مجله علمی – پژوهشی
مهندسی عمران مدرس
دوره ۲۴، شماره ۳، سال ۱۴۰۳
صفحات ۲۹ تا ٤٤

مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای شهری– صنعتی بندرعباس با رویکرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

مهدی رنجبری[۱]، محمد امیری[۲*]، مهدی فقیهی[۳]

۱. دانشجوی دکتری مهندسی عمران، گروه مهندسی عمران، واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران
۲. دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه هرمزگان
۳. استادیار مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی

Email: amirii@hormozgan.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱٤۰۱/۱۰/۳۰] **تاریخ پذیرش:** [۱٤۰۲/۰۳/۳۱]

چکیده

در شهر بندرعباس روزانه حدود ٤۲۰ تن زباله تولید می‌شود که به صورت غیراصولی و غیربهداشتی، جمع‌آوری، حمل و در روبه‌روی ایستگاه راه‌آهن دفن می‌شود که این فرایند موجب انتشار آلودگی در منطقه شده است. بر این اساس در پژوهش حاضر سعی در مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماند شده است. برای دستیابی به این رهیافت، از ٤ معیار محیط‌زیستی (٦ زیرمعیار)، اکولوژیکی (۵ زیرمعیار)، ساختاری (۱۱ زیرمعیار) و فیزیکی (۷ زیرمعیار) استفاده شده است. این معیارها با مدل تحلیل شبکه (ANP[1]) وزن‌دهی شده و برای هر یک، لایه اطلاعاتی تهیه شد. پس از تهیه نقشه فاصله اقلیدسی و تلفیق آن با عملگرهای فازی برای هر زیرمعیار، نقشه حاصل در وزن فازی ANP ضرب شد. در ادامه، از عملگرهای فازی AND، OR، SUM، Product و گامای ۰/۹، ۰/۷ و ۰/۵ برای روی هم‌گذاری لایه‌ها استفاده شد. برای انتخاب بهترین نقشه روی هم‌گذاری شده از رگرسیون حداقل مربعات استفاده شده است. سپس برای رتبه‌بندی جایگاه‌های منتخب و بهترین جایگاه از تکنیک تاپسیس استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل شده معیار اکولوژیکی با وزن فازی ۰/٤٤۳ بیشترین تأثیر را در مکان‌گزینی مرکز دفن پسماند دارد. پس از آن نیز معیارهای ساختاری، محیط‌زیستی و فیزیکی به ترتیب با وزن فازی ۰/۲۷۹، ۰/۱۸۳ و ۰/۰۹۵ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در زیرمعیارهای اکولوژیکی، فاصله از زیستگاه حساس کوه گنو با وزن فازی ۰/٤۳۸؛ در زیرمعیارهای ساختاری، فاصله از سکونتگاه‌ها با وزن فازی ۰/۱۵۵؛ در زیرمعیارهای محیط‌زیستی، فاصله از مسیل با وزن فازی ۰/۲۸۳ و در زیرمعیارهای فیزیکی، فاصله از رودخانه با وزن فازی ۰/۳۱۰ بیشترین تأثیر را در مکان‌گزینی دفن پسماند دارند. در بین عملگرهای روی هم‌گذاری فازی، عملگر اشتراک فازی SUM، بیشترین همبستگی را با معیارهای پژوهش در شناسایی جایگاه دفن پسماند دارد. پنج محل برای دفن پسماند در بندرعباس شناسایی شد و با مدل رتبه‌بندی تاپسیس، ناحیه چهار واقع در غرب بندرعباس و روستای تل‌سیاه و شرق بندرعباس، قطعه زمینی با مساحت ۱۵ کیلومترمربع انتخاب شد که برای دفن پسماندهای شهری و صنعتی از دیدگاه زیست‌محیطی مناسب است.

واژگان کلیدی: مرکز دفن پسماند، زیستگاه حساس، تحلیل شبکه (ANP)، تاپسیس، بندرعباس.

1 . Analytic Network Process

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

مقدمه

افزایش جمعیت شهری و تغییر الگوی مصرف در دهه‌های اخیر سبب شده که حجم سرانه زباله تولیدی افزایش چشم‌گیری داشته باشد [1]. ورود حجم زیادی از مواد زائد شهری همراه با هزاران تن مواد سمی خطرناک و مواد زائد بیمارستانی و صنعتی به محیط‌زیست و تولید شیرابه مرتبط با دفن زباله از مشکلات محیط زیستی است که آثار منفی و زیان‌بار آن در ارتباط با سایر نظام‌های موجود شهری و ازجمله نظام محیط‌زیستی آن‌ها قابل‌توجه است [2]. یافتن محل مناسب برای دفن پسماند، یکی از مهم‌ترین مراحل مطالعاتی در کنار طراحی دفن زباله است. مدیریت صحیح در امر مکان‌یابی محیط‌زیستی، نقش به‌سزایی در برنامه‌ریزی شهری دارد، زیرا عدم توجه به مطالعات محیطی و مدیریتی می‌تواند منجر به مشکلاتی مانند سیل‌گیری، نفوذ شیرابه به آب‌های زیرزمینی و آلودگی خاک و آب‌های سطحی، قرارگیری بر اراضی ناپایدار و بروز مشکلات توپولوژیکی شود [3].

مدیریت پسماندهای شهری یکی از مشکلات عمده دولت‌ها و برنامه‌ریزان شهری در سراسر جهان است. این مسئله به ویژه در کشورهای درحال‌توسعه حادتر است؛ زیرا به علت شهرنشینی شتاب‌آلود و افزایش جمعیت، به مدیریت خدمات زباله پیشرفته نیاز دارد [4]. درگذشته زباله‌ها در محیط‌های باز سوزانده و یا انباشته، و در صورت دفن، از حفره‌های ایجادشده برای استخراج مواد و سنگ‌های معدنی استفاده شده بود. درحال توسعه حاضر، دفع زباله در بسیاری از شهرها در شکل ساده آن، یعنی مدفون کردن در زیر حجمی از خاک انجام می‌شود. در بسیاری از مناطق شهری کشورهای درحال‌توسعه، مقرون به صرفه‌ترین سیستم دفع مواد زائد جامد، دفن بهداشتی است [5]. محل‌های دفن زباله، مکان‌هایی استراتژیک هستند که به عنوان محل جمع‌آوری زباله‌های جامد تعیین می‌شوند و مواد در آن‌ها سوزانده یا متراکم می‌شوند. انتخاب مکان مناسب دفن پسماند شهری، یک تصمیم‌گیری است که به منظور شناسایی محل دفن در دسترس و بهینه، نیاز به فرآیند گسترده ارزیابی زمینی دارد. پژوهشگران برای مکان‌گزینی مناسب دفن پسماند شهری شیراز، از روش AHP[2]، منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفتند و در نهایت منطقه‌ای در شعاع ۱۹ کیلومتری شهر شیراز با ۲۷۲ هکتار مساحت در محدوده شمال که دارای توان پذیرش پسماند به وزن بیش از هزار تن در هر روز به مدت ۱۵ سال را دارا است، مکان‌گزینی نمودند [6]. به منظور انتخاب جایگاه بهینه دفن پسماند شهری با توجه به گسترش فیزیکی شهر تهران در یک دوره ۲۸ ساله از مدل میانگین وزنی مرتب‌شده استفاده شد و نتایج نشان داد که به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مساحت مکان مناسب برای دفن پسماند در حالت‌های OR و AND انتخاب شدند. بررسی‌ها نشان داد که مناسب‌ترین مکان‌های اولیه برای دفن پسماند در بخش‌های جنوب، جنوب‌غربی و غرب تهران قرار دارد، ولی با توجه به در نظر گرفتن روند گسترش شهری در جهات جغرافیایی مختلف طی ۲۸ سال گذشته، مکان مناسب نهایی برای دفن پسماند از گزینه‌های مناسب در جهت جغرافیایی جنوب تهران قرار دارد [7]. نیک‌زاد و همکاران (۱۳۹۶) برای تعیین مکان‌های مناسب دفن پسماند شهرستان علی‌آباد از معیارهای فاصله از جاده، شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، بارش، فاصله از گسل و آب‌های سطحی و مناطق حفاظت‌شده، زمین‌شناسی، فاصله از شهر و روستا استفاده نمودند. برای وزن‌دهی و پیوند لایه‌ها از تحلیل فرآیند شبکه‌ای فازی (FANP[3]) و GIS استفاده نموده و نقشه نهایی را ترسیم نمودند. درنهایت روش‌های AND و GAMMA با عدد ۰/۹ مکان مناسب دفن پسماند را برای یک دوره زمانی ۲۰ ساله مشخص کردند [8]. میرآبادی و عبدی قلعه (۱۳۹۶) برای مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهری بوکان، از معیارهای خطوط ارتباطی، فاصله از نقاط روستایی و شهری، حریم آب‌های سطحی، فاصله از گسل، کاربری زمین، شیب و جهت شیب استفاده نمود و نتایج آن‌ها نشان داد که معیار هیدرولوژی با وزن ۰/۲۳۵ مهم‌ترین معیار و معیار کاربری اراضی با وزن ۰/۰۲۳ به عنوان کم اهمیت‌ترین معیار شناخته شد [9]. افضلی و زرندی (۱۳۹۸) مکان مناسب دفن مشترک مواد زائد جامد

2 AHP: Analytical Hierarchy Process
3 FANP: Fuzzy Analytic Network Process (FANP)

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]
[DOI: 10.22034.24.3.29]

شهری خمینی‌شهر و ٦ شهرستان مجاور آن را با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره، GIS و AHP بررسی نموده و نتایج آن‌ها نشان داد که مکان‌های پیشنهادی مناسب دفن در ۵ ناحیه و در بخش‌های مرکزی منطقه موردمطالعه با مساحت کم‌تر از یک درصد تعیین شد [10]. احمدی و همکاران (۱۳۹۸) نیز به منظور تحلیل مکانی ارزیابی چندمعیاره در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهر مریوان از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده نموده که نتایج آن‌ها نشان داد از کل مساحت فقط ۰/۱۳ منطقه مستعد محل دفن زباله بوده که در بخش‌های مرکزی واقع می‌شود. در نهایت ٤ جایگاه برای مکان‌یابی محل دفن انتخاب نمودند که از چهار جایگاه، جایگاه ۱ مکان مناسبی برای دفن زباله تا ۱۰ سال و جایگاه ۲ تا ۲۰ سال آینده بود [11].

در منطقه‌ای از شمال‌غربی چین، آب‌های سطحی و زیرزمینی در معرض آلودگی ناشی از شیرابه پسماندها قرار دارد. بر اساس مطالعه‌ای صورت گرفته که با استفاده از مدل فازی مثلثی در سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داد شده که مکان دفن پسماند انتخاب شده، ملاحظات محیط‌زیستی و خطر آلودگی آب را رعایت نکرده، و خطر ریسک آن بالا است. در این مطالعه، دو جایگاه مناسب شناسایی شد که مقدار ریسک و خطر سلامت آن به ترتیب ٦٦ و ٦٩ درصد است [12]. در منطقه گرانادا در جنوب کشور اسپانیا پژوهشگران جایگاه فعلی دفن پسماند شهری، را از لحاظ محیط‌زیستی و بهداشت محیط بررسی کردند، آن‌ها از پارامترهای محیط‌زیست، اقتصادی، اجتماعی و آب استفاده نموده و نتایج آن‌ها نشان داد که جایگاه فعلی مرکز دفن پسماند شهری، موازین سلامت محیط‌زیست را رعایت کرده و در کنترل آلودگی موفق بوده است [13]. در شهر کرج، پژوهشگران به دنبال راهکاری برای انتخاب جایگاه بهینه دفن پسماند شهری بوده که در مطالعه‌ای، از پارامترهای ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی برای انتخاب جایگاه بهینه استفاده شد و نتایج نشان داد که فقط ٦ درصد منطقه پتانسیل تبدیل‌شدن به مرکز دفن پسماند شهری کرج را دارد [14]. در کشور نیجریه و شهر Akure پژوهشگران از معیارهای کاربری اراضی، توپوگرافی، شیب و جهات شیب، حمل‌ونقل، زهکشی سطحی، آب‌های زیرزمینی، گسل، خاک و زمین‌شناسی منطقه و فاصله و دسترسی به جاده‌ها و سکونتگاه‌های شهری برای ارزیابی جایگاه فعلی دفن پسماند و انتخاب جایگاه بهینه استفاده نموده و در نقشه نهایی پنج طبقه استخراج شد: طبقه نامناسب ۳٤/۱ درصد، کمتر مناسب ٥۰/٤ درصد، نسبتاً مناسب ۰/۳ درصد، مناسب ۰/۰۲ درصد و بسیار مناسب ۱۵/۵ درصد منطقه را شامل شد [15]. پژوهشگران به‌منظور مکان‌یابی دفن پسماند شهری مسقط ابتدا ۱۲ پارامتر اثرگذار را انتخاب نموده و در محیط GIS استانداردسازی نمودند و با روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها به این نتیجه رسیدند که فقط ۲ درصد منطقه مورد مطالعه دارای پتانسیل مناسب برای دفن پسماند شهری هستند که بهینه آن در منطقه Al-Amrat قرار دارد [16]. تکنیک‌های متفاوتی برای انتخاب جایگاه‌های بهینه دفن پسماند شهری توسط پژوهشگران مورداستفاده قرار گرفته است، اما استفاده از منطق فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی و همچنین سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در تمام این مطالعات استفاده شده است. کشف جایگاه بهینه از بین مراکز انتخابی که از پردازش‌های تصمیم‌گیری و GIS به‌دست می‌آید، به وسیله تکنیک‌های COPRAS، MOORA، TOPSIS و WASPAS استخراج می‌شود؛ به طوری‌که در انتخاب جایگاه بهینه دفن پسماند در کلان‌شهر شیراز، پس از استخراج ۱۳ معیار و استانداردسازی آن‌ها با منطق فازی در GIS، جایگاه‌های مناسب از طریق روش خوشه‌بندی K-Mean کلاس‌بندی شد و با استفاده از تکنیک‌های COPRAS، MOORA و WASPAS مناسب‌ترین جایگاه از بین جایگاه‌های منتخب، کشف شد [17]. در شهر آکوره نیجریه [18]، در شهر آبوسو در کشور غنا [19]، در شهر مراغه در استان آذربایجان شرقی [20]، در شهر ایلام [21] و در مرودشت [22]، پژوهشگران از معیارهای زمین‌شناسی و توپوگرافیکی برای انتخاب جایگاه بهینه پسماند استفاده نمودند. جایگاه مرکز دفن پسماند شهری و صنعتی بندرعباس که روزانه ۳٦۰ تن زباله از شهر بندرعباس و هم‌چنین ۵۰ تن از سطح صنایع و شهرک‌های وابسته و ۱۰ تن

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

از شهرداری و دهیاری‌های نزدیک بندرعباس وارد آن می‌شود، در ۱۰ کیلومتری شمال‌غربی شهر بندرعباس در نزدیکی ایستگاه راه‌آهن قرار دارد که مساحت این جایگاه حدود ۱۰۰ هکتار بوده و ماهانه حدود ۱۲ هزار تُن پسماند وارد این جایگاه می‌شود. بر اساس بررسی‌های کمی و کیفی حدود ۳۵٪ زباله‌ها آلی، ٤۰٪ غیرآلی و ۲۰٪ زباله‌های خطرناک است. دفن غیربهداشتی پسماندها، علاوه‌بر تخریب چشم‌انداز بصری محیط منطقه، از دیدگاه اکوسیستمی، موجب این می‌شود که خطرات محیط‌زیستی بی‌شماری، اکوسیستم منطقه را تهدید کند. نفوذ و نشت شیرابه مرکز دفن به آب‌های زیرزمینی و سطحی موجب آلودگی شدید آب‌های منطقه می‌شود. انتشار ذرات غبار از سطح پسماندها و رسوب آن بر سطح برگ گیاهان منطقه، موجب سمی‌شدن گیاه و اختلال در چرخه رشد آن می‌شود. انتشار گازهای سمی بر سلامت کارکنان و افراد بومی منطقه آسیب جدی می‌زند. وضعیت محیطی منطقه نقش بسیار زیادی در انتخاب جایگاه دفن پسماند دارد، چون بدون توجه به وضعیت بستر مرکز دفن پسماند، اجرایی نمودن آن بر محیط‌زیست آسیب خواهد زد؛ بنابراین، انتخاب مکانی مناسب از دیدگاه محیط‌زیستی برای دفن پسماند شهری بندرعباس می‌تواند بسیاری از مشکلات محیط‌زیستی منطقه‌ی مورد مطالعه را حل کند. مکان‌یابی دفن پسماند شهری در استان هرمزگان توسط پژوهشگران [23] با مدل AHP انجام شده است، اما این پژوهشگران تنها از ٤ معیار منابع آب، پوشش گیاهی، مراکز سکونتی و جاده برای مکان‌یابی مرکز دفن پسماند بندرعباس استفاده نموده‌اند؛ درحالی‌که معیارهای محیط‌زیستی، ساختاری که مهم‌ترین معیارها در مکان‌یابی مرکز دفن پسماند می‌باشد، نادیده گرفته شده است. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای شهری- صنعتی شهر بندرعباس با در نظر گرفتن معیارهای محیطی با رویکرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیار فازی است.

۲- روش پژوهش

شهر بندرعباس مرکز سیاسی- اداری استان هرمزگان در منتهی‌الیه جنوب ایران در ۲٦ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۸۸ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است (شکل ۱). محدوده شهر بر اساس طرح جامع در حدود ۵۳۲۳/۵ هکتار مساحت است. این شهر از شمال با بخش فین، از شرق با بخش قلعه‌قاضی و تخت و از غرب با شهرستان بندر خمیر همسایه بوده و جنوب آن را آب‌های خلیج‌فارس در بر گرفته است. ارتفاع متوسط شهر از سطح دریا در حدود ۰/٦ تا ٤۰ متر است. جمعیت شهر بندرعباس بر اساس آمار سال ۱٤۰۰ حدود ۵۸۸ هزار نفر است. دریا به عنوان لبه طبیعی و محدود کننده شهر از سمت جنوب و ارتفاعات پولادین در شمال به لحاظ طبیعی، مناظر جنوبی و شمالی شهر بندرعباس را تشکیل می‌دهند. شهر بندرعباس از ٤ منطقه، ۱۲ ناحیه شهرداری و ۷۰ محله تشکیل‌شده است. بر اساس گزارشی که توسط کارشناسان سازمان حفاظ محیط‌زیست استان هرمزگان تهیه شده است، روزانه حدود ٤۲۰ تن زباله در بندرعباس تولید می‌شود. درحال‌توسعه حاضر زباله‌های شهر بندرعباس به صورت غیراصولی و غیربهداشتی، جمع‌آوری، حمل و دفن می‌شود. مکان و جایگاه دفن زباله فعلی شهر بندرعباس روبه‌روی ایستگاه راه‌آهن است که مورد تائید سازمان محیط زیست و شهرداری نیست.

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (شهر بندرعباس)

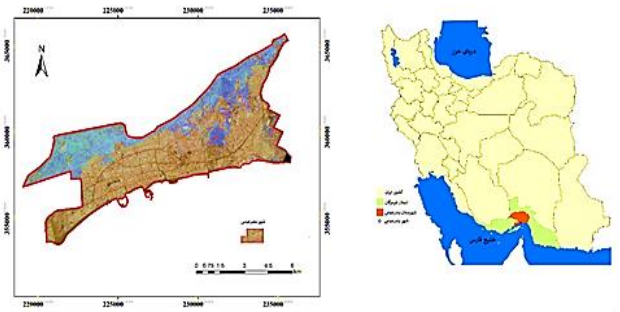


Fig. 1. Geographical location of the studied area (Bandar Abbas city)

به منظور مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای شهری- صنعتی بندرعباس که مبتنی بر آن پایگاه اطلاعاتی ایجاد شد، اطلاعات مکانی و فضایی این پایگاه در ٤ معیار و ۳۰ زیرمعیار تهیه شد (شکل ۲). معیارهای این پژوهش شامل ۱) معیار فیزیکی، ۲) معیار اکولوژیکی، ۳) معیار محیط‌زیستی و ٤) معیار ساختاری است.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

پس از ایجاد پایگاه اطلاعات مکانی- فضایی و تدوین ٤ معیار و ۳۰ زیرمعیار، به منظور مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای شهری- صنعتی بندرعباس با رویکرد چشم‌انداز توسعه، برای هر یک از زیرمعیارها یک لایه اطلاعاتی در نرم‌افزار ArcGIS تهیه و نقشه فاصله برای آن‌ها با فاصله اقلیدسی ترسیم شد. سپس برای فازی کردن (ارزش بین صفر و یک) هر نقشه (زیرمعیار)، از عملگرهای فازی در شکل (۳)، استفاده شد و نقشه فازی برای هر یک از نقشه‌های فاصله اقلیدسی تهیه شد.

در گام بعد، به منظور وزن‌دهی و ارزش‌گذاری معیارها و زیرمعیارهای پژوهش در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماند، از روش تحلیل شبکه (ANP) استفاده شد [24]. در این مدل، ابتدا ۳۰ پرسش‌نامه به روش دلفی تهیه شد و در بین کارشناسان و خبرگان در زمینه محیط‌زیست و اکولوژی شهری توزیع شد. پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه، به‌منظور محاسبه وزن و ارزش هر یک از معیارها و زیرمعیارها، از روش تحلیل شبکه در نرم‌افزار Super decision استفاده شد و خروجی مدل، وزن فازی‌شده هر معیار و زیرمعیار بود.

شکل ۲. معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در مکان¬گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای شهری- صنعتی بندرعباس

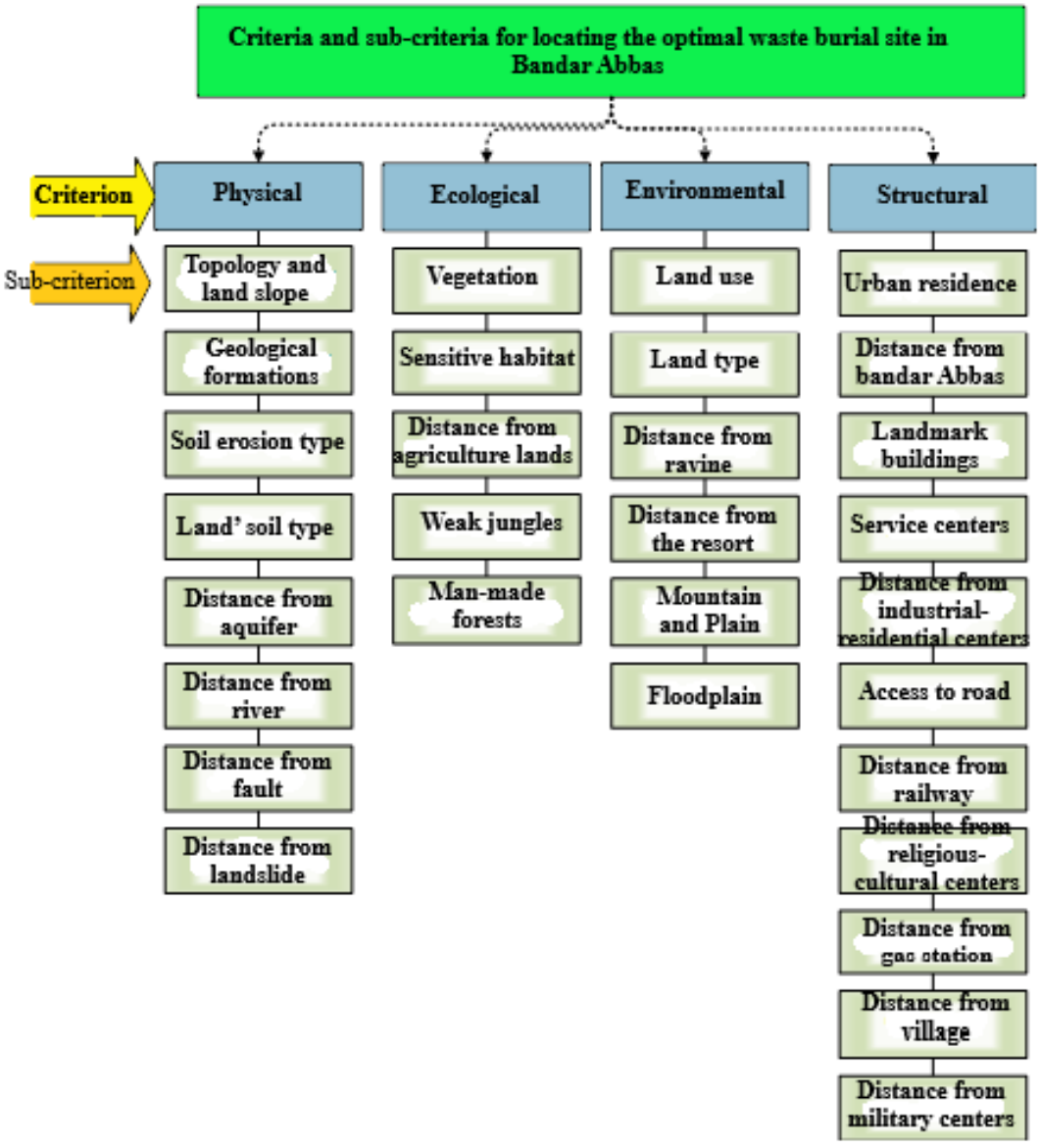


Fig. 2. Effective criteria and sub-criteria in choosing the optimal site for the burial of urban-industrial waste in Bandar Abbas

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

در ادامه، نقشه‌ای که برای هر معیار و زیرمعیار از تلفیق فاصله اقلیدسی و عملگرهای فازی به دست آمده بود، در وزن فازی‌شده خود حاصل از مدل ANP در نرم‌افزار ArcGIS ضرب شد و نقشه نهایی برای هر معیار و زیرمعیار تهیه شد که هر یک میزان ارزش آن را در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماند را نشان می‌دهد. به منظور روی هم‌گذاری نقشه‌های وزن‌داری فازی، از عملگرهای روی‌هم‌گذاری فازی در شکل (٤) استفاده شد و برای هر عملگر فازی، یک نقشه حاصل از روی هم‌گذاری ۳۰ زیرمعیار (٤ معیار) در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماند به دست آمد.

پارامترهای موجود در مکان‌یابی، اغلب ماهیت فازی دارند. معیارها بیشتر مربوط به فاصله مناسب از برخی عوارض و معیارهای موجود می‌باشند. برای این معیارها، مجموعه‌های فازی تعریف می‌شود که در آن هر پیکسل به عنوان عضوی از این مجموعه، با توجه به فاصله‌ای که از عارضه دارد، درجه عضویت متفاوتی به خود می‌گیرد. اگر همه پارامترهای مسئله به صورت مجموعه‌های فازی با مقادیر عضویت صحیح تعریف شوند، می‌توان برای تلفیق پارامترها از اُپراتورهای مناسب فازی استفاده نمود. نوع عملگر (اُپراتور) مورداستفاده نیز به چگونگی اثرپذیری معیارها از یکدیگر و یا اثر نهایی (افزایشی یا کاهشی) عملگر روی مجموعه پارامترها بستگی دارد. با استفاده از عملگر فازی OR در هر موقعیت، بیشترین مقدار عضویت پیکسل در تمام نقشه‌های ترکیب شده، به عنوان مقدار عضویت در نقشه نهایی وارد می‌شود. در نتیجه، به دلیل صرف‌نظر نمودن از وزن‌های پایین، پیکسل‌های یک خروجی بسیار خوش‌بینانه خواهد بود. عملگر اشتراک فازی AND در یک موقعیت مشخص، حداقل درجه عضویت پیکسل‌ها در نقشه ترکیبی را برای نقشه‌های نهایی در نظر می‌گیرد که منجر به یک نتیجه محافظه‌کارانه شده و از وزن‌های بالای پیکسل‌ها چشم‌پوشی می‌کند. ضرب فازی Product درجه عضویت‌های یک موقعیت در نقشه‌های مختلف را در هم ضرب می‌کند. این عملگر باعث کاهش عضویت نهایی شده و نتیجه آن تعلق وزن بسیار کوچکی به هر موقعیت است که در صورت زیاد بودن نقشه‌های ورودی، این عدد به صفر میل می‌کند. با اعمال عملگر جمع جبری فازی SUM، مقدار عضویت نهایی پیکسل‌ها در نقشه خروجی بزرگ شده، در صورت زیاد بودن ورودی‌ها، به یک میل می‌کند. به دلیل بزرگ بودن اوزان موقعیت‌های نهایی اثر این عملگر افزایشی است و در مواردی که پارامترهای مسئله همدیگر را تقویت می‌کنند، برای حل آن مناسب است. رابطه عملگر فازی حالت کلی عملگرهای ضرب و جمع است و می‌توان با انتخاب صحیح مقدار گاما (۰/۹، ۰/۷ و ۰/۵) پارامترهای کاهشی و افزایشی را هم‌زمان تلفیق نموده، به مقادیری در خروجی‌ها دست یافت که حاصل سازگاری قابل‌انعطاف میان گرایش‌های افزایشی و کاهشی دو عملگر ضرب و جمع فازی می‌باشند [25].

برای شناسایی بهترین عملگر فازی در روی هم‌گذاری زیرمعیارهای پژوهش و مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماند با رویکرد چشم‌انداز توسعه، از تجزیه‌وتحلیل روابط مکانی و فضایی بین متغیرهای مستقل (٤ معیار اصلی) و متغیر وابسته (نقشه‌های روی هم‌گذاری شده با عملگرهای فازی) به روش رگرسیون حداقل مربعات (OLS٤) استفاده شد. در نهایت برای رتبه‌بندی مکان‌های منتخب برای انتخاب جایگاه بهینه از تکنیک تاپسیس (TOPSIS) استفاده شد [26]. مراحل روش کار برای دستیابی به هدف اصلی پژوهش حاضر که انتخاب جایگاه بهینه دفن پسماندهای شهری- صنعتی بندرعباس است، در شکل (۵) به صورت طرح ارائه شده است.

معیار نتایج حاصل از وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای شهری- صنعتی بندرعباس با مدل ترکیبی تحلیل شبکه و عملگرهای فازی بیان-گر این است که معیار اکولوژیکی با وزن فازیِ ۰/٤٤۳ بیشترین اهمیت را در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند دارد. پس از آن نیز معیارهای ساختاری، محیط‌زیستی و فیزیکی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در بین معیار فیزیکی، زیرمعیار فاصله از رودخانه با وزن ۰/۳۱۰ و فاصله از گسل و کانون زمین‌لرزه با وزن ۰/۱۷٤ بیشترین اهمیت را در مکان‌یابی دفن پسماند دارند. در معیار اکولوژیکی، زیستگاه‌های حساس و به ویژه منطقه حفاظت‌شده‌ی گنو با وزن فازی ۰/٤۳۸ بیشترین اهمیت را دارد. در معیار محیط‌زیستی نیز فاصله از مسیل آب‌های سطحی و سپس نوع کاربری اراضی و در معیار ساختاری فاصله مناسب و استاندارد از سکونتگاه‌های شهری بیشترین وزن فازی و اهمیت را دارد (جدول ۱).

4 OLS: Ordinary least Squares

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

شکل۳. طرح فازی کردن نقشه‌های فاصله‌ی اقلیدسی با عملگرهای فازی در ArcGIS

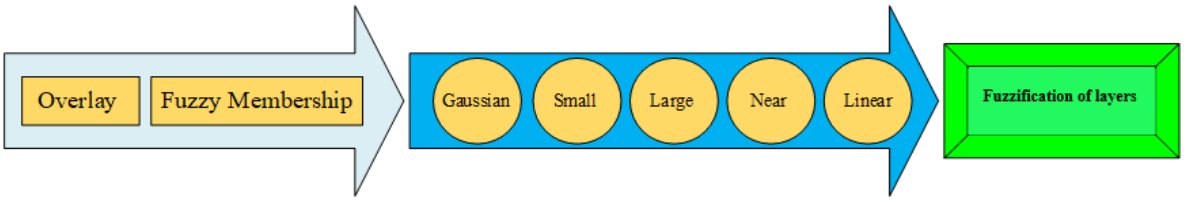


Fig.3. Fuzzy diagram of Euclidean distance maps with Fuzzy operators in ArcGIS

شکل٤. طرح روی هم‌گذاری ۲۹ زیرمعیار با عملگرهای فازی در ArcGIS

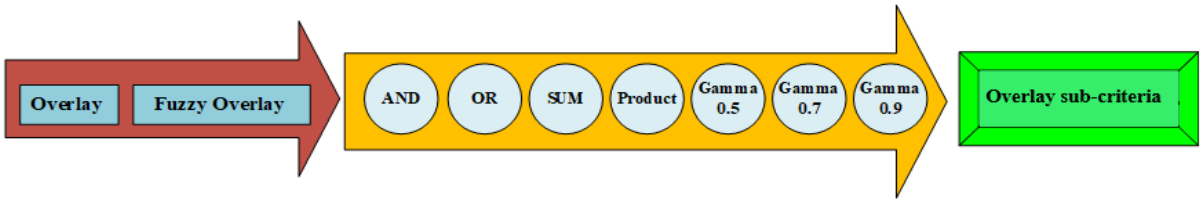


Fig.4. Diagram on combining 29 subcriteria with fuzzy operators in ArcGIS

شکل۵. فلوچارت مواد و روش پژوهش- مکان‌گزینی جایگاه بهینه¬ی دفن پسماندهای شهری- صنعتی بندرعباس

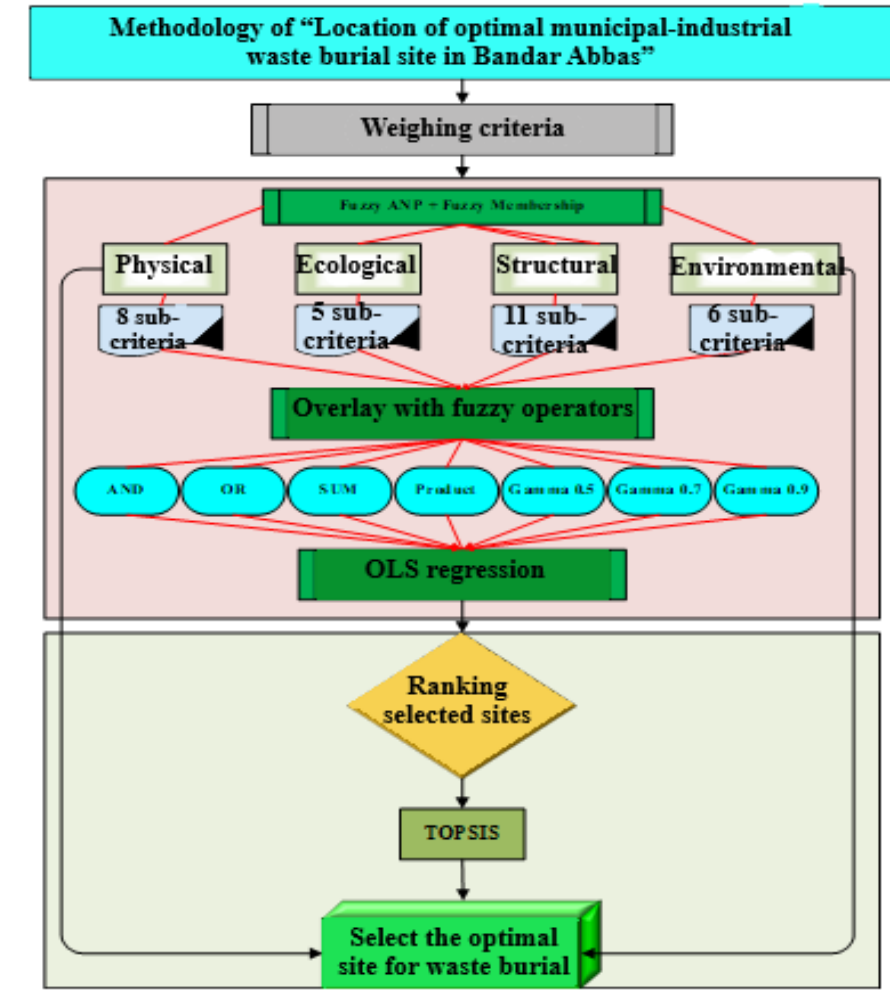


Fig.5. Flowchart of research materials and methods - choosing the optimal site for the burial of urban-industrial wastes in Bandar Abbas

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

جدول ۱. وزن معیارها و زیرمعیارهای حاصل از تحلیل شبکه و عملگرهای فازی

Criterion	Weight of criterion	Sub-criterion	Weight of sub-criterion	Fuzzy operator
Physical-geotechnical	0.095	Slope and topography	0.137	Large
		Geological formations	0.050	Large
		Soil erosion class	0.070	Large
		Land's soil type	0.061	Large
		Distance from aquifer	0.082	Large
		Distance from river	0.310	Large
		Distance from fault and earthquake epicenter	0.174	Large
		Distance from landslide	0.135	Large
Ecological	0.443	Vegetation	0.111	Gaussian
		Sensitive habitat	0.438	Large
		Distance from agricultural lands	0.206	Linear
		Weak jungles	0.102	Large
		Man-made forests	0.144	Large
Environmental	0.183	Land use	0.240	Gaussian
		Land type	0.176	Gaussian
		Distance from ravine	0.283	Large
		Distance from resort	0.073	Large
		Mountain and plain	0.128	Linear
		Floodplain	0.097	Large
Structural	0.279	Urban residence	0.155	Gaussian
		Distance from waste production	0.087	Gaussian
		Landmark buildings	0.059	Large
		Service centers	0.063	Large
		Distance from industrial-residential centers	0.134	Gaussian
		Access to road	0.124	Small
		Distance from railway	0.050	Large
		Distance from religious-cultural centers	0.040	Large
		Distance from the gas station	0.047	Large
		Distance from village	0.107	Gaussian
		Distance from military centers	0.129	Large

Table 1. The weight of criteria and sub-criteria resulting from network analysis and fuzzy operators

۳- بحث و بررسی نتایج

۳-۱- معیارهای پژوهش

معیار اکولوژیکی که مشتمل بر پنج زیرمعیار است و بیشترین وزن و اهمیت را در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند بندرعباس دارد، دارای وزن فازی بین ۰/۰۱۸ و ۰/۳٦٤ است که وزن بیشینه آن در چهار ناحیه به دور از زیستگاه حفاظت‌شده‌ی گنو بوده و از جنگل‌های دست‌کشت نیز فاصله دارد. یک ناحیه در شمال روستای باغو و ناحیه دیگر در پایین‌دست رودخانه شور در بخش شرقی شهر بندرعباس قرار دارد. ناحیه بعدی در غرب بندرعباس و آخرین ناحیه که بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است، در ناحیه غربی منطقه مورد مطالعه و در بخش کشار قرار گرفته است. در این نقشه، اراضی نزدیک به کوهستان گنو به دلیل نزدیکی به منطقه حفاظت شده و اراضی دشت تازیان به دلیل وجود پوشش گیاهی و اراضی کشاورزی، از لحاظ معیار اکولوژیکی برای دفن پسماند مناسب نیستند (شکل ٦). به طورکلی بر اساس نتایج ارائه شده در جدول (۲)، ازلحاظ معیار اکولوژیکی، حدود ۱۰/۹ درصد (حدود ۱۷۰ کیلومترمربع) از اراضی بسیار مناسب و ۱۹ درصد نیز برای انتخاب جایگاه دفن پسماند مناسب است؛ اما حدود ٤٤ درصد از اراضی که بیشتر در کوهپایه‌های گنو و دشت تازیان قرار دارد، برای دفن پسماند نامناسب است.

شکل ٦. نقشه وزن فازی معیار اکولوژیکی در مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

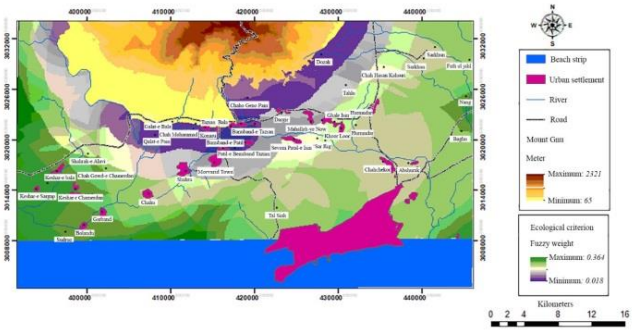


Fig. 6. Fuzzy weight map of ecological criteria in choosing the optimal site for the burial of urban-industrial wastes in Bandar Abbas

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

شکل ۷. نقشه وزن فازی معیار ساختاری در مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

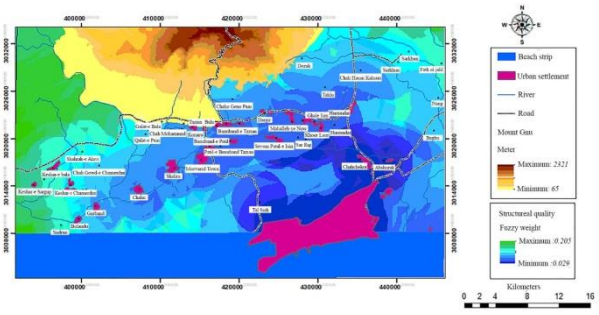


Fig. 7. Fuzzy weight map of structural criterion in the selection of the optimal site for the burial of urban-industrial wastes in Bandar Abbas

معیار ساختاری که در رتبه دوم اهمیت قرار دارد، دارای وزن فازی بین ۰/۰۲۹ تا ۰/۲۰۵ است. بر مبنای این معیار که بیشتر متشکل از کاربری‌های انسانی است، حدود ۱۳/۵ درصد (حدود ۲۱۱ کیلومترمربع) اراضی مناسب و ۲۰/٤ درصد (حدود ۳۱۷ کیلومترمربع) برای دفن پسماند بسیار مناسب است. این اراضی مناسب اغلب در نواحی غربی منطقه موردمطالعه در غرب کوه گنو قرار دارد، زیرا این اراضی از سکونتگاه شهری، تفرجگاه‌ها، جایگاه سوخت، مراکز نظامی، خطوط راه‌آهن، اماکن مذهبی- فرهنگی، روستاها و مراکز خدماتی دور بوده و از لحاظ ساختاری برای دفن پسماند مناسب است؛ اما اراضی اطراف سکونتگاه‌های شهری و روستایی به ویژه در اطراف شهر بندرعباس و دشت تازیان ازلحاظ ساختاری و خسارت‌های آلودگی ناشی از دفن پسماندها بر محیط‌زیست، برای انتخاب جایگاه بهینه نامناسب بوده و بیش از ٤۰ درصد اراضی را به خود اختصاص داده است (شکل ۷).

معیار محیط‌زیستی که در رتبه سوم اهمیت قرار دارد و مشتمل بر شش زیرمعیار است، دارای وزنی بین ۰/۰۰۸ تا ۰/۱۲۲ است. بر مبنای معیار محیط‌زیستی که متشکل از نوع کاربری و تیپ اراضی، سیلاب‌دشت، مسیل و کوهستان می‌باشد، حدود ٥٤ درصد از اراضی برای دفن پسماند مناسب و بسیار مناسب است. این اراضی به دور از کوهستان، سیلاب‌دشت‌ها و مسیل‌ها بوده و بیشتر در اراضی پست و مخلوط، دشت‌های دامنه‌ای و واریزه‌های مخروطی در کوهپایه‌های گنو، اراضی بخش شمال شهر بندرعباس و اطراف منطقه ویژه اقتصادی خلیج‌فارس در غرب بندرعباس قرار دارد. اراضی نامناسب و بسیار نامناسب نیز حدود ۲٥ درصد از محدوده را در برگرفته که اغلب در مسیر سیلاب‌ها، مناطق مسکونی و صنعتی، اراضی مرتفع و تراس‌های فوقانی قرار دارد (شکل ۸).

شکل ۸. نقشه وزن فازی معیار محیط‌زیستی در مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

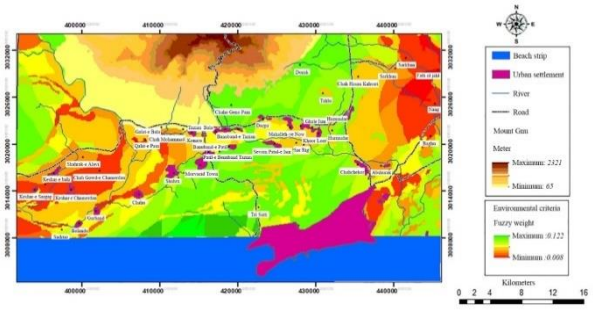


Fig. 8. Fuzzy weight map of environmental criteria in the selection of the optimal site for the burial of urban-industrial wastes in Bandar Abbas

جدول ۲. مساحت وضعیت اراضی برای دفن پسماند با معیارهای پژوهش

Criterion	Highly improper		Improper		Relatively proper		Proper		Highly proper	
	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%
Ecological	347	22.3	337	21.7	403	25.9	295	19	170	10.9
Environmental	183	12	201	13.2	305	20	388	25.5	444	29.1
Structural	196	12.6	439	28.2	390	25.1	211	13.5	317	40.4
Physical-geotechnical	300	19.3	378	24.3	379	24.4	339	21.8	157	10.1

Table 2. Land condition area for waste burial with research criteria

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

معیار فیزیکی که کمترین اهمیت را در بین معیارهای پژوهش در خصوص مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماندهای شهری- صنعتی بندرعباس دارد، مشتمل بر معیارهای شیب و توپوگرافی، تشکیلات زمین شناختی، فرسایش خاک، فاصله از رودخانه و زمین‌لغزش است، دارای وزنی بین ۰/۰۰۶ تا ۰/۰۶۶ است. بر مبنای این معیار، حدود ٤٩٦ کیلومترمربع (حدود ۳۲ درصد) اراضی برای دفن پسماند مناسب و بسیار مناسب است (جدول ۲) که عمدتاً در نواحی شرقی و غربی کوه گنو قرار دارد؛ اما حدود ٤۳ درصد از اراضی در محدوده موردمطالعه نامناسب بوده و اغلب در دشت تازیان، دشت‌های سیلابی واقع در جنوب‌غربی کوه گنو و دشت آبشورک قرار دارد (شکل ۹).

شکل ۹. نقشه وزن فازی معیار فیزیکی در مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

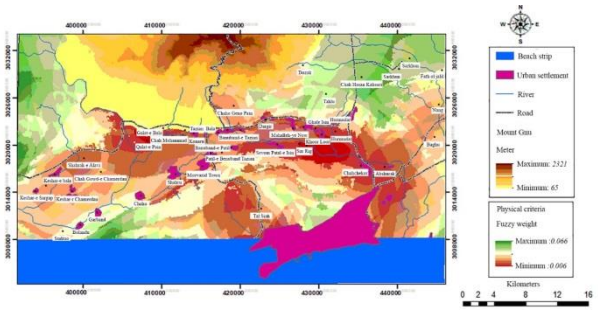


Fig.9. Fuzzy weight map of physical criteria in the selection of the optimal site for the burial of urban-industrial wastes in Bandar Abbas

۳-۲- روی‌هم‌گذاری لایه‌ها

پس از روی هم‌گذاری معیارها و زیرمعیارهای پژوهش با عملگرهای فازی و روش وزنی تحلیل شبکه، برای هر عملگر فازی یک نقشه تجمعی ترسیم شد. نقشه تجمعی حاصل از روی هم‌گذاری معیارها و زیرمعیارها با عملگر اشتراک فازی AND نشان داد که حدود ۲۸ درصد از اراضی برای دفن پسماند مناسب و بسیار مناسب است (جدول ۳) که این اراضی در دشت‌های دامنه‌ای شرق و غرب کوه گنو و اراضی شمال شهر بندرعباس قرار دارد. این اراضی در واقع از سیلاب‌های اتفاقی دور مانده و آلودگی پساب در این اراضی محدود است. از سکونتگاه‌ها فاصله داشته و خسارت‌های انسانی آن کم است. همچنین از اراضی کشاورزی و مراکز انسانی همچون خدماتی، نظامی، تفرجگاه‌ها و غیره دور است. دسترسی به جاده نیز در این نواحی آسان است؛ اما اراضی واقع در دشت تازیان و آبشورک به‌دلیل نزدیکی به مراکز انسانی و سکونتگاهی، کشاورزی و سفره‌ی آبخوان دشت تازیان، برای دفن پسماند نامناسب بوده و حدود ٤٦ درصد از اراضی را به خود اختصاص داده است (شکل ۱۰).

شکل ۱۰. نقشه روی‌هم‌گذاری با عملگر فازی AND در مکان‌گزینی جایگاه بهینه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

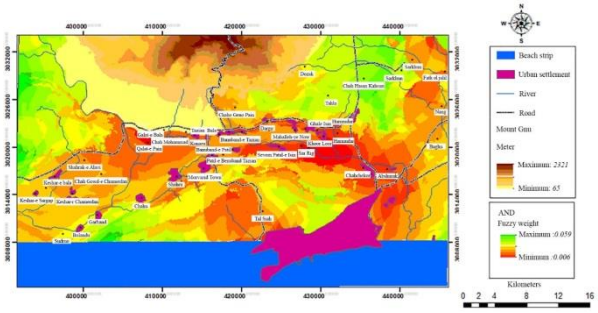
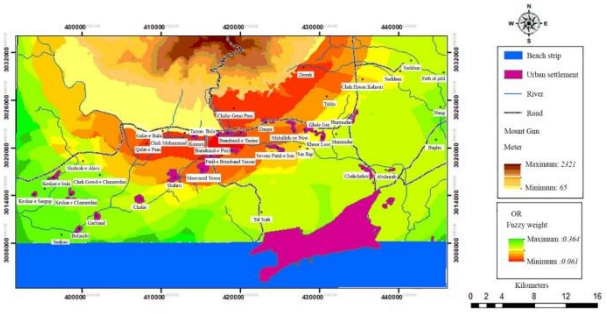


Fig. 10. Overlay map with the fuzzy AND operator in the selection of the optimal site for Bandar Abbas industrial-urban waste burial.

نقشه تجمعی حاصل از عملگر فازی OR نشان داد که اراضی واقع در دشت‌های سیلابی، کوهپایه‌های گنو و دشت تازیان برای دفن پسماند نامناسب بوده و حدود ٤٥ درصد از اراضی در محدوده موردمطالعه را به خود اختصاص داده است. اراضی مناسب و بسیار مناسب در نواحی جنوب‌غربی در روستاهای کشار و شهرک علوی و اراضی واقع در نواحی شرقی در جنوب روستای نانگ قرار دارد که حدود ۲٤/۸ درصد از اراضی را شامل می‌شود (شکل ۱۱).

شکل ۱۱. نقشه روی‌هم‌گذاری با عملگر فازی OR در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس



[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

Fig. 11. Overlay map with OR fuzzy operator in the selection of Bandar Abbas industrial-urban waste landfill site

نقشه‌ی تجمعی حاصل از عملگر فازی PRODUCT بیانگر این است که حدود ۸۰ درصد از اراضی برای دفن پسماند نامناسب است؛ فقط ناحیه‌ی کوچکی در ناحیه‌ی غربی مناسب است (شکل ۱۲).

شکل ۱۲. نقشه روی‌هم‌گذاری با عملگر فازی PRODUCT در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

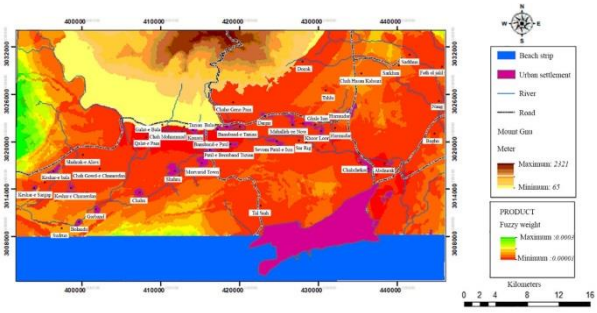


Fig. 12. Overlay map with PRODUCT fuzzy operator in Bandar Abbas landfill site selection

شکل ۱۳. نقشه روی‌هم‌گذاری با عملگر فازی SUM در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

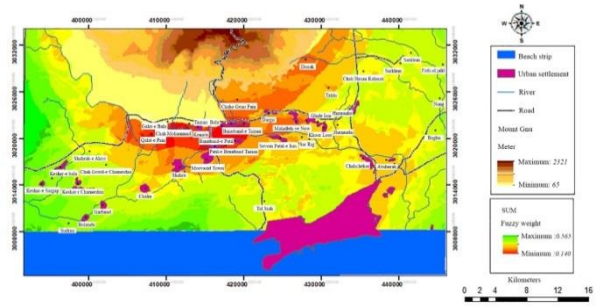


Fig. 13. Overlay map with SUM fuzzy operator in Bandar Abbas industrial-urban waste landfill site selection

نقشه تجمعی حاصل از اشتراک فازی SUM برخلاف عملگر PRODUCT، به‌جز دشت تازیان و آبشورک، بیشتر اراضی محدوده مورد مطالعه را برای دفن پسماند، متوسط تا بسیار مناسب نشان می‌دهد. اراضی مناسب در غرب شهر بندرعباس، دشت سرخون و ناحیه غربی قرار دارد (شکل ۱۳).

در پژوهش حاضر، از عملگر فازی گامای ۰/۹، ۰/۷ و ۰/۵ نیز استفاده شد و نتایج آن‌ها نشان داد که اراضی واقع در نواحی غربی شهر بندرعباس و ناحیه غربی کوه گنو مناسب‌ترین اراضی برای دفن پسماند است؛ اما دشت تازیان، آبشورک و تراس‌های مرتفع در کوهپایه‌های گنو برای دفن پسماند نامناسب است شکل‌های (۱٤ تا ۱٦). در جدول (۳) خلاصه نتایج ارزیابی وضعیت اراضی برای دفن پسماند با عملگرهای فازی تجمعی در شهر بندرعباس ارائه شده است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول (۳)، بیشترین اراضی مناسب بر مبنای عملگر فازی OR و AND به میزان ۱۳۷ کیلومترمربع است.

شکل ۱٤. نقشه روی‌هم‌گذاری با عملگر فازی گامای ۰/۹ در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

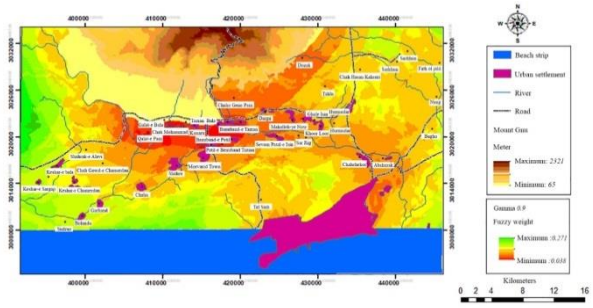


Fig. 14. Overlay map with 0.9 gamma fuzzy operator in Bandar Abbas industrial-urban waste landfill site selection

جدول ۳. مساحت وضعیت اراضی برای دفن پسماند با عملگرهای فازی تجمعی

Criterion	Highly improper		Improper		Relatively proper		Proper		Highly proper	
	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%
GAMMA 0.9	227	14.3	383	24.6	591	38	253	16.3	102	6.5
GAMMA 0.7	344	22.1	473	30.4	487	31.4	180	11.6	66	4.3
GAMMA 0.5	492	31.6	522	33.6	415	26.7	90	5.8	33	2.1
SUM	197	12.7	311	20	553	35.6	322	20.7	167	10.7
PRODUCT	790	50.8	460	29.6	225	14.4	54	3.5	23	1.4
AND	325	21	409	26.3	379	24.4	302	19.4	137	8.8

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

OR	280	18	420	27	468	30.1	248	16	137	8.8

Table 3. Land condition area for waste burial with cumulative fuzzy operators

شکل۱۵. نقشه روی‌هم‌گذاری با عملگر فازی گامای ۰/۷ در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

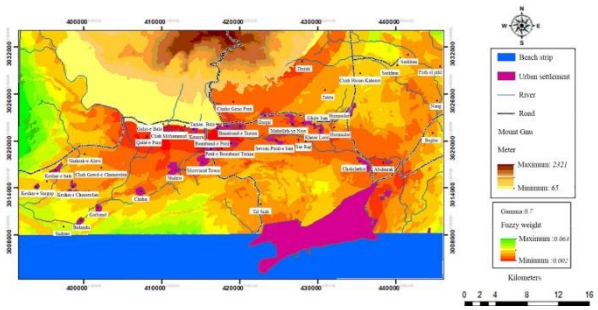


Fig. 15. Overlay map with fuzzy gamma operator 0.7 in the site selection of industrial-urban waste burial site in Bandar Abbas

شکل ۱۶. نقشه روی‌هم‌گذاری با عملگر فازی گامای ۰/۵ در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

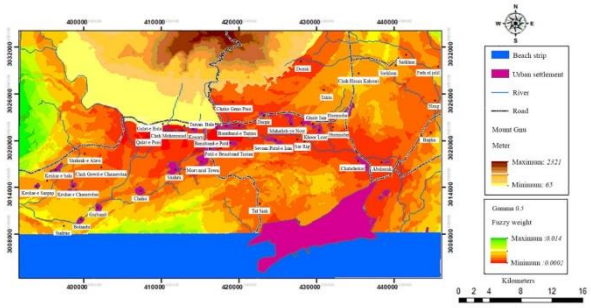


Fig. 16. Overlay map with 0.5 gamma fuzzy operator in Bandar Abbas industrial-urban waste landfill site selection

جدول ٤. ضریب همبستگی بین عملگرهای روی هم‌گذاری فازی با معیارهای پژوهش با تحلیل رگرسیون OLS

Fuzzy operator	Criterion			
	Physical-geotechnical	Ecological	Environmental	Structural
Gamma 0.9	0.694	0.397	0.475	0.361
Gamma 0.7	0.225	0.098	0.137	0.072
Gamma 0.5	0.050	0.021	0.031	0.014
SUM	0.667	0.729	0.696	0.801
PRODUCT	0.0007	0.0004	0.0006	0.0002
AND	0.898	0.004	0.059	-0.0009
OR	-0.241	0.287	0.124	0.756

Table 4. Correlation coefficient between fuzzy Overlay operators and research criteria with OLS regression analysis

به منظور درستی آزمایی و شناسایی بهترین عملگر فازی در ارزیابی مکان‌های مناسب برای دفن پسماند، از رگرسیون حداقل مربعات (OLS) استفاده شد و نتایج آن نشان داد که عملگر فازی SUM بیشترین همبستگی را با معیارهای پژوهش دارد. بنابراین نقشه‌ی طبقه‌بندی حاصل از این عملگر به‌عنوان نقشه‌ی نهایی شناسایی گردید (جدول ٤). بر اساس نتایج ارئه شده در جدول (٤)، عملگر فازی SUM بیشترین مجموع ضریب همبستگی (۲/۸۹۳) و عملگر PRODUCT کمترین مجموع ضریب همبستگی (۰/۰۰۱۹) را دارد.

طبقه‌بندی اراضی به منظور انتخاب جایگاه بهینه دفن پسماند در بندرعباس نشان داد که پنج ناحیه مناسب برای جایگاه بهینه دفن پسماند قابل انتخاب است که در نقشه به رنگ سبز و شماره‌های یک تا پنج نشانه‌گذاری شده است (شکل ۱۷). ناحیه یک: در شرق بندرعباس و رودخانه شور در نزدیکی ساحل خلیج‌فارس قرار دارد. ناحیه دو: در شمال روستای باغو و جنوب روستای نانگ قرار دارد. ناحیه سه: بالاتر از دشت سرخون قرار دارد. ناحیه چهار: در غرب روستای تل سیاه و شمال منطقه ویژه اقتصادی خلیج‌فارس واقع‌شده است. ناحیه پنج: در بخش غربی محدوده موردمطالعه و دشت روستاهای کشار بالا و پایین (پایین‌تر از شهرک علوی و روستای چاه گود) قرار دارد.

شکل ۱۷. اراضی مناسب برای دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس (۵ ناحیه به رنگ سبز)

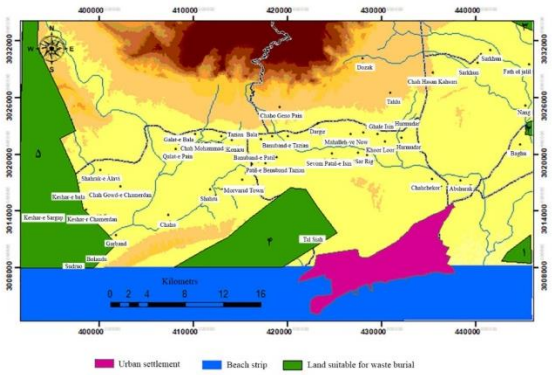


Fig. 17. Lands suitable for burying urban-industrial wastes in Bandar Abbas (5 areas in green)

به منظور انتخاب جایگاه بهینه از میان پنج جایگاه منتخب، از روش رتبه‌بندی تاپسیس بر مبنای وزن‌دهی و ارزش‌گذاری

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

چهار معیار و ۳۰ زیرمعیار استفاده شد که ناحیه چهار واقع در غرب روستای تل‌سیاه و شمال منطقه ویژه اقتصادی خلیج‌فارس با نزدیکی نسبی به ایده‌آل مثبت ۰/۹٤٦در رتبه اول قرار گرفت (جدول ۵).

شکل ۱۸. جایگاه بهینه برای دفن پسماندهای صنعتی- شهری بندرعباس

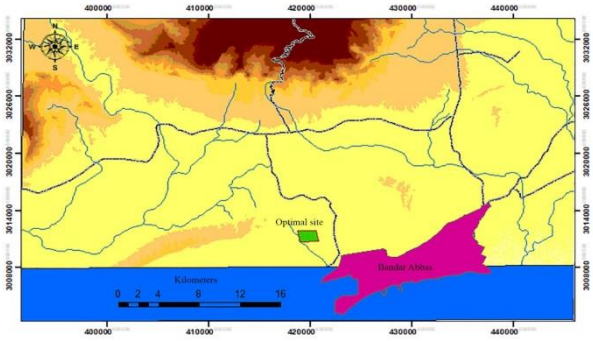


Fig. 18. Optimum site for burying urban-industrial wastes in Bandar Abbas

پارامترهای محیطی شامل معیارهای محیط‌زیستی، اکولوژیکی، فیزیکی و ساختاری نقش مهمی در مکان‌گزینی جایگاه دفن پسماند دارند. بر اساس دیگر پژوهش‌های صورت گرفته در شهر ساحلی علی‌آباد در ساحل خزر نیز پژوهشگران از معیارهای محیط‌زیستی و دسترسی به زیرساخت‌ها در مکان‌یابی دفن پسماند استفاده نمودند، اما عملگر فازی گامای ۰/۹ و AND بیشترین همبستگی را با معیارهای پژوهش داشت [8]؛ در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند در تهران، عملگر فازی OR و AND بیشترین همبستگی را با معیارهای پژوهش داشت [7]؛ اما در پژوهش حاضر، عملگر اشتراک فازی SUM بیشترین همبستگی را با معیارهای موردمطالعه در انتخاب جایگاه بهینه دفن پسماند در بندرعباس دارد. حریم مناسب از رودخانه، فاصله از گسل، شیب مناسب اراضی و فاصله از جنگل‌ها، مکان مناسبی برای دفن پسماند است. دور ماندن از سیلاب و رودخانه، آبراهه‌های اصلی و فرعی در شهر بندرعباس بیشترین اهمیت را در انتخاب جایگاه دفن پسماند دارد، چون در صورت قرارگیری مرکز دفن پسماند در مسیر سیلاب، خطر پخش‌شدن شیرابه و پسماند در سیلاب‌دشت وجود دارد. دوری از سفره آب زیرزمینی و آبخوان نقش مهمی در انتخاب جایگاه دفن پسماند دارد که در شمال‌غربی چین به دلیل قرارگیری مرکز دفن پسماند در سطح آبخوان، نفوذ شیرابه موجب آلودگی آبخوان شده است [12]. نزدیکی مرکز دفن پسماند به اراضی کشاورزی موجب انتشار آلودگی، نفوذ شیرابه به آب زیرزمینی و خاک کشاورزی موجب آلوده‌نمودن اراضی کشاورزی می‌شود، به همین دلیل انتخاب فاصله مناسب از اراضی کشاورزی برای مرکز دفن پسماند از ضروریات اولیه است که پژوهشگران در مطالعات خود این معیار را در نظر گرفتند [16-28]. دسترسی به خطوط ارتباط جاده‌ای و فاصله مناسب از مرکز تولید پسماند نیز از پارامترهای تأثیرگذار در انتخاب جایگاه مرکز دفن پسماند است که پژوهشگران در چین ۵ کیلومتر [12]، در اسپانیا ۷ کیلومتر [13]، در نیجریه ٤ کیلومتر [18]، در عمان ٦ کیلومتر [16] و در شهر کرج ٦ کیلومتر [14] در نظر گرفتند و در پژوهش حاضر نیز فاصله ۵ کیلومتری از شهر بندرعباس و منطقه ویژه اقتصادی خلیج‌فارس که مرکز تولید پسماند هستند، در نظر گرفته شد. علت در نظر گرفتن فاصله از شهر به‌دلیل چشم‌انداز نامناسب مرکز دفن پسماند، شیوع بیماری‌های ناشی از پسماند و انتشار آلودگی است.

جدول ۵. رتبه‌بندی پنج جایگاه منتخب برای دفن پسماند شهر بندرعباس با تکنیک تاپسیس

Selected locations	Distance from the positive ideal	Distance from the negative ideal	Relative proximity to positive ideal	Site's rank
A place between Bandar Abbas and a specific economic region of the Persian Gulf (area 4)	0.027	0.487	0.946	1
Down from Alavi town and Chah Gowd (area 5)	0.064	0.434	0.869	2
Above the Sarkhun Plain (area 3)	0.065	0.425	0.867	3
Between Nang and Baghu villages (area 3)	0.120	0.228	0.653	4
Within 40km distance from east of Bandar Abbas and Shur River-near the first slaty shrimp farming (area 1)	0.140	0.148	0.513	5

Table 5. TOPSIS technique Ranking of five selected sites for burying the waste of Bandar Abbas city with.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

٤- نتایج

توسعه فیزیکی- کالبدی و گسترش نامتوازن شهر همراه با نرخ صعودی رشد جمعیت موجب افزایش مصرف سرانه و تولید پسماند شده و خسارت‌های زیادی بر محیط‌زیست وارد می‌کند. از طرف دیگر توسعه شهری موجب کاهش اراضی قابل‌دسترس برای جایگاه دفن پسماند شده است. شهر بندرعباس در سال‌های اخیر رشد زیادی یافته و تولید پسماند نیز توسط جمعیت فزونی یافته است. جایگاه فعلی دفن پسماند ازلحاظ محیط‌زیستی مساعد نبوده و در پژوهش حاضر بر مبنای ٤ معیار (٣٠ زیرمعیار) محیط‌زیستی، اکولوژیکی، فیزیکی و ساختاری، جایگاه بهینه برای دفن پسماندهای شهری بندرعباس و صنعتی در منطقه ویژه اقتصادی خلیج‌فارس انتخاب شد. مدل نهایی تاپسیس نشان داد که ناحیه‌ی چهار واقع در غرب روستای تل‌سیاه در نزدیکی منطقه ویژه اقتصادی خلیج‌فارس و غرب شهر بندرعباس با نزدیکی نسبی به ایده‌آل مثبت ٠/٩٤٦ با مساحت متوسط ١٥ کیلومترمربع، جایگاه بهینه برای دفن پسماند است. این ناحیه به مرکز تولیدکننده‌های پسماند (شهر بندرعباس و منطقه ویژه اقتصادی خلیج‌فارس) نزدیک بوده و متوسط فاصله با هر یک از آن‌ها حدود ٧ کیلومتر است. این ناحیه به جاده و خطوط حمل‌ونقل دسترسی دارد. از سیلاب‌دشت و مسیل‌ها فاصله مناسبی دارد. اراضی کشاورزی در این ناحیه وجود ندارد. سکونتگاه روستایی در نزدیکی این ناحیه قرار ندارد. مراکز انسانی، نظامی و کالبدی از این ناحیه فاصله دارد. بنابراین این ناحیه خسارتی بر محیط‌زیست منطقه نخواهد گذاشت. سفره آبخوان در این ناحیه وجود ندارد و آب‌های سطحی و زیرزمینی آلوده نخواهد شد. از گسل و کانون زمین‌لرزه، زمین‌لغزش و شیب‌های زیاد و کوهستان نیز فاصله دارد. بنابراین این ناحیه بهترین مکان برای دفن پسماندهای شهری و صنعتی است و اگر این ناحیه را تفکیک و تقسیم شود، یک محل با مساحت ١٥ کیلومترمربع در فاصله ٥ کیلومتری غرب روستای تل‌سیاه، ٦ کیلومتری شرق منطقه ویژه اقتصادی خلیج‌فارس و ٦ کیلومتری غرب شهر بندرعباس خواهد بود.

٥- منابع

1. Hoornweg D, Bhada-Tata P, Kennedy C. Environment: Waste production must peak this century. *Nature news*. **2013**;502(7473):615-7.
2. Ghosh, A, Kumar, S, Das, J. Impact of leachate and landfill gas on the ecosystem and health: Research trends and the way forward towards sustainability, *Journal of Environmental Management*. **2023**;336:117708.
3. Feng,H, Zhao,J, Zhang, H, Zhu, S, Li, D. Uncertainties in whole-building life cycle assessment: A systematic review. *Journal of Building Engineering*; **2022**. p. 104191.
4. Gbanie SP, Tengbe PB, Momoh JS, Medo J, Kabba VTS. Modelling landfill location using geographic information systems (GIS) and multi-criteria decision analysis (MCDA): case study Bo, Southern Sierra Leone. *Applied Geography*. **2013**;36:3-12.
5. Akbari V, Rajabi M, Chavoshi S, Shams R. Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran. *World Applied Sciences Journal*. **2008**;3(1):39-47.
6. Salari M, Moazed H, Radmanesh F. Location of municipal waste landfill using AHP_FUZZY model in GIS environment (Case study: Shiraz city). *Dawn of Health*. **2012**;11(34):96-109. (In Persian).
7. Nadizadeh Shurabeh S, Nissan Samani N, Jolkhani Niaraki M. Determining the optimal landfills with emphasis on the urban development process is based on the combination of the hierarchical analysis process model and weighted average. *Natural Environment (Iranian Natural Resources).* **2017**;70(4):949-69. (In Persian).
8. Nikzad W, Mo'rab Y, Amiri M, Foroughi N. Location of landfill using fuzzy logic in GIS and fuzzy hierarchical analysis model (FAHP) (study area: Minoodasht city). *Environmental Science and Technology*. **2014**;16:421-35. (In Persian).
9. Mirabadi M, Abdi Qaleh A. Location of Buchanan landfill using Boolean logic and hierarchical model (AHP). *Environmental Science and Technology*. **2017**;19(1):149-68. (In Persian).
10. Afzali A, Faqihi Zarandi A. Feasibility study of establishing a common landfill for solid waste in Khomeini Shahr and neighboring cities using fuzzy logic and AHP. *Environmental Science and Technology*. **2019**;21(1): 77-86. (In Persian).
11. Aghajari N. Application of Spatial Multi-criteria Analysis in Landfill Site Selection in Marivan Based on Fuzzy Logic. *Zanko Journal of Medical Sciences*. **2019**;20(64):32-51.
12. Wang Y, Li J, An D, Xi B, Tang J, Wang Y, et al. Site selection for municipal solid waste landfill considering environmental health risks. *Resources, Conservation and Recycling*. **2018**;138:40-6.
13. Zamorano M, Molero E, Hurtado A, Grindlay A, Ramos A. Evaluation of a municipal landfill site in Southern Spain with GIS-aided methodology. *Journal of hazardous materials*. **2008**;160(2-3):473-81.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

14. Moeinaddini M, Khorasani N, Danehkar A, Darvishsefat AA. Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). *Waste management*. **2010**;30(5):912-20.
15. Ajibade FO, Olajire OO, Ajibade TF, Nwogwu NA, Lasisi KH, Alo AB, et al. Combining multicriteria decision analysis with GIS for suitably siting landfills in a Nigerian state. *Environmental and Sustainability Indicators*. **2019**;3:100010.
16. Hereher ME, Al-Awadhi T, Mansour SA. Assessment of the optimized sanitary landfill sites in Muscat, Oman. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. **2020**;23(3):355-62.
17. Eghtesadifard M, Afkhami P, Bazyar A. An integrated approach to the selection of municipal solid waste landfills through GIS, K-Means and multi-criteria decision analysis. *Environmental research*. **2020**;185:109348.
18. Fatoyinbo IO, Bello AA, Olajire OO, Oluwaniyi OE, Olabode OF, Aremu AL, et al. Municipal solid waste landfill site selection: a geotechnical and geoenvironmental-based geospatial approach. *Environmental Earth Sciences*. **2020**;79(10):1-17.
19. Asante-Annor A, Konadu SA, Ansah E. Determination of Potential Landfill Site in Tarkwa Area Using Multi-Criteria GIS, Geophysical and Geotechnical Evaluation. *Journal of Geoscience and Environment Protection*. **2018**;6(10):1.
20. Ghazifard A, Nikoobakht S, Azarafza M. Municipal waste landfill site selection based on environmental, geological and geotechnical multi-criteria: A case Study. *Iranian Journal of Environmental Technology*. **2016**;2(1):49-67.
21. Ahmadi M, Nikseresht M, Najafi E, Morshedi B. Landfill Site Selection Using Geographic Information System and Fuzzy-AHP Model: A Case Study of Ilam Township, *Iran. Journal of Environmental Health and Sustainable Development*. **2020**;5(3):1043-52.
22. Eskandari M, Homaee M, Mahmoodi S, Pazira E, Van Genuchten MT. Optimizing landfill site selection by using land classification maps. *Environmental Science and Pollution Research*. **2015**;22(10):7754-65.
23. Samari Jahromi H, Hosseinzadeh A. Location of waste landfill in Bandar Abbas using AHP model. *Man and the Environment*. **2012**;2(21):65-76. (In Persian).
24. Parkouhi SV, Ghadikolaei AS. A resilience approach for supplier selection: Using Fuzzy Analytic Network Process and grey VIKOR techniques. *Journal of Cleaner Production*. **2017**;161:431-51.
25. Mullick MRA, Tanim A, Islam SS. Coastal vulnerability analysis of Bangladesh coast using fuzzy logic based geospatial techniques. *Ocean & Coastal Management*. **2019**;174:154-69.
26. Liu D, Qi X, Li M, Zhu W, Zhang L, Faiz MA, et al. A resilience evaluation method for a combined regional agricultural water and soil resource system based on Weighted Mahalanobis distance and a Gray-TOPSIS model. *Journal of Cleaner Production*. **2019**;229:667-79.
27. Rahimi S, Hafezalkotob A, Monavari SM, Hafezalkotob A, Rahimi R. Sustainable landfill site selection for municipal solid waste based on a hybrid decision-making approach: Fuzzy group BWM-MULTIMOORA-GIS. *Journal of Cleaner Production*. **2020**;248:119186.
28. Amiri M, Dehghani M, Javadzadeh T, Taheri S. Effects of lead contaminants on engineering properties of Iranian marl soil from the microstructural perspective. *Minerals Engineering*. **2022**;176:107310.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]

Location of the Optimal Landfill for Urban-Industrial Waste in Bandar Abbas with the Approach of Fuzzy MCDM

M. Ranjbari[1], M. Amiri[2]*, M. Faghihi[3]

1 PhD Student, Islamic Azad University of Qeshm Branch, Faculty of Engineering, Qeshm Island, Iran.
2. Associate Professor, University of Hormozgan, Faculty of Engineering, Bandar Abbas, Iran.
3 Assistant Professor, The Research Center of Islamic legislative Assembly, Tehran, Iran.

***Email: amirii@hormozgan.ac.ir**

Abstract:

The increase in the urban population and the change in the consumption pattern in recent decades has caused the per capita volume of produced waste to increase significantly. The introduction of a large number of urban waste materials along with thousands of tons of dangerous toxic substances and hospital and industrial waste materials into the environment creates many problems that have harmful effects on other existing systems. urban and including their environmental system is remarkable. Finding a suitable place for waste disposal is one of the most important study steps in parallel with landfill design, whose management plays a significant role in environmental positioning because of the lack of attention to environmental and management studies in the planning process. Urban planning, especially in terms of landfill location, leads to problems such as flooding, leachate infiltration into underground water, soil and surface water pollution, placement on unstable land, and topological problems. In the Bandar Abbas, about 420 tons of waste is produced daily, which is collected in an unsanitary manner, collected, transported, and buried in front of the railway station, which causes the spread of pollution in the region. For this reason, in the present study, an attempt has been made to locate the best landfill site to achieve this approach, 4 environmental criteria (6 sub-criteria), ecological (5 sub-criteria), structural (11 sub-criteria) and Physical (7 sub-criteria) was used. These criteria were weighted by ANP. After preparing the Euclidean distance map and combining it with fuzzy operators for each sub-criterion, the resulting map was multiplied by the ANP fuzzy weight. Then, fuzzy operators AND, OR, SUM, Product, and gamma of 0.9, 0.7, and 0.5 were used to overlap the layers. OLS regression was used to select the best-superimposed map. Finally, the TOPSIS was used to rank the selected sites and the best site. The results showed that the ecological criterion with a fuzzy weight of 0.443 has the greatest effect on the location of landfills. After that, structural, environmental, and physical criteria were placed in the next ranks with 0.278, 0.182, and 0.095, respectively. In the ecological sub-criteria, the distance from the sensitive habitat of Mount Gnu with 0.438; In the structural sub-criteria, the distance from settlements with 0.155; In the environmental sub-criteria, the distance from the canal with 0.283 and in the physical sub-criteria, the distance from the river with 0.310 have the greatest effect on the location of landfill. Among the fuzzy overlay operators, the SUM fuzzy subscription operator has the highest correlation with the research criteria in identifying the landfill. Five landfill sites were identified in Bandar Abbas, and with the TOPSIS ranking model, District 4, located west of Bandar Abbas and Tel Siah village and east of Bandar Abbas, a 15 km^2 of land was selected for landfilling of urban and industrial waste

Keywords: Landfill, Sensitive Habitat, ANP, TOPSIS, Bandar Abbas.

[Downloaded from mcej.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOI: 10.22034.24.3.29]