

مکان یابی دفن پسماندهای زاید شهری با تاکید بر معیارهای زیست محیطی و اقتصادی در مناطق شمالی ایران (مطالعه موردی: شهرستان آستارا)

رقیه بنی اسدی^{۱*}

Roghayeh.baniasadi@yahoo.com

سید سعیدرضا احمدی زاده^۲

بهروز اعتباری^۳

علیرضا قمی معتضه^۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: شرایط خاص شهرهای شمالی ایران لزوم یک مکان یابی صحیح برای دفن زباله را افزایش می دهد که هدف اصلی این مطالعه است. از آنجایی که مواد زاید جامد جز جدایی ناپذیر زندگی انسان ها بوده و تولید انواع این زائدات در کمیت ها و کیفیت های مختلف از بزرگترین معضلات زیست محیطی عصر حاضر می باشد، اولین و مهم ترین قدم در امر مدیریت پسماند، یافتن مکان مناسب جهت دفن می باشد. امروزه سیستم های اطلاعات جغرافیایی به طور گسترده در برنامه ریزی های زیست محیطی مورد استفاده قرار می گیرند. **روش بررسی:** در این مطالعه عوامل جهات جغرافیایی، آب های سطحی، گسل ها، مناطق حفاظت شده، خاک شناسی، زمین شناسی، سکونتگاه ها و کاربری اراضی، در قالب معیارهای زیست محیطی و عوامل فاصله از جاده اصلی و فرعی، شیب و ارتفاع از سطح دریا در قالب عوامل اقتصادی مورد مطالعه قرار گرفتند.

نتیجه گیری: پس از اولویت بندی عوامل به روش تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از نظرات متخصصان و تلفیق آن ها در محیط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی سه مکان مناسب برای دفن زباله انتخاب شد. سپس مساحت زمین مورد نیاز برای دفن زباله در این شهرستان محاسبه و با توجه به مساحت محاسبه شده مناسب ترین مکان پیشنهاد گردید.

واژه های کلیدی: زباله، سیستم اطلاعات جغرافیایی، معیار زیست محیطی، معیار اقتصادی، آستارا.

۱- * (مسئول مکاتبات): دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۲- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳- کارشناس اداره آب شهرستان بیرجند، بیرجند، ایران.

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

Landfill site selection with emphasis on environmental and economical factors in northern Iran (Case study: Astara Township)

Roghaye Baniasadi ^{1*}

[*Roghaye.baniasadi@yahoo.com*](mailto:Roghaye.baniasadi@yahoo.com)

Seyed Saeedreza Ahmadizade ²

Behrooz Etebari ³

Alireza Qomi ⁴

Abstract

Background and Objective: The crucial condition of northern cities in Iran, increases the necessity for a proper landfill site selection. Solid waste is an inseparable part of human life and in its production in different quantities and qualities is the biggest environmental problem at present. The first and the most important step towards waste management, is finding a suitable place for landfilling. Today, geographic information systems are widely used in environmental planning.

Method: In this study, the geographical directions, surface water, faults, protected areas, soil, geology, distance from settlement and land use are investigated in terms of effective environmental factors while distance from main roads, distance from byway, slope and elevation are explored in terms of economical factors.

Conclusion: After prioritization of factors with the help of experts' idea and combining them in ArcGIS9.2, three appropriate locations were selected. Afterwards, the suitable size of the landfill site needed for the city was calculated, and considering the needed size, the final location for landfill was proposed.

Keywords: Waste, GIS, Environmental standards, Economical factors, Astara

1- MSc Graduated of Environmental Engineering, Birjand University, Birjand, Iran.* (*Corresponding Author*)

2- Assistant Professor Department of agricultural science, Birjand University, Birjand, Iran.*

3- Expert of water management, Birjand, Iran.*

4- MSc Graduated of forestry engineering, Gilan University, Gilan, Iran.

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت و افزایش شهرنشینی در کنار کاهش منابع تجدیدناپذیر و قرار گرفتن این منابع در معرض ضایعات سمی و خطرناک از بزرگ‌ترین مشکلات محیط زیست می‌باشد که جهت حفظ زندگی انسان‌ها باید این معضلات بر طرف شوند (۱). امروزه روش‌های جدیدی برای دفن پسماند شهری ایجاد شده است و بازیافت مواد و انرژی، و استفاده مجدد از مواد، در صدر برنامه‌های نظام مدیریت پسماند شهری قرار دارد. به نظر می‌رسد که در سال‌های آتی دفن بهداشتی به عنوان یک روش اصلی و اقتصادی در کشورهای در حال توسعه باید مورد توجه مهندسان و مقامات شهری قرار گیرد (۲). به جرات می‌توان گفت که یک مکان‌یابی صحیح می‌تواند بیش از نیمی از نگرانی‌های موجود در یک محل دفن را مرتفع سازد (۳). دفن زباله یک روش رایج برای دفع مواد زاید شهری می‌باشد که در بسیاری از جوامع و کشورها چندین سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴ و ۵).

بسیاری از شهرهای شمالی ایران مانند آستارا هر ساله پذیرای تعداد زیادی از مسافران در فصول مختلف سال می‌باشند، این امر میزان پسماندهای جامد این شهرها را بسیار بالا می‌برد. با وجود ضرورت‌های بسیار در شهرستان آستارا تا به حال مطالعات جامعی برای مکان مناسب دفن زباله نشده است. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و GIS^۱ و سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (DSS) در مکان‌یابی دفن زباله و مواد زاید جامد شهری از جمله روش‌های نوین و سریع جهت مکان‌یابی دفن زباله محسوب می‌شود (۶). این سیستم می‌تواند دقت تغییرات را کنترل نموده و سپس نقشه و جداول مربوطه را به روز نماید (۷).

در دنیای امروز، اغلب مسایلی که برای تصمیم‌گیری به مدیران عرضه می‌شود و حتی مسایل روزمره هر کدام از ما، دارای ابعاد متنوعی است و با چند متغییر فرموله می‌شود. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مسئله یا مشکل را به قسمت‌های قابل فهم کوچک‌تری تقسیم و هر قسمت را به طور مستقل ارزیابی می‌نماید (۸). فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره است که اولین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰، جهت تخصیص منابع کمیاب و نیز جهت

نیازهای برنامه‌ریزی برای ارتش معرفی شد (۹). فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی ساختار و چارچوبی جهت همکاری و مشارکت گروهی فراهم می‌نماید. این روش همچنین میزان ناسازگاری تصمیم را نیز نشان می‌دهد که از مزایای برجسته این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره است (۱۰).

نیلچیان (۱۳۸۱) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی مراکز جمع‌آوری و تفکیک زباله با GIS در منطقه ی ۲۲ تهران با شناسایی کاربری‌های خدمات عمومی در منطقه، مانند تجهیزات و خدمات شهری و عمومی، معیارهایی چون شیب زمین و اکولوژی طبیعی و مالکیت، نقاط حساس را جدا کرد و در میان نقاط باقی مانده با استفاده از شاخص وزن‌دهی گزینه‌های دارای بیش‌ترین امتیاز را انتخاب کرد. خورشیدی و همکاران (۱۳۸۸) به مکان‌یابی دفن زباله با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP^۲) پرداختند و از بین ۹ مکان مجاز برای دفن زباله در شهر بناب بهترین مکان را انتخاب نمودند.

ماهینی و غلامعلی فرد (۲۰۰۶) با استفاده از روش ارزش‌دهی چند معیاره که ترکیب وزنی خطی نامیده می‌شود در محیط GIS به ارزیابی مکان مناسب برای دفن زباله در شهر گرگان پرداختند.

Nishanth و همکاران (۲۰۱۰) در کشور هند اقدام به مکان‌یابی دفن زباله با استفاده از GIS^۱ و RS^۳ نمودند. آن‌ها در مطالعه خود علاوه بر GIS از تصاویر ماهواره‌ای نیز استفاده کردند و اعلام کردند که GIS وسیله‌ای خوب و عالی برای آنالیز و بررسی موجودیت محیط زیست می‌باشد و RS در فراهم کردن نگاهی مختصر به یک منطقه بزرگ بسیار کارآمد است.

Sehnaz و همکاران (۲۰۱۰) در ترکیه با استفاده از ترکیب AHP و GIS به بررسی مکان مناسب برای دفن زباله پرداختند. آن‌ها در این کار از ۹ لایه اطلاعاتی استفاده کردند و در نهایت بر اساس این اطلاعات منطقه‌ی مورد مطالعه را به ۴ طبقه مناسب، متوسط، نامناسب و خیلی نامناسب طبقه‌بندی کردند. مطالعه آن‌ها نشان داد که ۷۳٪ منطقه برای دفن زباله نامناسب می‌باشد.

با توجه به این که محدودیت‌های فراوانی برای انتخاب مکان دفن زباله در مناطق شمالی ایران وجود دارد که از جمله می‌توان به تراکم بسیار بالای جمعیت و مناطق مسکونی و همچنین سطح بالای آب‌های زیرزمینی اشاره کرد انتخاب مکانی که بتواند از هر لحاظ مناسب باشد بسیار مشکل و پیچیده است. هدف اصلی این تحقیق یافتن بهترین مکان برای دفن زباله در شهرستان آستارا با توجه به محدودیت‌های یاد شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

شهرستان آستارا در ساحل غربی دریای خزر و در شمالی‌ترین نقطه استان گیلان و آخرین نقطه مرزی ایران و جمهوری آذربایجان واقع شده است. ارتفاع از سطح دریاهای آزاد در این شهرستان حداقل ۲۷- متر و حداکثر ۱۹۰۸ متر می‌باشد و میزان ارتفاع از سطح دریای خزر در مرکز شهر ۴ متر است. مساحت این شهرستان بالغ بر ۳۳۰ کیلومتر مربع است و با توجه به نقشه جغرافیایی، این شهرستان در ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی و در ۳۸ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی از خط استوا واقع شده است. در این مطالعه عوامل جهات جغرافیایی، آب‌های سطحی، گسل‌ها، مناطق حفاظت شده، خاک شناسی، زمین‌شناسی، سکونتگاه‌ها و کاربری اراضی، در قالب معیارهای زیست محیطی و عوامل فاصله از جاده‌های اصلی، فاصله از جاده‌های فرعی، شیب و ارتفاع از سطح دریا در قالب معیارهای اقتصادی مورد ارزش‌گذاری و مقایسه قرار گرفت.

جهت باد در حوزه مورد بررسی قابل توجه می‌باشد، زیرا زیستگاه‌ها یا محل سکونت افراد نباید تحت تاثیر بوی منتشر شده از محل دفن زباله باشد. شیب زمین و ارتفاع آن از پارامترهای اساسی برای ساختار یک مکان دفن می‌باشد. مناطقی با ارتفاع و شیب زیاد برای مکان دفن مناسب نمی‌باشد، بهترین مکان برای دفن زباله مکانی است که از اطراف توسط تپه‌هایی احاطه شده باشد (۱۶). عامل دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد فاصله مکان دفن از راه‌ها است که از چندین دیدگاه قابل بررسی است. نخست از نظر زیبایی و حفظ بهداشت و سلامت شهروندان، باید از احداث مکان دفن زباله در مجاورت راه‌ها اجتناب نمود. از طرف دیگر به منظور رعایت معیارهای زیست محیطی و جلوگیری از لطمه خوردن به

زیبایی محیط لازم است محل دفن پسماندها حریم مشخص تا راه‌های دسترسی داشته باشند. همچنین به منظور کاهش هزینه حمل و نقل و زمان، مکان‌های دفن زباله نباید فاصله زیادی تا راه‌ها داشته باشند (۱۷). از آن جا که منطقه مورد مطالعه دارای مناطق حفاظت شده می‌باشد که منابع زیست محیطی مهمی را در خود حفظ می‌کند، طبق قوانین زیست محیطی این مناطق مکان مناسبی برای دفن زباله نیست و دفع مواد زاید شهری در کم‌تر از ۲۵۰ متری این مناطق ممنوع می‌باشد. فاصله از مراکز جمعیتی نیز از دو دیدگاه قابل بررسی است. نخست به لحاظ حفظ بهداشت و سلامت انسان‌ها، محل دفن پسماندها باید در خارج از مراکز جمعیتی و صنعتی قرار گیرد. از سوی دیگر به منظور کاهش هزینه‌های حمل و نقل و صرفه‌جویی در زمان، نباید فاصله زیادی تا مراکز شهری و صنعتی داشته باشد (۱۸). معمولا خاک لایه پوششی برای سنگ بستر محسوب می‌شود که هر چه غیر قابل نفوذتر باشد، از ورود شیرابه به داخل زمین بیش تر جلوگیری می‌کند. بهترین خاک پوششی، مخلوطی از خاک با دانه‌بندی درشت و ریز می‌باشد (۱۹). مسایل زمین‌شناسی از جمله ضریب مقاومت سنگ‌ها، مناطق دارای خطر فرسایش، گسل‌ها و... در تعیین مکان دفن زباله دارای اهمیت فراوان می‌باشد. زیرا عامل زمین شناسی منطقه، مستقیماً نوع خاک آن محیط و منطقه را کنترل می‌کند. وجود گسل‌ها به عنوان عامل افزایش‌دهنده نفوذپذیری و همچنین لرزه‌خیزی مورد توجه قرار می‌گیرد (۶). به علت برخی محدودیت‌های زیست محیطی برای مکان دفن زباله این مکان‌ها باید به دقت انتخاب شده و در مکان‌هایی دارای ارزش زیست محیطی بالا قرار نگیرد (۱۵). کاربری اراضی شامل استفاده از اراضی به منظور رفع نیازهای گوناگون انسان می‌باشد. از آن جا که منبع اصلی تامین آب شرب در این شهرستان آب سطحی می‌باشد و این آب‌های سطحی ممکن است توسط حرکت شیرابه‌ها و پسماندها به وسیله باد، باران، و عوامل محیطی آلوده شود، در نتیجه رعایت فاصله مناسب مکان دفن از آب‌های سطحی بسیار مهم و ضروری می‌باشد. از آن جا که ارزیابی این محدودیت‌ها که چند متغیره می‌باشد کاری مشکل است، از تکنیک AHP برای ارزیابی هریک از محدودیت‌ها استفاده گردید زیرا این تکنیک ابزاری قدرتمند برای تصمیم‌گیری در مورد مشکلات پیچیده می‌باشد در این

حداقل ۱۵ تا ۲۰ سال مکان مورد نیاز برای دفن زباله‌ها را تامین نماید. برای یافتن مساحت زمین مورد نیاز که بتواند برای ۱۸ سال اهداف ما را تامین کند، در مرحله اول نرخ رشد جمعیت از آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ تعیین شد. با توجه به نرخ رشد، میزان جمعیت در ۱۸ سال آینده برای شهرستان از طریق فرمول ۱-۳ پیش بینی گردید.

فرمول ۱-۳: محاسبه جمعیت در سال‌های آینده

$$Pt = P0 (1 + r)^t$$

در مرحله بعد به منظور محاسبه‌ی زمین مورد نیاز برای دفن زباله به سه عامل زیر نیاز بود:

۱- متوسط حجم سالانه زباله

۲- برآورد حجم پسماند در ۱۸ سال آینده

۳- محاسبه سطح دفن مورد نیاز

متوسط تولید روزانه زباله در این شهرستان بر اساس پژوهش قلی پور (۱۳۹۰) ۶۸۹۱۰ کیلوگرم در روز اعلام شده است. بنابراین، میزان حجم سالانه زباله بر حسب متر مکعب را می‌توان با ضرب این عدد در ۳۶۵ (تعداد روزهای سال) تعیین کرد. سپس با توجه به چگالی متوسط زباله (۱۴) و با استفاده از فرمول ۲-۳ می‌توان متوسط حجم سالانه زباله را تعیین نمود.

$$\text{فرمول ۲-۳: } \text{چگالی} = \frac{\text{جرم (kg)}}{\text{حجم (m}^3\text{)}}$$

با فرض این‌که نرخ رشد پسماند نیز برابر با نرخ رشد جمعیت باشد، حجم کل زباله در ۱۸ سال آینده به دست می‌آید. در نهایت به منظور محاسبه سطح زمین مورد نیاز برای دفن زباله در ۱۸ سال آینده فرض می‌کنیم که این حجم زباله در لایه‌ای از خاک به عمق ۴ متر دفن شود (۲)، بنابراین با توجه به فرمول شماره ۳-۳ مساحت زمین مورد نیاز برای دفن زباله در ۱۸ سال آینده را می‌توان تعیین نمود.

$$\text{فرمول ۳-۳: } \text{حجم (m}^3\text{)} + \text{مساحت (m}^2\text{)} \times \text{عمق (m)}$$

نتایج

نتایج حاصل از ارزش گذاری درونی عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی بر اساس نظرات کارشناسان و آنالیزهای حاصل از AHP به طور خلاصه در جدول های ۱ و ۲ آورده شده است. در این جدول‌ها ابتدا نام لایه آورده شده است و در زیر آن طبقه بندی هر لایه و ارزش هر طبقه قابل مشاهده است.

روش هر معیار بر اساس اهمیتش نسبت به معیارهای دیگر سنجیده می‌شود. سپس بر اساس مقیاس ۱ تا ۹ که میانگین اهمیت عوامل نسبت به دیگری می‌باشد، تمام عوامل وزن دهی می‌شوند. سپس ارزش‌های آن‌ها محاسبه و ضریب ناسازگاری در صورتی که کم تر از ۰/۱ باشد مورد قبول می‌باشد (۲۰). در این تکنیک از نظرات کارشناسان خبره در این کار استفاده می‌شود. در نهایت وزن هر یک از محدودیت‌ها و ارزشی که نسبت به دیگر عوامل دارد، بوسیله طبقه‌بندی بر اساس اهمیت و قابلیت دسترسی انجام می‌گیرد. در این مطالعه به منظور انجام این مورد، پرسش‌نامه‌ای تهیه و در اختیار کارشناسان خبره در این کار قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا ارزش این عوامل را نسبت به هم به صورت مقایسه دو به دو از نظر خودشان مشخص کنند. در مرحله بعد اعداد موجود در هر یک از پرسشنامه‌ها وارد نرم‌افزار Expert Choice شده و ضریب ناسازگاری آن‌ها محاسبه گردید. ساعتی ۱ مبتکر این روش پیشنهاد نمود که اگر نسبت ناسازگاری هر پرسش‌نامه از ۰/۱ بیشتر باشد، بهتر است تصمیم گیرنده در قضاوت‌های خود تجدید نظر کند. بنابراین با توجه به نظر ساعتی هر پرسشنامه-ای که ضریب ناسازگاری آن بیش از حد مجاز بود از فرآیند کار حذف گردید و از پرسشنامه‌های باقیمانده که اعتبار آن‌ها تایید شده بود، میانگین هندسی گرفته شده و دوباره وارد نرم‌افزار شدند و اعتبارسنجی مجدد بر روی آن‌ها انجام یافت. بعد از ارزش گذاری بیرونی عوامل (مقایسه عوامل با هم) در مرحله بعد اقدام به ارزش گذاری درونی هر کدام از عوامل به روش مشابه گردید. سپس به منظور تلفیق لایه‌ها ابتدا به فرمت Esri Grid تبدیل گردیدند و مقیاس آن‌ها با هم یکسان شد (۱/۱۶۰۰۰) و سپس ضریب اهمیت محاسبه شده در روند ارزیابی چند معیاری، در لایه‌های اطلاعاتی مربوط (تک تک سلول‌های نقشه و طبقات داخلی آن‌ها) توسط نرم افزار ArcGIS 9.2 ضرب شد. سپس با جمع این حاصل ضرب‌ها نقشه مطلوبیت نهایی به دست آمد که در آن مناطق با ارزش-های مختلف برای دفن زباله در شهرستان مشخص گردید.

محاسبه زمین مورد نیاز برای دفن زباله

یکی از موارد بسیار مهم در تعیین مناسب‌ترین مکان برای دفن زباله، مناسب و کافی بودن مساحت آن می‌باشد که بتواند برای

جدول ۱- ارزش گذاری درونی عوامل زیست محیطی

Table 1- Internal evaluation of environmental factors

ارزش ۱	ارزش ۲	ارزش ۳	ارزش ۴	ارزش ۵	ارزش ۶	ارزش ۷	ارزش ۸
۰/۱ < ۵۰۰	۰/۰۳ < ۵۰۰	۲,۲ ۰/۱۲	۰/۱۱ < ۲۵۰	< ۱۰۰ ۰/۰۴	زراعت ابی ۰/۲۰	واحد ۱ ۰/۱۸	S ۰/۲۲
۱۰۰۰-۵۰۰ ۰/۲۵	۱۰۰۰-۵۰۰ ۰/۱۵	۱,۳ ۰/۲۰	۵۰۰-۲۵۰ ۰/۱۵	۲۵۰-۱۰۰ ۰/۱۷	جنگل متراکم ۰/۸	واحد ۲ ۰/۱۱	E ۰/۱۹
۱۵۰۰-۱۰۰۰ ۰/۳۰	۱۵۰۰-۱۰۰۰ ۰/۱۸	۱,۱ ۰/۰۴	۷۵۰-۵۰۰ ۰/۱۸	۵۰۰-۲۵۰ ۰/۲۱	باغ ۰/۱۷	واحد ۳ ۰/۱۳	W ۰/۱۶
۱۵۰۰ > ۰/۳۴	۲۰۰۰-۱۵۰۰ ۰/۲۹	۴,۵,۱ ۰/۳۲	۱۰۰۰-۷۵۰ ۰/۲۳	۷۵۰-۵۰۰ ۰/۲۶	جنگل و باغ ۰/۱۷	واحد ۴ ۰/۰۷	SW/F ۰/۱۳
	۲۰۰۰ > ۰/۳۳	۰/۳۰ .۱	۱۰۰۰ > ۰/۳۰	< ۷۵۰ ۰/۳	مسکونی ۰/۰۲	واحد ۵ ۰/۱۳	N ۰/۱۱
					ج نیمه متراکم ۰/۱۱	واحد ۶ ۰/۱۵	NW ۰/۰۸۵
					دیم ۰/۲۰	واحد ۷ ۰/۰۹	NE ۰/۰۵۶
						واحد ۸ ۰/۱۱	SE ۰/۰۲۸

شناسی، جهات جغرافیایی می باشد و فاصله ها به متر بیان شده است.

در جدول بالا کد های ۱ تا ۸ به ترتیب لایه های فاصله از گسل، فاصله از مناطق مسکونی، قابلیت خاک، فاصله از مناطق حفاظت شده، فاصله از آب های سطحی، کاربری اراضی، زمین

جدول ۲- ارزش گذاری درونی عوامل اقتصادی

Table 2-Internal evaluation of economical factors

شیب (%) ارزش	ف از جاده فرعی ارزش	ف از جاده های اصلی ارزش	ارتفاع از سطح دریا ارزش
۰/۵۹۲ < ۱۰	۰/۰۴۶ < ۵۰ متر	۰/۰۴ < ۲۵۰ متر	۰/۰۹۳ < ۲۶ متر
۰/۱۲۴۲ تا ۲۰	۰/۴۱۱ تا ۱۰۰ متر	۰/۳۵۶ تا ۵۰۰ متر	۰/۲۱۰ تا ۲۶ متر
۰/۱۶۵ < ۲۰	۰/۲۷۶ تا ۱۵۰ متر	۰/۲۸۴ تا ۷۵۰ متر	۰/۲۴۰ تا ۱۰۰ متر
	۰/۲۶۸ > ۱۵۰ متر	۰/۱۹۹ تا ۱۰۰۰ متر	۰/۱۸۵ تا ۲۰۰ متر
		۰/۱۲۲ > ۱۰۰۰ متر	۰/۱۵۰ تا ۵۰۰ متر
			۰/۱۲۲ > ۱۰۰۰ متر

زیست محیطی و به صورت شکل ۲ برای عوامل اقتصادی حاصل گردید.

پس از ارزش گذاری درونی عوامل اقدام به ارزش گذاری برونی عوامل شد. برای انجام این مورد برآیند نظرات کارشناسان وارد نرم افزار شد و نتایج حاصل به صورت شکل ۱ برای عوامل

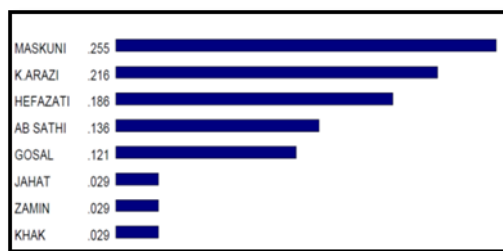


Inconsistency Ratio = 0.0

شکل ۲- نتایج حاصل از AHP (مقایسه معیارهای

اقتصادی)

Figure 2-Results of AHP about economical factors



Inconsistency Ratio = 0.01

شکل ۱- نتایج حاصل از AHP (مقایسه معیارهای

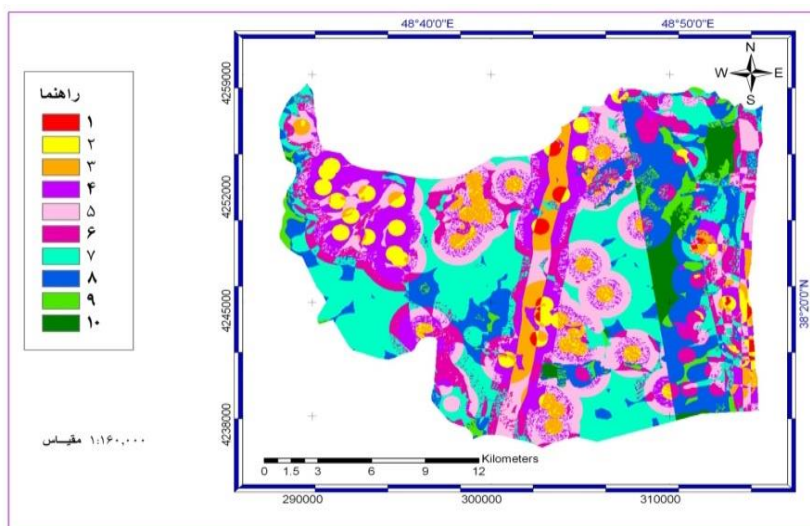
زیست محیطی)

Figure 1-Results of AHP about environmental factors

محیطی و اقتصادی تهیه شد. در این فرمول، ابتدا ضرایب هر کدام از لایه‌ها در خود آن لایه ضرب و سپس این لایه‌ها با هم جمع شدند.

نقشه حاصل، نقشه‌ای متشکل از لایه‌های مورد نیاز منطقه با اعمال ضرایب تاثیر هر یک از لایه‌ها است که نقشه محدودیت‌های زیست‌محیطی در شکل (۳) و نقشه محدودیت‌های اقتصادی در شکل (۴) نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل ۱ و ۲ مشاهده می‌شود در نمودار خروجی از روش AHP در بین معیارهای زیست محیطی، لایه‌ی فاصله از مناطق مسکونی و در بین معیارهای اقتصادی لایه فاصله از جاده‌های اصلی دارای بیش‌ترین اهمیت هستند. به لحاظ ضریب ناسازگاری نیز بر طبق نظر (Saaty, 1980) نتایج حاصل معتبر است. سپس معیارهای زیست محیطی و اقتصادی مورد بررسی با توجه به ارزش‌های به‌دست آمده، در نرم‌افزار ArcGIS9.2 تلفیق شدند و نقشه توان منطقه از لحاظ زیست

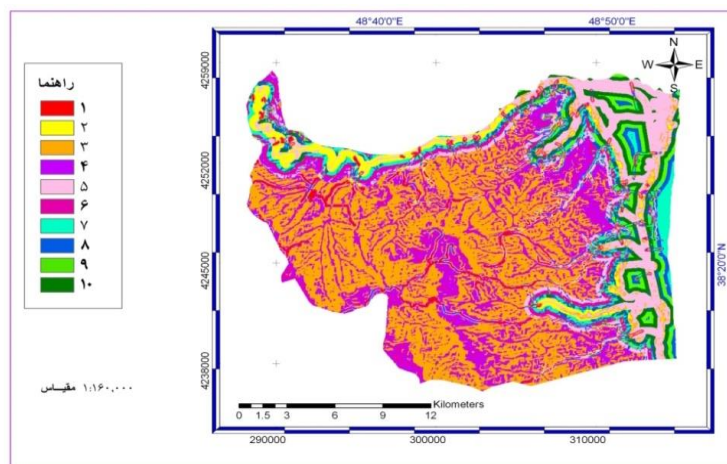


شکل ۳- نقشه محدودیت‌های زیست محیطی

Figure 3- Map of environmental limitations

عدم امکان به دلایلی، می‌توان از مناطق مشخص شده با رنگ سبز کم رنگ نیز استفاده نمود.

در این نقشه همان‌طور که ملاحظه می‌شود مناطقی که با سبز پررنگ (ارزش ۱۰) مشخص شده است، مکان‌های بسیار مطلوب جهت دفن زباله در شهرستان می‌باشند و در صورت



شکل ۴- نقشه محدودیت‌های اقتصادی

Figure 4- Map of economical limitations

توان منطقه محدودیت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی نیز ارزش‌گذاری برونی شد (شکل ۵). همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، محدودیت‌های زیست‌محیطی دارای ارزش بیش تری نسبت به محدودیت‌های اقتصادی در مکان‌یابی مکان دفن زباله می‌باشد.

در این نقشه نیز همان‌طور که ملاحظه می‌شود مناطقی که با سبز پررنگ و (ارزش ۱۰) مشخص شده است، مکان‌های بسیار مطلوب جهت دفن زباله در شهرستان می‌باشند و در صورت عدم امکان به دلایلی، می‌توان از مناطق مشخص شده با رنگ سبز کم رنگ نیز استفاده نمود. و در نهایت برای تهیه نقشه



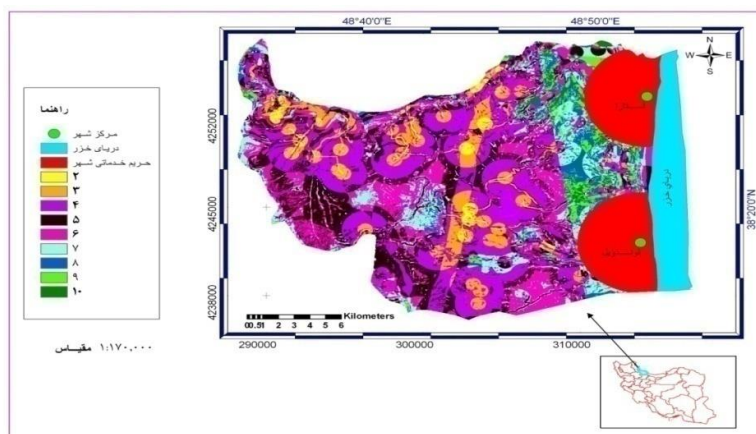
Inconsistency Ratio = 0.0

شکل ۵- نتایج حاصل از AHP (مقایسه محدودیت‌ها)

Figure 5-Results of AHP (Compare of limitations)

خود آن لایه ضرب و سپس این لایه‌ها با هم جمع شدند. و در نهایت نقشه توان منطقه برای مکان دفن زباله در ۱۰ طبقه به صورت شکل ۶ تهیه شد.

سپس عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی مورد بررسی با توجه به ارزش‌های به‌دست آمده با استفاده در نرم‌افزار ArcGIS9.2 تلفیق شدند. در این مرحله، ابتدا ضرایب هر کدام از لایه‌ها در



شکل ۶- نقشه توان منطقه برای احداث مکان دفن زباله

Figure 6- Potential map of area regarding landfill

اقتصادی و زیست‌محیطی پرداخت و این نقطه عطف این تحقیق می‌باشد چرا که بسیاری از محققان برجسته در مکان-یابی محل دفن زباله به شیوه‌های مختلف تلاش نموده و تحقیقات زیادی درباره مکان‌یابی اصولی دفن زباله در ایران و جهان انجام داده‌اند. در این بررسی با توجه به خصوصیات منطقه مورد مطالعه از عوامل شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، فاصله از جاده‌های اصلی، فاصله از جاده‌های فرعی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از مناطق حفاظت‌شده، فاصله از گسل و کاربری اراضی به عنوان عوامل موثر تشخیص داده شد و به دو طبقه معیارهای اقتصادی و زیست‌محیطی تقسیم و مورد استفاده قرار گرفت.

در مطالعات انجام گرفته در خارج از ایران نیز Nishanth و همکاران (۲۰۱۰) در کشور آمریکا عوامل مورد نظر خود را به ۲ طبقه عوامل فیزیکی و اجتماعی-اقتصادی تقسیم نمودند. اما آن‌ها عوامل جهت باد و خاک‌شناسی را در کار خود مورد استفاده قرار ندادند و این از نواقص کار آن‌ها بود. Cao و همکاران (۲۰۰۶) نیز، در مطالعه‌ای تحت عنوان انتخاب بهترین مکان دفن زباله با استفاده از AHP که در کشور چین انجام دادند، فاصله از مناطق مسکونی را به عنوان مهم‌ترین عوامل در تعیین مکان دفن در نظر گرفتند. در این مطالعه نیز به مانند تحقیقات پور احمد و همکاران (۱۳۸۶) در بابلس که منطقه‌ای دارای شرایط مشابه با منطقه مورد مطالعه ما می‌باشد انجام یافت و یا مطالعه Sehnaz و همکاران (۲۰۱۰) در کشور ترکیه، که در منطقه‌ای دارای آب زیرزمینی بالا (مشابه با منطقه مورد مطالعه ما) انجام یافت به دلایل یاد شده از لایه آب‌های زیرزمینی صرف نظر شد. به علاوه قابل ذکر است که منبع اصلی آب آشامیدنی در مناطقی با این شرایط، آب‌های سطحی مانند رودخانه‌های آب شیرین می‌باشد. پیرو مطالب گفته شده، منبع اصلی آب شرب در منطقه مورد مطالعه رودخانه آق چای می‌باشد.

با تلفیق پارامترهای یاد شده در این تحقیق با توجه به ارزش آن‌ها، در نهایت نقشه توان منطقه برای احداث مکان دفن زباله تهیه شد که در این نقشه ۰/۸۵٪ از سطح کل منطقه را مناطق با ارزش بسیار بالا (ارزش ۱۰) و ۱/۷۷٪ منطقه را مناطقی با ارزش پایین (ارزش ۱) برای احداث مکان دفن زباله تشکیل می-

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود مناطقی که با رنگ سبز پررنگ مشخص (ارزش ۱۰) از لحاظ محدودیت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی برای احداث مکان دفن زباله دارای بیشترین ارزش می‌باشند و در صورت عدم امکان، می‌توان از مناطق مشخص شده با رنگ سبز کم‌رنگ (ارزش ۹) نیز استفاده نمود. برای تعیین مساحت منطقه مناسب، در مرحله اول، نرخ رشد جمعیت از آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ تعیین شد. جمعیت شهرستان در سرشماری سال ۱۳۹۰ معادل ۷۹۸۷۴ نفر گزارش شده است. مقایسه آمار سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ متوسط نرخ رشد جمعیت ۲/۶۳٪ را برای این شهرستان نشان می‌دهد. با توجه به نرخ رشد، میزان جمعیت در ۱۸ سال آینده برای شهرستان پیش‌بینی گردید. بر این اساس جمعیت شهرستان در ۱۸ سال آینده برابر ۱۴۵۰۳۵ نفر خواهد بود. با توجه به این‌که متوسط تولید روزانه زباله در این شهرستان، ۶۸۹۱۰ کیلوگرم در روز اعلام شده است (۲۰) بنابراین، میزان وزن سالانه زباله بر حسب مترمکعب را می‌توان با ضرب این عدد در ۳۶۵ (تعداد روزهای سال) تعیین کرد. سپس با توجه به چگالی متوسط زباله (۳۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب) (۱۷) و با استفاده از فرمول ۲-۳ می‌توان متوسط حجم سالانه زباله را در شهرستان تعیین نمود.

$$\text{متوسط وزن سالانه زباله} = ۲۵۱۵۲۱۵ = ۶۸۹۱۰ \times ۳۶۵$$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم (kg)}}{\text{حجم (m}^3\text{)}}$$

$$۸۲۸۴۰۵ \text{ m}^3 = \text{متوسط حجم سالانه زباله}$$

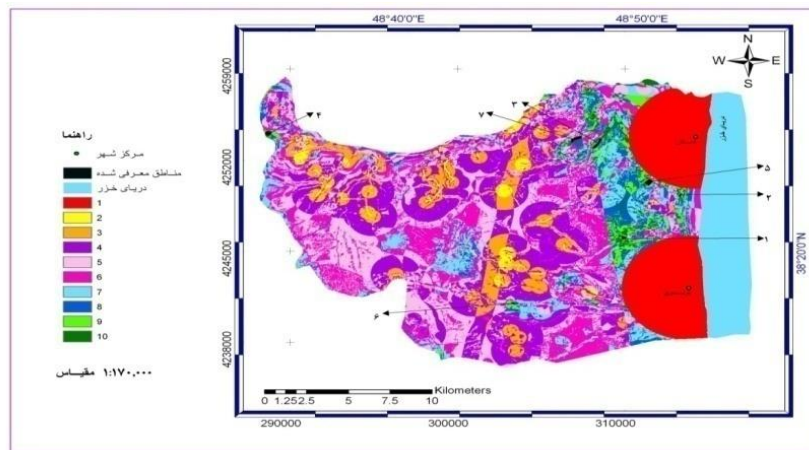
با فرض این‌که نرخ رشد پسماند برابر نرخ رشد جمعیت (۲/۶۳٪) باشد، حجم کل زباله در ۱۸ سال آینده برابر با ۱۰۸۲۱۰ مترمکعب خواهد بود. به منظور محاسبه سطح زمین مورد نیاز برای دفن زباله در ۱۸ سال آینده فرض می‌کنیم که این حجم زباله در لایه‌ای از خاک به عمق ۴ متر دفن شود (۲)، پس در سال ۱۴۰۸ باتوجه به فرمول ۳-۳ به فضایی در حدود ۲۷۰۵۲ مترمربع (تقریباً ۲/۷) هکتار نیاز داریم.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر سعی کرد روشی ابداع کند تا بتواند پیوندی قوی بین عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی در امر مکان‌یابی دفن زباله برقرار کند و برای انجام این امر به وزن‌دهی جداگانه عوامل

شهرستان را در آن دفن کرد. در نهایت پس از تهیه نقشه توان منطقه برای احداث مکان دفن زباله از بین مناطق انتخاب شده با بررسی کلیه و ارزش‌دهی آن با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (شکل ۱۰) از بین مناطق انتخاب شده ۳ منطقه (منطقه ۱ و ۳ و ۷) به عنوان بهترین مکان برای دفن زباله در این شهرستان انتخاب شد.

دهد. با در دست داشتن نقشه‌ای حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی، عوامل موثر در تصمیم‌سازی را می‌توان به صورت بهتری مورد تجزیه تحلیل قرار داد (۲۳). سپس به لحاظ فاکتورهای مختلف مقایسه این مناطق باهم دیگر انجام گرفت تا بهترین آن‌ها تعیین شود. یکی از این فاکتورها مساحت مناطق بود. منطقه مناسب باید منطقه‌ای باشد که بتوان حداقل برای ۱۸ تا ۲۰ سال زباله‌های



شکل ۷ - مناطق پیشنهادی برای مکان دفن

Figure 7- Suggested areas for landfill

منابع

- 5- Mutluturk, M., Karaguzel, R., (2007). The landfill area quality (LAQ) classification approach and its application in Isparta, Turkey. *Environmental and Engineering Geosciences* 13, 229-240.
- 6- حسن پور، س.، عسکری حسن ابادی، ح.، محمودی میمندی، ه. (۱۳۸۹). مکان‌یابی دفع پسماند و حفاظت از محیط زیست با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی شهرستان ابهر). اولین کنفرانس ملی ژئوماتیک نوین در خدمت جامعه. ص ۱-۱۱.
- 7- سنجرى، س. (۱۳۸۸)، راهنمای کاربردی Arc GIS، انتشارات عابد، ۳۴۴ صفحه.
- 8- Saaty, T. L. (1994). The analytical hierarchy process. *Journal of*
- 1- Allen, A.R., Dillon, A.M., Brien, O. M., (1997). Approaches to landfill site selection in Ireland. *Engineering Geology and the Environment*. Balkema. Rotterdam pp1569-1574
- 2- حبیبی، ک. (۱۳۸۴). رساله ی دکتری. توسعه ی کالبد بهسازی و نوسازی بافت های کهن شهری با استفاده از GIS. دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، گرایش برنامه ریزی شهری.
- 3- حیدرزاده، نیما ۱۳۸۲. معیارها و ضوابط مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد. سازمان شهرداری ها و دهیاریها، ۷۰ صفحه.
- 4- Komilis, D.P., Ham, R.K., Stedman, R., (1999). The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: a literature review. *Waste Management and Research* 17, 10-19

- ۱۷- مجلسی، م. و نوری، ج. (۱۳۷۱)، مکان‌یابی و مدیریت محل دفن بهداشتی. سازمان بازیافت و تبدیل مواد، تهران.
- ۱۸- سرتاج، م.، صدوق، م. ب. و جلالوندی، ح. (۱۳۸۶)، کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مکان‌یابی محل‌های دفن پسماند ویژه، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، ص ۲۷۱-۲۸۱.
- ۱۹- نیکنای، م.، حفاظی مقدس، ن. (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از سیستم GIS. فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره ۱، ص ۵۷-۶۶.
- ۲۰- قلی‌پور، فرشته، (۱۳۸۹)، سامان‌دهی دفع مواد زاید جامد شهر استارا، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد رشت، ص ۳۱.
- 21- Cao, I., Yunhuan, Ch., Jingzhang, X., Xiao, Z., Cui, X., (2006). Application of Gray situation Decision Making Theory in site selection of a waste sanitary landfill, China of university of mining and technology. 16(4) pp:393-398.
- ۲۲- پوراحمد، احمد، حبیبی، کیومرث، محمدزهرایی، سجاد، نظری‌عدلی، سعید، (۱۳۸۶). استفاده از الگوریتم‌های فازی و (GIS) برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی شهرستان بابلسر). مجله محیط‌شناسی سال سی و سوم، شماره ۴۲، ص ۳۱-۴۲.
- 23- Shiba, M. (1995) Analytic Hierarchy Process (AHP) - Based Multi-Attribute Benefit Structure Analysis of Road Network Systems in mountainous rural areas of Japan. Journal of Forest Engineering. Vol. 7. No. 1. 10 pp.
- Environmental Pollution. 152 pp: 387-393.
- 9- Malczewski, J. (1999). GIS and multi criteria decision analysis. John Wiley and Sons. 180.
- ۱۰- قدسی‌پور، ح. (۱۳۸۸). فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران). چاپ ششم، ۲۲۰ ص.
- ۱۱- نیلچیان، س. (۱۳۸۱). مکان‌یابی مراکز جمع‌آوری و تفکیک زباله با GIS در منطقه ی ۲۲ تهران، دانشکده هنرهای زیبا دانشگاه تهران.
- ۱۲- خورشیدی، ع. (۱۳۸۸)، استفاده از AHP برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی شهر بناب)، مجله محیط‌شناسی سال سی و پنجم، شماره ۵۰، ص ۳۲-۲۷.
- 13- Mahini, A.S., Gholamalifard, M., (2006). Sitting MSW landfills with a wreathed linear combination methodology in a GIS environment. International journal of environmental science technology. pp 435-445.
- 14- Nishanth, T., Prakash, M.N., Vijith, H., (2010). Suitable site determination for solid waste disposal using GIS and RS techniques in India, international journal of geometrics and geosciences Vol1.Pp 197-210
- 15- Sehnaz, S., Erhan, Senar., Bilghan, N., Remzi, K., (2010). Combining AHP with GIS for landfill site selection. Waste management 30: 2037-2041.
- ۱۶- اکبری، د. (۱۳۸۹). تعیین محل‌های مناسب جهت تخلیه زباله با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی، اولین کنفرانس ملی ژئوماتیک نوین در خدمت جامعه، تهران. ص ۱-۱۱.