مجله علوم پزشکی زانکو/ دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ بهار ۱۳۹۸/ ۵۱-۳۲

مقاله پژوهشی
(Originalpaper)

کاربرد تحلیل مکانی ارزیابی چند معیاره در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهر مریوان بر مبنای منطق فازی

بنیاد احمدی[*1]، **مهدی غلامعلی‌فرد**[2]، **سید وریا حسینی**[3]، **نسرین آقاجری**[4]

۱- دانش‌آموخته ارشد رشته ارزیابی و آمایش محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی واحد نور

۲- استادیار گروه محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی واحد نور

۳- دانش‌آموخته ارشد رشته مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی واحد نور

۴- دانش‌آموخته ارشد رشته آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی واحد نور

تلفن: ۰۹۱۸۱۷۶۶۱۴۱ ایمیل: Ahmadibonyad1991@gmail.com،

کد ارکید بنیاد احمدی: ۰۰۰۰-۰۰۰۲-۴۸۴۷-۹۰۳۶

چکیده

زمینه و هدف: مکان‌یابی محل دفن فرآیندی پیچیده است که شامل پارامترهای اجتماعی، اقتصادی، محیط‌زیستی و قوانین دولتی است که نیاز به مدیریت دارد و اخیراً به‌عنوان یکی از چالش‌های مدیریت شهری در سراسر جهان معرفی شده‌است. استفاده از داده‌های مکانی و تحلیل درست این داده‌ها برای بهره-گیری در مکان‌یابی محل دفن اهمیت فراوانی دارد.

مواد و روش کار: این تحقیق با هدف تعیین مناطق مناسب برای دفن زباله بر اساس ضوابط محیط‌زیست و با استفاده از روش‌های تجزیه‌وتحلیل چند متغیره انجام گرفت. پیچیدگی و فراوانی عوامل مؤثر در تعیین محل دفن سبب شده است تا از GIS در حل مسائل تخصیص زمین استفاده گردد. پس از شناسایی معیارها و شاخص‌های موردنیاز، نقشه‌ها و اطلاعات توصیفی تهیه شدند سپس با استفاده از رویه میانگین وزنی مرتب (Ordered Weighted Averaging)، مدل‌سازی ارزیابی چند معیاره در قالب ۶ سناریو صورت پذیرفت. در این راستا با حذف محدودیت‌ها، استانداردسازی فاکتورها با توابع عضویت فازی در مقیاس بایت انجام شد و در نهایت برای وزن‌دهی فاکتورها از فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) و برای مکان‌یابی از ZLS استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد از کل مساحت فقط ۰/۱۳ منطقه مستعد محل دفن زباله بود که در بخش‌های مرکزی واقع می‌شود. در نهایت ۴ سایت برای مکان‌یابی محل دفن انتخاب شد که از چهار سایت، سایت ۱ مکان مناسبی برای دفن زباله تا ۱۰ سال و سایت ۲ تا ۲۰ سال آینده بود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که سایت دره‌سماقان دفع پسماندهای، فاقد شایستگی برای دفن زباله بر اساس معیارهای محیط‌زیستی است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چند معیاره، میانگین وزنی مرتب، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS)، منطق فازی، مریوان

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

مقدمه

افزایش سریع جمعیت و به دنبال آن افزایش استانداردهای زندگی و تحولات در زمینه علم و فناوری سبب افزایش کمیت و تنوع مواد زائد جامد شده است (۱). مدیریت مواد زائد جامد شهری یا به اصطلاح پسماندهای شهری حائز اهمیت است زیرا عدم برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح آن می‌تواند موجب آلودگی آب‌های سطحی، زیرزمینی، خاک و هوا در سطح گسترده گردد. این مدیریت یک دامنه پیچیده است که شامل تعامل چند بعدی، تجزیه‌وتحلیل است که کنترل آن سبب چالش‌های مداوم برای تصمیم-گیرندگان می‌شود (۲). از موارد مهم در رویکرد کلی مدیریت جامع پسماندهای شهری، مسئله مکان‌یابی محل دفن است (۳) که اخیراً به یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت شهری در سراسر جهان تبدیل‌شده است. انتخاب محل دفن زباله فرآیندی مهم در برنامه ریزی شهری است که بر بخش‌های مختلف اقتصادی، محیط‌زیستی و بخش‌های بهداشت محیط اثر می‌گذارد (۴) از جمله می‌توان به تولید شیرابه و نفوذ آن به لایه-های زیرین خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی، تولید و انتشار گازهای ناشی از تجزیه پسماند مانند متان و دی اکسید کربن و در نهایت نشست محل اشاره نمود (۵).

معیارهای ارزیابی چند معیاره یک روش قدرتمند برای کمک به تصمیم‌گیری است زیرا در آن معیارهای متفاوتی در نظر گرفته می‌شود و جوانب مثبت و منفی فرآیند را در نظر می‌گیرد (۶). اغلب مطالعات بر روی تعداد محدودی از عوامل محیط‌زیستی تمرکز دارد. تفسیر معیارهای محیط‌زیستی کم، آسان بوده اما ارزیابی حاصل از آن نیز خطرات فراوانی از جمله مکان نامناسب و به دنبال آن آلوده شدن منابع آب سطحی و زیرزمینی و انتشار بو دارد. از سوی دیگر گنجاندن تعداد زیادی معیار ممکن است نتایج متناقضی به ما بدهد.

در تصمیم‌گیری‌های فضایی مهم و پیچیده، مانند تخصیص زمین برای توسعه یا اهداف حفاظت‌گرا، نیاز به اطلاعات و ابزارها برای درک تبادلات اصلی می‌باشد. تحلیل تصمیم چند معیاره گروهی از تکنیک‌ها می‌باشند که به تصمیم‌گیرندگان در تصمیم‌گیری چند وجهی و ارزیابی گزینه‌ها کمک می‌کنند. روش تصمیم‌گیری چند معیاره شامل یک سری از تکنیک‌ها (از جمله جمع وزن‌ها یا تحلیل‌های همگرایی) است که اجازه می‌دهد طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث امتیازدهی و وزن‌دهی شده و سپس به‌وسیله کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه‌بندی شوند. تصمیم‌گیری چند معیاره به فرایند ارزش دادن به گزینه‌هایی که به‌وسیله چند معیار ارزیابی شده‌اند دلالت دارند (۷). به طورکلی می‌توان گفت مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM[1] شامل ۶ مؤلفه می‌باشند؛ ۱. یک هدف یا مجموعه‌ای از اهداف؛ ۲. تصمیم‌گیرنده یا گروهی از تصمیم‌گیران؛ ۳. مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی؛ ۴. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم؛ ۵. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم و ۶. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه – معیار (۷).

در تحقیقی با عنوان مدل‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی برای مکان‌های دفن زباله، با بررسی ۶۴ مدل در طول ۱۸ سال گذشته (۱۹۹۷– ۲۰۱۴) نشان داده شد که تجزیه و تحلیل چند متغیره روش مناسب و دقیقی برای یافتن مکان‌های دفن زباله است زیرا دارای دقت، هزینه کم، جامعیت، رضایت‌بخشی، شایستگی و عاری از تعصب کارشناسان و خطای انسانی است (۸). با توجه به اهمیت و ضرورت دفن صحیح مواد زائد جامد

1 Multiple-Criteria Decision Making (MCDM)

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

و نقش این امر در بهبود و ارتقاء سطح سلامت جامعه تاکنون پژوهش‌ها و مطالعات بسیاری در زمینه مکان-یابی محل دفن مواد زائد جامد در مناطق مختلف صورت گرفته است. مکان‌یابی محل دفن زباله، پیش از اقدام به دفع، سبب می‌شود که در آینده این مکان به کانون آلودگی تبدیل نگردد و هم‌چنین از ایجاد مزاحمت برای کاربری‌های اطراف جلوگیری به عمل آید. از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعات صورت گرفته در شهر گرگان(۹)، سقز (۱۰)، کرمانشاه (۱۱)، ایلام (۱۲)، شبستر (۱۳)، ایرانشهر (۱۴) و بهبهان (۱۵) اشاره کرد. مدیریت نامناسب محل‌های دفن زباله باعث می‌شود شیرابه‌ها اثرات نامطلوبی بر خاک‌های اطراف، آب‌های سطحی و زیرزمینی، گیاهان، موجودات آبزی و پس از آن، سلامت انسان داشته است (۵). در شهر قونیه ترکیه با در نظر گرفتن معیارهای مختلف محیط-زیستی و با استفاده از تکنیک‌های ارزیابی چندمعیاره و GIS به انتخاب سایت دفن زباله پرداخته شد نتایج نشان داد که ۶/۸٪ از منطقه بیشترین مطلوبیت، ۱۵/۷ مطلوب، ۱۰/۴٪ مطلوبیت متوسط، ۲۵/۸٪ مطوبیت ضعیف و ۴۱/۳٪ نامطلوب است(۱۶). در کشور عراق ۱۵ معیار (عمق آب زیرزمینی، رودخانه‌ها، نوع خاک، کاربری اراضی کشاورزی، کاربری اراضی، ارتفاع، شیب، خطوط لوله گاز، خطوط لوله نفت، خطوط برق، جاده-ها، راه‌آهن، مراکز شهری، روستاها و سایت‌های باستان‌شناسی) برای انتخاب محل دفن زباله با سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را در نظر گرفتند نتایج نشان داد که دو سایت با مساحت‌های ۲/۸ و ۲ کیلومتر مربع برای ۱۰ سال از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ مناسب هستند (۱۷). نتایج مطالعه‌ای در کشور مراکش نشان داد که می‌توان از سیستم تحلیل چند معیاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور برای انتخاب سایت محل دفن زباله استفاده شود (۵ و ۱۸). بنابراین با توجه به اینکه با پیشرفت علم و فنّاوری در جهان، رویکردها و روش-های متعددی جهت مدیریت پسماندها ایجاد شده، ضروری است که در ایران نیز برنامه‌هایی برای مدیریت صحیح پسماندها تدوین گردد.

شهرستان مریوان یکی از شش شهرستان واقع در محدوده استان کردستان است که دفع غیربهداشتی و غیر اصولی زباله‌های تولید شده در آن به یک بحران محیط‌زیستی برای مردم و طبیعت این شهرستان تبدیل شده است. مکان قبلی (عصرآباد) دفن پسماندهای شهر مریوان در ۸ کیلومتری این شهر واقع شده بود و سبب بروز مشکلات و بوی نامطبوع برای کشاورزان و روستاهای اطراف شد که به دنبال آن موجب اعتراضات اهالی عصرآباد شد(۱۹). در مکان فعلی (دره سماقان) دفن زباله شهری مریوان به دلیل نزدیکی به آبراهه‌ها این نگرانی وجود دارد (۱۹) که شیرابه پسماندها به همراه رواناب‌ها سبب آلودگی خاک و منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی گردد. علاوه بر این در صورتی‌که روند افزایش جمعیت و گسترش شهر و در نتیجه افزایش تولید پسماند به شیوه کنونی ادامه داشته باشد، این نگرانی وجود دارد که دفع غیربهداشتی پسماندها و نبود مکان مناسب و کارشناسی شده در چارچوب معیارهای محیط‌زیستی برای دفع پسماندها، زندگی ساکنان این شهر را در آینده‌ای نه‌چندان دور با مشکلات عدیده‌ای روبه‌رو سازد. بنابراین مطالعه حاضر با تعیین هدف مناسب برای دفن پسماندهای شهری با استفاده از معیارهای محیط‌زیستی فاصله از مناطق شهری و روستایی، آبراهه‌های اصلی و فرعی، بدنه‌های آبی (سدها)، تالاب زریوار، گسل، راه ارتباطی، مناطق حفاظت‌شده و شکارممنوع، ارتفاع از سطح دریا، پدولوژی و کاربری اراضی با استفاده از

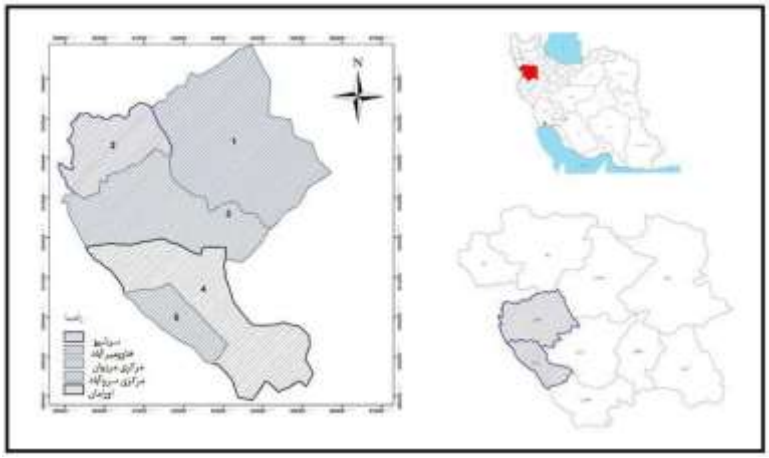
[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

روش تحلیل تصمیم چند معیاره (MCDM) در شهر مریوان انجام پذیرفت.

مواد و روش‌کار

۱-۲ منطقه موردمطالعه

حداکثر مختصات جغرافیایی شهرستان مریوان بین ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه و حداقل ۴۵ درجه ۵۸ دقیقه طول جغرافیایی شرق و حداکثر بین ۳۵ درجه ۴۸ دقیقه و حداقل ۳۵ درجه ۱۹ دقیقه عرض شمالی در واقع نصف‌النهار گرینویچ قرارگرفته است که در ۱۲۵ کیلومتری غرب استان کردستان واقع شده است. این شهر از شمال به سقز، شمال‌شرقی به دیواندره، شرق به سنندج، جنوب شرقی به سروآباد و از غرب هم به کشور عراق محدود می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت منطقه موردمطالعه (تقسیم‌بندی منطقه بر اساس بخش‌های مختلف)

به‌طور کلی شهرستان مریوان ۱۹۵۲۶۳ نفر و سروآباد نیز ۴۴۹۴۰ نفر جمعیت داشته که باهم ۱۵-درصد از کل جمعیت استان کردستان را شامل می‌شود (نفوس و مسکن، ۱۳۹۵). محدوده‌ی منطقه موردبررسی از قسمت شمالی و شرقی دارای دو بخش خاوومیرآباد و سرشیو، در قسمت غربی بخش اورامان و دو بخش مرکزی مریوان و سروآباد در قسمت مرکزی منطقه مورد مطالعه می‌باشند که مساحت هر کدام از بخش-های موردنظر در جدول شماره (۱) نشان داده شده است.

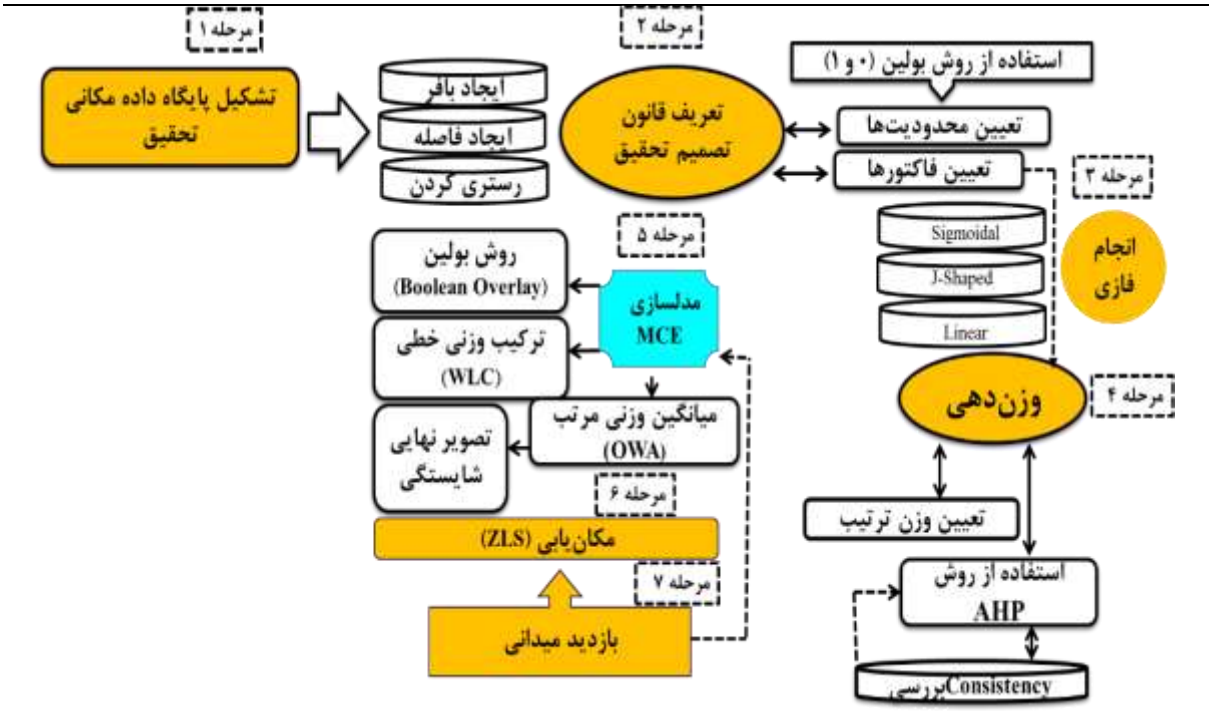
جدول ۱: تقسیم‌بندی منطقه مورد مطالعه بر اساس بخش

بخش	ناحیه	مساحت (هکتار)
سرشیو	۱	۱۱۳۱۵۶.۷
خاوومیرآباد	۲	۳۶۹۹۶.۳
مرکزی مریوان	۳	۷۳۳۴۸.۴۷
مرکزی سروآباد	۴	۷۹۶۸۴.۱۱
اورامان	۵	۲۰۷۹۰.۷۲

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

۲-۲ روش‌شناسی تحقیق

روش‌شناسی تحقیق حاضر در ۷ مرحله به شرح شکل (۲) صورت گرفت که در ادامه، مراحل آن ارائه گردیده است. در این تحقیق معیارهای راه ارتباطی، پدولوژی، فاصله از شهر، روستا، آبراهه، گسل، سد، تالاب، رودخانه، ارتفاع از سطح دریا، مناطق حفاظت شده و شکارممنوع برای دفن زباله بهداشتی در نظر گرفته شدند که دارای کم‌ترین اثرات محیط‌زیستی برای محیط طبیعی منطقه مدفن و اطراف آن باشند.



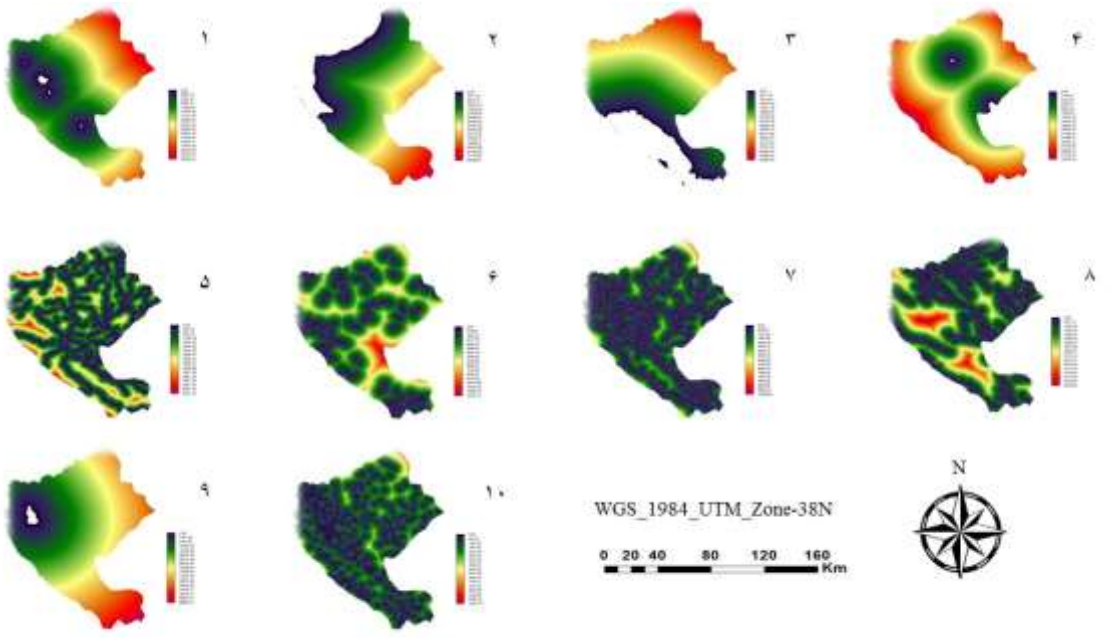
شکل۲: خلاصه‌ای از مراحل انتخاب محل دفن زباله

۲-۳ تشکیل پایگاه داده

در این مرحله عملیات پیش‌پردازش روی داده‌ها در محیط GIS انجام گردید که شامل زمین مرجع‌سازی[۲]، ایجاد حریم و نقشه فاصله (از جمله توابع نزدیکی می‌باشد و کوتاه‌ترین فاصله‌ی هر نقطه از نقشه را از یک پدیده و یا یک مجموعه پدیده محاسبه می‌نماید) می‌باشد. پس از پیش‌پردازش، لایه‌ها به‌صورت رستری وارد مرحله بعد شدند (شکل ۳).

2- Geometric Correction and Geocoding

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]



شکل ۳ :فاصله معیارهای مورد استفاده در انتخاب محل دفن زباله
۱. شهر ۲. مناطق شکارممنوع ۳. مناطق حفاظت‌شده ٤. سد ٥. رودخانه ٦. آبراهه‌های فرعی ۷. جاده ۸. گسل ۹. تالاب ۱۰. روستا

٤-۲ تعیین محدودیت‌ها و فاکتورهای قانون تصمیم تحقیق

پس از تعیین معیارهای پژوهش، محدودیت‌ها به روش بولین (۰ و ۱) مشخص گردید و نقاطی که از نظر شایستگی برای مکان‌یابی محل دفن زباله مناسب نبودند عدد صفر و سایر مناطق عدد یک را به خود اختصاص دادند. روش‌های زیادی برای مکان‌یابی محل دفن زباله‌ها در دنیا بکار گرفته شده‌اند. در این تحقیق از معیارهای محیطی زیستی، فیزیکی و اجتماعی-اقتصادی به‌عنوان معیارهای تأثیرگذار در مکان‌یابی دفن زباله استفاده شده است. به‌منظور بهره‌گیری از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره لازم است ابتدا معیارها و شاخص‌های موردنیاز، شناسایی و داده‌های لازم (نقشه‌ها و اطلاعات توصیفی) تهیه و آماده شوند. پس از تهیه اطلاعات با استفاده از توابع عضویت فازی، لایه‌ها استاندارد شده و درنهایت بر اساس روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، روش ترکیب خطی وزنی (WLC) و میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA) یکپارچه‌سازی و ترکیب شده‌اند (شکل ۲).

۵-۲ استانداردسازی[3] (نرمال‌سازی) فاکتورهای قانون تصمیم تحقیق

استانداردسازی، به‌منظور تبدیل واحدهای محاسباتی متفاوت فاکتورها به ارزش‌های قابل مقایسه انجام می‌شود. انتخاب توابع عضویت مورد نیاز برای استانداردسازی، به اطلاعات کاربر درباره چگونگی تغییر مطلوبیت برای هر فاکتور وابسته است. در این روش تمام فاکتورها در مقیاس پیوسته مطلوبیت، استاندارد می‌شوند و امکان ترکیب تمام تصاویر مربوط به فاکتورها ممکن می‌شود (۷). در تحقیق حاضر از توابع عضویت فازی (استانداردسازی) در مقیاس بایت (۰ تا ۲۵۵) استفاده شد.

3- Standardized

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

عدد ۲۵۵ دارای بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می‌باشد و طیفی از این مقادیر بین این دو عدد قرار می‌گیرند که هرچه به ۲۵۵ نزدیک‌تر می‌شود، مطلوبیت افزایش می‌یابد. علاوه بر مسئله انتخاب مقیاس جهت تهیه نقشه‌های فازی می‌بایست نوع تابع فازی را نیز مورد بررسی قرار داده و تابع مناسب‌تر را برای معیار مورد نظر انتخاب نمود. از توابع مشهور می‌توان به توابع سیگموئیدی[۴] (S شکل)، خطی[۵] (L شکل) و J شکل[۶] اشاره کرد (۲۰). این توابع شامل دو نوع کاهشی و افزایشی است ((۲۱) اقتباس از(۲۰)) تابع خطی ساده‌ترین تابع مقیاس‌گذاری برای داده‌های پیوسته می‌باشد که از محدوده اصلی داده‌ها استفاده می‌کند و یک بسط خطی ساده را برای آن انجام می‌دهد.

۲- ٦ وزن‌های معیار

وزن‌دهی معیارها در واقع همان تعیین اهمیت نسبی شاخص‌های تأثیرگذار در یک فرآیند تصمیم‌گیری است که می‌تواند به شیوه‌های مختلف صورت پذیرد (۷). این مرحله شامل وزن‌دهی به فاکتورها و تعیین وزن ترتیب می‌باشد.

۲-۷ وزن‌های فاکتور

وزن فاکتور که گاهی به نام وزن جایگزنی (جبران) نیز خوانده می‌شود به تمام فاکتورها اختصاص می‌یابد و چگونگی جبران و جایگزینی بین فاکتورها را کنترل می‌کند (۲۲). «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۷] (AHP)» معمول‌ترین روش تحلیل تصمیم‌گیری‌ها می‌باشد و امکان استفاده مستقیم از نظر کارشناسان را فراهم می‌آورد. AHP با ساختاردهی مسائل در قالب سلسله مراتبی به حل آن‌ها می‌پردازد. این روش برای ارزش‌دهی، یا رتبه‌بندی یک دسته از گزینه‌ها استفاده می‌شود و بدین‌ترتیب انتخاب شایسته‌ترین گزینه‌ها ممکن می‌شود (۷). از این‌رو روش وزن‌دهی فاکتورهای قانون تصمیم تحقیق حاضر، روش مقایسه‌های دو به دو[۸] توسعه یافته است (۲۳).

۲-۸ وزن ترتیب[۹]

وزن ترتیب، امکان کنترل سطح ریسک و مقدار جبران بین فاکتورها را فراهم می‌کند و بر اساس امتیاز پیکسل‌ها اعمال می‌شود. در یک نقشه همه‌ی سلول‌ها دارای یک وزن فاکتور مشترک هستند، اما وزن ترتیبی آن‌ها متفاوت خواهد بود (۲۲). اریب نسبی وزن‌های ترتیبی سطح ریسک مرتبط با AND و OR را می‌توان در پیوستگی بین AND و OR از طریق معادلات در OWA به‌دست آورد. این معادلات، ANDness (درجه‌ای است که عملگر OWA شبیه به AND منطقی است) و ORness (درجه‌ای که عملگر OWA شبیه به OR منطقی است) را اندازه‌گیری می‌کند. ORness در بازه‌ی بین صفر و یک قرار می‌گیرد که هرچه به یک نزدیک‌تر باشد معیارهای دارای امتیاز بالاتر تأثیر داده می‌شوند و این حالت منجر به ریسک‌پذیری بالا و موازنه پایین‌تر می‌شود (۷ و ۲۲). درجه پراکندگی وزن‌ها را سطح Trade-off (موازنه) کنترل می‌کند و برای اندازه‌گیری میزان جبران معیارها استفاده می‌شود، اندازهٔ Trade-off مقداری بین صفر و یک است که "صفر" مبین عدم وجود جبران میان معیارها و "یک" نشان دهنده‌ی جبران کامل است. مقادیر ANDness، ORness و TRADE-OFF به صورت روابط ۱،۲ و۳ محاسبه می‌شوند (۷ و ۲۲).

$$ANDness = \frac{1}{n-1}\sum (n-1)w_r \qquad (۱)$$

$$ORness = 1 - ANDness \qquad (۲)$$

$$TRADE-OFF = 1-\sqrt{\frac{n\sum_{r(w_{r-1/n})}^{2}}{n-1}} \qquad (۳)$$

4- Sigmoidal
5- Linear
6- J-shaped
7- Analytical Hierarchy Process (AHP)
8- Comparisons Pairwise.
9- Order Weight

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

که در این روابط n تعداد معیار، r ترتیب معیار، W_r وزن معیار در ترتیب r می‌باشند.

۹-۲ مکان‌یابی[10]

خروجی نقشه شایستگی منطقه تحت پوشش با روش ترکیب خطی وزنی و میانگین وزنی مرتب به‌عنوان ورودی به فاز مکان‌یابی استفاده می‌شود. دو روش معمول مکان‌یابی، رتبه‌بندی[11] (مرتب نمودن سلول‌های شبکه بر اساس شایستگی به صورت نزولی و انتخاب سلول‌های دارای بالاترین ارزش شایستگی) و شایستگی ناحیه‌ای سرزمین[12] می‌باشند (۲۴). در روش ZLS ابتدا سلول‌ها بر اساس آستانه مساحت مورد نیاز انتخاب می‌شوند، سپس میزان شایستگی ناحیه‌ای سرزمین (میانگین شایستگی سلول‌های تشکیل دهنده زون) محاسبه میگردد. در ادامه، زون‌ها بر اساس ارزش شایستگی ناحیه‌ای سرزمین مرتب می‌شوند و در نهایت زون‌های دارای بالاترین شایستگی انتخاب می‌گردد. در این پژوهش از روش ZLS جهت تعیین مکان‌های مناسب برای مکان‌یابی محل دفن استفاده شد.

$$S_Z = \frac{\sum(Li)z}{n_Z} \qquad (۴)$$

در این رابطه، S_z نشان‌دهنده شایستگی ناحیه‌ای سرزمین، $(L_i)_z$ میزان شایستگی پیکسل i متعلق به زون z و nz تعداد پیکسل‌های تشکیل‌دهنده زون z می‌باشد. با توجه به اینکه موازی با رشد جمعیت میزان پسماند تولیدی نیز افزایش می‌یابد، می‌توان نرخ رشد جمعیت را همان نرخ رشد تولید پسماند در نظر گرفت. با توجه به جمعیت شهر مریوان در سال ۱۳۸۵ که برابر ۲۴۰۲۰۳ نفر و سال ۱۳۹۵ برابر با ۲۱۲۱۰۲ نفر بوده است می‌توان به طریق زیر(۵) میزان رشد جمعیت را مشخص نمود (۲۵).

$$P_{95} = P_{85}\,(1+r)^{10} \qquad (۵)$$

که در این فرمول P_{95} جمعیت در سال ۱۳۹۵ و P_{85} جمعیت در سال ۱۳۸۵ و r نرخ رشد جمعیت است. نرخ رشد جمعیت مریوان برابر ۱/۲۵ و متوسط تولید زباله هر نفر معادل ۸۴۰ گرم می‌باشد بنابراین میزان تولید زباله یک سال شهر مریوان معادل ۹۰۷۹۶ تن بوده که حجم پسماند تولیدی برای ۲۰ سال آینده ازطریق فرمول ۶ محاسبه می‌گردد.

$$\text{q.tan/year} = \text{Weight}_{20} \times \frac{(1\times r)^{20}-1}{r} \qquad (۶)$$

$$V_{20} = \frac{\text{Weight20}}{0/5}$$

۱۸۱۵۹۳۴ = تن در ۲۰ سال

۳۶۳۱۸۶۹ = حجم زباله تولیدی در ۲۰ سال

حال اگر ارتفاع محل دفن را به‌طور متوسط ۱۰ متر در بالای سطح زمین و ۵ متر در زیر سطح زمین در نظر بگیریم، حداقل مساحت جهت احداث محل دفن زباله برای ۱۰ سال آینده ۲۰ هکتار، ۱۵ سال آینده ۳۰ هکتار و ۲۰ سال آینده برابر ۴۰ هکتار خواهد بود.

یافته‌ها

تمام فاکتورهای مورد بررسی بر اساس قانون تصمیم به‌صورت صفر و یک تعیین گردید. در فاکتورهای کاربری اراضی مناطق باغی، جنگل‌های متراکم به‌عنوان محدودیت، در معیار پدولوژی مناطق کوهستانی و دشت‌های سیلابی به‌عنوان محدودیت و در سایر فاکتورها علاوه بر خود لایه، یک حریم نیز به‌عنوان محدودیت جهت احداث محل دفن زباله در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از نقشه مکان‌یابی به روش منطق بولین نشان می‌دهد که از ۳۲۳۹۷۶ مساحت کل منطقه مورد مطالعه ۴۳۳ هکتار مستعد محل دفن می‌باشد. سایت‌ها در قسمت مرکزی مریوان و سروآباد

10- Site selection
11- Ranking
12- Zonal Land Suitability (ZLS)

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

بدست آمدند که در این میان قسمت مرکزی سروآباد ۵۳/۵۵ هکتار و در قسمت مرکزی مریوان ۳۷۹/۳۵ هکتار برای مکان‌یابی مناسب بودند و در بخش‌های اورامان، سرشیو و، خاوومیرآباد منطقه مستعد سایت دفن زباله بدست نیامد (شکل ۵).

۱-۳ مناطق مسکونی

مناطق مسکونی در این مطالعه شامل دو لایه مناطق مسکونی شهری و روستایی است. بافر ایجاد شده باید از آخرین مجتمع مسکونی که شامل ده خانه یا بیشتر است حداقل ۴۰۰ متر فاصله داشته باشد (۲۶). بر اساس مطالعات صورت گرفته‌شده مناطق دفن زباله باید با مناطق مسکونی حداقل ۵ کیلومتر فاصله داشته باشد (۲۷ و ۲۸). بافر ایجاد شده روی مناطق شهر و روستایی که جمعیت آن‌ها بیشتر از ۵۰۰ نفر باشد باید حداقل ۱۰۰۰ متر باشد. محل دفن پسماند باید در خارج از مراکز جمعیتی باشد. با توجه به خطرات احتمالی ناشی از آلودگی محیط، باید حریم لازم برای مناطق شهری و روستایی رعایت شود از طرف دیگر، مکان‌یابی لندفیل یا به‌عبارت‌دیگر محل دفن، به دلیل مسائل اقتصادی باید در ۱۰ کیلومتری اطراف شهرها باشد (۲۹) بر اساس مرور مطالعات صورت گرفته حداقل فاصله از مناطق شهری ۴ کیلومتر و محدودیت دسترسی به دلیل تراکم مناطق روستایی در محدوده‌ی مورد مطالعه برای مناطق روستایی ۱ کیلومتر در نظر گرفته شد این فاصله-ها به‌منظور ایجاد بافر در مناطق ذکرشده است. همان-طور که مشاهده می‌شود برای استانداردسازی این معیار از تابع خطی-افزایشی استفاده گردید (جدول۲) در این نوع تابع روند تغییرات دارای شیب نسبتاً تندی است و با افزایش فاصله از این مناطق مطلوبیت افزایش می‌یابد (شکل۴).

جدول۲: مقادیر مورد استفاده برای منطق بولین و توابع عضویت فازی و مقادیر نقاط کنترلی برای استانداردسازی فاکتورهای مورد استفاده برای مکان‌یابی

معیارها	منطق بولین	ضوابط محیط-زیستی	وزن	ضریب ناسازگاری	نقاط کنترلی		نوع تابع مورد استفاده	رفرنس
					نقطه اول	نقطه دوم		
تالاب	۴۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۰۹۳۱	CR=۰/۰۱	۴۰۰۰	۶۰۰۰	خطی-افزایشی	(۱۳، ۳۰، ۳۱)
ارتفاع	۱۴۰۰	-	۰/۰۹۳۱		۰	۳۳۰۰	S شکل-کاهشی	(۱۳، ۳۱)
فاصله از رودخانه	۸۰۰	۸۰۰ ۵۰۰	۰/۰۴۴۶		۸۰۰	۲۰۰۰	خطی-افزایشی	(۱۳، ۳۰، ۳۱)
فاصله از آبراهه	۶۰۰		۰/۰۲۷۴		۶۰۰	۱۵۰۰	خطی-افزایشی	(۱۳، ۳۰، ۳۱)
فاصله از جاده	۳۰۰	۳۰۰	۰/۰۶۲۱		۳۰۰	۳۱۲۵۵	S شکل-کاهشی	(۱۳، ۳۱)
فاصله از شهر	۴۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۱۹۹۹		۴۰۰۰	۶۰۶۶۸	خطی-افزایشی	(۱۳، ۳۲)
فاصله از روستا	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۱۹۹۹		۱۰۰۰	۳۱۸۶۸	خطی-افزایشی	(۱۳، ۳۲)
پدولوژی	-	-	۰/۰۴۶		-	-	-	-
کاربری اراضی	-	-	۰/۰۴۶		-	-	-	-
سد	۴۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۰۸۶۱		۴۰۰۰	۶۰۰۰	خطی-افزایشی	(۳۰، ۳۱)

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

گسل	۱۰۰۰	۲۰۰	۰/۰۸۴۵	۱۰۰۰	۳۰۰۰	S شکل-افزایشی	–
مناطق شکارممنوع	۰	–	۰/۰۲۵۶	۰	۱۰۰۰	S شکل-افزایشی	–
مناطق حفاظت‌شده	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۰۲۵۶	۱۰۰۰	۳۰۰۰	S شکل-افزایشی	(۳۳)

نتایج حاصل از جدول (۳) نشان می‌دهد که بخش سرشیو از نظر فاصله از مناطق مسکونی دارای بیش‌ترین مطلوبیت و کم‌ترین مطلوبیت از نظر مناطق روستایی مربوط به بخش اورامان و مناطق شهری نیز مربوط به بخش خاوومیرآباد است. نتایج حاصل وزن‌دهی نشان می‌دهد که بیش‌ترین وزن مربوط به مناطق مسکونی است که با مطالعات صورت گرفته مطابقت دارد (۱۶).

۲-۳ آب‌های سطحی

آب‌های سطحی شامل آبراهه‌های اصلی (رودخانه‌ها)، آبراهه‌های فرعی، سدها و تالاب (زریوار) هستند که بر اساس معیارها و ضوابط محیط‌زیستی بافر ایجادشده اطراف این مناطق متفاوت است (جدول۲). برای محاسبه کردن تغییرپذیری در اطراف منابع آبی در این مطالعه، بافرهایی در فواصل مختلف برای هر یک تعیین شد. فواصل بیرون از منطقه حریم آبی با استفاده از تابع فاصله اقلیدسی محاسبه گردید که در یک خط مستقیم از هر سلول تا نزدیک‌ترین منبع به آن را اندازه می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که تابع فازی مورد استفاده از نوع خطی و افزایشی برای استانداردسازی فاصله مرتبط با رودخانه‌ها، سدها و تالاب صورت گرفت. بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه از لحاظ آب‌های سطحی مختلف است، بالاترین مطلوبیت از نظر فاصله از تالاب و سد در بخش‌های مختلف بالاست در صورتی‌که برای دو معیار دیگر آبراهه‌های اصلی و فرعی به ترتیب بالاترین مطلوبیت مربوط به بخش اورامان و در بخش فرعی علاوه بر اورامان بخش‌های سرشیو را نیز شامل می‌شود (جدول۳).

۳-۳ راه‌های دسترسی

برای این فاکتور بافرهای متفاوتی در نظر گرفته‌شده است. حداقل بافر در نظر گرفته‌شده برای جلوگیری از مشکلات بصری موجود ۱۰۰ متر از هر طرف راه‌های ارتباطی است (۳۴). بر اساس مطالعات صورت گرفته‌شده نشان داده شد که حریم مورد استفاده برای مکان‌یابی محل دفن زباله از نظر جاده‌های درجه یک، دو و جاده‌های فرعی باید ۳۰ متر از هر دو طرف باشد (۳۵) درصورتی‌که این حریم برای بزرگراه‌ها و جاده‌های اصلی، حریم در نظر گرفته‌شده را ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته شد (۲۷ و ۲۸). از سوی دیگر، برای جلوگیری از ساخت‌وساز و عملیات زیربنایی، مراکز دفن زباله نباید از شبکه‌های ارتباطی زیاد فاصله داشته باشد (۳۵). فاصله از جاده‌ها باید کم‌تر از ۳ کیلومتر (۲۷ و ۲۸) و باید مابین ۲۰۰ متر تا ۱۰ کیلومتر باشد (۲۹). بر اساس معیار و ضوابط محیط‌زیست ایران نیز این بافر باید حداقل ۳۰۰ متر باشد. بر این اساس در این مطالعه فاصله در نظر گرفته‌شده حداقل فاصله یا به‌عبارت دیگر، ۳۰۰ متر به منظور سهولت و کاهش زمان حمل و نقل در نظر گرفته شد (جدول۳). در این معیار از تابع فازی S شکل-کاهشی استفاده گردید (شکل ۴). در این نوع تابع، به دلیل استفاده از Cosα روند تغییر عدد فازی بصورت بسیار نرم و ملایم صورت می‌گیرد. نتایج جدول نشان داد که تمامی نواحی منطقه از نظر فاکتور دسترسی آسان به مناطق مختلف دارای مطلوبیت نسبتاً بالایی است.

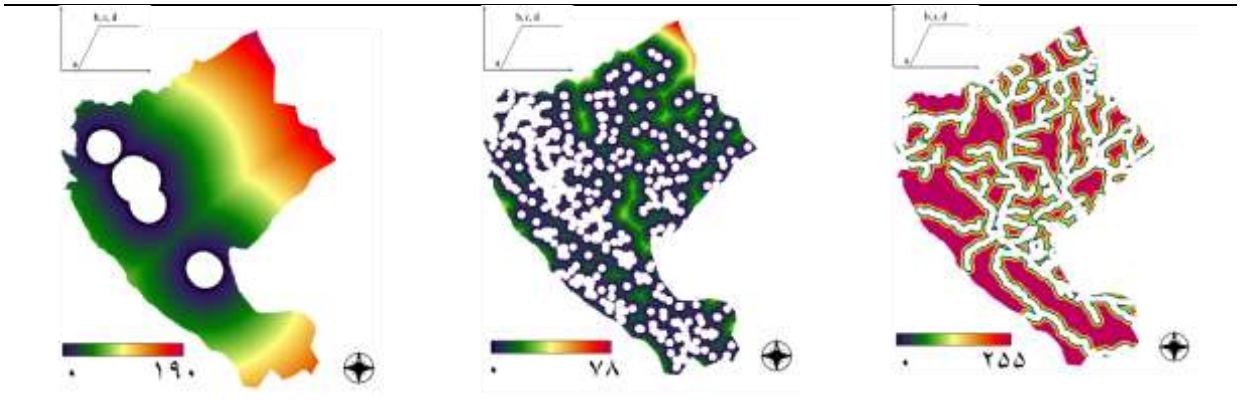
[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

جدول۳: فاصله معیارهای مورد بررسی با بخش‌های منطقه

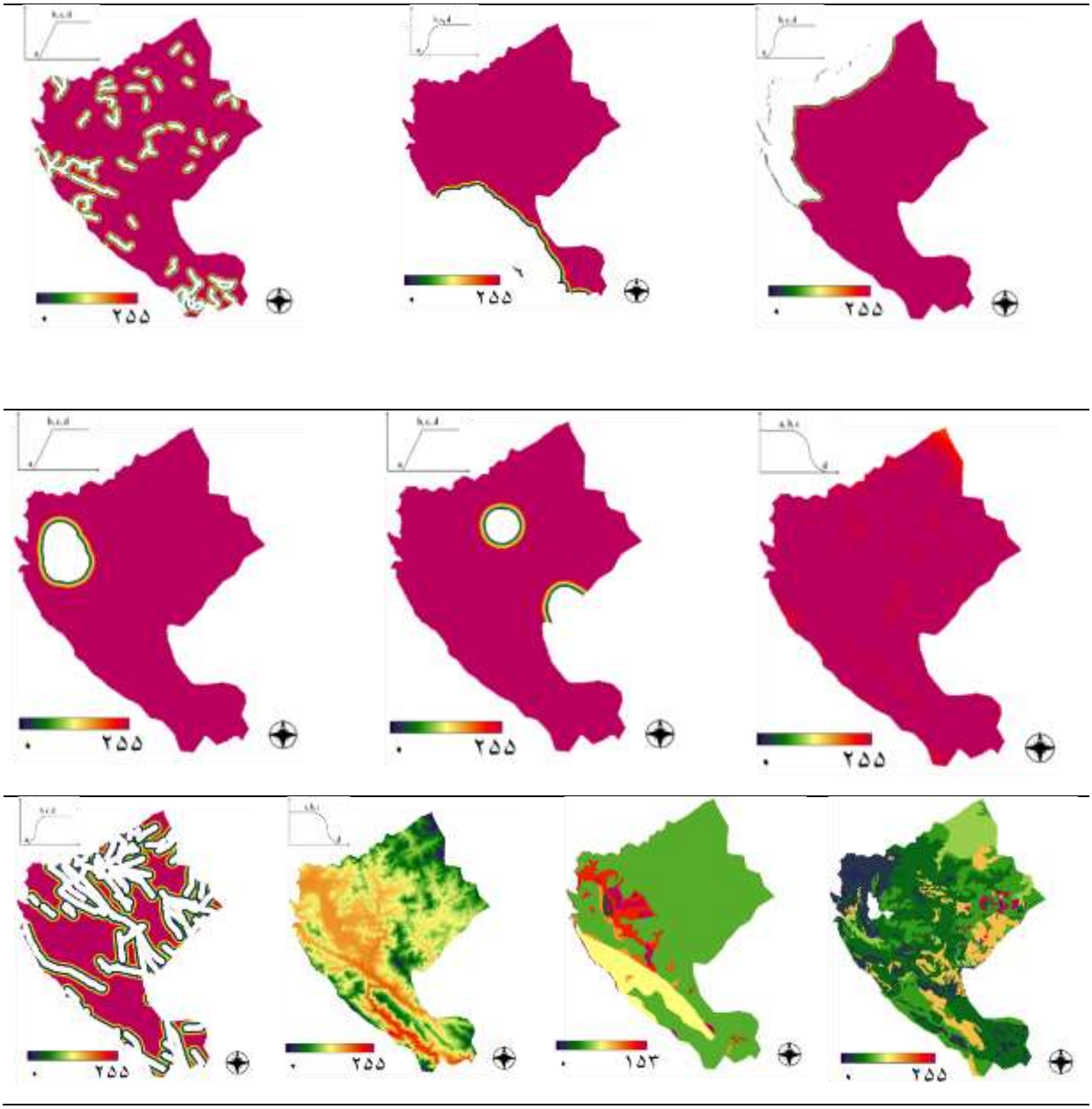
معیار	بخش				
	سرشیو	خاوومیرآباد	مرکزی (مریوان)	مرکزی (سروآباد)	اورامان
تالاب	۲۵۵	۱۹۲	۲۱۳	۲۵۵	۲۵۵
ارتفاع	۹۶	۱۴۲	۱۳۶	۱۲۳	۱۳۳
فاصله از رودخانه	۸۱	۱۳۱	۱۱۷	۱۱۵	۱۴۵
فاصله از آبراهه	۲۲۱	۲۰۵	۲۰۱	۱۹۴	۲۱۹
فاصله از جاده	۲۵۲	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
فاصله از شهر	۱۱۰	۲۰	۲۴	۵۳	۳۸
فاصله از روستا	۹	۴	۵	۵	۳
پدولوژی	۵۱	۷۱	۷۲	۶۵	۶۳
کاربری اراضی	۸۸	۳۸	۶۷	۶۹	۷۳
سد	۲۳۷	۲۴۹	۲۲۳	۲۵۵	۲۵۵
گسل	۷۴	۱۰۷	۱۳۹	۱۳۲	۱۳۶
مناطق شکار ممنوع	۲۲۳	۵۹	۲۱۴	۲۴۰	۲۵۵
مناطق حفاظت شده	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۱۱۰	۱

٤-۳ ارتفاع از سطح دریا

معیار ارتفاع از سطح دریا از آن‌جایی که میانگین ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد بررسی بالاست (۱۷۴۰ متر) در نتیجه در این معیار از تابع فازی S شکل-کاهشی استفاده گردید (شکل ۴). به استثنای بخش سرشیو سایر بخش‌ها از نظر این معیار مطلوبیت نسبتاً بالایی دارند.



[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]



شکل ٤: معیارهای فازی شده در روش میانگین وزنی ترتیبی (OWA)

۵-۳ گسل

گسل‌های موجود از دو دیدگاه نفوذپذیری بالا و حرکت شیرابه‌ها در مجراها و هم‌چنین از دیدگاه بررسی تأثیر گسل بر روی لرزه‌خیزی برای محل دفن زباله‌ها مناسب نیستند (۳۷) محل دفن زباله نیز به عنوان یک سازه مهندسی می‌تواند تحت‌تأثیر گسل قرار گیرد. آژانس محیط‌زیست آمریکا (EPA[13]) حداقل فاصله‌ی ۶۰ متر و محیط زیست ایران نیز ۲۰۰ متر را برای این معیار در نظر گرفته است. کم‌ترین مطلوبیت این معیار در بخش سرشیو و بیش‌ترین مطلوبیت نیز مربوط به بخش مرکزی مریوان می‌باشد.

٦-۳ کاربری اراضی

در بحث کاربری اراضی با توجه به نقشه کاربری اراضی موجود و نداشتن منطقه بایر در منطقه مورد مطالعه، بیش‌ترین مطلوبیت در بین اراضی مرتعی به

[13] Environmental protection agency

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

ترتیب متعلق به مرتع ضعیف، متوسط و خوب است بعد از اراضی مرتعی به ترتیب کاربری جنگل، کشاورزی دیم، کشاورزی و پس از آن مربوط به مناطق باغی و مسکونی است (۱۲) اساس این طبقه‌بندی بر اساس مرور مطالعات قبلی صورت گرفته است.

۳-۷ پدولوژی

در این معیار مناطق کوهستانی مرتفع، واریزه‌ها، آبرفت‌های بادبزنی سنگ‌ریزه‌دار و دشت‌های سیلابی و دشت‌های دامنه‌ای به‌عنوان محدودیت زمین در نظر گرفته شدند و تپه‌های کم ارتفاع نیز به ترتیب دارای بالاترین سطح مطلوبیت بودند (۳۸).

به‌صورت‌کلی، در بخش سرشیو بالاترین مطلوبیت مربوط به معیارهای فاصله از تالاب و مناطق حفاظت‌شده و کم‌ترین مطلوبیت آن مربوط به فاصله از روستا، گسل و رودخانه است. در بخش خاوومیرآباد و مرکزی مریوان بیش‌ترین مطلوبیت مربوط به مناطق حفاظت‌شده و کم‌ترین مطلوبیت مربوط به فاصله از مناطق مسکونی است. در بخش مرکزی سروآباد بیش‌ترین مطلوبیت مربوط به فاصله از تالاب و کم‌ترین مطلوبیت نیز مربوط به فاصله از مناطق مسکونی است و در نهایت در بخش اورامان بیش‌ترین مطلوبیت مربوط به معیارهای فاصله از تالاب و مناطق شکارممنوع و کم‌ترین آن نیز مربوط به فاصله از منطقه حفاظت‌شده و مناطق روستایی است. شکل (۵) نتایج حاصل از شش سناریو را بر اساس معیارهای محیط‌زیستی برای مکان‌یابی محل دفن زباله نشان می‌دهد. وزن‌های ترتیبی OWA تفاوت الگوهای کنترلی بین ریسک و جبران در جدول (۴) نشان داده شده است. طبق جدول (۴) در سناریو Sc1 عدم ریسک‌پذیری و جبران بین فاکتورها اعمال‌شده است، در واقع در این سناریو در هر پیکسل فاکتوری که حداقل امتیاز را به خود اختصاص داده است نقش اصلی را در تعیین مطلوبیت هر پیکسل عهده‌دار خواهد بود. نتایج نشان می‌دهد که بر اساس این سناریو در محدوده‌ی مورد بررسی سایتی برای مکان‌یابی بدست نیامده است. در سناریو Sc2 بالاترین میزان مطلوبیت ۹۰ است. به ترتیب فاکتورهای اول، دوم و سوم و چهارم در تعیین مطلوبیت نهایی هر پیکسل نقش تعیین‌کننده خواهند داشت و سایر فاکتورها دارای وزن ترتیب پایینی خواهند بود و نقش کمی خواهند داشت. در این سناریو مقدار ریسک ۰/۶ و مقدار ۰/۷۳۳ جبران بین فاکتورها وجود دارد. میانگین مطلوبیت پایین سناریو Sc2 در نواحی مختلف منطقه به دلیل جایگاه این سناریو در فضای مثلثی راهبردی تصمیم و قرار گرفتن در فاصله نزدیک به سناریو AND می‌باشد. در این سناریو همان‌طور که جدول (۴) نشان می‌دهد، سه فاکتوری که کم‌ترین مطلوبیت را به خود اختصاص داده‌اند نقش اصلی و تعیین‌کننده مطلوبیت نهایی هر پیکسل را به عهده خواهند داشت.

جدول٤: سناریوهای مختلف OWA در فضای راهبردی تصمیم

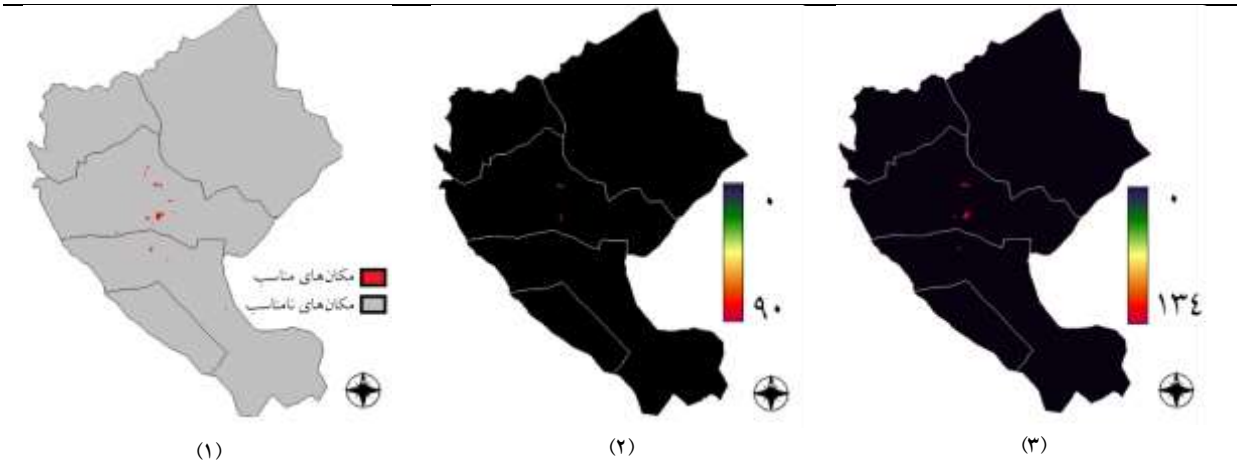
راه‌حل‌ها	وزن‌ها	ریسک‌گریزی	ریسک‌پذیری	جبران
Sc1 (AND) (AND)	[1,0,0,...0,0,0]	۱	۰	۰
Sc2 (MIDAND)	[0.137, 0.127, 0.117,…, 0.0267,0.0167] 0	۰/۵۹۹	۰/۴۰۱	۰/۷۳۳
Sc3 (WLC)	[0.0770.077, 0.077,…, 0.077, 0.077, 0.077]	۰/۵	۰/۵	۱
Sc4 (MIDOR)	[0.016, 0.027,0.037…, 0.117, 0.127, 0.137]	۰/۳۲	۰/۶۸	۰/۷۳۳
Sc5 (OR)	[0, 0, 0,…, 0, 0, 1]	۰	۱	۰
Sc6 (AVG)	[0, 0, …, 1, …,0, 0]	۰/۳۸	۰/۶۲	۰/۷۲۱

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

میزان میانگین مطلوبیت در سایت‌های مختلف و هم-چنین عدد فازی هر فاکتور، به‌صورت، تالاب و سد (دامنه عدد فازی ۲۵۵)، رودخانه (دامنه فازی ۸۶ تا ۲۵۵)، آبراهه‌های فرعی (دامنه فازی ۲۰۴ تا ۲۵۵)، جاده (دامنه فازی ۲۵۴ تا ۲۵۵)، شهر (دامنه عدد فازی ۸ تا ۱۷)، روستا (دامنه عدد فازی ۰ تا ۱۰)، پدولوژی (دامنه عدد فازی ۵۱ تا ۱۵۳)، کاربری اراضی (دامنه عدد فازی ۵۱ تا ۷۷)، ارتفاع از سطح دریا (دامنه عدد فازی ۱۶۰ تا ۱۷۴)، گسل، مناطق شکارممنوع و مناطق حفاظت‌شده (دامنه عدد فازی۲۵۵) تأثیرگذار می‌باشد بر اساس وزن‌های ترتیبی موجود در این سناریو، مناطق مسکونی (شهری و روستایی) و هم‌چنین دو فاکتور کاربری اراضی و پدولوژی بیش‌ترین تأثیرگذاری را در انتخاب محل دفن داشته‌اند.

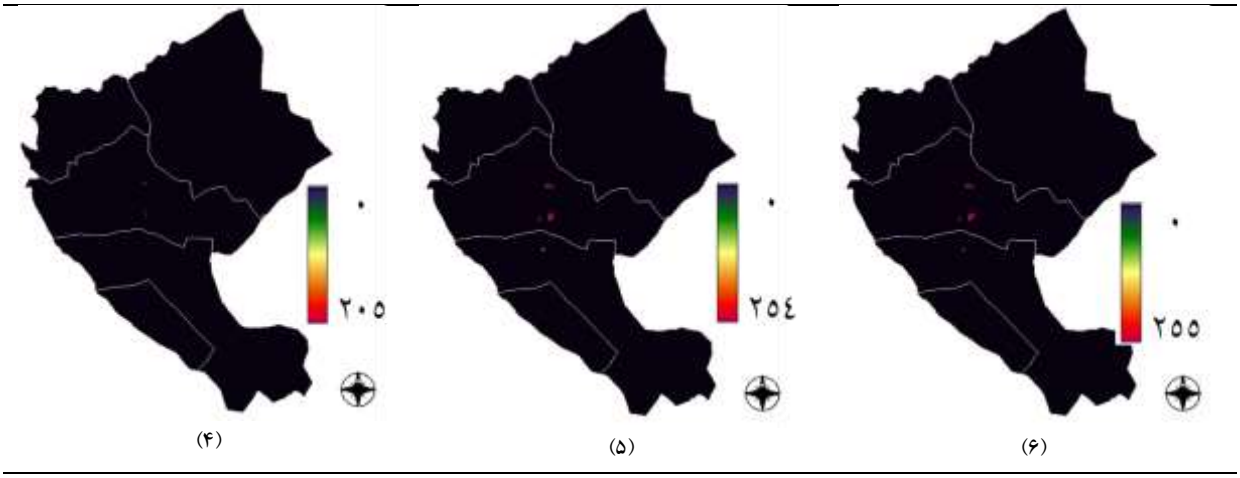
میزان جبران در سناریو Sc3 (WLC) به مقدار حداکثری خود یعنی ۱ می‌رسد و مقدار ریسک ۰/۵ را خواهیم داشت، قرار گرفتن این سناریو در رأس مثلث فضای راهبری تصمیم حاکی از جبران کامل بین فاکتورها و ریسک ۰/۵ می‌باشد. در این سناریو فاکتورها بر اساس وزن و امتیاز در پیکسل از حداکثر به حداقل دارای نقش تعیین‌کننده در تعیین میزان مطلوبیت نهایی در پیکسل می‌باشند (۷ و ۲۲). در واقع در این سناریو وزن ترتیب تمام فاکتورها برابر خواهد بود و امتیاز و وزن فاکتورها نقش تعیین‌کننده در تعیین مطلوبیت نهایی هر پیکسل را خواهند داشت نتایج حاصل از شکل (۵) نشان داد که سایت‌های بدست آمده نسبت به سناریوی قبلی دارای مطلوبیت بالاتری است. در این سناریو بیش‌ترین تأثیرگذاری با توجه به مقادیر عدد فازی مربوط به مناطق شهر (دامنه عدد فازی ۰ تا ۲۹)، روستا (دامنه عدد فازی ۰ تا ۱۱)، کاربری اراضی (دامنه عدد فازی ۵۱ تا ۷۷)، پدولوژی (دامنه عدد فازی ۵۱ تا ۱۵۳) بوده‌اند.

در سناریوهای Sc4 و Sc6 روند افزایش میزان ریسک‌پذیری ادامه خواهد یافت و در مقابل میزان جبران بین فاکتورها نیز روند عکس و کاهشی خواهد داشت. در این سناریوها به ترتیب فاکتورهای ۱۱، ۱۲ و ۱۳ و هم-چنین فاکتور ۷ بیش‌ترین میزان وزن ترتیب را دارند و نقش تعیین‌کننده در تعیین مطلوبیت نهایی هر پیکسل را خواهند داشت و سایر فاکتورها نقش کمتری دارند. در سناریو Sc5 (OR) حداکثر ریسک‌پذیری (ریسک ۱) و عدم جبران بین فاکتورها را خواهیم داشت و فاکتور ۱۳ که بیش‌ترین وزن ترتیب را به خود اختصاص داده است نقش تعیین‌کننده در تعیین مطلوبیت نهایی هر پیکسل را خواهد داشت.



(۱) (۲) (۳)

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]



(۴) (۵) (۶)

شکل ۵: نقشه سناریوهای مورد مطالعه در تحقیق.
۱) منطق بولین، ۲) سناریوی MIDAND، ۳) WLC، ٤) MIDOR، ٥) AVG و ٦) منطق ORness

در نهایت تعداد ۴ سایت برای مکان‌یابی محل دفن و فاصله آن‌ها از معیارهای مورد بررسی در جدول (۵) آمده است. مقایسه معیارهای سایت‌های انتخاب‌شده و سایت کنونی (دره سماقان) با ضوابط محیط‌زیستی محل دفن زباله نشان می‌دهد که سایت انتخاب‌شده ۱، ۲، ۳ و ۴ دارای مطلوبیت استاندارد برای دفن زباله شهر مریوان می‌باشند. سایت ۴ و ۲ مساحت لازم برای دفن زباله تا ۲۰ سال آینده و هر چهار سایت مستعد مکان دفن زباله برای ۱۰ سال آینده هستند. بررسی شرایط سایت کنونی دفن زباله شهر مریوان (دره سماقان) نشان می‌دهد که معیارهایی از جمله فاصله از روستا، مساحت، جاده و آبراهه رعایت نشده است و هم‌چنین این مکان برای دوره ۲۰ ساله دفن زباله طراحی نشده است. به خاطر وجود بوی نامطلوب، سروصدای زیاد، محل‌های دفن زباله در نزدیکی شهرستان، شهر و روستاها مجاز نیست (۱۴ و ۳۹) و این محل نباید در مجاورت آب‌های سطحی و منابع رودخانه‌ها، چشمه‌ها و آب‌های زیرزمینی قرار گیرد (۵). بنابراین سایت فعلی بدون توجه به عوامل محیط‌زیست نسبت به ضوابط محیط‌زیستی انتخاب شده است. جهت باد مهم‌ترین پارامترهای آب و هوایی در انتخاب محل دفن زباله نسبت به شهر است. مناطق مسکونی نباید توسط بوی محل‌های دفن زباله تحت‌تأثیر قرار گیرند (۴۰). از طرف دیگر ارتفاع نقش مهمی در فرایندهای محیطی و جوی دارد و مناطق مرتفع دارای چشم‌انداز طبیعی بهتر، خطر بیش‌تر برای تولید شیرابه و فرسایش بوده و با توجه به اینکه جهت باد غالب مریوان جنوب غربی است سایت ۲ و۱ دارای ارتفاع کم‌تری نسبت به سایت فعلی و دو سایت دیگر می‌باشند. مناسب‌ترین مکان از نظر کاربری زمین برای دفن زباله، مناطقی است که دارای کاربری مشخص نیستند و از کاربری‌های حساس مانند جنگل و زمین‌های کشاورزی دورتر هستند (۱۴) که سایت ۱ و ۲ دارای کاربری دیم‌زار بوده و نسبت به دو سایت دیگر موقعیت کاربری بهتری برای دفن زباله دارند. مکان‌های دفن زباله باید یک فاصله قابل توجیه از شبکه‌ی جاده‌های موجود به منظور کاهش هزینه‌های ساخت‌وساز جاده‌ها، اتصال و هم‌چنین انتقال آسان به این مکان‌ها داشته باشند (۱۶)، که این اولویت سایت ۱ برای محل دفن ۱۰ ساله و سایت ۲ برای دوره ۲۰ ساله نسبت به دو سایت دیگر را تأیید می‌کند.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

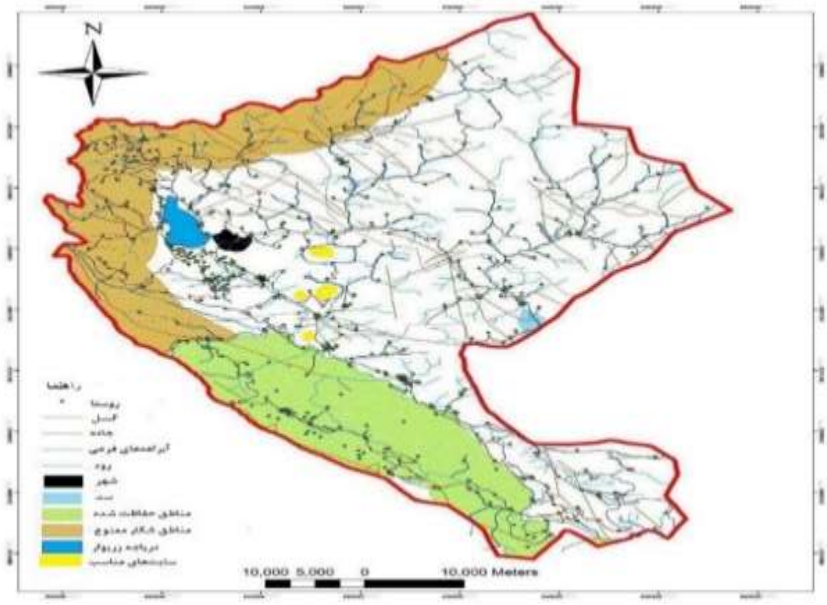
جدول ۵: مقایسه برخی ویژگی‌های سایت‌های انتخاب‌شده برای دفن پسماند بر اساس ضوابط محیط‌زیستی محل‌های دفع پسماندهای عادی سازمان حفاظت محیط‌زیست

معیارهای زیست‌محیطی	سایت ۱	سایت ۲	سایت ۳	سایت۴	سایت کنونی (دره سماقان)	ضوابط محیط‌زیست
مساحت (هکتار)	۳۱/۸۶	۱۵۷	۳۲/۴	۹۹/۷	–	۴۰
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۱۲۸۳	۱۳۲۹	۱۳۳۴	۱۳۷۸	۱۴۱۲	–
فاصله از مناطق شهری	۱۰۰۴۳	۶۴۳۰	۴۲۸۷	۷۰۶۴	۱۰۶۹۶	۱۰۰۰
فاصله از مناطق روستایی	۱۷۰۵	۱۵۶۵	۱۲۳۷	۱۷۴۴	۵۲۳	۱۰۰۰
فاصله از آبراهه‌های فرعی	۱۵۹۱	۱۶۰۹	۲۹۶۹	۳۶۹۳	۴۰۰۰	–
فاصله از آبراهه‌های اصلی	۱۱۲۹	۱۴۹۳	۱۲۶۱	۱۳۸۳	۸۱۴	۸۰۰ -۵۰۰
فاصله از جاده	۷۰۴	۹۴۷	۸۲۰	۹۵۳	۳۰	حداقل ۳۰۰
فاصله از گسل	۲۶۱۹	۴۵۹۶	۴۵۷۰	۴۷۲۴	۸۰۷	۲۰۰
فاصله از بدنه‌های آبی (سد)	۲۱۱۱۴	۱۷۲۴۰	۱۸۳۱۷	۱۰۸۰۸	۲۱۷۶	۱۰۰۰
فاصله از تالاب	۱۸۲۸۹	۱۴۴۲۹	۱۲۷۲۸	۱۱۴۸۵	۱۴۳۴۳	۱۰۰۰
فاصله از مناطق حفاظت‌شده	۱۳۰۸	۷۶۲۹	۶۱۳۲	۱۳۶۵۹	۲۳۱۵	۱۰۰۰
فاصله از مناطق شکارممنوع	۷۱۵۹	۱۱۳۸۷	۹۱۱۱	۱۵۸۲۷	۸۸۶۳	۱۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

رشد روزافزون جمعیت شهری و از سوی دیگر انتخاب محل دفن و چگونگی دفن زباله‌های شهری به یک دغدغه در محیط‌زیست شهری تبدیل‌شده است. استفاده از ارزیابی چندمعیاره (MCE) یکی از کامل‌ترین روش‌ها برای انتخاب محل دفن زباله می‌باشد که شامل روی‌هم‌گذاری بولین، ترکیب وزنی خطی (WLC) و میانگین وزنی مرتب (OWA) می‌باشد. با توجه به افزایش جمعیت و خطرات محیط‌زیستی مکان دفع زباله شهر مریوان مطالعه حاضر با در نظر گرفتن ۱۳ معیار جهت مکان‌یابی مناطق مناسب برای احداث محل دفن زباله‌ها به روش میانگین وزنی مرتب مورد بررسی قرار گرفت. استانداردسازی، برای تبدیل واحدهای محاسباتی متفاوت فاکتورها به ارزش‌های مطلوبیت قابل مقایسه ضروری است. انتخاب توابع عضویت موردنیاز برای استانداردسازی، به اطلاعات کاربر درباره چگونگی تغییر مطلوبیت برای هر فاکتور وابسته است. در این روش تمام فاکتورها در مقیاس پیوسته مطلوبیت، استاندارد می‌شوند. این کار امکان ترکیب تمام تصاویر مربوط به فاکتورها را ممکن می‌سازد. در ادامه به‌منظور تعیین اهمیت فاکتورها در مکان‌یابی محل دفن از فرایند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) استفاده شد. این روش با مقایسه دو به دویی فاکتورها میزان اهمیت هرکدام را تعیین می‌نماید که این امر منجر به تعیین نقش فاکتورها در مراحل بعدی مدل‌سازی خواهد شد.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]



شکل ٦: نقشه مکانی یابی نهایی مناطق مناسب برای دفن زباله

به همین منظور پس از بازدید میدانی، تعدادی از زون‌های نامناسب حذف گردید و در نهایت ۴ زون، زون یک با مساحت ۳۱/۸۶ هکتار دارای مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه، ۱۵ دقیقه و ۴۸ ثانیه شرقی و ۳۵ درجه، ۲۲ دقیقه و ۳۸ ثانیه که از شمال به روستای بیکره و از جنوب به روستای قلعه‌جی محدود می‌شود، زون دو با مساحت ۱۵۷ هکتار با مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه، ۱۶ دقیقه و ۵۱ ثانیه شرقی و ۳۵ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۴ ثانیه شمالی از قسمت جنوبی به روستای میراج و قسمت شرقی به روستاهای چور، زون سه با مساحت ۳۲/۴ هکتار در محدوده‌ی ۴۶ درجه، ۱۵ دقیقه و ۱۹ ثانیه شرقی و ۳۵ درجه شمالی، ۲۵ دقیقه و ۱۳ ثانیه در فاصله ۲۵۰۰ متری سایت دوم واقع شده است و در نهایت زون چهارم با مساحت ۹۹/۷ هکتار در ۴۶ درجه، ۱۷ دقیقه و ۱۴ ثانیه شرقی و ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه و ۵۷ ثانیه که از قسمت شمالی به روستای عصرآباد محدود می‌شود که موقعیت مکانی آن در شکل ۶ نشان داده شده است تعیین گردید.

References

1- Arıkan E, Şimşit-Kalender ZT, Vayvay Ö. Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision making methods and an application in Turkey. Journal of Cleaner Production. 2017; 142 (1): 403-412.

2- Goulart Coelho LM, Lange LC, Coelho HM. Multi-criteria decision making to support waste management: A critical review of current practices and methods. Waste Management & Research. 2017; 35(1): 3-28.

3- Jandaghian P, Mohammadi FG, Jalilvand S. Methods for Locating Landfills by Using Geographic Information System GIS. Inthe second congress of schematization and environmental management, 2012 (pp. 1-7).

4- Goorah SS, Esmyot ML, Boojhawon R. The health impact of nonhazardous solid waste disposal in a community: the case of the Mare Chicose landfill in Mauritius. Journal of Environmental Health. 2009; 72(1): 48-55.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

5- Mishra H, Karmakar S, Kumar R, Singh J. A framework for assessing uncertainty associated with human health risks from MSW landfill leachate contamination. Risk Analysis. 2017; 37(7): 1237-1255.
6- Angelo AC, Saraiva AB, Clímaco JC, Infante CE, Valle R. Life Cycle Assessment and Multi-criteria Decision Analysis: Selection of a strategy for domestic food waste management in Rio de Janeiro. Journal of cleaner production. 2017;143 (66) :744-756.
7- Malchfsky Y. Multi-criteria spatial decision analysis, Translation parhizkar A and Ghaffari Gilandeh A, GIS and multi-criteria decision analysis, Third Edition, publications and research organizations Textbooks Social Sciences (semat), 2013, 189-241.
8- Abujayyab SK, Ahamad MS, Yahya AS, Bashir MJ, Aziz HA. GIS modelling for new landfill sites: critical review of employed criteria and methods of selection criteria. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 13–14 April 2016.1-18, Kuala Lumpur, Malaysia: IOP Publishing Ltd, 1 July 2016.
9- Mahiny AS, Gholamalifard M. Linking SLEUTH urban growth modeling to multi criteria evaluation for a dynamic allocation of sites to landfill. InInternational Conference on Computational Science and Its Applications. June 20-23 2011. 32-43, Santander, Spain, Springer, Berlin, Heidelberg.
10- Shahabi H, Keihanfard S, Ahmad B. B, Amiri, M. J. T. Evaluating Boolean, AHP and WLC methods for the selection of waste landfill sites using GIS and satellite images. Environmental Earth Sciences. 2014; 71(9): 4221-4233.
11- Amanpor s, Saeidy j, salmanirad E. Location of municipal solid waste disposal (Case Study: Kermanshah). humans and the environment J. 2013; 11(4): 55-64.
12- Gholamalifard M, Omidipour R. Siting MSW Landfill of Ilam City using Boolean and Weighted Linear Combination Procedures in GIS Environment. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2014; 24(117):143-156.
13- Bahrani S, Ebadi T, Ehsani H, Yousefi H, Maknoon R. Modeling landfill site selection by multi-criteria decision making and fuzzy functions in GIS, case study: Shabestar, Iran. Environmental Earth Sciences. 2016; 75(4): 337.
14- Torabi-Kaveh M, Babazadeh R, Mohammadi S D, Zaresefat M. Landfill site selection using combination of GIS and fuzzy AHP, a case study: Iranshahr, Iran. Waste Management and Research. 2016; 34(5): 438-448.
15- Rahmat ZG, Niri MV, Alavi N, Goudarzi G, Babaei AA, Baboli Z, Hosseinzadeh M. Landfill site selection using GIS and AHP: a case study: Behbahan, Iran. KSCE Journal of Civil Engineering. 2017; 21(1):111-118.
16- Nas B, Cay T, Iscan F, Berktay A. Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. Environmental monitoring and assessment. 2010 ;160(1-4):491.
17- Chabuk A, Al-Ansari N, Hussain HM, Knutsson S, Pusch R. Landfill site selection using geographic information system and analytical hierarchy process: A case study Al-Hillah Qadhaa, Babylon, Iraq. Waste Management & Research. 2016; 34(5):427-437.
18- El Maguiri A, Kissi B, Idrissi L, Souabi S. Landfill site selection using GIS, remote sensing and multicriteria decision analysis: case of the city of Mohammedia, Morocco. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 2016;75(3):1301-1309.
19- Salamatnews, http://www.salamatnews.com/news . Visited: 01.10.2017.
20- Eastman R J, IDRISI guid to GIS and Image processing. Accessed in IDRISI Selva 17.00, Worcester, MA, (2012)(a): Clark University 354 p.
21- Voogd H. Multicriteria evaluation for urban and regional planning. London: Pion; 1983.
22- Eastman J.R. IDRISI Help System. Accessed in IDRISI 17.00. Worcester, MA: Clark University, (2012)(b).

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

23- Saaty RW. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. Mathematical modelling. 1987; 9(3-5):161-176.
24- Mahini AS, Gholamalifard M. Siting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment. International Journal of Environmental Science & Technology. 2006; 3(4): 435-445.
25- Statistical Center of Iran. General Census of Population and Housing iran, 1385 and 1395.
26- Siddiqui MZ, Everett JW, Vieux BE. Landfill siting using geographic information systems: a demonstration. Journal of environmental engineering.1996; 122(6): 515-523.
27- Allen A R, Brito G, Caetano P, Costa C, Cummins V, Donnelly J, et al. The Development of a GIS Model for the Location of Landfill Sites in Ireland and Portugal, 2011.
28- Allen AR. Attenuation: A cost effective landfill strategy for developing countries. InProceedings of 9th Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment. 2002 Sep: pp. 136-147.
29- Cointreau S. Sanitary landfill design and siting criteria. World Bank guidance as an urban infrastructure sanitary landfill sitting and design guidance note. World Bank, Washington, DC. 2004.
30- Salari M, Moazed H, Radmanesh F. Site selection for solid waste by GIS & AHP-FUZZY logic (Case Study: Shiraz city). Sunrise Health J. 2012; 11 (34): 91-119.
31- Jafari H R, Rafei V, Ramazany mehraban M, Naseri H. Locating urban waste landfill using AHP and SAW in GIS (Case Study: Kohgiluyeh and Boyer Ahmad). Mohit-Shnasi J. 2012; 38 (1):131-140.
32- Gorsevski PV, Donevska KR, Mitrovski CD, Frizado JP. Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: a case study using ordered weighted average. Waste management. 2012; 32(2): 287-296.
33- Taqizadeh d S A, Mahini A S, Khairkha Z M M. Building a landfill site selection criteria using the hybrid approach fuzzy hierarchical analysis Case Study Gorgan. geographic spatial planning Golestan University J. 2013; 3(10):122-139.
34- Leao S, Bishop I, Evans D. Spatial–temporal model for demand and allocation of waste landfills in growing urban regions. Computers, Environment and Urban Systems. 2004; 28(4):353-385.
35- Cantwell R. Putting Data to Work-GIS and Site Selection Studies for Waste Management Facilities. Eurogise 1999. In Conference Proceedings 1999. 26 March 1999, 152-163, Scientific Research.
36- Lin HY, Kao JJ. Enhanced spatial model for landfill siting analysis. Journal of environmental engineering. 1999; 125(9):845-851.
37- Bromandy M, Khamechian M, Nikodel M R. Locating hazardous waste landfill in Zanjan province using AHP. Science and technology, environment-friendly. 2014; 16 (4): 97-110.
38- Makhdoum MF, Darvishsefat AA, Jafarzadeh H, Makhdoum AF. Environmental evaluation and planning by geographic information system. Tehran university publication, Tehran, Iran. 2002.
39- Mahler CF, de Lima GS. Applying value analysis and fuzzy logic to select areas for installing waste fills. Environmental monitoring and assessment. 2003; 84(1-2):129-140.
40- Şener Ş, Şener E, Nas B, Karagüzel R. Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey). Waste management. 2010; 30(11):2037-2046.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]

Original paper

Application of Spatial Multi-criteria Analysis in Landfill Site Selection in Marivan Based on Fuzzy Logic

Bonyad Ahmadi[1*], Mehdi Gholamalifard[2], Seyed Vorya hosseini[3], Nasrin Aghajari[4]

1- M.Sc. of Environment, University of Tarbiat Modares University, Faculty of Natural Resource and Marine Science (*Corresponding Author: Email: Ahmadibonyad1991@gmail.com, Tel: 09181766141, ORCID: 0000-0002-4847-9036)

2- Assistant Professor of Environment, University of Tarbiat Modares University, Faculty of Natural Resource and Marine Science

3- M.Sc. of Range Management, University of Tarbiat Modares University, Faculty of Natural Resource and Marine Science

4- M.Sc. of Environment, University of Tarbiat Modares University, Faculty of Natural Resource and Marine Science

Abstract

Background and Aim: Landfill site selection is a complex process that includes many parameters such as social, economic, environmental and governmental regulations that need to be managed, and has been introduced as an important challenge of urban management all around the world. Using spatial data and appropriate analysis of them is very important in locating landfills.

Material and Method: This study was performed in order to select the best location for a landfill by using multi- criteria analysis and in accordance with environmental regulations. The complexity and frequency of effective factors in determining the landfill site location led us to use GIS in land allocation problems. After identifying the required criteria and indicators, maps and descriptive data were prepared. Then by using an Ordered Weighted Averaging (OWA) process, a multi-criteria evaluation model was developed in the form of 6 scenarios. In this regard, by eliminating constraints, the standardization of factors was done by fuzzy membership functions in byte scale; and finally, Analytical Hierarchy Process (AHP) and Zonal Land Suitability (ZLS) were used to weigh the factors and site selection, respectively.

Results: The results showed that just 0.13 percent of the area is suitable for landfill that was located in the central part. Finally, 4 sites were selected for landfill location, which site number 1 is suitable for landfilling for up to ten years and site number 2 for the upcoming twenty years.

Conclusion: It can be concluded that the site dare Smaghan is not suitable for landfill, based on environmental criteria.

Keywords: Multi-criteria Analysis, Ordered Weighted Averaging, Geographic Information Systems (GIS), Fuzzy Logic, Marivan

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-06-04]