پژوهش‌های محیط‌زیست، سال 4، شماره 8، پاییز و زمستان 1392، از صفحه 117 تا 130

کاربرد ماتریس ریاضی در ارزیابی آثار توسعه کارخانه کمپوست (مطالعه موردی: کارخانه کمپوست شهرستان گلپایگان)

مژگان میرزایی*[1]، عبدالرسول سلمان ماهینی[2]، سید حامد میرکریمی[3]، حسین مرادی[4]

1 دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط‌زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
2 دانشیار دانشکده شیلات و محیط‌زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
3 استادیار دانشکده شیلات و محیط‌زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی
4 استادیار دانشکده محیط‌زیست دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: 1391/4/6؛ تاریخ تصویب: 1392/11/21)

چکیده

امروزه، تولید زباله به دلیل افزایش جمعیت و کاهش زمین‌های در دسترس با چنان سرعتی در حال افزایش است که با وجود پیشرفت علوم و فن‌آوری، مدیریت آن‌ها به یک مساله بغرنج تبدیل شده است. یکی از جالب‌ترین گزینه‌ها در مدیریت مواد زاید جامد، تولید کمپوست است که دارای صرفه اقتصادی و فواید محیط‌زیستی قابل توجهی است. با این حال، کارخانه کمپوست می‌تواند آثار زیانبار محیط‌زیستی نیز به همراه داشته باشد. از این نظر، انتخاب مکان مناسب برای محل دفن زباله و کارخانه‌های کمپوست، یکی از وظایف مهم در برنامه مدیریت مواد زاید در جوامع در حال توسعه است. ماتریس ریاضی یکی از روش‌های ارزیابی آثار توسعه است که می‌تواند به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) جهت ارزیابی آثار منفی استقرار صنایع کمپوست، به کار رود. در روش ماتریس ریاضی، ابتدا معیارهای مهم جهت مکان‌یابی کارخانه کمپوست بررسی می‌شوند. سپس، تمامی آثار در محیط GIS به‌صورت کمی در می‌آیند و در گام بعد، اقدام به بررسی معنی‌داری آثار می‌شود. در ماتریس ریاضی برای هر کدام از پارامترها معنی‌دار بودن اثر با استفاده از هفت معیار بزرگی، وسعت و مدت اثر، اثرات هم‌بیشی، آثار تجمعی، فاکتور اختلاف نظر و معیار جبران محاسبه می‌شوند و با بررسی معنی‌داری آثار، مکان مناسب جهت احداث کارخانه کمپوست مشخص می‌گردد. در تحقیق حاضر، شهرستان گلپایگان واقع در استان اصفهان برای مکان‌یابی کارخانه کمپوست انتخاب شد. سپس، سه گزینه مکانی پیشنهاد شده جهت بررسی و اولویت‌بندی برای ساختن کارخانه کمپوست مورد مطالعه قرار گرفتند. گزینه‌ها به روش مقایسه توان و استفاده برای ارزیابی کلی و کیفی و روش ماتریس ریاضی، مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نتایج، مشخص شد. گزینه 3 اولویت اول، گزینه 2 اولویت دوم و در نهایت گزینه 1 اولویت سوم را به خود اختصاص می‌دهد. روش ماتریس ریاضی با داشتن انعطاف‌پذیری و دخالت دادن عوامل جبران اثر و اختلاف نظر، امکان تعامل سازنده میان توسعه‌دهندگان و ارزیابان را فراهم می‌آورد و نتیجه جامع‌تری نسبت به روش‌های ذهنی به‌دست می‌دهد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی آثار توسعه، سامانه اطلاعات جغرافیایی، ماتریس ریاضی، مکان‌یابی

* نویسنده مسوول: Email: mojgan_11884@yahoo.com

سرآغاز

انسان و بسیاری از موجودات کره زمین، به شیوه‌های مختلف زباله‌ساز هستند و بدیهی است، کنترل زباله‌ها تضمین‌کننده سلامت و بقایای محیط‌زیست خواهد بود. طی سال‌های اخیر، انسان به‌خوبی دریافته است که از دست دادن محیط‌زیست مترادف با از بین رفتن حیات بشری بر روی کره زمین است. در این راستا یکی از مواردی که به شدت محیط‌زیست را تهدید می‌کند، مواد زاید جامد، ناشی از فعالیت‌های مختلف جوامع انسانی است که در صورت عدم مدیریت اصولی آثار سویی بر عناصر اصلی محیط شامل هوا، خاک و به‌ویژه آب خواهد داشت (عمرانی، 1383). یکی از جالب‌ترین گزینه‌ها در مدیریت مواد زاید جامد، تولید کمپوست است که دارای صرفه اقتصادی و فواید محیط‌زیستی قابل توجهی است (Omrani et al, 2007). کاربرد کمپوست در کشور ما از این جهت اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که در اکثر شهرهای ایران، مواد زاید آلی قابل تبدیل به کمپوست، حدود 70 درصد مواد زاید شهری را تشکیل می‌دهند. توسعه صنایع کمپوست از زباله مخلوط در صورت عدم رعایت جنبه‌های بهداشتی و محیط‌زیستی و اقتصادی، دارای پیامدهای محیط‌زیستی و بهداشتی متعددی خواهد بود که می‌تواند سلامت جامعه و محیط‌زیست را مورد تهدید قرار دهد. بنابراین، ارزیابی محیط‌زیستی با شناسایی و پیش‌بینی آثار پروژه بر محیط‌زیست فیزیکی و زیستی، رویکردی فعال جهت حداکثر نمودن فرصت‌ها و منافع حاصل از کمپوست و اجتناب به موقع از پیامدهای نامطلوب است (تکدستان، 1384). امروزه، انتخاب مکان مناسب برای محل دفن زباله و کارخانه‌های کمپوست یکی از وظایف مهم در برنامه مدیریت مواد زاید در جوامع در حال توسعه است (Tchobanoglous, 1993). ارزیابی آثار توسعه فرآیندی گروهی است که طی آن متخصصان مختلف به شناسایی و ارزیابی آثار مثبت و منفی طرح و یا طرح‌های توسعه بر بخش‌های بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی محیط‌زیست می‌پردازند و در صورت پذیرش توسعه موردنظر، راهکارهایی جهت کاهش و یا رفع آثار منفی آن ارایه می‌دهند (سلمان ماهینی، 1386). با پدیدار شدن آثار زیان بار فعالیت‌های بشری، جهت ایجاد تعادل و سازگاری بین فعالیت‌ها و محیط‌زیست، ابزارها و روش‌های مختلفی ابداع و مورد استفاده قرار گرفته است. ارزیابی آثار محیط‌زیستی (EIA)[1] از جمله روش‌های بسیار کارامدی است که با شناسایی محیط‌زیست و درک اهمیت آن، آثار بخش‌ها یا فعالیت‌های مختلف یک طرح بر اجزای محیط را بررسی و ارزیابی می‌کند و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از آن، راهکارهایی برای ایجاد سازگاری بیشتر بیان می‌دارد (جعفری و لطفی جلال‌آبادی، 1383). ارزیابی، خواهان مقایسه گزینه‌های مختلف برای هرگونه پروژه و یا طرحی است. هر گزینه دارای هزینه‌های اقتصادی، منافع و نیز آثار محیط‌زیستی است که می‌توانند سودمند و یا زیان‌آور باشند. از آنجا که، توازن باید بین نکات مثبت و منفی موجود و برقرار باشد، بنابراین، آثار زیانبار محیط‌زیستی می‌توانند با افزایش سرمایه (صرف هزینه) جهت پروژه‌ها کاهش یابند و بر عکس، منابع اقتصادی به نفع ارزش‌های محیط‌زیستی، قابل توسعه و ازدیاد باشند. در این راستا، ارزیابی خواهان مقایسه کلیه گزینه‌های عملی و امکان‌پذیر برای تعیین بهترین روشی است که به‌صورت توام، هزینه‌ها و منافع محیط‌زیستی و اقتصادی مطلوب و مناسب را در بر داشته باشد (منوری و شریعت، 1375). روش‌های متنوعی برای ارزیابی و به تصویر کشیدن پیامد فعالیت‌های یک طرح یا توسعه وجود دارد. نکته مهم در کاربرد روش‌های ارزشیابی گزینه‌ها آن است که هر روش منابع و زمینه اطلاعاتی مربوط به خود را نیاز دارد. در نتیجه، از کارایی ویژه‌ای برای ارزشیابی طرح‌هایی مشخص برخوردار می‌شود. از این‌رو تمامی روش‌ها به یک اندازه در ارزشیابی یک طرح یا محیط‌زیست، مؤثر نخواهد بود. بنابراین، هر روش می‌تواند معایب و مزایای خاص خود را داشته باشد. طی سال‌های گذشته، تلاش‌های متعددی جهت ایجاد روش‌های پیشرفته و مطلوب‌تر برای ارزشیابی گزینه‌ها صورت گرفته است. که استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی از موارد آن است (رودگرمی و همکاران، 1386). از جمله نمونه تلاش‌هایی که جهت ارتقای روش‌های ارزیابی صورت گرفته است، می‌توان به تحقیقاتی اشاره کرد که به بررسی معنی‌دار بودن آثار محیط‌زیستی از جنبه‌های بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی پرداختند (Duinker & Beanlands, 1986) که چندین روش را برای تعیین معنی دار بودن ارایه داد (Thompson, 1988). همچنین یکی از روش‌های ارزیابی آثار محیط‌زیستی، روش تحلیل تصمیم‌های فازی است که برای ادغام شاخص‌های اکولوژیکی پیشنهاد شده است که ترکیبی از طبقه‌بندی فازی و روش تحلیل سلسله

مراتبی (AHP)[2] می‌باشد و قادر است اکوسیستم‌ها را براساس شرایط محیطزیستی و آثار تجمعی روی آن در سطح منطقه‌ایی وسیع، طبقه‌بندی کند (Tran et al., 2002). همچنین، استفاده از آمار غیرپارامتری تئوری بیس که در شرایط عدم اطمینان از داده‌ها و اطلاعات ناکافی با استفاده از نظر کارشناس، ضعف عدم اطمینان از داده‌ها را می‌پوشاند، یکی دیگر از روش‌های پیشنهاد شده است (Crome et al., 1996). اگرچه در سال‌های اخیر تغییرات زیادی در روش‌های ارزیابی صورت گرفته است، اما همچنان یکی از معمول‌ترین روش‌های ارزیابی اثرات توسعه روش ماتریس است. گستره وسیعی از روش‌های ارزیابی در سراسر جهان، به این روش اختصاص داده شده است. به‌عنوان مثال ماتریس ساده، ماتریس گام به گام، ماتریس مور، ماتریس ساراگوتا، ماتریس لئوپولد، ماتریس وزنی، ماتریس پترسون و غیره. استفاده از روش ماتریس ریاضی نیز جهت ارتقای روش‌های ارزیابی آثار پیشنهاد شده است که با به‌کارگیری فاکتورهای جبران اثر و اختلاف نظر بین متخصصان و کمی‌سازی، ارزیابان را ملزم می‌کند، قضاوت‌های خود را عینی‌تر کنند (Bojorquez-Tapia et al., 1998). روش سلسله مراتبی همراه با GIS نیز یکی از روش‌های انتخاب بهترین مکان دفن زباله به‌شمار می‌آید (Guiqin, 2009). در پژوهشی در سال 2005، مکان‌یابی محل دفن زباله در منطقه‌ای واقع در شمال‌شرقی اردن با استفاده از روش RIAM[3] (ماتریس ارزیابی سریع آثار) انجام شده است (EL- Naqa, 2005). گروهی از محققان برای نخستین بار در سال 1998، به مکان‌یابی بزرگراهی در مکزیکوسیتی با استفاده از روش ماتریس ریاضی پرداختند (Bojorquez-Tapia et al., 1998). صالحی در سال 1381، به بررسی ارزیابی آثار محیطزیستی و مکان‌یابی محل دفن زباله شهری شیراز با استفاده از روش ماتریس لئوپولد پرداخته است (صالحی،1381). خراسانی و همکاران در سال 1383 با استفاده از منطق بولین به انتخاب محل مناسب دفن برای زباله‌های شهر ساری پرداختند (خراسانی و همکاران، 1383). ارزیابی آثار به روش مقایسه توان و استفاده یا روی‌هم‌گذاری نیز یکی از روش‌های شناخته شده است. روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها به شکل سامان مند به خودی خود می‌تواند به‌صورت روشی برای ارزیابی در قالب رویکرد سیستمی استفاده شود (اختیاری، 1376). برای مثال، سعیدی و همکاران در سال 1387، با به‌کارگیری نقشه‌های طبقات شیب، گسل، سطح آب‌های زیرزمینی، مناطق حفاظت شده، مسیل‌ها و خطوط همباران و همدما و استفاده از روش روی‌هم‌گذاری، به اولویت‌بندی مناطق مستعد جهت دفن مواد زاید خطرناک نیروگاهی در سطح استان قزوین پرداختند (سعیدی و همکاران، 1387). شرفی و همکاران نیز در سال 1387 به روش روی‌هم‌گذاری، توان سرزمین جهت استقرار کارخانه خودروسازی را مورد ارزیابی قرار دادند، به‌طوری‌که براساس نتایج حاصل از روی‌هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی و مقایسه با مدل اکولوژیکی توسعه صنعتی، 85 درصد از مکان انتخاب شده جهت استقرار کارخانه خودروسازی در مناطق با توان (1) (مناسب) و 15 درصد آن در مناطق با توان طبقه (2) (نسبتاً مناسب) قرار داشت (شرفی و همکاران، 1387). روش روی‌هم‌گذاری، قادر به مکان‌یابی و نشان دادن محدوده آثار مثبت و منفی و سطح سرزمین متعارض با توسعه مورد نظر می‌باشد. با این حال، جهت مشخص نمودن آثار اجرای پروژه به صورت کمی نیاز به استفاده از ابزار ماتریس است (مخدوم، 1387). در پژوهش حاضر، ابتدا با انجام ارزیابی توان اکولوژیکی، توان منطقه برای استقرار کاربری صنعتی مورد بررسی قرار گرفت، سپس ارزیابی آثار توسعه با استفاده از روش ماتریس ریاضی جهت بهبود روش‌های ارزیابی، به کار گرفته شد.

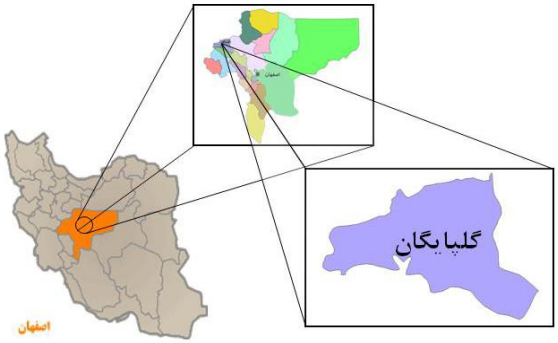
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

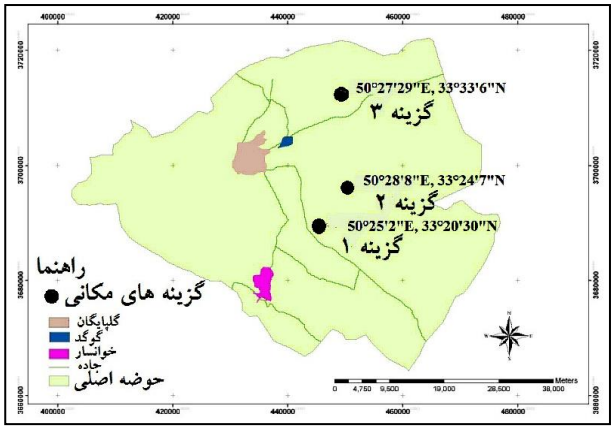
جهت اجرای مطالعه حاضر، شهرستان گلپایگان واقع در استان اصفهان انتخاب شد. شهرستان گلپایگان با پهنه‌ای حدود 3 هزار و 360 هکتار، در استان اصفهان، در مسیر راه خمین– خوانسار، در 33 درجه و27 دقیقه و15 ثانیه شمالی و 50 درجه و 17 دقیقه و 15 ثانیه شرقی و ارتفاع یک هزار و 830 متر از سطح دریا قرار دارد. این شهرستان از سوی شمال به استان مرکزی، از خاور به شهرستان برخوار و میمه و از جنوب به شهرستان خوانسار محدود است. جمعیت این شهرستان در سال 1385، برابر با 84081 نفر بوده است. شکل (1) موقعیت جغرافیایی شهرستان گلپایگان را نشان می‌دهد.

سه گزینه پیشنهادی در مطالعه ارزیابی آثار برای اجرای بهترین گزینه محل دفن زباله در شهرستان گلپایگان پیشنهاد شده‌اند. این گزینه‌ها توسط یک شرکت تحقیقاتی محیطزیستی از طریق بررسی‌های میدانی و اطلاعات جمع‌آوری شده در منطقه شامل

میزان بارش، گلباد، کاربری اراضی، سطح آب‌های زیرزمینی و مانند آن پیشنهاد شده است. این گزینه‌ها و مختصات جغرافیایی آن‌ها در شکل (2)، نشان داده شده است. این گزینه‌ها با در نظر گرفتن بافر 8 کیلومتری (براساس مرور منابع و نظر کارشناسی) مورد بررسی قرار گرفتند که در نظر گرفتن این بافر 8 کیلومتری حاکی از آن است که بررسی به‌صورت نقطه‌ای در حوضه آبخیز نیست و تا شعاع 8 کیلومتری اطراف هر گزینه را پوشش می‌دهد.



شکل (1): موقعیت جغرافیایی شهرستان گلپایگان



شکل (2): مختصات جغرافیایی گزینه‌های مکانی پیشنهادی احداث کارخانه کمپوست در شهرستان گلپایگان

این گزینه‌ها با در نظر گرفتن بافر 8 کیلومتری (براساس مرور منابع و نظر کارشناسی) مورد بررسی قرار گرفتند که در نظر گرفتن این بافر 8 کیلومتری حاکی از آن است که بررسی به‌صورت نقطه‌ای در حوضه آبخیز نیست و تا شعاع 8 کیلومتری اطراف هر گزینه را پوشش می‌دهد.

روش پژوهش

روش روی‌هم‌گذاری

یکی از روش‌های مناسب جهت ارزیابی توان اکولوژیک، روش روی‌هم‌گذاری یا همان مقایسه توان و استفاده است که به همراه توانایی سامانه اطلاعات جغرافیایی در ارتباط با پردازش اطلاعات مکانی و تلفیق نقشه‌های مختلف به تولید اطلاعات جدید منجر می‌شود و از این‌رو، در ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش، بر پایه به‌کارگیری مجموعه نقشه‌هایی است که عوامل مختلف محیط‌زیستی را نشان داده و همچنین توان منطقه مورد نظر را در چارچوب اکوسیستم‌های کلان و خرد تعیین می‌نماید. در این روش ابتدا نقشه‌های مورد نیاز از لحاظ محیط‌زیستی و در مراحل بعد از نظر اجتماعی، اقتصادی به‌صورت تک‌تک تهیه شده و پس از روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها با استفاده از مدل‌های موجود می‌توان کل اثرها را نشان داد (Biswas & Agrawel, 1993). در این پژوهش، پس از تهیه و جمع‌آوری نقشه‌های مورد نیاز، نقشه نهایی روی‌هم‌گذاری شده که در واقع توان اکولوژیک منطقه می‌باشد، تهیه گردید. سپس، با استفاده از مدل مخدوم مدل اکولوژیکی توسعه شهری، روستایی و صنعتی با توجه به شرایط اکولوژیکی منطقه مطالعاتی و پس از تطبیق آن‌ها با شرایط منطقه، انتخاب و به‌کار گرفته شد (مخدوم، 1384).

روش ماتریس ریاضی

یک روش برای رسیدن به ارزیابی مطلوب آثار محیط‌زیستی، بهبود ماتریس‌هاست. ماتریس ریاضی یکی از انواع ماتریس‌هاست که بازدهی و دقت ماتریس‌ها را افزایش می‌دهد.

در ماتریس ریاضی حساسیت قضاوت‌های کارشناسان به ادراک گزینه‌ها می‌تواند ارزیابی شود. همچنین، در این ماتریس راه‌حل‌هایی که برای کاهش آثار منفی وجود دارد، ارایه می‌شود. کاربرد ماتریس ریاضی اجبار ارزیابان به استفاده بیش‌تر و جدی‌تر از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، هدایت ارزیابان به سمت ارایه گزینه‌های بیشتر و ارایه نظرهای بهتر در خصوص کاهش آثار منفی و باز کردن فضا برای گفتگوی کارشناسان است. ارزیابی آثار محیط‌زیستی، باید براساس یک رویه طراحی شده برای یک ارزیابی فراگیر و منظم از همه آثار محیط‌زیستی قابل پیش‌بینی

پروژه‌های توسعه باشد. به‌طورکلی، ارزیابی توسط ماتریس ریاضی با پیمودن گام‌های زیر به‌دست می‌آید:

1. توصیف پروژه و ویژگی‌های محیطزیستی منطقه
2. تعریف، تشخیص و پیش‌بینی آثار
3. ارزیابی معنی‌دار بودن آثار

ماتریس ریاضی هم مانند ماتریس‌های دیگر ارزیابی آثار شامل چند فاکتور محیطزیستی، چند فعالیت پروژه‌ای و چند اثر متقابل است (Bojorquez-Tapia et al., 1998). در فرایند انجام یک پروژه به روش ماتریس ریاضی، ابتدا فاکتورهای محیطزیستی فهرست شده، سپس فعالیت‌های پروژه در یک ماتریس عمودی برای فاکتورهای محیطزیستی شناسایی و مرتب می‌شوند. سپس اقدام به بررسی میزان معنی‌داری آثار می‌کنند. برای این کار، ابتدا دو گروه از متغیرها به‌صورت زیر بررسی می‌شوند (Bojorquez-Tapia et al., 1998):

1. متغیرهای اساسی یا پایه
2. متغیرهای اضافی

متغیرهای پایه ترکیبی از موارد زیر است:

بزرگی آثار یا شدت (M)، وسعت آثار فضایی یا فاصله‌ای (E)، و مدت آثار (D). متغیرهای پایه از 1 تا 9 طبقه‌بندی می‌شوند، اثرات پایه به ناگزیر در هر پروژه‌ای وجود دارند و ارزش این متغیرها نمی‌تواند صفر باشد (حداقل ارزش آن باید 1 باشد). همپوشانی آثار پایه به‌صورت فرمول (1) محاسبه می‌شود:

فرمول (1) $MEDij=1/27\ (Mij+Eij+Dij)$

متغیرهای اضافی شامل موارد زیر است:

آثار هم بیشی (S)، آثار تجمعی (A)، و اختلاف نظر (C) در مورد ارزش‌های نسبت داده شده. همپوشانی آثار اضافی به‌صورت فرمول (2) محاسبه می‌شود:

فرمول (2) $SACij=1/27\ (Sij+Aij+Cij)$

متغیرهای اضافی می‌تواند بسته به فعالیت توسعه، زمان و بودجه غایب باشند (حضور نداشته باشند). به همین دلیل این آثار از 0 تا 9 طبقه‌بندی می‌شوند. در نهایت، اثر j (فعالیت پروژه) بر i (فاکتور محیطزیستی) به‌صورت فرمول (3) محاسبه می‌شود (Bojorquez-Tapia et al., 1998):

فرمول (3) $Iij=MEDij^{(1-SACij)}$

و معنی‌داری اثرات از رابطه (4) حاصل می‌شود:

فرمول (4) $Gij=Iij\ [(1-(Tij/9))]$

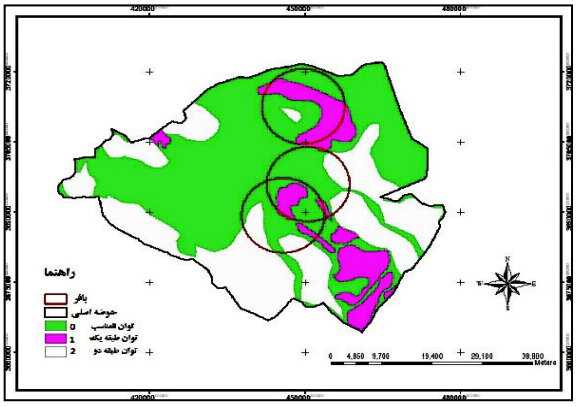
منظور از Tij در این فرمول، همان کاهش یا جبران آثار است. برای Tij نیز ارزش‌ها از 1 تا 9 در نظر گرفته می‌شوند. در نهایت، معنی‌داری آثار در 4 دسته خیلی کم، کم، زیاد و خیلی زیاد طبقه‌بندی و منظم می‌شوند (Bojorquez-Tapia et al., 1998). در تحقیق حاضر، جهت آماده‌سازی نقشه‌های مورد نیاز برای مکان‌یابی و ارزیابی آثار محیطزیستی کارخانه کمپوست، از نرم‌افزار ArcGIS و IDRISI استفاده شد. با توجه به نظر کارشناسی و بررسی‌های میدانی، تعدادی از پارامترهای محیطزیستی در جریان مکان‌یابی و ارزیابی آثار محیطزیستی کارخانه کمپوست اثرات بیشتری را از فعالیت‌های پروژه متحمل می‌شوند. همچنین، با توجه به این که تعدادی از پارامترهای انتخابی در سه گزینه مکانی پروژه آثار یکسانی متحمل می‌شدند و در نتیجه نهایی ارزیابی (به‌دلیل ماهیت مقایسه‌ای تحقیق) تأثیری نداشتند، حذف شده و سایر پارامترها به‌دلیل تفاوت در شرایط طبیعی و انسانی گزینه‌ها، مورد بررسی قرار گرفتند. معیارهای اصلی که در این پژوهش بر روی آن‌ها تمرکز شده است، عبارت از: پوشش گیاهی، منظر، آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، فرسایش خاک، آلودگی بو، آلودگی خاک و بهداشت عمومی می‌باشند. پس از نقشه‌سازی معیارهای اصلی از نقشه‌های حاصل شده جهت بررسی بیشتر و تعیین میزان تأثیرپذیری آن‌ها از محیطزیست در ایدریسی Extract گرفته شد. Extract در محیط ایدریسی، اطلاعات آماری لایه موردنظر را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. این اطلاعات شامل میانگین، مقدار کمینه، بیشینه و انحراف معیار است که در این تحقیق از مقدار میانگین لایه‌ها جهت تجزیه و تحلیل استفاده شد. نحوه امتیازدهی‌ها، براساس مقایسه مقدار میانگین در 3 گزینه پیشنهادی، نظر کارشناسی و عملیات میدانی صورت گرفته است.

یافته‌ها

جمع‌بندی و نتایج حاصل از روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی توان در سه گزینه مورد بررسی، 17 درصد از گزینه پیشنهادی اول با توجه به مدل اکولوژیکی، جهت کاربری صنعتی توان طبقه یک (مناسب‌ترین) دارد و 22 درصد نیز دارای توان طبقه دو (مناسب) است. در گزینه پیشنهادی دوم نیز از کل مساحت منطقه 13 درصد منطقه

دارای توان طبقه یک و 16 درصد آن دارای توان طبقه دو است. همچنین، 36 درصد از گزینه پیشنهادی سوم جهت کاربری صنعتی توان طبقه یک و 3 درصد آن توان طبقه دو دارد. شکل (3)، مناطق مناسب و نامناسب جهت توسعه و کاربری صنعتی در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل (3): توان اکولوژیکی منطقه مطالعاتی

جدول (1): ماتریس شناسایی اثرات در مرحله ساختمانی و بهره‌برداری

فاز	ساختمانی														بهره‌برداری										
ریز عملیات / مؤلفه‌های زیست‌محیطی	خاکبرداری و خاکریزی (سطح اراضی)	حفاری	تجهیز وایجاد کمپهای کارگری	پاکسازی حریم عملیاتی	تأمین و حمل و نقل مواد و مصالح	احداث و توسعه راهها و جاده‌های دسترسی	احداث خطوط انتقال آب، برق و تلفن	تردد ماشین آلات سنگین	نصب تأسیسات و تجهیزات زمکشی	تأمین، انتقال و پرداخت آب	ایجاد عایق کاری برای جلوگیری از نفوذ شراب در خاک	انتشار گازهای ناشی از زباله های انتقال داده شده	تولید پسماندهای صنعتی و انسانی	تولید پسابهای صنعتی و انسانی و شراب تولید شده	تعمیر و نگهداری تاسیسات	تردد وسایل نقلیه	بهره برداری صنایع	توسعه تسهیلات رفاهی و خدمات عمومی	نگهداری جاده های دسترسی	عملیات دفن زباله و تولید کود	جمع آوری و تصفیه شیرابه
کیفیت هوا	•						•				•	•					•					
کمیت آب‌های سطحی	•					•				•							•					
کیفیت آب‌های سطحی	•	•							•				•	•								
کمیت آب‌های زیرزمینی	•					•			•	•							•					
کیفیت آب‌های زیرزمینی	•	•							•				•	•						•	•	•
کیفیت فیزیکی خاک	•			•				•	•	•	•									•		
کیفیت شیمیایی خاک	•			•				•			•									•		
شدت سروصدا	•						•		•							•						
لرزه خیزی		•															•					
شکل زمین	•																					
تنوع گونه های گیاهی	•		•	•			•					•										•
تراکم گونه های گیاهی	•		•	•			•					•	•	•	•							•
جمعیت گونه های جانوری				•			•					•	•	•	•							•
زیستگاه گونه های جانوری				•			•						•	•	•	•						
تنوع گونه های جانوری				•			•					•	•	•	•							•
مسیرتردد حیات وحش													•	•	•	•						
مناطق حساس محیط‌زیستی																						
اشتغال	•		•		•	•		•		•	•					•	•	•	•	•		
درآمد	•		•		•	•		•		•	•					•	•	•	•	•		
وضعیت بهداشت و سلامت	•						•					•	•	•	•		•	•				
سطح رفاه مردم																						
توریسم																						
کاربری اراضی																						
قیمت زمین								•					•	•	•		•				•	

برای کاربری صنعتی

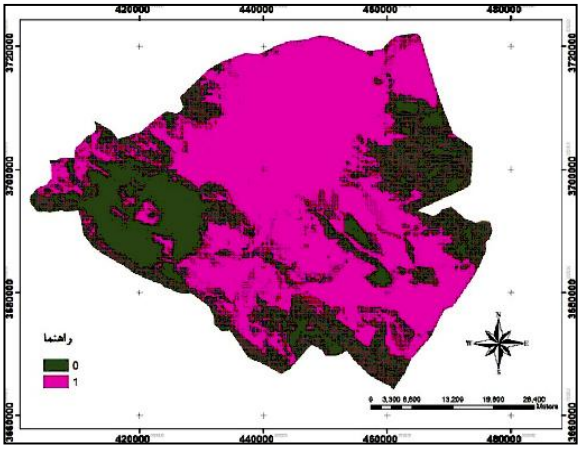
نتایج به دست آمده از ماتریس ریاضی

اولین مرحله در ارزیابی آثار توسعه، تشریح وضعیت موجود و حاکم بر محیط‌زیست و تعیین پارامترهایی از محیط‌زیست است که بر اثر اجرای پروژه مورد نظر تحت تاثیر فعالیت‌های انجام شده قرار می‌گیرند. شناسایی پارامترهای محیط‌زیستی و فعالیت‌های پروژه جهت بررسی در فرایند ارزیابی با توجه به شرایط محیط و گزینه‌های پیشنهادی، بررسی‌های میدانی، مرور منابع و نظر کارشناسی صورت گرفت. در جدول (1)، پارامترهای محیط‌زیستی تحت تاثیر فعالیت های مختلف پروژه در مرحله ساختمانی و بهره برداری مشخص شده است.

در این پژوهش، به بررسی آن دسته از آثار محیطزیستی پرداخته شد که در جریان احداث کارخانه کمپوست ایجاد می‌شوند. این آثار شامل مواردی از قبیل آلودگی دیداری (بصری)، فرسایش خاک، آلودگی خاک، آلودگی صوتی، آلودگی بو، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، کاهش زیستگاه، کاهش تنوع‌زیستی، کاهش پوشش گیاهی و بهداشت عمومی هستند.

آلودگی دید

شکل (4)، نقشه Viewshed را که در شناسایی میزان آلودگی دید مناطق به کار رفته نشان می‌دهد. در نهایت با بررسی نقشه Viewshed در سه گزینه پیشنهادی مشخص شد که بیشترین میزان آلودگی دید در گزینه 3 و کمترین آن در گزینه 2 می‌باشد. محل قرارگیری گزینه‌های انتخابی (با در نظر گرفتن بافر 8 کیلومتری در اطراف هر گزینه) در نقشه Viewshed نیز در شکل (5)، نشان داده شده است.



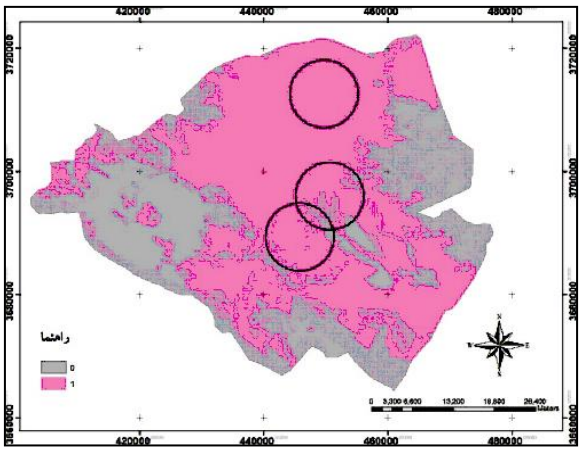
شکل (4): نقشه میزان دید
(1 بیانگر مناطقی است که در معرض دید هستند و 0 بیانگر مناطقی است که در معرض دید نیستند)

فرسایش خاک

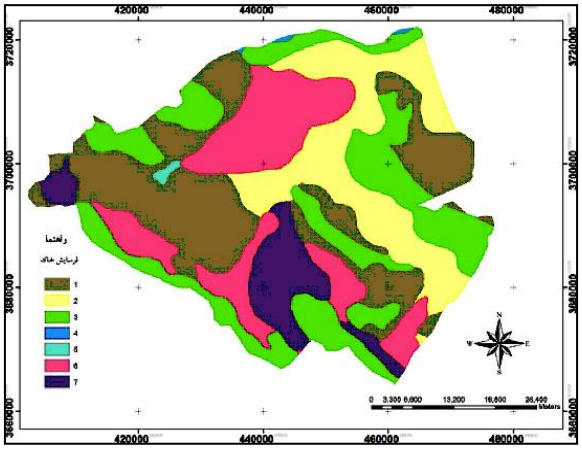
با استخراج اطلاعات از نقشه حساسیت به فرسایش مشخص شد که میزان فرسایش خاک منطقه در گزینه 2 کمترین و در گزینه 1 بیشترین فرسایش را نشان می‌دهد. نقشه فرسایش خاک در شکل (6)، نشان داده شده است.

آلودگی خاک

برای تهیه این نقشه، یک ستون به جدول نقشه بافت خاک



شکل (5): محل قرارگیری گزینه‌های انتخابی در نقشه Viewshed

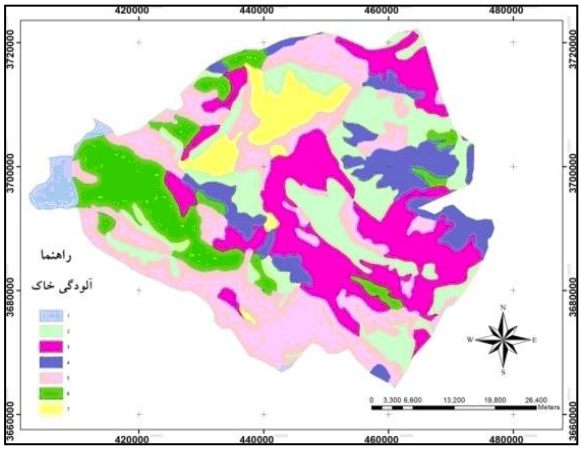


شکل (6): نقشه فرسایش خاک
(از 1 به 7 میزان فرسایش خاک افزایش می‌یابد)

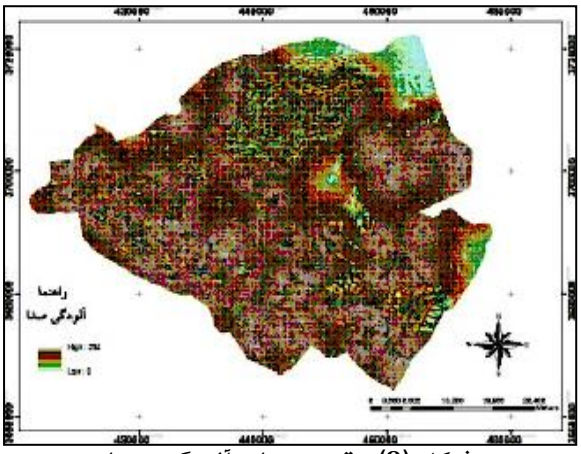
منطقه براساس میزان نفوذپذیری تعریف و به فرمت رستری تبدیل شده و از آن در محاسبه‌های بعدی استفاده شد. براساس بررسی‌های صورت گرفته، بیشترین میزان آلودگی خاک مربوط به گزینه 1 و کمترین آن مربوط به گزینه 3 است. نقشه حاصل شده برای آلودگی خاک در شکل (7)، نشان داده شده است.

آلودگی صوتی

پس از ترکیب نقشه‌های حاصله جهت آلودگی صدا و استخراج اطلاعات از آن‌ها، نتیجه نشان می‌دهد که کمترین آلودگی صدا مربوط به گزینه 3 و بیشترین آن مربوط به گزینه 1 است. شکل (8)، تصویر میزان آلودگی صوتی را نشان می‌دهد.



شکل (7): نقشه آلودگی خاک
(از 1 به 7 آلودگی خاک افزایش می‌یابد)



شکل (8): نقشه میزان آلودگی صدا

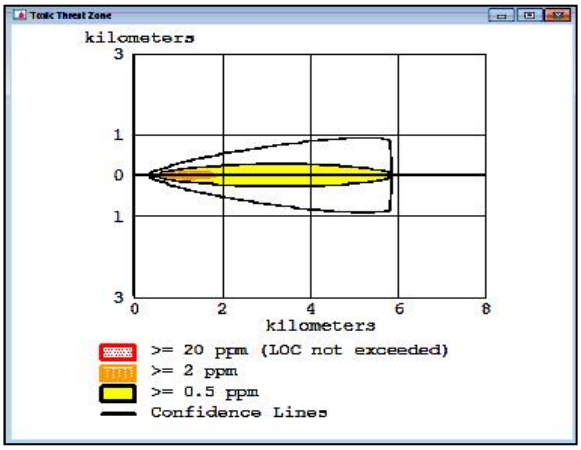
آلودگی بو

پراکنش بو در نرم افزار ALOHA مدل‌سازی شد. از اطلاعات حاصل از این مدل‌سازی و ترکیب نقشه‌های فاصله از مناطق مسکونی، درجه زبری و پوشش درختی منطقه با استفاده از رویکرد MCE[4]، نقشه آلودگی بو به‌دست آمد. مدل‌سازی پراکنش بو در شکل (9) و نقشه نهایی آلودگی بو در شکل (10) نشان داده شده است.

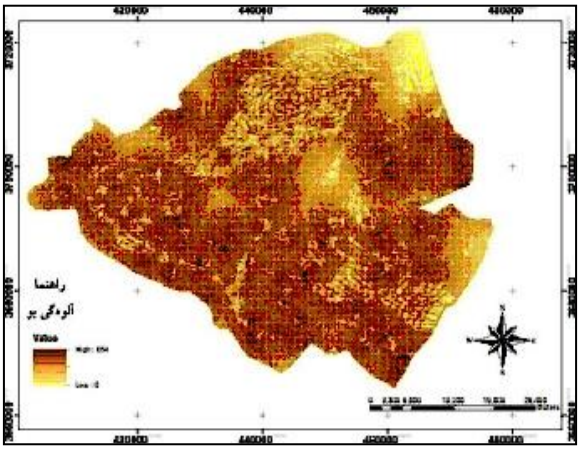
استخراج اطلاعات از نقشه آلودگی بو نشان می‌دهد که بیشترین آلودگی بو مربوط به گزینه 1 است. گزینه 2 نیز دارای کمترین میزان آلودگی بو است.

آب‌های سطحی

وجود شمار زیاد آبراهه در گزینه 1، این منطقه را نسبت به آلودگی آب‌های سطحی آسیب‌پذیرتر می‌سازد. گزینه 3 دارای کمترین میزان از آب‌های سطحی است که سبب می‌شود آسیب‌پذیری کمتری نسبت به آلودگی‌ها داشته باشد.



شکل (9): مدل‌سازی پراکنش بو در نرم‌افزار ALOHA



شکل (10): نقشه آلودگی بو

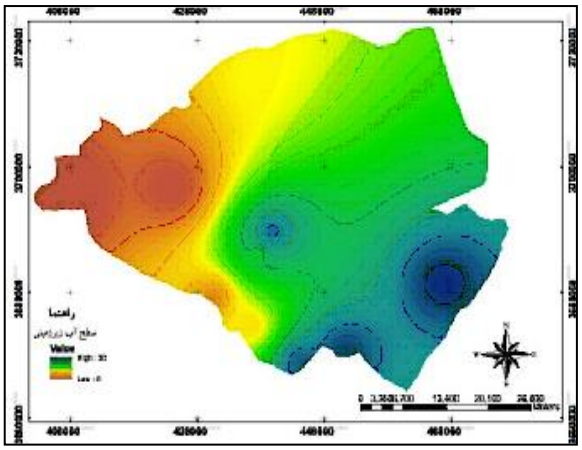
آب‌های زیرزمینی

عمق آب زیرزمینی در گزینه 1 نسبت به سایر گزینه‌ها، بالاتر و در گزینه 3 پایین‌تر است. در نتیجه، در صورت اجرای طرح در گزینه 3 کمترین آثار منفی بر سفره آب زیرزمینی وارد می‌شود.

نقشه درون‌یابی شده آب‌های زیرزمینی در شکل (11)، نشان داده شده است.

تخریب زیستگاه

از آنجا که مناطق حفاظت شده تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست شاخص زیستگاه‌های مهم و باارزش هستند، از نقشه فاصله از این مناطق برای ارزیابی آثار محل‌های دفن بر کاهش زیستگاه استفاده شد. گزینه 1 از این نظر در معرض خطرهای منفی کمتری نسبت به گزینه‌های دیگر و گزینه 3 در معرض خطر بیشتری قرار خواهد گرفت.



شکل (11): نقشه درون‌یابی شده آب‌های زیرزمینی

تنوع زیستی

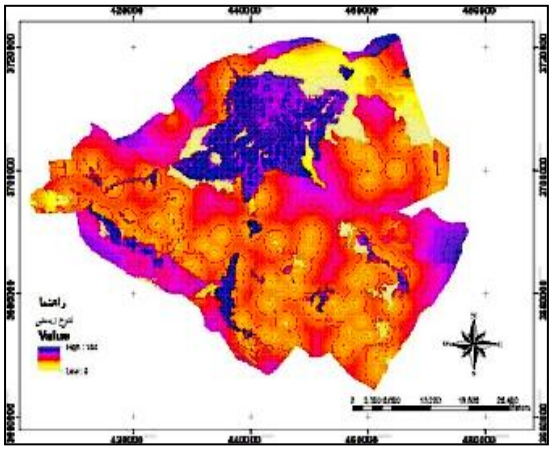
از آنجایی که وجود مناطق با پوشش گیاهی بالا در افزایش تنوع زیستی موثر است و از طرفی مناطق مسکونی فاقد تنوع‌زیستی می‌باشند، برای بررسی کاهش تنوع‌زیستی از لایه پوشش گیاهی، مناطق مسکونی و کاربری زمین استفاده شد و پس از ترکیب لایه‌های مذکور با استفاده از رویکردMCE، نقشه تنوع‌زیستی حاصل شد. لایه‌های مذکور از اداره منابع طبیعی استان اصفهان تهیه شد. فاکتور تنوع‌زیستی در گزینه 2 بالاتر از گزینه‌های 1 و 3 است. در نتیجه اجرای طرح در گزینه 2 اثر منفی بالاتری به دنبال خواهد داشت. نقشه تنوع‌زیستی در شکل (12)، نشان داده شده است.

کاربری زمین

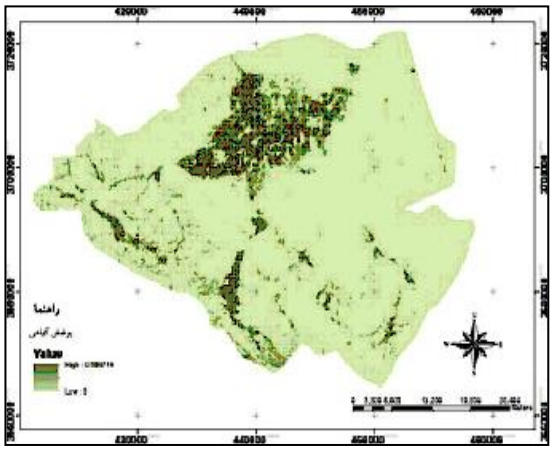
برای شناسایی فعالیت‌های تخریب ساختمان‌ها و ساختمان‌سازی، از نقشه کاربری زمین استفاده و مشخص شد که گزینه 3 بیشترین تأثیر را از این فعالیت می‌پذیرد که دلیل این امر، قرار گرفتن گزینه 3 در مجاورت زراعت آبی و محدوده شهر است.

تخریب پوشش گیاهی

در صورت اجرای طرح بالاترین میزان تخریب پوشش گیاهی در گزینه 3 اتفاق خواهد افتاد. نقشه تراکم پوشش گیاهی در شکل (13)، نشان داده شده است.



شکل (12): نقشه تنوع زیستی



شکل (13): نقشه تراکم پوشش گیاهی

بهداشت عمومی

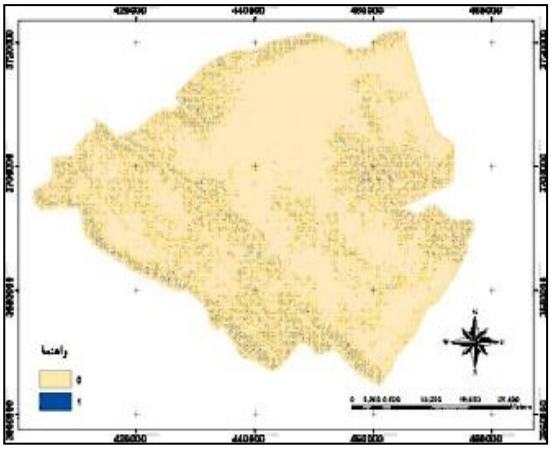
جهت بررسی بهداشت عمومی با توجه به متأثر بودن این پارامتر از دوری و نزدیکی مناطق مسکونی، نقشه مناطق شهری و روستایی ترکیب شده و نقشه فاصله از آن‌ها تهیه شد. با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد که در صورت اجرای طرح در گزینه 1 آثار منفی بهداشت عمومی بیشتر خواهد بود. همچنین نقشه‌های به‌دست آمده برای فعالیت‌های پروژه نیز به‌صورت زیر حاصل شدند:

زهکشی

از نقشه مدل رقومی ارتفاع برای تهیه نقشه زهکشی استفاده شد. نقشه زهکشی در شکل (14)، نشان داده شده است.

احداث راه اصلی و فرعی

از نقشه فاصله از راه‌ها جهت بررسی این فعالیت پروژه استفاده شد.



شکل (14): نقشه زهکشی منطقه (عدد 1 حضور شبکه‌های زهکش و عدد 0 عدم حضور آن‌ها را نشان می‌دهد)

حمل و نقل مواد و مصالح و نیروی انسانی

برای بررسی این فعالیت، از همان نقشه فاصله از مناطق مسکونی استفاده شد.

نتایج اطلاعات استخراجی از نقشه‌ها

نتایج حاصل از پردازش نقشه‌ها در سه گزینه پیشنهادی (اعداد حاصل از Extract نقشه‌ها) برای پارامترهای محیطزیستی در جدول (2) و برای فعالیت‌های پروژه در جدول (3)، آمده است. از آن جایی که پارامترهای مورد بررسی متفاوت هستند، حدود تغییرات آن‌ها نیز متفاوت و دارای گستره وسیع است. همچنین برخی از پارامترها دارای واحد هستند و بقیه بدون بعد و واحد می‌باشند. برای مثال واحد آب‌های زیرزمینی متر و واحد خاک‌ریزی و خاک‌برداری (که از روی نقشه شیب حاصل شده است) درصد است.

به‌منظور کمی سازی و استفاده از اطلاعات تولید شده از نقشه‌ها، اعداد به‌دست آمده از حاصل ضرب جداول (2 و 3) برای هر کدام از گزینه‌ها در نمره‌دهی جداول ماتریس ریاضی استفاده شد. اعداد حاصل شده از ضرب این دو جدول در جدول (4)، برای 3 گزینه پیشنهادی آورده شده است.

نتایج حاصل از روش ماتریس ریاضی

پس از به‌کارگیری روش ماتریس ریاضی و بررسی متغیرهای پایه و اضافی، معنی‌داری آثار حاصل شده از اجرای روش (Gij) برای 3 گزینه مورد نظر در جدول (5)، آورده شده است. در این مطالعه ارزیابی- صورت گرفته براساس اعداد استخراج شده از نقشه است و علاوه بر آن که آثار موردنظر کمی شده‌اند، روش مورد استفاده قابل تکرار بوده و در ارزیابی‌های متفاوت توسط متخصصان مختلف قابل استفاده و استناد خواهد بود.

جدول (2): نتایج اطلاعات استخراجی از نقشه‌ها برای پارامترهای محیطزیستی

پارامترهای محیطزیستی	منطقه 1	منطقه 2	منطقه 3
آلودگی دید	0/88	0/86	0/99
فرسایش خاک	5/36	2/16	3/86
آلودگی خاک	4/81	4/04	2/08
آلودگی صدا	221/24	205/12	195/92
آلودگی بو	213/36	202/08	207/90
بهداشت عمومی	1904/05	4581/39	3383/27
آب‌های سطحی	0/0079	0/0074	0/0059
آب‌های زیرزمینی	24/15	22/24	18/70
کاهش (تخریب) زیستگاه	20290/58	10496/18	5174/06
کاهش تنوع‌زیستی	54/09	67/16	62/56
تخریب پوشش گیاهی	0/017	0/006	0/055

جدول (3): نتایج اطلاعات استخراجی از نقشه‌ها برای فعالیت‌های پروژه

فعالیت‌های پروژه	منطقه 1	منطقه 2	منطقه 3
خاک‌ریزی و خاک‌برداری	0/92	0/94	0/99
پاکتراشی	0/017	0/006	0/055
زهکشی	0/0065	0/0109	0/0060
احداث راه اصلی و فرعی	1269/925	7027/97	3796/868

فعالیت تخریب ساختمان‌ها	0/89	0/85	0/46
حمل و نقل مواد و مصالح و نیروی انسانی	1904/05	4581/399	3383/274

تقسیم‌بندی معنی‌داری آثار در جدول (6) آورده شده است. پس از

معنی‌داری آثار در 4 دسته خیلی کم (VL)، کم (L)، زیاد (H) و خیلی زیاد (VH) طبقه‌بندی و منظم می‌شوند. نتایج حاصل از

جدول (4): نتایج استخراجی از نقشه‌ها برای اثر متقابل فعالیت‌ها بر پارامترهای محیط‌زیستی در 3 گزینه پیشنهادی

تقسیم‌بندی معنی‌داری آثار برای ارایه یک مدل بر پایـه اصـول ریاضی از فرمول زیر جهت انتخاب بهترین گزینه استفاده شد:

گزینه ها	فعالیت پروژه پارامترهای محیط‌زیستی	خاکریزی و خاکبرداری	پاکتراشی	زهکشی	احداث راه اصلی و فرعی	فعالیت تخریب ساختمآن‌ها	حمل و نقل مواد و مصالح و نیروی انسانی
1	آلودگی دید	0/809	0/014	0/0057	1117/53	0/78	1675/56
	فرسایش خاک	4/93	0/091	0/0348	6806/79	4/77	10205/70
	آلودگی خاک	4/42	0/081	0/0312	6108/33	4/28	9158/48
	آلودگی صدا	203/54	3/76	1/43	280958/20	196/90	421252/02
	آلودگی بو	196/29	3/62	1/38	270951/19	189/89	406248/1
	بهداشت عمومی	1751/726	32/36	12/37	/69 2418000	1694/60	3625406/40
	آب‌های سطحی	0/007268	0/00013	/0000510	10/032	0/007	15/04
	آب‌های زیرزمینی	22/21	0/41	0/15	30668/68	21/49	45982/80
	کاهش زیستگاه	18667/33	344/93	131/88	/80 25767514	18058/61	38634278/84
	کاهش تنوع‌زیستی	49/76	0/91	0/35	68690/24	48/14	102990/06
	تخریب پوشش گیاهی	0/015	0/0002	0/00011	21/58	0/015	32/36
2	آلودگی دید	0/808	0/005	0/0093	6044/05	0/73	3940/003
	فرسایش خاک	2/03	0/012	0/0235	15180/41	1/83	9895/82
	آلودگی خاک	3/79	0/024	0/044	28392/99	3/43	18508/85
	آلودگی صدا	192/81	1/23	2/23	/20 1441577	174/35	939736/56
	آلودگی بو	189/95	1/21	2/20	1420212/1	171/76	925809/1
	بهداشت عمومی	4306/51	27/48	49/93	/73 32197934	3894/18	20989216/79
	آب‌های سطحی	0/006956	0/00004	/0000800	52/0069	0/006	33/902
	آب‌های زیرزمینی	20/90	0/13	0/24	156302/05	18/90	101890/31
	کاهش زیستگاه	9866/4092	62/97	114/40	/15 73766838	8921/75	48087188/55
	کاهش تنوع‌زیستی	63/13	0/40	0/73	471998/46	57/08	307686/75
	تخریب پوشش گیاهی	0/005	0/00003	/0000650	42/16	0/0051	27/48
3	آلودگی دید	0/980	0/054	0/0059	3758/89	0/45	3349/44
	فرسایش خاک	3/82	0/212	0/0231	14655/91	1/77	13059/43
	آلودگی خاک	2/05	0/114	0/012	7897/48	0/956	7037/209
	آلودگی صدا	193/96	10/77	1/17	743882/37	90/12	662851/04
	آلودگی بو	205/82	11/43	1/24	789368/85	95/63	703382/66
	بهداشت عمومی	3349/43	186/07	20/29	/59 12845829	1556/30	11446515/89
	آب‌های سطحی	0/0055	0/00030	0/00003	21/26	0/002	21/74
	آب‌های زیرزمینی	18/51	1/02	0/11	71001/43	8/60	63267/22
	کاهش زیستگاه	5122/32	284/57	31/04	/21 19645253	2380/07	17505289/73
	کاهش تنوع زیستی	61/93	3/44	0/37	237532/06	28/77	211657/62
	تخریب پوشش گیاهی	0/054	0/0030	0/00033	208/82	0/025	186/08

X_i= مجموع تعداد اثرات در گروه موردنظر

فعالیت پروژه پارامترهای محیط‌زیستی	خاکریزی و خاکبرداری			پاکتراشی			زهکشی			احداث راه اصلی و فرعی				فعالیت تخریب ساختمان‌ها			حمل و نقل مواد و مصالح و نیروی انسانی		
	Gij			Gij			Gij			Gij				Gij					
آلودگی دید	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۳۸	۰/۶۳	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۳۱	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۷	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۳۸	۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۴۹
فرسایش خاک	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۱۰	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۱۹	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۳۸	۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۲۵	۰/۳۱	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۴۱
آلودگی خاک	۰/۶۳	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۲۹	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۳۸
آلودگی صدا	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۳۶	۰/۳۱	۰/۳۳	۰.۲۵	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۳۲	۰.۲۵	۰/۴۱	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۲۷
آلودگی بو	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۲۹	۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۳۵
بهداشت عمومی	۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۵۷	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۴۴	۰/۴۷	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۴۳	۰/۴۷
آب‌های سطحی	۰/۳۵	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۵۷	۰/۳۹	۰/۲۵	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۴۶	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۴۹	۰/۴۶	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۵۷	۰/۵۲
آب‌های زیرزمینی	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۲۰	۰/۶۱	۰/۴۲	۰/۲۸	۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۵۰	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۵۵
کاهش زیستگاه	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۵۳	۰/۳۹	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۶۶	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۴۰
کاهش تنوع زیستی	۰/۳۶	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۴۷	۰/۴۰	۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۴۴	۰/۳۷	۰/۴۹	۰/۳۶	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۴۲	۰/۴۷
تخریب پوشش گیاهی	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۱۹	۰/۴۷	۰/۵۳	۰/۳۹	۰/۴۹	۰/۵۵	۰/۴۵	۰/۳۹	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۴۵	۰/۵۳	۰/۶۰	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۴۷

$$\sum_{i=}^{n} xi * wi = Ai$$

اجزای فرمول عبارتند از:

A_i= عدد نهایی اثرات در گزینه موردنظر

W_i= وزن اختصاص داده شده به گروه آثار

وزن‌های اختصاص داده شده به گروه آثار به‌صورت زیر است:

جدول (5): معنی‌داری اثرات (Gij) به روش ماتریس ریاضی در 3 گزینه پیشنهادی

VL=0/1 , L= 0/2, H= 0/3, VH= 0/4

جواب نهایی به‌دست آمده با به‌کارگیری فرمول بالا برای هر کدام از گزینه‌ها به شرح زیر است:

A_1= 14/9, A_2= 14/6, A_3= 13/8

بنابراین، براساس نتایج به‌دست آمده گزینه 3 بهترین گزینه پیشنهادی جهت احداث کارخانه کمپوست معرفی می‌شود. براساس نتایج حاصله گزینه 3 اولویت اول، گزینه 2 اولویت دوم و در نهایت گزینه 1، اولویت سوم را به خود اختصاص می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از روش روی‌هم‌گذاری، گزینه سوم با 36 درصد توان طبقه یک به نسبت سایر گزینه‌ها دارای توان بیشتری جهت استقرار کارخانه کمپوست است. ارزیابی محیط‌زیست به روش روی‌هم‌گذاری نشان می‌دهد، منطقه توان لازم برای توسعه صنعتی را داراست. از تحلیل نتایج ارزیابی به روش ماتریس ریاضی نیز چنین بر می‌آید که اجرای پروژه مذکور، آثار مخرب جدی به همراه ندارد. نتایج به‌دست آمده از روش ماتریس ریاضی نیز نشان می‌دهد که گزینه سوم می‌تواند به عنوان گزینه انتخابی جهت احداث کارخانه کمپوست مطرح شود که با بررسی نقشه‌های ساخته شده و جدول (2)، می‌توان دلیل این امر را به مواردی از این قبیل نسبت داد:

1. کمتر بودن میزان آلودگی خاک در گزینه 3 نسبت به سایر گزینه‌ها.
2. کمتر بودن میزان آلودگی صدا در گزینه 3 نسبت به سایر گزینه‌ها.
3. کمتر بودن منابع مهم آب‌های سطحی در گزینه 3 نسبت به سایر گزینه‌ها.
4. پایین بودن عمق آب‌های زیرزمینی در گزینه 3 نسبت به سایر گزینه‌ها.

این در حالی است که در صورت اجرای طرح در گزینه 1، بیشترین میزان فرسایش خاک، آلودگی خاک، آلودگی بو، آلودگی آب‌های زیرزمینی و آلودگی صدا صورت خواهد گرفت. اعداد حاصل از روش ماتریس ریاضی در گزینه 2 و 3 به هم نزدیک هستند. در نتیجه، گزینه 2 و 3 از لحاظ انتخاب با هم رقابت دارند که در این میان، باز هم در صورت اجرای

طرح در گزینه 2، میزان آلودگی صدا، آلودگی خاک و کاهش تنوع‌زیستی در منطقه 2 نسبت به منطقه 3 بیشتر خواهد شد. همچنین، میزان منابع آب‌های سطحی و عمق آب‌های زیرزمینی در گزینه 2 بیشتر از گزینه 3 است که این منطقه را آسیب‌پذیرتر خواهد نمود. روش ماتریس ریاضی نسبت به روش‌های دیگر دارای مزایای زیادی است.

روش تحلیل سلسله مراتبی دارای معایبی مانند عدم دخالت فاکتور جبران اثر و آثار اضافی، احتمال اشتباه نمودن کارشناس در تعیین وزن و مشکل استانداردسازی واحدهای اندازه‌گیری ذهنی آن‌هاست. در روش ماتریس ارزیابی سریع آثار، فاکتورهای جبران آثار و اختلاف نظر بین تصمیم‌گیران

جدول (6): نتایج حاصل از معنی داری آثار در 3 گزینه مورد بررسی در روش ماتریس ریاضی

گزینه	تقسیم بندی آثار		خاک‌ریزی و خاک‌برداری	پاک‌تراشی	زه‌کشی	احداث راه اصلی و فرعی	فعالیت تخریب ساختمان‌ها	حمل و نقل مواد و مصالح و نیروی انسانی	جمع آثار
1	VL	0 -0/24	1	0	2	1	0	0	4
	L	0/25 -0/49	7	4	9	9	6	6	41
	H	0/5 -0/74	3	7	0	1	5	5	21
	VH	0/75 -1	0	0	0	0	0	0	0
2	VL	0 -0/24	0	0	2	1	1	1	5
	L	0/25 -0/49	8	7	7	8	6	6	42
	H	0/5 -0/74	3	4	2	2	4	4	19
	VH	0/75 -1	0	0	0	0	0	0	0
3	VL	0 -0/24	4	2	3	0	1	0	10
	L	0/25 -0/49	4	7	6	8	6	9	40
	H	0/5 -0/74	3	2	2	3	4	2	16
	VH	0/75 -1	0	0	0	0	0	0	0

دخالت داده نمی‌شود. در روش ماتریس لئوپولد، علاوه‌بر مشکلات روش‌های پیشین، اعمال نظر شخصی کارشناسان سبب می‌شود که نتیجه ارزیابی دچار ذهنیت شود. همچنین در روش بولین، به نتایج حاصل از نقشه‌ها بسنده می‌شود و روش منظم و قابل انعطافی نیست. تمامی این مشکلات با استفاده از روش ماتریس ریاضی تا حد زیادی قابل رفع است. در ارزیابی صورت گرفته با روش ماتریس ریاضی علاوه بر آن که آثار موردنظر کمی شده‌اند، روش مورد استفاده دارای انعطاف و قابل تکرار است و در ارزیابی‌های متفاوت توسط متخصصان مختلف قابل استفاده و استناد خواهد بود. دلیل انتخاب این روش ماهیت ریاضی آن و توجه به آثار اضافی است که در روش‌های دیگر ارزیابی به آن توجه لازم مبذول نشده است. روش ارایه شده، عینی‌تر از روش‌های استفاده شده دیگر است و یک مدل ریاضی و محاسباتی برای رفتار و تغییرات مورد توجه محیط‌زیست در آینده پیشنهاد می‌دهد. از این‌رو روش ماتریس ریاضی می‌تواند به‌عنوان یک روش نوین در ارزیابی آثار محیط‌زیستی به‌کار رود. در این روش از فاکتور جبران و اختلاف‌نظر بین تصمیم‌گیران جهت افزایش کیفیت ارزیابی آثار و پوشاندن نادقیق بودن داده‌های طبیعی استفاده شده است. استفاده از روش ماتریس ریاضی اختلاف نظر نهایی بین تصمیم‌گیران را با توجه به سیاست‌های در پیش گرفته شده کاهش و یک مدل بر پایه محاسبه‌های ریاضی ارایه می‌دهد. همچنین، ماهیت ریاضی آن باعث می‌شود که محاسبه آثار دارای پشتوانه قوی باشد و همین مساله می‌تواند در توجیه سیاست‌گذاران جهت اتخاذ روش به‌عنوان یک روش قابل قبول مفید باشد. همچنین، از آن جایی که در ارزیابی به روش ماتریس ریاضی عملیات جبرانی جهت کاهش آثار منفی پروژه بر محیط‌زیست نیز مورد توجه قرار می‌گیرد، نتایج به‌دست آمده را قوت بیشتری می‌بخشد (سرابی،

1389). روش ماتریس ریاضی به دلیل انعطاف‌پذیری می‌تواند به‌عنوان یک ابزار برای استفاده در مباحث میان افراد مفید باشد. ماتریس ریاضی در این تحقیق به‌خوبی توانست بهترین منطقه کارخانه کمپوست را از میان مناطق پیشنهادی انتخاب و مشخص نماید. این انتخاب می‌تواند در معرض صاحبان منافع منطقه قرار گیرد و در مواردی مانند اختلاف‌نظر و جبران تغییراتی نماید تا از دل آن گزینه‌ای نهایی و مورد قبول همه افراد و گروه‌ها و میزان جبران لازم برای آن برآید.

یادداشت‌ها

1. Environmental impact assessment
2. Analytical Hierarchy Process
3. Rapid Impact Assessment Matrix
4. Multi-Criteria evaluation

فهرست منابع

اختیاری، ح. 1376. کاربرد روش‌های روی‌هم‌گذاری و ماتریس در ارزیابی اثرات محیطزیستی سد ستارخان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیطزیست، دانشگاه تهران.

تکدستان، ا. 1384. مقررات و استانداردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کمپوست. مجموعه مقالات هشتمین همایش کشوری بهداشت محیط. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران: 9-1.

جعفری، ح. و لطفی جلال‌آبادی، ع. 1383. ارزیابی آثار محیطزیستی فعالیت‌های نفتی فلات قاره خلیج فارس. مجله محیط‌شناسی، شماره 34: 63-55.

خراسانی، ن.؛ مهردادی، ن.؛ درویش‌صفت، ع. و شکرایی، ع. 1383. مطالعات محیطزیستی جهت انتخاب محل مناسب دفن برای زباله‌های شهر ساری، مجله منابع‌طبیعی ایران، جلد پنجاه و هفت، شماره2: 284-275.

رودگرمی، پ.؛ خراسانی، ن.؛ منوری، م. و نوری، ج. 1386. ارزشیابی گزینه‌های توسعه در ارزیابی اثرات محیطزیستی به روش ارزشیابی چند معیاره مکانمند، مجله علوم و تکنولوژی محیطزیست، دوره نهم، شماره 4: 84-73.

سرابی، ز. 1389. استفاده از ماتریس‌های ریاضی به روش فازی در ارزیابی اثرات توسعه محل‌های پیشنهادی دفن زباله استان گلستان و انتخاب بهترین گزینه محل دفن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیطزیست، دانشگاه تربیت مدرس تهران، 137 ص.

سعیدی، م.؛ عابسی، ع، و سرپاک، م. 1387. مکانیابی محل مناسب دفن مواد زاید خطرناک با استفاده از تکنیک‌های GIS (مطالعه موردی نیروگاه شهید رجایی)، مجله علوم و تکنولوژی محیطزیست، دوره یازدهم، شماره 1: 241-231.

سلمان ماهینی، ع. 1386. معیارهای سیمای سرزمین و فرسایش‌پذیری به‌عنوان دو دسته نمایه کمی برای ارزیابی سریع اثرات طرح‌های توسعه، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد چهاردهم، شماره 1: 11.

شرفی، م.؛ مخدوم، م، و غفوریان بلوری مشهد، م. 1387. ارزیابی اثرات محیطزیستی احداث کارخانه خودروسازی به روش رویهم‌گذاری (مطالعه موردی: احداث کارخانه خودروسازی در غرب تاکستان)، مجله علوم محیطی، سال پنجم، شماره 4: 42-27.

صالحی، ع. 1381. بررسی و ارزیابی اثرات محیطزیستی محل دفن زباله شهری شیراز با روش ماتریس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیطزیست، دانشگاه شیراز.

عمرانی، ق. 1383. مواد زائد جامد، جلد اول. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی. 181 ص.

مخدوم، م. 1384. شالوده آمایش سرزمین، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران. 289 ص.

مخدوم، م. 1387. درسنامه ارزیابی اثرات توسعه. دانشگاه تهران.

منوری، م. و شریعت، م. 1375. مقدمه ای بر ارزیابی اثرات محیطزیستی. انتشارات سازمان حفاظت محیطزیست تهران. 168 ص.

Biswas, A. K.; & Agrawal, A. B. C. 1993. Environmental Impact Assessment for Developing Countries, Butterworth Press.

Bojorquez- Tapia, L. A.; Ezcurra, E. & Garcia, O. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management, 53:91-99.

Crome, F. H. J.; Thomas, M. R. & Moore, L. A. 1996. A novel Bayesian approach to assessing impacts of rain forest logging. Ecological Applications, 6(4): 1104-1123.

Duinker, P. N. & Beanlands, G. E. 1986. The significance of environmental impacts: an exploration of the concept. Environmental management, 10(1): 1-10.

El-Naqa, A. 2005. Environmental impact assessment using rapid impact assessment matrix (RIAM) for Russeifa landfill, Jordan. Environmental Geology. 47:632-639.

Guiqin, W. 2009. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case in Beijing, China. Journal of Environmental Management. 90:2414-2421.
Omrani, G. A.; Maleki, A. & Sherafat Mola, A. 2007. Quality and quantity evaluation of solid waste and recycling potential in sistan & Baluchestann province. Environmental Science and Technology, 84:11-17.
Tchobanoglous, G. 1993. Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, NewYork, USA.
Thompson, M. A. 1988. Determining impact significance in EIA: a review of 24 methodologies. Journal of Environmental Management, 30: 235–250.
Tran, T. L.; Knight, C. G.; O'Neill, V. R.; Smith, E. R.; Riitters K. H. & Wicham, J. 2002. Environmental Assessment Fuzzy decision analysis for ontegrated environmental vulnerability assessment of the Mid- Atlantic region. Environmental Management, 29: 845-859.