دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هفدهم، شماره‌ی ۶۰
زمستان ۱۳۹۶، صفحات ۵۴-۳۹

*مصطفی میرآبادی[۱]
سید هدایت هاشمی[۲]
جمال امینی[۳]

کاربرد مدل AHP و روش میانگین گیری وزن دار ترتیبی (OWA) در مکان‌یابی محل دفن مواد زاید شهرستان بوکان با استفاده از ArcGIS و IDRISI

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۱٤

چکیده

امروزه نحوه دفع، مکان‌یابی و مدیریت صحیح محل دفن مواد زاید به‌عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی شهری تبدیل شده است. مشکل جستجوی یک محل مناسب برای دفن پسماندهای جامد به علت وجود عوامل و پارامترهای متعدد موثر در این امر، از جمله مسائل پیچیده، پرهزینه و وقت‌گیر به‌شمار می‌رود. سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی تکنیکی کارآمد برای مدیریت و کاربرد داده‌های مختلف مکانی هستند. لذا هدف این پژوهش به‌کارگیری روشی مناسب برای مکان‌یابی زیست‌محیطی محل دفن زباله‌های شهری با استفاده از سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی است. بر این اساس شهرستان بوکان به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش تحقیق آن توصیفی-تحلیلی می‌باشد. شیوه گردآوری اطلاعات در آن، اسنادی، میدانی و نرم‌افزاری می‌باشد که با بهره‌گیری

*۱- دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
E-mail: Mirabadi1985@gmail.com
۲- کارشناسی‌ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، گروه جغرافیای دانشگاه سوران، اقلیم کردستان عراق، عراق.
۳- کارشناسی‌ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

4- Analytical Hierarchical Processes

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

از مدل ترکیبی روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[4] و میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA)[5] و معیارهای فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از شهر، فاصله از مراکز جمعیتی (نقاط روستایی)، فاصله از راه‌های ارتباطی، شیب و کاربری اراضی، مکان‌یابی بهینه برای دفن زباله‌های شهری صورت گرفته است. یافته‌ها نشان داد در حدود ۳۶۰ کیلومتر مربع معادل تقریباً ۹ درصد از مساحت شهرستان بوکان برای دفن پسماند، کاملاً مناسب است که این محدوده‌ها در قسمت‌های شمال و شمال‌شرقی شهرستان بوکان واقع شده‌اند. شایان ذکر است، نتیجه کلی پژوهش حاضر حاکی از کارایی و انعطاف‌پذیری الگوریتم ترکیبی برای یافتن مکان بهینه جهت دفن مواد زاید شهری است.

کلید واژه‌ها: مکان‌یابی، AHP ،OWA، بوکان، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مواد زاید.

مقدمه

افزایش روزافزون شهرنشینی و به تبع آن افزایش جمعیت و پیامدهای ناشی از آن علی‌الخصوص افزایش پسماندها یکی از مسائل مهم در برنامه‌ریزی شهری محسوب می‌شود. ارائه راه حلی مناسب همواره توجه مسئولان و برنامه‌ریزان شهری را به‌خود معطوف داشته و از آنجا که غالب روش‌ها پرهزینه و زمان‌بر هستند. مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در مقیاس شهرستان تابع عوامل متعدد جغرافیایی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی بوده و از طرف دیگر گروه‌های ذینفع متعددی با آن در ارتباط می‌باشند. این دو ویژگی لزوم استفاده از روش‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری چند معیاره[6] در مکان‌یابی برای مراکز دفن زباله‌های شهری را توجیه می‌نماید. در مواجهه با مسائل چندمعیاره معمولاً با عوامل و متغیرهایی سروکار داریم که بیش‌تر از آنچه که کمی باشند، کیفی بوده و به اصطلاح تحت عنوان متغیرهای زبانی[7] مطرح می‌باشند. وجود چنین متغیرهایی لزوم استفاده از الگوریتم‌هایی را ایجاب می‌نماید که بتوانند از این قبیل متغیرهای کیفی در کنار متغیرهای کمی در فرآیند تصمیم‌گیری‌های چند معیاره[8] استفاده بنمایند. روش چند معیاره فازی[9] AHP & OWA از جمله روش‌هایی است که می‌تواند از متغیرهای کیفی استفاده نماید. مکان‌یابی محل مناسب برای دفن مواد زاید از ضروریات طرح‌های توسعه شهری است، به صورتی که در ایالات کبک کانادا، چاتانوگا، واشنگتن، برتلند، ماساچوست آمریکا، مدیریت و مکان‌یابی صحیح محل دفن مواد زاید جامد به‌عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود و انجمن معتبر برنامه‌ریزی آمریکا (APA)[10]

5- Ordered Weighted Average
6- Multi-criteria Decision Making
7- Linguistic variable
8- Multi-criteria Decision Making
9- Linguistic variable
10- American Planning Association

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

آن را از اهداف مهم برنامه‌های کوتاه و دراز مدت ایالات کالیفرنیا، سیاتل، چاتانوگا، واشنگتن، ماساچوست برای رسیدن به پایداری ذکر می‌کند (Krizek and Power, 1996: 5).

این واقعیت که نظام مدیریت مواد زائد شهری ایران در شرایط نسبتا بحرانی و به دور از وضعیت مطلوب قرار دارد بر کسی پوشیده نیست. مسئله مذکور هنگامی پیچیده و بغرنج می‌گردد که اثرات منفی و زیان‌بار آن در ارتباط با سایر نظام‌های موجود شهری و از جمله نظام زیست‌محیطی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. یکی از مهم‌ترین مراحل مطالعاتی به موازات طراحی محل دفن بهداشتی زباله، عوامل مکان‌یابی و یافتن محل مناسب دفن زباله است. معیارهای متعددی در انتخاب محل دفن زباله دخالت دارند که هر کدام به‌نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت‌هایی را نیز در انتخاب به‌وجود می‌آورند. هدف نهایی این معیارها یافتن محل مناسبی است که کم‌ترین اثرات سوء زیست‌محیطی را داشته باشد (Khorshid Doost and Adeli, 2009: 64).

با توجه به دخیل بودن عوامل متعدد در مکان‌یابی، تحلیل همه جانبه از طریق روش‌های سنتی مکان‌یابی، امکان‌پذیر نیست. از طرف دیگر، بی‌توجهی به این عوامل در امر مکان‌یابی باعث اتلاف حجم زیادی از انرژی و نیروی کار انسانی شده است. بنابراین استفاده از مدل‌های تحلیلی چون سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) که قادر به انجام کار با حجم وسیعی از داده‌ها می‌باشد، ضروری است.

در زمینه مکان‌یابی محل دفع پسماند جامد با استفاده از GIS و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در جهان و ایران تحقیقاتی صورت گرفته که در ذیل به ارائه مختصری از موضوعات و نتایج آن‌ها پرداخته می‌شود:

Siddiqui et al (1996) در تحقیقی با موضوع کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی و GIS در مکان‌یابی محل دفن مواد زاید شهری برای منطقه کلیولند اوکلاهاما، چهار معیار نزدیکی به شهر، نوع کاربری زمین، محدودیت خاک و عمق آب‌های زیرزمینی را مورد بررسی قرار داد و با استفاده از مقایسه‌های زوجی وزن معیارهای مذکور را تعیین نمودند.

Vastava and Nathwat (2003) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی، با استفاده از GIS و RS و با در نظر گرفتن معیارهایی چون گسل‌ها، زمین‌شناسی، شیب زمین، نوع سنگ مادر و خاک، عمق آب زیرزمینی، آب‌های سطحی مراکز شهری و شبکه ارتباطی با استفاده از مدل‌ها و وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق مقایسه‌های زوجی، ۵ محل مجزا را در اطراف این شهر جهت دفن زباله انتخاب نمودند.

Yesilnacar and Cetin (2005) به منظور مکان‌یابی محل‌های مناسب برای دفن پسماند خطرناک با مطالعه و بررسی معیارهایی مانند زمین‌شناسی، نقشه‌برداری، کاربری اراضی، آب‌وهوا، زلزله و ... در منطقه‌ای مهم به لحاظ کشاورزی و مدیریت منابع آب واقع در جنوب‌شرقی آناتولی به یک طبقه‌بندی ۵ تایی (مطلوب تا نامطلوب) جهت انتخاب مکان بهینه برای دفن پسماندهای مذکور رسیدند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

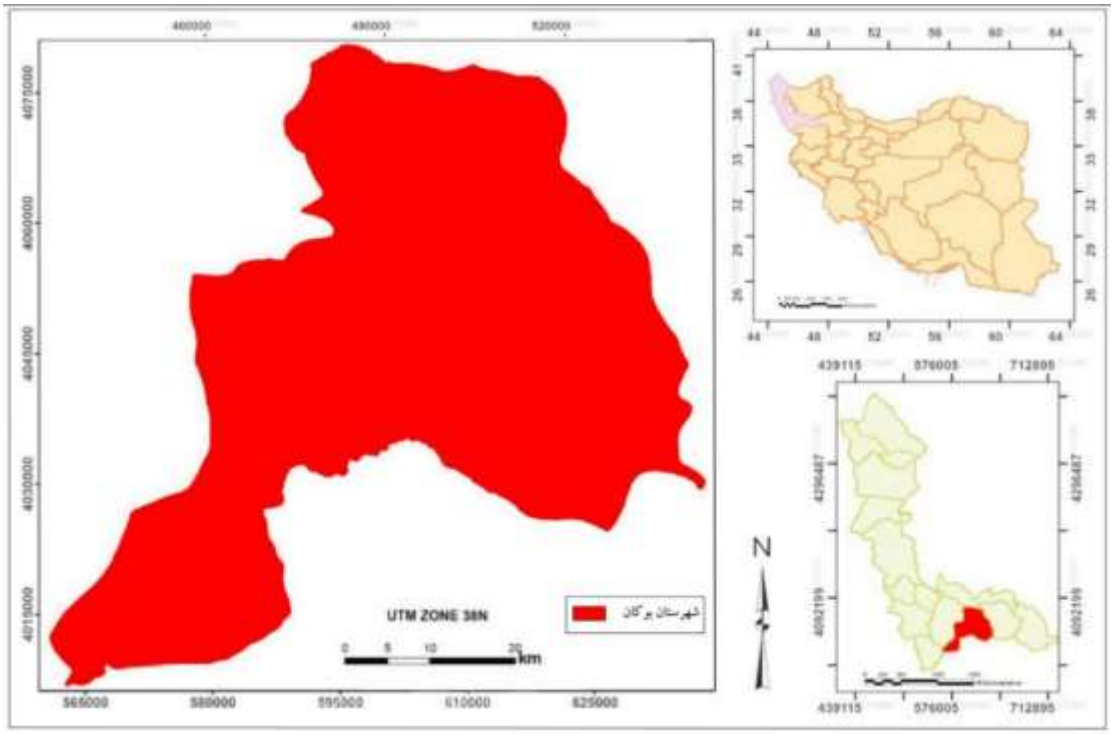
Chang et al (2008) در تحقیقی جهت مکان‌یابی پسماند اقدام به به‌کارگیری معیارهای تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GIS نمودند. این پژوهش برای شهر هارلینگن واقع در جنوب تگزاس انجام شد. در تحقیق مذکور از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و وزن‌دهی به لایه‌ها و سپس تلفیق آن‌ها، محدوده‌های مناسب برای دفن به ۵ طبقه تقسیم شده که در نهایت مناسب‌ترین مکان در حومه شهر هارلینگن مشخص شد. در ایران نیز مطالعاتی صورت گرفته است که در ذیل به ذکر مواردی از آن‌ها پرداخته می‌شود Farhoodi et al (2005) در پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS، با بهره‌گیری از داده‌های چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی، عوارض مصنوع، گسل، روند توسعه فیزیکی شهر، آب‌های سطحی، جهت باد، تراکم جمعیتی، خاک‌شناسی، هیپسومتریک، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی و ... از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات، در نهایت ۳ حوزه مختلف را برای شهر سنندج مکان گزینی نمودند. Shahabi et al (2010) در پژوهشی با عنوان ارزیابی روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی در مکان‌یابی محل دفن مواد زاید شهری با تاکید بر عوامل ژئومورفیک شهر سقز، با هدف در نظر گرفتن نقش عوامل ژئومورفیک چه از لحاظ سازندهای منطقه دفن و چه از لحاظ شرایط و فرآیندهای حاکم بر منطقه مورد مطالعه در آینده به کمک اعمال انواع عملیات تحلیل مکانی، با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی به مکان‌یابی مناسب برای دفن پسماندهای شهر سقز اقدام کردند. به همین منظور در مرحله اول، عوامل موثر بر مکان‌یابی محل دفن مواد زاید شهر در نظر گرفته شد و در نهایت با رقومی کردن و وزن‌دهی به لایه‌های مورد استفاده بر اساس استانداردهای موجود که عبارت بودند از: شیب، فرسایش، گسل، آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، چاه‌ها، منطقه حفاظت شده، فرودگاه، پوشش گیاهی، خطوط ارتباطی، خطوط نیرو، فاصله از شهر و مراکز جمعیتی و وارد کردن لایه‌های مذکور به محیط افزارهای IDRISI و ArcGIS و اجرا مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره، محل نهایی دفن مواد زاید در محدوده‌ای در جنوب شهر سقز مکان‌یابی شد. Hadiani et al (2013) پژوهشی را با عنوان مکان‌یابی مراکز دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS برای شهر زنجان انجام دادند. در پژوهش مذکور با استفاده از منطق فازی برای تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف موثر در مکانی‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری زنجان در محیط GIS به طراحی یک مدل جهت انتخاب محل دفن پرداخته شده و پارامترهای مورد استفاده از قبیل؛ شیب، توپوگرافی، خطوط گسل، فاصله از سکونتگاه‌ها و مراکز جمعیتی، فاصله از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، فاصله از جاده‌های دسترسی، نوع خاک و سنگ‌ها، کاربری اراضی منطقه و قابلیت اراضی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند و در نهایت پس از همپوشانی لایه‌ها سه مکان به‌صورت کاملاً مناسب، مناسب و نسبتاً مناسب شناسایی گردید. Amanpour et al (2014) طی پژوهشی با موضوع مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: کرمانشاه) با هدف استفاده از مدل AHP و نرم‌افزار GIS اقدام به مشخص نمودن مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماند شهر کرمانشاه نمودند. به طوری که در تحقیق مذکور از لایه‌های اطلاعاتی توپوگرافی، نوع کاربری زمین، شیب، مراکز روستایی اطراف شهر، گسل‌ها، آب‌های سطحی،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

معادن و کارخانه‌های اطراف شهر و فاصله مناسب از خود شهر کرمانشاه استفاده شده است که با تلفیق و وزن‌دهی لایه‌ها، ۵ مکان بهینه برای دفن پسماند شهری کرمانشاه مشخص گردید. در شهر بوکان محل دفع و دفن زباله‌های شهری که تنها ۱۰۰ متر با جاده اصلی بین‌شهری فاصله دارد، آلودگی‌های ناشی از سوزاندن زباله به‌شدت مناطق مسکونی و کشاورزی را تهدید می‌کنند؛ بنابراین لزوم توجه به مدیریت اصولی دفع زباله‌های شهری و به‌کارگیری کلیه عوامل اصلی دفع ضروری می‌باشد (Sheikhi et al, 2013: 2-3). بر این اساس هدف از انجام این تحقیق ارائه‌ی مدلی برای انتخاب مکان بهینه محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری در شهرستان بوکان می‌باشد. برای رسیدن به این هدف، از مدل ترکیبی AHP & OWA و پارامترهای فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از شهر، فاصله از مراکز جمعیتی (نقاط روستایی)، فاصله از راههای ارتباطی، شیب و کاربری اراضی و نیز نرم‌افزارهای ArcGIS و IDRISI استفاده شده است.

– محدوده مورد مطالعه

شهر بوکان در شمال‌غربی ایران و جنوب استان آذربایجان‌غربی قرار دارد (شکل ۱). این شهر مرکز شهرستان بوکان یکی از شهرستان‌های ۱۲ گانه آذربایجان‌غربی است و با مرکز استان (ارومیه) ۱۵۰ کیلومتر فاصله زمینی دارد. طبق سرشماری سال (۱۳۹۰) جمعیت آن برابر با ۲۲٤٦۲۸ نفر است. این شهر دارای دو بخش و ۷ دهستان است (Iran's Statistical Center, 2011).



شکل ۱: موقعیت شهرستان بوکان

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش گردآوری اطلاعات در آن، اسنادی، میدانی و نرم‌افزاری می‌باشد که از مواد و داده‌های زیر برای تولید و تحلیل معیارهای مورد استفاده در پژوهش بهره گرفته شده است: استفاده از DEM[11] محدوده مورد مطالعه و تولید نقشه شیب در محیط ArcGIS، همچنین بهره‌گیری از داده‌ها و نقشه‌های موجود (نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، راه‌های ارتباطی و شیب) و رقومی کردن آن‌ها به‌منظور تهیه نقشه‌های فواصل و دسترسی‌ها به مراکز جمعیتی روستایی و شهری و منابع آب‌های سطحی، از طریق نرم‌افزار ArcGIS. به‌طور کلی در این تحقیق از پارامترهای فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از شهر، فاصله از مراکز جمعیتی (نقاط روستایی)، فاصله از راه‌های ارتباطی، کاربری اراضی و شیب و نیز نرم‌افزارهای ArcGIS و IDRISI جهت یافتن مکان بهینه برای دفن زباله‌های شهری شهرستان بوکان استفاده شده است. لازم به ذکر است که وزن‌های حاصل از مقایسه زوجی معیارها در مدل AHP و وزن‌های مدنظر مدل OWA، در معیارهای مورد استفاده تحقیق اعمال شده و با استفاده از نرم‌افزار IDRISI با هم ترکیب شدند، شایان ذکر است که مقایسه زوجی معیارها جهت وزن دهی توسط کارشناسان انجام شده است. با توجه به مطالب گفته شده و فرآیند کار که در ادامه بیان می‌شود، مکانه‌ای بهینه برای دفع مواد زائد جامد شهری شهر بوکان تعیین گردید.

با توجه به معیارهای انتخابی در این پژوهش، به‌منظور انجام صحیح فرآیند مکان‌یابی محل دفن می‌توان به‌عنوان یک دستورالعمل اولیه و مقدماتی مناسب از موارد زیر پیروی کرد.

۱- فاصله محل دفن تا شهر نباید کم‌تر از ٤ کیلومتر باشد.
۲- مکان مورد نظر می‌بایست از شبکه جاده‌های دسترسی حداقل ۸۰ متر و حداکثر ۱ کیلومتر فاصله داشته باشد، همچنین جاده‌های دایمی مسیر آن عرضی حداقل برابر با ٦ تا ۷ متر داشته باشد.
۳- موقعیت زمین مورد نظر نباید در مسیر توسعه آتی شهر باشد.
٤- کاربری اراضی: کاربری مکان‌های همجوار از مراکز جمعیتی، هتل، رستوران، تأسیسات فرآوری خوراکی‌ها، مدارس و پارک‌های عمومی حداقل ۳۰۰ متر فاصله داشته باشد، همچنین دارای کاربری‌های باارزش چون کشاورزی، جنگل، تالاب و مرتع نباشد.
۵- پذیرش محل انتخابی از سوی مردم، زیباشناسی و حفظ مناظر و پنهان بودن از دید عابران.
٦- توپوگرافی محل
۷- از منابع آب‌های سطحی حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد (فاصله ٦۰۰ متر به بالا بهتر است (Pour Ahmad et al, 2007: 39).

11- Digital Elevation Model

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

۸- شیب‌های زیر ٤٠ درصد می‌تواند بر مکان‌یابی محل دفن پسماند مقابل قبول باشد اما مناسب‌ترین گزینه برای دفن پسماند شیب‌های زیر ۲۰ درصد است (Panahandeh, 2009: 1897). شایان ذکر است که در هر مکان‌یابی می‌توان از معیارهای متعددی بهره جست و محدودیتی در این رابطه وجود ندارد؛ اما آنچه که در انتخاب معیارها و لایه‌ها، مهم و تعیین‌کننده است نقش، اهمیت و همچنین قابلیت سنجش بودن آن‌هاست، به عبارت دیگر معیارهایی مهم‌تر و تاثیر گذارترند که دارای بی‌نظمی و ناهمگونی بیش‌تری در محل هستند. در محدوده مورد مطالعه نیز به علت وجود سکونتگاه‌های متعدد شهری و روستایی و راه‌های مواصلاتی آن‌ها، جریان آب‌های سطحی در نقاط مختلف، وجود طبقات مختلف کاربری اراضی و همچنین وجود طبقات شیب متفاوت در محل، شش معیار فاصله از نقاط شهری، فاصله از نقاط روستایی، کاربری اراضی، فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از راه‌های ارتباطی و شیب مطرح شدند. همچنین در رابطه با معیار زمین‌شناسی باید گفت که تقریبا کل منطقه بوکان دارای وضعیت مشابهی است و بر روی پادگانه‌های جوان و نهشته‌های رودخانه‌ای دشت آبرفت قرار دارد (Abdi Ghal'e, 2009: 123). لذا به علت همگونی و یکسانی محدوده مورد مطالعه از حیث زمین‌شناسی از بررسی و انتخاب معیار مذکور خودداری شده است. در مورد معیار گسل نیز باید خاطر نشان کرد که در محدوده مورد مطالعه گسل اصلی مشاهده نمی‌شود تنها در قسمت‌هایی از جنوب‌غربی شهرستان ادامه چند گسل فرعی وجود دارد. لذا این معیار نیز جهت اندازه‌گیری و مطالعه انتخاب نشده است. همچنین خاک‌های مطالعه شده در این شهرستان عمدتاً جزو خاک‌هایی است که در مناطق کوهستانی کم‌عمق و در بخش‌های مسطح نیمه‌عمیق تا عمیق هستند. به سبب وجود عوامل بازدارنده گوناگون سطح شهرستان برای کاربری‌های زراعت آبی، دیم، مرتع و چراگاه محدودیت‌هایی دارد. لذا معیار جنس خاک نیز به دلیل همگونی در کل محدوده و بی‌تفاوتی در این پژوهش مورد مطالعه و بررسی قرار نگرفته است. این شرایط (همگونی و بی‌تفاوتی) در مورد معیارهایی مانند بارندگی نیز صادق است. ضمناً با توجه به ایستگاه سینوپتیک که دارای آمار باد باشد در بوکان و نواحی اطراف وجود ندارد بنابراین امکان تجزیه‌وتحلیل باد در این شهر کم است ولی به‌طور کلی سرعت باد در منطقه مورد بررسی شدید نمی‌باشد (Ibid: 131).

- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی در (۱۹۸۰) مطرح شد؛ که بر اساس مقایسه‌های زوج بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد (Sarai et al, 2011: 75). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد و گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. برای ارزیابی تعداد زیادی از معیارها وحل مسائل چند متغییره AHP به‌صورت گسترده به‌کار می‌رود و این مدل به گروه تصمیم

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

گیرندگان اجازه می‌دهد عضو هر گروهی که باشند از آزمون‌پذیری این مدل استفاده کرده مسئله را به کمک آن حل کنند (Chang et al, 2008: 140). AHP بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید، همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار است (Qodsipour, 2009: 5). کلیه مقایسه‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به‌صورت زوجی انجام می‌گیرد که در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد، به‌گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت I بر J یکی از حالات (جدول ۱) است که توسط توماس ساعتی ارائه گردیده است.

جدول ۱- مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی

ترجیحات (قضاوت شفاهی)	مقدار عددی
کاملا مرجح (Extremely Preferred)	۹
مطلوبیت خیلی قوی (Very strongly Preferred)	۷
مطلوبیت قوی(strongly Preferred)	۵
کمی مطلوب‌تر(Moderately Preferred)	۳
مطلوبیت یکسان(Equally Preferred)	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۲ و ٤ و ٦ و ۸

ماخذ: (Qodsipour, 2009: 14)

بعد از تعیین اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر نباید نرخ سازگاری سیستم (CR[12]) از ۰/۱ بیش‌تر باشد که CR از تقسیم شاخص سازگاری (CI[13]) بر متوسط شاخص سازگاری (RI) محاسبه می‌شود، یعنی CR=CI/RI، مقدار RI نیز توسط ساعتی و وارگاس در سال (۱۹۹۱) برای ماتریس‌های در ابعاد مختلف آماده شده است. مقدار CI نیز از رابطه (۱) قابل محاسبه است.

رابطه (۱) $$CI = \lambda_{\max} - n/n-1$$

که n تعداد معیارها و $\lambda_{\max}$ بزرگ‌ترین مقدار ویژه است. اگر مقدار CR از ۰/۱ بیش‌تر شود باید در وزن‌ها تجدیدنظر کرد. در پژوهش حاضر میزان سازگاری ۰/۰٤ است که قابل قبول می‌باشد. برای محاسبه وزن نهایی[14] در روش AHP از روش‌های مختلف ترکیب وزنی استفاده می‌شود. روش ترکیب وزنی ساده[15] از جمله روش‌هایی است که غالباً مورد استفاده قرار می‌گیرد و ویژگی‌ها از طریق رابطه (۲) با یکدیگر ترکیب می‌شوند:

12- Consistency Ratio
13- Consistency Index
14- Overall priority
15- Simple additive weighting

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

رابطه (۲) $A_i = \sum_j w_j x_{ij} \quad j = 1,2,...,n$ [11]

قابل ذکر است که در روش ترکیب وزنی ساده دو فرض Linearity و Additivity مد نظر قرار می‌گیرند که اولی اشاره به این دارد که ارتباط بین مقادیر یک ویژگی خطی است، به عبارتی اضافه شدن یک مقدار به عدد ۵ و ۵۰ یکسان است، در حالی که دومی اشاره به استقلال بین لایه‌ها دارد که اغلب این شرط صادق نیست. عیب دیگر این روش این است که از مبنای تئوریکی قوی برخوردار نیست (Malczewki, 1999: 183).

- روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA)

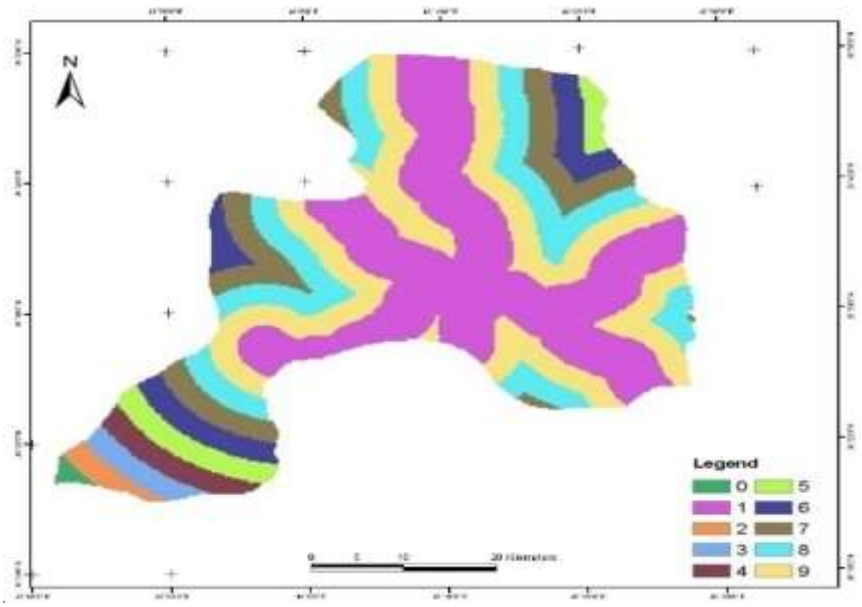
به خاطر محدودیت‌ها و انعطاف‌پذیری پایینی که روش وزن‌دهی ساده دارد، روش‌های ترکیب وزنی دیگری ارائه گردید که معروف‌ترین آن‌ها OWA است. این روش که اولین بار توسط یاگر (۱۹۸۸) ارائه شد، تلفیق یک جمع وزنی با اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی بوده و علاوه بر وزن معیارها، اولویت‌بندی آن‌ها را نیز لحاظ می‌کند. اولویت‌بندی وزن‌ها امکان کنترل مستقیم معیارها را فراهم می‌نماید. ویژگی اساسی این روش در مرحله باز مرتب‌سازی آن است. ضرایب وزن‌ها مستقیماً به معیارها اعمال نمی‌شود، بلکه به موقعیت اولویت‌بندی شده مقادیر معیارها برای گزینه مورد نظر الصاق می‌شود، با این توضیح که وزن معیار ارزیابی با اولویت اول به مقداری اختصاص می‌یابد که بیش‌ترین ارزش و مقدار را در بین آن معیارها داشته باشد. اگر فرض شود یک گزینه بر مبنای ٤ معیار ارزیابی می‌شود و مقادیر معیارها برای گزینه i ام (X_{ij}= (0. 7, 1, 0. 2, 0. 6) و وزن معیارها w= (0. 4, 0. 3, 0. 2, 0. 1) باشد، آنگاه مقدار نهایی گزینه i ام برابر است با $F(x_{ij})$= 0.4×1+0.3×0.7+0.2×0.6+0.1×0.2= 0.75 (Malczewki, (1999: 23). عملگر OWA فضای n بعدی را به یک‌بعدی تصویر می‌کند (Liu, 2008: 80). به‌منظور انجام عملیات ادغام نمودن مجموعه‌های فازی سه نوع عملیات پایه (توابع ادغام) بر پایه مدل Bellman-Zadeh وجود دارد که عبارتند از: عملگرهای اشتراک مجموعه‌های فازی، عملگرهای اجتماع مجموعه‌های فازی، عملگرهای میانگین (Yager, 1988: 184).

یافته‌ها و بحث

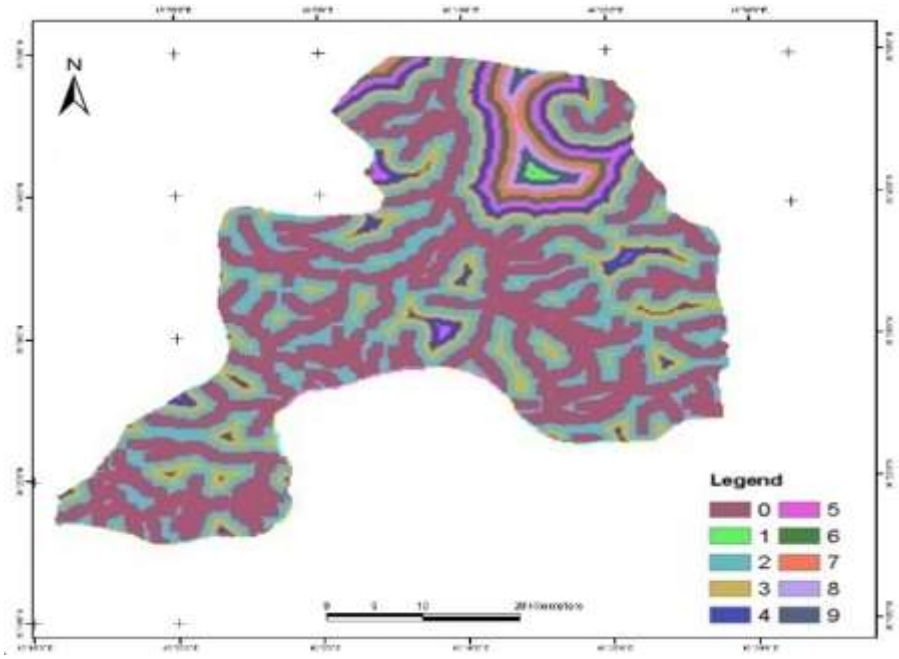
پس از تعریف معیارهای موثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند، می‌بایست لایه‌های اطلاعاتی معیارها از روی نقشه‌های پایه استخراج و آماده شوند. در فرآیند مکان‌یابی، استخراج لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز، اولین مرحله از مراحل عملی تحقیق می‌باشد که طی آن لایه‌های نقشه‌های هر یک از معیارها استخراج شده و برای انجام مراحل بعدی وارد پایگاه داده GIS می‌شوند. این مرحله شامل رقومی سازی، زمین مرجع نمودن و GIS Ready نمودن لایه‌های اطلاعاتی می‌باشد. پس از استخراج نقشه‌های معیارها، لایه‌های حاصله جهت استفاده در نرم‌افزار IDRISI به فرمت رستری تبدیل شده و جهت انجام تحلیل‌های مکانی مانند Distance و Reclass برای آماده‌سازی لایه‌های معیارها متناسب با استانداردهای اعمال شده در روش AHP و OWA مورد استفاده قرار گرفتند؛ که در ذیل،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

یافته‌های حاصل از اقدامات مطرح شده به‌خوبی نشان داده شده است. بر اساس آنچه ذکر شد، نقشه معیارهای مدنظر این پژوهش در شکل‌های (۲، ۳، ٤، ٥، ٦ و ۷) مشاهده می‌شوند. جهت اجرای الگوریتم ترکیبی، وزن معیارهای پنج‌گانه (فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از شهر، فاصله از مراکز جمعیتی (نقاط روستایی)، فاصله از راه‌های ارتباطی و شیب) از طریق ماتریس مقایسه زوجی (جدول ۱) به‌دست آمد که نتیجه این روش برای محاسبه وزن معیارها در (جدول ۲) آمده است.

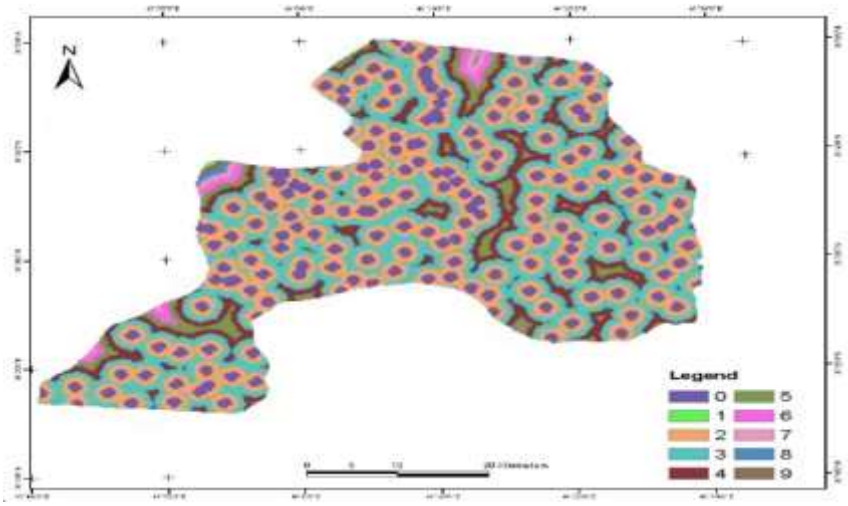


شکل ۲: فاصله از راه‌های ارتباطی

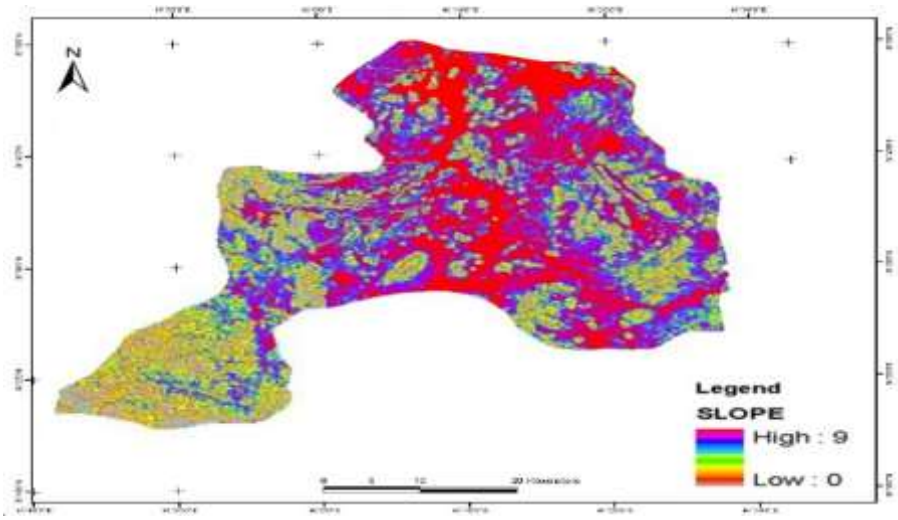


شکل ۳: فاصله از راه‌های رودخانه‌ها

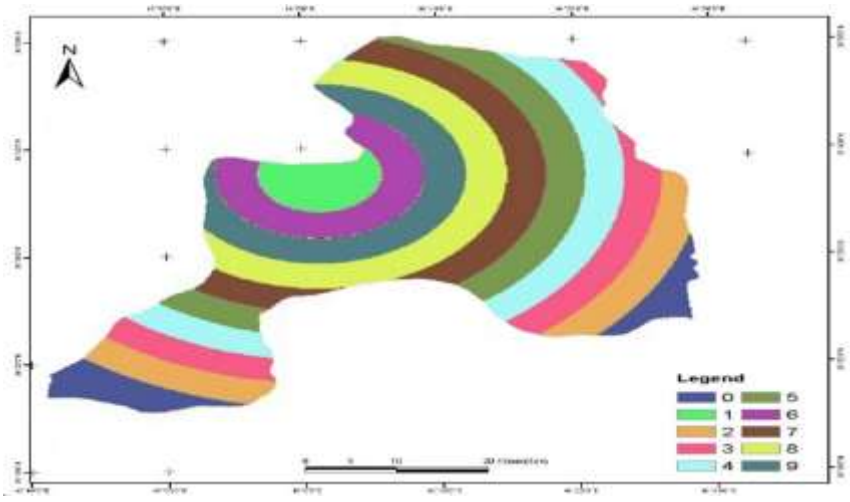
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



شکل ٤: فاصله از نقاط روستایی

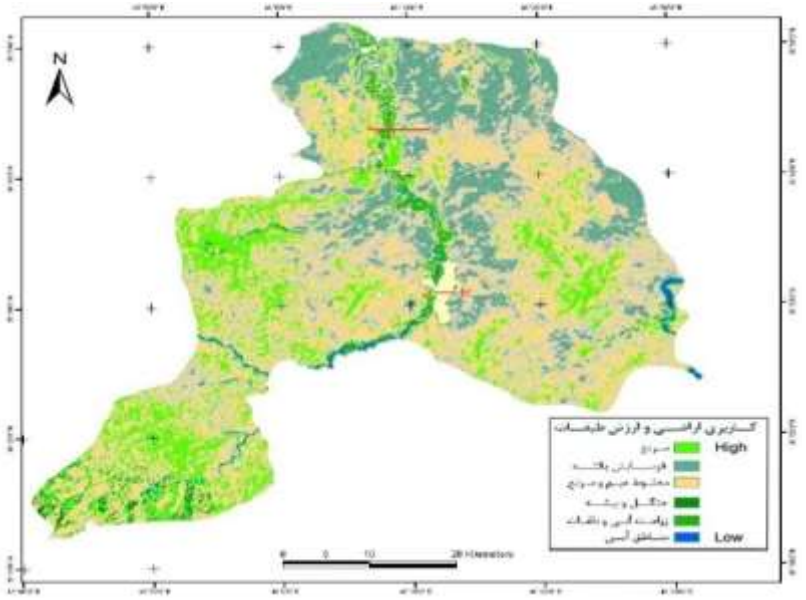


شکل ٥: شیب منطقه مورد مطالعه



شکل ٦: فاصله از شهر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



شکل ۷: کاربری اراضی شهرستان بوکان

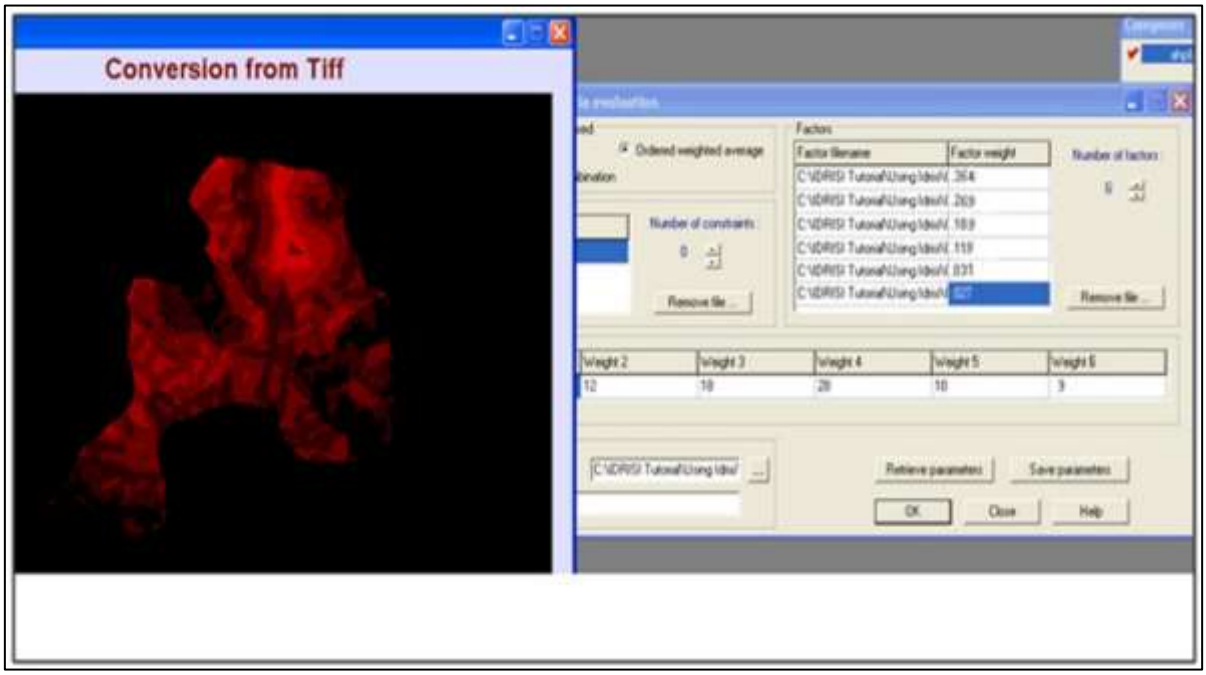
جدول ۲- مقایسه زوجی معیارها

وزن معیارها	کاربری اراضی	شیب	فاصله از راه‌های ارتباطی	فاصله از نقاط روستایی	فاصله از شهر	فاصله از آب‌های سطحی	Preference Matrix
۰/۳٦٤	۹	۹	٤	۲	۲	۱	فاصله از آب‌های سطحی
۰/۲٦۹	۸	۹	۳	۲	۱	۰/۵	فاصله از شهر
۰/۱۸۹	۷	۸	۲	۱	۰/۵	۰/۵	فاصله از نقاط روستایی
۰/۱۱۹	۵	۷	۱	۰/۵	۰/۳۳۳۳	۰/۲۵	فاصله از راه‌های ارتباطی
۰/۰۳۱	۲	۱	۰/۱٤۲۹	۰/۱۲۵	۰/۱۱۱۱	.۰/۱۱۱۱	شیب
۰/۰۲۷	۱	۰/۵	۰/۲	۰/۱٤۲۹	۰/۱۲۵	۰/۱۱۱۱	کاربری اراضی
نرخ سازگاری = ۰/۰٤ سازگاری ماتریس معیارها قابل‌قبول است							

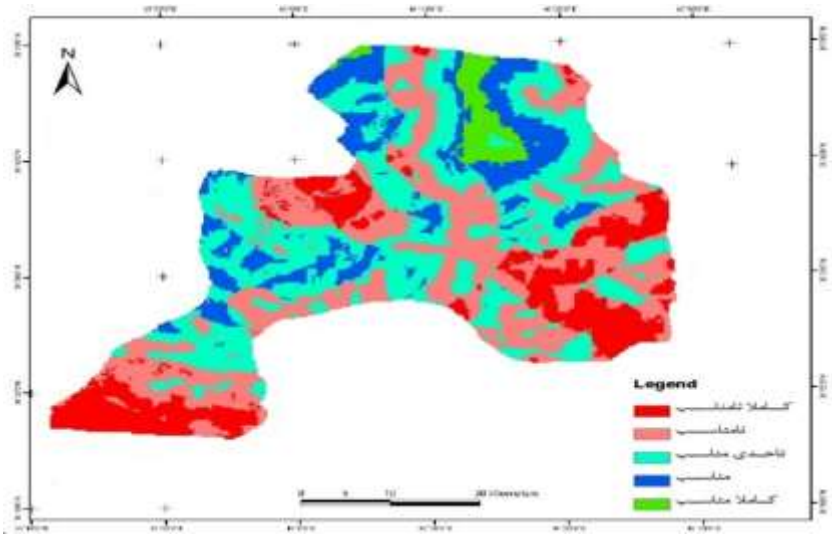
الگوریتم OWA با دو دسته از وزن‌ها سروکار دارد: وزن معیارها و اولویت وزن‌ها، با تغییر اولویت وزن‌ها می‌توان تعداد زیادی از استراتژی‌های تصمیم‌گیری ایجاد کرد (Boroushaki and Malczewski, 2008: 406). پس در نتیجه وزن‌های حاصل از (جدول ۲) و وزن‌های مدنظر در روش OWA، برای معیارهای مورد استفاده در تحقیق اعمال شده و با استفاده از نرم‌افزار IDRISI با هم ترکیب شدند. توضیح این‌که پس از استخراج نقشه‌های معیارها، لایه‌های حاصله جهت استفاده در نرم‌افزار IDRISI به فرمت رستری تبدیل شده است و پس از انجام تحلیل‌های مکانی، فازی سازی شده و با استفاده از تابع‌های آماده مربوط و موجود در نرم‌افزار، وزن‌ها اعمال گردید. در نهایت لایه‌های آماده شده در مرحله ترکیب لایه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند؛ که (شکل ۸) اجرای این عملیات را در نرم‌افزار

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

IDRISI نشان می‌دهد. با توجه به مطالب گفته شده و فرآیند کار در نوشتار بالا محدوده‌های کاملاً مناسب و بهینه برای دفع مواد زائد جامد شهری شهر بوکان تعیین گردید، که مساحت کلی این محدوده‌ها در حدود ۳۶۰ کیلومتر مربع، معادل تقریباً ۹ درصد مساحت کلی شهرستان بوکان می‌باشد. شایان ذکر است محدوده‌های مذکور عمدتاً در قسمت شمال و شمال‌شرقی محدوده مورد مطالعه و در بین روستاهای "حصاربلاغی" و "سه کانیان" قرار دارد که (شکل ۹) مکان‌های بهینه را نشان می‌دهد و گویای مطالب بیان شده است.



شکل ۸: اجرای الگوریتم ترکیبی در نرم‌افزار IDRISI



شکل ۹: موقعیت مکان بهینه برای دفع مواد زائد جامد شهری

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

نتیجه‌گیری

در بسیاری از تحقیقات مشابه انجام شده قبلی از روش‌های ساده ترکیب معیارها در GIS، جهت مکان‌یابی بهره گرفته شده است، اما در این تحقیق، دو الگوریتم AHP و OWA در ترکیب با همدیگر ضمن ارائه نتایج بهتر، سبب انعطاف‌پذیری بیش‌تر الگوریتم AHP شد. روش AHP برای ارزیابی اهمیت معیارها و ایجاد وزن‌های کلی استفاده می‌شود، که این در ارتباط با وزن‌های محلی در روش OWA برای تولید گزینه‌های تصمیم‌گیری استفاده می‌شوند؛ اما از آنجا که OWA نمی‌توانست به‌خوبی AHP از اولویت‌های مستقیم کارشناسان بهره‌گیری کند، از تلفیق آن‌ها برای اجرای فرآیند مکان‌یابی بهره‌گیری شد. روش تجمیع AHP & OWA شامل عدم قطعیت از طریق تابع عضویت فازی و نظرات کارشناسان است. این روش مکان‌هایی را تحت شرایط استراتژی‌های مختلف تصمیم‌گیری معرفی می‌کند که می‌تواند به‌عنوان اولویت نواحی برای دفن پسماند با توجه به سطح نگرش‌ها نسبت به ریسک (خطر) رسیدگی شوند. از مزایای قابل توجه روش AHP & OWA برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان این است که با تعامل، همه سناریوهای ممکن را تجزیه‌وتحلیل می‌کنند، لذا درک بهتری از الگوهای مناسب را تسهیل می‌کند که منجر به اتخاذ یک استراتژی مناسب برای مکان‌یابی محل‌های دفن پسماند می‌گردد. داشتن همین ویژگی‌ها، سبب کارایی این الگوریتم در امر مکان‌یابی شده است. بر اساس آنچه که ذکر شد در این پژوهش، انتخاب معیارها به‌منظور توجه به معیارهای تاثیر گذارتر در محدوده مورد مطالعه و همچنین کاهش داده‌ها، محدود شده و از به‌کارگیری برخی از معیارها خودداری شده است؛ اما خروجی‌های این مدل می‌تواند در ادامه نیز مورد ارزیابی و بر اساس معیارهای دیگری که در مدل به کار گرفته نشده‌اند نیز مدنظر قرار گیرد و سناریوی انتخابی نهایی را مشخص نماید. همچنان که در این پژوهش مشخص گردید، مکان‌های بهینه که در فاصله‌ای مناسب از شهر، رودخانه‌ها، نقاط روستایی و راه‌های ارتباطی که قسمت‌های شمال و شمال‌شرقی محدوده مورد مطالعه را در بر می‌گیرد، واقع شده‌اند. در (شکل ۹) موقعیت مکان بهینه پیشنهادی برای دفع مواد زائد جامد شهری محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

References

- Abdi Ghal'e, A., (2009), "Locating the health– sanitary centers of the city of Bokan using the GIS", Thesis of Master's degree of Geography and urban planning, Islamic Azad University, Marand Branch. [In Persian].
- Amanpour, S., Saiedi, J., Soleymani Rad, E., (2014), "Locating urban waste landfill (Case Study: Kermanshah City)", ***Journal of Human and Environment***, 11 (27): 55-64. [in Persian].
- Boroushaki, S., Malczewski, J., (2008), "Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS", ***Journal of Computers & Geosciences***, 34: 399–410
- Chang, N. B., Parvathinathan, G., Breeden, J. B., (2008), "Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region", ***Journal of Environmental Management***, 87 (1): 139-153
- Hadiani, Z., Ahadnejad reveshti, M., Kazemizad, S., Shahali, A., (2013), "Site selection of municipal solid wasted disposal centers by using fuzzy logic and GIS, (Case Study: Zanjan City)", ***Journal of Geographic space***, 12 (40): 116-133.[In Persian].
- Iran's Statistical Center., (2011), "Statistical yearbook of West Azerbaijan Province", [on line]: www.amar.org.ir. [In Persian].
- Khorshid Doost, M., Adeli, Z., (2009), "Application of geomorphic factors in locating the site for urban waste landfill (Case study: The City of Bonab)", ***Journal of Natural Geography***, 2 (5): 63-72. [In Persian].
- Krizek, K., Joe, P., (1996), "***A planners guide to sustainable development, Planners Advisory Service Report"***, Publication of American Planning Association, Chicago, 68 pp.
- Liu, X., Han, S., (2008), "Orness and parameterized RIM quantifier aggregation with OWA operators: A summary", ***International Journal of Approximate Reasoning***, 48(1): 77–97.
- Malczewki, J., (1999), ***"GIS and Multi Criteria Decision Analysis"***, John wily & sons, Newyork, 270 pp.
- Panahandeh, M., Arastoo, B., Ghavidel, A., Ghanbari, F., (2009), "Locating the site for waste landfill in the city of Semnan using the AHP model and GIS software", 12th National Conference of Iran's Environmental Health, Tehran, SBMU, 3 to 5 November, pp 1892 – 1907. [In Persian].
- Pour Ahmad, A., Habibi, K., Mohammad Zahraie, S., Nazari Adli, S., (2007), "Utilizing the fussy algorithm and GIS to locate urban facilities (Case study: The site of Babolsar waste landfill)", ***Journal of environmental studies***, 33 (42): 31-42. [In ersian].
- Qodsipour, S., (2009), ***"Analytical Hierarchy Process (AHP)***", Publication of Amirkabir University, Tehran. [in Persian].
- Farhoodi, R., Habibi, K., Zandi Bakhtiari, P., (2005), "Locating the urban solid waste landfill using the fussy logic in GIS environment (Case study: The city of Sanandaj)", ***Journal of Honar-Hay-E-Ziba***, 1 (23): 15-24. [In Persian].
- Saraie, M., Ghaneie bafghi, R., (2011), "Evaluation and site selection of public parking's in Yazd City central tissue", ***Journal of Studies of Human Settlements Planning***, 6 (15): 70-88. [In Persian].
- Shahabi, H., Alaie, M., Hoseini, S., Rahimi, O., (2010), "Evaluating the hierarchical analyzing methods and linear weight composition in locating the site for urban waste landfill with an emphasis on geomorphic factors (Case study: The city of Saqqez)", ***Journal of Environmental Based Territorial Planning***, 3 (10): 115-135. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

- Sheikhi, G., Ahangari, S., Mousa Zadeh, C., (2013), "Strategic planning of effective factors on urban waste management using the SWOT analyze (Case study: The city of Boukan)", ***Journal of Environmental Based Territorial Planning***, 6 (20): 1-21. [In Persian].
- Siddiqui, M. Z., Everett, J. W., Vieux, B. E., (1996), "Landfill sitting using geographical information systems: a demonstration", ***Journal of Environmental Engineering***, ASCE 122: 515-523.
- Vastava, S., Nathwat, M., (2003), "Selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques", 2nd annual Asian conference of urban planning, Kuala Lumpur, 13-15 October, pp 35-89.
- Yager,R. R., (1988), "On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making", ***Journal of IEEE transaction on Systems, man and Cyberentics***, 18 (1): 183-190.
- Yesilnacar, M. I., Cetin, H., (2005), "Site selection for hazardous wastes: A case study from the GAP area, Turkey", ***Journal of Engineering Geology***, 81 (4): 371-388.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]