نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۲، شماره ۶۶، زمستان ۱۳۹۷، صفحات ۴۴-۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۱/۱۱

مکان‌یابی دفن پسماندهای جامد شهری شهرستان شاهین‌دژ با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و GIS

ابراهیم اصغری کلجاهی [۱]
قدرت برزگری [۲]
رباب آذرمی عربشاه [۳]
آزاده شهبازی [٤]

چکیده

بخش مرکزی شهرستان شاهین‌دژ با تولید ۳۰ تن زباله در روز، به علت عدم مکان‌یابی نامناسب محل دفع و نبود تجهیزات لازم، با معضلات زیست محیطی و بهداشتی روبرو است. در این تحقیق در راستای تعیین محل مناسب برای دفن پسماندهای جامد شهرستان شاهین‌دژ، عوامل مختلف از قبیل هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، لیتولوژی، گسل، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، مشخصات خاک، توپوگرافی (شیب)، فاصله از مناطق شهری و فاصله از جاده اصلی و مناطق مسکونی مورد توجه قرار گرفته است. پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی معیارها، وزن‌های نهایی هر یک از لایه‌های اطلاعاتی تعیین شده و در محیط GIS، مدل‌سازی به صورت فرایند تحلیل سلسله مراتبی انجام گرفته است. در نهایت پهنه‌های مناسب برای دفن زباله بر اساس قابلیت استقرار مکان در قالب ۴ طبقه کاملا مناسب تا نامناسب شناسایی شده است. براساس نتایج این تحقیق ۶ پهنه مناسب انتخاب شده که بعد از بازدیدهای صحرایی ۳ پهنه کاملا مناسب و ۳

[۱]. دانشیارگروه علوم زمین دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول) Email: e-asghari@tabrizu.ac.ir
[۲]. استادیار گروه علوم زمین دانشگاه تبریز
۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی دانشگاه تبریز
[٤]. دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی زیست محیطی دانشگاه تبریز

www.SID.ir

پهنه نسبتاً نامناسب تشخیص داده شده است. پهنه‌های مناسب با استفاده از روش ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل مقایسه شده و پهنه شماره ۲ واقع در غرب شاهین‌دژ (شمال روستای ساروجه علیا) بر اساس امتیازات و داشتن خصوصیات مورد نظر با کمترین اثرات زیست محیطی، به عنوان گزینه برتر تعیین شده است.

واژگان کلیدی: پسماند شهری، تحلیل سلسله مراتبی، GIS، شاهین‌دژ، TOPSIS

مقدمه

دفن پسماند از جمله مسائلی است که امروزه توجه شهرداری‌ها را بیش از سایر مسایل به خود مشغول کرده است. روش‌های جدیدی برای دفن پسماند شهری ایجاد شده و بازیافت مواد و انرژی و استفاده مجدد از مواد در صدر برنامه‌های نظام مدیریت پسماند شهری قرار دارد. مشکلات ناشی از دفن غیربهداشتی مواد زاید و مخاطرات محیط زیستی آن، به ویژه پسماندهای شهری و صنعتی باعث گردیده که در عصر حاضر روش‌های علمی جایگزین روش‌های سنتی شود (حیدرزاده، ۱۳۸۰). مکان‌یابی و مدیریت صحیح محل دفن زباله یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶ :۳۱). فاکتورهای بسیاری در مکان‌یابی دفن زباله می‌توانند موثر باشند اما با توجه به خصوصیات منطقه باید فاکتورهای مناسب تشخیص داده و مورد استفاده قرار گیرد که هر کدام از آنها نیز از اهمیت خاصی برخور بوده و محدودیت‌هایی را نیز در انتخاب ایجاد می‌کننـد (Ball and Road, 2005). از جمله ابزارهای مناسب برای تحلیل حجم زیاد اطلاعات فوق، روشهای تصمیم گیری چند معیاره و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌باشد. استفاده از GIS در مبحث مکان‌یابی محل دفن، موضوع نسبتاً جدیدی است. قابلیت بسیار وسیع این سیستم در مدیریت اطّلاعات مکانی و ایجاد بستر مناسب برای تصمیم‌گیری باعث شده که در عملیاتی نظیر مکان‌یابی محل دفن توجه بسیاری را به خود جلب کند (سرتاج و همکاران، ۱۳۸۶). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه مکانیابی محل دفن پسماندها با استفاده از GIS در دنیا و ایران صورت گرفته است. Sener et al. (2010) با ترکیب GIS و روش تصمیم‌گیری چند معیاره مکان‌یابی لندفیل در شهر کنیا ترکیه را انجام

www.SID.ir

داده‌اند. Sehnaz et al. (2010) در ترکیه با استفاده از ترکیب GIS و روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP[1]) به بررسی مکان مناسب برای دفن زباله پرداختند. آن‌ها در این کار از ۹ لایه اطلاعاتی استفاده کرده و در نهایت بر اساس این اطلاعات منطقه مورد مطالعه را به ۴ طبقه مناسب، متوسط، نامناسب و خیلی نامناسب طبقه‌بندی کردند و مکان مناسب برای محل دفن انتخاب شد. Chabuk et al. (2016) به مکان‌یابی الحله قادحه که در بخش مرکزی عراق پرداخته است. در این تحقیق ۱۵ متغیر برای مکان‌یابی دفن زباله شهری در نظر گرفته شده و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی بهترین مکان‌های دفن تعیین گردیده است. حجازی (۱۳۹۴) با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی و با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و عملیات میدانی و نمونه‌برداری، متغیرهای متعددی در راستای انتخاب بهترین مکان برای دفع بهداشتی زباله‌های شهری، مورد ارزیابی قرار داده است. در این تحقیق حدود ۲۹۷۲ هکتار (۱/۳۶ درصد از شهرستان مراغه) به عنوان مکان‌های مناسب معرفی شد. رنجبر و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از GIS به مکانیابی محل دفن پسماندهای شهر تبریز پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که دفن پسماندهای شهری در کلان‌شهر تبریز با توجه به وضعیت آب‌های زیرزمینی و سازندهای زمین شناسی آن چندان مطلوب نبوده و نیاز به بازیافت زباله است. رامشت و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به مکان‌یابی دفن پسماندهای جامد شهری شهرستان کوهدشت با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی و GIS پرداخته‌اند. در این تحقیق از پارامترهای انسانی، زیست محیطی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه استفاده شده و با فرموله کردن این مسائل پیچیده نقشه نهایی دفن زباله در ۵ طبقه تهیه شده است. حجازی و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل فرآیند تحلیل شبکه (ANP) پهنه های مناسب جهت دفن پسماندهای روستای لیقوان را مشخص نموده‌اند. میرآبادی و حسین عبدی قلعه (۱۳۹۶) نیز با استفاده از منطق بولین و روش AHP برای دفن پسماندهای شهرستان بوکان تعیین مکان کرده‌اند.

مکان فعلی دفع زباله‌های شهر شاهین‌دژ در مسیر بین جاده مامالو و شاهین‌دژ قرار دارد

[1] Analytic Hierarchy Process

www.SID.ir

که موجبات بوجود آمدن آلاینده‌های زیست محیطی و بهداشتی کثیری در طی سال‌های اخیر شده است. همین آلاینده‌ها، محیط و کشاورزی منطقه را به علت قرار گرفتن در مسیر بادهای غالب متاثر کرده به طوری که مناطق اطراف محل دفع پسماند از جمله روستای مامالو از غبارهای سمی و غیربهداشتی و شیرابه‌های ناشی از زباله‌ها که تا نزدیکی جاده نفوذ کرده و احتمال نفوذ آن به یک رودخانه‌ی فصلی که در پایین دست جاده می‌باشد، وجود دارد. در شکل (۱) تصویری از دفع غیراصولی زباله‌های شاهین‌دژ نشان داده شده است. دفن مواد زاید و زباله‌های این شهر با توجه به وضعیت خاص محدوده‌های اطراف شهر یکی از مسائل و مشکلات مدیران شهری به خصوص در سال‌های آتی می‌باشد.

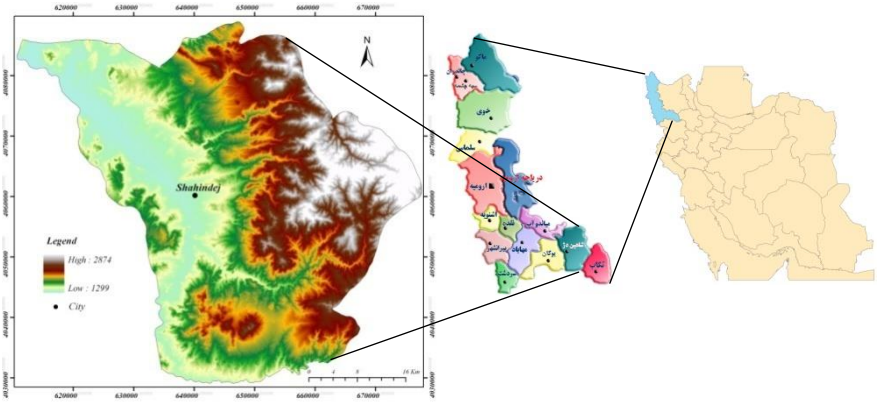
شکل (۱) تصویری از دفع غیراصولی زباله‌های شاهین‌دژ در شمال شرقی شهر

یکی از بهترین راه حل‌ها برای مذکور مطالعه و مکان یابی مناسب با استفاده از روش-های تصمیم گیری چند متغیره مثل روش AHP به کمک سیستم GIS می‌باشد، زیرا علاوه بر دقت بالا، سرعت عمل و سهولت زیادی دارد. بنابر این در این تحقیق با استفاده از این روش و با مد نظر قرار دادن معیارهای مناسب، بهترین نقاط برای دفن پسماند شهر شاهین‌دژ مشخص گردیده است.

www.SID.ir

موقعیت منطقه مطالعاتی

شاهین‌دژ یکی از شهرستان‌های استان آذربایجان غربی است که در جنوب شرقی این استان قرار دارد. مرکز این شهرستان شهر شاهین‌دژ می‌باشد. این شهرستان از نظر مختصات جغرافیایی بین '۲۴ ° ۳۶ تا '۵۰ ° ۳۷ درجه عرض شمالی و '۱۵ ° ۴۶ تا '۵۹ °۴۶ درجه عرض شرقی قرار دارد. مساحت این شهرستان ۲۱۴۴ کیلومتر مربع بوده و بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ این شهر دارای جمعیتی در حدود ۳۸۸۰۰ نفر است. در شکل (۲) موقعیت این شهرستان نشان داده شده است.



شکل (۲) موقعیت محدوده مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق ابتدا کلیه اطلاعات مرتبط با لایه‌های اطلاعات اولیه مورد نیاز با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی اقتصادی و اجتماعی و ... منطقه مورد مطالعه جمع آوری شده است. لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده جهت انتخاب مکان دفن بهداشتی زباله‌های شهر شاهین‌دژ براساس معیارهای منتخب از:

نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی، نقشه خاک شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مرکز تحقیقات آب و خاک، نقشه

www.SID.ir

لندفرم ۱:۲۵۰۰۰۰ از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان غربی، تصویر ماهواره‌ای لندست، و همچنین از موقعیت چاه‌ها، چشمه‌ها، آبراهه‌ها، سد، گسل‌ها، شهرها، روستاها، راه‌ها و خطوط انتقال نیرو، معادن، صنایع، و داده‌های هواشناسی شهرستان استفاده شده است.

تهیه لایه اطلاعاتی برای پهنه‌بندی با سیستم ArcGIS انجام گرفته است. بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده، حریم مناسب برای عوارض طبیعی و مصنوعی اعمال شده است. در مرحله بعد وزن‌دهی پارامترهای اصلی و فرعی با استفاده از روش AHP می‌باشد که با همپوشانی و تلفیق ۹ لایه‌های اطلاعاتی، مکان‌های مناسب جهت دفن پسماند انتخاب شده است.

مبانی نظری

در ارزیابی توان محیط زیست برای دفن بهداشتی مواد زاید، تمامی معیارها هم وزن نیستند و برخی از معیارها به عنوان عامل کلیدی عمل می‌نمایند، به طوری که حتی اگر سایر پارامترها مناسب باشند، باعث خواهد شد که منطقه مورد بررسی نامناسب ارزیابی گردد. به همین دلیل جهت حصول رتبه‌بندی، اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری در مورد مکان دفن زباله، فاکتورها وزن دهی می‌شوند. روش سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) معمول‌ترین روش تحلیل تصمیم‌گیری‌ها در زمینه مدل‌سازی محیط زیست می‌باشد (Jiagin, 1997). مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) توسط محققین زیادی در زمینه مکان‌یابی دفن پسماندها به کار رفته که از جمله آنها Balasooriya et al. (2013)، Chabuk et al. (2017) و میرآبادی و عبدی قلعه (۱۳۹۶) می‌باشد. روش AHP یکی از ابزارهای قوی تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که در سال ۱۹۸۰ توسط ساعتی ارائه شد. روش AHP یکی از جامع‌ترین فرآیندهای طراحی شده برای تصمیم‌گیری‌های معیارهای چند متغیره است، زیرا با این روش امکان فرموله کردن مسأله به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌شود. روند این روش به این صورت است که به منظور رتبه‌بندی عوامل مختلف و متغیرها و تبدیل آنها به مقادیر کمّی با نظرسنجی از کارشناسان انجام می‌شود، تخصیص امتیازات عددی مربوط به

www.SID.ir

مقایسه زوجی اهمیت دو شاخص، براساس جدول (۱) صورت می‌گیرد (عطایی، ۱۳۸۹: ۱۷۹-۱۸۰).

جدول (۱) طبقه‌بندی کمی و کیفی برای مقایسه زوجی معیارها (Saaty, 1980)

مقایسه نسبی شاخص‌ها (با قضاوت)	امتیاز عددی
اهمیت مطلق	۹
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت قوی	۵
اهمیت ضعیف	۳
اهمیت یکسان	۱
ترجیحا بین فاصله‌های بالا	۲، ۴، ۶، ۸

مدل‌های متنوعی به وسیله Hwang (1981) پیشنهاد شده که از جمله می‌توان به روش TOPSIS اشاره کرد. در این روش گزینه‌ها بر اساس شباهت به حل ایده‌آل رتبه‌بندی می‌شوند، به طوری که هر چه یک گزینه شبیه‌تر به حل ایده‌آل باشد، رتبه بیشتری دارد.

مواد و روش‌ها

پهنه‌بندی منطقه از لحاظ مستعد بودن یا قابلیت احداث محل دفن مشتمل بر مراحل زیر است:

جمع‌آوری و تهیه اطلاعات اولیه، آماده‌سازی اطلاعات جهت تجزیه و تحلیل و وارد کردن اطلاعات در سامانه GIS، اعمال حریم مناسب برای عوارض طبیعی و مصنوعی بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده، وزن دهی پارامترها و همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از AHP و تعیین مکان‌های مستعد جهت دفن پسماند.

قبل از تحلیل اختصاصی برای شناسایی محل مناسب جهت انتخاب محل دفن باید قوانین و محدودیت‌های خصوصیات محلی هر معیار شناسایی و ارزیابی گردد. در جدول (۲) برخی پیشنهادات در رابطه با این موضوع ارائه شده است. در تحقیق حاضر معیارهای جدول (۳) برای حذف مناطق نامطلوب مرتبط با محل دفن شهر شاهین دژ در نظر گرفته شده‌اند.

www.SID.ir

در همین راستا حریم مناسب برای هر یک از معیارها اعمال شده و مناطق کاملاً نامناسب پس از اعمال حریم مناسب بر روی لایه‌های اطلاعاتی جاده، آبراهه، گسل، مراکز جمعیتی (شهر، روستا و...)، خطوط انتقال نیرو و مکان‌های تأمین آب (چاه، قنات و چشمه) تعیین شده‌اند (شکل ۳).

در مرحله دوم لایه‌های اطلاعاتی اصلی و وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها با توجه به پارامترهای موجود در منطقه براساس نظرات کارشناسان انتخاب گردیدند. در این راستا از نظرات دو کارشناس رشته جغرافیا و ژئومورفولوژی، چهار کارشناس رشته زمین شناسی زیست محیطی و مخاطرات طبیعی، دو کارشناس در رشته آب‌های زیرزمینی استفاده شده است.

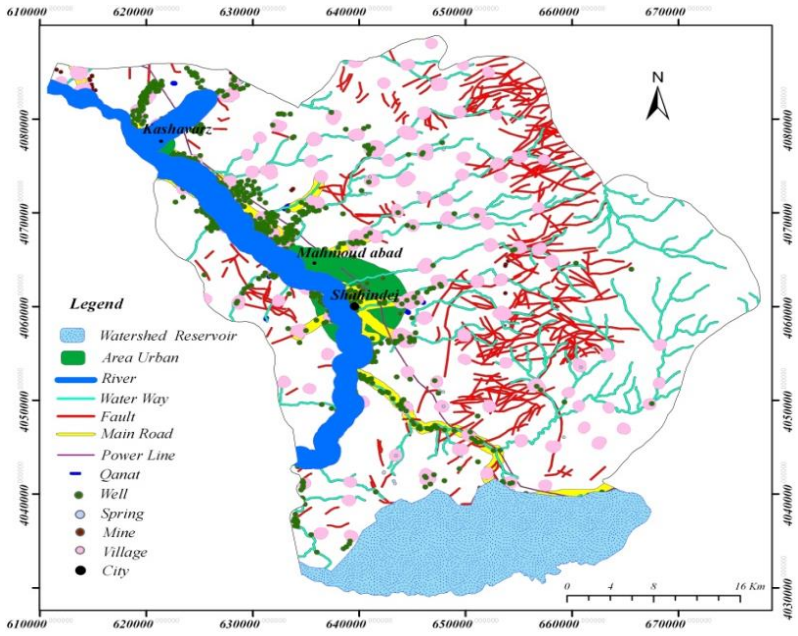
جدول (۲) حریم پیشنهاد شده برای معیارهای مختلف به وسیله محققان

معیار	فاصله حریم پیشنهادی در مراجع مختلف
گسل (اصلی و فرعی)	500 m (Sumathi et al., 2008), 1000 m (Sharifi et al., 2009)
مراکز جمعیتی (شهری و روستایی)	1 km (Sener et al., 2010), 3 km (Chan et al, 2000),5 km (Zeiss and Lefsrud, 1995)
آب‌های سطحی (رودخانه، آبراهه، مسیل)	80 m (Siddiqui et al., 1996), 180 m (Zeiss and Lefsrud, 1995), 500 m (Kontos et al., 2003), 2000 m (Lin and Kao, 1998)
راه دسترسی (جاده اصلی، فرعی، راه آه)	75 m (Chang et al., 2008), 200 m (Sumathi et al., 2008), 250 m (Sener et al., 2010), 1000km (Lin and Kao, 1999)
چاه، قنات، چشمه	50 m (Chang et al., 2008) and (Sumathi et al., 2008)

www.SID.ir

جدول (۳) حریم منظور شده برای تعیین محل دفن پسماندهای بر اساس نظرات کارشناسی

خطوط انتقال نیرو	–	۵۰m
جاده	فاصله از جاده اصلی	۵۰۰m
آبراهه	آبراهه اصلی	۱۰۰۰ m
	آبراهه فرعی	۱۰۰ m
منابع تامین آب	چشمه	۱۵۰ m
	چاه ، قنات،	۲۵۰ m
مراکز جمعیتی	مرکز شهرستان	۳۰۰۰ m
	شهر	۱۰۰۰m
	روستا	۵۰۰ m
	معادن	۲۰۰m



شکل (۳) نقشه حریم مناسب اعمال شده جهت انتخاب محل دفن پسماندهای شهری در منطقه مطالعاتی

www.SID.ir

در این مطالعه لایه‌های اطلاعاتی سنگ‌شناسی، توپوگرافی، فاصله از مناطق شهری، فاصله از جاده اصلی، فاصله از رودخانه، ویژگی‌های خاک‌ها، کاربری اراضی، ناهمواری‌ها و پوشش گیاهی را بر اساس تأثیراتی که بر مکان دفن پسماندها به ۴ کلاس بسیار مناسب، مناسب، نسبتا مناسب، نامناسب تقسیم شده‌اند (جداول ۴ تا ۷) ترسیم شده و در شکل‌های (۴) تا (۱۲) نشان داده شده است.

جدول (٤) طبقه بندی توصیفی پارامترهای موثر در تعیین مکان

پارامترها	کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳	کلاس ۴
فاصله از شهر (km)	۷-۳	۱۰-۷	>۱۰	۰-۳
فاصله از رودخانه اصلی(m)	>۳۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۰
شیب (درصد)	۷-۰	۱۵-۷	۳۰-۱۵	>۳۰
فاصله از جاده اصلی (m)	۱۰۰۰-۵۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۵۰۰-۰	>۲۰۰۰
پوشش گیاهی	زمین بایر و مراتع ۳	مراتع ۲	مراتع ۱ و مزارع دیم	زراعت، باغ و پهنه‌های آبی
نوع لندفرم	دشت	فلات	تپه	کوه

جدول (٥) طبقه‌بندی توصیفی بر اساس واحدهای سنگ شناسی

رده	توصیف	سنگ‌شناسی بر اساس نقشه های زمین شناسی منطقه (خلقی خسروی، ۱۳۷۸)
۱	بسیار مناسب	سنگ آهگ- گرانیت- گنیس- گابرو- سنگ آهگ مارنی- شیل سیلتی
۲	مناسب	ریولیت- آندزیت - دولومیت - ماسه سنگ- تناوب آهک و مارن و.....
۳	نسبتا مناسب	سنگ آهک ریفی- توف سبز- کنگلومرای آتشفشانی- ماسه سنگ آهکی و ...
۴	نامناسب	آبرفت‌های عهد حاضر

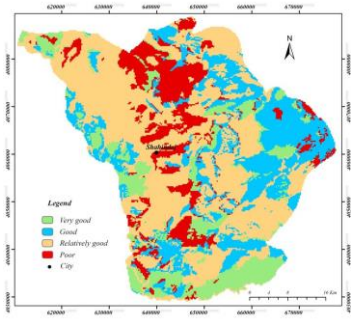
جدول (٦) طبقه بندی توصیفی کاربری اراضی

رده	توصیف	کاربری اراضی
۱	بسیار مناسب	رخنمون های سنگی، مراتع با تاج پوشش فقیر و مراتع با تاج پوشش متوسط
۲	مناسب	مراتع خوب و زراعت دیم
۳	نسبتا مناسب	مناطق زراعی آبی، باغات و مخزن سد و آبندان
۴	نامناسب	مناطق مسکونی (روستا، شهر ، شهرک، و ....)

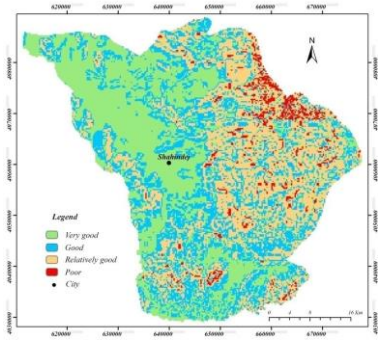
www.SID.ir

جدول (۷) طبقه بندی توصیفی نوع خاک

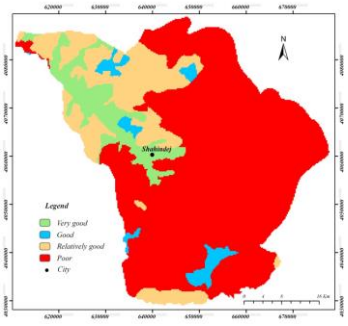
رده	توصیف	بافت خاک
۱	بسیار مناسب	دشت‌های دامنه‌ای با شیب ملایم و پستی و بلندی کم تا متوسط، دارای خاک‌های تکامل یافته نیمه عمیق تا عمیق با بافت سنگین
۲	مناسب	پهنه‌ها و تراس‌های فوقانی با پستی و بلندی و فرسایش متوسط تا زیاد، پوشش خاکی نیمه عمیق تا عمیق با بافت متوسط تا سنگین
۳	نسبتا مناسب	شامل تپه های با قلل مدور با خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق سنگریزه دار
۴	نامناسب	کوه های نسبتا مرتفع با پوشش خاک کم عمق، سنگریزه دار و غیر یکنواخت، بافت سبک تا متوسط و پست و شور در سواحل شوره زار با خطر آبگیری و نیز محدودیت زهکشی



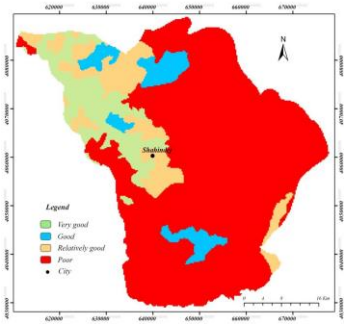
شکل (٤) لایه سنگ شناسی منطقه



شکل (٥) لایه شیب توپوگرافی منطقه

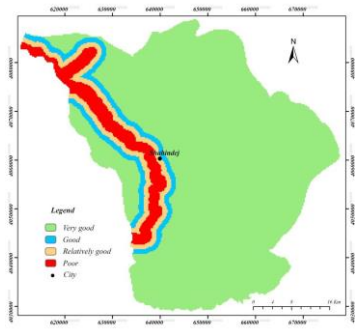


شکل (٦) لایه بافت خاک منطقه

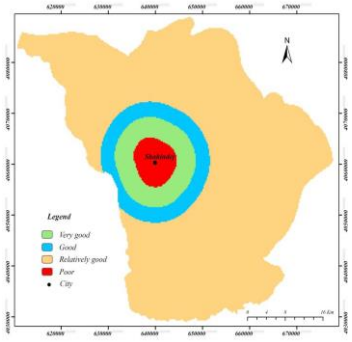


شکل (۷) لایه طبقه‌بندی ناهمواری‌های سطح زمین

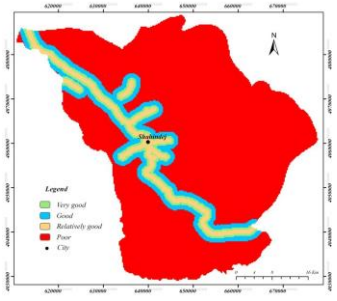
www.SID.ir



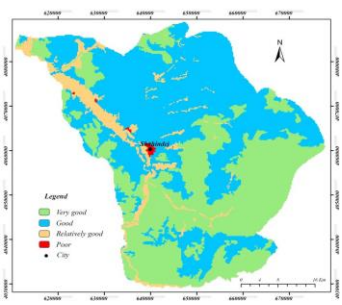
شکل (۸) لایه طبقه‌بندی فاصله از رودخانه



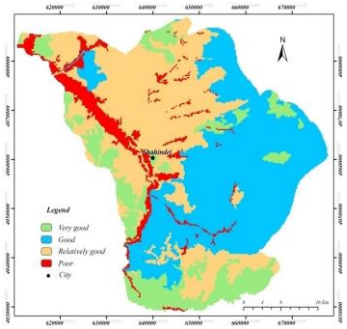
شکل (۹) لایه طبقه‌بندی فاصله از شهر



شکل (۱۰) لایه راه‌های دسترسی اصلی



شکل (۱۱) لایه طبقه بندی کاربری اراضی



شکل (۱۲) لایه پوشش گیاهی

www.SID.ir

در این تحقیق وزن نسبی هر کدام از معیارها با استفاده از ماتریس مقایسه زوجی ۹×۹ و مقایسه با متغیرهای سطح بالاتر محاسبه شده و سپس هر کدام از معیارها به چهار رده براساس درجه اهمیت تقسیم‌بندی گردید. بعد از تشکیل ماتریس، نیاز به محاسبه وزن هر کدام از عوامل می‌باشد. برای تعیین وزن نهایی هر یک از معیارها و زیر معیارها از نرم‌افزار Expert Choice11 استفاده شده است. علاوه بر محاسبه وزن، مقدار ناسازگاری نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. در حالت کلی می‌توان گفت که میزان قابل قبول ناسازگاری یک سیستم بستگی به تصمیم گیرنده دارد. اما ساعتی (Saaty, 1980) عدد ۰/۱ را به عنوان حد قابل قبول ارائه می‌نماید و معتقد است چنان که نرخ ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد، در قضاوت‌ها تجدید نظر گردد. این نسبت برای داده‌های ما عدد ۰/۰۹ است که بیان کننده قابل قبول بودن نتیجه می‌باشد.

هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی

پس از محاسبه امتیاز نهایی، ۹ لایه اطلاعاتی مذکور با سیستم GIS بر روی هم قرار گرفتند. در این عمل امتیاز نهایی هر طبقه در امتیاز نهایی هر لایه اطلاعاتی ضرب شده و سپس مجموع آن برای تمام لایه‌های اطلاعاتی محاسبه شده است. پس از روی هم قرار دادن لایه‌های اطلاعاتی و تلفیق آنها در نهایت نقشه واحدی به‌دست آمده که مناطق ممنوعه جهت دفن پسماندهای شهری از آن حذف گردیده‌اند. بر اساس مجموع امتیازات حاصل از تلفیق، منطقه مورد مطالعه به ۴ محدوده با مساحت مساوی شامل محدوده‌های نامناسب، نسبتاً مناسب، مناسب و کاملا مناسب تفکیک شده است (شکل ۱۳). در نهایت برای تعیین پهنه‌های مناسب جهت دفن پسماندهای شهری، شهر شاهین‌دژ تنها از طبقه کاملاً مناسب استفاده شده است. بر اساس شکل (۱۴) شش پهنه مناسب جهت دفن زباله مشخص گردیده است. مطالعات تکمیلی جهت تعیین محل‌های مستعد از بین پهنه‌های پیشنهادی با بازدیدهای میدانی صورت گرفته است. از آنجا که در نقشه‌های تهیه شده، امکان خطا وجود دارد، لذا لازم است در بازدید میدانی علاوه بر بررسی عمومی، راه‌های دسترسی، شرایط توپوگرافی و شیب منطقه، کاربری فعلی و آتی اراضی و نواحی مجاور، احتمال عبور خطوط انتقال نیرو، وجود چاه، قنات، چشمه و آبراهه فصلی و میزان سیل

www.SID.ir

خیزی، معادن ثبت نشده فعال، ارتفاع محدوده از سطح دریا، میزان فرسایش‌پذیری منطقه و پوشش گیاهی سایر ویژگی‌های پهنه‌های منتخب، مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به وسعت زمین مورد نیاز برای دفن زباله‌های حداقل ۲۰ سال آینده، در نهایت فقط ۳ پهنه به عنوان مناطق مناسب دفن پسماند تعیین شده و معرفی می‌گردد. در جدول (۸) دلیل حذف ۳ پهنه نامناسب ذکر شده است.

جدول (۸) دلایل حذف پهنه‌های نامناسب

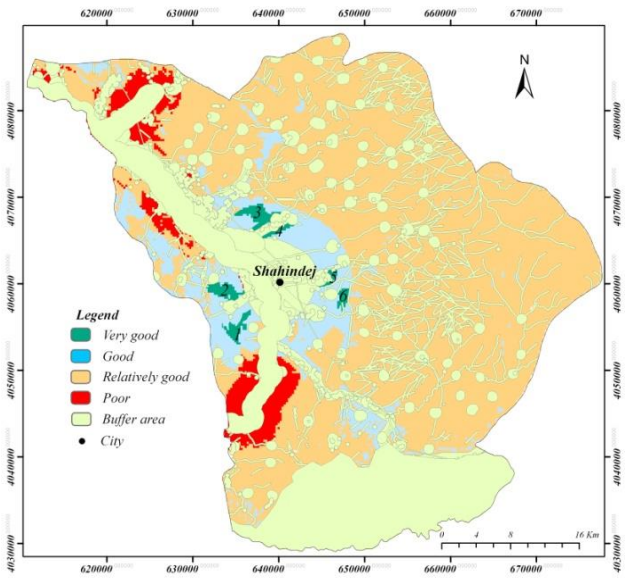
شماره پهنه	دلایل حذف
۴	فاصله زیاد از شهر شاهین دژ، شکل نامناسب پهنه، قرار گرفتن در واحد زمین شناسی نامناسب، قابلیت خاک برای زراعت آبی و چرا
۵	قرار گرفتن بر روی واحد سنگ شناسی نامناسب (توف سبز و ماسه سنگ سست)، بخش زیادی از این پهنه بر روی زمین‌های کشاورزی قرار گرفته است.
۶	فاصله زیاد از جاده اصلی، شیب زیاد منطقه و قرار گیری بر روی خاک های کم عمق

یافته‌ها و بحث

در این تحقیق به منظور رتبه‌بندی پهنه‌های منتخب از روش شباهت به گزینه ایده‌آل استفاده شده است و برای این منظور ۱۶ پارامتر فاصله از خطوط انتقال نیرو، پوشش گیاهی، دسترسی به جاده فرعی، دسترسی به جاده اصلی، شیب، فاصله از مناطق شهری، بافت خاک، لیتولوژی، جهت توسعه شهر، لندفرم، وسعت منطقه، جهت باد، هزینه تسطیح، آب زیرزمینی، فاصله از رودخانه اصلی و کاربری اراضی مد نظر قرار گرفته است.

پس از بازدید میدانی، گزینه‌ها بر اساس شباهت به حل ایده‌آل رتبه بندی شده‌اند، هر کدام از گزینه‌ها که به حل ایده‌آل نزدیک‌تر باشد، رتبه بیشتری می‌گیرد و در نتیجه برای احداث تاسیسات دفن مستعدتر خواهد بود. مراحل انجام ارزیابی در این مرحله از تحقیق، در ادامه ارائه شده است.

www.SID.ir



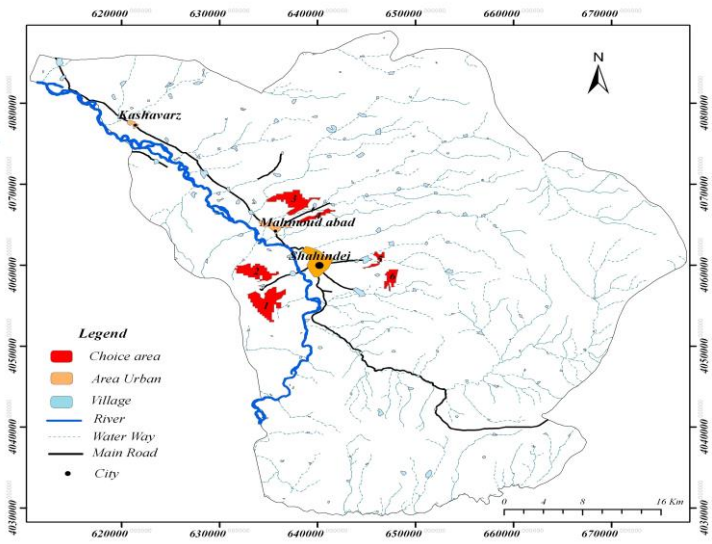
شکل (۱۳) طبقه‌بندی نهائی حاصل از همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی با لحاظ حریم مناطق ممنوعه

معرفی پهنه‌های منتخب

- پهنه شماره ۱

این پهنه در فاصله ۷ کیلومتری از شهر شاهین‌دژ و فاصله مناسب از جاده اصلی قرار گرفته است. از نظر سنگ‌شناسی این پهنه بر روی سنگ آهک و غالبا بر روی مراتع ۳ واقع شده است. از شمال در فاصله ۲/۷ کیلومتری از روستای ساروجه علیا و از جنوب شرق در فاصله ۱/۵ کیلومتری روستای ساروجه سفلی قرا دارد. این پهنه بر روی تپه‌هایی نسبتا پرشیب قرار گرفته که این امر موجب خاکبرداری زیاد در هنگام احداث تاسیسات دفن پسماند است.

www.SID.ir



شکل (۱٤) مکان‌های مناسب پیشنهاد شده در منطقه بر اساس تحلیل سلسله مراتبی

- پهنه شماره ۲

دارای مساحت ۵/۱ کیلومتر مربع است. نزدیکترین آبادی به این پهنه روستای آق‌تپه در جنوب شرق این پهنه است. در فاصله ۵/۵ کیلومتری از شهر شاهین‌دژ و در مناسب‌ترین فاصله از جاده اصلی و فرعی واقع شده است. در این پهنه جنس غالب سنگ بستر از تناوب آهک، آهک مارنی و مارن تشکیل شده است. این پهنه مانند پهنه شماره ۱ در محدوده‌ای است که آبخوان وجود ندارد. از لحاظ کاربری اراضی نیز این پهنه در زمین‌های زراعی دیم قرار گرفته است. در صورت انتخاب این پهنه به عنوان محل دفن پسماندهای شهری، باید موانعی جهت جلوگیری از حرکت زباله‌ها به سمت شاهین دژ احداث شود، زیرا جهت غالب باد در منطقه شاهین‌دژ از غرب به شرق است.

- پهنه شماره ۳

دارای مساحت ۶/۳ کیلومتر مربع بوده در شمال شرقی شهر محمودآباد قرار دارد. در فاصله ۸ کیلومتری از شهر شاهین‌دژ واقع شده و از جاده اصلی فاصله مناسبی دارد. شیب

www.SID.ir

این پهنه بین ۰-۷ درصد است. بستر این پهنه از رسوبات جوان و نهشته‌های دشت آبرفتی تشکیل شده ولی کنگلومرا با افق‌های ماسه‌ای، کمی مارن سیلتی نیز در آن دیده می‌شود. این پهنه در اراضی زراعی دیم قرار داشته و نسبت به سایر پهنه‌ها به خطوط انتقال نیرو نزدیکتر است.

- تشکیل ماتریس تصمیم

در این مرحله با توجه به ۳ پهنه مناسب نهایی و ۱۶ پارامتر ذکر شده در جدول (۹)، یک ماتریس ۳×۱۶ تشکیل شده است. سپس براساس ارزیابی همه گزینه‌ها، برای معیارهای مختلف، امتیاز مربوط به هر پهنه تعیین شده است.

جدول (۹) جدول ماتریس تصمیم

معیار / پهنه	فاصله از خطوط انتقال نیرو	پوشش گیاهی	دسترسی به جاده فرعی	دسترسی به جاده اصلی	شیب	فاصله از مناطق شهری	بافت خاک	لیتولوژی
پهنه ۱	۳	۹	۴	۷	۵	۵	۵	۶
پهنه ۲	۴	۷	۷	۷	۶	۹	۸	۸
پهنه ۳	۷	۴	۹	۷	۹	۳	۸	۲
معیار / گزینه	جهت توسعه شهر	لندفرم	وسعت منطقه	جهت باد	هزینه تسطیح	آب زیرزمینی	فاصله از رودخانه اصلی	کاربری اراضی
پهنه ۱	۸	۸	۷	۷	۴	۷	۵	۷
پهنه ۲	۸	۷	۸	۴	۶	۷	۵	۵
پهنه ۳	۵	۶	۹	۸	۸	۵	۹	۵

www.SID.ir

- شاخص شباهت

شاخص شباهت به منظور بیان مقدار عددی شباهت هر گزینه به حالت ایده‌آل در مرحله آخر محاسبه می‌گردد. مقدار این شاخص بین صفر تا یک متغیر است. هر چه گزینه مورد نظر به حالت ایده‌آل مشابه‌تر باشد مقدار شاخص شباهت آن به یک نزدیک خواهد بود. لذا برای رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقدار شاخص شباهت، گزینه‌ای که دارای بیشترین شاخص شباهت است در رتبه اول و گزینه‌ای که دارای کم‌ترین شاخص شباهت است در رتبه آخر قرار می‌گیرد. این شاخص براساس رابطه زیر تعیین می‌گردد (عطایی، ۱۳۸۹: ۱۰۰).

رابطه (۱) $ci=\frac{S+i}{S-i}$

Ci: شاخص شباهت،

S^{+}_{i}: فاصله از حل ایده‌آل،

S^{-}_{i}: فاصله از حل ضد ایده‌آل.

امتیازات مربوط به پهنه‌های منتخب در جدول (۱۰) ارائه شده است. بر اساس توضیحات ارائه شده و امتیازات حاصل از ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل، اولویت بندی پهنه‌های نهایی برای دفن پسماندهای شهری، شهر شاهین دژ به این صورت است: پهنه ۳ > پهنه ۱> پهنه ۲

جدول (۱۰) امتیازات شاخص شباهت، مربوط به سه پهنه منتخب نهایی

پهنه	شاخص شباهت (C)	
۱	$C_۱$	۰/۵۱
۲	$C_۲$	۰/۶۴
۳	$C_۳$	۰/۴۵

www.SID.ir

نتیجه گیری

شهرستان شاهین‌دژ با جمعیتی بالغ بر ۳۸۸۰۰ نفر و با متوسط وزن زباله ۳۰ تن در روز از جمله شهرستان‌هایی است که با مشکل دفن پسماند روبه رو است. مدیریت نادرست محل دفن پسماندهای شهری در شاهین‌دژ موجب بروز مشکلات زیست محیطی و بهداشتی شده است. در این تحقیق با توجه به مهم بودن مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری به دلیل تاثیرات بیولوژیکی و زیست محیطی، پارامترهای اصلی و فرعی موثر با دقت تعیین گردیدند. تعداد ۹ لایه اطلاعاتی به روش AHP تعیین شده و با سیستم GIS تلفیق گردیده و در نهایت نقشه نهایی جهت دفن زباله‌های شهری شهرستان شاهین دژ در ۴ ناحیه نامناسب، نسبتاً مناسب، مناسب و کاملا مناسب تهیه شد. این نواحی اکثراً در شمال شاهین دژ و شمال شرق محمود آباد قرار دارد و گروهی در غرب روستای آق تپه و گروهی نیز در شرق شاهین‌دژ و اطراف روستای هولاسو و هاچه سو قرار گرفته‌اند. سه پهنه منتخب تایید شده بعد از بازدید صحرایی به روش شباهت به گزینه ایده‌آل مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت پهنه شماره ۲ در حوالی شمال روستای ساروجه علیا به علت بیشترین شباهت به گزینه ایده‌آل، به عنوان مکان مناسب معرفی گردید. بنابراین با توجه به پارامترهای در نظر گرفته شده در این تحقیق، دفن زباله در این پهنه کمترین اثرات زیست محیطی را دارد.

www.SID.ir

منابع

- پوراحمد، ا.، حبیبی، ک.، محمد زهرابی، س. و نظری عدلی، س. (۱۳۸۶)، استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)، ***مجله محیط شناسی***، سال سی و سوم شماره ۴۲، ص ۳۱-۴۲

- حجازی، س. (۱۳۹۴)، مکانیابی دفن زباله‌های شهری با استفاده از تکنیک‌های اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی: مطالعه موردی شهرستان مراغه، ***نشریه جغرافیا و برنامه ریزی***، شماره ۵۴، ص ۱۲۵-۱۰۵

- حجازی، س.، همتی، ف. (۱۳۹۵)، مکان یابی بهینه دفن زباله روستای لیقوان با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه (ANP)، ***نشریه جغرافیا و برنامه ریزی***، شماره ۵۶، صفحه ۸۸-۷۳

- حیدرزاده، ن. (۱۳۸۰)، مکان یابی مکان دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

- خدابنده، ع. (۱۳۷۸)، نقشه زمین‌شناسی میاندوآب، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، برگ شماره ۵۲۶۳، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- خلقی خسروی، م. (۱۳۷۸)، ***نقشه زمین‌شناسی شاهین‌دژ به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و نقشه زمین‌شناسی چویان به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰***، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.

- رامشت، م.، حاتمی فرد، ر.، موسوی، س. (۱۳۹۲)، مکانیابی دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS (مطالعه موردی: شهرستان کوهدشت)، ***نشریه جغرافیا و برنامه ریزی***، شماره ۴۴، ص ۱۱۹-۱۳۸

- رنجبر، ا.، حکیم پور، ف.، میریعقوب زاده، م.، شریف نژاد، ج.، پیری، ع.، بابایی، ا. (۱۳۹۳)، پهنه بندی و مکان یابی دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهرستان تبریز)، ***نشریه جغرافیا و برنامه ریزی***، شماره ۴۷، ص ۱۲۵-۱۰۵

- سرتاج، م.، صدوق، م. و جلالوندی، ح. (۱۳۸۶)، کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مکان‌یابی محل‌های دفن پسماندهای خطرناک، سومین همایش ملی مدیریت پسماند.

www.SID.ir

- عطایی، م. (۱۳۸۹)، ***تصمیم گیری چند معیاره***، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۳۳۳.

- موسسه تحقیقات آب و خاک (۱۳۷۵)، نقشه بافت خاک ۱:۲۵۰۰۰۰ استان آذربایجان غربی.

- میرآبادی، م.، حسین عبدی قلعه، ع. (۱۳۹۶)، مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان با استفاده از منطق بولین و مدل سلسله مراتبی، ***مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست***، دوره ۱۹ شماره ۱، ص ۱۵۰ تا ۱۶۸.

- Ball, J. M. and Road, L. (2005), "Landfill site selection", *Tenth* International Waste Management and landfill Symposiums, 1250-1261.

- Balasooriya, B., Vithanage, M., Nawarathna, N. J, Kawamoto, K., Zhang, M. and Herath, G. (2013), "Solid Waste Disposal Site Selection for Kandy District, Sri Lanka Integrating GIS and Risk Assessment", **International Journal of Scientific and Research**, Vol. 4 (10).

- Chabuk A., Al-Ansari N., Hussain H. M., Knutsson S. and Pusch R. (2017), "GIS-based assessment of combined AHP and SAW methods for selecting suitable sites for landfill in Al-Musayiab Qadhaa, Babylon, Iraq, **Environmental Earth Sciences**, 76: 209, doi:10.1007/s12665-017-6524-x

- Chan, F.T.S., Chan, M.H. and Tang, N.K.H. (2000), "Evaluation methodologies for technology selection", Journal of Materials Processing Technology, Vol. 107, 330–337.

- Chang, N., Parvathinathanb, G. and Breden, J. B. (2008), "Combining GIS with fuzzy multicriteria decisionmaking for landfill siting in a fast-growing urban region", **Journal of Environmental Managemen**t, 87, 139–153.

- Jiagin Y. H. (1997), "An AHP Decision Model for Facility Location Selection", **Journal of the Facilities**, Vol. 15: 32-41.

- Kontos, T. D., Komilis, D. P. and Halvadakis, C. P. (2003), "Siting MSW landfills on Lesvos Island with a GISbased methodology", *Waste Management and Research*, 21, 262–277.

www.SID.ir

- Lin, H. Y. and Kao, J. J. (1998), "A vector-based spatial model for landfill siting", **Journal of Hazardous Materials**, 58, 3–14.

- Saaty, T. L., (2001), "Decision Making for leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decision in a Complex World", RWS Publications, ISBN-13: 978-0962031786.

- Zeiss, C. and Lefsrud, L., 1995. "Analytical framework for facility waste siting", **Journal of Urban Planning and Development**, 121 (4), 115–145.

- Sehnaz, S.; Erhan, S.; Bilghan, N., Remzi, K. (2010), "Combining AHP with GIS for landfill site selection", **Journal of Waste Management**, 30: 2037-2041.

- Sener S. and Sener E. and Nas B. and Karaguzel R. (2010), "Combining AHP with GIS for landfill site selection: Acase study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey)", **Journal of Waste Management,** No. 30, 2037-2046.

- Siddiqui, M. Z., Everett, J. W. and Vieux, B. E. (1996), "Landfill siting using geographic information systems: A demonstration", **Journal of Environmental Engineering**, 122(6), 515–523.

- Sharifi, M., Hadidi, M., Vessali, E., Mosstafakhani, P., Taheri, K., Shahoie, S. and Khodamoradpour, M. (2009), "Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS based hazardous waste landfill sitting in Kurdistan Province, western Iran", Elsevier, **Waste Management**, Vol. 29, 2740-2758.

- Sumathi, V.R., Natesan, U., C., Sarkar, N. (2008), "GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landÁll", *Waste Manag. (Oxford)*, 28:2146-2160. Uyan, M., 2014. MSW landll site selection by combining AHP with GIS for Konya, Turkey. **Environ Earth Sci,** Vol. 71, 1629-1639.

www.SID.ir