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

مرجان سالاری[*1]، 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 داری 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.

[*] دانشجو، 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 شهد چمران اهواز

[*****] دانشجو، کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز

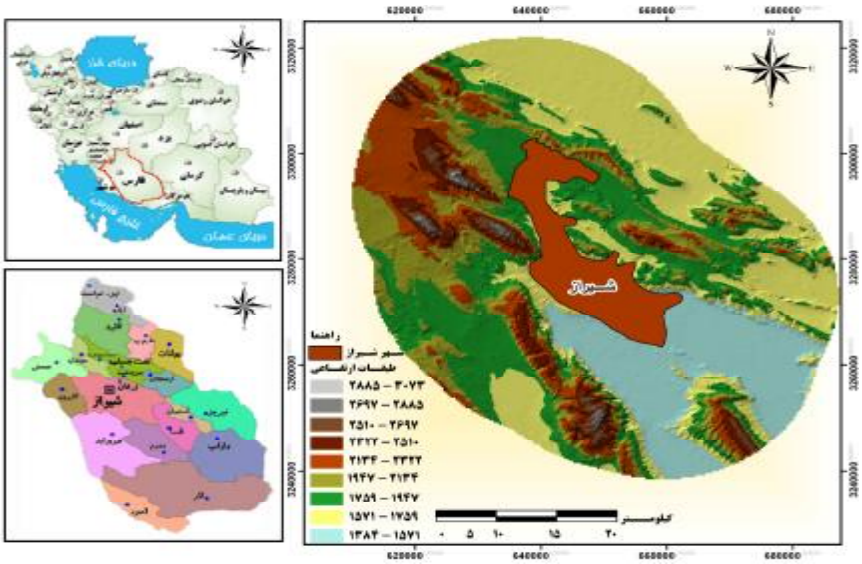
مقدمه

افـزایش روز افـزون جمعیـت شـهری و توسـعه منـاطق شهری، افزایش مصرف مواد دارای پسماند تجزیه ناپذیر و بسیاری دیگر از مناسبات زندگی ماشـینی و مـدرن باعـث رویکرد جدید مدیران شهری شـده اسـت (۱). بـه همـین منظور چگونگی دفع و معدوم سازی پسماند بـه صـورت یکی از دغدغه‌های اساسـی در محـیط زیسـت شـهری در آمده است. تولید پسماند یکـی از مهمتـرین منـابع تهدیـد کننده سلامت و محیط زیست جهان اسـت (۲). هـدف از طراحی و اجرای سیستم مدیریت پسماندهای شهری رفـع مشکل شهر و در نهایـت کمـک بـه سـلامت، بهداشـت و آسایش شـهروندان اسـت (۳). دفـن بهداشـتی، فرآینـدی است با مراحل حساس و نیازمنـد دقـت نظـر و مطالعـات تخصصی و طراحی در مراحل مکان‌یابی، آمـاده سـازی و اعمال مدیریت صحیح، در مرحله بهره بـرداری مـی‌باشـد (۴). غالباً تمامی اثـرات زیـان‌بـار پراهمیـت کـه در طـول ارزیابی اثرات زیست محیطـی نمایـان مـی‌شـوند بایـد در طـول فرآینـد مکـان‌یـابی مـورد توجـه قـرار گیرنـد (۵). مهمترین پارامترهای اصلی (معیارهای) در نظر گرفته شده شـامل: هیـدرولوژی- هیـدروژئولوژی، زیسـت محیطـی، اقتصادی، زمـین‌شناسـی- خاکشناسـی، اجتمـاعی و اقلـیم می‌باشند. پارامترهای اصلی خود به ۱۹ پارامتر فرعی (زیـر معیارها) تقسیم می‌شوند. به جرأت می‌توان گفت که یـک مکان‌یابی صحیح می‌تواند بـیش از نیمـی از نگرانـی‌هـای موجود در یک محل دفن را مرتفع سـازد (۶). مکـان‌یـابی نامناسب مواد زائد می‌تواند بر روی محیط زیست اطـراف و جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی تاثیر نـامطلوب داشته باشـد (۷). بنـابراین بـه منظـور کـاهش مخـاطرات بهداشت عمومی و اثرات سوء بر محیط زیست، وضـعیت محیط زیست طبیعی، شرایط اجتماعی و اقتصـادی منطقـه دفن مورد بررسی قرار می‌گیرد (۶). انتخـاب فـاکتورهـای متعدد سبب تعدد لایه‌های اطلاعاتی و اخذ نتیجه صحیح، تصمیم‌گیـران را بـه طـور ناخودآگـاه بـه سـمت و سـوی استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بـالا از نظر سرعت و سهولت انجام عملیـات نیـز در حـد بـالایی قرار داشته باشد. جهت انجام عملیات مکان‌یابی محل دفن پسماند روش‌های متفـاوتی وجـود دارد کـه مـی‌تـوان بـه مهمترین آنان از جمله: منطق بولین، منطـق همپوشـانی یـا رویهم گذاری، منطق فازی، ضریب همبستگی، شبکه‌هـای عصـبی مصـنوعی، روش الکنـو، روش درسـتیک، تحلیـل سلسله مراتبـی و غیـره اشـاره کـرد. اسـتفاده از داده‌هـای ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در انجام عملیات مکـان‌یـابی از جملـه روش‌هـای نـوین و سـریع جهـت مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری مـی‌باشـد (۸). امروزه محققین زیادی از قابلیـت‌هـای سیسـتم اطلاعـات جغرافیایی برای مکان‌یابی محـل دفـن پسـماندها اسـتفاده 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 انتخـاب محـل دفن مواد زائد نقش دارند، ایـن موضـوع بـه عنـوان یـک مسـئله چنـد معیـاره در نظـر گرفتـه مـی‌شـود (۸). در کشـورهای پیشـرفته مـدت‌هـای مدیـدی اسـت کـه از سیستم‌هـای اطلاعـات جغرافیـایی در مکـان‌یـابی اراضـی شهری استفاده می‌شـود و تحقیقـات زیـادی نیـز صـورت گرفتـه اسـت از جملـه، سـینر و همکـاران (۲۰۱۰)[2] در پژوهشی با عنوان انتخاب مکان مناسب دفن پسـماندها در حوضه اسپارتا دریاچـه سـینرکینت[3] ترکیـه بـا اسـتفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. (۹) در ایـران نیـز تحقیقـات متنـوعی در زمینـه مکان‌یابی به خصوص دفـن زبالـه انجـام گرفتـه اسـت از جملـه: قنبـری و همکـاران (۱۳۸۸) در پژوهشـی کـاربرد روش تحلیل سلسله مراتبـی در مکـان‌یـابی جایگـاه دفـن پسماند شهرستان سمنان را بررسی کردند. (۱۰) جـواهری و همکاران (۲۰۰۶) به مکان‌یابی محـل دفـن پسـماندهای شهر جیرفت پرداختند. آن‌ها در این تحقیق بـه اسـتفاده از

[2]- Sener, et al, (2010)
[3]- Senirkent-Uluborlu, (Isparta)

(GIS) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[4] 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، هزینه بر و کم دقت می‌باشند. بدین جهت، استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش‌های تصمیم گیری چند معیاره جهت یافتن بهترین و مناسبترین مکان جهت دفن پسماند شهری ضروری به نظر می‌رسد (۱۳و۱۴). با توجه به مشکلات مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، می-توان 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 تصمیم گیرنده 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 تصمیم گیری 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 گزینه-های 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 تصمیم گیری چند معیاره می-باشد. بعلاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول بدیهی بنا شده است (۱۴و۱۵). 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 (۱۳۸۵-۱۳۷۵)، 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

پـژوهش حاضـر از مهرمـاه ۱۳۸۸ تـا شـهریورماه ۱۳۹۰ صورت پذیرفته است. به همین منظور جهت مکان‌یابی در سامانه اطلاعـات جغرافیـایی (GIS) مـی‌بایسـت عوامـل موثر، معیارها و محدودیت‌ها بصورت لایه‌های نقشه تهیـه شده و مورد پردازش و تجزیه و تحلیـل قـرار گیرنـد. در این مطالعه از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی جهـت تهیـه مدل رقومی ارتفاع و نقشه شیب استفاده شده است. نقشـه 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، چـاه‌هـا و قنات از اطلاعـات مربـوط بـه اداره آب منطقـه‌ای اسـتان فارس تهیه شدند. لایه فاصله از مرکـز شـهر، لایـه مراکـز حفاظت شـده، نقشـه گسـل‌هـا (مسـتخرج از نقشـه‌هـای زمین‌شناسی)، نقشـه زمـین‌شناسـی در مقیـاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (تهیه شده از سازمان زمین شناسی)، نقشه کاربری اراضـی از تصویر مـاهواره‌ای LandSat مربـوط بـه سـال ۲۰۰۷ تهیه و گردآوری شدند. با توجه به اینکه فرآیند مکان‌یـابی یک مسئله تصمیم‌گیری چند صفته بـوده و بـا اسـتفاده از مدل رستری قابل انجام است، می‌بایست در انتخـاب نـرم افزار این نکته را مورد نظر قرار داد که نرم افـزار منتخـب علاوه بر مدل وکتوری، مدل رستری را نیز مورد پشـتیبانی قرار داده و علاوه بر این موارد، قابلیت اسـتفاده از قواعـد تصمیم‌گیری چند صفته را نیز داشته باشد.

با معلوم بودن اصول، روش تحلیل سلسـله مراتبـی شـامل مراحل اصلی زیر است:

الف) تولید ماتریس مقایسه دوتایی: یک مقیاس اساسی را با مقادیری از ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت‌هـای نسـبی دو معیار بکار می‌گیرد. جدول (۱) میزان اهمیـت معیارهـا بر اساس ماتریس مقایسه دوتایی را نشان می‌دهد.

ب) محاسبه وزن‌های معیار: این مرحله شامل مراحل زیـر است: ۱) جمع کردن مقادیر هر ستون ماتریس مقایسـه دو تایی۲) تقسیم نمودن هر مولفه ماتریس بر مجمـوع سـتون مربوط به آن (ماتریس حاصـل مـاتریس مقایسـه دوتـایی نرمال شده نام دارد). ۳) محاسبه میانگین مولفه‌هـا در هـر ردیف از ماتریس نرمال شده.

ج) تخمین نسبت توافق: این مرحله شـامل عملیـات زیـر است: ۱) تعیین بردار مجموع وزنی بوسیله ضـرب کـردن وزن اولین معیار در اولین ستون ماتریس مقایسـه دوتـایی اصلی، سپس ضرب نمودن دومین معیار در دومین سـتون، سومین معیار در سومین ستون مـاتریس اصـلی، سـرانجام جمع نمودن این مقادیر در سطرها. ۲) تعیین بـردار توافـق بوسیله تقسیم بردار وزنی بر وزن‌های معیار که قبلاً تعیـین شده است (۱۵).

روش‌های وزن‌دهی افزودنی ساده[5] از متداولترین تکنیک‌ها در تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی هستند. به این تکنیک همچنین تلفیق خطی وزنی یا روش امتیازدهی نیز گفته می‌شود. این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی استوار است. تصمیم‌گیرنده یا تحلیلگر مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی هر معیار مورد بررسی، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. 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 می‌آید. پس از آنکه مقدار نهایی هر گزینه مشخص شد، گزینه‌هایی که بیشترین مقدار را داشته باشند، مناسبترین گزینه برای هدف مورد نظر خواهند بود (۱۴و۱۵). هدف مورد نظر می‌تواند تعیین تناسب زمین برای یک کاربرد خاص یا ارزیابی پتانسیل یک رخداد ویژه باشد. در این روش تصمیم‌گیری، مقدار هر گزینه (A_i) به وسیله‌ی رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

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

که در رابطه بالا W_j وزن شاخص jام، X_{ij} مقداری است که مکان iام به خود پذیرفته است. به عبارت دیگر این مقدار می‌تواند بیانگر درجه مناسب بودن مکان iام در ارتباط با شاخص jام باشد. n تعداد کل شاخص‌ها بوده و A_i مقداری است که در نهایت به مکان iام تعلق می‌گیرد. بدین معنی که وزن‌های بدست آمده از هر معیار را در همان لایه (نقشه) ضرب می‌کنیم. به گونه‌ایی که جمع جبری وزن‌های محاسبه شده هر معیار در نرم افزار Expert Choice برابر یک شود.

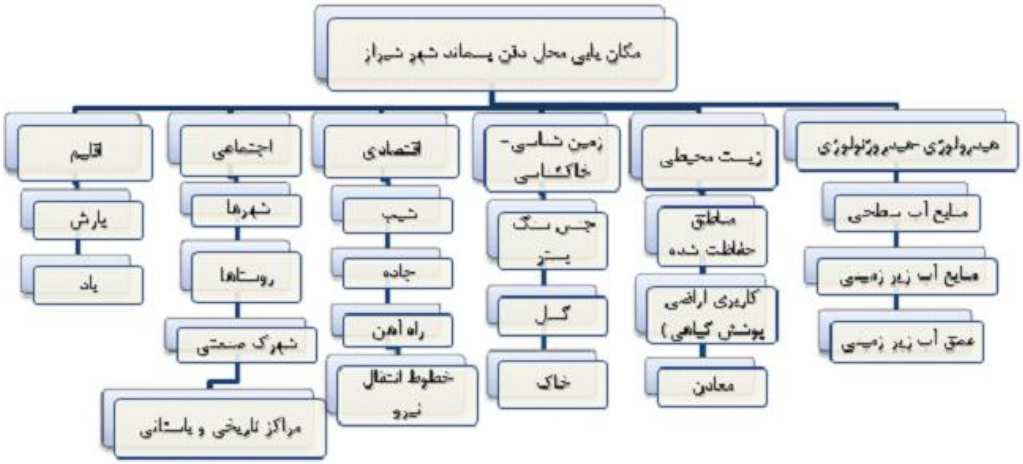
روش وزن‌دهی افزودنی ساده می‌تواند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و قابلیت‌های همپوشانی این سیستم اجرا شود. فنون همپوشانی در سیستم اطلاعات جغرافیایی اجازه می‌دهد که برای تولید یک لایه‌ی نقشه ترکیبی (نقشه برون‌داد) لایه‌های ورودی (نقشه درون‌داد) با هم ترکیب و تلفیق شوند (۱۷و۱۸).

پارامترهای موثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهر شیراز در پنج گروه مطابق شکل (۲) مورد شناسایی قرار گرفتند.

[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 (۱۹و۱۸)، حداقل مساحت مورد نیاز شهر شیراز برای دفن پسماند۲۷۲ 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 و در یـک مـاتریس وارد معیارها و زیر معیارها را نشان می‌دهد.
می‌گـردد. جـداول (۳) تـا (۹) مـاتریس مقایسـه دوتـایی

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 برمترمکعب)	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 (۲۰و۱۵). عملیات محاسبه وزن‌ها و محاسبه نسبت توافق با توجه به ضعیف بودن نرم افزار ArcGIS، توسط نرم افزارExpert 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 بررسی های متخلف بیانگر آن است که اغلب سه پارامتر هیدرولوژی، زیست محیطی و ویژگی های اقتصادی- اجتماعی توسط متخصصین و سازمان ها مورد استفاده قرار گرفته است (۲۲و۲۱). همچنین در مطالعه حاضر نیز این پارامترها مورد توجه قرار گرفته اند. در مطالعه حاضر با توجه به

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 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 می دهد.

شکل ۳: اهمیت ضرایب معیارهای اصلی

شکل ۴: اهمیت ضرایب زیر معیارهای هیدرولوژی- هیدروژئولوژی

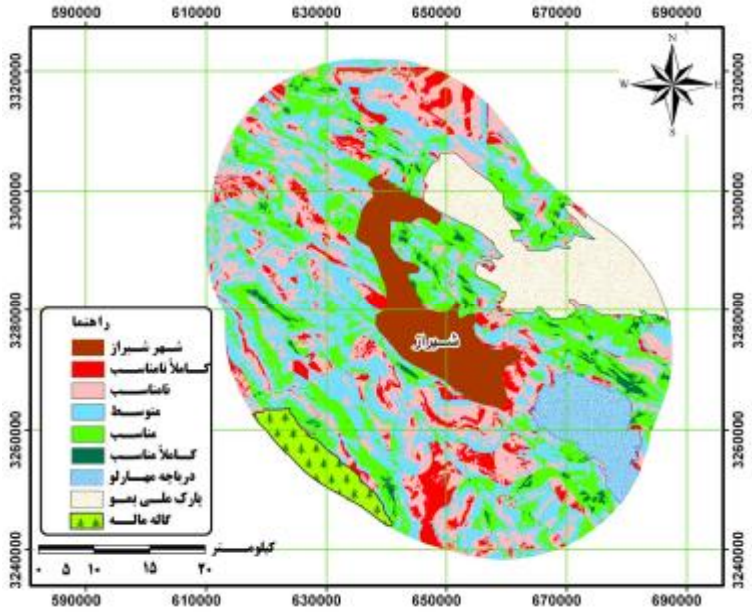
شکل ۵: اهمیت ضرایب زیر معیارهای زیست محیطی

شکل ۶: اهمیت ضرایب زیر معیارهای اقتصادی

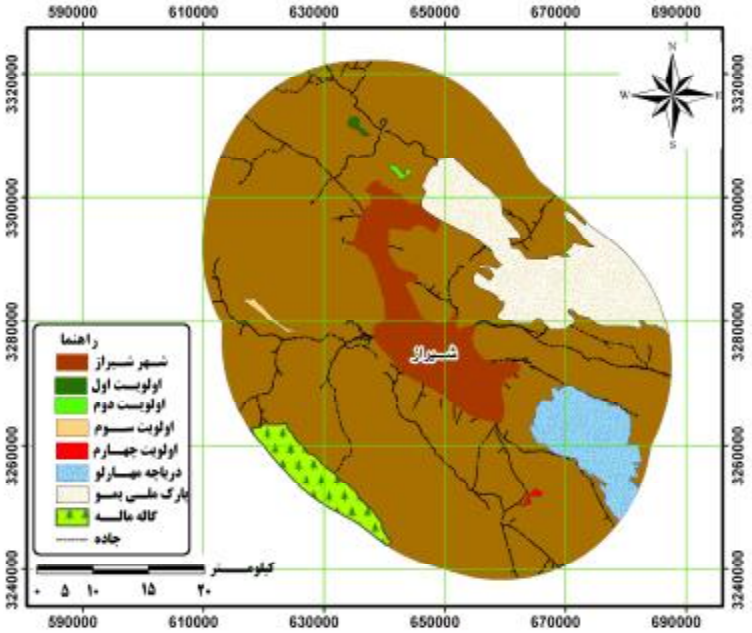
شکل ۷: اهمیت ضرایب زیر معیارهای زمین شناسی- خاکشناسی

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

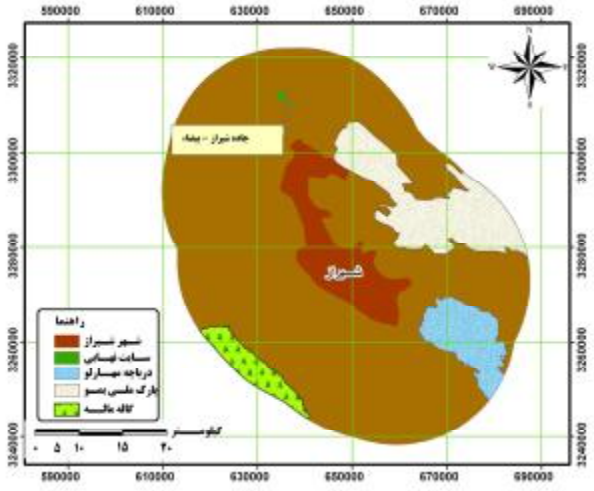
بحث و نتیجه‌گیری

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 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 ۲۹°۵۵/ عرض شمالی تا ۲۴/

°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 ۷-۵ 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 برخورداراست. 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	۱۵۵۰ -۱۷۵۰
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 بادبزنی 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 Guidline. 2001; 17. United Nations Development Progremme 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). 3nd 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 engeneering, Shahid Chamran University, Ahvaz

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