

کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در

مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد شهری

(مطالعه موردی: شهرستان تربت حیدریه)

حمیدرضا امیری^۱، سمیه کریم پور^{۲*}

۱. کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه هرمزگان

۲. کارشناس منابع طبیعی - محیط زیست دانشگاه تربت معلّم سبزوار

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۷/۱۸)

چکیده:

انتخاب محل دفن پسماندهای شهری امری مهم در مدیریت پسماندهای جامد شهری محسوب می‌شود. مکانیابی محل دفن نیازمند تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی، قوانین و معیارهای قابل قبول است. هدف اصلی این مطالعه، اعمال تحلیل مکانی با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور مکانیابی محدوده‌های بهینه (با حداقل اثرات سوء زیست محیطی) برای دفن زباله‌های شهری است. در این راستا در مرحله نخست وزن‌دهی معیارها براساس استانداردهای موجود، با مدل ANP با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions انجام شد. در مرحله دوم پایگاه اطلاعاتی ویژه دفن زباله‌های شهری تشکیل و لایه‌های موردنیاز با استفاده از نرم افزار ArcGIS تهیه شد. در مرحله سوم به منظور دستیابی به مناطق مناسب جهت دفن مواد زائد، پس از اعمال وزن لایه‌ها و رویهم گذاری آنها نقشه نهایی پهنه‌بندی منطقه ارائه گردید. مناطق جنوبی شهرستان که اراضی مخلوط به شدت فرسوده، نامرغوب و ضعیف از لحاظ زراعت و باغداری را شامل می‌شود، جزء پهنه مناسب قرار گرفته است. که این مناطق دور از نقاط جمعیتی‌اند. پهنه مناسب دیگر در اطراف بخش رباط سنگ شناسایی شده است.

کلید واژگان: مکانیابی، دفن زباله‌های شهری، مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای، شهرستان تربت حیدریه.

۱. مقدمه

متفاوتی را در نظر گرفت. در حال حاضر دفن بهداشتی زباله مقرون به صرفه‌ترین سیستم دفع زباله‌های جامد در بسیاری از کشورهای در حال توسعه است. یکی از مشکلات عمده در بحث مدیریت پسماند انتخاب محل مناسب برای دفن پسماند است (Nas *et al*, 2010). محل دفن زباله باید با دقت با در نظر گرفتن مقررات، عوامل و محدودیت‌ها انتخاب شود (Hafezi Moghaddas and *et al*, 2011)

روش ترکیب GIS با آنالیز تصمیم‌گیری تحت عنوان سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری می‌تواند به عنوان یک ابزار موثر در هر مساله مکان‌یابی، تصمیم‌گیران را یاری کند (Afzali, 2013). بنابراین مقاله حاضر سعی در تعیین بهترین مکان‌ها برای دفن مواد زائد شهری با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی دارد. از فرایند تحلیل شبکه‌ای جهت تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف و از سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت تحلیل لایه‌ها و ارائه خروجی به صورت نقشه استفاده گردیده است. ANP به معنی فرایند تحلیل شبکه می‌باشد که یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری است. فرآیند تحلیل شبکه‌ای حالت عمومی AHP و شکل گسترده آن محسوب می‌شود که در آن موضوعات با وابستگی متقابل و بازخورد را نیز می‌توان در نظر گرفت (Saaty, 1999). از این رو در سال‌های اخیر استفاده از ANP به جای AHP در اغلب زمینه‌ها افزایش پیدا کرده است (Jhaekharia, and *et al*, 2007). فرآیند تحلیل شبکه‌ای، ضمن حفظ کلیه قابلیت‌های AHP از جمله سادگی، انعطاف‌پذیری، بکارگیری معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان، قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها و امکان رتبه‌بندی

تحولات قرن اخیر همراه با ازدیاد جمعیت و پیشرفت تکنولوژی مرحله تازه‌ای از تخریب محیط زیست را در پی داشته است. یکی از عمده‌ترین آلاینده‌های محیط زیست که جزء لاینفک زندگی انسان محسوب می‌گردد، مواد زائد جامد است. رشد روزافزون جمعیت و به تبع آن افزایش تولید مواد زائد، وجود نگرانی‌های خاص در خصوص کاهش منابع خدادادی و آلوده شدن منابع طبیعی موجود، کارشناسان را برآن داشته که در چند دهه اخیر موضوع بازیافت مواد زائد جامد را در صدر برنامه‌های دفن زباله جایگزین نمایند (Omrani, 1995). عبارتی توسعه روزافزون مناطق شهری و افزایش بی‌رویه جمعیت در آنها باعث تولید حجم زیادی از انواع پسماندهای شهری شده است، به طوری که چگونگی دفن و معدوم‌سازی این زباله‌ها تبدیل به یک دغدغه مهم در مدیریت محیط زیست شهری گردیده است (Abdoli, 2000). تولید مواد زائد چه به صورت جامد یا مایع، هدیه تمدن جامعه بشری به جهان است. در جوامع بزرگ شهری میزان زباله‌های تولیدی نتیجه فعالیت‌های گسترده انسان است (Juhasz and *et al*, 2004). مدیریت مواد زائد عبارت است از مجموعه‌ای از مقررات منسجم و هماهنگ در زمینه کنترل تولید، ذخیره و یا جمع‌آوری، حمل و نقل، پردازش و دفع مواد زائد که منطبق بر بهترین اصول بهداشتی، اقتصادی، زیباشناختی و سایر الزامات زیست محیطی و مطلوب‌های عمومی باشد (2006). (Xue *et al*, 2010 و Khoramabadi and *et al*, فرآیند مدیریت مواد زائد در کشور یک مقوله چند وجهی است از این رو جهت رسیدن به مکان‌های قابل قبول در خصوص دفن مواد زائد باید معیارهای

حیدریه از شمال به شهرستان‌های نیشابور- مشهد و فریمان، از سمت شرق با شهرستان‌های زاوه - باخرز- تایباد و خواف، از سمت جنوب با شهرستان‌های رشتخوار و مه‌ولات و از طرف غرب با شهرستان کاشمر هم مرز می‌باشد.

مساحت اراضی منابع طبیعی شهرستان تربت حیدریه ۲۵۵۴۵۱ هکتار است که ۷۰ درصد از مساحت کل شهرستان را شامل می‌گردد. از این سطح به تفکیک؛ ۴۴۷ هکتار بیشه‌زار و درختچه‌زار، ۱۰۷ هکتار مراتع خوب و متراکم، ۵۸۷۸۹ هکتار مراتع متوسط و ۱۶۵۲۳۵ هکتار مراتع کم تراکم و فقیر می‌باشد. (anonymous)

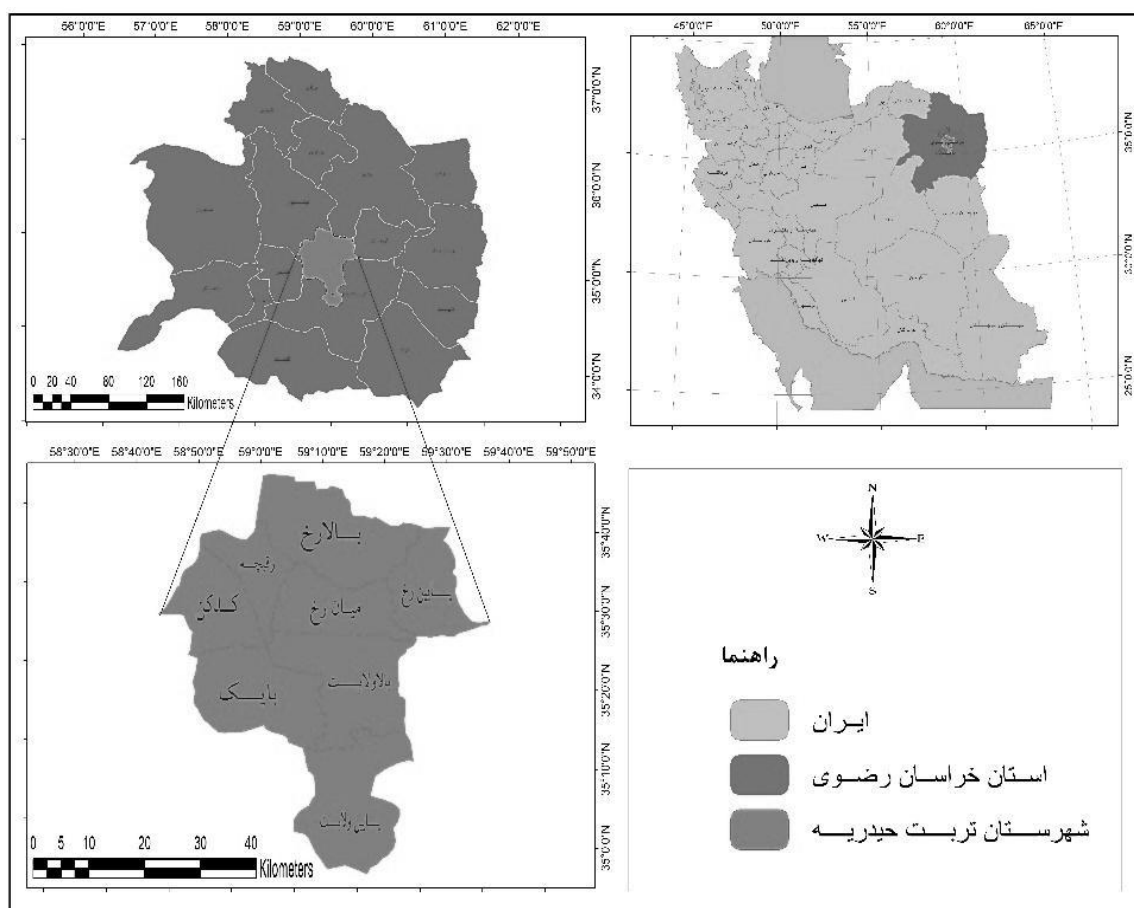
در محدوده شهرستان تربت حیدریه عمدتاً سه رشته کوه به هم پیوسته که عموماً جهت شرقی غربی داشته و موازی یکدیگر قرار دارند به همراه ارتفاعات پراکنده در جنوب و جنوب شرقی عمده ارتفاعات این شهرستان را تشکیل می‌دهند. آب و هوای منطقه از نوع نیمه صحرائی ملایم می‌باشد. از نظر زمین‌شناسی حدفاصل بین توده لوت در جنوب و حوضه رسوبی البرز واقع شده است و بیشتر از سری سنگ‌های رسوبی پوشیده شده است. براساس سرشماری سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران جمعیت شهرستان ۱۳۱۱۵۰ نفر اعلام شده است. شکل (۱) نشان دهنده موقعیت محدوده مورد مطالعه است.

نهایی گزینه‌ها می‌تواند بر محدودیت‌های جدی آن، از جمله در نظر نگرفتن وابستگی‌های متقابل بین عناصر تصمیم و فرض اینکه ارتباط بین عناصر تصمیم سلسله‌مراتبی و یکطرفه است، فائق آمده و چارچوب مناسبی را برای تحلیل مسائل شهری فراهم آورد (Zebardast, 2009). هدف نهایی این معیارها یافتن محلی است که کمترین آثار سوء زیست محیطی را بر محیط طبیعی اطراف دفن و منطقه مدفن داشته باشد. از جمله این آثار می‌توان به آلودگی منابع آب زیرزمینی و خاک منطقه اشاره کرد. بنابراین در انتخاب محل دفن زباله نیاز به بررسی حجم قابل توجهی از اطلاعات مکانی با توجه به پارامترهای مختلف حاکم بر مناسب بودن یک سایت مشاهده می‌شود (Ojha C.S.P. et al, 2007).

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مطالعاتی

تربت حیدریه یکی از شهرستان‌های استان خراسان رضوی است که در فاصله ۱۵۲ کیلومتری جنوب شهر مشهد قرار دارد. این شهرستان با مساحت ۳۶۷۲ کیلومتر مربع بین نصف النهارات ۵۸ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی و مدارهای ۳۴ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح آب‌های آزاد ۱۳۳۳ متر است. شهرستان تربت



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

فرآیند تحلیل شبکه‌ای را معرفی نمود (Chung and Saaty, 1996; et al, 2005). روش ANP تعمیم روش AHP است. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی‌توان از روش AHP استفاده کرد. تکنیک ANP شکل کلی‌تری از AHP است، اما به ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده‌تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه‌ای نشان می‌دهد و تعاملات و بازخوردهای میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می‌گیرد. فرآیند تحلیل شبکه‌ای، سلسله‌مراتب را با شبکه‌هایی با روابط میان سطوح جایگزین می‌نماید (Meade and et al, 1998). روش تحلیل شبکه به تصمیم‌گیرنده اجازه ساخت یک شبکه به جای سلسله مراتب را می‌دهد. این امر امکان بررسی

۲.۲. آماده سازی اطلاعات

اولویت‌بندی منطقه مورد نظر برای دفن زباله- های شهری و ارائه آن به صورت نقشه نیاز به لایه‌های اطلاعاتی متناسب با معیارها و زیرمعیارهای تعریف شده می‌باشد. از این رو لایه‌های اطلاعاتی شامل لایه‌های ارتفاع، شیب، خاک، گسل، آب‌های سطحی، پوشش اراضی، نقاط شهری و راه‌ها در نرم‌افزار ArcGIS10 با استفاده از توابع تحلیلی موجود، آماده شد.

۲.۳. فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP)

بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری را نمی‌توان به صورت سلسله مراتبی، ساختاردهی نمود. زیرا در این مسائل، عناصر و سطوح تصمیم‌دارای روابط متقابل و وابستگی می‌باشد. ساعتی برای رفع این مشکل روش

می‌کند. زمانی که شبکه‌ای تنها شامل دو گروه (خوشه) یعنی معیارها و راهکارها باشد، برای محاسبه وابستگی اجزای یک سیستم، می‌توان از دیدگاه ساعتی و تاکی‌زاوا که در سال ۱۹۸۶ معرفی شده است، استفاده کرد. به طور کلی اجزاء فرایند تحلیل شبکه‌ای در برگیرنده اهداف، معیارها، زیرمعیارها و آلترناتیوها مسأله می‌باشند. این اجزاء با توجه به اولویت بررسی در شکل (۱۰) نشان داده شده است. با توجه به ویژگی‌های مطرح شده مدل و قابلیت متنوع آن، برخی از موارد کاربردی مدل ANP در ادامه آمده است.

در سال‌های اخیر، برنامه ریزان شهری و روستایی از قابلیت‌های ANP در تحلیل وضعیت شبکه فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح مناطق شهر و روستا استفاده نموده‌اند (Kiyani and et al 2010). قابلیت‌ها و توانایی‌های ANP آنقدر متنوع و وسیع است، که می‌توان آن را با مدل‌های پیشین نیز ترکیب نمود. به طوری که در دو دهه اخیر به سبب ویژگی‌ها و قابلیت‌های متنوع و فراوان این مدل، افزایش چشمگیری در استفاده علمی و اجرایی از این مدل وجود داشته است و با توجه به منابع علمی معتبر نمایه شده در سطح جهان و محاسبه روند کاربردی ANP، می‌توان گفت که در دهه‌های اخیر این روند از گسترش و تنوع بیشتری برخوردار شده است. در این تحقیق از فرایند تحلیل شبکه‌ای برای تعیین مناطق بهینه جهت دفن مواد زائد جامد شهری استفاده شده است. سه دلیل اصلی، کاربرد این روش را توجیه می‌کند:

۱- رویکرد مدون این شیوه در تعیین اولویت‌ها، به دلیل استفاده از مقیاس نسبی بر اساس قضاوت کارشناسان مرتبط، به جای مقیاس مطلق؛

ارتباط داخلی بین عناصر را نیز ممکن می‌سازد. تعیین روابط موجود در ساختار شبکه‌ای یا تعیین درجه وابستگی‌های متقابل بین معیارها و گزینه‌ها، مهمترین کار روش تحلیل شبکه است. ارتباط و وابستگی می‌توانند به شکل ارتباط سطوح مختلف شبکه به صورت خارجی یا داخلی باشد. اهمیت نسبی هر عضو از مجموعه در سطح مربوط به خود مشابه روش تحلیل سلسله مراتبی به کمک مجموعه‌ای از مقایسه‌های زوجی انجام می‌پذیرد.

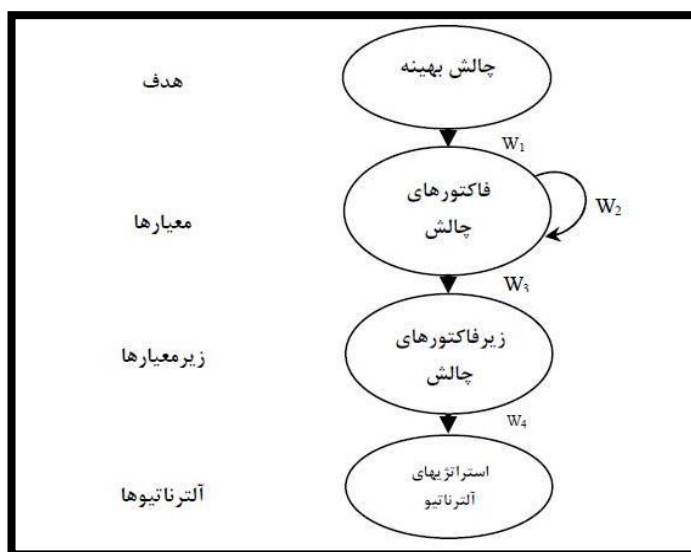
در مدل ANP اندازه‌گیری مقادیر اهمیت نسبی به مانند AHP با مقایسات زوجی و به کمک طیف ۱ تا ۹ انجام می‌شود. عدد ۱ نشان‌دهنده اهمیت یکسان بین دو عامل و عدد ۹ نشان‌دهنده اهمیت شدید یک عامل نسبت به عامل دیگر می‌باشد. در رابطه a_{ij} ، $a_{ij}=1/a_{ji}$ نشان‌دهنده اهمیت معیار i م در مقایسه با معیار j ام می‌باشد. از دیدگاه کلی ANP شامل دو مرحله است:

- تشکیل یا ساخت شبکه؛
- محاسبه اولویت‌های عوامل.

به منظور تشکیل ساختار مسأله، تمامی تعاملات بین عوامل باید مورد توجه قرار بگیرد. زمانی که عامل Y وابسته به عامل X باشد، این رابطه به صورت فلشی از X به Y نشان داده می‌شود. تمامی این روابط و همبستگی‌ها به واسطه مقایسات زوجی و روشی موسوم به ابرماتریس^۱ ارزشیابی می‌شود. که از بردارهای اولویت به دست می‌آید (Saaty, 2005).

ابرماتریس مذکور به منظور کاهش حجم محاسبات لازم جهت ایجاد تعیین اولویت‌های کلی ایجاد می‌شود. این امر اثر تجمعی (کلی) هر عامل بر روی عوامل دیگر را که با آنها در تعامل است، تعیین

*1 - Super matrix



شکل ۱- اجزای فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) مأخذ: Levy, ۲۰۰۷

۲،۳،۲. مقایسه زوجی خوشه‌ها، کنترل سازگاری و

تعیین وزن نهایی آنها

در این مرحله هر خوشه نسبت به خوشه دیگر به صورت زوجی مورد مقایسه قرار می‌گیرد. خوشه‌ها براساس میزان اهمیت و تأثیرگذاری آنها در دستیابی به هدف، دو به دو مورد مقایسه قرار می‌گیرند. اهمیت نسبی عناصر براساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی سنجیده می‌شود (جدول ۱).

پس از مقایسه دودویی عناصر، وزن نسبی و وزن نهایی (بردار ویژه) مربوط به هر خوشه تعیین گردید.

۴،۲. کاربرد ANP در مکانیابی منطقه مورد

نظر

در مطالعه حاضر با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای فرآیند (ANP) به بررسی و اولویت‌بندی معیارها و زیر معیارهای تعریف شده به منظور پهنه‌بندی منطقه جهت محل دفن زباله‌های شهری پرداخته شده است. این تحقیق برخلاف روش AHP که در آن ارتباطات به صورت سلسله‌مراتبی است،

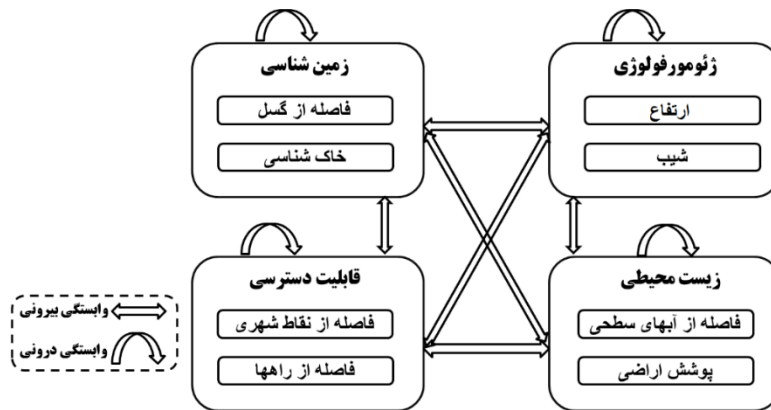
۲- توانایی این شیوه در اندازه‌گیری معیارهای محسوس، ملموس و ناملموس؛

پذیرش آسانتر نتایج این فرایند از سوی مدیران و تصمیم‌گیران، به دلیل سادگی نسبی و رویکرد شهودی آن (Erdogmus, 2006).

۱،۳،۲. ایجاد شبکه

موضوع یا مسئله مورد بررسی باید به صورت شفاهی بیان و به صورت یک سیستم منطقی مانند یک شبکه تعریف شود. برای ساخت شبکه می‌توان از روش‌های مختلفی از جمله روش طوفان مغزها^۲ و روش گروه اسمی استفاده کرد که در این مطالعه از روش طوفان مغزها استفاده گردید. شکل (۲) مدل شبکه مطالعه حاضر را نشان می‌دهد.

^۲ - Brainstorm



شکل ۲- ساختار شبکه‌ای مدل اولویت‌بندی مکان‌های مناسب دفن زباله‌های شهری

جدول ۱- مقیاس نه کمیته ساعتی

تعریف	امتیاز (شدت ارجحیت)
ترجیح یکسان	۱
کمی مرجح	۳
ترجیح بیشتر	۵
ترجیح خیلی بیشتر	۷
کاملاً مرجح	۹
ترجیحات بینابین (وقتی حالت‌های میانه وجود دارد)	۲،۴،۶،۸

این وزن به صورت عددی و در بازه مشخص تعیین می‌گردد. در این مدل به دو روش وزن‌ها را می‌توان اعمال نمود. در روش اول هر فاکتور به صورت باینری تهیه شده (Binary Evidence Map) و وزن بصورت منفرد بر روی تمامی واحدهای پیکسلی فاکتور اعمال می‌گردد و در این حالت اهمیت و نقش هر یک از کلاس‌ها و واحدهای مکانی موجود در هر فاکتور به صورت یکسان در نظر گرفته می‌شوند. در روش دوم علاوه بر اعمال وزن هر فاکتور منفرد نسبت به دیگر فاکتورها، به هر یک از کلاس‌ها و واحدهای مکانی موجود در فاکتور، بر اساس اهمیت نسبی و نظرات کارشناسی وزن تعلق می‌گیرد. روش دوم به

۵. ارتباط و وابستگی‌های درونی و بیرونی بین عناصر وجود دارد که در این خصوص از نرم افزار Super Decisions استفاده شده است.

۵،۲ شاخص همپوشانی^۳ (Index

(Overlay

شاخص همپوشانی روش ساده‌ای است که برای تحلیل لایه‌های چند طبقه ترکیب شده است (Nag, 2005). در مدل همپوشانی شاخص ابتدا به فاکتورهای مؤثر در همپوشانی وزنی تعلق می‌گیرد.

³ - Index overlay

وزن کلاس‌های موجود در هر فاکتور از جمله معایب آن محسوب می‌شوند (Moon, 1991). در مدل همپوشانی شاخص‌ها علاوه بر وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، واحدهای موجود در هر لایه اطلاعاتی نیز بر پایه پتانسیل خود وزن خاصی خواهند داشت (Ale sheikh and et al, 2002).

علت در نظر گرفتن ارزش کلاس‌ها در مدل، قابلیت انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به روش اول دارد. بعد از اتمام عملیات وزن‌دهی، فاکتورها بر اساس رابطه زیر با یکدیگر تلفیق می‌شوند.

۳. نتایج که در این رابطه Wi وزن اِمین نقشه و Sij وزن

اِمین کلاس از i امین نقشه و S ارزش هر واحد $s, 1, 2, 3$. مدل ANP برای مکانیابی محل دفن زباله

جدول (۲) ماتریس مقایسه زوجی و وزن خوشه‌ها را نشان می‌دهد.

پیکسلی در نقشه خروجی است. این مدل از قابلیت اولویت‌بندی و انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به مدل منطق بولین برخوردار است ولی ماهیت خطی و عدم توانایی آن در تعیین تغییرات درست وزنی مربوط به

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی و وزن خوشه‌ها

خوشه‌ها	زیست محیطی	قابلیت دسترسی	ژئومورفولوژیکی	زمین شناسی	وزن نسبی	وزن نهایی
زیست محیطی	۱	۲	۳	۵	۱	۰/۴۸۲
قابلیت دسترسی	۰/۵	۱	۰/۵	۳	۰/۴۰۶	۰/۲۷۱
ژئومورفولوژیکی	۰/۳۳	۲	۱	۲	۰/۴۷۸	۰/۲۳۱
زمین شناسی	۰/۲	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۱۸۱	۰/۰۸۸
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۶						

مقایسه زوجی زیرخوشه‌ها توسط ۳۰ نفر از کارشناسان مرتبط با موضوع دفن زباله‌های شهری از قبیل متخصصین برنامه‌ریزی شهری و روستایی، محیط زیست انجام گرفت.

۲،۳. مقایسه زوجی زیرخوشه‌ها، کنترل سازگاری و

تعیین وزن نهایی آنها

در این مرحله هر سطح نسبت به عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مورد مقایسه قرار می‌گیرد. عناصر تصمیم در هر یک از خوشه‌ها، براساس میزان اهمیت آنها در ارتباط با معیارهای کنترلی دو به دو مورد مقایسه می‌شوند. به عنوان مثال عنصر شیب و ارتفاع در خوشه ژئومورفولوژی نسبت به عنصر فاصله از نقاط شهری مقایسه می‌شود.

۳،۳. محاسبه وزن نهایی عناصر در ابرماتریس

برای محاسبه ضریب نهایی، سه نوع ابرماتریس مورد محاسبه قرار گرفت:

- ابرماتریس غیر وزنی؛
- ابرماتریس وزنی؛

ابرماتریس حدی.

۵,۳. محاسبه ابرماتریس حد^۴ یا وزن عمومی

در این مرحله ابرماتریس موزون به توان یک عدد دلخواه (K) بزرگ رسانده می‌شود به گونه‌ای که تمامی اعداد سطری آن به مرز اشباع رسیده و یکسان شوند. علت این کار انتقال اثرات وابستگی معیارهای مراتب بالاتر به سمت معیارهای فرعی و مراتب پایین-تر سلسله‌مراتب است. نتیجه در جدول (۵) آمده است.

۶,۳. محاسبه وزن نهایی معیارها

در آخرین مرحله با توجه به جدول وزن خوشه‌ها و ابرماتریس حد، وزن نهایی معیارها محاسبه می‌شود (جدول ۶).

ابرماتریس غیروزی همان نتایج اولیه حاصل ماتریس‌های اولیه می‌باشد که در کنار هم قرار می‌گیرند و ابرماتریس غیروزی را تشکیل می‌دهند. در مرحله بعدی ابرماتریس وزنی به دست آمد. برای این کار باید از نتایج آورده شده نرمال‌گیری شود. همه اعداد ستون‌ها جمع و بر یک عدد ثابت تقسیم یا نرمال شود و نرم‌افزار خود این عملیات ریاضی را انجام می‌دهد.

آخرین ابرماتریس، ابرماتریس حدی می‌باشد. در این ابرماتریس، همه اعداد و ارزش‌های ابرماتریس وزنی، در یک عدد ثابت به توان رسانده می‌شود و این کار آنقدر ادامه پیدا می‌کند تا یک ضریب یکسان برای هر عنصر و گزینه ایجاد شود.

پس از محاسبه ابرماتریس حدی، آخرین مرحله برای تعیین ارزش و ضریب نهایی عناصر و گزینه، محاسبه نتایج ماتریس خوشه‌ها و نرمال سازی ضریب عناصر و گزینه‌ها در ابرماتریس حدی توسط ضریب خوشه‌ها می‌باشد. پس از انجام این مراحل، وزن نهایی عناصر حاصل می‌شود. این وزن می‌تواند برای اعمال مراحل بعد به کار می‌آید.

۴,۳. تشکیل ابرماتریس اولیه (ابرماتریس تصمیم)

و ابرماتریس وزنی

جهت دستیابی به اولویت‌های کلی در یک سیستم با تاثیرات وابسته، بردارهای اولویت محلی وارد ستون‌های مناسب یک ماتریس می‌گردند. در حقیقت ابرماتریس تصمیم یک ماتریس تقسیم شده به اجزای کوچکتر است. جدول (۳) ابرماتریس اولیه و جدول (۴) ابرماتریس وزن دار مطالعه حاضر را نشان می‌دهد.

⁴-Limit super matrix

جدول ۳- ابرماتریس اولیه

شیب	ارتفاع	فاصله از نقاط شهری	فاصله از راهها	پوشش اراضی	فاصله از آبهای سطحی	فاصله از گسل	خاک شناسی	ابرماتریس بی وزن یا اولیه
۰/۷۵	۰/۵	۰	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۵	۱	۰	خاک شناسی
۰/۲۵	۰/۵	۰	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۵	۰	۱	فاصله از گسل
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰	۱	۰	۰	۰/۳۳۳	فاصله از آبهای سطحی
۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۰	۰	۱	۰/۶۶۷	پوشش اراضی
۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	فاصله از راهها
۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	فاصله از نقاط شهری
۱	۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	ارتفاع
۰	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	شیب

جدول ۴- ابرماتریس وزن دار

شیب	ارتفاع	فاصله از نقاط شهری	فاصله از راهها	پوشش اراضی	فاصله از آبهای سطحی	فاصله از گسل	خاک شناسی	ابرماتریس وزن دار
۰/۰۶۶	۰/۰۴۴	۰	۰/۰۵۸	۰/۰۵۸	۰/۱۳۷	۰/۰۸۸	۰	خاک شناسی
۰/۰۲۲	۰/۰۴۴	۰	۰/۲۹۳	۰/۲۹۳	۰/۱۳۷	۰	۰/۱۲۱	فاصله از گسل
۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۳۲	۰	۰/۴۸۳	۰	۰	۰/۲۲۱	فاصله از آبهای سطحی
۰/۳۶۲	۰/۳۶۲	۰/۳۹۷	۰/۴۸۲	۰	۰	۰/۴۸۲	۰/۴۴۲	پوشش اراضی
۰/۱۹۶	۰/۱۹۶	۰/۲۹۸	۰	۰	۰	۰/۲۷۱	۰	فاصله از راهها
۰	۰	۰	۰/۲۷۱	۰/۱۹۶	۰	۰	۰	فاصله از نقاط شهری
۰/۲۳۱	۰	۰/۰۴۳	۰/۰۳۹	۰/۰۵۷	۰/۲۴۱	۰/۰۵۲	۰/۰۷۱	ارتفاع
۰	۰/۲۳۱	۰/۱۲۹	۰/۱۱۷	۰/۱۷۳	۰/۴۸۲	۰/۱۰۴	۰/۱۴۳	شیب

جدول ۵- ابرماتریس حد

شیب	ارتفاع	فاصله از نقاط شهری	فاصله از راهها	پوشش اراضی	فاصله از آبهای سطحی	فاصله از گسل	خاک شناسی	ابرماتریس حد
۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	خاک شناسی
۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	فاصله از گسل
۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	فاصله از آبهای سطحی
۰/۲۳۷	۰/۲۳۷	۰/۲۳۷	۰/۲۳۷	۰/۲۳۷	۰/۲۳۷	۰/۲۳۷	۰/۲۳۷	پوشش اراضی
۰/۰۹۴	۰/۰۹۴	۰/۰۹۴	۰/۰۹۴	۰/۰۹۴	۰/۰۹۴	۰/۰۹۴	۰/۰۹۴	فاصله از راهها
۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	فاصله از نقاط شهری
۰/۱۱۳	۰/۱۱۳	۰/۱۱۳	۰/۱۱۳	۰/۱۱۳	۰/۱۱۳	۰/۱۱۳	۰/۱۱۳	ارتفاع
۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	شیب

جدول ۶- وزن نهایی معیارها

وزن نهایی	وزن عمومی	عناصر	وزن خوشه‌ها	خوشه‌ها
۰/۰۸۴	۰/۱۷۵	فاصله از آبهای سطحی	۰/۴۸۲	زیست محیطی
۰/۱۱۴	۰/۲۳۷	پوشش اراضی		
۰/۰۲۶	۰/۱۱۳	ارتفاع	۰/۲۳۱	ژئومورفولوژی
۰/۰۴۳	۰/۱۸۷	شیب		
۰/۰۰۴	۰/۰۵۱	فاصله از گسل	۰/۰۸۸	زمین شناسی
۰/۰۰۵	۰/۰۶۵	خاک شناسی		
۰/۰۱۹	۰/۰۷۲	فاصله از نقاط شهری	۰/۲۷۱	قابلیت دسترسی
۰/۰۲۵	۰/۰۹۴	فاصله از راهها		
ضریب ناسازگاری : ۰/۰۶				

۷.۳. پیاده سازی مدل

براساس شاخص‌های تعیین شده، لایه‌های مختلف اطلاعاتی در پایگاه داده قرار گرفتند. با توجه به نیازهای اطلاعاتی و تحلیلی، فرایند مدل‌سازی فضایی روی داده‌ها انجام شد. لایه‌های اطلاعاتی در وزن معیارها ضرب شده و وزن نهایی لایه‌ها به دست آمد. مدل اولویت‌بندی مکان‌های دفن زباله طبق رابطه زیر اجرا شد:

$$\dots = ((\text{soil} * W_{\text{ANP}}) + (\text{distance from river} * W_{\text{ANP}}) + (\text{slope degree} * W_{\text{ANP}}) + (\text{distance from roads} * W_{\text{ANP}}) + (\text{land use} * W_{\text{ANP}}) + (\text{distance from faults} * W_{\text{ANP}}) + (\text{topography} * W_{\text{ANP}}) + (\text{distance from urban} * W_{\text{ANP}}))$$

در مرحله بعد در محیط ArcGIS با استفاده از ابزار Raster Calculator لایه‌های اطلاعاتی با هم ترکیب شدند و ارزش هر سلول در نقشه نهایی مشخص شد. برای دستیابی به نتیجه بهتر با استفاده از روش شکست‌های طبیعی^۵، منطقه به چهار طبقه نامناسب، نسبتاً نامناسب، نسبتاً مناسب و مناسب از نظر پتانسیل محل دفن زباله‌های شهری تقسیم‌بندی شد.

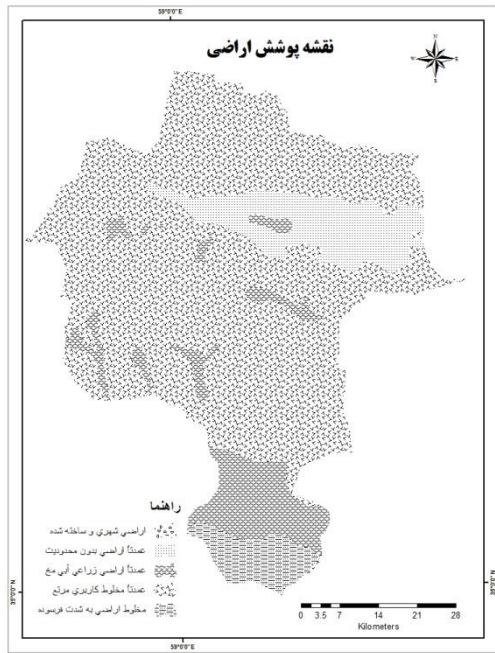
شکل‌های ۲ الی ۹ اولویت‌بندی هر زیرمعیار را بنا به استانداردهای موجود در رابطه با محل دفن زباله‌های شهری در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. شکل (۱۰) اولویت‌بندی شهرستان تربت حیدریه جهت دفن مواد زائد شهری را نشان می‌دهد.

۴. بحث و نتیجه گیری

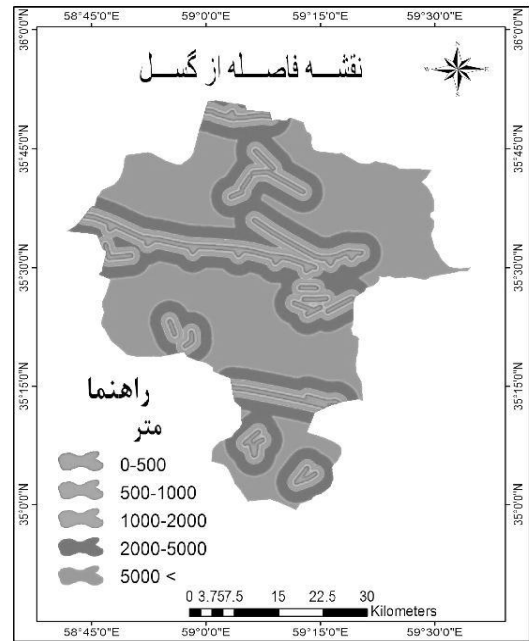
در این مطالعه از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای تعیین وزن معیارهای مورد بررسی جهت مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهری استفاده شد. لایه‌های

اطلاعاتی در محیط نرم‌افزاری ArcGIS با هم تلفیق شدند و نقشه اولویت‌بندی مناطق مختلف شهرستان تربت حیدریه جهت دفن مواد زائد شهری تهیه گردید. منطقه به چهار گروه مناسب، نسبتاً مناسب، نسبتاً نامناسب و نامناسب طبقه‌بندی شد. با توجه به نقشه مکان‌یابی موجود، مناطق جنوبی شهرستان که اراضی مخلوط به شدت فرسوده، نامرغوب و ضعیف از لحاظ زراعت و باغداری را شامل می‌شود، جزء پهنه مناسب قرار گرفته است. علاوه بر این مناطق دور از نقاط جمعیتی‌اند. این منطقه در ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر که دارای شیب بسیار کمی هستند واقع شده است. البته ناگفته نماند این منطقه جنوبی به دلیل اینکه جایگاه خروجی حوضه می باشد، باید مکان تعیین شده دورتر از بستر مسیله‌ها باشد. پهنه مناسب دیگر در اطراف بخش رباط سنگ شناسایی شده است. در این منطقه خاک‌های خیلی عمیق تکامل یافته و دشت‌های دامنه‌ای با شیب ملایم (۲ تا ۵ درصد) قرار دارند. جهت دستیابی به اطلاعات دقیق و جزئی‌تر در خصوص تعیین مناسبترین مکان از لحاظ اثرات زیست محیطی و اقتصادی در ادامه مطالعات، بازدید صحرایی از مناطق مناسب که دارای بیشترین امتیاز هستند صورت خواهد پذیرفت. از اینرو با بررسی میدانی که از منطقه صورت گرفت مکان تعیین شده را به دلیل فاصله مناسب از شهر، وسعت زیاد، دسترسی مناسب به راه‌های ارتباطی، محصور بودن توپوگرافی و نبود اراضی کشاورزی به عنوان تأیید بهترین مکانها انتخاب شد. این مناطق دارای اراضی بایر و همچنین آبی شور می‌باشند که کمتر قابل استفاده است.

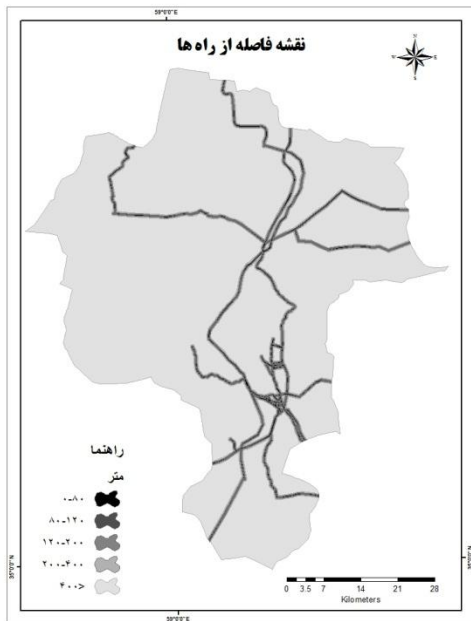
⁵ - Natural Breaks



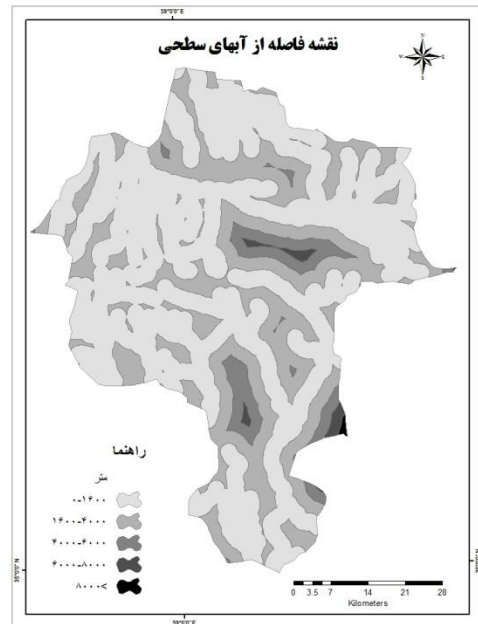
شکل ۳- نقشه پوشش اراضی منطقه



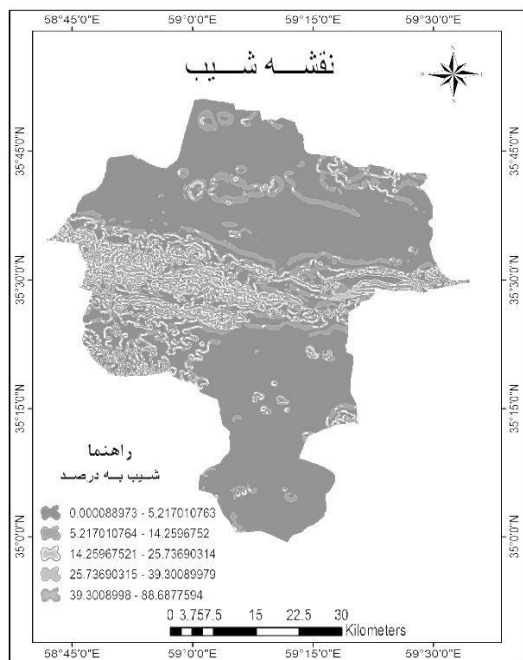
شکل ۲- نقشه فاصله از گسل‌های منطقه



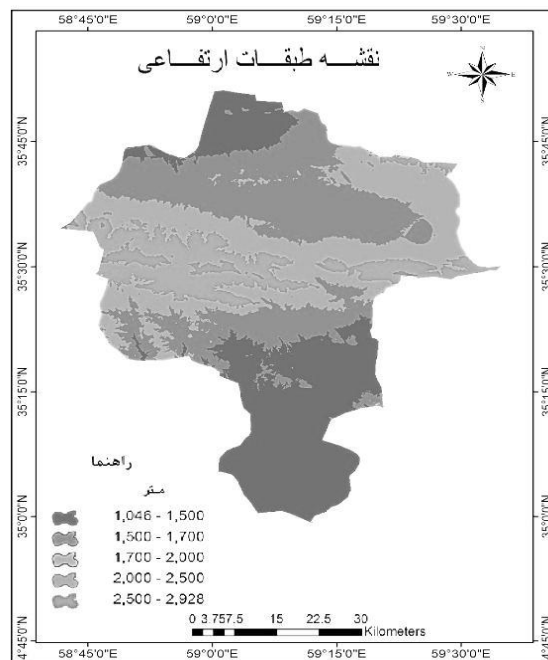
شکل ۵- نقشه فاصله از راه‌های منطقه



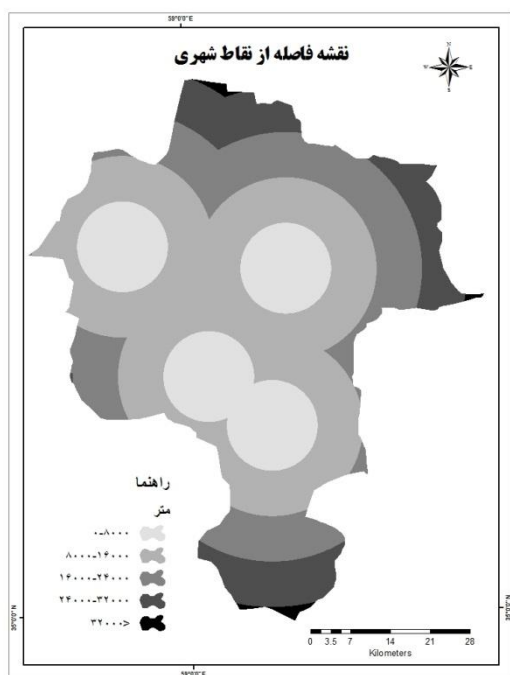
شکل ۴- نقشه فاصله از آب‌های سطحی منطقه



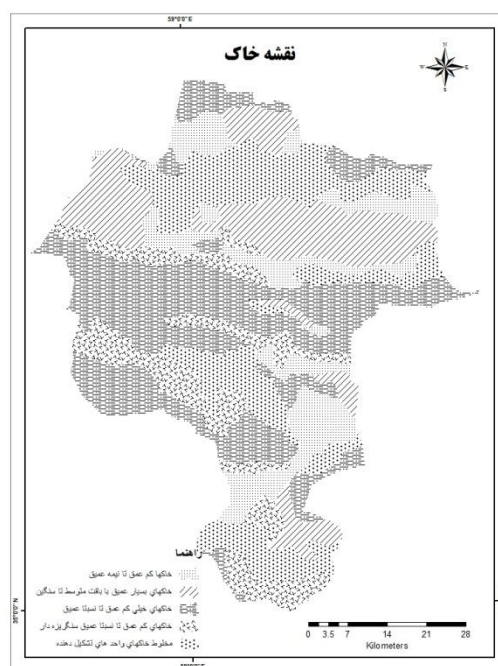
شکل ۷- نقشه شیب منطقه



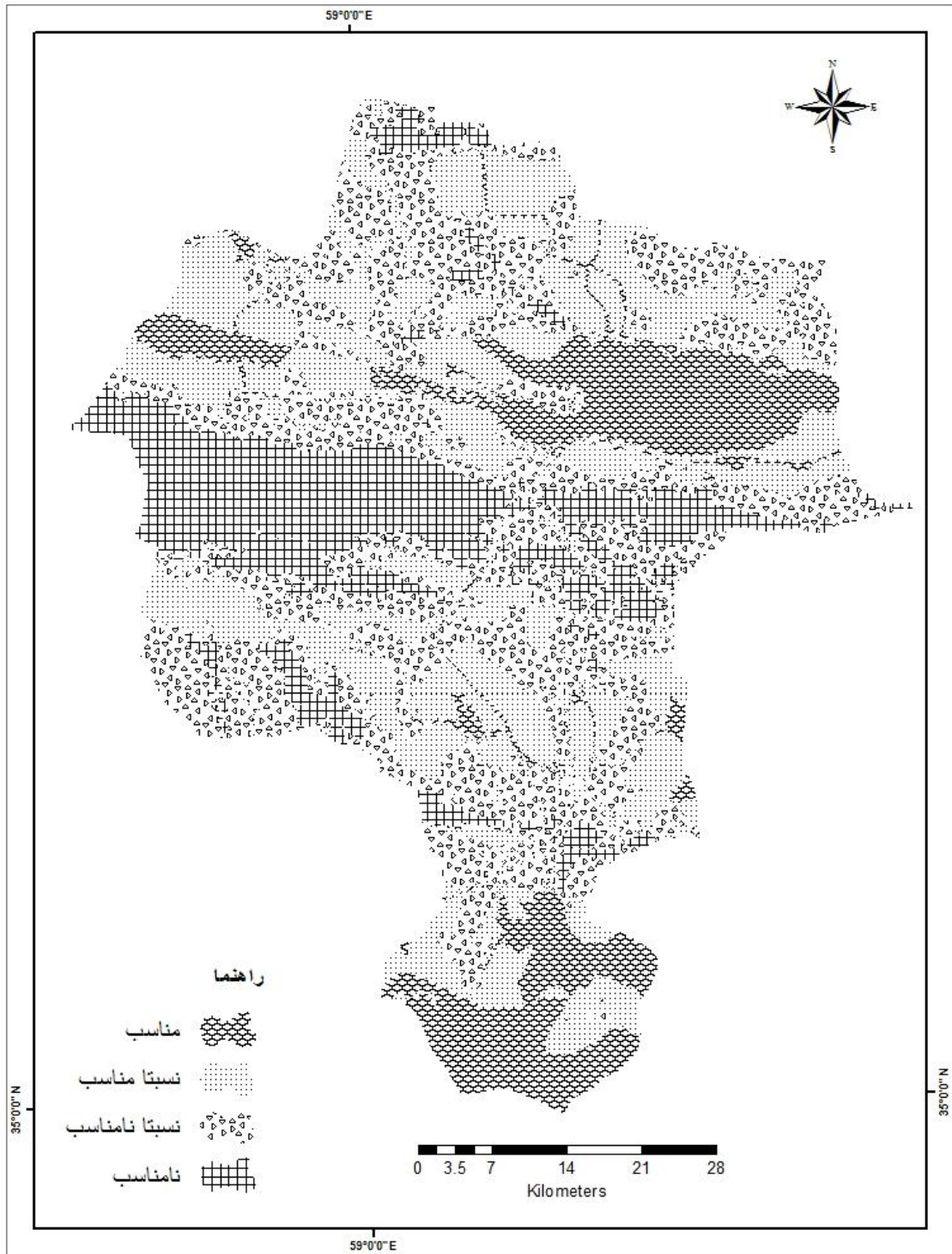
شکل ۶- نقشه طبقات ارتفاعی منطقه



شکل ۹- نقشه فاصله از نقاط شهری منطقه



شکل ۸- نقشه خاک منطقه



شکل ۱۰- نقشه اولویت‌بندی شهرستان تربت حیدریه جهت دفن مواد زائد شهری

نتایج مطالعه اثر مستقیم دارد. بنابراین در این تحقیق از روش دقیق تر و کامل تر فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP) استفاده شد که با توجه به ارتباط شبکه ای و واقعی تر بین معیارها نتایج بهتری را ارائه می دهد که منطبق بر واقعیت زمینی است.

پژوهشهایی که در زمینه مکان یابی دفن زباله های شهری صورت گرفته ترکیبی از GIS، منطق بولین، منطق فازی و روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بوده است. یکی از محدودیتهایی که در روش AHP وجود دارد این است که ارتباط بین معیارها یک سویه و از بالا به پایین می باشد، که طبیعتاً این ارتباط بر



شکل ۱۱- منطقه پیشنهادی جهت دفن مواد زائد شهری - جنوب شهرستان تربت حیدریه



شکل ۱۲- منطقه پیشنهادی جهت دفن مواد زائد شهری - شمال شرق شهرستان تربت حیدریه

References

Abdoli, Mohammad ali. 2000, management of Disposal and recycling urban waste in Iran,

Municipality organization of Iran.

Afzali, afsaneh. 2013, application of geographic

Information System (GIS) and AHP in urban waste site selection (case study: Najaf Abad), applications ecology, year 2, no 6, pages 27-37.

Alesheykh Aliasghar and Helali Hosein and Soltani Mohamad jafar.2002, Application of GIS in flood distribution, Journal of Geographical Research, year 17, No 4.

Anonymous(navidotrbat newspaper),Iran. Available from <http://navidotrbat.blogfa.com/post/323>.

Chung, S.H. lee, A. H. L. Pearn, W. L. 2005, Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator, International Journal of Production Economics, 96: 15-36.

Jhaekharia, S. and Shankar. R. 2007, Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP), Omega, Vol.35, No. 3, pp.274-289.

Juhasz. A, Magesan. G, Naidu. R. 2004, waste management, published by science publishers, Inc, enfield, nh, usa.

Khorramabadi Shams and Pourzaman, 2006. People involved in the management of solid waste in the city of Khorramabad, Journal of Research, Lorestan University of Medical Sciences, 25-30.

Kiyani Akbar, 2010. Application of ANP in provide ICT appropriate patterns to optimize the relationship between urban and rural,ALSHOTOR city.Vol 14, No 2 ,249-267.

Levy Jason K, Kouichi Taj. 2007. Group decision support for hazards planning and emergency management: A Group Analytic Network Process (GANP) approach, ELSEVIR, Mathematical and Computer Modeling, No 46, 906-917.

Meade, L. M. Sarkis, J. 1998, Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process, Logistics and Transportation Review, 34:201-215.

Omrani Ghasemali.1995, Solid waste, Islamic Azad University Center of Scientific Publications, No 1.

Saaty, T. L. 1996, Decision Making with Dependence and Feedback: the Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh.

Saaty, T. L. 1999, Fundamentals of the Analytic Network Process, Proceedings of ISAHF 1999, kobe, japan.

Zebardast, esfandiyar. 2009, application of ANP in Urban and regional planning, Honarhaye ziba, no 41, page 79-90.

Hafezi Moghaddas, N. and Hajizadeh Namaghi, H. 2011, "Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi Province, Northeastern Iran", Arabian Journal of Geosciences, Vol. 4, pp. 103-113.

Moon, W. M. 1991, Application off fuzzy set theory for integration off geological, Geophysical and remote sensing Data, Canadian journal of Exploration Geophysics.

Nas, B. Cay, T. Iscan, F. and Berktaç, A.2010, "Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation", Environmental monitoring and assessment, Vol. 160, pp. 491-500.

Nag s. k.2005, Application of lineament density andhydrogeomorphology to delineate; journal of the indian society of remote sensing Vol 33, NO.4; 521-529.

Xue, J., Wang, W., Wang, Q., Liu, Sh., Yang, J. & Wui, T. 2010, "Removal of heavy metals from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash by traditional and microwave acid extraction", Journal of Chemical Technology & Biotechnology, Vol. 85 (9):1268-1277.Ojha, C.S.P. Goyal, M.K. and Kumar S. 2007, "Applying fuzzy logic and the point count system to select landfill sites". Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 135, pp. 99-106.

Application of GIS and ANP in urban waste site selection (case study : Torbat-e- heydariye)

Hamid reza Amiri¹, Somaye karimpour^{2*}

*1. M. Sc. of RS & GIS, Department of Natural Resources eng., Hormozgan university,
Bandar-e-Abbas, Iran*

*2. B. Sc. Of Natural resources- Environmental eng., Hakim-e- sabzevary university,
Sabzevar , Iran*

Received: 20-May.-2015

Accepted: 10-Oct-2015

Abstract

Municipal waste landfill site selection is important in the management of municipal solid waste. Locate the landfill needs to analyze location data, rules and standards are acceptable. The aim of this study was to impose a variety of spatial analysis by using network analysis process (ANP) and GIS technology to locate the optimal limits (with minimal environmental ill side effects) for municipal solid waste landfill. In this regard, in the first phase of weighted criteria, based on existing standards, the ANP model was done using Super Decisions. In the second phase of municipal waste landfill consists of layers required for the database using ArcGIS software was developed. In the third phase in order to achieve suitable areas for waste disposal, after layers and overall weight of the final zoning map of the region were presented. South of the city mixed land heavily worn, poor and weak in terms of agriculture and horticulture, including placed, the area is good. Another good area around the Robot Sang is detected.

Keywords: Site selection, Urban waste, ANP model, Torbat-e-hydariye city

* Corresponding author: Tel: +989395762299

E-mail: sm.karimpour@yahoo.com