

مکان‌یابی جایگاه دفن پسماندهای جامد شهر شیراز با استفاده از روش سلسله مراتبی (AHP)

مرجان سالاری^{۱*}، هادی معاضد^{**}، فریدون رادمنش^{***}، حیدر زارعی^{****}، عاطفه احمدی^{*****}

چکیده

مقدمه: مکان‌یابی جایگاه‌های مناسب دفن پسماند از اقدامات مهم در فرآیند مدیریت جامع پسماندهای جامد شهری است. در فرآیند مکان‌یابی می‌بایست معیارهای مختلفی مورد ملاحظه قرار گیرند. بنابراین کاربرد روش‌هایی که قادر به تامین معیارهای مورد نظر باشند، ضروری است.

روش بررسی: این تحقیق با هدف مکان‌یابی زیست محیطی محل دفن پسماندهای جامد شهر شیراز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و بهره‌گیری از نرم افزار Expert Choice انجام گرفت. در این مطالعه نخست پارامترها و معیارهای انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی شامل ۱۹ عامل موثر از قبیل: وضعیت زمین شناسی، خاک، شیب، کاربری اراضی، فاصله از مراکز شهری، روستایی و شهرک‌های صنعتی، شبکه هیدروگرافی، آب‌های زیرزمینی، جهت باد غالب، بارش، راه‌های دسترسی و غیره شناسایی شدند. در مرحله بعد بر اساس ضوابط مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماند، لایه‌های مورد نیاز تهیه و به نحوی رتبه بندی شدند که رتبه‌های پایین بیانگر عدم تناسب (یا تناسب کم‌تر) و رتبه‌های بالا بیانگر تناسب بیشتر بودند.

یافته‌ها: نقشه‌های رتبه‌بندی شده با لحاظ وزن‌های بدست آمده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ادغام شدند و نقشه نهایی استخراج شد، که بر اساس این نقشه، ۲/۶ درصد از مساحت منطقه دارای شرایط کاملاً مناسب، ۲۲/۹ درصد دارای شرایط مناسب، ۳۳/۵ درصد دارای شرایط متوسط، ۲۷/۹ درصد دارای شرایط نامناسب و ۱۳/۱ درصد دارای شرایط کاملاً نامناسب برای دفن پسماند می‌باشد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی چهار مکان با مساحت بیش از ۲۷۲ هکتار (برآورد نیاز ۱۵ساله) از طریق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و بازدید میدانی برای دفن پسماندهای شهر شیراز مشخص گردیدند، که پس از مقایسه و ارزیابی معیارها در بین چهار مکان پیشنهادی نهایتاً یک مکان اطراف روستای برکه، حوالی جاده شیراز - بیضاء به عنوان مکان نهایی دفن معرفی شد.

کلمات کلیدی: دفن پسماند، مواد زائد جامد، تحلیل سلسله مراتبی، شیراز.

* دانشجوی، کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز

** دانشیار، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

*** استادیار دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

**** عضو هیأت علمی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

***** دانشجوی، کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت شهری و توسعه مناطق شهری، افزایش مصرف مواد دارای پسماند تجزیه ناپذیر و بسیاری دیگر از مناسبات زندگی ماشینی و مدرن باعث رویکرد جدید مدیران شهری شده است (۱). به همین منظور چگونگی دفع و معدوم سازی پسماند به صورت یکی از دغدغه‌های اساسی در محیط زیست شهری در آمده است. تولید پسماند یکی از مهمترین منابع تهدید کننده سلامت و محیط زیست جهان است (۲). هدف از طراحی و اجرای سیستم مدیریت پسماندهای شهری رفع مشکل شهر و در نهایت کمک به سلامت، بهداشت و آسایش شهروندان است (۳). دفن بهداشتی، فرآیندی است با مراحل حساس و نیازمند دقت نظر و مطالعات تخصصی و طراحی در مراحل مکان‌یابی، آماده سازی و اعمال مدیریت صحیح، در مرحله بهره برداری می‌باشد (۴). غالباً تمامی اثرات زیان‌بار پراهمیت که در طول ارزیابی اثرات زیست محیطی نمایان می‌شوند باید در طول فرآیند مکان‌یابی مورد توجه قرار گیرند (۵). مهمترین پارامترهای اصلی (معیارهای) در نظر گرفته شده شامل: هیدرولوژی - هیدروژئولوژی، زیست محیطی، اقتصادی، زمین‌شناسی - خاکشناسی، اجتماعی و اقلیم می‌باشند. پارامترهای اصلی خود به ۱۹ پارامتر فرعی (زیر معیارها) تقسیم می‌شوند. به جرأت می‌توان گفت که یک مکان‌یابی صحیح می‌تواند بیش از نیمی از نگرانی‌های موجود در یک محل دفن را مرتفع سازد (۶). مکان‌یابی نامناسب مواد زائد می‌تواند بر روی محیط زیست اطراف و جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی تاثیر نامطلوب داشته باشد (۷). بنابراین به منظور کاهش مخاطرات بهداشت عمومی و اثرات سوء بر محیط زیست، وضعیت محیط زیست طبیعی، شرایط اجتماعی و اقتصادی منطقه دفن مورد بررسی قرار می‌گیرد (۶). انتخاب فاکتورهای متعدد سبب تعدد لایه‌های اطلاعاتی و اخذ نتیجه صحیح، تصمیم‌گیران را به طور ناخودآگاه به سمت و سوی استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا از

نظر سرعت و سهولت انجام عملیات نیز در حد بالایی قرار داشته باشد. جهت انجام عملیات مکان‌یابی محل دفن پسماند روش‌های متفاوتی وجود دارد که می‌توان به مهمترین آنان از جمله: منطق بولین، منطق همپوشانی یا رویهم گذاری، منطق فازی، ضریب همبستگی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، روش الکنو، روش درستیک، تحلیل سلسله مراتبی و غیره اشاره کرد. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در انجام عملیات مکان‌یابی از جمله روش‌های نوین و سریع جهت مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری می‌باشد (۸). امروزه محققین زیادی از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی برای مکان‌یابی محل دفن پسماندها استفاده می‌کنند، زیرا سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر به تجزیه و تحلیل حجم عظیمی از لایه‌های اطلاعاتی می‌باشد (۷). به علاوه، با توجه به این که عوامل زیادی در انتخاب محل دفن مواد زائد نقش دارند، این موضوع به عنوان یک مسئله چند معیاره در نظر گرفته می‌شود (۸). در کشورهای پیشرفته مدت‌های مدیدی است که از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی اراضی شهری استفاده می‌شود و تحقیقات زیادی نیز صورت گرفته است از جمله، سینر و همکاران (۲۰۱۰)^۲ در پژوهشی با عنوان انتخاب مکان مناسب دفن پسماندها در حوضه اسپارتا دریاچه سینرکنت^۳ ترکیه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. (۹) در ایران نیز تحقیقات متنوعی در زمینه مکان‌یابی به خصوص دفن زباله انجام گرفته است از جمله: قنبری و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهرستان سمنان را بررسی کردند. (۱۰) جواهری و همکاران (۲۰۰۶) به مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر جیرفت پرداختند. آن‌ها در این تحقیق به استفاده از

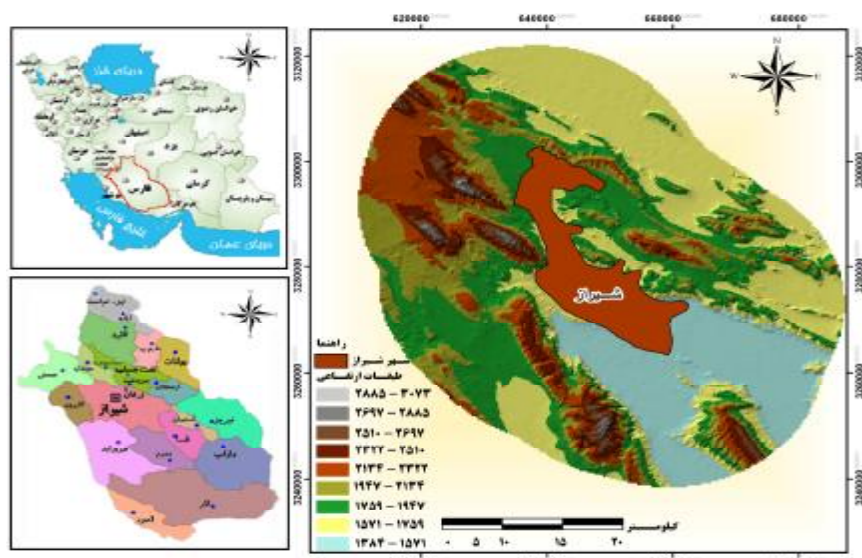
^۲ - Sener, et al, (2010)

^۳ - Senirkent-Uluborlu, (Isparta)

(GIS) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۴ جهت بررسی و ارزیابی معیارها روی آورده‌اند (۱۱). محل دفن فعلی پسماندهای شهر شیراز در جنوب شرقی این شهر، در فاصله ۱۸ کیلومتری از میدان الله حوالی روستای برمشور علیا و سفلی در حدود ۴ کیلومتری جنوب جاده شیراز- فسا، در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه، ۲۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۲ درجه، ۴۲ دقیقه و ارتفاع ۱۵۹۰ متر بالاتر از سطح دریا واقع شده است. فرآیند دفن پسماند در این شهر به صورت روزانه و دفن ترانشه‌ای صورت می‌گیرد (۱۲). با افزایش جمعیت شهری و در نتیجه افزایش تولید پسماند، نیاز برای یافتن محل‌های جدید به منظور دفن پسماند در این منطقه ضرورت دارد. با توجه به عوامل متعدد موثر در مکان‌یابی محل دفن و وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه، روش‌های سنتی جهت مکان‌یابی محل دفن پسماند بسیار وقت‌گیر، هزینه‌بر و کم دقت می‌باشند. بدین جهت، استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره جهت یافتن بهترین و مناسبترین مکان جهت دفن پسماند شهری ضروری به نظر می‌رسد (۱۳ و ۱۴). با توجه به مشکلات مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، می‌توان گفت که در این حالت تصمیم‌گیری ساده نبوده و به علت عدم وجود استاندارد از سرعت و دقت تصمیم‌گیری به مقدار زیاد کاسته شده و باعث می‌شود که فرآیند تصمیم‌گیری به مقدار زیادی به فرد تصمیم‌گیرنده وابسته باشد. برای رفع این مشکل و یا حداقل کردن آثار جانبی آن، روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه طراحی شده‌اند که هرکدام از قوانین و اصول خاصی پیروی کرده و دارای مزایا و معایب خاصی هستند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اولین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ ارائه گردیده که یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌باشد. زیرا این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این روش در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. بعلاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول بدیهی بنا شده است (۱۴ و ۱۵). هدف از تحقیق حاضر تحقیق با هدف مکان‌یابی بهینه محل دفن پسماندهای شهر شیراز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و بهره‌گیری از نرم افزار Expert Choice می‌باشد. شهر شیراز در جنوب غربی ایران و در بخش مرکزی استان فارس، در طول شرقی ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه و عرض شمالی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه واقع شده است. بر طبق آخرین تقسیمات اداری این شهر به نه منطقه‌ی مستقل شهری تقسیم شده و مساحتی بالغ بر ۱۷۸۸۹۱ کیلومتر مربع دارد (۱۶). در سال‌های اخیر شهر شیراز همچون دیگر شهرهای کشور، با رشد بی‌رویه جمعیت روبرو گشته است. بطوری که این شهر مطابق با سرشماری آمار و نفوس مسکن سال ۱۳۸۵ دارای جمعیتی معادل ۱۳۵۱۱۸۱ نفر در قالب ۳۴۴۵۳۳ خانوار می‌باشد همچنین نرخ رشد جمعیت براساس آخرین سرشماری صورت گرفته (۱۳۷۵-۱۳۸۵)، ۲/۵ درصد می‌باشد (۱۶). با توجه به اطلاعات بدست آمده از سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز در سال ۱۳۸۸ تولید متوسط روزانه پسماند و میزان سرانه پسماندهای عادی این شهر به ترتیب ۱۰۳۷ تن و ۷۴۸ گرم در روز و متوسط جرم مخصوص مواد زاید جامد ۲۰۵ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد (۱۲). موقعیت جغرافیایی شهر شیراز در شکل (۱) نشان داده شده است.

⁴ Analytical Hierarchy Process



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهر شیراز

روش بررسی

قرار داده و علاوه بر این موارد، قابلیت استفاده از قواعد تصمیم‌گیری چند صفتی را نیز داشته باشد.

با معلوم بودن اصول، روش تحلیل سلسله مراتبی شامل مراحل اصلی زیر است:

الف) تولید ماتریس مقایسه دوتایی: یک مقیاس اساسی را با مقداری از ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت‌های نسبی دو معیار بکار می‌گیرد. جدول (۱) میزان اهمیت معیارها بر اساس ماتریس مقایسه دوتایی را نشان می‌دهد.

ب) محاسبه وزن‌های معیار: این مرحله شامل مراحل زیر است: (۱) جمع کردن مقادیر هر ستون ماتریس مقایسه دوتایی (۲) تقسیم نمودن هر مولفه ماتریس بر مجموع ستون مربوط به آن (ماتریس حاصل ماتریس مقایسه دوتایی نرمال شده نام دارد). (۳) محاسبه میانگین مولفه‌ها در هر ردیف از ماتریس نرمال شده.

ج) تخمین نسبت توافق: این مرحله شامل عملیات زیر است: (۱) تعیین بردار مجموع وزنی بوسیله ضرب کردن وزن اولین معیار در اولین ستون ماتریس مقایسه دوتایی اصلی، سپس ضرب نمودن دومین معیار در دومین ستون، سومین معیار در سومین ستون ماتریس اصلی، سرانجام جمع نمودن این مقادیر در سطرها. (۲) تعیین بردار توافق بوسیله تقسیم بردار وزنی بر وزن‌های معیار که قبلاً تعیین شده است (۱۵).

پژوهش حاضر از مهرماه ۱۳۸۸ تا شهریورماه ۱۳۹۰ صورت پذیرفته است. به همین منظور جهت مکان‌یابی در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌بایست عوامل موثر، معیارها و محدودیت‌ها بصورت لایه‌های نقشه تهیه شده و مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در این مطالعه از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی جهت تهیه مدل رقومی ارتفاع و نقشه شیب استفاده شده است. نقشه خطوط ارتباطی و خطوط انتقال نیرو از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی استخراج شدند. لایه سطح آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی و فاصله از چشمه، چاه‌ها و قنات از اطلاعات مربوط به اداره آب منطقه‌ای استان فارس تهیه شدند. لایه فاصله از مرکز شهر، لایه مراکز حفاظت شده، نقشه گسل‌ها (مستخرج از نقشه‌های زمین‌شناسی)، نقشه زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (تهیه شده از سازمان زمین‌شناسی)، نقشه کاربری اراضی از تصویر ماهواره‌ای Landsat مربوط به سال ۲۰۰۷ تهیه و گردآوری شدند. با توجه به اینکه فرآیند مکان‌یابی یک مسئله تصمیم‌گیری چند صفتی بوده و با استفاده از مدل رستری قابل انجام است، می‌بایست در انتخاب نرم افزار این نکته را مورد نظر قرار داد که نرم افزار منتخب علاوه بر مدل وکتوری، مدل رستری را نیز مورد پشتیبانی

ترکیبی (نقشه برون داد) لایه های ورودی (نقشه درون داد) با هم ترکیب و تلفیق شوند (۱۷ و ۱۸). پارامترهای موثر در مکان یابی محل دفن پسماند شهر شیراز در پنج گروه مطابق شکل (۲) مورد شناسایی قرار گرفتند.

روش های وزن دهی افزودنی ساده^۵ از متداولترین تکنیک ها در تصمیم گیری چند معیاره مکانی هستند. به این تکنیک همچنین تلفیق خطی وزنی یا روش امتیازدهی نیز گفته می شود. این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی استوار است. تصمیم گیرنده یا تحلیلگر مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی هر معیار مورد بررسی، وزن هایی به معیارها می دهد. سپس از طریق ضرب کرن وزن نسبی در مقدار آن خصیصه، یک مقدار نهایی برای هر گزینه (مثلاً عنصر تصویر در تحلیل فضایی) به دست می آید. پس از آنکه مقدار نهایی هر گزینه مشخص شد، گزینه هایی که بیشترین مقدار را داشته باشند، مناسبترین گزینه برای هدف مورد نظر خواهند بود (۱۴ و ۱۵). هدف مورد نظر می تواند تعیین تناسب زمین برای یک کاربرد خاص یا ارزیابی پتانسیل یک رخداد ویژه باشد. در این روش تصمیم گیری، مقدار هر گزینه (A_i) به وسیله ی رابطه (۱) محاسبه می شود:

$$A_i = \sum_{j=1}^n w_j \times x_{ij} \quad \sum w_j = 1$$

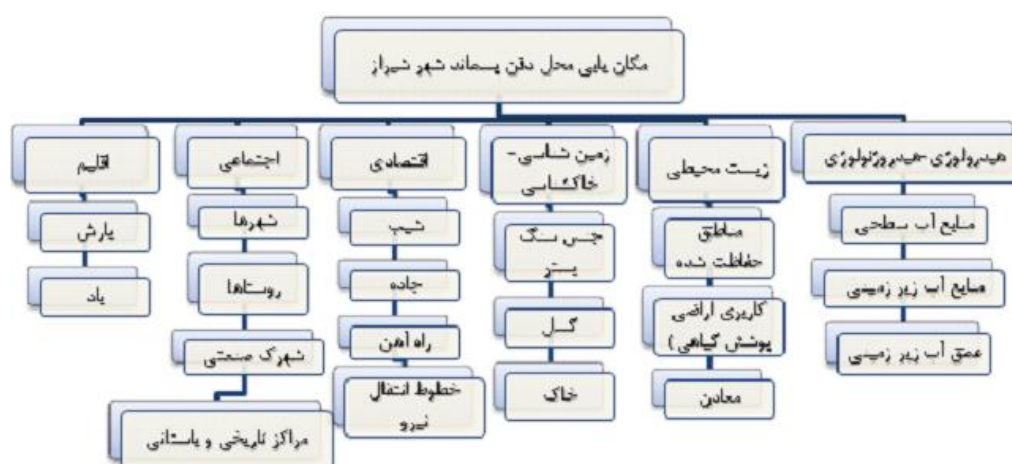
که در رابطه بالا w_j وزن شاخص j ام، x_{ij} مقداری است که مکان i ام به خود پذیرفته است. به عبارت دیگر این مقدار می تواند بیانگر درجه مناسب بودن مکان i ام در ارتباط با شاخص j ام باشد. n تعداد کل شاخص ها بوده و A_i مقداری است که در نهایت به مکان i ام تعلق می گیرد. بدین معنی که وزن های بدست آمده از هر معیار را در همان لایه (نقشه) ضرب می کنیم. به گونه ایی که جمع جبری وزن های محاسبه شده هر معیار در نرم افزار Expert Choice برابر یک شود.

روش وزن دهی افزودنی ساده می تواند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و قابلیت های همپوشانی این سیستم اجرا شود. فنون همپوشانی در سیستم اطلاعات جغرافیایی اجازه می دهد که برای تولید یک لایه ی نقشه

⁵ Simple Additive Weighting Model

جدول ۱: میزان اهمیت معیارها بر اساس ماتریس مقایسه دوتایی (۱۵)

مقدار عددی	میزان اهمیت پارامترها نسبت به یکدیگر
۱	اهمیت برابر
۳	اهمیت متوسط
۵	اهمیت قوی
۷	اهمیت بسیار قوی
۹	اهمیت مطلق
۸،۶،۴،۲	اهمیت بین فواصل



شکل ۲: پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهر شیراز

یافته‌ها

برای مکان‌یابی دفن مواد زائد شهر شیراز باید حداقل مساحت مورد نیاز جهت دفن زباله محاسبه شود، بنابراین بمنظور محاسبه حداقل مساحت زمین مورد نیاز برای دفن بایستی به عواملی از جمله: (۱) متوسط نرخ رشد جمعیت (۲) تولید سالانه زباله (۳) جرم مخصوص مواد فشرده (۴) ارتفاع و شکل محل دفن توجه نمود (۱۹).

الف) متوسط نرخ رشد جمعیت: با توجه به اینکه به موازات رشد جمعیت، میزان زباله تولیدی نیز افزایش می‌یابد، می‌توان نرخ رشد جمعیت را برابر نرخ رشد تولید زباله در نظر گرفت (۲۰). با توجه به اینکه جمعیت شهر شیراز در سال ۱۳۷۵ برابر ۱۰۵۳۰۲۵ نفر و سال ۱۳۸۵ برابر ۱۳۵۱۱۸۱ نفر بوده است، میزان رشد جمعیت برابر ۲/۵۲ درصد می‌باشد.

ب) متوسط تولید سالانه زباله: با توجه به تولید روزانه زباله در شهر شیراز که معادل ۱۰۳۷ تن می‌باشد (۱۲)، با توجه به اطلاعات بدست آمده از سازمان مدیریت پسماند و شهرداری شیراز در سال ۱۳۸۸ متوسط تولید سالانه، متوسط حجم سالانه، وزن زباله تولیدی و حجم زباله تولیدی با احتساب دوره طرح ۱۵ ساله به شرح جدول (۲) می‌باشد.

حال اگر ارتفاع محل دفن مواد زائد را به طور متوسط ۱۰ متر در بالای سطح زمین و ۵ متر در زیر سطح زمین در نظر گرفته شود (۱۸ و ۱۹)، حداقل مساحت مورد نیاز شهر شیراز برای دفن پسماند ۲۷۲ هکتار خواهد بود.

- استاندارد سازی نقشه‌های تحلیل سلسله مراتبی ابتدا تک تک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر جفت نسبت را با توجه به امتیاز-

بندی جدول شماره (۱) تعیین و در یک ماتریس وارد
می‌گردد. جداول (۳) تا (۹) ماتریس مقایسه دوتایی

جدول ۲: پارامترهای مورد نیاز زباله شهر شیراز برای محاسبه حداقل مساحت مورد نیاز محل دفن در طی دوره طراحی

متوسط تولید سالانه (تن)	متوسط جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب)	متوسط حجم سالانه (مترمکعب)	وزن تولیدی (تن در ۱۵ سال)	حجم تولیدی (مترمکعب در ۱۵ سال)
۳۷۸۵۰۵	۲۰۵	۱۸۴۶۳۶۶	۶۷۹۷۲۱۲	۳۳۱۵۷۱۳۲

جدول ۳: ماتریس مقایسه اولیه معیارها

معیار	هیدرولوژی، هیدروژئولوژی	زیست محیطی	اقتصادی	زمین‌شناسی، خاکشناسی	اجتماعی	اقلیم
هیدرولوژی، هیدروژئولوژی	۱	۳	۷	۳	۴	۶
زیست محیطی		۱	۲	۵	۲	۳
اقتصادی			۱	۷	۳	۲
زمین‌شناسی، خاکشناسی				۱	۵	۷
اجتماعی					۱	۲
اقلیم						۱

جدول ۴: ماتریس مقایسه اولیه زیر معیار هیدرولوژی - هیدروژئولوژی

زیر معیار	منابع آب سطحی	منابع آب زیرزمینی	عمق آب زیرزمینی
منابع آب سطحی	۱	۵	۱
منابع آب زیرزمینی		۱	۴
عمق آب زیرزمینی			۱

جدول ۵: ماتریس اولیه مقایسه زیر معیار زیست محیطی

زیر معیار	منطقه حفاظت شده	کاربری اراضی	معدن
منطقه حفاظت شده	۱	۲	۵
کاربری اراضی		۱	۷
معدن			۱

جدول ۶: ماتریس اولیه مقایسه زیر معیار اقتصادی

زیر معیار	شیب	جاده	راه آهن	خطوط انتقال نیرو
شیب	۱	۲	۳	۵
جاده		۱	۲	۳
راه آهن			۱	۳
خطوط انتقال نیرو				۱

جدول ۷: ماتریس اولیه مقایسه زیر معیار زمین شناسی - خاکشناسی

زیر معیار	گسل	جنس سنگ بستر	خاک
گسل	۱	۳	۳
جنس سنگ بستر		۱	۵
خاک			۱

جدول ۸: ماتریس اولیه مقایسه زیر معیار اجتماعی

زیر معیار	شهر	روستا	شهرک صنعتی	مراکز تاریخی و باستانی
شهر	۱	۳	۴	۴
روستا		۱	۳	۹
شهرک صنعتی			۱	۶
مراکز تاریخی و باستانی				۱

جدول ۹: ماتریس اولیه مقایسه زیر معیار اقلیم

زیر معیار	باد	بارش
باد	۱	۵
بارش		۱

پس از آن وزن‌ها و نسبت توافق (CR) محاسبه گردید. چنانچه این نسبت کمتر از ۰/۱ باشد، مقایسه‌ها قابل قبول و وزن‌های محاسبه شده استخراج می‌گردند. در صورتی که نسبت توافق از ۰/۱ بیشتر باشد، آنگاه با اعمال تغییراتی در ماتریس مقایسه دوتایی برای حد قابل قبول تنظیم می‌گردد (۱۵ و ۲۰). عملیات محاسبه وزن‌ها و محاسبه نسبت توافق با توجه به ضعیف بودن نرم افزار ArcGIS، توسط نرم افزار Expert Choice انجام گردید. شایان ذکر است این نسبت برای داده‌های این

تحقیق کمتر از ۰/۱ بدست آمد که نشان دهنده قابل قبول بودن نتیجه می‌باشد. شکل‌های (۳) تا (۹) اهمیت ضرایب معیارها و زیر معیارهای بدست آمده از نرم افزار Expert Choice را نشان می‌دهند. نتایج بررسی‌های متخلف بیانگر آن است که اغلب سه پارامتر هیدرولوژی، زیست محیطی و ویژگی‌های اقتصادی - اجتماعی توسط متخصصین و سازمان‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (۲۱ و ۲۲). همچنین در مطالعه حاضر نیز این پارامترها مورد توجه قرار گرفته اند. در مطالعه حاضر با توجه به

طراحی ۱۵ ساله (سال‌های آبی، خشکسالی) پیش بینی و به کار برده شده است. شکل‌های (۱۰) و (۱۱) به ترتیب نقشه‌های اولیه و نهایی مناطق مکان‌یابی شده دفن پسماند به روش تحلیل سلسله مراتبی را نشان می‌دهد.

ویژگی‌های جغرافیایی منطقه، حساسیت منابع آب و اهمیت ضرایب بدست آمده ترتیب اولویت معیارهای هیدرولوژی - هیدروژئولوژی، زیست محیطی، اقتصادی، زمین شناسی - خاکشناسی، اجتماعی و اقلیم طی دوره



شکل ۳: اهمیت ضرایب معیارهای اصلی



شکل ۴: اهمیت ضرایب زیر معیارهای هیدرولوژی - هیدروژئولوژی



شکل ۵: اهمیت ضرایب زیر معیارهای زیست محیطی



شکل ۶: اهمیت ضرایب زیر معیارهای اقتصادی



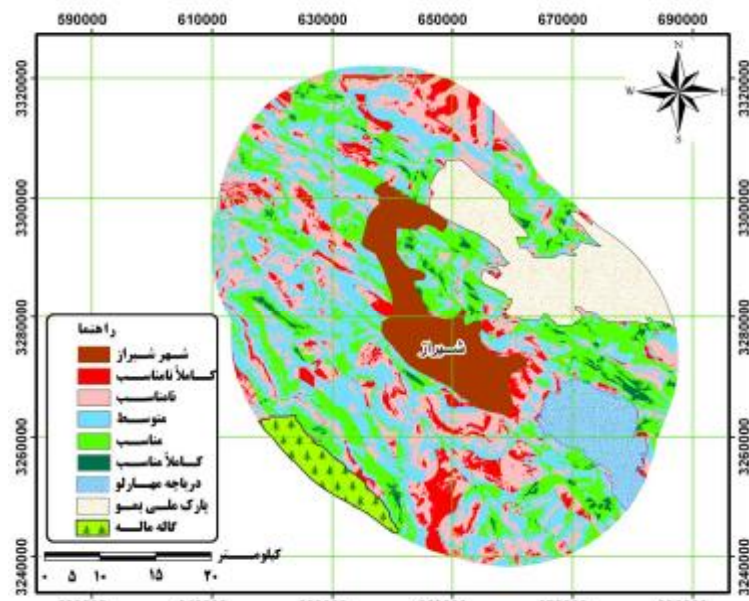
شکل ۷: اهمیت ضرایب زیر معیارهای زمین شناسی - خاکشناسی



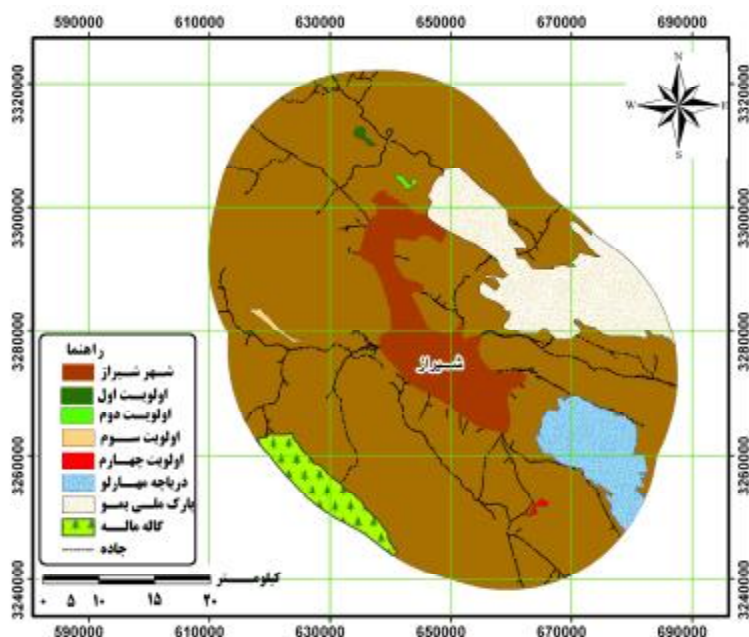
شکل ۸: ضرایب اهمیت زیر معیارهای اجتماعی



شکل ۹: اهمیت ضرایب زیر معیارهای اقلیم



شکل ۱۰: نقشه اولیه مناطق مکان‌یابی شده دفن پسماند به روش تحلیل سلسله مراتبی



شکل ۱۱: نقشه نهایی مناطق مکان‌یابی شده دفن پسماند به روش تحلیل سلسله مراتبی

بحث و نتیجه‌گیری

امر مکان‌یابی ارائه شده است. شکل (۱۲) نقشه بهترین منطقه مکان‌یابی شده دفن پسماند شهر شیراز را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج بدست آمده از مدل تحلیل سلسله مراتبی، سایت شماره یک (حوالی جاده شیراز- بیضاء) با موقعیت جغرافیایی $29^{\circ}55'$ عرض شمالی تا 24°

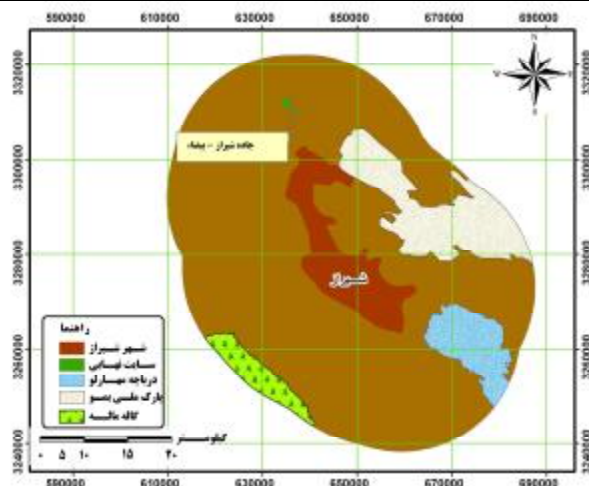
به‌طور کلی با در نظر گرفتن نقش عوامل متعدد در امر مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد، چهار مکان برای دفن مواد زائد شهر شیراز از نظر معیارهای مختلف به روش تحلیل سلسله مراتبی استخراج گردید. جدول (۱۰) ویژگی‌های هر چهار مکان به‌دست آمده با توجه به عوامل دخیل در

۵۲° طول شرقی، با توجه به کلیه معیارهای اصلی و فرعی ذکر شده در جدول (۱۰) در میان چهار مکان بدست آمده با مساحت بیش از ۲۷۲ هکتار در منطقه شمال به عنوان مکان پیشنهادی و نهایی دفن زباله برای شهر شیراز شناخته شد. زیرا این محل از نظر ژئومورفولوژیکی، از شیب کمتر از ۲۰ درصد برخوردار است. همچنین این مکان از نظر عوامل زمین‌شناسی، از جنس سنگ بستر مارن با قدرت نفوذ ناپذیری بالای برخوردار است و از نظر خاکشناسی، ترکیبی از سیلت و رس می‌باشد، از نظر گسل نیز بدور از گسل‌های اصلی و فرعی است. از نظر عوامل هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، سایت شماره یک با توجه به فاصله از آب‌های سطحی و چشمه و چاه بیش از ۱۰۰۰ متر و عمق آب زیرزمینی بیش از ۳۰ متر از نظر استانداردهای لازم در امر مکان‌یابی از شرایط بسیار مطلوبتر و بهتری نسبت به دیگر سایت‌های بدست آمده برخوردار است. از نظر جهت باد غالب (شمال غربی شهر شیراز) در مسیر باد غالب قرار نگرفته است و اینکه شدت باد غالب نیز در سایت شماره یک بین ۵-۷ کیلومتر در ساعت است که از نظر استاندارد مکان‌یابی دفن در طبقه خیلی خوب قرار گرفته است. از نظر عوامل زیست محیطی، به دلیل در نظر گرفتن کلیه شرایط دخیل در امر مکان‌یابی سایت شماره یک در شرایط بهینه و مطلوب قرار گرفته است. از لحاظ کاربری اراضی سایت شماره یک در طبقه مراتع کم تراکم (R_3) و بدور از زمین‌های کشاورزی قرار گرفته است. از نظر جهت توسعه شهر در آینده نیز سایت شماره یک با توجه به طرح جامع و تفصیلی شهر از موقعیت عالی برخوردار می‌باشد. زیرا در خلاف جهت توسعه آتی شهر قرار گرفته است. از نظر قابلیت دسترسی به محل دفن سایت شماره یک در فاصله

۱/۵ کیلومتری جاده شیراز - بیضاء و در فاصله ۱۹ کیلومتری از شهر شیراز قرار گرفته است. که از نظر استانداردهای لازم در امر مکان‌یابی از شرایط خوبی برخوردار می‌باشد. با توجه به مساحت نیز این جایگاه، جوابگوی ۲۰-۱۵ سال آینده برای دفن پسماند شهر شیراز می‌باشد. از نظر فاصله از خطوط انتقال نیرو نیز این جایگاه با فاصله ۲ کیلومتری، از بهترین شرایط ممکن برای مکان‌یابی برخوردار است. یافته‌های این تحقیق، توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی را در الگوسازی و کمک به مکان‌یابی مکان‌های دفن پسماند را با معیارهای مختلف زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی در مدل‌های مختلف نشان داد. روش تحلیل سلسله مراتبی با توجه به طیف وسیع کلاس بندی، قدرت تصمیم‌گیری مدیران را بالاتر برده و می‌توان با نتایج بدست آمده در جهت کاهش هزینه‌ها اعم از هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی اقدامات مناسبی را اعمال نمود. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج بدست آمده توسط سینر و همکاران (۲۰۱۰)، قنبری و همکاران در سال (۱۳۸۸) و جواهری در سال (۲۰۰۶) مطابقت داشتند. جهت تحقیقات آینده در این زمینه پیشنهاد می‌گردد در صورت امکان از نقشه‌های مقیاس بزرگ در مراحل ارزیابی استفاده شود تا با اطمینان بیشتری بتوان به نتایج تکیه کرد. همچنین استفاده از منطق فازی نیز می‌تواند جهت مقایسه با نتایج موجود جهت مکان‌یابی دفن پسماندها در منطقه صورت گیرد. همچنین خاک منطقه به لحاظ جنس، رطوبت نسبی، نفوذپذیری، دانه‌بندی، pH و ظرفیت تبادل یونی آن مورد بررسی قرار گیرد. و بررسی میدانی به عنوان یک مرحله اساسی در انجام پروژه گنجانده شود تا دقت کار به صورت چشمگیر افزایش یابد.

جدول ۱۰: ویژگی‌های چهار مکان به‌دست آمده جهت دفن پسماند شهر شیراز

عوامل مورد ارزیابی	(سایت شماره ۸)	(سایت شماره ۷)	(سایت شماره ۹)	(سایت شماره ۱)
شیب	۱۵ درصد	۱۳ درصد	۱۲ درصد	۱۸ درصد
طبقات ارتفاعی (متر)	۱۷۵۰ - ۱۸۵۰	۱۷۱۳ - ۱۸۹۰	۱۸۹۰ - ۲۰۸۵	۱۷۵۰ - ۱۵۵۰
جنس سنگ بستر	مارن	آهک	ژیپس و گچ تبخیری	آهک
جنس خاک	رسی - سیلتی	شنی - رسی	شنی - رسی	رسی
بارندگی سالیانه (میلیمتر)	۳۵۰ - ۴۰۰	۳۵۰ - ۳۷۵	۴۵۰ - ۵۰۰	۳۵۰ - ۴۰۰
پوشش گیاهی	مراتع کم تراکم	مراتع کم تراکم	مراتع کم تراکم	مراتع کم تراکم
فاصله از شهر (کیلومتر)	۱۹	۱۸	۱۶	۱۴
فاصله از جاده (متر)	۱۵۰۰	۳۰۰۰	۹۵۰	۴۱۲
فاصله از گسل (متر)	۴۰۰۰	۶۵۰	بیش از ۴۰۰۰	۱۴۰۰
آب سطحی (متر)	۱۵۰۰	۷۵۰ - ۱۲۰۰	بیش از ۲۰۰۰	۱۵۰۰
عمق آب زیرزمینی (متر)	بیش از ۳۰	۲۵	بیش از ۳۰	۲۰
فاصله از (چشمه، چاه) (متر)	۲۰۰۰	۵۰۰ - ۲۰۰۰	۵۰۰ - ۱۵۰۰	۳۵۰
قابلیت اراضی	کوهستانی و تپه‌ای	واریزه بادبزی شکل	اراضی مخلوط	کوهستانی
موقعیت جغرافیایی	عرض شمالی ۲۹°۵۵' / طول شرقی ۵۲°۲۴'	عرض شمالی ۲۹°۵۱' / طول شرقی ۵۲°۲۸'	عرض شمالی ۲۹°۳۹' / طول شرقی ۵۲°۱۴'	عرض شمالی ۲۹°۲۳' / طول شرقی ۵۲°۴۱'
موقعیت فعلی	حوالی روستای برکه، نزدیک به جاده شیراز - بیضاء	حوالی روستای تنگ خیاره، نزدیک به جاده شیراز - سپیدان	حوالی روستای ده شیخ، نزدیک به جاده شیراز - کازرون	حوالی روستای بیدزرد، نزدیک به جاده شیراز - فیروزآباد



شکل ۱۲: نقشه بهترین منطقه مکان‌یابی شده دفن پسماند شهر شیراز

منابع

- 1-Fataei E, Alesheikh A. Housing Site selection of landfills for Urban Solid Wastes Using GIS Technology and Analytical Hierarchy Process (A Case Study in the City of Givi). *Environmental Sciences*. 2009; 6(3): 145-58. (In Persian)
- 2- Monavari M. Environmental Impact Assessment of landfill. *Environmental Impact Assessment Guideline*. 2001; 17. United Nations Development Programme and Environment. (In Persian)
- 3- Sumathi V, Natesan RU, Sarkar C. GIS-based approach for optimized sitting of municipal solid waste landfill. *Waste Management*. 2007; 28: 2146-60. (In Persian)
- 4- Ball J. Landfill site Selection, Tenth International Waste Management Symposium S. Margherita di Pula, Cagliari. Italy 3-7 October 2006.
- 5- Heidarzadeh N. Sanitary site selection of buried place sanitary urban solid waste using GIS [dissertation]. Tehran: Faculty of Engineering, Tarbiat Modarres University in Tehran; 2001. (In Persian)
- 6- Darvishsefat A. Environmental assessment and planning with GIS technology. Tehran: Tehran University; 2001. (In Persian)
- 7-William H, David B. Use of GIS for Selection of Sites for land Application of Sewage Waste. *Journal of Soil and Water Conservation*. 1992; 47(3): 271-5.
- 8- Sener B, Suzen M, L. Doyuran V. Landfill site selection by using geographic information systems. *Environ Geol*. 2006; 49: 376-88.
- 9- Sener S, Sener E, Nas B, Karaguzel R. Combinig (AHP) with GIS for Landfill site selection: A case Study in the Lake Beysehir Catchment area. Konya. Turkey *Waste Management*. 2010.
- 10- Ganbarei F, Panahandeh M, Arastoo B, Gavedel A. Use of Analytical Hierarchy Process Model (AHP) in Landfill Site Selection of Semnan Town. *Iran J Health & Environ*. 2010; 2(4). (In Persian)
- 11-Javaheri H, Nasrabadi T, Jafarian M, Khoshnam H. Site selection of municipal solid waste landfills using analytical hierarchy process method in GIS in Giroft. *Iran J Environ Health Sci Eng*. 2006; 3(3): 177-84. (In Persian)
- 12-Organization administratorship residue municipality. Iran, Shiraz. 2009. (In Persian)
- 13-Satty TL. The Analytical Hierarchy Process, Planning Priority, Resource Allocation. USA: TWS Publications; 1980: 287.
- 14-Malczewski J. GIS and multi criteria Decision Analysis. USA: John Wiley; 1999: 395.
- 15-Ghodsipoor H. Analytical hierarchy process (AHP). 3rd Ed. Tehran: Amir Kabir university; 2003: 153-89. (In Persian)
- 16-Statistics Center of Iran. Statistical Yearbook of Shiraz: 2009. (In Persian)
- 17-Shahabi H, Khezri S (editors). Survey the effective factors in site selection rescue stations and salvation of Saghez-Sanandaj roads using a linear model combining weight. Fourth International Congress Administrator ship Comprehensive Crisis and defense other acting valuated Stability national. Tehran, Iran, 2008. (In Persian)
- 18-Shahabi H. The role of geomorphic factors in site selection of urban solid waste using models (GIS) and remote sensing technology [dissertation]. Tabriz: Faculty Literature and Sciences human, University of Tabriz; 2009. (In Persian)
- 19-Valizadeh K, Shahabi H. Necessities of GIS Usage in urban water management at The Time of Natural Accidents (Case Study: Saqqez City), International Conference on Geographic. Paris, France. 2009. (In Persian)
- 20-Shamsaiefard KH. Buried of urban solid waste with using GIS [dissertation]. Tehran: Faculty Literature and Sciences human, Teacher Training Tehran University; 2003.
- 21-EPA (Irland), Landfill Manual on Site Selection. 2006. Available from: http://www.EPA.gov/epaower/non_www/muncpl/landfill/haz_idu.html.
- 22-Khan Z, Anjaneyulu Y. Selection of Hazardous Waste Dumpsite Based on Parameters Effecting Soil Adsorption. *Environmental Geology*. 2003; (43): 86-90.

Urban Waste Landfill Site Selection of Shiraz City by Analytical Hierarchy Process Model (AHP)

Salari M^{*}, Moazed H^{**}, Radmanesh F^{***}, Zariei H^{****}, Ahmadi A^{*****}

Abstract

Introduction: Landfill site selection is an important action in integrated solid waste management process. Different criteria should be considered in site selection. Therefore using special methods are necessary to evaluate the criteria.

Methods: The object of the current study was to determine and select suitable sites for solid waste landfill in Shiraz city regarding the observation of environmental matters by using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information Systems (GIS) techniques done using software Expert Choice. In this study, at first for sanitary landfill site selection, 19 effective criteria including: Geological Situation, Soil, Slope, land use, distance from urban centers, rural and industrial towns, hydrographic network, Groundwater, the dominant wind direction, rain, road access, etc., were identified and prepared. In the next step on the basis of the sanitary landfill site selection regulations, each of the layers was graded such that Low graded layers showed non coordination or less coordination and high grade layers showed more coordination.

Results: The graded maps were merged with considering obtained weights in the Analytical Hierarchy Process and the final map was extracted. On the basis of this map, 2.6 percent of the region area had perfect appropriate conditions, 22.9 percent was appropriate, 33.5 percent was average, 27.9 percent was inappropriate and 13.1 percent was totally inappropriate for landfill.

Conclusions: In general, four sites with an area over 272 hectares (which is estimated to be used for 15 years) were determined appropriate for landfill by using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and field visits for solid waste landfill in Shiraz and after comparison and evaluation of the criteria among the four sites, finally, the most appropriate site which was near Shiraz-Beyzae main road around Bereke village was determined and suggested in this Study.

Key word: Landfill Site selection, Solid waste, Analytical Hierarchy Process, Shiraz.

* Graduate Student of Environmental Engineering, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz (Corresponding Author)

** Associate Proffessor, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz

*** Assisstant Proffessor, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz

**** Faculty member of Water engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz

***** Graduate Student of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz