پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۵۴ ، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۱
ص. ۱۴۷۱-۱۴۵۳
DOI:10.22059/jhgr.2021.333420.1008407

ارزیابی تناسب زمین و مدیریت پسماندهای بیمارستانی با استفاده از روش‌های کمی مطالعه موردی: شهرستان کرمان

علی مصطفوی[۱]– دانشجوی دکترای محیطزیست، دانشکده محیطزیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
مریم پازوکی – استادیار محیطزیست، دانشکده محیطزیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
غلامرضا نبی بیدهندی – استاد محیطزیست، دانشکده محیطزیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۲ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۲**

چکیده
بیمارستان‌ها منابع مهمی از آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های تشخیصی، آزمایشگاهی و تحقیقاتی و همچنین دفع دارو توسط بیماران هستند. این نوع از پسماند در مراحل مختلف مشکلات عدیده‌ای را ایجاد می‌نماید. هدف از این پژوهش تعیین مکان بهینه جهت دفع پسماند و بررسی شاخص‌های اثرگذار و همچنین وضعیت مدیریت پسماندهای بیمارستانی شهر کرمان می‌باشد که می‌تواند در روند مدیریت صحیح و کارآمد و کنترل پسماندهای بیمارستانی اثرگذار و یاری‌رسان باشد. در این مطالعه از روش ای‌اچ‌پی–فازی جهت تعیین مکان بهینه دفع پسماند از ارزیابی اثرات سریع و تئوری فازی جهت بررسی سناریوهای موجود برای مدیریت پسماند بیمارستانی شهر کرمان استفاده گردید که با تکمیل پرسشنامه، مصاحبه و نمونه‌برداری از پسماندهای ۱۰ بیمارستان در سطح شهر کرمان صورت گرفت. بر این اساس بهترین مکان برای دفع پسماند بیمارستانی در شمال غربی منطقه موردمطالعه قرار دارد و مساحت زیادی از منطقه موردمطالعه در محدوده طبقات نامناسب جهت دفع پسماند قرار رفته است. مساحت طبقات نامناسب بیش از ۴۰ درصد از منطقه موردمطالعه را در برمی‌گیرد. نتایج ارزیابی پسماندها به روش فازی–ریام نشان داد که روش پلاسما در روش مدیریت پسماندهای بیمارستانی کمترین اثر منفی زیست‌محیطی ازنظر اجزای فیزیکی– شیمیایی و ازنظر اجزای بیولوژیکی– اکولوژیکی را دارد و همچنین بیشترین اثر منفی ازنظر اجزای اقتصادی– فنی (عملیاتی) مربوط به پلاسما می‌باشد. لذا در صورت تأمین هزینه‌های ناشی از روش پلاسما این روش برای مدیریت پسماندهای بیمارستانی شهر کرمان توصیه می‌گردد. کمترین اثر منفی ازنظر اجزای اقتصادی– فنی (عملیاتی) مربوط به محل دفن می‌باشد.

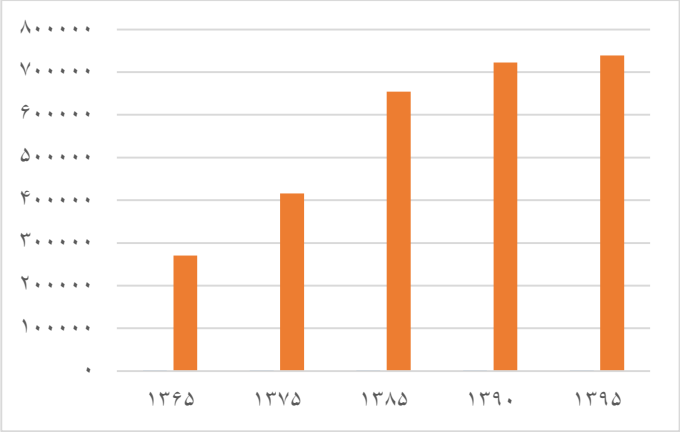
واژگان کلیدی: ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، مدیریت پسماند بیمارستانی، شهر کرمان،AHP-Fuzzy، Fuzzy- RIAM

۱. نویسنده مسئول
Email: mostafavienviroment@yahoo.com

مقدمه

امروزه مشکلات پسماندهای جامد که خروجی طبیعی فعالیت‌های روزانه انسان است به یکی از مهم‌ترین مسائل تبدیل‌شده است. میزان زباله‌های جامد تولیدشده در سه دهه گذشته افزایش قابل‌ملاحظه‌ای داشته است و ویژگی‌های زباله‌ها به دلیل تغییر در شیوه زندگی مردم، تحولات صنعت زیست‌محیطی و افزایش چشمگیر جمعیت، تغییر کرده است. (قاسم‌زاده و پازوکی، ۲۰۱۷، ۴۵). در بسیاری از جوامع درحال‌توسعه، مدیریت نامناسب مواد زائد بیمارستانی و بهداشتی–درمانی، اثرات مستقیم سوئی در سلامت جامعه و محیط‌زیست دارد (بابانیارا و همکاران، ۱۳۱،۲۰۱۳). بیمارستان‌ها منابع مهمی از آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های تشخیصی، آزمایشگاهی و تحقیقاتی و همچنین دفع دارو توسط بیماران هستند که شامل مؤلفه فعال داروها و متابولیت‌ها، مواد شیمیایی، باقیمانده داروهای درمانی، نشانگرهای رادیواکتیو و غیره بیمارستان می‌باشد (وانگ و همکاران، ۱۳۲،۲۰۲۰). سازمان بهداشت جهانی ضایعات زیان‌آور و خطرناک را مواد زائدی می‌داند که به دلیل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیک، جمع‌آوری، جابه‌جایی و دفع آن‌ها مستلزم تدابیر خاصی بوده تا از بروز هرگونه تأثیرات سوء بر محیط‌زیست و سلامت انسان جلوگیری کند (بادی و همکاران، ۸،۲۰۲۰).

از منظر مهندسی بهداشت، دفن پسماند یک مسئله عادی نمی‌باشد. زباله‌ها و پسماندهای جامد و بیمارستانی یک جریان ترکیبی و پیچیده و درعین‌حال بحرانی برای شهرها می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود که تولید زباله از ۱/۳ میلیارد تن در سال به ۲/۲ میلیارد تن تا سال ۲۰۲۰ افزایش یابد (سلطانی و همکاران، ۴۱،۲۰۱۵). منشأ زباله‌های تولیدشده در کشورهای درحال‌توسعه بیشتر در ارتباط با صنایع، بیمارستان و مراکز بازار است (حسین و همکاران، ۱۴،۲۰۲۰). ازاین‌رو بسیاری از شهرهای کشورهای درحال‌توسعه در مدیریت دفن پسماند با مشکلات زیادی دست‌وپنجه نرم می‌کنند (شارهولی و همکاران، ۲،۲۰۱۷). در کشور ما با محاسبه ۸۰۰ گرم زباله سرانه، هرروزه بالغبر ۵۰۰۰ تن مواد زائد جامد تولید می‌شود که در مقایسه با سایر کشورهای جهان با ۲۹۲ کیلوگرم زباله برای هر نفر در سال در حد متعادلی قرارگرفته است (صمیمیان و همکار، ۲۱،۱۳۹۶). بااین‌حال ازدیاد جمعیت و توسعه صنعت به‌گونه‌ای که در برنامه‌های پنجم و ششم جمهوری اسلامی ایران مطرح است، موجبات ازدیاد مواد زائد جامد و بالطبع تغییرات فیزیکی–شیمیایی آن‌ها را به وجود می‌آورد. به‌طوری‌که برنامه‌های جمع‌آوری و دفع زباله موجود جوابگوی نیازهای این بخش نخواهد بود. علاوه بر این در مراکز دفن زباله‌های شهری تنها پسماندهای خانگی نیستند که نگران‌کننده هستند، بلکه مسئله زمانی جنبه حاد به خود می‌گیرد که زباله‌های خطرناکی نظیر زباله‌های بیمارستانی نیز وارد محیط می‌شوند. شهر کرمان به‌مانند دیگر شهرهای جهان، رشد جمعیت را در دوره‌های زمانی مختلف تجربه کرده است و این رشد و توسعه شهرسازی در اکثر کشورهای درحال‌توسعه به فرایندی غیرقابل‌کنترل تبدیل‌شده است (کبیر و خان، ۶۸،۲۰۲۰). دستگاه‌های امحا زباله بیمارستانی در کرمان با ظرفیت محدود در حال فعالیت هستند و شناسایی محل مناسب برای ایجاد مرکز اصلی امحای زباله‌های بیمارستانی مراکز درمانی، پزشکی و آزمایشگاهی لازم و ضروری به نظر می‌رسد.



شکل ۱. روند افزایش جمعیت شهر کرمان در دهه‌های گذشته

در این پژوهش بامطالعه همه‌جانبه در گام نخست مکان مناسب برای دفن پسماندهای بیمارستانی شهر کرمان شناسایی گردید و در گام بعدی به ارزیابی سناریوهای دفع زباله بیمارستانی در این شهر پرداخته شد. هدف اصلی از انجام این تحقیق یافتن ایمن‌ترین مکان و کارآمدترین سناریو برای دفع پسماندهای بیمارستانی شهر کرمان است. بر اساس مطالعات مقایسه‌ای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی[1] و ارزیابی زیست‌محیطی راهبردی[2] با استفاده از ماتریس ارزیابی سریع[3] این روش می‌تواند برای مقایسه و رتبه‌بندی پروژه‌های جداگانه و مجزا، طرح‌ها، برنامه‌ها و سیاست‌ها بر اساس اثرات مثبت یا منفی مورداستفاده قرار بگیرد. بدیهی است دفن جداگانه پسماندهای بیمارستانی بسیار دارای اهمیت است و ضرورت دارد مسئولان ذی‌ربط برای سلامتی شهروندان به این موضوع بااهمیت توجه ویژه نمایند. مخاطبان این پژوهش در وهله نخست شهرداری شهر کرمان و سپس واحدهای بهداشت، ایمنی و محیطزیست منطقه است که مسئولیت نظارت بر اجرای درست عملیات دفن پسماند را بر عهده دارند. به‌طورکلی تحقیقات مختلفی در ارتباط با دفن پسماند و به‌ویژه پسماندهای بیمارستانی در سطح داخلی و بین‌المللی صورت گرفته است که از میان آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (جدول ۱).

جدول ۱. مروری بر پیشینه تحقیق صورت گرفته در ارتباط با مدیریت و دفع پسماند در سطح داخلی و بین‌المللی

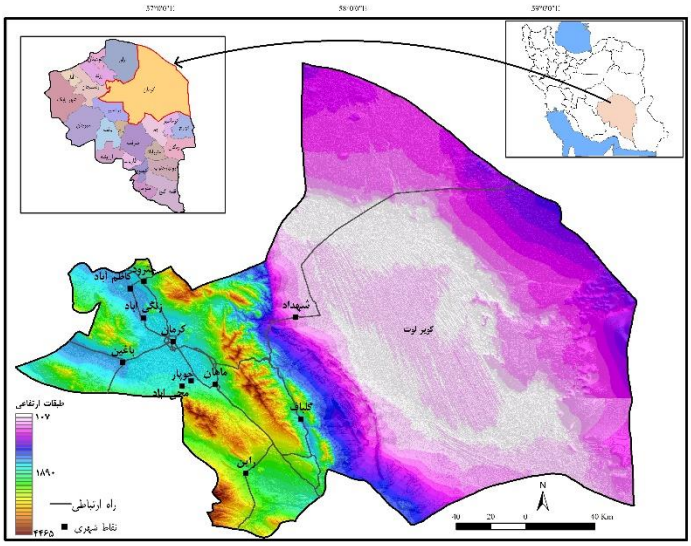
منطقه موردمطالعه	اهداف	معیارها	روش	رفرنس
استانبول، ترکیه	رتبه‌بندی تناسب زمین و مکان	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	جی‌آی‌اس، ای‌اچ‌پی	گولر و یومارلیغو
پورتوآلگر، برزیل	ارزیابی زمین فعلی و مکان بهینه برای استقرار یک محل زمین	معیارهای کلی و پارامترهای پیچیده مانند رشد جمعیت، محل گسترش جمعیت	جی‌آی‌اس، ام‌سی‌دی‌ام	لئوا و همکاران
برزیل	رتبه‌بندی و نمره دهی سایت‌های دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	جی‌آی‌اس، فازی، ای‌اچ‌پی	ملو و همکاران
جیرفت، ایران	انتخاب مکان دفن	کاربری اراضی، اقتصادی-اجتماعی و هیدروژئولوژی	جی‌آی‌اس، ام‌سی‌دی‌ام	جواهری و همکاران
پوندیچری، هند	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	جی‌آی‌اس، ام‌سی‌دی‌ای	سوماتی و همکاران
داماتورا، نیجریه	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	جی‌آی‌اس، ام‌سی‌دی‌ام، ای‌ان‌پی	بابالوا و بوسو
ایسپارات، ترکیه	انتخاب مکان دفن	کاربری اراضی، محیطی و هیدروژئولوژی	ای‌اچ‌پی، جی‌آی‌اس	سنجر و همکاران
آبه کوتا، نیجریه	انتخاب محل‌های دفن زباله و مسیرهای حمل‌ونقل	کاربری اراضی و هیدروژئولوژی	آر اس، جی‌آی اس	ادئوفون و همکاران
بحیردار، اتیوپی	جایگزینی محل دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	آر اس، جی‌ای‌اس، ام‌سی، دی‌ام	ابیستو و مینالە
پراهووا، رومانی	انتخاب مکان دفن	معیارهای محیطی و قانونی	شاخص تناسب	مانویه و همکاران
اوندو، نیجریه	شناسایی مکان مناسب دفن مواد جامد	نوع خاک، کاربری	آر اس، جی‌ای‌اس	اووینلوی
دانانگ، ویتنام	انتخاب مکان و مسیر حمل	کاربری اراضی، شبکه راه و حجم کلی زباله	روش ترکیبی PSO آشفته	سون

1Environmental Investigation Agency
2Strategic Environmental Assessment
3Rapid Impact Assessment Matrix

آیپو، مالزی	حجم زباله و مسیر حمل	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	آر اس، جی‌ای‌اس	ملک احمد و همکاران
نیجر، نیجریه	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	آر اس، جی‌ای‌اس	سوله و همکاران
اهواز، ایران	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	جی‌آی‌اس و غربالگری محلی	دیامی و همکاران
کندی، سریلانکا	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	ارزیابی نیمه کمی	بلاسووریا و همکاران
مومبای، هند	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	ام‌سی‌دی‌ام	خرات و همکاران
بورسا، ترکیه	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	جی‌آی‌اس، ام‌سی‌دی‌ام	ایلدریم و همکاران
شیراز، ایران	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	جی‌آی‌اس، فازی، ای‌اچ‌پی	پاسالاری و همکاران
منطقه قاسم، عربستان	رتبه‌بندی مکان‌های دفن	سرویس‌های خدماتی، مجموعه‌های محیطی، خصوصی، محیطی، پایداری و مسائل مالی	فازی، ای‌اچ‌پی، پروموتینگ	الهمید و همکاران
کلکته، هند	انتخاب مکان دفن	معیارهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی	فازی، ای‌اچ‌پی	علی و احمد

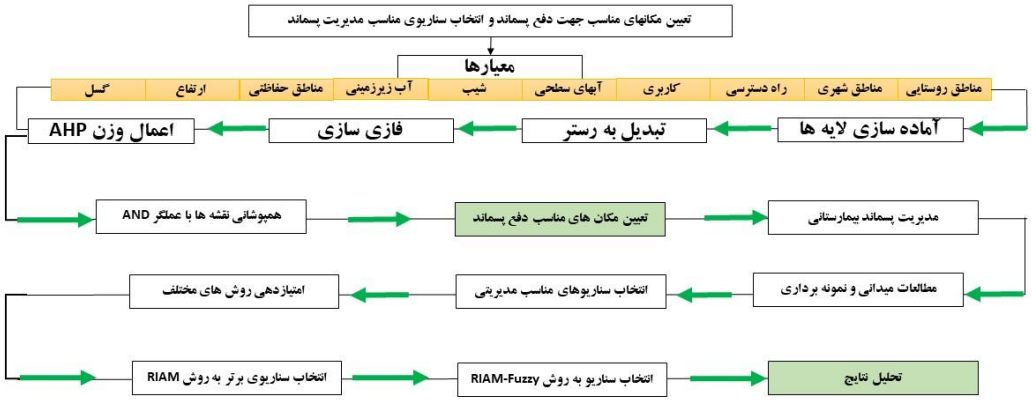
روش پژوهش

در این پژوهش اطلاعات به‌واسطه مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی و روش توصیفی- تحلیلی جمع‌آوری گردیده است. محدوده موردمطالعه مرز سیاسی شهرستان کرمان می‌باشد (شکل ۲). در گام نخست مؤثرترین معیارها و داده‌ها شناسایی‌شده‌اند؛ داده‌های مرتبط با راه‌های ارتباطی، آبراهه‌ها، نقاط شهری روستایی از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ به‌عنوان ابزار اساسی تحقیق برداشته‌شده است. لایه شیب نیز از مدل رقومی ارتفاعی آلوس-پالسار[1] ۱۲/۵ متر برداشته‌شده است. علاوه بر این لایه زمین‌شناسی از نقشه زمین‌شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استخراج‌شده است. نقشه‌های کاربری اراضی و مناطق حفاظت‌شده نیز از طریق تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سال ۲۰۲۰ تفکیک‌شده است. بعد از طبقه‌بندی شاخص‌های موجود، پرسشنامه‌هایی باارزش ۱ الی ۹ در اختیار متخصصین برای اولویت‌بندی شاخص‌ها گذاشته شد. سپس با تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر و رقومی کردن لایه‌ها، وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی گردید. در این مرحله هریک از لایه‌ها بر اساس نحوه تأثیر در تعیین اراضی مناسب برای دفن بهداشتی مورد ارزیابی قرارگرفته و آماده‌سازی گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار جی‌آی‌اس و مدل ای‌اچ‌پی-فازی به مکان‌یابی بهینه جهت تعیین محل دفن پسماند بیمارستانی در شهر کرمان پرداخته شد (شکل ۳).



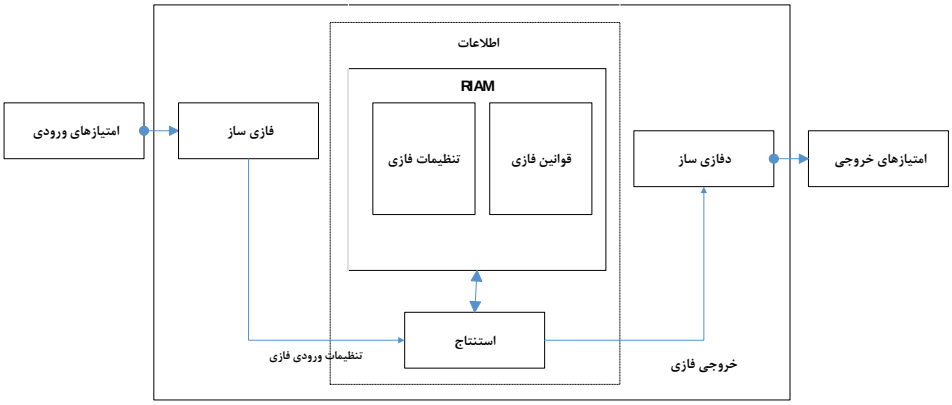
شکل ۲. موقعیت منطقه موردمطالعه

[1]. Allus-Palsar



شکل ۳. فلوچارت مراحل انجام پژوهش

در راستای ارزیابی سناریوهای دفع مدیریت پسماند بیمارستانی شهر کرمان از روش ریام فازی استفاده گردید. در شکل ۴ نحوه عملکرد مدل پیشنهادی را نشان می‌دهد. در مدل سیستم استنتاج فازی موردمطالعه از روش ممدانی استفاده گردید (یانگ و همکاران،۲،۲۰۱۱)، که اولین بار در سال ۱۹۷۵ توسط ممدانی و باکلینی مطرح و استفاده گردید (مورهیر و همکاران، ۷۳،۲۰۱۶؛ جیوراجیس و همکاران، ۶،۲۰۱۸). سیستم‌های استنباطی فازی از قوانین اگر–آنگاه[1]استفاده می‌کنند، که بسیار شبیه تفکر انسان‌ها هستند (استی اوسندان و همکاران، ۴،۲۰۱۸)



شکل ۴. ساختار مدل پیشنهادی برای Fuzzy- RIAM

در روش ریام فازی، ابتدا فعالیت‌های هر پروژه شناسایی‌شده و سپس اثرات آن‌ها بر هر یک از اجزای محیطزیست شامل پارامترهای فیزیکی/ شیمیایی[2]بیولوژیکی/ اکولوژیکی [3]اجتماعی / فرهنگی [4]اقتصادی/ فنی [5]مشخص می‌شوند و برای هر یک نمره با استفاده از معیار تعریف‌شده منظور می‌گردد.

در این سیستم امتیازدهی، امتیازهای مربوط به هر معیار در گروه (A)، در هم ضرب می‌شوند. ازآنجاکه جمع ساده امتیازها ممکن است نتایج یکسانی را برای شرایط متفاوت نشان دهد، استفاده از ضرب برای گروه (A) حائز اهمیت است تا وزن هر امتیاز مشخص شود. امتیازهای مربوط به معیارهای گروه (B) با همدیگر جمع می‌شوند. این امر تضمینی بر آن

1 if-then
2 Physical & Chemical
3 Biological & Ecological
4 Social & Cultural
5 Economic & Operational

است که ارزش هر یک از امتیازها، کل امتیاز را تحت تأثیر قرار ندهد ولی تمامی ارزش‌های مربوط به گروه (B) در محاسبه دخیل می‌شوند و اهمیت هیچ‌یک نادیده گرفته نمی‌شود. سپس جمع امتیازهای گروه (B) درنتیجه حاصل از گروه (A) در هم ضرب می‌شود. امتیاز زیست‌محیطی ارزیابی نهایی[1] موردنظر محاسبه و ثبت می‌شود.

فرایند ماتریس سریع را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد:

$$AT= (A1)*(A2) \quad (1)$$

$$BT= (B1) + (B2) + (B3) \quad (2)$$

$$ES= (AT)*(BT) \quad (3)$$

A1 و A2 شامل هر یک از امتیازهای مربوط به گروه (A) می‌شوند. (B)+(B3)+(۱B2) شامل هر یک از امتیازهای مربوط به گروه (B) و ES امتیاز زیست‌محیطی شرایط مربوطه است.

اثرات مثبت و منفی را می‌توان با به کار بردن ارزش‌های مثبت و منفی به مرکزیت عدد صفر برای گروه نشان داد. بدین ترتیب عدد صفر نشان‌دهنده هیچ تغییری یا تغییر بسیار کم‌اهمیتی است. به کار بردن صفر در گروه A می‌تواند نشان‌دهنده شرایطی باشد که هیچ نوع تغییری بر محیط وارد نگردیده یا به‌قدری اندک است که برای آنالیز از اهمیت چندانی برخوردار نیست. از به کار بردن ارزش صفر در گروه Bپرهیز می‌کنیم، چراکه اگر تمام معیارهای این گروه صفر گردند نتیجه نهایی ES صفر خواهد گردید. این شرایط ممکن است زمانی به وقوع بپیوندد که معیارهای گروه Aاز اهمیت برای ارزش‌گذاری برخوردار باشند. در این مطالعه همچنین از منطق فازی برای طراحی چرخه محیط‌زیستی مدیریت پسماند استفاده می‌شود (لاین و همکاران، ۴۱،۲۰۰۷). تابع عضویت مجموعه‌های فازی در این تحقیق از نوع اعداد مثلثی می‌باشد و کلیه محاسبات فازی در محیط نرم‌افزار متلب استفاده شد.

با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی در روش ریام، می‌توان جنبه‌های عدم اطمینان در متغیرهای زبانی را در نظر گرفت. ریام–فازی در چهار مرحله اجرا می‌شود:

- تعیین متغیرهای زبانی
- تعریف توابع عضویت مناسب
- انتخاب قوانین، مطابق با دانش سیستم
- تعریف یک اپراتور مناسب برای ادغام مجموعه‌های فازی

شکل ۵ و ۶ ماژول فازی را برای متغیرهای ورودی و خروجی نشان می‌دهد.

جدول ۲. امتیاز ES در محیط فازی

امتیاز ES در محیط fuzzy	امتیاز محیط‌زیستی (ES)	دامنه دسته
(۱۰۸ و ۰ و ۰)	+۷۲تا +۱۰۸	+E
(۷۲ و ۰ و ۰)	+۳۶ تا +۷۱	+D
(۳۶ و ۰ و ۰)	+۱۹ تا +۳۵	+C
(۱۸ و ۰ و ۰)	+۱۰ تا +۱۸	+B
(۹ و ۰ و ۰)	+۱ تا +۹	+A
(۰ و ۰ و ۰)	صفر	N
(۰ و ۰ و ۹–)	+۱ تا –۹	-A
(۰ و ۰ و ۱۸–)	–۱۰ تا –۱۸	-B
(۰ و ۰ و ۳۶–)	+۱۹ تا +۳۵	-C

1 Environmental Score

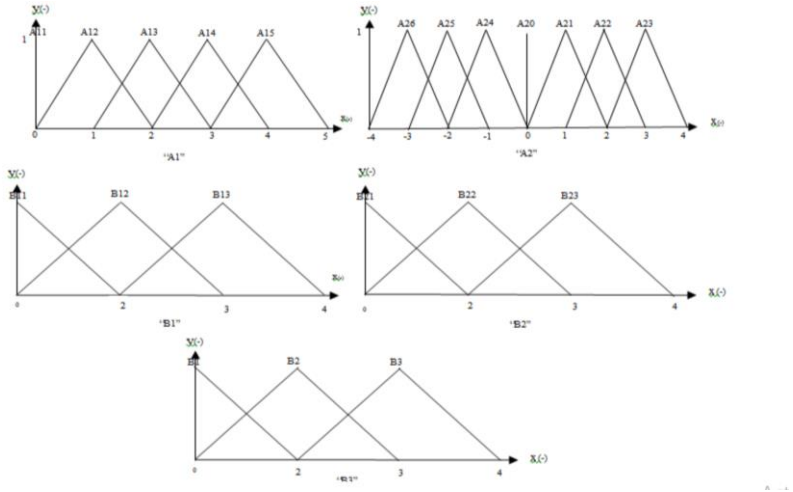
-D	۳۶- تا ۷۱-	(۰ و ۰ و ۷۲-)
-E	۷۲- تا ۱۰۸-	(۰ و ۰ و ۱۰۸-)

جدول ۳. معیارهای ارزیابی در روش فازی-ریام

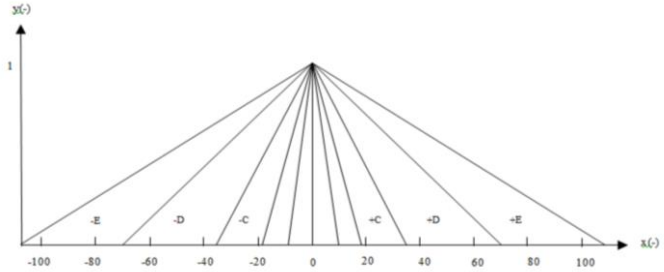
معیار	امتیازدهی در محیط فازی	امتیازدهی در محیط عادی	توصیف
A1: اهمیت اثر	(۵ و ۴ و ۳)	۴	دارای اهمیت ملی/بین‌المللی
	(۴ و ۳ و ۲)	۳	دارای اهمیت ملی/منطقه‌ای
	(۳ و ۲ و ۱)	۲	دارای اهمیت برای مناطق اطراف پروژه
	(۲ و ۱ و ۰)	۱	دارای اهمیت محلی
	(۰ و ۰ و ۰)	۰	بدون اهمیت
A2: بزرگی اثر	(۴ و ۳ و ۲)	۳	تغییر بسیار مثبت
	(۳ و ۲ و ۱)	۲	بهبود قابل‌ملاحظه در وضعیت
	(۲ و ۱ و ۰)	۱	بهبود وضعیت محیط‌زیست
	(۰ و ۰ و ۰)	۰	بدون تغییر
	(۰ و ۱- و ۲-)	۱-	تغییر منفی در وضعیت محیط‌زیست
	(۱- و ۲- و ۳-)	۲-	تغییر منفی قابل‌ملاحظه
	(۲- و ۳- و ۴-)	۳-	تغییر بسیار منفی
B1: پایداری اثر	(۲ و ۱ و ۰)	۱	بدون تغییر
	(۳ و ۲ و ۱)	۲	موقتی
	(۴ و ۳ و ۲)	۳	دائمی
B2: برگشت‌پذیری	(۲ و ۱ و ۰)	۱	بدون تغییر
	(۳ و ۲ و ۱)	۲	موقتی
	(۴ و ۳ و ۲)	۳	دائمی
B3: تجمعی بودن	(۲ و ۱ و ۰)	۱	بدون تغییر
	(۳ و ۲ و ۱)	۲	موقتی
	(۴ و ۳ و ۲)	۳	دائمی

جدول ۴. تبدیل نمرات به RB

توصیف	امتیاز ES در محیط فازی	امتیاز محیط‌زیستی (ES)	دامنه دسته	مقایسه ES
اثر بسیار مثبت	(۱۰۸ و ۰ و ۰)	۷۲+تا ۱۰۸+	+E	۱
اثر مثبت قابل‌ملاحظه	(۷۲ و ۰ و ۰)	۳۶+ تا ۷۱+	+D	۰/۶۵
اثر مثبت متوسط	(۳۶ و ۰ و ۰)	۱۹+ تا ۳۵+	+C	۰/۳۲۲۴
اثر مثبت اندک	(۱۸ و ۰ و ۰)	۱۰+ تا ۱۸+	+B	۰/۱۶۶۷
اثر مثبت ناچیز	(۹ و ۰ و ۰)	۱+ تا ۹+	+A	۰/۰۸۳۳
فاقد اثر	(۰ و ۰ و ۰)	صفر	N	۰
اثر منفی ناچیز	(۰ و ۰ و ۹-)	۱+ تا ۹-	-A	-۰/۰۸۳۳
اثر منفی اندک	(۰ و ۰ و ۱۸-)	۱۰- تا ۱۸-	-B	-۰/۱۶۶۷
اثر منفی متوسط	(۰ و ۰ و ۳۶-)	۱۹+ تا ۳۵+	-C	-۰/۳۲۲۴
اثر منفی قابل‌ملاحظه	(۰ و ۰ و ۷۲-)	۳۶- تا ۷۱-	-D	۰/۶۵
اثر بسیار منفی	(۰ و ۰ و ۱۰۸-)	۷۲- تا ۱۰۸-	-E	-۱



شکل ۵. ماژول فازی متغیرهای ورودی



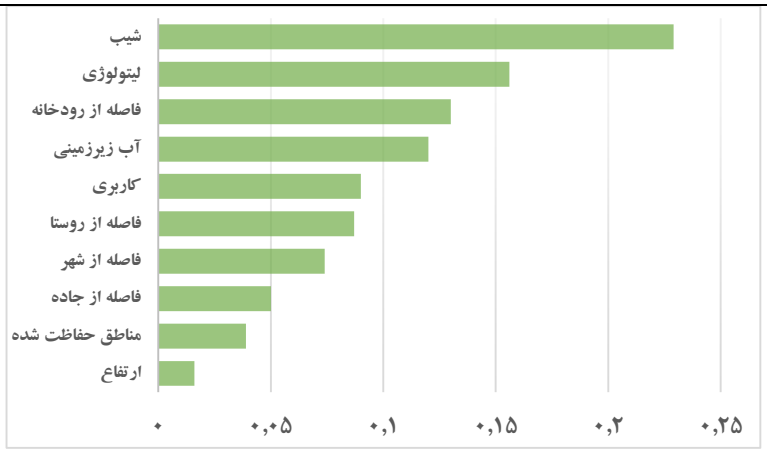
شکل ۶. ماژول فازی متغیرهای خروجی (RB)

بحث و یافته‌ها

در این تحقیق ماتریس ضرایب ای‌اچ‌پی به شیوه مقایسه زوجی برای فاکتورهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفع پسماند در جدول ۵ آورده شده است که نرخ ناسازگاری در تمامی مقایسه‌های صورت گرفته کمتر از ۰/۱ محاسبه گردید. بر اساس شکل ۷ که وزن شاخص‌ها را در مدل ای‌اچ‌پی نشان می‌دهد، معیار شیب با امتیاز ۰/۲۱۸ بیشترین وزن را در میان شاخص‌های موردبررسی به دست آورده است و بعدازآن معیارهای لیتولوژی و فاصله از آبراهه قرار دارد. نتایج وزن دهی معیارها در شکل ۸ آمده است.

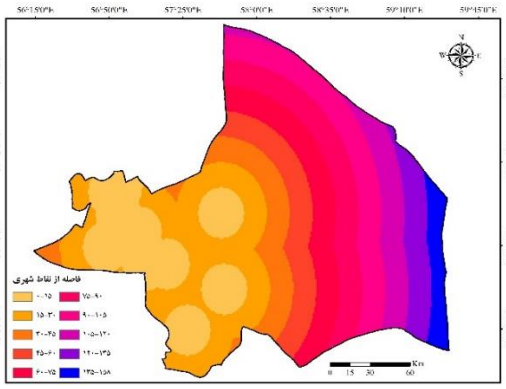
جدول ۵. اولویت‌بندی شاخص‌های موردنظر در مدل ای‌اچ‌پی توسط کارشناسان

پارامتر	نقاط روستایی	نقاط شهری	آب زیرزمینی	آب سطحی	شیب	ارتفاع	لیتولوژی	کاربری	راه ارتباطی	حفاظت‌شده
نقاط روستایی	۱	۱	۳/۱	۲/۱	۳/۱	۴	۳/۱	۳/۱	۱	۳
نقاط شهری		۱	۳/۱	۲/۱	۴	۳/۱	۱	۵	۳/۱	۳
آب زیرزمینی			۱	۲	۶	۴	۳	۶	۲	۴
آب سطحی				۱	۴	۳	۲	۶	۱	۳
شیب					۱	۵/۱	۴/۱	۴	۵/۱	۴/۱
ارتفاع						۱	۳/۱	۵	۳/۱	۳
لیتولوژی							۱	۴/۱	۶/۱	۳
کاربری								۱	۱	۴/۱
راه ارتباطی									۱	۵
حفاظت‌شده										۱

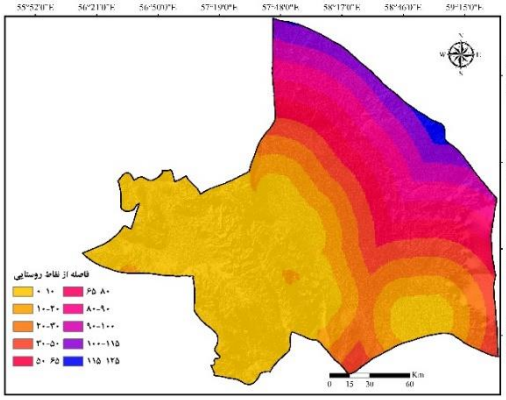


شکل ۸. وزن دهی حاصل از مدل ای‌اچ‌پی

مکان‌یابی دفن پسماند به دلیل مسائلی مانند آلودگی آب، آلودگی هوا، حشرات موذی، گردوغبار، آتش‌سوزی، ترافیک و سروصدا و همچنین به‌صرفه بودن اقتصادی زمین‌های اطراف باعث عدم رضایت ساکنین شهری و روستایی می‌گردد. بر این اساس در شاخص فاصله از شهر، فاصله ۳۵–۴۵ کیلومتری بیشترین وزن را به دست آورده است. نقشه طبقه‌بندی فاصله از شهر کرمان در شکل ۹ نشان داده‌شده است. پراکندگی شهر و روستا در بخش غربی شهرستان و همچنین شمال غربی دارای تراکم بیشتری است. مطلوب‌ترین فاصله برای مناطق روستایی طبق وزن‌های به‌دست‌آمده ۱۰–۵ کیلومتر می‌باشد. با توجه به شکل ۱۰، تراکم روستاها در قسمت‌های غرب و جنوب غربی شهرستان به حداکثر رسیده است.

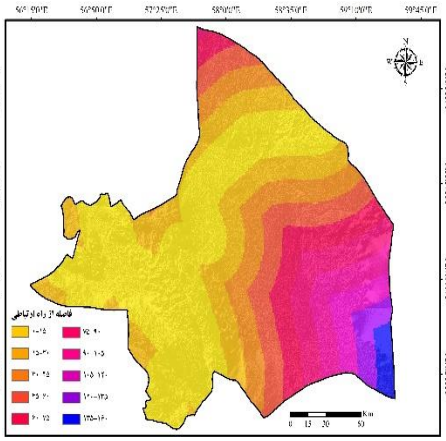


شکل ۹. نقشه فاصله از نقاط شهری؛

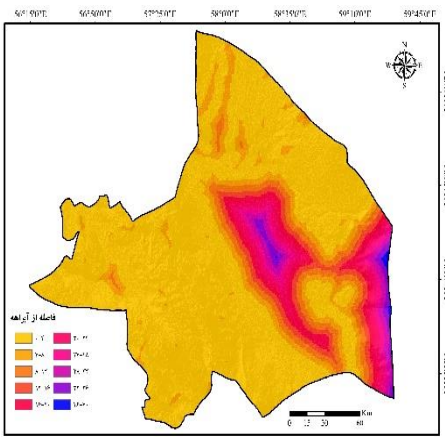


شکل ۱۰. نقشه فاصله از نقاط روستایی

وجود راه‌های مناسب امری است ضروری تا در اسرع وقت پسماندها به مناطق دفن انتقال داده شوند؛ بنابراین فاصله هزارمتری از جاده‌های اصلی بیشترین امتیاز را به دست آورده است. ازنظر دسترسی به راه‌های ارتباطی مطلوب، مناطق غربی و جنوب غربی و شمالی شهرستان نسبت به سایر مناطق شهرستان در وضعیت مناسب‌تری قرار دارند (شکل ۱۱). آبراهه‌ها و رودخانه‌ها دارای حساسیت زیادی نسبت به ورود آلاینده‌ها به سیستم خود هستند. این حساسیت به دلیل ارتباط آن‌ها با دیگر آبراهه‌ها و رودخانه‌ها چندین برابر است؛ بر اساس نتایج فاصله از آبراهه‌ها حداقل ۳ کیلومتر باشد. شکل ۱۲ لایه فاصله از آبراهه‌ها را در سطح شهرستان نشان می‌دهد.

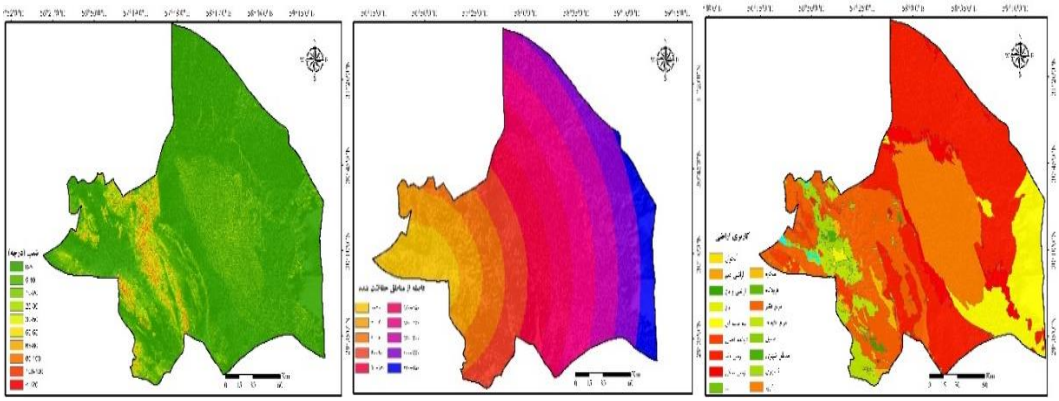


شکل ۱۱. نقشه فاصله از راه ارتباطی؛



شکل ۱۲. نقشه فاصله از آبراهه

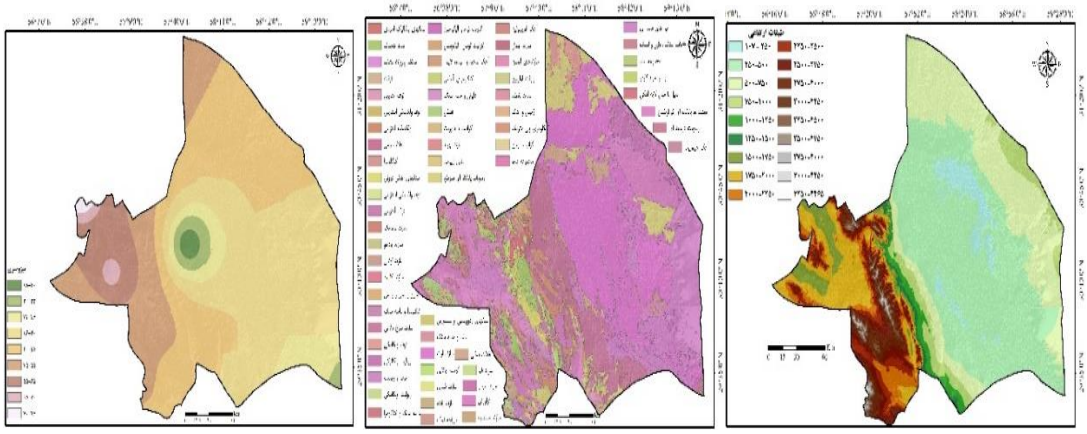
منطقه حفاظت‌شده بیدوئیه در جنوب غربی منطقه قرار دارد که اهمیت زیست‌محیطی فراوانی دارد. بر طبق نتایج مناسب‌ترین فاصله از مناطق حفاظت‌شده، بیشتر از ۴ کیلومتر است (شکل ۱۴). منطقه‌ای که پسماندها در آن دفن می‌شود باید از کم‌ارزش‌ترین زمین‌ها باشد؛ در این رابطه در میان تمام کاربری‌های موجود در شهرستان کرمان، بیشترین وزن مربوط به زمین‌های بایر و سپس مراتع ضعیف می‌باشد (شکل ۱۳). نامناسب‌ترین مکان‌ها برای دفن پسماند در بخش‌های غربی و جنوبی منطقه قرار دارد که عمدتاً مشتمل بر زراعت و باغات می‌باشد. یکی دیگر از عوامل مهم، شیب است که هرچه میزان آن کمتر باد، برای دفن پسماند مناسب‌تر است. شیب زیاد باعث جاری شدن شیرابه پسماندها به سمت آب‌های زیرزمینی می‌شود (آدینه‌وند و همکاران، ۱۳۹۵). براین اساس مناسب‌ترین میزان شیب برای دفن پسماند، کمتر از ۵ درجه و پس‌ازآن ۵ تا ۱۰ درجه می‌باشد. شیب‌های با درجه کم به‌صورت یک کمربند پیوسته در بخش‌های شرقی و نواری شمالی–جنوبی در بخش غربی منطقه قرارگرفته‌اند (شکل ۱۵).



شکل ۱۳. نقشه کاربری اراضی؛ شکل ۱۴. نقشه فاصله از مناطق حفاظت‌شده؛ شکل ۱۵. نقشه طبقات شیب

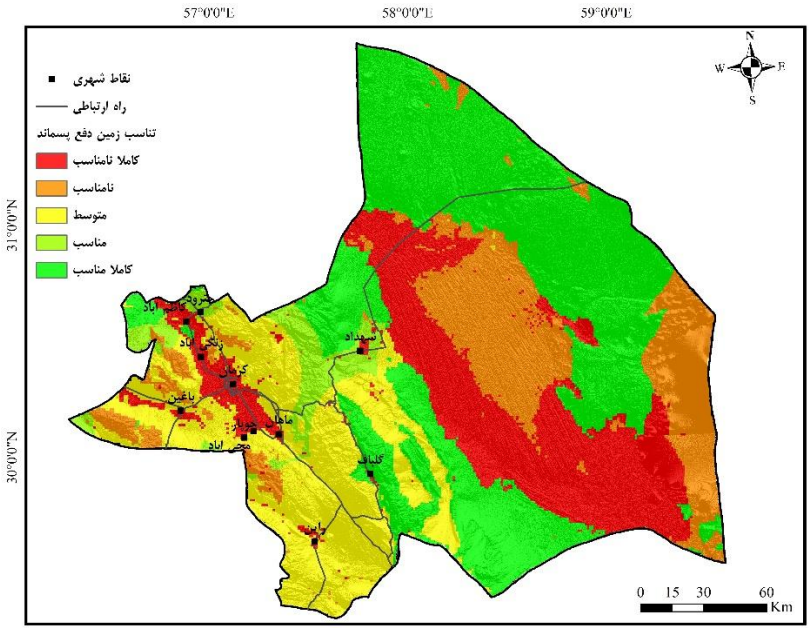
نفوذناپذیری سازندهای منطقه یکی دیگر از عوامل بسیار مهم است. اهمیت این موضوع در رابطه با آب‌های زیرزمینی می‌باشد. سازندهایی که دارای نفوذپذیری کم هستند و در مقابل نفوذپذیری دارای مقاومت زیاد می‌باشند در شکل ۱۷ مشخص‌شده‌اند. در بعد زمین‌شناسی در شهرستان کرمان قسمت‌های غربی و شمال غربی دارای وضعیت نامساعدی است، چراکه این قسمت‌ها محل استقرار آبرفت‌های بستر جوان و مخروط‌افکنه‌ها است که این عوامل زمین‌های کشاورزی را فراهم می‌کند. منطقه شمالی و جنوب شرقی که دارای کانی‌های اسلیت، مرمر و رس و کوارتز می‌باشد،

بهترین مکان محسوب می‌شود. وجود گسل‌ها به دلیل شکاف‌ها و لرزه‌هایی که ممکن است ایجاد کنند، می‌تواند باعث نفوذ شیرابه حاصل از پسماندها به درون آبخوان‌های زیرزمینی شده و درواقع باعث آلودگی آب زیرزمینی می‌شود. تراکم گسل در بخش غربی منطقه و به‌موازات ارتفاعات شرقی شهر کرمان باعث شده است که این منطقه برای مکان‌یابی دفن پسماند نامناسب باشد. مکان دفن پسماند باید در مناطقی که سطح آب زیرزمینی پایین‌تر است قرار داشته باشند، چراکه امکان آلودگی آب‌های زیرزمینی بسیار بالا است. مناطق غربی و جنوبی شهرستان کرمان سطح آب زیرزمینی بالاتر از سایر مناطق است (شکل ۱۸). ازنظر ویژگی‌های ارتفاعی شهرستان کرمان در بخش‌های مرکزی و جنوب غربی دارای ارتفاعات بیشتری است. لذا با توجه به توزیع ارتفاعات در این منطقه ارتفاعات بالای ۱۵۰۰ متر برای دفع پسماند نواحی کاملاً نامساعدی هستند (شکل ۱۶).

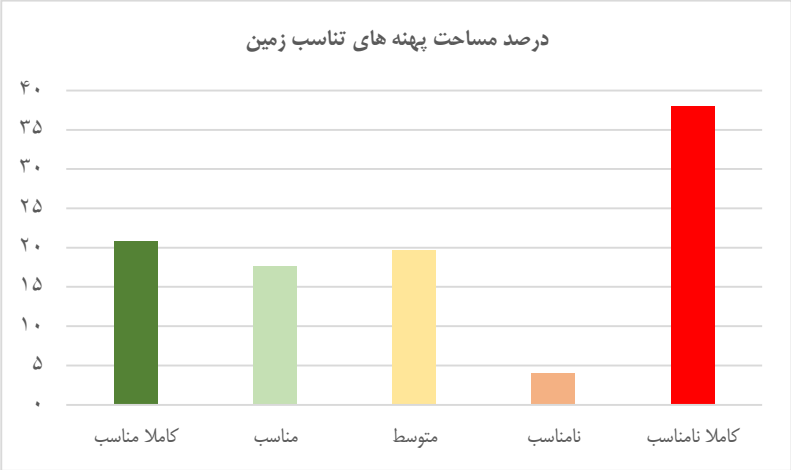


شکل ۱۶. طبقات ارتفاعی؛ شکل ۱۷. لیتولوژی منطقه موردمطالعه؛ شکل ۱۸. سطح آب زیرزمینی

خروجی مکان‌یابی مناطق مناسب پسماند بیمارستانی در مدل ای‌اچپی- فازی در شکل ۱۹ نشان داده‌شده است. با توجه به معیارهای موردبررسی در این پژوهش، پهنه‌های دفع پسماند بیش از ۳۵ کیلومتر از محدوده شهر کرمان و بیش از ۵ کیلومتری روستاهای اطراف قرار دارند. در منطقه موردمطالعه مکان‌های مناسب جهت دفع پسماند بیمارستانی مساحتی در حدود ۱۷۰۰۰ کیلومترمربع را ر برمی‌گیرد که ۳۷ درصد از منطقه را در برمی‌گیرد، اما با توجه به در نظر گرفتن بعد مسافت و به‌صرفه بودن این موضوع این محدوده بسیار کمتر از ۳۷ درصد خواهد شد. مناسب‌ترین مکان در بخش شمال غربی منطقه و در فاصله ۳۸ کیلومتری از شهر کرمان قرارگرفته است. مکان‌های نامناسب عمدتاً در بخش غربی و محدوده ثبت جهانی بیابان لوت قرارگرفته است. این محدوده عمدتاً مشتمل بر لیتولوژی کواترنری، کاربری اراضی زراعت، باغ و مرتع، نزدیک به مراکز روستایی و شهری، شیب کمتر از ۵ درجه، نزدیکی به محدوده حفاظت‌شده قرار دارند. این طبقه مساحتی در حدود ۴۰ درصد از منطقه را در برمی‌گیرد. محدوده کنونی پسماندهای بیمارستانی شهر کرمان در ۳۰ کیلومتری جاده کوهپایه قرار دارد که به‌واسطه قرارگیری بر روی سازندهای نفوذپذیر، نزدیکی به خط گسل و همچنین تراکم بالای زهکشی در محدوده تناسب متوسط قرارگرفته است.



شکل ۱۹. مکان‌های مناسب جهت دفع پسماند بیمارستانی



شکل ۲۰. مساحت طبقات تناسب زمین جهت دفع پسماند بیمارستانی

در ادامه به‌منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی روش‌های دفع و مدیریت پسماند بیمارستانی شهر کرمان از روش ماتریس سریع و فازی استفاده گردید، و با بررسی و مطالعات انجام‌شده برای ارزیابی ۴ سناریو به ترتیب سناریوی اول دفن بهداشتی، سناریوی دوم گازی سازی، سناریوی سوم پلاسما و سناریوی چهارم زباله‌سوز نظر گرفته شد. پس از تعیین و طبقه‌بندی انواع اثرات، ارزیابی اثرات محیطزیستی برای پسماند بیمارستان انجام شد. نتایج حاصل از اجرای ارزیابی بر اساس انواع اثرات محیطزیستی طبقه‌بندی‌شده در قالب نتایج فازی در جدول زیر نشان داده‌شده است. ارزش خروجی‌هایی که در سیستم استنتاج فازی به دست می‌آید، به شکل فازی هستند.

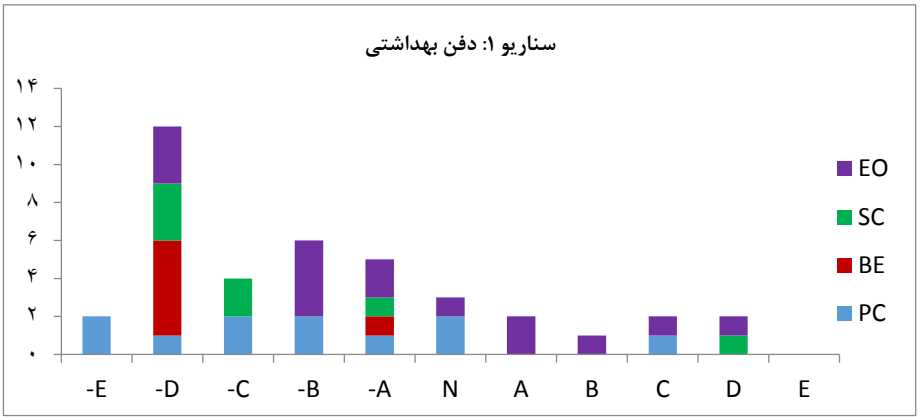
جدول ۶. وزن‌های ریام فازی پسماند بیمارستانی شهر کرمان

اجزا	ES															
	وزن‌های فازی ((a,b,c												وزن‌های نهایی			
اجزای فیزیکی/ شیمیایی	**S1**			**S2**			**S3**			**S4**			**S1**	**S2**	**S3**	**S4**
کمیت تولید پسماند	-۶۰	-۱۴	۰	۰	-۷	-۴۰	-۷۲	-۱۸	۰	-۱۲۰	-۴۲	-۸	-۰/۸۷۰	-۰/۵۲۸	-۰/۹۳۴	-۰/۴۷۰
ترکیب پسماند	-۹۰	-۲۸	-۴	۰	-۷	-۴۰	-۳۶	-۶	۰	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	-۰/۶۶۷	-۰/۵۲۸	-۰/۴۶۸	-۰/۲۶۲
میزان رطوبت	۰	۸	۴۲	۶۰	۱۴	۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۶	۳۶	۱۰۸	۰/۵۶۹	۰/۸۷۰	-۰/۵۳۷	۰/۵۳۷
کمیت شیرابه	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۶۰	۱۴	۰	-۴۸	-۱۰	۰	۰	۱۸	۷۲	-۰/۵۳۷	۰/۸۷۰	-۰/۶۶۹	-۰/۹۳۴
کیفیت شیرابه	۰	۹	۴۸	۱۳۲	۴۸	۱۰	-۹۰	-۲۸	-۴	۰	۱۲	۵۴	۰/۴۶۷	۰/۴۱۸	-۰/۶۶۷	۰/۷۶۹
انواع پسماند	-۹۶	-۳۰	-۴	۵۴	۱۲	۰	۰	۶	۳۶	-۸۱	-۲۴	-۳	-۰/۶۲۵	۰/۷۶۹	۰/۴۶۸	-۰/۷۶۰
نسبت کربن به نیتروژن	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	۰	-۲۷	-۹۶	-۱۹۲	-۸۱	-۲۴	-۱۹۲	-۸۱	-۲۴	-۰/۲۶۲	۰/۶۶۹	-۰/۲۶۲	-۰/۲۶۲
ارزش حرارتی	۰	۶	۳۶	۶۰	۱۴	۰	-۱۲۰	-۴۲	-۸	۰	۱۶	۶۶	۰/۴۶۸	۰/۸۷۰	-۰/۴۷۰	-۰/۹۷۰
دانسیته	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	۰	-۲۷	-۹۶	-۱۹۲	-۱۸۱	-۲۴	-۱۹۲	-۸۱	-۲۴	-۰/۲۶۲	۰/۶۶۹	-۰/۲۶۲	-۰/۲۶۲
اجزای بیولوژیکی/ اکولوژیکی	**S1**			**S2**			**S3**			**S4**			**S1**	**S2**	**S3**	**S4**
اثر بر منابع آب	-۱۸	-۳۶	-۶	۰	-۲۱	-۸۰	-۱۹۲	-۸۱	-۲۴	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	-۰/۳۷۷	-۰/۱۶	-۰/۲۶۲	-۰/۲۶۲
اثر بر خاک	-۱۴	-۵۴	-۱۲	۰	-۲۷	-۹۶	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۰/۳۷۷	-۰/۹	-۰/۳۶۹	-۰/۵۳۷
اثر هوا	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	۰	-۱۶	-۶۶	-۹۹	-۳۲	-۵	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۰/۳۷۷	۰/۹۷۰	-۰/۵۹۵	-۰/۵۳۷
اثر بر فون و فلور و ابنیه	-۷۲	-۱۸	۰	۵۴	۱۲	۰	-۱۷۶	-۷۲	-۲۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۰/۹۴	۰/۷۶۹	-۰/۲۹۲	-۰/۵۳۷
اثر بر فرسایش	-۴۰	-۷	۰	۰	-۱۲	-۵۴	-۱۹۲	-۸۱	-۲۴	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۰/۵۲۸	-۰/۷۶۹	-۰/۲۶۲	-۰/۵۳۷
اثر گازهای گلخانه‌ای	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۰	-۱۲	-۵۴	-۱۲۰	-۴۲	-۸	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	-۰/۵۲۷	۰/۷۶۹	-۰/۴۷۰	-۰/۳۷۷
اجزای جامعه‌شناسی/ فرهنگی	**S1**			**S2**			**S3**			**S4**			**S1**	**S2**	**S3**	**S4**
فاصله از مناطق مسکونی	-۶۰	-۱۴	۰	۶۰	۱۴	۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۰/۸۷۰	۰/۸۷۰	-۰/۵۳۷	-۰/۵۳۷
مشکلات مردم ناشی از گردوغبار	-۵۴	-۱۲	۰	۶۰	۱۴	۰	-۳۶	-۶	۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۰/۷۶۹	۰/۸۷۰	-۰/۴۶۸	۰/۵۳۷
مشکلات مردم ناشی از سروصدا	-۶۰	-۱۴	۰	۴۰	۷	۰	-۷۲	۲۰-	-۲	-۷۲	-۱۸	۰	-۸۷۰	۰/۵۲۸	۰/۸۸۲	۰/۹۳۴
نظر مردم در استفاده مجدد از مواد اشتغال‌زایی در منطقه	۰	۱۴	۶۰	۳۶	۶	۰	-۵۴	-۱۲	۰	۰	۶	۳۶	۰/۸۷۰	۰/۴۶۸	-۰/۷۶۹	۰/۴۶۸
مشکلات ناشی از بوی پسماندها	-۸۰	-۲۱	۰	۶۰	۱۴	۰	۰	۱۲	۵۴	۰	۶	۳۶	-۰/۸۲۵	۰/۸۷۰	۰/۷۶۹	۰/۴۶۸
اشتغال‌زایی در منطقه	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۹۰	۲۸	۴	-۱۲۰	-۴۲	-۸	-۱۰۸	-۳۶	-۶-	-۰/۵۳۷	۰/۶۶۷	-۴۷۰	-۰/۵۳۷
آلودگی منظر	-۹۶	-۲۷	۰	۱۹۲	۸۱	۲۴	۸	۴۲	۱۲۰	۰	۱۴	۶۰	-۰/۶۶۹	۰/۲۶۲	۰/۴۷۰	-۰/۸۷۰
اجزای اقتصادی/عملکردی	**S1**			**S2**			**S3**			**S4**			**S1**	**S2**	**S3**	**S4**
هزینه احداث	-۵۴	-۱۲	۰	۲۴	۳	۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۹۹	-۳۲	-۵	-۰/۷۶۹	۰/۲۹۰	-۰/۵۳۷	-۰/۵۹۵
دسترسی به تکنولوژی	-۵۴	-۱۲	۰	۶۶	۱۶	۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۴۴	-۸	۰	-۰/۷۶۹	۰/۹۷۰	-۰/۵۳۷	-۰/۵۸۷
ضرورت نظارت و پایش	-۷۲	-۱۸	۰	۲۴	۳	۰	-۱۳۲	-۴۸	-۱۰	۹۹-	-۷	۰	-۰/۹۳۴	۰/۲۹۰	۰/۴۱۸	-۰/۵۲۸
هزینه بهره‌برداری	-۲۸	-۴	۰	۶۶	۱۶	۰	-۹۹	-۳۲	-5	-۷۲	-۱۸	۰	-۰/۳۴۹	۰/۹۷۰	-۰/۵۹۵	-۰/۹۳۴
هزینه توسعه	۰	۱۲	۵۴	۰	-۹	-۴۸	-۹۹	-۳۲	-5	-۶۰	-۱۴	۰	۰/۷۶۹	-۰/۶۴۷	-۰/۵۹۵	-۰/۸۷۰
هزینه تصفیه شیرابه	-۱۰۸-	-۳۶	-۶	-۳۶	-۶	۰	-۳۶	-۶	۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۰/۵۳۷	-۰/۴۶۸	-۰/۴۶۸	-۰/۵۳۷
هزینه تصفیه گاز	۰	۱۶	۶۶	۰	۷	۴۰	-۴۰	-۷	۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۰/۹۷۰	۰/۵۲۸	-۰/۵۳۷	-۰/۵۳۷
ضایعات تولیدی در روش دفع	۰	۱۲	۵۴	۰	۷	۴۰	-۱۰۸	۳۶	-۶	-۳۶	-۶	۰	۰/۷۶۹	۰/۵۲۸	-۰/۵۳۷	-۰/۴۶۸
استفاده از محصولات پایانی	-۳۶	-۶	۰	۰	۷	۰	-۶۶	۱۶	۰	-۳۶	-۶	۰	-۰/۴۶۸	۰/۵۲۸	-۹۷۰	-۰/۴۶۸
حذف شیرابه	۰	۶	۳۶	۶۰	۱۴	۰	۰	۱۴	۶۰	۹	۲۴	۲۷	۰/۴۶۸	۰/۸۷۰	۰/۸۷۰	-۰/۸۷۱
میزان نیاز به زمین	-۱۸	-۳۶	-۶	۸۰	-۲۱	۰	-۱۹۲	-۸۱	-۲۴	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	-۰/۵۳۷	-۰/۱۶	-۰/۲۶۲	-۰/۳۷۷
میزان زمین برای توسعه آتی	-۵۴	-۱۲	۰	۶۶	۱۶	۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	-۴۴	-۸	۰	۰/۷۶۹	۰/۹۷۰	-۰/۵۳۷	-۰/۵۸۷
قابلیت تولید انرژی	-۱۴	-۵۴	-۱۲	-۹۶	-۲۷	۰	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۰/۳۷۷	-۰/۱۹	-۰/۳۷۷	-۰/۵۳۷
هزینه نیروی انسانی	-۱۴۴	-۵۴	-۱۲	۶۶	-۱۶	۰	-۱۰۸	-۳۲	-۵	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۰/۳۷۷	-۰/۹۷۰	-۰/۵۹۵	-۰/۵۳۷
هزینه دفع ضایعات تولیدی در روش	-۹۰	-۲۸	۴	۴۰	-۷	۰	-۳۶	-۶	۰	-۱۴۴	۵۴	۱۲	۰/۶۶۷	-۰/۵۲۸	-۰/۴۶۸	-۰/۳۷۷
هزینه احداث	۰	۸	۴۲	۰	۱۴	۶۰	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۶	۳۶	-۱۰۸	۰/۵۶۹	۰/۸۷۰	-۰/۵۳۷	۰/۵۳۷
دسترسی به تکنولوژی	-۱۰۸	-۳۶	-۶	۰	۱۴	۶۰	-۳۶	-۱۰	۰	۰	۱۸	۷۲	۰/۵۳۷	۰/۸۷۰	-۰/۶۶۹	-۰/۹۳۴

سناریو ۱- دفن بهداشتی

همان‌طور که از جدول و نمودار بالا مشاهده می‌شود، پیش‌بینی و تحلیل آثار نشان می‌دهد که عمده‌ترین آثار سناریو ۱ بر محیط‌زیست در بخش فیزیکی /شیمیایی مقدار پسماند موجود و شیرابه تولیدشده و نشت آن به آب‌های زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولیدشده در محل دفع فعلی اثرات منفی بر محیط‌زیست دارند لذا باید برای پسماندهای بیمارستانی برنامه‌های پایش، پوشش‌های مخصوص کف محل دفن و راهکارهای اصلاحی ارائه گردد و اثرات مطلوب بر روش‌های بازیافت و اتوکلاو بخشی از پسماندها، جداسازی پسماندهای تیز و برنده، پردازش و تصفیه خاکستر حاصل از سوزاندن زباله‌های جامد شهری که در بیمارستان تولید می‌گردد نیز حاصل می‌گردد که ارائه برنامه‌های پایش باعث تقویت و بهبود آن‌ها می‌گردد. در بخش بیولوژیکی /اکولوژیکی اثرات روی آب زیرزمینی، اثرات روی خاک، اثرات روی اکوسیستم اثرات منفی بر محیط‌زیست دارند که باید به‌صورت جدی برنامه‌های پایش و راهکارهای بهسازی و اصلاحی

ارائه گردد و تنها اثر مثبت این بخش مربوط به تجزیه زباله‌های عفونی و دفع صحیح آن می‌باشد (سامال و همکاران، ۱۲،۲۰۲۰) در بخش اجتماعی/فرهنگی اثرات مطلوبی بر رفع مشکلات آلودگی که مدیریت پسماند بیمارستانی در خارج از بیمارستان دارد می‌شود و می‌بایست با تدوین برنامه‌های پایش محل دفن و پوشش مناسب کف محل دفن اثرات مثبت را تقویت نمایند. در بخش اقتصادی/اجتماعی اغلب اثرات مثبت بر بخش‌های محیطزیست دارد و تنها هزینه اشغال زمین، استفاده از لاینرهای مخصوص برای کف محل دفن و هزینه آنالیز نظارت و نمونه‌گیری اثرات منفی دارد که باید با تدوین راه‌حل‌های اصلاحی کاهش یابند (شکل ۲۲).

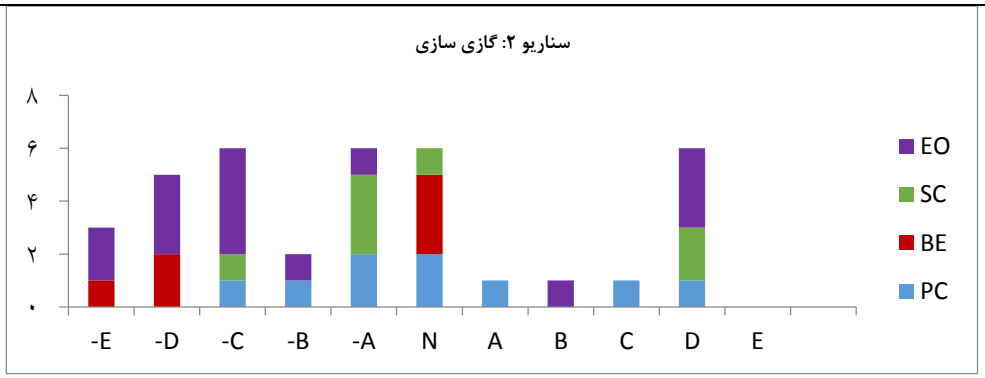


شکل ۲۲. نتیجه ارزیابی سناریوی اول

سناریو ۲- گازی سازی

همان‌طور که از جدول و نمودار بالا مشاهده می‌شود، پیش‌بینی و تحلیل آثار نشان می‌دهد که عمده‌ترین آثار سناریو ۲ بر محیطزیست در بخش فیزیکی /شیمیایی پسماند بیمارستانی در شهر کرمان در انتشار گازهای گلخانه‌ای تولیدشده در دفع فعلی اثرات منفی بر محیطزیست دارند که می‌بایست برنامه‌های پایش و راهکارهای اصلاحی ارائه گردد و اثرات مطلوب بر روش‌های بازیافت، تولید انرژی حاصل از گازی سازی، کنترل گازهای گلخانه‌ای پردازش حاصل می‌گردد که ارائه برنامه‌های پایش باعث تقویت و بهبود آن‌ها می‌گردد. در بخش بیولوژیکی /اکولوژیکی تمامی اجزایی که اثرات منفی دارد شامل اثرات روی اکوسیستم، اثرات روی هوا دارند که باید به‌صورت جدی برنامه‌های پایش و راهکارهای بهسازی و اصلاحی ارائه گردد (شکل ۲۳).

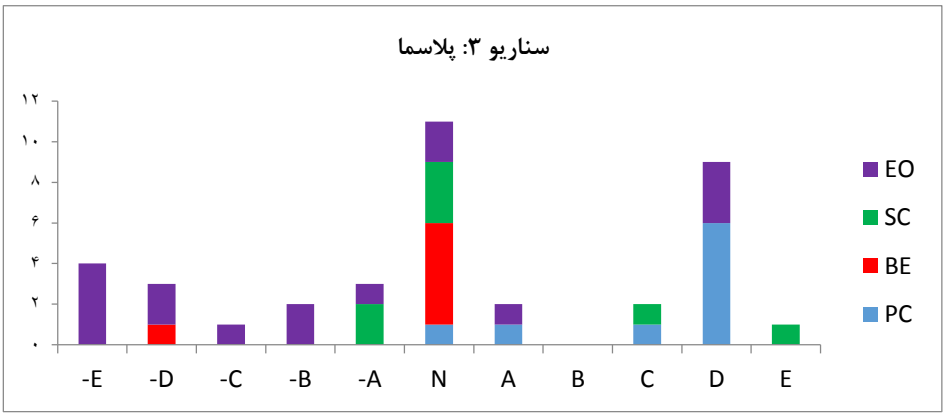
در بخش اجتماعی/فرهنگی با توجه به نزدیکی مناطق مسکونی به محل بیمارستان‌ها و نظر مردم راجع به تولید انرژی از پسماند با استفاده از روش گازی سازی، مشکلات ناشی از آلودگی هوا اثرات مطلوب و نامطلوبی دارد که می‌بایست به‌صورت جدی برنامه‌های پایش و راهکارهای بهسازی و اصلاحی ارائه گردد و فقط بر روی تولید انرژی تأثیر مثبتی دارد. در بخش اقتصادی/ عملکردی: اثرات نامطلوبی بر هزینه ساخت راکتور گازی سازی، بالا بردن دما برای تولید انرژی، هزینه اشغال زمین جدید برای تأسیسات، هزینه پایش گازهای حاصل دارد، هزینه برای آنالیز نظارت و نمونه‌گیری زباله‌های بیمارستانی که باید به‌صورت جدی برنامه‌های پایش و راهکارهای بهسازی و اصلاحی ارائه گردد و تنها اثر مثبت آن حاصل از محصول یا انرژی تولیدی از گازی سوزی می‌باشد.



شکل ۲۳. نتیجه ارزیابی سناریوی دوم

سناریو ۳- پلاسما

همان‌طور که از جدول ۶ و شکل ۲۴ مشاهده می‌شود، تحلیل آثار حاصل از روش پلاسما نشان می‌دهد که عمده‌ترین آثار سناریو ۳ بر محیطزیست در بخش فیزیکی /شیمیایی پسماند بیمارستانی در شهر کرمان در اثرات مطلوب بر روش‌های بازیافت و تولید انرژی حاصل از پلاسما و کنترل گازهای گلخانه‌ای در این روش می‌باشد. در بخش بیولوژیکی /اکولوژیکی بیشتر اثرات خنثی دارد و کمترین اثرات منفی بر روی محیطزیست را دارد. در بخش اجتماعی/فرهنگی با توجه به نزدیکی مناطق مسکونی به محل بیمارستان‌ها و نظر مردم راجع به روش پلاسما، مشکلات ناشی از آلودگی هوا ندارد و فقط بر روی مدیریت پسماندهای بیمارستانی تأثیر مثبتی دارد. در بخش اقتصادی/ عملکردی: اثرات نامطلوبی بر هزینه ساخت راکتور پلاسما، هزینه بالای افزایش دما درروش پلاسما، هزینه اشغال زمین جدید برای تأسیسات پلاسما وجود دارد و تنها اثر مثبت آن حاصل آن است که در این روش انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود نداشته و نیاز به پایش آن نمی‌باشد.

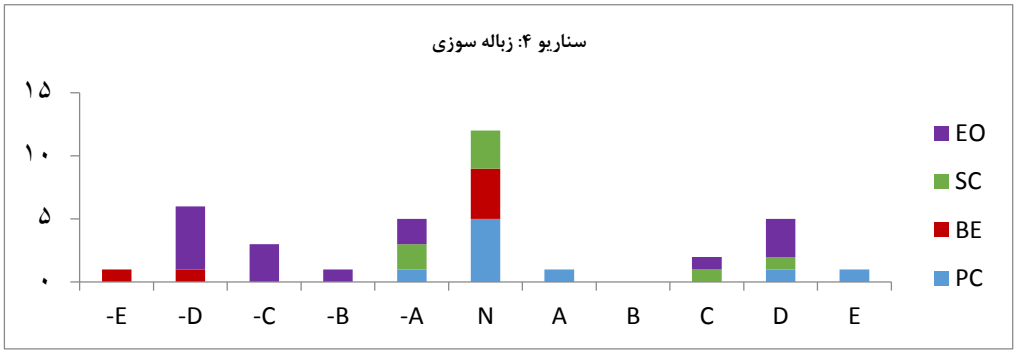


شکل ۲۴. نتیجه ارزیابی سناریوی سوم

سناریو ۴- زباله‌سوزی

در شکل ۲۵ مشاهده می‌شود، تحلیل آثار حاصل از روش زباله‌سوزی نشان می‌دهد که عمده‌ترین آثار سناریو ۴ بر محیطزیست در بخش فیزیکی /شیمیایی اثرات منفی آن ۷۷/۲٪ می‌باشد. استفاده از زباله‌سوز به‌شدت باعث آلودگی هوا می‌گردد که نیاز به پایش و استفاده از روش‌های مختلف تصفیه هوا دارد. در این روش باعث انتشار گازهای NO_X، CO_X، SO_X می‌گردد که به‌شدت خطرناک است و با توجه به نزدیکی بیمارستان‌ها در محل زندگی باعث تأثیر بر روی سلامت افراد دارد. در بخش اجتماعی/فرهنگی با توجه به نزدیکی مناطق مسکونی به محل بیمارستان‌ها و نظر مردم راجع به روش زباله‌سوز و مشکلات ناشی از آلودگی هوا تأثیر منفی دارد تنها اثر مثبت آن کاهش حجم زباله‌ها می‌باشد و

با توجه به اینکه این زباله‌ها عفونی می‌باشد روش زباله‌سوز می‌تواند شانس انتقال بیماری را کاهش دهد. در بخش اقتصادی/ عملکردی: اثرات نامطلوبی بر هزینه ساخت زباله‌سوز، افزایش دما، وجود هوا جهت بهسوزی، هزینه اشغال زمین جدید برای تأسیسات و پایش و تصفیه هوا وجود دارد و اثر مثبت آن است که در این حجم زباله‌ها کاهش‌یافته و مشکلات انتقال بیماری کاهش می‌یابد (شکل ۲۵).



شکل ۲۵. نتیجه ارزیابی سناریوی چهارم

نتیجه‌گیری

با توجه به رشد جمعیت و افزایش مصرف‌گرایی، افزایش تولید مواد مصنوعی و تنوع زباله‌ها، معدوم کردن و یا سوزاندن زباله‌ها و دفع آن‌ها به روش سنتی راهکار مناسبی نیست و تبعات جبران‌ناپذیری به همراه دارد. در این پژوهش سعی بر آن داشته‌ایم تا علاوه بر انتخاب بهترین مکان برای دفن پسماند بیمارستانی در شهرستان کرمان، سناریوهای مدیریت پسماند را نیز با روشی نوین موردبررسی قرار دهیم. نتایج حاصل از مدل ای‌اچ‌پی-فازی نشان داد که نامناسب‌ترین مکان‌ها برای دفن پسماندهای بیمارستانی شهرستان کرمان به دلایلی چون قرارگیری بر روی سازندهای نفوذپذیر، نزدیکی به خطوط گسلی، بالا بودن تراز آب زیرزمینی، نزدیکی به مناطق حفاظت‌شده و نزدیکی به مراکز سکونتگاهی در بخش‌های غربی منطقه و بخش مرکزی منطقه موردمطالعه قرار می‌گیرد. نتایج این تحقیق با مطالعات جواهری و همکاران (۲۰۰۶)، دیامی و همکاران (۲۰۱۴) و پاسالاری و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد. مساحت پهنه‌های مناسب برای دفع پسماند برابر با ۱۷۰۰۰ کیلومترمربع است که حدود ۳۷ درصد منطقه موردمطالعه را در برمی‌گیرد. درحالی‌که پهنه‌های نامناسب مساحتی بیش از ۴۰ درصد منطقه موردمطالعه را شامل می‌شود. ازاین‌رو محل دفن زباله‌های بیمارستانی در شهرستان کرمان بایستی در منطقه سازندهای نفوذناپذیر بوده و از سفره‌های آب زیرزمینی دور باشد. نتایج ارزیابی سناریوهای مدیریت پسماند نشان داد که روش پلاسما درروش مدیریت پسماندهای بیمارستانی کمترین اثر منفی زیست‌محیطی ازنظر اجزای فیزیکی- شیمیایی و ازنظر اجزای بیولوژیکی- اکولوژیکی را دارد و همچنین بیشترین اثر منفی ازنظر اجزای اقتصادی- فنی (عملیاتی) مربوط به پلاسما می‌باشد. لذا در صورت تأمین هزینه‌های ناشی از روش پلاسما این روش برای مدیریت پسماندهای بیمارستانی شهر کرمان توصیه می‌گردد. کمترین اثر منفی ازنظر اجزای اقتصادی- فنی (عملیاتی) مربوط به محل دفن می‌باشد. نتایج جداول و نمودار ارزیابی اثرات به روش فازی-ریام، پیش‌بینی و تحلیل آثار برای پسماندهای بیمارستانی نشان می‌دهد، ۷۰ درصد از اثرات فعالیت‌های پسماندهای بیمارستانی پلاسما ازنظر اجزای فیزیکی- شیمیایی در محدوده D قرار دارد و اثرات منفی قابل‌ملاحظه مربوط به اثرات بخش اقتصادی- فنی (عملیاتی) با ۷۳ درصد در محدوده D و E می‌باشد. همان‌طور که مشاهده شد، سناریو دفن بهداشتی به دلیل تأثیر شیرابه بر کیفیت آب زیرزمینی و آلودگی خاک با ۵۸ درصد در محدوده D می‌باشد و گزینه

زباله‌سوز با توجه به آلودگی هوای ناشی از فعالیت‌ها و با توجه به نزدیکی مناطق مسکونی به محل بیمارستان‌ها و هزینه تأسیسات و پایش آن به ترتیب با امتیازهای نهایی ۴۸-، ۷۶- و ۵۲- دارای اثرات منفی بر روی اجزای مختلف محیطزیست شامل بخش‌های فیزیکی- شیمیایی، بیولوژیکی- اکولوژیکی، اجتماعی- فرهنگی و اقتصادی- فنی (عملیاتی) می‌باشند.

منابع

۱) آدینه‌وند، احمد؛ کریمی، حاجی و آزادخانی، پاکزاد. (۱۳۹۵). تحلیل مکان‌یابی دفن پسماند شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر قیر)، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۸ (۳۰)، ۱۳۸-۱۲۷.

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

3) Adeofun, C. O., Achi, H. A., Ufoegbune, G. C., Gbadebo, A. M., & Oyedepo, J. A. (2012). Application of remote sensing and geographic information system for selecting dumpsites and transport routes in Abeokuta, Nigeria. COLERM Proceedings, 1, 264-278.

4) Adinevand, A., Karimi, H., Azadkhani, P. (2015). Location analysis of municipal waste landfill using GIS (Case study: Qir city), Regional Planning, N30T 127-138

5) AlHumid, H. A., Haider, H., AlSaleem, S. S., Shafiquzamman, M., & Sadiq, R. (2019). Performance indicators for municipal solid waste management systems in Saudi Arabia: selection and ranking using fuzzy AHP and PROMETHEE II. Arabian Journal of Geosciences, 12(15), 1-23.

6) Ali, S. A., & Ahmad, A. (2020). Suitability analysis for municipal landfill site selection using fuzzy analytic hierarchy process and geospatial technique. Environmental Earth Sciences, 79, 1-27.

7) Babalola, A., & Busu, I. (2011). Selection of landfill sites for solid waste treatment in Damaturu Town-using GIS techniques. Journal of Environmental Protection, 2(01), 1.

8) Babanyara, Y., Poor Medical Waste Management (MWM) practices and its risks to human health and the environment: a literature review. Int J Environ Ealth Sci Eng, 2013. 11(7): p. 1-8.

9) Badi, I., & Kridish, M. (2020). Landfill site selection using a novel FUCOM-CODAS model: A case study in Libya. Scientific African, 9, e00537.

10) Balasooriya, B. M. R. S., Vithanage, M., Nawarathna, N. J., Zhang, M., & Herath, G. B. B. (2014). Solid waste disposal site selection for Kandy District, Sri Lanka integrating GIS and risk assessment.

11) Davami, A. H., Moharamnejad, N., Monavari, S. M., & Shariat, M. (2014). An urban solid waste landfill site evaluation process incorporating GIS in local scale environment: a case of Ahvaz city, Iran. International Journal of Environmental Research, 8(4), 1011-1018.

12) Ebistu, T. A., & Minale, A. S. (2013). Solid waste dumping site suitability analysis using geographic information system (GIS) and remote sensing for Bahir Dar Town, North Western Ethiopia. African Journal of Environmental Science and Technology, 7(11), 976-989.

13) Estay-Ossandon, C., Mena-Nieto, A. and Harsch, N. (2018). Using a fuzzy TOPSIS-based scenario analysis to improve municipal solid waste planning and forecasting: a case study of Canary archipelago (1999–2030). J. Cleaner Prod.,

176(12); 1198-1212.
14) Ghasemzade R, Pazoki M (2017), Estimation and modeling of gas emissions in municipal landfill (Case study: Landfill of Jiroft City), Pollution 3 (4), 689-700
15) Givargis, S., Dabiri, A., Hakiminejad, N.,Mahmoodi, M. and Semiromi, F. B. (2018).Comparing Mamdani And Sugeno hierarchical fuzzy systems for environmental impact assessment: a pipeline project case study. Environ. Eng. Manage. J., 17(7); 114-126.
16) Güler, D., & Yomralıoğlu, T. (2017). Alternative suitable landfill site selection using analytic hierarchy process and geographic information systems: a case study in Istanbul. Environmental Earth Sciences, 76(20), 1-13.
17) 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(3), 177-184.
18) Kabir, Z., & Khan, I. (2020). Environmental impact assessment of waste to energy projects in developing countries: General guidelines in the context of Bangladesh. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 37, 100619.
19) Kabir, Z., & Khan, I., 2020. Environmental impact assessment of waste to energy projects in developing countries: General guidelines in the context of Bangladesh. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 37, 100619.
20) Kharat, M. G., Kamble, S. J., Raut, R. D., Kamble, S. S., & Dhume, S. M. (2016). Modeling landfill site selection using an integrated fuzzy MCDM approach. Modeling Earth Systems and Environment, 2(2), 53.
21) Le Hoang, S. O. N. (2014). Optimizing municipal solid waste collection using chaotic particle swarm optimization in GIS based environments: a case study at Danang city, Vietnam. Expert systems with applications, 41(18), 8062-8074.
22) Leao, S., Bishop, I., & Evans, D. (2001). Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modelling in a GIS environment. Resources, conservation and recycling, 33(4), 289-313.
23) M.K.Mondal, Rashmi, B.V.Dasgupta (2010). EIA of municipal solid waste disposal site in Varanasi using RIAM analysis, Resources, Conservation and Recycling, 54(9), 541-546
24) Mahdad, F., & Lanjabi, F. (2016). Application RIAM in Environmental Impact Assessment of solid waste management in Nur city, Iran. Journal of Environmental Science and Technology.
25) Malakahmad, A., Bakri, P. M., Mokhtar, M. R. M., & Khalil, N. (2014). Solid waste collection routes optimization via GIS techniques in Ipoh city, Malaysia. Procedia Engineering, 77, 20-27.
26) Mănoiu, V., Fontanine, I., Costache, R., Prăvălie, R., & Mitof, I. (2013). Using GIS techniques for assessing waste landfill placement suitability. Case study: Prahova County, Romania. Geogr Tech, 8(2), 47-56.
27) Markku Kuitunen, Kimmo Jalava, Kimmo Hirvonen (2008). Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results, Environmental Impact Assessment Review 28, 312–320
28) Melo, A. L., Calijuri, M. L., Duarte, I. C., Azevedo, R. F., & Lorentz, J. F. (2006). Strategic decision analysis for selection of landfill sites. Journal of Surveying Engineering, 132(2), 83-92.
29) Mourhir, A., Rachidi, T., Papageorgiou, E. I., Karim, M., & Alaoui, F. S. (2016). A

cognitive map framework to support integrated environmental assessment. Environ. Modell. Software, 77(15); 81 -94.

30) Oyinloye, M. A. (2013). Using GIS and remote sensing in urban waste disposal and management: A focus on Owo LGA, Ondo State, Nigeria. European International Journal of Science and Technology, 2(7), 106-118.

31) Pasalari, H., Nodehi, R. N., Mahvi, A. H., Yaghmaeian, K., & Charrahi, Z. (2019). Landfill site selection using a hybrid system of AHP-Fuzzy in GIS environment: A case study in Shiraz city, Iran. MethodsX, 6, 1454-1466.

32) Samal, B., Mani, S. and Madguni, O. (2020). Open dumping of waste and its impact on our water resources and health—a case of New Delhi, India. Recent Dev. Waste Manage, 26(5);127-154.

33) Samimian, M., Zandmoghadam,M.R. 2016. Location of municipal waste landfill with environmental approach (Case study: Ghaemshahr), Geographic Information and Remote Sensing in Planning, N 2, PP 1-10.

34) Şener, Ş., Sener, E., & Karagüzel, R. (2011). Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. Environmental monitoring and assessment, 173(1), 533-554.

35) Sharholy, M., Ahmad, K., Vaishya, R. C., & Gupta, R. D. (2007). Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India. Waste management, 27(4), 490-496.

36) Shayesteh AA, Koohshekan O, Khadivpour F, Kian M, Ghasemzadeh R, Pazoki M (2020). Industrial waste management using the rapid impact assessment matrix method for an industrial park, Global Journal of Environmental Science and Management 6 (2), 261-274

37) Soltani, A., Hewage, K., Reza, B., & Sadiq, R. (2015). Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of municipal solid waste management: a review. Waste Management, 35, 318-328.

38) Sule, J. O., Aliyu, Y. A., & Umar, M. S. (2014). Application of GIS in Solid Waste Management in Chanchaga Local Government Area of Niger State, Nigeria. IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol, 8, 17-22.

39) Sumathi, V. R., Natesan, U., & Sarkar, C. (2008). GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. Waste management, 28(11), 2146-2160.

40) Wang J. Shen J. YeXu D. YujingZhang Y., Yang W., Xinwu L., Wang J., Zhang L., Pan L., (2020). Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: Suggestions for disinfection strategy during coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in China, Environmental Pollution, 262, 114665

41) Yildirim, V. (2012). Application of raster-based GIS techniques in the siting of landfills in Trabzon Province, Turkey: a case study. Waste Management & Research, 30(9), 949-960.