‌های اطراف به محل دفن می‌باشد. با توجه به اینکه کاربری تفریحی نزدیک‌ترین کاربری به منطقه می‌باشد، عدد ریسک آن ۰/۲ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۸- امتیاز کاربری زمین

کاربری زمین	امتیاز
کشاورزی-پارک تفرج	۰/۲
مدارس	۰/۷
صنعتی-تجاری	۰/۷
کارمندان مسئول تعمیر	۰/۷
سکونتگاهی	۱

محاسبه ریسک کل

ریسک کل از حاصل ضرب پارامترها در یکدیگر به دست می‌آید.

$$0/4 \times 1 \times 1 \times 0/1 \times 0/9 \times 0/4 \times 0/2 = 0/002$$

بنابراین ریسک ناشی از تجمع گاز در محل دفن در بازه ریسک کم قرار می‌گیرد.

جدول ۹- محاسبه ریسک گاز با استفاده از روش (RASCL)

0/4	وسعت محل دفن (A)
1	میزان حرکت یا جابجایی گاز (B)
1	سمیت مواد زائد جامد (C)
1	سیستم جمع کننده گاز (D)
0/1	میزان نفوذپذیری باران و کنترل روان آب (E)
0/9	بارش (F)
0/4	نفوذپذیری بستر (G)
0/2	نزدیک‌ترین کاربری (H)
0/002	ریسک کل

تکنیک سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) چهارچوبی منطقی است که درک و تحلیل تصمیم‌گیری‌های پیچیده را با تجزیه آن به ساختاری سلسله‌مراتبی آسان می‌کند (شلبی^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). در این بخش با استفاده از روش AHP، پارامترهای مورد نظر در روش RASCL وزن دهی می‌شوند. در این تحقیق با استفاده از روش RASCL، ۸ زیر معیار برای هدف اصلی تعریف شده است که با وزن دهی به معیارهای مذکور، مهم‌ترین عوامل ریسک اولویت‌بندی می‌شوند. در گام اول ماتریس مقایسه زوجی را برای هر معیار به‌طور جداگانه تشکیل می‌دهیم. در روش AHP گزینه‌ها دو به دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند. این مقایسه‌ها از طریق پرسشنامه (نظر کارشناسان) یا فرد تصمیم‌گیرنده صورت می‌گیرد. با توجه به نتیجه مقایسه‌ها که می‌تواند شامل پاسخ‌های کاملاً مطلوب‌تر، مطلوبیت خیلی قوی، مطلوبیت قوی، کمی مطلوب‌تر یا یکسان باشد به ترتیب عددی بین ۱ تا ۹ انتساب داده شود. در این تحقیق ابتدا عوامل ریسک در جدول با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice به‌صورت زوجی مقایسه می‌شوند و سپس وزن دهی می‌گردند و میزان ناسازگاری آن‌ها مشخص و رفع می‌شود.

۴- نتایج

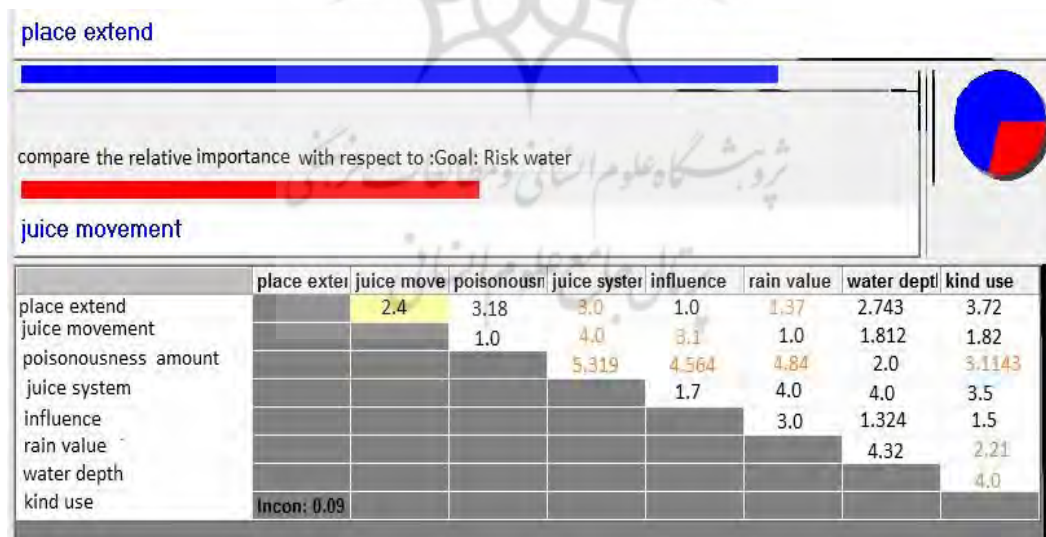
جدول ۱۰- مقایسه اهمیت عوامل نسبت به یکدیگر در منطقه جنگلی پرده‌سر

با توجه به ریسک آلودگی آب زیرزمینی

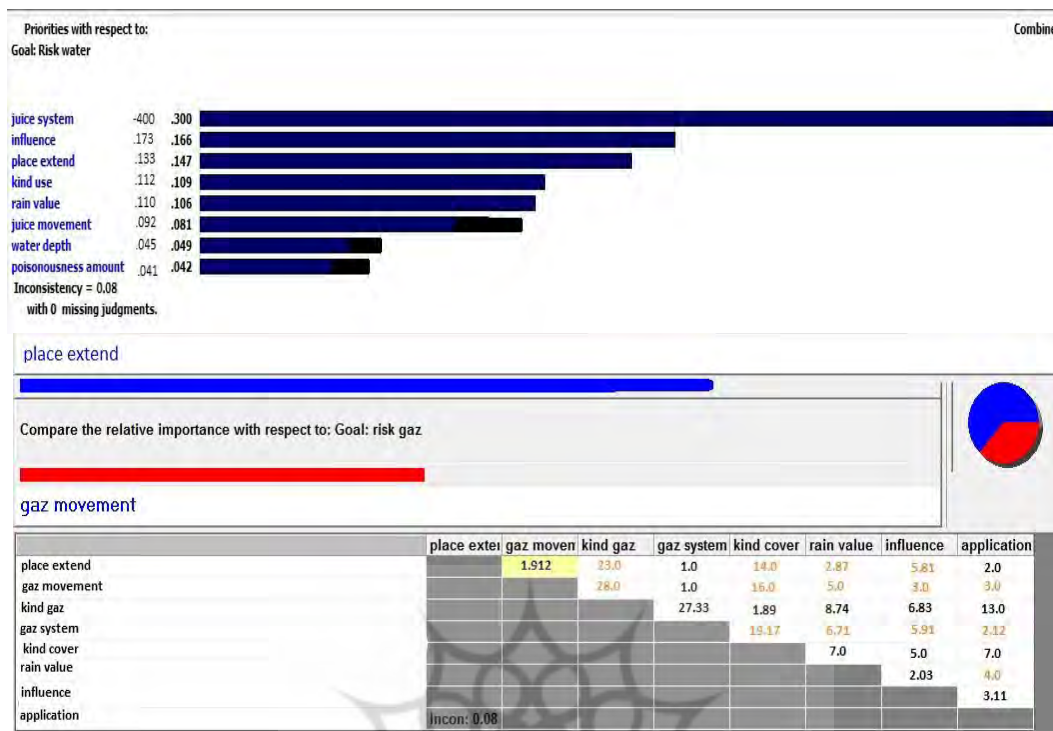
کاربری زمین‌های اطراف	نفوذپذیری مواد بستر	میزان بارش	نوع پوشش سطحی	سیستم جمع‌کننده گاز	نوع پسماند و گاز تولید شده از آن	میزان حرکت گاز در خاک	وسعت محل دفن	
۷	۷	۷	۵	۵	۷	۷	۱	وسعت محل دفن
۷	۵	۵	۵	۵	۷	۱		میزان حرکت گاز در خاک
۷	۷	۳	۵	۳	۱			نوع پسماند و گاز تولید شده
۹	۷	۵	۷	۱				سیستم جمع‌کننده گاز
۹	۳	۵	۱					نوع پوشش سطحی
۷	۷	۱						میزان بارش
۵	۱							نفوذپذیری مواد بستر
۱								کاربری زمین‌های اطراف

آنالیز حساسیت

وزن دهی معیارهای مورد نیاز در ارزیابی ریسک آب زیرزمینی در محل دفن:

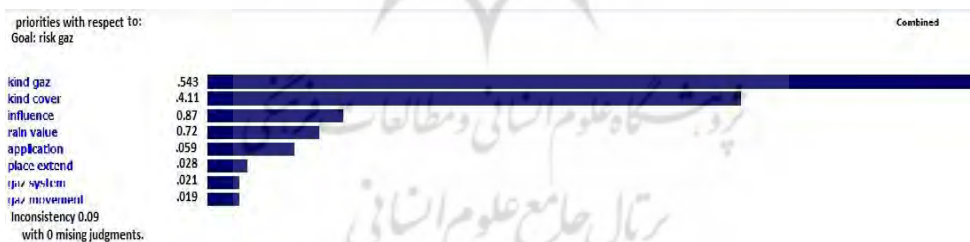


شکل ۳- وزن دهی معیارها



شکل ۴- وزن دهی معیارها

پس از این مرحله پارامترهای مورد بررسی اولویت بندی و وزن دهی می شوند:



شکل ۵- اولویت بندی پارامترها

با استفاده از نرم افزار، نرخ ناسازگاری به دست آمده برای ریسک آب زیرزمینی، ۰,۰۸ و برای ریسک گاز ۰,۰۹ می باشد و این نتیجه به این معناست که ماتریس تصمیم سازگار است. در نهایت وزنهای حاصله از روش AHP را در امتیازات مختص به هر پارامتر ضرب می کنیم که نتیجه آن در جداول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱۱- ریسک آلودگی آب زیر زمینی

پارامتر	RASCL	Wi	RASCL × WI
وسعت محل دفن	۰/۴	۰/۱۵۳	۰/۰۶۱
حرکت شیرابه	۱	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲
میزان سمیت مواد	۰/۷	۰/۰۵۲	۰/۰۳
سیستم جمع کننده شیرابه	۱	۰/۴	۰/۴
سفره آب زیر زمینی + اثرات پوششی	۰/۷	۰/۲۱۷	۰/۱۵۱
میزان بارش	۰/۹	۰/۱۶۸	۰/۱۵۱
عمق سفره آب + فاصله تا مصرف کننده	۰/۹	۰/۰۶۱	۰/۰۵۴
نوع استفاده از آب زیر زمینی	۰/۷	۰/۲۰۱	۰/۱۴۰

جدول ۱۲- ریسک آلودگی تجمع گاز

پارامتر	RASCL	Wi	RASCL × WI
وسعت محل دفن	۰/۴	۰/۰۲۴	۰/۰۰۹
حرکت گاز	۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹
نوع پسماند و گاز تولید شده	۱	۰/۵۷	۰/۵۷
سیستم جمع کننده گاز	۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
نوع پوشش سطحی	۰/۱	۰/۴۱۲	۰/۰۴۱
میزان بارش	۰/۹	۰/۰۷۲	۰/۰۶۴
نفوذپذیری مواد بستر	۰/۴	۰/۰۶۹	۰/۰۲۷
کاربری زمین‌های اطراف	۰/۲	۰/۰۶۷	۰/۰۱۳

با توجه به نتایج حاصل از روش AHP معیار سیستم جمع کننده شیرابه دارای بیشترین تأثیر بر روی ریسک آلودگی آب‌های زیر زمینی می‌باشد. از آنجایی که عمق سفره آب زیر زمینی در این مکان بیش از ۲۲ متر بوده و فاصله آن تا مصرف کننده بیش از دو کیلومتر می‌باشد، ولی به دلیل وجود چشمه در نزدیکی محل دفن زباله ریسک آلودگی آب زیر زمینی در این منطقه بالا است. در زمینه ریسک تجمع گاز، معیار نوع پسماند و نوع گاز تولید شده دارای بیشترین وزن و در نتیجه بیشترین تأثیر بر روی ازدیاد ریسک تجمع گاز می‌باشد. در این مکان دفن، بیشترین حجم پسماند تولیدی از نوع زباله شهری و مواد فسادپذیر می‌باشد. میزان خطر فیزیکی گاز حاصل از این نوع پسماند بیشتر از خطر مسمومیت آن می‌باشد، چراکه با توجه به ماهیت گازهای منتشره از محل‌های دفن زباله، مهم‌ترین بخش آلاینده‌های هوای تولیدی به انتشار گازهای حاصل از تخمیر مواد آلی موجود در زباله و انتشار گازهای بدبو مانند NH_4 ، H_2S و CH_4 مربوط می‌شود.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مدارک به دست آمده توسط علم باستان‌شناسی، دفن زباله‌ها از حدود پنج هزار سال پیش مرسوم بوده است. در اغلب کشورهای جهان دفن زباله به علت ارزان بودن نسبت به دیگر روش‌های موجود مانند سوزاندن زباله و یا تبدیل آن به کود و غیره، ترجیح داده می‌شود؛ اما در گذشته مقررات خاصی در مورد مکان دفن زباله‌ها وضع نشده بود و لندفیل‌ها مکان‌هایی بدبو و بدون پوشش بودند که معضلات زیست‌محیطی فراوانی ایجاد می‌کردند، امروزه هم زباله‌ها از معضلات اکثر شهرهای کشور به شمار می‌روند و حجم آن‌ها همواره سیر صعودی داشته و هرساله مبالغ گزافی جهت جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست و مسائل بهداشتی آن هزینه می‌شود.

روش‌های متنوعی برای ارزیابی ریسک محیط‌زیستی وجود دارد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه هستند؛ بنابراین، نمی‌توان روشی را با اطمینان رد یا تأیید کرد. با به‌کارگیری روش‌های نوین در ارزیابی ریسک‌ها می‌توان تا حدود قابل‌ملاحظه‌ای از شدت بروز ریسک‌ها و به‌تبع آن از خسارت‌ها و زیان‌های وارده بر محیط‌زیست کاست و در راستای نیل به توسعه پایدار حرکت نمود.

روش RASCL و AHP روشی تحلیلی است که در تحقیقات پژوهشی کاربرد دارد و با گسترش و تنوع این روش، تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از تحقیقات در علوم مختلف با به‌کارگیری این روش روز به روز افزایش یافته و به لحاظ نظری لزوم تحقیق در زمینه‌های گوناگون این روش‌ها را بیش از پیش فراهم نموده است. هدف از تحلیل RASCL و AHP دستیابی و شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات زیست‌محیطی است. در تحقیق حاضر استاندارد مشخصی برای تعداد پارامترهای ریسک آلودگی کاربری‌های ناشی از محل پسماند وجود دارد.

پژوهش حاضر به تعیین میزان ریسک آلودگی آب‌های زیرزمینی و تجمع گاز و عواملی که دارای تأثیر بیشتری در آلودگی این دو عامل دارد پرداخته است؛ و با توجه به تحلیل RASCL و AHP معیار سیستم جمع‌کننده شیرابه دارای بیشترین تأثیر بر روی ریسک آلودگی آب‌های زیرزمینی است. در این روش ابتدا ریسک‌های مقدماتی ناشی از پروژه بر روی عوامل زیست‌محیطی منطقه بررسی شده و سپس ریسک‌های ناشی از پروژه به‌طور تفصیلی بر روی عوامل زیست‌محیطی با محوریت آب‌های زیرزمینی و تجمع گاز ناشی از محل دفن مورد بررسی قرار گرفت. در این روش بر اساس اصول ارزیابی که در استاندارد نیوزلند برای ارزیابی ریسک تعریف شده است، عمل گردید.

پژوهشی توسط یمانی و علی زاده در سال ۱۳۹۴ تحت عنوان مکان‌یابی بهینه دفن زباله‌های جامد شهری منطقه هشتگرد به روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام گرفت. در این پژوهش از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و داده‌های مربوط به آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه استفاده شد و همچنین نرم‌افزار Arc GIS برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. در این

تحقیق بر اساس چهار معیار اصلی یعنی زمین‌شناسی، هیدرولوژی، توپولوژی و کاربری اراضی، پنج ناحیه برای مکان‌یابی به دست آمد که نتیجه پژوهش حاکی از آن است که نواحی کاملاً مناسب برای دفن زباله در قسمت شرقی و جنوبی منطقه در حوالی روستای محمدآباد افشار و نواحی کاملاً نامناسب برای دفن زباله ناحیه غربی منطقه به دلیل قرارگیری نواحی جمعیتی و کشاورزی و عمق کم آب زیر زمینی (۷ تا ۳۲ متر) در این قسمت از منطقه بود.

پژوهشی در سال ۱۳۹۰ توسط علی اکبری و جمال لیوانی تحت عنوان مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری با استفاده از روش AHP (مطالعه موردی: شهر بهشهر) صورت پذیرفت. در این بررسی با کمک ۱۰ عامل سنگ‌شناسی، ژئوهیدرولوژی، فاصله از شبکه زهکشی، فاصله از گسل‌ها، فاصله از مراکز شهری و روستایی، فاصله از شبکه راه‌ها، فاصله از آثار باستانی، بارش و شیب و با استفاده از روش AHP یا فرایند سلسله مراتبی در نرم‌افزارهای Expert Choice و Arc GIS9.2، محل مناسب برای دفن بهداشتی زباله‌های شهری در دو جایگاه مکان‌یابی و پیشنهاد شد. نتایج نشان داد که محل مناسب برای دفن بهداشتی زباله‌های شهری یکی اراضی شمال کلاک با مساحت ۲۰ هکتار و دیگری اراضی شمال رکاوند با ۳۶ هکتار مساحت بود.

پوراحمد و همکاران در سال ۱۳۸۶ در پژوهشی تحت عنوان استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان - یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر) با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، توانایی اراضی، فاصله از عوارض مصنوع (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن) فاصله از گسل‌های منطقه، فاصله از آب‌های سطحی منطقه، جهت باد، خاک‌شناسی، هیستومتریک (طبقات ارتفاعی)، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی و از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی (Fuzzy Logic) ترکیب شده‌اند، مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی مواد زائد مکان‌گزینی نمودند و در نقشه‌های مختلف ارائه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مکان‌گزینی محل دفن مواد زائد سابق شهر بابلسر از موقعیت مکانی خوبی سود نمی‌برد و با توجه به افزایش جمعیتی این شهر در ۲۵ سال اخیر و پر شدن فضاهای خالی و مساعد این مکان، لزوم مکان‌گزینی جایگاه دیگری احساس می‌شد و همچنین همراه با افزایش تولید زباله‌های خانگی، بیمارستانی و مواد شیمیایی خطرناک همراه آن، توجه به برنامه‌های بازیافت زباله، کمپوست و صنایع وابسته به آن لازم و ضروری است و لزوم تعیین ضوابط برای دفن بهداشتی زباله‌های بیمارستانی نیز احساس می‌شد.

مطالعه‌ای توسط شرعی و قنبری در سال ۱۳۸۸ با عنوان ارزیابی ریسک محیط زیستی و ایمنی در محل دفن پسماند شهر اندیشه، انجام گرفت که در طی آن ریسک بهداشتی، محیط زیستی و ایمنی محل دفن پسماندهای شهر اندیشه از طریق روش‌های موجود تعیین شد. به دلیل عدم وجود یک روش معین برای ارزیابی ریسک محل‌های دفن، از طریق ماتریس منوری، پارامترهای بهداشتی و محیط زیستی این محل کمی شده و پارامترهای دارای نمره منفی به‌عنوان عوامل ریسک‌زا معرفی شدند. همچنین پارامترهای ایمنی این محل توسط روش ارزیابی ریسک مدل-

3D دانشگاه ملبورن کمی شد. نتایج این بررسی نشان داد که عوامل ریسک زای بهداشتی و محیط زیستی در این محل شامل تخلیه پسماندهای بیمارستانی، انتشار بوی نامطبوع، عدم حصاربندی محل و عوامل ایمنی شامل حریق و آتش سوزی، انتقال انواع بیماری‌ها و خطرات ناشی از ماشین‌آلات در محل می‌باشد. در نهایت با استفاده از نتایج به دست آمده، نسبت به کاهش ریسک در محل دفن و طرح‌ریزی مدیریت ریسک، برنامه‌ریزی شد.

پژوهشی توسط اسدی در سال ۱۳۹۱ با عنوان ارزیابی محل‌های دفن پسماند شهری اهواز با استفاده از AHP و منطق فازی صورت پذیرفت. بدین منظور پس از شناسایی پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی، به منظور شناسایی مکان مناسب استاندارد تعریف شده توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده آمریکا انتخاب گردید. سپس جهت تجزیه و تحلیل انواع پارامترها و فاکتورهای شناسایی شده و همچنین تشخیص میزان انطباق دو سایت برومی و صفیره با استاندارد گفته شده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله AHP و منطق فازی استفاده شد. به این منظور، با استفاده از روش AHP ساختار سلسله مراتبی ارزیابی مکان‌های دفن شهرستان اهواز ترسیم و پس از آن ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل گردید. جهت مقایسه دو به دو هر یک از معیارها و گزینه‌ها نسبت به یکدیگر بر حسب استاندارد EPA، ماتریس‌های مقایسه زوجی به‌طور جداگانه تشکیل گردیدند و با وارد کردن اطلاعات به نرم‌افزار EXPERT CHOICE وزن معیارها با روش AHP محاسبه و میزان انطباق گزینه‌های مکانی صفیره و برومی از مجموع نتایج وزن نهایی هر معیار (Wi) در معیارهای نرمال‌سازی شده از طریق منطق فازی برآورد گردید. نتایج به دست آمده از محاسبه وزن معیارها حاکی از آن بود که معیار تالاب با وزن ۰/۳۵۲، دشت سیلابی با وزن ۰/۲۵ و فاصله از فرودگاه با وزن ۰/۱۷۹ از مهم‌ترین معیارهای اثرگذار در انتخاب مکان دفن است و همچنین از نظر استاندارد EPA سایت پیشنهادی برومی با میزان انطباق ۷۴/۸ برای در نظر گرفتن محل دفن زباله شهرستان اهواز از لحاظ زیست‌محیطی دارای آثار منفی کمتری است.

پژوهشی دیگر توسط سالاری و همکاران در سال ۱۳۹۱ با عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل AHP_FUZZY در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر شیراز) انجام شد. این تحقیق با هدف مکان‌یابی زیست‌محیطی محل دفن پسماندهای شهر شیراز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، منطق فازی و بهره‌گیری از نرم‌افزار Expert Choice انجام گرفته است. به همین منظور، در مرحله اول، عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شناسایی شدند. سپس با رقومی کردن و وزن دهی ۱۹ لایه بر اساس استانداردهای موجود در نهایت نسبت توافق (CR) محاسبه می‌شود، اگر نسبت توافق کمتر از ۰/۱ به دست آید مقایسات زوجی صحیح و وزن‌های محاسبه شده قابل استفاده می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی، عوارض مصنوعی (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن، ...)، گسل، روند توسعه فیزیکی شهر شیراز، آب‌های سطحی، جهت باد، تراکم جمعیتی، خاکشناسی، هیپستومتریک

(طبقات ارتفاعی)، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی، تیپ اراضی، زمین‌شناسی، ... اطلاعات و نقشه‌ها از طریق مدل‌های مختلف بر اساس مدل منطقی (AHP-Fuzzy) لفتی شدند. در نهایت بعد از ژئورفرنس نمودن این داده‌ها و مدل‌ها با تصاویر ماهواره‌ای در نهایت منطقه‌ای در شعاع ۱۹ کیلومتری شهر شیراز با ۲۷۲ هکتار مساحت در محدوده شمال که دارای توان پذیرش پسماند به وزن بیش از هزار تن در هر روز به مدت ۱۵ سال را دارا می‌باشد، مکان‌گزینی گردید.

در مجموع می‌توان گفت که عمق سفره آب زیرزمینی در این مکان بیش از ۲۲ متر بوده و فاصله آن تا مصرف کننده بیش از دو کیلومتر می‌باشد، ولی به دلیل وجود چشمه در نزدیکی محل دفن زباله، ریسک آلودگی آب زیرزمینی در این منطقه بالا است.

کتابنامه

- امین شرعی، فرهام؛ قنبری، فاطمه؛ ۱۳۸۸. ارزیابی ریسک محیط زیستی و ایمنی در محل دفن پسماند شهر اندیشه. دومین کنفرانس بین‌المللی جایگاه ایمنی. بهداشت و محیط زیست در سازمان‌ها. اصفهان. <https://civilica.com/doc/88378>
- پاداش، امین؛ نبوی، سیدمحمدباقر؛ دهزاد، بهروز؛ جوزی، سیدعلی؛ مرادی، نبی اله؛ ۱۳۸۹. برنامه‌ریزی راهبردی توسعه حفاظت محیط زیست در مناطق حفاظت شده دریایی (مطالعه موردی منطقه حفاظت شده مند-استان بوشهر). بهار و تابستان. دوره ۱. شماره ۱. از صفحه ۵۳ تا صفحه ۶۶.
- پوراحمد، احمد؛ حبیبی، کیومرث؛ محمدزهرایی، سجاده؛ نظری عدلی، سعید؛ ۱۳۸۶. استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر. محیط‌شناسی. دوره ۳۳. شماره ۴۲. از صفحه ۳۱ تا صفحه ۴۲.
- چیت‌سازان، منوچهر؛ دهقانی، فاطمه؛ راست منش، فاطمه؛ میرزایی، یحیی؛ ۱۳۹۲. مکان‌یابی دفع پسماندهای جامد شهری با استفاده از فن‌آوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی - تحلیل سلسله مراتبی Fuzzy-AHP (مطالعه موردی: رامهرمز). مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی. سال چهارم. شماره ۱. صفحه ۳۹ تا ۵۵.
- حیدریان دانا، ناهید و پرورش، عبدالرحیم و خیادانی، مهدی؛ ۱۳۸۶. ارزیابی آلودگی شیمیایی آب‌های زیر زمینی و آب‌های سطحی مناطق پایین دست محل قدیمی دفن زباله شهرستان ساری (سمسکنده). دهمین همایش ملی بهداشت محیط. همدان،، <https://civilica.com/doc/74875>.
- سالاری، مرجان؛ معاضد، هادی؛ رادمنش، فریدون؛ ۱۳۹۱. مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل AHP_FUZZY در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر شیراز). بهار. دوره ۱۱. شماره ۱. از صفحه ۹۶ تا صفحه ۱۰۹.

علی اکبری، اسماعیل؛ جمال لیوانی، آتنا؛ ۱۳۹۰. مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله های جامد شهری با استفاده از روش AHP (مطالعه موردی: شهر بهشهر). نشریه جغرافیا. دوره ۹. شماره ۳۰. از صفحه ۹۵ تا صفحه ۱۱۱

قدسی پور، سید حسن. ۱۳۸۱. مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره. انتشارات دانشگاه امیرکبیر. چاپ سوم.

قلندریان، ایمان؛ تقوایی، علی اکبر؛ کامیار، مریم؛ ۱۳۹۵. مطالعه تطبیقی رابطه انسان و محیط‌زیست در تفکر توسعه پایدار و تفکر اسلامی. نشریه پژوهش‌های معماری اسلامی. بهار. دوره ۴. شماره ۱. از صفحه ۶۲ تا صفحه ۷۸.

مشایخی، حبیب‌الله؛ ۱۳۸۰. نگاهی همه‌سویه به تنکابن. تهران. انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.

منوری، م؛ ۱۳۸۵. درسنامه مکان‌یابی و طراحی محل دفن زباله. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. دانشکده محیط‌زیست و انرژی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

مهرگان، محمدرضا؛ ۱۳۸۳. پژوهش عملیاتی پیشرفته. انتشارات کتاب دانشگاهی. چاپ اول.

یمانی، مجتبی؛ علی زاده، شهناز؛ ۱۳۹۴. مکان‌یابی بهینه دفن زباله‌های جامد شهری منطقه هشتگرد به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). <https://civilica.com/doc/514685>.

- Barlaz, M.A., Rooker, A.P., Kjeldsen, P., M.A., GaberBorder, R.C., 2002. A critical evaluation of factors required to terminate the post-closure monitoring period at solid waste landfills. *Environment science & technology*, Vol.36, PP:3457-64.
- Lendi, S., Bishop, I., Evans, D., 2002. Assessing the demand of solid disposal in urban region by urban modeling in GIS environment. *Journal of Resource Conservation and Recycling*.
- Qodsipour, S.H., 1999. Analytical Hierarchy Process (AHP), Amirkabir University of Technology Publication. Tehran. 220p. (In Persian).
- Ramanathan, G., Arulkumaran, S., 2006. Postpartum hemorrhage. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada: JOGC*, 28, 967-973.
- Saaty, T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, Education, pp. 1-11.
- Saaty, T.L., Vargas, L. G., 2001. Models, Methods, Concepts, and Applications of the Analytic Hierarchy Process; 1st edn, Kluwer Academic, Boston, 333p.
- Sener, S., Sener E., Nas, B., aguzel, R., 2010. Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste Management* 30: 2037-2046.
- Shalabi, M.A., Shattri Bin, M., Nordin Bin, A., Rashid Shiriff, A., 2006. GIS based Multicriteria Approaches to Housing Sites suitability assessment. XXIII FIG Congress—Munich, Germany, P12. October 8- 13, p:12.
- Wagner, E.D., 2002. Public Key infrastructure (PKI) and virtual network (VPN) compared using utility function and the analytic hierarchy process (AHP). M. Sc Thesis, Virginia Polytechnic Institute and state University 50pp.