Journal of Research in Environmental Health

Volume 4, Issue 2, Summer 2018

Locating appropriate areas of municipal waste landfill using TOPSIS method (Case study: Langroud County)

Ali Moghimi Kandlousy
* Assistant Professor, Department of Geology, College of Science, Lahijan branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran. (Corresponding Author),
Email: a.moghimi.k.2017@gmail.com

Amin Mohebbi Tafreshi
Young researchers and elite club, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Ghazaleh Mohebbi Tafreshi
Young researchers and elite club, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 2018/04/29
Accepted: 2018/07/16

ABSTRACT

Background and Aim: The lack of suitable landfill for storage and disposal of solid wastes in different parts of Guilan has been not only led to deforestation and agricultural lands destruction, but also jeopardized public health. The Langroud County as a tourist destination of Guilan province is also affected by solid wastes. Therefore, the present study aims to locate the new appropriate area for municipal sanitary landfill, taking into account environmental standards in Langroud County.

Materials and Methods: In this research, 20 criteria were used in accordance with the standards of the Iranian Environmental Protection Agency, the Alberta State Environmental Authority of Canada, the Minnesota Pollution Control Agency and the British Columbia Environmental Ministry as criteria for locating. TOPSIS method was used in combining the criteria maps in ArcGIS software environment.

Results: After passing TOPSIS and combining the layers obtained in the ArcGIS software environment, the final map of urban landfill location within the study area was classified into five classes (very weak, weak, moderate, good and excellent).

Conclusion: Based on the results, five prestigious areas in the south and southwest of the city with the highest degree of fit and excellent grade were proposed as new areas of urban solid waste disposal for the city of Langroud.

Document Type: Research article

Keywords: Municipal waste landfill, TOPSIS method, Langroud County, Locating,ArcGIS software.

▶ **Citation:** Moghimi KandlousyA, Mohebbi TafreshiA, Mohebbi Tafreshi GH. Locating appropriate areas of municipal waste landfill using TOPSIS method (Case study: Langroud County). *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Summer 2018;4 (2) : 112-128 .

Archive of SID

www.SID.ir

مکان‌یابی مناطق مستعد دفن بهداشتی پسماندهای شهری با استفاده از روش TOPSIS (مطالعه موردی: شهرستان لنگرود)

علی مقیمی کندلوسی
* استادیار،گروه زمین شناسی،دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاداسلامی واحدلاهیجان، لاهیجان، ایران.
(نویسنده مسئول)، ایمیل:
a.moghimi.k.2017@gmail.com

امین محبی تفرشی
دانشگاه آزاداسلامی،واحدعلوم وتحقیقات، باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان، تهران، ایران.

غزاله محبی تفرشی
دانشگاه آزاداسلامی، واحدعلوم وتحقیقات، باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۲۵

چکیده

زمینه وهدف: عدم وجود جایگاه مناسب برای دفن و نگهداری زباله در مناطق مختلف گیلان نه تنها باعث از بین رفتن هکتارها جنگل و زمین کشاورزی شده، بلکه سلامت عمومی را نیز با خطرات جدی مواجه کرده است. شهرستان لنگرود نیز به عنوان یکی از نقاط گردشگر پذیر استان گیلان از تبعات زباله در امان نیست، لذا مطالعه حاضر با هدف مکان‌یابی مناطق مستعد جدید دفن بهداشتی پسماند شهری با در نظر گرفتن استانداردهای زیست محیطی در شهرستان لنگرود انجام شد.

موادوروش‌ها: در این تحقیق ۲۰ معیار براساس استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران، سازمان محیط زیست ایالت آلبرتای کانادا، آژانس کنترل آلودگی مینه سوتا و وزارت محیط زیست بریتیش کلمبیا به عنوان معیارهای دخیل در مکان‌یابی مورد استفاده قرار گرفتند. برای ترکیب نقشه معیارها از روش TOPSIS در محیط نرم‌افزار ArcGIS بهره گرفته شد.

یافته‌ها: پس از طی نمودن مراحل روش TOPSIS و باتلفیق لایه‌های به دست آمده در محیط نرم‌افزار ArcGIS، نقشه نهایی مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری درمحدوده مطالعاتی در ۵ کلاس (خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب وعالی) طبقه بندی شد.

نتیجه‌گیری: بر مبنای نتایج به‌دست آمده، ۵ محدوده مستعد در جنوب و جنوب غربی شهرستان با بالاترین درجه تناسب و قرار گرفتن در کلاس عالی، به‌عنوان مناطق جدید دفن پسماندهای شهری شهرستان لنگرود پیشنهادمی‌شوند.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

کلید واژه‌ها: دفن پسماند شهری، روش تاپسیس، شهرستان لنگرود، مکان‌یابی، نرم‌افزار ArcGIS

◄ **استناد:** مقیمی کندلوسی ع، محبی تفرشی الف، محبی تفرشی غ. مکان یابی مناطق مستعد دفن بهداشتی پسماندهای شهری با استفاده از روش TOPSIS (مطالعه موردی: شهرستان لنگرود). *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. تابستان ۱۳۹۷؛۴ (۲): ۱۱۲-۱۲۸.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

با وجود نیاز شهرهای کشور به استفاده صحیح از سیستم دفن زباله، متأسفانه به دلیل عدم توجه به انتخاب مکان مناسب جهت دفن مواد زائد و همچنین نادیده گرفتن شرایط ساختاری زمین، توپوگرافی محیط، وضعیت آب‌های زیرزمینی و سطحی و دیگر عوامل مؤثر در اجرای صحیح یک سیستم دفن در اکثر شهرها، مشکل آلودگی آب‌های زیرزمینی، زمین‌های زراعی و محیط‌های مسکونی به‌واسطه روش‌های دفن غیر اصولی مشاهده می‌گردد. انتخاب محل مناسب برای دفن زباله که در اصطلاح مهندسی با عنوان لندفیل از آن یاد می‌گردد(۱)، مهم‌ترین عامل در دفن بهداشتی محسوب می‌شود. با توجه به رشد و توسعه سریع مناطق شهری و لزوم تعیین مناطق مناسب برای دفن زباله به مدت طولانی، باید منطقه‌بندی و کاربری زمین‌های مجاور مورد توجه قرار گیرد. انتخاب مکان مناسب می‌تواند هزینه ساخت و اجرای یک لندفیل را کاهش دهد(۲). جایگاه مناسب برای لندفیل شهری باید شاخص‌های مناسب هیدروژئولوژی، زمین‌شناسی و زیست محیطی را دارا باشد(۳).

در زمان جایابی لندفیل‌ها فاکتورهای بسیاری باید مورد ارزیابی قرار گیرد. یک جایگاه مناسب باید کمترین اثر را بر محیط زیست، جامعه، اقتصاد و قوانین داشته باشد، همچنین باید از دیدگاه عموم پذیرفته شده باشد(۴). بر اساس نظر Keller(۱۹۹۹)، پارامترهای کنترل کننده مناسب بودن یک جایگاه برای دفن پسماند در برگیرنده شرایط زمین ریخت شناسی، موقعیت آب زیرزمینی، میزان بارش، جایگاه لندفیل نسبت به سامانه آب زیرزمینی و سطحی و گونه خاک و سنگ می‌باشد(۵). Mutluturk و Karaguzel (۲۰۰۷) بررسی وضعیت توان جابجایی دامنه‌ای را به عنوان یکی از معیارهای مکان‌یابی محل لندفیل اعلام داشتند(۶). در این راستا توجه به زمین لغزش‌هاو تعیین حریم حفاظتی برای جلوگیری از صدمات زمین لغزش از جمله اقدامات لازم می‌باشد.Şener و همکاران(۲۰۱۰) در پژوهشی درحوضه آبخیز دریاچه Beysehir، برای انتخاب مکان مناسب دفن زباله معیارهایی از جمله: زمین‌شناسی، هیدرولوژی، کاربری زمین، شیب، ارتفاع و توپوگرافی را بررسی کردند(۷). Taghvai و همکاران (۲۰۱۲) ابراز داشتند بهترین مکان برای احداث لندفیل مکان‌هایی هستند که کمترین فرسایش‌پذیری را دارا باشند(۸). مناطق با فرسایش‌پذیری خیلی شدید(کلاس V)، نامناسب‌ترین مکان جهت دفن پسماند می‌باشند(۸). مناطق با فرسایش‌پذیری شدید(کلاس IV) از نظر مناسب بودن جهت دفن پسماند، درجه متوسط را به خود اختصاص می‌دهند(۸). مناطقی با فرسایش‌پذیری متوسط(کلاس III) جهت دفن پسماند خوب می‌باشند(۸). مناطق با فرسایش‌پذیری کم(کلاس II) جهت دفن پسماند خیلی خوب و مناطق با فرسایش‌پذیری خیلی کم (کلاسI)، در مکان‌یابی لندفیل‌ها درجه عالی را به خود اختصاص می‌دهند(۸). بر مبنای مطالب ذکر شده و اهمیت فراوان فرآیند مکان‌یابی، دربسیاری از کشورها و توسط سازمان‌های دخیل در امور سلامت و محیط زیست، استانداردهایی جهت فرآیند مکان یابی فراهم آمده است و در آنها به معیارهای گوناگون اثرگذار در مکان‌یابی لندفیل‌ها اشاره شده است. از جمله این استانداردها می‌توان به استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران(۹)، سازمان محیط زیست ایالت آلبرتای کانادا (۱۰)، آژانس کنترل آلودگی مینه سوتا (۱۱) و وزارت محیط زیست بریتیش کلمبیا(۱۲) اشاره کرد.

با توجه به کارایی بالای GIS در امر مکان‌یابی و همچنین با توجه به تعدد معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری، در سال‌های اخیر از تلفیق GIS و روش‌های مختلف سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری چند معیاری به‌عنوان ابزار کاری قدرتمند در زمینه مکان‌یابی لندفیل‌ها استفاده می‌گردد(۱۳,۱۷). بر همین مبنا تحقیقات زیادی در سراسر جهان جهت مکان‌یابی محل‌های مستعد احداث لندفیل صورت پذیرفته است که از آن جمله می‌توان به Vatalis و Manoliadis (۲۰۰۲) و Kontos و همکاران(۲۰۰۵) اشاره کردکه در مطالعات جداگانه‌ای با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش تجزیه و تحلیل معیارهای چند گانه مکانی

Archive of SID

www.SID.ir

به ترتیب اقدام به مکان‌یابی محل دفن زباله در مکدونیا در شمال غربی یونان و جزیره لمنوس در شمال دریای اژه در یونان نمودند (۱۸، ۱۹).Delgado و همکاران(۲۰۰۸) نیز به منظور پشتیبانی از مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری از روش بولین و تحلیل سلسله مراتبی استفاده کردند و مناسب‌ترین این مکان‌ها را در حوضه دریاچه کوئیتزو در مکزیک به روش روی هم‌گذاری در محیط GIS تعیین کردند(۲۰).Mahamid و Thawaba (۲۰۱۰) طی پژوهشی که برای مکان‌یابی جایگاه های دفن زباله با کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی در فلسطین انجام دادند، عنوان داشتند که مناسب‌ترین مکان‌های دفن بر پایه معیارهای محیطی، اراضی جنگلی همراه با بافت خاک رسی و شیب کمتر از ۵ درصد هستند(۲۱).De Feo و De Gisi (۲۰۱۴) از تلفیق روش آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور مکان‌یابی سایت دفن پسماند در جنوب ایتالیا استفاده نمودند(۱۵). Kharat و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود در کشور هند جهت مکان‌یابی و اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث لندفیل از مدلی تلفیقی برگرفته از سه روش تاپسیس، روش تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند فازی استفاده نمودند. نتایج کار آنها تطابق بالای مدل با بازدیدهای میدانی را نشان داد(۱۷). از دیگر تحقیقات انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعه Adeli و Khorshiddoust (۲۰۱۱)،Donevska و همکاران (۲۰۱۲)، Gorsevski و همکاران (۲۰۱۲)،Gbanie و همکاران (۲۰۱۳) و Veronesi و همکاران(۲۰۱۷) اشاره کرد (۲۲،۲۶).

با نگرش به شرایط خاص استان گیلان از نظر اقلیمی و جغرافیایی و عدم دفن صحیح و بهداشتی زباله در مکان‌های فعلی و عدم انطباق شرایط جایگاه‌های فعلی با استانداردهای مورد قبول سازمان حفاظت محیط زیست و متعاقباً ایجاد آلودگی و مزاحمت برای ساکنین مناطق همجوار و آثار سوء کوتاه و بلندمدت در شهرستان لنگرود، لزوم انتخاب مکان‌های جدید با لحاظ نمودن استانداردهای مربوطه ضروری است. مکان فعلی دفن زباله این شهرستان مدت‌هاست که منظره‌ای ناموزون از خود به‌جای گذاشته و به‌علت عدم تجهیز مناسب و عدم در نظر گرفتن معیارهای زیست محیطی، مشکلات بسیاری حادث گردیده است. بر همین مبنا در این تحقیق از روش TOPSIS به‌عنوان یک روش کاربردی که گزینه‌ها را با توجه به مقادیر داده‌های آن‌ها در هر معیار و وزن معیارها مورد مقایسه قرار می‌دهد، جهت مکان‌یابی مناطق مستعد دفن بهداشتی پسماندهای شهری شهرستان لنگرود استفاده شد. اساس کار این روش بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده آل منفی داشته باشد(۲۷). در این روش مکان‌های منتخب با در نظر گرفتن پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند تا بر اساس شباهت به گزینه ایده آل اولویت بندی شوند. این مدل به دلیل دارا بودن دلایلی معتبر(که به خوبی منطق انتخاب افراد را تشریح می‌کند) محاسبه ارزش عددی برای بهترین و بدترین گزینه، دارا بودن فرآیند محاسباتی ساده و عملکرد چند وجهی گزینه ها در معیارها (حداقل در دو وجه)، مورد توجه واقع شده است(۲۷). با توجه به شبیه سازی مقایسه‌ای که توسط Mahmoodzadeh و همکاران(۲۰۰۷) انجام شده است، در میان ۸ روش گروه مدل‌های جبرانی ارزیابی چند معیاره، روش TOPSIS دارای کمترین نقص در رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌باشد(۲۸). نوآوری این تحقیق استفاده از ۲۰ معیار برای مکان‌یابی مناطق مستعد احداث لندفیل در محدوده شهرستان لنگرود بر مبنای معیارهای بومی و منطقه‌ای و همچنین بر اساس تلفیق و استفاده از استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۹)، سازمان محیط زیست ایالت آلبرتای کانادا (۱۰)، آژانس کنترل آلودگی مینه سوتا(۱۱) و وزارت محیط زیست بریتیش کلمبیا (۱۲) می‌باشد.

روش کار

معرفی منطقه موردمطالعه

شهرستان لنگرود با جمعیتی بالغ بر ۱۴۰۶۸۶ نفر(۲۹) و وسعت حدود ۴۵۶ km^2 در شرق استان گیلان(شکل ۱)با مختصات

Archive of SID

www.SID.ir

جغرافیایی ۴۰۵۰۰۰ تا ۴۳۵۰۰۰ شمالی و ۴۰۹۰۰۰۰ تا ۴۱۳۰۰۰۰ شرقی در زون N ۳۹ (بر مبنای سیستم مختصات UTM) واقع شده‌است. دامنه ارتفاع در این محدوده از m ۴۶- تا m ۱۷۸۰ نسبت به سطح دریا متغیر است. میزان متوسط بارندگی سالیانه آن بین mm ۱۸۵۳-۹۹۴ است و به‌علت ارتفاع نسبتاً کم، نزولات اغلب به صورت باران می‌باشد. ازنظر میزان متوسط تبخیر سالیانه، محدوده مورد مطالعه دارای روند تغییرات بین حداقل mm ۸۸۰ در مناطق مرکزی تا حداکثر mm ۱۰۲۰ در مناطق جنوبی می‌باشد. میزان متوسط تغییرات دمای سالانه بین حداقل ^{o}C ۱۱/۵ در ارتفاعات تا حداکثر ^{o}C ۱۴ در مناطق پست‌تر می‌باشد. در کنار هم قرارگیری سنگ‌های سخت بازالتی وگرانیتی با سنگ‌های دگرسان شده و نرم و عملکرد فرسایشی آبراهه‌ها و رودخانه‌های فصلی و دائمی که از ارتفاعات سرچشمه می‌گیرند، باعث ایجاد مورفولوژی نسبتاً خشن و ناهموار در ارتفاعات منطقه شده است. درمحل دفن پسماند کنونی شهرستان لنگرود واقع در بخش اطاقور، به بدترین شکل ممکن و بدون در نظر گرفتن حداقل استانداردهای زیست محیطی به انباشت زباله‌های شهرستان پرداخته می‌شودکه سبب آلودگی تالاب، جنگل و آب رودخانه در این منطقه شده است(شکل ۲).

شکل ۱.موقعیت شهرستان لنگرود در استان گیلان وکشور

شکل ۲. نمایی از محل کنونی انباشت زباله شهرستان لنگرود که در آن هیچ یک از استانداردهای محل لندفیل رعایت نشده است.

داده‌های ورودی

در این تحقیق ۲۰ معیار (شاخص) فرسایش‌پذیری، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از چاه و چشمه، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از معادن، فاصله از مناطق سیل‌خیز، فاصله از اماکن تاریخی، مذهبی و گردشگری، فاصله از زمین لغزش‌ها، فاصله از گسل، فاصله از مراکز شهری، فاصله از مناطق روستایی، طبقات شیب، عمق آب زیرزمینی، فاصله از مناطق حفاظت شده، متوسط دمای سالانه، متوسط تبخیر سالانه و متوسط بارش سالانه بر اساس استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۹)، سازمان محیط زیست ایالت آلبرتای کانادا(۱۰)، آژانس کنترل آلودگی مینه سوتا(۱۱) و وزارت محیط زیست بریتیش کلمبیا(۱۲) به‌عنوان معیارهای دخیل در مکان‌یابی مورد استفاده قرار گرفتند. برای ترکیب نقشه معیارها از روش TOPSIS در محیط نرم‌افزار ArcGIS بهره گرفته شد.

مراحل روش TOPSIS

روش TOPSIS که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت، به‌طور کلاسیک شامل ۵ مرحله به شرح زیر می‌باشد(۲۷):

مرحله اول، تشکیل سوپر ماتریس تصمیم‌گیری اولیه می‌باشد. در این سوپر ماتریس، A_i گزینه نسبت به X_j معیار (پارامتر) مورد سنجش قرار می‌گیرند و امتیاز مربوط به تأثیر معیارها بر روی هرگزینه تعیین می‌گردد. این معیارها در واقع پارامترهای

Archive of SID
www.SID.ir

مؤثردر انتخاب مکان مناسب جهت لندفیل می‌باشند و بر مبنای استانداردهای موجوددر زمینه مکان‌یابی محل‌های دفن پسماند شهری انتخاب می‌شوند. سوپر ماتریس تصمیم‌گیری یک ماتریس i×j است که به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$\begin{array}{c} \\ A_1 \\ \vdots \\ A_i \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} X_1 & \cdots & X_j \end{array} \\ \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} \end{bmatrix}_{i\times j} \end{array}$$

در ماتریس بالا، مقدار عددی به‌دست آمده از مقایسه گزینه i ام با معیار j ام است.

در این تحقیق، با توجه به هدف مکان‌یابی، گزینه‌ها بر اساس ۵ رده کیفی عالی،خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف در نظر گرفته شدند و با علامت‌های A_1 برای عالی، تا A_5 برای خیلی ضعیف نمایش داده شدند.

مرحله دوم از روش TOPSIS، نرمالایز کردن ماتریس تصمیم‌گیری است. این فرآیند سعی می‌کند مقیاسهای موجود در ماتریس تصمیم را بدون مقیاس نماید؛ به این ترتیب که هرکدام از مقادیر براندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم می‌گردد. دلیل این امر توانایی مقایسه شاخص‌ها با مقیاس‌های مختلف کمی وکیفی با یکدیگر می‌باشد. برای نرمال‌سازی از رابطه۱ استفاده می‌شود:

$$n_{i,j} = \frac{X_{i,j}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i} X_{\square,j}^{\ 2}}}$$

معادله (۱)

در این فرمول، اندیس j معرف پارامترموردنظر،اندیس i معرف گزینه مورد نظر و عملکرد گزینه در ارتباط با پارامتر مورد نظر می‌باشد. در نهایت ماتریس نرمالایز شده به‌صورت زیر حاصل می‌شود:

$$n = \begin{bmatrix} n_{1,1} & \cdots & n_{1,j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{i,1} & \cdots & n_{i,j} \end{bmatrix}$$

در تحقیق حاضر برای نرمال‌سازی از روش نرمال‌سازی مکانی در محیط نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد.در روش غیر مکانی به هر رده از شاخص یک عدد تعلق می‌گیرد، درحالی‌که در روش مکانی هر شاخص یک نقشه رستری پیوسته با تعداد زیادی پیکسل است که هر پیکسل ارزش عددی منحصر به فرد خود را دارد. بنابراین در روش مکانی یک طیف عددی برای هر رده از شاخص وجود دارد. به‌عنوان مثال در ماتریس تصمیم‌گیری گزینه‌ها و شاخص‌ها، در مقایسه گزینه "خوب" با شاخص "فاصله از مناطق شهری"، به‌جای قرار دادن یک عدد، طیف عددی ۳-۳/۵ km به‌عنوان گزینه "خوب(Good)" در نظر گرفته می‌شود. یعنی در واقع به‌صورت پیوسته تمام اعداد بین ۳-۳/۵ km توسط نرم‌افزار ArcGIS مورد سنجش قرار گرفته و این طیف با بکارگیری فرمول ۱ در بخش RASTER CALCULATE نرم‌افزار،نرمال می‌شود و نه یک عدد. مزیت روش مکانی نسبت به روش غیر مکانی دقت بسیار بالاتر این روش در حد پیکسل است که باعث می‌شود تمام محدوده شاخص به‌صورت جزء به جزء مورد آنالیز قرار گیرد، درحالی‌که در روش غیرمکانی، کل محدوده شاخص با یک عدد معرفی می‌شود که این خود خطای بسیار فاحشی را در مراحل بعدی ایجاد می‌کند. در فرمول نرمالایز کردن به روش مکانی در محیط نرم‌افزار ArcGIS، صورت کسر، نقشه رستری شاخص و مخرج آن، طیف عددی در نقشه رستری شاخص می‌باشد(چون این شاخص به شیوه اقلیدسی تهیه شده است). در نقشه‌های مکانی نرمالایز شده، رده‌های شاخص‌ها در واقع طیف عددی پیکسل نقشه‌ها هستند که در راهنما از کمترین تا بیشترین مقدار نرمال را نشان می‌دهند.

به‌دست آوردن ماتریس نرمال وزن‌دار، سومین مرحله از مراحل روش TOPSIS است.برای این منظور باتوجه به اهمیت پارامترهای مختلف درتصمیم‌گیری، بردار وزن پارامترها (ضرایب اهمیت پارامترها) بر مبنای مقایسه دوتایی(۳۰) در نرم‌افزار Expert Choice و استخراج وزن هر پارامتر، ایجاد می‌گردد. ماتریس نرمال وزن‌دار از ضرب ماتریس نرمالایز شده در بردار وزن معیارها به‌دست می‌آید. در روش مکانی، نقشه نرمالایز شده وزن‌دار، هدف این مرحله است (شکل ۴).

$$V = W \times n = \begin{bmatrix} W_1 n_{1,1} & \cdots & W_j n_{1,j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_1 n_{i,1} & \cdots & W_j n_{i,j} \end{bmatrix}$$

مرحله چهارم، تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی و

Archive of SID
www.SID.ir

به‌دست آوردن فاصله از این دو گزینه مجازی است. این دو گزینه در حقیقت نشان دهنده بهترین و بدترین راه‌حل هستند. برای تعیین این دو راه حل از روابط ۲و۳ استفاده می‌شود:

معادله (۲) ($\mathbf{V_j^+}$) راه‌حل ایده‌آل مثبت = [Vبردار بهترین مقادیر هرشاخص ماتریس]

معادله (۳) ($\mathbf{V_j^-}$) راه‌حل ایده‌آل منفی= [Vبردار بدترین مقادیر هرشاخص ماتریس]

در نهایت جهت به‌دست آوردن فاصله از دو گزینه مجازی ذکر شده از روابط ۴و۵ استفاده می‌شود:

معادله (۴)
$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{j} \left(\mathbf{V_{i,j}} - \mathbf{V_j^+}\right)^2} \quad , \quad \forall\, \mathbf{i}$$

معادله (۵)
$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{j} \left(\mathbf{V_{i,j}} - \mathbf{V_j^-}\right)^2} \quad , \quad \forall\, \mathbf{i}$$

جهت تهیه نقشه فاصله از ایده‌آل مثبت، ابتدا باید با استفاده از بخش RASTER CALCULATE نرم‌افزار ArcGIS و با استفاده از فرمول‌های ۴و۵، تک‌تک نقشه‌های نرمالایز شده وزن‌دار که از مرحله قبل برای هر شاخص ایجاد شده بودند، از حداکثر مقدار عددی شان کم شوند و به توان ۲برسد. در پایان پس از انجام عملیات فوق برای رستر نرمالایز شده وزن‌دار مثبت همه شاخص‌ها، این رسترها با هم جمع گردند و سپس از این مقدار نهایی جذر گرفته شود.جهت تهیه نقشه فاصله از ایده‌آل منفی نیز روند بالا برای رستر نرمالایز شده وزن‌دار منفی همه شاخص‌ها، تکرار گردید.

آخرین مرحله از مراحل پنج‌گانه روش TOPSIS، تعیین بهترین گزینه می‌باشد. برای تعیین بهترین گزینه از رابطه زیر استفاده می‌شود:

معادله (۶)
$$C_i = \frac{s_i^-}{s_i^- - s_i^+}$$

مقدار C_i به‌دست آمده برای هریک از گزینه‌ها بین صفر تا یک می‌باشد و هر چه به یک نزدیک‌تر باشد،گزینه مورد نظر مناسب‌تر است و هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، نامناسب‌تر است.

یافته‌ها

شکل ۳ نقشه‌های اولیه ۲۰ معیار دخیل در مکان‌یابی لندفیل را نشان می‌دهد. این معیارها بر مبنای استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۹)، سازمان محیط زیست ایالت آلبرتای کانادا (۱۰)، آژانس کنترل آلودگی مینه سوتا (۱۱)، وزارت محیط زیست بریتیش کلمبیا (۱۲)، یافته‌های برخی محققین و همچنین پرسشنامه از متخصصین مرتبط جمع‌آوری شدند. در جدول ۱ استانداردها و الزامات قانونی هر یک از معیارها آورده شده است.

جدول ۱. حداقل استانداردهای مجاز برای محل لندفیل بر اساس سوابق تحقیقی و استانداردهای ملی-بین‌المللی

معیار	حداقل استاندارد مجاز برای محل لندفیل
فاصله ازمراکزشهری و روستایی	> ۲ km
فاصله از منطق سیل‌خیز	> ۳۰۰ m(۱۰)
فاصله ازاماکن تاریخی،مذهبی و گردشگری	>۳ km(۹)
فاصله از زمین لغزش‌ها	>۲ km
فاصله از گسل‌ها	> ۲۰۰ m(۹)
فاصله ازمعادن	> ۱ km
فاصله از خطوط انتقال نیرو	> ۵۰۰ m(۳۱و۹)
فاصله از رودخانه‌ها	>۱۰۰ m(۱۲و۱۱)
فاصله از جاده‌ها	>۲۰۰ m (۳۲)
فاصله ازچاه‌ها و چشمه‌ها	>۱۰۰ m
فاصله از مناطق حفاظت شده	> ۵۰۰ m (۱۰)
فرسایش	IV(۸)
زمین‌شناسی	همه جنس‌های زمین‌شناسی به جز: Bedded, fossiliferous or fissured limestone,Alluvial deposit (۹)
عمق آب زیرزمینی	> ۵ m (۹)
کاربری اراضی	همه کاربری‌های اراضی بجز: Irrigation farming, lake, good range grassland, woodland and shrubbery, low and medium forest, mix (irrigation-dry farming), garden (۹)
طبقات شیب	< ۲۵٪
متوسط دمای سالیانه	°C > ۵
متوسط بارش سالیانه	<۲۵۰ mm
متوسط تبخیرسالیانه	> ۱۵۰۰ mm

Archive of SID
www.SID.ir

دراشکال ۴ و ۵ به‌ترتیب در ادامه روند مراحل تاپسیس مکانی، نقشه‌های نرمال شده معیارهای دخیل در مکان‌یابی لندفیل و همچنین نحوه نرمال‌سازی مکانی معیارها در محیط نرم‌افزار ArcGIS نشان داده شده است. همانطور که شرح داده شد، بر مبنای فرمول نرمالایز کردن(شکل۵)، صورت کسر، نقشه رستری شاخص و مخرج آن، طیف عددی در نقشه رستری شاخص می‌باشد. جهت سهولت در تشخیص تغییرات مقادیر در نقشه‌های نرمالایز شده از طیف رنگی استفاده شد؛ بدین‌صورت که هرچه طیف رنگی در نقشه به سمت رنگ آبی برود، ارزش عددی پیکسل‌های نرمالایز شده به سمت ۱ و هرچه به سمت رنگ زرد متمایل شود، ارزش عددی پیکسل‌های نرمالایز شده به سمت عدد صفرمیل می‌کند.

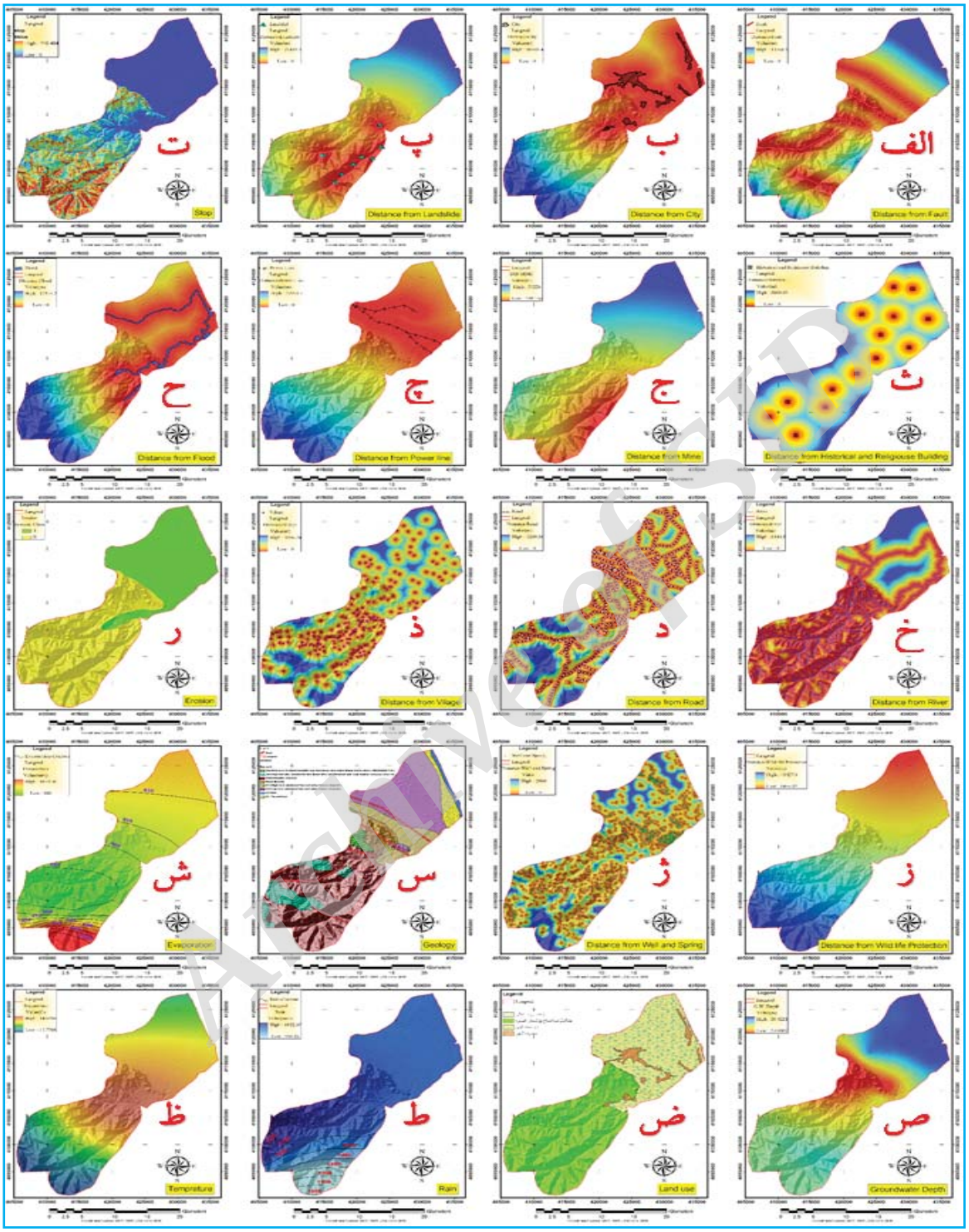
در مورد مرحله بعدی که ایجاد نقشه نرمال وزن‌دار می‌باشد (در روش غیر مکانی نقشه با عنوان ماتریس اطلاق می‌شود و این مرحله با نام وزن‌دهی به ماتریس تصمیم نرمالایز شده خوانده می‌شود)، بر مبنای مقایسه دوتایی، تمامی شاخص‌های دخیل در تصمیم‌گیری(۲۰ شاخص) بر مبنای نظرات کارشناسی در نرم‌افزار Expert choice و به روش مقایسه دوتایی (۳۰) مورد ارزیابی و مقایسه و وزن‌دهی قرار گرفتند (جدول ۲). سپس وزن هر شاخص (که از جدول استخراج می‌شود) توسط بخش RASTER CALCULATE نرم‌افزار ArcGIS در نقشه رستری نرمال شده همان شاخص ضرب گردید تا همانطور که در شکل۶ مشاهده می‌شود، در نهایت نقشه نرمالایز شده وزن‌دار تولید شود.

در جدول، معیار۱: فاصله از گسل، معیار۲: فاصله از مراکز شهری، معیار۳: فاصله از زمین لغزش، معیار۴: طبقات شیب، معیار۵: فاصله از معادن، معیار۶: فاصله از اماکن تاریخی، مذهبی و گردشگری، معیار۷: فاصله از خطوط انتقال نیرو، معیار۸: فاصله از مناطق سیل‌خیز، معیار۹: فاصله از رودخانه، معیار۱۰: فاصله از جاده، معیار۱۱: فاصله از مناطق روستایی، معیار۱۲: فرسایش‌پذیری، معیار۱۳: فاصله از مناطق حفاظت شده، معیار۱۴: فاصله از چاه و چشمه، معیار۱۵: زمین‌شناسی، معیار۱۶:متوسط تبخیر سالانه،

جدول ۲. مقایسه دوتایی معیارها جهت استخراج وزن هر پارامتر

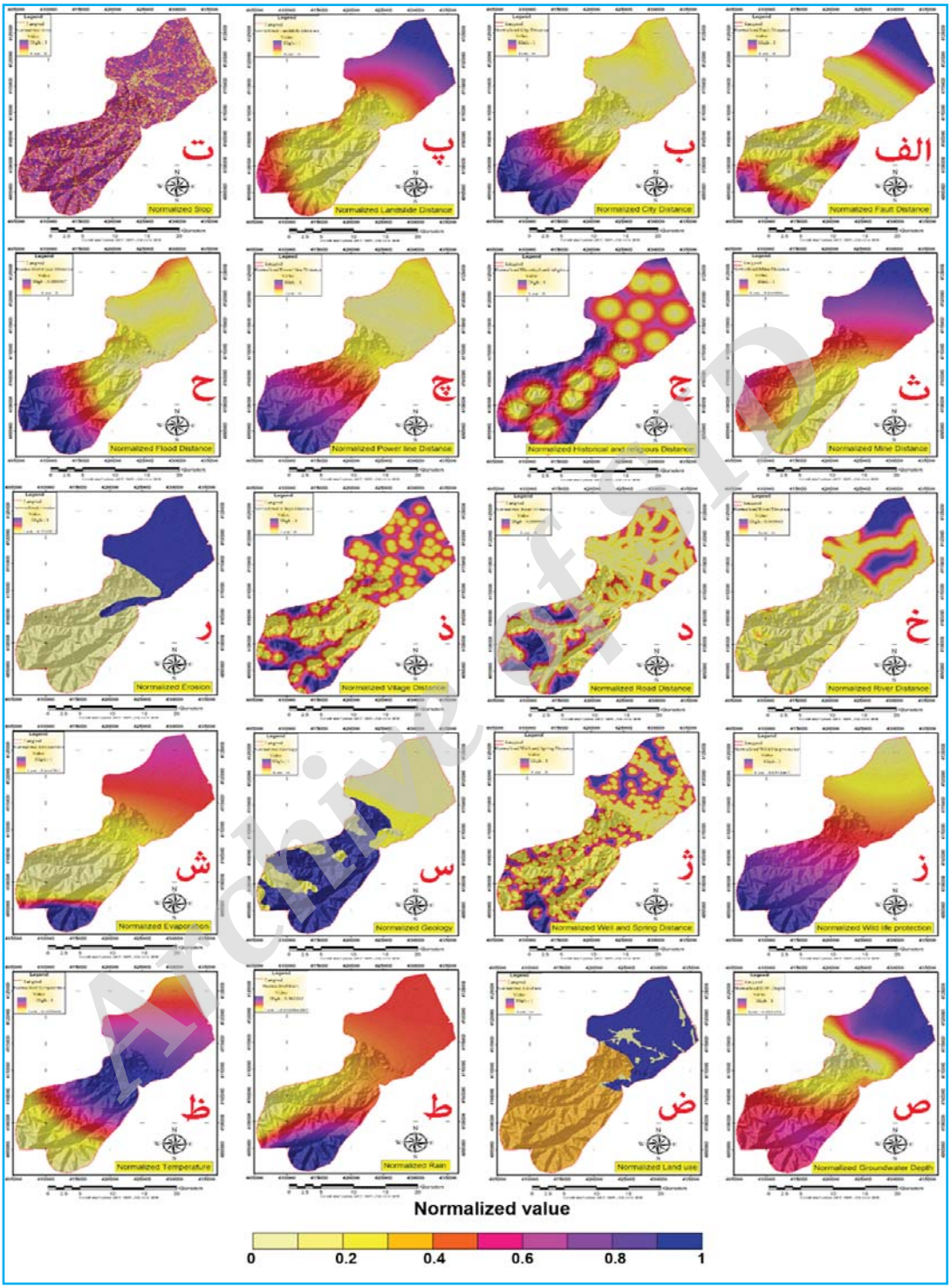
معیار	معیار۶	معیار۹	معیار۱۷	معیار۴	معیار۲	معیار۱۸	معیار۸	معیار۱۳	معیار۱۰	معیار۱۱	معیار۱۴	معیار۱۵	معیار۷	معیار۳	معیار۱۲	معیار۲۰	معیار۱۶	معیار۱	معیار۱۹	معیار۵	وزن
معیار۶	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۷	۸	۹	۹	۹	۰/۰۴۳۶
معیار۹	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۷	۸	۹	۹	۰/۰۴۱۳
معیار۱۷	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۷	۸	۹	۰/۰۳۹۴
معیار۴	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۷	۸	۰/۰۳۷۴
معیار۲	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۷	۰/۰۳۵۶
معیار۱۸	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۰/۰۳۴۱
معیار۸	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۰/۰۳۲۲
معیار۱۳	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۰/۰۳۰۸
معیار۱۰	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۰/۰۲۹۸
معیار۱۱	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۰/۰۲۸۵
معیار۱۴	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۰/۰۲۷۸
معیار۱۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۰/۰۲۷۰
معیار۷	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۰/۰۲۶۷
معیار۳	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۰/۰۲۶۶
معیار۱۲	۱/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۰/۰۲۶۱
معیار۲۰	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	۰/۰۲۴۴
معیار۱۶	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۰/۰۲۴۲
معیار۱	۱/۹	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۰/۰۲۴۱
معیار۱۹	۱/۹	۱/۹	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۰/۰۲۴۰
معیار۵	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۰/۰۲۳۹

Archive of SID
www.SID.ir



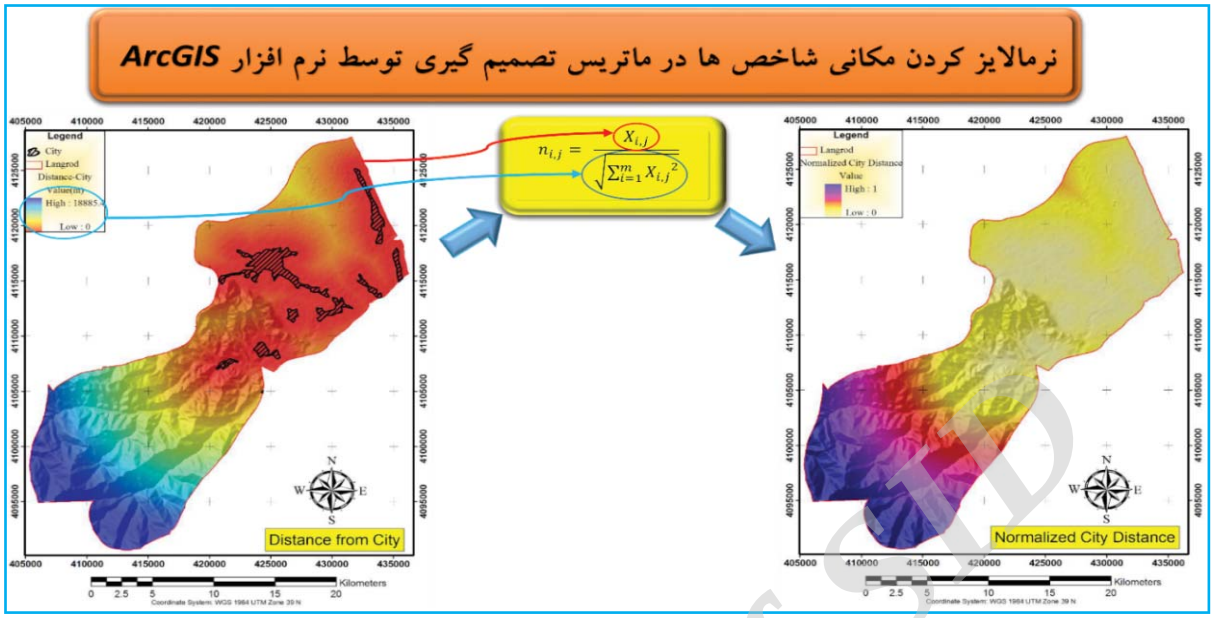
شکل ۳. نقشه‌های معیارهای دخیل در مکان‌یابی لندفیل، الف: فاصله از گسل، ب: فاصله از مراکز شهری، پ: فاصله از زمین لغزش، ت: طبقات شیب، ث: فاصله از اماکن تاریخی، مذهبی و گردشگری، ج: فاصله از معادن، چ: فاصله از خطوط انتقال نیرو، ح: فاصله از مناطق سیل‌خیز، خ: فاصله از رودخانه، د: فاصله از جاده، ذ: فاصله از مناطق روستایی، ر: فرسایش‌پذیری، ز: فاصله از مناطق حفاظت شده، ژ: فاصله از چاه و چشمه، س: زمین‌شناسی، ش: متوسط تبخیر سالانه، ص: عمق آب زیرزمینی، ض: کاربری اراضی، ط: متوسط بارش سالانه، ظ: متوسط دمای سالانه

Archive of SID
www.SID.ir

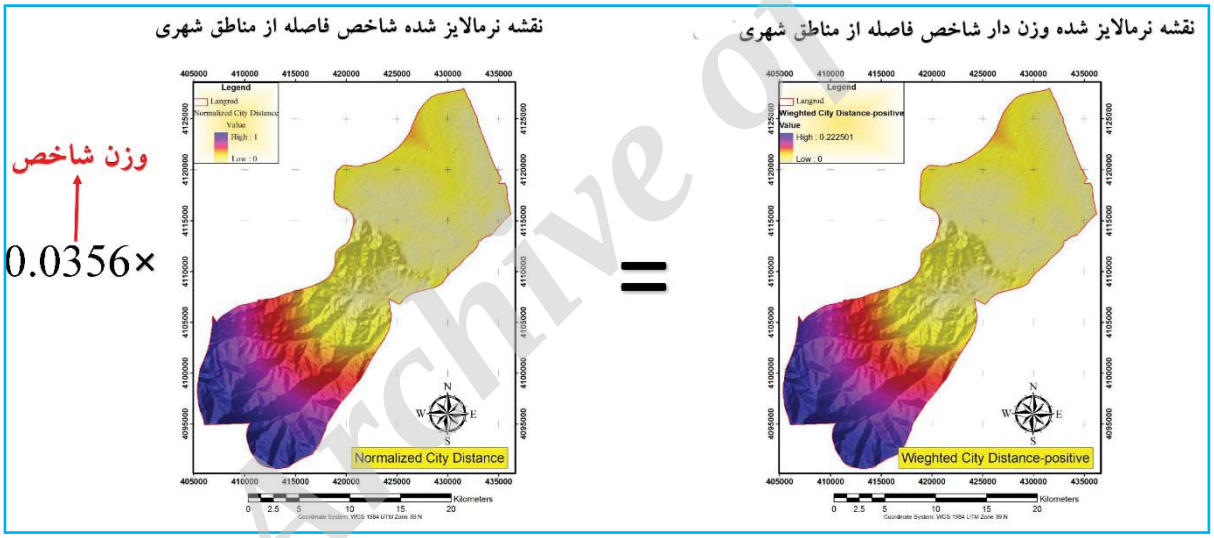


شکل ۴. نقشه‌های نرمال شده معیارهای دخیل در مکان‌یابی لندفیل، الف: فاصله از گسل، ب: فاصله از مراکز شهری، پ: فاصله از زمین لغزش، ت: طبقات شیب، ث: فاصله از معادن، ج: فاصله از اماکن تاریخی، مذهبی و گردشگری، چ: فاصله از خطوط انتقال نیرو، ح: فاصله از مناطق سیل‌خیز، خ: فاصله از رودخانه، د: فاصله از جاده، ذ: فاصله از مناطق روستایی، ر: فرسایش‌پذیری، ز: فاصله از مناطق حفاظت شده، ژ: فاصله از چاه و چشمه، س: زمین‌شناسی، ش: متوسط تبخیر سالانه، ص: عمق آب زیرزمینی، ض: کاربری اراضی، ط: متوسط بارش سالانه، ظ: متوسط دمای سالانه

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۵. نحوه نرمال‌سازی مکانی معیار (به عنوان مثال) فاصله از مناطق شهری در محیط‌نرم‌افزار ArcGIS



شکل۶. نحوه ایجاد نقشه نرمال وزن‌دار معیار (به عنوان مثال)فاصله از مناطق شهری در محیط‌نرم‌افزار ArcGIS

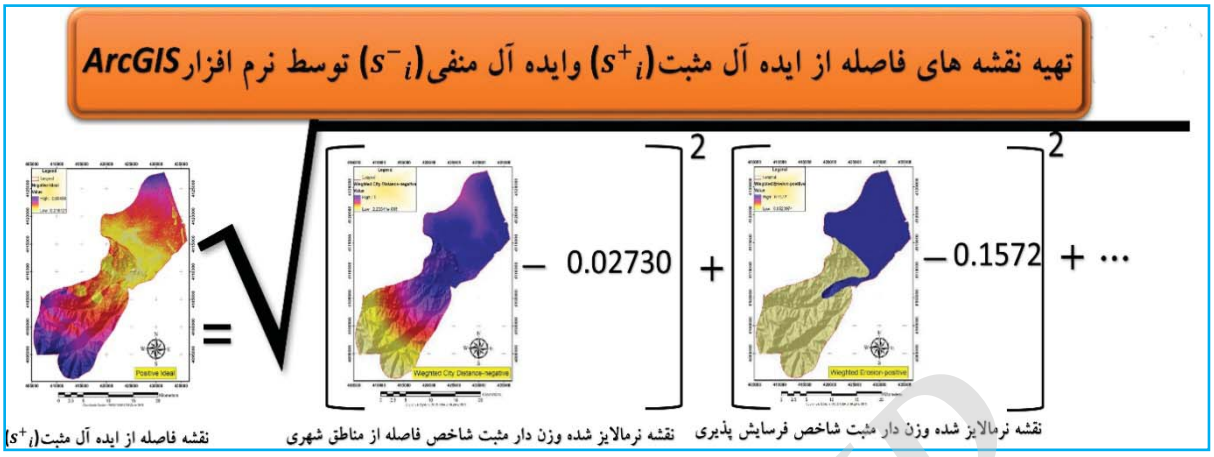
معیار۱۷: عمق آب زیرزمینی، معیار۱۸: کاربری اراضی، معیار۱۹: متوسط بارش سالانه، معیار ۲۰: متوسط دمای سالانه می‌باشد.

در ادامه، شکل ۷ نحوه تهیه نقشه فاصله از ایده‌آل در محیط نرم‌افزار ArcGIS را نشان می‌دهد. همچنین در شکل ۸ نقشه‌های فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و منفی نشان داده شده است.

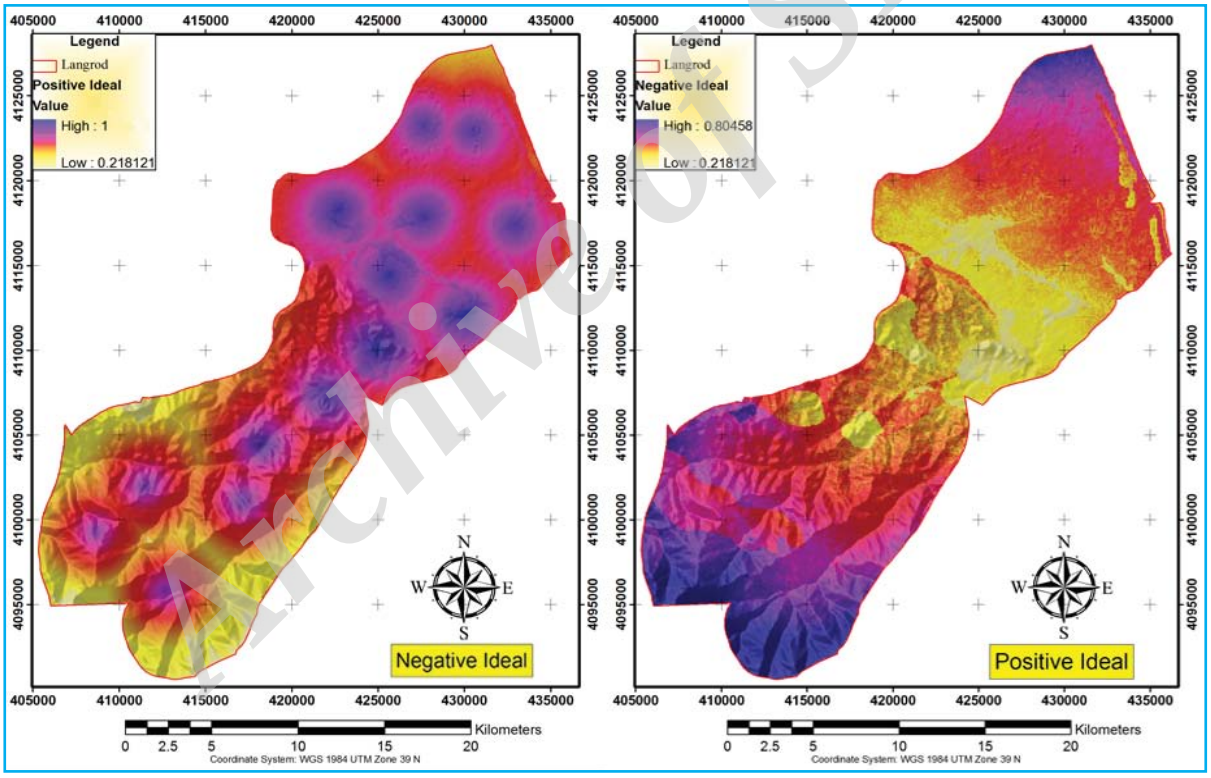
همانطور که در شکل ۹ مشاهده می‌گردد، در آخرین مرحله از این تحقیق، طبق فرمول۶ نقشه مکانی فاصله نسبی گزینه‌ها (C_i) ایجاد گردید. در این نقشه بیشترین ارزش عددی پیکسل‌ها ۰/۹۳۶۲ و کمترین آن ۰/۴۸۷۹ می‌باشد. بر مبنای آنچه که قبلاً توضیح داده شد، هرچه ارزش عددی پیکسل‌ها بیشتر باشد (تمایل به سمت تن رنگ آبی در نقشه به‌دست آمده)، محدوده مورد نظر دارای مرغوبیت بالاتری برای احداث لندفیل می‌باشد.

در پایان، نقشه فاصله نسبی گزینه‌ها از ایده‌آل‌ها رتبه‌بندی گردید تا همانطور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌گردد، نقشه مکان‌های مستعد احداث لندفیل به‌دست آید. اساس رتبه‌بندی بر پایه تقسیم طیف عددی C_i در نقشه فاصله از گزینه‌ها، به ۵ رده

Archive of SID
www.SID.ir



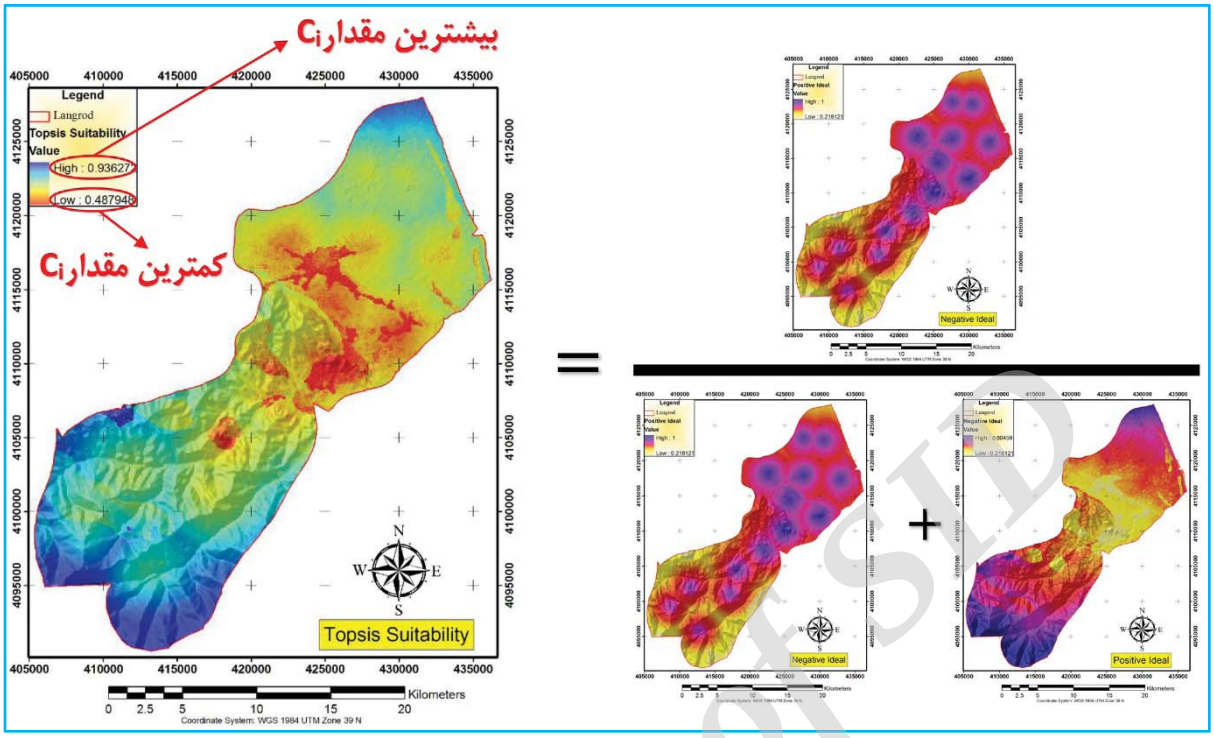
شکل ۷. نحوه تهیه نقشه فاصله از ایده‌آل در محیط نرم‌افزار ArcGIS



شکل۸. نقشه فاصله از ایده‌آل‌های مثبت (راست) و منفی (چپ)

می‌باشد. بر این مبنا در بخش symbology نرم‌افزار ArcGIS طیف عددی نقشه را به ۵ کلاس کیفی تقسیم نموده و در نهایت محدوده‌های دارای بالاترین ارزش عددی C_i به‌عنوان سایت‌های پیشنهادی دفن پسماند معرفی شدند. با توجه به اینکه طیف عددی در نقشه فاصله نسبی گزینه‌ها از ایده‌آل‌ها بین ۰/۴۸۷۹ تا ۰/۹۳۶۲ متغیر است، با استفاده از روش Jenks (۳۳) مقادیر شاخص تناسب به ۵ گروه تقسیم‌بندی شد: خیلی ضعیف (≤۰/۵)، ضعیف (۰/۶-۰/۵)، متوسط (۰/۷-۰/۶)، خوب (۰/۸-۰/۷) و عالی (≥۰/۸).

Archive of SID
www.SID.ir

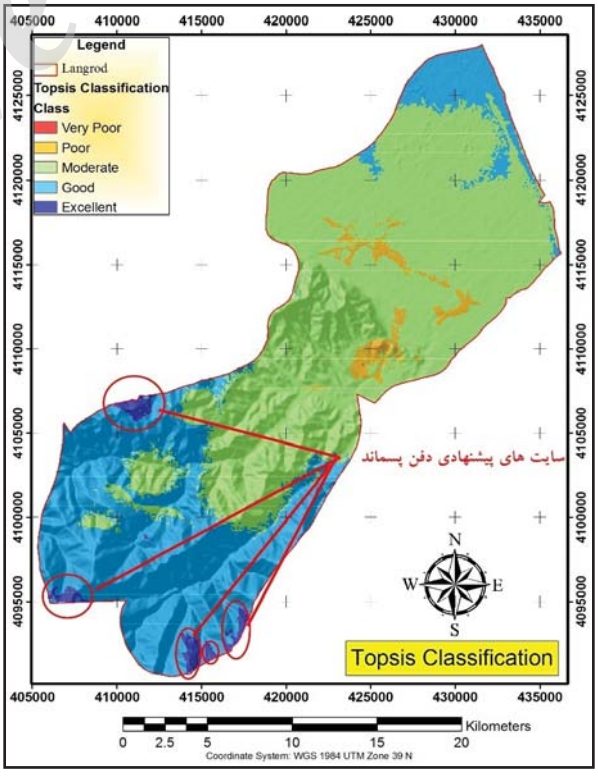


شکل ۹. نحوه استخراج نقشه فاصله نسبی گزینه‌ها از ایده‌آل‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS

بحث

در تحقیق حاضر به مکان‌یابی و اولویت‌بندی مناطق مستعد احداث لندفیل در یک محدوده با شرایط خاص (شرایط مورفولوژیکی خشن، توپوگرافی اغلب کوهستانی و در نتیجه شیب‌های بسیار زیاد در ارتفاعات، ساحل دریا در مناطق پست، وجود گسترده سازندهای زمین‌شناسی آهکی و آبرفتی و همچنین گستردگی کاربری‌های مزرعه و جنگل) پرداخته شد.

با توجه به تأثیرگذاری عوامل متعدد در تناسب یک محدوده برای معرفی آن به‌عنوان محل لندفیل، باید ازیک روش که قابلیت دخیل نمودن تمام پارامترها در تصمیم‌گیری را دارا می‌باشد و همچنین توانایی استفاده از نظرات کارشناسی در آن وجود دارد، استفاده نمود. بر همین مبنا از تلفیق روش TOPSIS و نرم‌افزار GIS به‌عنوان یک ابزار آنالیزی قوی، جهت مکان‌یابی و اولویت‌بندی محدوده‌های مستعد احداث لندفیل استفاده شد. بر این اساس بر مبنای نظرات کارشناسی و استانداردهای موجود در ایران و جهان، ۲۰ معیار جهت آنالیز، مکان‌یابی و اولویت‌بندی



شکل ۱۰. نقشه مناطق مستعد دفن بهداشتی پسماندهای شهری شهرستان لنگرود

Archive of SID
www.SID.ir

مناطق مستعد مکان‌یابی شده، انتخاب شدند.

وزن و اهمیت هر معیار در مقایسات زوجی با دیگر معیارها در هر محدوده به شرایط اقلیمی، اجتماعی، فرهنگی، زیرساخت‌های مهندسی و بسیاری دیگر از ملاک‌های تصمیم‌گیری وابسته است و به همین دلیل وزن و اهمیت معیارها در مناطق گوناگون و تحقیقات مختلف بر مبنای همین شرایط با یکدیگر متفاوت است. در حقیقت با در نظر گرفتن شرایط بومی هر منطقه است که می‌توان بهترین تصمیم را در مورد میزان اهمیت معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری برای احداث لندفیل اتخاذ نمود. بر همین مبنا و با توجه به توریستی بودن منطقه مورد مطالعه و در اولویت بودن لزوم محافظت از اماکن تاریخی، مذهبی و گردشگری، در این تحقیق این معیار با وزن ۰/۰۴۳۶بالاترین وزن را در مرحله مقایسات زوجی بر مبنای نظر تمامی کارشناسان به خود اختصاص داد. در همین راستا و ضرورت حفاظت از منابع تأمین آب و جلوگیری از آلوده شده رودخانه‌های منتهی به دریا و همچنین با توجه به عمق کم آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه، این پارامترها بعد از پارامتر فاصله از اماکن تاریخی، مذهبی و گردشگری، به ترتیب با وزن‌های ۰/۰۴۱۳و ۰/۰۳۹۴ دارای بالاترین اهمیت و وزن بر مبنای نظرات کارشناسی شدند. این در حالی است که در تحقیق Fazelnejad و همکاران (۲۰۱۷) در محدوده شهرستان خرم‌آباد، معیارهای عمق آب زیرزمینی و فاصله از گسل‌ها به ترتیب با وزن‌های ۰/۲۰۲ و ۰/۱۹۹ دارای بالاترین وزن و اهمیت بودند. دلیل اتخاذ این وزن‌دهی، کم بودن عمق آب‌های زیرزمینی در شهرستان خرم‌آباد و همچنین وجود گسل‌های فعال زاگرس بیان شد (۳۴). همچنین در تحقیق Şener و همکاران (۲۰۱۰) که در اطراف دریاچه Beyşehir در ترکیه انجام شد، معیار کاربری اراضی به‌علت وجود تالاب‌ها و مناطق جنگلی مهم، با وزن ۰/۶۷ حائز بالاترین اهمیت و وزن گردید (۷). در مطالعه Jafari و Jafari (۲۰۱۶) که جهت مکان‌یابی محل دفن پسماندهای روستایی در محدوده شهرستان ماه نشان انجام گرفت، معیار فاصله از مناطق روستایی (با توجه به هدف نگارندگان که مکان یابی محل دفن پسماندهای روستایی را مورد بررسی قرار دادند) با وزن ۰/۲۸۲ حائز بیشترین اهمیت و وزن گردید(۳۵).

در تحقیق حاضر، در مجموع ۲/۵۵۸۹ درصد از محدوده مورد مطالعه برای محل لندفیل مناسب تشخیص داده نشد و در رده‌های بسیار ضعیف و ضعیف قرار گرفتند. اولویت‌بندی محدوده‌های مستعد به‌دست آمده و شاخص مناسب بودن محل دفن زباله به‌عنوان معیار اولویت‌بندی، به‌صورت یک طیف عددی با بیشینه ۰/۹۳۶۲ و کمینه ۰/۴۸۷۹ به‌دست آمد. تقسیم این طیف عددی به ۵ رده کیفی نشان داد که تنها ۱/۳۴۴۳ درصد (معادل ۶۱۳۷۹۴۴/۲۹۴ m^2) از مساحت منطقه مورد مطالعه برای احداث در رده عالی قرار دارد و بقیه بصورت: ۰/۰۰۱۸ درصد(معادل ۸۴۳۷/۷۵۹۳۳۳ m^2) در کلاس بسیار ضعیف، ۲/۵۵۷۱درصد(معادل ۱۱۶۷۵۴۷۳/۲۲ m^2) در کلاس ضعیف، ۵۹/۲۰۶۶ درصد(معادل ۲۷۰۳۲۸۳۸۸/۱ m^2) در کلاس متوسط و ۳۶/۸۹ درصد(معادل ۱۶۸۴۳۴۰۲۵/۸ m^2) در کلاس خوب قرار می‌گیرند. در نهایت ۵ محدوده که دارای کلاس عالی بودند، به‌عنوان ۵ اولویت جهت احداث لندفیل پیشنهاد شدند. از این ۵ محدوده، ۳ محدوده در مناطق جنوبی، یک محدوده در غرب و یک محدوده در جنوب غربی منطقه مورد مطالعه جهت احداث لندفیل معرفی گردید.

نتایج این تحقیق با تحقیقاتی که Normandipour و AbbasNejad (۲۰۱۵) در منطقه شهر بابک (۳۶)، Taghvai و همکاران (۲۰۱۱) در منطقه مرودشت (۸) و Mokhtari و همکاران (۲۰۱۵) در شهر لالی (۳۷) انجام دادند، مطابقت داشت. Normandipour و AbbasNejad (۲۰۱۵) بیان داشتند به منظور رعایت معیارهای زیست محیطی و جلوگیری از لطمه خوردن به زیبایی محیط، لازم است محل دفن پسماندها حریم مشخص تا راه‌های دسترسی داشته باشد، همچنین به منظور کاهش هزینه حمل و نقل و زمان، محل‌های دفن پسماند نباید فاصله زیادی تا راه ها داشته باشند (۳۶). Taghvai و همکاران (۲۰۱۱) ابراز داشتند بهترین مکان برای احداث لندفیل باید مکان‌هایی در

Archive of SID

www.SID.ir

نظر گرفته شوند که کمترین فرسایش‌پذیری را دارا باشند (۸). Mokhtari و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که معیارهای زیست محیطی نسبت به معیارهای اقتصادی – اجتماعی و معیارهای فنی وزن بیشتری را به خودگرفته‌اند که نشان‌دهنده اهمیت معیارهای زیست محیطی نسبت به سایر معیارها در شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه است(۳۷).

با توجه به نظر Fazelnejad و همکاران (۲۰۱۷) در مورد اینکه استفاده از معیارهای بیشتر می‌تواند نتایج را تحت تأثیرقرار دهد (۳۴)، به نظر می‌رسد نتایج این تحقیق با بکارگیری ۲۰ معیار در مقایسه با نتایج تحقیقات مشابه از نظر استفاده از روش TOPSIS در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری از جمله تحقیقات Mokhtari و همکاران (۲۰۱۵) که از ۱۱ معیار(۳۷)،Sepehr و همکاران (۲۰۱۴) که از ۷ معیار(۳۸) و Arabameri و Ramesht (۲۰۱۷) که از ۱۲ معیار استفاده نمودند(۳۹)، از صحت بیشتری برخوردار باشد.

نتیجه‌گیری

بر مبنای نتایج بدست آمده از این مطالعه، پهنه‌های جنوبی و جنوب غربی محدوده مورد مطالعه بر مبنای نتایج مدل، دارای بهترین شرایط نسبت به پهنه‌های شمالی هستند و بر همین مبنا ۵ محدوده مستعد در این مناطق که دارای رده کلاس عالی بودند و ۱/۳۴۴۳ درصد از مساحت کل شهرستان لنگرود را در برمی‌گیرند، جانمایی گردیدند تا در صورت تأمین بودجه‌های مربوطه، به‌عنوان مناطق جدید دفن بهداشتی پسماند در شهرستان لنگرود، احداث و مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

تشکروقدردانی

بدین‌وسیله از شرکت آب منطقه‌ای استان گیلان، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور و جناب آقای مهندس حسن دانش فر به خاطر در اختیارگذاشتن داده‌های تحقیق، تشکرو قدردانی می‌شود.

References:

1. Mokhtari E. Application of intelligent methods in landfill site selection based on the engineering geological criteria. [Doctorate Thesis]. Iran. Faculty of science of Tarbiat Modares University; 2014. (Persian)
2. Ojha CSP, Goyal MK, Kumar S. Applying Fuzzy logic and the point count system to select landfill sites. Environ. Monit. Assess. 2007;135(1): 99-106.
3. Cao LW, Cheng YH, Zhang J, Zhou XZ, Lian CX. Application of grey situation decision-making theory in site selection of a waste sanitary landfill. Journal of China University of Mining and Technology. 2006;16(4): 393-398.
4. Kao JJ, Lin HY. Multifactor Spatial Analysis for Landfill Siting. Journal of Environmental Engineering. 1996;122(10): 902-908.
5. Keller EA. Introduction to environmental geology. 5th Ed. New Jersey: Prentice-Hall; 1999. P. 245-250
6. Mutluturk M, Karaguzel R. The Landfill Area Quality (LAQ) classification approach and its application in Isparta, Turkey. Environmental and amp; Engineering Geoscience. 2007;13(3): 229-240.
7. 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): 2037-2046.
8. Taghvai M, Zarei M, Momeni R. Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in locating landfill in the city of Marvdasht. Journal of Geography and Environmental Studies. 2011;2 (4):19-29. (Persian)
9. Iran Environmental Protection Agency. Environmental regulations for landfill sites. 2010; Availabel at: URL: http://eform.doe.ir/Portal/home/.Accessed April 26, 2018 (Persian)
10. Alberta Environmental Protection Agency. Standards for landfills in Alberta. Goverment of Alberta. 2010;Availabel at: URL:http://aep.alberta.ca/waste/waste-management-facilities/landfills/documents/StandardsLandfillsAlberta-Feb2010.pdf.Accessed April 26, 2018
11. Minnesota Pollution Control Agency. Demolition landfill guidance. Water/Solid Waste #5.04. 2005; Availabel at: URL: https://www.pca.state.mn.us/sites/default/files/w-sw5-04.pdf. Accessed April 26, 2018
12. British Colombia Ministry of Environment. Landfill criteria for municipal solid waste. Second Edition.2016; Availabel at: URL: http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/waste-management/garbage/landfill_criteria.pdf. Accessed April 26, 2018
13. Şener B, Süzen ML, Doyuran V. Landfill site selection by

Archive of SID
www.SID.ir

(MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone. Applied Geography. 2013;36: 3-12.
26. Veronesi F, Schito J, Grassi, S Raubal M. Automatic selection of weights for GIS-based multicriteria decision analysis: site selection of transmission towers as a case study. Applied Geography. 2017;83: 78-85.
27. Wang G, Qin L, Li G, Chen L. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China. Journal of Environmental Management. 2006;90(8): 2414-2421.
28. Mahmoodzadeh S, Shahrabi J, Pariazar M, Zaeri MS. Project selection by using Fuzzy AHP and TOPSIS technique. World Academic Science, Engineering Technology. 2007; 333- 338.
29. Presidency of the I.R.I Plan and Budget Organization. 2016;Availabel at: URL: https://www.amar.org.ir/Portals/1/yearbook/1394/03.pdf.Accessed April 26, 2018
30. Saaty TL. The analytical hierarchy process. New York: McGraw Hill; 1980.
31. Strategy. Serbian national waste management strategy for the period 2010–2019, Serbian Government, Official Gazette No 29, Belgrade, Serbia. 2010;Availabel at: URL: http://ecodev.rs/sr/documents/3%20Nezvanicni%20prevodi%20dokumenata%20na%20engleski%20jezik/5%20Otpad/Waste-management-strategy-for-the-period-2010-19.pdf.Accessed April 26, 2018
32. Baban SMJ, Flannagan J. Developing and implementing GIS-assisted constraints criteria for planning landfill sites in the UK. Planning Practice and Research. 1998;13(2): 139-151.
33. McMaster R. In Memoriam: George F. Jenks (1916-1996). Cartography and Geographic Information Systems.1997;24(1): 56-59.
34. Fazelnejad N,Mirzaei R,Heidari R.Application of Electre model in locating of municipal solid waste landfill (case study: the city of Khorramabad).Journal of Research in Environmental Health. 2017;3(1):56-66. (Persian)
35. Jafari M, Jafari A.Locating an appropriate landfill for rural wastes using the AHP model and GIS software (Case study: Mahneshan town).Journal of Research in Environmental Health. 2016;2(3): 245-254. (Persian)
36. Normandipour N,AbbasNejad A.Landfill site selection of Shahr-e-Babak using fuzzy and boolean logics and geographic information system.Journal of Urban Areas Studies. 2015; 2(1):133-154. (Persian)
37. Mokhtari M,Hosseini F,Babaee AA,Mirhoseini SA.Application of AHP and TOPSIS models for site using geographic information systems. Environmental Geology. 2006;49(3): 376-388.
14. Zelenović Vasiljević T, Srdjević Z, Bajčetić R, Vojinović Miloradov M.GIS and the analytic hierarchy process for regional landfill site selection in transitional countries: A case study from Serbia. Environmental Management. 2012;49(2): 445-458.
15. 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.
16. Motlagh Z, Sayadi MH. Siting MSW landfills using MCE methodology in GIS environment (Case study: Birjand plain, Iran). Waste Management. 2015;46: 322-337.
17. Kharat MG, Kamble SJ, Raut RD, Kamble SS, Dhume SM. Modeling landfill site selection using an integrated fuzzy MCDM approach. Modeling Earth Systems and Environment. 2016;2(2): 53.
18. Vatalis K, Manoliadis O. A two-level multi-criteria DSS for landfill site selection using GIS: Case study in Western Macedonia, Greece. J. Geogr. Inform. Decis. Anal. 2002;6(1): 49-56.
19. Kontos TD, Komilis DP, Halvadakis CP. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. Waste Management. 2005;25(8): 818-832.
20. Delgado OB, Mendoza M, Granados EL, Geneletti D. Analysis of land suitability for the siting of inter-municipal landfills in the Cuitzeo Lake Basin, Mexico. Waste Management. 2008;28(7): 1137-1146.
21. Mahamid I, Thawaba S. Multi Criteria and Landfill Site Selection Using Gis: A case study from Palestine. The Open Environmental Engineering Journal. 2010;3: 33-41.
22. Adeli Z, Khorshiddoust A. Application of geomorphology in urban planning: Case study in landfill site selection. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2011; 19: 662-667.
23. Donevska KR, Gorsevski PV, Jovanovski M, Pesevski I. Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems. Environmental Earth Sciences. 2012;67(1): 121-31.
24. Gorsevski PV, Donevska KR, Mitrovski CD, Frizado JP. Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average. Waste Management. 2012;32(2): 287-296.
25. Gbanie SP, Tengbe PB, Momoh JS, Medo J, Kabba VTS. Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

selection of municipal solid waste landfill (Case study: Lali City).Tolooebehdasht. 2015;14(4): 143-153. (Persian)

38. Sepehr A,Biglarfadafan M,Safarabadi A. Prioritizing suitable locations to domestic waste disposal Considering Geomorphic Criteria.Geography And Development Iranian Journal. 2014;12(34): 139-152. (Persian)

39. Arabameri AR, Ramesht MH.Site selection of landfill with emphasis on hydrogeomorphological – environmental parameters Shahrood-Bastam watershed.Journal of Applied researches in Geographical Sciences. 2017;16(43):55-80. (Persian)

Archive of SID

www.SID.ir