فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال یازدهم، شماره ۳۸،بهار ۹۶

مکانیابی محل دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از GIS و تحلیل سلسله مراتبیAHP شهر میانه، آذربایجان شرقی

فاضل خالقی بارنجی
استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز ، fazel_khaleghi@yahoo.com

چکیده
انتخاب محل دفن پسماند ها (لندفیل) یکی از مراحل مهم در مدیریت پسماندهای جامد شهری می باشد. با توجه به اثرات مخرب زیست محیطی، اقتصادی و اکولوژیکی لندفیل ها، انتخاب محل دفن باید با دقت و طی یک فرایند علمی صورت گیرد. این تحقیق با هدف تعیین مکان های مناسب دفن پسماند شهری شهر میانه با بررسی های زمین شناسی زیست محیطی و با استفاده از قابلیت های نرم افزار *GIS* و فرایند تحلیل سلسله مراتبی(*AHP*) اجرا شده است. در این مطالعه جهت انتخاب محل مناسب برای احداث لندفیل جدید شهر میانه، معیارها و ضوابط انتخاب مکان های مناسب برای دفن بهداشتی پسماندهای این شهر مانند خصوصیات زمین شناسی، راه های دسترسی، نقشه شیب و جهت شیب، گسل ها، نقشه کاربری اراضی، فاصله از مراکز شهری و روستائی، نقشه خاک منطقه، نقشه شبکه هیدروگرافی و آب های زیرزمینی و نیز نقشه مسیر خطوط انتقال گاز شناسایی گردیدند. جهت تهیه نقشه ی قابلیت مکان مناسب دفن پسماند، ابتدا مناطق ممنوعه حذف شد. از طریق پرسشنامه با استفاده از نظرات کارشناسان و متخصصان *AHP*، اهمیت و وزن معیارها تعیین گردید و سپس با استفاده از ۱۲ لایه اطّلاعاتی به روش وزن دهی به معیار هاو تحلیل وزن ها در محیط*GIS* ، نقشه هم وزن معیارهای مختلف بدست آمد. در انتها با ادغام این نقشه ها بهترین مکان برای دفن پسماندهای شهر میانه انتخاب گردید.

واژگان کلیدی: مکانیابی محل دفن، میانه، پسماند، **GIS، AHP**

مقدمه

یکی از مشکلات عمده و پیچیده جوامع بشری، ایجاد انواع مواد زائد جامد در کیفیت ها و کمیت های مختلف و دفع آن می باشد. دفن به عنوان ساده ترین و در بسیاری از مناطق کم هزینه ترین روشهای دفع است. هدف اصلی دفن، دفع مطمئن و طولانی مدت مواد زاید جامد از نقطه نظر سلامتی و زیست محیطی است(عبدلی ۱۳۷۹). مشکل انتخاب محل دفع مواد زائد همواره گریبانگیر بشر بوده است. انتخاب مدفن نامناسب سبب آلودگی آب، خاک و هوای منطقه می شود(سازمان حفاظت محیط زیست،۱۳۸۰). هدف نهائی معیار مکان یابی، دستیابی به مناسب ترین محلی است که کمترین اثرات سوء را برای محیط زیست و منابع طبیعی اطراف محل دفن داشته باشد و از نظر اقتصادی کمترین هزینه و از دیدگاه مهندسی نیز بهترین ویژگی را دارا باشد(غضبان، ۱۳۸۵). معیارها و شاخص های متعددی جهت انتخاب محل مناسب برای دفن پسماندهاارائه شده است که هر یک محدودیتها وشرایط خاصی را برای مکانیابی مناسب مطرح می سازد.به عبارت دیگر هریک ازمعیارها بر اساس یکی از زمینه های علمی بنا شده اند.به گونه ای که مطالعات مکانیابی هویتی چند بعدی و ساختاری میان رشته ای یافته است (شمسایی فرد خ.،۱۳۸۲). استفاده از داده های ماهواره ای و GIS از جمله روش های نوین و سریع جهت مکان یابی دفع زباله می باشد. پژوهش های فراوانی در ارتباط با موضوع پژوهش در داخل(Ghaed Rahmat and etal., 2017؛ فیروزی و همکاران، ۱۳۹۰ و فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸) و خارج از کشور(Uyan, 2014؛ لندفیل Konya در ترکیه) انجام شده که در این تحقیق از روشهای محققین مذکور بهره گرفته شده است. در

تحقیقی تحت عنوان «استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی در مکان یابی محل دفن پسماندها» محل دفن مناسب پسماند در حومه یکی از شهرهای آمریکا تعیین گردیده است (Basak S., 2006). به عنوان مثال در پژوهشی با عنوان مکان یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی با استفاده از GIS و RS، معیارهای زمین شناسی، شیب زمین،گسل ها، عمق آب زیرزمینی، نوع سنگ مادر، مراکز شهری، شبکه های ارتباطی موجود و غیره را در نظر گرفته و با استفاده از این سیستم ها و وزن دهی شاخص ها از طریق مقایسات زوجی ، 5 محل مجزا در اندازه های مختلف را جهت دفن زباله این شهر 800 هزارنفری انتخاب نمودند(Vastava and Nathawat, 2003). برای مکان یابی دفن پسماندهای ویژه در استان"خراسان رضوی" در تحقیقی با استفاده از تهیه لایه های اطلاعاتی مناسب در طی دو مرحله با استفاده ازGIS و روش وزن دهی ساده انجام شده و نهایتاً مکان های مستعد معرفی شده اند سلسله مراتبی(AHP) که توسط آقایSatty در سال 1980 معرفی گردیده است نقش مهمی در ارزش دهی فاکتورهای مختلف ایفا می کند(Fanti et al., 1988). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چند گانه است(Jiagin, 1997؛ زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله مهیا می سازد(Zebardast, 1999).با مطالعه روش های فوق مشخص شد روش ها و عوامل مختلفی برای مکان یابی محل های دفن در جوامع مختلف استفاده شده است. بدون تردید روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) که توسط آقایSatty در سال 1980 معرفی گردیده است نقش مهمی در ارزش دهی فاکتورهای مختلف ایفا می کند(Fanti et al., 1988). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چند گانه است(Jiagin, 1997؛ زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند وهمچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله مهیا می سازد(Zebardast, 1999).**مواد وروش ها**

شهرستان میانه با جمعیتی حدود ۱۹۴هزار نفر در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی(شکل۱) در ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی، بین دو رشته کوه بزقوش و قافلانکوه واقع شده و ۱۱۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. لندفیل کنونی به صورت کاملا غیر علمی و غیر بهداشتی احداث شده است و فاقد سیستم زهکشی، لایه های غیر قابل نفوذ در کف زمین محل دفن و عدم پوشش روزانه زباله ها با خاک است. این تحقیق با هدف تعیین مکان های مناسب دفن پسماند شهری شهر میانه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبیAHP و همچنین استفاده از قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) برای اولین بار اجرا شده است. شهر میانه با جمعیتی معادل ۱۲۰۰۰۰ نفر با تولید روزانه حدود ۸۷ تن زباله در سطح شهر مواجه است که رفع معضلات آن علاوه براجرای برنامه های کوتاه مدت و درازمدت، در کل همت جمعی ساکنین این شهر را می طلبد. این تحقیق مشتمل بر ۴ مرحله می باشد که در زیر توضیح داده شده است.

الف ـ جمع آوری اطلاعات مورد نیاز باتوجه به نمودار شکل۲، اطلاعات مورد نیاز از سازمان ها و مراکز مربوطه، گردآوری و به آماده سازی آن ها جهت تغذیه در محیط نرم افزار GIS پرداخته شد.

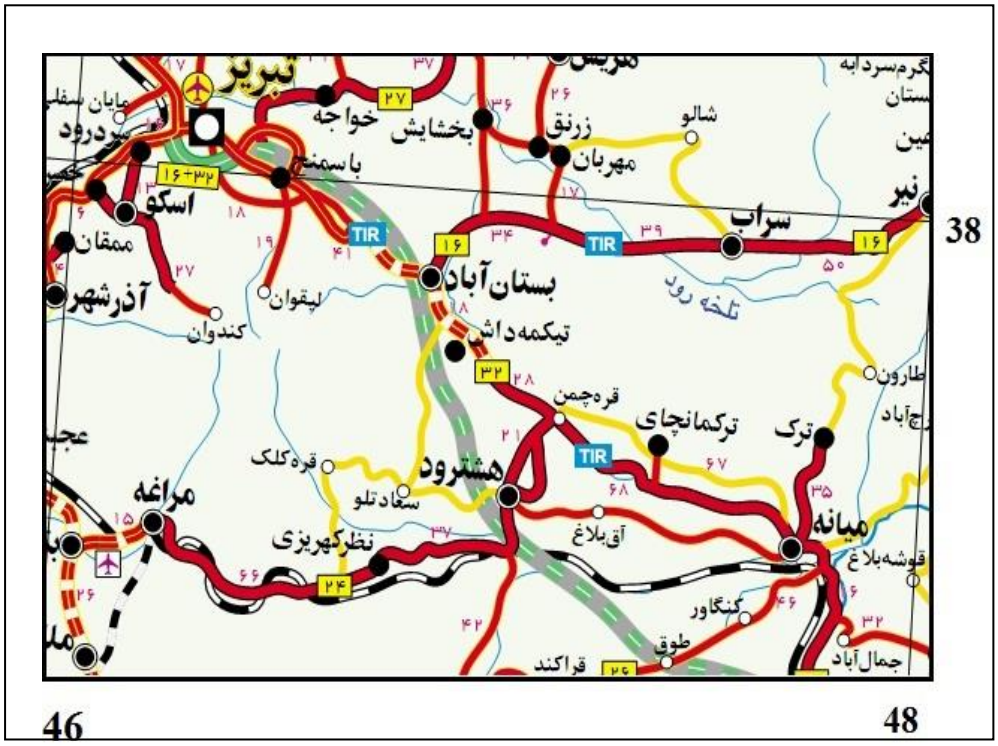
ب ـ شناسایی و حذف مناطق نامناسب

در این مرحله باتوجه بـه معیارهـای سـازمان هـای مختلـف و شرایط منطقه و نیز بررسی روشهای متنوع محققـین، بـه تعیـین حریم عوارض مختلف شـهر، روسـتا، خطـوط انتقـال انـرژی، حیات وحش، چشمه، آبراهه، گسـل و حوضـه آبریـز سـد و... پرداخته شد(جداول۱تا۶). همچنین محدوده بیش صرفه نبـودن، از ۳۰ کیلومتر فاصله از مرکز شـهر میانـه بـه دلیـل مقـرون بـه حذف گردید. از آنجا که شهر میانـه از فرودگـاه برخـوردار نیست، متغیر مذکور نیز حذف شده است.

ج ـ طبقه بندی لایه های اطلاعاتی

در این مرحله به کمک GIS لایه های اطلاعاتی زمین شناسی، راه های دسترسی، نقشه شیب و جهت شیب، گسل های منطقه، کاربری اراضی، فاصله از مراکز شهری و روستایی، نقشه خاک منطقه، نقشه شبکه هیدروگرافی و آب های زیرزمینی و سطحی، براساس تاثیرهایی که بر مکان دفن پسماندها دارند، به طبقه های کاملا نامناسب، نامناسب، مناسب و کاملا مناسب تقسیم بندی شد.(جداول ۱ تا۶). این لایه هابه همراه امتیازدهی و طبقه بندی آنهادر زیرشرح داده شده اند. قابل ذکراست که احداث لندفیل در شعاع مشخصی از برخی مناطق نظیرگسل، حاشیه رودخانه ها، سدها، حیات وحش، مناطق مسکونی، مناطق گردشگری و تفرجگاهی، صنایع ومعادن و محدود های مربوطه، راههای دسترسی و... از نظر قانونی ممنوع است. لذا امتیازاین محدوده ها صفرمنظور می گردد.

از آنجا که هدف این پژوهش مکان یابی مناسب ترین محل دفن پسماند شهری از دیدگاه زمین شناسی زیست محیطی با استفاده از GIS می باشد. بنابراین؛ ابتدا متغیرها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان های مناسب برای دفن بهداشتی با بررسی استانداردهای مختلف سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور، تجربیات جهانی و سایر موارد، شناسایی، ارزیابی وانتخاب شد. سپس با تهیه لایه های مختلف اطلاعاتی شامل نقشه زمین شناسی منطقه، خاک شناسی، کاربری اراضی، شیب منطقه، موقعیت شهرها و روستاها، آب های سطحی و زیرزمینی، خطوط انتقال گاز، این لایه ها به صورت رقومی وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) شده و در این مرحله هریک از لایه ها براساس نحوه تاثیر در اراضی مناسب برای دفن بهداشتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس این لایه ها به وسیله نرم افزارExpert Choice11 وزن دهی شدند. در نهایت هرلایه با اعمال این وزن ها در نرم افزار ArcGIS و منوی ArcToolbox با همدیگر ادغام و نقشه نهایی به دست آمد.



شکل ۱ـ موقعیت منطقه مورد مطالعه

شکل ۲ـ نمودار لایه های مورد نیاز برای مکان یابی لندفیل بهداشتی

جدول۱ـ درصد شیب و جهت آن در منطقه

درصد شیب(٪)	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه	جهت شیب	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه
بیش از۱۵	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۷۵	شمال/شمال غرب	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۷۳
۱۰تا۱۵	۲	نامناسب	۰,۱۲	شمالشرق/غرب	۲	نامناسب	۰,۱۲۵
۵تا۱۰	۳	مناسب	۰,۲۷	شرق/جنوب غرب	۳	مناسب	۰,۲۵۳
۱تا۵	**۴**	**کاملا مناسب**	**۰,۵۳۵**	**جنوب/جنوب شرق**	**۴**	**کاملا مناسب**	**۰,۵۴۹**

جدول۲- فاصله از جاده و گسل ها

موقعیت لندفیل نسبت به جاده ها(متر)	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه	موقعیت لندفیل نسبت به گسلها (متر)	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه
۰تا۱۰۰۰	۱	**کاملا نامناسب**	۰,۰۸	**۰تا۱۰۰۰**	۱	**کاملا نامناسب**	۰,۰۶۷
بیش از ۴۰۰۰	**۲**	**نامناسب**	۰,۱۰۶	**۱۰۰۰تا۲۰۰۰**	**۲**	**نامناسب**	۰,۱۰۵
۲۰۰۰تا۴۰۰۰	**۳**	**مناسب**	۰,۲۶۷	**۲۰۰۰تا۳۰۰۰**	**۳**	**مناسب**	۰,۲۳۴
۱۰۰۰تا۲۰۰۰	۴	کاملا مناسب	۰,۵۴۷	بیش از ۳۰۰۰	۴	کاملا مناسب	۰,۵۹۴

جدول۳- فاصله از شهر و روستا

موقعیت لندفیل نسبت به شهر ها(کیلومتر)	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه	موقعیت لندفیل نسبت به روستا (متر)	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه
۰تا۵	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۷۴	۰تا۵۰۰	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۶
۱۰تا۳۰	۲	نامناسب	۰,۱۱۱	۵۰۰تا۱۰۰۰	۲	نامناسب	۰,۰۹۴
۷تا۱۰	۳	مناسب	۰,۲۶۲	۱۰۰۰تا۲۰۰۰	۳	مناسب	۰,۲۰۶
۵تا۷	۴	کاملا مناسب	۰,۵۵۲	بیش از ۲۰۰۰	۴	کاملا مناسب	۰,۶۴

جدول۴- حریم آب های زیرزمینی و سطحی

موقعیت لندفیل نسبت به آبهای زیرزمینی(متر)	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه	موقعیت لندفیل نسبت به آبهای سطحی(متر)	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه
۰تا۵	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۸۴	۰تا۱۰۰۰	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۸۲
۵تا ۱۰	۲	نامناسب	۰,۱۳۸	۱۰۰۰تا۲۰۰۰	۲	نامناسب	۰,۱۲۴
۱۰ تا ۱۵	۳	مناسب	۰,۲۳۲	۲۰۰۰تا۳۰۰۰	۳	مناسب	۰,۲۵۶
بیش از ۱۵	۴	کاملا مناسب	۰,۵۴۶	بیش از ۳۰۰۰	۴	کاملا مناسب	۰,۵۳۸

جدول۵- زمین شناسی و خاک شناسی منطقه مورد مطالعه

واحدهای زمین شناسی	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه	خاک شناسی منطقه	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه
کواترنر	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۷۴	خاک های سست/ماسه بادی	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۸۱
پلیوسن	۲	نامناسب	۰,۱۱۱	خاک های خیلی کم عمق/بدون پوشش	۲	نامناسب	۰,۱۱۵
اولیگوسن	۳	مناسب	۰,۲۶۲	خاک های نیمه عمیق /سنگریزه دار	۳	مناسب	۰,۲۴۹
ائوسن	۴	کاملا مناسب	۰,۵۵۲	خاک های شور وقلیایی/بافت عمیق	۴	کاملا مناسب	۰,۵۵۶

جدول۶- کاربری اراضی و فاصله از خطوط انتقال گاز

کاربری اراضی	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه	فاصله از خطوط انتقال گاز(متر)	امتیاز	طبقه بندی	وزن لایه
سد/حیات وحش/سکونتگاه/مناطق گردشگری	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۵۹	۰تا۲۵۰	۱	کاملا نامناسب	۰,۰۷۱
اراضی کشاورزی/آبخیزگاه/باغداری	۲	نامناسب	۰,۰۹۱	۲۵۰تا ۱۰۰۰	۲	نامناسب	۰,۲۴۴
مرتع	۳	مناسب	۰,۲۷۵	بیش از ۱۰۰۰	۳	مناسب و کاملا مناسب	۰,۶۸۵
زمین های بایر/شوره زار	۴	کاملا مناسب	۰,۵۷۵	–	–	–	–

شیب

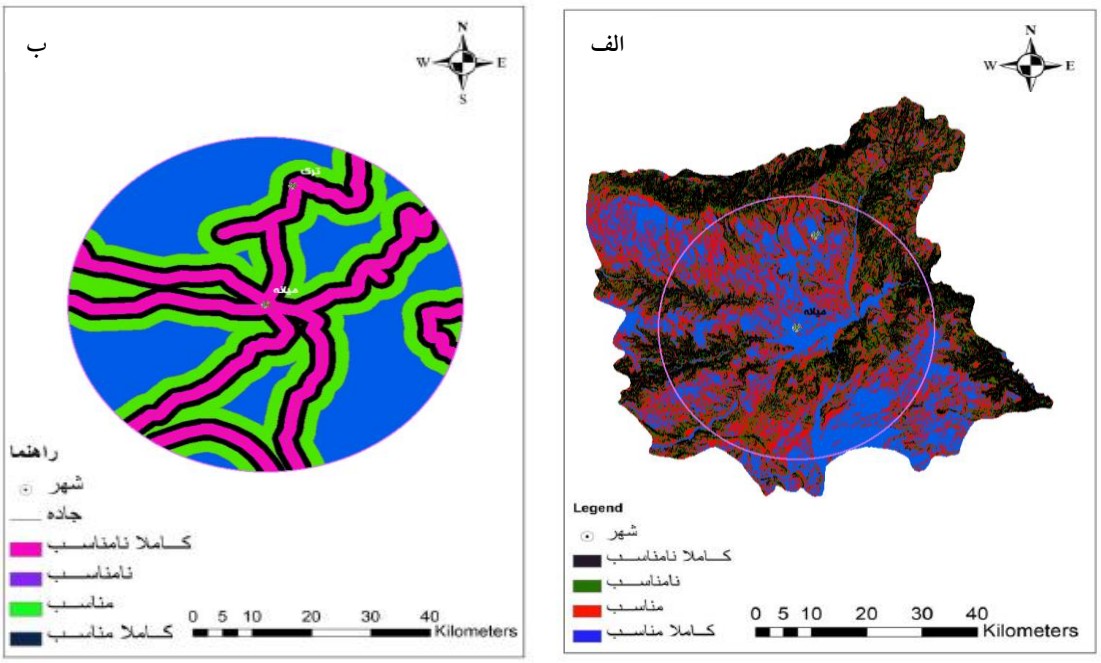
یکی از مهمترین عوامل موثر در مکان یابی صحیح محل دفن بهداشتی، شیب منطقه می باشد؛ زیرا بر نوع عملیات، روش دفن، طراحی زهکش های منطقه دفن و تعیین نوع استفاده از زمین موثر است. محدوده مطالعاتی در محدوده نسبتاً هموار تا کوهستانی از نظر شیب توپوگرافی قرار گرفته است. با مطالعات صورت گرفته مشخص شد بهترین شیب برای محل لندفیل۵-۰درجه می باشد. برای تهیه نقشه شیب منطقه، ابتدا با استفاده از نقشه رقومی ارتفاع (DEM) نقشه شیب منطقه برحسب درصد آماده گردید سپس با روش طبقه بندی بر حسب درصد کلاس بندی گردید(جدول۱ و شکل ۳ـ الف). همچنین وزن دهی به لایه ها توسط نرم افزار. Expert Choice 11 و باروش تحلیل سلسله مراتبی صورت گرفته است(جدول۱).

فاصله از جاده

درمورد دسترسی به راه ها، بهتر است مکان دفن دارای راه اصلی و جاده باشد و به راه های موجود نیز نزدیک باشد. همچنین باید دقت نمود جاده ها دوطرفه بوده و از نظر عرض و انحناء برای عبور تجهیزات کامیونهای مرکز دفن مناسب باشد. عرض جاده های دائمی را معمولا ۶ تا۷ متر درنظر می گیرند و در صورتی که محل دفن دارای تجهیزات عظیم و سنگین نباشد، جاده باعرض ۴/۵ متر نیز مناسب است و ورودی به جاده محل دفن نیز باید حداقل در۱۲ متری اتوبان قرار داشته باشد جاده ها ی دائمی واصلی لازم است که حتما آسفالت باشند. برای تهیه نقشه جاده منطقه ابتدا نقشه رقومی۱:۲۵۰۰۰ تهیه و با استفاده از نرم افزارArc Map وابزارSpatial Analyst امتیازدهی شدند.(جدول۲ و شکل۳ـ ب) وزن دهی نیز به شیوه ذکر شده انجام شده است.

فاصله از گسل

با استفاده ازنقشه۱:۲۵۰۰۰ گسلهای منطقه، درنرم افزار GIS و با استفاده از ابزار Spatial Analyst نقشه فاصله از گسل ها تهیه گردید (شکل۴-الف). طبق جدول۲ هرچه فاصله منطقه ای ازگسل ها بیشتر باشد مکان بهتر برای احداث لندفیل می باشد.



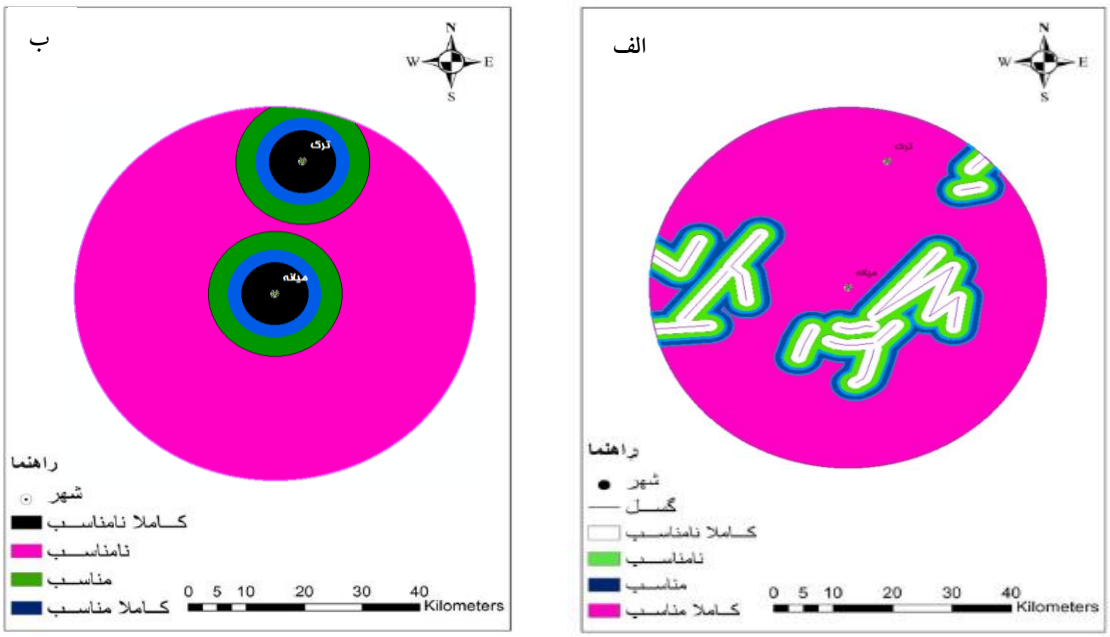
شکل ۳ ـ الف ـ نقشه شیب ناحیه مورد مطالعه؛ ب ـ نقشه فاصله محل مکان یابی از جاده ها

فاصله از شهر

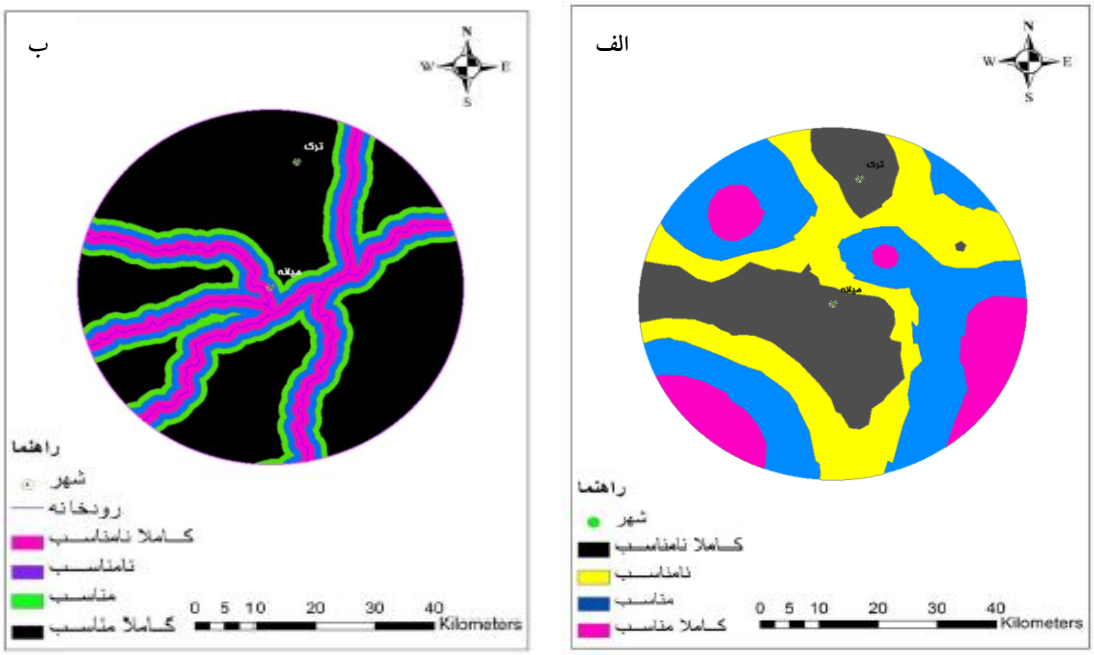
طبیعی است که محل دفن باید همواره در خارج از شهر و دور از مرکز جمعیتی قرار گیرد و با توجه به عمر محل دفن که حداقل ۲۰تا۴۰ سال برآورد می گردد، محل دفن نباید در مسیر توسعه آتی شهر انتخاب شود. ازسوی دیگر به منظور کاهش هزینه حمل ونقل، زمان و سایر مشکلات دوری راه،تا حدامکان باید سعی شود که محل دفن در مکان نزدیکتری واقع گردد. باتوجه به این نکات ونیز کمبود زمین مناسب، استاندارد تعیین شده ای برای فاصله محل دفن از شهر و مناطق مسکونی وجود ندارد، اما عموما حداقل فاصله را ۲– ۳ کیلومتری درنظرمی گیرند و فواصل حدود ۱۰–۲۰ کیلومتر به عنوان حدنهائی برآورد شده است. البته در صورت استفاده از یک یا چند ایستگاه انتقال، بین۳۰–۴۰کیلومتر هم قابل قبول است. جدول ۳ و شکل ۴ـ ب نشانگر مقادیر وزنی اولویت بندی فواصل از مراکز شهری می باشد. در این مطالعه بهترین فاصله۷ –۵ کیلومتردرنظرگرفته شده است.

فاصله از سطح آب های زیرزمینی و سطحی

محافظت آب های زیرزمینی در برابر نشت شیرابه از مهمترین اقدامات ساخت مکان دفن می باشد. پتانسیل آلوده سازی آب های زیرزمینی توسط شیرابه بستگی فراوان به وضعیت فیزیکی محل دفن، خلل و فرج خاک درمنطقه تهویه (یاغیراشباع) و محل استقرار سطح ایستابی آب های زیرزمینی دارد. بهترین منطقه از نظرعمق سطح آب زیرزمینی، منطقه ای است که بیشترین عمق راداشته باشد. قابل ذکراست که درمنطقه موردمطالعه، سطح آب زیرزمینی بالااست. برای تهیه لایه آب های زیرزمینی منطقه ابتدا، موقعیت چاه های آب شرب منطقه موردمطالعه درمحیط Excel پیاده شد. سپس Excel موردنظر در محیط GIS فراخوانی شد. این نقاط را روی نقشه۱:۲۵۰۰۰ میانه پیاده شد و درآخر با روش درونیابی به روش Kriging و سپس کلاسه بندی نقشه فاصله ازآبهای زیرزمینی بدست آمد(شکل۴–الف).همچنین وزن دهی به لایه با روش تحلیل سلسله مراتبی نیز در جدول ۴ آمده است. باتوجه به خطرآلودگی آب های سطحی محل دفن زباله می بایست در فاصله مناسبی از آبراهه قرار داشته باشد(شکل۵ـ ب).



شکل ۴ـ الف ـ نقشه فاصله از گسل ها و ب ـ فاصله از مراکز شهری در محدوده مورد مطالعه



شکل۵ـ الف ـ نقشه فاصله از آب های زیرزمینی و ب ـ آبهای سطحی در محدوده مورد مطالعه

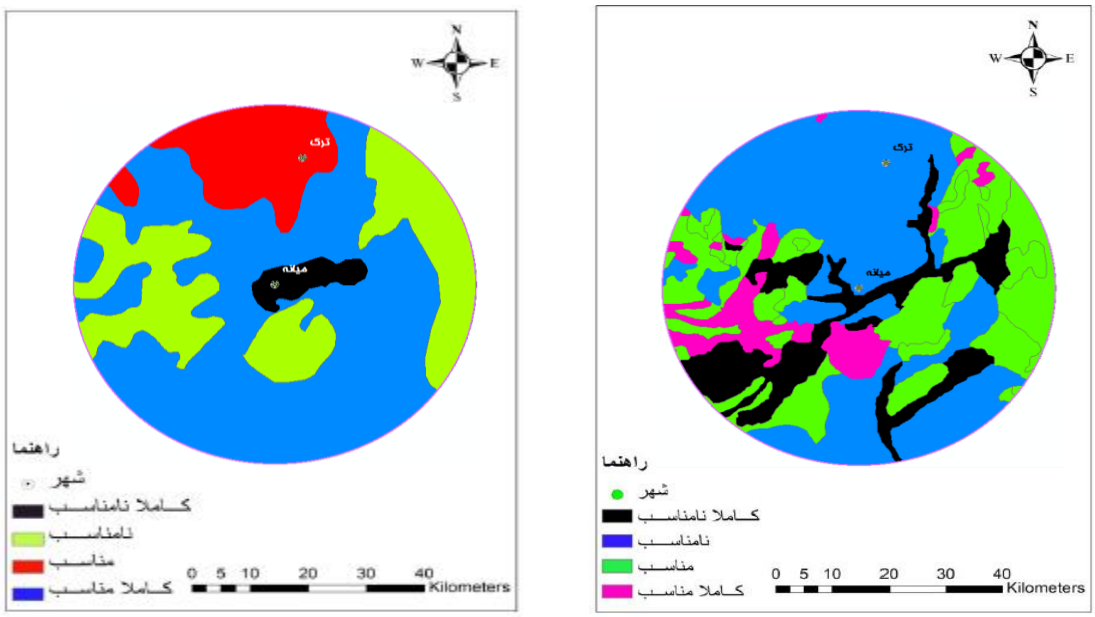
زمین شناسی و خاک شناسی

در مبحث مکان یابی به زمین شناسی سنگ بستر از نظر نفوذپذیری توجه می شود. علت این امر نیز احتمال نفوذ شیرابه حاصل از لندفیلها به داخل آب وخاک منطقه می باشد. مناطق کربناته به دلیل خاصیت انحلال پذیری بالا بسیار نامناسب و مناطق با لیتولوژی مارنی و شیلی به دلیل نفوذپذیری کم و نیز سنگهای آذرین ودگرگونی یکپارچه

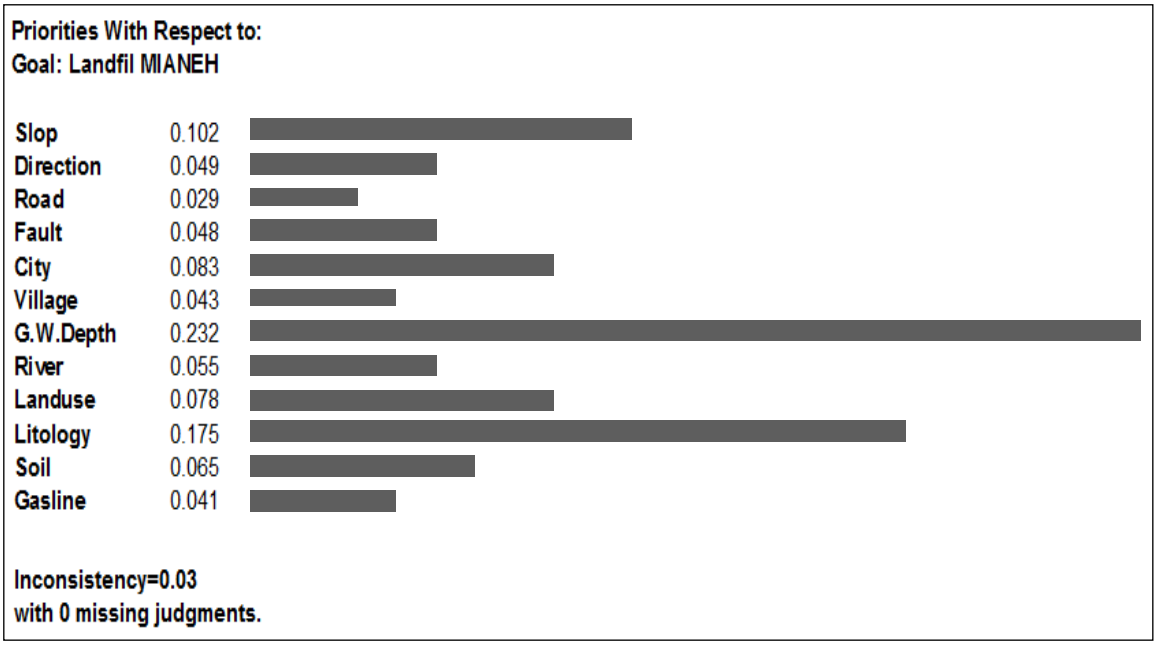
برای محل دفن مواد زاید مناسب می باشد. درجدول ۵کلاسه بندی و امتیازدهی لایه اطلاعاتی زمین شناسی براساس نوع سازندهای منطقه آمده است. همانطورکه مشاهده می شود. نهشته های کواترنری منطقه(نهشته های کواترنری درشت دانه) به دلیل نفوذپذیری بالا، بدترین مکان برای احداث لندفیل می باشد و واحدهای ائوسن و میوسن بدلیل نفوذپذیری کم بهترین مکان برای احداث لندفیل بهداشتی می باشند (جدول۵ و شکل ۶ـ الف). دانه بندی خاک منطقه، درانتخاب محل دفن بسیارمهم است زیرا نسبت درصد ذرات سه گانه مزبور تعیین کننده ویژگی تراوائی خاک به شمار می آید. به این معناکه هر چه درصد شن در ساختار خاک منطقه بیشتر باشد، میزان نفوذپذیری آن بیشتر می گردد و در مقابل افزایش درصد رس در خاک نه تنها از میزان نفوذپذیری آن می کاهد بلکه به علت وجود کلوئیدها به نحو موثری در تبادل کاتیونی شرکت کرده و زمینه ساز پدیده فیلتراسیون جریان های سیالی می گردد. امتیازبندی نقشه خاک منطقه در جدول ۵ و شکل ۶ب آمده است. بدترین خاک برای کشاورزی، بهترین خاک برای احداث لندفیل(خاک پوششی، خاک بستر وکف محل دفن) می باشد.

کاربری اراضی

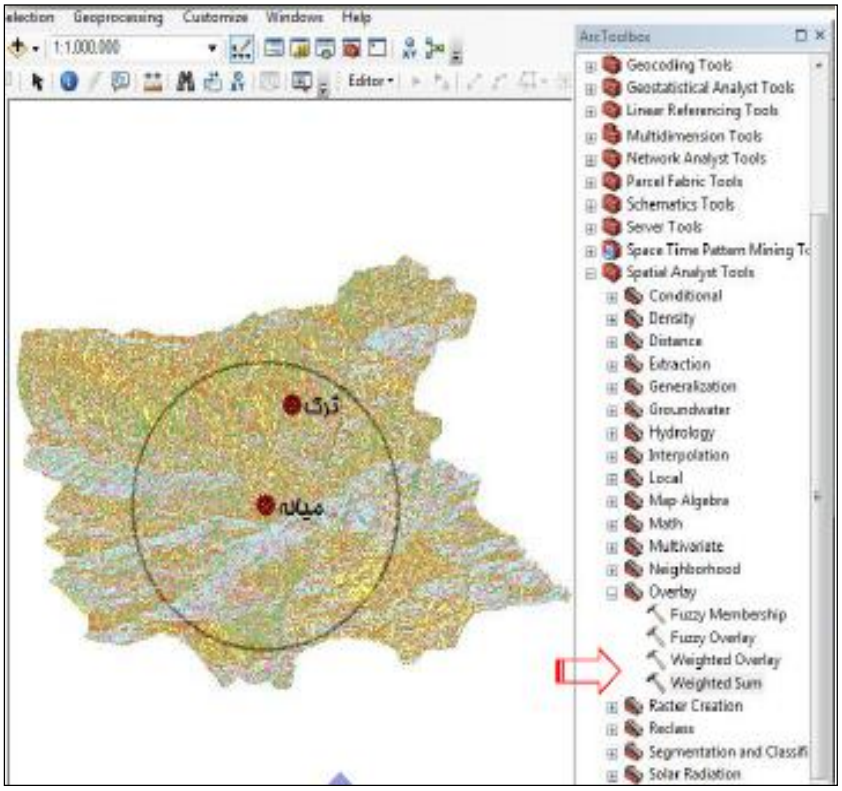
محل دفن مواد زاید نباید در زمینهای با کاربری باارزش شهری، کشاورزی و باغ قرار گیرد. همانطور که در شکل۷ مشاهده می گردد، کمتراز۱۰درصد منطقه دارای کاربری های کم ارزش و یا بدون کاربری می باشد. طبق این شکل بیشترین کاربری های این منطقه مربوط به مراتع می باشد. ابتدا نقشه کاربری اراضی ۱:۲۵۰۰۰محدوده مورد مطالعه تهیه شده، سپس جهت تلفیق براساس مدلAHP به صورت جدول ۶ کلاسه بندی و امتیازدهی شد. در ارزیابی توان محیط زیست برای دفن بهداشتی مواد زاید،تمامی معیارها هم وزن نیستند و برخی به عنوان عامل کلیدی عمل می کنند.به طوری که در صورت مناسب بودن سایر متغیرها، موجب خواهد شد تا ارزیابی منطقه، نامناسب برآورد گردد. به همین دلیل از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP که معمول ترین روش تحلیل در زمینه مدل سازی محیط زیست می باشد(Jiagin Y.H.,1997)، استفاده شد.



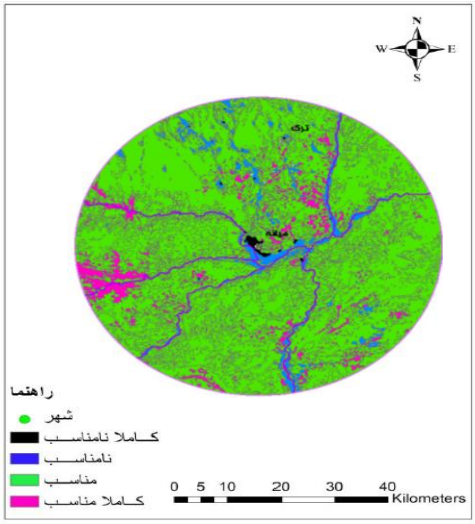
شکل۶ـ الف ـ نقشه زمین شناسی و ب ـ نقشه خاک شناسی محدوده مورد مطالعه



شکل۷- ضرایب اهمیت محاسبه شده برای معیارها



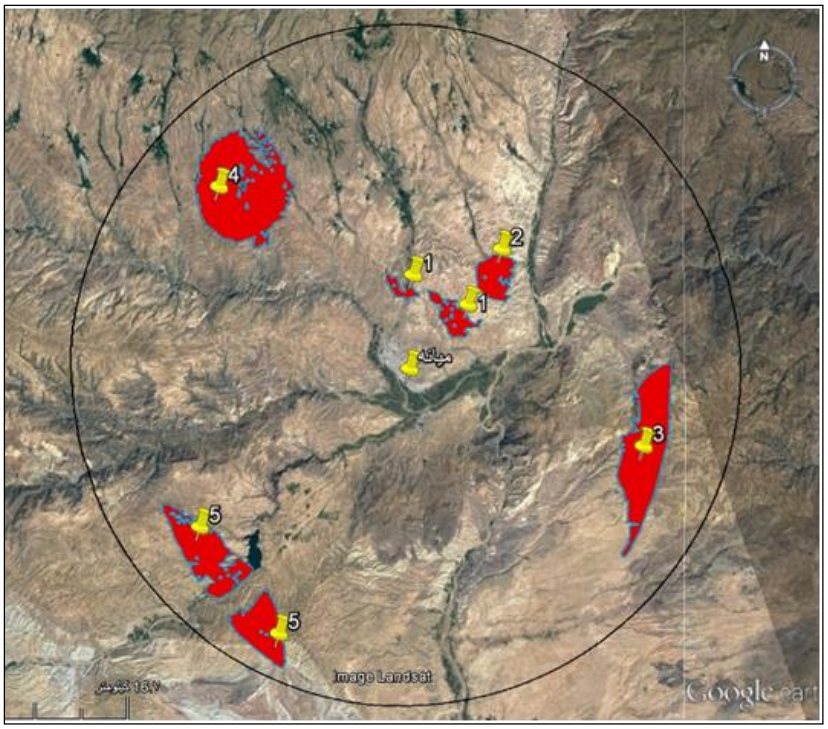
شکل۸ـ نمودار مقایسه درجه اهمیت متغیرها نسبت به هم در نرم افزار Expert Choice 11



شکل۹ ـ نقشه کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه

نمودار شکل ۸ وزن دهی به معیارهای مکانیابی را در محیط نرم افزار Expert Choice11 برای لندفیل شهر میانه نشان می دهد. در نهایت پس از تلفیق ۱۲ لایه اطلاعاتی به روش AHP و با کمک نرم افزارGIS، نقشه نهایی جهت دفن زباله های جامد شهری در چهار دسته کاملا مناسب، مناسب، نامناسب و کاملا نامناسب تهیه شد (شکل۹). برای کنترل صحت و دقت نقشه نهایی نیز ، با استفاده از GPSکنترل زمینی صورت گرفت که موید دقت مناسب مدل به کار رفته می باشد. بعد از اینکه مکانهای پیشنهادی مشخص گردید، لازم است فاکتورهای دیگری بخصوص مساحت این مکانها مورد ارزیابی قرار گیرند زیرا این مکانها در صورتی برای محل دفن مناسب هستند که حداقل۱۵ – ۲۵ سال عمر مفید داشته باشند. پس از ارزیابی مذکور مشخص شد که تنها ۵ پهنه دارای این شرط(مساحت بیش از۴۰ هکتار) می باشند(شکل۱۰). همچنین بعد از به دست آمدن نقشه ضروری است مطالعات تکمیلی تر جهت شناخت مناطق انتخابی و گزینش بهترین ومناسب ترین منطقه صورت پذیرد. برای کسب اطلاعات دقیقتر از وضعیت مناطق انتخابی در مرحله طراحی، لازم است بازدیدهای صحرائی صورت پذیرد. در جدول۷ برخی از ویژگیهای پهنه های پیشنهادی مقایسه شده است. لازم به ذکر است که در پهنه های پیشنهادی عمق آب زیرزمینی بیشتر از۱۵متر می باشد.

همچنین هر۴پهنه دارای بستر سنگی غیر قابل نفوذ آذرین می باشند. از لحاظ شیب نیز در محدوده شیب مناسب وکاملا مناسب(۰-۱۰درجه) قراردارند. ویژگی دیگری که در تمام مکانهای پیشنهادی مشترک است عدم قرارگیری آنها درجهت بادغالب(شمالشرق به جنوب غرب)منطقه است.(به جز پهنه شماره۲) بر اساس تجربیات موجود به ازای دفن هر ۱۰۰۰ تن زباله مخلوط با وضعیت دفن فعلی و با عمق ۲۰ متر، زمینی به وسعت ۱۰۰ متر مربع نیاز است که این میزان برای دفن زباله یک سال میانه حدود ۳۲۰۰ متر مربع می باشد. از سوی دیگر هر تن زباله حدوداً بین ۳۰۰ تا ۵۰۰لیتر شیرابه تولید می کند که با توجه به فصول سال متغیر است و با نفوذ آن به سفره های زیر زمینی موجب آلودگی آب و خاک می شود. با احتساب عمر ۱۵ الی ۲۵ ساله برای لندفیل جدید، مساحت مورد نیاز از بین عرصه های خروجی گرفته شده از نرم افزار برای تعیین محل نهایی لندفیل پیشنهادی به دست می آید. براساس میزان تولید متوسط سالانه و زمین مورد نیاز برای دفن هر تن پسماند، مساحتی در حدود ۸ الی ۱۰ هکتار زمین برای بازه زمانی ۲۵ ساله این شهر مورد نیاز است.طی مرحله بازید صحرائی از پهنه های انتخاب شده۴پهنه(پهنه های شماره۲،۳،۴و۵) به دلایل مختلف ازجمله وجود اراضی کشاورزی در منطقه، نبود راه دسترسی مناسب، فاصله زیاد از مرکز جمع آوری زباله و فاصله زیاد از راههای دسترسی حذف شدند. پس از سنجشهای لازم و طی گزینش نهایی، از بین پهنه های مناسب برای محل دفن پسماند، در نهایت مکان پیشنهادی شماره یک(پهنه۱)به عنوان مناسب ترین منطقه برای دفن پسماند شهری شهر میانه انتخاب شد. ازجمله دلایل انتخاب این پهنه فاصله مناسب از مراکز جمعیتی و راه های دسترسی بوده که از لحاظ اقتصادی نسبت به سایر پهنه ها به صرفه تر می باشد. این پهنه که بیشتر مساحت آن به شکل تپه ماهوری است در فاصله شش کیلومتری از شمال شرقی شهر میانه قرارگرفته است و دارای دو کیلومتر جاده فرعی می باشد.



شکل ۱۰ـ پهنه های انتخاب شده در محدوده مورد مطالعه بر روی تصویر ماهوارهای گوگل ارث

جدول ۷ـ ویژگی های پهنه های انتخاب شده در محدوده مورد مطالعه

شماره پهنه	مساحت پهنه (هکتار)	فاصله از شهر (کیلومتر)	فاصله تا راه دسترسی (کیلومتر)	زمین شناسی	کاربری اراضی	فاصله از آبهای سطحی(متر)	فاصله از روستا(متر)
۱	۲۸۰	۶	۲	سنوزوئیک	مرتع درجه۲/دیم/بایر	۳۰۰۰<	۱۵۰۰<
۲	۱۰۶۰	۷	۴	سنوزوئیک	مرتع درجه۲/دیم/بایر	۱۹۰۰	۱۵۰۰<
۳	۴۲۰۰	۱۵	۷	سنوزوئیک	مرتع درجه۲/دیم/بایر	۳۰۰۰<	قرارگیری در منطقه شکار ممنوع
۴	۶۱۰۰	۲۷	۲	سنوزوئیک	مرتع درجه۳/دیم	۳۰۰۰<	تداخل با یک روستا
۵	۱۸۰۰	۲۹	۱	سنوزوئیک/کواترنری	مرتع درجه۱/دیم	۱۷۰۰	۲۰۰

نتیجه گیری

مکان یابی سایت دفن زباله های شهری به دلیل تاثیرات بیولوژیکی و زیست محیطی مسئله ای بسیار حساس و مهم می باشد. انتخاب مکان مناسب، منجر به ارتقاء سلامت ساکنین و اهالی منطقه شده و مانع بروز مشکلات و بحران زیست محیطی خواهد شد. از آنجا که محل فعلی دفن زباله ی شهر میانه با مسائل زیادی مواجه بوده و از طرفی جوابگوی زباله های تولیدی نیست، لذا در این پژوهش تلاش شده است با استفاده از عوامل موثر و معیارهای زیست محیطی، اقتصادی و تا حدودی فنی مکان جدید و مناسبی برای دفن زباله های شهر میانه طراحی و معرفی گردد. متغیرها و زیر متغیرهای موثر با

دقت بالایی تعیین گردیدند که ۱۲ لایه اطلاعاتی را شامل شد. امتیاز نهایی مربوطه نیز توسط روش مقایسه زوجی محاسبه شد و نرخ ناسازگاری محاسبه شده (۰/۰۳) نشان دهنده سازگاری بالای ماتریس ها می باشد. در نهایت با تلفیق لایه ها باهم همراه با اعمال وزن هرلایه در محیطGIS (با استفاده از ابزار Weighted Sum از منوی Arc Toolbox در محیط Arc Map) مکان های مناسب احداث لندفیل شهر میانه به دست آمد که از این میان پهنه شماره ۱ به دلیل فاصله مناسب از شهر و نیز عدم واقع شدن در جهت باد غالب منطقه و سایر متغیرهای مدنظر، ایده ال ترین گزینه تشخیص داده شد.

با توجه به استفاده از روشAHPدر این پژوهش، به مسئولین مدیریت پسماندهای شهری میانه پیشنهاد می شود جهت اجرایی نمودن گزینه پیشنهادی جهت دفن بهداشتی پسماندها و کاهش ریسک احتمالی از روش ANP(فرآیند تحلیل شبکه ای) نیز استفاده گردد. با توجه به امکان ایجاد ارتباط بین هریک از مولفه ها نسبت به هم در روش ANP امکان مقایسه خروجی آن با روش فعلی فراهم خواهد شد.

منابع

- **حافظی مقدس، ن.، حاجی زاده ه.، شهریاری ر.، امانیان م .و اخلاقی ف.(۱۳۸۶)**، مکان یابی محل های دفن پسماندهای ویزه در استان خراسان رضوی، پنجمین همایش زمین شناسی مهندسی و محیط زیست، **۱۰ص**.

- **سازمان حفاظت محیط زیست.، (۱۳۸۰)**، دستورالعمل مکان یابی محل های دفن مهندسی ـ بهداشتی پسماندها، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک. ۲۰ص.

- **شایسته عظیمیان ح.، غفوری م .و حافظی مقدس ن.، (۱۳۹۰)**، مکانیابی محل دفن زباله شهر با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیطGIS / مطالعه موردی شهرستان نیشابور، پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران دانشگاه تربیت معلم. **۷ص**.

- **شمسائی فرد خ.،(۱۳۸۲)**، "مکانیابی محل دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری باGIS مطالعه موردی شهر بروجرد"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۹۱ ص. منتشر نشده. - **عبدلی م.ع.، (۱۳۷۹)**، مدیریت دفع و بازیافت مواد زائد جامدشهری درایران، سازمان شهرداری های کشور. ص ۲۶-۳۴

- **غضبان، فریدون (۱۳۸۵)**، زمین شناسی زیست محیطی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۴۰ص.

- **فتائی ا . و آل شیخ ع.، (۱۳۸۸)** ، مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده ازGIS و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)/ مطالعه موردی شهر گیوی، مجلهٔ علوم محیطی، شماره ۳،ص ۱۴۵-۱۵۸.

- **فیروزی، م.ع.، امان پور، س. و محمدی، ع.، (۱۳۹۰)**، مکان یابی محل دفن پسماندهای شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS): نمونه موردی شهر لامرد. مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته، تابستان ۹۰، شماره۱،ج ۱، ص۱۰۴ - ۱۱۲. -۳،ص ۱۴۵-۱۵۸.

-Basak, S., 2006, Landfill site selection by using geographic information system,
Environmental Geology 49, pp376-388.

-Ghaed Rahmat, Z., Vosoughi Niri, M., Alavi, N., Goudarzi, Gh., Babaei, A., Baboli, Z.HosseinZadeh, M., 2017, Landfill site selection using GIS and AHP: a case study: Behbahan, Iran, KSCE journal of civil engineering, 21(1), pp 111-118.

-Ghodsipoor, S. H., 2003, Analytical Hierarchy Process (AHP), Tehran: Amir Kabir University, geographical locating (A case study: locating of future development aspect Of Miyandoab city). Geographical Research Journal,, 45, pp12-21.

-Habibi, K., Lotfi, S. and Kohsari, M. J., 2004, Locating of municipal solid waste landfill using integration between of fuzzy logic and analytical hierarchy process model And GIS technology, Proceeding of Environment and Municipal Sustainable Development. Iran, Babulsar, 6 January.

- **Jiajin, Y. H., 1997**, "An AHP decision model for facility location selection", Journal of The Facilities 15, pp 32-41- Fanti**,**

-M.P., Maione, B., Naso, D. and Turchiano, B., 1998, "Genetic multicriteria Approach to flexible line scheduling", International Journal of Approximate Reasoning, (19): 5-21.

-**Saaty, T.L., 1980**, "The Analytical Hierarchy Process", Planning Priority, Resource Allocation, TWS Publications, USA.

-**Sener, B., Lütfi Süzen, M. and Vedat, D., 2006**, Landfill site selection by using geographic information systems, Environmental Geology, DOI: 10.1007/s10661-010-1403-x, 49(3), pp 376-388

-**Sener, S., Sener, E. and Karagüzel, R., 2010**, Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey, Environ Monit Assess, pp 22.

-**Vastava, H. and Nathawat, M. S., 2003**, "Selection of potential waste disposal sites Around ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques",Urban Planning, Map Asia Conference.

-**Yesilnacar, M. I. and Cetin, H., 2005**, Site selection for hazardous wastes: A case study from the GAP area Turkey, Engineering Geology, 81: 371- 388.

-**Uyan, Mevlut., 2014**, "MSW landfill site selection by combining AHP with GIS for Konya, Turkey", Environmental Earth Sciences, 71, pp 1629-1639.

-**Zebardast, E., 1999**, "Application of analytical hierarchy process on city and area Planning", Fine Arts Journal, 10, pp