فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال یازدهم، شماره ۳۹، تابستان ۹۶

مکان‌یابی محل دفن پسماندهای های ساختمانی شهر یزد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

جواد قانعی اردکانی[۱] و سید ابوالفضل کشفی[۲]

۱- استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور یزد
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی دانشگاه پیام نور تفت

چکیده

رشد روز افزون جمعیت به تبع آن تداوم صعودی تولید و تخلیه پسماند به محیط زیست، انسان و محیط زیست در برگیرنده آن را دچار مشکلات متعدد می‌کند. از جمله دغدغه‌های حاصل این افزایش جمعیت و توسعه، مدیریت صحیح نوع خاصی از پسماند، نخاله ساختمانی و کاهش آلودگی-های زیست محیطی ناشی از آن می‌باشد. از این‌رو در مدیریت صحیح نخاله، مکان‌یابی محل مناسب جهت دفن در احداث مدفن امری ضروری خواهد بود. تعیین مکان بهینه مدفن بهداشتی- مهندسی به روش مطلوب دارای شرایط و مراحلی است که اجرای بهینه هر یک از آنها در نتیجه نهایی تأثیرگذار است. برای مکان‌یابی محل دفن نخاله پس از بررسی و مطالعه در مورد انواع روش‌های مکان‌یابی نخاله باید پارامترهای موثر در مکان‌یابی محل مورد نظر را با توجه به هدف نهایی که یافتن مکانی با کمترین اثرات سوء زیست محیطی بر منطقه و محیط طبیعی اطراف مدفن است، مورد بررسی قرار داد. با وجود پارامترهای متعدد در انتخاب مدفن، جهت مدیریت بهینه زمان، هزینه و اثرات پیچیده طرح، از ابزار قدرتمند سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفته شده است. با جمع آوری و ترکیب لایه های اطلاعاتی مورد نیاز جهت تعیین مدفن مناسب نخاله ساختمانی شهر یزد از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. هر لایه اطلاعاتی و زیر لایه مربوطه وزن‌دهی و در نقشه نهایی با استفاده از لایه حریم، مناطق ممنوعه حذف شد. طبق نقشه نهایی ۴ منطقه در رده کاملا مناسب واقع شد. با توجه به تاثیر جهت باد غالب نهایتا دو منطقه بهترین مکان برای مدفن تشخیص داده شد.

واژگان کلیدی: مکان‌یابی، نخاله ساختمانی، تحلیل سلسله مراتبی، یزد، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

مقدمه

پسماند ساخت، تخریب و نوسازی شامل بتن، آسفالت، چوب، فلزات، شیشه، گچ، آجر، انواع سنگ، مواد پلیمری، مزائیک، سرامیک، کاشی و مواد لازم برای بام سازی هستند (درخشانی و همکاران،۱۳۹۴). این مواد یا به وسیله حوادث طبیعی زیست محیطی و یا عملیات تخریب و ساخت حاصل شده‌اند (حافظی مقدس، ۱۳۹۰). مصالح ساختمانی تقریبا نصف مصالح به کاررفته و پسماندهای ساختمانی نصف پسماندهای جامد کره زمین را تشکیل می‌دهد (پاشایی و همکاران، ۱۳۹۳). در گذشته به علت شناخته نشده بودن تاثیر مخرب نخاله ساختمانی بر محیط زیست، فقدان تکنولوژی، منابع ملی، قوانین جامع و غیره، به مدیریت دقیق و بهینه جهت جمع آوری، بازیافت و دفع این مواد اهمیت چندانی داده نمی‌شد. با رشد تکنولوژی و بهبود آگاهی جامعه نسبت به مشکلات و اثرات این ساخت و سازهای بی رویه که متوجه محیط زیست خواهد بود، مشخص گردید. در نتیجه مدیریت نخاله ساختمانی در حال حاضر از جمله ضرورت‌های مدیریت شهری به حساب آمده و نیاز به بررسی چگونگی جمع‌آوری، بازیافت، دفع،

شناخت ترکیبات نخاله‌های ساختمانی، شناسایی معیارهای مکان دفن بهینه و غیره در آن احساس شده است. کلان‌شهر یزد با سابقه تاریخی خود دارای بافتی قدیمی گسترده است. توسعه و گسترش سریع شهر در سال‌های اخیر وجایگزینی بافت قدیم با جدید، سبب تولید انبوه نخاله ساختمانی در سطح شهر شده است. دفع و دفن ناصحیح این مواد در نقاط مختلف شهرها، مانند گودال و فروچاله‌های طبیعی و مصنوعی از قبیل محل کوره‌های آجرپزی، قنات متروکه، حاشیه رودخانه و حاشیه ارتفاعات، باعث بروز مشکلات زیست محیطی متعددی می‌گردد (کشفی و قانعی اردکانی، ۱۳۹۵). تنها با مدیریتی جامع و پایدار که جنبه‌های فنی مهندسی و زیست محیطی را توام با هم در نظر بگیرد، مکان‌گزینی بهینه جهت دفن مهندسی- بهداشتی که از ضروریات طرح‌های توسعه پایدار شهری است، حاصل می‌شود. از طرفی محل‌های دفن غیرفعال و متروکه که با تغییر کاربری مواجه شده اند و خاک دستی تخلیه شده در گذشته که اکنون با توسعه شهر در زیر سازه‌های شهری مدفون شده است، مشکلات متعددی به همراه دارد. رفع این معضلات، مشکل تر و پرهزینه تر از مکان‌یابی و انجام عملیات مهندسی - بهداشتی ساخت محل دفن جدید است، زیرا محل‌های دفن قدیمی، معمولا از استاندارد مربوطه پیروی نکرده‌اند. در نتیجه با شناسایی مشکلات حاصل از دفع ناصحیح نخاله ساختمانی می‌توان به معیارهای جامع خاص همان منطقه دست پیدا کرد جهت مکان‌گزینی بهینه که تمام جوانب زیست محیطی و بهداشتی- مهندسی دفن و دفع صحیح را رعایت نموده و می‌توان عنوان نمود که از نظر یک کارشناس مسائل زیست محیطی بالاترین حد استانداردهای زیست محیطی را در دفع این نخاله‌ها رعایت نموده است. دفن مهندسی - بهداشتی عبارت است از انتقال نخاله که قابل بازیافت و یا تبدیل به سایر مواد نمی‌باشد به محل ویژه دفن آن‌ها در دل خاک به نحوی که خطری متوجه محیط زیست نشود. جدیدترین روش دفن نخاله‌های ساختمانی مشابه با شرایط دفن زباله‌های خانگی می‌باشد و زمین دفع آن به زهکش‌های جمع‌آوری شیرابه، ذخیره و تصفیه و سیستم‌های پایش، پوشش دوره‌ای نخاله‌ها و سایر نیاز دارد (جعفر زاده و همکاران، ۱۳۸۳). با وجود گستردگی کلان شهر یزد، وجود پارامترهای زیست محیطی متعدد و اطلاعات پیچیده نیاز به استفاده از یک سیستم توانمند به عنوان ابزاری مطمئن که توانایی استفاده از لایه های اطلاعاتی متعدد و تجزیه و تحلیل آنها را داشته باشد، احساس می‌شود. در این گونه تصمیم گیری‌های پیچیده، تکنیک سنجش از دور در تفسیر تصاویر و عکس‌های ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی با توجه به توانایی‌های وسیع در ادغام و روی‌هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی بسیاری از محدودیت‌های زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی را شبیه‌سازی و به بهترین نحو مدیریت می‌کند. در این میان با استفاده از تحلیل‌هایی همچون تحلیل سلسله مراتبی، هم‌پوشانی لایه‌های پیچیده به نقشه ساده‌ای که کمترین آسیب را به محیط زیست می‌رساند، صورت می‌گیرد. همچنین نیاز به یک متخصص خبره در مسائل زمین‌شناسی که دید کاملی به مسائل زیست محیطی دارد به ساده شدن این امر کمک به سزایی خواهد کرد. از طرفی با توجه به اضافه شدن محدوده شهر یزد در سال ۱۳۹۲ به دلیل الحاق شهر حمیدیا به شهر یزد مسئله مدیریت نخاله ساختمانی هر دو شهر و انتخاب محل دفن بهینه برای هردو شهر پیش می‌آید که در این پژوهش این مسائل دیده شده است (کشفی و همکاران، ۱۳۹۶). به عبارتی دیگر از آنجا که شهر یزد در روند تکامل خود تا کنون تحول اساسی از نظر رشد و گسترش فضایی و کالبدی دیده است، برای کاهش اثرات سو گسترش شهری بر محیط زیست، مانند تاثیر افزایش تولید نخاله در شهر، نیاز به ارزیابی زیست محیطی و مدیریت دقیق‌تر شهری لازم است (کشفی و قانعی اردکانی، ۱۳۹۵).

هدف تحقیق حاضر بررسی عوامل مؤثر زیست‌محیطی در انتخاب محل دفن بهینه نخاله ساختمانی یزد ، انتخاب مدل و روش مناسب در راستای انتخاب بهینه مکان دفن نخاله یزد، انتخاب مکان دفن بهینه مهندسی- بهداشتی یزد براساس ویژگی‌های طبیعی منطقه می باشد. مرور پژوهش‌های داخلی و خارجی انجام شده در ادامه آورده شده است.

اصغری و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفع نخاله‌های ساختمانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهر تبریز به شناسایی مناطق مستعد دفع نخاله با در نظرگرفتن شرایط و ضوابط سازمان‌هایی همچون شهرداری، مدیریت پسماند و سازمان حفاظت محیط زیست پرداختند. آنان عنوان نمودند، باتوجه به افزایش جمعیت شهر تبریز و بدنبال آن رشد و توسعه‌ی فیزیکی شهر و افزایش ساخت و سازو به طبع آن افزایش نخاله در این شهر، مکان‌یابی دفن نخاله در این شهر ضروری می‌باشد. بدین منظور ۱۱ لایه‌ی اطلاعاتی شامل فاصله از مراکز شخصی واداری حساس، شیب، ارتفاع، بارش، فاصله از روستاها، فاصله از شهر، فاصله از محل حضور کل و بز، فاصله از منابع آب سطحی و زیرزمینی، کاربری فعلی اراضی، فاصله از راه ارتباطی و فاصله از مسیر انتقال نیرو برای مکان‌یابی دفع نخاله درمحدوده جغرافیایی شهر تبریز را بکار گرفتند. روش مورد استفاد آنان ارزیابی چند معیاره و برای وزن‌دهی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاد نمودند. در نهایت با تهیه‌ی لایه‌ی محدودیت و با استفاد از روش ترکیبی خطی وزنی لایه‌های مختلف را روی هم گذاری و نقشه‌ی توان نهایی منطقه را بدست آوردند. نتایج نشان داد که قسمت‌های شمال و جنوبی شهر تبریز دارای توان بالایی برای دفع نخاله‌های درمقایسه با دیگر مناطق است. در حالی که قسمت‌های غربی منطقه بدلیل محدودیت‌های مربوط به کاربری فعلی اراضی نامناسب برای دفع نخاله شناسایی شد.

تقی زاده دیوا و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی چند معیاری محل دفن مواد زاید ساختمانی با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی فازی، مطالعه موردی شهر گرگان، را با تکیه بر معیارهای اکولوژیکی و برخی معیارهای اقتصادی و اجتماعی انجام دادند. معیارهای خاک، سنگ بستر و زمین‌شناسی، فاصله از منابع آب‌های سطحی،شیب، ارتفاع، پوشش گیاهی، فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از آب‌های زیرزمینی، فاصله از فرودگاه و فاصله از مناطق حفاظت شده در تحقیق استفاده نمودند. در این مقایسه شیب بیشترین و مناطق حفاظت شده وزن را دارا بودند. سپس با تکیه بر دو روش فازی و بولین در رهیافت ترکیب خطی وزن داده شده لایه‌ها را با هم ترکیب نمودند. در نهایت بر اساس روش شایستگی ناحیه‌ای سرزمین، ۴ منطقه‌ی مناسب برای احداث دفن نخاله‌های برای بررسی‌های دقیق‌تر مشخص شد که این ۴ منطقه اکثراً در بخش شمال شرقی محدوده مورد مطالعه قرار داشتند.

پژوهشی با عنوان مدیریت و دفن پسماند شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و آنالیز تصمیم گیری چند معیاره در شهر ایبدان نیجریه انجام دادند. با استفاده از Arc Gis9.3 و روش تحلیل سلسله مراتبی دو محل مناسب تشخیص داده شد و با توجه به جهت باد غالب بهینه‌ترین مکان دفن انتخاب شد.

روش تحقیق

شهر یزد مرکز شهرستان یزد با وسعت ۹۹/۵ کیلومترمربع در مرکز استان یزد و در مسیر راه اصفهان- کرمان قرار دارد. این منطقه از نظر زمین شناسی در خرد قارهٔ ایران مرکزی

واقع شده و توسط تپه های ماسه‌ای و شنی حاصل از نهشته های آبرفتی جوان و کواترنری پوشیده شده است(حاج ملاعلی و مجیدی فرد، ۱۳۷۹). جهت انتخاب مکان دفن نخاله ساختمانی، منطقه مورد مطالعه با توجه به مرز شهرستان یزد و شعاع ۳۰ کیلومتری از حریم قانونی شهر یزد انتخاب شد . نوع تحقیق به‌صورت توسعه‌ای – کاربردی و روش تحقیق توصیفی- تحلیلی می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز تحقیق ازطریق کار کتابخانه‌ای و میدانی جمع آوری شده است. مکان‌یابی بهینه محل دفن نخاله ساختمانی جدید برای آینده با تلفیق تکنیک های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت پردازش و آنالیز داده‌ها، انجام گردید. جمع‌آوری اطلاعات و بررسی عوامل مؤثر درمکان‌یابی محل دفن نخاله‌های ساختمانی شهر یزد و انتخاب مدل مناسب، با توجه به ویژگی‌های طبیعی منطقه، نتایج حاصل از مراحل بالا، مطالعه تحقیقات همسو، انجام گردید.

نقشه‌های این تحقیق جهت انجام مکان‌یابی محل دفن بهینه جهت نخاله با روی‌هم‌گذاری لایه‌ها با توجه به وزن هر لایه و زیرلایه توسط تحلیل سلسله مراتبی در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بحث و نتایج

مکان‌یابی بهینه دفن نخاله‌های ساختمانی و سایر پروژه‌های زیست محیطی نیازمند به داشتن اطلاعات پایه دقیق و کاربردی از منطقه مورد مطالعه می‌باشد. لایه‌های اطّلاعاتی مورد نیاز جهت مکان‌یابی محل دفن جدید نخاله ساختمانی متعدد می‌باشد که با توجه به مطالعه شرایط منطقه و نظرات کارشناسی مهم‌ترین لایه‌ها، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، کاربری اراضی، فاصله از محدوده شهر، سیل‌گیری، نفوذپزیری، شیب، فاصله از جاده‌های اصلی، فاصله از چاه و قنات، فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از خطوط نیرو، فاصله از فرودگاه، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از مناطق حفاظت شده، جهت بادِ غالب و لرزه خیزی می‌باشد. از دیرباز نخاله ساختمانی با سایر پسماندهای شهری دفع می‌شدند و این مخلوط شدن مشکلاتی را برای محیط زیست به وجود می‌آورند. جدیدترین روش دفن بهداشتی مهندسی نخاله ساختمانی، پس از بازیافت، با توجه به استانداردهای دفن پسماند جامد شهری و مشابه آن می‌باشد. جهت مکان‌یابی در سیستمهای اطلاعات جغرافیایی بایستی عوامل مؤثر، معیارها و محدودیت‌ها بصورت لایه‌های نقشه تهیه شده و مورد پردازش و تحلیل قرار گیرند.

مکان‌یابی مناطق مناسب جهت دفن نخاله طی چهار مرحله صورت گرفت. در ادامه بدان اشاره شده است.

۱. طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی براساس اهمیت معیارها
۲. وزن‌دهی و هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی
۳. شناسایی و حذف مناطق ممنوعه و اعمال حریم برای عوارض موجود
۴. حذف مکان‌های نامناسب دفن با توجه به عوامل محدود کننده مانند جهت باد غالب

الف) طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی

عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن نخاله ساختمانی در تحلیل سلسله مراتبی در ادامه آورده شده است:

۱. لایه اطلاعاتی زمین‌شناسی (سنگ شناسی، گسل)
۲. لایه خاک‌شناسی (اختصاصات خاک، نفوذ پذیری)
۳. لایه اطلاعاتی توپوگرافی (شیب، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر)
۴. فاصله از مناطق جمعیتی و صنعتی(فاصله از مناطق شهری و روستایی، معادن، صنایع و کارخانه)
۵. فاصله از جاده (راه اصلی، راه فرعی، راه آهن)
۶. فاصله از خطوط انتقال نیرو
۷. کاربری اراضی (کاربری فعلی و آینده زمین)
۸. سیل خیزی

در این مطالعه ۸ لایه اصلی با توجه به میزان تأثیر در مکانیابی به ۴ کلاس خیلی مناسب (کلاس۱)، مناسب (کلاس۲)، نسبتا مناسب (کلاس۳) و نامناسب (کلاس۴) تقسیم شدند. از آنجا که حریم قانونی شهر برای انتخاب مکان دفن مد نظر نیست در مرحله طبقه‌بندی بر روی تمامی لایه‌ها حریم قانونی شهر یزد، بدون کلاس‌بندی اعمال می‌شود. در ادامه نحوه طبقه بندی لایه‌های اطلاعاتی به تفصیل بیان شده است.

جدول ۱ – طبقه‌بندی سنگ‌شناسی در محدوده مطالعه (بر اساس طبقه بندی نیکنامی و همکاران، ۱۳۸۸)

کلاس	واحد های سنگ شناسی	توصیف
۱	شیل و ماسه سنگ، تناوب شیل، مارن و سنگ آهک	خیلی مناسب
۲	ماسه سنگ ، شیل و آهک، ماسه سنگ و شیل ذغالی	مناسب
۳	کنگلومرا و ماسه سنگ ، آندزیت، آهک، دولومیت و آهک، تناوب دولومیت، آهک، شیل	نسبتا مناسب
۴	رسوبات دشت دامنه‌ای، نهشته آبرفتی جوان ، تپه ماسه	نا مناسب

جدول ۲– طبقه‌بندی اختصاصات خاک (بر اساس طبقه بندی مهدوی، ۱۳۹۴)

کلاس	بافت خاک	خاکشناسی	توصیف
۱	خاک رسی، سنگ، جاده،خاک کم عمق بافت بسیار سنگین	گروه D (نفوذ بسیار کم)	خیلی مناسب
۲	خاک سیلتی رسی با لایه سخت و بافت سنگین	گروه C (نفوذ کم)	مناسب
۳	خاک شنی لومی - شنی رسی با بافت سبک تا متوسط	گروه B (نفوذ متوسط)	نسبتا مناسب
۴	خاک شنی و قلوه سنگی بافت بسیار سبک	گروه A (نفوذزیاد)	نا مناسب

جدول ۳- طبقه‌بندی متغیر شیب (Allen ، ۲۰۰۳)

کلاس	شیب (درجه)	توصیف
۱	۰–۵	خیلی مناسب
۲	۵–۱۰	مناسب
۳	۱۰–۱۵	نسبتا مناسب
۴	۱۵<	نا مناسب

جدول ۴- طبقه‌بندی فاصله از مناطق شهری (بر اساس طبقه بندی پوربنایی و همکاران، ۱۳۹۳)

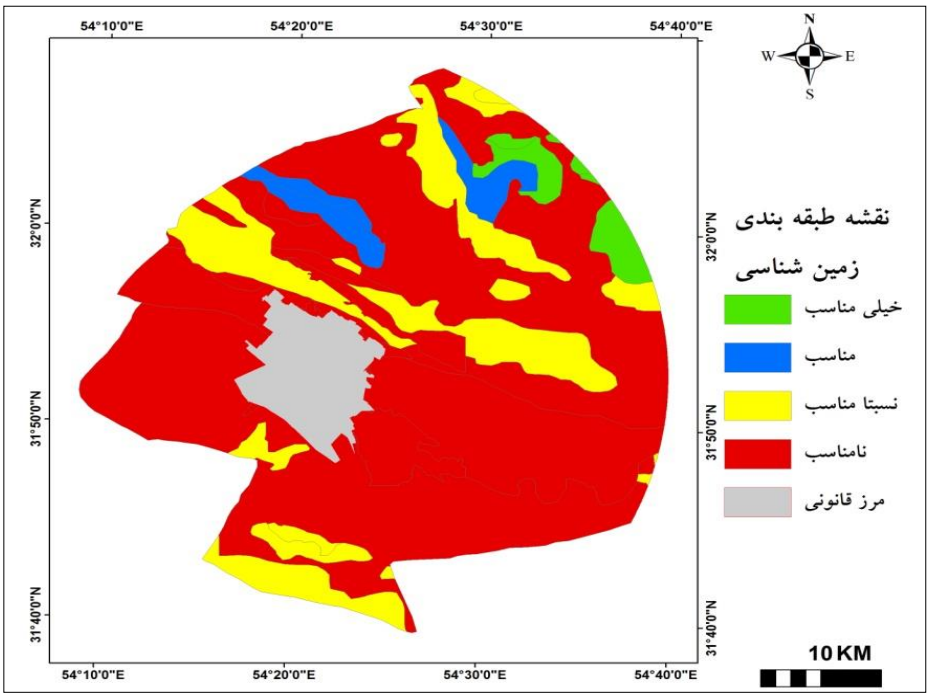
کلاس	فاصله از شهر (کیلومتر)	توصیف
۱	۱–۲	خیلی مناسب
۲	۲–۷	مناسب
۳	۷–۲۰	نسبتا مناسب
۴	۱>فاصله و فاصله>۲۰	نا مناسب

جدول ۵– طبقه‌بندی فاصله از جاده (بر اساس طبقه بندی نیکنامی و حافظی مقدس، ۱۳۸۹)

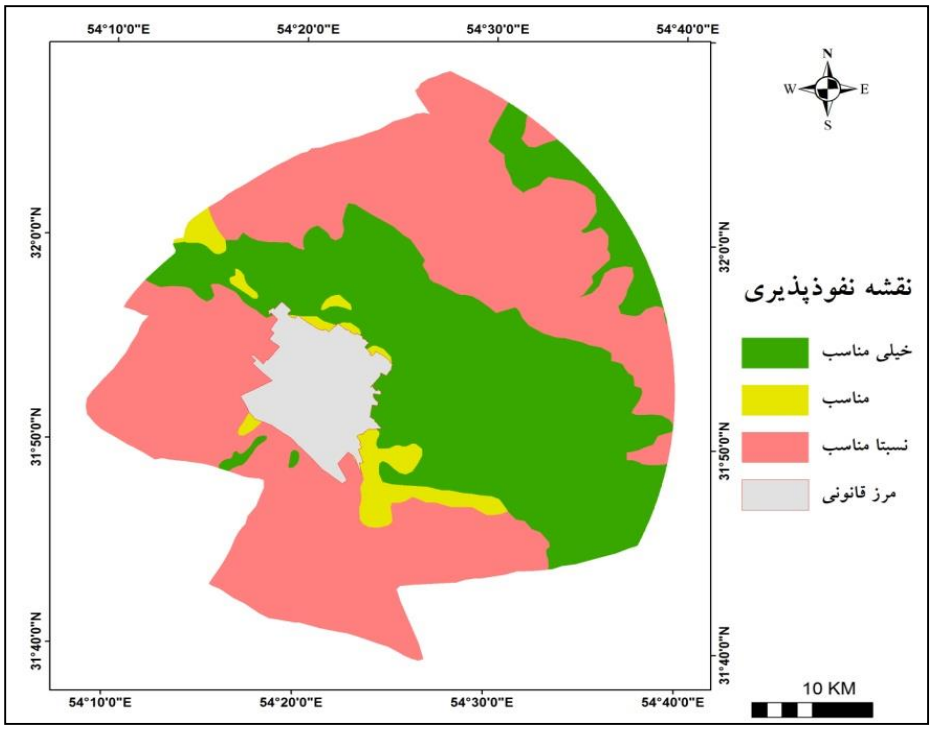
کلاس	فاصله از جاده اصلی	توصیف
۱	۱۰۰۰–۲۰۰۰	خیلی مناسب
۲	۲۰۰۰–۳۰۰۰	مناسب
۳	۳۰۰۰–۴۰۰۰	نسبتا مناسب
۴	۴۰۰۰< و ۱۰۰۰>	نا مناسب

جدول ۶- طبقه‌بندی فاصله از خطوط نیرو (بر اساس طبقه بندی گیلوری و همکاران، ۱۳۹۳)

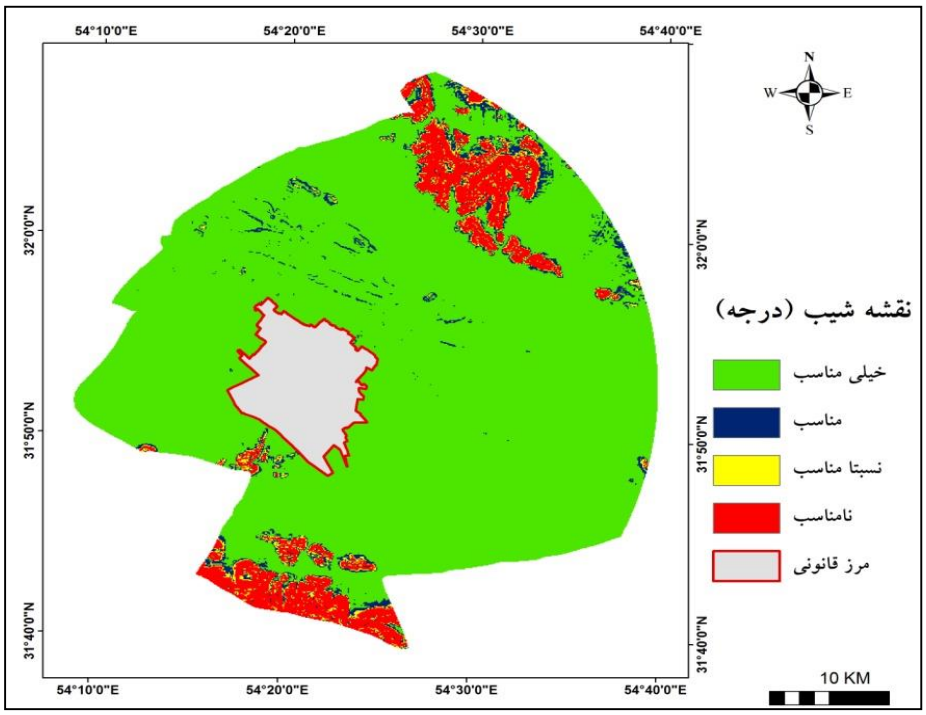
کلاس	فاصله از خطوط انتقال نیرو (کیلومتر)	توصیف
۱	۵–۶	خیلی مناسب
۲	۶–۱۰	مناسب
۳	۱۰–۲۰	نسبتا مناسب
۴	۲۰< و ۵>	نا مناسب



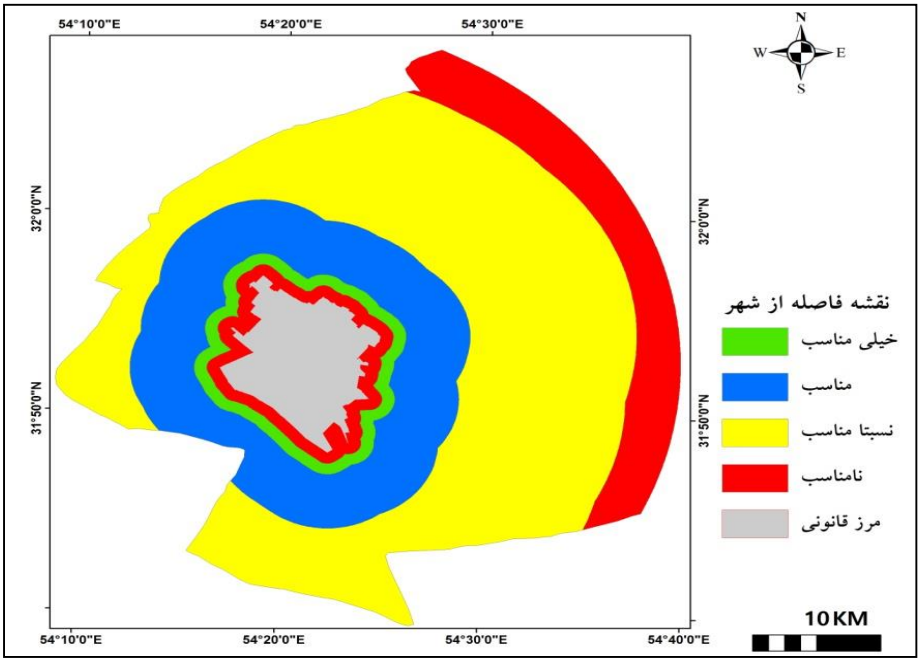
شکل ۱- نقشه طبقه بندی لایه اطلاعاتی زمین شناسی (بر اساس نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰یزد)



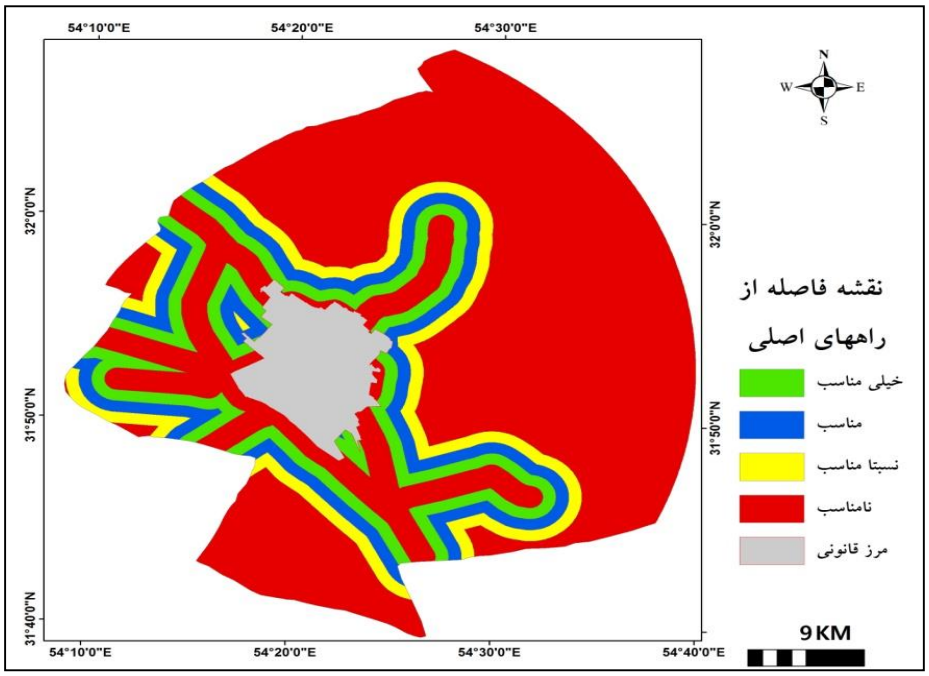
شکل ۲- نقشه طبقه بندی لایه اطلاعاتی خاک شناسی(براساس نقشه نفوذپذیری خاک استان یزد)



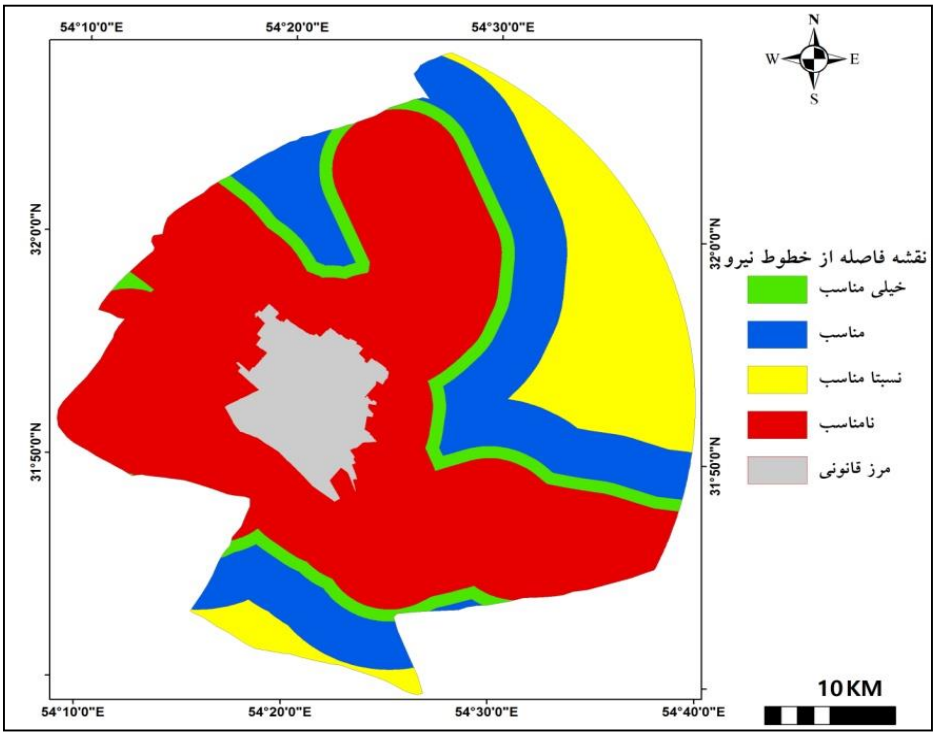
شکل ۳- نقشه طبقه بندی لایه اطلاعاتی شیب شهر یزد (بر اساس نقشه شیب شهریزد)



شکل ۴- نقشه طبقه بندی لایه فاصله از شهر (کیلومتر) (بر اساس نقشه حریم قانونی شهر یزد،۱۳۹۲)



شکل ۵- نقشه طبقه بندی لایه اطلاعاتی فاصله از جاده (کیلومتر) (براساس نقشه راه شهر یزد، ۱۳۹۲)



شکل ۶- نقشه طبقه بندی لایه اطلاعاتی فاصله از خطوط انتقال نیرو (کیلومتر) شهر یزد
(بر اساس نقشه خطوط انتقال نیرو شهر یزد،۱۳۹۲)

جدول ۷- طبقه‌بندی کاربری اراضی(بر اساس طبقه‌بندی سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور،۱۳۸۹)

کلاس	کاربری اراضی	توصیف
۱	شوره زار و مناطق لم یزرع و فاقد پوشش گیاهی	خیلی مناسب
۲	مرتع، بیشه زار، پوشش گیاهی پراکنده	مناسب
۳	اراضی کشاورزی، باغداری	نسبتا مناسب
۴	سکونتگاه، مناطق گردشگری، صنعتی، تفریحی، کارخانه	نا مناسب

جدول ۸- طبقه‌بندی سیل‌خیزی (بر اساس طبقه‌بندی گیلوری و همکاران، ۱۳۹۳)

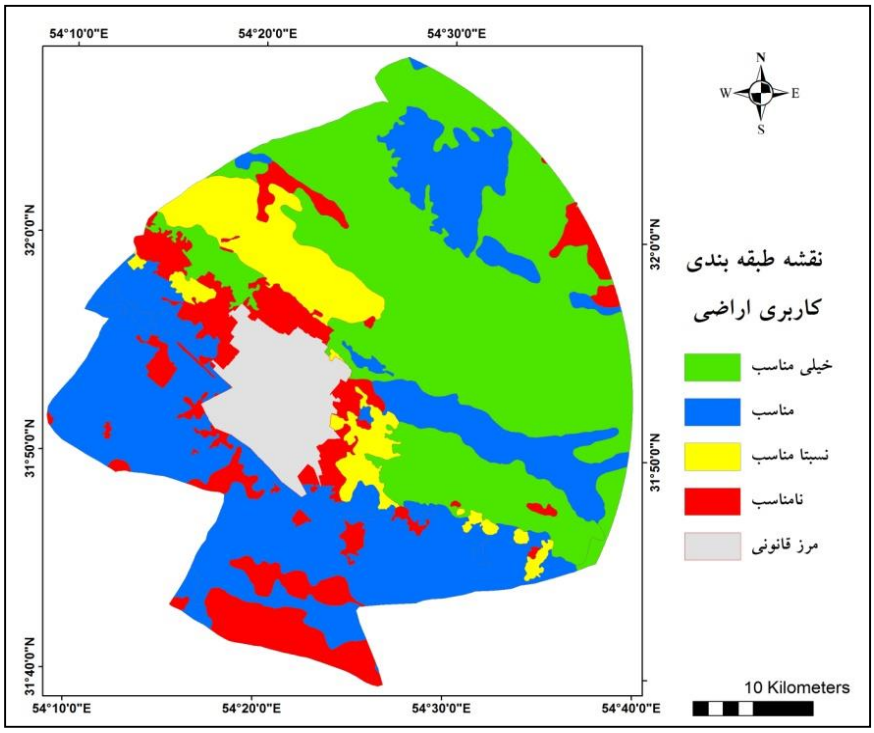
کلاس	سیل خیزی	توصیف
۱	فاقد سیل‌خیزی دوره ۱۰۰سال	خیلی مناسب
۲	پایین	مناسب
۳	متوسط	نسبتا مناسب
۴	بالا	نا مناسب

مکان‌یابی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی

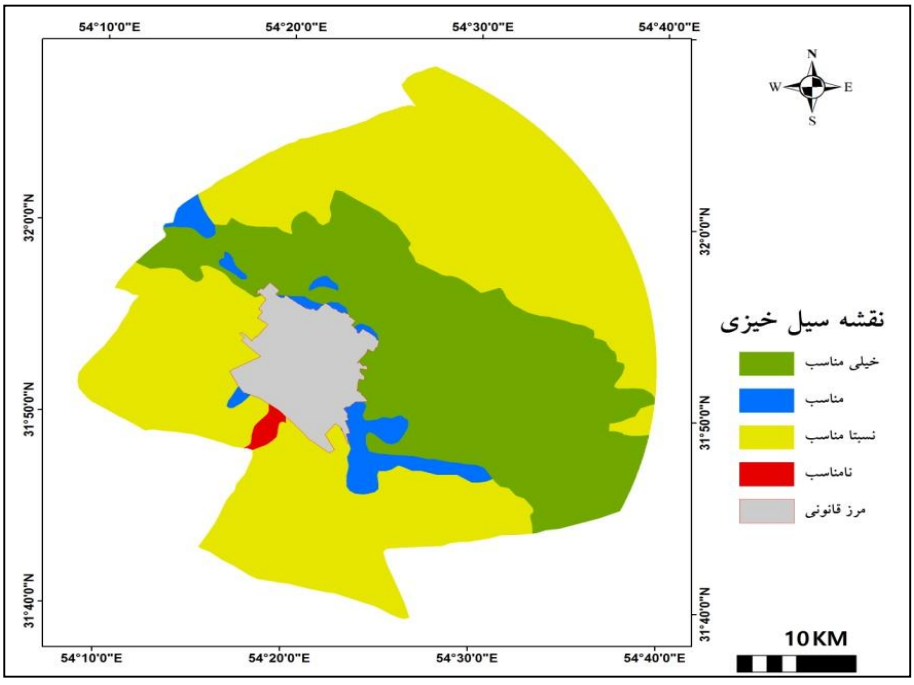
در این مطالعه با توجه به شرایط شهر یزد و تجربیات سایر محققین از روش تحلیل سلسله مراتبی را استفاده شد. در ابتدا ماتریس مقایسه زوجی برای ۸ لایه اطلاعاتی و زیر لایه های هر لایه تشکیل می‌شود. امتیازدهی جهت مقایسه دودویی یا زوجی بر اساس نظر کارشناس از ۱ تا۹ بر این اساس است که هر چه ارزش یک لایه اطلاعاتی نسبت به دیگری بالاتر باشد امتیاز بیشتری به آن اختصاص داده می شود. این مقایسه دو به دو لایه-ها نسبت به هم ارزیابی صریح هر جفت را میسر می‌سازد (Tavares et al., 2011). از آن‌جا که هر لایه خود به ۴ زیر لایه شامل: زیر لایه ۱ (کلاس کاملا مناسب)، زیر لایه ۲ (کلاس مناسب)، زیر لایه ۳ (کلاس نسبتا مناسب)، زیر لایه ۴ (کلاس نامناسب) طبقه بندی می‌شود، نیاز به تعیین وزن نهایی می‌باشد که از ضرب نمودن وزن نسبی هر لایه در وزن نسبی زیر لایه به دست می‌آید. در مرحله بعد نرخ ناسازگاری هر ماتریس مقایسه زوجی لایه و زیر لایه‌ها محاسبه می‌شود. در صورتی که نرخ ناسازگاری (I.R)<۰/۱ باشد ماتریس قابل قبول خواهد بود (Pires et al., 2011). در جدول (۹) ماتریس برای مقایسه زوجی و تعیین وزن آورده شده است.

شناسایی و حذف مناطق ممنوعه با اعمال حریم

جهت همپوشانی لایه‌ها، لایه محدود کننده مناطق ممنوعه به روش بافرینگ بر روی نتیجه حاصل از وزن‌دهی تحلیل سلسله مراتبی، اعمال می‌شود. این لایه شامل عواملی همچون گسل، چاه، چشمه که دارای محدودیت هستند. به علت عمق نسبتا زیاد آب زیرزمینی در یزد (بیش از ۵۰ متر) و قرارگیری در رده کاملا مناسب به عنوان یک لایه نتیجه یکسانی بر وزن‌دهی دارد. همچنین بر اساس آمار هدایت الکتریکی (EC) چاه‌ها، چشمه وقنات‌های اخذ شده از سازمان آب و فاضلاب استان یزد، طبقه-بندی کیفیت آب شهر یزد دارای هدایت الکتریکی بیشتر از ۲۲۵۰ میکروزیمنس بوده که در محدوده خیلی مناسب جهت احداث لندفیل واقع است، در نتیجه از اعمال این لایه‌ها نیز به عنوان یک لایه اطلاعاتی خودداری شده است. در جدول (۱۰) و شکل (۹) نقشه مناطق ممنوعه و حریم مورد استفاده برای شهر یزد، با توجه به استانداردها، مطالعات پیشین، شرایط منطقه و بررسی‌ها بیان شده است.



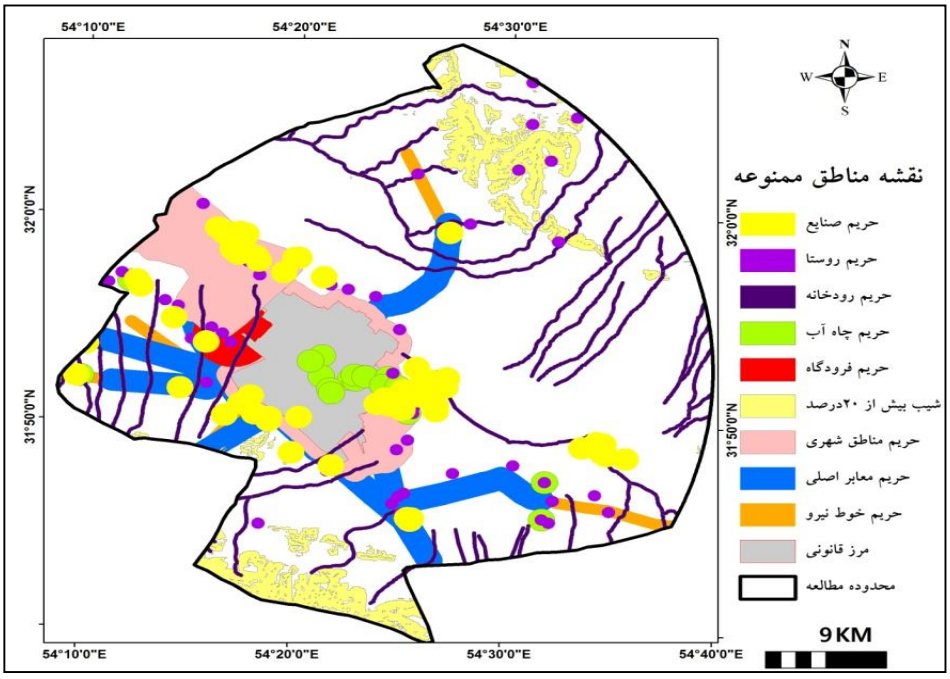
شکل ۷- نقشه طبقه بندی لایه اطلاعاتی کاربری اراضی یزد (براساس نقشه کاربری اراضی استان یزد،۱۳۸۵)



شکل ۸- نقشه طبقه بندی لایه سیل خیزی شهر یزد (بر اساس نقشه سیل خیزی شهر یزد،۱۳۸۸)

جدول ۹- ماتریس مقایسه زوجی لایه‌های اصلی با نرخ ناسازگاری= ۰/۰۹۷

ماتریس مقایسه زوجی ۱۰لایه اصلی	فاصله از شهر	شیب	زمین شناسی	خاک شناسی	کاربری اراضی	فاصله از جاده	فاصله خطوط نیرو	سیل خیزی	وزن لایه
فاصله از شهر	۱	۲	۳	۴	۶	۷	۷	۸	۰/۳۲
شیب	۰/۵	۱	۳	۳	۴	۶	۷	۹	۰/۲۴
زمین شناسی	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۲	۲	۴	۶	۷	۰/۱۳
خاک شناسی	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱	۲	۴	۶	۸	۰/۱۱
کاربری اراضی	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۱	۵	۷	۸	۰/۰۹
فاصله از جاده	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲	۱	۴	۸	۰/۰۴
فاصله از خطوط نیرو	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۲۵	۱	۳	۰/۰۲
سیل خیزی	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۳۳	۱	۰/۰۱



شکل ۹- نقشه حریم مناطق ممنوعه (بر اساس جدول ۱۳)

جدول ۱۰- حریم ممنوعه مکان‌یابی مدفن نخاله شهر یزد

معیار	حریم	مرجع
مراکز شهری	۰-۱۰۰۰	تقی زاده دیوا، ۱۳۹۲
روستا	۰-۵۰۰	رحیمی، ۱۳۹۴
جاده اصلی	۰-۱۰۰۰	Allen,2003
مناطق حفاظت شده	۰-۲۰۰۰	تقی زاده دیوا، ۱۳۹۲
فاصله از فرودگاه	۰-۳۰۰۰	تقی زاده دیوا، ۱۳۹۲
مناطق شیبدار	بالای ۲۰	تقی زاده دیوا، ۱۳۹۲
خطوط نیرو	۰-۵۰۰	رحیمی، ۱۳۹۴
چشمه، قنات	۰-۳۰۰	Nas, 2010
رودخانه سطحی	۰-۱۵۰	شکوهیان،۱۳۹۰
چاه آب شرب	۰-۱۰۰۰	Cantwell,1999
صنعتی و کارخانه	۰-۱۰۰۰	Basak, 2005

بعد از اعمال حریم از طریق عمل بافرینگ و وزن‌دهی نهایی بر روی لایه‌های اطلاعاتی، با عملگر sum (جمع جبری) هم‌پوشانی انجام می‌شود سپس مکان‌هایی که در کلاس مناسب قرار دارند، تعیین می‌شوند. محدوده امتیازات در نقشه هم‌پوشانی شده با وزن‌دهی حاصل از ماتریس مقایسه زوجی از۰/۰۲۷تا ۱/۰۹ بود که در جدول (۱۱) کلاس‌بندی و محدوده‌های مربوط به آن‌ها آورده شده است.

جدول ۱۱- رده‌بندی نهایی امتیازات حاصل از ماتریس مقایسه زوجی

کلاس	توصیف	امتیاز (درصد)
۱	کاملا مناسب	۰/۸۲-۱/۰۹
۲	مناسب	۰/۵۶-۰/۸۲
۳	نسبتا مناسب	۰/۵۶-۰/۲۹
۴	نامناسب	۰/۰۲۷-۰/۲۹

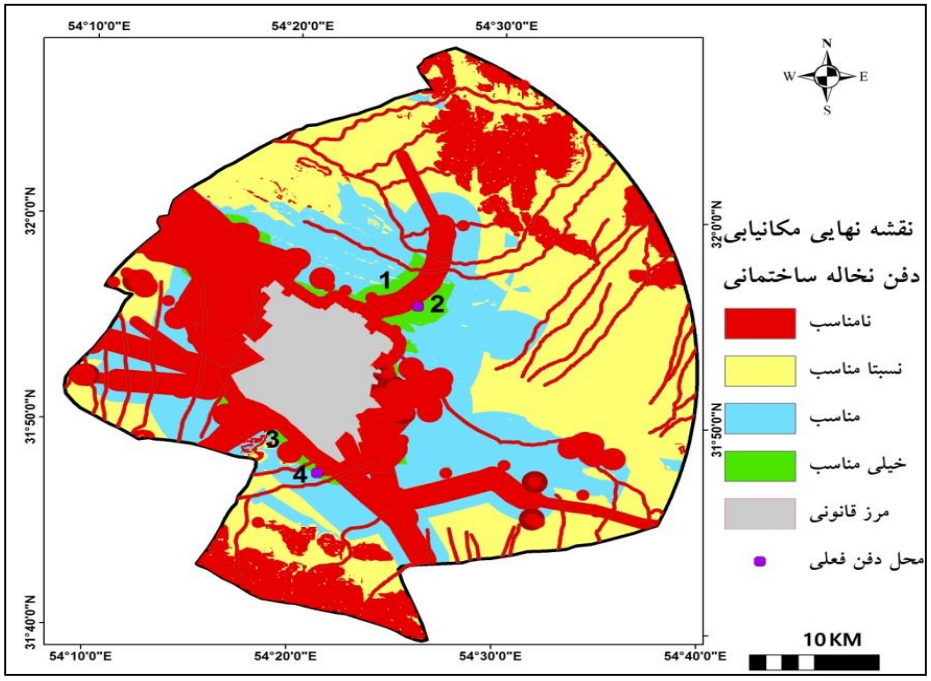
در شکل (۱۰) تصویر نهایی مناطق مناسب حاصل از روش ماتریس مقایسه زوجی آورده شده است. طبق این رده‌بندی چهار منطقه در رده کاملا مناسب واقع است. موقعیت دو مکان دفن مجاز فعلی نخاله ساختمانی شهر یزد نیز در رده کاملا مناسب جهت مدفن نخاله ساختمانی شهر یزد واقع است.

حذف نهایی مکان‌های نامناسب دفن

حذف مکان‌های نامناسب دفن با توجه به عوامل محدود کننده مانند جهت باد غالب و منطقه ممنوعه دیگر که از اطلاعات و نقشه‌های جمع آوری شده حاصل نشده باشد، و توسط بازدید میدانی از منطقه به آن پی برده شود. جهت باد غالب در منطقه یکی از اصلی ترین عوامل درایجاد بوی نامطبوع پخش و انتشار آلودگی ناشی از نخاله ساختمانی در جهت حرکت باد خواهد بود (قانعی اردکانی و کشفی، ۱۳۹۶).از آنجا که جهت باد غالب یزد در ماه‌های آبان، آذر و دی جهت وزش باد غالب از سمت جنوب شرقی می‌باشد و در ماه‌های اولیه سال جهت وزش باد اغلب از سمت غرب و شمال غربی می‌باشد. در نتیجه مناطق۳ و۴ جنوب غربی محدوده شهر یزد نامناسب جهت دفن خواهد بود که حذف می‌گردند و مناطق ۱ و۲ جهت انتخاب مدفن مناسب می‌باشد. منطقه شماره ۲ یکی از دو منطقه مجاز دفن فعلی بوده که در کنار مدفن پسماند جامد شهری و بیمارستانی در منطقه کیلومتر ۴ آزادگان می‌باشد.

نتیجه گیری

در پژوهش جهت مطالعات مکان‌یابی بهینه مدفن نخاله ساختمانی شهر یزد ۸ لایه اطلاعاتی جمع-آوری و رقومی-سازی نقشه‌ها انجام شد. وزن‌دهی لایه‌ها با توجه به نظر کارشناسی، مطالعات انجام شده و تجربه دیگران، با روش تحلیل سلسله مراتبی صورت گرفت. لایه های اطلاعاتی به زیر لایه‌ها بر طبق استانداردهای موجود طبقه‌بندی شدند. این زیرلایه ها به چهار گروه (خیلی مناسب، مناسب، نسبتا



شکل ۱۰- تصویر نهایی مناطق مناسب حاصل از روش ماتریس مقایسه زوجی

مناسب و نامناسب) تقسیم‌بندی شدند. حریم مناطق ممنوعه با توجه به مطالعات انجام شده، اعمال شد. بر طبق نقشه نهایی تهیه شده ۴ محدوده در رده خیلی مناسب واقع شد. از بین این ۴ منطقه ۲ و ۳ به علت قرارگیری در جهت باد غالب و انجام بازدید میدانی نهایی از مناطق حذف گردید. نهایتا منطقه ۱ و ۲ مناسب جهت دفن بهینه نخاله ساختمانی شهر یزد شناسایی گردید.

منابع

- **اداره کل منابع طبیعی استان یزد. (۱۳۸۵).** "نقشه کاربری اراضی یزد. اداره کل منابع طبیعی استان یزد.

- **اصغری، ع، هراتی، ح ، رحیمی، ا. (۱۳۹۴).** "مکان یابی محل دفع نخاله های ساختمانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهر تبریز. اولین کنفرانس ملی علوم و مدیریت محیط زیست اردبیل(۲۳-۱). موسسه حامیان زیست اندیش محیط آرمانی.تبریز

- **اصغری ، ع، هراتی، ح و رحیمی، ا. (۱۳۹۴).** "مکان یابی محل دفع نخاله های ساختمانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهر تبریز". اولین کنفرانس ملی علوم و مدیریت محیط زیست اردبیل. ص۱-۱۷.

- **آب منطقه ای استان یزد. (۱۳۸۸)** "نقشه سیل خیزی و هدایت الکتریکی آب زیرزمینی استان یزد"

- **پاشایی، ر، جدیری ایران، ک؛ قلی زاده، م و حنیفی، ا. (۱۳۹۳).**" استفاده زیست محیطی از پسماندهای ساختمانی با استفاده از روش‌های بازیافت و MSW ، اولین همایش ملی ارزیابی مدیریت و آمایش محیط زیستی در ایران، ۶۵۰ص.

- **پوربنایی، ف؛ مظلومی بجستانی، ع؛ حافظی مقدس، ن و قزی، ا.(۱۳۹۳).** ارزیابی اثرات زیست محیطی مکان‌های دفن نخاله‌های ساختمانی شهر مشهد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه پیام نور مرکز مشهد، ص۱۲۶.

- **جعفرزاده، ن.ا.، تکدستان، ا و ابطحی، م.(۱۳۸۳).** "نخاله های ساختمانی، جداسازی، بازیافت و دفع"، مجله مدیریت پسماند، شماره ۳ و ۲، ص ۳۹-۳۱.

- **سازمان جهاد کشاورزی استان یزد. (۱۳۸۵)"** نقشه نفوذپذیری خاک استان یزدجهاد ".

-**سازمان حفاظت محیط زیست کشور. (۱۳۸۹)** ."دستورالعمل مکان یابی محل دفن مهندسی -بهداشتی پسماندها". انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۳۱۲ص.

-**سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. (۱۳۷۹).** "نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ یزد".

-**سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. (۱۳۸۹).** "طراحی، اجرا، نگهداری و بهره برداری خاک‌چال‌های بهداشتی برای زباله‌ی شهری". انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی، معاونت امور پشتیبانی.۴۰۰ص.

-**سازمان نقشه برداری کشور(۱۳۹۰)."** نقشه توپوگرافی دیجیتالی یزد"، نقشه طبقه بندی لایه اطلاعاتی شیب شهر یزد

-**شکوهیان، م.، نجفیان رضوی، ع.(۱۳۹۰).** "مدیریت و راهکارهای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ضایعات ساختمانی و بازیافت آنها " ، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سمنان،۷۸۰ص.

- **شهرداری یزد. (۱۳۹۵).** " نقشه راه ها، خطوط نیرو وحریم قانونی شهر یزد".

-**قانعی اردکانی، ج؛ کشفی، س. ا؛ (۱۳۹۶).**" توسعه افقی شهر یزد و پیامدهای آن بر محیط شهری" ، کنفرانس ملی مدیریت شهری، دهمین کنفرانس زمین شناسی دانشگاه علوم کاربردی، تبریز.

-**کشفی، س. ا؛ قانعی اردکانی، ج، (۱۳۹۵).**" ارزیابی اثرات زیست محیطی توسعه افقی شهر یزد با استفاده از ماتریس لئوپولد" ، کنفرانس ملی مدیریت شهری تهران، تهران.۶۵۰ص.
اطلاعات جغرافیایی"،پایان کارشناسی ارشد،دانشگاه پیام نور مرکز تفت.۱۴۵ص.

-**گیلوری، س؛ حافظی مقدس، ن؛ مظلومی بجستانی، ع.ر و مظهری، ع. (۱۳۹۳).** "ارزیابی زیست محیطی و مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر یزد با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی"، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی،دانشگاه پیام نور مرکز مشهد، ۱۶۶ص.

-**موسوی، ز و حافظی مقدس، ن. (۱۳۹۰).** "ساماندهی زیست محیطی نخاله‌های ساختمانی شاهرود". هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. دانشگاه صنعتی شاهرود.

- **مهدوی، م. (۱۳۹۴).**"هیدرولوژی کاربردی". جلد اول و دوم ، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ یازدهم.۲۳۰ص.

-**نیکنامی، م؛ حافظی مقدس، ن و دهر آزما، ب. (۱۳۸۸).** "مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان". پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه صنعتی شاهرود. ۱۳۲ص.

Allen, A., Brito, G., Caetano, P., Costa, C., Cummins, V., Donnelly, J., Koukoulas, S., O'Donnell, V., Robalo, C & Venda, S. (2003). "A Landfill Site Selection Process In Corporating Gis Modelling", Environmental Research Institute University College Cork.

Basak, S. (2004)." Landfill site selection by using geographic information system", M.Sc thesis, METU, 114 .

Nas, B., Cay, T., & Fatih, I. (2010). "Selection of MSW landfill site for Konya", Turkey using GIS and multi-criteria evaluation, Environ Monit Assess. 160, 491-500

Pires, A., Chang, N., & Martinho, G. (2011). "An AHP-based fuzzy interval TOPSIS assessment for sustainable expansion of the solid waste management system in Setubal Peninsula, Portugal", Journal Resources, Conservation and Recycling 56, PP7–21.

Tavares, G., Zsigraiová, Z., & Semiao, V., (2011). "Multi-criteria GIS-based siting of an incineration plant for municipal solid waste", Waste Management 31 ,1960–1972.

Yahaya, S., Ilori, C., Whanda, J.S., & Edicha, J, (2010). "Land Fill Site Selection for Municipal Solid Waste Mangemnt using Geographic Information System and Multi criteria Evaluation", American Journal of Scientific Research, Issue, 34-49.