

## مکان یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی شهر آبدانان)

دکتر عزت ا... قنواتی

استادیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران

ولی سرخی

کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی



### چکیده

دفن زباله یکی از مسائل مهم و حیاتی در مراکز جمعیتی، بخصوص در شهرهای بزرگ و در حال توسعه می باشد. لذا انتخاب یک محل مناسب جهت انهدام، بازیافت و دفن این زباله ها بسیار مهم می باشد. به منظور انتخاب صحیح این محل فاکتورهای زیادی باید در نظر گرفته شود. در این تحقیق با استفاده از ۹ فاکتور شامل: زمین شناسی و سنگ شناسی، ژئوهیدرولوژی، فاصله از گسل ها، فاصله از شبکه زهکشی و آبراهه های منطقه، میزان بارندگی، شیب و توپوگرافی سطحی، فاصله از مناطق مسکونی و در نهایت فاصله از مراکز تولید زباله، محل های مناسب جهت دفن زباله شهر آبدانان انتخاب شده اند. روش مورد استفاده جهت وزن دهی به فاکتورها در این تحقیق روش AHP یا همان فرایند تحلیل سلسله مراتبی می باشد و فاکتورهای آن بر اساس عوامل محلی و منطقه ای تعدیل شده اند. برخی از اطلاعات مورد نیاز به کمک نرم افزار ERDAS IMAGINE از روی تصویر ماهواره ای منطقه به دست آمده است. آماده سازی و تلفیق لایه های اطلاعاتی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در محیط نرم افزار ArcGIS انجام شده است. در نهایت نقشه پهنه بندی مکان های مناسب دفن زباله شهر آبدانان به صورت سه اولویت اول تا سوم ارائه شده است. اولویت اول که شامل مناطقی در جنوب و شرق منطقه مسکونی می باشد، از سازندهایی با نفوذپذیری بسیار کم و آبدهی ضعیف تشکیل شده اند. اولویت دوم که در شمال غربی و جنوب شرقی منطقه مسکونی واقع شده اند؛ دارای نفوذپذیری کم تا متوسط بوده و آبدهی نسبتاً زیادی است. مناطق اولویت سوم نیز که در جنوب غربی منطقه مسکونی واقع شده اند، دارای نفوذپذیری متوسط تا زیاد بوده و به علت بالاتر بودن سطح آب زیر زمینی در این مناطق، جهت دفن زباله ضعیف ارزیابی شده اند.

واژگان کلیدی: دفن زباله، آبدانان، ژئومورفولوژی کاربردی، روش AHP

## مقدمه

گسترش بی‌رویه شهرها، در نتیجه افزایش جمعیت و تشدید روند مهاجرت‌ها، سبب افزایش مصرف انواع و اقسام کالاهای متنوعی شده‌است که در این میان سهم مواد با درجه تجزیه‌پذیری کم در حال رشد می‌باشد و در نتیجه مسائل و مشکلات زیست محیطی زیادی را سبب شده است (شریعت ۱۳۷۵). امروزه یکی از دغدغه‌های اساسی در مدیریت مواد زائد چگونگی معدوم‌سازی این مواد می‌باشد به طوری که دفع مواد زائد یکی از مشکلات عمده و پر خرج شهرداری‌ها است. گروهی از مسئولین در امر مدیریت این گونه مواد تنها از دیدگاه اقتصادی عمل کرده و به مسائل زیست محیطی ناشی از دفع نادرست مواد زائد بی‌توجه می‌باشند (حیدرزاده ۱۳۷۹).

هنوز در بسیاری از شهرها مواد زائد پس از حمل در نزدیک‌ترین مکان قابل دسترسی روی هم انباشته شده و یا به طور غیر بهداشتی دفن می‌شود. امروزه در مناطق مختلف روش‌های متنوعی برای دفن مواد زائد جامد شهری از جمله سوزاندن و یا بازیافت پیشنهاد شده‌است اما به نظر می‌رسد که در بسیاری از مناطق بهترین روش دفع مواد زائد، دفن بهداشتی است (عبدلی ۱۳۷۴). دفن بهداشتی عبارت است از روشی که در آن مواد زائد با لایه‌های مناسب روی زمین پخش شده و سپس به خوبی فشرده می‌گردد (سعیدنیا ۱۳۷۸). انتخاب محل مناسب برای دفن مواد زائد جامد شهری مهم‌ترین عامل و مرحله در دفن بهداشتی محسوب می‌شود. شهر آبدانان با جمعیتی معادل ۲۷۰۰۰ نفر که روزانه ۳۰ تن زباله تولید می‌نمایند، در جنوب شرقی استان ایلام واقع شده است. این شهر هم اکنون فاقد یک جایگاه دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری می‌باشد. با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و در نتیجه گسترش و توسعه شهر آبدانان، در نظر گرفتن عوامل و پارامترهای مختلف مؤثر در انتخاب مکان دفن زباله از قبیل: عوامل طبیعی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ضروری می‌باشد. در این تحقیق بر اساس وضعیت زیست محیطی و در نظر گرفتن پارامترهای مختلف از قبیل توپوگرافی، زمین‌شناسی، تکتونیک، اقلیم، آب‌های زیر زمینی، شبکه زهکشی، فاصله از مراکز جمعیتی و راه‌های ارتباطی و غیره و با استفاده از تکنولوژی‌های جدید نسبت به شناسایی مکان مناسب جهت دفن مواد زائد شهری آبدانان اقدام و مکان‌های مناسب به ترتیب اولویت شناسایی و نقشه پهنه‌بندی اولویت‌های اول تا سوم در منطقه ارائه شده است.

## موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهرستان آبدانان در جنوب شرقی استان ایلام بین مدارهای ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی در میان چین خوردگی‌های موازی نسبتاً کم ارتفاع (حدود ۷۴۰ متر) زاگرس قرار گرفته است (شکل ۱).  
ناهمواری‌های ناحیه آبدانان شامل دو گروه کوه‌ها و دشت‌ها می‌باشند. کوه‌ها شامل رشته کبیرکوه به طول ۱۶۰ کیلومتر و ارتفاع حداکثر ۲۲۷۳ متر که حد فاصل بین شهرستان‌های آبدانان و دره شهر را تشکیل می‌دهند. همچنین کوه دینار با ارتفاع ۱۹۵۰ متر و جهت شمالی-جنوبی در غرب آبدانان در بین شهرستان‌های آبدانان و دهلران قرار گرفته است. دشت‌های منطقه نیز شامل آبدانان و دشت مولاب - کلات می‌باشد. دشت نسبتاً هموار آبدانان با تپه‌ها و شیارهای متعدد در ناودیس آبدانان میان دو رشته کبیرکوه و کوه دینار در شمال غربی شهرستان آبدانان قرار گرفته و رودخانه‌ی آبدانان آن را به دو بخش شرقی و غربی تقسیم می‌کند. دشت مولاب - کلات مورموری نیز در جنوب غربی و در مجاورت جلگه‌ی خوزستان واقع شده و در درجه دوم اهمیت دارد.

## دسته‌بندی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی محل دفن زباله

به طور کلی یک محل دفن باید در مکانی استقرار یابد که از جهات گوناگون زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی کم‌ترین ضرر را به وجود آورد. می‌توان اظهار داشت که با مکان‌یابی مناسب و در نظر گرفتن پارامترهای مختلف می‌توان بخش عمده‌ای از مسایل ناشی از دفن زباله را مرتفع ساخت. قبل از مرحله تصمیم‌گیری برای انتخاب یک محل برای دفن زباله باید مطالعات وسیعی در خصوص عوامل مؤثر بر

- ۱- از منابع آب‌های سطحی حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد (فاصله ۶۰۰ متر به بالا بهتر است).
- ۲- در مناطق پر باران استقرار نیابد.
- ۳- دارای خاک زیرین به ضخامت ۱۰ متر از جنس رس یا مواد مشابه باشد.
- ۴- در جهت بادهای غالب قرار نداشته باشد.
- ۵- از گسل‌ها و شکستگی‌های زمین حداقل ۸۰ تا ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد.
- ۶- دارای دوره سیل‌خیزی حداقل ۱۰۰ ساله باشد.
- ۷- دارای خاک سطحی تا حد امکان از جنس رس سیلتی و در مرحله بعد از جنس شنی سیلتی باشد.
- ۸- شیبی کمتر از ۴۰ درصد داشته باشد.
- ۹- دارای سنگ بستری تا حد امکان از جنس سنگ‌های آذرین باشد.
- ۱۰- از مراکز جمعیتی، هتل، رستوران، تأسیسات فرآوری خوراکی‌ها، مدارس و پارک‌های عمومی حداقل ۳۰۰ متر فاصله داشته باشد.
- ۱۱- از شبکه جاده‌های دسترسی حداقل ۸۰ متر و حداکثر یک کیلومتر فاصله داشته باشد. از شهرها حداقل ۲ تا ۳ کیلومتر و حداکثر ۲۰ کیلومتر فاصله داشته باشد.
- ۱۲- جاده‌های دائمی مسیر آن عرض حداقل برابر ۶ تا ۷ متر داشته باشد.
- ۱۳- دارای کاربری‌های با ارزش‌تر نباشد (کشاورزی، جنگل، تالاب، مرتع).
- ۱۴- حداقل ۸ کیلومتر از فرودگاه فاصله داشته باشد.
- ۱۵- از مراکز تاریخی و باستانی حداقل ۷۰۰ متر فاصله داشته باشد.
- ۱۶- قیمتی کمتر از ۵۰ درصد قیمت گران‌ترین محل اطراف داشته باشد.

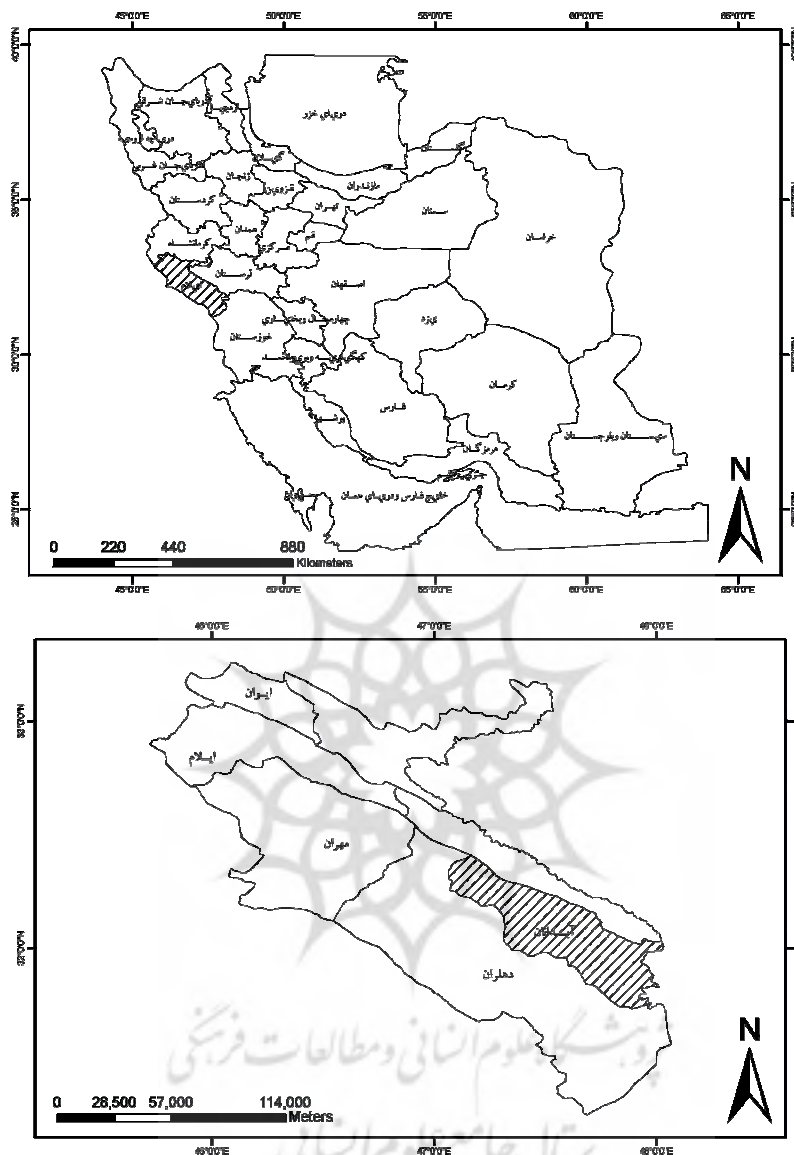
## مواد و روش‌ها

با توجه به هدف اصلی این پژوهش که شناسایی مکان مناسب جهت دفن زباله در شهرستان آبدانان می‌باشد و همچنین بر اساس عوامل مؤثر بر مکان‌یابی مناسب محل دفن زباله، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و تصاویر ماهواره‌ای از منطقه مورد مطالعه ۹ لایه از اطلاعات مختلف شامل سنگ‌شناسی، هیدرولوژی، فاصله از مناطق مسکونی و جمعیتی، فاصله از شبکه راه‌های ارتباطی، فاصله از گسل‌ها، فاصله از شبکه زهکشی و آبراهه‌های منطقه، میزان بارندگی، شیب و توپوگرافی و فاصله از مراکز تولید زباله تهیه گردیدند.

پس از رقومی نمودن لایه‌های مورد نظر در محیط نرم‌افزاری Arc GIS ۹,۰ مورد پردازش و تحلیل قرار گرفته است. در این پژوهش جهت تعیین وزن و اهمیت نسبی هریک از لایه‌های اطلاعاتی در مکان‌یابی مناسب محل دفن زباله در شهرستان آبدانان از روش پردازش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است و پارامترهای آن بر اساس ویژگی‌های محلی تعدیل شده‌اند.

روش پردازش تحلیل سلسله مراتبی که توسط ساعتی (ساعتی ۱۹۸۰) ارائه شده است، یک روش ریاضی جهت تعیین اهمیت و تقدم معیارها در فرایند تحلیل و ارزیابی است. این روش بر اساس تجزیه مسائل پیچیده به سلسله مراتب می‌باشد و در راس آن هدف کلی قرار دارد. در سطوح بعدی معیارها و زیر معیارها قرار می‌گیرند و در پایین‌ترین رده سلسله مراتب تصمیمات یا گزینه‌های مختلف قرار دارد (فرجی سبکبار، ۱۳۸۴).

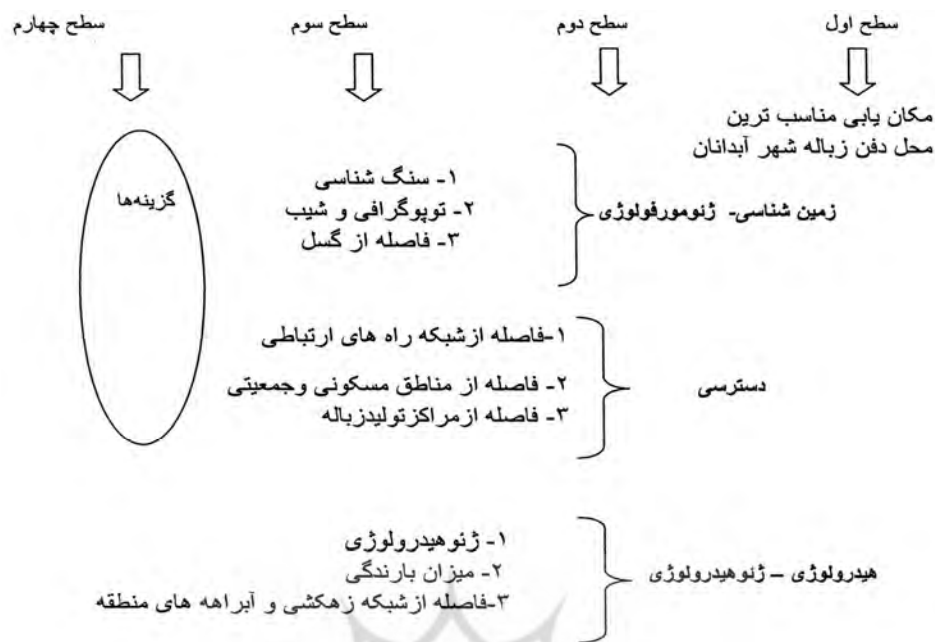
در این پژوهش هدف کلی انتخاب مناسب‌ترین مکان برای دفن زباله در شهرستان آبدانان به‌عنوان سطح اول در نظر گرفته شده است. سطح دوم شامل ۳ معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی و فاصله دسترسی می‌باشند سطح سوم نیز شامل ۹ زیر معیار می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در ایران

مکان یابی مناسب دفن زباله انجام گیرد. به طور کلی عوامل مؤثر را می توان به دو گروه عمده ی طبیعی - محیطی و اجتماعی - اقتصادی تقسیم نمود (سیدیگویی ۱۹۹۶). عوامل طبیعی - محیطی شامل پارامترهای توپوگرافی، شرایط اقلیمی، زمین شناسی، خاک شناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی محل دفن می باشند. عوامل اجتماعی، اقتصادی شامل پارامترهای فاصله ی محل جمع آوری تا مرکز دفن و دسترسی به جاده ها، زیبایی و پذیرش از سوی مردم، دسترسی به راه ها، دسترسی به تسهیلات برق رسانی، آب و سیستم فاضلاب و استفاده ی کنونی و آتی از زمین می باشند.

اگر چه برای بسیاری از عوامل مؤثر در مکان یابی محل دفن زباله معیار استاندارد و ثابتی تعریف نشده است، لیکن به منظور انجام صحیح یک فرآیند مکان یابی محل دفن می توان به عنوان یک دستورالعمل اولیه و تخمینی مناسب محل دفن باید دارای شرایط زیر باشد (حیدرزاده ۱۳۷۹):



شکل ۲ - سلسله مراتب AHP برای مکان‌یابی مناسب‌ترین محل دفن زباله شهر آبدانان.

گزینه‌ها در یک پایگاه GIS ارائه شده‌اند. هرلایه شامل مقادیر صفاتی است که به گزینه‌ها تخصیص داده شده و هرگزینه (مثلاً سلول یا پلی‌گون) مرتبط با عناصر سطح بالایی (صفات) می‌باشد. مفهوم صفات روش تحلیل سلسله‌مراتبی را به روش‌های GIS متصل می‌نماید. بعد از تجزیه مساله به سلسله‌مراتب، عناصر سطوح مختلف به صورت دوتایی با هم مقایسه می‌شوند و سپس بر اساس میزان ارجحیت دو معیار، ارزش‌گذاری صورت می‌گیرد. واژه غربال کردن که توسط ساعتی ارائه شده است (جدول ۱)، برای ارزیابی میزان ارجحیت دو معیار استفاده می‌شود (فرجی سبکبار، ۱۳۸۴). مزیت اصلی استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی آن است که به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا یک مساله پیچیده را به صورت ساختار سلسله‌مراتبی در آورد و سپس به حل آن بپردازد.

جدول ۱ - مقیاس‌بندی ساعتی

مقدار	واژه‌های غربالی	توصیف
۱	اهمیت مساوی	دو عنصر با توجه به سطح بالاتر دارای اهمیت برابر هستند.
۳	اهمیت نسبتاً بیشتر	باتوجه به تجربیات هنگام مقایسه عناصر ارزش نسبتاً بیشتری به یک عنصر داده می‌شود
۵	اهمیت بیشتر	باتوجه به تجربیات هنگام مقایسه عناصر ارزش زیادی به یک عنصر داده می‌شود.
۷	خیلی مهم‌تر	درعمل برتری یک عنصر اثبات شده است
۹	بسیار مهم‌تر	در میان عناصر بالاترین درجه به یک عنصر خاص داده می‌شود.
۲، ۴، ۶		مقادیر میانه

با استفاده از مقیاس نسبی و مقیاس غربالی می‌توان به وزن‌دهی عناصر کمی و کیفی پرداخت. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی از شاخص توافق (C.I) استفاده می‌شود. که بر مبنای رویکرد بردار ویژه تئوری گراف محاسبه می‌گردد (ساعتی ۱۹۸۰). چنانچه شاخص سازگاری معادل  $0/1$  یا کم‌تر باشد، وزن‌دهی صحیح بوده و در غیر این صورت وزن‌های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی مجدداً باید انجام شود (کرم ۱۳۸۳). روش تحلیل سلسله مراتبی یک روش ساده محاسباتی بر اساس عملیات اصلی بر روی ماتریس‌ها می‌باشد. با ایجاد سلسله مراتب و پردازش گام به گام، ساخت ماتریس‌های مقایسه‌ای در سطوح مختلف سلسله مراتب، بردار ویژه آن را محاسبه کرده و با ترکیب بردارها ضرایب وزنی گزینه‌های مختلف محاسبه می‌شوند. در بردار ضرایب وزن نهایی، اهمیت نسبی هر گزینه با توجه به هدف راس سلسله مراتب تعیین می‌شود.

### ایجاد ماتریس مقایسه دوتایی

با توجه به این که در سطح دوم تحلیل سلسله مراتبی سه معیار مکانی (شکل ۲) در نظر گرفته شده است؛ بنابراین طبق رابطه شماره ۱

$$\text{رابطه شماره ۱} \quad [3 \times (3-1)] \div 2 = 3 \quad [N \times (n-1)] \div 2$$

برای انجام مقایسه، ماتریس  $3 \times 3$  ایجاد و معیارهای مختلف دو تایی با هم مقایسه شده‌اند و مقادیر مربوطه بر اساس غربال ساعتی (جدول ۱) اختصاص یافته‌اند (ماتریس ۱) با توجه به این که ماتریس قطری می‌باشد، تعداد سه مقایسه انجام می‌شود. مثلاً در این جا چنانچه زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی کمی مهم‌تر از هیدرولوژی - ژئوهیدرولوژی باشد، در این صورت در محل تقاطع این دو معیار مقدار ۳ و با توجه به قطر ماتریس در محل قرینه با آن مقدار  $3 \div 1$  قرار می‌گیرد. همچنین با توجه به این که معیار زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی نسبت به دسترسی اهمیت بیشتری دارد، بنا بر این در محل تقاطع این دو معیار مقدار ۵ و با توجه قطر ماتریس در محل قرینه آن  $5 \div 1$  می‌باشد (ماتریس ۱).

دسترسی	هیدرولوژی - ژئوهیدرولوژی	زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی	
۵	۳	۱	زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی
۳	۱	$1 \div 3$	هیدرولوژی - ژئوهیدرولوژی
۱	$1 \div 5$	$1 \div 3$	دسترسی

(۱)

بر اساس روش ساعتی برای محاسبه مقادیر و بردار ویژه، ستون‌ها در ماتریس شماره ۱ با هم جمع شده و هر سلول ماتریس بر جمع ستون مربوطه تقسیم می‌شود. بدین ترتیب ماتریس شماره ۱ نرمال شده است (ماتریس شماره ۲). مرحله بعد محاسبه میانگین سطرهای ماتریس است که از آن به‌عنوان وزن نسبی در این سطح استفاده می‌شود. بدین ترتیب وزن معیار برای زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی  $0/633$ ، هیدرولوژی - ژئوهیدرولوژی  $0/26$  و دسترسی  $0/106$  می‌باشد. در مرحله بعد مانند مقایسه دوتایی معیارهای سطح ۲، برای زیر معیارهای سطح ۳ نیز مقایسه دوتایی انجام شده (ماتریس شماره ۳) و بقیه مراحل نیز مانند سطح ۲ تکرار خواهد شد.

ماتریس شماره ۳: مقایسه دوتایی زیر معیارها

	سنگ شناسی	شیب	فاصله از غسل	ژئوهیدرولوژی	میزان بارندگی	فاصله از شبکه زهکش و آبراهه	فاصله از شبکه راه‌ها	فاصله از مناطق مسکونی	فاصله از مراکز تولید زباله
سنگ شناسی	۱	۳	۷	۵	۵	۵	۷	۷	۹
شیب	۱÷۳	۱	۷	۵	۲	۳	۵	۵	۷
فاصله از غسل	۱÷۷	۱÷۷	۱	۱÷۵	۱÷۵	۱÷۲	۲	۲	۲
ژئوهیدرولوژی	۱÷۵	۱÷۲	۵	۱	۳	۵	۹	۷	۷
میزان بارندگی	۱÷۵	۱÷۲	۲	۱÷۳	۱	۲	۳	۳	۳
فاصله از شبکه زهکش و آبراهه	۱÷۵	۱÷۲	۲	۱÷۲	۱÷۲	۱	۳	۳	۳
فاصله از شبکه راه‌ها	۱÷۷	۱÷۵	۱÷۳	۱÷۵	۱÷۳	۱÷۳	۱	۱÷۲	۱÷۲
فاصله از مناطق مسکونی	۱÷۷	۱÷۷	۱÷۵	۱÷۵	۱÷۵	۱÷۳	۲	۱	۱÷۲
فاصله از مراکز تولید زباله	۱÷۹	۱÷۷	۱÷۵	۱÷۵	۱÷۵	۱÷۳	۲	۱÷۲	۱

	خوب	متوسط	ضعیف
خوب	۱	۵	۹
متوسط	۱/۵	۱	۵
ضعیف	۱/۹	۱/۵	۱

(۵)

در مرحله بعد وزن نسبی هر یک از اولویت‌های سه گانه همانند مراحل قبل محاسبه شده است (ماتریس شماره ۶).

	خوب	متوسط	ضعیف	وزن نسبی
خوب	۰/۷۶۳	۰/۸۰۶	۰/۶	۰/۷۲۳
متوسط	۰/۱۵۲	۰/۱۶۱	۰/۳۳۳	۰/۲۱۵
ضعیف	۰/۰۸۵	۰/۰۳۲	۰/۰۶۶	۰/۰۶۱

(۶)

## ماتریس ۴ مقادیر و بردار ویژه زیر معیارها

میانگین نسبی	فاصله از مراکز تولید زباله	فاصله از مناطق مسکونی	فاصله از شبکه راهها	فاصله از شبکه زهکش و آبراهه	میزان بارندگی	ژئوهیدرولوژی از گسل	شیب	سنگ شناسی
۰,۳۳۱	۰,۲۷۹	۰,۲۴۱	۰,۲۰۵۸	۰,۲۹	۰,۴۰۲	۰,۳۹۵	۰,۴۸۹۵	۰,۴۰۴
۰,۲۰۴	۰,۱۸۵	۰,۱۷۸	۰,۱۴۷	۰,۱۷۱	۰,۱۶	۰,۳۹۵	۰,۱۶۳	۰,۱۳۴
۰,۰۴	۰,۰۲۵	۰,۰۶۸	۰,۰۵۸	۰,۰۲۸	۰,۰۱۶	۰,۰۱۵	۰,۰۲۳	۰,۰۵۷
۰,۱۷۸	۰,۱۵۷	۰,۲۴۱	۰,۲۶۴	۰,۲۹	۰,۲۴۱	۰,۰۷۹	۰,۰۸۱	۰,۰۸
۰,۰۸۲	۰,۰۶۵	۰,۱۰۳	۰,۰۸۸	۰,۱۱۴	۰,۰۸	۰,۰۲۶	۰,۰۸۱	۰,۰۸
۰,۰۷۳	۰,۰۵۵	۰,۱۰۳	۰,۰۸۸	۰,۰۵۷	۰,۰۴	۰,۰۳۹	۰,۰۸۱	۰,۰۸
۰,۰۲۴	۰,۰۱۵	۰,۰۱۷	۰,۰۲۹	۰,۰۱۹	۰,۰۲۶	۰,۰۱۵	۰,۰۳۲	۰,۰۵۷
۰,۰۲۷	۰,۰۲۲	۰,۰۳۴	۰,۰۵۸	۰,۰۱۹	۰,۰۱۶	۰,۰۱۵	۰,۰۲۳	۰,۰۵۷
۰,۰۲۵	۰,۰۲۱	۰,۰۱۷	۰,۰۵۸	۰,۰۱۹	۰,۰۱۶	۰,۰۱۵	۰,۰۲۳	۰,۰۴۵

از طریق محاسبه میانگین سطرهای ماتریسی شماره ۴ وزن نسبی هر یک از زیرمعیارها به شرح زیر محاسبه شده است. سنگ شناسی ۰/۳۳۱، شیب ۰/۲۰۴، فاصله از گسل ۰/۰۴، ژئوهیدرولوژی ۰/۱۷۸، بارندگی ۰/۰۸۲، فاصله از شبکه زهکش ۰/۰۷۳، فاصله از شبکه راههای ارتباطی ۰/۰۲۴، فاصله از مناطق مسکونی ۰/۰۲۷ و فاصله از مراکز تولید زباله ۰/۰۲۵ است.

سپس برای هر یک از زیر معیارهای نه گانه ماتریس مقایسه ای دوتایی و همچنین محاسبه وزن نسبی هر یک مانند سطوح ۳ و ۲ انجام شده است. جهت اختصار مطلب در این جا تنها برای زیر معیار سنگ شناسی بر اساس میزان نفوذ پذیری سنگها به سه طبقه نفوذ پذیری کم با اولویت خوب، نفوذ پذیری متوسط با اولویت متوسط و نفوذ پذیری زیاد با اولویت ضعیف جهت دفن زباله دسته بندی شده اند (ماتریس شماره ۵). در مرحله بعد وزن نسبی هر یک از اولویت های سه گانه همانند مراحل قبل محاسبه شده است (ماتریس شماره ۶).

## محاسبه نسبت توافق

برای محاسبه نسبت توافق در مرحله اول بردار مجموع وزنی به وسیله ضرب کردن اولین معیار یعنی زمین شناسی-ژئومورفولوژی در اولین ستون ماتریس مقایسه دوتایی اصلی، سپس ضرب نمودن دومین معیار یعنی هیدرولوژی-ژئوهیدرولوژی در دومین ستون ماتریس اصلی و سرانجام سومین معیار یعنی دسترسی در سومین ستون ماتریس اصلی و جمع این مقادیر در سطرها محاسبه می شود. در مرحله دوم به وسیله تقسیم بردار مجموع وزنی بر وزن های معیار که بیشتر تعیین شده اند، نسبت توافق محاسبه می شود (جدول ۲).



**جدول ۲ - محاسبه نسبت توافق**

مرحله اول	
زمین‌شناسی-ژئومورفولوژی	$(0.633 \times 1) + (0.26 \times 3) + (0.106 \times 5) = 1.943$
هیدرولوژی-ژئوهیدرولوژی	$(0.633 \times 0.333) + (0.26 \times 1) + (0.106 \times 3) = 0.788$
دسترسی	$(0.633 \times 0.2) + (0.26 \times 0.333) + (0.106 \times 1) = 0.319$
مرحله دوم	
	$1.943 \div 0.633 = 3$
	$0.788 \div 0.26 = 3$
	$0.319 \div 0.106 = 3$

در مرحله اول محاسبه نسبت توافق، وزن‌های نسبی (میانگین سطری) ماتریس شماره (۲) در سطر اول ماتریس شماره (۱) ضرب شده‌اند. همین عملیات نیز برای سطرهای دوم و سوم ماتریس شماره یک انجام شده است. در مرحله دوم مجموع هر یک از سطرهای جدول شماره ۲ بر وزن نسبی معیارهای سه گانه تقسیم شده است (مثلاً مجموع سطر اول یعنی ۱,۹۴۳ بر وزن نسبی معیار زمین‌شناسی-ژئومورفولوژی تقسیم شده است). اکنون که بردار توافق محاسبه شده است، نیاز به محاسبه مقادیر لاندا  $\lambda$  و شاخص توافق (CI) می باشد. مقدار  $\lambda$  برابر میانگین مقادیر توافق است:

$$\lambda = (3+3+3) \div 3 = 3$$

محاسبه CI بر مبنای این واقعیت است که  $\lambda$  همیشه بزرگ‌تر یا مساوی تعداد معیارهای تحت بررسی (n) است و  $n = \lambda$  در صورتی که ماتریس مقایسه دوتایی سازگار باشد، بنابراین  $n - \lambda$  می تواند ملاکی از میزان توافق در نظر گرفته شود و رابطه زیر نرمال می شود:

$$CI = (n - \lambda) \div (n - 1) = (3 - 3) \div (3 - 1) = 0$$

عبارت CI که از آن به عنوان شاخص توافق یاد می شود، ملاکی برای انحراف از توافق تلقی می شود. همچنین می توان نسبت توافق (CR) را طبق رابطه زیر محاسبه نمود:

$$CR = CI \div (n - 1) = 0 \div 2 = 0$$

اگر  $CR < 0.1$  باشد، سطح قابل قبول توافق را در مقایسه های دوتایی نشان می دهد؛ اما اگر  $CR > 0.1$  نشانگر قضاوت‌های ناسازگار می باشد. در چنین مواردی باید در وزن‌های ماتریس اصلی مقایسه دوتایی تجدید نظر و اصلاح شود. در این تحقیق نسبت توافق صفر است و کوچک‌تر از ۰,۱ می باشد؛ بنا براین نیاز به تجدید نظر نمی باشد و نسبت به دست آمده یک نسبت درست است.

در مرحله نهایی وزن‌های نسبی سطوح مختلف در هم ادغام شده و بدین ترتیب وزن عمومی گزینه ها (امتیازگزینه‌ها) که مبنایی برای تصمیم‌گیری است، به دست آمده است (جدول ۳).

وزن عمومی یا امتیاز نهایی هر گزینه نسبت به کارایی آن در رسیدن به هدف نهایی (سطح یک) که همان مکان‌یابی مناسب جهت دفن زباله می باشد را نشان می دهد. پس از مشخص شدن امتیاز معیارهای به کار گرفته شده و تولید نقشه وزن دهی به هر کدام از معیارها و زیر معیارها؛ تمام لایه‌های نقشه‌های وزن دهی با استفاده از نرم افزار ArcGIS همپوشانی شده‌اند. سپس بر اساس آنالیز سلسله مراتبی نقشه مناسب ترین مکان‌ها برای دفن زباله شهر آبدانان با سه اولویت خوب، متوسط و ضعیف تهیه شده است (شکل ۳).

همان‌گونه که در نقشه پهنه‌بندی ملاحظه می شود مناطق اولویت اول یعنی مناسب‌ترین مکان برای دفن زباله بر اساس معیارهای سه گانه اصلی شامل مناطقی در جنوب و شرق منطقه مسکونی واقع شده اند. این مناطق از نظر سنگ‌شناسی دارای نفوذ پذیری بسیار کم و دارای آبدهی ضعیف یا فقدان آبدهی می باشد. همچنین این مناطق از نظر فاصله با شبکه ارتباطی، مناطق مسکونی و مراکز تولید زباله نیز در وضعیت مناسبی قرار گرفته‌اند. با توجه به این که دو عامل فاصله از شبکه آبراهه و گسل‌های موجود منطقه در

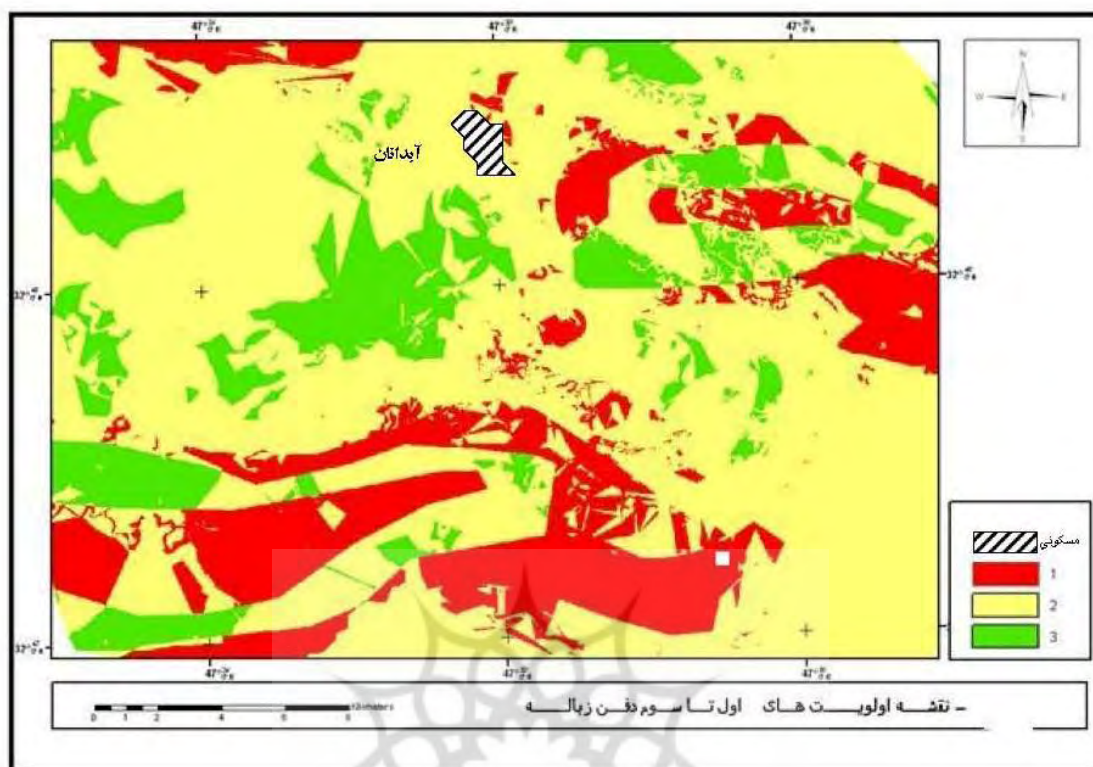
جدول ۳- وزن های نسبی و عمومی مکان یابی مناسب ترین محل دفن زباله شهر آبدانان

معیارها	وزن نسبی	زیر معیارها	وزن نسبی	گزینه ها	وزن نسبی	وزن عمومی
زمین شناسی- ژئومورفولوژی	۰/۶۳۳	سنگ شناسی	۰/۳۳۱	خوب	۰/۷۲۳	۰/۱۵۲
				متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۴۵
				ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۱۳
		شیب	۰/۲۰۴	خوب	۰/۷۲۳	۰/۰۹۳
				متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۲۸
				ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۰۸
فاصله از گسل	۰/۰۴	خوب	۰/۷۲۳	۰/۰۱۸		
		متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۰۵		
		ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۰۲		
هیدرولوژی - ژئو هیدرولوژی	۰/۲۶	ژئو هیدرولوژی	۰/۱۸۷	خوب	۰/۷۲۳	۰/۰۳۵
				متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۱
				ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۰۳
		میزان بارندگی	۰/۰۸۲	خوب	۰/۷۲۳	۰/۰۱۵
				متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۰۵
				ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۰۱
فاصله از شبکه زهکش	۰/۰۲۴	خوب	۰/۷۲۳	۰/۰۱۴		
		متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۰۴		
		ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۰۱		
دسترسی	۰/۱۰۶	فاصله از شبکه راه های ارتباطی	۰/۰۲۷	خوب	۰/۷۲۳	۰/۰۰۲
				متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۰۰۵
				ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۰۰۲
		فاصله از مناطق مسکونی	۰/۰۲۷	خوب	۰/۷۲۳	۰/۰۰۰۲
				متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۰۰۶
				ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۰۰۲
فاصله از مراکز تولید زباله	۰/۰۲۵	خوب	۰/۷۲۳	۰/۰۰۰۲		
		متوسط	۰/۲۱۵	۰/۰۰۰۵		
		ضعیف	۰/۰۶۱	۰/۰۰۰۲		

نفوذپذیری و عمق سطح آب زیر زمینی موثرند. بنا براین لازم است در مکان یابی دفن زباله حریم گسل ها و شبکه آبراهه در نظر گرفته شود که از این جهات نیز مناطق اولویت اول مناسب تر می باشند. مناطق اولویت دوم بیشتر در شمال غربی و جنوب شرقی منطقه مسکونی مشاهده می شوند. این مناطق دارای نفوذپذیری کم تا متوسط بوده و تخلخل و آبدهی نسبتاً زیادی دارند. همچنین از نظر فاصله با مناطق مسکونی و شبکه آبراهه این مناطق جهت دفن زباله مکان های به طور نسبی خوب و متوسط ارزیابی شده اند. مناطق اولویت سوم که بیشتر در جنوب غربی منطقه مسکونی مشاهده می شود، به علت واقع شدن در نزدیکی و جهت توسعه شهر و همچنین بالاتر بودن سطح آب زیر زمینی در این مناطق، جهت دفن زباله ضعیف ارزیابی شده اند.

### نتیجه گیری

با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و بر اساس سه معیار اصلی یعنی زمین شناسی- ژئومورفولوژی، هیدرولوژی-ژئو هیدرولوژی و دسترسی در مکان یابی زباله شهرستان آبدانان سه اولویت اول، دوم و سوم به ترتیب در جنوب و شرق منطقه مسکونی، شمال غربی و جنوب غربی منطقه مسکونی شناسایی شده اند. اگر چه



شکل ۳: نقشه پهنه‌بندی الویت‌های اول تا سوم جهت دفن زباله

در این پژوهش جهت مکان‌یابی دفن زباله شهرستان آبدانان از تکنیک‌های پیشرفته سنجش از دور و GIS جهت تهیه و پردازش لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده است، لکن بسیار غیر محتمل است که محل‌های تعیین شده تمام نگرانی‌های موجود را مرتفع سازد. با این وجود می‌توان اظهار داشت اولویت‌های تعیین شده در مقایسه با مکان‌های دیگر مشخصات بهتری داشته‌اند و مناطق مورد نظر خطر آلودگی آب‌های سطحی، زیرزمینی و محیط‌زیست را به حداقل خواهند رساند. از نظر دسترسی و شبکه ارتباطی نیز مناطق مذکور دارای کم‌ترین هزینه اقتصادی جهت انتقال و ارسال زباله به محل دفن با رعایت شرایط زیست‌محیطی می‌باشند.

## منابع:

- ۱- حیدرزاده، نیما، (۱۳۷۹) مکان‌یابی محل دفن زباله (مواد زائد جامد) با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۲- سعیدنی‌ا، احمد (۱۳۷۸) مواد زائد جامد شهری، کتاب سبز شهرداری، جلد هفتم، مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، تهران.
- ۳- شریعت، سید محمود (۱۳۷۵) مقدمه‌ای بر ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران.
- ۴- عبدلی، محمدعلی (۱۳۷۴) گزینه‌های دفع و بازیافت، مطالعه موردی ایران، سازمان بازیافت و تبدیل مواد، تهران.
- ۵- فرجی سبکیار، حسنعلی (۱۳۸۴)، مکان‌یابی واحدهای خدمات بازگانی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۱ سال سی هفتم.
- ۶- کرم، عبدالامیر (۱۳۸۳)، کاربرد مدل ترکیب خطی وزین (WLC) در پهنه‌بندی پتانسیل وقوع زمین لغزش، جغرافیا و توسعه، سال دوم، شماره پیاپی ۴ زاهدان.
- 7-Satty, T (1980), the analytical hierarchical process; planning priority setting resource allocation. New York; Mc Graw-Hill.
- 8-Siddiqui, M; Evertt J, W; Vieux, B, E (1996); Landfill sitting using geographic system, Journal of environmental engineering. Landfill Sitting Using Analytical Hierarchy Process Method (Case Study Abdanan City)