مکان‌یابی دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از روش‌های اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شهرستان الشتر)

یاسین عبدی[1*]، سید محمدرضا امامی میبدی[1] رامین ساریخانی[1]
١- گروه زمین شناسی ، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ١٣٩٩/٠٧/٢٢ تاریخ پذیرش: ١٤٠٠/٠٥/٢٠

چکیده

از آن‌جائی‌که انتخاب مکان مناسب برای محل دفن زباله نیازمند بررسی راه حل‌های پیشنهادی متعدد و معیارهای ارزیابی مختلف است، لذا مکان‌یابی محل دفن زباله‌های جامد شهری کاری مشکل و زمانبر می‌باشد. بر این اساس هدف از این پژوهش، مکان‌یابی دفن زباله‌های شهرستان الشتر در استان لرستان با استفاده از روش‌های اطلاعات مکانی و فرآیند سلسله مراتبی است. به‌همین منظور، متغیرهای متعدد و قابل‌دسترس از جمله کاربری اراضی، شیب، زمین‌شناسی، نوع خاک، فاصله از رودخانه، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده، سطح آب زیرزمینی، تراکم زهکشی، فاصله از گسل، پستی و بلندی و ارتفاع، به‌صورت استاندارد بین صفر و یک وزن‌دهی شد. سپس با بهره‌گیری از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با توجه به نظرات کارشناسی، وزن هر معیار تعیین شد و با تلفیق معیارها از روش‌های ترکیب خطی-وزنی، عملگر جمع فازی و عملگر گاما فازی، نقشه پهنه‌بندی از شهرستان الشتر جهت دفن زباله تهیه شد. نتایج نشان داد مکان فعلی دفن زباله در منطقه نامناسب (روش‌های ترکیب خطی-وزنی و عملگر جمع فازی) و خیلی نامناسب (روش عملگر گاما) قرار دارد. نتایج نشان داد که مکان‌های مناسب‌تر جهت احداث لندفیل، در محدوده‌ای قرار گرفته‌اند که دسترسی به آن سخت و مستلزم هزینه‌های نسبتاً زیاد است.

واژه‌های کلیدی: پسماند، مکانیابی، سیستم اطلاعات مکانی، منطق فازی، تحلیل سلسله مراتبی، الشتر

١-مقدمه

امروزه تولید بیش از حد زباله‌های جامد شهری یکی از چالش برانگیزترین خطرات تهدید کننده سلامت انسان است که می‌تواند منجر به تخریب اکوسیستم‌ها نیز گردد. بنابراین، استفاده از اصول زیست محیطی برای حفاظت از محیط زیست و سلامت شهروندان ضروری است [١]،[٢]. وجود سموم زیاد در شیرابه‌ها و نفوذ آنها به آب‌های زیرزمینی و خاک، انتقال آلودگی از طریق زنجیره غذایی و آزادسازی متان از محل دفن زباله و تأثیر آن بر گرم شدن کره زمین، از مهم‌ترین مشکلات ایجاد شده در محل دفن زباله است [٣]،[٤]،[٥]،[٦]. متداول‌ترین روش دفن زباله‌های جامد، احداث لندفیل‌های بهداشتی است که شامل یک روش دقیق علمی است تا با رهاسازی زباله‌های جامد درون لایه‌های نازک خاک، خطر زیست محیطی را کاهش دهد. انتخاب لندفیل‌ها باید بر اساس معیارهای زیست محیطی، اجتماعی-اقتصادی و سیاسی باشد [٧]. به دلیل حجم بالای داده‌ها، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به دلیل تجزیه و تحلیل قدرتمند، قدرت تصمیم‌گیری بالا، توانایی ادغام لایه ها و شبیه سازی، می‌تواند کمک بزرگی باشد، و همچنین مدیریت بهتر زمان و هزینه می‌تواند کمک شایان توجهی

*نویسندهٔ مسئول: abdi.ya@lu.ac.ir

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

برای انتخاب بهترین محل دفن زباله باشد [۸]،[۹]،[۱۰]. محققین زیادی سعی کرده اند با استفاده از GIS و AHP مکان های مناسب برای محل دفن زباله ها را انتخاب کنند [۱۱]،[۱۲]،[۱۳]. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مجموعه‌ای از روش‌های تحلیلی است که می‌تواند نظر متخصص را با اطلاعات واقعی ترکیب کند. این روش‌ها معیارهای مختلف مربوط به محل دفن زباله را تجزیه و تحلیل می‌کند و شامل تمام نتایج ممکن است و به برنامه ریزان کمک می‌کند تا راه حل‌ها و گزینه‌های بهتری پیدا کنند [۱٤]،[۱۵]،[۱٦]. در سال‌های اخیر، تحقیقات و کارهای علمی زیادی در زمینه انتخاب مکان‌های منا سب برای دفن زباله‌های بهدا شتی انجام شده ا ست [۱۷]. ناس و همکاران [۹] با ا ستفاده از ارزیابی چند معیاره و GIS تلاش کردند که منا سب‌ترین محل دفن زباله برای شهر کامرا در ترکیه را بیابند. عیسی‌لو و همکاران [۱٦] با ا ستفاده از مدل فازی و ANP (FANP) انتخاب محل دفن زباله در شهر قم را مورد بررسی قرار دادند. احمدی و همکاران [۱۸] با استفاده از روش های GIS و تحلیل سلسله مراتبی یا AHP مکان مناسب برای محل دفن زباله شهری آبادان را مورد بررسی قرار دادند. حمزه و همکاران [۲] انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله در تهران را بررسی کردند. روش مورد استفاده توسط آنها، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ANP بود. هانین و همکاران [۱۹] انتخاب مناسب محل دفن زباله در کازابلانکا را براساس روش F-AHP ارزیابی کردند و سایت‌ها را با روش TOPSIS رتبه بندی کردند. چابوک و همکاران [۲۰] با ا ستفاده از GIS و AHP انتخاب محل منا سب دفن زباله در بابل عراق را مورد برر سی قرار دادند. کریستین ومک وان [٦] نیز با ا ستفاده از AHP و GIS مکان مناسب برای دفن زباله را در سورات هند بررسی کردند. یوسفی و همکاران [۲۱] انتخاب محل دفن زباله در سلفچگان را با روش AHP مطالعه کردند. همچنین کربلایی صالح و همکاران [۲۲] به بررسی کاربرد مدل سازی بر اساس منطق فازی با روش چند معیاره در مکانیابی محل مناسب دفن زباله های جامد شهری کرمان پرداخته اند.

بر اساس سرشماری در سال ۱۳۹۵، شهر الشتر دارای ۳٦۹۵۷ نفر جمعیت شهری و ۱۰۲۵۲ خانوار است. میزان تولید زباله شهری در الشتر به‌صورت میانگین ۳۵ تن در روز است و تولید سرانه زباله، ۱۰۵۵ گرم در روز می‌باشد. با توجه به اینکه مکان دفن زباله مختص به‌کل جمعیت شهری و روستایی است (۷۵۵۵۹ نفر و ۲۱۱٤۰خانوار)، میانگین تولید زباله به حدود ۷۹ تن در روز می‌رسد. با توجه به رشد جمعیت طی ۵ سال اخیر، تخمین زده می‌شود که جمعیت شهرستان در سال ۱٤۱۵ به حدود ۹۹۰٤۱ نفر برسد [۲۳]. با توجه به این درصد رشد جمعیت، تولید زباله نیز به حدود ۱۰٤ تن در روز خواهد رسید. با محاسبه میزان تولید زباله در طی ۲۰ سال نیاز به مکانی جهت دفن ۷٦۲۷٦٤ تن زباله وجود دارد. بر اساس مشاهدات انجام شده، روش اصلی دفن زباله‌ها در محل فعلی سوزاندن آن‌هاست. درواقع خاکستر باقیمانده سوزاندن زباله و پلاستیک حاوی تجمع غلیظی از مواد سرطان‌زای شناخته شده است که خاک و آب را آلوده می‌کند و در اثر وزش باد، هوا را نیز می‌آلایند. همچنین با توجه به طبیعت زیبای این منطقه، پتانسیل اکوتوریسم نیز وجود دارد. علاوه بر این، بازدید از منطقه بیانگر این بود که رودخانه‌های فصلی و زراعت دیم در پایین‌دست این منطقه وجود دارد.

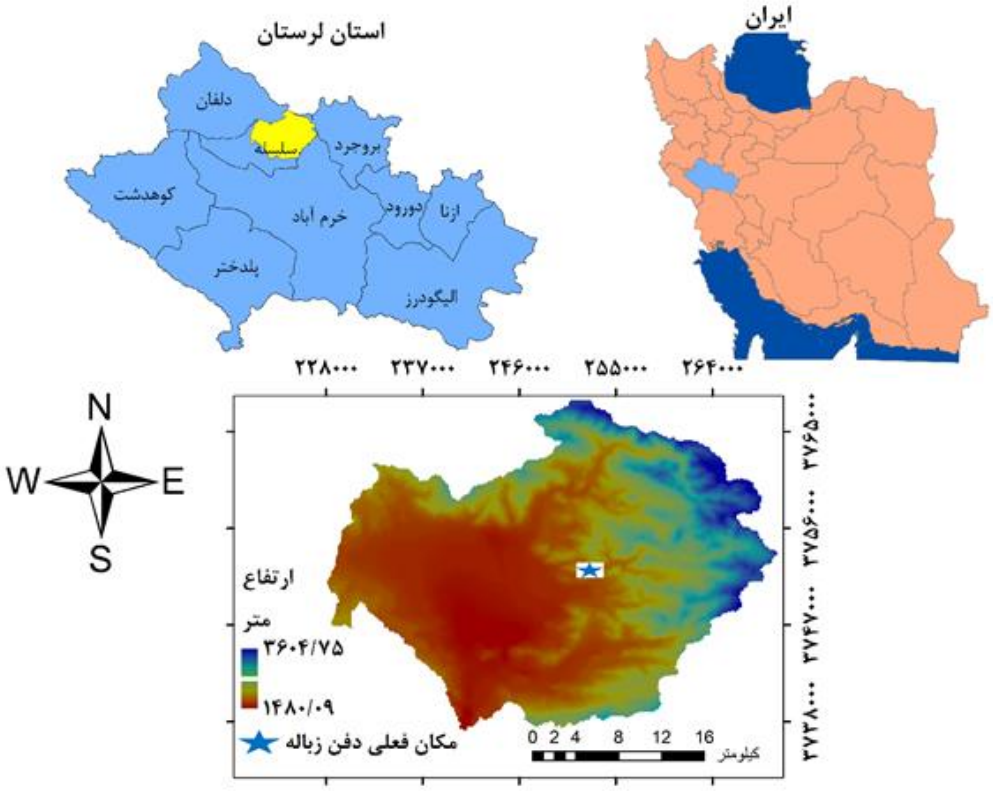
به دلیل حجم زباله‌های تولید شده در شهرستان الشتر و نبود مکان منا سب برای دفن بهدا شتی زباله های شهری، مشکلات زیست محیطی مختلفی ایجاد شده است. هدف از این مطالعه انتخاب محل دفن زباله بهینه برای محل دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از تلفیق روش فازی و تحلیل سلسله مراتبی در شهرستان الشتر، کاهش آلودگی خاک و آب، کاهش اثرات منفی زیست محیطی و کمک به افزایش سلامت جامعه می‌باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

٢- روش انجام تحقیق

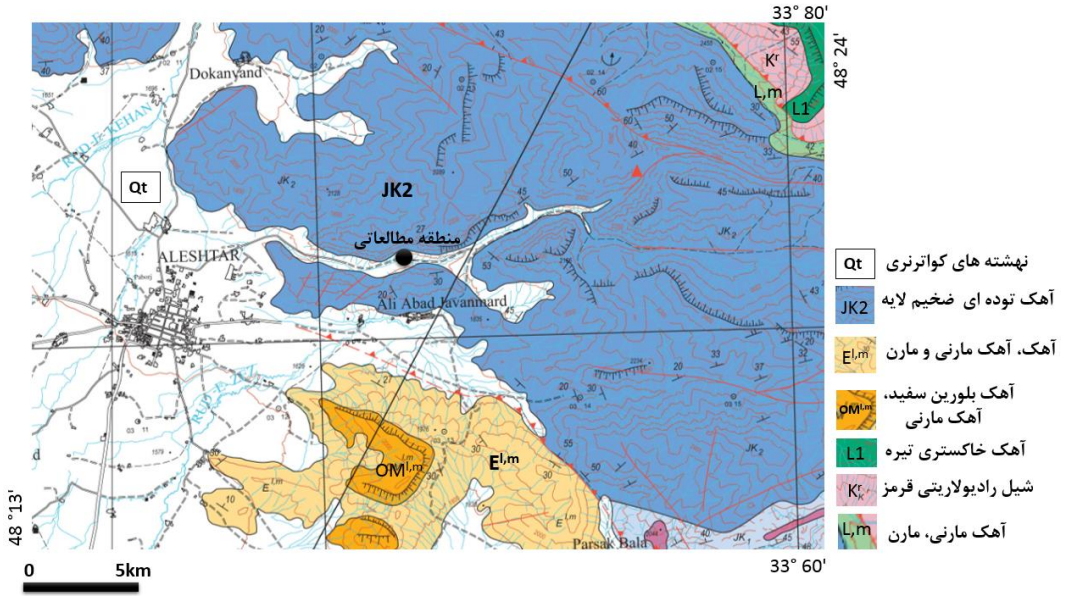
- **محدوده مورد مطالعه**

شهر ستان الشتر واقع در استان لرستان با طول جغرافیایی '٣٠ °٤٨ و'٤٠ °٤٨ و عرض جغرافیایی '٠٢ °٣٤، '٤٤ °٣٣ قرار دارد (شکل ١). محدوده مطالعاتی الشتر به فرم یک گرابن است که با ارتفاعات نسبتاً بلند گرین، ورخاش، مهاب، سرخه، داریکنان و نشاته احاطه‌شده است. تشکیلات زمین‌شناسی این منطقه متعلق به دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک است (شکل ٢). سنگ‌های آهکی ژوراسیک-کرتاسه بخش عمده منطقه را پوشانده و به‌عنوان مهم‌ترین واحدهای تغذیه شونده (منابع آب کارستیک) محسوب می‌شوند. محدوده الشتر دارای ٧٩٩/٦ کیلومترمربع مساحت است که از این مقدار ٢٠٠/٦ کیلومترمربع دشت با متوسط ارتفاع ١٦٢٥/٨ متر و ٥٩٩ کیلومتر مربع ارتفاعات با متوسط ارتفاع ٢٢٦٠/٩ متر است [٢٤]. شکل ٣ نمایی از مکان فعلی دفن زباله شهر الشتر (منطقه خرگوش‌ناب) را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، رودخانه فصلی و زمین‌های زراعی در پایین‌دست محل مورد نظر قرار دارند.



شکل ١: موقعیت منطقه موردمطالعه در ایران و استان لرستان

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]



شکل ۲: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی الشتر)

شکل ۳: مکان فعلی دفن زباله¬های شهر الشتر (پلی گون قرمز)

در این پژوهش به دلیل نامناسب بودن مکان فعلی دفن پسماندهای شهری شهرستان الشتر به دلیل احداث شدن در منطقه اکوتوریسمی خرگوشناب، تلاش شده است مکان مناسب برای حل این چالش ارائه شود. برای این منظور، مشخصه‌های کاربری اراضی، پستی و بلندی‌ها، ارتفاع، تراکم زهکشی، فاصله از گسل، سنگ‌شناسی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، نوع خاک و سطح آب‌های زیرزمینی مورد استفاده قرار گرفته است. ابتدا پارامترهای موردنظر

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

با استفاده از روش فازی بین صفر و یک قرار گرفتند و سپس با استفاده از نرم‌افزار(ArcGIS (10.3 روش تحلیل سلسله مراتبی و فازی با ترکیب خطی-وزنی به کار گرفته شد و مکان مناسب برای دفن زباله مشخص شد.

جهت مکان¬یابی در سیستم¬های اطلاعات جغرافیایی می¬بایست عوامل مؤثر، معیارها و محدودیت¬ها به-صورت لایه¬های نقشه تهیه شده و مورد پردازش و تحلیل قرار گیرند. به عبارت دیگر در اجرای پروژه انتخاب مکان مناسب جهت دفن بهداشتی پسماند در هر منطقه باید به جنبه¬های-اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی مسئله توجه نمود و با در نظر گرفتن این جنبه¬ها به انتخاب محل مناسب مبادرت نمود [۲۵].

- **استانداردسازی معیارها با استفاده از منطق فازی:**

نظریه مجموعه فازی و منطق فازی ابتدا توسط لطفی عسگرزاده [۲٦] ریاضی‌دان ایرانی در دانشگاه برکلی آمریکا ارائه شد. نظریه وی تاکنون گسترش زیادی یافته است به‌طوری که امروزه در زمینه‌های مختلف علوم ازجمله الکترونیک، رایانه، اقتصاد و علوم اجتماعی کاربرد دارد [۲۷].

مفهوم اصلی در نظریه مجموعه فازی عضویت جزئی است. درمنطق فازی میزان عضویت یک در یک مجموعه با مقداری در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود. درجه عضویت معمولاً با یک تابع عضویت بیان می‌شود که شکل تابع می‌تواند به‌صورت خطی، غیرخطی پیوسته و یا ناپیوسته باشد. در مدل فازی به هریک از پیکسل‌ها در هر نقشه مقداری بین صفر تا یک اختصاص داده می‌شود که بیانگر میزان مناسب بودن محل پیکسل از دیدگاه معیار مربوطه برای هدف موردنظر است. همچنین می‌توان نقشه فاکتور را به گونه‌ای تهیه نمود که مقدار هر پیکسل شامل اهمیت نسبی فاکتور مربوطه در مقایسه با سایر فاکتورهای مکان‌یابی نیز باشد. پس از تشکیل نقشه‌های مربوط به هریک از فاکتورها مقادیر عضویت موجود در آن‌ها به کمک عملگرهای فازی با یکدیگر ترکیب می‌شوند. پنج عملگر فازی که می‌تواند برای تلفیق نقشه‌های فاکتور سودمند باشد، عبارت‌اند از:

عملگر اشتراک فازی: عملگر اشتراک فازی به‌صورت رابطه۱، تعریف می‌شود:

$$\mu Combination = MIN\ \mu C, \mu B, \mu A, \ldots \qquad (۱)$$

در رابطه۱، μC, μB, μA بیانگر مقادیر عضویت فازی پیکسل‌های موجود در یک موقعیت مشخص بر روی نقشه فاکتورهای مختلف می‌باشند.

عملگر اجتماع فازی: این عملگر به‌صورت رابطه۲ تعریف می‌گردد.

$$\mu Combination = MAX(\mu C, \mu B, \mu A,)... \qquad (۲)$$

μC, μB, μA در این رابطه مشابه رابطه (۱) است.

عملگر ضرب فازی: عملگر ضرب فازی به‌صورت رابطه۳، تعریف می‌شود.

$$\mu Combination = ll_{j-1}^{n} \mu i \qquad (۳)$$

در این رابطه μ i بیانگر مقدار عضویت در نقشه فاکتور iام است. در این رابطه با استفاده از این عملگر مقادیر عضویت فازی در نقشه خروجی کوچک شده و به سمت صفر میل می‌کنند؛ بنابراین ترکیب عوامل اثر کاهشی خواهد داشت. به عبارتی عوامل همدیگر را تضعیف می‌کنند.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

عملگر جمع فازی: این عملگر با استفاده از رابطه٤، تعریف می‌شود.

$$\mu Combination = ll_{j-1}^{n}(1-\mu i) \qquad (٤)$$

در این رابطه μi نیز بیانگر مقدار عضویت در نقشه فاکتور iام است. با استفاده از این عملگر مقادیر عضویت فازی در نقشه خروجی بزرگ شده و به سمت یک میل می‌کنند که در نتیجه ترکیب عوامل اثر افزایشی خواهد داشت. به‌عبارت دیگر عوامل همدیگر را تقویت می‌کنند. برخلاف عملگرهای اشتراک و اجتماع فازی، در عملگرهای ضرب و جمع فازی کلیه مقادیر عضویت نقشه‌های ورودی در نقشه خروجی تأثیر می‌گذارند.

عملگر گاما فازی: این عملگر از حاصل ضرب عملگرهای ضرب و جمع فازی به‌صورت رابطه٥، تعریف می‌شود.

μCombination=(Fuzzy Algebricsum)y×(Fuzzy Algebri product)y (٥)

دررابطه٥، مقدار γعددی بین صفر تا یک است. انتخاب صحیح و آگاهانه γبین صفر و یک مقادیری را درخروجی به وجود می‌آورد که نشان‌دهنده سازگاری قابل انعطاف میان گرایش‌های کاهشی ضرب فازی و گرایش‌های افزایشی جمع فازی است [٢٨].

فرایند تحلیل سلسله مراتبی:

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی عراقی الاصل در دهه ١٩٧٠ ابداع گردید[٢٩]. فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای حل مسائل غیر ساختاری در موقعیت‌های مختلف تصمیم‌گیری، از تصمیمات شخصی ساده تا تصمیمات پیچیده اقتصادی کاربرد دارد[٣٠]. این فرایند بر سه اصل استوار است که شامل ساختار مدل، قضاوت گزینه‌ها و معیارها و همچنین نتیجه‌گیری از اولویت‌ها می‌باشد[٣١]. دو مسئله مهمی که در تحلیل سلسله مراتبی وجود دارد یکی ثبات و سازگاری و دیگری مدت‌زمانی است که صرف قضاوت‌ها در یک مسئله تصمیم‌گیری پیچیده و به ویژه در مورد تعداد گزینه‌های زیاد می شود[٣٢]. فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) به طور گسترده‌ای در شناسایی مکان‌های احتمالی محل دفن زباله مورد استفاده قرار گرفته است[٢٠]،[٣٣] ، [٣٤] ، [٣٥] ، [٣٦] ، [٣٧].

در تحقیق حاضر برای آنکه وزن‌دهی معیارها و قضاوت‌ها با ذهن و طبیعت بشری مطابق و همراه باشد، از روش AHP استفاده شد، به‌دلیل اینکه هریک از متغیرها تأثیر متفاوتی روی دفن زباله دارا هستند و متغیرهای مؤثر بیش از یک فاکتور بود و ارجحیت فاکتورها نسبت به هم سنجیده می شوند، از روش مقایسه زوجی استفاده شد. درروش مقایسه زوجی، معیارها دوبه‌دو با یکدیگر مقایسه شدند و اهمیت آن‌ها نسبت به یکدیگر براساس نظر کارشناسی تعیین می شود. در روش تحلیل سلسله مراتبی جهت وزن دهی معیارها و گزینه‌ها از روش مقایسه زوجی استفاده می شود. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، وزن نسبی عناصر با محاسبه وزن عناصر از طریق مقایسه زوجی هر سطح نسبت به عنصر مربوطه در سطح بالاتر تعیین می‌گردد. با تلفیق وزن‌های نسبی معیارها، وزن نهایی هرگزینه که برابر است با مجموع حاصل ضرب وزن هر معیار در وزن گزینه مربوط به آن معیار مشخص می‌گردد[٣٨]. بر همین اساس، برای مقایسه زوجی متغیرها، طبقه‌بندی کمی بین ١ تا ٩ ازنظر کارشناسی استفاده شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice v.11 که اصول آن بر اساس روش AHP استوار است، وزن هرکدام از معیارها به دست آمد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

تهیه و ترکیب لایه‌های فازی معیارها و تهیه نقشه نهایی:

روش ترکیب خطی- وزنی WLC[1] ساده‌ترین روش برای جمع‌بندی و ترکیب معیارهای استاندارد شده با توجه به وزن آن‌هااست. نمره کل به‌عنوان مجموعی از پارامترها و وزن آن به دست می‌آید. پس از تهیه نقشه فازی برای هر یک از پارامترها (که در لایه‌های فازی شده معیارها، به هرکدام از پیکسل‌ها ارزشی بین صفرتا یک تعلق گرفته است)، بر اساس روش WLC با استفاده از تکنیک AHP، وزن‌های تهیه شده در این لایه‌ها ضرب و از حاصل جمع آن‌ها شاخص و نقشه نهایی دفن زباله به دست آمد (رابطه ٦).

$$S = \sum_{i=1}^{n} w_i . \mu_i \qquad (٦)$$

که در این رابطه μ_i تابع عضویت و w_i وزن اختصاص داده‌شده به هریک از پارامترها است.

عوامل مؤثر بر مکان‌یابی محل پسماند:

با توجه به تحقیقات پیشین و شناخت منطقه، ١٢ عامل مؤثر بر مکانیابی محل دفن پسماند انتخاب شدند که در ادامه به شرح آنها پرداخته می‌شود. شیب یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در مکان‌یابی صحیح محل دفن بهداشتی زباله‌ها است؛ زیرا بر نوع عملیات، روش دفن، طراحی زهکش‌های منطقه دفن و تعیین کاربری اراضی مؤثر است. در این مطالعه، برای شیب‌های بین صفر تا ١٠ در صد امتیاز ٥، شیب بین ١٠ تا ١٥ در صد امتیاز ٤، شیب ١٥ تا ٢٠ در صد امتیاز ٣، شیب‌های ٢٠ تا ٤٠ درصد امتیاز ٢ و شیب‌های بالای ٤٠ درصد امتیاز ١ در نظر گرفته شده است [٣٩]. همچنین باید دقت نمود جاده‌ها دوطرفه بوده و ازنظر عرض و انحناء برای عبور تجهیزات کامیون‌های مرکز دفن مناسب باشند. عرض جاده‌های دائمی را معمولاً ٦ تا ٧ متر در نظر می‌گیرند و در صورتی‌که محل دفن دارای تجهیزات عظیم و سنگین نبا شد، جاده باعرض ٤/٥ متر هم منا سب است و ورودی به جاده محل دفن نیز باید حداقل در١٢ متری اتوبان قرار داشته باشد. همچنین جاده‌های دائمی و اصلی لازم است که حتماً آسفالت باشند [٤٠]. پارامتر مؤثر دیگر در مکانیابی محل دفن پسماند، فاصله محل دفن از جاده است. به طور کلی فاصله از جاده دارای ارزش است و با توجه به فاصله‌ای ٥٠٠ متری امتیاز نزولی به آن تعلق می‌گیرد، به صورتی که امتیاز جاده تا فاصله ٥٠٠ متری ٥ و برای فاصله ١ کیلومتری امتیاز ٤، برای ١/٥ کیلومتری امتیاز ٣، برای ٢ کیلومتری امتیاز ٢ و برای فواصل بیشتر از ٢ کیلومتر امتیاز ١ تعلق می‌گیرد [٤١].

همچنین، هرچه فاصله محل لندفیل از گسل‌ها بیشتر باشد، مکان بهتری برای احداث لندفیل است. محل دفن زباله همواره در خارج از شهر و دور از مرکز جمعیتی قرار می‌گیرد و با توجه به عمر محل دفن که حداقل ٢٠ تا ٤٠ سال برآورد می‌گردد، محل دفن نباید در مسیر توسعه آتی شهر انتخاب شود. ازسوی دیگر به‌منظور کاهش هزینه حمل‌ونقل، زمان و سایر مشکلات دوری راه، حتی الامکان باید سعی شودکه محل دفن در مکان نزدیک‌تری واقع گردد. در این میان فاصله از روستاها وشهرها به فاصله ٥٠٠ متری امتیاز ١، به فاصله ١٠٠٠ متری امتیاز ٢، به فاصله ١٥٠٠ متری امتیاز ٣، به فاصله ٢ کیلومتری امتیاز ٤، به فواصل بین ٨ تا ٢٠ کیلومتری امتیاز ٥ و برای فواصل بیش از ٢٠ کیلومتر امتیاز ٢ اختصاص داده می‌شود که در منطقه موردمطالعه فا صله بیش از ٢٠ کیلومتر وجود ندا شت. علاوه بر این، محافظت از آب‌های زیرزمینی در برابر نشت شیرابه از مهم‌ترین اقدامات در ساخت مکان دفن پسماند است. پتانسیل آلوده سازی آب‌های زیرزمینی توسط شیرابه بستگی فراوان به

[1] Weighted Linear Combination

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

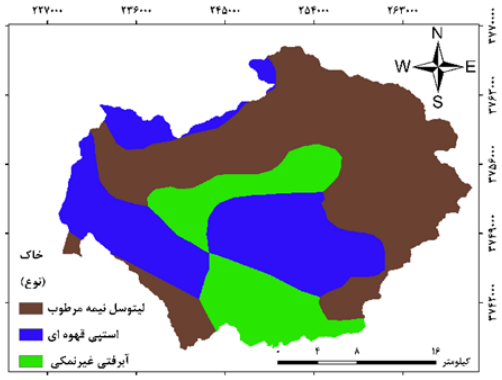
وضعیت فیزیکی محل دفن، خلل و فرج خاک در منطقه تهویه و محل استقرار سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی دارد. بهترین منطقه از نظرعمق سطح آب زیرزمینی، منطقه‌ای است که بیش‌ترین عمق را داشته باشد [٤٠]. در این پژوهش قابلیت آلایندگی آب‌ها بر اساس عمق آب‌ها و میزان نفوذپذیری زمین به ۵ طبقه تقسیم‌بندی شد، به‌طوری‌که بالاترین امتیاز (امتیاز ۵) برای زمین‌هایی که عمق آب زیرزمینی بیش از ۳۰/۰ متر است، در نظر گرفته شده است. برای عمق آب زیرزمینی بین ۲۲/۹ تا ۳۰/۵ متر ٤ امتیاز، برای عمق های بین ۱۵/۲ تا ۲۲/۹ متر ۳ امتیاز، برای عمق آب زیرزمینی ۹/۱ تا ۱۵/۲ متر ۲ امتیاز و اعماق کمتر از آن ۱ امتیاز در نظر گرفته می شود [٤٢]. به منظور جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی، فاصله ۵۰۰ متر از آب‌های سطحی تعیین شد، به‌طوری‌که برای فاصله ۵۰۰ متری از این سطوح امتیاز ۱ و به فاصله ۱ کیلومتر از سطوح مذکور امتیاز ۲ و مطابق با آن برای فاصله ۱/۵ کیلومتری امتیاز ۳ به فاصله ۲ کیلومتری امتیاز ٤ و به فاصله بیشتراز ۲ کیلومتر امتیاز ۵ در نظر گرفته شد.

در مبحث مکان‌یابی، به لیتولوژی یا جنس سنگ بستر از نظر نفوذپذیری نیز توجه می‌شود. علت این امر نیز احتمالاً نفوذ شیرابه حاصل از لندفیل‌ها به داخل آب و خاک منطقه است. مناطق کربناته به دلیل خاصیت انحلال‌پذیری بالا بسیار نامناسب و مناطق با لیتولوژی مارنی و شیلی به دلیل نفوذپذیری کم و نیز سنگ‌های آذرین و دگرگونی یکپارچه برای محل دفن مواد زائد مناسب است. بر همین اساس در منطقه مورد مطالعه به آبرفت کهن و پادگانه‌های بلند امتیاز ۱، آهک توده‌ای، آهک ایلیتی، آهک سفیدرنگ، آهک مرجانی، آهک رودیست دارامتیاز ۲، آهک مارنی، آهک دولومیتی، مجموعه رادیولاریت امتیاز ۳، ماسه‌سنگ و کنگلومرا، امتیاز ٤، سازند امیران و مارن‌های قرمز امتیاز ۵ اختصاص داده شد [٤٣]. محل دفن مواد زائد نباید در زمین‌های با کاربری با ارزش شهری، کشاورزی و باغ قرار گیرد [٤٠]. به‌طوری‌که برای مناطق مسکونی کمترین امتیاز ۱، زمین‌های کشاورزی آبی و باغ امتیاز ۲، جنگل‌های نیمه متراکم و مرتع عالی امتیاز ۳، زراعت دیم، مرتع متوسط و جنگل تنک امتیاز ٤، مراتع فقیر امتیاز ۵ اختصاص داده شد. همچنین در امتیازبندی خاک منطقه، خاک‌های استپی قهوه‌ای امتیاز ۱، خاک‌های آبرفتی امتیاز ۲، خاک‌های سیتوسول مرطوب امتیاز ۳، خاک‌های غیرنمکی امتیاز ٤ و خاک‌های شور امتیاز ۵ اختصاص داده شد. مناطق پست و گود مثل دره‌های تنگ، باتلاق‌ها و گودال‌ها یا حفره‌های معادن متروکه، ازنظر توپوگرافی بسیار مناسب هستند. در بحث ارتفاع بیشتر مسائل اقتصادی ازنظر دسترسی به جاده‌ها، زهکشی و سیل گیری، فضای بیشتر دفن زباله‌ها مطرح است. لذا در پژوهش حاضر نیز مطابق با مطالعه حجازی [٤٢]، برای عامل ارتفاع، به مناطق پست‌تر امتیاز ۵ و به مناطق مرتفع و صعب‌العبور امتیاز ۱ اختصاص داده شده است.

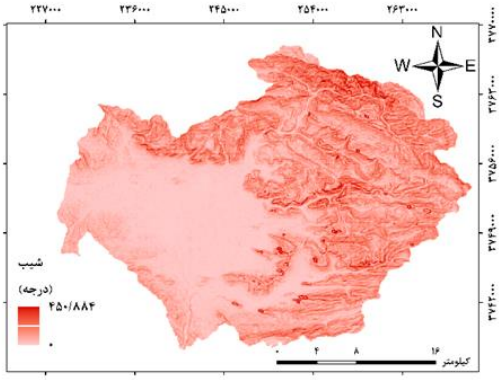
۳- بحث و نتایج

در این پژوهش پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی دفن زباله شامل کاربری اراضی، پستی‌وبلندی‌ها، ارتفاع، تراکم زهکشی، فاصله از گسل، لیتولوژی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، خاک و سطح آب‌های زیرزمینی با توجه به دسترسی به داده و اطلاعات مورداستفاده قرار گرفتند. شکل ٤ نقشه‌های حاصل برای پارامترهای مورداستفاده در مکان‌یابی دفن زباله در منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.

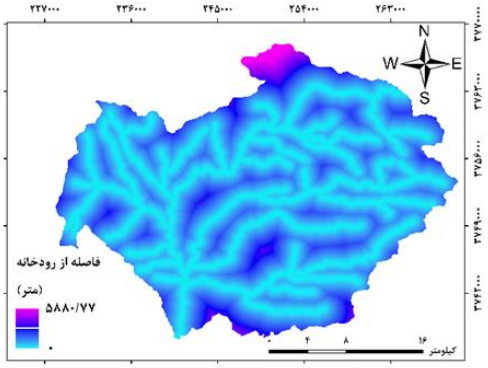
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]



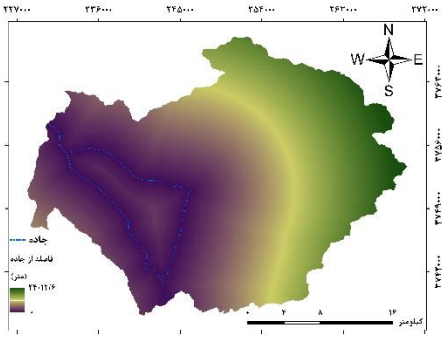
(الف) نوع خاک



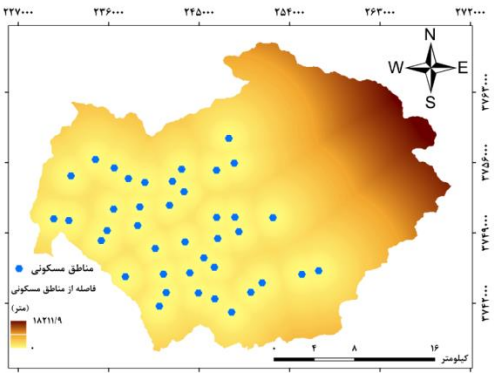
(ب) شیب



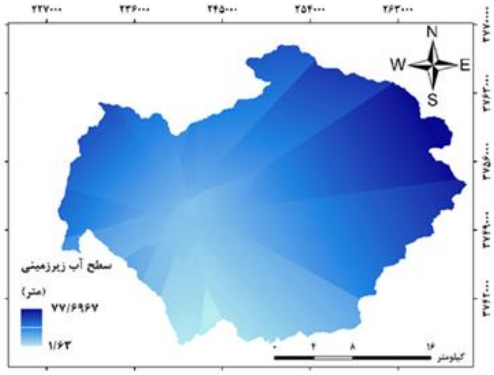
(پ) فاصله از رودخانه



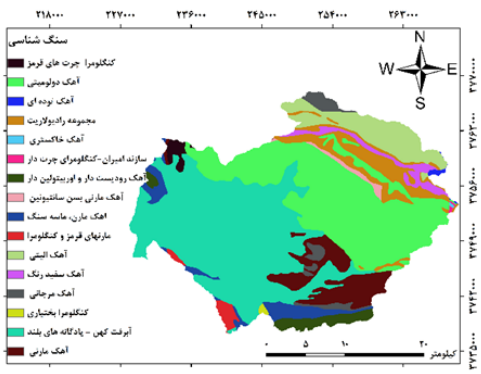
(ت) فاصله از جاده

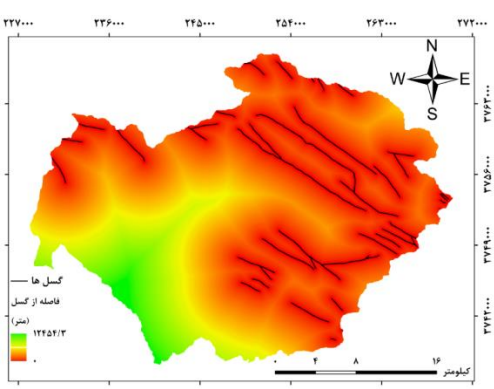


(ث) فاصله از مناطق مسکونی



(ج) سطح آب زیرزمینی

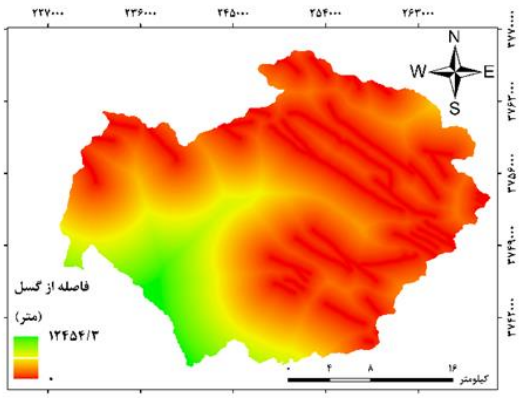


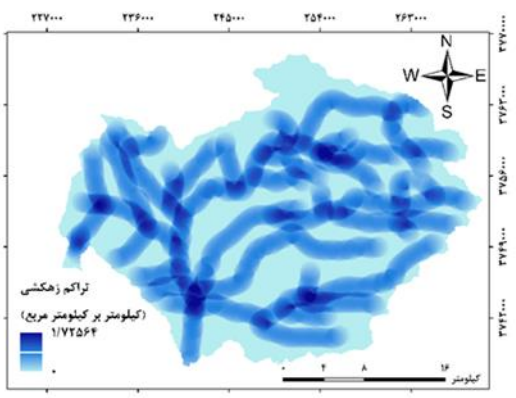


[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

(چ) سنگ شناسی

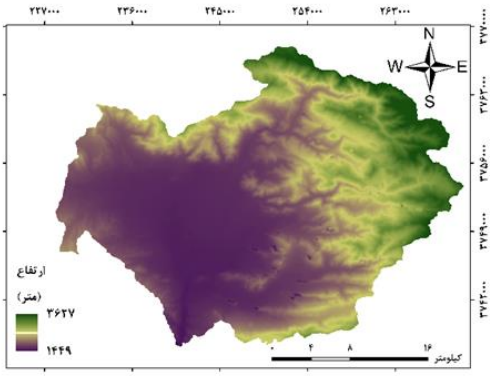
(ح) کاربری اراضی

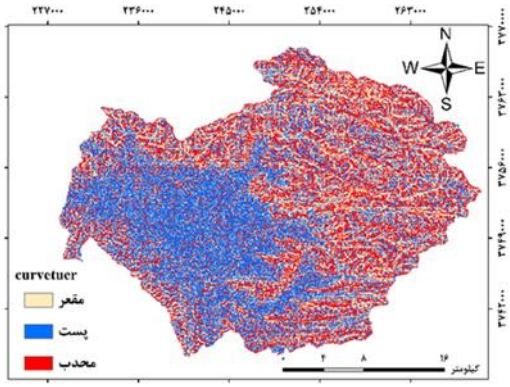




(خ) فاصله از گسل

(د) تراکم زهکشی





(ذ) ارتفاع

(ر) پستی و بلندی

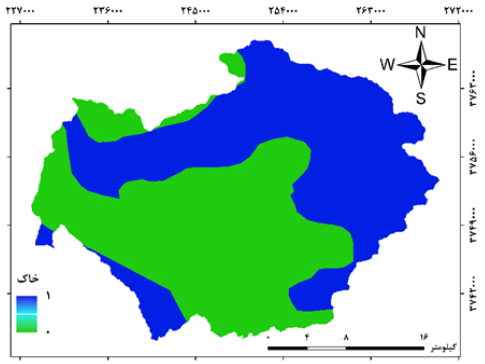
شکل ٤: پارامترهای مورداستفاده در مکان‌یابی دفن زباله شهرستان الشتر: (الف) نوع خاک، (ب) شیب، (پ) فاصله از رودخانه، (ت) فاصله از جاده، (ث) فاصله از مناطق مسکونی، (ج) سطح آب زیرزمینی، (چ) سنگ‌شناسی، (ح) کاربری اراضی، (خ) فاصله از گسل، (د) تراکم زهکشی، (ذ) ارتفاع، (ر) پستی و بلندی

استانداردسازی معیارها با استفاده از منطق فازی:

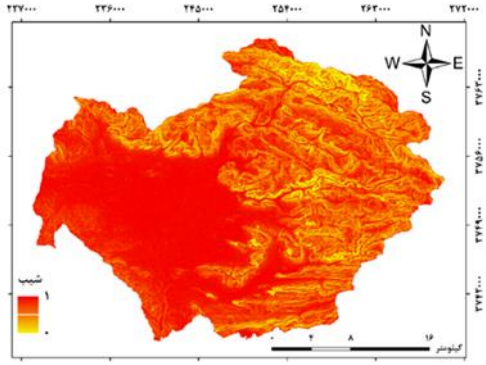
معیارهای مذکور پس از رقومی شدن و ورود به سیستم اطلاعات جغرافیایی به نقشه‌های معیار تبدیل شدند. چون هر نقشه معیار یا هر ویژگی دارای محدوده و مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوتی است، برای تحلیل و ارزیابی چند معیاری باید مقیاس اندازه‌گیری آن‌ها را با یکدیگر همخوان و متناسب کرد. برای همسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری و تبدیل آن‌ها به واحدهای قابل مقایسه، از فرآیند استانداردسازی معیارها استفاده شد[٤٤]. در استانداردسازی داده‌ها،کلیه مقادیر و ارزش‌های لایه‌های نقشه‌ای به دامنه یکسانی مثلاً بین صفر تا یک تبدیل می‌شوند. فرآیند استانداردسازی در روش فازی، از طریق قالب‌بندی مقادیر و ارزش‌ها به شکل یک مجموعه عضویت عملی می‌گردد. در این حالت بیش‌ترین ارزش یعنی مقدار یک به حداکثر عضویت وکمترین ارزش یعنی عدد صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می‌گیرد. این عملیات در محیط

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

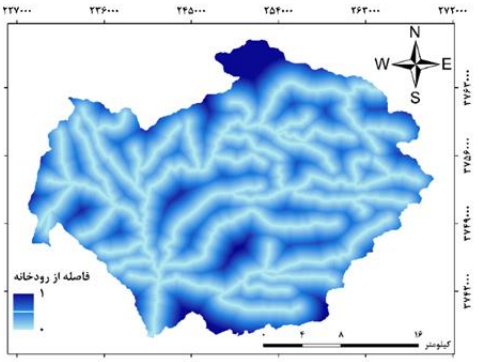
ARCGIS (10.3) انجام گرفت. البته ا ستاندارد سازی لایه‌های کیفی خاک، کاربری ارا ضی و زمین شنا سی به نحو دیگری صورت می‌گیرد که در قسمت فرایند فرآیند سلسله مراتبی به آن پرداخته می‌شود (شکل ۵).



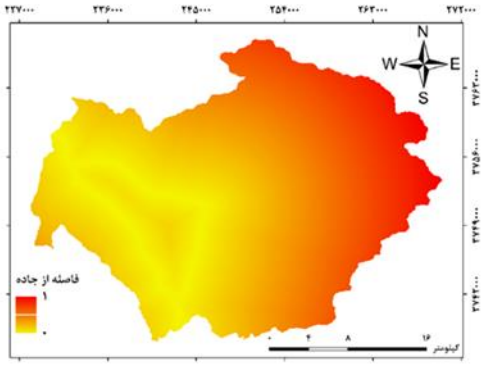
(الف) نوع خاک



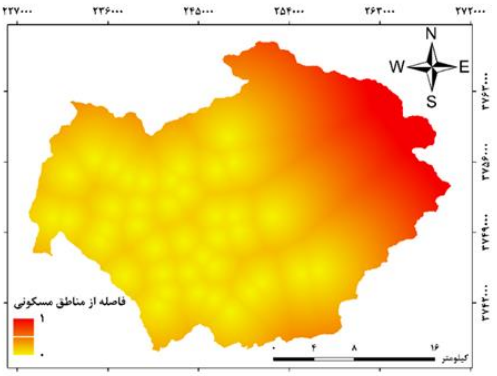
(ب) شیب



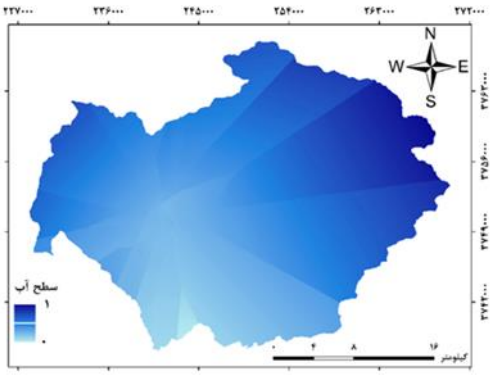
(پ) فاصله از رودخانه



(ت) فاصله از جاده

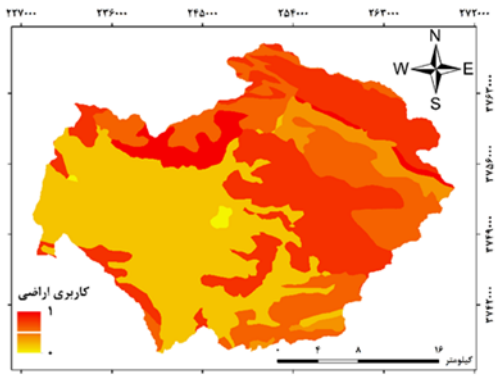


(ث) فاصله از مناطق مسکونی

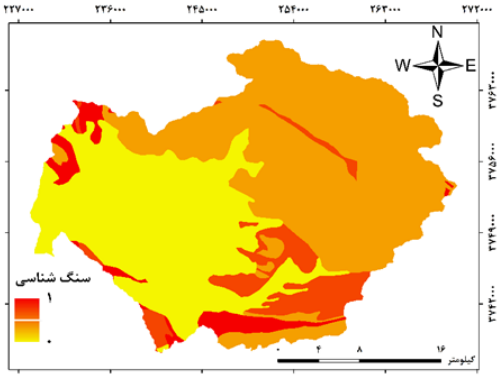


(ج) سطح آب زیرزمینی

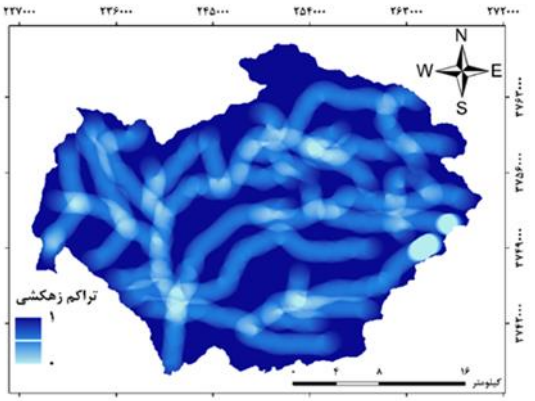
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]



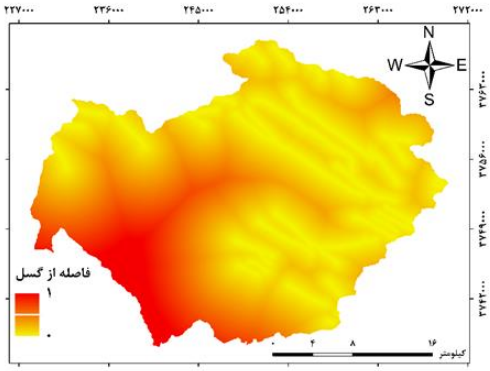
(ح) کاربری اراضی



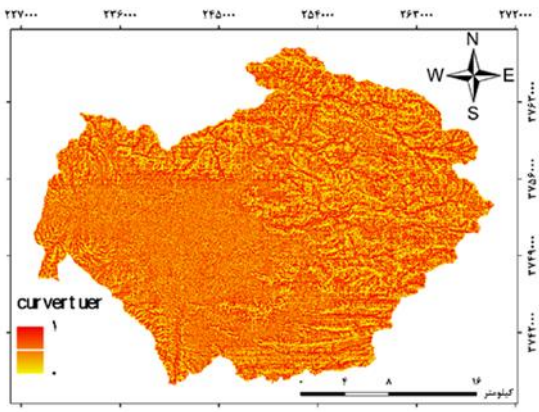
(چ) سنگ شناسی



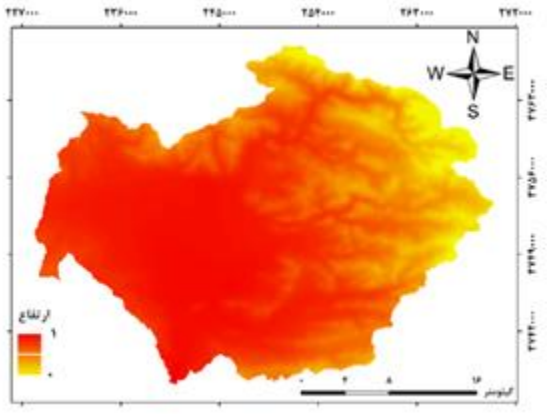
(د) تراکم زهکشی



(خ) فاصله از گسل



(ر) پستی و بلندی



(ذ) ارتفاع

شکل ۵: نقشه معیارهای استاندارد سازی شده با استفاده از منطق فازی: (الف) نوع خاک، (ب) شیب، (پ) فاصله از رودخانه، (ت) فاصله از جاده، (ث) فاصله از مناطق مسکونی، (ج) سطح آب زیرزمینی، (چ) سنگ‌شناسی، (ح) کاربری اراضی، (خ) فاصله از گسل، (د) تراکم زهکشی، (ذ) ارتفاع، (ر) پستی و بلندی

در نرم‌افزار Expert Choice v.11 هدف به عنوان اصلی‌ترین شاخه تحلیل سلسله مراتبی و معیارها به‌عنوان زیر شاخه هستند. تبدیل موضوع یا مسئله مورد بررسی به ساختاری سلسله مراتبی، مهم‌ترین قسمت فرایند سلسله مراتبی محسوب می‌شود، زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، فرایند تحلیل سلسله مراتبی آن‌ها را به شکل ساده، که با ذهن انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل می‌کند [۴۵]. درجه اهمیت در مقایسه دودویی در روش فرایند سلسله مراتبی از درجه اهمیت ۱ تا ۹ تقسیم‌بندی می‌شود که اهمیت هر درجه در جدول ۱ ارائه‌شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

جدول ١: درجه اهمیت در مقایسه دودویی در روش فرایند سلسله مراتبی [٤٦]

تعریف	اهمیت برابر	اهمیت برابر تا متوسط	اهمیت متوسط	اهمیت متوسط تا قوی	اهمیت قوی	اهمیت قوی تا بسیار قوی	اهمیت بسیار قوی	اهمیت بسیار قوی تا فوق‌العاده قوی	اهمیت فوق‌العاده قوی
میزان اهمیت	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩

دوازده گزینه منتخب در مقایسه با هریک از معیارها به‌صورت جفت–جفت با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی به روش AHP مقایسه شدند و وزن‌های نسبی هریک به دست آمد. سپس وزن نهایی گزینه‌ها که نشان‌دهنده اولویت هر یک در مقایسه با هدف کاهش آسیب به محیط‌زیست است در جدول ٢ ارائه شده است.

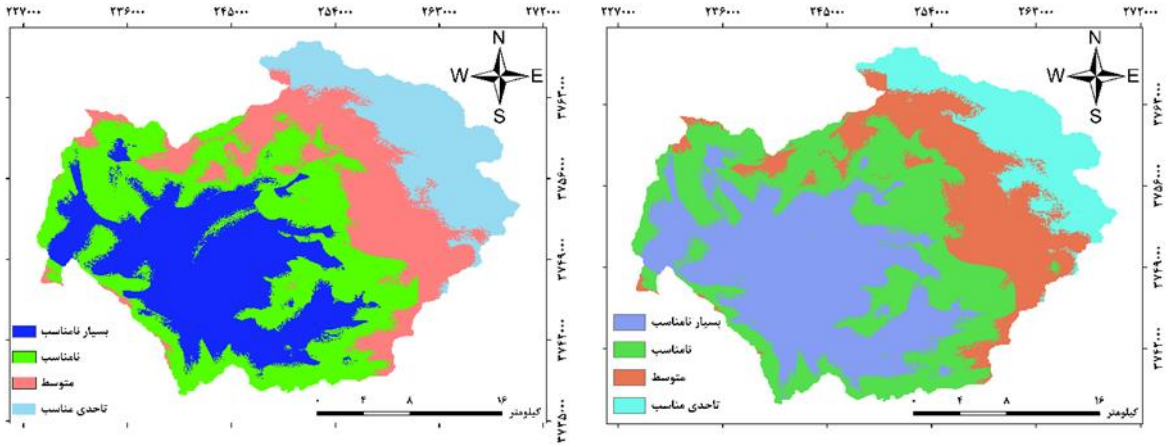
با توجه به جدول ٢، اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی دفن زباله شهر ستان الشتر بر مبنای روش AHP به صورت؛ ١– فاصله از مناطق مسکونی ٢– فاصله از رودخانه ٣– سطح آب زیرزمینی ٤– تراکم زهکشی ٥– کاربری اراضی ٦– فاصله از جاده ٧– خاک ٨– طبقات ارتفاعی ٩– زمین‌شناسی ١٠– شیب ١١– فاصله از گسل ١٢– پستی و بلندی است.

جدول ٢: ماتریس مقیاس زوجی دوازده معیار مؤثر

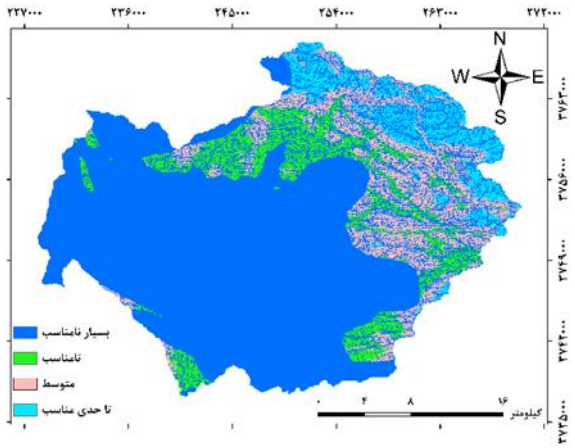
	شیب	زمین شناسی	فاصله از رودخانه	فاصله از جاده	کاربری اراضی	سطح آب زیرزمینی	خاک	پستی و بلندی	فاصله از مناطق مسکونی	تراکم زهکشی	طبقات ارتفاعی	فاصله از گسل	وزن نسبی معیار
شیب		٢	٥	٣	٤	٦	٤	١/٣	٧	٥	٢	١/٢	./٠٢٦
زمین شناسی			٥	٢	٥	٦	٢	١/٢	٧	٣	٢	١/٢	./٠٣١
فاصله از رودخانه				١/٥	١/٣	١/٢	١/٤	١/٨	٣	١/٢	١/٣	١/٦	./١٧٦
فاصله از جاده					١/٢	٣	٢	١/٤	٤	٢	١/٢	١/٢	./٠٦٣
کاربری اراضی						٢	١/٢	١/٥	٣	١/٢	١/٣	١/٣	./٠٩
سطح آب زیرزمینی							١/٣	١/٦	٢	١/٢	١/٣	١/٤	./١٣٧
خاک								١/٣	٥	٣	١/٢	١/٣	./٠٦١
پستی و بلندی									٧	٥	٣	٢	./٠١٧
فاصله از مناطق مسکونی										١/٣	١/٥	١/٦	./٢٣٧
تراکم زهکشی											١/٤	١/٣	./٠٩٥
طبقات ارتفاعی												١/٢	./٠٤٢
فاصله از گسل													./٠٢٥

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

در ادامه جهت تلفیق لایه‌ها از سه روش گاما، ترکیب خطی-وزنی و جمع استفاده شد و در نهایت به‌منظور دستیابی به نتیجه بهتر، محدوده مورد مطالعه به چهار طبقه‌ی تاحدی منا سب، متو سط، نامنا سب و ب سیار نامنا سب از نظر پتان سیل محل دفن زباله‌های شهری تق سیم گردید (شکل ٦). همچنین در جدول ۳ م ساحت هر طبقه با ا ستفاده از روش‌های مذکور ارائه شده ا ست. همان‌طور که در این جدول ارائه شده ا ست، با ا ستفاده از روش ترکیب خطی-وزنی و جمع فازی، م ساحت مناطق نامناسب و بسیار نامناسب برای احداث لندفیل تقریبا دو برابر مناطق با پتانسیل متوسط و تقریباً مناسب می باشد، در حالیکه در روش گاما فازی تقریبا تمام منطقه در طبقه نامناسب و بسیار نامناسب قرار می‌گیرد. شکل ۷ نیز پتانسیل منطقه مورد مطالعه را برای احداث لندفیل با ا ستفاده از روش‌های مختلف، به صورت در صد ن شان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل نشان داده شده است، درصد قابل ملاحظه‌ای از منطقه برای احداث لندفیل نامناسب و بسیار نامناسب است که در این میان، روش گاما-فازی با تقریباً ۹۰ درصد انطباق، بیش‌ترین میزان نامناسب بودن منطقه را نشان می‌دهد.



) عملکرد گاما-فازی (ب) ترکیب خطی-وزنی



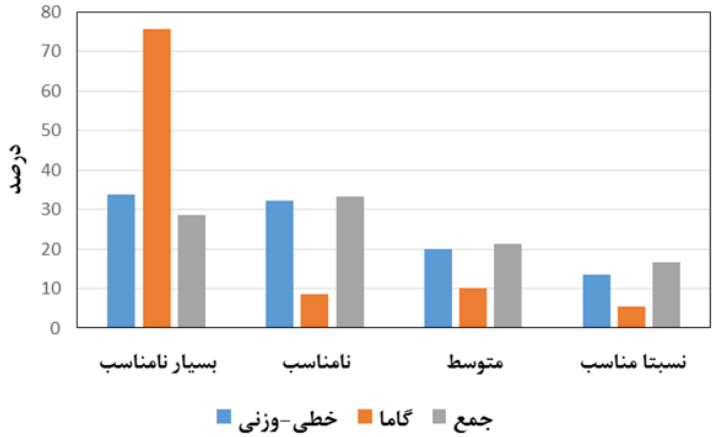
(پ) جمع فازی

شکل ٦: نقشه نهایی جهت مکان‌یابی دفن زباله‌های شهرستان الشتر حاصل از ترکیب لایه‌ها با استفاده از سه روش جمع، گاما و ترکیب خطی-وزنی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

جدول ٣: مساحت طبقات در روش‌های گاما، جمع و ترکیب خطی - وزنی

طبقه	مساحت برحسب کیلومترمربع		
	ترکیب خطی-وزنی	گاما	جمع
بسیار نامناسب	٢٧١/٠٣٧	٦٠٥/٥٩٨	٢٢٩/٥٩٣
نامناسب	٢٥٨/٩٥٥	٦٧/٩٣٣	٢٦٦/٨٩٨
متوسط	١٦٠/٨٧٩	٨١/٥٩٦	١٧٠/٠٨٩
تا حدودی مناسب	١٠٨/٧٣٤	٤٤/٤٧٣	١٣٢/٤٩٨



شکل ٧: طبقه بندی پتانسیل دفن زباله شهرستان الشتر با استفاده از روش‌های مختلف

٤- نتیجه‌گیری

در این مطالعه با استفاده از روش اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی سعی شده است که مکان یابی مناسبی برای محل دفن زباله‌های شهری شهرستان الشتر انجام شود. بر این اساس تعداد ١٢ پارامتر مؤثر بر مکان‌یابی انتخاب و مورد استفاده قرار گرفته است. به‌منظور دستیابی به نتیجه بهتر، محدوده مورد مطالعه به چهار طبقه‌ی تاحدی مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب از نظر پتانسیل محل دفن زباله‌های شهری تقسیم گردید. نتایج حاصل از ترکیب خطی - وزنی، عملگر جمع و عملگر گاما نشان داد که بیش‌تر مساحت منطقه دارای شرایط نامناسب و بسیار نامناسب برای دفن زباله است. علی الخصوص در روش گاما-فازی مشخص شد که حدوداً ٩٠ درصد منطقه دارای شرایط نامناسب برای دفن زباله می‌باشد. علاوه بر این مکان‌هایی که تا حدی برای احداث لندفیل مناسب تشخیص داده شدند، دارای راه‌های صعب‌العبور و دور از دسترس هستند که امکان دسترسی به این مناطق مستلزم هزینه‌های زیاد است. نتایج حاصل از ترکیب لایه‌ها نشان داد که مکان فعلی دفن زباله شهرستان الشتر در محدوده نامناسب (روش ترکیب خطی-وزنی و جمع) و بسیار نامناسب (روش گاما) قرار دارد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت مکان مناسب برای دفن زباله شهرستان الشتر در محدوده‌ای واقع شده است که دسترسی به آنها سخت و نیازمند رف هزینه زیادی می‌باشد. پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از ضربه زدن به اکوتوریسم و محیط‌زیست منطقه، مکانی خارج از شهرستان برای دفن زباله در نظر گرفته شود.

"این تحقیق در قالب طرح پژوهشی شماره ٢٠-٣-٠٣-٤- ٩٨ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه لرستان انجام شده است."

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

منابع

[1]. Ramanathan R., Data envelopment analysis for weight derivation and aggregation in the analytic hierarchy process, Comput Oper Res, 33(5), (2006) 1289–1307

[2]. Hamzeh M., Abbaspour R.A., Davalou R., Raster-based outranking method: a new approach for municipal solid waste landfill (MSW) siting, Environ Sci Pollut Res, 22(16) (2015)12511–12524

[3]. Sayadi M., Rezaei M., Rezaei A., Fraction distribution and bioavailability of sediment heavy metals in the environment surrounding MSW landfill: a case study, Environ Monit Assess, 187(1) (2015) 4110

[4]. Goyal D., Kumar S., Sil A., Municipal solid waste: zero tolerance management strategy, Int J Environ Technol Manag, 17(2–4) (2014) 113–121

[5]. Li Y., Li J., Deng C., Occurrence, characteristics and leakage of polybrominated diphenyl ethers in leachate from municipal solid waste landfills in China, Environ Pollut, 184 (2014) 94–100

[6]. Ismail S.S., Landfill site selection model using an integrated approach of GIS and multi criteria decision analysis (MCDA): example of Selangor, Malaysia. Sciences, 10(1) (2017)1–8

[7]. Christian H., Macwan J.E.M., Landfill site selection through GIS approach for fast growing urban area. Int J Civil Eng Technol 8(11) (2017) 10–23

[8]. Delgado O.B., Mendoza M., Granados E.L., Geneletti D., Analysis of land suitability for the siting of inter-municipal landfills in the Cuitzeo Lake Basin, Mexico, Waste Manag, 28 (2008)1137–1146

[9]. Nas B., Cay T., Lscan F., Berktay A., Selection ofMSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. Environ Monit Assess, 160(1–4) (2010) 491–500

[10]. Moeinaddini M., Khorasani N., Danehkar A., Darvishsefat A.A., Zienalyan M., Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment, case study: Karaj. Waste Manag, 30 (2010) 912–920

[11]. Chabuk A., Al-Ansari N., Hussain H.M., Knutsson S., Pusch R., Landfill site selection using geographic information system and analytical hierarchy process: a case study Al-Hillah Qadhaa, Babylon, Iraq. Waste Manage Res 34(5) (2016) 427–437

[12]. Lokhande T., Mane S., Mali S., Landfill site selection using GIS and MCDA methods: a review. IJRESTs, 2395(3) (2017) 25–30

[13]. Rahmat Z.G., Niri M.V., Alavi N., Goudarzi G., Babaei A.A., Baboli Z., Hosseinzadeh M., Landfill site selection using GIS and AHP: a case study: Behbahan, Iran, KSCE J Civ Eng, 21(1) (2017) 111–118

[14]. Soroudi M., Omrani G., Moataar F., Jozi S.A., Modelling an integrated fuzzy logic and multi-criteria approach for land capability assessment for optimized municipal solid waste landfill siting yeast. Polish J Environ Stud, 27(1) (2018)

[15]. Afzali A., Sabri S., Rashid M., Samani J.M.V., Ludin A.N.M., Intermunicipal landfill site selection using analytic network process. Water Resour Manag, 28(8) (2014) 2179–2194

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

[16]. Isalou A., Zamani V., Shahmoradi B., Alizadeh H., Landfill site selection using integrated fuzzy logic and analytic network process (F-ANP). Environ Earth Sci, 68(6) (2013) 1745–1755

[17]. Babalola A., Busu I., Selection of landfill sites for solid waste treatment in Damaturu Town-using GIS techniques. J Environ Prot, 2(1) (2011) 1–10

[18]. Ahmadi M., Teymouri P., Dinarvand F., Hoseinzadeh M., Babaei A.A., Jaafarzadeh N., Municipal solid waste landfill site selection using analytical hierarchy process method and geographic information system in Abadan, Iran, Iran J Health Sci, 2 (1) (2014) 37-50

[19]. Hanine M., Boutkhoum O., ElMaknissi A., Tikniouine A., Agouti T., Decision making under uncertainty using PEES–fuzzy AHP–fuzzy TOPSIS methodology for landfill location selection. Environment Systems and Decisions, 36(4) (2016) 351–367

[20]. Chabuk A.J., Al-Ansari N., Hussain H.M., Knutsson S., Pusch R., GISbased assessment of combined AHP and SAW methods for selecting suitable sites for landfill in Al-Musayiab Qadhaa, Babylon, Iraq. Environ Earth Sci, 76(5) (2017) 209

[21]. Yousefi H., Javadzadeh Z., Noorollahi Y., Yousefi-Sahzabi A., Landfill site selection using a multi-criteria decision-making method: a case study of the Salafcheghan special economic zone, Iran. Sustainability, 10(4) (2018) 1107

[22]. Karbalaei Saleh, S., Aliani, H., Amoushahi, S., Application of modeling based on fuzzy logic with multi-criteria method in determining appropriate municipal landfill sites (case study: Kerman City). Arabian Journal of Geosciences, 13: (2020) 1219

[٢٣] مرکزآمارایران. «سالنامه آماری استان لرستان» (١٣٩٥).

[٢٤] مهندسین مشاور سنگاب، «گزارش توجیهی تخصیص منابع آب محدوده مطالعاتی الشتر». شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان لرستان. اسفند (١٣٩١).

[٢٥] متکان، ع.، شکیبا، ع.، پورعلی، س. ح.، و نظم فر، ح.، "مکانیابی مناط مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از GIS (ناحیه مورد مطالعه: شهر تبریز)" نشریه علوم محیطی، زمستان ١٣٨٧، دوره ٦، شماره ٢، ١٢١-١٣١.

[26]. Asgarzadeh, L., Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. Information and Control, l9, (1965) 338–353

[27]. Basarir, A., Gillespie, J. M., Dairy producers: acomparison of the fuzzy pairwise method andsimple ranking producer, Departmentor AgriculthralEconomics Gazios Manpasa University, Selected Paper prepared forpresentation at the Southern Agricultural Economics Association, Gols of beefcattleand Annual Meeting, Mobile, AL February:1 (2003).

[28]. Fazelniya, G., Hakimdust, S. Y., Balyani, Y., Comprehensive guide to GIS: publishers Azad pyma, (2012) 145-146.

[٢٩] معماریانی، ع.، آذر، ع. «روشAHP تکنیکی نوین در تصمیم‌گیری گروهی»، دانش مدیریت، شماره ٢٧ و ٢٨، صص ٣٢-٢٢. (١٣٧٤).

[٣٠] کامیابی، س.، مطبوعی، ب.، حسن‌آبادی، م. «مکان‌یابی دفن زباله با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با تأکید بر مطالعات زیست‌محیطی (مطالعه موردی: دفن زباله‌های شهرک صنعتی سمنان)»، انسان ومحیط‌زیست، دوره ٩، شماره ٣، ٢٧-٣٨ (١٣٩٠).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]

[31]. Dağdeviren, M., Yavuz, S., & Kılınç, N., Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, Vol. 36(4) (2009) 8143-8151.

[32]. Mamat, N. J. Z., Daniel, J. K., Statistical analyses on time complexity and rank consistency between singular value decomposition and the duality approach in AHP: A case study of faculty member selection. Mathematical and Computer Modelling, Vol. 46(7-8), (2007) 1099-1106.

[33]. Rana R., Ganguly R., Gupta A.K., Evaluation of solid waste man-agement in satellite towns of Mohali and Panchkula. J Solid Waste Technol Manag 43: (2017) 280–294

[34]. Khan M., Vaezi M., Kumar A., Optimal siting of solid waste-to-value-added facilities through a GIS-based assessment. Sci Total Environ 610–611 (2018)1065–1075

[35]. Sharma A., Ganguly R., Gupta A.K., Matrix method for evaluation of existing solid waste management system in Himachal Pradesh, India. J Mater Cycles Waste Manag, 20 (2018)1813–1831

[36]. Hazarika, R., Saikia, A., Landfill site suitability analysis using AHP for solid wastemanagement in the Guwahati Metropolitan Area, India. Arabian Journal of Geosciences, 13 (2020) 1148

[۳۷]جعفری، ک.، حافظی مقدس، ن.، مظلومی، ع.، قزی، ا.، مکان یابی محل دفن پسماندهای شهری: مطالعهٔ موردی در اردبیل .نشریهٔ زمین‌شناسی مهندسی، ۱۱ (۳)، ۱۰۳-۱۳٤ (۱۳۹٦).

[۳۸] سعیدی، م.، عباسی، ع.، سرپاک، م. «مکان‌یابی محل مناسب دفن مواد زائد خطرناک با استفاده از تکنیک‌های GIS اولویت‌بندی سایت‌ها و استفاده از تحلیل‌های سلسله مراتبی (AHP) ». علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره یازدهم، شماره یک، ویژه‌نامه بهار، ص ۲۳۱-۲٤۱ (۱۳۸۸).

[39]. Guiqin, W., Guoxue, L.Q., Chen, L.L., Landfill Site Selection Using Spatial Information Technologies and AHP: A Case Study in Beijing, China. Journal of Environmental Management 90(8):2414-2

[٤۰] خالقی بارنجی، ف.، «مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از GIS و تحلیل سلسله مراتبی AHP شهر میانه، آذربایجان شرقی»، فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی محیط‌زیست. دوره ۱۱، شماره ۳۸، بهار ۱۳۹٦، صص ۳۳-۲۹ (۱۳۹٦).

[٤۱] حیدرزاده، ن، «مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS برای شهر تهران»: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران (۱۳۸۰).

[٤۲] حجازی، س ا.،« مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری با استفاده از تکنیک‌های اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی: مطالعه موردی شهرستان مراغه»، جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۹، شماره ٥٤. صص ۱۲٥-۱۰٥ (۱۳۹٤).

[٤۳] شمسایی فرد، خ. «مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی شهر بروجرد)». پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم (۱۳۸۲).

[44]. Kontos T, Komilis D P, Halvadakis C P. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology; Waste Management, 25, (2005) 818-832

[٤٥] چیت‌سازان. م.، دهقانی، ف.، میرزایی، س. ی.، راست منش، ف. «مقایسه روش‌های فرایند سلسله مراتبی، ترکیب خطی-وزنی، تحلیل فرایند سلسله مراتبی فازی در مکان‌یابی محل مناسب جهت دفن پسماندهای جامد شهری (ناحیه موردمطالعه: شهر رامهرمز)»، علوم و مهندسی آبیاری (مجله ی علمی کشاورزی)، جلد ۳۷ ، شماره ی ۱، بهار ۹۳ (۱۳۹۳).

[46]. Saaty, T. L., The analytic hierarchy process. 1sd ed. New York: McGraw-Hill, 287 p (1980).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]