



## مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلبایگان با استفاده از سیستم GIS

مرضیه نیکنامی\* و ناصر مافطی مقدس

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی شاهرود، Niknami\_1385@yahoo.com

(\*) عهده‌دار مکاتبات

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۲۲ ؛ تاریخ دریافت اصلاح شده: ۸۹/۳/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۰

### چکیده

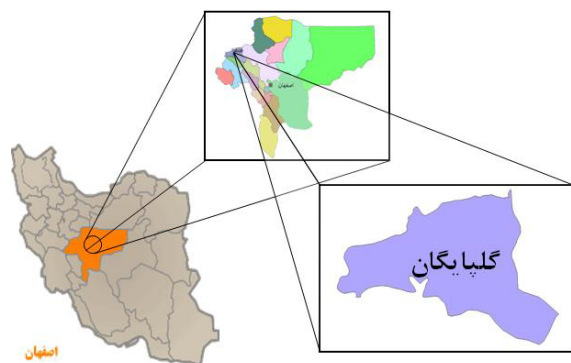
انتخاب محل دفن پسماندها یکی از مراحل مهم در مدیریت پسماندهای جامد شهری می‌باشد و با توجه به اثرات مخرب زیست محیطی، اقتصادی و اکولوژیکی لندفیل‌ها، انتخاب محل دفن باید با دقت و طی یک فرایند علمی صورت گیرد. در مطالعه حاضر ابتدا معیارها و اصول مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری براساس منابع معتبر بیان شده و سپس لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر برای شهر گلبایگان معرفی شده است. برای این منظور از اطلاعات متعددی از قبیل: مناطق حفاظت شده، زمین‌شناسی، توپوگرافی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، نفوذپذیری، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، راه‌ها، مناطق مسکونی و .... استفاده شده است. جهت تهیه نقشه قابلیت استعدادهای ابتدا مناطق ممنوعه حذف شده و با استفاده از ۱۰ لایه اطلاعاتی به روش نرخ دهی نقشه نهایی استعداد داری تهیه شده است. بر اساس این تحقیق پنج منطقه مناسب جهت احداث لندفیل مشخص شد که یکی از آنها در شمال شرقی و چهار منطقه دیگر در جنوب شرقی گلبایگان قرار دارد.

**واژه‌های کلیدی:** پسماندهای شهری، مکان‌یابی، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS)، گلبایگان.

### ۱- مقدمه

زائد همواره گریبانگیر بشر بوده است. انتخاب مدفن نامناسب سبب آلودگی آب، خاک و هوای منطقه می‌شود (سازمان حفاظت محیط-زیست، ۱۳۸۰). معیارها و شاخص‌های متعددی جهت انتخاب محل مناسب برای دفن پسماندها ارائه شده است، که هر یک محدودیت‌ها و شرایط خاصی را برای مکان‌یابی مناسب مطرح می‌سازد. به عبارت دیگر هر یک از معیارها بر اساس یکی از زمینه‌های علمی بنا شده‌اند، به گونه‌ای که مطالعات مکان‌یابی هویت چند بعدی و ساختار میان رشته‌ای یافته است (شمسایی فرد ۱۳۸۲). هدف نهایی از مکان‌یابی دستیابی به مناسب‌ترین محلی است که کمترین اثرات سوء را برای محیط زیست و منابع طبیعی اطراف و از نظر اقتصادی کم هزینه‌ترین و از دیدگاه مهندسی نیز بهترین ویژگی را دارا باشد (غضبان ۱۳۸۵). به این منظور باید به پردازش و ارزیابی داده‌ها نسبت به قوانین، مقررات، فاکتورها و محدودیت‌ها بپردازیم (Daneshvar et al. 2003). از جمله ابزارهای مناسب برای تحلیل حجم زیاد اطلاعات فوق سیستم

یکی از مسائل و معضلات مهم زیست محیطی که اکثر شهرهای کشور با آن روبرو هستند، مدیریت مواد زائد شهری، صنعتی، درمانی، و مواد زائد خطرناک می‌باشد (سرتاج و همکاران ۱۳۸۶). مدیریت مواد زائد عبارت است از مجموعه‌ای از مقررات منسجم و هماهنگ در زمینه کنترل تولید، ذخیره و یا جمع‌آوری، حمل و نقل، پردازش و دفع مواد زائد که منطبق بر بهترین اصول بهداشتی، اقتصادی، زیبا شناختی و سایر الزامات زیست محیطی و مطلوب‌های عمومی باشد (شمس خرم آبادی و پور زمان ۱۳۸۵، Xue et al. 2010). از جمله مراحل مدیریت پسماند کاهش، بازیافت و تبدیل زائدات به مواد قابل استفاده می‌باشد (سازمان مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۸۰). در تمام این مراحل مقداری مواد باقی می‌ماند که لزوماً باید دفن شوند، لذا انتخاب محل دفن مناسب برای پسماندها مهم‌ترین مرحله در مدیریت مواد زائد می‌باشد (Sener et al. 2006). مشکل انتخاب محل دفع مواد



تصویر ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

نفر گزارش شده است. مقایسه‌ی آمار سال ۱۳۸۲ و ۱۳۷۵ متوسط نرخ رشد ۰/۵۳ درصد را نشان می‌دهد. با فرض ثابت بودن رشد جمعیت در ۲۰ سال آینده، جمعیت شهر تا سال ۱۴۰۷ شمسی که ملاک ارزیابی برآورد حجم پسماند و زمین مورد نیاز می‌باشد به روش هندسی به صورت زیر به دست می‌آید (شمسائی فرد ۱۳۸۲).

$$pt = p0 (1+r)^t$$

$$pt = 84583 (1+0/0053)^{20}$$

$p0$  جمعیت در سال مبناست، با توجه به میزان جمعیت در سال ۱۳۸۷ که معادل ۸۴۵۸۳ نفر می‌باشد، بر این اساس جمعیت شهرستان در ۲۰ سال آینده برابر با ۹۴۰۱۴ نفر خواهد بود.

## ۲- محاسبه‌ی حجم زباله و مساحت زمین مورد نیاز برای دفن در ۲۰ سال آینده

به منظور محاسبه‌ی زمین مورد نیاز برای دفن زباله به سه عامل زیر نیاز داریم:

- ۱- متوسط حجم سالانه‌ی زباله
- ۲- برآورد حجم پسماند در ۲۰ سال آینده
- ۳- محاسبه‌ی سطح دفن مورد نیاز

### متوسط تولید سالانه‌ی پسماند (۱۳۸۷)

متوسط تولید روزانه‌ی زباله در شهرستان گلپایگان ۱۲۰ تن در روز می‌باشد (شرکت بازیافت گلپایگان و خوانسار ۱۳۸۷). بنابراین، میزان حجم سالانه‌ی زباله بر حسب متر مکعب عبارت است از:

$$120 \times 1000 \times 365 = 43800000 \text{ kg}$$

$$\text{متوسط وزن سالانه‌ی زباله} = 43800000 \text{ kg}$$

با توجه به دانسیته‌ی زباله حجم سالانه‌ی زباله برابر است با:

$$125142 \text{ m}^3 = \text{متوسط حجم سالانه‌ی زباله}$$

اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مبحث مکان‌یابی محل دفن موضوع نسبتاً جدیدی است که در دهه‌ی اخیر متداول گشته است. قابلیت بسیار وسیع این سیستم در مدیریت اطلاعات مکانی و ایجاد بستر مناسب برای تصمیم‌گیری باعث گشته که در عملیاتی نظیر مکان‌یابی محل دفن توجه بسیاری را به خود جلب کند (سرتاج و همکاران ۱۳۸۶). در چند دهه‌ی اخیر مطالعات بسیاری در زمینه‌ی مکان‌یابی محل دفن پسماندها با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS صورت گرفته است (شمسائی فرد ۱۳۸۲، حیدرزاده ۱۳۸۰، نیرآبادی و میررحیمی ۱۳۸۶، مجلسی‌نصر و نوری Vatalis & Manoliadis 2002, Daneshvar et al. 2003, ۱۳۷۱, Şener et al. 2006).

روش‌ها و مدل‌های مختلفی جهت ارزیابی و تحلیل اطلاعات در سیستم GIS به کار گرفته می‌شود که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به روش وزن دهی افزایشی ساده، روش رتبه‌ای، روش نسبی، مدل بولین، مدل همپوشانی فاکتورها و مدل منطق فازی اشاره نمود. در این مطالعه از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) نرم افزار آرک ویو (Arcview) و روش وزن دهی افزایشی ساده (Simple Additive Weighting Method, SAW) برای مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری شهرستان گلپایگان بهره گرفته شده است (Simsek 2006). فرمول این روش عبارت است از:

$$S = \sum (S_{ij}) \times (W_i) \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن  $S_{ij}$  امتیاز گزینه،  $I$  ام، با توجه به صفت  $I$ ام و وزن  $W_i$  یک وزن نرمال شده می‌باشد و اهمیت نسبی صفات را در مقایسه با هم نشان می‌دهد و  $S$ ، نیز امتیاز کلی محاسبه شده برای هر صفت می‌باشد.

## ۲- معرفی شهرستان گلپایگان

شهرستان گلپایگان با مساحت ۱۵۹۷/۶۶ کیلومتر مربع در شمال غربی استان اصفهان در محدوده‌ی جغرافیایی طول‌های شرقی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴۵ دقیقه و عرض‌های شمالی بین ۳۳ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۸ واقع شده است (تصویر ۱).

آب و هوای شهرستان تحت تأثیر دو سیستم جوی متفاوت قرار دارد. شرق منطقه زیر نفوذ هوای گرم و خشک ایران مرکزی و غرب منطقه از هوای سرد و نیمه مرطوب زاگرس مرتفع اثر می‌پذیرد.

طبق آخرین آمار رسمی به دست آمده از وضعیت جمعیتی شهر گلپایگان و مناطق اطراف مربوط به سال ۱۳۸۲ (مرکز آمار استان اصفهان) است، که تعداد ۸۲۳۷۷ نفر در قالب ۲۱۹۲۸ خانوار اعلام نموده است. جمعیت گلپایگان در سرشماری سال ۱۳۷۵ معادل ۷۹۳۷۰

با فرض اینکه نرخ رشد پسماند برابر با نرخ رشد جمعیت (۰/۵۳) باشد، حجم کل زباله در ۲۰ سال آینده (۱۴۰۷-۱۳۸۷) برابر با ۲۶۳۲۹۵۷ مترمکعب خواهد بود.

به منظور محاسبه سطح زمین مورد نیاز برای دفن زباله در ۲۰ سال آینده ابتدا فرض می‌کنیم که دفن به روش ترانشه‌ای به ابعاد ۴×۱۰ و عمق ۴ متر صورت گیرد و فاصله‌ی بین ترانشه‌ها برابر با ۴ متر فرض می‌شود. با توجه به اینکه عرض ترانشه‌ها و فاصله‌ی بین آن‌ها یکسان فرض شده است سطح مفید، ۵۰ درصد کل محدوده‌ی مورد نظر را تشکیل می‌دهد. لذا شهرستان گلپایگان با توجه به حجم زباله در ۲۰ سال آینده که برابر ۲۶۳۲۹۵۷ متر مکعب است و با توجه به عمق ترانشه (۴ متر) مساحت مفید مورد نیاز برای دفن ۶۵۸۲۳۹ متر مربع و سطح کل برابر با ۱۳۱۶۴۷۸ مترمربع یا حدود ۱۱۳ هکتار خواهد بود.

## ۵- تجزیه و تحلیل اطلاعات

بعد از تهیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی برای هر یک از پارامترها حریم مناسبی با توجه به استانداردها مطالعات و شرایط منطقه در نظر گرفته شده است. به برخی از آن‌ها در جدول ۳ اشاره شده است. حریم‌های در نظر گرفته شده در تصویر ۲ ارائه شده است.

جهت وزن دهی به هر یک از لایه‌ها آن‌ها در دو گروه پارامترهای زیست محیطی و اقتصادی تقسیم بندی شدند. با توجه به اهمیت بیشتر لایه‌های زیست محیطی ۷۲ درصد امتیاز به این لایه‌ها و ۲۸ درصد امتیاز باقیمانده به لایه‌های اثرات اقتصادی اختصاص داده شده است. در داخل این دو گروه نیز براساس اهمیت هر یک از لایه‌ها نسبت به لایه‌ی دیگر امتیازبندی صورت گرفته است. در تصویر ۳ لایه‌های امتیازبندی شده نمایش داده شده است. نحوه‌ی امتیازدهی به لایه‌ها در جدول ۳ و ۴ آمده است. درنهایت با استفاده از روش وزن‌دهی افزایشی ساده تلفیق لایه‌ها صورت گرفته است.

## ۳- عوامل مؤثر در انتخاب لندفیل

مطالعات مکان‌یابی محل دفن پسماندها به شرایط طبیعی و قانونی هر منطقه وابسته است. به طور کلی معیارها و اصولی که در مطالعات مکان‌یابی باید مورد توجه قرار گیرند به دو دسته معیارهای زیست محیطی و اقتصادی تقسیم می‌شوند. در جدول شماره ۱ این معیارها مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۴- تهیه نقشه‌ی استعدادداری محل دفن

در مطالعه‌ی حاضر از نقشه‌های پایه شامل نقشه‌ی زمین‌شناسی

جدول ۱- معیارهای مورد بررسی جهت دفن پسماند

معیارها	توضیحات	مراجع
معیارهای زیست محیطی	دانه‌بندی خاک که ترکیبی از ذرات شن، رس و سیلت است در انتخاب محل دفن بسیار مهم می‌باشد. نسبت ذرات سه گانه مربوطه تعیین کننده ویژگی تراوایی خاک به شمار می‌آید. به این معنا که هرچه درصد شن در ساختار خاک بیشتر باشد میزان نفوذپذیری آن بیشتر می‌گردد و در مقابل افزایش درصد رس در خاک علاوه بر کاهش نفوذپذیری، به علت وجود کلویدها، خاک به نحو موثری در تبادلات کاتیونی شرکت جسته و زمینه پدیده فیلتراسیون سیال می‌گردد. لذا خاک به هر منظور که مورد مطالعه قرار گیرد (چه خاک پوششی و چه خاک بستر و کف محل دفن) تراوایی یک ویژگی مهم آن تلقی می‌گردد. معمولاً خاک لایه پوششی برای سنگ بستر محسوب می‌شود که هر قدر غیر قابل نفوذتر باشد از ورود آب به داخل زمین بیشتر جلوگیری می‌کند. بهترین خاک پوششی مخلوطی از خاک با دانه بندی درشت و ریز می‌باشد.	(مجلسی ۱۳۷۱)
	یکی دیگر از عوامل مهم در انتخاب محل دفن سیل خیزی منطقه می‌باشد. سیل خیزی به شیب، توپوگرافی و نفوذپذیری منطقه بستگی دارد. در مناطق با پتانسیل سیل خیزی بالا خطر انتشار آلودگی به محیط اطراف افزایش می‌یابد. بنابراین باید به شناسایی مناطق با پتانسیل سیل خیزی بالا پرداخت و از احداث لندفیل در آن‌ها اجتناب شود.	
معیارهای اقتصادی	مراکز جمعیتی از دو دیدگاه قابل بررسی می‌باشد. نخست به لحاظ حفظ بهداشت و سلامت انسان‌ها محل دفن پسماندها باید در خارج از مراکز جمعیتی و صنعتی قرار گیرد. از سوی دیگر به منظور کاهش هزینه حمل و نقل و زمان نباید فاصله زیادی تا مراکز شهری و صنعتی داشته باشند.	(Allen 1997) (عبدلی ۱۳۷۲)
	فاصله از راه از چندین دیدگاه قابل بررسی می‌باشد. نخست از نظر زیبایی و حفظ بهداشت و سلامت شهروندان باید از احداث لندفیل در مجاورت راه‌ها اجتناب کرد. از طرف دیگر به منظور رعایت معیارهای زیست‌محیطی و جلوگیری از لطمه خوردن به زیبایی محیط لازم است محل دفن پسماندها حریم مشخص تا راه‌های دسترسی داشته باشند. همچنین به منظور کاهش هزینه حمل و نقل و زمان لندفیل‌ها نباید فاصله زیادی تا راه‌ها داشته باشند.	(مجلسی ونوری ۱۳۷۱)
	در مکان‌یابی محل دفن پسماندها به منظور رفاه کارکنان و تسهیل در عملیات، باید امکان دسترسی به برق، آب و سیستم فاضلاب را میسر کرد. جهت تامین برق مورد نیاز در هنگام احداث و بهره برداری از لندفیل‌ها باید محل لندفیل‌ها به گونه‌ای انتخاب شود که فاصله کوتاهی تا خطوط انتقال نیرو داشته باشند.	
	کاربری اراضی شامل استفاده از اراضی به منظور رفع نیازهای گوناگون انسان می‌باشد. اراضی کشاورزی، صنعتی، معدنی، حیات وحش، تفرجگاه نمونه‌هایی از کاربری اراضی محسوب می‌شوند. ارزش تملک زمین تابع نوع کاربری آن می‌باشد و همچنین نوع و شدت آلودگی رابطه مستقیم با کاربری دارد. لذا باید قبل از احداث لندفیل در منطقه به شناخت کاربری‌های مختلف در آن پرداخت.	

## جدول ۲- مراحل انجام مطالعات مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری گلپایگان

نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰۰ گلپایگان تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی. بعد از تهیه‌ی نقشه‌های اسکن شده، به رقومی کردن آن را در محیط GIS پرداخته شده است.	در این مرحله اطلاعات از سازمان‌ها و مراکز گردآوری شده و به آماده سازی آن‌ها جهت استفاده در محیط GIS پرداختیم	مرحله اول
نقشه‌ی کاربری اراضی تهیه شده توسط سازمان مسکن و شهرسازی استان اصفهان، بعد از تهیه‌ی نقشه به رقومی کردن آن پرداخته شده است.	نقشه‌ی نفوذپذیری و سیل خیزی منطقه تهیه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان که بعد از تهیه‌ی نقشه، نقشه رقومی گردیده است.	
نقشه‌ی شیب با توجه به داده‌های توپوگرافی منطقه تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری، در ابتدا به دادن ارتفاع به نقاط و کتورها پرداخته و سپس نقشه‌ی شیب منطقه تهیه گردیده است.	نقشه تراز آب و کیفیت آب که با توجه به اطلاعات سازمان آب قم، خطوط هم‌تراز شهرستان و با استفاده از EC چاه‌های آب موجود در شهرستان نقشه‌ی کیفیت آب منطقه رسم شده است.	
نقشه‌ی فاصله از شهر، خطوط انتقال نیرو، راه اصلی تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری		
در این مرحله با توجه به معیارهای سازمان‌ها و مراکز مختلف و با توجه به شرایط منطقه و بررسی‌های مقالات و پایان‌نامه‌های مختلف به تعیین حریم برای عوض مختلف از جمله شهر، روستا، خط انتقال نیرو، معادن، صنایع، حیات وحش، چاه، چشمه، قنات، آبراهه، گسل و حوضه آبریز سد پرداخته شده است.	شناسایی و حذف مناطق نامناسب جهت دفن پسماند	مرحله دوم
در این بخش به کمک GIS، لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، شیب، کاربری اراضی، نفوذپذیری، سیل‌خیزی، کیفیت آب، تراز آب، فاصله از شهر، روستا و خطوط انتقال نیرو را بر اساس تأثیراتی که بر مکان دفن پسماندها دارند به طبقه‌های A (کاملاً مناسب)، B (مناسب)، C (نسبتاً مناسب)، D (نامناسب) تقسیم بندی شده است.	طبقه بندی لایه‌های اطلاعاتی	مرحله سوم
در این مرحله به طبقه‌های ایجاد شده در مرحله‌ی قبل با توجه به میزان اهمیت و تأثیرشان بر محل دفن امتیاز و وزن مخصوصی داده شده است. سپس با استفاده از GIS امتیاز هر پلی گون (S) در هر لایه‌ی اطلاعاتی، از حاصل ضرب هر طبقه (Sij) در وزن لایه‌ی مربوطه (Wi) به دست می‌آید. $S = \sum (Sij) * (Wi)$	امتیاز بندی و وزن دهی لایه‌های اطلاعاتی با کمک GIS	مرحله چهارم
با اتمام این مرحله تمام لایه‌های اطلاعاتی موجود دارای امتیازی می‌گردند که نشان دهنده‌ی میزان مناسب بودن مناطق به‌عنوان مکان دفن پسماندها می‌باشد. نحوه‌ی امتیازدهی به لایه‌های اطلاعاتی در جدول نشان داده شده است.		

## جدول ۳- حریم توصیه شده برای پارامترهای مختلف

سازمان پارامتر	EPA	British Colombia	سازمان مدیریت و برنامه ریزی	سازمان حفاظت محیط زیست	سایر محققین
آب‌های سطحی و رودخانه‌ها	—	حداقل ۱۰۰ متر	حداقل ۱۰۰ متر	حداقل ۲۰۰ متر	احتراز از محل‌های با دانسته آبراهه بالا (Şener et al. 2006)
دریاچه، برکه، آب بند، سد	—	—	حداقل ۳۰۰ متر	—	—
چشمه، چاه، قنات	—	—	—	۱۵۰۰	۱۰۰۰ متر (Şener et al. 2006)
دشت سیلابی	از نظر جریانات سیلابی ۱۰۰ ساله باید مورد بررسی قرار گیرد	از نظر جریانات سیلابی ۲۰۰ ساله باید مورد بررسی قرار گیرد	از محل‌های با احتمال سیل ۱۰۰ ساله احتراز گردد	از محل‌های با احتمال سیل ۱۰۰ ساله احتراز گردد	از محل‌های با احتمال سیل ۱۰۰ ساله احتراز گردد (Şener et al. 2006)

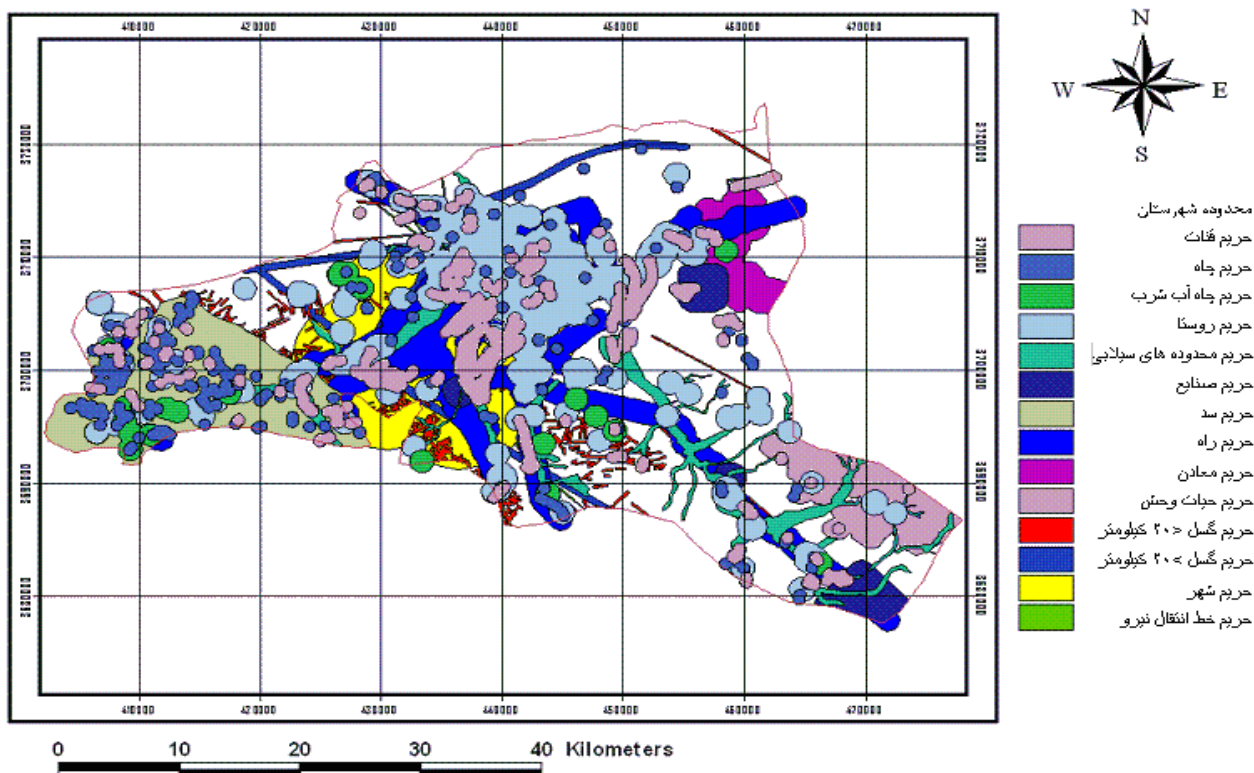
## ۴- ارزیابی اثرات زیست محیطی پهنه‌های منتخب

ارزیابی اثرات زیست محیطی رویکردی است که به پیش‌بینی اثرات و پیامدهای احتمالی مثبت و منفی یک پروژه در محیط زیست قبل از اجرای پروژه و در حین انجام آن می‌پردازد و روش کنترل اثرات ناخواسته را شناسایی و معرفی می‌کند. اولین قدم در ارزیابی اثرات زیست محیطی بررسی و شناخت وضعیت موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه است. بدین منظور باید به بررسی پارامترهای فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی پرداخته و در مرحله‌ی بعد به بررسی تأثیرات پروژه بر تک تک این پارامترها پردازیم. روش‌های مختلفی جهت ارزیابی زیست محیطی وجود دارد که از جمله‌ی آن ماتریس

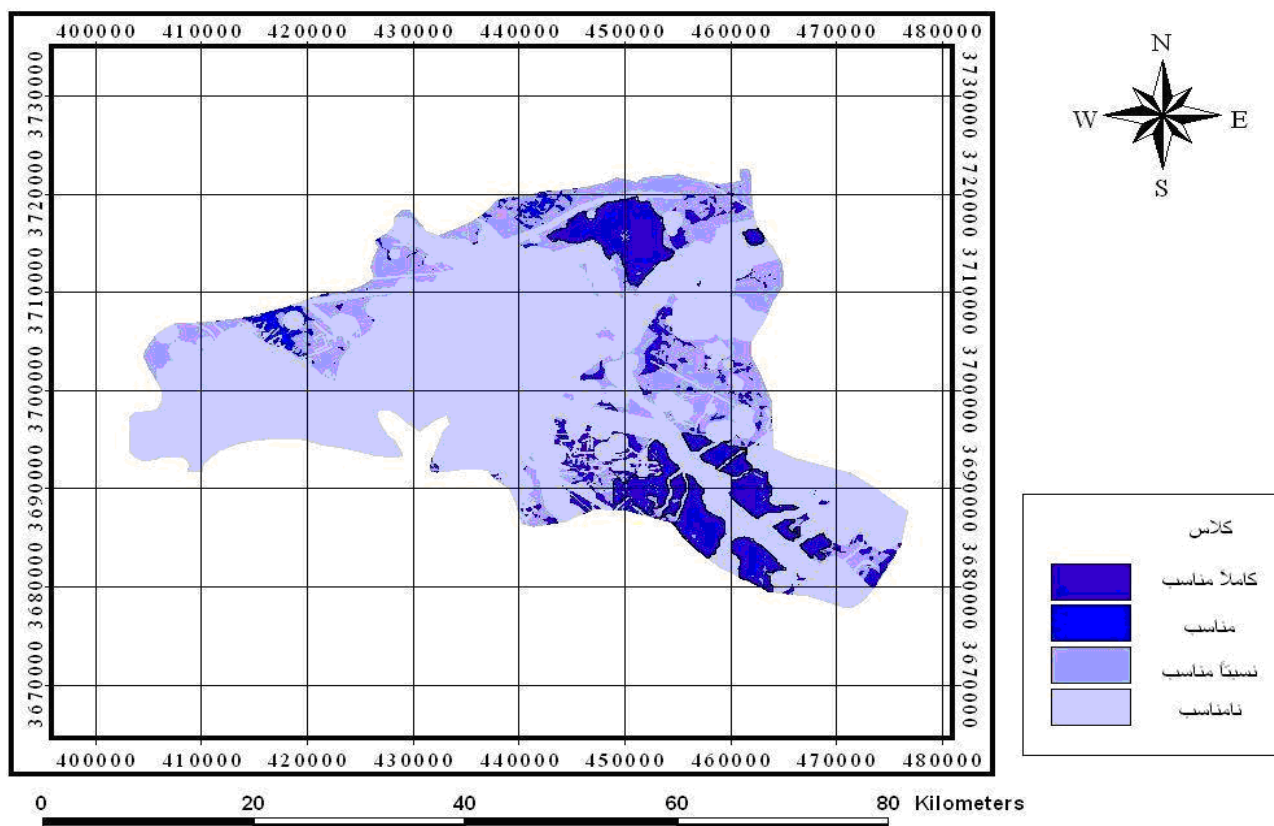
در این روش ابتدا مجموع امتیاز پلی گون‌ها را با هم جمع و نقشه‌ی حاصله در نقشه‌ی مناطق ممنوعه ضرب شده است، نقشه‌ی نهایی به ۴ رده A, B, C, D طبقه بندی شده است. مناطقی که در کلاس A قرار گرفتند به‌عنوان مناطق منتخب در نظر گرفته شدند. با توجه به زمین مورد نیاز برای دفن زباله‌ها در ۲۰ سال آینده به حذف مناطق کمتر از ۱×۱ کیلومتر مربع پرداختیم. در نهایت ۵ منطقه یکی در شمال شرق شهرستان و ۴ منطقه‌ی دیگر در جنوب شرقی شهرستان به‌عنوان مناطق مناسب دفن پسماند در نظر گرفته شد (تصویر ۴). به منظور انتخاب بهترین منطقه از بین مناطق منتخب به ارزیابی مناطق از لحاظ زیست محیطی پرداختیم.

جدول ۳- نحوه‌ی امتیازدهی به لایه‌های اطلاعاتی زیست محیطی

امتیاز نهایی (S)	وزن (Wi)	امتیاز (Sij)	طبقه‌بندی	توصیف	لایه‌ی اطلاعاتی اثرات زیست محیطی
۹۰	۳۰	۳	A	اسلیت سیاه رنگ، ماسه سنگ کوارتز آرنایت، تناوب شیل و شیل آهکی، ماسه سنگ گریوکی با درون لایه‌هایی از شیل، کفه گلی، شیل، مارن و سیلستون	زمین‌شناسی
۶۰		۲	B	دولومیت، تناوب شیل و آهک، گرانیت و گرانودیوریت، سازند کهر (شیل و اسلیت)، دیوریت و گابرو دیوریت، کنگلومرای ماسه سنگی، مرمر، ارتوگنیس، فیلیت، کوارتزیت و پاراگنیس سندستون و کنگلومرا با توف و ولکانیک، آهک، سنگ آهک تخریبی، کنگلومرای قاعده‌ای، دولومیت ماسه‌ای، سنگ آهک اربیتولین دار ضخیم لایه تا ماسیف	
۳۰		۱	C	آبرفت‌های مخروطه افکنه‌ای، آبرفت‌های کنار رودخانه‌ای، آبرفت‌های قدیم، آبرفت‌های جدید	
۰		۰	D		
۹۰	۳۰	۳	A	۰-۵	شیب (درجه)
۶۰		۲	B	۵-۱۰	
۳۰		۱	C	۱۰-۱۵	
۰		۰	D	>۱۵	
۹۰	۳۰	۳	A	نفوذپذیری بسیار آهسته	نفوذپذیری
۶۰		۲	B	نفوذپذیری کم	
۳۰		۱	C	نفوذپذیری متوسط	
۰		۰	D	نفوذپذیری زیاد	
۱۵۰	۵۰	۳	A	پایین	سیل خیزی
۱۰۰		۲	B	متوسط	
۵۰		۱	C	بالا	
۰		۰	D	خیلی بالا	
۱۵۰	۵۰	۳	A	>۵۰	عمق آب زیرزمینی (m)
۱۰۰		۲	B	۳۵-۵۰	
۵۰		۱	C	۲۰-۳۵	
۰		۰	D	<۲۰	
۱۵۰	۵۰	۳	A	۲۲۵۰<	کیفیت آب بر اساس هدایت الکتریکی (EC)
۱۰۰		۲	B	۱۷۵۰-۲۲۵۰	
۵۰		۱	C	۱۲۵۰-۱۷۵۰	
۰		۰	D	<۱۲۵۰	



تصویر ۲- حریم حذفی مناطق مختلف



تصویر ۳- نقشه نهایی طبقه‌بندی استعداد داری زمین جهت دفن پسماندهای شهری گلپایگان، برگرفته از لایه‌های امتیاز بندی شده

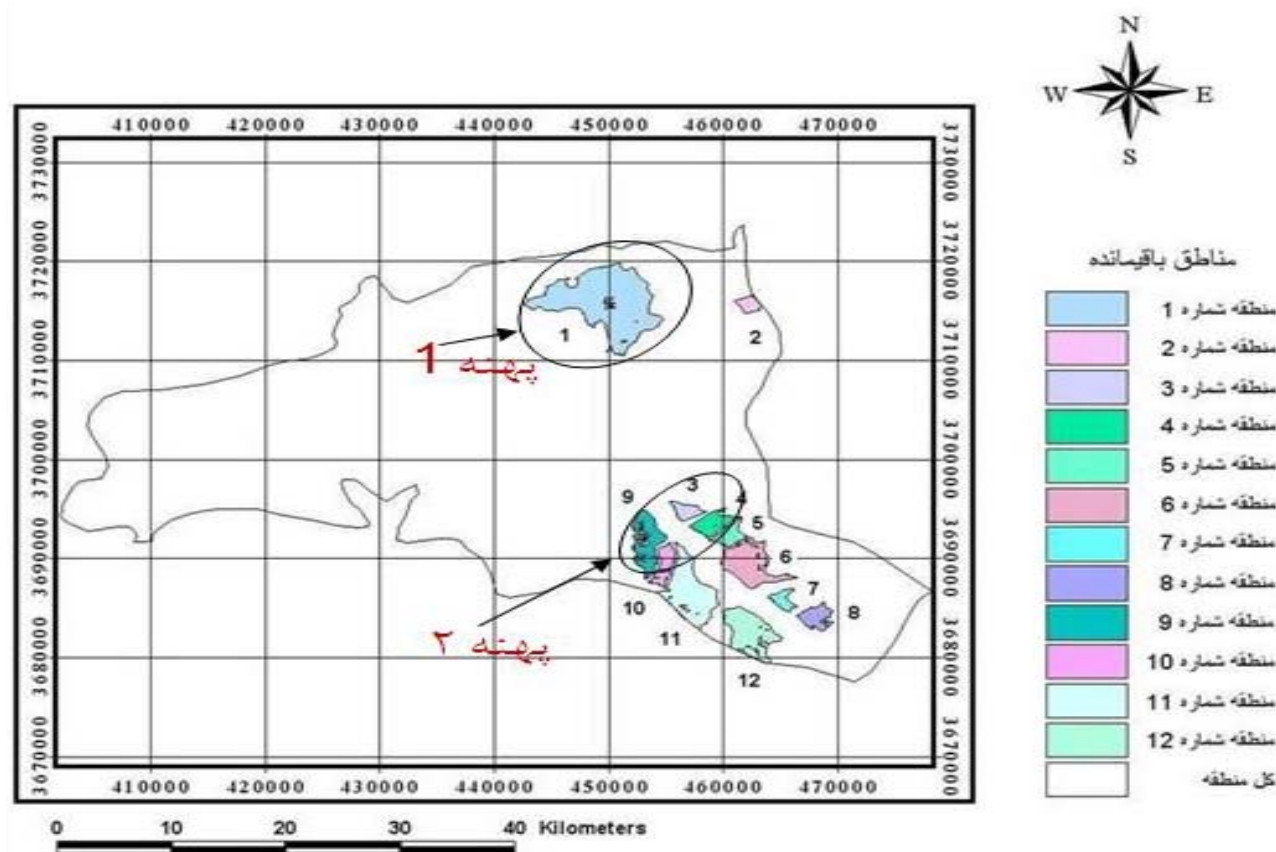
جدول ۴- نحوه‌ی امتیاز دهی به لایه‌های اطلاعاتی اقتصادی

امتیاز نهایی (S)	وزن (Wi)	امتیاز (Sij)	طبقه بندی	توصیف	لایه اطلاعاتی اثرات مصنوعی
۶۴	۱۶	۴	A	۵-۷	فاصله از شهر (km)
۴۸		۳	B	۷-۱۰	
۳۲		۲	C	۱۰-۳۰	
۱۶		۱	D	>۳۰	
۶۰	۱۵	۴	A	۱۰۰۰-۲۰۰۰	فاصله از راه (m)
۴۵		۳	B	۲۰۰۰-۳۰۰۰	
۳۰		۲	C	۳۰۰۰-۴۰۰۰	
۱۵		۱	D	>۴۰۰۰	
۶۰	۱۵	۴	A	۵	فاصله از خط انتقال نیرو (km)
۴۵		۳	B	۵-۱۰	
۳۰		۲	C	۱۰-۲۰	
۱۵		۱	D	>۲۰	
۹۶	۳۲	۳	A	شوره زار	کاربری اراضی
۶۴		۲	B	مرتع	
۳۲		۱	C	اراضی کشاورزی، باغداری، آبخیزگاه	
۰		۰	D	سد، حیات وحش، سکونتگاه، مناطق گردشگری و تفرجگاهی، صنایع، معادن	

روی یک عامل زیست محیطی دارد، یک خط مورب در محل تلاقی تصویر ماتریس اثرات کشیده می‌شود. سپس اثرات متقابل از نظر اهمیت اثر و دامنه‌ی اثر مورد بررسی قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر اثر هر فعالیت پروژه بر هر عامل زیست محیطی یک خانه از ماتریس را به خود اختصاص می‌دهد و هر خانه به دو قسمت تقسیم می‌شود.

لئوپود، فهرست مقایسه‌ای، شبکه‌ها و انطباق می‌باشد. در این مطالعه جهت ارزیابی اثرات لندفیل از ماتریس لئوپولد استفاده گردیده است. در این روش فعالیت‌های مورد نظر در ستون افقی و اثرات احتمالی که این فعالیت‌ها بر عوامل زیست محیطی می‌گذارند در ستون عمودی نوشته می‌شود. زمانی که احتمال داده می‌شود که یک فعالیت اثری بر





تصویر ۴- مناطق مناسب دفن زباله در شهرستان گلپایگان

در شهرستان گلپایگان پهنه ۱ تشخیص داده شد. با توجه به جدول ۹ مشاهده می‌کنیم که بیشترین اثرات زیست‌محیطی مربوط به اثرات فیزیکی می‌باشد که احداث و بهره‌برداری از لندفیل ایجاد کند. بنابراین در اجرا و بهره‌برداری از لندفیل لازم است دقت زیادی صورت گیرد تا این اثرات به حداقل برسد.

#### ۷- مشخصات منطقه‌ی منتخب

این منطقه در فاصله‌ی ۲۳ کیلومتری از مرکز شهرستان قرار گرفته است و پوشیده از آبرفت کواترنری ریز دانه به ضخامت حداقل ۲۵۰ متر می‌باشد. سن این نهشته‌ها از ۳۰۰ تا ۴۰۰ هزار سال تجاوز نمی‌کند. از نظر شرایط زمین‌شناسی این محدوده فروافتادگی تکتونیکی در پای ارتفاعات است و آب‌های سطحی نهایتاً به این منطقه وارد شده و تبخیر می‌شوند، لذا در گذشته حالت ماندابی داشته است. افق سطحی این منطقه پوشیده از رسوبات دانه ریز که دارای سطحی گچی و نمکی به صورت ورم کرده می‌باشند. نفوذپذیری این رسوبات بسیار ضعیف و آبخوان آبرفتی موجود در آن‌ها شور و غیر قابل استفاده است. این منطقه فاقد کاربری کشاورزی می‌باشد. در تصویر ۵ نمایی از این منطقه نمایش داده شده است.

قسمت سمت چپ و بالا در هر خانه مربوط به دامنه‌ی اثر با علامت مثبت یا منفی به معنای اثر مثبت یا منفی و قسمت سمت راست و پایین هر خانه به عدد مربوط به اهمیت اثر اختصاص می‌یابد. دامنه‌ی اثر شدت یا میزان اثرات را نشان می‌دهد و جهت توصیف آن معمولاً از روش نمره دادن استفاده می‌شود. این نمرات معمولاً بین +۱ تا +۵ تا -۱ تا -۵ می‌باشد که نمره‌ی ۱ نشان دهنده‌ی دامنه‌ی کم اثر و نمره‌ی ۵ نشان دهنده‌ی دامنه‌ی زیاد اثر است. همچنین در این روش اهمیت اثر نیز در ارتباط با قابل توجه بودن آن مورد بررسی قرار می‌گیرد و همانند دامنه‌ی اثر جهت توصیف آن از اعداد ۱ تا ۵ استفاده می‌شود، البته تعیین این نمرات بستگی به تیم تخصصی ارزیاب دارد. طبقه‌بندی شدت اثرات در جدول ۶ نمایش داده شده است (شیخی‌نارانی ۱۳۸۶). آرایه‌ی اثرات زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب در جداول ۷ و ۸ ارائه شده است.

نتایج حاصل از آرایه‌ی هر پهنه به صورت حاصل ضرب صورت در مخرج هر کسر و جمع جبری تمام سلول‌ها با یکدیگر حاصل می‌گردد که در جدول ۹ ارائه شده است. جمع جبری فاکتورها و دامنه‌ی اثرات، میزان مناسب بودن هر عامل بر اساس امتیازات و قضاوت کارشناسی را بیان می‌کند. با توجه به نتایج حاصله از جدول ۹، مناسب‌ترین منطقه

جدول ۶- نحوه‌ی طبقه‌بندی شدت اثرات زیست محیطی عملیات احداث و بهره برداری از لندفیل (شیخی نارانی ۱۳۸۶)

شدت اثر	توصیف اثر	شدت اثر	توصیف اثر
-۱	تأثیر منفی با شدت بسیار کم و گذرا	+۱	تأثیر مثبت با شدت بسیار کم و گذرا
-۲	تأثیر منفی با شدت کم	+۲	تأثیر مثبت با شدت کم
-۳	تأثیر منفی با شدت متوسط	+۳	تأثیر مثبت با شدت متوسط
-۴	تأثیر منفی با شدت زیاد	+۴	تأثیر مثبت با شدت زیاد
-۵	تأثیر منفی با شدت بسیار زیاد و ماندگار	+۵	تأثیر مثبت با شدت بسیار زیاد و ماندگار

جدول ۷- ماتریس لئوپولد پهنه‌ی ۱

اثرات زیست محیطی									
عملیات پروژه	ایجاد راه دسترسی	خاک برداری	تسطیح	زیرساخت (برق و تلفن)	ساخت لندفیل	دفن روزانه	استخراج منابع فسیلی	نزد ماشین های سنگین	نشت گاز
فیزیکی	آلودگی خاک	-۳	-۳			-۴			-۳
		۳	۳			۳			۳
	فرسایش خاک								
	کیفیت آب سطحی					-۳			-۴
						۵			۵
زیست محیطی	کیفیت آب زیرزمینی					-۳			-۵
						۵			۵
	تولید گرد و غبار	-۲	-۲				-۲		
		۲	۲				۲		
	ایجاد بوی نامطبوع								-۳
									۲
اجتماعی - اقتصادی	گونه‌های گیاهی	-۱	-۲	-۱	-۲				
		۲	۲	۲	۲				
	گونه‌های جانوری							-۱	
								۲	
	بهداشت عمومی					-۲		-۳	-۳
						۳		۳	۳
اجتماعی - اقتصادی	انتقال بیماری توسط پرندگان و حشرات					-۲		-۲	-۲
						۳		۳	۳
	ایجاد شغل	+۱			+۲	+۲			
		۲			۲	۲			
	کشاورزی								
	دامداری				+۲	+۲			
					۱	۱			
	ارزش زمین	+۱			+۱	+۱			
		۱			۱	۱			
	توسعه آینده	+۱			+۱	+۱			
		۲			۲	۲			
اجتماعی	ایجاد ترافیک							-۳	
								۳	
	زیبایی منظر				-۲	-۲		-۲	-۱
					۳	۳		۳	۳
	گردشگری منطقه				-۳	-۳			
					۲	۲			
	افزایش تصادفات							-۳	
								۳	



جدول ۸- ماتریس لئوپولد مربوط به پهنه ۲

عملیات پروژه										اثرات زیست محیطی	
ایجاد راه دسترسی	خاک برداری	تسطیح	زیرساخت (برق و تلفن)	ساخت لندفیل	دفن روزانه	استخراج منابع قرضه	نردده ماشین‌های سنگین	نشت گاز	نشت شیرابه		
					-۴				-۴	فیزیکی	آلودگی خاک
					۳				۳		فرسایش خاک
		-۴							-۴		کیفیت آب سطحی
		۳							۵		کیفیت آب زیرزمینی
					-۳				-۵	زیست‌محیطی	تولید گرد و غبار
					۵				۵		ایجاد بوی نامطبوع
		-۲				-۳			-۳	اجتماعی - اقتصادی	گونه‌های گیاهی
		۲				۲			۲		گونه‌های جانوری
					-۲				-۴		بهداشت عمومی
					۳				۳		انتقال بیماری توسط پرندگان و حشرات
					-۲				-۲	اجتماعی - اقتصادی	ایجاد شغل
					۲				۲		کشاورزی
					-۲				-۲		دامداری
					۱				۱		ارزش زمین
					-۳				-۳		توسعه آینده
					۱				۱		ایجاد ترافیک
					-۲				-۲		زیبایی منظر
					۲				۲		گردشگری منطقه
					-۳				-۳		افزایش تصادفات
					۲				۲		

جدول ۹- نتایج حاصل ماتریس اثرات زیست محیطی ۲ پهنه ۲ پیشنهادی

شماره ۱ پهنه	شماره ۲ پهنه	شرایط زیست محیطی
۱۳۴-	۱۴۸-	فیزیکی
۴۸-	۵۵-	بیولوژیکی
۱۴-	۱۰-	اجتماعی
۱۹۶-	۲۱۳-	جمع کل
مناسب	نامناسب	توصیف



تصویر ۵- نمایی از منطقه‌ی منتخب جهت دفن پسماند در شهرستان گلپایگان

## ۸- نتیجه‌گیری

در مطالعه‌ی حاضر با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی و به روش همپوشانی ساده افزایشی و با استفاده از قابلیت نرم افزار آرک ویو (Arcview) محل‌های مناسب برای دفن زباله در شهرستان گلپایگان معرفی شده است. ۵ محدوده‌ی مناسب در شمال شرق و جنوب شرق شهرستان به عنوان مناطق مناسب پیشنهاد شده است. منطقه‌ی ۱ با توجه به بازدید صحرایی و در نظر گرفتن معیارهای اقتصادی و زیست محیطی به عنوان بهترین منطقه انتخاب گردید. محل دفن کنونی گلپایگان در مرکز پهنه‌ی ۱ قرار دارد، در نتیجه مطالعات مکان‌یابی در شهرستان تأییدی بر انتخاب صحیح محل دفن زباله می‌باشد، ولی متأسفانه زباله‌ها در این منطقه بدون در نظر گرفتن اصول مربوط به دفن ریخته و سپس سوزانده می‌شوند که این مسئله باعث آلودگی محیط زیست می‌گردد. همچنین با توجه به وسعت منطقه‌ی مورد نظر (پهنه‌ی ۱) بهتر است مکان دفن به سمت جنوب شرقی این پهنه انتقال یابد چون این مناطق دارای شیب بیشتری نسبت به محل دفن فعلی بوده و خطر سیل‌خیزی و آلودگی در منطقه را کاهش می‌دهد.

## مراجع

حیدر زاده، ن.، ۱۳۸۰، "مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS برای شهر تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران- مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۰ ص.

سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۸۰، "دستورالعمل مکان‌یابی محل دفن مهندسی- بهداشتی پسماندها"، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۸۰، "طراحی، اجرا، نگهداری و بهره برداری خاک‌چال‌های بهداشتی برای زباله‌ی شهری"، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات.

سرتاج، م.، صدوق، م. ب. و جلالوندی، ح.، ۱۳۸۶، "کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مکان‌یابی محل‌های دفع پسماندهای ویژه"، سومین همایش ملی مدیریت پسماند: ۲۸۱-۲۷۱.

شرکت بازیافت گلپایگان و خوانسار، ۱۳۸۷، "طرح جامع مدیریت پسماندهای شهری شهرستان گلپایگان و خوانسار"، گزارش تهیه شده توسط شهرداری شهرستان گلپایگان، قسمت بازیافت.

شمسانی فرد، خ.، ۱۳۸۲، "مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی شهر بروجرد)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۹۱ ص.

شمس خرم‌آبادی، ق. و پورزمان، ح.، ۱۳۸۵، "نقش مردم در مدیریت مواد زائد جامد شهری در شهر خرم‌آباد در سال ۱۳۸۴"، فصلنامه علمی پژوهشی یافته، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، سال ۸ (۴) (پیاپی ۳۰): ۳۰-۲۵.

شیخی نارانی، ط.، ۱۳۸۶، "مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک استان قم"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۲۹ ص.

غضبان، ف.، ۱۳۸۵، "زمین شناسی زیست‌محیطی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۴۰ ص.

مجلسی، م. و نوری، ج.، ۱۳۷۱، "مکان‌یابی و مدیریت محل دفن بهداشتی"، سازمان بازیافت و تبدیل مواد، تهران.

نیر آبادی، ه. و میر رحیمی، م.، ۱۳۸۶، "مدیریت مواد زائد شهری با GIS"، اولین همایش GIS شهری.

Daneshvar, R., Fernandes, L., Warith, M. & Daneshvar, B., 2003, "Customizing Arcmap Interface to Generate a User-Friendly Landfill Site Selection, GIS Tool", *Environmental Information Archives*, Vol.1:428-437.

Şener, B., Lütfi Süzen, M. & Vedat, D., 2006, "Landfill site selection by using geographic information systems", *Environmental Geology*, Vol. 49(3): 376-388.

Simsek, C., Kincal, C. & Gunduz, O., 2006, "A solid waste disposal site selection procedure based on groundwater vulnerability mapping", *Environmental Geology*, Vol. 49(4): 620-633.

Vatalis, K. & Manoliadis, O., 2002, "A two-level multicriteria DSS for Landfill Site Selection Using GIS: Case Study in western Macedonia, Greece", *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, Vol. 6(1): 49-56.

Xue, J., Wang, W., Wang, Q., Liu, Sh., Yang, J. & Wu, T., 2010, "Removal of heavy metals from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash by traditional and microwave acid extraction", *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, Vol. 85 (9): 1268-1277.