



کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مکان‌یابی محل‌های دفع پسماندهای ویژه

مجید سرتاج*

استادیار، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

محمد باقر صدوق،

مدیر کل سازمان حفاظت محیط زیست استان مرکزی

حمید جلالوندی،

کارشناس ارشد، سازمان حفاظت محیط زیست استان مرکزی

۱- مقدمه

یکی از مسائل و معضلات مهم زیست محیطی که شهرهای بزرگ کشور با آن مواجه هستند مدیریت مواد زائد جامد شهری، صنعتی، درمانی و خطرناک می‌باشد. در این میان مدیریت مواد زائد صنعتی و خطرناک یا به اصطلاح پسماند های ویژه از اهمیت بسیاری برخوردار است زیرا عدم برنامه ریزی و مدیریت صحیح آن می‌تواند موجب آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی، خاک، هوا در سطح گسترده‌ای گردد. با توجه به مطالب ذکر شده در بالا و رویکرد کلی مدیریت جامع پسماند یکی از مراحل اساسی و محورهای اصلی در مدیریت جامع مواد زائد، مدیریت پسماندهای ویژه می‌باشد که توجه ویژه‌ای را طلبیده و لازم است سیستم مدیریت و کنترل آن در نظر گرفته شود.

از موارد مهم در رویکرد کلی مدیریت جامع پسماندهای ویژه اهمیت مسئله مکانیابی محل دفع (Site Selection) می‌باشد. بحث مکانیابی بسیار با اهمیت و تخصصی می‌باشد و مسایل بسیاری از جمله زمین شناسی و وضعیت گسل‌ها، هیدروژئولوژی و منابع آب زیرزمینی، منابع آب سطحی، محدودیت‌های نظامی، شهرسازی، قانونی، فاصله و پارامترهای بسیار دیگری بایستی در نظر گرفته شده تا محل‌های انتخاب شده کمترین مخاطرات زیست محیطی را در آینده داشته باشند. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) از جمله روش‌های نوینی است که امروزه برای انجام مطالعات مکانیابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف این تحقیق ارائه کاربرد این روش به منظور محل دفع پسماندهای ویژه در استان مرکزی است.

۲- موقعیت جغرافیایی استان مرکزی

استان مرکزی با مساحت ۲۹۴۰۰ کیلومتر مربع بین ۳۳ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی و بین ۴۸ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۰۴ دقیقه طول شرقی در محل تلاقی رشته کوه‌های زاگرس و البرز واقع شده است. بلندترین نقاط ارتفاعی حوضه مزبور مربوط به کوه‌های مرتفع سفیدخانی و نقره کمر با ارتفاع ۳۰۸۰ تا ۳۱۷۰ متر از سطح دریا می‌باشند که در جنوب و شمال

چکیده

از موارد مهم در مدیریت جامع پسماندهای ویژه مکانیابی محل دفع (Site Selection) می‌باشد. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) از جمله روش‌های نوینی است که امروزه برای انجام مطالعات مکانیابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف این تحقیق ارائه کاربرد این روش به منظور محل دفع پسماندهای ویژه در استان مرکزی است. استان مرکزی از جمله استان‌هایی است که کارخانه‌های صنعتی متعددی در آن متمرکز شده‌اند و میزان قابل توجهی مواد زائد صنعتی و خطرناک تولید می‌کنند. اطلاعاتی درباره موضوعات مختلف از قبیل مناطق حفاظت شده، زمین‌شناسی، لرزه‌خیزی، توپوگرافی، هیدروژئولوژی و هیدروژئولوژی، کاربری اراضی، هواشناسی، پراکنش جمعیتی، پراکنش معادن، راه‌ها و خطوط انتقال نیرو و ... جهت انجام تحلیل GIS در انتخاب محل مناسب ضروری به نظر می‌رسد. در اولین مرحله پس از تهیه اطلاعات مورد نیاز و تبدیل آنها به فرمت قابل استفاده در نرم‌افزار تحلیل GIS، تحلیل‌های انجام شده و مناطق مناسب و واحد شرایط شناسایی شدند. پس از آماده‌سازی فایل‌ها محدود و حریم در نظر گرفته شده برای هر یک از عوارض روی آنها اعمال شده و این حریم توسط نرم‌افزار برای تک تک عوارض در نظر گرفته می‌شود. این حریم در سه بخش به صورت سه حالت خوب، متوسط و ضعیف روی هر یک از عوارض اعمال شد. برای هر یک از عوارض یک ضریب اهمیت (بین ۱ تا ۴) در نظر گرفته شد و پس از اعمال حریم‌ها کلیه عوارض مورد نظر توسط نرم‌افزار GIS روی هم‌گذاری شدند تا در نتیجه با اشتراک‌گیری بتوان مناسب‌ترین محدوده‌ها را برای اجرای مرکز پسماندهای ویژه تعیین کرد.

واژگان کلید: پسماندهای ویژه، مکانیابی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)



جدول شماره ۳ - کارگاههای صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر کشور
بر حسب نحوه دفع مواد زائد صنعتی (۱۳۷۹)

شرح	تعداد کارگاه	
کل کشور	۱۱۲۰۰	
کارگاههای دارای مواد زائد صنعتی	۳۱۸۹	
نحوه دفع	دفن	۸۱۸
	بازیافت	۳۵۷
	سوزاندن	۲۲۴
	انبار موقت	۳۳۸
	سایر	۱۷۲۵
دارای سیستم بازیافت	۳۱۸	
دارای سیستم خنثی سازی	۴۹۰	
دارای سیستم آزمایش	۴۶۱	
کارگاههای دارای فاضلاب صنعتی	۱۳۰۲	

جدول شماره ۴ - کارگاههای صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر کشور بر حسب نوع و مقدار مواد زائد
صنعتی در سال و استان مرکزی: (۱۳۷۹)

استان مرکزی	کل کشور	تعداد کارگاههای صنعتی
۵۰۸	۱۱۲۰۰	تعداد کارگاههای صنعتی
۱۸۹	۳۱۸۹	تعداد کارگاههای دارای مواد زائد صنعتی
۱۸۲۸۰۹۷	۷۹۱۷۱۵۸	جامد (تن)
۱۵۵۸۱۶۲	۱۹۸۳۱۴۴۵۷۰	مایع (لیتر)

مطالعه می‌باشد. برای انتخاب مناطق مناسب از روش های تحلیل GIS استفاده شده است. مراحل و روش های انجام پروژه به شرح زیر می‌باشد.

۴-۱ جمع‌آوری اطلاعات اولیه جهت انجام تحلیل

اولین و مهمترین گام، جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز جهت انجام تحلیل است. این اطلاعات با توجه به نوع آنها از مراکز مختلفی باید جمع‌آوری گردند. همچنین این اطلاعات می‌تواند بصورت‌های مختلف (نقشه کاغذی، دیجیتالی و ...) باشد که باید همه آنها تحت یک قالب مشخص قابل استفاده در نرم‌افزار مورد استفاده جهت تحلیل GIS درآیند.

۴-۲ ضوابط و معیارهای انتخاب سایت

پس از آماده‌سازی و تبدیل اطلاعات اولیه، باید برای هر یک از عوارض یک حریم مشخص شود تا محل‌های انتخابی با یک حریم مشخصی از این عوارض فاصله بگیرند. به طور مثال برای جلوگیری از آلودگی احتمالی این محلها باید فاصله مناسبی از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، قنات‌ها و ... داشته باشند. در این زمینه استانداردهایی در سطح جهانی وجود

شرق واقع شده‌اند و پست‌ترین نقاط ارتفاعی حوضه مربوط به پلايای میقان با ارتفاع ۱۶۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

۳- وضعیت موجود صنایع و تولید پسماند های ویژه در استان مرکزی

استان مرکزی از جمله استانهایی است که کارخانه های صنعتی متعددی در آن متمرکز شده اند. مهمترین کارخانه های صنعتی اراک عبارتند: ماشین سازی، آلومینیوم سازی، کابل سازی، واگن سازی پارس، کمباین سازی، لاستیک سازی، قند و ... از دیگر صنایع استان می توان از کارخانه هپکو، کارخانه های سازنده پروفیل و لودرهای آبیاری آلومینیومی، کارخانه آونگان (سازنده پایه های فلزی انتقال نیرو)، کارخانه های ادوات کشاورزی، کارخانه‌های تولیدی نورد آلومینیوم، رنگ روناس پالایشگاه، پتروشیمی، آذراب و نیز سایر کارخانه های مستقر در شهرستان ساوه نیز نام برد. جدول ۲ آمار مربوط به کارگاههای صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر در سال ۱۳۷۹ را برای کل کشور و استان مرکزی ارائه می دهد.

جدول شماره ۲ تعداد کارگاههای صنعتی ده نفر کارکن
و بیشتر بر حسب استان (۱۳۷۹)

استان مرکزی	کل کشور	جمع	کل کارگاهها
۵۲۰	۱۰۹۸۷	۱۰-۴۹ نفر	کل کارگاهها
۳۴۰	۸۱۰۹	۵۰-۹۹ نفر	
۹۰	۱۲۴۹	۱۰۰ نفر >	

آمار بدست آمده (جدول ۳) از طرح آمارگیری کارگاههای صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر کشور در سال ۱۳۷۹ نشان می‌دهد از ۱۱۲۰۰ کارگاه صنعتی تعداد ۳۱۸۹ کارگاه دارای مواد زائد صنعتی می‌باشند که ۸۱۸ کارگاه از روش دفن، ۳۵۷ کارگاه از روش بازیافت، ۲۲۴ کارگاه از روش سوزاندن، ۳۳۸ کارگاه از روش انبار موقت، ۱۷۲۵ کارگاه از سایر روش ها برای دفع مواد زائد صنعتی خود استفاده می‌کنند. جدول ۴ نوع و مقدار مواد زائد صنعتی در سال و استان های مربوطه را در سال ۱۳۷۹ نشان می دهد.

۴- روش تحلیل و مراحل اجرا

همانگونه که اشاره شد اهداف اصلی این تحقیق انتخاب مناطق مناسب جهت دفع پسماندهای ویژه در محدوده مورد



انتخاب محل دفع به آنها توجه کرد، بحث کاربری اراضی است. این مساله بسیار روشن است که محل دفع انتخابی باید فاصله کافی و مناسب را از کلیه اراضی که کاربری خاصی دارند حفظ کند. از مهمترین عوارضی که در بحث کاربری اراضی باید گنجانده شوند می‌توان به زمینهای زراعی، جنگل‌ها و بیشه‌ها، باغهای میوه، تاکستانها و ... اشاره کرد که از هر کدام از این عوارض با توجه به اهمیت آنها باید فاصله لازم را حفظ کرد.

۶- هواشناسی: بحث هواشناسی را از دو جهت می‌توان مورد توجه قرار داد، یکی بارندگی و دیگری وزش باد. محل انتخابی باید تا حد امکان منطقه کم بارشی باشد. زیرا هر چه میزان بارش بیشتر باشد، باعث افزایش حجم شیرابه تولیدی خواهد شد. در رابطه با وزش باد نیز دو مورد سرعت و جهت وزش باد اهمیت فراوانی دارد. جهت وزش باد نیز نباید به سمت شهرها، مناطق مسکونی، جاده‌های پر تردد، مناطق تفریح‌گاہی و به طور کلی کلیه مناطقی که می‌تواند بوی حاصل از دفع مواد زاید برای آنها ناخوشایند باشد، قرار گیرد. در جدول ۵ لیست کلیه لایه‌های اطلاعاتی دیجیتالی گردآوری شده در سطح استان به همراه نام معادل انگلیسی آنها ارائه شده است.

۳-۴- انتخاب محل‌های مناسب

جهت انجام تحلیل‌های GIS نرم‌افزار ArcView (Ver 3.2a) انتخاب گردید. ArcView قابلیت بسیار بالایی جهت استفاده در تحلیل‌های GIS دارد. به منظور انتخاب سایتها تحلیل در مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ انجام گرفت. داشتن اطلاعاتی درباره موضوعات مختلف از قبیل مناطق حفاظت شده، زمین‌شناسی، لرزه‌خیزی، توپوگرافی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، کاربری اراضی، هواشناسی، پراکنش جمعیتی، پراکنش معادن، راهها و خطوط انتقال نیرو و ... جهت انجام تحلیل GIS در انتخاب محل مناسب ضروری به نظر می‌رسد. در اولین مرحله پس از تهیه اطلاعات مورد نیاز و تبدیل آنها به فرمت قابل استفاده در نرم‌افزار تحلیل GIS، تحلیل‌های انجام شده و مناطق مناسب و واجد شرایط شناسایی می‌شوند. پس از آماده‌سازی فایلها محدود و حریم در نظر گرفته شده برای هر یک از عوارض روی آنها اعمال شده و این حریم توسط نرم‌افزار برای تک تک عوارض در نظر گرفته می‌شود. این حریم در سه بخش به صورت سه حالت خوب، متوسط و ضعیف روی هر یک از عوارض اعمال می‌شود. همانطور که قبلا گفته شد این حریمها با توجه به استانداردهای جهانی موجود و در بسیاری از موارد بیش از آنچه این استانداردها توصیه کرده‌اند در نظر گرفته شده است. همچنین برای هر یک از

دارد که می‌توان از آنها کمک گرفت. برخی از این ضوابط به اختصار در ذیل معرفی می‌شوند:

۱- مناطق حفاظت‌شده: مناطق حفاظت‌شده شامل مناطق زیست‌گاهی گیاهی و جانوری بوده که باید محل دفن انتخابی از آنها فاصله کافی داشته باشد. مردابها، تالابها و پارکهای جنگلی از جمله این مناطق به شمار می‌روند. محل دفن انتخابی باید به گونه‌ای باشد که هیچ‌گونه اثر سویی در کوتاه‌مدت و بلندمدت روی این مناطق نداشته باشد.

۲- زمین‌شناسی و لرزه‌خیزی: شناسایی عوارض زمین‌ساختی، انواع گسلهای موجود در منطقه مورد مطالعه، تاریخچه و پتانسیل لرزه‌خیزی از جمله مواردی است که در مقوله زمین‌شناسی و لرزه‌خیزی می‌توان آنها را بررسی کرد.

۳- توپوگرافی: یکی از مهمترین و اصلی‌ترین اطلاعات مورد نیاز داشتن اطلاعات توپوگرافی منطقه است. شناخت عوارض، پستی و بلندی‌های منطقه، موقعیت دره‌ها، دشتهای ارتفاعات و ... همگی با داشتن توپوگرافی منطقه امکان‌پذیر است. همچنین یکی از فاکتورهای مهم در انتخاب سایت مساله شیب زمین است. اگر شیب زمین از یک مقدار مجاز بیشتر بوده و یا دارای تغییرات ارتفاعی باشد، هزینه و زمان بسیار زیادی جهت تسطیح و عملیات خاکی صرف خواهد شد که این امر به هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود.

۴- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی: در اینجا

بحث در رابطه با آنها و آبراهه‌های سطحی و زیرزمینی است. در بحث هیدرولوژی موقعیت رودخانه‌های دائمی و فصلی، موقعیت مسیله‌ها و آبراهه‌ها، دشتهای در معرض طغیان و ... مورد بررسی قرار می‌گیرد. محل انتخابی دفع مواد زاید باید فاصله مناسبی از رودخانه‌های دائمی و فصلی داشته باشد تا در صورت انتشار احتمالی آلودگی موجب آلوده گشتن آب نشود. علاوه بر این محل دفع باید در جایی باشد که در معرض آب‌گرفتگی قرار نگیرد. به طور مثال استانداردهای بین‌المللی پیشنهاد می‌کنند که با در نظر گرفتن محدوده سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله، فاصله لازم را از مناطق در معرض سیل حفظ کنیم. در بحث هیدروژئولوژی باید موقعیت آنها را نیز بررسی، قناتها و چاهها مورد بررسی قرار گیرد. این مساله از این جهت حائز اهمیت است که محل دفع می‌تواند باعث آلودگی منابع آب زیرزمینی شود. این منابع ممکن است به منظور مصارف آب شرب و یا کشاورزی مورد استفاده واقع شوند که در این صورت آلودگی آنها خسارات جبران‌ناپذیری را وارد خواهد ساخت.

۵- کاربری اراضی: یکی دیگر از موضوعاتی که باید در



جدول شماره ۵: لیست کلیه لایه‌های اطلاعاتی گردآوری شده به همراه نام معادل

نام لایه به انگلیسی	نام لایه به فارسی	ردیف
Cities (Pop>500,000)	شهر با جمعیت بیش از ۵۰۰,۰۰۰	۱
Cities (100,000<Pop<500,000)	شهر با جمعیت ۱۰۰,۰۰۰ تا ۵۰۰,۰۰۰	۲
Cities (50,000<Pop<100,000)	شهر با جمعیت ۵۰,۰۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰	۳
Cities (20,000<Pop<50,000)	شهر با جمعیت ۲۰,۰۰۰ تا ۵۰,۰۰۰	۴
Cities (5,000<Pop<20,000)	شهر با جمعیت ۵,۰۰۰ تا ۲۰,۰۰۰	۵
Cities (Pop<5,000)	شهر با جمعیت زیر ۵,۰۰۰	۶
Large villages	روستا- شهر	۷
Populated villages	روستاهای پر جمعیت	۸
Villages	روستاها	۹
Permanent rivers	رودخانه دائمی	۱۰
Seasonal rivers	رودخانه فصلی	۱۱
Diversion dams	سد انحرافی	۱۲
Diversion dam lakes	دریاچه سد انحرافی	۱۳
Streams	مسيل‌ها	۱۴
Flood Plains	اراضی مورد طغیان آب	۱۵
Wetlands	باطلاق و مرداب	۱۶
Quanats	قنات	۱۷
Permanent Lakes	دریاچه دائمی	۱۸
Seasonal Lakes	دریاچه فصلی	۱۹
Storage dam reservoir	دریاچه سد مخزنی موجود	۲۰
Dam reservoir	آب پشت سد	۲۱
Dams	سد	۲۲

نام لایه به انگلیسی	نام لایه به فارسی	ردیف
Percipitation contours	خطوط هم باران	۲۳
Isothermal contours	خطوط هم دما	۲۴
Climatological STN	ایستگاه‌های کلیماتولوژی	۲۵
Synoptic STN	ایستگاه سینوپتیک	۲۶
Raingauge STN	استگاه باران‌سنجی	۲۷
Storage Raingauge STN	ایستگاه باران‌سنج ذخیره‌ای	۲۸
Evaporation measurement STN	ایستگاه تبخیرسنجی	۲۹
Hydrometry STN	ایستگاه هیدرومتری	۳۰
Agricultural lands	زمینهای زراعی	۳۱
Deserts (Kavirs)	کویر	۳۲

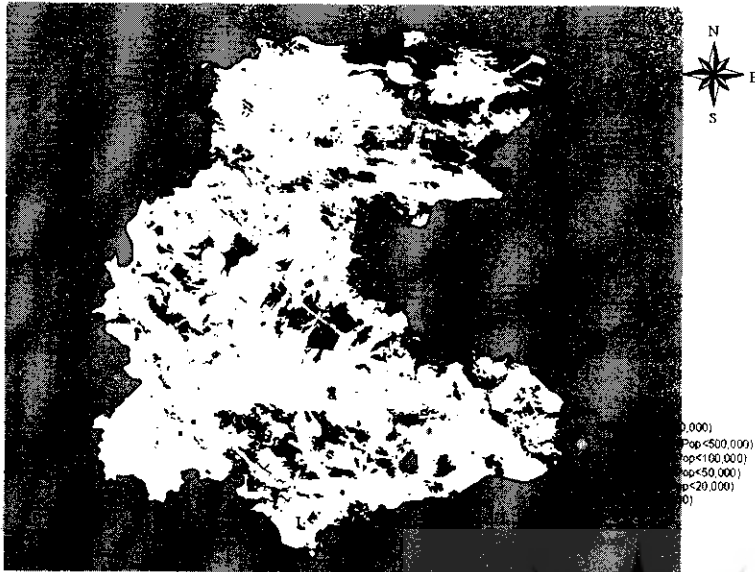


ادامه جدول شماره ۵

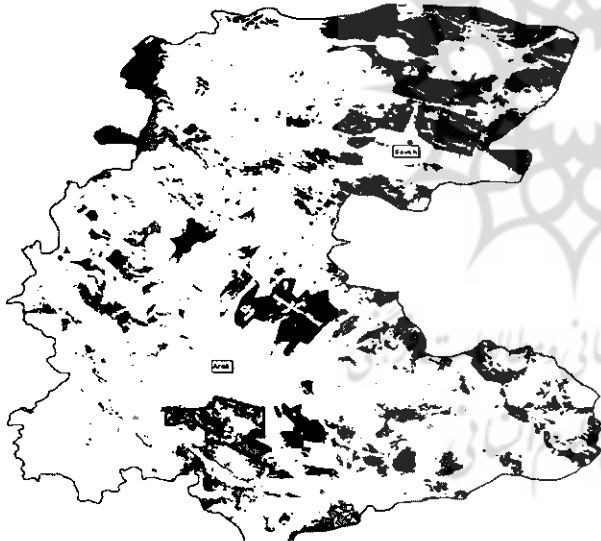
نام لایه به انگلیسی	نام لایه به فارسی	ردیف
Forest	جنگل و بیشه	۳۳
Garden	تاکستان و باغ میوه	۳۴
Sandy lands	شنزار	۳۵
Sandy Hills	تپه های شنی	۳۶
Flats	دشتها	۳۷
Landslides	راندگی	۳۸
Faults	خطوط گسل	۳۹
Edges	خطوط پرتگاهی	۴۰
Slopes	شیب بندی	۴۱
Large Angle Faults	گسل فشاری زاویه بزرگ	۴۲
MBP	علائم گسل	۴۳
Spot Heights	نقاط ارتفاعی	۴۴
Contours	منحنی های میزان	۴۵
Paved roads	راه آسفالت	۴۶
Sandy roads	راه شنی	۴۷
Earth roads	راه خاکی	۴۸
Railroads	راه آهن	۴۹
Mines 1,2	پراکنش معادن	۵۰
Exploration - Certificate 1	معادن دارای مجوز حفاری ۱	۵۱
Exploration - Certificate 2	معادن دارای مجوز حفاری ۲	۵۲
Soil Classification	محدوده کلاس خاک و محدودیت	۵۳
Airports	فرودگاه	۵۴
District	بخش - ناحیه	۵۵
SUR	محدوده واحد مطابعتی زیر حوضه	۵۶
SBR	محدوده زیر حوضه	۵۷
BAR	محدوده حوضه	۵۸
ABR	محدوده آب منطقه ای	۵۹
TSR	مرکز شهرستانها	۶۰
SCR	مراکز استانها	۶۱
Political_boundary_area	مرز شهرستانها	۶۲
Provinces	مرز استانها	۶۳
Country	مرز بین المللی	۶۴
UTM Grid	شبکه UTM	۶۵
Geographic Grid	شبکه مختصات جغرافیایی	۶۶
Block_border-25000	بلوک بندی ۱:۲۵۰۰۰	۶۷
District	بخش - ناحیه	۶۸



شکل شماره ۱: نتیجه مکان‌یابی در دو کلاس خوب و عالی در محدوده استان مرکزی



شکل شماره ۲: محدوده‌های پیشنهادی جهت اختصاص دادن به محل دفع پسماندهای ویژه در استان مرکزی



عوارض یک ضریب اهمیت (بین ۱ تا ۴) در نظر گرفته شده تا از این راه تفاوتی بین یک عارضه مهم (مثل فرودگاه) با یک عارضه کم اهمیت‌تر (مثل ایستگاه باران‌سنجی) بتوان قائل شد. پس از اعمال حریم‌ها کلیه عوارض مورد نظر باید توسط نرم‌افزار GIS روی‌هم‌گذاری شوند تا در نتیجه با اشتراک‌گیری بتوان مناسب‌ترین محدوده‌ها را برای اجرای مرکز پسماندهای ویژه تعیین کرد. در عمل پس از انجام تحلیل‌ها در مرحله نهایی تعدادی از مناسبترین سایتها جهت بازدیدهای محلی انتخاب می‌شوند.

۵- نتایج تحلیل GIS

در اثر اعمال شروط و میانگین وزنی و آنالیز همپوشانی، یک لایه از نوع رستری به نام Final Site Selection بدست می‌آید که مقادیر pixel های آن اعدادی بین ۱ تا ۳ است و از آن نقشه Suitability تهیه گردید. نقشه بدست آمده در ۵ کلاس مختلف طبقه‌بندی شد. این ۵ کلاس به ترتیب مناسب بودن با نام‌های «عالی»، «خوب»، «متوسط»، «ضعیف» و «نامناسب» مشخص شدند. به طور کلی می‌توان گفت که نواحی که بصورت «عالی» و «خوب» درجه‌بندی می‌شوند، جهت انتخاب سایت‌های مورد نظر مناسب هستند. در شکل (۱) نتیجه مکان‌یابی در دو کلاس خوب و عالی در محدوده استان مرکزی ارائه شده است. با توجه به تحلیل‌های GIS انجام گرفته در دو مرحله و نتایج بدست آمده، می‌توان مناطق مستعد را در سطح استان شناسایی کرده و این مناطق را برای انجام تحلیل‌های دقیق‌تر و با مقیاس بزرگتر در فاز بعدی گزینش کرد. دو قطب صنعتی اصلی این استان شهرهای اراک و ساوه هستند که بیشتر صنایع، کارخانجات و شهرک‌های صنعتی بزرگ در اطراف این دو شهر مستقر هستند. با استفاده از نتایج تحلیل مرحله اول، نواحی پیشنهادی جهت اختصاص دادن به محل دفع در شکل (۲) دیده می‌شود.