



## مکان‌یابی محل‌های مناسب جهت دفن و راهبردهای مدیریت پسماندهای جامد در شهر شوشتر با استفاده از GIS

دکتر احمد پور احمد

عضو هیات علمی دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

دکتر محسن رنجبر

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری (مسئول مکاتبات)

سید عباس رجایی

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران

مرضیه همتی زاده

کارشناس ارشد ژئومرفولوژی

### چکیده

تولید پسماند از جمله مشکلات مدیریت شهری است که امروزه به یکی از معضلات عمده شهرها تبدیل شده است که تأثیرات نامطلوب زیست محیطی در شهرها به جا می‌گذارد. در این پژوهش از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری کارآمد برای مکان‌یابی و مدیریت بهینه دفن مواد زاید شهری استفاده شده است. برای این منظور ۲۰ لایه اطلاعاتی دخیل در امر مکان‌یابی دفن در محیط GIS تهیه و بر روی این لایه‌ها پردازش انجام شده و سپس با روش AHP، وزن مناسب از طریق ماتریس مقایسه زوجی اعمال شده و به وسیله دو مدل منطق بولین و منطق فازی لایه‌ها با هم تلفیق و تجزیه و تحلیل نهایی صورت گرفته و مناطق مناسب استخراج و به تحلیل نقاط انتخابی پرداخته شده است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که از بین نقاط انتخاب شده یک محل دارای بالاترین اولویت برای دفن می‌باشد. دو نقطه به دلیل مناسب نبودن پی سنگ، بالا بودن سطح آب زیرزمینی، فرسایش پذیری بالا جهت دفن در اولویت قرار نگرفته‌اند. در نهایت محل‌های منتخب با محل فعلی مقایسه و سپس محل مناسب در شهرستان شوشتر تعیین و راهبردهای مدیریتی ارائه شده است.

### واژگان کلیدی

شوشتر، پس ماند شهری، GIS، مدل منطق بولین، مدل منطق فازی

## مقدمه

شهر فضای پیچیده است که تمام اجزای آن به صورت سیستماتیک در ارتباط نزدیک با یکدیگر می‌باشند، به طور که ایجاد اختلال در هر کدام از اجزا این مجموعه باعث اشکال در کل سیستم می‌شود. زباله‌های شهری یکی از اجزای این مجموعه هستند که عدم توجه به آنها می‌تواند چشم انداز واحدهای شهری را تحت تاثیر خود قرار دهد. توسعه روز افزون مناطق شهری و افزایش بی‌رویه در شهرها باعث تولید انواع زباله‌های شهری شده است، و چگونگی دفن و معدوم‌سازی زباله‌های شهری امروزه به یک دغدغه در محیط زیست شهری تبدیل گردیده است. باید توجه داشت که روشهای مختلف دفن به عوامل و شاخص‌های زیادی بستگی دارد و روشهای مختلفی از جمله سوزاندن و تبدیل به کمپوست برای دفن زباله‌ها پیشنهاد گردیده است. (نیرآبادی ۱۳۸۶)

بهبود وضع بهداشت عمومی، ارتقای سطح زندگی، گسترش فرهنگ مصرف‌گرایی در میان مردم، فزونی روزافزون مراکز صنعتی، کارگاهها و کارخانه‌های تولیدی گوناگون و... سبب شده، که روزانه میلیون‌ها تن پسماند به صورت جامد، وارد فضا عمومی شهر شده و سلامت مردم را در معرض خطر قرار دهد. از این رو مکان‌یابی دفن پسماند را به یکی از مسایل مورد توجه شهرداریهای کشور قرار داده است.

در اینجا منظور از پسماند، پسماندهای شهری است که به صورت معمول از فعالیتهای روزمره انسانها حاصل می‌شود. (سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۸۳) شهرستان شوشتر به علت افزایش بی‌رویه جمعیت با مشکل دفن پسماند مواجه شده است. محل سابق دفن که در پنج کیلومتری جاده مسجد سلیمان - شوشتر واقع شده بود که به دلیل توسعه بافت مسکونی شهر و قرار گرفتن در محدوده قانونی شهر، واقع شدن در کنار روستای خرمن خاک، با توجه به رشد جمعیت و افزایش میزان تولید زباله تا ۱۰۰ تن در روز که باعث آلودگی، تولید دود و بوی تعفن در منطقه شده و به یک بحران زیست محیط تبدیل شده است که آسایش و آرامش شهروندان را تهدید می‌کرد. دفن در این محل باعث اشاعه بیماریهای چون هیپاتیت و انواع حشرات موذی شده بود که خشونت مردم و مسولین بهداشت شهر را به همراه داشت. (شهرداری شهرستان شوشتر ۱۳۸۵)

هدف پژوهش حاضر، مکان‌یابی بهینه محل دفن و مدیریت زباله‌های شهر شوشتر می‌باشد که برای نیل به این مهم، اهداف ذیل مطرح هستند: (۱) بهبود وضعیت سلامت

عمومی مردم؛ ۲) کاهش آسیب‌های حاصل از دفن غیر اصولی به منابع آب و خاک؛  
۳) تعیین مکان مناسب برای دفن زباله.

با این حال به نظر می‌رسد، که هنوز بهترین روش دفن در بسیاری از مناطق شهری، دفن بهداشتی زباله‌ها می‌باشد. (عبدلی ۱۳۷۹) در این زمینه لازم است که مطالعات وسیعی برای برنامه‌ریزی، طراحی و مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری، با توجه به مولفه‌های مؤثر در این راستا انجام گردد.

انتخاب مولفه‌های متعدد و در نتیجه تعدد لایه‌های اطلاعاتی، تصمیم‌گیران را بطور ناخودآگاه به سمت استفاده از این سیستم سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا، از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات نیز در حد بالا قرار داشته باشد. به علت قابلیت بالای تکنولوژی سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدیریت و تحلیل لایه‌ها می‌توان از این سیستم برای مدیریت بهینه زباله‌های شهری بهره برد.

انتخاب مکان مناسب برای یک فعالیت در سطح شهر، یکی از تصمیمات پایدار برای انجام یک طرح گسترده است که نیازمند پژوهش در مکان از دیدگاه‌های مختلف می‌باشد. از آنجایی که در مکان‌یابی اطلاعات اهمیت زیادی دارد، حجم بزرگی از اطلاعات جزئی برای معرفی مکانهای مختلف باید جمع‌آوری، ترکیب و تجزیه و تحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از عواملی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند صورت پذیرد.

خصوصیات بخش زیادی از مواد زائد شهری سبب شده که، ماندگاری این مواد در محیط زیست، سلامت انسان و موجودات زنده را به خطر انداخته، موجب بروز مشکلاتی در محیط زیست انسانی شود. آلودگی هوا، خاک، آبهای سطحی و زیرزمینی و همچنین پدید آمدن محیطی مناسب برای زندگی حشرات، حیوانات موذی و تکثیر آنها از مهمترین مشکلات ناشی از دفن غیر بهداشتی زباله است که هر یک می‌توانند آرامش و سلامت شهروندان را با خطر مواجه کرده یا بیماری‌های کشنده و حتی مرگ و میر همگانی را در جامعه شیوع دهد.

## ادبیات پژوهش

### جمع‌بندی معیارهای مکان‌یابی محل دفن پسماند

در بررسی عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند، تعیین معیارهای کمی به لحاظ کاربرد این معیارها در روش‌هایی مانند منطق بولین و منطق فازی، دارای اهمیت

می‌باشد. با توجه به این که در منابع مختلف، این معیارهای کمی، دارای تفاوت بوده و اتفاق نظر در مورد این معیارها وجود ندارد، باید این معیارها به یک قانون به نسبت مشابه تبدیل شوند تا این معیارهای کمی را به طور مناسب در مکان‌یابی محل دفن مورد استفاده قرار داد. محل دفن انتخابی برای زباله‌ها باید:

- از چاه‌های تغذیه آب آشامیدنی حداقل ۳۰۰ متر (۱۰۰۰ فوت) فاصله داشته باشد.
- از منابع آب‌های سطحی حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد (بهتر است این فاصله بیشتر از ۶۰۰ متر باشد)
- در مناطق پرباران مستقر نشود.
- در جهت بادهای غالب قرار نداشته باشد.
- از گسل‌ها و شگستگی‌های زمین حداقل ۸۰ تا ۲۰۰ متر فاصله داشته باشد.
- دارای خاک بستر به ضخامت ۱۰ متر از جنس رس یا مواد مشابه باشد.
- دارای دوره سیل خیزی حداقل ۱۰۰ ساله باشد.
- خاک سطحی در محل تا حد امکان از جنس رسی سیلتی باشد.
- شیب منطقه کمتر از ۴۰ درصد باشد.
- دارای سنگ بستری تا حد امکان از جنس سنگهای گرانیت باشد.
- از شبکه جاده‌های دسترسی حداقل ۸۰ متر و حداکثر یک کیلومتر فاصله داشته باشد.
- از شهرها حداقل دو تا سه کیلومتر و حداقل ۲۰ کیلومتر فاصله داشته باشد.
- جاده‌های دائمی مسیر آن عرضی حدود شش تا هشت متر داشته باشد.
- زمین دارای کاربریهایی با ارزش تری نباشد (کشاورزی، جنگل، باتلاقی، مرتع).
- امکان استفاده مجدد از زمین وجود داشته باشد.
- قابلیت دسترسی به آب، برق و تسهیلات تصفیه فاضلاب داشته باشد.
- خاک برای پوشش لایه‌های زباله وجود داشته باشد.
- حداقل هشت کیلومتر از فرودگاه فاصله داشته باشد.
- از مراکز تاریخی و باستانی حداقل ۷۰۰ متر فاصله داشته باشد.
- قیمتی کمتر از ۵۰ درصد قیمت گران‌ترین محل اطراف داشته باشد.
- عمری مفیدی معادل ۲۰-۵۰ سال داشته باشد. (حیدر زاده ۱۳۸۲؛ عبدلی ۱۳۸۰)

## لایه‌های مورد نیاز در فرایند مکان‌یابی محل دفن

در ابتدا باید بدانیم که در خصوص انتخاب یک محل دفن مناسب به چه لایه‌های اطلاعاتی از منطقه نیازمندیم. از این رو در این قسمت به معرفی این لایه‌ها می‌پردازیم. الف) نقشه توپوگرافی محل: از جمله لایه‌های بسیار مهم در مکان‌یابی نقشه توپوگرافی و شیب منطقه است؛

ب) نقشه شرایط اقلیمی منطقه: این نقشه خود می‌تواند دارای نقشه‌های دیگری باشد از جمله نقشه میزان بارندگی، نقشه حرارتی، دمایی، باد غالب منطقه و...؛

ج) نقشه لیتولوژی سنگ بستر و گسلها؛

د) نقشه تیپ خاکهای منطقه و ضخامت آن؛

ه) نقشه هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی اعم از نقشه رودخانه‌ها (فصلی و دائمی)، عمق آبهای زیرزمینی، نفوذ پذیری خاک، کیفیت آبهای زیرزمینی؛

ز) نقشه کاربری و پوشش اراضی؛

ح) نقشه جاده‌های در دسترس (فرعی و اصلی) و راه آهن؛

ط) نقشه شهرهای موجود در منطقه و سایر مناطق مسکونی؛

ی) نقشه گسلها و مناطق زلزله خیز؛

ل) نقشه‌های دیگر؛ مانند نقشه مناطق تاریخی و باستانی؛

## روشهای مکان‌یابی

با توجه به هدف پژوهش و معیارهای مختلف مورد استفاده و اهمیت هر معیار، روشهای مختلفی جهت تلفیق معیارها و رسیدن به مناطق مناسب جهت دفن پسماندهای جامد وجود دارد که دو روش معمول در این خصوص استفاده از منطق بولین یا منطق‌فازی می‌باشد به منظور تعیین مناطق مناسب دفن پسماندها روشهای گوناگونی برای تعیین وزن ارائه شده که از آن جمله می‌توان به روشهای رتبه بندی، نسبت دهی و مقایسه زوجی اشاره کرد.

## روش مقایسه زوجی

این روش که یکی از روشهای وزن‌دهی و تعیین وزن عوامل است. اساس تعیین وزن در این روش را مقایسه دوجه دوی عوامل تشکیل می‌دهد. در روش مقایسه زوجی،

اهمیت نسبی پیوسته به نه بخش تقسیم می‌شود. روش مقایسه زوجی شامل سه مرحله است: (مالزاسکی ۱۹۹۱).<sup>۱</sup>

الف) **ایجاد ماتریس مقایسه زوجی** : این ماتریس نسبت به اهمیت عوامل از شماره ۱ تا ۹ که دارای بیشترین اهمیت، یک تا معکوس نه کمترین اهمیت را در بین عوامل مقایسه زوجی دارد را شامل می‌شود.

ب) **محاسبه وزن عوامل**: این روش خود از سه مرحله پیروی می‌کند، در مرحله اول جمع اعداد مربوط به هر ستون ماتریس مقایسه زوجی محاسبه می‌گردد. مرحله دوم شامل هر عضوی از ماتریس وزنی هر ستون به مجموع عوامل موجود در آن ستون است که اعدادی به صورت نرمال شده بدست می‌آیند و مرحله سوم بدست آوردن میانگین هر یک از ردیف‌ها می‌باشد. عددی که در مرحله سوم بدست می‌آید وزن عامل محسوب می‌شود.

ج) **تخمین نسبت سازگاری**:<sup>۲</sup> این روش احتمال درجات متناظر تصادفی را نشان می‌دهد. ارزشهای کمتر از ۰/۱ سازگاری خوبی را نشان می‌دهند. وقتی این ارزش از یک دهم بیشتر باشد بایستی در وزنهای ماتریس تجدید نظر نمود.

### مدل تلفیق لایه‌ها

### مدل منطق بولین<sup>۳</sup>

این مدل که برای تلفیق لایه‌ها کاربرد دارد. هر لایه اطلاعاتی، بر اساس منطق صفر و یک می‌باشد که بیشتر در مرحله غربال اولیه بکار می‌رود. یعنی مرحله ای که در آن گزینه‌های غیر قابل استفاده از گزینه‌های قابل استفاده مجزا می‌گردد. بدین معنی که گزینه‌های قابل قبول یک و گزینه‌های غیر قابل قبول مقدار صفر به خود می‌گیرند. این ارزش زمانی بکار می‌رود که قطعاً بدانیم در یک صفت ویژه، از مقدار معینی به بعد (یا قبل) منظورمان برآورده خواهد شد (و یا نخواهد شد) یعنی مثلاً در فاصله بیش از ۵۰۰ متری از یک محل دفن هیچ گونه آلودگی در آبهای سطحی مشاهده نخواهیم کرد. این بدان معناست، که گزینه‌های واقع در محدوده صفر الی ۴۹۹/۹۹ متری غیر قابل قبول و گزینه‌های واقع در بیش از ۵۰۰ متری قابل قبول هستند. در این صورت مشاهده می‌شود که انعطاف پذیری آن بسیار کم است. به طور کلی مسائل جهان واقعی کمتر به این صورت قابل قضاوت می‌باشد.

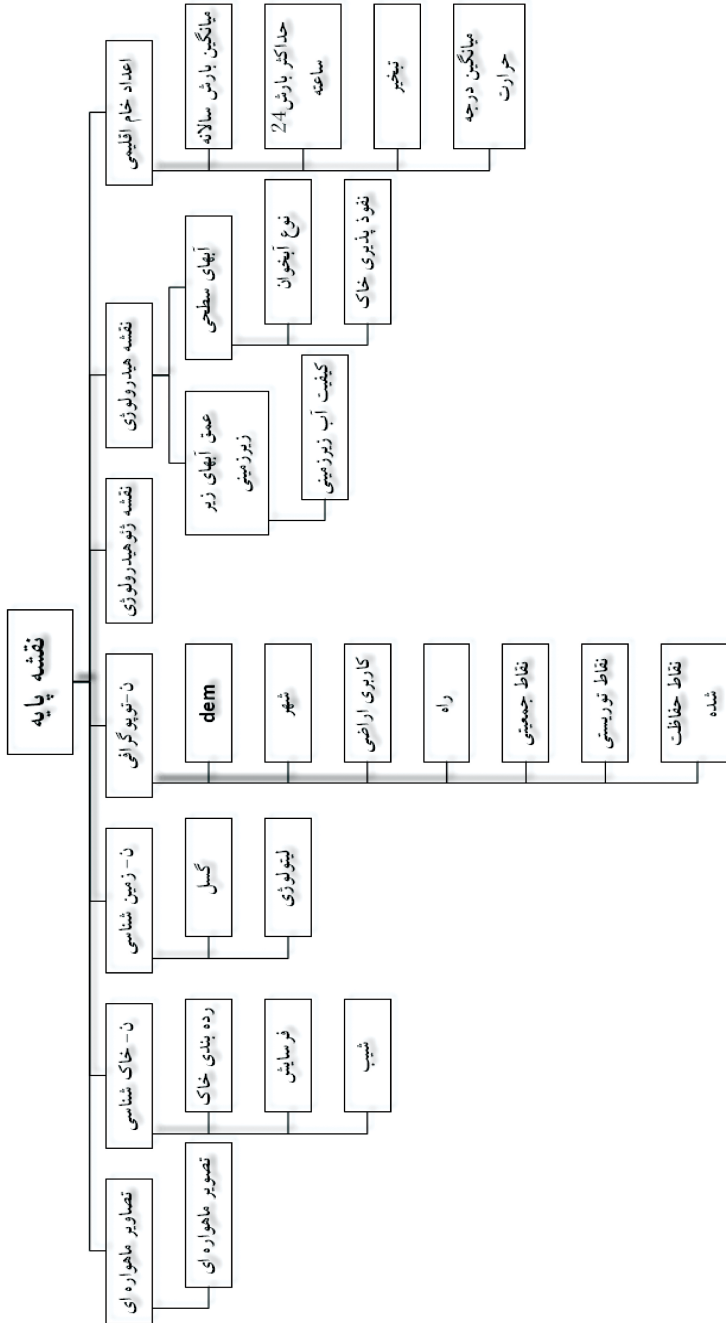
در ضمن در این منطق، وزن معیارها (ترتیب اهمیت نسبی معیارها) معنایی پیدا نخواهد کرد و سلولها دارای امتیازاتی غیر از صفر و یک نخواهد بود. منطق دو به دویی خود داری دو حالت اشتراک (AND) و اجتماع (OR) می باشد. در حالت اشتراک فقط پیکسلی که در تمامی نقشه های پایه مناسب بوده و ارزش یک داشته باشد و از لحاظ سایر لایه های اطلاعاتی دارای ارزش یک است، در نقشه خروجی و تلفیق یافته، ارزش یک داشته و مناسب تشخیص داده می شود (شکرایی ۱۳۸۱، محمودی ۱۳۷۸).

#### منطق فازی<sup>۴</sup>

بر اساس نظریه مجموعه های فازی، عضویت اعضای در مجموعه ممکن است بطور کامل نبوده و هر عضوی دارای عضویت از صفر تا یک باشد و برخلاف منطق بولین، در منطق فازی هیچ قطعیتی وجود ندارد که بتوان براساس آن یک ناحیه را کاملاً مناسب یا نامناسب دانست. به این معنا که هر ناحیه بسته به میزانی که معیار تحت بررسی را رعایت می نماید دارای مقدار عضویتی است که بیانگر میزان مرغوبیت آن زمین است. یعنی هر نقطه (یا پیکسل از نقشه) دارای مقدار ارزش بالاتر، مرغوب تر خواهد بود. مقیاس معمول برای استفاده در منطق فازی، مقیاس صفر و یک است. لیکن از آنجایی که ارزشها، در رایانه معمولاً بر پایه هشت بیت (۲۵۶ ارزش) می باشد، می توان بجای مقیاس بین صفر و یک از مقیاس صفر تا ۲۵۵ استفاده نمود. در این مقیاس اعداد نزدیکتر به ۲۵۵ مرغوبیت بیشتر را می رساند. در عین حال، عملیات ادغام نمودن در منطق فازی یک بیان مفهومی را از میزان مطلوبیت کلی بیان می دارد. برای مثال اگر مجموعه ای از گزینه ها بلفظهای نظیر خوب، متوسط و ضعیف توصیف شوند و هر یک از این برجسبها بصورت یک مجموعه فازی مناسب تعریف گردد، سپس می توان با استفاده از یک عملیات ادغام مناسب (مجموعه فازی) را بدست آورد که میزان مطلوبیت هر گزینه را توصیف می نماید. لازم به ذکر است که برای تمام نقشه های مورد استفاده ممکن است که نتوان روش منطق فازی را اعمال نمود و آن نواحی محدودیت می باشند. این نواحی در واقع پهنه هایی هستند که به هیچ عنوان قابلیت استفاده برای کاربری مورد نظر را ندارد. در واقع در مورد دفن زباله، این محدودیتها از دو طریق مشخص اعمال می شوند: (۱) از طریق قانون؛ (۲) به لحاظ زیست محیطی



نمودار ۱: معیارها و مواد مورد نیاز در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد  
در شهرستان شوشتر





تحلیل منطق فازی نیز دارای حالت مختلفی است (اشتراک، اجتماع و گاما که حد واسط دو حالت اشتراک و اجتماع است) اما طبق تجربیات و پژوهش های انجام شده حالت ضربی روش فازی از دقت و حساسیت بالایی در مکان یابی برخوردار است. در این حالت تمامی لایه های اطلاعاتی درهم ضرب می شوند که بدلیل ماهیت اعداد بین صفر و یک که همان درجه عضویت اعضا در مجموعه های فازی است اینکار باعث می شود تا در نقطه خروجی اعداد کوچکتر شده و به سمت صفر میل می کنند؛ و در نتیجه تعداد پیکسل کمتری در کلاس خیلی خوب قرار می گیرند. (شکرائی ۱۳۸۱؛ حیدرزاده ۱۳۸۰)

### روش پژوهش

تناسب با شرایط تعیین شده، برای انتخاب یک مکان مناسب به صورت اصولی و صحیح بعنوان محل دفن در اطراف شهر به لایه های اطلاعاتی خاصی نیاز هست این لایه های اطلاعاتی جمع آوری و از ادغام لایه ها با هم، لایه مورد نظر تهیه و وارده محیط GIS شده که در نمودار شماره ۱ آورده شده است.

در این پژوهش سعی شده است تا با تعیین محدوده قابل قبول در هر یک از لایه ها، در قالب منطق بولین و فازی با استفاده از مدل AHP با مشخص کردن مناطق دارای محدودیت که به وسیله عملگرهای GIS تعیین می شوند؛ برروی لایه ها وزن مناسب اعمال می شود. بعد به تجزیه و تحلیل لایه ها پرداخته و در نهایت نقشه محل مناسب دفن با انجام عملیات میدانی و عوامل جانبی تهیه می گردد.

### یافته های پژوهش

در این پژوهش دو مدل بکار رفته که عبارتند از : منطق بولین: در این مدل، وزن دهی به هر لایه اطلاعاتی براساس منطق صفر و یک می باشد. یعنی در محدوده مورد مطالعه، هر لایه از نظر دفن پسماند مناسب، یا نامناسب بوده و حد وسط از لحاظ مناسب بودن وجود ندارد. در نقشه هایی نهایی و تلفیق یافته هر پیکسل یا مناسب، یا نامناسب تشخیص داده می شود. این مدل دارای دو عملگر AND,OR می باشد. براساس این نظریه مجموعه عملگر AND اشتراک و عملگر OR اجتماع مجموعه ها را استخراج می کند. در عملگر OR پیکسلهایی که فقط در یک نقشه پایه مناسب بوده ارزش یک داشته باشند و از لحاظ سایر لایه ها دارای ارزش صفر می باشند و در نقشه خروج و تلفیق یافته ارزش یک داشته مناسب تشخیص داده می شوند. در عملگر AND فقط پیکسها که در تمام نقشه ها پایه ارزش یک دارند در نقشه نهایی ارزش یک خواهند

داشت و جزء مناسب قرار می‌گیرند. (نیزآبادی ۱۳۸۶؛ محمودی ۱۳۸۶) جدول شماره (۱) ارزش گذاری لایه‌ها در منطق بولین را نشان می‌دهد.

**منطق فازی** : در این مدل هیچ واحد مناسب و مطلق در نظر گرفته نمی‌شود. به همین دلیل وزنهای داده شده نه صفر است نه یک، بلکه بین صفر و یک متغیر است. در این مدل نقشه‌های پایه در قالب عملگرهای مختلف تلفیق یافته اند. (نیزآبادی ۱۳۸۶؛ محمودی ۱۳۸۶) براساس نظریه منطق فازی مجموعه‌ها، یک مجموعه فازی زیر مجموعه ای است که مقدار عضویت، حد وسط بین صفر و یک باشد در این پژوهش به منظور وزن دهی به هر یک از فاکتورها و کلاس‌های موجود در آنها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردیده است کاربردهای عملی نشان داده اند که روش AHP از موثرترین تکنیک‌ها در تصمیم گیریهای مکانی که در GIS انجام می‌گیرد، می‌باشد از مهمترین مزایای این تکنیک می‌توان به مواردی مانند دقت بالا در وزن دهی و قابلیت انعطاف پذیری و اعتماد پذیری بالا اشاره کرد.

جدول ۱ : اهمیت نسبی عوامل

درجه اهمیت	تعریف
۹	نسبت به متغیر ستون، متغیر سطر ۱۰۰ درصد اهمیت دارد
۷	نسبت به متغیر ستون، متغیر سطر بسیار اهمیت دارد
۵	نسبت به متغیر ستون متغیر سطر مهم است
۳	نسبت به متغیر ستون، متغیر سطر تا اندازه ای مهم است
۱	نسبت به متغیر ستون، متغیر سطر با متغیر ستون از نظر اهمیت مساوی است.
$\frac{1}{3}$	نسبت به متغیر ستون، متغیر سطر تا اندازه‌های کم اهمیت است
$\frac{1}{5}$	نسبت به متغیر ستون متغیر سطر کم اهمیت است
$\frac{1}{7}$	نسبت به متغیر ستون متغیر سطر بسیار کم اهمیت است
$\frac{1}{9}$	نسبت به تغییر ستون متغیر سطر ۱۰۰ درصد بی‌اهمیت است.

جدول شماره ۲: استانداردها بکار رفته در مدل بولین

ردیف	نام معیار (لایه نقشه)	محدوده قابل قبول برای مکان یابی
۱	عمق آب زیرزمینی	بیشتر از ۱۶ متر
۲	فاصله از شهر	بین ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر
۳	فاصله از مراکز جمعیت	بیش از ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر
۴	فاصله از راه	بین ۸۰ تا ۱۰۰۰ متر
۵	زمین شناس	تعیین سازندهای کارست و سایر سازندهای نفوذ پذیر مناسب نمی باشد
۶	شیب	بین ۰.۳ تا ۰.۱۵ درصد
۷	فرسایش	کلاس شدید و خیلی شدید مناسب نیستند
۸	فاصله از آبها سطح	بیش از ۵۰۰ متر مناسب می باشد
۹	گسل ها و تاقدس ها	فاصله بیش از ۲۰۰ متر باشد
۱۰	نوع آبخوان	رس، مارن، شل
۱۱	کفیت آب زیرزمین	آب شور
۱۲	فاصله از نقاط توریستی	بیش از ۱۵۰۰ متر
۱۳	کاربری اراضی	مناطق کشاورزی نامناسب و مناطق بایر مناسب اند
۱۴	مناطق حفاظت شده	۱۰۰ متر فاصله داشته باشد
۱۵	حداکثر بارش ۲۴ ساعته	کمتر از ۸۰ میلیمتر مناسب می باشد
۱۶	میانگین درجه حرارت	بیش از ۳۰ درجه مناسب است
۱۷	میانگین بارش سالانه	کمتر ۱۵۰ میلیمتر مناسب می باشد
۱۸	تبخیر	بیش از ۳۵۰۰ میلیمتر مناسب می باشد

جدول شماره ۳ استانداردهای بکار رفته در مدل فازی

ردیف	عامل	بیشترین شایستگی، خوب، ۳، طبقه اول	متوسط، متوسط، ۲، طبقه دوم	شایستگی ضعیف، ضعیف ۱، طبقه سوم
۱	حداکثر بارش ۲۴ ساعته	کمتر از ۸۰ میلیمتر	۸۰ تا ۱۵۰ میلیمتر	بیش از ۱۵۰ میلیمتر
۲	میانگن بارش سالانه	کمتر از ۱۵۰ میلیمتر	۱۵۰ تا ۶۰۰ میلیمتر	بیش از ۶۰۰ میلیمتر
۳	میانگن درجه حرارت	بیش از ۳۰ درجه	۲۰ تا ۳۰ درجه	کمتر از ۲۰ درجه

۴	تبخر	۲۵۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیمتر	۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ میلیمتر	بیش از ۳۵۰۰ میلیمتر
۵	سنگ شناسی	آبرفتهای جوان، مخروطه افکنه ها	کنگلو، مارن، سلت مارن	آبرفتهای سست، مارن، ماسه سنگ آهک
۶	گسلها و تاقاسها	بیش از ۲۰۰ متر	۲۰۰ تا ۱۰۰ متر	۷۰ تا ۱۰۰ متر
۷	رده بندی خاک	خاکهای نیمه عمیق و تا عمیق اسید باافت سنگین و عموما دارای تکامل	خاکها عمق رس، رس لوم در قسمت آبرفت، خاکها رس شن لوم دار،	خاکهای عمیق با بافت متوسط تا سنگین عموما بدون تکامل پروفیل
۸	فرسایش	کم	متوسط	کلاس شدید و خیلی شدید
۹	شیب	۱۵ تا ۳ درصد	۱۵ تا ۳۰ درصد	بیش از ۳۰ (حد اکثر ۴۰ درصد)
۱۰	عمق آب زیرزمین	بیشتر از ۱۶ متر	۹ تا ۱۶ متر	کمتر از ۹ متر
۱۱	کفت آب زیرزمین	شور	تا حد شور	صنعت
۱۲	نوع آبخوان	شن رس، رس عمق، شن لوم	شن، لوم رس، رس لوم غر قابل نفوذ	شن رس، رس لوم، رز بافت لوم
۱۳	فاصله از منابع آب سطح	بیشتر از ۳ کیلومتر	۱ تا ۳ کیلومتر	بیش از ۳۰۰ تا ۱۵ کیلومتر
۱۴	نفوذ پذیر خاک	رس لوم، شن لوم، رس	لوم رس، شن مارن	شن رس، رس، مارن
۱۵	فاصله از شهر	۱۵ تا ۳ کیلومتر	۱۵ تا ۲۰ کیلومتر	بین ۵۰۰ متر تا ۳ کیلومتر
۱۶	فاصله از نقاط تورست	بیش از ۱۵۰۰ متر	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	کمتر از ۱۰۰۰ متر
۱۷	فاصله از نقاط جمعیت	بیش از ۳ کیلومتر	۳ تا ۲ کیلومتر	بین ۲ تا ۵ کیلومتر
۱۸	کاربر اراض	بایر	مرتع ضعف و علفزار	دارای کاربری درجه ۲ کشاورز
۱۹	مناطق حفاظت شده	بیش از ۵۰۰ متر	۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	کمتر از ۱۵۰ متر
۲۰	فاصله از راههای در دسترس	۵۰۰ تا ۸۰۰ متر	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	بیش از ۱۰۰۰ متر

ماتریس زوجی مربوط به زمین شناسی

۳	۱	سنگ شناسی
۱	$\frac{1}{3}$	فاصله از گسل

وزن دهی معیارها و ضوابط

از بین روش های وزن دهی، روش تحلیل سلسه مراتبی (AHP) برای وزن دهی متغیرها استفاده گردیده است. در پژوهش حاضر علی رغم وجود برخی از استانداردهای لازم در ارتباط با وزن دهی معیارها، به جهت کاربردی تر شدن پژوهش و بومی سازی مقادیر اوزان با شرایط واقعی شهر شوشتر، نوعی تعدیل مقادیر با استفاده از نظرات کارشناسان انجام یافته است در واقع از دانش کارشناسی برای وزن دهی به ضوابط و کلاس های مناسب هر معیار استفاده شده است. از آنجا که در روش (AHP)، بیشتر از نظر کارشناسان استفاده می شود نسبت به سایر روش های وزن دهی، مفیدتر می باشد و برای کاهش اشتباه در وزن دهی، میزان نرخ سازگاری آنها در محیط IDRISI محاسبه شده و پس از اطمینان از سازگاری، اوزان بدست آمده جهت تحلیل در منطق فازی بکار گرفته شدند.

ماتریس مقایسه زوجی مربوط به هواشناسی

عامل	میانگین بارش سالانه	میانگین درجه حرارت	حداکثر بارش ۲۴ ساعته	تبخیر
میانگین بارش سالانه	۱	۲	۲	۳
میانگین درجه حرارت	$\frac{1}{2}$	۱	$\frac{1}{2}$	۲
حداکثر بارش ۲۴ ساعته	$\frac{1}{2}$	۱	۱	۱
تبخیر	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	۱

ماتریس زوجی مربوط به خاکشناسی

عامل	شیب	فرسایش	رده بند خاک
شیب	۱	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۵}$
فرسایش	۳	۱	$\frac{۱}{۵}$
رده بند خاک	۵	۵	۱

ماتریس مقایسه زوجی مربوط به هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی

عامل	فاصله از آب سطحی	عمق آب زیرزمینی	نفوذ پذیری	نوع آبخوان	کیفیت آب زیرزمینی
فاصله از آب سطح	۱	۱	۲	۲	۳
عمق آب زیرزمینی	۱	۱	۲	۲	۲
نفوذ پذیری خاک	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۱	۲	$\frac{۱}{۲}$
نوع آبخوان	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۱	$\frac{۱}{۲}$
کیفیت آب زیرزمینی	$\frac{۱}{۲}$	۲	۲	۱	۱

ماتریس زوجی مربوط به سایر موارد

عامل	راههای دسترسی	کاربری اراضی	نقاط توریستی	نقاط جمعیتی	مناطق حفاظت شده
راههای دسترسی	۱	$\frac{۱}{۳}$	۳	۳	۲
کاربر اراضی	۳	۱	۳	۱	۱
نقاط توریستی	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۳}$	۱	۵	۳
نقاط جمعیتی	$\frac{۱}{۳}$	۱	$\frac{۱}{۵}$	۱	$\frac{۱}{۳}$
مناطق حفاظت شده	$\frac{۱}{۲}$	۱	$\frac{۱}{۳}$	۲	۱

ماتریس مقایسه زوجی مربوط به گروهها

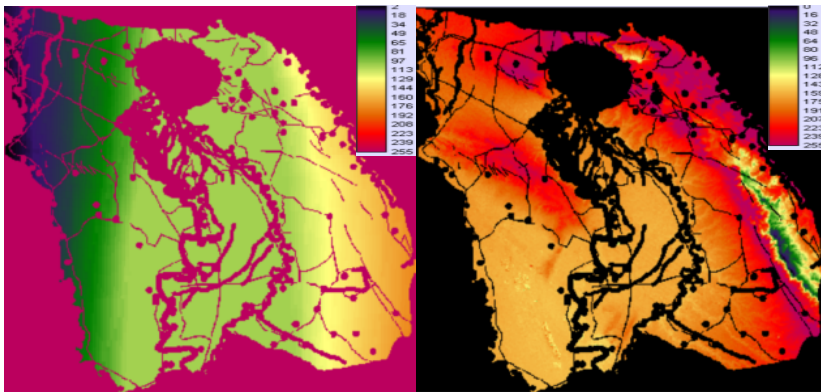
عامل	هواشناسی	هیدرولوژی	خاک شناسی	زمین شناسی	سایر
هواشناسی	۱	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	۱
هیدرولوژی	۷	۱	۱	۳	۵
خاک شناسی	۵	۱	۱	۱	۳
زمین شناسی	۵	$\frac{1}{3}$	۱	۱	۱
سایر	۱	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	۱	۱

**ترکیب و تلفیق لایهها اطلاعات و تعیین مکانهای مناسب دفن زباله در هر مدل**

پس از آماده سازی لایههای اطلاعاتی، نوبت به مرحله تلفیق اطلاعات براساس مدل‌های تلفیقی است. مدل‌های تلفیقی براساس توابع و عملگرهای موجود در آنها به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. دو نوع مدل‌های به کار رفته در این پژوهش شامل مدل‌های بولین و مدل فازی می‌باشند. مدل بولین تنها به منظور حذف مناطق نامناسب از نقشه نهایی مورد استفاده قرار گرفته است. به منظور استفاده از مدل بولین در مکان‌یابی با توجه به شرایط مطلوب برای مکان دفن زباله، لایه‌های که در مراحل قبلی تهیه شدند به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی، ارزش صفر و یک نسبت داده شد و در جدول اطلاعات توصیفی لایه‌ها وارد گردید. پس از تبدیل لایه‌ها به حالت رستر، براساس وزن صفر و یک کد گرفته و کلاس بندی شدند که عدد یک نشانگر برقرار شرایط مناسب و عدد صفر نشانگر عدم برقرار شرایط مناسب جهت دفن زباله می‌باشد. سپس با استفاده از ابزار Raster Calculator و با عملگر AND، لایه‌ها با هم تلفیق شدند. در منطق بولین تنها یک حد مشخص وجود دارد (صفر یا یک) که جهت اعمال معیار مورد نظر کافی است.

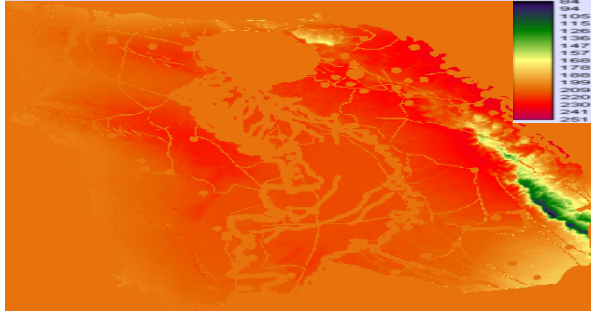
تلفیق لایه‌ها در هر مدل بدون در نظر گرفتن ارزش هریک از لایه‌های اطلاعات و واحد مربوط به آنها نمی‌تواند نتایج درستی را در برداشته باشد لذا در این پژوهش علاوه بر مدل بولین با ساختار صفر یک، مدل AHP با وزن دهی متناسب به هریک از لایه‌ها نیز بکار رفته است تا بتواند تحلیل مقایسه ای بین این دو روش را ارائه داد. (نیرآبادی ۱۳۸۶) در منطق فازی هیچ معیاری مناسب و مطلق در نظر گرفته نمی‌شود و مسئله قطعت موجود در بولین وجود ندارد. به همین دلیل وزن‌های داده شده نه صفر است نه یک، بلکه بن صفر و یک متغیر است. پس از وزن پذیری با روش AHP، در قالب مدل منطق فازی و استفاده از توابع عضویت، لایه‌ها با هم ترکیب و تلفیق گردیدند. هدف استفاده از توابع عضویت برای هر معیار اعمال وزن دهی تدریجی و پیوسته برای آن معیار می‌باشد. در واقع وزن هر پیکسل منوط به مقدار عضویت آن پیکسل در مجموع فازی تعیین می‌گردد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و جمع بندی منابع در اصل شامل تقسیم عوامل طبیعی و انسانی به عناصر قابل فهم برای نرم افزار مورد نظر که بتواند به توان و محدودیت منابع سرزمین برای کاربری مورد نظر پی ببرد. جهت انجام مکان‌یابی و ادغام نمودن نقشه‌ها می‌بایست لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی نرمال شود. یعنی لایه‌ها با استفاده از قواعد تصمیم‌گیری به مقیاسی تبدیل شود که بتوان آنها را با یکدیگر ادغام کرد.

شکل ۱: لایه‌های نرمال شده تبخر و میانگین درجه حرارت



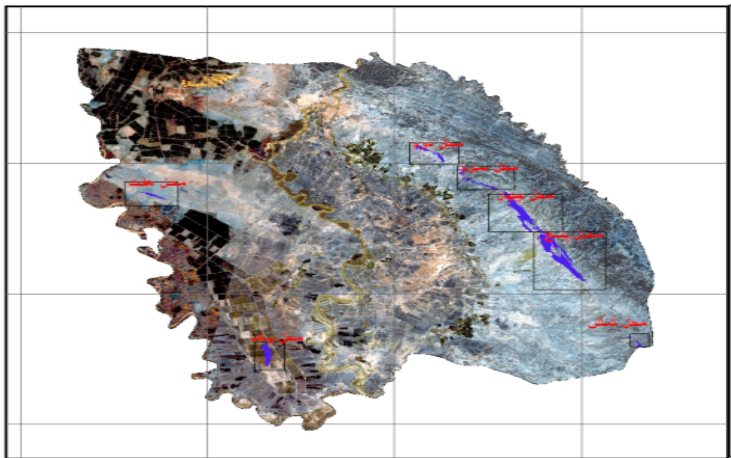


شکل ۲: تلفیق لایه های هواشناسی



در منطق فازی: هر لایه به صورت طیفی از مناطق مطلوب تا نامطلوب اعمال می شود. برای ورود لایه ها به فازی معیارها را به ۵ گروه اصلی ۲۰ گروه فرعی تقسیم شده و تمام لایه ها را با اعداد ۱ تا ۳ نرمال سازی شده یعنی براساس درجه مطلوبیت، به مناطق خوب ۳، به مناطق متوسط ۲ و به مناطق ضعف اعلق گرفت. جدول شماره (۲) مثلاً در گروه هیدرولوژی عمق آب زیرزمینی (بیش از ۱۶ متر) درجه خوب (۱۶-۹ متر) (درجه متوسط (کمتر از ۹ متر) به درجه ضعیف تقسیم شدند.

شکل ۳: تصور ماهواره ای نقاط انتخاب



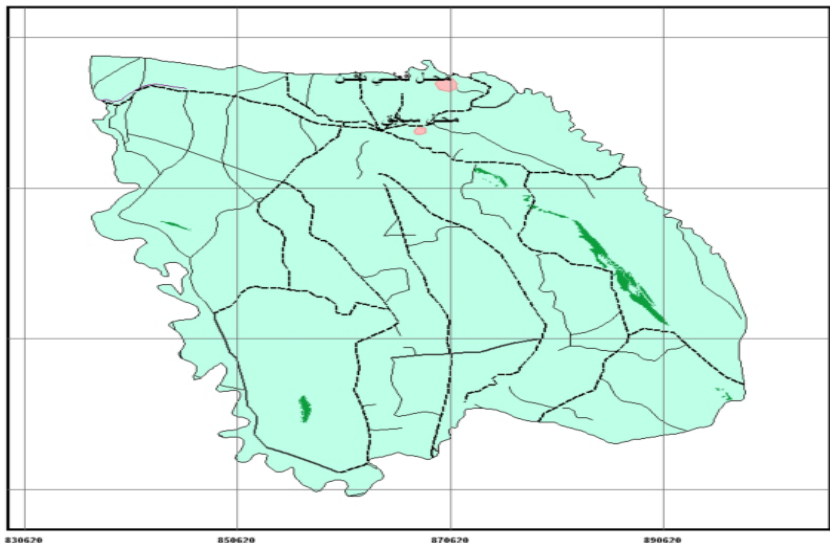
## استخراج مناطق مناسب

بعد از آنکه لایه‌ها با هم تلفیق و ترکیب شدند برای هر گروه یک لایه استخراج شد که این لایه از ترکیب تک تک اعضا هر گروه بدست آمده است. مثلاً تلفیق لایه‌ها هواشناسی (شکل شماره ۲) (میانگین بارش سالانه، حداکثر بارش ۲۴ ساعت، میانگین درجه حرارت، تبخیر) تلفیق لایه‌های زمین شناسی (گسل و لیتولوژی) تلفیق لایه‌های هیدرولوژی و هیدروژئولوژی (نوع آبخوان، آبهای سطحی، عمق و کیفیت آبها زیر زمینی، نفوذپذیری خاک) سایر موارد (راهها دسترسی، کاربری اراضی نقاط توریستی، نقاط جمعیتی، مناطق حفاظت شده).

## تلفیق نهایی لایه‌ها

بعد از اینکه پنج لایه اصلی گروهها و زیرگروههای آنها مشخص شدند در مرحله بعد به ترکیب و تلفیق لایه‌ها نهایی پرداخته شد. ابتدا وزن معیارها اصلی را نسبت به هم مشخص کرده سپس لایه‌ها با هم تلفیق و نتیجه نهایی حاصل شد. در تصور نهایی (شکل شماره ۳) دیده می‌شود که از نظر درجه تناسب شرق منطقه دارای بالاترین حساسیت است.

شکل شماره ۴ نقشه مقایسه ای مکان سابق با مکان‌های منتخب



## تحلیل نقاط انتخابی

بعد از اینکه نتیجه نهایی بدست آمد برای اینکه بتوان نقاط را بهتر تحلیل کرد لکه‌های انتخابی به هفت محل تقسیم شدند و با توجه با معیارهای مکان‌یابی به بررسی این نقاط پرداخته شد. محل دفن در شهرستان شوشتر در ۲۰ کیلومتر شهرستان، محور شوشتر- دهستان عقل، ۵ کیلومتر رودخانه کارون و سه هزار متری روستای پیردالو واقع شده است. ویژگیهای طبیعی محل دفن عبارتند از: درجه حرارت ۲۵ درجه، حداکثر بارش ۲۴ ساعته ۸۹ میلی‌متر، تبخیر ۳۰۰۰ گرم، عمق آب زیرزمینی ۲-۸ متر، از نظر سازند زمین شناسی در عضو لهبری قرار دارد. فرسایش در این قسمت زیاد است از نظر کاربری زمین بابر است. ویژگیهای طبیعی منطقه نشان می‌دهد که منطقه از شرایط مناسب برای دفن برخوردار نیست.

## نتیجه گیری

امروزه افزایش مواد زائد جامد به عنوان یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های جوامع بشری مطرح است. افزایش حجم زباله‌ها از یک سو و تنوع و گوناگونی آنها از سوی دیگر و همچنین گسترش علوم و فن‌آوری در زمینه‌های مختلف شیمی، فیزیک و پزشکی موجب ورود انواع زباله‌های خطرناک حتی داخل زباله‌های خانگی شده است. این امر موجب می‌شود دیگر سیستم‌های جمع‌آوری و دفن سنتی زباله‌ها جوابگو نباشد و نمی‌توان از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از انواع زباله‌ها مانند زباله‌های شیمیایی، میکروبی و رادیواکتیو جلوگیری کرد.

پس از بررسی‌های بعمل آمده با توجه به مشاهده‌های میدانی، محل دوم دارای بیشترین ارجحیت برای دفن می‌باشد. به دلیل وجود رودخانه کارون در نزدیکی محل انتخابی شهرداری و طغیانی بودن این رودخانه احتمال به زیر آب رفتن منطقه بسیار زیاد است شهرداری برای جلوگیری از این مشکل مجبور به ساخت دیوار بتونی است که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. اما محل منتخب به دلیل دوری از رودخانه و واقع شدن بر روی پی سنگ آغاچاری، بالا بودن عمق آب‌های زیرزمینی و بدلیل نزدیکی به شهر و در دسترس بودن جاده اصلی، زمینهای اطراف محل بابر می‌باشد که از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است. بعد از آن محل‌های سوم، چهارم، پنجم و اول به ترتیب دارای اولویت هستند. محل‌های ششم و هفتم فاقد شرایط مناسب برای دفن می‌باشند.

جدول شماره ۳: نقاط انتخابی

محل ۱	محل ۲	محل ۳	محل ۴	محل ۵	محل ۶	محل ۷
۵۲۴۸X Y59 31	۵۷۴۸X Y59 31	X=59 31 Y=56 31	X=31 51 Y=59 48	۴۹۳۱ ۵۴۳۱	۴۹۱۰ ۴۳۳۱	۴۸۳۹ ۵۵۳۱
جنوب غربی شوشتر - اهواز	شمال شرقی شهرستان	غرب شهرستان	شرق و ۲ کیلومتری جاده شوشتر - مسجد سلیمان	شرق شهرستان	شرق شهرستان	شمال شرق شهرستان
۲۵ کیلومتری شهر	۱۰ کیلومتری شهر و ۵ کیلومتری جنوب	۱۵ کیلومتری غرب و جنوب پنج میل	۲۲ کیلومتری شهر و جنوب روستای آب گنجی	۲۴ کیلومتری شهر	۴۵ کیلومتری شهر	۲۲ کیلومتر از مرکز شهر
رسوبات حاضر	سازند آغاچاری	سازند آغاچاری	سازند آغاچاری	سازند آغاچاری	سازند آغاچاری - عهد حاضر	سازند بختیاری - کواترن - لهریزی
کم	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	شدید	متوسط
تاحدی شور	شور	شور	شور	شور	شور و تا حدی شور	شور و قابل شرب
۸۲ متر	۱۵ - ۳۰ متر	۱۵ - ۳۰ متر	۱۵ - ۳۰ متر	۱۵ - ۳۰ متر	۱۵ - ۳۰ متر	۲ - ۸ متر
زراعی در دشت	بایر	مرعی متوسط	بایر	بایر	بایر	زراعی
۸۲	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۱۰۲	۷۳
۱۵۶	۱۷۹	۱۷۴	۱۸۰	۱۸۳	۲۰۰	۱۶۶
۲۶	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۶	۲۵
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۹۹۰	۲۹۵۰	۲۸۲۵	۲۵۵۸
۷ کیلومتری جاده آسفالت	کنار جاده اصلی	کنار جاده اصلی	کنار جاده اصلی	مسیر جاده شوشتر مسجد سلیمان	کنار جاده اصلی	۲۲ کیلومتری جاده اهواز - شوشتر



## راهبردهای ارتقای و بهبود مدیریت پسماند

مدیریت پسماندها یکی از گام‌های مهم برای ارتقای وضعیت مدیریت مواد زائد جامد در سطح کشور می‌باشد و تغییر الگوی مصرف مردم از طریق آموزش و فرهنگ‌سازی در خصوص خرید و استفاده از اجناس بادوام، تهیهی مواد غذایی به اندازه‌ی مصرف، تفکیک، بازیافت و استفاده‌ی مجدد از مواد، تجهیز ناوگان جمع‌آوری و حمل و نقل زباله و استفاده از سیستم‌های جدید و بهداشتی را از جمله مهم‌ترین راه‌های بهبود وضعیت مدیریت مواد زائد جامد شهری می‌باشد. ارتقای اراییه‌ی خدمات شهری توسط شهرداری به شهروندان و بالا رفتن کیفیت زندگی ساکنان محدوده‌های طرح جامع مدیریت پسماند، اجرای مدیریت پسماند در شهرداری به شکل نوین و علمی، اراییه‌ی راهکارهای مناسب و طراحی سیستم‌های مدیریت پسماند برای هر یک از مراحل تولید، ذخیره‌سازی موقت و جمع‌آوری، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و همچنین دفع نهایی پسماندهای شهری مهم‌ترین نتایج اجرای مدیریت پسماند می‌باشد.

## پیشنهادهای

- مواردی چند از راهکارهای اساسی که قطعا در بهینه سازی مدیریت زایدات شهری موثر است به شرح زیر باید مورد توجه قرار گیرد.
- انجام مطالعات لازم جهت بررسی وضعیت جمع آوری و دفع زباله با توجه خاص بر اصول تولید زباله کمتر
  - تهیه مقدمات تدوین، اراییه و تصویب قوانین و استانداردهای لازم در این زمینه با توجه خاص بر مواد زاید سمی و خطرناک بویژه زباله مراکز بهداشتی درمانی
  - برگزاری سمینارها و آموزش‌های لازم جهت کادر خدمات شهری
  - تامین اعتبارات لازم جهت بهبود بهداشت محیط شهری از طریق توسعه صنایع بیوکمپوست
  - انجام اقدامات اساسی در جهت تامین ماشین آلات مورد نیاز به منظور مکانیزه نمودن روش‌های جدید جمع آوری و دفع مواد زاید
  - انجام هماهنگی‌های لازم جهت تامین اعتبارات مورد نیاز جهت احداث کارخانه‌های بیوکمپوست و بازیافت از مبدأ تولید از طریق سیستم بانکی کشور

- تهیه دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌های لازم جهت بهبود مدیریت مواد زاید جامد و جلوگیری و ممانعت از بازیافت غیر بهداشتی مواد زاید در شهرها

## منابع و ماخذ

۱. حیدرزاده، نیما (۱۳۷۹) مکان‌یابی محل دفن مواد زاید شهری با استفاده از GIS برای شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنما دکتر احمد باد کوبی
۲. سازمان حفاظت محیط زیست. (۱۳۸۳). قانون مدیریت پسماندها. معاونت محیط زیست انسان
۳. شکرایی، علی. (۱۳۸۱). مطالعات زیست محیطی در جهت انتخاب محل مناسب برای دفن زباله‌های شهرسازی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۴. شهرداری شهرستان شوشتر، دفتر فنی مهندسی. (۱۳۸۵). طرح جابجایی محل دفن مواد زاید
۵. عبدلی، محمدعلی. (۱۳۷۹). مدیریت دفع و بازیافت مواد زاید جامد شهری در ایران. انتشارات سازمان شهرداریها.
۶. محمودی، مهناز، (۱۳۸۶). معرفی و بررسی مزایا و معایب مدل‌های تلفیق (مدل منطق بولین، مدل‌ها شاخص همپوشان نقشه، مدل‌ها منطق فازی در GIS. دانشگاه شمال.
۷. نیر آبادی، هادی و سید مسعود میررحیم. (۱۳۸۶). مدیریت مواد زائد شهری با استفاده از GIS. دانشگاه شمال.

## یادداشتها

- <sup>1</sup> malzaski
- <sup>2</sup> Consistency ratio
- <sup>3</sup> Boolean
- <sup>4</sup> fuzzy