



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 11, Issue 2 - Number 42, Summer 2022

<https://geoeh.um.ac.ir>



<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70243.1057>



جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شماره چهل و دوم، تابستان ۱۴۰۱، صص ۱۵۸-۱۴۳

مقاله پژوهشی

مکانیابی خدمات شهری در شهرهای جدید با به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی

(مطالعه موردی: محل دفن پسماند شهر جدید پردیس)

رومینا سیاح نیا^۱ - استادیار، گروه برنامه ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۸/۴ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۸/۱۶

چکیده

یکی از اهداف عمده در برنامه ریزی و احداث شهرک های اقماری در اطراف کلان شهرها، جذب سرریز جمعیت است که تا حدودی می تواند بار سنگین تهدیدات محیط زیستی را در کلان شهرها تقلیل دهد. از طرفی عدم توجه به مکانیابی خدمات شهری و برنامه ریزی بدون ملاحظات محیط زیستی در این شهرهای جدید مصائبی را بر منطقه تحمیل خواهد کرد. با توجه به اهمیت موضوع، هدف این مطالعه مکانیابی محل دفن پسماند شهری در شهر جدید پردیس انتخاب شد. شهر جدید پردیس از شهرک های اقماری حاشیه کلان شهر تهران در فاصله ۱۸ کیلومتری شرق تهران قرار دارد. در این مطالعه با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره و به کارگیری قابلیت های سیستم های اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. معیارهای مورد نظر در این مطالعه عبارتند از: فاصله از چاه های عمیق آب، شیب زمین، فاصله از شهر جدید پردیس، فاصله از آب های سطحی، فاصله از مراکز جمعیتی، فاصله از باغات، فاصله از زمین های کشاورزی و فاصله از جاده های دسترسی. در این پژوهش پس از تعیین ضریب اهمیت معیارها، تحلیل ها بر طبق دو منطق بولین و فازی در محیط نرم افزار Arcgis10.5 انجام و زمین های مطلوب برای دفن پسماند شهری در جنوب شرقی شهر جدید پردیس مشخص گردید. نتایج این بررسی نشان می دهد که کمترین زمین های ایجاد شده به لحاظ تعداد قطعات و مساحت آنها در روش بولین و بیشترین آن در

Email: r_sayahnia@sbu.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۰۷۰۱۷۴

نحوه ارجاع به این مقاله:

سیاح نیا، رومینا؛ ۱۴۰۱. مکانیابی خدمات شهری در شهرهای جدید با به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی

(مطالعه موردی: محل دفن پسماند شهر جدید پردیس). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۱(۲) صص ۱۵۸-۱۴۳

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70243.1057>

روش فازی است؛ زیرا در روش بولین انتخاب معیارها مطلق و قطعی بوده است؛ حال آنکه در روش فازی به طرق گوناگون می‌توان در نتایج حاصل به نحوی تغییر ایجاد نمود که پاسخ‌های قابل قبول‌تری بدهد.

کلیدواژه‌ها: منطق فازی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، محل دفن پسماند، شهر جدید پردیس.

۱- مقدمه

روند شتابان توسعه بی‌رویه و رشد روزافزون جمعیت در شهرهای بزرگ و بعضاً شهرک‌های اقماری از عمده‌ترین چالش‌های پیش روی محیط‌زیست امروز است. صاحب‌نظران بر این باورند که با وضعیت موجود چنانچه در راستای اهداف توسعه‌پایدار، برنامه‌ریزی جامع محیط‌زیست تدوین و به منصفه اجرا گذارده نشود، پیامدهای ناگواری در محیط‌زیست نمود پیدا کرده و خسارات قابل توجهی را به دنبال خواهد داشت.

یکی از اهداف عمده در برنامه‌ریزی و احداث مجموعه‌های زیستی جدید (شهرک‌های اقماری) در اطراف کلان‌شهرها، جذب سرریز جمعیت بوده که تا حدودی می‌تواند بار سنگین تهدیدات محیط‌زیستی را در کلان‌شهرها تقلیل دهد. از طرفی برنامه‌ریزی بدون ملاحظات محیط‌زیستی در شهرک‌های اقماری و عدم توجه به‌موقع در روند مدیریت پسماندهای این شهرک‌ها (پسماند و پساب‌های انسانی) مصائبی را بر منطقه تحمیل خواهد کرد. این مصائب گاه آنچنان افزون است که قابل قیاس با پیامدهای مثبت احداث این‌گونه شهرک‌ها نبوده و اهداف از پیش تعیین شده را کمرنگ جلوه خواهد داد.

متأسفانه تلقی نادرست از دفن بهداشتی زباله باعث شده است که صرفاً حفر یک گودال، قرار دادن زباله در آن و پوشاندن آن با خاک را دفن بهداشتی بدانند؛ این در حالی است که دفن بهداشتی مواد زائد از نظر صاحب‌نظران مقوله‌ای مشتمل بر چهار مرحله است: الف) ارزیابی اثرات محیط‌زیستی؛ ب) انتخاب مکان؛ ج) آماده‌سازی محل؛ د) بهره‌برداری؛ که هرکدام به انجام مطالعات و اعمال مدیریت صحیح نیاز دارند. شایان ذکر است که در این میان انتخاب محل دفن مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی است. به دلیل پیچیدگی و تعدد عوامل مؤثر در مکان‌یابی، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تلفیق آن با سایر روش‌ها نظیر فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای ایجاد سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری فضایی (SDSS) به‌منظور دستیابی به نتایج مطلوب در دستور کار متخصصان قرار گرفته است (صمیمیان و زندمقدم، ۱۳۹۶، میرآبادی و عبدی‌قلعه، ۱۳۹۶، صیدایی و حسین‌زاده سورشجانی، ۱۳۹۶، اجتماعی و همکاران، ۱۳۹۷، رضویان و همکاران، ۱۳۹۴، اقصایی و سوری، ۱۳۹۶).

در زمینه مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زائدات جامد مطالعات فراوانی در داخل و خارج کشور انجام شده است. ماهینی و غلامعلی‌فرد در سال ۲۰۰۶ یک روش ارزیابی چند معیاره تحت عنوان ترکیب وزنی خطی در محیط GIS را برای مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری شهر گرگان بکار برده و نشان دادند که ترکیب وزنی خطی از طریق

ایجاد رابطه موازنه‌ای-جایگشتی در میان همه فاکتورها و متوسط ریسک نسبت به رویکرد بولین انعطاف‌پذیری بیشتری در تصمیم‌گیری دارد. معیارهای ارزیابی مورد استفاده در این مطالعه شامل نفوذپذیری، عمق آب‌های زیرزمینی، فاصله از رودخانه، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده‌ها، شیب و جهت باد است. در این مطالعه زون‌های کوچک‌تر از ۲۰ هکتار از زون‌های مکان‌یابی حذف شد (ماهینی و غلامعلی فرد، ۲۰۰۶). جواهری^۲ و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و یک نوع روش ارزیابی چند معیاره تحت عنوان ترکیب وزنی خطی، به ارزیابی تناسب شهرستان جیرفت در استان کرمان جهت تعیین محل‌های دفن پسماندهای ویژه پرداختند. نفوذپذیری، شیب، فاصله از رودخانه، سطح آب‌های زیرزمینی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از مراکز تولید زباله، کاربری اراضی و فاصله از جاده‌ها، معیارهایی هستند که در مرحله آنالیز مد نظر قرار گرفتند. با توجه به اولویت نسبی هر معیار در مقایسه با سایرین، وزن ویژه‌ای به آن‌ها تعلق گرفت. سپس با در نظر گرفتن همه لایه‌های رستری در تناسب زمین، زون‌های نهایی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب تعیین شدند. چنگ^۳ و همکاران (۲۰۰۳) ترکیبی از آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و برنامه خطی ترکیبی را برای پشتیبانی از مکان‌های بهینه دفن زباله بکار بردند. معیارهای مد نظر در این مطالعه شامل هزینه کل شبکه، آفت ارزش زمین، توسعه، کاربری اراضی، تناسب کشاورزی، زیستگاه حیات وحش، قابلیت اطمینان، پذیرش عموم، اهمیت سیاسی، میراث فرهنگی و حمل و نقل است. از آنجایی که هر روش تصمیم‌گیری چند معیاره خصوصیات و فرضیات متفاوت را منعکس می‌کند و استفاده از یک روش منفرد نتایج رضایت بخشی را حاصل نمی‌کند، توصیه شد که به منظور حل مسائل تصمیم‌گیری از چندین روش تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شود (چندراپا^۴ و بوسان، ۲۰۱۲). سوماتھی^۵ و همکاران (۲۰۰۷). با استفاده از تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و روی هم‌گذاری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی اقدام به مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری شهر پندیچری در کشور هند نمودند. در این مطالعه عواملی از جمله زمین‌شناسی، منابع آب، کاربری اراضی، مناطق حساس، کیفیت هوا و کیفیت آب زیرزمینی در نظر گرفته شد و به هر معیار بر اساس اهمیت نسبی، وزنی تعلق گرفت. در نهایت پس از وزن دهی، ۱۷ منطقه به‌طور بالقوه مناسب ارزیابی شدند. بیشتر این محل‌ها بعد از در نظر گرفتن عواملی همچون نزدیکی خطوط انتقال نیرو، منبع اصلی آب شهر، مناطق مسکونی جدید و قرار گرفتن در زون مدرسه حذف شدند و در نهایت سه منطقه به‌عنوان مناسب‌ترین مناطق انتخاب شدند. پژوهش‌های مختلفی در جهان با هدف مکان‌یابی محل دفن زباله با استفاده از GIS و رویکرد ترکیبی Fuzzy-AHP

1. Mahini and Gholamalifard
2. Javaheri et al.
3. Chenge et al.
4. Chandrappa and Bhusan Das
5. Sumathi et al.

انجام شده است که به طور مثال می توان به ایتالیا (راندازو^۱ و همکاران، ۲۰۱۸)، عراق (چابوک^۲ و همکاران، ۲۰۱۹)، اسپانیا (آریتا^۳ و همکاران، ۲۰۱۶)، مراکش (برکت^۴ و همکاران، ۲۰۱۷)، برزیل (ساینگ^۵ و همکاران، ۲۰۱۹) اشاره نمود.

از مطالعات داخلی نیز می توان از پژوهش گیلوری و همکاران (۱۳۹۴) در شهر یزد، نیکزاد و همکاران (۱۳۹۶) در شهرستان علی آباد، صمیمیان و زند مقدم (۱۳۹۶) در قائم شهر، غلامی و همکاران (۱۳۹۹) در شهر صنعتی عسلویه، تقوی مقدم و همکاران (۱۴۰۰) در شهر جغتای، بنی اسدی و همکاران (۱۳۹۶) شهرستان آستارا، عمادالدین و همکاران (۱۳۹۹) در شهرستان گرگان و حجازی (۱۳۹۴) در مراغه یاد کرد. مرور مطالعات انجام شده در خصوص مکان یابی محل های دفن پسماند نشان می دهد اگرچه تاکنون روش های متعددی در فرایند انتخاب محل دفن پسماند مورد استفاده واقع شده است، اما نقطه اشتراک تمامی روش ها، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و همپوشانی پارامترهای مختلف است. در این بین رویکرد مورد استفاده در فرایند همپوشانی را می توان مهم ترین عامل تفاوت در خروجی مطالعات مختلف دانست. همچنین بررسی پارامترهای مختلف مورد استفاده در انتخاب محل دفن پسماند حاکی از آن است که بخش عمده ای از پارامترهای مورد استفاده در فرایند مکان یابی لندفیل یکسان بوده و در اکثر مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است.

شهر جدید پردیس به عنوان یکی از شهرهای جدید در اطراف کلان شهر تهران می باشد که لازم است مکان یابی اصولی و مطابق با ملاحظات محیط زیستی برای خدمات شهری آن انجام شود. طبق گزارش های سرشماری سال ۱۳۹۵ حدود ۷۳ هزار نفر در این شهر سکونت دارند و نرخ رشد سالانه جمعیت در بازه های زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵، ۱۱٫۳ درصد بوده است (شرکت عمران شهر جدید پردیس، ۱۳۸۹). طی سال های گذشته پسماندهای شهر جدید پردیس به منطقه گندک از توابع بخش رودهن شهرستان دماوند تخلیه شده و به صورت غیربهداشتی در این منطقه تلنبار یا دفن می شود و در برخی مواقع برای کاهش حجم پسماند ناچار سوزانده می شود که این امر باعث تنزل کیفیت زندگی و تشدید مسائل و مشکلات ساکنین منطقه گردیده است.

عمده کاستی ها و چالش های محیط زیستی مرکز انباشت زباله در این منطقه در سال های گذشته عبارتند از:

- آلودگی آب های سطحی ناشی از جریان نزولات جوی و اشاعه انواع آلودگی های میکروبی در سطح شهر و مناطق پائین دست.
- عدم رعایت اصول فنی تخصصی دفن زباله و نبودن امکانات و تجهیزات کافی.

1. Randazzo et al.
2. Chabuk et al.
3. Arrieta et al.
4. Barakat et al.
5. Ingh et al.

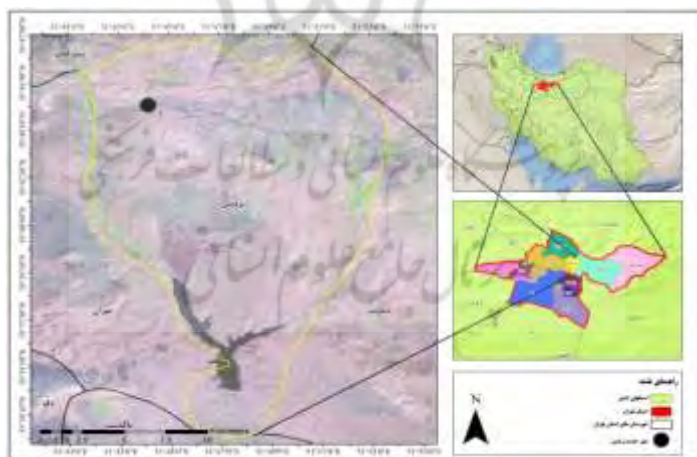
• نفوذ شیرابه به آبخوان منطقه.

با توجه به ضرورت و اهمیت موضوع، هدف این پژوهش مکانیابی محل دفن پسماند شهری در شهر جدید پردیس با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و به‌کارگیری قابلیت‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS و منطق فازی است.

۲- مواد و روش

۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

شهر جدید پردیس با وسعتی حدود ۱۶۶۰ هکتار بین ۵۱ درجه و ۴۴ دقیقه و ۳۳ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۵۲ دقیقه و ۲۶ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه و ۳۷ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه و ۳۷ ثانیه عرض شمالی در دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز و در طرفین جاده تهران-مازندران در فاصله ۱۸ کیلومتری شرق شهر تهران قرار دارد. موقعیت این منطقه از سمت شمال و شمال شرق رشته‌کوه البرز با قلی به ارتفاع ۲۳۰۰ تا ۲۵۰۰ متر، از سمت شرق شهر بومهن، از جنوب تپه‌ماهورها و اراضی با کاربری کشاورزی و باغات روستایی و در سمت غرب و جنوب غرب پارک ملی خجیر محدود شده است. شاخص‌ترین عارضه طبیعی در غرب این منطقه بستر رودخانه جاجرود است که با فاصله بیشتری از شهر پردیس جریان دارد. شهر جدید پردیس در محدوده دهستان سیاهرود واقع گردیده است. این دهستان در بخش مرکزی شهرستان تهران و از توابع استان تهران می‌باشد (شکل ۱).

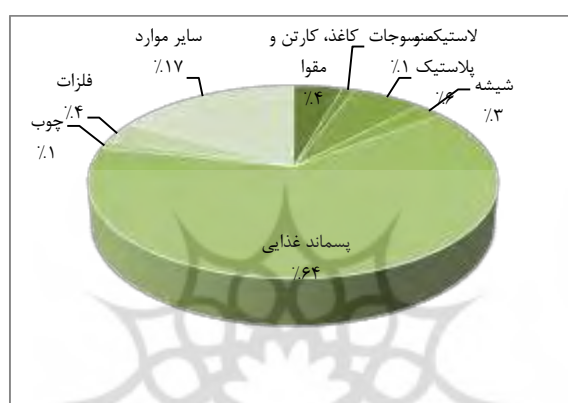


شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

ساختمان زمین‌شناسی منطقه به‌عنوان بخشی از البرز مرکزی موردبررسی قرار گرفته و به لحاظ ویژگی‌های چینه‌شناسی و ژئومرفولوژیک گسترده شهر پردیس و پیرامون آن به کوهستان جنوبی البرز مرکزی و کوهپایه‌های آن

متعلق است. گستره شهر در نیمه شمالی بر روی توفهای سبز آئوسن بنا گردیده و این آبرفت‌ها دارای دانه‌بندی مناسب هستند و از ضخامت قابل توجهی نیز برخوردارند.

با بررسی‌های به عمل آمده و مشاهدات عینی در محل، سه گروه اصلی از مواد زائد شهری (زباله) در شهر جدید پردیس تولید می‌شود که عبارتند از زباله‌های خانگی، تجاری با ماهیت مشابه زباله‌های خانگی و نخاله‌های شهری. براساس مطالعات شهرداری شهر جدید پردیس، اندازه‌گیری‌های وزنی و آنالیز زائادات جمع آوری شده طبق شکل ۲ می‌باشد.



شکل ۲- آنالیز زائادات جمع آوری شده در محدوده شهر جدید پردیس

(منبع: مطالعات شهرداری شهر جدید پردیس، ۱۳۸۹)

۲-۲- روش انجام پژوهش

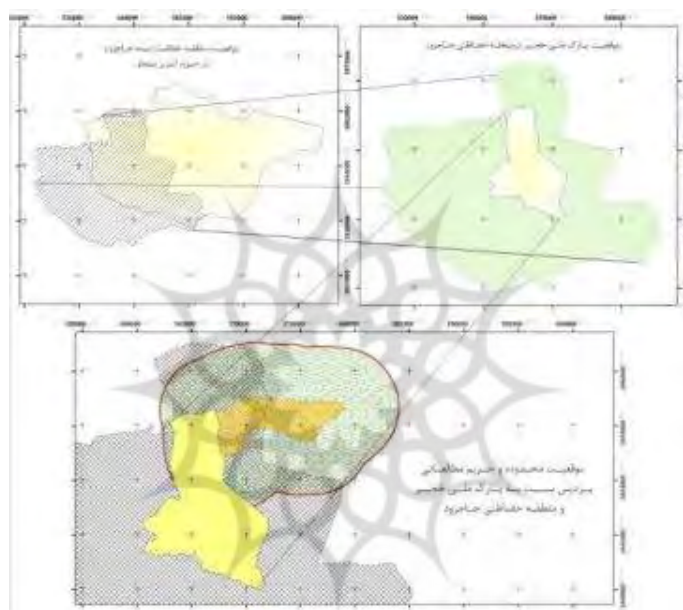
در این تحقیق به منظور بررسی مباحث نظری و تعیین چارچوب نظری از روش تحقیق توصیفی - تحلیلی متکی بر داده‌های تجربی استفاده می‌شود و به لحاظ ماهیتی و هدف، تحقیق از نوع تشریحی و پیش‌بینی‌کننده است. فرایند پژوهش مبتنی بر مراحل ذیل است:

- الف) مطالعه کتابخانه‌ای و مرور منابع
- ب) انتخاب معیارهای موردنظر و جمع‌آوری داده
- ج) وزن‌دهی داده‌ها با روش AHP و ایجاد پایگاه داده در نرم‌افزار ArcGIS
- د) تجزیه و تحلیل داده‌ها با دو منطق بولین و فازی
- ه) مکانیابی

پس از شناسایی معیارهای ارزیابی مؤثر در عملیات مکان‌یابی محل دفن با توجه به مجموعه اطلاعات موجود و در دسترس، از میان ضوابط و استانداردهای ارائه شده توسط وزارت کشور در این خصوص هشت فاکتور ذیل

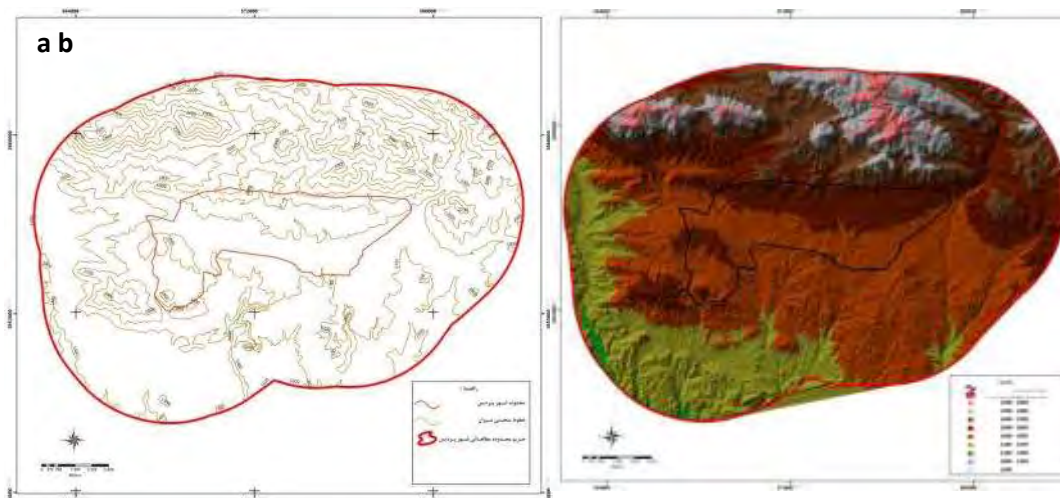
انتخاب و در این تحقیق به کار گرفته شد که عبارتند از: فاصله از چاه‌های عمیق آب، شیب زمین، فاصله از شهر جدید پردیس، فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از مراکز جمعیتی، فاصله از باغات، فاصله از زمین‌های کشاورزی، فاصله از جاده‌های دسترسی (جدول ۱).

لازم به یادآوری است بخشی از محدوده مطالعاتی در این تحقیق در منطقه حفاظت شده جاجرود و پارک ملی خجیر واقع شده (شکل ۳) که در کلیه مراحل مکان‌یابی ممنوعیت هرگونه دخل و تصرف در این مناطق مد نظر قرار گرفته است.



شکل ۳- منطقه مطالعاتی و پارک ملی خجیر و منطقه حفاظت شده جاجرود

پس از جمع‌آوری داده‌های مورد نظر و ورود آن‌ها به سامانه اطلاعات جغرافیایی لایه‌های اطلاعاتی براساس پروژکسیون UTM زمین مرجع گردید. لازم به ذکر است منطقه مطالعاتی در زون ۳۹ شمالی قرار دارد. در مرحله بعدی مدل رقومی ارتفاع (DEM^۱) منطقه مطالعاتی با استفاده از خطوط منحنی میزان موجود در نقشه‌های $\frac{1}{25000}$ تولید (شکل ۴) و سپس نقشه طبقات شیب تهیه گردید.



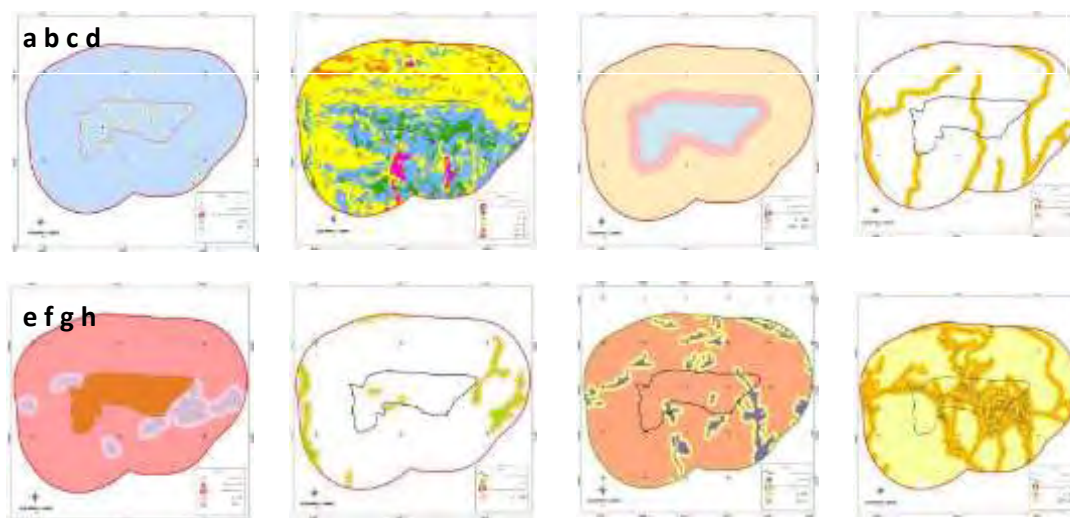
شکل ۴- منحنی میزان (a) و مدل رقومی ارتفاع (b)

مکان‌یابی براساس منطق بولین

با توجه به معیارهای انتخاب شده محدوده قابل قبول برای مکان‌یابی بر مبنای منطق بولین طبق جدول ۱ مشخص و با استفاده از توابع تحلیل‌های مکانی^۱ مکان‌های مناسب برای دفن در هر یک از ۸ لایه به‌طور مجزا تعیین شده و براساس منطق بولین این لایه‌ها با ارزش صفر و یک (صفر= مکان‌های نامناسب و یک = مکان‌های مناسب) طبقه‌بندی گردید (شکل ۵، شامل (a-h)).

جدول ۱- مقادیر معیار مورد استفاده در استاندارد نمودن نقشه بر مبنای منطق بولین

ردیف	نام معیار (لایه نقشه)	محدوده قابل قبول برای عملیات مکان‌یابی
۱	فاصله از چاه‌های عمیق	بیش از ۳۰۰ متر
۲	شیب زمین	کمتر از ۱۵٪
۳	فاصله از شهر جدید پردیس	بین ۱ تا ۵ کیلومتر
۴	فاصله از آب‌های سطحی	بیش از ۳۰۰ متر
۵	فاصله از مراکز جمعیت	بیش از ۵۰۰ متر
۶	فاصله از باغات	بیش از ۳۰۰ متر
۷	فاصله از زمین‌های کشاورزی	بیش از ۳۰۰ متر
۸	فاصله از جاده‌های دسترسی	بین ۳۰۰ تا ۳۵۰۰ متر



شکل ۵- لایه‌های اطلاعاتی منطقه مطالعاتی بر طبق منطق بولین

(a) فاصله از چاه‌های عمیق (b) شیب زمین (c) فاصله از شهر جدید پردیس (d) فاصله از آب‌های سطحی (e) فاصله از مراکز جمعیت (f) فاصله از باغات (g) فاصله از زمین‌های کشاورزی (h) فاصله از جاده‌های دسترسی

در ادامه لایه‌های اطلاعاتی تولید شده رویهم‌گذاری شد. در فرآیند رویهم‌گذاری لایه‌ها، لایه نهایی (لایه خروجی) به‌صورت تابعی از لایه‌های ورودی ایجاد و مورد تحلیل قرار گرفت. به‌طور ویژه ارزش توصیفی تخصیص یافته به هر مکان در لایه خروجی تابعی است از ارزش‌های مستقل مترتب بر مکان متناظر با آن در لایه‌های ورودی. در نقشه نهایی و تلفیق یافته هر پیکسل برای هدف موردنظر با ارزش مناسب یا نامناسب تشخیص داده می‌شود.

مکان‌یابی بر اساس منطق فازی

برخلاف منطق بولین در منطق فازی هیچ قطعیتی وجود ندارد که بتوان براساس آن یک ناحیه را کاملاً مناسب یا کاملاً نامناسب دانست. بدین معنا که هر ناحیه بسته به میزانی که معیار تحت بررسی را رعایت می‌نماید دارای مقدار عضویتی است که نمایانگر میزان مرغوبیت آن زمین است (باروس فرانکو و همکاران، ۲۰۲۰ و اسلام و همکاران، ۲۰۲۰). یعنی هر منطقه یا پیکسل دارای مقدار عضویت بالاتر، مرغوب‌تر شناخته خواهد شد. در تئوری فازی درجات مختلفی از قطعیت مطرح و به سخن دیگر در این تئوری به اعداد بین صفر و یک نیز توجه شده است (رضویان و همکاران، ۱۳۹۴، باروس فرانکو و همکاران، ۲۰۲۰ و اسلام و همکاران، ۲۰۲۰). در کاربرد منطق فازی برای مکان‌یابی محل دفن ابتدا باید ماهیت معیار را از نظر نحوه تأثیرگذاری در انتخاب نهایی تعیین نمود؛ یعنی به‌عنوان مثال دانست

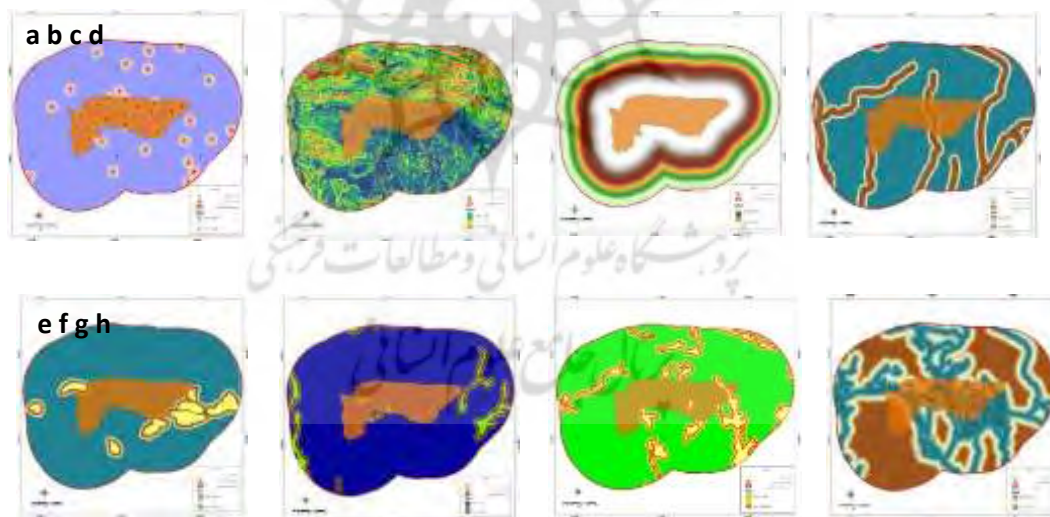
1. Barros Francoa et al.
2. Islam et al.

که مطلوبیت یک محل در افزایش فاصله از آستانه مشخصی است یا کاهش فاصله از آن و یا حتی ممکن است تا فاصله مشخصی تابع افزایشی و از آن به بعد تابع کاهش می‌باشد.

جدول شماره ۲ مقادیر آستانه و نوع تابع فازی پیشنهادی برای استاندارد نمودن نقشه‌های معیار در منطق فازی و **شکل ۶** نقشه‌های تهیه شده برای مکان‌یابی محل دفن زباله‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقادیر آستانه وقوع تابع فازی برای استاندارد نمودن نقشه‌های معیار در منطق فازی

ردیف	معیار (لایه نقشه)	نقاط کنترل (مقادیر آستانه)	نوع تابع فازی
۱	فاصله از چاه‌های عمیق آب	۰	افزایشی
۲	شیب زمین	۰	کاهشی
۳	فاصله از شهر جدید پردیس	۱ کیلومتر	کاهشی
۴	فاصله از آب‌های سطحی	۰	افزایشی
۵	فاصله از مراکز جمعیتی	۰	افزایشی
۶	فاصله از باغات	۰	افزایشی
۷	فاصله از زمین‌های کشاورزی	۰	افزایشی
۸	فاصله از جاده‌های دسترسی	۳۰۰ متر	کاهشی



شکل ۶- لایه‌های اطلاعاتی منطقه مطالعاتی بر طبق منطق فازی

(a) فاصله از چاه‌های عمیق (b) شیب زمین (c) فاصله از شهر جدید پردیس (d) فاصله از آب‌های سطحی (e) فاصله از مراکز جمعیت (f) فاصله از باغات (g) فاصله از زمین‌های کشاورزی (h) فاصله از جاده‌های دسترسی

پس از آماده‌سازی نقشه‌های با معیار فازی نوبت به تلفیق و رویهم گذاری لایه‌ها می‌رسد. در این پژوهش برای تلفیق و رویهم گذاری نقشه‌ها از دو منطق بولین و فازی بهره گرفته شد و در منطق فازی دو روش ذیل مورد توجه قرار گرفت (شکل ۷):

الف) رویهم گذاری بدون وزن دهی برون لایه‌ای

ب) رویهم گذاری با وزن دهی به لایه‌ها با روش AHP

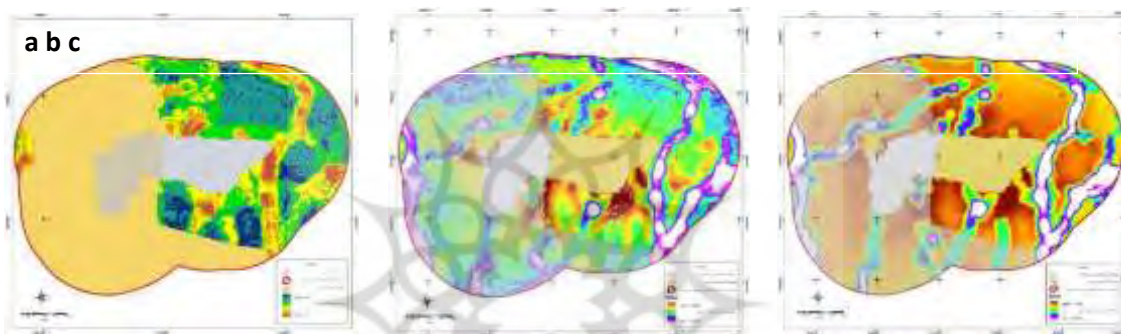
در روش رویهم گذاری با وزن دهی پس از تکمیل مرحله آماده‌سازی اطلاعات و نقشه‌ها و پایگاه داده، وزن دهی به لایه‌ها با روش AHP انجام شد. وزن‌دهی به معیارها یکی از مراحل مهم و اساسی در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که در این تحقیق برای استخراج وزن معیارها روش مقایسه دوتایی (AHP) مورد توجه قرار گرفت. علت انتخاب این روش این است که اولاً به لحاظ سادگی و پایه تئوریک در حد قابل قبولی قرار دارد ثانیاً نتایج قابل قبول و مناسبی در مقایسه با دیگر روش‌ها ایجاد می‌کند. برای به‌کارگیری روش مقایسه دوتایی باید تک تک معیارهای مورد بررسی را به صورت جفت جفت مقایسه کرد و اعدادی را که نشانگر اهمیت نسبی هر جفت نسبت به یکدیگر می‌باشند پس از تخصیص در یک ماتریس وارد نمود سپس وزن‌های حاصل و مقدار نسبت توافق را محاسبه نمود. در همین رابطه **جدول شماره ۳** وزن‌های محاسبه شده برای معیارهای مورد نظر را با استفاده از روش مقایسه دوتایی نشان می‌دهد.

جدول ۳ - وزن دهی به معیارها با استفاده از روش مقایسه دوتایی

معیار	فاصله از زمین کشاورزی	فاصله از باغات	فاصله از مراکز جمعیتی	فاصله از شهر جدید پردیس	فاصله از آب-های سطحی	شیب زمین محل دفن	فاصله از چاه-های آب زیرزمینی	فاصله از جاده‌های دسترسی	وزن معیار
فاصله از زمین کشاورزی	۱	۵	۲	۵	۳	۴	۲	۴	۰/۱۷۲۹
فاصله از باغات	۱	۱	۱	۱	۵	۲	۵	۲	۰/۰۲۹۸
فاصله از مراکز جمعیتی	۱	۴	۱	۴	۲	۶	۳	۵	۰/۱۴۶۲
فاصله از شهر جدید پردیس	۱	۳	۱	۱	۲	۵	۵	۴	۰/۰۸۰۶
فاصله از آب‌های سطحی	۳	۵	۲	۳	۱	۵	۱	۴	۰/۲۲۸۵
شیب زمین محل دفن	۱	۲	۱	۱	۵	۱	۷	۵	۰/۰۲۹۸

وزن معیار	فاصله از جاده‌های دسترسی	فاصله از چاه-های آب زیرزمینی	شیب زمین محل دفن	فاصله از آب-های سطحی	فاصله از شهر جدید پردیس	فاصله از مراکز جمعیتی	فاصله از باغات	فاصله از زمین کشاورزی	معیار
۰/۲۶۱۶	۶	۱	۷	۱	۵	۳	۵	۲	فاصله از چاه‌های آب زیرزمینی
۰/۰۵۰۶	۱	۱	۵	۱	۱	۱	۲	۱	فاصله از جاده‌های دسترسی

در نهایت مکانیابی با تلفیق نقشه‌های تهیه شده و در نظر گرفتن هر دو منطق بولین و فازی (با وزن دهی و بدون وزن دهی) در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (نرم‌افزار Arcgis10.5) انجام و مکان‌های مطلوب شناسایی شد.



شکل ۷- مکان‌یابی محل دفن پسماند در منطقه مطالعاتی (a) بولین (b) فازی بدون وزن دهی (c) فازی با وزن دهی

۴- نتایج و بحث

نتایج به‌کارگیری منطق بولین و فازی در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مکان‌های مناسب را با ذکر اولویت نشان می‌دهد. یافته‌های حاصل از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در این مطالعه حاکی از آن است که فاصله از چاه‌های آب و آبراهه‌ها طبق نظر خبرگان اهمیت بالایی داشته‌اند.

نقشه‌های حاصل از دو روش (بولین و فازی) مورد استفاده در عملیات مکان‌یابی نشان می‌دهد که کمترین زمین‌های ایجاد شده (به لحاظ تعداد قطعات و مساحت) در روش بولین و بیشترین آن در روش فازی در جنوب شرقی شهر پردیس می‌باشد. این موضوع بیانگر این مطلب است که در روش بولین به علت محدود بودن انتخاب‌ها و دامنه مقادیر معیارها در فرآیند مکان‌یابی انعطاف‌پذیری مناسبی وجود ندارد؛ چراکه زمین‌ها براساس معیارهای مطلق و قطعی انتخاب می‌شوند. لیکن این روش به علت سادگی عملیات و سهولت کاربرد مورد توجه است. مزیت دیگر این روش این است که هیچ‌گونه ریسکی را قبول نمی‌نماید، یعنی زمین‌های منتخب به‌وسیله این روش به‌طور قطع دارای بهترین شرایطی است که برای انتخاب تعریف شده است. البته این موضوع در مناطقی که

زمین مناسب کم است، یک نقص تلقی می‌شود چراکه قدرت مانور بر روی معیارهای مختلف تنها از طریق تغییر محدوده مقدار معیارها میسر است. درحالی‌که با به‌کارگیری روش فازی به‌واسطه طیف گسترده دسته‌بندی مناطق قدرت تصمیم‌گیری بالاتر است؛ یعنی در این روش به طرق گوناگون می‌توان در نتایج حاصل به نحوی تغییر ایجاد نمود که پاسخ‌های قابل قبول‌تری بدهد، ازجمله تغییر در مقادیر آستانه، توابع فازی، وزن‌های معیار و تغییر محدوده طبقه‌بندی. از دیدگاه کلی‌تر، مطالعه حاضر نشان می‌دهد که سامانه اطلاعات جغرافیایی با توجه به تنوع توابع و قابلیت‌های تحلیل و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی، ابزاری بسیار قدرتمند در فرآیند مکان‌یابی است که بدون بهره‌گیری از آن، بسیار وقت‌گیر، پرهزینه و کم‌دقت خواهد بود. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد طبق یافته‌های این پژوهش مکان‌های پیشنهادی برای دفن بهداشتی پسماند در جنوب‌شرقی شهر جدید پردیس می‌باشد.

۵- جمع‌بندی

آنچه مسلم است دستیابی به اهداف در نظر گرفته شده برای شهرهای جدید پیرامون کلان‌شهرها بدون توجه به برنامه‌ریزی خدمات شهری و ملاحظات اکولوژیکی امکان‌پذیر نیست. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با استفاده از منطق بولین می‌توان مناطق پر ریسک را از دامنه انتخاب‌های مکان‌یابی حذف نمود که دستاورد بسیار مهمی است زیرا موجب صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه مطالعات و فرآیند مکان‌یابی می‌شود و پس از حذف مکان‌های نامناسب با به‌کارگیری منطق فازی مکان‌های مناسب را شناسایی کرد. معیارها و زیرمعیارهایی که در این تحقیق مدنظر قرار گرفته‌اند می‌توانند در شهرهایی با شرایط محیطی و اهداف مشابه مورد استفاده قرار گیرند. البته در تعمیم‌پذیری این شاخص‌ها باید همواره به تفاوت‌های محیطی و اجتماعی توجه نمود.

کتابنامه

اجتماعی، بابک؛ شکور، علی؛ پرپار، زهرا؛ ۱۳۹۷. مکان‌یابی محل دفع پسماند شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر قیر). فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای. ۸ (۳۰). ۱۳۸-۱۲۷.

<http://doi: 20.1001.1.22516735.1397.8.30.10.0>

اقصایی، هلن؛ سوری، بابک؛ ۱۳۹۶. مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از تکنیک‌های اطلاعاتی مکانی مطالعه موردی: شهر سنندج. پژوهش‌های محیط‌زیست. ۸ (۱۵). ۲۱۵-۲۲۹.

<http://doi: 20.1001.1.20089597.1396.8.15.25.1>

بنی اسدی، رقیه؛ احمدی زاده، سید سعیدرضا؛ اعتباری، بهروز؛ قمی معترضه، علیرضا؛ ۱۳۹۶. مکان‌یابی دفن پسماندهای زائد شهری با تأکید بر معیارهای زیست‌محیطی و اقتصادی در مناطق شمالی ایران (مطالعه موردی: شهرستان آستارا). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. ۱۹ (ویژه‌نامه شماره ۵). ۴۰۵-۴۱۵.

<http://doi: 10.22034/jest.2017.11344>

تقوی مقدم، ابراهیم؛ پوریان، زهرا؛ زنگنه اسدی، محمدعلی؛ امیری، ابراهیم؛ ۱۴۰۰. ارزیابی تناسب زمین جهت بهینه‌یابی محل دفن پسماند شهری با تأکید بر فاکتورهای طبیعی (نمونه موردی: شهر جغتای). جغرافیا و مطالعات محیطی. ۱۰ (۳۷). ۹۹-۱۱۴.

http://ges.iaun.ac.ir/article_680114_77c4444d1bceb00731823ea29419649b.pdf

حجازی، سیداسدالله؛ ۱۳۹۴. مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری با استفاده از تکنیک‌های اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی: مطالعه موردی شهرستان مراغه. نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی. ۱۹ (۵۴). ۱۰۵-۱۲۵.

https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_4471_d713630ce910a59046e8f0baa1509785.pdf

خورشیددوست، علی محمد؛ عادل، زهرا؛ ۱۳۸۸. استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی: شهر بناب). محیط‌شناسی. ۳۵ (۵۱). ۲۷-۳۲.

<http://doi: 20.1001.1.10258620.1388.35.51.6.8>

رضویان، محمدتقی؛ کانونی، رضا؛ فیروزی، ابراهیم؛ ۱۳۹۴. مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری (مطالعه موردی: شهر اردبیل). برنامه‌ریزی و آمایش فضا. ۱۹ (۴). ۹۲-۶۷.

<https://hsmmp.modares.ac.ir/article-21-10945-fa.pdf>

صمیمیان، مهدی؛ زندمقدم، حمیدرضا؛ ۱۳۹۶. مکان‌یابی محل دفن پسماند زباله‌های شهری با رویکرد زیست‌محیطی (مطالعه موردی شهر قائمشهر). کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور در برنامه‌ریزی. ۸ (۲). ۱-۱۰.

https://gisrs.semnan.iau.ir/article_532900_4399659c3b1dc60487371a5a18ee2357.pdf

صیدایی، سید اسکندر؛ حسین‌زاده سورشجانی، نسیم؛ ۱۳۹۶. مکان‌یابی بهینه محل دفن پسماند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: بخش میانکوه شهرستان اردل).

<http://doi: 10.22059/jhsci.2017.243685.285> مدیریت مخاطرات محیطی. ۴ (۲). ۱۵۷-۱۷۴.

- عمادالدین، سمیه؛ فرزانه، فاطمه؛ آرخی، صالح؛ صیادسالار، یاسین؛ ۱۳۹۹. مکان‌یابی دفن پسماند شهری با استفاده از مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) (مطالعه موردی: شهرستان گرگان). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۲۰۵-۱۸۷. (۲)۹. <http://doi: 10.22067/geo.v9i2.86496>
- غلامی، محمد، نظری، ولی اله؛ رضاعلی، منصور؛ ۱۴۰۰. مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری با استفاده از GIS و AHP (مطالعه موردی: شهر ساحلی - صنعتی عسلویه). *فصلنامه علمی - پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*. ۲۱-۱۹۳. (۲)۱۳. <http://doi: 20.1001.1.66972251.1400.13.2.10.1>
- گیلوری، سارا؛ حافظی مقدس، ناصر؛ مظلومی بجستانی، علیرضا؛ مظهری، سید علی؛ ۱۳۹۴. ارزیابی زیست‌محیطی (EIA) و مکان‌یابی بهینه محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از روش SAW، GIS و ماتریس لئوپولد (مطالعه موردی شهر یزد). *طلوع بهداشت*. ۱۴ (۶). ۱۶۲-۱۴۹. <http://tbj.ssu.ac.ir/article-1-1983-fa.html>
- مالچفسکی، ی.؛ ۱۳۹۲. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاره. ترجمه: پرهیزگار، الف؛ و غفاری گیلانده، ع. چاپ سوم. تهران: انتشارات سمت. ۶۰۸ صفحه.
- میرآبادی، مصطفی؛ حسین عبدی قلعه، علی؛ ۱۳۹۶. مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان با استفاده از منطق بولین و مدل سلسله مراتبی (AHP). *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*. ۱۹(۱). ۱۴۹-۱۶۸. <http://doi: 10.22034/jest.2017.10342>
- نیک زاد، وحید؛ امیری، محمد جواد؛ معرب، یاسر؛ فروغی، نگار؛ ۱۳۹۶. مکان‌یابی محل دفن پسماند با استفاده از منطق فازی در GIS و مدل تحلیل فرایند شبکه‌ای فازی (FANP) (مطالعه موردی: شهرستان علی‌آباد). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۸۷-۶۷. (۱)۶. <http://doi: 10.22067/geo.v6i1.47944>
- وزارت کشور؛ ۱۳۸۸. ضوابط زیست محیطی مکان‌یابی محل‌های دفن مواد زائد جامد. دفتر خدمات شهری سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

- Arrieta, G., Requena, I., Toro, J., Zamorano, M., 2016. Adaptation of EVIAVE methodology for monitoring and follow-up when evaluating the environmental impact of landfills. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 168-179. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.10.001>
- Barakat, A., Hilali, A., Baghdadi, M.E., 2017. Landfill site selection with GIS-based multi-criteria evaluation technique. A case study in Béni Mellal-Khouribga Region. Morocco. *Environmental Earth Sciences*, 76, 413. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6757-8>
- Barros Franca, D.G., Teresinha Arns Steiner, M., Medeiros Assefa, F., 2020. Optimization in waste landfilling partitioning in Paraná State, Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 283, 125353. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125353>
- Chabuk, A., Al-Ansari, N., Hussain, H.M., 2019. Landfill sites selection using MCDM and comparing method of change detection for Babylon Governorate, Iraq. *Environmental Sciences and Pollution Research*, 26, 35325-35339. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05064-7>
- Chandruppa, R., Bhusan Das, D., 2012. Solid Waste Management; Principles and Practice. Springer. <https://doi:10.1007/978-3-642-28681-0>

- Chenge, S., Chan, C.W., Huang, G.H., 2003. An integrated multicriteria decision analysis and inexact mixed integer linear programming approach for solid waste management. *Engineering Application of Artificial Intelligence*, 16, 543- 554. [https:// doi.org/ 10.1016/ S0952-1976\(03\)00069-1](https://doi.org/10.1016/S0952-1976(03)00069-1)
- Islam, M., Kashem, S., Morshed, S., 2020. Integrating spatial information technologies and fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP) approach for landfill siting. *City and Environment Interactions*, 7, 100045. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100045>
- Javaheri, H., Nasrabadi, T., Jafarian, M.H., Rowshan, G.R., Khoshnam, H., 2006. Site selection of municipal solid waste landfills using analytical hierarchy process method in a geographical information technology environment in Giroft. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 3, 177-184. [https:// ijehse.tums.ac.ir /index.php/ jehse/ article/ view/87/86](https://ijehse.tums.ac.ir/index.php/jehse/article/view/87/86)
- Mahini, A.S., Gholamalifard M., 2006. Siting MSW landfill with weighted linear combination methodology in a GIS environment. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 3, 435-445. <https://doi.org/10.1007/BF03325953>
- Randazzo, L., Cusumano, A., Oliveri, G., Di Stefano, P., Renda, P., Perricone, M., Zarcone, G., 2018. Landfill site selection for municipal solid waste by using AHP method in GIS environment: waste management decision-support in sicily (Italy). *Detritus*, 2(1), 78-88. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2018.13656>.
- Singh, A., 2019. Remote sensing and GIS applications for municipal waste management. *Journal of Environmental Management*, 243, 22-29. [https:// doi.org/ 10.1016/ j.jenvman. 2019.05.017](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.017).
- Sumathi, V.R., Natesan, U. Sarker, C., 2008. GIS-based for optimized sitting of municipal solid waste landfill. *Waste management*, 28, 2146-2160. [https:// doi.org/ 10.1016/ j. wasman.2007.09.032](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.09.032)

