علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، شماره یک، بهار ۹۶

مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان با استفاده از منطق بولین و مدل سلسله مراتبی (AHP)

مصطفی میرآبادی[۱]

mirabadi1985@gmail.com

علی حسین عبدی قلعه[۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۸ **تاریخ پذیرش:۹۴/۱۱/۶**

چکیده

زمینه و هدف: افزایش جمعیت، توسعه صنعت و رشد کمی و کیفی کالاهای مصرفی موجب افزایش میزان پسماندهای تولیدی شده است. طبق گزارشات بخش خدمات شهری شهرداری بوکان، روزانه به طور متوسط ۱۸۹تن زباله تولید می شود، به طوری که سرانه تولید پسماندهای عادی به ازای هر نفر چیزی در حدود ۶۴۰ الی ۸۲۰ گرم در روز می‌باشد که نسبت به متوسط کشور ایران با معادل ۶۰۰ تا ۸۰۰ گرم در روز، کمی بالاتر است. لذا انتخاب محل دفن یکی از مراحل و اهداف مهم در مدیریت پسماندهای جامد شهری بوکان می‌باشد.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع توصیفی– تحلیلی بوده، لذا ضمن شناخت کامل معیارهای مکان یابی ازجمله خطوط ارتباطی، فاصله ازنقاط روستایی و شهری، حریم آب‌های سطحی، فاصله از گسل، کاربری زمین، شیب و جهت شیب که نقشی اساسی دارند، با استفاده از منطق بولین و وزن گذاری لایه‌ها به وسیله مدل AHP در نرم افزار GIS اقدام نموده و در نهایت به انتخاب بهترین مکان جهت دفن پسماند می‌پردازد.

نتایج: نتایج نظر سنجی از کارشناسان در مدل AHP نشان داد که معیار هیدرولوژی با وزن ۰/۲۳۵، مهم ترین معیار و معیار کاربری اراضی با وزن ۰/۰۲۳ به عنوان کم اهمیت ترین معیار شناخته شدند. هم چنین پس از استخراج لایه های اطلاعاتی معیارها از روی نقشه ها و اولویت بندی محدوده های مکان یابی در ۵ طبقه، معلوم شد که پهنه های اولویت دار قابل توجهی جهت دفن پسماند در شهرستان بوکان وجود دارند که در نهایت محدوده ای با مساحت ۱۳۸ هکتار انتخاب شد. محدوده انتخاب در حدفاصل شهر بوکان و سیمینه و در سمت جنوب روستای کانی شقاق قراردارد.

بحث و نتیجه گیری: به طور کلی، با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می توان اظهار نمود که با تلفیق دو روش بولین و مدلAHP، تا حد قابل قبولی محدوده های اولویت دار برای مکان یابی تعیین می شوند.

واژه های کلیدی: پسماند، بوکان، مکان یابی،GIS, AHP

۱- دانش آموخته دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران *(مسوول مکاتبات)

۲- کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

J.Env. Sci. Tech., Vol 19, No.1, spring, 2017

Landfill locate in Bukan by Boolean logic and Analytical Hierarchy Process (AHP)

Mostafa Mirabadi[1]

mirabadi1985@gmail.com

Ali Hussein Abdi [2]

Abstrac

Background and Objective: Population growth, industrial development and increase in quality and quantity of consumer products has led to the increase of waste generated. According to Department of Municipal Utilities of Bukan an average of 189 tons of waste is generated daily, that means per capita waste generation is about 640 to 820 grams per day, which is slightly higher than the country average (the equivalent of 600 to 800 grams per day).Therefore the selection of a municipal waste landfill is one of the most important steps and goals in management of municipal solid waste of Bukan.

Method: This study is analytical-descriptive, therefore by full recognition of locating criteria such as communicational lines, distance between rural and urban areas, surface waters privacy, distance from fault, land usage, slope and the direction of slope which play critical rule in selecting the waste landfill site and utilizing Boolean Logic and weighting of layers using AHP model in GIS software, the best location for landfill waste is selected based on mentioned criteria.

Findings: Results obtained from the poll of experts in the AHP model has showed that Hydrology criterion with a weight of 0/235 as the most important and land use with a weigh of 0/023 as the least important one have been known. Also after extracting the information layers of criteria from the maps and prioritizing locating ranges in 5 classes, it has been found that there are notable zones to landfill waste in the city of Bokan which ultimately a zone with the area of 138 Hectares is chosen. The selected are is located between Bokan and Simineh and to the south of Kani Shaqaq village.

Discussion and Conclusion: Generally, considering the results of the presented research, it can be said that prioritised ranges for positioning can be determined by combining the Boolean logic method and AHP model, acceptably.

Keywords: Waste, Bukan, Location, AHP, GIS

1- Ph. D. of Geography & Urban Planning, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *(Corresponding Author)

2-Master of Geography and Urban Planning, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran

مقدمه

شهر مجموعه ای است از پدیده های پیچیده که تمام اجزای آن به صورت سازمان یافته در ارتباط کامل با یک دیگر هستند ، به طوری که ایجاد اختلال در هر کدام از اجزای این مجموعه، باعث ایجاد نارسایی کل سیستم می شود(۱). تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و رشد شتابان شهرها در دهه های اخیر منجر به تحولات عمیقی در شهرسازی کشور شده است. اثرات این تغییرات و تحولات که به صورت تغییر شکل کالبدی و توسعه فضایی شهرها تبلور یافته، نتایج مناسبی در شهرهای کشور نداشته است و باعث توزیع نامناسب خدمات و عدم مکان گزینی صحیح آن ها شده است(۲). یکی از مسایل و معضلات مهم زیست محیطی که اکثر شهرهای کشور با آن رو به رو هستند، مدیریت مواد زاید شهری، صنعتی، درمانی و مواد زاید خطرناک می باشد. رشد روزافزون جمعیت شهری ایران به همراه ایجاد مراکز جمعیتی جدید، فقدان یا سیاست‌گذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت‌های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی (آمایش سرزمین) و تداوم تخلیه انواع زایدات و فاضلاب‌ها به محیط زیست، از جمله عوامل بحران زایی است که محیط زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسان‌ها به ویژه شهرنشینان را در معرض خطرات و زیان‌های گوناگونی قرار داده است(۳). مسایل زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و اجرایی مختلف که از مواد زاید تولید شده در مناطق شهری حاصل می‌شود بیشتر مربوط به دفع آن‌ها می‌باشد، چرا که از طرفی مکان‌های قابل دسترسی برای دفن پسماندهای شهری به سرعت در حال کاهش می‌باشد و از سوی دیگر دفع پسماندها ارتباط مستقیم با بهداشت عمومی، آلودگی آب، خاک و هوا و نیز افزایش گرمای جهانی در اثر تولید گاز متان در مراکز دفن بهداشتی دارد(۴). می‌توان گفت امروزه مسایل زیست محیطی چالش برانگیزترین حوزه توسعه پایدار را تشکیل می‌دهد(۵). از موارد مهم در رویکرد کلی مدیریت جامع پسماندهای شهری و روستایی اهمیت مساله مکان‌یابی محل دفع می باشد. محل دفن می تواند به طور بالقوه بر محیط اطراف اثرات منفی و زیان بار داشته و بر سلامتی جامعه، اقتصاد و محیط زیست تاثیر بگذارد. به همین دلیل ایجاد تاسیساتی مانند محل دفن، فعالیت دشوار است و استقرار آن نیز اغلب با مخالفت های عمومی روبه‌رو می شود. از این رو بحث مکان‌یابی بسیار با اهمیت و تخصصی می باشد. کاملاً آشکار است که تعیین مکان‌های مناسب مورد نیاز برای این امر از اهمیت بسیاری برخوردار بوده و این اهمیت روز به روز بیشتر خواهد گردید. با توجه به این‌که پارامترهای زیادی در تعیین پهنه های مناسب دخیل هستند، از این رو می توان از نرم افزارها و مدل های متعددی استفاده نمود که در این صورت درصد خطا نیز کاهش می یابد. نرم افزار ARC GISیکی از پرکاربردترین نرم افزارها دراین تحقیقات است. استفاده از سامانه های اطلاعات مکانی محل دفن پسماند بدون استفاده از مدل های مفهومی و ریاضی امکان پذیر نمی باشد. مدل های مختلفی می‌تواند در این زمینه استفاده قرار گیرد که رایج ترین آن ها عبارتند از: مدل منطق بولین، مدل های منطق فازی، شاخص هم پوشانی نقشه ها و مدل سلسله مراتبیAHP . دراین پژوهش ازمدل بولین و AHP و نیز نقشه های زمین‌شناسی، شیب، گسل، آب‌های سطحی، راه‌های شهری و روستایی و دوری و نزدیکی به مناطق مسکونی و کاربری اراضی، به منظور تعیین مکان مناسب جهت محل دفن پسماند شهرستان بوکان استفاده گردیده است. لذا پژوهش حاضر به دنبال بهترین پهنه بندی زمین برای مکان‌یابی بهینه دفن زباله‌های شهری با کم‌ترین آسیب و زیان بر محیط زیست و سلامتی ساکنان و مقرون به صرفه بودن از نظر اقتصادی می باشد.

۲- مروری بر ادبیات تحقیق

۲-۱- پیشینه تحقیق

با توجه به اهمیت موضوع و محسوب شدن آن به عنوان ضروریات طرح توسعه شهری مطالعات متعددی در زمینه مکان‌یابی دفع مواد زاید جامد شهری انجام گرفته است که می توان به موارد زیر اشاره نمود:

Hendrix and buckly در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در مکان‌یابی محل دفن مناسب زباله در ایالت ورمونت آمریکا،

منطقه ای ۲۱۰ هکتاری را از لحاظ شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی چون خاک مناسب، عمق سنگ مادر، کاربری زمین، آب های سطحی و زیر زمینی و پهنه بندی ارتفاعی مورد ارزیابی قرار داده و مکان مناسب دفن زباله را در اطراف ناحیه Madشناسایی نمودند(۶).

Sengtianthr با استفاده از GIS پروژه ای برای شهر وینتیان در رابطه با مدیریت مواد زاید انجام داده است. وی با هدف بررسی مجدد مدیریت مواد زاید، عواملی مانند ارزیابی درباره مجموعه ای از مواد زاید و قابل بازیافت از لحاظ صرفه های اقتصادی، استفاده از GIS برای مدیریت و نظارت با توجه به اطلاعات تهیه شده در مورد مواد زاید و افزایش آگاهی‌های عمومی در این زمینه را در نظر گرفته است. از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) برای تهیه نقشه، با توجه به بانک اطلاعاتی مرتبط با کمیت مواد، فضاها و مسیرها بهره‌گیری شده است. هم‌چنین به منظور مطالعه منابع عمومی مواد زاید از روش هم پوشانی استفاده شده است. نا گفته نماند در پروژه مذکور کمبودهایی در زمینه داده‌ها و روش‌های مطلوب مدیریت مواد زاید به چشم می خورد(۷).

Contrerasa و همکاران، جهت تحلیل توجیهات سهام‌داران در مورد طرح های مدیریت زباله شهری، شهر بوستون آمریکا از روش ترکیبیAHP و LCA[1] استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که AHP سبب شفافیت نتایج می‌شود و مقایسه زوجی گزینه‌ها که قسمت مهمی از این فرایند است، ارزیابی گزینه‌ها با معیارهای گوناگون از طرف گروه های مختلف را آسان می کند(۸).

در ایران نیز مطالعاتی صورت گرفته است که به ذکر مواردی از آن اشاره می شود:

نیرآبادی و حاجی میر رحیمی (۱۳۸۶) در تحقیق به مدیریت مواد زاید شهری با استفاده از GIS پرداختند و با تعیین محدوده های قابل قبول در هر یک از لایه ها، در قالب منطق بولین و مدل هم پوشانی شاخص ها و با استفاده از عمل‌گرهای بافرینگ (Buffering) و مجاورت به تجزیه و تحلیل لایه ها پرداخته و در نهایت نقشه مکان‌های مناسب با انجام عملیات میدانی و تاثیر دهی عوامل جانبی را تهیه کردند (۹). در تحقیقی مشابه فرهودی، حبیبی و بختیاری(۱۳۸۴) با عنوان مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS و بهره گیری از داده‌هایی 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، هیسومتریک، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی و ... از طریق مدل های مختلف تلفیق اطلاعات، در نهایت ۳ حوزه مختلف را برای شهر سنندج مکان‌گزینی نمودند(۱۰). در پژوهشی دیگر پوراحمد و همکاران(۱۳۸۶) استفاده از الگوریتم های فازی و GISرا برای مکان‌یابی محل دفن زباله شهر بابلسر، مورد بررسی قرار دادند و مکان‌های مناسبی را برای دفن بهداشتی مواد زاید شهر بابلسر پیشنهاد نموده و در نقشه های مختلف ارایه دادند (۱۱).

۲-۲- مبانی نظری

۲-۲-۱- معرفی منطق بولین

وزن‌دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی در این مدل براساس منطق صفر و یک می باشد. به عبارت دیگر عضویت در یک مجموعه یا مناسب است یا نامناسب و حد وسطی وجود ندارد و در نقشه‌های نهایی و تلفیق یافته نیز هر پیکسل یا مناسب است و یا نامناسب تشخیص داده می‌شود. منطق بولین از اپراتورهای NOT, XOR, OR, AND برای این‌که شرط مخصوصی درست است یا غلط استفاده می کند (۱۲). مدل منطق بولین اغلب به طور بصری به شکل نمودارهای ون به تصویر کشیده می شود. اگر مجموعه A مجموعه مواردی باشد که مثلاً دارای توصیف الف هستند و مجموعه B، مجموعه موارد دارای توصیف ب باشند، آن‌گاه جملات A XOR B, A OR B, A AND B, A NOT B مواردی را نشان می‌دهند که دارای ترکیبات توصیفی پوشیده توسط بخش‌های هاشور خورده نمودارهای مربوطه ون هستند (۱۳). بدین ترتیب نتیجه نهایی این مدل، انتخاب یک مکان برای فعالیت یا تسهیل خاص است که این محل یا مناسب است (یک) یا نامناسب (صفر) و حالتی غیر از

1- Life Cycle Assessment

این دو وجود ندارد. مزیت و امتیاز دیگر این رویکرد، سهولت و سادگی آن است. ترکیب منطقی نقشه ها در یک GIS بطور مستقیم قابل قیاس با انباشتن فیزیکی نقشه ها بر روی یک میز نور است؛ اما به‌طور معمول مناسب نیست که برای هریک از معیارهای ترکیب شده اهمیت یکسان قایل شد. معیارهای مختلف باید بر حسب اهمیت نسبی خود وزن داده شوند (۱۴).

۲-۲-۲- معرفی مدل AHP

این روش ابتدا در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساعتی پیشنهاد شده و تا کنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم گیری در شرایطی مورد استفاده قرار می گیرد که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد انتخاب بین گزینه ها را با مشکل مواجه می سازد(۱۵). این روش براساس مقایسه‌های زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریو های مختلف را به مدیران و تصمیم‌گیران می دهد. این روش یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسایل پیچیده طبیعی را به صورت سلسله مراتب فراهم می کند و هم‌چنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در مساله را دارد (۱۶).AHP بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. هم‌چنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد (میزان سازگاری ماتریس در این پژوهش ۰/۰۲ می باشد که قابل قبول است) که از مزایای ممتاز این روش در تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار است. کلیه مقایسه‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به صورت زوجی انجام می‌گیرد، که در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد، به گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j یکی از حالات جدول (۱) است که توسط توماس ساعتی ارایه گردیده است.

جدول۱- مقادیر ترجیحات برای مقایسه های زوجی (۱۷)

Table 1- Preferences values for paired comparisons (17)

ترجیحات(قضاوت شفاهی)	مقدارعددی
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	۲و۴و۶و۸

بعد از تعیین اهمیت معیارها نسبت به یک‌دیگر نباید میزان سازگاری سیستم (CR[1]) از ۰/۱ بیشتر باشد، که CR از تقسیم شاخص سازگاری (CI[2]) بر متوسط شاخص سازگاری (RI) محاسبه می‌شود، یعنی CR=CI/RI، مقدار RI نیز توسط Vargas and Saaty در سال ۱۹۹۱ برای ماتریس‌ها در ابعاد مختلف آماده شده است. مقدار CI نیز از رابطه (۱) محاسبه می گردد(۱۸).

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

که n تعداد معیارها و $\lambda_{\max}$ بزرگترین مقدار ویژه است. اگر مقدار CR از ۰/۱ بیشتر شود، باید در وزن‌ها تجدید نظر کرد. در پژوهش حاضر میزان سازگاری ۰/۰۲ است که قابل قبول می

1-Consistency Ratio
2-Consistency Index

باشد. برای محاسبه وزن نهایی[1] در روش AHP از روش‌های مختلف ترکیب وزنی استفاده می‌شود. روش ترکیب وزنی ساده[2] از جمله روش‌هایی است که غالباً مورد استفاده قرار می‌گیرد و ویژگی‌ها از طریق رابطه (۲) با یکدیگر ترکیب می‌شوند :

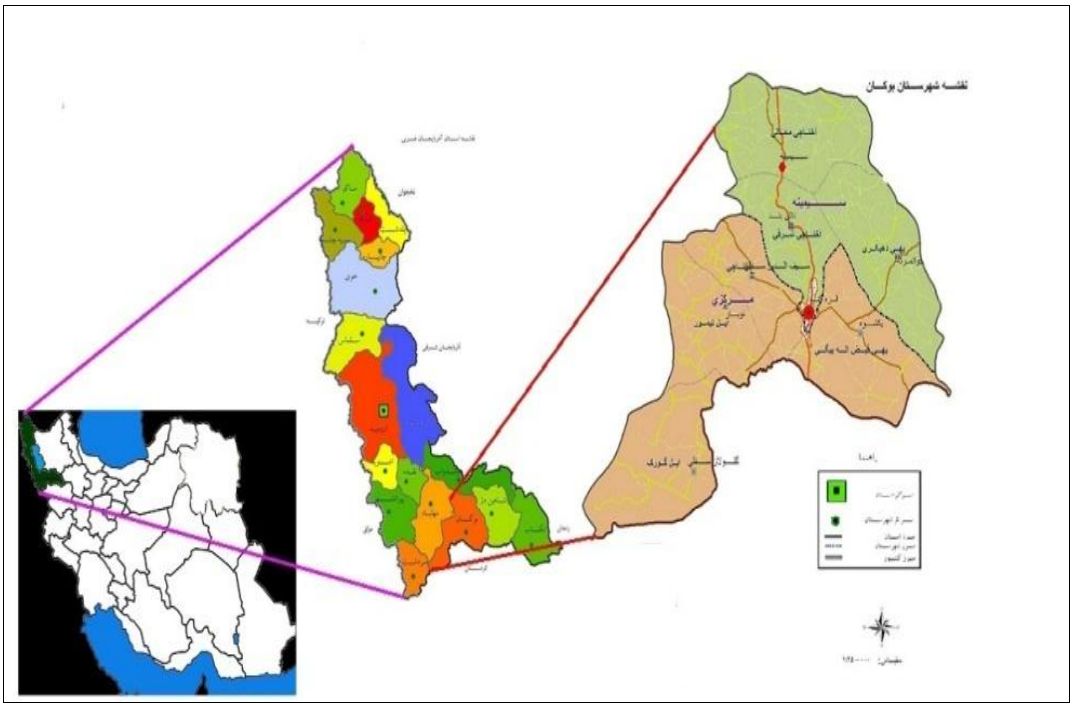
$$A_i = \sum_j w_j x_{ij} \qquad j = 1,2,\ldots,n \qquad (۲)$$

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 لایه ها دارد که اغلب این شرط صادق نیست. عیب دیگر این روش این است که از مبنای تئوریکی قوی برخوردار نمی باشد(۱۹).

۳- مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش تحقیق آن توصیفی-تحلیلی می باشد. شیوه گردآوری اطلاعات در آن، اسنادی، میدانی و نرم افزاری است که از مواد و داده‌های ذیل برای تولید و تحلیل معیارهای مورد استفاده در پژوهش بهره گرفته شده است. نقشه های توپوگرافی شهرستان بوکان، مدل رقومی ارتفاع (Dem[3]) حاصل از نقشه های توپوگرافی، نقشه شیب در کلاس‌های مورد نظر مطابق با اهداف طرح، نقشه کاربری اراضی، جاده های ارتباطی و مناطق حفاظت شده، نقشه گسل‌های استخراجی از نقشه زمین شناسی، لایه اطلاعاتی مکان ها و مراکز شهری و روستایی و لایه آب‌های سطحی. بر این اساس لایه‌ها در محیط ARC GIS مورد بازبینی و دقت سنجی قرار گرفته و از لحاظ هم‌پوشانی کاملاً تطبیق داده شدند. همچنین سیستم تصویر و مختصات جغرافیایی آن‌ها در ناحیه ۳۸ سیستم معکوس مرکاتور جهانی قرار داده شد. در نهایت نقشه‌های خروجی تحلیلی با توجه به نوع تحلیل از دو طریق بولین و مدل سلسله مراتبی AHP حاصل گردید که در ادامه ضمن ارایه نقشه‌های دسترسی به روستا، دسترسی به شهر، دسترسی به راه ، شیب زمین ، فاصله از گسل، فاصله از آب‌های سطحی و کاربری اراضی، نقشه اولویت بندی محل‌های دفع پسماند شهرستان بوکان بر اساس مدل AHP نیز ارائه شده است. شایان ذکر است که مقایسه زوجی معیارها جهت وزن دهی توسط کارشناسان علمی و اجرایی مرتبط با موضوع انجام شده است. بدین صورت ۳ نفر در رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری،۲ نفر در رشته منابع طبیعی و محیط زیست و ۲ نفر در رشته ژئومورفولوژی با مقاطع تحصیلی دکتری(۲ نفر)، دانشجوی دکتری (۲ نفر) و کارشناسی‌ارشد(۳ نفر)، مورد نظرخواهی قرار گرفتند. در آخر انتخاب محدوده نهایی بین دو محدوده با اولویت اول و اولویت دوم صورت گرفته است.

1 - Overall priority
2 - Simple additive weighting
3- Digital Elevation Model

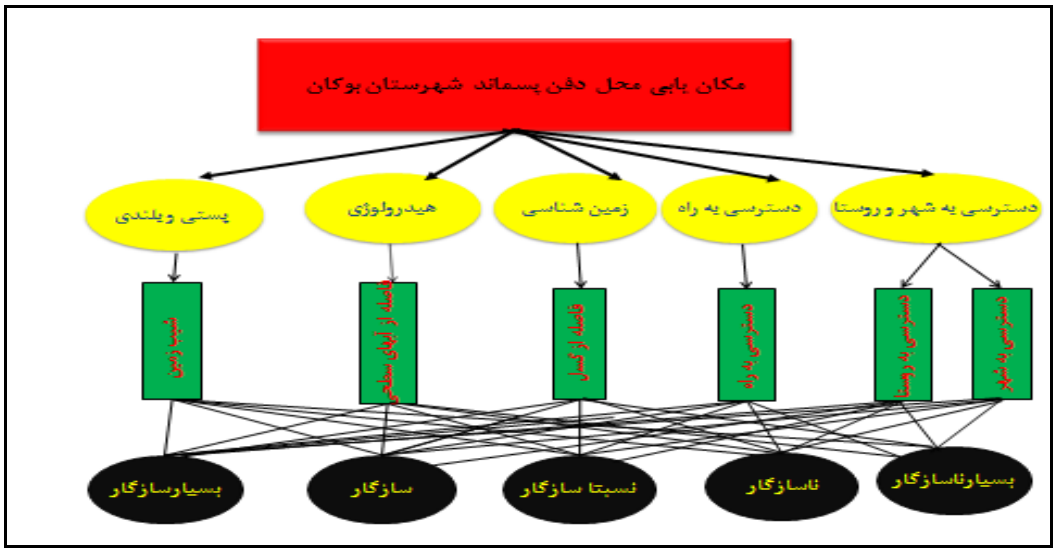


شکل ۱- نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه

Figure 1- Map of study area (relative position of bukan city)

۴- محدوده مورد مطالعه

شهرستان بوکان یکی از شهرستان های ۱۲ گانه استان آذربایجان غربی و مرکز شهرستان بوکان می باشد این شهرستان در ۲۲۶ کیلومتری جنوب شرقی مرکز استان آذربایجان غربی و در جنوب شهرستان میاندوآب قرار گرفته است که طول جغرافیایی آن ۴۶ درجه و ۱۳ دقیقه و عرض جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۲۲ دقیقه و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۷۰ متر می باشد. از شمال به میاندوآب، از جنوب به سقز، از شرق به شاهین دژ و از غرب به حومه مهاباد و سردشت محدود می شود. شهرستان بوکان با وسعت ۲۵۴۱/۳۰۶ کیلومتر مربع، حدود ۶/۵۰ درصد از سطح استان را به خود اختصاص می دهد. این شهرستان در ارتفاعی حدود ۱۰۰۰ تا بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا بوده و از سطح شهرستان ۳۰/۳۱ درصد را اراضی کوهستانی، ۲۹/۷۳ درصد را تپه ها و ۳۹/۹۶ درصد بقیه را اراضی دشتی، سیلابی و ... تشکیل می دهند. این شهرستان دارای ۲ بخش به نامه های مرکزی و سیمینه و دو شهر به نام های سیمینه و بوکان و ۷ دهستان و ۱۹۷ آبادی است که طبق آما و اطلاعات سال ۱۳۹۰، ۱۷۹ آبادی دارای سکنه و ۱۸ آبادی فاقد سکنه می باشند. جمعیت شهرستان بوکان براساس سرشماری سال ۱۳۹۰، ۲۲۴۶۲۸ نفر بوده است که به صورت ۵۶۱۰۵ خانوار می باشند. از این تعداد ۱۷۱۷۷۳ نفر در قالب ۴۳۵۴۳ خانوار در نقاط شهری و ۵۲۸۵۵ نفر در قالب ۱۲۵۶۲ خانوار در نقاط روستایی این شهرستان ساکن بوده اند (۲۰).



شکل ۲- ساختار سلسله مراتبی مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان در مدلAHP ، ماخذ: نگارندگان

Figure2- Hierarchical structure of Bukan landfill locate in AHP model (Source: authors)

۵- یافته ها

جهت مکان‌یابی در سامانه اطلاعات جغرافیایی باید عوامل موثر، معیارها و محدودیت ها به صورت لایه‌های نقشه تهیه شده و مورد پردازش و تحلیل قرار بگیرند(۲۱) .

راه دسترسی: یکی از مهم ترین عوامل در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان، عامل دسترسی به محل دفن می باشد، به طوری‌که این فاصله نه آن‌قدر زیاد باشد که هزینه حمل و نقل پسماند را بالا ببرد و محدودیت‌های اقتصادی به بار آورد و نه آن‌قدر کم باشد که آسیب‌ها و مشکلات زیست محیطی را متوجه انسان و محل زندگی‌اش نماید. در جدول زیر فاصله‌های مناسب و نامناسب در سه ردیف تا ۱۰۰متر و۱۰۰۰تا۳۰۰۰ متر و۳۰۰۰ متر به بالا تعریف شده است.

جدول۲- مناسب بودن مکان براساس فاصله از راه‌های دسترسی(۲۲) و (۲۳)

Table 2- The suitability of the location based on distance from access (22) & (23)

فاصله	محدودیت
تا ۱۰۰ متر	محدوده نامناسب به جهت نزدیکی
۱۰۰۰- ۳۰۰۰	محدوده مناسب
بالای۳۰۰۰ متر	محدوده نامناسب به دلیل افزایش هزینه‌های راه سازی

فاصله از شهر : فاصله از شهر از دیگر عوامل مهمی است که در مکان‌یابی پسماند شهرستان بوکان با توجه به دو شهر سیمینه و بوکان در نظر گرفته شده است، به طوری‌که فاصله ۰ تا۳۰۰۰ متر، محدوده نامناسب به دلیل نزدیکی و اثرگذاری منفی بر محیط زیست انسان و فاصله ۳۰۰۰ تا۲۰۰۰۰ محدوده مناسب به دلیل هزینه مناسب حمل و نقل و دسترسی مناسب و همچنین فاصله بالای ۲۰۰۰۰ متر محدوده نامناسب به دلیل افزایش هزینه‌های انتقال، ارزیابی شده است.

جدول ۳- مناسب بودن مکان براساس فاصله از نقاط شهری (۲۲) و (۲۳)

Table 3-The suitability of the location based on distance from urban areas (22) & (23)

فاصله	محدودیت
تا ۳۰۰۰ متر	محدوده نامناسب به جهت نزدیکی
۳۰۰۰ -۲۰۰۰۰	محدوده مناسب
بالای ۲۰۰۰۰ متر	محدوده نامناسب به دلیل افزایش هزینه‌های انتقال

فاصله از روستا: عامل دیگر در مکان‌یابی محل دفن پسماند فاصله از روستاهاست. شهرستان بوکان با دارا بودن ۱۹۷ روستا به دلیل تعداد زیاد روستاها و هم‌چنین پراکندگی شان در سطح شهرستان، دارای شرایط خاصی است. از این رو فاصله ۰ تا ۲۵۰۰ را محدوده نامناسب و فاصله ۲۵۰۰ به بالا را محدوده مناسب در نظر گرفته ایم.

جدول ۴- مناسب بودن مکان براساس فاصله نقاط روستایی(۲۲) و (۲۳)

Table 4- The suitability of the location based on distance from rural areas (22) & (23)

فاصله	محدودیت
تا ۲۵۰۰ متر	محدوده نامناسب به جهت نزدیکی
بالای ۲۵۰۰ متر	محدوده مناسب

حریم آب‌های سطحی: عامل چهارم در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان، حریم آب‌های سطحی است. جهت جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی وعدم نفوذ آن به زمین، لازم است تا حد امکان محل دفن پسماند از آب‌های سطحی فاصله داشته باشد.

جدول ۵- مناسب بودن مکان بر اساس فاصله از آب‌های سطحی(۲۲) و (۲۳)

Table 5- The suitability of the location based on distance from surface waters (22) & (23)

فاصله	محدودیت
تا ۱۰۰ متر	محدوده نامناسب از جهت نزدیکی
بالای ۱۰۰ متر	محدوده مناسب

حریم گسل‌ها: گسل‌ها از آثار مربوط به حرکات تکتونیکی هستند که خود در خلق آثار ژئومورفیک و امثال آن نقش قابل توجهی دارند گسل‌ها دارای جابه‌جایی قایم با ایجاد اختلاف سطح، درجوان شدن ناهمواری و در نتیجه فعال شدن مورفودینامیک و ناپایداری محیط اثر می‌گذارند(۲۴). بدین منظور ضرورت دارد فاصله مناسب از حریم گسل‌ها را در نظر داشته باشیم.

جدول۶- مناسب بودن مکان بر اساس فاصله از گسل(۲۲) و (۲۳)

Table 6- The suitability of the location based on distance from fault (22) & (23)

فاصله	محدودیت
تا ۱۰۰ متر	محدوده نامناسب به جهت نزدیکی
بالای ۱۰۰ متر	محدوده مناسب

کاربری اراضی: کاربری مستقر در یک منطقه نباید باعث مزاحمت و مانع اجرای فعالیت‌های دیگر گردد از طرفی در مکان‌یابی محل دفع پسماند باید دقت نمود که محل مورد نظر دارای کاربری‌های با ارزشی چون اراضی مرغوب کشاورزی، جنگل و تالاب نباشد. بر این اساس کاربری‌ها برحسب ارزش کاربری برای مکان محل دفن پسماند، صفر و یک و دو و سه ارزش گذاری شده و مناسب و نامناسب بودن آن برای مکان محل دفن پسماند تشخیص داده می شود.

جدول۷- مناسب بودن مکان بر اساس نوع کاربری زمین (۲۲) و (۲۳)

Table 7- The suitability of the location based on land use type (22) & (23)

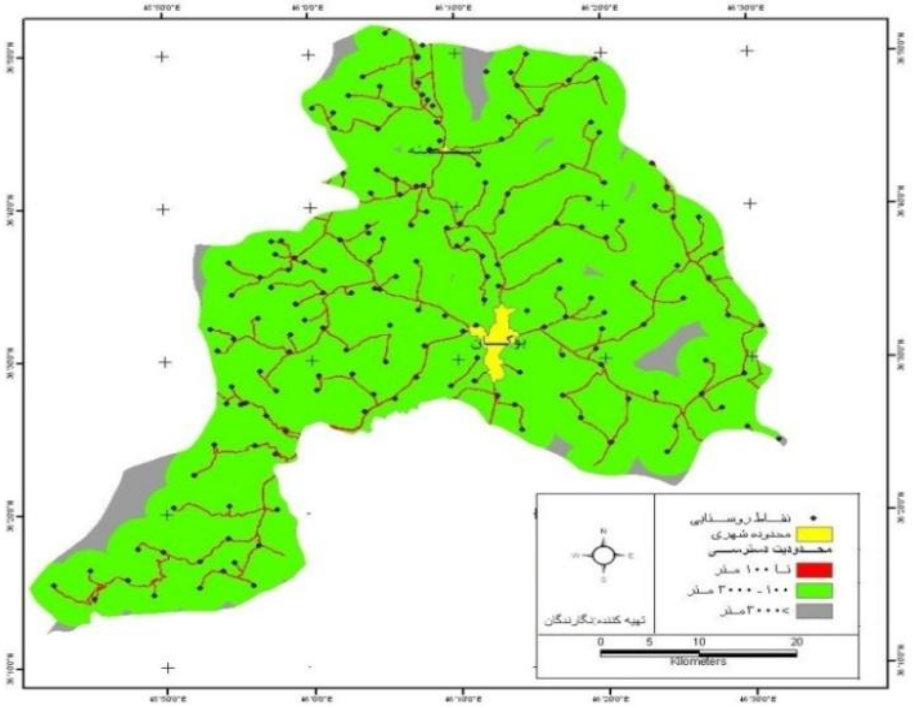
نوع کاربری	محدودیت
اراضی مرتعی	محدوده مناسب
اراضی دیمی	محدوده مناسب
اراضی فرسایش یافته بلا استفاده	محدوده مناسب
سایر کاربری‌ها	نامناسب

شیب سازگار: دامنه‌ها وسطوح شیب دار اگرچه کمتر به تصرف انسان در آمده اند، اما برخی از فعالیت‌های انسانی نظیر کشاورزی تراس بندی شده یا کشت دیم، طرق ارتباطی و جاده‌های بین شهری، دکل‌های مربوط به خطوط انتقال نیرو، پروژه های آب‌رسانی، بخشی از پیکره شهرهای کوهستانی، پایکوهی و یا دره‌ای و دیگر مستحدثات بر روی دامنه‌ها استقرار یافته اند. احداث برخی از این تاسیسات از یک سو به مقدار معینی شیب نیاز دارد و از سوی دیگر شدیداً متاثر از تغییرات شیب و ناپایداری دامنه هاست(ازجمله مکان‌های دفن پسماند). زیرا این سطوح به سبب دخالت وتسلط فرآیندهای آغازین، نیروی ثقل و رواناب سطحی بسیار دینامیک و پویا هستند و لذا متحمل انواع حرکات دامنه‌ای (ریزش، خزش، لغزش وجریان و نظایر آن) می‌گردند. بنابراین در مکان‌یابی تاسیسات نقش و عملکرد شیب باید به دقت مد نظر قرار گیرد(۲۴).

جدول۸- مناسب بودن مکان بر اساس شیب (۲۲) و (۲۳)

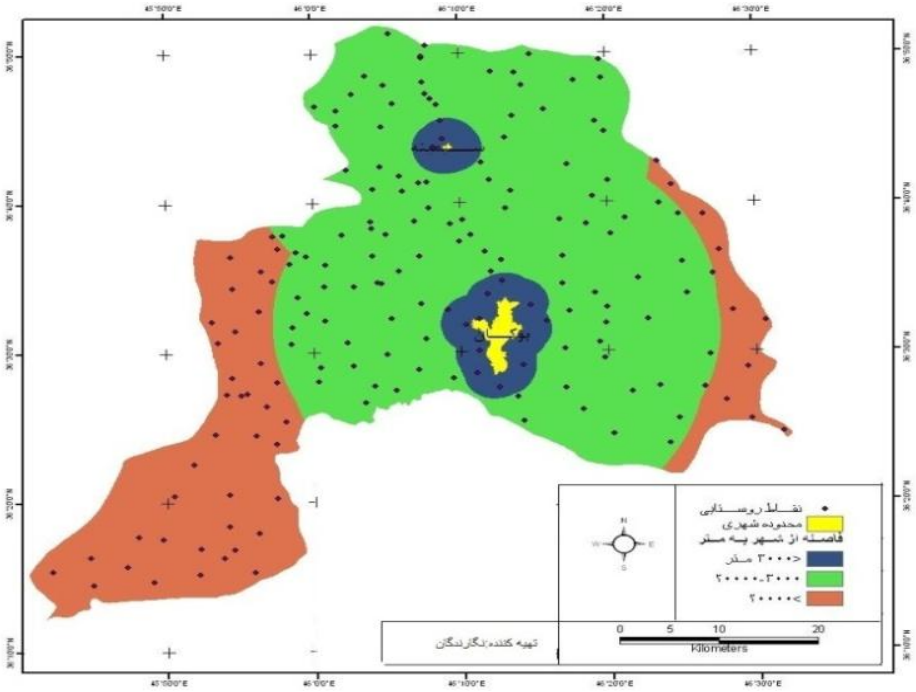
Table 8- The suitability of the location based on land slope (22) & (23)

فاصله	محدودیت
زیر ۴۰ درصد	محدوده مناسب
بالای ۴۰درصد	محدوده نامناسب



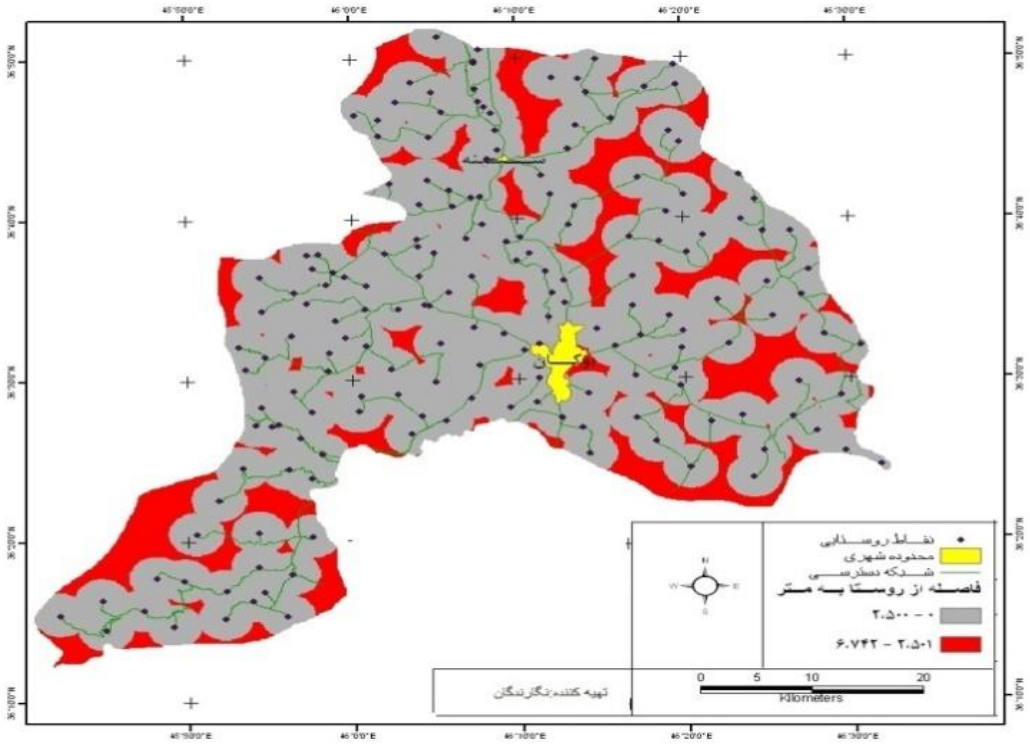
شکل۳- نقشه فاصله از راه های دسترسی شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 3- Map of distance from access in bukan city (Source: authors)



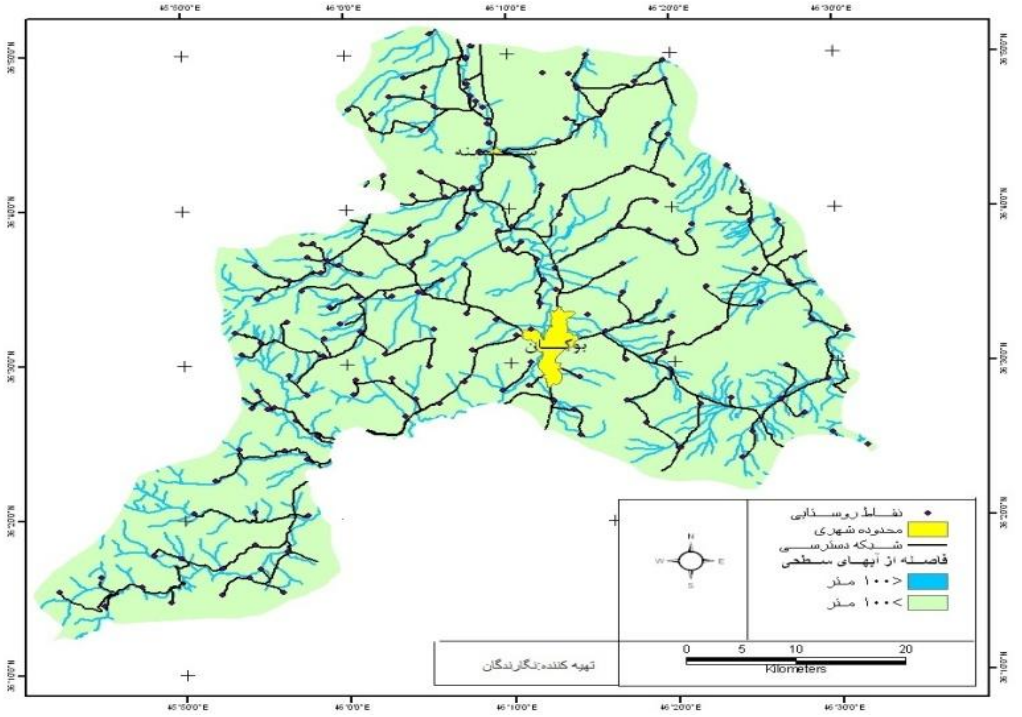
شکل ۴- نقشه فاصله از نقاط شهری شهرستان، ماخذ: نگارندگان

Figure 4- Map of distance from urban areas in bukan city (Source: authors)



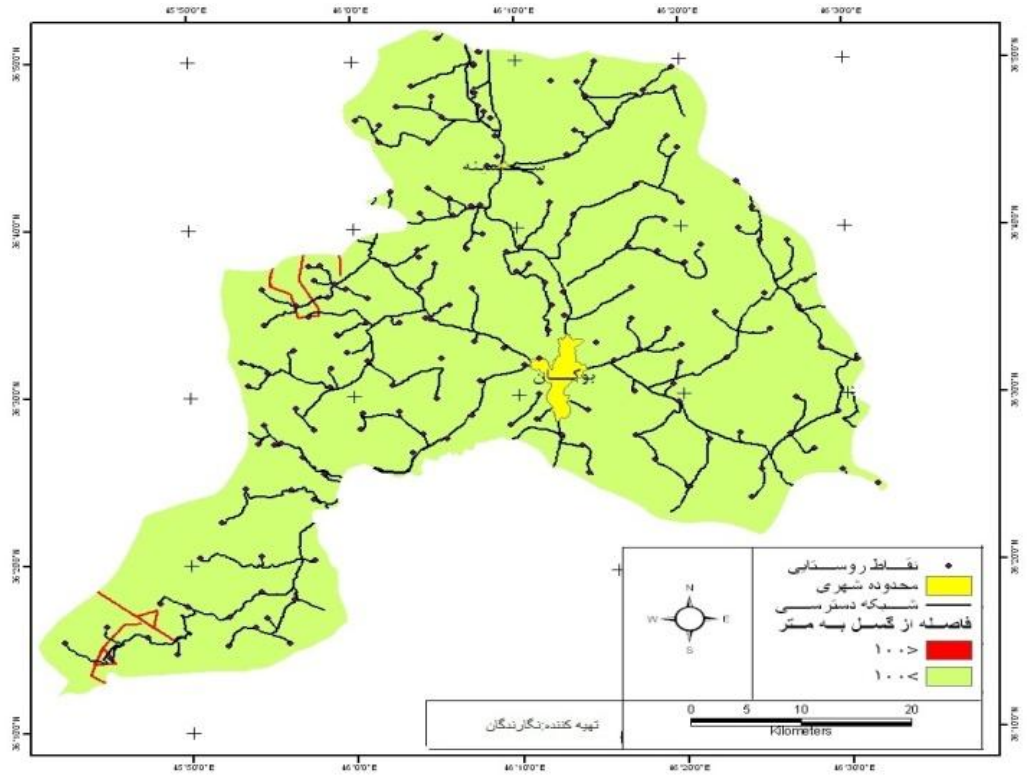
شکل ۵- نقشه فاصله از نقاط روستایی شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 5- Map of distance from rural areas in bukan city (Source: authors)



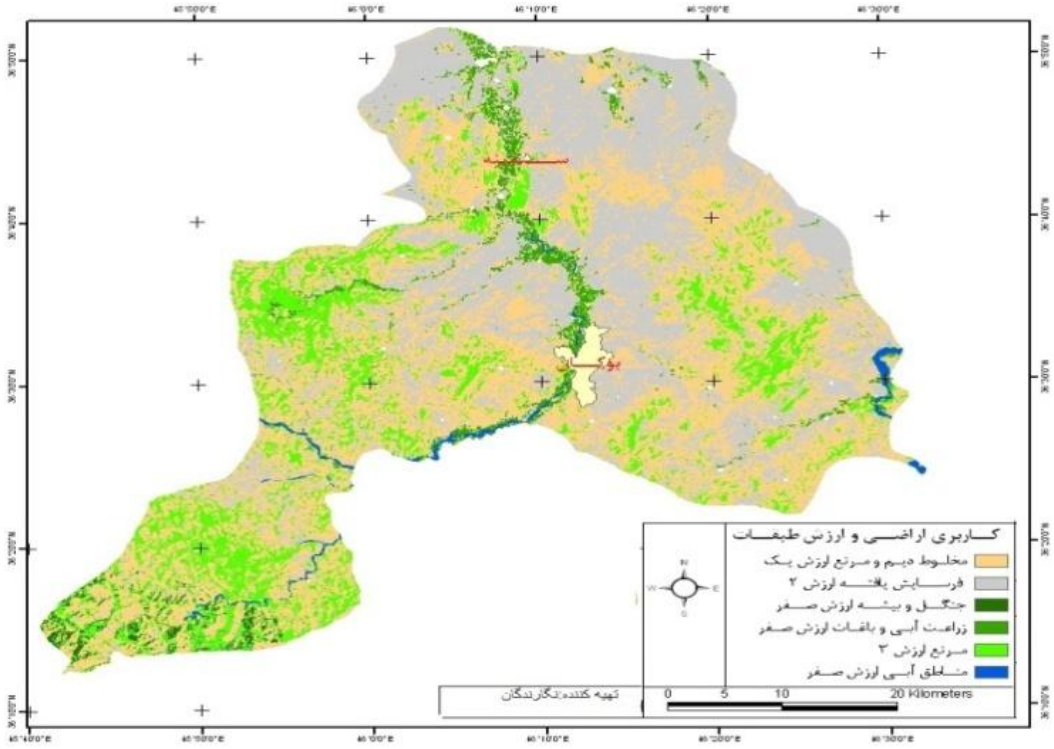
شکل ۶- نقشه فاصله از آب‌های سطحی شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 6- Map of distance from surface waters in bukan city (Source: authors)



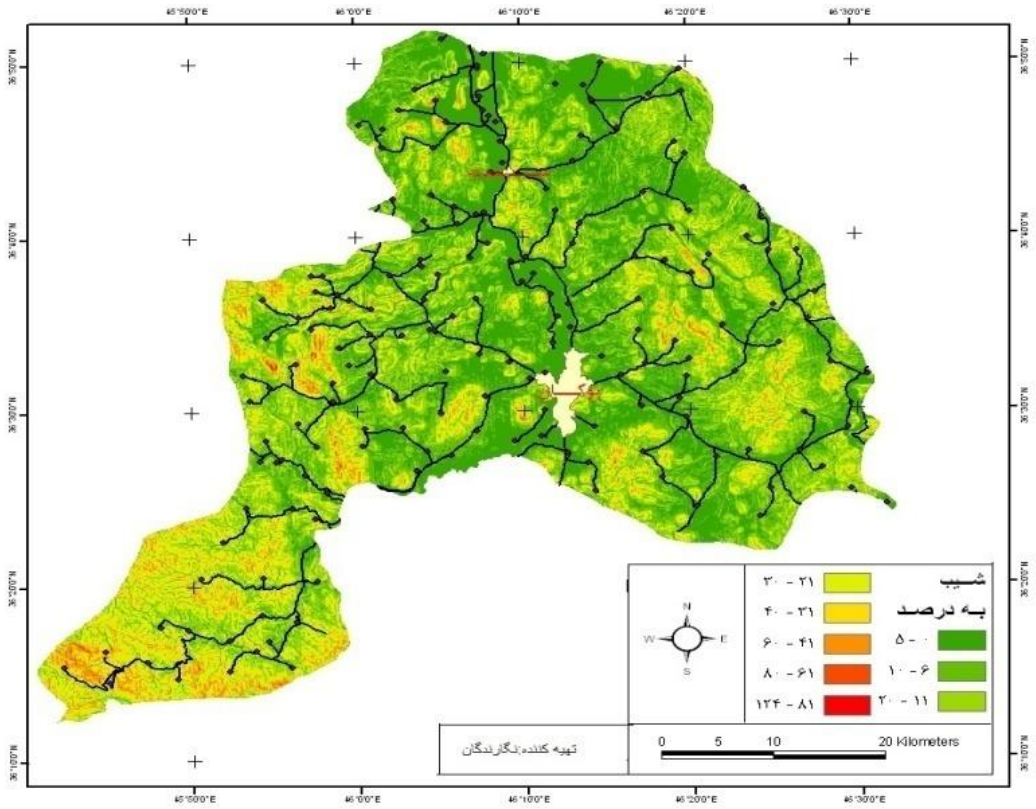
شکل۷- نقشه فاصله از گسل های شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 7- Map of distance from fault in bukan city (Source: authors)



شکل۸- نقشه ارزش طبقات کاربری اراضی در شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 8- Map of value of land use classes in bukan city (Source: authors)



شکل ۹- نقشه طبقه بندی شیب شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 9- Map of slope classification in bukan city (Source: authors)

۵-۱- ترکیب لایه‌ها با استفاده از مدل AHP

جهت یافتن مکان بهینه باید لایه‌های پستی و بلندی، هیدرولوژی، زمین شناسی، دسترسی به راه، دسترسی به شهر و دسترسی به روستا را بر اساس ارزش لایه‌ها و با Cellsize یکسان با هم‌دیگر ترکیب کنیم. هر یک از لایه‌ها با ارزش ۱ تا ۹ ارزش‌گذاری شده اند، هم‌چنین لایه های مذکور Reclassify شده و تبدیل به رستر گردیده اند. در گام بعدی، لایه‌ها در مدل AHP دو به دو با هم در یک ماتریس مقایسه شده‌اند که به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۹- مقایسه زوجی زیر معیارها

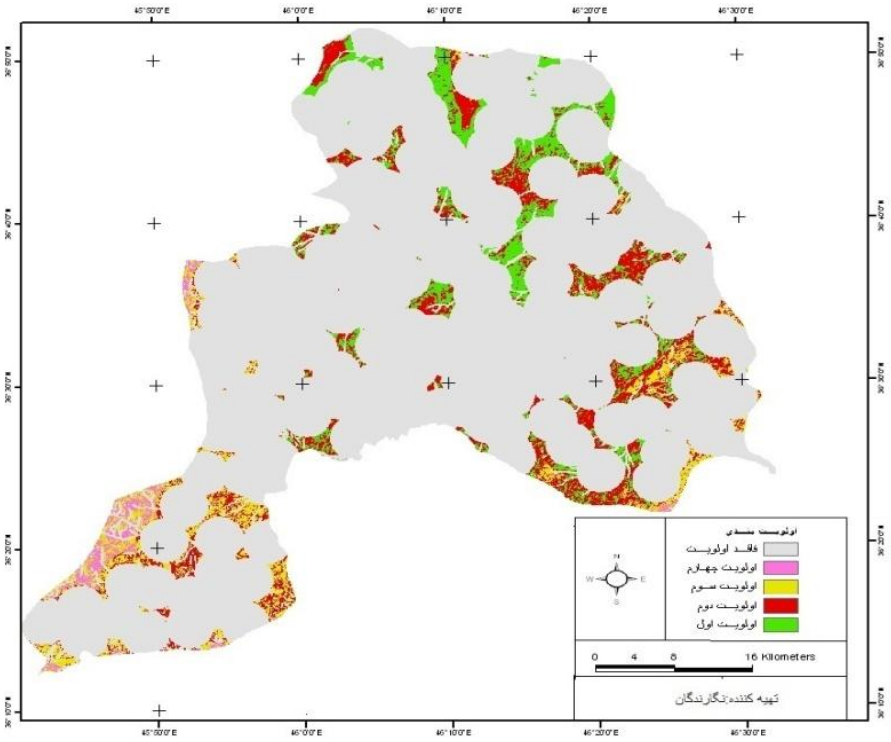
Table 9- Paired comparisons of subset criteria (Source: research findings)

معیار ها	هیدرولوژی	فاصله از شهر	فاصله از روستا	فاصله از گسل	دسترسی به راه	شیب	کاربری	وزن معیار
هیدرولوژی	۱	۲	۲	۳	۴	۸	۹	۰/۳۲۵
فاصله از شهر	۰/۵	۱	۲	۲	۳	۷	۸	۰/۲۳۲
فاصله از روستا	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۲	۶	۷	۰/۱۷۲
فاصله از گسل	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۵	۶	۰/۱۲۷
دسترسی به راه	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۵	۱	۴	۵	۰/۰۸۹
شیب	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۲۵	۱	۲	۰/۰۳۲
کاربری	۰/۱۱۱	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۵	۱	۰/۰۲۳
جمع	۲/۸۱۹	۴/۶	۶/۳۰۸	۸/۸۶۶	۱۲/۴۵	۳۱/۵	۳۸	۱
میزان سازگاری: ۰/۰۲ سازگاری ماتریس زیر معیارها قابل قبول است								

منبع: یافته های تحقیق

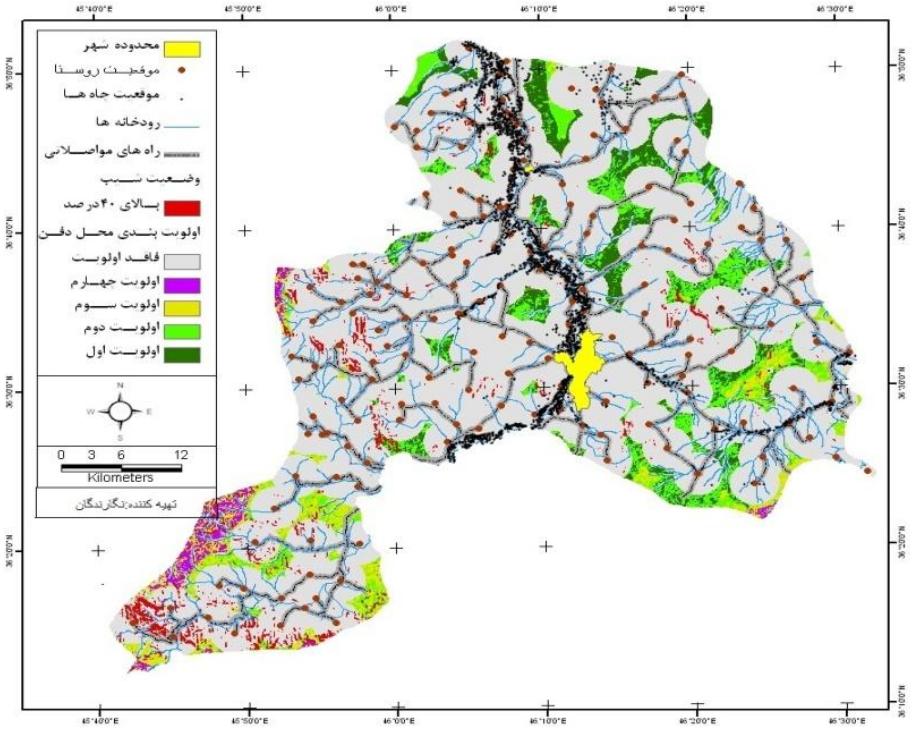
۵-۲- اولویت بندی محدوده ها جهت دفن پسماند

در رابطه با اولویت بندی محدوده ها جهت دفن پسماند، همان‌طور که در نقشه(۱۰) نشان داده است، محدوده مناسب دارای اولویت با رنگ سبز، محدوده مناسب دارای اولویت دوم با رنگ قرمز، محدوده دارای اولویت سوم با رنگ زرد، محدوده دارای اولویت چهارم با رنگ بنفش و محدوده فاقد شرایط جهت دفن پسماند با رنگ خاکستری نشان داده شده است.



شکل ۱۰- اولویت بندی محدوده‌های دفن پسماند، ماخذ: نگارندگان

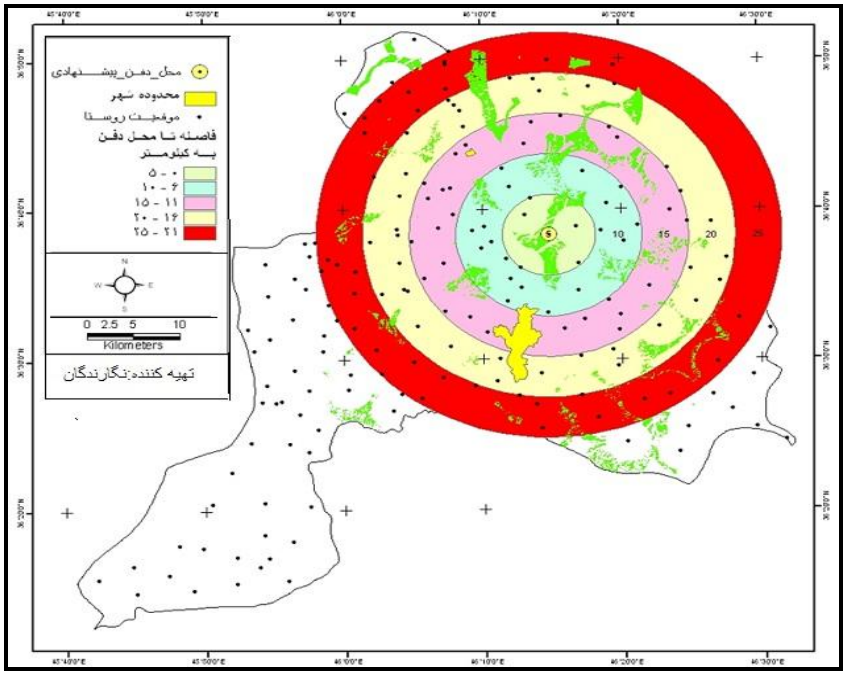
Figure 10- Map of prioritization of landfills (Source: authors)



شکل۱۱- نقشه اولویت بندی محدوده ها و سایر لایه ها، ماخذ: نگارندگان

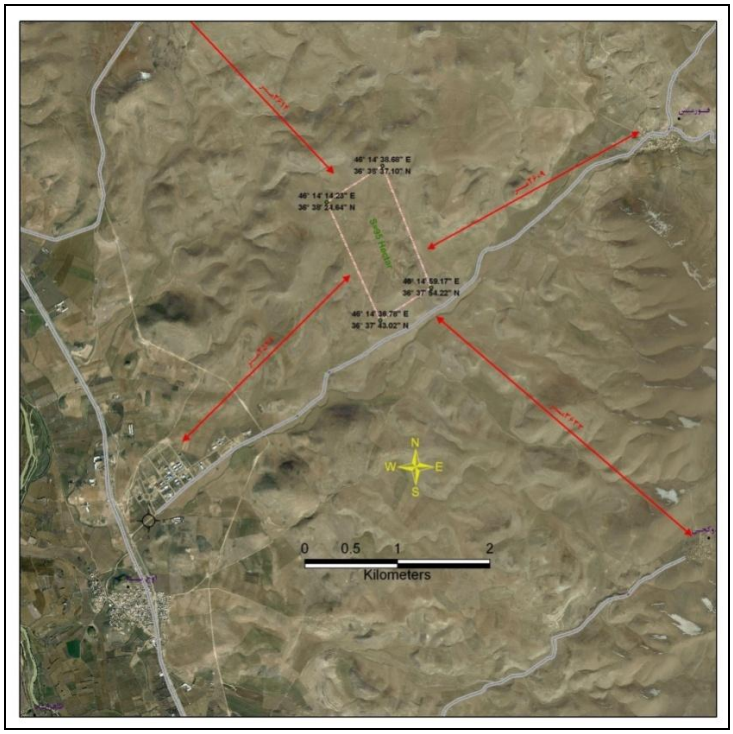
Figure 11- Map of prioritization of landfills and other layers (Source: authors)

شایان ذکر است با توجه به عواملی همچون جهت باد غالب، ارتفاع و موقیت نسبی و همچنین استفاده از نظر کارشناسان مذکور، از بین محدودههای دارای اولویت اول و دوم برای دفن زباله، محدوده ای به مساحت حدوداً ۱۳۸هکتار جهت دفن پسماند شهرستان بوکان در وضع موجود و همچنین برای۲۰ سال آینده انتخاب شده است(اشکال۱۲و۱۳).



شکل ۱۲- نقشه محل پیشنهادی دفن پسماند شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 12-Map of proposed landfill in bukan city (Source: authors)



شکل ۱۳- موقعیت محل دفن پسماند شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 13- location of landfill in bukan city (Source: authors)

جدول۱۰- مختصات جغرافیایی محدوده انتخابی از بین محدوده‌های مکان‌یابی شده

Table 10- Geographical coordinates of selected range between located range

رئوس	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
A	۴۶°۱۴'۱۴.۲۳"E	۳۶°۳۸'۲۴.۶۴"N
B	۴۶°۱۴'۳۸.۶۸"E	۳۶°۳۸'۳۷.۱۰"N
C	۴۶°۱۴'۵۹.۱۷"E	۳۶°۳۸'۵۴.۲۲"N
D	۴۶°۱۴'۳۶.۷۸"E	۳۶°۳۷'۴۳.۰۲"N

منبع: یافته های تحقیق

نتیجه گیری

از نتایج قابل ذکر این پژوهش، در وهله اول می توان به میزان اهمیت معیارها مورد مطالعه اشاره کرد. بدین صورت که نتایج نظر سنجی از کارشناسان در مدل AHP نشان داد که معیار هیدرولوژی با وزن ۰/۲۳۵، مهم‌ترین معیار و معیار کاربری اراضی با وزن ۰/۰۲۳ به عنوان کم اهمیت ترین معیار شناخته شدند. هم‌چنین لایه‌های اطلاعاتی استخراج شده از نقشه‌ها براساس معیارهای مورد مطالعه نشان می‌دهد که پهنه‌های قابل توجهی از مناطق اولویت دار در سطح شهرستان بوکان جهت انتخاب محل دفن پسماند وجود دارد (شکل ۱۱) که این می تواند دست برنامه‌ریزان را در انتخاب بازتر نگه دارد. از این رو مناطق مورد انتظار از دو محدوده اولویت اول و اولویت دوم به عنوان مناطق مناسب جهت دفن پسماند پیشنهاد می‌گردد. جهت باد غالب یکی از مواردی است که در انتخاب محل تاثیرگذار است. گل‌باد محل بیان‌گر پایین بودن سرعت باد در مناطق شمال شرق شهر بوکان است. عامل دوم در انتخاب محل، مرکزیت داشتن مکان از نظر فاصله با دو شهر بوکان و سیمینه و روستاهای اطراف می باشد. مورد بعدی پایین بودن ارتفاع مکان نسبت به ثقل جمعیت است. همه عوامل موجب گردید محدوده انتخاب در حد فاصل شهر بوکان و سیمینه و در سمت جنوب روستای کانی شقاق باشد. محل مورد نظر از وسعت مناسب برخوردار است(مساحتی در حدود ۱۳۸ هکتار) و غیر از دو شهر مذکور بیشتر روستاهای با جمعیت بالا را پوشش می‌دهد. در شکل (۱۳) نقشه محل انتخاب نشان داده شده است.

منابع

۱. شهابی. ه، علایی. م، حسینی. س و رحیمی. ع، ۱۳۸۹، ارزیابی روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی در مکان یابی محل دفن مواد زاید شهری با تاکید بر عوامل ژئومورفیک مطالعه‌ی موردی: شهر سقز، فصل‌نامه آمایش محیط،۱۰(۳): صص ۱۳۵-۱۱۵

۲. زیاری. ی و رضوانی. م، ۱۳۸۹، بررسی و مکان یابی مراکز خدمات پستی با استفاده از روش AHP در محیط GIS، مطالعه‌ی موردی: شهر سمنان، فصل‌نامه آمایش محیط،۱۰(۳): صص ۸۹-۷۳

۳. عبدلی. م، ۱۳۷۹، مدیریت دفع مواد زاید جامد شهری. چاپ اول، انتشارات سازمان شهرداری های کشور، ۱۵۵ صفحه

۴. زیاری. ک، موسی خانی.ک، اباذرلو. ش و اباذرلو. س، ۱۳۹۱، مکان یابی دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از مدل AHP (نمونه موردی شهرستان جلفا)، فصل‌نامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۳(۱): صص ۲۸-۱۴

5. Hendrix, W., Buckly, D. 1992. Use of GIS for selection of sites for land application of sewage waste. Journal of soil and water conservation, 47(3): 271-275

6. Tweed, C., Sutherland, M. 2007. Built cultural heritage and sustainable

development. Journal of landscape and urban planning, 83(1): 62-69

7. Sengtianthr, V, 2004, Solid Waste Management in Urban Areas of Vientiane Capital City using GIS, 30th WEDC International Conference, Vientiane, Lao PDR, 25-29 October. 137-140
8. Contrerasa, F., Hanaki, K., Aramaki, T., Connors, S. 2008. Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA. Journal of Resources, Conservation and Recycling, 7(52): 979-991

۹. نیرآبادی. ه و حاجی میر رحیمی. س، ۱۳۸۶، مدیریت مواد زاید شهری با استفاده از GIS، اولین کنفرانس GIS شهری، آمل، دانشگاه شمال، صص ۷۷۸-۷۸۷

۱۰. فرهودی. ر، حبیبی. ک و زندی بختیاری. پ، ۱۳۸۴، مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی شهر سنندج)، نشریه هنرهای زیبا، ۲۳(۱): صص۲۴-۱۵

۱۱. پوراحمد. ا، حبیبی. ک، محمد زهرایی. س و نظری عدلی. س، ۱۳۸۶، استفاده از الگوریتم فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)، فصل‌نامه محیط شناسی، ۴۲ (۳۳): صص۴۲-۳۱.

12. Burrough, P,. Mc Donnell, R. 1998, principles of Geographic Information Systems. Second Edition. Oxford University Press. 356P

۱۳. بارو. پ(نویسنده)، طاهر کیا. حسن،(مترجم)، ۱۳۷۶، سیستم های اطلاعات جغرافیایی، چاپ اول. انتشارات سمت، ۳۶۷ صفحه

۱۴. کارتر. ب، اف، گ(نویسنده)، گروه اطلاعات زمین مرجع سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (مترجم)، ۱۳۷۹، مدل سازی با کمک GIS برای دانش پژوهان علوم زمین، چاپ اول، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۵۶۲ صفحه

15. Bertolini,M,. Braglia, M.(2006); Application of the AHP Methodology in Making a Proposal for a Public Work Contract,17 January, International Journal of Project Management 24(5), 422- 430
16. Saaty, T. 1994. Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytical Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 3(74): 426-447

۱۷. قدسی پور. سید حسن، ۱۳۸۷، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۲۲۴ صفحه

۱۸. عیسوی. و، کرمی. ج، علیمحمدی. ع و نیک نژاد. س،۱۳۹۱، مقایسه دو روش تصمیم گیریAHP وFuzzy-AHP در مکان یابی اولیه سدهای زیرزمینی در منطقه طالقان، فصلنامه علوم زمین، ۸۵(۲۲): صص ۳۴-۲۷

19. Malczewki, j. (1999), GIS and Multi Criteria Decision Analysis, john wily & sons Inc. 392P

۲۰. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰، سالنامه آماری استان آذربایجان غربی، www.amar.org.ir

۲۱. احمدی. ع، موحد. ع و شجاعیان. ع،۱۳۹۰، ارائه الگوی بهینه مکان یابی فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روشAHP (منطقه مورد مطالعه: منطقه ۷ شهرداری اهواز)، فصل‌نامه آمایش محیط، ۱۵(۴): صص۱۶۲-۱۴۷

۲۲. حیدرزاده. ن، ۱۳۸۲، معیارها و ضوابط مکان یابی محل های دفن مواد زاید جامد، چاپ دوم، سازمان شهرداری ها و دهیاری ها ، ۳۷ صفحه
۲۳. پناهنده. م، ارسطو. ب، قویدل. آ و قنبری. ف، ۱۳۸۸، مکان یابی جایگاه دفن پسماند در شهرستان سمنان با استفاده از مدل AHP و نرم افزار GIS، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۲۴. زمردیان. م، ۱۳۸۶، کاربرد جغرافیایی طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۲۴ صفحه