

در مکانیابی محل های دفع پسماند های ویژه (GIS) کاربرد سیستم های اطلاعات جغرافیایی

مجید سرتاج^۱

محمد باقر صدوق^۲

حمید جالوندی^۳

چکیده

از موارد مهم در مدیریت جامع پسماندهای ویژه مکانیابی محل دفع (Site Selection) می باشد. سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) از جمله روشهای نوینی است که امروزه برای انجام مطالعات مکانیابی مورد استفاده قرار می گیرد. هدف این تحقیق ارائه کاربرد این روش به منظور محل دفع پسماندهای ویژه در استان مرکزی است. استان مرکزی از جمله استانهایی است که کارخانه های صنعتی متعددی در آن متمرکز شده اند و میزان قابل توجهی مواد زائد صنعتی و خطرناک تولید می کنند. اطلاعاتی درباره موضوعات مختلف از قبیل مناطق حفاظت شده، زمین شناسی، لرزه خیزی، 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 می رسد. در اولین مرحله پس از تهیه اطلاعات مورد نیاز و تبدیل آنها به فرمت قابل استفاده در نرم افزار تحلیل GIS، تحلیلهای انجام شده و مناطق مناسب و واجد شرایط شناسایی شدند. پس از آماده سازی فایلها محدوده و حریم در نظر گرفته شده برای هر یک از عوارض روی آنها اعمال شده و این حریم توسط نرم افزار برای تک تک عوارض در نظر گرفته می شود. 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 نرم افزار GIS روی هم گذاری شدند تا در نتیجه با اشتراک گیری بتوان مناسب ترین محدوده ها را برای اجرای مرکز پسماندهای ویژه تعیین کرد.

واژه گان کلیدی: پسماندهای ویژه، مکانیابی، سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS)

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- مدیر کل سازمان حفاظت محیط زیست استان مرکزی

۳- 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 می باشد. 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 می تواند موجب آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی، خاک، هوا در سطح گسترده ای 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 می باشد که توجه ویژه ای 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) می باشد. بحث مکانیابی بسیار با اهمیت و تخصصی می باشد و مسایل بسیاری از جمله زمین شناسی و وضعیت گسل ها، هیدروژئولوژی و منابع آب زیرزمینی، منابع آب سطحی، محدودیت های 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. سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) از جمله روشهای نوینی است که امروزه برای انجام مطالعات مکانیابی مورد استفاده قرار می گیرد. 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 ۳۵ 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 می باشند که در جنوب و شمال شرق واقع شده اند و پست ترین نقاط ارتفاعی حوضه مربوط به پلایای میقان با ارتفاع ۱۶۵۰ متر از سطح دریا می باشد.

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، کارخانه های تولیدی نورد آلومینیوم، رنگ روناس، پالایشگاه، پتروشیمی، آذراب و نیز سایر کارخانه های مستقر در شهرستان ساوه نیز نام برد. جدول شماره (۱) آمار مربوط به کارگاه های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر در سال ۱۳۷۹ را برای کل کشور و استان مرکزی ارائه می دهد.

جدول شماره ۱: تعداد کارگاه های صنعتی ده نفر کارکن

و بیشتر بر حسب استان (۱۳۷۹)

استان مرکزی	کل کشور		
۵۲۰	۱۰۹۸۷	جمع	کل کارگاهها
۳۴۰	۸۱۰۹	۴۹-۱۰ نفر	
۹۰	۱۲۴۹	۹۹-۵۰ نفر	
۹۰	۱۶۲۹	۱۰۰ نفر >	

آمار بدست آمده (جدول شماره ۲) از طرح آمارگیری کارگاه های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر کشور در سال ۱۳۷۹ نشان می دهد که از ۱۱۲۰۰ کارگاه صنعتی تعداد ۳۱۸۹ کارگاه دارای مواد زائد صنعتی می باشند 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 می کنند. جدول شماره (۳) نوع و مقدار مواد زائد صنعتی در سال و استان های مربوطه را در سال ۱۳۷۹ نشان می دهد.

جدول شماره ۲: 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
	۱۷۲۵
دارای سیستم بازیافت	۳۱۸
دارای سیستم خنثی سازی	۴۹۰
دارای سیستم آزمایش	۴۶۱
کارگاههای دارای فاضلاب صنعتی	۱۳۰۲

جدول شماره ۳: 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	
۵۰۸	۱۱۲۰۰	تعداد کارگاههای صنعتی
۱۸۹	۳۱۸۹	تعداد کارگاههای دارای مواد زائد صنعتی
۱۸۲۸۰۹۷	۷۹۱۷۱۵۸	جامد (تن)
۱۵۵۸۱۶۲	۱۹۸۳۱۴۴۵۷۰	مایع (لیتر)

۴- روش تحلیل و مراحل اجرا

همانگونه که اشاره شد اهداف اصلی این تحقیق انتخاب مناطق مناسب جهت دفع پسماندهای ویژه در محدوده مورد مطالعه می باشد. برای انتخاب مناطق مناسب از روشهای تحلیل GIS استفاده شده است. مراحل و روشهای انجام پروژه به شرح زیر می باشد.

۴-۱ جمع آوری اطلاعات اولیه جهت انجام تحلیل

اولین و مهمترین گام، جمع آوری اطلاعات مورد نیاز جهت انجام تحلیل است. این اطلاعات با توجه به نوع آنها از مراکز مختلفی باید جمع آوری گردند. همچنین این اطلاعات می تواند بصورت های مختلف (نقشه کاغذی، دیجیتالی و ...) باشد که باید همه آنها تحت یک قالب مشخص قابل استفاده در نرم افزار مورد استفاده جهت تحلیل GIS در آیند.

۴-۲ ضوابط و معیارهای انتخاب سایت

پس از آماده سازی و تبدیل اطلاعات اولیه، باید برای هر یک از عوارض یک حریم مشخص شود تا محل های انتخابی با یک حریم مشخصی از این عوارض فاصله بگیرند. به طور مثال برای جلوگیری از آلودگی احتمالی این محلها باید فاصله مناسبی از رودخانه ها، دریاچه ها، قناتها و داشته باشند. در این زمینه استانداردهایی در سطح جهانی وجود دارد که می توان از آنها کمک گرفت. برخی از این ضوابط به اختصار در ذیل معرفی می شوند:

۱- مناطق حفاظت شده: مناطق حفاظت شده شامل مناطق زیست گاهی 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 می روند. محل دفن انتخابی باید به گونه ای باشد که هیچ گونه اثر سویی در کوتاه مدت و بلندمدت روی این مناطق نداشته باشد.

۲- زمین شناسی و لرزه خیزی: شناسایی عوارض زمین ساختی، انواع گسلهای موجود در منطقه مورد مطالعه، تاریخچه و پتانسیل لرزه خیزی از جمله مواردی است که در مقوله زمین شناسی و لرزه خیزی می توان آنها را بررسی کرد.

۳- توپوگرافی: یکی از مهمترین و اصلی ترین اطلاعات مورد نیاز داشتن اطلاعات توپوگرافی منطقه است. شناخت عوارض، پستی و بلندی های منطقه، موقعیت دره ها، دشتهای، ارتفاعات و ... همگی با داشتن توپوگرافی منطقه امکان پذیر 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 هیچ وجه توصیه نمی شود.

۴- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی: در اینجا بحث در رابطه با آبها و آبراهه های سطحی و زیرزمینی است. در بحث هیدرولوژی موقعیت رودخانه های دائمی و فصلی، موقعیت مسیله ها و آبراهه ها، دشتهای در معرض طغیان و ... مورد

بررسی قرار می‌گیرد. محل انتخابی دفع مواد زاید باید فاصله مناسبی از رودخانه‌های دایمی 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 آبهای زیرزمینی، 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 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 تفریح‌گاهی 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.

۴-۳ انتخاب محل‌های مناسب

جهت انجام تحلیل‌های GIS نرم‌افزار ArcView (Ver 3.2a) انتخاب گردید. ArcView از قابلیت بسیار بالایی جهت استفاده در تحلیل‌های GIS برخوردار است. 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، 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 واجد شرایط شناسایی

می‌شوند. پس از آماده‌سازی فایلها محدوده 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 قبلاً 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 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.

جدول شماره ۴: لیست کلیه لایه‌های اطلاعاتی گردآوری شده به همراه نام معادل انگلیسی آنها

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

پراکنش جمعیتی

هیدرولوژی و هیدروژئولوژی

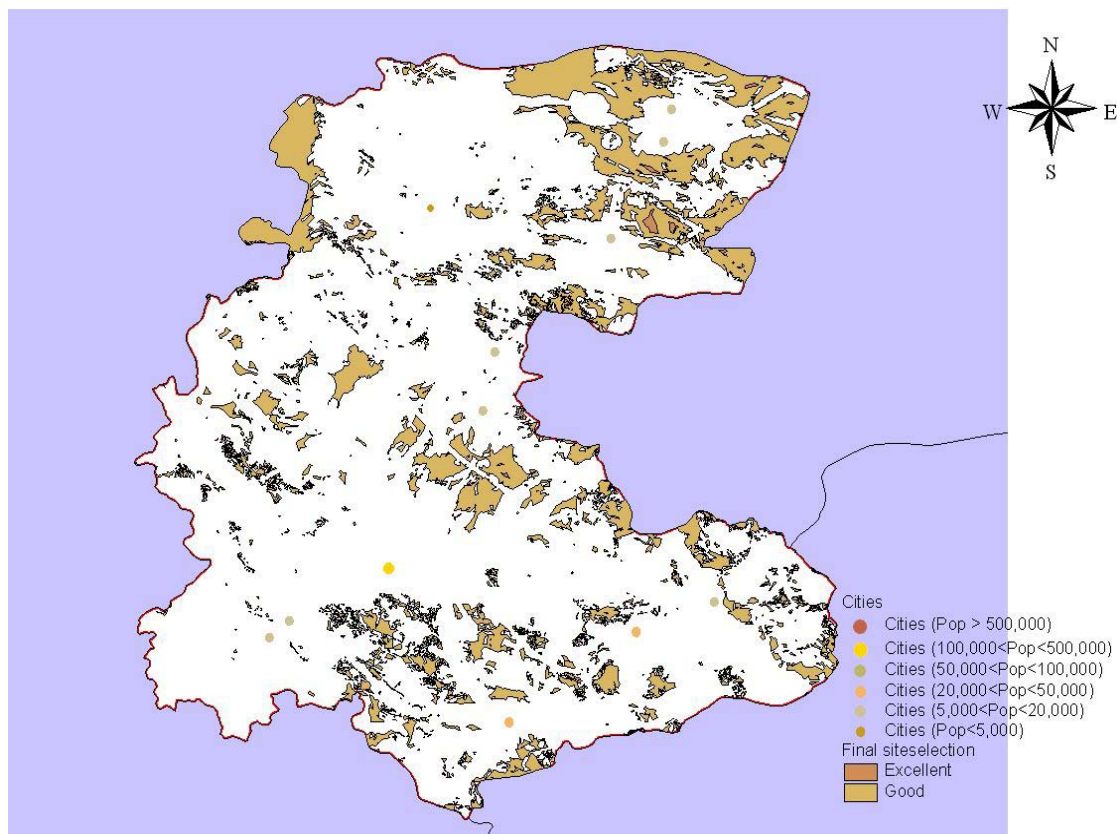
ادامه جدول شماره (۴)

ردیف	نام لایه به فارسی	نام لایه به انگلیسی
۲۳	خطوط هم باران	Percipitation contours
۲۴	خطوط هم دما	Isothermal contours
۲۵	ایستگاههای کلیماتولوژی	Climatological STN
۲۶	ایستگاه سینوپتیک	Synoptic STN
۲۷	استگاه باران سنجی	Raingauge STN
۲۸	ایستگاه باران سنج ذخیره‌ای	Storage Raingauge STN
۲۹	ایستگاه تبخیرسنجی	Evaporation measurement STN
۳۰	ایستگاه هیدرومتری	Hydrometry STN
۳۱	زمینهای زراعی	Agricultural lands
۳۲	کویر	Deserts (Kavirs)
۳۳	جنگل و بیشه	Forest
۳۴	تاکستان و باغ میوه	Garden
۳۵	شنزار	Sandy lands
۳۶	تپه های شنی	Sandy Hills
۳۷	دشتهای	Flats
۳۸	رانندگی	Landslides
۳۹	خطوط گسل	Faults
۴۰	خطوط پرتگاهی	Edges
۴۱	شیب بندی	Slopes
۴۲	گسل فشاری زاویه بزرگ	Large Angle Faults
۴۳	علائم گسل	MBP
۴۴	نقاط ارتفاعی	Spot Heights
۴۵	منحنی های میزان	Contours
۴۶	راه آسفالت	Paved roads
۴۷	راه شنی	Sandy roads
۴۸	راه خاکی	Earth roads
۴۹	راه آهن	Railroads

ادامه جدول شماره (۴)

ردیف	نام لایه به فارسی	نام لایه به انگلیسی
۵۰	پراکنش معادن	Mines1,2
۵۱	معدن دارای مجوز حفاری ۱	Exploration –Cerificate1
۵۲	معدن دارای مجوز حفاری ۲	Exploration –Cerificate2
۵۳	محدوده کلاس خاک و محدودیت	Soil Classification
۵۴	فرودگاه	Airports
۵۵	بخش - ناحیه	District
۵۶	محدوده واحد مطالعاتی زیر حوضه	SUR
۵۷	محدوده زیر حوضه	SBR
۵۸	محدوده حوضه	BAR
۵۹	محدوده آب منطقه ای	ABR
۶۰	مرکز شهرستانها	TSR
۶۱	مراکز استانها	SCR
۶۲	مرز شهرستانها	Political_boundary_area
۶۳	مرز استانها	Provinces
۶۴	مرز بین المللی	Country
۶۵	شبکه UTM	UTM Grid
۶۶	شبکه مختصات جغرافیایی	Geographic Grid
۶۷	بلوک بندی ۱:۲۵۰۰۰	Block_border-25000
۶۸	بخش - ناحیه	District

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



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

