Archive of SID

Journal of Research in Environmental Health

Volume 3, Issue 1, Spring 2017



# Application of electre model in locating of municipal solid waste landfill (case study: the city of Khorramabad)

## ABSTRACT

**Background & objective:** Nowadays, increasing the urban population, followed increasing in waste production has attracted the attention of environmental researchers towards the sanitary waste disposal. It is estimated that in Khorramabad city with a population of over than 348,216 people, about 458 tones of urban waste are daily produced which are dumped in open lands. Therefore, finding a suitable site for waste disposal is necessary. The purpose of this study is to identify and introduce suitable locations for the sanitary waste disposal across the city using Electre as a Multi Criteria Decision Analysis.

**Materials & Methods:** For this purpose, 14 criteria including soil erosion, geology, land use, distance to roads, distance to rivers, springs and kanats, distance to faults, distance to cities and villages, slope, elevation, groundwater depth, distance to protected areas and climate were used. Three common methods including Boolean, Analytic Hierarchy Process (AHP) and Linear Combination Weighted (WLC) were used to combine the criteria maps. Considering the minimum area required for landfill sitting for a period of 20 years, five candidate sites were ultimately extracted from the final resulting map of WLC in order to introduce the best site for urban landfill. Then, these five candidates were ranked using Electre model.

**Results:** Results of weighting process showed that the groundwater depth, distance to faults and cities had the highest weights whereas elevation and slope criteria had the lowest weights. The consistency ratio for the weighting process was 0.08, which was less than 0.1, presenting the consistency and credibility of the weighting process. According to the WLC method, major parts of northwest, west and north of the area under study were identified as optimal sites. According to the results of Electre model, a site with an area of 694 hectares located in the west of city was identified as the best alternative.

**Conclusion:** The results showed that the Electre method along with multi-criteria evaluation methods can have high performance in locating sanitary municipal solid waste disposal.

**Document Type:** Research article

**Keywords:** Multi criteria evaluation, weighted linear combination, Khorramabad, Electre, landfill..

▶ **Citation:** Fazelnejad N, Mirzaei R, heidary Soreshjani R. Application of electre model in locating of municipal solid waste landfill (case study: the city of Khorramabad). *Iranian Journal of Research in Environmental Health*.Spring 2017;3 (1) : 56-66.

**Fazelnejad neda**
M.Sc. Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.

**Mirzaei Rouhollah**
* Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.
rmirzaei@kashanu.ac.ir

**Rasol heidary Soreshjani**
Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.

**Received: 13 February 2017**
**Accepted: 21 April 2017**

www.SID.ir

Archive of SID



# کاربرد روش الکتر در مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهرستان خرم‌آباد)

**ندا فاضل‌نژاد**
کارشناس ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

**روح‌اله میرزایی**
استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. (نویسنده مسئول)

**رسول حیدری سورشجانی**
استادیار، گروه جغرافیا و اکوتوریسم ، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

**تاریخ دریافت:** ۱۳۹۵/۱۱/۲۵
**تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۶/۰۲/۰۱

## چکیده

**زمینه و هدف:** افزایش روزافزون جمعیت شهری و به‌دنبال آن پسماندهای شهری، باعث شده تا مسئله دفع و دفن بهداشتی آن‌ها مورد توجه جدی بسیاری از کارشناسان مسائل زیست محیطی قرار گیرد. در شهرستان خرم‌آباد با جمعیتی بالغ بر ۳۴۸۲۱۶ نفر، روزانه نزدیک به ۴۵۸ تن پسماند شهری جمع‌آوری می‌شود که با توجه به دفع سنتی و تلنبار شدن، یافتن مکانی مناسب به‌منظور دفن این حجم عظیم پسماند ضروری است. از این‌رو مطالعه حاضر با هدف شناسایی و معرفی مکان‌های مناسب جهت دفن بهداشتی پسماند در سطح شهرستان خرم‌آباد با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره الکتر انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در مطالعه حاضر ۱۴ معیار مختلف شامل فرسایش‌پذیری، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، چشمه و قنات، فاصله از گسل، فاصله از مراکز شهری و روستایی، طبقات شیب و ارتفاع، عمق آب زیرزمینی، فاصله از مناطق حفاظت شده و اقلیم مورد استفاده قرار گرفت. سه روش کلی بولین، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی برای ترکیب نقشه معیارها استفاده شد. در نهایت به‌منظور معرفی بهترین پهنه‌ها برای دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری، با توجه به حداقل مساحت مورد نیاز جهت دفن بهداشتی مواد زائد جامد برای دوره ۲۰ ساله، ۵ گزینه از نتیجه نهایی روش ترکیب خطی وزنی استخراج گردید و سپس این گزینه‌ها با استفاده از مدل الکتر رتبه‌بندی شدند.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج فرآیند وزن‌دهی، بیشترین وزن را معیار عمق آب زیرزمینی، فاصله از گسل و شهر و کم‌ترین وزن را طبقات شیب و ارتفاع به خود گرفتند. نسبت سازگاری برای فرآیند وزن‌دهی ۰/۰۸ به‌دست آمد که کمتر از ۰/۱ بود که نشان از سازگاری و اعتبار فرآیند وزن‌دهی دارد. بر اساس روش ترکیب خطی وزنی، قسمت‌های عمده‌ای از شمال غرب، غرب و جنوب شهرستان به‌عنوان مناطق مناسب شناسایی شدند. در نهایت بر اساس روش الکتر، لکه‌ای با مساحت ۶۹۴ هکتار واقع در غرب شهرستان به‌عنوان بهترین منطقه پیشنهادی معرفی گردید.

**نتیجه‌گیری:** روش الکتر به همراه روش‌های معمول ارزیابی چند معیاره جهت مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماندهای شهری می‌تواند کارایی بالایی داشته باشد.

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی
**کلید واژه‌ها:** ارزیابی چندمعیاره، ترکیب خطی وزنی، خرم‌آباد، روش الکتر، لندفیل.

◀ **استناد:** فاضل‌نژاد ن، میرزایی ر، حیدری ر. کاربرد روش الکتر در مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهرستان خرم‌آباد). *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. بهار ۱۳۹۶؛۳ (۱): ۶۶-۵۶.

www.SID.ir

Archive of SID



## مقدمه

امروزه افزایش رشد سریع جمعیت و توسعه شهرنشینی نه‌تنها باعث افزایش استفاده از منابع غیر قابل تجدید شده است، بلکه موجب افزایش پسماند و هم‌چنین آلودگی شدید محیط زیست نیز شده است؛ بنابراین، انتخاب مکان مناسب برای دفن بهداشتی پسماندها امری اجتناب‌ناپذیر است (۱). شناسایی مکان مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری، فرآیندی پیچیده است، زیرا مستلزم در نظر گرفتن تمام عوامل زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی است (۲). در واقع هدف از انتخاب مکان مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندها، یافتن مکان‌هایی است که تخریب محیط زیست را به حداقل برساند، سلامت عمومی را مدنظر قرار دهد و از نظر اقتصادی نیز کارآمد باشد (۴، ۳).

دفن بهداشتی پسماندهای شهری مانند هر پروژه مهندسی دیگر به اطلاعات پایه و برنامه‌ریزی دقیق نیازمند است. انتخاب فاکتورهای متعدد باعث تعدد لایه‌های اطلاعاتی شده و تلاش برای یافتن راه‌حلی مناسب برای تحلیل بر روی تعداد زیاد لایه‌های اطلاعاتی و اخذ نتیجه صحیح، تصمیم‌گیران را به‌طور ناخودآگاه به سمت‌وسوی استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا، از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات در حد بالایی قرار داشته باشد (۵).

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، ابزاری قدرتمند برای انتخاب محل مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندهاست (۳)، زیرا تکنولوژی سیستم اطلاعات جغرافیایی قابلیت بالایی در مدیریت و تحلیل لایه‌ها دارد و می‌توان از این سیستم برای مدیریت بهینه پسماندهای شهری بهره برد (۶).

در زمینه مکان‌یابی جایگاه دفن بهداشتی پسماندهای شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مطالعات بسیاری در داخل و خارج از کشور انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه دفیو و گیسی (۲۰۱۴)، سنر و همکاران (۲۰۱۰)، کنتس و همکاران (۲۰۰۵)، شهابی و همکاران (۲۰۰۹)، معین‌الدینی و همکاران (۲۰۱۰)، تقوایی و همکاران (۲۰۱۱)، منوری (۲۰۰۲) و هندریکس و باکلی (۱۹۹۲) اشاره کرد (۴-۲، ۱۱-۷). جهت مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماندهای شهری، بیشتر تمرکز در اغلب مطالعاتی که ذکر شد بر روی روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ترکیب خطی وزنی و بولین بوده و بر اساس لایه‌های به‌کار برده شده، نقشه نهایی پیوسته را ارائه داده‌اند. به نظر می‌رسد ضعف عمده این مطالعات این است که در نهایت بهترین منطقه را برای دفن بهداشتی پسماند مشخص نکرده‌اند، از این رو در مطالعه حاضر علاوه بر استفاده از روش‌های نام برده شده جهت اولویت‌بندی گزینه‌های منتخب، از روش الکتر استفاده شد تا در نهایت گزینه مناسب‌تر شناسایی شود.

روش الکتر[1] برای اولین بار توسط یو در سال ۱۹۹۲ مطرح شد و به‌عنوان یکی از بهترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه[2] مورد توجه قرار گرفت. در روش الکتر تمام گزینه‌ها با استفاده از مقایسه‌های غیر رتبه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته و به‌این‌ترتیب گزینه‌های غیر مرتبط حذف می‌شوند. تمام مراحل این روش بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ پایه‌ریزی می‌شود و به همین دلیل به آنالیز هماهنگی معروف است(۱۲). در این روش به‌جای رتبه‌بندی گزینه‌ها، از مفهوم جدیدی معروف به روابط غیر رتبه‌ای استفاده می‌شود(۱۳).

شهرستان خرم‌آباد با جمعیت ۳۴۸۲۱۶ نفر، روزانه ۴۵۸ تن پسماند شهری تولید می‌کند. نحوه عملکرد دفع در مکان‌های فعلی زباله‌های شهر خرم‌آباد به‌صورت دفع سطحی و تلنبار شدن است که باعث آلودگی شدید هوا شده و هم‌چنین آلودگی سطوح خاک، رواناب و سرانجام آب‌های زیرزمینی را فراهم آورده است. مطالعه حاضر با هدف مکان‌یابی جایگاه دفن بهداشتی پسماندهای شهری خرم‌آباد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره الکتر انجام شد. این شهرستان از طرف شمال به شهرستان‌های سلسله و دلفان و از

1. Electre
2. Multiple Attribute Decision Making :MADM

www.SID.ir

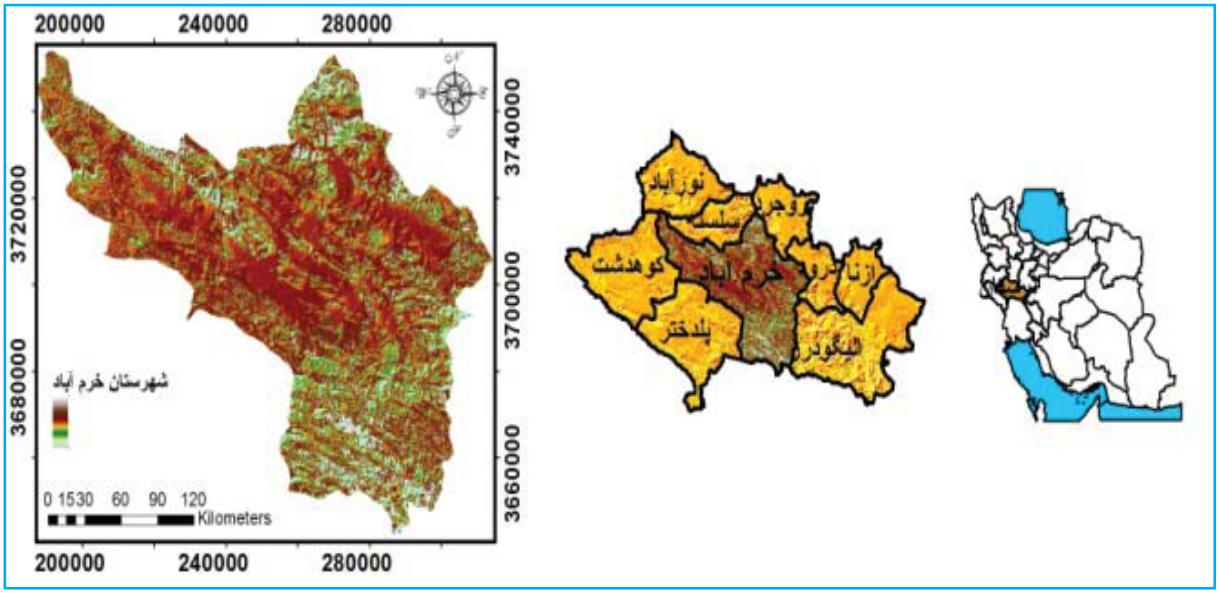
Archive of SID



شمال شرق به شهرستان بروجرد و از طرف شرق به شهرستان‌های الیگودرز و درود و از طرف جنوب به شهرستان پلدختر و از غرب به شهرستان کوهدشت محدود می‌شود (شکل ۱). میانگین دمای سالانه شهرستان خرم‌آباد ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه آن ۵۰۹ میلی‌متر ثبت شده است.

## روش کار

شهرستان خرم‌آباد با مساحت ۶۲۳۳ کیلومتر مربع در ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی، تقریباً در مرکز استان لرستان واقع شده است و هم‌چنین در ارتفاع ۱۱۴۷۸ متری از سطح دریا قرار دارد (شکل ۱).




شکل ۱. موقعیت شهرستان خرم‌آباد در ایران و استان لرستان

در این مطالعه به‌منظور مکان‌یابی بهینه محل دفن پسماندهای شهری ابتدا با توجه به موقعیت جغرافیایی شهرستان خرم‌آباد پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی با توجه به استانداردهای مختلف، از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط زیست شناسایی، ارزیابی و انتخاب شدند. هرکدام از این معیارهای انتخاب شده که شامل فاصله از شهر و روستا، فاصله از رودخانه و جاده، فاصله از چشمه و قنات، عمق آب زیرزمینی، فاصله از مناطق حفاظت شده و گسل، طبقات درصد شیب و ارتفاعات، اقلیم منطقه، فرسایش‌پذیری، زمین‌شناسی و کاربری اراضی است، از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت‌هایی را در انتخاب محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد ایجاد می‌کنند.

جدول ۱. نقشه‌های محدودیت در نظر گرفته شده جهت مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری بر اساس منطق بولین

| ردیف | نقشه‌های محدودیت | حد قابل قبول |
|---|---|---|
| ۱ | فاصله از جاده‌های اصلی | بیشتر از ۳۰۰ متر |
| ۲ | فاصله از رودخانه | بیشتر از ۲۵۰ متر |
| ۳ | فاصله از گسل | بیشتر از ۱۰۰ متر |
| ۴ | فاصله از چشمه و قنات | بیشتر از ۲۵۰ متر |
| ۵ | فاصله از شهر | بیشتر از ۳۰۰۰متر |
| ۶ | فاصله از روستا | بیشتر از ۸۰۰ متر |
| ۷ | فاصله از مناطق حفاظت شده | بیشتر از ۲۰۰۰ متر |
| ۸ | عمق آب‌های زیرزمینی | بیشتر از ۵ متر |
| ۹ | درصد شیب | کمتر از ۲۰ درصد |
| ۱۰ | طبقات ارتفاعی | کمتر از ۲۰۰۰ متر |

در این مطالعه ۱۰ لایه فاصله از شهر و روستا، فاصله از رودخانه و جاده، فاصله از چشمه و قنات، عمق آب زیرزمینی،

www.SID.ir

Archive of SID



فاصله از مناطق حفاظت شده و گسل‌ها، طبقات درصد شیب و ارتفاعات برای ساختن نقشه‌های محدودیت استفاده شدند. استانداردسازی هر کدام از این لایه‌ها بر اساس جدول ۱ و با استفاده از منطق بولین انجام گرفت و به مناطقی که امکان اجرای دفن بهداشتی پسماند را داشتند، عدد یک و مناطقی که جهت انجام دفن بهداشتی پسماند دارای محدودیت بودند، عدد صفر تعلق گرفت (۷، ۱). در نهایت لایه‌های محدودیت با نقشه‌های نهایی حاصل از روش ترکیب خطی وزنی، با اعمال دستور AND در محیط نرم‌افزار ArcMap 10.1 ترکیب شدند.

یکی از موارد بسیار مهم در تعیین مکان مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندها، مناسب و کافی بودن مکان دفن می‌باشد که بتواند برای حداقل ۱۵ تا ۲۰ سال مکان مورد نیاز جهت دفن پسماند را تأمین کند (۱۴). جهت محاسبه حداقل مساحت مورد نیاز برای دفن بهداشتی پسماند، باید به عواملی مانند نرخ تولید پسماند، جمعیت و دانسیته پسماندهای فشرده شده توجه داشت. همچنین باید میزان رشد جمعیت و تولید سالیانه پسماندها و ارتفاع و شکل محل دفن مورد نیاز مورد بررسی قرار گیرد (۱۴، ۱۰). لذا جهت برآورد سطح زمین مورد نیاز به ترتیب از معادله‌های زیر استفاده شد:

معادله نرخ رشد جمعیت:

$$P_t+p_0(1+r)^t$$ معادله (۱)

در معادله ۱، $p_t$ جمعیت در سال ۱۳۹۰، $p_.$ جمعیت در سال ۱۳۸۰ و r میزان رشد جمعیت برای ۱۰ سال در شهرستان خرم‌آباد است.

در این مطالعه با توجه به این‌که میزان رشد پسماند معادل رشد جمعیت در نظر گرفته شد و با احتساب دوره طراحی ۲۰ ساله برای محل دفن مواد زائد جامد، مقدار مواد زائد تولید شده طبق معادله ۲ محاسبه گردید.

$$W_{20}= Q \times \frac{(1+r)^{20}-1}{r}$$ معادله (۲)

در معادله ۲، Q مقدار تولید روزانه پسماند و $W_{20}$ مقدار پسماند شهری تولید شده در مدت زمان ۲۰ سال است.

با در نظر گرفتن ارتفاع محل دفن (Hu) به‌طور متوسط ۱۰ متر و دانسیته پسماند ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب (متوسط دانسیته پسماندهای شهری در ایران)، حداقل مساحت مورد نیاز (Dt) جهت دفن بهداشتی پسماندهای شهری بر اساس معادله زیر محاسبه گردید (۱۵).

معادله (۳)

$$Dt = W_{20} / Density \times Height$$

جهت انجام روش ترکیب خطی وزنی لازم است که معیارها وزن‌دهی شوند. به همین دلیل در مطالعه حاضر جهت وزن‌دهی معیارها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. جهت انجام مقایسه زوجی معیارها میزان اهمیت نسبی هرکدام با توجه به مقیاس‌بندی ساعتی مورد بررسی قرار گرفت. پس از آن وزن معیارها و هم‌چنین میزان سازگاری توسط نرم‌افزار Expert Choice به‌دست آمد. چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر بود، وزن‌دهی صحیح بوده و در غیر این‌صورت، وزن‌های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی مجدد انجام شود (۱۶).

در مطالعه حاضر برای انجام روش ترکیب خطی وزنی، ابتدا معیارهای فاصله از شهر و روستا، فاصله از رودخانه و جاده، فاصله از چشمه و قنات، عمق آب زیرزمینی، فاصله از مناطق حفاظت شده و گسل‌ها، طبقات درصد شیب و ارتفاعات، اقلیم منطقه، فرسایش‌پذیری، زمین‌شناسی و کاربری اراضی در نرم‌افزار ArcGIS به فرمت رستری تبدیل شدند.

در مطالعه حاضر پس از مرور منابع و بررسی نظرات کارشناسی، از همه توابع فازی استفاده شد. مقادیر آستانه و نوع تابع فازی جهت استانداردسازی نقشه معیارها در این مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است (۱، ۷). پس از استانداردسازی هر کدام از معیارها، از قابلیت دیگر نرم‌افزار IDRISI استفاده شد؛ یعنی با استفاده از منوی MCE و با انتخاب گزینه WLC، نقشه‌های محدودیت‌ها و معیارها با اعمال وزن‌های معیارها که قبلاً به دست آمده بود، تلفیق شدند. نتیجه حاصل از این تلفیق، نقشه نهایی بود که با انتخاب قسمت‌هایی با ارزش بیشتر از

www.SID.ir

Archive of SID



۱۷۰ و با مساحت بیشتر از حداقل مساحت مورد نیاز جهت دفن پسماندهای شهری شهرستان خرم‌آباد، مکان‌های مناسب‌تر شناسایی شدند، سپس با استفاده از روش الکتر بین گزینه‌های مستعد دفن بهداشتی پسماندهای شهری اولویت‌بندی صورت گرفت.

مراحل انجام شده در روش الکتر به شرح زیر آورده شده است:

**جدول ۲. حد آستانه و نوع تابع فازی جهت استانداردسازی نقشه‌های معیار در منطق فازی**

| معیارها | نقاط کنترل | | | | نام تابع فازی | نوع تابع فازی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | c | b | a | | |
| شیب (درصد) | ۴۰ | ۳ | * | * | Sigmodial | کاهشی |
| فاصله از رودخانه (متر) | * | * | ۲۰۰۰ | ۶۰۰ | Sigmodial | افزایشی |
| فاصله از جاده اصلی (متر) | ۱۲۵۰ | ۱۰۰۰ | ۲۴۰ | ۱۶۰ | Sigmodial | متقارن |
| فاصله از شهر (متر) | ۴۰۰۰۰ | ۲۵۰۰۰ | ۵۰۰۰ | ۳۰۰۰ | Sigmodial | متقارن |
| فاصله از روستا (متر) | * | * | ۵۰۰۰ | ۱۰۰۰ | Sigmodial | افزایشی |
| فاصله از گسل (متر) | * | * | ۱۵۰۰ | ۵۰۰ | Sigmodial | افزایشی |
| زمین‌شناسی | * | * | * | * | تعریف شده توسط کاربر | |
| کاربری اراضی | * | * | * | * | تعریف شده توسط کاربر | |
| طبقات ارتفاعی (متر) | ۱۸۰۰ | ۱۰۰ | * | * | Sigmodial | کاهشی |
| چشمه و قنات (متر) | * | * | ۲۵۰۰ | ۱۰۰۰ | Sigmodial | افزایشی |
| عمق آب‌های زیرزمینی (متر) | * | * | ۳۰ | ۶ | Sigmodial | افزایشی |
| اقلیم‌شناسی | * | * | * | * | تعریف شده توسط کاربر | |
| فرسایش‌پذیری | * | * | * | * | تعریف شده توسط کاربر | |
| فاصله از مناطق حفاظت شده (متر) | * | * | ۳۰۰۰ | ۳۲۰ | Sigmodial | افزایشی |

است:

### الف- تشکیل ماتریس تصمیم

ماتریس تصمیم یا همان ماتریس امتیازدهی گزینه‌ها بر اساس معیارها تشکیل شده است. ماتریس تصمیم با $X$ و هر درایه آن با $X_{ij}$ به دست آمده است.

### ب- نرمال‌سازی داده‌ها

مرحله بعدی نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری می‌باشد که از معادله ۴ استفاده شده است:

$$n_{ij}=\frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m} x_{ij}^2}}$$ معادله (۴)

### ج- تشکیل ماتریس تصمیم وزن‌دار

در این مرحله مجموعه‌ای از وزن‌های مربوط به شاخص‌ها مانند معادله ۵ تعریف شده است و سپس در ماتریس نرمالیزه بر اساس معادله ۶ ضرب شده است.

$$W = \{W_2 W_1 \dots , W_n\}$$ معادله (۵)

$$v_{ij} = W_j \times j$$ معادله (۶)

در معادله بالا، $W_j$ وزن هر معیار و $j$ معیارها را نشان می‌دهد.

### د- تشکیل مجموعه ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ

پس از تشکیل ماتریس موزون، گزینه‌ها با توجه به ماتریس موزون، دوبه‌دو از نظر بزرگ‌تر و کوچک‌تر بودن مورد مقایسه قرار گرفتند، یعنی تمامی گزینه‌ها نسبت به تمامی شاخص‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفتند و مجموعه شاخص‌های موجود ($I$): به دو زیرمجموعه متمایز هماهنگ ($S_{ki}$) و ناهماهنگ ($D_{ki}$) تقسیم شدند و به ترتیب با استفاده از معادلات ۷ و ۸ به دست آمدند.

$$S_{ki} = \{ j / V_{kj} \geq V_{ij} \}$$ معادله (۷)

$$D_{ki} = \{ j / V_{kj} < V_{ij} \} = J - S_{ki}$$ معادله (۸)

www.SID.ir

Archive of SID



### ه- محاسبه ماتریس هماهنگی

پس از تشکیل مجموعه هماهنگ، ارزش ممکن از مجموعه هماهنگی ($S_{ki}$) به‌وسیله اوزان موجود از شاخص‌های ناهماهنگ در آن مجموعه اندازه‌گیری شدند و ماتریس هماهنگی طبق معادله ۹ محاسبه شد؛ یعنی معیار هماهنگی برابر با مجموع اوزان ($W_i$) از شاخص‌هایی است که مجموعه $S_{ki}$ را تشکیل می‌دهند.

$$I_{kl}=\sum_{Ski} w_i \sum_{j=1}^{n} w = 1 \qquad \text{معادله (۹)}$$

### و- محاسبه ماتریس ناهماهنگ

در این مرحله بین گزینه‌هایی که دوبه‌دو به هم مقایسه شدند، تفاضل صورت گرفت و ماتریس ناهماهنگ با استفاده از عناصر ماتریس موزون و به ازای مجموعه ناهماهنگ، طبق معادله ۱۰ محاسبه شد.

$$NIki=\frac{\max_{j\in Dki}|Vkj-Vij|}{\max_{j\in J}|VkJ-ViJ|} \qquad \text{معادله (۱۰)}$$

### ز- مشخص نمودن ماتریس هماهنگ مؤثر

ماتریس هماهنگ مؤثر طبق معادله ۱۱ محاسبه شد. برای ایجاد این ماتریس، عنصری که ماتریس هماهنگ (I) بزرگ‌تر یا مساوی آن بود، آن مؤلفه در ماتریس هماهنگ مؤثر (H)، مقدار یک و در غیر این‌صورت مقدار صفر به خود گرفت.

$$\bar{I} = \sum_{i=k}^{m} \sum_{i=1}^{m} m\,(m\text{-}1)/Iki \qquad \text{معادله (۱۱)}$$

$$H\,ki = 1 \leftarrow Iki \geq \bar{I} \quad \text{اگر}$$

$$H\,ki = 0 \leftarrow Iki < \bar{I} \quad \text{اگر}$$

### ح- مشخص نمودن ماتریس ناهماهنگ مؤثر

این ماتریس طبق معادله ۱۲ به‌دست آمد. تشکیل ماتریس ناهماهنگ مؤثر، درست عکس ماتریس هماهنگ مؤثر می‌باشد؛ یعنی عنصری که ماتریس ناهماهنگ آن بزرگ‌تر یا مساوی آن بود، آن مؤلفه در ماتریس ناهماهنگ مؤثر مقدار صفر و در غیر این‌صورت مقدار یک را به خود گرفت.

معادله (۱۲)

$$\overline{NI}=\sum_{i=1}^{m} \sum_{i=k}^{m} NIki/m\,(m\text{-}1)$$

حال داریم:

$$Gki=1 \quad NI \leq \overline{NI} \quad \text{اگر}$$

$$Gki=0 \quad NI > \overline{NI} \quad \text{اگر}$$

### ط- محاسبه ماتریس کلی مؤثر

در این مرحله ماتریس کلی مؤثر با به‌کارگیری معادله ۱۳ به‌دست آمد. در این مرحله که در واقع گام آخر روش الکتر است، درایه‌های ماتریس هماهنگ مؤثر در درایه‌های ماتریس ناهماهنگ مؤثر ضرب شده است. سپس یک ستون به‌عنوان باخت و یک ستون به‌عنوان برد و یک ستون هم به‌عنوان جواب نهایی تشکیل شد. جمع سطرها و ستون‌ها به ترتیب نشان‌دهنده ستون‌های برد و باخت بود و اختلاف بین این دو، جواب نهایی را مشخص کرد و سپس با توجه به این‌که گزینه‌ای که بیش‌ترین مقدار را به خود بگیرد بهترین گزینه معرفی می‌شد، رتبه‌بندی میان گزینه‌ها صورت گرفت.

$$Fki=Hki \times Gki \qquad \text{معادله (۱۳)}$$

## یافته‌ها

در مطالعه حاضر پس از به‌دست آوردن نقشه‌های محدودیت بر اساس جدول ۱، با توجه به جمعیت شهرستان خرم‌آباد در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ که به‌ترتیب برابر با ۳۲۸۵۴۴ و ۳۴۸۲۱۶ نفر بود و هم‌چنین تولید روزانه پسماندها که برابر با ۴۵۸ تن می‌باشد و با استفاده از معادلات ۱ تا ۳، حداقل مساحت جهت دفن بهداشتی پسماندهای شهری برابر با ۴۸ هکتار به‌دست آمد.

بر اساس نتایج حاصل از وزن‌دهی، معیارهای عمق آب‌زیرزمینی و طبقات ارتفاعی به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۲۰۲ و ۰/۰۰۹ بیشترین و کم‌ترین مقدار را به خود گرفتند (شکل ۲)، و نرخ سازگاری ماتریس مقایسه زوجی برابر با ۰/۰۸ و کم‌تر از ۰/۱ بود، بنابراین وزن‌دهی درست انجام شده بود.

پس از تشکیل لایه‌های استاندارد شده مطابق منطق فازی، نتایج حاصل از روش ترکیب خطی وزنی با اعمال نقشه‌های محدودیت

www.SID.ir

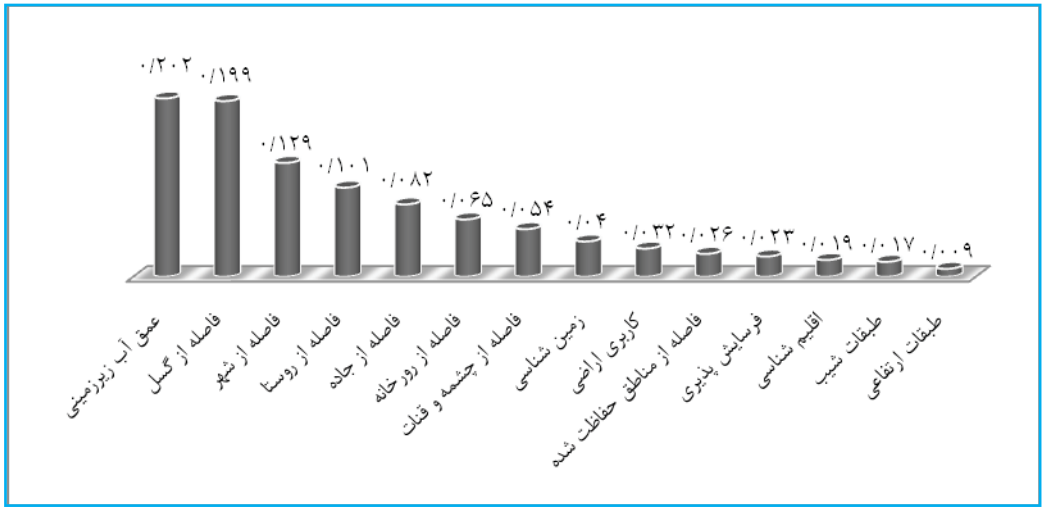
Archive of SID



به‌دست آمد که در شکل ۳ آورده شده است و نشان می‌دهد مناطق مناسب برای دفن بهداشتی پسماندهای شهری در قسمت‌های شمال غرب، غرب و جنوب شهرستان خرم‌آباد قرار گرفته‌اند.

در نهایت جهت شناسایی مکان‌های مناسب‌تر برای دفن بهداشتی پسماندهای شهری، مناطق با ارزش بالاتر از ۱۷۰ و حداقل مساحت مورد نیاز برای دفن بهداشتی پسماندهای شهری برای دوره ۲۰ ساله انتخاب شدند که در نهایت باعث معرفی ۵ مکان گردید که در شکل ۴ آورده شده است. همانطور که مشخص است ۵ گزینه به‌عنوان مناطق مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندها شناسایی شده است که گزینه‌های ۱ و ۲ در چگنی و بقیه به‌ترتیب در معمولان، ویسیان و پاپی قرار گرفته‌اند و به‌ترتیب از گزینه ۱ تا ۵ دارای مساحت‌های ۸۷۶، ۵۹۵۹، ۶۹۴، ۵۰۳، ۲۹۳۱ هکتار می‌باشند. در واقع ۹۸/۲٪ از شهرستان خرم‌آباد نامناسب و ۱/۸۰٪ از آن مناسب شناسایی شدند.

پس از تشکیل ماتریس تصمیم (جدول ۳) و طی مراحلی که در قسمت روش‌ها گفته شد، بر اساس نتایج حاصل از اولویت‌بندی روش الکتر در جدول ۴، گزینه ۳ واقع در چگنی، به عنوان گزینه مناسب‌تر شناسایی شد و سپس گزینه ۲ و ۴ با ارزش مساوی در رتبه بعدی و گزینه ۱ و ۵ نیز با امتیاز مساوی در آخرین رتبه قرار گرفتند.




**شکل ۲. نمودار مقایسه درجه اهمیت معیارهای مورد استفاده در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری**

**جدول ۳. ماتریس تصمیم در روش الکتر جهت مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری شهرستان خرم‌آباد**

| گزینه‌ها | عمق آب زیرزمینی | فاصله از گسل | فاصله از شهر | فاصله از روستا | فاصله از جاده | فاصله از رودخانه | فاصله از چشمه و قنات | زمین‌شناسی | کاربری اراضی | فاصله از مناطق حفاظت‌شده | فرسایش‌پذیری | اقلیم | طبقات شیب | طبقات ارتفاع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۵۵ | ۲۵۵ | ۱۲ | ۲۵۵ | ۰ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۴۶ | ۰ | ۲۵۵ | ۲۲ | ۱۳۹ | ۰ | ۰ |
| ۲ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۰ | ۲۴۰ | ۲۵۵ | ۴۶ | ۰ | ۲۵۵ | ۶۰ | ۱۳۹ | ۰ | ۰ |
| ۳ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۰ | ۲۵۵ | ۲۴۰ | ۲۵۵ | ۰ | ۴۶ | ۲۵۵ | ۰ | ۱۳۹ | ۰ | ۲۰ |
| ۴ | ۲۰۷ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۱۸۸ | ۰ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۴۶ | ۱۷۰ | ۲۵۵ | ۰ | ۲۵۵ | ۲۵۵ | ۲۰۹ |
| ۵ | ۰ | ۹۴ | ۱۹۵ | ۲۵۵ | ۲۵۰ | ۲۴۰ | ۲۵۵ | ۱۷۰ | ۲۹ | ۲۵۵ | ۰ | ۶۰ | ۰ | ۲۰ |

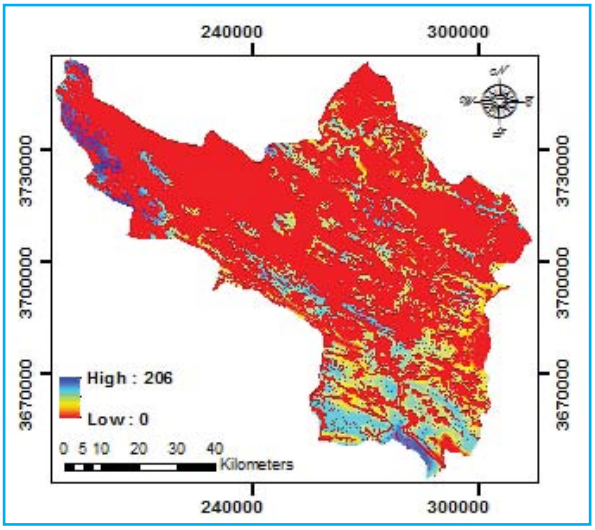
www.SID.ir

Archive of SID

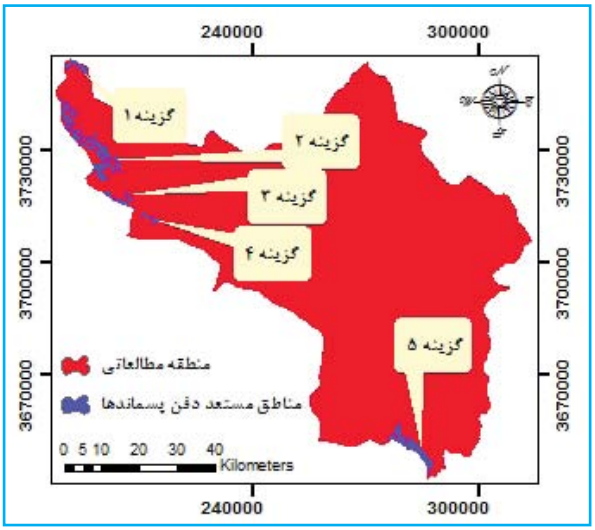


جدول ۴. ماتریس کلی مؤثر روش الکتر

| گزینه‌ها | برد (جمع سطر) | باخت (جمع ستون) | جواب نهایی (برد - باخت) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۰ | ۲ | -۲ |
| ۲ | ۲ | ۱ | ۱ |
| ۳ | ۲ | ۰ | ۲ |
| ۴ | ۲ | ۱ | ۱ |
| ۵ | ۰ | ۲ | -۲ |




شکل ۳. نقشه نهایی مطلوبیت محل دفن پسماندهای شهری در شهرستان خرم‌آباد بر اساس روش ترکیب خطی وزنی با احتساب عوامل محدود کننده




شکل ۴. نقشه گزینه‌های مناسب دفن زباله دارای حداقل ارزش ۱۷۰ و حداقل مساحت ۴۸ هکتار برای دوره ۲۰ ساله

## بحث

جهت مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماندهای شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، ابتدا باید معیارهای مناسب در این رابطه انتخاب و تهیه شود. در واقع انتخاب نوع پارامترهای مؤثر در انتخاب محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد، تابعی از شرایط محدوده مطالعاتی است که این موضوع بر وزن‌دهی پارامترها تأثیر مستقیم دارد؛ به‌گونه‌ای که در وزن‌های اختصاص داده شده به پارامترها در مطالعات مختلف با شرایط محیطی مختلف، تفاوت‌های زیادی مشاهده می‌شود (۱۷، ۱۲). انتخاب معیارهای مناسب و کافی برای به‌دست آوردن نتایج دقیق‌تر، نکته‌ای است که باید به آن توجه کرد. مسلم است هرچه تعداد پارامترها بیشتر باشد، نتیجه دقیق‌تری حاصل می‌شود، اما باید توجه داشت که افزایش بیش از حد معیارها و شاخص‌ها، وزن‌دهی معیارها را دچار مشکل می‌کند(۱۸).

در مطالعه حاضر، با توجه به نظر کارشناسی و مطالعه تحقیقات انجام شده در این زمینه و همچنین با توجه به اطلاعات موجود در رابطه با منطقه مطالعاتی، ۱۴ معیار (فاصله از جاده و رودخانه، فاصله از چشمه و قنات، فاصله از مناطق حفاظت‌شده و گسل‌ها، فاصله از شهرها و روستاها، کاربری ارضی، زمین‌شناسی، اقلیم، فرسایش‌پذیری، عمق آب‌های زیرزمینی، طبقات شیب و ارتفاعی) انتخاب و جمع‌آوری گردید. البته معیارهایی نظیر خطوط انتقال نیرو، مراکز صنعتی و معادن نیز مدنظر بود که متأسفانه اطلاعات آن‌ها در دسترس قرار نگرفتند.

نتایج وزن‌دهی در مطالعه حاضر نیز نشان داد که معیار عمق آب زیرزمینی و فاصله از گسل‌ها از اهمیت بیش‌تری برخوردار است و دلیل آن ممکن است این باشد که عمق آب‌های زیرزمینی در شهرستان خرم‌آباد کم است و از طرفی دارای گسل‌های فعال زاگرس می‌باشد که دفن بهداشتی پسماندهای شهری را دچار مشکل می‌کند، بنابراین توجه به این معیارها بیشتر مدنظر قرار گرفته است. ولی در مطالعه سنر و همکاران (۲۰۱۰) که به منظور مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد در اطراف دریاچه سهیر انجام دادند، معیارهای کاربری

www.SID.ir

Archive of SID



اراضی با وزن ۰/۶۷ بیشترین و جهت و شیب به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۰۵۱۰ و ۰/۱۶۸۰ کم‌ترین اهمیت را گرفتند و دلیل آن این‌طور ذکر شد که در آن منطقه جنگل و تالاب‌های مهمی وجود دارد و در دامنه تپه‌های آن منطقه، شیب زیادی وجود ندارد که جهت شیب محدودیت ایجاد کند (۳). در مطالعه متکان و همکاران (۲۰۰۸) که در شهر تبریز انجام شد، عمق آب زیرزمینی و فاصله از منابع آب سطحی به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۲۴۹ و ۰/۱۷۶ بیشترین اهمیت را داشتند (۱۹) و در مطالعه پناهنده و همکاران (۲۰۱۰) در شهر سمنان، به ترتیب معیارهای فاصله از گسل و فاصله از اماکن مسکونی به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۱۹۳ و ۰/۱۵۹، بیشترین اهمیت را داشتند (۲۰). از نتایج حاصل از وزن‌دهی در تحقیقاتی که انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب معیار و وزن‌دهی آن‌ها تابع شرایط محیطی و موقعیت منطقه مورد مطالعه بوده است. در واقع اگر چنین چیزی وجود نداشت، دیگر نیازی به شناخت منطقه مورد مطالعه نبود که در آن‌صورت نتایج حاصل از تحقیقات کاملاً اشتباه به‌دست می‌آمد.

در مطالعه حاضر از روش ترکیب خطی وزنی استفاده شد و لایه‌ها با استفاده از منطق فازی استاندارد شدند و نتایج حاصل از آن نشان داد که مناطق بیشتری در شمال غرب، غرب و جنوب جهت دفن بهداشتی پسماندهای شهری مناسب هستند. در نهایت با حذف مناطق با ارزش کم‌تر از ۱۷۰ و حداقل مساحت تعیین شده جهت دفن مواد زائد جامد شهری در دوره ۲۰ ساله در شهرستان خرم‌آباد که برابر ۴۸ هکتار به‌دست آمد، ۵ گزینه در قسمت شمال غرب، غرب و جنوب شهرستان معرفی شد که مستعد دفن پسماندهای شهری هستند. پس از آن بین گزینه‌های معرفی شده با روش الکتر رتبه‌بندی صورت گرفت که در نهایت گزینه ۳ واقع در چگنی با مساحت ۶۹۴ هکتار در غرب شهرستان در رتبه اول قرار گرفت. در روش الکتر به‌جای رتبه‌بندی گزینه‌ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیر رتبه‌ای استفاده می‌شود، به این معنی که تمام گزینه‌ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه‌های غیر مؤثر حذف می‌شوند و لزوماً رتبه‌بندی انجام نمی‌دهد. البته روش الکتر دارای یک مزیت مهم می‌باشد و آن این است که توانایی تصمیم‌گیری در مسائلی مانند مطالعه حاضر را دارد؛ چراکه وابسته به ذهنیت تصمیم‌گیرندگان است؛ یعنی قابلیت آن در حل مسائلی که تحت تأثیر تصمیم‌گیری گروه‌های مختلف است، بالا می‌باشد (۲۰).

در تحقیقاتی مشابه مطالعه حاضر، تفاوت‌ها و شباهت‌هایی از نظر تعداد و اهمیت پارامترها و همچنین استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیارها وجود دارد.

در مطالعه معین‌الدینی و همکاران (۲۰۱۰)(۸) که جهت مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد زائد شهر کرج صورت گرفت، پارامترهای بیشتری مدنظر قرار گرفتند و نمودار سلسله مراتبی آن برعکس مطالعه حاضر دارای زیرمعیار بود که بر اساس نتایج وزن‌دهی، زیرمعیار قابلیت دید از سکونت‌گاه‌ها دارای بیشترین امتیاز و زیرمعیار فاصله از خطوط انتقال برق کم‌ترین امتیاز را گرفت. در این مطالعه از مدل ترکیب خطی وزنی استفاده شد، ولی رتبه‌بندی نهایی بین گزینه‌های حاصل از مدل نام برده با مدل تاپسیس فازی سلسله مراتبی صورت گرفت، زیرا ساختار سلسله مراتبی مسئله دارای زیرمعیار است که در این صورت استفاده از روش تاپسیس کلاسیک و فازی غیر قابل استفاده است، به همین جهت با یک روش توسعه یافته تاپسیس به نام تاپسیس فازی سلسله مراتبی رتبه‌بندی صورت گرفت.

در مطالعه حاضر با قرار دادن هر کدام از لایه‌ها بر روی نقشه نهایی مشخص شد که در قسمت‌های غربی و جنوبی شهرستان خرم‌آباد، عمق آب زیرزمینی زیاد بوده و همچنین مناطق انتخابی در فاصله مناسب‌تری از گسل، شهر، روستا، جاده و رودخانه قرار دارند، در ضمن سایر معیارهای استفاده شده مانند فاصله از مناطق حفاظت شده و چشمه و قنات، اقلیم و طبقات ارتفاعی در شرایط نسبتاً مناسب قرار دارند، به همین جهت گزینه‌های مستعد و مناسب‌تری که از نقشه نهایی حاصل از روش ترکیب خطی وزنی انتخاب شد، در قسمت جنوب و غرب و شمال غرب منطقه مورد مطالعه واقع شده‌اند، البته این مناطق گزینه‌های مستعد جهت دفن بهداشتی پسماندهای شهری را با در نظر گرفتن معیارهای استفاده شده نشان می‌دهد که ممکن است با اضافه

www.SID.ir

Archive of SID



شدن برخی دیگر از معیارها نتیجه تغییر کند. به عبارت دیگر در مطالعه حاضر پارامترهایی هم‌چون فاصله از خطوط انتقال نیرو و مناطق صنعتی و فاصله از معادن در دسترس نبودند و مد نظر قرار نگرفتند، که می‌توانستند نتایج را تحت تاثیر قرار دهند. به هر حال پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده اثر تغییر تعداد این معیارها بر مکان‌یابی محل دفن پسماند بررسی شود تا مشخص شود چگونه تغییر در تعداد و کیفیت معیارهای وردی می‌تواند مساحت و تعداد مناطق انتخابی را تحت تاثیر قرار دهد.

**نتیجه‌گیری:** مطالعه حاضر نشان داد که روش الکتر می‌تواند به عنوان مکملی به همراه روش‌های معمول ارزیابی چندمعیاره جهت مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماندهای شهری استفاده شود و ضعف این روش‌ها که عدم رتبه‌بندی نهایی مناطق انتخابی است را پوشش دهد. این روش توانست با حذف گزینه‌های غیر موثر، انتخاب مکان‌های مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندهای شهری را تسریع بخشد و به تصمیم‌گیران در اولویت‌بندی ۵ گزینه پیشنهادی در منطقه مطالعاتی کمک کند.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش با استفاده از حمایت مالی دانشگاه کاشان به انجام رسیده است. بدین وسیله از مساعدت‌های معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کمال تشکر و قدردانی می‌گردد.

## References

1. Motlagh ZK, Sayadi MH. Siting MSW landfills using MCE methodology in GIS environment (Case study: Birjand plain, Iran). Waste Management. 2015;46:322-37.
2. De Feo G, De Gisi S. Using MCDA and GIS for hazardous waste landfill siting considering land scarcity for waste disposal. Waste management. 2014;34(11):2225-38.
3. Şener Ş, Şener E, Nas B, Karagüzel R. Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey). Waste Management. 2010;30(11):2037-46.
4. Kontos TD, Komilis DP, Halvadakis CP. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. Waste management. 2005;25(8):818-32.
5. Samsari Jahromo H, Hoseynzadeh Asl, H. Landfill in the city of Bandar Abbas location using Analytical Hierarchy Process (AHP).Journal of humans and the environment. 2013;91(21): 65-76.(Persian)
6. Seyhani porshokooh R, Dehghani M, Ghaderi H. Site Selection of the landfill using GIS, (Case study: Zaran) Hamedan.Tenth National Conference of Environmental Health. 2009. (Persian)
7. Shahabi H, Allahi M, Hosseyni S, Rahimi A.Assessment methods and analytic hierarchy weighted linear combination of locating urban waste landfill with emphasis on geomorphic. Journal of geography environment planning. 2009; 3: 115-135. (Persian)
8. Moeinaddini M, Khorasani N, Danehkar A, Darvishsefat AA. Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). Waste Management. 2010;30(5):912-20.
9. Taghvai M, Zarei M, Momeni R..Application of the AnalyticHierarchy Process (AHP) in locating Landfill in the city of Marvdasht.Journal of Geographyand Environmental Studies. 2011;2 (4):19-29. (Persian)
10. Monavari M. Environmental impact assessment model for urban landfill site, Organization and into recycle material. Tehran Municipality. 2002. (Persian)
11. Hendrix WG, Buckley DJ. Use of a geographic information system for selection of sites for land application of sewage waste. Journal of Soil and Water Conservation. 1992;47(3):271-5.
12. AsgharpoorM.]Multi Criteria decisions[.Thirteenth Edition, Tehran Editor, Publication of Tehran University. 2014. (Persian)
13. Habibi A, Izadyar S, Sarafrazi A. ]Fuzzy Multi-Criteria Decision[. Tehran, Gill Katibeh publications. 2014. (Persian)
14. Madadi A, Azadimobaraki M, Babai moghadam F. Suitable sites landfill modeling using AHP fuzzy logic, weighted overlap index and Boolean logic (Case Study: Ardebil). Journal of Geography and Planning. 2012;17 (47): 235-254. (Persian)
15. Afzali A.Application of GIS and analytic hierarchy process of locating urban waste disposal site (Case Study: Najaf Abad). M.sc. College of Agriculture and Natural Resources. Isfahan University of Technology. 2008. (Persian)
16. Saaty TL. Decision Making for leaders: The analytical hierarchy process for decisions in a complex work: Lifetime Learning Publications; 1981.
17. Şener B, Süzen ML, Doyuran V. Landfill site selection by using geographic information systems. Environmental geology. 2006;49(3):376-88.
18 .Zarati L.Assess the tourism potential of the basin Ben is Ghamsar using Analytical Hierarchy Process (AHP), M.Sc., Faculty of Natural Resources and Desert studies, Yazd University. 2014. (Persian)
19. Matekan A.A,Shakiba A,Pourali S.H,Nazmfar H. Suitable areas site selection for waste disposal using GIS. Environ. Sci. J..2008;6(2):121-132. (Persian)
. 20 Panahandeh M.B, Arastoo B, Ghavidel A, Ghanbari F. Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in locating Landfill in Semnan, Journal of Health and Environment. 2010; 2(4), 276-283. (Persian)

www.SID.ir