

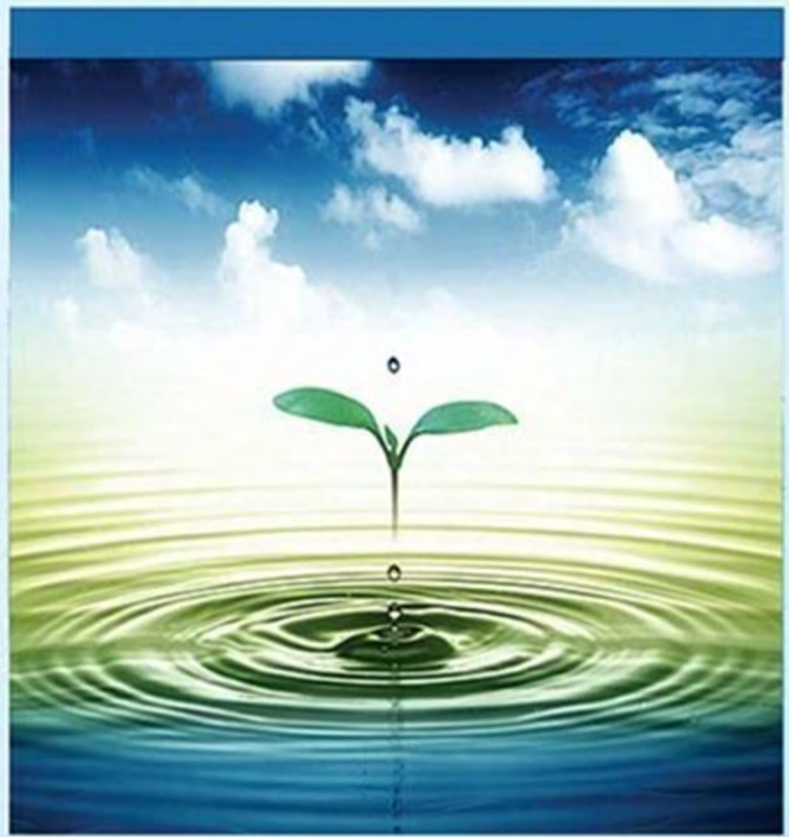
مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری کوهدشت با استفاده از مدل ترکیبی ANP-WLC
رسول پورامرای، شیوا نساری و ایرج نجم الدینی

دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹ صفحات ۱۶۰-۱۴۹

Vol. 6(2), Summer 2020, 149 – 160

DOI: 10.22034/jewe.2020.233678.1368

Site Selection of Koohdasht Municipal Solid Waste
Landfill using ANP-WLC Integrated Model
Pouramraei R., Nesari S. and Najmoddini I.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

پورامرای ر.، نساری ش. و نجم الدینی ا. (۱۳۹۹). مکان یابی محل دفن پسماندهای شهری کوهدشت با استفاده از مدل ترکیبی ANP-WLC. محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۲، صفحات: ۱۶۰-۱۴۹.

Citing this paper: Pouramraei R., Nesari S. and Najmoddini I. (2020). Site selection of Koohdasht municipal solid waste landfill using ANP-WLC integrated model. Environ. Water Eng., 6(2), 149-160. DOI: 10.22034/jewe.2020.233678.1368.

مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری کوهدشت با استفاده از مدل ترکیبی ANP-WLC

رسول پورامرایی^۱، شیوا نساری^۱ و ایرج نجم‌الدینی^{۲*}

^۱دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
^۲آمری، گروه مهندسی معدن، دانشکده مهندسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*نویسنده مسئول: iraj.najmoddini74@yahoo.com

مقاله اصلی

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۹/۰۵/۱۶]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۹/۰۵/۱۱]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۳/۱۳]

چکیده

مشکلاتی از جمله افزایش جمعیت، تغییرات عادات غذایی مردم به همراه مشکل مدیریت پسماندها باعث افزایش حجم زباله تولیدی در مناطق مسکونی شده است. به‌گونه‌ای که امروزه چگونگی دفع، مکان‌یابی و مدیریت صحیح محل دفن پسماند در کنار کمبود اراضی مناسب برای این منظور، به‌عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی شهری تبدیل شده است؛ بنابراین یافتن محل مناسب برای این امر از جمله اهداف مهم طرح‌های توسعه شهری جهت نیل به توسعه پایدار می‌باشد. با توجه به عدم وجود تجهیزات بازیافت پسماند در شهرستان کوهدشت، هدف این پژوهش یافتن مکانی مناسب جهت دفن پسماندهای شهری با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی و توسعه پایدار بود. برای این منظور از مدل ترکیبی فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و ترکیب خطی وزنی (WLC) با به‌کارگیری ۹ پارامتر: فاصله از شبکه زهکشی (رودخانه، آبراهه)، گسل، مناطق مسکونی (شهر و روستا)، خطوط ارتباطی، چاه و چشمه و همچنین لایه‌های زمین‌شناسی، کاربری اراضی، ارتفاع و درصد شیب در نرم‌افزار ArcGIS (نسخه ۱۰/۲) استفاده شد. نتایج نشان داد که منطقه مورد مطالعه به لحاظ تناسب به ۵ طیف قابل تقسیم است. به‌عبارت‌دیگر ۱۹٪ مساحت محدوده مورد مطالعه جهت دفن پسماند شهری مناسب تشخیص داده شد. همچنین نقشه پهنه‌بندی نشان می‌دهد که اراضی حاصلخیز به‌عنوان مناطق نامناسب مشخص شده‌اند که صحت و درستی مدل با واقعیات زمینی را بازگو می‌کند.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار؛ دفن؛ کوهدشت؛ مدیریت پسماند؛ محیط‌زیست؛ مکان‌یابی.

۱- مقدمه

افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش روزافزون شهرنشینی و پیامدهای ناشی از آن به‌ویژه تولید پسماند یکی از مسائل مهمی است که شهرها با آن روبرو هستند. مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری در مقیاس شهرستان، تابع عوامل متعدد جغرافیایی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی می‌باشد (Mirabadi et al. 2017). بنابراین، انتخاب مدل‌های بهینه مکان‌یابی پسماندهای شهری در راستای اهداف زیست‌محیطی، آمایش سرزمین و توسعه پایدار از جمله موانع مهمی است که در برنامه‌ریزی فضایی و آمایش سرزمین در سطوح مختلف مورد توجه قرار گرفته است (Abdolkhani Nezhad 2017). عدم توجه به پیامدهای ناشی از فقدان روشی مناسب برای مکان‌یابی پسماندهای شهری، سلامت جامعه را تهدید می‌کند؛ زیرا پسماند می‌تواند کانونی برای انتشار انواع آلودگی‌ها و بیماری‌ها باشد. مدیریت عملیات یک محل دفن بهداشتی شامل مکان‌یابی مناسب محل دفن، آماده‌سازی و عملیات اجرایی و مهندسی در محل دفن پسماند می‌باشد. اولین گام در طراحی محل دفن، انتخاب مکان مناسب است. در بسیاری از کشورها دفن پسماند به‌صورت بهداشتی انجام‌نشده و پسماند پس از جمع‌آوری و انتقال به محل دفن و پس از بازیافت به‌صورت مخلوط در زمین‌های فاقد معیارهای حفاظتی در برابر انتشار شیرابه و گاز تلبار می‌شود (Koochi 2005). منظور از دفن پسماند، قرار دادن پسماندهای جمع‌آوری‌شده از محیط زندگی انسانی در مکانی مشخص به‌گونه‌ای است که کم‌ترین اثرات ناخوشایند بهداشتی را برای محیط‌زیست و جوامع انسانی داشته باشد (Jalalian and Dadgar 2014). این اقدام از نظر محیط‌زیستی اهمیت زیادی دارد، زیرا استفاده از روش‌های مناسب برای دفن زباله، از بروز مشکلات متعدد و ایجاد انواع آلودگی‌ها تا مدت طولانی جلوگیری می‌کند؛ بنابراین انتخاب محل دفن بدون در نظر گرفتن ملاحظات محیط‌زیستی در بسیاری از شهرهای کشور باعث بروز مشکلات بسیار و اثرات جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست طبیعی یا فیزیکی و اجتماعی شده است (Koochi 2005). از طرف دیگر دفن بهداشتی پسماند مانند هر پروژه مهندسی دیگر به اطلاعات پایه و برنامه‌ریزی دقیق نیازمند است؛ بنابراین انتخاب مکان مناسب برای

پسماندها، تصمیم‌گیران را به‌سوی سیستمی سوق می‌دهد که از دقت بالایی برخوردار باشد (Abdoli and Hosseinian 2016). از جمله این رویکردها استفاده از توان مدل‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌باشد. در ادبیات مکان‌یابی، روش‌های متعددی برای این منظور ارائه شده است. در این زمینه می‌توان تمام روش‌های انتخاب مکان مناسب را از نظر فضایی به دو دسته: شامل مدل‌های گسسته فضایی و مدل‌های پیوسته فضایی تقسیم نمود. در روش‌های گسسته فضایی، تعداد آلترناتیوها (انتخاب‌ها) از قبل مشخص می‌باشد و از بین آن‌ها یک یا چند گزینه انتخاب و پیشنهاد می‌شود؛ اما در روش‌های پیوسته فضایی کل فضا به‌صورت یکپارچه در نظر گرفته می‌شود و از قبل هیچ گزینه یا آلترناتیو مشخصی وجود ندارد و معمولاً تعداد آلترناتیوها نامحدود و نامعین می‌باشد (Farbod et al. 2017)؛ بنابراین در محدوده مورد مطالعه از روش پیوسته فضایی برای مکان‌یابی مکان مناسب دفن پسماند استفاده شده است.

تخمین زده می‌شود که در بخش مرکزی شهرستان کوهدشت روزانه در حدود ۱۳۵ تن زباله تولید - گردد که به دلیل عدم وجود تجهیزات بازیافت تمامی آن دفن می‌گردد. این خود می‌تواند زمینه بروز مشکلات محیط‌زیستی، بهداشتی و اجتماعی را فراهم نماید. چنانچه محل اولیه دفن زباله در غرب دشت کوهدشت بیش‌تر به واسطه نزدیکی به مرکز شهر و سهولت دسترسی و پشتوانه کم پژوهشی بر روی ارتفاعات نعل شکسته مکان‌یابی شده بود. این مکان در مسیر یکی از جهات اصلی وزش باد به سمت شهر بوده که مشکلات بهداشتی عدیده‌ای را ایجاد می‌کرد. در سال‌های اخیر محل دیگری در شرق دشت کوهدشت جهت این مهم مکان‌یابی گردید. مکان مذکور نیز به دلیل قرارگیری در اراضی جنگلی در آینده نزدیک می‌تواند زمینه بروز مشکلات زیست‌محیطی را فراهم نماید). بنابراین یافتن یک مکان مناسب جهت دفن پسماندهای شهری با استفاده از مدل ترکیبی ANP-WLC از جمله ضروریات برنامه‌ریزی محیطی در محدوده شهرستان کوهدشت می‌باشد.

نتایج گویای این است که روش IHWP می‌تواند به‌عنوان روشی نوین جهت تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در پروژه‌های مکان‌یابی به‌کار رود و در صورتی که با بررسی‌های میدانی نیز همراه شود، می‌تواند بهترین گزینه را در خصوص هدف موردنظر ارائه نماید. Abdolkhani Nezhad et al. (2017). مکان‌یابی دفن زباله در بوشهر را مشخص نمودند. یافته‌های پژوهشی نشان داد که ۵۷٪ منطقه مورد مطالعه در راستای آمایش سرزمین و توسعه پایدار مناسب دفن پسماند ارزیابی می‌شود. بنابراین، هدف از این پژوهش یافتن مکانی مناسب و منطبق بر معیارهای مرتبط جهت دفن پسماندهای شهری کوه‌دشت با تلفیق روش ANP و WLC بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان کوه‌دشت با مساحتی در حدود 3200 km^2 در موقعیت 33° و $39'$ طول شرقی و $31'$ و 33° عرض شمالی و در غرب استان لرستان واقع شده است. بخش مرکزی این شهرستان دارای جمعیتی در حدود ۱۲۷۰۰۰ نفر می‌باشد. ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۱۱۹۵ m از سطح دریا می‌باشد و دارای آب‌وهوای معتدل و نیمه‌خشک است (شکل ۱).

۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها

در ابتدا از طریق بررسی منابع مختلف کتابخانه‌ای، پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی با بررسی استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی شناسایی، ارزیابی و انتخاب گردید. براساس هدف و روش کار، تهیه لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز برای مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند در نرم‌افزار Arc GIS (نسخه ۱۰/۲) به‌صورت زیر انجام گرفت. ابتدا مدل رقومی ارتفاع منطقه براساس شکست‌های طبیعی که در ارتفاعات منطقه وجود دارد به ۵ کلاس ارتفاعی طبقه‌بندی شد. لایه شیب از روی مدل رقومی ارتفاع و از طریق گزینه Surface Analyses در 3D analyses تهیه گردید. لایه فاصله از شبکه زهکشی (رودخانه، آبراهه)، گسل، مناطق مسکونی (شهر و روستا)، خطوط ارتباطی، چاه و چشمه با

در زمینه مکان‌یابی محل دفن زباله تاکنون مطالعات متعددی با استفاده از روش‌های گوناگون انجام شده است. از جمله: Sener et al. (2010) به بررسی مکان مناسب برای دفن زباله در شهر از میر ترکیه پرداختند. برای این منظور از ۹ لایه اطلاعاتی استفاده کردند. نتایج نشان داده است که ۷۳٪ منطقه برای دفن پسماند نامناسب بوده است. Nishanth et al. (2010) با به‌کارگیری GIS و سنجش از دور مکان‌های مناسب دفن زباله در کشور هند را مشخص نمودند. آن‌ها برای مطالعه خود علاوه بر GIS از تصاویر ماهواره‌ای نیز استفاده نمودند. Ajide (2013) با استفاده از روش‌های سنجش از دور و GIS با به‌کارگیری معیارهای نوع خاک، کاربری اراضی، مسیرهای حمل‌ونقل، میزان بارش و پهنه‌های آبی مبادرت به مکان‌یابی و مدیریت زباله در نیجریه نمودند. Ebistu and Minale (2013) با به‌کارگیری تحلیل تصمیم چندمعیاری به مکان‌یابی دفن زباله در بهیرا واقع در شمال غربی اتیوپی اقدام کرده و نقشه نهایی را در چهار سطح با مطلوبیت بالا، متوسط، پائین و غیرمناسب مدل‌سازی نمودند.

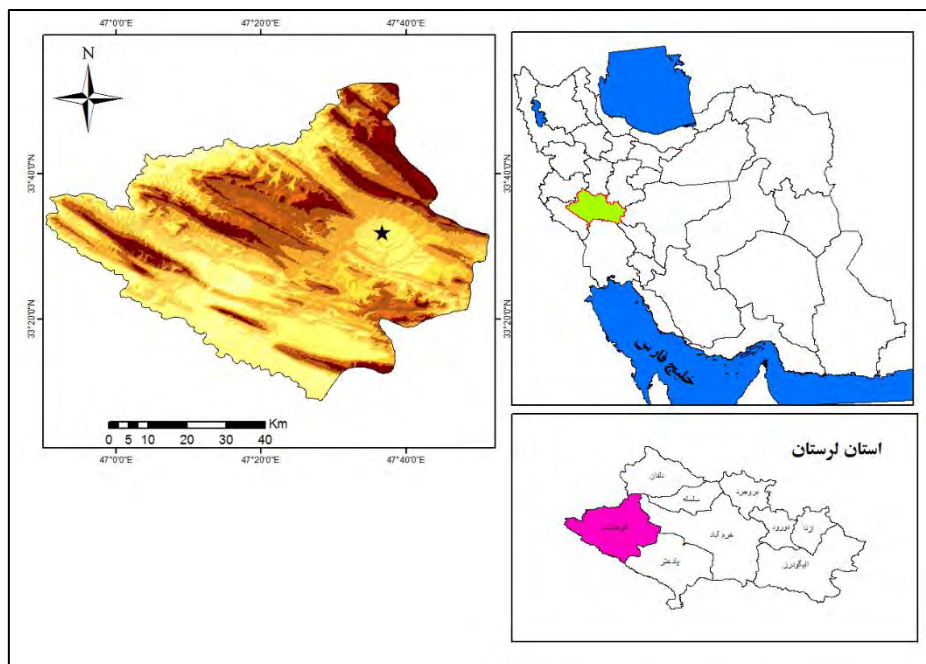
Abazarloo et al. (2012) با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و با در نظر گرفتن معیارهای جهات شیب، خطوط فشارقوی، میزان شیب، زمین‌شناسی، فاصله از مناطق مسکونی و گسل نسبت به مکان‌یابی بهینه دفن مواد زائد شهر جلفا اقدام نمودند. Jalalian and Dadgar (2014) مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماند در دهستان قلعه دره‌سی ماکو را بررسی کردند. نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از حالت‌های مختلف OWA در هفت کلاس مدل‌سازی شدند. بررسی نقشه‌های مختلف ایجادشده در وضعیت‌های مختلف نشان داد که از بین آن‌ها وضعیت "ریسک کم و دارای توازن" با بیش‌ترین دقت همراه بود طوری که طبق همین وضعیت 21 km^2 از محدوده به‌عنوان بهترین کلاس‌ها برای دفن زباله تشخیص داده شد.

Aghsaei and Souri (2017) با استفاده از فرایند وزن‌دهی سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) مکان‌یابی مناسب دفن زباله در شهر سنندج را مورد پژوهش قرار دادند.

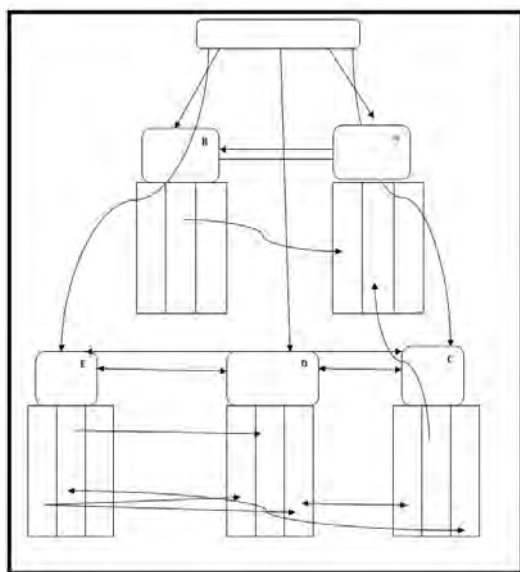
² Inversion Hierarchical Weighing Process

¹ Bahir

استفاده از ابزار Distance در Spatial Analysis تهیه شد. لایه سنگ‌شناسی، خاک و کاربری اراضی از طریق رقوم نمودن جنس مواد در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه و نقشه کاربری اراضی به دست آمد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در گستره فضایی ایران
Fig. 1 Location of the study area within the Iran space



شکل ۲- فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) (مآخذ: نگارنده)
Fig. 2 Analytical network process (ANP)

در این روش، ابتدا عناصر مؤثر بر انتخاب مکان مناسب در داخل چند خوشه سازمان‌دهی می‌شوند. همه عناصر می‌توانند به عناصر داخل هر خوشه و به عناصر دیگر مرتبط باشند. یک عنصر می‌تواند به یک خوشه یا یک عنصر دیگر وابسته باشد. ضمن اینکه گزینه‌های تصمیم‌گیری نیز می‌توانند به عناصر وابسته باشند. مقایسات زوجی باید بین

با توجه به قابلیت‌های بسیار بالای نرم‌افزار Arc GIS مدل‌های مختلفی از قبیل Fuzzy، Boolean، ANP، OWA و WLC برای تلفیق و مکان‌یابی دفن زباله وجود دارد. از آنجایی‌که روش WLC (ترکیب خطی وزنی) دارای انعطاف‌پذیری بالایی بوده و به‌نوعی تکامل‌یافته روش‌های دیگر می‌باشد، بنابراین در این پژوهش از روش ترکیبی ANP-WLC به منظور انتخاب مکان مناسب دفن پسماند شهرستان کوهدشت استفاده شده است.

۲-۳- فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) از مجموعه مدل‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. کار اصلی این مدل تعیین ارزش و اهمیت معیارها و شاخص‌ها و در نهایت ارزش نهایی گزینه‌های تصمیم‌گیری (در صورت وجود) است. بیشتر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با فرض استقلال معیارها، بنا شده‌اند ولی این مورد همیشه به واقعیت نزدیک نیست. بنابراین در صورت استفاده، ممکن است انحرافی در نتیجه به دست آمده ایجاد شده و منجر به ارزیابی‌ها و تحلیل‌های نادرست گردد (شکل ۲).

نسبت به معیار مقابل خود مهم‌تر هست. مرحله مقایسات زوجی اصلی‌ترین مرحله مدل ANP هست. در این مرحله معیارها با همدیگر به صورت زوجی و تک‌به‌تک مقایسه می‌شوند تا مشخص شود برای موضوع مکان دفن پسماند کدام معیار مهم‌تر است. این مقایسات براساس یک معیار کنترلی انجام می‌پذیرد. پیدا کردن معیارهای کنترلی در مدل تصمیم‌گیری مرحله بسیار مهمی است. مقایسات زوجی در مدل تصمیم‌گیری ANP به صورت ماتریس‌هایی صورت می‌گیرد که در هر ماتریس، یک معیار کنترلی ملاک مقایسه قرار می‌گیرد. در این مدل به دلیل وجود ارتباطات شبکه‌ای بین معیارها، ماتریس‌های کوچک و بزرگ زیادی تشکیل می‌شود که در هر ماتریس، یک معیار کنترلی ملاک قضاوت و مقایسه می‌باشد. مقایسات زوجی باید بر اساس نظر کارشناسان صورت گیرد. بنابراین باید پرسشنامه دوم طراحی شود. در این پرسشنامه، همه ماتریس‌ها همراه با معیار کنترلی خود قرار خواهند گرفت و کارشناس بر طبق معیارهای کنترلی، مقایسات را انجام خواهد داد.

مرحله سوم: محاسبه وزن نهایی عناصر در ابر ماتریس آخرین مرحله در مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) تشکیل ابرماتریس می‌باشد. در این بخش پس از محاسبات طولانی، ضریب و ارزش نهایی هر عنصر و گزینه تعیین می‌گردد. منظور از ابرماتریس در فرایند تحلیل شبکه‌ای که در واقع نشانگر وابستگی بین معیارها و زیرمعیارها و ارتباطات بین سطوح زیرمعیارها هست، ماتریس جزءبندی شده‌ای است که هر ماتریس آن، از مجموعه‌ای از روابط بین دو عنصر یا خوشه در ساختار شبکه‌ای به وجود آمده باشد (Nakhaai & Kamalabadi 2008). در این مدل به علت شبکه‌ای بودن ارتباطات، تعداد ماتریس‌های کوچک و بزرگ می‌تواند بسیار زیاد باشد. نتیجه نهایی هر ماتریس جداگانه محاسبه می‌شود ولی در نهایت لازم است که تا نتایج همه ماتریس‌ها در کنار هم قرار بگیرند و با هم ترکیب شوند تا بتوان ضریب نهایی گزینه‌ها و عناصر را استخراج کرد. برای محاسبه ضریب نهایی، باید سه نوع ابرماتریس شامل

همه عناصر و خوشه‌های مرتبط به هم صورت گیرد. عناصر در روش ANP می‌توانند عناصر اصلی، عناصر میانی و عناصر سطوح پایین باشند. در این روش مقایسات زوجی همانند روش AHP بر پایه میزان اهمیت و برتری یک عنصر یا خوشه بر عنصر یا خوشه دیگر و از دامنه امتیازی ۱ تا ۹ می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- دامنه اولویت‌های در ساختار ANP Qodsi Poor (2009)

Table 1 Priorities range in the structure of ANP

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
9	کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مرج
7	مهم‌تر یا ترجیح قوی
5	مهم یا مرج
3	کمی مهم یا کمی مرج
1	اهمیت یا ترجیح یکسان
2, 4, 6, 8	ترجیحات بینابین

مدل ANP در سه مرحله به شرح زیر انجام می‌گیرد:

مرحله اول: تعیین ارتباطات بین معیارها

تفاوت مدل ANP با سایر مدل‌های تصمیم‌گیری در این است که این مدل معتقد به ارتباط بین عناصر می‌باشد. در مدل AHP مقایسه معیارها به صورت سلسله مراتبی صورت می‌گیرد. یعنی تنها معیارها به معیار بالایی خود ارتباط پیدا می‌کند. ولی در مدل ANP نه تنها خوشه‌ها بر عناصر و عناصر بر گزینه و گزینه بر عناصر و. تأثیر می‌گذارند بلکه حتی عناصر بر خودشان و بر عناصر دیگر خوشه‌ها نیز اثرگذارند. یعنی هر عنصری قابلیت این را دارد که به عناصر دیگر اثرگذار باشد. بدیهی است عناصری که تعیین می‌گردد، همگی از یک جنس نبوده و همه آن‌ها کاملاً روی هم اثرگذار نیستند. بنابراین باید با اتخاذ روشی بتوان عناصری که با همدیگر ارتباط دارند را شناسایی نمود تا از طریق این ارتباطات، مقایسات زوجی بین آن‌ها صورت گیرد. درباره روابط بین معیارها باید به این نکته مهم اشاره کرد که روابط بین عناصر از نوع علت و معلولی است نه از نوع همبستگی.

مرحله دوم: مقایسات زوجی بین خوشه‌ها و عناصر فلسفه مدل ANP و همه مدل تصمیم‌گیری این است که همه معیارها از نظر اهمیتی که نسبت به هم برای یک موضوع دارند، مقایسه می‌شوند. یعنی یک معیار چقدر

است. W_k وزن اختصاص داده شده به فاکتور k و X_{ijk} مقدار فاکتور k در پیکسل i و j می باشد.

روش WLC از طریق میزان ارجحیت معیارها نسبت به یکدیگر، امکان در نظر گرفتن شرایط انعطاف پذیرتر را فراهم ساخته و مکان یابی را در حالت های مختلف از لحاظ ریسک و جبران میسر می سازد. روش مذکور بر مبنای میانگین وزنی استوار است. تحلیلگر یا تصمیم گیرنده مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی، به هر کدام از معیارها، وزن نهایی می دهد. سپس از طریق ضرب کردن وزن نسبی در مقدار آن خصیصه، مقدار نهایی برای هر آترناتیو به دست می آید (Parhizkar and Ghafari Gilandeh 2006). پس از آنکه مقدار نهایی هر آترناتیو مشخص شد. آترناتیوی که بیشترین مقدار را داشته باشد مناسب ترین مکان برای دفن پسماند خواهد بود.

ابرماتریس غیر وزنی، ابرماتریس وزنی، ابرماتریس حدی مورد محاسبه قرار بگیرد.

۲-۴- مدل ترکیب خطی وزنی (WLC)

پس از تهیه هر کدام از نقشه های لازم در فرآیند ارزیابی و همچنین تعیین وزن آن ها با استفاده از ANP، از فن ترکیب خطی وزنی (WLC) جهت تلفیق نقشه ها با وزن های مختص به خود در محیط Arc GIS 10.2 استفاده شد. WLC یکی از فن های تصمیم گیری چند معیاره است که به صورت فراوان برای تهیه نقشه های پتانسیل و تناسب برای انواع فعالیت ها به کار می رود. این فن به راحتی در محیط Arc GIS 10.2 و با ساختار شبکه ای از طریق رابطه (۱) قابل اجرا می باشد:

$$S_{ij} = \sum W_k X_{ijk} \quad (1)$$

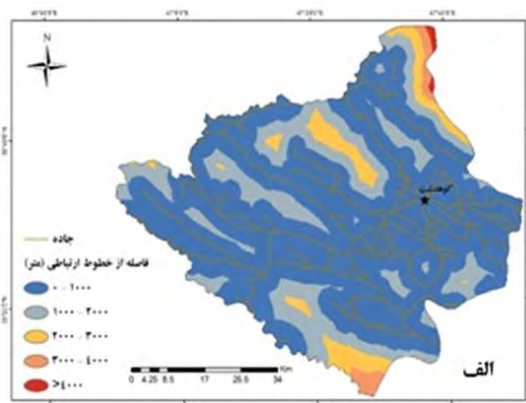
در این رابطه S_{ij} تناسب پیکسل واقع شده در ردیف i و ستون j در نقشه شبکه ای برای کاربری مورد نظر

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی و وزن خوشه ها

Table 2 Pairwise comparing matrix and the reciprocal cluster weights

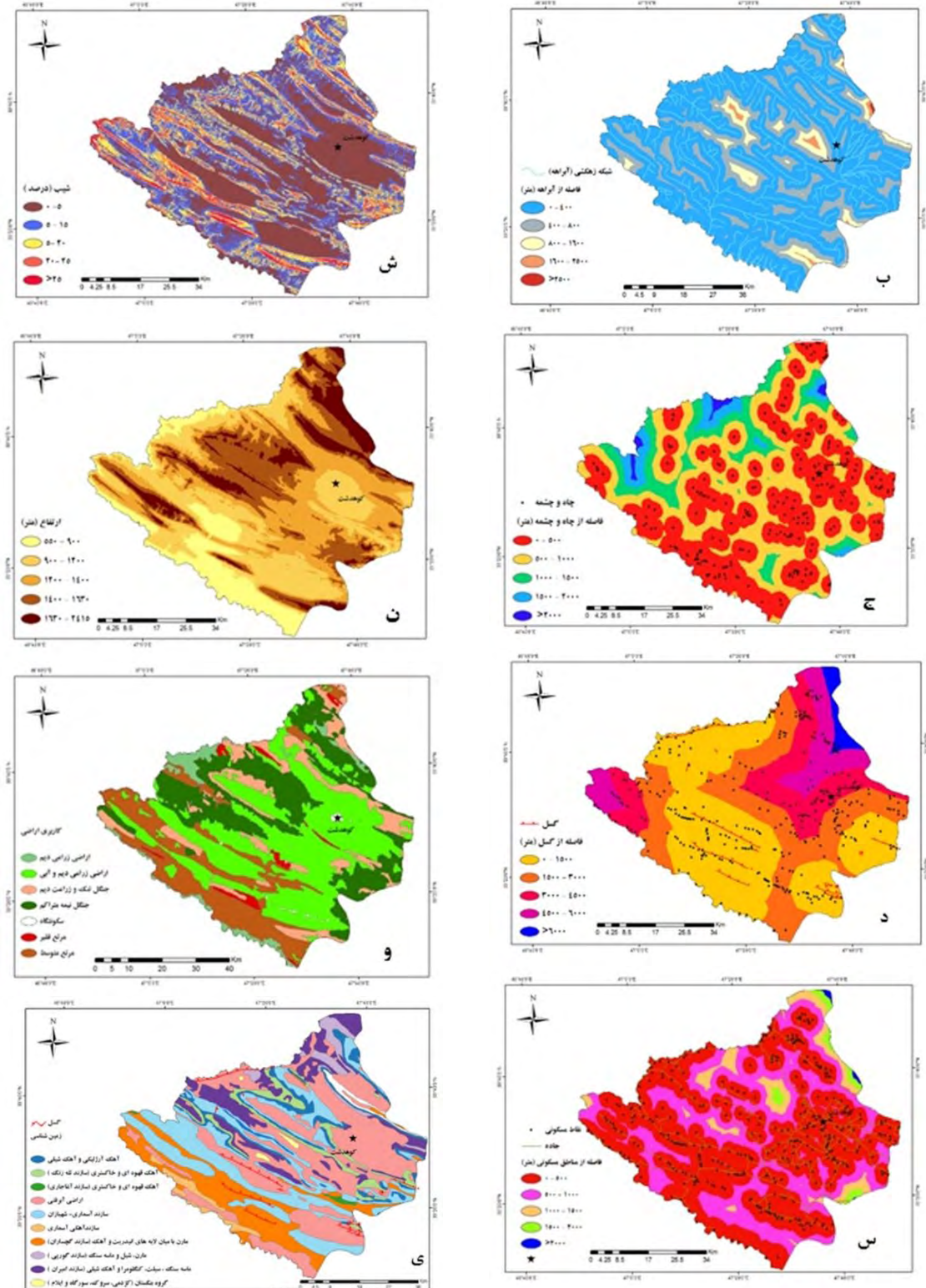
وزن نهایی	وزن نسبی	هیدرولوژیکی	ژئومورفولوژیکی	اجتماعی- مکانی	زمین شناسی	پارامتر (خوشه)
0.258	0.422	3	3	4	1	ژئومورفولوژیکی
0.08	0.131	0.25	0.5	1	0.25	اجتماعی- مکانی
0.13	0.212	0.33	1	2	0.33	زمین شناسی
0.532	0.872	1	3	3	0.33	هیدرولوژیکی

کدام از این خوشه ها باهم مقایسه زوجی شدند (جدول ۲ و شکل ۳).



۳- یافته ها و بحث

برای مقایسه زوجی و تعیین ضریب پارامترها از مدل فرآیند تحلیل شبکه و برای تعیین سطح تأثیر کلاس های هر پارامتر از مدل WLC استفاده شده است. برای اجرای مدل ANP ابتدا بر اساس ماهیت داده ها و ارتباطات موجود بین آن ها و همچنین با توجه به مطالعات پیشین، وضعیت منطقه و استفاده از نظرات کارشناسان پارامترها در چهار خوشه اصلی شامل: (۱) پارامترهای هیدرولوژی، (۲) پارامترهای زمین شناسی، (۳) پارامترهای اجتماعی، و (۴) پارامترهای ژئومورفولوژیکی دسته بندی شدند. سپس هر



شکل ۳- نقشه‌های الف) فاصله از خطوط ارتباطی ب) فاصله از آبراهه ج) فاصله از چاه و چشمه د) فاصله از گسل ه) فاصله از مسکنی ش) شیب ن) ارتفاع و) کاربری اراضی ی) زمین‌شناسی

Fig. 3 Maps of a) distance from the communication lines, b) distance from waterways, c) distance from well and spring, d) distance from fault, e) distance from residential areas, f) slope, g) elevation, h) landuse, and i) geology

جدول ۳- نتایج ابرماتریس غیر وزنی

Table 3 Results of non-weighting super matrix

	Goal	Criteria					Elements						
		مکان دفن زباله	هیدرولوژیکی	اجتماعی - مکانی	ژئومورفولوژیکی	زمین شناسی	فاصله از آبراهه	کاربری اراضی	سنگ شناسی	سکونتگاه	ارتفاع	شیب	فاصله از چشمه
Goal	مکان دفن زباله	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Criteria	هیدرولوژیکی	0.26	0	0.54	0.3	0.49	0	0	0	0	0	0	0
	اجتماعی	0.3	0.54	0	0.54	0.2	0	0	0	0	0	0	0
	ژئومورفولوژی	0.22	0.3	0.16	0	0.31	0	0	0	0	0	0	0
	زمین شناسی	0.22	0.16	0.3	0.16	0	0	0	0	0	0	0	0
Elements	فاصله از آبراهه	0	0	0	0.25	0	0	0.09	0	0.07	0.22	0.08	0.07
	کاربری اراضی	0	0.58	0	0	0	0	0.18	0	0.12	0.14	0	0.14
	سنگ شناسی	0	0	0	0	0.59	0	0	0.28	0.21	0.23	0.09	0.14
	فاصله از سکونتگاه	0	0	0.8	0	0	0	0.15	0	0.17	0	0.38	0.3
	ارتفاع	0	0	0	0	0.25	0	0.05	0.54	0	0.23	0.11	0.11
	شیب	0	0.18	0	0	0	0	0.16	0.09	0.11	0	0.15	0.05
	فاصله از چشمه و چاه	0	0	0	0.75	0	0.33	0.13	0	0.08	0.13	0	0.13
	فاصله از غسل	0	0.23	0	0	0	0.38	0.09	0	0.07	0.03	0.03	0
	فاصله از جاده	0	0	0	0	0.16	0	0.03	0	0.11	0	0	0

جدول ۴- نتایج ابرماتریس وزنی

Table 4 Results of weighting super matrix

	Goal	Criteria					Elements						
		مکان دفن زباله	هیدرولوژیکی	اجتماعی - مکانی	ژئومورفولوژیکی	زمین شناسی	فاصله از آبراهه	کاربری اراضی	سنگ شناسی	سکونتگاه	ارتفاع	شیب	فاصله از چشمه
Goal	مکان دفن زباله	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Criteria	هیدرولوژیکی	0.26	0	0.18	0.1	0.16	0	0	0	0	0	0	0
	اجتماعی	0.3	0.18	0	0.18	0.07	0	0	0	0	0	0	0
	ژئومورفولوژی	0.22	0.1	0.05	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0
	زمین شناسی	0.22	0.05	0.1	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0
Elements	فاصله از آبراهه	0	0	0	0.17	0	0	0.09	0	0.07	0.22	0.08	0.0
	کاربری اراضی	0	0.39	0	0	0	0	0.18	0	0.12	0.14	0	0.14
	سنگ شناسی	0	0	0	0	0.4	0	0	0.28	0.21	0.23	0.09	0.14
	فاصله از سکونتگاه	0	0	0.53	0	0	0	0.15	0	0.17	0	0.38	0.3
	ارتفاع	0	0	0	0	0.17	0	0.05	0.54	0	0.23	0.11	0.11
	شیب	0	0.12	0	0	0	0	0.16	0.09	0.11	0	0.15	0.05
	فاصله از چشمه و چاه	0	0	0	0.5	0	0	0.33	0.13	0	0.08	0.13	0
	فاصله از غسل	0	0.15	0	0	0	0	0.38	0.09	0	0.07	0.03	0.03
	فاصله از جاده	0	0	0	0	0.1	0	0.03	0	0.11	0	0	0

جدول ۵- نتایج ابرماتریس حدی
Table 5 Results of limit super matrix

	Goal	Criteria					Elements							
		مکان دفن زباله	هیدرولوژیکی	اجتماعی - مکانی	ژئومورفولوژیکی	زمین‌شناسی	فاصله از آبراهه	کاربری اراضی	سنگ‌شناسی	سکونتگاه	ارتفاع	شیب	فاصله از چشمه	فاصله از گسل
Goal	مکان دفن زباله	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Criteria	هیدرولوژیکی	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	اجتماعی	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ژئومورفولوژیکی	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	زمین‌شناسی	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Elements	فاصله از آبراهه	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
	کاربری اراضی	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
	سنگ‌شناسی	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0	0.13	0.13	0.13	0.13	
	فاصله از سکونتگاه	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0	0.14	0.14	0.14	
	ارتفاع	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0	0.15	0.15	
	شیب	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0	-0.09	
	فاصله از چشمه و چاه	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0	
	فاصله از گسل	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	
	فاصله از جاده	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	

در ادامه با مشخص شدن وزن خوشه‌ها، ساختار شبکه‌ای بین خوشه‌ها و پارامترها تشکیل شد. تمامی مراحل مربوط به مقایسات زوجی بین خوشه‌ها، معیارها و روابط درونی آن‌ها در محیط نرم‌افزار Super Decision صورت گرفته و نتایج کار به صورت جدول ابرماتریس‌های سه‌گانه (غیر وزنی، وزنی و حدی) برای مکان‌یابی دفن پسماند در نظر گرفته شد و روابط بین آن‌ها تعیین گردید (جدول ۳، ۴ و ۵).

۳-۱- تلفیق نقشه‌ها با مدل WLC

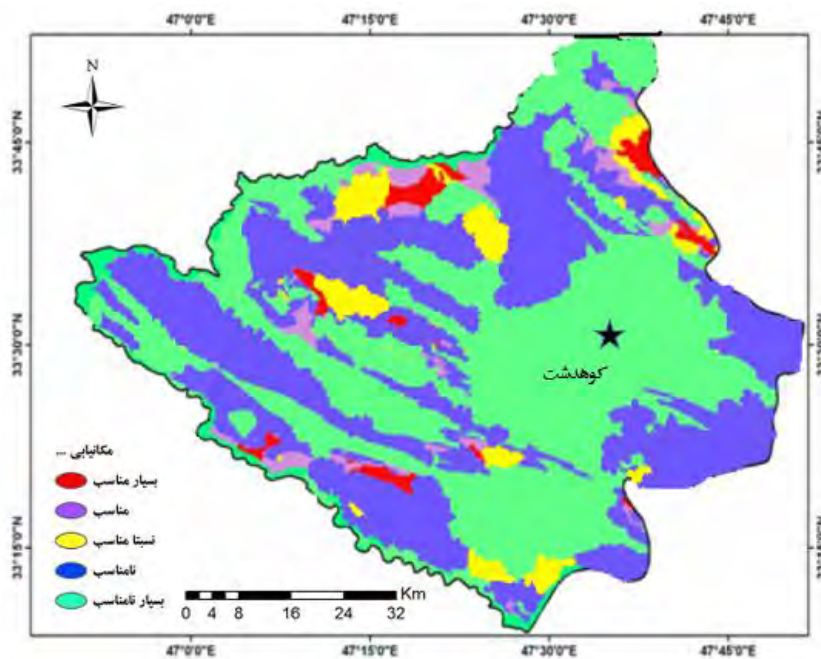
پس از تهیه هرکدام از این لایه‌ها و نقشه‌ها در فرایند ارزیابی و همچنین محاسبه وزن پارامترها، تشکیل ابرماتریس‌های سه‌گانه؛ وزن عناصر (گزینه-ها) مربوط به هر خوشه و استانداردسازی نقشه‌ها، در نهایت با به‌کارگیری مدل ترکیب خطی وزنی (WLC) وزن نهایی هرکدام از نقشه‌ها و لایه‌های مؤثر از طریق رابطه (۱) محاسبه و جهت تهیه نقشه مکان‌یابی پسماند با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار Arc GIS 10.2 همپوشانی شدند (جدول ۶).

جدول ۶- وزن نهایی گزینه‌ها با استفاده از مدل WLC
Table 6 Final weighting of alternatives using WLC model

Final weighing	Elements	Criteria
0.2241	فاصله از رودخانه	هیدرولوژیکی
0.2135	فاصله از چشمه و چاه	
0.1645	سنگ‌شناسی	زمین‌شناسی
0.1194	فاصله از گسل	ژئومورفولوژیکی
0.1833	کاربری اراضی	
0.1684	شیب	
0.1478	ارتفاع	اجتماعی - مکانی
0.135	فاصله از جاده	
0.2532	فاصله از سکونتگاه	

اراضی به ترتیب با دارا بودن وزن ۰/۲۲۴۱، ۰/۲۱۳۵ و ۰/۱۸۳۳ به لحاظ اهمیت در مراحل بعدی قرار گرفته‌اند. به عبارت دیگر در بحث مکان‌یابی دفن پسماند، محل انتخابی می‌بایست بیشترین فاصله را از مناطق مسکونی (شهر و روستا) و چاه‌ها و چشمه‌ها داشته باشد (شکل ۴).

بر اساس نتایج جدول مذکور از بین عناصر و گزینه‌های مورد مطالعه به منظور مکان‌یابی دفن پسماند شهرستان کوهدشت، گزینه (عنصر) فاصله از سکونتگاه با دارا بودن وزن ۰/۲۵۳۲ دارای بیشترین وزن می‌باشد. همچنین عناصر فاصله از رودخانه، فاصله از چشمه و چاه، کاربری



شکل ۴- پهنه‌بندی مکان‌های مناسب دفن زباله در شهرستان کوهدشت

Fig. 4 Zoning of suitable landfills in Koohdasht town

شدند. در ادامه با استفاده از ترکیب خطی-وزنی (WLC) و اختصاص وزن نهایی، نقشه‌ها استانداردسازی شده و مناطق مناسب و نامناسب به منظور دفن پسماند مشخص گردیدند.

۳- وسعت محدودی از مساحت منطقه مناسب دفن پسماند جامد است. تنها ۱۹٪ از محدوده‌ی مورد مطالعه می‌تواند به‌عنوان سایت‌های دفن پسماند در نظر گرفته شود زیرا عمده صنعت مردم منطقه وابسته به اراضی جنگلی، مرتعی و کشاورزی می‌باشد و این اراضی از قابلیت‌های بسیار بالای زیست‌محیطی و اقتصادی برخوردارند. بنابراین کاربری و استعداد اراضی باید در نظر گرفته شود.

۴- اراضی جنگلی و کشاورزی حاصلخیز به‌عنوان مناطق نامناسب تشخیص داده شده است و درستی مدل را با واقعیات زمینی بازگو می‌کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به مشکل عمده‌ی زیست‌محیطی انتخاب مکان دفن مناسب برای شهرستان کوه دشت ایجاد یک راهبرد ملی منطقه‌ای برای حفاظت از منابع طبیعی و جلوگیری از آلودگی زیست‌محیطی جهت توسعه‌ی پایدار ضروری است.

۱- در این مطالعه فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP که از مجموعه مدل‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است و ارزش و اهمیت معیارها و شاخص‌ها را تعیین و در نهایت گزینه‌های تصمیم‌گیری را مشخص می‌کند استفاده شده است.

۲- به منظور تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف به منظور مکان‌یابی محل دفن پسماند از روش پردازش تحلیل شبکه‌ای و مدل ترکیب خطی-وزنی استفاده شده و ماتریس سه‌گانه تشکیل و نقشه‌ی لایه‌های مختلف اطلاعاتی تهیه

References

- Abazarloo A., Abazarloo S. and Mousakhani K. (2012). Site selection of municipal solid waste landfill using hierarchical analysis model (AHP): A case study of Jolfa county, 6th national and first Int. Conference on waste management, Municipalities and Dehdari Organization of country, Mashhad [In Persian].
- Abdolkhani Nezhad T., Monavvari S. M. and Zareie S. (2017). Necessity of selecting the optimum model for urban landfills site selection in line with land use planning and sustainable development. *J. Environ. Sci. Technol.*, 19(5), 341-351 [In Persian].
- Aghsaei H. and Soury B. (2017). Landfill Site selection for municipal waste materials using inversion hierarchical weighing process. *J. Health Sys. Res.*, 13(3), 359-366 [In Persian].
- Ajide M. O. (2013). Using GIS and remote sensing in urban waste disposal and management: A Focus on Owo L.G.A, Ondo State, Nigeria. *Euro. Int. J. Sci. Technol.*, 2(7), 106-118
- Baniasadi R., Ahmadizade S. S., Etebari B. and Qomi Motazadeh A. (2017). Landfill site selection with emphasis on environmental and economical factors in northern Iran (Case study: Astara Township). *Environ. Sci. Technol.*, 19(5), 405-415 [In Persian].
- De Feo G. and De Gisi S. (2014). Using MCDA and GIS for hazardous waste landfill siting considering land scarcity for waste disposal. *Waste Manage.*, 34(11), 2225-2238.
- Ebistu T. and Minale A. S. (2013). Solid waste dumping site suitability analysis using geographic information system (GIS) and remote sensing for Bahir Dar Town, North Western Ethiopia. *Africa. J. Environ. Sci. Technol.*, 7(11), 976-989.
- Farbod E., Awladi B. and Abbasi N. (2017). Analysis of questionnaire data using SPSS software, First Edition, Mehregan Ghalam Publications, Tehran [In Persian].
- Fazelnejad N., Mirzaei R. and Heidari R. (2017). Application of Electre model in locating of municipal solid waste landfill (case study: the city of Khorramabad). *J. Res. Environ. Health*, 3(1), 56-66 [In Persian].
- Jalalian H. and Dadgar H. (2014). The location analysis of rural waste sanitary Case: Vill of Qaleh Dareh-C in Makoo County. *Quart. J. Space Eco. Rural Develop.*, 2(6), 97-114 [In Persian].
- Khosravi Y. and Ashjaei H. (2017). Landfill site selection for urban hysteresis of Qazvin City using the AHP in ArcGIS software. *Human Environ.*, 43, 51-63 [In Persian].
- Koochi S. (2005). Site selection of Qarchak landfill, M.Sc. Dissertation, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran [In Persian].
- Mirabadi N., Hashemi S. H. and Amini J. (2018). Applying AHP model and ordered weighted average method in locating waste disposal site of Bookan city by using Arc GIS and IDRISI. *J. Geogr. Space*, 17, 39-54 [In Persian].
- Nakhaai Kamalabadi I. and Baqeri M. (2008). A decision-making model for outsourcing of manufacturing activities by ANP and DEMATEL under fuzzy environment. *J. Indust. Manage.*, 3(5), 27-46 [In Persian].
- Nascimento V. F., Sobral A. C., Andrade P. R., Ometto J. P. H. B. and Yesiller N. (2017). Modeling environmental susceptibility of municipal solid waste disposal sites: A case study in São Paulo State, Brazil. *J. Earth Environ. Sci.*, 9(1), 8-33.
- Nishanth T., Prakash M. N. and Vijith H. (2010). Suitable site determination for solid waste disposal using GIS and RS techniques in India. *Int. J. Geometr. Geosci.*, 1, 197-210.
- Parhizkar A. and Ghaffari Gilandeh A. (2006). Geographical information system and multi-criteria decision analysis, SAMT Publications, Tehran [In Persian].
- Şener Ş., Şener E., Nas B. and Karagüzel R. (2010). Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste Manage.*, 30(11), 2037-2046.

Site Selection of Koohdasht Municipal Solid Waste Landfill using ANP-WLC Integrated Model

Rasoul Pouramraei¹, Shiva Nesari¹ and Iraj Najmoddini^{2*}

¹M.Sc. Student, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

²Lecturer, Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

*Corresponding author: iraj.najmoddini74@yahoo.com

Original Paper

Received: June 02, 2020

Revised: August 01, 2020

Accepted: August 06, 2020

Abstract

The problem of population growth, changing people's eating habits, as well as the problem of waste disposal of and management have increased the volume of waste generated in residential centers. Today, how to dispose of, landfill site selection, and properly management of waste landfill, along with the lack of suitable land for this purpose, has become one of the environmental urban problems. Therefore, finding a suitable place for this purpose is one of the important goals of urban development projects to achieve sustainable development. Due to the lack of waste recycling equipment in Koohdasht town, the aim of this study was to find a suitable place for disposal of municipal waste with reference to the environmental considerations and sustainable development. For this purpose, a combined model of network analysis process (ANP) and linear weight combination (WLC) was used in ArcGIS 10.2 software considering 9 parameters: distance from the drainage network (river, waterway), fault, residential areas (city and village), communication lines, wells and springs, as well as geological layers, land use, height, and slope percentage. The results showed that the study area was divided into five classes in terms of fitness. In other words, 19% of the area under study was identified as suitable for municipal waste landfill. The zoning map also shows that fertile lands are designated as unsuitable areas, reflecting the accuracy of the model with terrestrial realities.

Keywords: Environment; Koohdasht; Landfill; Site Selection; Sustainable Development; Waste Management.