بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم زمین

گروه زمین شناسی زیست محیطی و آب شناسی

مکان یابی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

محل دفن پسماندهای خطرناک مرجع در ایران مرکزی

دانشجو

رویا اسکندری

اساتید راهنما

دکتر ناصر حافظی مقدس

دکتر حبیب الله قاسمی

استاد مشاور

مهندس احسان مرادآبادی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ماه ۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

شماره :

تاریخ :

ویرایش :

بسمه تعالی

فرم شماره (۶)

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم رویا اسکندری رشته: زمین‌شناسی گرایش: زیست محیطی تحت عنوان: مکانیابی و ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن پسماندهای خطرناک مرجع در ایران مرکزی که در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۹ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

قبول (با درجه : عالی امتیاز ۱۸/۷۵) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹)

۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸)

۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ ۱۶)

۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

a عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنما	دکتر ناصر حافظی‌مقدس دکتر حبیب الله قاسمی	دانشیار دانشیار	
۲ـ استاد مشاور	مهندس احسان مرادآبادی		
۳ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر افشین قشلاقی	استادیار	
۴ـ استاد ممتحن	دکتر غلامحسین کرمی	دانشیار	
۵ ـ استاد ممتحن	دکتر منصور ضیائی	استادیار	

تأیید رئیس دانشکده :

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده علوم زمین

گروه آب‌شناسی و زمین‌شناسی زیست محیطی

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم رویا اسکندری

تحت عنوان: مکانیابی و ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن پسماندهای خطرناک مرجع در ایران مرکزی

در تاریخ ۹۰/۱۱/۹ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه ..بسیار خوب..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	استاد مشاور	امضاء
دکتر ناصر حافظی‌مقدس		مهندس احسان مراد آبادی	
دکتر حبیب الله قاسمی			

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
دکتر غلامحسین کرمی		دکتر افشین قشلاقی	
دکتر منصور ضیائی			

سپاس بیکران خدای را؛

او که مرا آفرید و در وجودم چشمه هایی از نور و روشنی را به ودیعه گذاشت و مرا یارای آن داد تا در راهی که قدم نهادم موفق گردم. اکنون که به یاری خدا این تحقیق به پایان رسیده است، بر خود لازم می دانم تا از صمیم قلب از زحمات و محبت های ارزنده اساتید راهنمای عزیزم جناب آقای **دکتر ناصر حافظی مقدس و دکتر حبیب ا... قاسمی**، که مرا از خوان بیدریغ اندوخته های خویش محروم نگذاشته و من انجام این رساله را مدیون دانش و فضل این بزرگواران هستم، تشکر نمایم و سلامتی و موفقیت ایشان را از درگاه خداوند بزرگ خواستارم. مراتب سپاس خود را از همکاری صمیمانه، زحمات و راهنمایی های استاد مشاور گرامی ام، جناب آقای **مهندس احسان مرادآبادی** ابراز می دارم. از جناب آقای **دکتر کرمی**، ریاست محترم دانشکده علوم زمین، به خاطر فراهم آوردن امکانات لازم سپاسگزارم. مراتب سپاس خود را از همکاری مهندس فارسی، خانعلی زاده، سعیدی ابراز می نمایم. از همکاری های صمیمانه کارکنان شرکت پسماندای صنعت هسته ای ایران، بخصوص جناب آقای دکتر مالکی، مهندس اسدیان، مهندس حسنلو و مهندس تاج آبادی کمال تشکر را دارم. ضمناً مراتب سپاس خود را از مساعدت و همکاری مسؤلان محترم آب منطقه ای استان اصفهان جناب آقای مهندس دری و منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان جناب آقای مهندس رهنما و دیگر سازمان های ذیربط ابراز می دارم. از تمام اساتید دانشکده علوم زمین، بخصوص از اساتید گرامی خود، دکتر دهرآزما، دکتر فرقانی، دکتر قشلاقی، دکتر کاظمی، دکتر فردوست، دکتر جعفری، کمال تشکر را دارم. از همکاریهای ارزنده دوست عزیز و فداکارم خانم زینب منصوری که در بسیاری از شرایط سخت همراه بنده بودند صمیمانه سپاسگزارم. از تمامی دوستان مهربان و همکلاسی های عزیزم خانمها شیوا صالحیان، محبوبه رفیعی، رباب آذرمی و آقایان محسن قاسمی، محسن محمودی، امین رستمی، محمدرضا زارع، حسین قاسم زاده که در طی دوران تحصیل و انجام این تحقیق مایه امید و دلگرمی اینجانب بودند صمیمانه متشکرم و موفقیت آنها را از درگاه خدای بزرگ خواهانم. در نهایت و از دل و جان، قدردان مادر خوبم هستم که در تمام مراحل زندگی پشتیبان و مشوقم بودند. همچنین از همسر مهربان و دلسوزم که در تمام مراحل انجام این تحقیق مایه دلگرمی و در شرایط سخت یار و همراه من بودند نهایت سپاسگزاری را دارم. از برادران و خواهران عزیزم به خاطر همیاری و همدلیشان تشکر می نمایم.

تعهد نامه

اینجانب رویا اسکندری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی زیست محیطی دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه مکان یابی و ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن پسماندهای خطرناک مرجع در ایران مرکزی تحت راهنمائی دکتر ناصر حافظی مقدس/ دکتر بهناز دهرآزما متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۹

امضای دانشجو

Eskandari

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد

چکیده

رشد روزافزون جمعیت، روند کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و همچنین افزایش میزان گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن‌ها، تمایل به استفاده از دیگر منابع انرژی را افزایش داده است. کشور ایران نیز از این امر مستثنی نیست و در سال‌های اخیر به دنبال استفاده از این انرژی‌های جایگزین است. یکی از تبعات استفاده از این انرژی، دفن پسماندهای خطرناک آن است. انتخاب و تعیین محل دفن این پسماندهای خطرناک به‌دلیل تأثیرات زیست‌محیطی که در منطقه خواهد داشت بسیار حساس است. نحوه مهار پسماندها باید به گونه‌ای باشد که بتوان از آن‌ها در جهت پیشبرد اهداف زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی «توسعه پایدار» استفاده نمود. هدف از این تحقیق، شناسایی محل مناسب برای دفن پسماندهای خطرناک، با کمترین اثرات سوء زیست‌محیطی در منطقه ای به مساحت Km^2 ۱۰۰۰۰ در منطقه انارک در ایران مرکزی است. برای نیل به این هدف، از سامانه اطلاعات جغرافیای(GIS) و لایه-های اطلاعاتی مختلف شامل کاربری اراضی در آینده، پوشش گیاهی، زمین ریخت‌شناسی، شیب، لیتولوژی، بافت خاک، ساختار زمین شناسی، فاصله از شهر، مراکز جمعیتی (شهر، روستا، مراکز نظامی، ایستگاه قطار و...)، گسل، خطوط انتقال نیرو، منابع تأمین آب (قنات، چاه و چشمه)، آبراهه ها، و جاده های دسترسی (اصلی و فرعی) استفاده شده است. لایه‌های فوق با استفاده از اطلاعات موجود، نقشه‌های مختلف، تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده است. روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، روش وزن‌دهی ساده(SAW)، ماتریس مقایسه زوجی و روش تفریقی (میانگین حسابی) برای تعیین وزن پارامترها، ترکیب لایه‌های اطلاعاتی و پهنه‌بندی منطقه مطالعاتی، مورد استفاده قرار گرفته است. در پهنه بندی و تقسیم ناحیه به پنج پهنه با قابلیتهای کاملاً مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب و کاملاً نامناسب، متناسب با معیارهای مزبور، سیزده منطقه از پهنه بسیار مناسب انتخاب گردید. پس از بازدید میدانی از این سیزده پهنه، در نهایت، چهار گزینه مناسب‌تر، انتخاب شدند. این چهار گزینه برای تشخیص اثرات سوء زیست محیطی و تعیین مستعدترین پهنه برای دفن پسماندهای هسته‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. در جهت نیل به این هدف از روش ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل(TOPSIS) و در نهایت ماتریس لئوپولد بهره گرفته شد و چهار گزینه با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. پهنه شماره ۷ واقع در غرب منطقه مطالعاتی، بر اساس امتیازات حاصل و داشتن اختصاصاتی نظیر فاصله تا مراکز جمعیتی، لیتولوژی مناسب، فقدان پوشش گیاهی و...، با کمترین اثرات سوء زیست محیطی تشخیص داده شد و به‌عنوان گزینه مستعدتر معرفی گردید.

کلمات کلیدی: پسماند خطرناک، مکان یابی، ایران مرکزی، روش تحلیل سلسله مراتبی، روش وزن‌دهی ساده، سامانه اطلاعات جغرافیایی، ارزیابی اثرات زیست محیطی

لیست مقالات مستخرج از پایان‌نامه

۱. اسکندری، ر.، حافظی‌مقدس، ن.، قاسمی، ح.، مرادآبادی، ا.، (۱۳۸۹)، مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک با استفاده از GIS و تحلیل چند متغیره (MCDM) در ایران مرکزی، هفتمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.

۲. اسکندری، ر.، حافظی‌مقدس، ن.، قاسمی، ح.، مرادآبادی، ا.، (۱۳۸۹)، بکارگیری GIS و روش تحلیل چند متغیره (وزن دهی ساده و تحلیل سلسله مراتبی) در مکان یابی پسماندهای خطرناک، اولین همایش ملی علمی دانشجویی انجمن علمی زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : کلیات..... ۱

۱- ۱- معرفی موضوع..... ۲

۱- ۲- اهداف تحقیق..... ۳

۱- ۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه..... ۳

۱- ۴- مراحل انجام تحقیق..... ۵

فصل دوم: معیارها و روشهای مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک..... ۷

۲- ۱- مقدمه..... ۸

۲- ۲- کلیات و تعریف پسماندهای خطرناک..... ۹

۲- ۳- منابع پسماندهای پرتوزا..... ۱۱

۲- ۴- طبقه‌بندی پسماندهای پرتوزا..... ۱۲

۲-۴-۱- طبقه بندی بر اساس درجه سمیت..... ۱۲

۲-۴- ۲- طبقه‌بندی بر اساس حالت فیزیکی..... ۱۳

۲-۴- ۳- طبقه بندی بر اساس میزان پرتوزایی..... ۱۴

۲-۵- معیارها و عوامل موثر در مکان‌یابی محل دفن زباله‌های خطرناک..... ۱۵

۲-۵- ۱- زمین‌شناسی..... ۱۵

۲-۵ - ۲- شرایط اقلیمی (آب و هوا)..... ۲۰

۲-۵- ۳- هیدرولوژی – هیدروژئولوژی..... ۲۱

۲-۵- ۴- ویژگی‌های اقتصادی / اجتماعی – اقتصادی..... ۲۲

۲-۵- ۵- ویژگیهای بیولوژیکی..... ۲۳

۲-۶- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مربوط به دفن پسماندهای خطرناک..... ۲۳

۲-۶-۱- تعریف ارزیابی اثرات زیست محیطی(EIA) ۲۴

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۶- ۲- اهداف ارزیابی اثرات زیست‌محیطی..... ۲۴

۲- ۷- روشهای ارزیابی زیست‌محیطی..... ۲۴

۲- ۸- معرفی مدل‌ها و روش تحلیل داده‌ها..... ۲۷

۲- ۸-۱- روش وزن دهی افزایشی ساده..... ۲۹

۲-۸- ۲- روش رتبه‌ای..... ۳۰

۲-۸- ۳- مدل منطق فازی..... ۳۰

۲-۸- ۴- روش تسلط تقریبی..... ۳۱

۲-۸- ۵- روش شباهت به گزینه ایده‌آل..... ۳۰

۲-۸- ۶- روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)..... ۳۱

۲- ۹- مروری بر مطالعات پیشین..... ۳۵

فصل سوم : اختصاصات منطقه مطالعاتی..... ۴۱

۳- ۱- زمین شناسی محدوده مورد مطالعه..... ۴۲

۳-۱- ۱- موقعیت منطقه در تقسیم‌بندی زون‌های ساختاری ایران..... ۴۲

۳-۱- ۲- زمین‌ریخت‌شناسی..... ۴۳

۳-۱- ۳- واحدهای سنگ چینه ای منطقه..... ۴۳

۳-۱- ۴- زمین‌ساخت منطقه(Tectonics)..... ۴۹

۳-۱- ۵- معادن محدوده مطالعاتی..... ۵۰

۳- ۲- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی محدوده مطالعاتی..... ۵۱

۳- ۳- آب و هوا و اقلیم محدوده مورد مطالعه..... ۵۲

۳-۳- ۱- دما و رطوبت نسبی..... ۵۳

۳-۳- ۲- تبخیر..... ۵۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۳- ۳- بارش..... ۵۶

۳-۳- ۴- سرعت و جهت باد..... ۵۶

۳-۳- ۵- توفان و گرد و غبار..... ۵۷

۳- ۴- پوشش گیاهی..... ۵۷

۳- ۵- حیات وحش و مناطق حفاظت شده..... ۵۸

۳- ۶- کشاورزی و دیگر کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی..... ۵۹

۳-۶- ۱- کشاورزی..... ۵۹

۳-۶- ۲- تاغ‌کاریهای دست کاشت..... ۵۹

فصل چهارم : روش انجام مطالعات..... ۶۱

۴- ۱- مقدمه..... ۶۳

۴- ۲- پهنه بندی منطقه از لحاظ داشتن قابلیت احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک..... ۶۳

۴-۲- ۱- انتخاب و تهیه لایه های اطلاعاتی مؤثر..... ۶۴

۴-۲- ۲- اعمال حریم مناسب برای عوارض طبیعی و مصنوعی و حذف مناطق ممنوعه..... ۶۶

۴-۲- ۳- طبقه بندی لایه‌های اطلاعاتی..... ۷۱

۴-۲- ۴- انتخاب روش وزن‌دهی معیارها و زیر معیارها ۸۴

۴-۲- ۵- تلفیق لایه های اطلاعاتی..... ۸۹

۴- ۳- بازدید صحرایی از پهنه های مستعد دفن پسماندهای خطرناک..... ۹۴

۴-۳- ۱- پهنه های نامناسب..... ۹۵

۴-۳- ۲- ویژگی پهنه های منتخب..... ۹۷

۴- ۴- ارزیابی شباهت به گزینه ایده آل..... ۱۰۶

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل پنجم : ارزیابی اثرات زیست محیطی..... ۱۱۰

۵- ۱- مقدمه..... ۱۱۱

۵- ۲- معیارهای زیست‌محیطی مکان‌یابی محل دفن پسماند خطرناک..... ۱۱۱

۵-۲- ۱- فاکتورهای بیولوژیکی..... ۱۱۲

۵- ۲- ۲- فاکتورهای فیزیکو شیمیایی..... ۱۱۲

۵- ۲- ۳- فاکتورهای اجتماعی – اقتصادی..... ۱۱۵

۵- ۳- ارزیابی محل پهنه‌های منتخب..... ۱۱۶

۵-۳- ۱- ریزفعالیتهای پروژه..... ۱۱۹

۵- ۴- نتایج بررسی ارزیابی کوتاه‌مدت..... ۱۲۳

فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادها..... ۱۲۹

۶- ۱- نتایج حاصل ازمکان‌یابی و بازدید میدانی..... ۱۳۰

۶- ۳- نتایج حاصل از ارزیابی، به روش ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل..... ۱۳۲

۶- ۴- نتایج حاصل از ارزیابی اثرات زیست‌محیطی..... ۱۳۳

۶- ۵- پیشنهادها..... ۱۳۴

منابع و مأخذ..... ۱۳۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲- ۱- طبقه بندی مواد پرتوزا از نظر درجه سمیت طبق پیشنهاد IAEA ۱۳

جدول ۲- ۲- طبقه بندی پسماندهای جامد پرتوزا بر اساس میزان و نوع پرتوزایی در سطح پسماند..... ۱۳

جدول ۲- ۳- طبقه‌بندی محل دفن پسماندها براساس ترکیب سنگهای آذرین و دگرگونی و رسویی..... ۱۶

جدول ۲- ۴- طبقه‌بندی محل دفن پسماندها براساس ترکیب رسوبات و سنگهای رسوبی..... ۱۷

جدول ۲- ۵- بافت خاک و میزان مناسب بودن محل دفن..... ۱۹

جدول ۲- ۶- انواع چک‌لیست در ارزیابی زیست محیطی..... ۲۶

جدول ۲- ۷- انواع ماتریس در ارزیابی زیست‌محیطی..... ۲۸

جدول ۲- ۸- طبقه‌بندی کمی و کیفی برای مقایسه زوجی معیارها..... ۳۳

جدول ۳- ۱- واحدهای سنگ‌چینه‌ای مختلف به ترتیب توالی زمانی زمین‌شناسی از قدیم به جدید..... ۴۶

جدول ۳-۲- مشخصلت ایستگاههای هواشناسی مورد مطالعه (اطلاعات از سایت هواشناسی کشور)..... ۵۳

جدول ۳- ۳- متوسط پارامترهای دمای در منطقه مطالعاتی(سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ میلادی)..... ۵۴

جدول ۳- ۴- متوسط پارامترهای رطوبت نسبی در منطقه مطالعاتی (سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ میلادی)..... ۵۴

جدول ۳-۵- میزان بارش ماهیانه انارک بر اساس میانگین دو ایستگاه اردستان و نایین)..... ۵۶

جدول ۳- ۶- کاربری‌های اراضی در منطقه مورد مطالعه ۶۰

جدول ۴- ۱ - حریم اعمال شده توسط محققان و سازمان ها..... ۶۷

جدول ۴- ۲- حریم مناسب اعمال شده در جهت انتخاب محل دفن پسماندهای خطرناک..... ۷۲

جدول ۴- ۳- طبقه‌بندی توصیفی بر اساس واحدهای سنگ‌شناسی در محدوده مطالعاتی..... ۷۳

جدول ۴- ۴- طبقه‌بندی توصیفی ریخت شناسی در محدوده مطالعاتی..... ۷۳

جدول ۴- ۵- طبقه‌بندی توصیفی ساختار زمین شناسی بر اساس نقشه زمین شناسی در محدوده مطالعاتی..... ۷۵

جدول ۴- ۶- طبقه بندی توصیفی بافت خاک بر اساس نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی در منطقه مطالعاتی..... ۷۶

جدول ۴- ۷- طبقه بندی توصیفی پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی..... ۷۷

جدول ۴- ۸- طبقه‌بندی کاربری اراضی در آینده در محدوده مطالعاتی..... ۷۸

جدول ۴- ۹- طبقه بندی توصیفی شیب بر حسب درصد در محدوده مطالعاتی..... ۷۹

جدول ۴-۱۰- طبقه بندی توصیفی راههای دسترسی در منطقه مطالعاتی..... ۸۱

جدول ۴- ۱۱- طبقه بندی توصیفی فاصله از شهر در منطقه مطالعاتی..... ۸۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۴- ۱۲- طبقه بندی توصیفی فاصله ازخطوط انتقال نیرو در منطقه مطالعاتی..... ۸۲
جدول ۴- ۱۳- طبقه بندی توصیفی فاصله از آبراهه اصلی در منطقه مطالعاتی..... ۸۳
جدول ۴- ۱۴- ماتریس مقایسه زوجی برای بدست آوردن اهمیت نسبی پارامترها..... ۸۵
جدول ۴- ۱۵- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار فاصله از جاده فرعی و امتیازهای مربوطه..... ۸۶
جدول ۴- ۱۶- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار فاصله از جاده اصلی و امتیازهای مربوطه..... ۸۶
جدول ۴- ۱۷- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار فاصله از شهر و امتیازهای مربوطه..... ۸۶
جدول ۴- ۱۸- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار پوشش گیاهی و امتیازهای مربوطه..... ۸۶
جدول ۴- ۱۹- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار کاربری اراضی و امتیازهای مربوطه..... ۸۶
جدول ۴- ۲۰- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار شیب و امتیازهای مربوطه..... ۸۷
جدول ۴- ۲۱- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار ریخت‌شناسی و امتیازهای مربوطه..... ۸۷
جدول۴- ۲۲- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار سنگ‌شناسی و امتیازهای مربوطه..... ۸۷
جدول ۴- ۲۳- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار بافت خاک و امتیازهای مربوطه..... ۸۷
جدول ۴- ۲۴- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار آبراهه اصلی و امتیازهای مربوطه..... ۸۷
جدول ۴- ۲۵- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار ساختار زمین شناسی و امتیازهای مربوطه..... ۸۷
جدول ۴- ۲۶- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار خطوط انتقال نیرو و امتیازهای مربوطه..... ۸۷
جدول ۴- ۲۷- نرخ ناسازگاری محاسبه شده مربوط به معیارها و زیرمعیارها..... ۸۷
جدول ۴- ۲۸- کلاس‌بندی امتیازات مربوط به پهنه بندی منطقه مطالعاتی به روش تحلیل سلسله مراتبی..... ۹۰
جدول ۴-۲۹- امتیاز پارامترها در روش وزن دهی ساده..... ۹۲
جدول ۴- ۳۰- امتیازات مربوط به پهنه بندی منطقه مطالعاتی به روش وزن دهی ساده..... ۹۴
جدول ۴- ۳۱- اختصاصات مکانهای مستعد نهایی در روش تحلیل سلسله مراتبی..... ۹۶
جدول ۴- ۳۲- دلیل حذف پهنه های نامناسب..... ۹۷
جدول ۴- ۳۳- اختصاصات پهنه شماره۳..... ۹۸
جدول ۴- ۳۴- اختصاصات پهنه شماره۷..... ۱۰۱
جدول ۴- ۳۵- اختصاصات پهنه شماره۸..... ۱۰۳
جدول ۴- ۳۶- اختصاصات پهنه شماره۱۱..... ۱۰۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۴- ۳۷- جدول ماتریس تصمیم..... ۱۰۶

جدول۴- ۳۸- اهمیت نسبی معیارها..... ۱۰۷

جدول ۴- ۳۹- ماتریس تصمیم بی مقیاس شده وزن دار..... ۱۰۸

جدول ۴- ۴۰- فاصله از حل ایده آل و ضد ایده آل مربوط به چهار سایت منتخب..... ۱۰۸

جدول ۴- ۴۱- امتیازات شاخص شباهت، مربوط به چهار پهنه منتخب نهایی..... ۱۰۹

جدول ۵- ۱- حداکثرحد مجازمواد رادیواکتیو در آب آشامیدنی طبق نظر..... ۱۱۴

جدول ۵- ۲- اثرات اجرای طرح احداث تاسیسات دفن پسماندهای خطرناک..... ۱۱۷

جدول ۵- ۳- نحوه طبقه بندیی شدت اثر زیست محیطی و توصیف آن در ماتریس لئوپولد..... ۱۱۹

جدول ۵- ۴- فاصله محل دفنهای منتخب تا راههای دسترسی..... ۱۲۰

جدول ۵- ۵- ترتیب کیفی جهت ارزیابی زیست محیطی..... ۱۲۳

جدول ۵-۶- ماتریس ارزیابی اثرت زیست محیطی پهنه شماره ۳..... ۱۲۴

جدول ۵-۷- ماتریس ارزیابی اثرت زیست محیط پهنه شماره ۷..... ۱۲۵

جدول ۵-۸- ماتریس ارزیابی اثرت زیست محیطی پهنه شماره ۸..... ۱۲۶

جدول ۵-۹- ماتریس ارزیابی اثرت زیست محیطی پهنه شماره ۱۱..... ۱۲۷

جدول ۵- ۱۰- نتایج حاصل از ارزیابی ۴ محل دفن منتخب توسط ماتریس لئوپولد..... ۱۲۸

جدول ۶- ۱- مختصات جغرافیایی محدوده های انتخابی جهت دفن پسماندهای خطرناک در منطقه مطالعاتی..... ۱۳۰

جدول ۶- ۲- نتایج حاصل ارزیابی به روش شباهت به گزینه ایده‌آل..... ۱۳۲

جدول ۶- ۳- ارزیابی زیست‌محیطی سایتهای منتخب با استفاده از ماتریس لئوپولد..... ۱۳۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱- ۱- موقعیت شهر انارک نسبت به شهرها و راههای اصلی منطقه مطالعاتی..... ۵

شکل ۲- ۱- راه های مختلف انتقال هسته های پرتوزای مصنوعی از محیط به انسان..... ۹

شکل ۲- ۲- ساختمان سلسله مراتبی با وجود سه معیار و چهار زیر معیار..... ۳۲

شکل ۳- ۱- نقشه زمین شناسی محدوده مطالعاتی..... ۴۴

شکل ۳- ۲- راهنمای نقشه زمین شناسی محدوده مطالعاتی..... ۴۵

شکل ۳- ۳- هیدرولوژی و هیدروزئولوژی منطقه مطالعاتی..... ۵۲

شکل ۳- ۴- نمودار تغییرات دمایی در منطقه مطالعاتی یر اساس متوسط ایستگاههای نایین و اردستان..... ۵۵

شکل ۳- ۵- نمودار تغییرات رطوبت نسبی در منطقه مطالعاتی بر اساس متوسط ایستگاههای نایین و اردستان..... ۵۵

شکل ۳- ۶- نقشه جهت باد منطقه مطالعاتی..... ۵۷

شکل ۴- ۱- مراحل انجام مدل‌سازی جهت تعیین میزان مستعد بودن مناطق مختلف برای دفن پسماندهای خطرناک..... ۶۴

شکل ۴-۲- موقعیت گسل‌های اصلی و فرعی در منطقه مطالعاتی..... ۶۸

شکل ۴- ۳- مناطق ممنوعه جهت دفن پسماندهای خطرناک در منطقه مطالعاتی..... ۶۹

شکل ۴- ۴- نقشه حریم مناسب اعمال شده جهت انتخاب محل دفن پسماندهای خطرناک در منطقه مطالعاتی..... ۷۰

شکل ۴- ۵- نقشه توصیفی بر اساس واحدهای سنگ‌شناسی منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک..... ۷۲

شکل ۴- ۶- نقشه توصیفی ریخت شناسی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک..... ۷۴

شکل ۴- ۷- نقشه توصیفی ساختار زمین شناسی..... ۷۵

شکل ۴- ۸- نقشه طبقه بندی توصیفی بافت خاک..... ۷۶

شکل ۴- ۹- توزیع کاربریهای اصلی اراضی در منطقه مورد مطالعه انارک..... ۷۷

شکل ۴- ۱۰- نقشه طبقه بندی توصیفی پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک ۷۸

شکل ۴- ۱۱- طبقه بندی کاربری اراضی در آینده منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک..... ۷۹

شکل ۴- ۱۲- نقشه توصیفی طبقه بندی شیب بر حسب درصد در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک..... ۸۰

شکل.۴- ۱۳- نقشه طبقه بندی توصیفی راههای دسترسی اصلی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک.... ۸۱

شکل ۴- ۱۴- نقشه طبقه بندی توصیفی راههای دسترسی فرعی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک... ۸۱

شکل ۴- ۱۵- نقشه طبقه بندی توصیفی فاصله از آبراهه اصلی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک..... ۸۳

شکل ۴- ۱۶- هیستوگرام کلاس بندی امتیازات به روش هم امتیاز و هم مساحت.....

۹۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۴- ۱۷- نقشه پهنه بندی منطقه مطالعاتی پس از حذف مناطق ممنوعه..... ۸۹
شکل ۴- ۱۸– مکانهای مستعد نهایی جهت احداث محل دفن پسمتندهای خطرناک در منطقه مطالعاتی..... ۸۹
شکل ۴- ۱۹- پهنه بندی و مکانهای مستعد نهایی نهایی در روش وزن دهی ساده..... ۹۴
شکل ۴- ۲۰- مکان‌های مستعد نهایی پیشنهاد شده در منطقه مطالعاتی به روش سلسله مراتبی تحلیلی..... ۹۵
شکل ۴- ۲۱- موقعیت پهنه شماره۳ ..... ۹۹
شکل ۴- ۲۲- موقعیت پهنه شماره۷ ..... ۱۰۲
شکل ۴- ۲۳- موقعیت پهنه شماره ۸ و۱۱ ..... ۱۰۵
شکل ۶- ۱- موقعیت ۴ سایت منتخب..... ۱۳۱

فصل اول

کلیات

۱-۱- معرفی موضوع

توسعه صنعت در طول نیم قرن گذشته، منجر به تولید روزافزون آلاینده‌های جدید شده است. در این میان پسماندهای سمی و خطرناک همراه با سایر مواد زائد صنعتی بخش بزرگی از آلودگی‌های محیط را تشکیل می‌دهند که از اهمیت خاصی برخوردار هستند (عمرانی، ۱۳۷۴). براساس تعریف آژانس حفاظت محیط زیست ایالت متحده آمریکا (EPA) در سال ۲۰۰۲ پسماندهای خطرناک به مواد زائدی اطلاق می‌شود که حداقل یکی از خواص قابلیت اشتعال، قدرت خورندگی، فعالیت شیمیایی و سمیت را دارا باشند. به‌دلیل افزایش خطرات و نگرانی‌های روز افزون در مورد اثرات مخرب انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از سوخت‌های فسیلی، واضح است که استفاده از انرژی‌های دیگر به عنوان یکی از رهیافتهای زیست محیطی برای مقابله با افزایش دمای کره زمین و کاهش آلودگی محیط زیست قلمداد شود. به‌طور مثال آمار نشان می دهند که در حال حاضر، نیروگاه‌های هسته ای جهان با ظرفیت فعلی، توانسته اند سالانه از انتشار ۸ درصد گاز دی‌اکسید کربن در فضا جلوگیری کنند. این تأثیر تقریباً مشابه با نقش نیروگاههای آبی در این خصوص است (کمالی‌کردآباد، ۱۳۸۷و IAEA, 2007). مقابله با خطرات حاصل از پسماندهای خطرناک یک کار عمومی و بین المللی است که باید با دقت ویژه‌ای در مناطق صنعتی اجرا شود. یکی از مهمترین عملکردها در این رابطه، رعایت استانداردها و معیارهای مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک است. در این تحقیق مکان‌یابی به‌منظور تعیین مناسب‌ترین محل در مورد پسماندهای خطرناک صورت گرفته است. هدف نهایی از مطالعات مکان‌یابی، تعیین مکانی است که کمترین اثرات سوء را برای محیط زیست و منابع طبیعی اطراف داشته باشد و از نظر اقتصادی نیز کمترین هزینه، و از دیدگاه مهندسی نیز بهترین ویژگی را داشته باشد (غضبان، ۱۳۸۱). به‌دلیل بالا بودن حساسیت این تحقیق و حضور فاکتورهای مهم و زیادی که در آن دخالت دارند باید از سیستمی استفاده کرد که علاوه بر دقت بالا، از نظر سرعت عمل نیز در حد بالایی قرار داشته باشد.

به همین دلیل در تحقیق حاضر از فناوری GIS در مکان‌یابی پسماندهای خطرناک در منطقه انارک استفاده شده است.

۱-۲- اهداف تحقیق

هدف اصلی از انجام این تحقیق، تعیین مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماندهای خطرناک در بخشی از زون ایران مرکزی می‌باشد. فرآیند انتخاب محل دفن، یک عملیات پیچیده است که نیازمند چندین مرحله مختلف قبل از رسیدن به هدف نهایی است (Sadak, 2001). لازمه رسیدن به این هدف طی کردن مراحل زیر است:

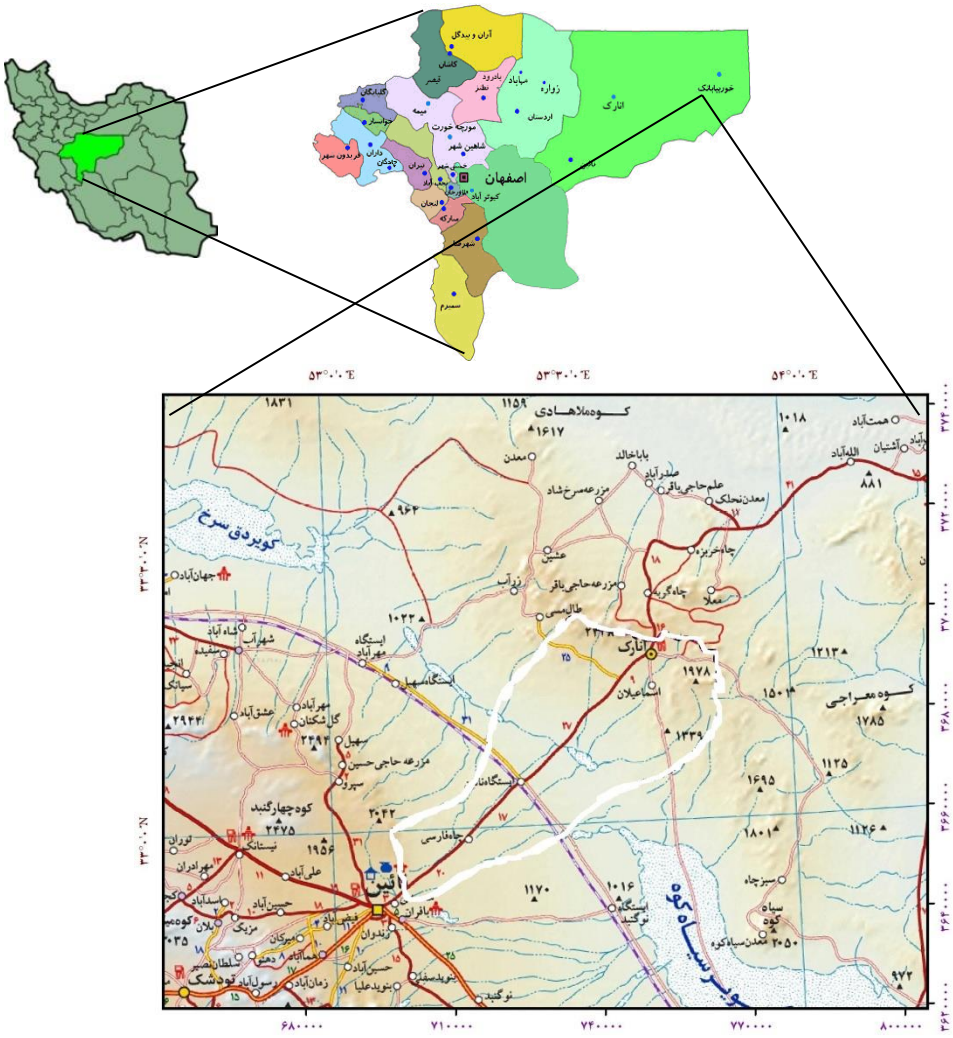
۱. بررسی کامل خصوصیات و میزان خطرناک بودن پسماندها و اثرات آنها بر محیط اطراف.
۲. بررسی و مطالعه کامل پارامترهای مؤثر در انتخاب محل دفن پسماندهای خطرناک.
۳. بررسی روش‌های مختلف دفن پسماندهای خطرناک و اثرات پسماندها پس از دفن.
۴. بررسی بهترین مکان‌ها و روشهای دفن با توجه به ویژگی‌های پسماندها.
۵. انتخاب بهترین روش جهت مکان‌یابی با توجه به ویژگی‌های پسماندها و پارامترهای مؤثر در انتخاب محل دفن آن‌ها.
۶. ارزیابی زیست محیطی مکان‌های انتخاب شده به منظور تعیین مناسب ترین مکان ها.

در جهت دستیابی به هدف نهایی، پس از جمع‌آوری اطلاعات اولیه، ابتدا به‌وسیله ابزار قدرتمند GIS، منطقه مطالعاتی پهنه‌بندی و پس از بازدید میدانی، ارزیابی زیست‌محیطی انجام شد و مناسب‌ترین مکان ها انتخاب گردیدند.

۱-۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مرکزیت انارک در شرق استان اصفهان، در موقعیت جغرافیایی ۳۳° تا ۳۴° درجه عرض شمالی و ۳۰′ ۵۲° تا ۵۴° درجه طول شرقی، در زون ایران مرکزی قرار دارد. شهر انارک

تا مرکز استان (اصفهان) ۲۲۰ کیلومتر فاصله دارد (شکل ۱-۱). انارک ۱۲۲۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. مساحت آن ۷۹/۷ کیلومترمربع و بر طبق سرشماری سال ۱۳۸۲ جمعیت این شهر ۱۵۶۰ نفر اعلام شده است. مهمترین مراکز جمعیتی و روستاهای منطقه انارک شامل انارک، شهراب، سهیل، میشاب، کهیاز و مزدآباد است. این شهر از طریق جاده ترانزیتی غربی-شرقی طریق الرضا به استان خراسان و از طریق راه بندرعباس که در حال احداث است تا استان سمنان ادامه می یابد و بدین ترتیب با شمال و جنوب کشور ارتباط پیدا می‌کند. از نظر مرزهای طبیعی و سیاسی، این شهر از شمال به امتداد رشته کوههای آهکی دره انجیر، از شرق به کوهستانهای متصل به رشته کوههای شمالی از جنوب به رشته کوهستان کم ارتفاع به‌نام کوه لاک و چفت و از غرب به دشت هموار و پوشیده از شنهای سیاه رنگ محدود است. انارک درشرق شهرستان نائین قرار گرفته و از شمال به کویر نمک، از شرق به شمال کویر لوت، ازجنوب به اردکان یزد و از غرب به شهرهای اصفهان و اردستان محدود می‌گردد. این شهر در حاشیه کویر مرکزی واقع شده است و از جهت شمال تا کویر نزدیک به ۱۵۰ کیلومتر فاصله دارد.



شکل ۱-۱- موقعیت شهر انارک نسبت به شهرها و راههای اصلی منطقه مطالعاتی

(برگرفته از اطلس راههای کشور با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰)

۱-۴- مراحل انجام تحقیق

انجام این تحقیق به ترتیب مشتمل بر سه مرحله زیر بوده است:

۱. پهنه بندی منطقه از لحاظ استعدادداری یا قابلیت احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک که خود شامل بر ۶ مرحله ذیل است:

۱. جمع‌آوری و تهیه اطلاعات اولیه.

۲. آماده‌سازی اطلاعات جهت تجزیه و تحلیل و وارد کردن اطلاعات در سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS.

۳. اعمال حریم مناسب برای عوارض طبیعی و مصنوعی بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده.

۴. انتخاب روش وزن دهی به پارامترها.

۵. همپوشانی لایه های اطلاعاتی.

۶. تعیین مکان‌های مستعد جهت دفن پسماند.

۲. بازدید میدانی از پهنه های پیشنهادی مستعد تعیین شده جهت دفن پسماند خطرناک.

۳. گزینش نهایی مکان های دفن پسماند، پس از بازدید میدانی و ارزیابی زیست محیطی.

در جهت نیل به هدف نهایی و تعیین مناسب‌ترین مکان‌ها، در ابتدا پهنه‌بندی منطقه مطالعاتی برای شناسایی مکان‌هایی با قابلیت یکسان صورت گرفت. بدین منظور در ابتدا لایه های اطلاعاتی لازم به وسیله نقشه‌های مناسب، تصاویر ماهواره‌ای و تصاویر گوگل ارث، در محیط GIS تهیه گردیدند. این لایه‌ها شامل: اطلاعات هیدرولوژی (آبهای سطحی و آبراهه‌های اصلی و فرعی و ...)، هیدروژئولوژی (چاه، قنات، چشمه)، لیتولوژی، کاربری اراضی در آینده، ژئومورفولوژی، دسترسی به جاده‌های اصلی و فرعی، مراکز جمعیتی (شهر، روستا، معادن و ...)، توپوگرافی، ساختارهای زمین شناسی (تاقدیس‌ها، ناودیس‌ها و ...) و پوشش گیاهی هستند. در مرحله بعد با استفاده از روش سلسله مراتبی تحلیلی (AHP)[1] وزن مناسب مربوط به پارامترها و کلاس مربوط به پارامترها (به وسیله ماتریس مقایسه زوجی)، تعیین و پس از همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی منطقه به ۵ پهنه کاملاً مناسب تا کاملاً نامناسب با مساحت برابر تقسیم گردید. سپس مناطق ممنوعه که طبق استانداردهای موجود، برای دفن پسماند خطرناک کاملاً نامناسب محسوب می‌شوند از منطقه حذف گردیدند. در گام بعد، از میان مناطق کاملاً مناسب با مساحت بیشتر از ۲ کیلومتر مربع (مساحت لازم برای احداث ساختگاه مکان دفن پسماند خطرناک)، ۱۳ پهنه انتخاب و پس از بازدید میدانی بنا بر دلایل آورده شده در فصل مربوطه ۹ پهنه حذف گردیدند و ۴ پهنه با تمام اختصاصات معرفی شدند. پس از ارزیابی ۴ پهنه با روش ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل و ماتریس لئوپولد، از بین ۴ مکان مناسب‌ترین مکان تعیین و معرفی گردید.

[1] - Analytical Hierarchy Process

فصل دوم

معیارها و روشهای

مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک

۲-۱- مقدمه

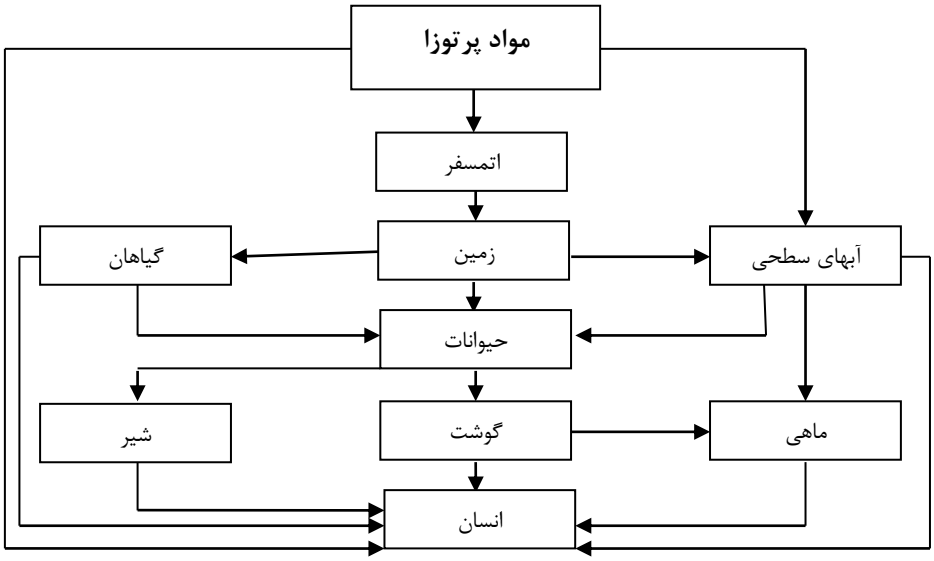
رشد روزافزون جمعیت، با تولید حجم متنابهی پسماند همراه می‌باشد. مدیریت دقیق و اصولی پسماند یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی برای جلوگیری از مخاطرات مربوط به سلامت انسانها و در نهایت حفظ محیط زیست از آلودگی می‌باشد. در این راستا، طبقه‌بندی و شناخت خصوصیات انواع پسماندها از اهمیت بالایی برخوردار است. پسماندها را با توجه به منابع تولیدکننده و خصوصیات آن‌ها، به دو دسته کلی زیر دسته‌بندی می‌کنند:

- پسماندهای خطرناک
- پسماندهای غیر خطرناک

جامعه اقتصادی اروپا در دستورالعمل خود تعریف ذیل را برای پسماند ارائه می‌دهد. "پسماند به هر شیء یا ماده‌ای که دارنده آن، آنرا به دور می‌افکند یا بر طبق مقررات جاری کشور، ملزم به دور افکندن آن است اطلاق می‌شود. همچنین، پسماندهای سمی و خطرناک به صورت زیر تعریف می‌شود؛" موادی که در شرایط، کمیت یا غلظتی باشند که بهداشت یا محیط زیست را در معرض خطر قرار دهند" (Economic Community of Europe, 1978).

به طور کلی، پسماندهای خطرناک مواد منفرد نبوده بلکه آمیزه‌ای از مواد گوناگون هستند که ماهیت و ترکیب آنها به شرایط تولید و تکنولوژی بکار رفته در فرآیند مولد پسماند بستگی دارد (فردوسی، ۱۳۷۲). مواد شیمیایی، سموم، فلزات و مواد سوختنی پس از مصرف تغییر شکل می‌یابند. اجزای سازنده این مواد همواره به شکلی محفوظ مانده و به گونه‌ای دیگر در هوا، آب و خاک پراکنده می‌شوند که به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم اثرات سوئی به جای خواهند گذاشت (عمرانی، ۱۳۷۴). پسماندهای به‌جا مانده از فعالیت‌های مختلف را امروزه پس از بسته‌بندی، جمع آوری، تصفیه و بازیافت، به طرق مختلف بهداشتی دفع می‌کنند. پسماندهای پرتوزا در زمره مواد زائد خطرناک محسوب می‌شوند که از منابع مختلف با غلظت‌های بسیار متفاوت تولید می‌گردند (تکدستان و همکاران،

۱۳۸۷). شکل ۲-۱ چگونگی انتقال مواد خطرناک از جمله مواد پرتوزا را به بدن انسان را نشان می‌دهد. برای دستیابی به مدیریت صحیح پسماندها شناخت کامل آنها از هر جنبه ضروری است. در ادامه به‌دلیل اهمیت پسماند های پرتوزا به‌عنوان گروه مهمی از پسماندهای خطرناک به کلیاتی در ارتباط با این پسماندها پرداخته شده است.



شکل ۲-۱- راه های مختلف انتقال هسته های پرتوزای مصنوعی از محیط به انسان (تکدستان و همکاران، ۱۳۸۷)

۲-۲- کلیات و تعریف پسماندهای خطرناک

با توجه به قانون مدیریت پسماند، پسماند به مواد جامد ، مایع و گاز(غیر از فاضلاب) گفته می شود که به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم حاصل از فعالیت انسان بوده و از نظر تولید کننده زاید تلقی می شود از این نظر پسماندها به پنج گروه تقسیم می شوند (قانون مدیریت پسماند مجلس شورای اسلامی ایران،۱۳۸۳):

- **پسماند های عادی:** به کلیه پسماندهایی گفته می شود که به صورت معمول از فعالیت‌های روزمره انسان‌ها در شهرها ، روستاها و خارج از آنها تولید می شود، از قبیل زباله های خانگی و نخاله های ساختمانی.

- **پسماند های پزشکی (بیمارستانی):** به کلیه پسماندهای عفونی و زیان آور ناشی از بیمارستان‌ها ، مراکز بهداشتی – درمانی ، آزمایشگاه‌های تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه گفته می شود. سایر پسماندهای خطرناک بیمارستانی از شمول این تعریف خارج است.
- **پسماندهای ویژه:** به کلیه پسماندهایی گفته می شود که به‌دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری‌زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خورندگی و مشابه آن به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و آن دسته از پسماند های پزشکی و نیز بخشی از پسماند های عادی، صنعتی و کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند، جزء پسماند های ویژه محسوب می شوند.
- **پسماندهای کشاورزی:** به پسماندهای ناشی از فعالیت های تولیدی در بخش کشاورزی گفته می شود از قبیل فضولات ، لاشه حیوانات (دام ، طیور و آبزیان) و محصولات کشاورزی فاسد یا غیر قابل مصرف .
- **پسماند های صنعتی:** به کلیه پسماندهای ناشی از فعالیت‌های صنعتی، معدنی و پسماندهای پالایشگاهی صنایع گاز، نفت و پتروشیمی و نیروگاهی و امثال آن گفته می شود، از قبیل براده ها و سرریزها و لجن های صنعتی .

منظور از پسماندهای خطرناک در این پایان نامه همه پسماندهای تعریف شده در بالا غیر از پسماندهای عادی است. پسماندهای خطرناک با توجه به قوانین مواد خطرناک ایالات متحده به ۹ دسته تقسیم می شود (CFR, 2004).

- دسته۱: مواد منفجره
- دسته۲:گازها
- دسته۳: مایعات قابل اشتعال و احتراق پذیر
- دسته ۴: جامدات قابل اشتعال

- دسته۵: مواد اکسید کننده، پراکسیدهای آلی
- دسته۶: مواد سمی و مواد عفونی
- دسته۷: مواد پرتوزا
- دسته۸: مواد خورنده
- دست۹: مواد خطرناک متفرقه

در ادامه به‌دلیل اهمیت پسماندهای پرتوزا به‌عنوان دسته ۷ پسماندهای خطرناک به کلیاتی در ارتباط با این پسماندها پرداخته شده است.

۲-۳- منابع پسماندهای پرتوزا

تشعشعات از پسماندهای خطرناک را در واقع می‌توان انتشار خودبخودی انرژی از اتمهای ناپایدار دانست. هسته‌های اتم‌های ناپایدار به‌طور خودانگیز متحمل تغییر و تحولاتی می‌شوند که با انتشار ذرات و تشعشع انرژی همراه می‌باشند. این فرآیندها به بروز پدیده‌ای به‌نام رادیواکتیویته منجر می‌گردد. تلاشی اتم‌های ناپایدار به روش‌های مختلفی صورت می‌پذیرد. این فرآیند با انتشار سه اشعه متفاوت تحت عناوین آلفا، بتا و گاما همراه می‌باشد. این فرآیند تا زمانی که یک اتم پایدار ایجاد شود، ادامه می‌یابد (ولی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵). اورانیوم، توریوم، پتاسیم و ... از جمله این مواد هستند که به اتم های سبکتر تبدیل می شوند. تمام عناصری که عدد اتمی آنها بیش از ۸۳ باشد، پرتوزا هستند (قمصریان، ۱۳۸۰). از مهمترین منابع طبیعی تشعشعات پرتوزا می‌توان به منابع کیهانی و فضایی و تشعشعات طبیعی موجود در پوسته زمین اشاره کرد. منابع مصنوعی شامل پسماندهای پرتوزایی هستند که در کلیه مراحل چرخه سوخت هسته‌ای تولید می شوند. چرخه سوخت هسته‌ای شامل مراحل اکتشاف و استخراج سنگ معدن اورانیوم، تولید سوخت هسته‌ای، کارکرد راکتورها، بازیابی سوخت‌های مصرف شده و بر چیدن تأسیسات هسته‌ای می‌باشد. منابع دیگر تولید پسماندهای پرتوزا شامل مراکز تحقیقاتی، بیمارستان‌ها، مراکز تهیه و تولید رادیوایزوتوپ ها و مراکز صنعتی و کشاورزی

هستند. به‌طور مثال در کشور کانادا حدود ۱۴ راکتور هسته ای در حال کار است که ۱۲٪ انرژی مورد نیاز این کشور را تأمین می‌کنند. این کشور جهت دفع پسماندهای خطرناک، طراحی محل دفن در زمین سخت در عمق حدود یک هزار متری زیر زمین را ترجیح می دهد. در کشور آلمان، ۱۹ رآکتور کار می‌کنند و سوخت مصرفی آن‌ها در انگلستان و فرانسه بازیافت شده و زوائد آن‌ها در عمق۵۰۰ متری زیر زمین دفن می شوند. در ایالات متحده آمریکا، پروژه تحقیقاتی تحت عنوان پروژه کوه یوکا ۱ در ایالت نوادا مورد بررسی قرار گرفت و پیشنهاد شد که کانتینرهای حاوی پسماندهای مصرف شده، در حدود ۲۰۰ متر بالا تر از سطح آب زیر زمینی دفن شوند. از مهمترین مراکز تولید کننده پسماندهای پرتوزا در کشور ما می توان به مراکز تحقیقات هسته‌ای تهران، مراکز پزشکی، صنعتی، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و در آینده تأسیسات بازیافت اورانیوم اصفهان و نیروگاه اتمی بوشهر اشاره کرد.

۲-۴- طبقه‌بندی پسماندهای پرتوزا

پسماندهای پرتوزا را می‌توان بر اساس منبع تولید، درجه سمیت، حالت فیزیکی، پرتوزایی و نیمه عمر هسته‌های پرتوزا طبقه‌بندی کرد. هدف از طبقه‌بندی پسماندهای خطرناک گروه‌بندی یا تقسیم آنها به گونه‌ای است که مدیریت آنها را آسان نماید.

۲-۴-۱- طبقه بندی بر اساس درجه سمیت

سازمان بین المللی انرژی اتمی (IAEA)[1] ایزوتوپهای مختلف پرتوزا را بر حسب سمیت نسبی در چهار کلاس با سمیت بسیار بالا، بالا، متوسط و پایین طبقه بندی کرده است . جدول ۲-۱ این طبقه بندی را در هر کلاس با افزایش عدد جرمی نشان می دهد (IAEA ,1978).

1 - International Atomic Energy Agency

جدول ۲-۱- طبقه بندی مواد پرتوزا از نظر درجه سمیت طبق پیشنهاد IAEA (IAEA, 1978)

گروه(۱) با سمیت بسیار بالا	Sr-90 + Y-90, *Pb-210 + Bi-210 (RaD + E), Po-210, At-211, Ra-226 + percent *daughter products, Ac- 227, *U-232, Pu-239, *Am-241, Cm-242.
گروه (۲) سمیت بالا	Ca-45, *Fe-59, Sr-89, Y-91, Ru-106 + *Rh-106, *I-131, *Ba-140 + La-140, Ce-144 + *Pr-144, Sm-151, *Eu-154, *Tm-170, *Th-234 + *Pa-234,*natural uranium.
گروه(۳) سمیت متوسط	*Na-22, *Na-24, P-32, S-35, Cl-36, *K-42, *Sc-47, *Sc-48, *V-48, *Mn-52, *Mn-54, *Mn-56, Fe-55,*Co-58, *Co-60, Ni-59, *Cu-64, *Zn-65, *Ga-72, *As-74, *As-76, *Br-82, *Rb-86, *Zr-95, _*Nb-95,*Mo-99, Tc-98, Rh-105, Pd-103_ Rh-103, *Ag-105, Ag-11, Cd-109 _ *Ag-109, *Sn-113, Te-127, Te-129, *I-132, Cs-137_ *Ba-137, La-140, Pr-143, Pm-147,Ho-166, *Lu-177, *Ta-182, *W-181, Re-183,Ir-190, Ir-192, Pt-191,*Pt193, *Au-198, *Au-199, Tl-200, Tl-202, Tl-204, *Pb-203.
گروه (۴) سمیت پایین	H-3, *Be-7, C-14, F-18, *Cr-51, Ge-71, *Tl-201.

*ساطع کننده گاما

۲-۴-۲- طبقه‌بندی بر اساس حالت فیزیکی

پسماندهای پرتوزا را بر اساس حالت فیزیکی، به سه دسته مایع، جامد و گاز طبقه بندی می‌نمایند. پسماندهای جامد بر اساس نوع پرتوزایی (بتا، گاما، یا آلفا) یا بر اساس اشتعال‌زا بودن و اشتعال‌زا نبودن طبقه‌بندی می‌شوند. جدول ۲-۲ طبقه‌بندی پسماندهای جامد رادیواکتیو را بر اساس خواص فیزیکی (نوع پرتوزایی).نشان می‌دهد (IAEA ,1978).

جدول ۲-۲- طبقه بندی پسماندهای جامد پرتوزا بر اساس میزان و نوع پرتوزایی در سطح پسماند

(IAEA, 1978)

گروه	میزان پرتودهی در سطح پسماند(D) بر حسب [۱](R/h)	توضیحات
۱	$D \leq ۰/۲$	دارای تشعشع بتا و گاما (تشعشع آلفا ناچیز)
۲	$۰/۲ \leq D \leq ۲$	-
۳	$D > ۲$	
۴	میزان پرتوزایی آلفا برحسب کوری بر متر مکعب است .کلیه پسماندهای جامد که پرتوگیری خارجی آنها ناچیز است، ولی آلودگی آنها با پرتوهای آلفا چشمگیر است، در این گروه قرار می گیرند.	-

۱- : واحد دز جذب شده است که معادل ۱۰۰ ارگ برای هر گرم ماده می‌باشد.

۲-۴-۳- طبقه بندی بر اساس میزان پرتوزایی

الف. پسماندهای پرتوزا معاف یا خارج از شمول (ERW)[1] : پسماندهایی که تراکم میزان هسته‌های پرتوزا در آنها به قدری پایین است که خطرهای پرتوزایی آنها اغماض‌پذیر است و می‌توانند از نظارت‌های مقرراتی معاف گردند. به عبارت دیگر، خارج از شمول مقررات هستند (IAEA, 1963).

ب. پسماندهای پرتوزا با تراز پایین (LLRW)[2]: این مواد دارای خاصیت پرتوزایی کم و در حد قابل قابل اغماض هستند. صنایع، بیمارستان‌ها، مراکز تحقیقاتی آموزشی و پزشکی و آزمایشگاه‌های دولتی و خصوصی که دارای مواد پرتوزا هستند، این دسته از ضایعات را تولید می کنند مانند لباس‌های کارکنان، صافی‌های هوا و تجهیزات کهنه. ضایعات پرتوزای با تراز پایین، تحت کلاس‌های C, B, A طبقه بندی می‌شوند (IAEA, 1963, 1978) .

ج. پسماندهای پرتوزا با تراز متوسط (ILRW)[3]: به پسماندهای رادیو اکتیوی اطلاق می گردد که در نیروگاه‌های اتمی هنگام بازیابی از میله‌های سوخت وهمچنین در زمان تولید عناصر سوخت اتمی حاصل می‌شوند. آن‌ها شامل پوشش‌های سوخت هسته‌ای و ظروف و مواد شیمیایی ناشی از فرایند بازیافت را در بر می‌گیرند (IAEA, 1963).

د. پسماندهای پرتوزا با تراز بالا (HLRW)[4]: مواد زائدی هستند که فعالیت آن‌ها بیش از یک کوری بر لیتر[5] است. این مواد شامل عناصر سوخت ضعیف شده حاصل از راکتورهای هسته ای، پسماندهای تولید شده از فناوری مجدد و پسماندهای ایجاد شده در کارخانجات تولید سلاح های هسته‌ای می‌باشند. مهم‌ترین عیب این پسماندها تولید حرارت بسیار بالا و خطرهای فراوان تشعشع می‌باشد و باید به مدت ۱۰۰۰۰سال یا بیشتر ایزوله شوند (IAEA, 1963, CRS, 2008).

---

[1] - Exempt Radioactive Waste
[2] - Low -Level Radioactive Waste (LLRW)
[3] - Intermediat-Level Radioactive Waste (ILRW)
[4] - High–Level Radioactive Waste (HLRW)
[5]- یک کوری عبارتست از فعالیت یک منبع رادیواکتیو که در هر ثانیه $۳/۷ \times ۱۰^{۱۰}$ تجزیه را تحمل کند.

انتخاب محل انجام شده در این تحقیق انتخاب محل دفن شامل پسماندهای خطرناک غیر پرتوزا و پرتوزای با سطح پرتوزایی پایین است. از آنجا که روشهای دفن پسماندهای پرتوزا با درجه پرتوزایی متوسط و بالا با روشهای دفن سایر مواد خطرناک متفاوت است، در تدوین این پایان نامه، معیارهای مربوط به انتخاب محل دفن، این گروه‌ها را شامل نمی شود.

۲-۵- معیارها و عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک

معیارها و عوامل متعددی به شرح ذیل در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک مد نظر قرار می‌گیرند:

۲-۵-۱- زمین‌شناسی

زمین‌شناسی هر منطقه به‌طور مستقیم کنترل‌کننده سنگ بستر و نوع خاکی است که از آن ایجاد می‌شود. مهمترین معیارهای زمین‌شناسی مورد نظر در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک به شرح ذیل هستند:

الف- جنس واحدهای زمین‌شناسی

هدف از تهیه لایه سنگ‌شناسی انتخاب بهترین مکان با کمترین نفوذپذیری است، تا از انتشار آلودگی و انتقال آلودگی به محیط زیست جلوگیری کند. بسته به نوع دفن، اهمیت این واحدها متفاوت است. بهترین نمونه، سنگ بستر بلورین، بدون شکستگی و فاقد قابلیت نفوذ و انحلال‌پذیری می‌باشد. این سنگ‌ها عمدتاً از نوع آذرین (درونی و بیرونی) هستند. واحدهای رسوبی مانند کنگلومرا، ماسه سنگ و سنگ آهک به‌دلیل نفوذپذیری بالاتر در رده‌های بعدی جهت احداث محل دفن قرار می‌گیرند. در صورت احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک به‌صورت سطحی، مناسب‌ترین سنگ، واحدهای رسی و توده‌ای با نفوذپذیری کم می‌باشند.

انتخاب مکان دفن در واحدهای زمین شناسی مناسب علاوه بر ایجاد موانع طبیعی در انتقال آلاینده ها و جلوگیری از آلودگی محیط، هزینه‌های طراحی، ساخت و دیگر فعالیتهای اجرای زمان انجام پروژه را کاهش می‌دهد (Shayanfar, 2009). در کشورهای مختلف، بر اساس نوع پسماندهای خطرناک و واحدهای سنگی در دسترس، از روشهای دفن متفاوت استفاده می‌شود (جدول ۲-۳).

در جدول ۲-۴ طبقه‌بندی محل دفن پسماندها براساس ترکیب رسوبات، سنگهای رسوبی به‌طور خلاصه ارائه شده است.

جدول ۲-۳- طبقه‌بندی محل دفن پسماندها براساس ترکیب سنگهای آذرین و دگرگونی و رسویی در کشورهای مختلف (hasan, E., 2007)

واحد سنگی	کشورهای استفاده کننده	خواص مکانیکی
گرانیتی	کانادا – چین - سوئد - فنلاند	مقاومت بالا، عدم نیاز به پوشش داخلی، در درز و شکاف‌دارها امکان حمل مواد رادیو اکتیو توسط آب زیر زمینی و انتشار است.
شیل و سنگ رسی	فرانسه - بلغارستان	تخلخل بالا، نفوذ پذیری کم عدم نیاز به پوشش داخلی، در فشار بالای آب امکان حمل مواد رادیو اکتیو وجود دارد.
گنبد نمکی	آلمان	خاصیت پلاستیکی، عدم نیاز به پوشش داخلی، ترکها خود به خود پوشانده می شوند، امکان حمل مواد رادیو اکتیو نیست.
توف‌های آتشفشانی	آمریکا	در بالای سطح آب زیزمینی استحکام متوسط دارند، نیاز به پوشش داخلی دارند، امکان تراوش مواد رادیو اکتیو با آب وجود دارد.

جدول ۲-۴- طبقه‌بندی محل دفن پسماندها براساس ترکیب رسوبات و سنگهای رسوبی (Langer, 1995)

شرایط محل دفن / واحد سنگی	کاملا نامناسب	نامناسب	تقریبا نامناسب	کمی نامناسب	مناسب	کاملا مناسب
رسوبات ناپیوسته	آواری‌ها (به همراه کوارتز، فلدسپار و میکا	آواری‌ها (۸۰٪ کنگلومرا و فلدسپار)	رسوبات آواری تحکیم یافته	سنگهای آواری با سیمان رسی و آهکی	مقداری سنگ و رسوبات ته‌نشین شده آواری	-
کانی‌های رسی	-	۵-۸۰٪ کانی رسی به همراه فلدسپار	۱۵-۱۰٪ کانی رسی	وجود کانی‌های رسی	درصد بالای ترکیبات رسی	درصد بالای ترکیبات رسی و سایر ترکیبات ریزدانه (رس، مارن، بنتونیت، کائولینیت)
کربنات‌ها	حاوی کربنات (به همراه ماسه سنگ، کنگلومرای ناپیوسته)	کربنات‌های دانه‌ای به همراه ماسه ریزدانه و ماسه‌سنگ ناپیوسته	وجود سنگهای ماسه‌ای سیلتی ریزدانه	سنگ‌های سیلتی، رسی و ماسه‌ای دانه ریز	-	-
سایر ترکیبات	وجود ترکیبات مختلف پیریت	وجود ۱۵-۱۲٪ پیریت	حاوی ۱۲-۵٪ پیریت	کمتر از ۵٪ ترکیبات پیریتی	وجود مارن و رس	وجود سنگ‌های بدون درز و شکاف

ب- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

در این زمینه می‌توان به گسل‌ها، درزه‌ها، شکاف‌ها، شکستگی‌ها، تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها اشاره کرد. برای محدود کردن انتشار آلودگی، باید از احداث تأسیسات دفن در محور تاقدیس‌ها و ساختارهای گنبدی شکل اجتناب کرد. اما ساختارهای ناودیس شکل و ناودیس‌ها به‌دلیل ضخامت بالای واحدهای سنگی مناسب و کاهش درزها و شکاف‌ها به‌دلیل فشار تکتونیکی اعمال شده، محل‌های مناسبی جهت احداث محل دفن محسوب می‌شوند. وقوع گسلش و زمین لرزه در منطقه باعث تخریب محل دفن و انتقال و انتشار آلودگی و ایجاد اثرات سوء زیست محیطی جبران‌ناپذیری خواهد شد. نواحی دارای گسل فعال و غیرفعال و درز و شکاف از یک جهت، راهی برای انتقال آلودگی هستند و از طرف دیگر در صورت فعال بودن گسل منجر به تخریب تأسیسات دفن به‌عنوان یک سازه مهندسی می‌شوند.

آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا حداقل فاصله ۶۰ متر از گسل‌های فعال را توصیه می‌کند (EPA, 2002).

ج- توپوگرافی محل دفن

شیب و ارتفاع محل دفن از لحاظ عملیات احداث تأسیسات، زهکشی محل دفن و روش دفن اهمیت ویژه‌ای دارد. زمین‌های گود و پست به‌دلیل اینکه در معرض سیلاب قرار می‌گیرند مناسب نیستند. در مواردی که خاک محل به آسانی قابل فرسایش است، باید محل دفن مسطح و یا دارای شیب بسیار کم باشد. گسیختگی و ناپایداری در دامنه‌ها نیز به شیب توپوگرافی بستگی دارد. ناپایداری در دامنه پایین‌دست و یا مجاور محل دفن می‌تواند سبب ایجاد گسیختگی محل شده وریزش واریزه‌ها در محیط اطراف را سبب شود. مناطقی با شیب بیشتر از ۱۵٪ برای دفن پسماندها مناسب نیستند. افزایش شیب از دو دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی قابل توجه است. شیب‌های تند هزینه اجرایی پروژه را بالا می‌برند و از دیدگاه زیست محیطی نیز در شیب تند سرعت جریان آب، میزان فرسایش و احتمال بروز ناپایداری دامنه بالا است (حافظی مقدس، ۱۳۸۶).

د- اختصاصات خاک منطقه

جهت احداث محل دفن پسماندهای خطرناک، عمق، بافت، دانه‌بندی و میزان نفوذپذیری خاک از اهمیت بالایی برخوردار است. بافت خاک، سرعت نفوذ آب سطحی و در نتیجه انتقال آلاینده‌ها و جذب آنها را کنترل می‌کند. به همین دلیل این پارامتر در گزینش ساختگاه مناسب، از اهمیت بالایی برخوردار است. بهترین حالت در جهت احداث ساختگاه، خاکی با عمق زیاد، شوری زیاد، بافتی متراکم، فاقد مخلوط سنگریزه، ریزدانه و بایر می‌باشد. در جدول ۲-۵ نوع بافت خاک بر اساس مناسب بودن برای احداث محل دفن پسماند خطرناک در پنج رده نشان داده شده است.

جدول ۲-۵- بافت خاک و میزان مناسب بودن محل دفن (حافظی مقدس، ۱۳۸۶)

نوع خاک	میزان مناسب بودن
سیلت تا رس سیلتی خیلی دانه‌ریز	خیلی خوب
رس	خوب
مخلوط ماسه و رس	نسبتا مناسب
ماسه‌ای	ضعیف
ماسه و گراول شسته	نامناسب

ه- فرونشت

مناطقی که در حال فرونشت و تحکیم هستند و از پایداری لازم برخوردارنمی‌باشند، مانند خاک‌های قرضی که امکان گسسته شدن پوشش بستر تأسیسات دفن وجود دارد برای احداث محل دفن پسماند بسیار نامناسب محسوب می‌شوند (Rajagopala, 2003).

و- ریخت شناسی

نهشته های رسوبی، سرعت نفوذپذیری آبهای سطحی را در درون ساختگاه دفن، و در نتیجه، انتقال آلودگی‌ها و همچنین میزان جذب آلاینده‌ها را کنترل می‌کنند. بررسی نفوذپذیری خاکها به منظور تشخیص و شناسایی مناطق با کمترین نفوذپذیری جهت دفن پسماند خطرناک بسیار ضروری است. به‌طور کلی، نفوذپذیری خاک به‌دلیل عمل فروشویی، باید بسیار کم باشد تا جهت احداث محل دفن

مناسب محسوب شود. در شرایط ایده‌آل، نفوذپذیری خاک باید حدوداً ۱×۱۰^{-۷} سانتی‌متر بر ثانیه باشد (Rajagopala, 2003). خاکهای رسی و دور از منشأ و همچنین، رخنمون‌های سنگی بدون شکستگی دارای کمترین نفوذپذیری می‌باشند. مخروط‌افکنه‌ها و نهشته‌های بادبزنی رسوبات رودخانه‌ای دارای نفوذپذیری بسیار بالا می‌باشند. هنگامی که جریانات حاوی رسوبات در اندازه و ابعاد مختلف در اثر کاهش انرژی از کوهستان به دشت و به منطقه با شیب کمتر می‌رسند، رسوبات خود را ناگهان در منطقه بر جای می‌گذارند. این مکانها، مکان بسیار مناسبی برای تغذیه آب زیرزمینی محسوب می‌شوند و از این لحاظ برای احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک نامناسب هستند.

پلایاهای موجود در رخساره‌های کویری دارای پایین‌ترین حد زهکشی با شیب هیدرولیکی صفر یا نزدیک به صفر، حوضه‌های بسته داخلی و بسیار ریزدانه هستند. رخساره‌های واحد پلایا خود شامل کویرهای خشک و سخت، کویرهای متورم و بادکرده، کویرهای مسطح مرطوب و چسبناک، کویر با قشر نمکی و خشن و کویر در هم می‌باشد. اما از این میان سطوح مرطوب و چسبناک تیره مناطقی هستند که جریان آب از آن منطقه به مناطق دیگر جریان ندارد و یا اصطلاحاً پایین‌ترین حد زهکشی را دارد. این مناطق به‌دلیل اینکه آلودگی را به مناطق دیگر منتقل نمی‌دهند از جمله محیط‌های مناسب جهت دفن پسماندهای خطرناک محسوب می‌شوند. اما دشت‌های سیلابی متشکل از رسوبات منفصل و نهشته‌های آبرفتی، کوهرفتی و بادرفتی کواترنر هستند و برای احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک، نامناسب هستند (تازه، ۱۳۸۷).

۲-۵-۲- شرایط اقلیمی (آب و هوا)

یکی از پارامترهای بسیار مهم در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک دارای اهمیت بسیار بالایی است به‌طور مثال مناطقی که دارای پتانسیل سیل‌خیزی می‌باشند جهت احداث تأسیسات دفن نامناسب هستند. در این مناطق بدلیل بارندگی زیاد و نداشتن زهکشی مناسب محل دفن دچار آبگرفتگی شده و در این صورت امکان ایجاد انتقال آلودگی بالا می‌رود. بارش سالیانه زیاد در محل

منجر به فروشویی و همچنین تغییرات سطح آب زیرزمینی و ایجاد اختلال در کنترل آبهای سطحی و فرونشست محل دفن می‌شود. برخلاف بارندگی هر چه میزان تبخیر بالاتر باشد، شرایط مطلوب‌تری برای دفن پسماندها ایجاد می‌شود.

عموماً تولید گازهای سمی آن‌طور که انتظار می‌رود در دفن پسماندهای خطرناک وجود ندارد اما ممکن است که دفن پسماندهای همراه با آلودگی هوا به‌شکل گرد و غبار باشد و نه صرفاً گازهای سمی. بنابراین باید سرعت و جهت باد در ایستگاه‌های مختلف منطقه در نظر گرفته شود. بنابراین هر روستایی در فاصله ۱ کیلومتری پایین‌تر از محل دفن به‌دلیل فعالیتهای مربوط به دفن می‌تواند در معرض آلودگی باشد. فاصله تا محل‌های دفن بر اساس ایجاد آلودگی نسبت به مناطق پایین دست خود امتیازدهی می‌شوند (Rajagopala, 2003 , IAEA, 2003).

۲-۵-۳- هیدرولوژی – هیدروژئولوژی

در تعیین محل مناسب برای دفن پسماندهای خطرناک، به‌دلیل امکان انتقال و انتشار آلودگی در آبهای سطحی (آبراهه های اصلی و مسیل‌ها) و دیگر منابع آب آشامیدنی (چشمه، چاه، استخر، قنات) باید حریم مناسب رعایت شود و محل دفن نباید در مسیر این منابع قرار گیرد. سطح ایستابی باید تا حد امکان پایین و حداقل یک متر پایین‌تر از سطح زیرین محل دفن زباله باشد. اگر سطح آب زیرزمینی بالا باشد، تأسیسات احتیاج به شمع‌زنی دارد. محل دفن زباله تهدیدی برای آب زیرزمینی در صورت شکستن پوشش کف و نشت می‌باشد، بنابراین باید ساخت تأسیسات محل دفن بر اساس اصولی باشد که در صورت اتفاق این حادثه میزان آلودگی به حداقل ممکن برسد. امتیازدهی در این زمینه بر اساس چگونگی فاصله تا روستای پایین دست که در مسیر جهت آب زیرزمینی قرار دارد انجام می‌شود، هرچه فاصله بیشتر باشد امکان انتقال آلودگی به منطقه مسکونی کمتر و محل دفن مناسب‌تر است. شیب جریان آب زیرزمینی بر شدت جریان آب دخالت دارد. محل دفن باید در جایی باشد که گرادیان جریان آب زیرزمینی تا حد امکان کم و انتقال آلودگی به کمترین میزان و سرعت

صورت گیرد در مناطقی با شیب هیدرولیکی صفر یا نزدیک به صفر مناسب‌ترین مکان‌ها به منظور دفن پسماندهای خطرناک محسوب می‌شوند. کیفیت آب زیرزمینی ممکن است تحت تأثیر نفوذ مستقیم نشت محل دفن پسماند قرار گیرد. اما اگر آب منطقه از لحاظ کیفی و استفاده‌های دیگر نامناسب باشد، آن محل دفن مناسب است (Rajagopala, 2003).

۲-۵-۴- ویژگی‌های اقتصادی / اجتماعی – اقتصادی

الف- کاربری اراضی در حال و آینده

استفاده از اراضی در جهت رفع نیازهای گوناگون است و شامل کاربرد کشاورزی، تفرجگاه، حیات وحش، سکونتگاه‌ها، کارخانه‌ها، شهرک‌های صنعتی، معدن، سد و ... می‌شود. زمین و آب منطقه ممکن است در حال یا در آینده توسط جمعیت ساکن در منطقه یا ارگانیسم‌هایی که در زنجیره غذایی هستند مورد استفاده قرار گیرد. درصورت نزدیک بودن محل دفن به اینگونه از منابع و قرارگیری مواد خطرناک و آلودگی منابع آب و خاک، اثرات سوء زیست محیطی جبران‌ناپذیری در بر خواهد داشت (IAEA,2006). هر چه زمین منطقه‌ای که محل دفن در آن احداث می‌شود از اهمیت اقتصادی پایین‌تر برخوردار بوده و کاربرد خاصی نداشته باشد (زمین‌های بایر و بدون استفاده)، برای احداث محل دفن مناسب‌تر است. پیشنهاد استفاده از سایت توسط دولت محلی بسیار مهم می‌باشد (Rajagopala, 2003).

ب- زیرساختها

دسترسی به جاده، راه آهن، حمل و نقل هوایی و خطوط انتقال نیرو (برق، تلفن) به منظور حمل و نقل پسماندها و تأمین انرژی مورد نیاز در محل دفن از اهمیت زیادی برخوردار است. از لحاظ اقتصادی دسترسی آسان به محل دفن به منظور کاهش هزینه رفت و آمد ماشین‌آلات و از سوی دیگر جنبه زیبا شناختی و سلامت و بهداشت افراد اهمیت دارد، بنابراین فاصله مناسب از جاده باید رعایت

شود (Rajagopala, 2003). مطابق طرح مدیریت زباله‌های کالیفرنیا، انتقال پسماندهای خطرناک می‌توانند، توسط خطوط ریلی، کامیون‌های کوچک و بزرگ، از طریق خطوط هوایی حمل و صورت گیرد. اما در حال حاضر حمل و نقل جاده‌ای بیشترین سهم در انتقال این نوع مواد را دارا می‌باشند (King country regional transportation plan, 2001).

۲-۵-۵- ویژگیهای بیولوژیکی

پوشش گیاهی همبستگی و رابطه‌ای نزدیک با ویژگیهای اراضی و منابع خاک هر منطقه دارد. به دلیل اثرات سوء محل دفن پسماند بر پوشش گیاهی و تخریب مراتع و جنگلها، در نظر گرفتن این پارامتر از اهمیت بالایی برخوردار است. ساختگاه دفن در مرحله احداث و بهره‌برداری به‌دلیل ایجاد سرو صدا، از بین رفتن پوشش گیاهی، انتشار آلودگی، گرد و غبار و ... بر جانوران بومی اثرات سوء می‌گذارد.

۲-۶- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مربوط به دفن پسماندهای خطرناک

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی شامل فرآیند شناسایی در منطقه می‌باشد. در طی این فرآیند، تأثیرات نامطلوب پروژه شناسایی می‌شود و در صورتی که تأثیرات سوء خیلی زیاد باشد، به منظور کاهش اثرات سوء بر خاک، آب، هوا، گیاهان و جانوران، جایگزین مناسبی برای پروژه در نظر گرفته می‌شود. در صورت کم بودن اثرات سوء، با ارائه راهکارهای مناسب در جهت از بین بردن یا کاهش اثرات سوء سایت مورد تأیید قرار می‌گیرد (Rajagopala, 2003).

با توجه به اثرات تخریبی و بعضاً غیرقابل جبران و بسیار پرهزینه بسیاری از پروژه‌های توسعه، برای دستیابی به توسعه پایدار، از سال ۱۳۷۳ ارزیابی زیست‌محیطی به‌عنوان یک ابزار مدیریت محیط زیست در کشور ایران جایگاه قانونی یافته و بر اساس مصوبات شورای عالی حفاظت محیط زیست ایران تعداد پروژه‌های که ملزم به ارزیابی زیست محیطی گردیده‌اند، رو به افزایش است(منوری، ۱۳۸۴).

۲-۶-۱- تعریف ارزیابی اثرات زیست محیطی [1](EIA)

فعالیتی است که به منظور شناسایی و پیش‌بینی اثرات یک پروژه بر روی رفاه و سلامت انسان و همچنین محیط بیولوژیکی او به انجام می‌رسد. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی یک ارزیابی نظام‌مند از شاخصهای زیست‌محیطی است، که عملکردهای آنها می‌تواند بر محیط‌زیست تأثیر داشته باشد.

۲-۶-۲- اهداف ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

- گردآوری اطلاعات موجود در زمینه ویژگی‌های زیست‌محیطی پروژه.
- بررسی و شناخت ویژگی‌های زیست‌محیطی محدوده تحت تأثیر پروژه شامل ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آن.
- پیش‌بینی اثرات ناشی از مراحل مختلف اجرای پروژه.
- پیشگیری از تخریب محیط زیست از طریق کنترل اثرات احتمالی پروژه بر محیط زیست با توجه به رعایت ملاحظات زیست‌محیطی در برنامه‌ریزی اجرای پروژه.
- تصمیم‌گیری در خصوص رد یا قبول پروژه پیشنهادی.
- ارائه روش و راهکارها در خصوص چگونگی سازگاری پروژه با محیط زیست.

۲-۷- روش‌های ارزیابی زیست‌محیطی

بسیاری از روش‌ها برای شناسایی، اندازه‌گیری و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به قضاوت کارشناس وابسته هستند. روشهای EIA از محدوده ساده تا پیچیده گسترش دارند و نیازمند انواع مختلف شکل‌های اطلاعاتی و سطوح متفاوتی از تخصص و پیچیدگی فنی جهت تفسیر آنها می‌باشند. کاربران EIA با مجموعه وسیعی از اطلاعات خام و معمولاً نامرتب و غیر طبقه‌بندی شده روبرو می‌شوند که

[1] - Environmental Impact Assessment

باید در آماده‌سازی یک گزارش EIA، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شوند. بهترین روش‌ها باید دارای قابلیت های زیر باشند (Lohani el al, 1997):

- حجم وسیعی از داده‌ها را سازمان دهند و خلاصه کنند.
- داده‌ها را در قالب کوچکتری با حداقل احتمال از دست رفتن متمرکز کنند.
- داده‌های خام و بر گرفته شده را در یک رابطه مستقیم و مرتبط به یکدیگر به نمایش در آورند.

در زیر به ذکر مشخصات برخی از این روشها پرداخته می‌شود.

الف- روش Ad Hoc

روش Ad Hoc دارای ساختار بسیار ساده‌ای است و در تحلیل نظام‌مند توانایی دارد. یک نمونه خوب از روش Ad Hoc استفاده از متخصصان در یک زمان کوتاه، برای انجام ارزیابی زیست‌محیطی و نتیجه‌گیری هر متخصص بر اساس مشاهدات، تجربه و آموزش می‌باشد که به صورت یک گزارش ارائه می‌شود. گاهی اوقات این تنها رویکرد ممکن و مورنیاز است. در موارد دیگر زمانی‌که روش علمی در دسترس است نباید فقط بر این روش تکیه کرد (Lohani et al., 1997).

ب- چک لیست‌ها

لیست‌های جامعی از اثرات زیست‌محیطی و عوامل نشان‌دهنده اثر می‌باشند که جهت به تفکر واداشتن عمیقتر تحلیل‌گر در مورد پیام‌های اجتماعی عمل پیشنهادی، طراحی شده‌اند. از مزیت‌های آن می‌توان به ارتقای سطح فکر افراد نسبت به مجموعه‌ای از اثرات در قالب یک مسیر نظام‌مند و نیز استفاده بسیار آسان اشاره کرد و از معایب آن می‌توان به عدم احتساب بعضی پارامترها در لیست نام برد. همچنین لیست‌ها اغلب بسیار کلی هستند و ممکن است نیاز به چک‌لیست تخصصی باشد. لیست‌ها اغلب بر اساس عقاید شخصی قضاوت شده و به‌صورت کیفی می‌باشند. کارشناسان مختلف ممکن است به نتایج متفاوتی برسند، در حالیکه از یک لیست مشابه استفاده می‌کنند. لیستها از یک

سیستم زیست‌محیطی صحیح و اصولی پیروی نمی‌کنند. از اینرو درک کامل و جامع و مفهومی از اثرات بدست نمی‌دهد (Lohani et al., 1997). در جدول ۲-۶ خلاصه‌ای از انواع چک لیست ارائه شده است.

جدول ۲-۶- انواع چک‌لیست در ارزیابی زیست محیطی (منوری، ۱۳۷۴)

ردیف	انواع چک لیست	توضیحات
۱	چک لیست ساده	برحسب نوع و اهمیت، اثرات در رابطه با عوامل محیطی بین ۱ تا ۱۰ (مثبت و منفی) در یک جدول طبقه بندی می‌شوند.
۲	چک لیست مقیاسی	این روش دارای اطلاعات پایه برای سنجش و تشریح نمرات پارامترها است و شباهت زیادی به چک‌لیست تشریحی دارد.
۳	چک لیست تشریحی	در این چک‌لیست، فهرست کاملی از اثرات تمام فعالیت‌های یک پروژه بر پارامترهای محیط زیست ارائه می‌شود..
۴	چک‌لیست پرسشنامه‌ای	این روش براساس پاسخ ارزیاب به نحوه اثرگذاری فعالیت‌های یک پروژه بر محیط زیست طراحی می‌شود.
۵	چک‌لیست مقیاسی- وزنی	به‌عنوان یکی از اولین نمونه‌ها، قادر به ایجاد سهولت برای تصمیم گیری است. غیر از قابلیت آن برای شناسایی اثر، کارکردهایی مانند محاسبه اثر و ارائه تفسیر و ارزیابی را نیز دارد.
۶	چک‌لیست تئوری مطلوبیت چند گزینه‌ای	این روش مشابهت زیادی با چک‌لیست مقیاسی– وزنی دارد، اما واحدهای اثرات زیست‌محیطی بنام اندیس کیفیت زیست‌محیطی نامیده می‌شوند.
۷	چک لیست اورگون	ماهیت اثر را با درجه‌بندی اثرات در بلندمدت، مستقیم و غیره نشان می‌دهد. لیکن به‌دلیل آنکه فاقد تشریح اثرات می‌باشد، دارای معایبی مانند عدم بکارگیری آن در تصمیم‌گیری است.

ج- ماتریس‌ها

ماتریس‌ها در حقیقت چک‌لیست‌های دو بعدی هستند. فعالیتهای پروژه روی یک محور و فاکتورهای زیست محیطی متأثر آن بر روی محور دیگر قرار می‌گیرند. این ابزار در جهت شناسایی روابط رده اول علت و معلولی، بین فعالیتهای خاص و اثرات، مفید بوده و کمکی عینی در جهت مطالعات بیشتر فراهم می‌کند. معایب آن مشابه موارد ذکر شده در چک‌لیست‌ها می‌باشد (Lohani e al, 1997). ماتریس‌ها اصولا در شناسایی اثرات قابلیت زیادی دارند و بر عکس چک‌لیست‌ها قادر به نشان دادن

اثرات و ارتباط رده‌های بالای اثرات می‌باشند. همچنین مقداری از پویایی ماهیت اثرات نیز می‌توانند در این روش معرفی گردند (منوری، ۱۳۸۴). در این تحقیق پس از مرحله مکان‌یابی از ماتریس لئوپولد جهت ارزیابی زیست محیطی پهنه‌های منتخب بهره گرفته شده است. خلاصه ای از انواع ماتریس‌ها در جدول ۲-۷ تشریح شده است.

د- شبکه‌ها

شبکه‌ها شامل ریزسیستم‌ها یا مسیرهایی می‌شوند که در آن‌ها می‌توان اثرات زیست‌محیطی را پیگیری کرد. این سیستمها در جهت درک مستقیم و غیرمستقیم اثرات بوجود آمده‌اند و نیازمند مسیرهای ارتباطی به یکدیگر می‌باشند (Rajagopala, 2003). ابداع و توسعه نمودار شبکه معمولاً بر پایه تجربه با پروژه های مشابه است. از معایب آن می‌توان به وابسته بودن شبکه به دانش طراح شبکه اشاره کرد. همچنین برخی تأثیرات ممکن است در این میان از بین بروند (Lohani et al., 1997).

ه- انطباق

روشهای انطباقی شامل سیستم‌های ترسیمی برای نمایش اطلاعات بوده و به‌صورت سری‌هایی از نمایه‌های منحصر به فرد هستند که اطلاعات خاصی را به‌شکل مجزا (پایگاه داده‌ها) فراهم می‌کنند. به‌طور کلی اساس کار طراحی جداول بر پایه اثرات بالقوه موجود و نیز اثراتی است که ممکن است در آینده بوجود آید (Lohani et al., 1997).

۲-۸- معرفی مدل‌ها و روش تحلیل داده‌ها

پس از شناسایی پارامترهای مؤثر در منطقه، به منظور پهنه‌بندی و شناسایی مناسبترین مکان دفن پسماندهای خطرناک می‌توان از روشهای متفاوتی استفاده کرد. در انتخاب روش باید حداکثر دقت لازم را بکار برد. در ادامه برخی از متداولترین این روش‌ها ارائه شده است.

جدول ۲-۷- انواع ماتریس در ارزیابی زیست‌محیطی (منوری، ۱۳۸۴ و حافظی‌مقدس، ۱۳۸۶، Lohani et al., 1997).

ردیف	انواع ماتریس	توضیحات
۱	ماتریس ساده	این ماتریس، رده تحت اثرات را آشکار می‌کند و اثرات متقابل بالای آنها را مشخص نمی‌نماید. ماتریس متقابل ساده این نقص را ندارد اما معمولاً برای موارد اکولوژیکی کاربرد دارد.
۲	ماتریس گام به گام	گروه‌بندی بر اساس فعالیت‌های پروژه و نیز پارامترهای محیط زیست انجام می‌گیرد. در محور افقی، فعالیتها و در محور عمودی پارامترهای محیطی نشان داده می‌شوند. این ماتریس از ماتریس ساده پیشرفته‌تر است، فعالیتهای مختلف یک پروژه را در رابطه با منابع و یا پارامترهای محیط زیست نشان می‌دهد.
۳	ماتریس مور	این روش وجود اثرات مستقیم و غیر مستقیم را بر منافع انسانی و اثرات متقابل فعالیتهای مختلف و اثرات اول و دوم را در چهار گروه قابل اغماض، کم، متوسط و شدید نشان می‌دهد.
۴	ماتریس سه بعدی	این روش اثرات فعالیتهای یک پروژه را در دو طبقه بندی نشان می‌دهد. طبقه‌بندی ها شامل پارامترهای اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی و زیست‌محیطی می‌باشند.
۵	ماتریس لئوپولد	لئوپولد و همکاران (۱۹۷۱) روشی را برای تحلیل اثرات به نام ماتریس اثرات متقابل معرفی نموده‌اند. ماتریس لئوپولد شناخته‌شده‌ترین و معروفترین نوع ماتریس است. این ماتریس شامل ماتریس فعالیت پروژه- فاکتور زیست محیطی می‌باشد که از مقادیر شدت اثرات و دامنه اثرات در امتیازدهی به هر کدام از فاکتورهای تأثیر استفاده می‌کند. هر سلول ماتریس دو مقدار ارزش را نشان می‌دهد، یکی در بیان کمیتی بزرگی اثر (شدت اثر) در بالای کسر و دیگری مقدار اهمیت ارزش سلول (دامنه اثرات) در پایین کسر که مقادیر آنها بین ۱۰- تا ۱۰+ (مضر تا سودمند) متغییر است. ماتریس ها تنها اثرات مستقیم را معرفی می‌کنند، شدیداً بر مسائل بیوفیزیکی تأکید دارند و مسائلی همچون زمان‌بندی یا طول دوره تأثیر در آنها ذکر نمی‌شود.
۶	ماتریس پترسون	در این روش، هرکدام از اثرات منفرد بر اساس مقیاس تعریف شده توسط متخصصین ارزیابی می‌شود. اثرات در هر طبقه بطور جداگانه معرفی می‌گردند.
۷	ماتریس‌های دستیابی به اهداف	ماتریس زمانی: این ماتریس وقوع پیامدها را بر اساس زمان پیش‌بینی می‌کند. شدت اثر بر مبنای اعداد صفر (بدون اثر) تا ۴ (بیشترین اثر) در یک زمانبندی ۷ ساله مشخص می‌شود.
		ماتریس اندازه اثر: این روش بر اساس شناسایی اثرات و تشریح آنها بر مبنای اندازه، اهمیت و یا چهارچوب زمانی است.
		ماتریس وزنی: این روش برای رفع مشکلات بسیاری از ماتریس‌های قبل طراحی شده است. در این روش اهمیت اثرات بر اجزای محیط وزن‌دهی می‌شود. همچنین این روش برای ارزیابی پیچیده است.

۲-۸-۱- روش وزن دهی افزایشی ساده

روش وزن‌دهی افزایشی ساده[1](SAW)، ساده‌ترین روش تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. این روش در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون ارائه شده است. این روش بر مبنای میانگین وزنی می‌باشد. تصمیم گیرنده براساس اهمیت نسبی هر صفت، وزن و امتیازی مناسب را به آن اختصاص می دهد. سپس امتیاز کلی به هر گزینه از طریق ضرب وزن تخصیص یافته برای هر صفت در امتیاز آن به‌دست می آید (حیدرزاده، ۱۳۷۹). برای محاسبه امتیاز کلی از رابطه (۲-۱) استفاده می گردد (عطایی، ۱۳۸۹).

رابطه ۲-۱ $$A^* = \{A_i | \max \sum_{j=1}^{m} wi \ r_{ij} \}$$

در این معادله A* امتیاز کلی محاسبه شده برای هر صفت و r_{ij} امتیاز گزینه iام با توجه به صفت jام و وزن w_i یک وزن نرمال شده است. روش SAW شامل مراحل زیر می‌باشد:

- تعریف مجموعه معیارهای ارزیابی (لایه‌های نقشه) و مجموعه گزینه های ممکن.
- استاندارد نمودن هر لایه نقشه معیار.
- تعریف وزن‌های هر معیار (شامل وزن و اهمیت نسبی هر یک از نقشه‌های عامل).
- ساختن لایه، نقشه‌های استاندارد شده دارای وزن (ضرب نمودن لایه‌های نقشه استاندارد شده در وزن‌های متناظر).
- تعیین امتیاز نهایی هر گزینه با استفاده از عملیات روی هم‌گذاری (جمع) برای لایه‌های نقشه استاندارد شده دارای وزن.
- مرتب نمودن گزینه ها مطابق با امتیاز ارجحیت کلی،گزینه دارای امتیاز بیشتر مناسبتر می باشد.

[1]- Simple additive weighting

در این شیوه از آنجا که وزن ها و امتیازهایی که به صفات تعلق می‌گیرند، نسبی بوده و بنا به نظر متخصص داده می‌شوند، پایه نظری ضعیفی جهت پشتیبانی پیدا می‌کند. اما چون به لحاظ کاربردی ساده و قابل درک می باشد به صورت گسترده به کار گرفته شده است.

۲-۸-۲- روش رتبه‌ای

در این روش متغیرهای مؤثر در مکان یابی به ترتیب اهمیت مرتب می‌شوند و وزن مناسب به آنها اختصاص داده می‌شود. در روش رتبه‌بندی مستقیم معمولا، مهمترین عامل را با عدد ۱ نشان داده و سایر متغیرها در رتبه‌های بعدی، بسته به اهمیت قرار می‌گیرند. در روش رتبه‌بندی معکوس، عکس رتبه‌بندی مستقیم بوده و در آن متغیری که کمترین اهمیت را دارد دارای رتبه ۱بوده و بیشترین رتبه متعلق به مهمترین متغیر می باشد (نیکنامی، ۱۳۸۸).

۲-۸-۳- مدل منطق فازی

استدلال با مجموعه‌های فازی، منطق فازی نامیده می‌شود. منطق فازی در حل مسائلی که درک آنها مشکل است، ابزاری توانمند به‌شمار می‌رود. در منطق فازی به‌جای دو ارزشی بودن، طیفی از ارزش‌ها در بازه‌ی بسته‌ای از صفر و یک وجود خواهد داشت (عطایی، ۱۳۸۹). در این مدل هیچ عضوی مناسب مطلق و نامناسب مطلق در نظر گرفته نمی شود (نیکنامی، ۱۳۸۸).

۲-۸-۴- روش تسلط تقریبی

در این روش از مفهوم تسلط به‌صورت ضمنی استفاده می‌شود. گزینه‌ها به‌صورت زوجی با یکدیگر مقایسه می‌شوند و گزینه‌های مسلط و ضعیف شناسایی شده و سپس گزینه‌های ضعیف و مغلوب حذف می‌شوند. روش تسلط تقریبی به‌طور گسترده‌ای در مدیریت زباله‌های جامد و محیط زیست کاربرد دارد (عطایی، ۱۳۸۹).

۲-۸-۵- روش شباهت به گزینه ایده‌آل[1]

در این روش گزینه‌ها بر اساس شباهت به حل ایده‌آل رتبه‌بندی می‌شوند، به‌طوری که هر چه یک گزینه شبیه‌تر به حل ایده‌آل باشد، رتبه بیشتری دارد. این روش از پشتوانه ریاضی قوی برخوردار است. یکی از کاربردهای این روش در مدیریت زباله‌های جامد می‌باشد. مراحل روش شباهت به حل ایده‌آل به شکل زیر است (عطایی،۱۳۸۹).

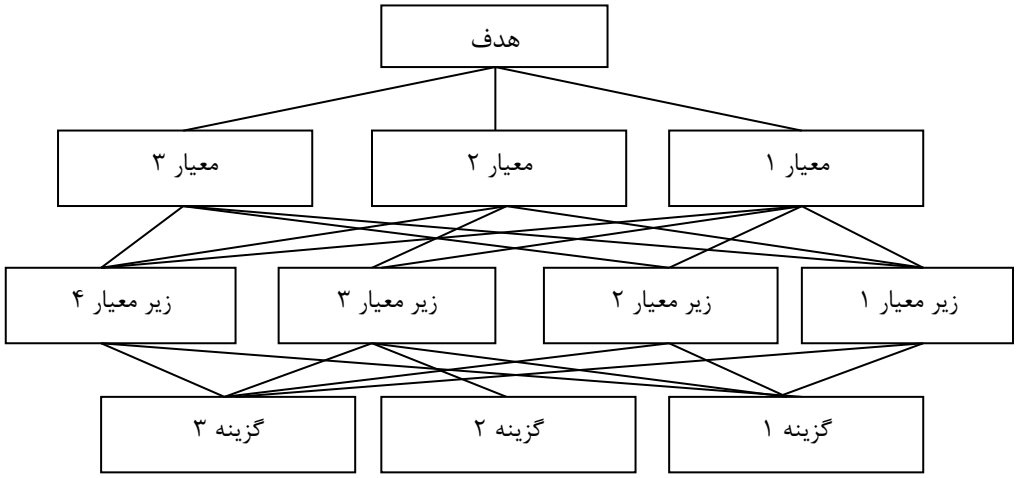
- تشکیل ماتریس تصمیم
- بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم
- تعیین بردار وزن معیارها
- تعیین ماتریس بی‌مقیاس شده وزن‌دار
- یافتن حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل
- محاسبه فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل
- محاسبه شاخص شباهت

۲-۸-۶-روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش AHP که در این تحقیق نیز از آن بهره گرفته شده است، یکی از ابزارهای قدرتمند تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که در سال ۱۹۸۰ توسط محققی به‌نام توماس ساعتی ارائه شد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، یکی از جامع‌ترین فرآیندهای طراحی شده برای تصمیم‌گیری‌های معیارهای چند متغیره است، زیرا با این روش امکان فرموله کردن مسأله به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌شود. در این روش گزینه‌های مختلفی در تصمیم گیری دخالت دارند و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها وجود دارد. از مزایای ممتاز این روش تصمیم‌گیری چند معیاره، تعیین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم می‌باشد. در این روش مسأله تصمیم گیری به سطوح مختلف هدف، معیارها، زیر

[1] -Topsis

معیارها و گزینه ها تقسیم می‌شود، تا تصمیم گیرنده بتواند به راحتی در کوچکترین تصمیم گیری دقت کند. برای ساختن مدل تصمیم‌گیری در بالاترین سطح، هدف و در سطح یا سطوح میانی، معیارها و در سطح پایین، گزینه‌های ممکن گذاشته می‌شوند. هدف، پرسش اصلی تحقیق یا مشکلی که قرار است حل شود، هدف گفته می‌شود و بالاترین سطح نمودار سلسله مراتبی است. به ملاک‌های متضمن هدف و سازنده آن، معیار گفته می‌شود. معیارها در واقع سنگ محک هدف یا وسیله اندازه‌گیری آن می‌باشند. یکی از مهمترین کاربردهای این روش در مسائل مربوط به تخصیص و مکان‌یابی و مدیریت پسماندهای خطرناک می‌باشد. در شکل ۲-۲ ساختمان سلسله مراتبی با وجود زیر معیارها نشان داده شده است (عطایی، ۱۳۸۹).



شکل۲-۲- ساختمان سلسله مراتبی با وجود سه معیار و چهار زیر معیار

فرآیند سلسله مراتبی شامل چهار مرحله اصلی می‌باشد:

الف- ساختن نمودار سلسله مراتبی

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ساختن نمودار سلسله مراتبی مسئله است که معمولا در آن هدف، معیارها و گزینه ها نشان داده می‌شوند (عطایی، ۱۳۸۹).

سلسله مراتبی‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- سلسله مراتبی ساختاری
- سلسله مراتبی وظیفه‌ای

ب- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی

در این مرحله، عناصر هر سطح نسبت به سایر عناصر مربوط خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس‌های مقایسه زوجی تشکیل می‌شوند. تخصیص امتیازات عددی مربوط به مقایسه زوجی اهمیت دو گزینه یا دو شاخص، بر اساس جدول ۲-۸ صورت می‌گیرد (عطایی، ۱۳۸۹).

جدول ۲-۸- طبقه‌بندی کمی و کیفی برای مقایسه زوجی معیارها (Saaty, 1980)

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

ج- محاسبه وزن عناصر در روش سلسله مراتبی زوجی

در روش سلسله مراتبی زوجی، عناصر هر سطح نسبت به هر یک از عناصر سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌شود. این وزن‌ها را وزن نسبی می‌گویند. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه تعیین می‌شود. وزن معیارها، منعکس کننده اهمیت آنها در تعیین هدف می‌باشد. لذا وزن نهایی هر گزینه از مجموع حاصلضرب وزن هر معیار در وزن گزینه از آن معیار بدست می‌آید. پس از تعیین ماتریس زوجی، وزن نسبی عناصر محاسبه می‌شود. روش‌های مختلفی برای محاسبه وزن نسبی بر اساس ماتریس مقایسه زوجی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها،

روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه و روش تقریبی می‌باشند. از بین این روش‌ها، روش بردار ویژه دقیق تر می‌باشد (عطایی، ۱۳۸۹).

محاسبه وزن نهایی: وزن نهایی در یک فرآیند سلسله مراتبی از مجموع حاصلضرب وزن هر معیار در امتیاز گزینه مورد نظر بدست می‌آید. مجموع امتیازات برای هر گزینه از رابطه زیر بدست می‌آید (عطایی، ۱۳۸۹):

$$A_{AHP_{Score}} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}.w_j \qquad i = 1,2,...,m$$

رابطه ۲-۲

که در آن a_{ij} بیانگر اهمیت نسبی گزینه i به ازای معیار C_j و W_i نشانگر اهمیت معیار C_j می باشد. هم چنین لازم است که مقادیر گزینه‌ها و وزن معیارها با استفاده از روابط زیر نرمال شوند (عطایی، ۱۳۸۹).

$$\sum_{i=1}^{m} a_{ij} = 1 \qquad j = 1,2,...,n$$

رابطه۲-۳

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

رابطه۲-۴

د- محاسبه نرخ ناسازگاری

یکی از مزایای فرآیند AHP کنترل سازگاری است. به عبارت دیگر همواره در فرآیند سسله مراتبی می‌توان میزان سازگاری تصمیم را محاسبه کرد و نسبت به خوب و بد بودن و یا قابل قبول یا مردود بودن آن قضاوت کرد (عطایی، ۱۳۸۹).

محاسبه نرخ ناسازگاری سلسله مراتبی به شکل زیر انجام می‌گیرد:

- تشکیل سلسله مراتبی و ماتریس‌های مقایسه زوجی مربوطه
- محاسبه شاخص ناسازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی مربوطه

- محاسبه شاخص ناسازگاری تصادفی ماتریس‌های مقایسه زوجی مربوطه
- ضرب شاخص ناسازگاری هر ماتریس در وزن عنصری که در مقایسه با آن ساخته شده است و محاسبه حاصل‌جمع آنها $(\overline{I.I})$
- ضرب شاخص ناسازگاری تصادفی هر ماتریس در وزن عنصری که در مقایسه با آن ساخته شده است و محاسبه حاصل‌جمع آنها $(\overline{R.I.I})$
- محاسبه نرخ ناسازگاری سلسله مراتبی از رابطه زیر

رابطه ۲-۵ $$I.R = \frac{\overline{I.I}}{\overline{R.I.I}}$$

در حالت کلی می‌توان گفت که میزان قابل قبول ناسازگاری یک سیستم بستگی به تصمیم‌گیرنده دارد. اما ساعتی عدد ۰/۱ را به‌عنوان حد قابل قبول ارائه می‌کند و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد، بهتر است در قضاوت‌ها تجدید نظر شود (Saaty, 2001).

۲-۹- مروری بر مطالعات پیشین

مطالعات اخیر در زمینه مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک بیشتر بر پایه استفاده از سیستم GIS می‌باشند. قابلیت بسیار وسیع این سیستم در مدیریت اطلاعات مکانی و ایجاد بستری مناسب برای تصمیم گیری باعث شده که در عملیاتی نظیر مکان‌یابی محل دفن، توجه بسیاری را به خود جلب کند (سرتاج و همکاران، ۱۳۸۶). در این بخش به برخی از این مطالعات به‌طور مختصر اشاره می‌شود.

در تحقیقی با عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک مطالعه موردی در ناحیه گپ (GAP) ترکیه با بهره گیری از لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، توپوگرافی، هواشناسی، کاربری اراضی، لرزه خیزی، بافت خاک، فرسایش‌پذیری و با استفاده از نرم افزار GIS و همپوشانی لایه‌ها به پهنه‌بندی منطقه به ۵ ناحیه از بسیار نامناسب تا بسیار مناسب اقدام نموده‌اند. در نهایت با مقایسه مکانهای

بسیار مناسب تعیین شده با در نظر گرفتن معیارهای از پیش تعیین شده، مستعدترین مکان از بین سایتهای منتخب تعیین شده است Yesilnaca et al., 2005).

در راستای اجرای قانون فدرال آمریکا در مورد مکان‌یابی محل دفن پسماندهای پرتوزا، تحقیقی در نیویورک تحت عنوان مطالعه موردی مکان‌یابی محل تأسیسات دفن پسماندهای پرتوزا سطح پایین انجام شده است. این تحقیق با استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS در میسوس ایالت نیویورک، با بکارگیری پارامترهای مردود و مناسب در طی سه مرحله، شامل ارزیابی مناسب یا غیر مناسب بودن مکانها در مقیاس وسیع انجام شده و در نهایت منطقه منتخب و دارای پتانسیل دفن نهایی تعیین گردیده است (Monmonier, 1992).

باساک (Basak, 2005) در تحقیقی با استفاده از دو روش وزن دهی افزایشی ساده و فرایند سلسله مراتبی تحلیلی برای مکان‌یابی محل دفن پسماندها بهره گرفته است. در این تحقیق ۱۶ لایه اطلاعاتی شامل توپوگرافی، مراکز جمعیتی، جادهها، راه‌آهن، فرودگاه، اراضی مرطوب، خطوط انتقال نیرو، شیب، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، دشتهای سیلابی، آبخوان‌ها و آبهای سطحی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی، لایه های اطلاعاتی به‌صورت فایل‌های رقومی تبدیل شده و سپس با وزن‌دهی و امتیازبندی مناسب و روی هم اندازی لایه‌های اطلاعاتی، مکان مناسب جهت دفن پسماندها معرفی شده است.

در تحقیق دیگری با عنوان بهینه‌سازی مکان‌یابی محل دفن از طریق کاربرد GIS معیارهای لازم جهت تعیین محل دفن معرفی و به سه گروه پارامترهای محیطی، فرهنگی-اجتماعی و اقتصادی– مهندسی تقسیم شده و زیر معیارهای مربوط به هر کدام از پارامترهای اصلی در جهت دستیابی به این هدف بیان شده‌اند (Sadek, 2001).

توسط ترکمان بررسی زمین شناسی مهندسی مکان دفن پسماندها در دیاربکر ترکیه صورت گرفت و در این تحقیق آنها به بررسی خصوصیات زمین‌شناسی، هیدرولوژی و ژئوتکنیکی منطقه جهت احداث محل دفن پرداختند و با حفر ۶ گمانه و گرفتن ۱۴ نمونه خصوصیات مهندسی محل دفن مورد بررسی

قرار داده و در نهایت منطقه مناسب جهت احداث محل دفن پسماندهای جامد تعیین گردیده است (Turkman et al., 2004).

پارامترهای کلیدی و مهم در مکان یابی و ارزیابی زیست‌محیطی پهنه مناسب برای دفن پسماندهای خطرناک در مطالعه‌ای توسط(به سه دسته تقسیم شده است. این سه گروه مشتمل بر گروه یک، پارامترهای عمومی (جهت باد، درصد شیب، اقتصاد حمل و نقل و...)، گروه دوم، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، زمین شناسی و تکتونیک منطقه و گروه سوم، ویژگیهای اقتصادی، اجتماعی- بوم‌شناسی است. در هر گروه پارامترهای مربوط به آن بیان و با توجه به خصوصیت پسماندهای خطرناک به پنج کلاس طبقه‌بندی شده است (Rajagolpal, 2003).

در مطالعه‌ای توسط سازمان انرژی اتمی (IAEA)، با عنوان ارزیابی محل دفن پسماندهای هسته‌ای، به صورت جامع، اختصاصاتی از محل دفن که ممکن است تحت تأثیر تأسیسات احداث شده، فرآیند دفن و پسماندهای هسته‌ای قرار گیرد بیان شده است. همچنین عوامل محیطی و انسانی، مانند سیلاب، زلزله، آتشفشان، عوامل تکتونیکی، سقوط هواپیما و... که بر تأسیسات اثر می‌گذارند و منجر به افزایش اثرات سوء زیست محیطی خواهند شد به طور کامل تشریح شده است (IAEA, 2003).

در گزارشی با عنوان مخازن دفن پسماندهای رادیواکتیو در نزدیک سطح زمین، به بررسی مکان دفن در ترانشه‌هایی در سطح زمین (به فاصله چند متر) پرداخته شده است.این مخازن، مکان‌هایی را شامل می‌شوند، که مورد استفاده مجدد قرار نگیرند. پسماندهای پرتوزا کوتاه عمر، یا طولانی عمر با پرتوزایی کم را می‌توان در این مخازن دفن نمود. در این مطالعه به ارزیابی مخازن دفن سطحی پسماندهای پرتوزا در طی سه مرحله، قبل ، همزمان با دفن و پس از بستهه شدن محل دفن تأکید شده است. معیارهایی که برای ارزیابی باید در نظر گرفته شود مشتمل بر زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی، سیل خیزی در منطقه، زمین ساخت، آب و هوای و تأثیر فعالیت‌های انسان می‌باشد(IAEA, 1999).

در ایران نیز تحقیقات بسیار زیادی در زمینه مکان‌یابی پسماندهای خطرناک صورت گرفته است از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد.

در مطالعه‌ای تحت عنوان تصمیم گیری چند معیاره بر پایه GIS در استان کردستان، غرب ایران، به تعیین مناسب‌ترین مکان جهت دفن پسماندهای خطرناک در استان پرداخته است. در این تحقیق با توجه به هدف تحقیق و اختصاصات منطقه از لایه‌های اطلاعاتی شامل سفره‌های آب زیرزمینی منطقه، گسل، کارست، شیب، کاربری اراضی، آبهای سطحی، چاه، قنات و چشمه‌های منطقه با استفاده از روش وزن دهی ساده برای تلفیق لایه‌ها بهره جسته و در نهایت با حذف مناطق ممنوعه و ارزیابی مناطق منتخب جهت احداث، محل دفن مناسب را شناسایی کرده‌اند (Sharifi, et al., 2009).

در تحقیقی تحت عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک با استفاده از GIS و تحلیل های چند متغیره در استان زنجان، تعیین اهمیت نسبی پارامترها، بر اساس روش بردار ویژه یا AHP انجام شده است. پارامترهایی که در این تحقیق با توجه به اختصاصات منطقه در نظر گرفته شده است مشتمل بر هیدرولوژی و هیدروژئولوژی (آبهای سطحی و زیر زمینی، نفوذپدیری)، زمین شناسی زیست محیطی (مناطق حفاظت شده، پوشش گیاهی، فرسایش پذیری)، فنی (شیب، راه‌آهن، راه اصلی)، اقلیم (تبخیر، بارش)، اجتماعی (شهرک‌های صنعتی، روستاها، شهر) می‌باشد. برای به دست آوردن امتیاز نهایی نیز وزن دهی ساده انجام شده است. درنهایت نتایج نشان می‌دهند عمده مساحت استان در رده نسبتاً نامناسب و نسبتاً مناسب قرار می‌گیرد (برومندی و همکاران، ۱۳۸۷).

سرتاج در تحقیقی با عنوان کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی محل‌های دفن پسماندهای ویژه، پارامترهای مؤثر شامل مناطق حفاظت شده، زمین‌شناسی و لرزه‌خیزی، توپوگرافی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، کاربری اراضی و هواشناسی را مورد استفاده قرار داده است. در ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مور نیاز را با جمع‌آوری اطلاعات لازم، آماده سازی حریم‌های الزامی در منطقه در سه کلاس خوب، متوسط و ضعیف برای تک تک مناطق ممنوعه موجود در منطقه تهیه کرده است. وی با در نظر گرفتن ضریب اهمیت بین ۱ تا ۳ برای هر کدام از پارامترها، و در نهایت با بکارگیری نرم‌افزار GIS، رویهم گذاری و ادغام لایه‌های اطلاعاتی را انجام داده است و در نتیجه اشتراک گیری، مناسب‌ترین محدوده‌ها برای اجرای مرکز دفن پسماندهای ویژه را ارائه کرده است (سرتاج، ۱۳۸۶).

در تحقیقی تحت عنوان "مکان‌یابی دفن پسماندهای ویژه در استان خراسان رضوی" ابتدا مناطق ممنوعه از نقشه استان حذف شدند. سپس مناطق باقیمانده طی دو مرحله امتیازدهی شدند و نهایتاً محدوده‌های مستعد شناسایی شدند. مرحله اول مطالعات پهنه‌بندی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ با استفاده از ۶ لایه زمین‌شناسی، ریخت‌شناسی، پوشش گیاهی، شیب، بارش، تبخیر و مرحله دوم مطالعات با حساسیت و دقت بیشتر در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و بر اساس پارامترهای زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، شیب، قابلیت اراضی، کیفیت آب زیرزمینی، پروفیل خاک، عمق آب، دسترسی به مناطق قرضه و زهکشی سطحی انجام شده است (Hafezi et al., 2011).

در تحقیقی توسط شیخی (۱۳۸۶) با بهره گیری از پارامترهایی نظیر زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، توپوگرافی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، هواشناسی، راههای دسترسی، مناطق مسکونی و پوشش گیاهی که نقش مؤثری در محل دفن پسماندها ایفا می‌کنند، مناسب ترین محل جهت دفن پسماندهای خطرناک در استان قم شناسایی شد. در این مطالعه از روش وزن‌دهی ساده استفاده شده و انجام مطالعات در طی ۳ مرحله پهنه‌بندی منطقه، بازدید صحرایی و گزینش نهایی صورت گرفته است.

شایانفر (Shayanfar et al., 2009) در بخشی از مطالعات به بررسی معیارهای انتخاب محل دفن پسماندهای هسته‌ای سطح بالا پرداخته است. در این تحقیق معیارهای مؤثر، معیارهای فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی، اکولوژیکی و کاربری اراضی معرفی شده‌اند. در این مطالعه معیار اقتصادی در مقایسه با معیارهای دیگر دارای ارزش کمتر و بیشترین تمرکز بر روی معیارهای زیست‌محیطی در مرحله انتخاب محل دفن پسماند است.

در طی تحقیقی با عنوان ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح توسعه محل‌های دفن پسماند، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح توسعه مکان دفن پسماند برمشور شیراز پس از بررسی ویژگیهای فنی پروژه انجام شد. در این تحقیق پس از بررسی نتایج حاصل از تکمیل ماتریس ارزیابی در دو مرحله ساخت و

بهره‌برداری مشاهده گردید که پروژه فاقد اثرات منفی با شدت تخریب زیاد و بسیار زیاد می‌باشد و اجرای پروژه با اعمال طرح‌های بهسازی مورد تأیید است (طاهری، ۱۳۸۸).

فتحی (۱۳۸۶)، با توجه به رشد صنعت و تلاش برای کاهش اثرات سوء بر محیط زیست به بررسی معیارهای لازم و اصول مربوط به تعیین معیارها پرداخته است. در این مطالعه که با نام معیارهای مکان‌یابی زیست محیطی محل‌های دفن پسماند خطرناک عنوان شده است، با روش‌های خاصی نسبت به امتیازدهی گزینه‌های فرضی اقدام، و پس از درجه‌بندی گزینه‌ها در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی، محل‌های دفن اولویت‌دار انتخاب می‌شوند.

فصل سوم

اختصاصات منطقه مطالعاتی

۳-۱- زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

یکی از پارامترهای مهم در مبحث مکانیابی محل دفن پسماندها، که شناخت اختصاصات مربوط به آن می‌تواند در کاهش اثرات سوء زیست محیطی مربوط به پروژه‌های احداثی اهمیت بسزایی داشته باشد، زمین‌شناسی محل دفن می باشد. زمین شناسی به دلیل در برداشتن اختصاصات و پارامترهای متعدد مانند جنس سنگ بستر، نفوذپذیری، ساختارهای زمین‌شناسی (از قبیل گسلها، چین‌خوردگیها، درز و شکافها و ...)، خطرات مربوط به لرزه‌خیزی، روانگرائی و لغزش دارای اهمیت ویژه‌ای می باشد. محدوده مورد مطالعه نیز به دلیل دارا بودن اختصاصات زمین شناسی خاص و تأثیرگذار در امر محل دفن پسماندها و اثرات زیست محیطی مربوط به آنها مورد بررسی قرار گرفته است، که در ادامه به شرح کلی آن پرداخته شده است.

۳-۱-۱- موقعیت منطقه در تقسیم‌بندی زون‌های ساختاری ایران

گستره مورد مطالعه از نظر تقسیم‌بندیهای رسوبی-ساختاری ایران (آقانباتی،۱۳۸۵) در زون ایران مرکزی، قرار دارد. زون ایران مرکزی به شکل مثلثی است که از شرق به بلوک لوت، از شمال به رشته کوههای البرز و از جنوب به منطقه سنندج- سیرجان محدود می‌شود. این زون در تمام دوران پالئوزوئیک یک حالت سکومانند در آن حکمفرما بوده است. کویر بزرگ و فرورفتگی ایران مرکزی احتمالاً حوضه وسیع کم عمقی را تشکیل می‌داده است. در دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک، ایران مرکزی از نظر زمین‌ساختی منطقه پرتحرکی بوده است، چنانچه علاوه بر چندین دگرشیبی کاملاً مشخص، فعالیت ماگمایی به صورت سنگهای آتشفشانی و توده های گرانیتی نفوذی نیز در آن دیده می‌شوند. در دوره کواترنری علاوه بر گسلهای فعال جوان، فعالیتهای آتشفشانی با ترکیب بازالتی خاص این دوره نیز در چند محل مشاهده شده است (خسروتهرانی، ۱۳۸۲).

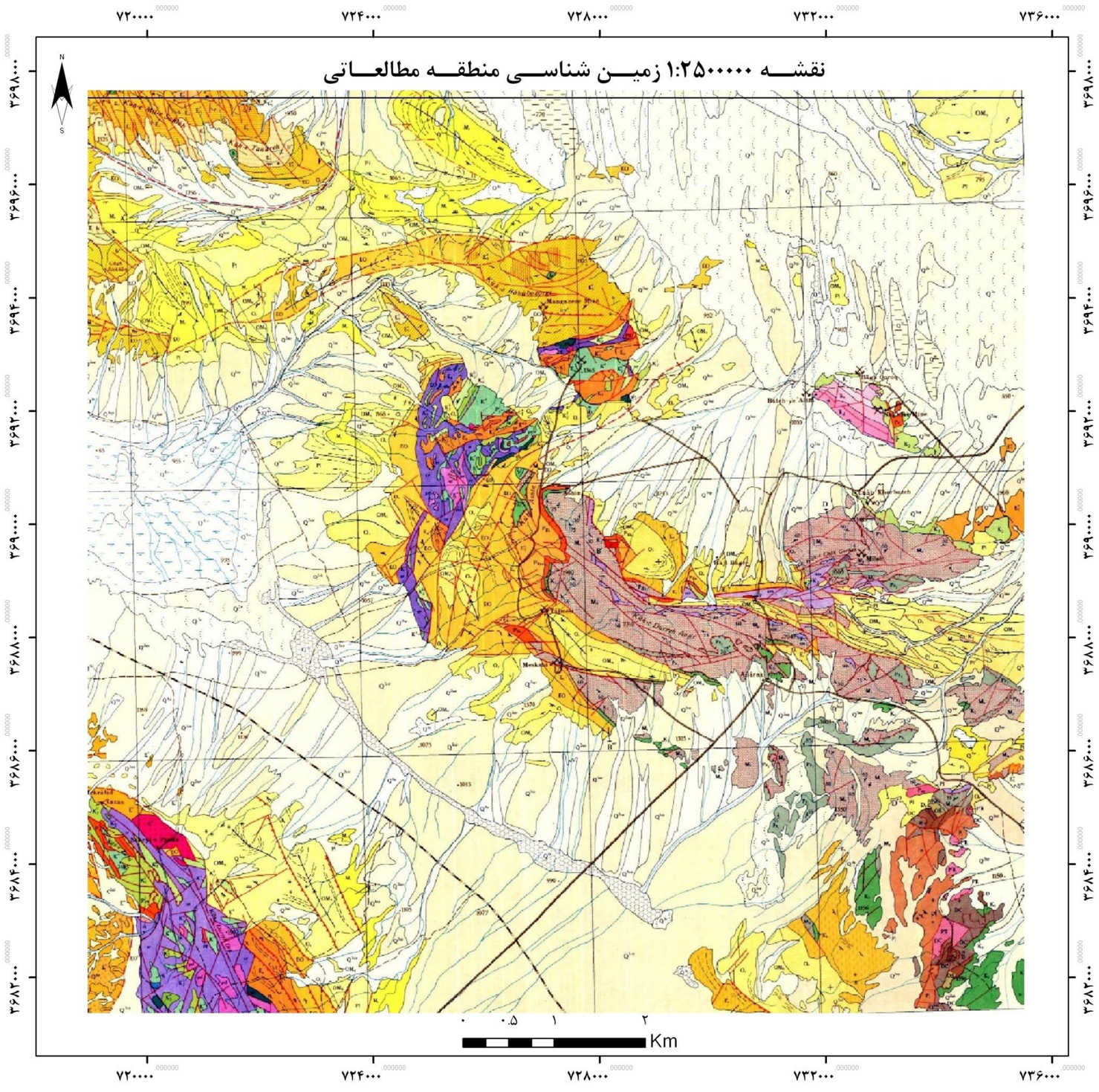
۳-۱-۲- زمین‌ریخت‌شناسی

در محدوده مورد مطالعه از نظر ریخت‌شناسی ارتفاعات در بر گیرنده دشت به دلیل ماهیت لیتولوژیکی و پایداری نسبی در مقابل عوامل فرسایشی، کمتر دستخوش تغییرات شده و عموماً ستیغهای بلندی را می‌سازند. در بخش‌های جنوبی محدوده و در مجاورت با سازندهای سخت حواشی ارتفاعات، مخروطه‌افکنه‌ها گسترش دارند که قاعده بعضی از آنها به چندین کیلومتر می‌رسد. این مخروط افکنه‌ها به‌دلیل شرایط رسوبگذاری، عموماً دانه درشت و با شیب نسبتاً تندی به سمت مرکز دشتها گسترده شده اند. مخروطه‌افکنه‌ها با بافت درشت‌دانه در جذب آب رواناب‌ها وانتقال آنها به آبخوان، نقش بسزایی را ایفا می‌کنند. با تغییر شرایط رسوبگذاری در بخش‌های میانی، شیب سطح زمین هموار شده و بجز تپه‌ماهورهای ماسه‌ای که به‌طور گسترده در نقاط مختلف به ویژه در ناحیه کویری گسترش دارند، در بقیه نقاط تغییرات مورفولوژیکی آرام می باشد. ارتفاع تپه‌های ماسه‌ای یاد شده حداکثر به ۱۰ متر می‌رسد (شرکت مهندسین مشاورین پارس جویاب، ۱۳۹۰).

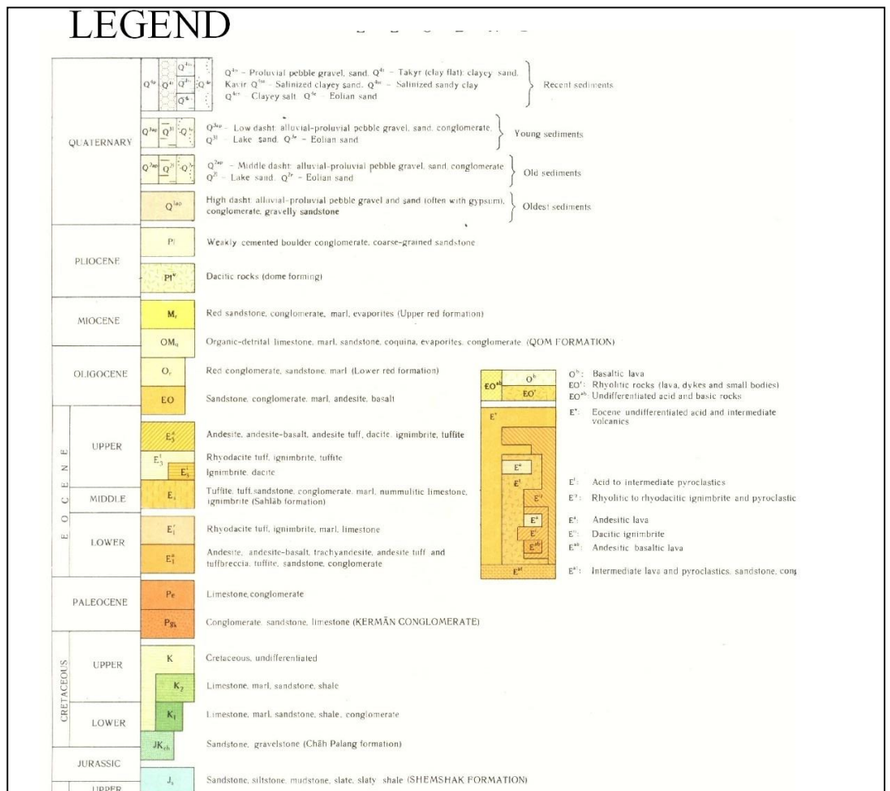
تپه‌های شنی در بخش غربی منطقه به صورت نواری استقرار یافته و تا حدود مرکز ادامه دارند. گستره وسیع دیگری از تپه‌های ماسه‌ای در حدود شمال شرقی منطقه استقرار دارد. دق‌سرخ که شامل اراضی پست و رسوبات نمکی، افزایشهای بادی و کفه‌های رسی است نیز بخش نسبتاً وسیعی را در حدود غربی منطقه پوشش داده است. این اراضی در برخی عرصه‌ها بدون پوشش گیاهی و یا با پوشش گیاهی ناچیز معرفی شده است (افتخاری، ۱۳۸۲).

۳-۱-۳- واحدهای سنگ چینه ای منطقه

واحدهای سنگ‌چینه‌شناسی رخنمون یافته در محدوده مورد مطالعه، بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی در شکل ۳-۱ و ۳-۲ منعکس گردیده است. با توجه به اهمیت واحدهای سنگ‌شناختی مختلف در تعیین محل دفن پسماندها، شرح مختصری از هر کدام از آن‌ها به ترتیب توالی زمانی زمین‌شناسی از قدیم به جدید در جدول ۳-۱ ارائه گردیده است.



شکل ۳-۱- نقشه زمین شناسی محدوده مطالعاتی (برگرفته از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی انارک، سازمان زمین‌شناسی)



شکل ۳-۲- راهنمای نقشه زمین شناسی منطقه مطالعاتی

جدول ۳-۱- واحدهای سنگ‌چینه‌ای مختلف به ترتیب توالی زمانی زمین‌شناسی از قدیم به جدید در منطقه مطالعاتی (برگرفته از آقانباتی، ۱۳۸۵، شرکت مهندسین پارس جویاب، ۱۳۹۰)

دوران	دوره	توضیحات
پالئوزوئیک	پرکامبرین فوقانی	سنگ‌های این زمان با وسعت نسبتاً زیاد در جنوب شرقی نایین و در شمال انارک با گستردگی قابل ملاحظه و از مجموعه‌ای از سنگهای آذرین بیرونی و درونی تشکیل شده‌اند.
	پرکامبرین زیرین	پرکامبرین زیرین در جنوب و جنوب شرقی نایین و درجنوب شرق انارک تحت عنوان سازند کهر رخنمون دارند و مجموعه ای از سازندهای آذرین، ماسه سنگ و سنگ‌های دگرگونی را شامل می‌شوند.
	کامبرین – اردویسین	با دو نوع سازند در چینه شناسی ایران مرکزی یعنی سازندهای لالون و میلا معرفی می‌شوند. سازند لالون از ماسه سنگ و شیلهای قرمزرنگ تشکیل یافته و در بخش فوقانی شامل یک واحد کوارتزیتی سفید رنگ به نام کوارتزیت بالایی می باشد. سازند میلا متشکل از سنگهای دولومیت، آهک، شیل و ماسه سنگ است.
پرکامبرین	پرکامبرین فوقانی	سنگ‌های این زمان با وسعت نسبتاً زیاد در جنوب شرقی نایین و در شمال انارک با گستردگی قابل ملاحظه و از مجموعه‌ای از سنگهای آذرین بیرونی و درونی تشکیل شده‌اند.
	پرکامبرین زیرین	پرکامبرین زیرین در جنوب و جنوب شرقی نایین و درجنوب شرق انارک تحت عنوان سازند کهر رخنمون دارند و مجموعه ای از سازندهای آذرین، ماسه سنگ و سنگ‌های دگرگونی را شامل می‌شوند.

دوران	دوره	توضیحات
سنوزئیک	**ائوسن**	واحدهای سنگی ائوسن با کنگلومرای قرمزرنگ که بطور دگرشیب روی سنگهای کهن‌تر قرار گرفته آغاز می‌گردد. روی این کنگلومرا، گدازه های ضخیم آندزیتی قرار می‌گیرد که در بخش بالا با توفهای سبزرنگ همراه با تناوبی از شیلهای سیاه رنگ همراه است. در بعضی نقاط در بین توفها، طبقات آهکی دیده می‌شودکه دارای فسیلهای نومولیت می‌باشد. دیگر سنگهای این دوره سنگهای آتشفشانی با ترکیب ریولیت، داسیت و بازالتی می‌باشند.
	الیگومیوسن	سنگهای مربوط به این دوره، شامل کنگلومرا و ماسه سنگ سازند قرمز زیرین با رخساره‌های آهکی، مارنی، ماسه سنگی و آهک است، که بطور پراکنده حاوی سنگهای آندزیتی مربوط به آخرین فعالیتهای آتشفشانی نیز می‌باشد. در بین این سازندها نیز توده های گرانیت وگرانودیوریت با وسعت نسبتاً زیاد دیده می‌شوند. گسترش این واحدها در شمال و جنوب نایین و غرب و شمال شرق انارک بطور پراکنده در ارتفاعات حاشیه دشت مشاهده می‌گردد.
	میوپلیوسن	واحدهای این دوره عموماً از ماسه‌سنگ، مارن، کنگلومرا و تبخیری‌ها تشکیل یافته و تحت عنوان سازند سرخ بالایی نامیده می‌شوند. این سازند علیرغم داشتن لایه‌های شنی و کنگلومرایی هیچگاه بصورت یک کنگلومرای حقیقی در نیامده است. این سازند به طور معمول، به گونه‌ای هم‌شیب و گاه تدریجی روی سازند قم قرار دارد.
مزوزوئیک	**تریاس**	در این دوره رسوبات تخریبی آهکی از گروه نخلک و رسوبات تخریبی از سازند شمشک لیاس حضور محدودی دارند. گروه نخلک از سه سازند علم، باغ قرق و سازند آشین تشکیل شده است.
	ژوراسیک	سنگ آهک، ماسه‌سنگ،کنگلومرا، شیل، دولومیت و سنگ آهک دولومیتی شده مربوط به سازندهای شمشک و بهرام در این دوره دیده می‌شود. سازند بهرام در توالی چینه‌شناسی در زیر سازند شیشتو قرار دارد.
	کرتاسه	سنگهای مربوط به این دوره در ناحیه مورد مطالعه با رخساره ماسه سنگ و کنگلومرای قرمز رنگ که نتیجه پیشروی دریای کرتاسه زیرین می‌باشد شروع و با برجای گذاشتن واحدهای متنوع لیتولوژیکی در دوره‌های مختلف پایان می‌یابد. روی این واحدها، آهکهای اربتیولین دارد قرار می‌گیرد.

	دوره		توضیحات
سنوزوئیک	کواترنری	تپه‌های مسطح رسی نمکدار	این واحد تحت عنوان پلایا یا کویر یا دق نامیده می‌شود و در نواحی پست تشکیل می‌گردند که روانابهای محیط اطراف به آن سرازیر شده و در اثر تبخیر آبها رسوبات نمکی برجای می‌ماند. ضخامت این نهشته‌ها اصولاً کم و تاحدود ۱ متر است.
		تپه‌های ماسه ای	تپه‌های ماسه‌ای عموماً از ذرات ریزدانه ماسه‌ای و بر روی نهشته‌های نمکی شکل گرفته‌اند. مخروطهای افکنه موجود به دلیل وسعت بسیار زیاد و قابلیت نفوذ مناسب، مهم ترین واحدها در منطقه از نقطه نظر هیدروژئولوژی به حساب می آیند.
		تراورتن	این نهشته‌ها از آهکهای زرد کدر و با سطح زبر و خشن تشکیل شده‌اند که در مسیر جاده ارسیمان به نطنز و بطور محدود در بخشهای دیگر رخنمون دارند.
		نهشته‌های جوان رودخانه‌ای	این نهشته‌ها از ماسه‌های رس‌دار و ذرات شن و قلوه سنگ در مسیر آبراهه‌های موقت در مخروط افکنه‌ها تشکیل می‌گردند. عرض آبراهه‌ها گاهی تا ۱۰۰ متر می‌رسد.
		تراسهای جوان کم ارتفاع	این تراستها عموماً از شن و ماسه و رسوبات دریاچه‌ای و تپه‌های ماسه‌ای تشکیل گردیده و بخش قابل توجهی از سطح دشت را در بر می‌گیرد
		تراسهای قدیمی و متوسط	این تراسهاکه غالباً به صورت مخروط افکنه ظاهر می‌گردند از عناصر درشت دانه نظیر شن و قلوه سنگ و تخته سنگ تشکیل یافته‌اند. براساس نتایج حفاریهای اکتشافی، در بسیاری ار نقاط این ذرات توسط سیمانی از کربنات کلسیم بهم چسبیده و کنگلومرای ضعیفی را در بعضی از اُفقها می‌سازند.
		تراستهای قدیمی و بلند	درناحیه مورد مطالعه، عموماً در پای دامنه ارتفاعات رخنمون داشته و از عناصر درشت دانه و نهشته‌های دریاچه‌ای تشکیل شده است. و در بعضی نواحی با سیمانی از آهک و ژیپس، کنگلومرای نسبتاً محکمی را ایجاد کرده است.

۳-۱-۴- زمین‌ساخت منطقه

ناحیه مورد مطالعه در نیمه میانی ایران و در زون ساختاری ایران مرکزی قرار دارد. بلوکهای ساختمانی در این بخش از ایران نتیجه فرآیند تکتونیکی آلپی جوان می‌باشند. به طور کلی قدیمی‌ترین فاز کوهزایی حوضه مربوط به اواخر پرکامبرین می‌باشد که منجر به دگرگونی و تشکیل محدود سنگهای دگرگون شده است. پس از آن در تمام طول پرکامبرین پسین (اینفرکامبرین) و پالئوزوئیک و نیز اوایل مزوزوئیک ناحیه تحت کنشهای قاره‌زایی قرار داشته و این عامل باعث خروج مکرر آن از دریا و فرسایش واحدهای سنگی گردیده است که نتیجه آن نبودهای چینه‌شناسی در این فاصله زمانی است. در اواخر تریاس ناحیه تحت نیروهای کوهزایی قرار گرفته و طبقات آن چین خورده‌اند و بار دیگر با خروج از آب در قسمتهایی از ناحیه فرسایش شدیدتر ایجاد شده است. نهشته‌های آواری مربوط به پیشروی دریای ژوراسیک روی سنگهای مختلفی به سن پرکامبرین تا تریاس پیشین قرار گرفته اند. در ژوراسیک و کرتاسه بجز حرکات قاره‌زایی که نبودهای چینه‌شناسی را به همراه دارد حادثه مهمی رخ نداده است. در پایان کرتاسه و اوایل ترشیر با حرکات مجدد کوهزایی چین خوردگی طبقات تشدید و این حرکات در طول ترشیری همراه فعالیتهای ماگمایی ادامه یافته و نتیجه آن ترادف سنگ‌های ولکانیکی ضخیم و نهشته‌های توفی ائوسن است که روی سنگهای کرتاسه قرارگرفته‌اند. گسلهای منطقه شامل گسل‌های درونه در شمال، نائین- بافت در جنوب باختری شهرستان نائین و مهمترین آن گسل راستگرد قم- زفره با امتداد عمومی شمال غربی- جنوب شرقی بوده که از دره تکتونیکی شهر نطنز-بزمان عبور می‌کند، و احتمالاً در بوجود آوردن فعالیتهای ماگمایی و آتشفشانی ائوسن نقش دارد. از دیگر ویژگیهای تکتونیکی ناحیه، فرورفتگی قم- اردکان می‌باشد که ناحیه مورد مطالعه در بخش جنوبی آن قرار دارد. از دیدگاه تکتونیکی این فرورفتگی در دو مرحله ساختمانی در طی دوره‌های اُلیگومیوسن و پلیوسن-کواترنری شکل گرفته است. با شروع دوره اُلیگوسن، همزمان با فعالیتهای کوهزایی، حوضه‌های کوچکی شکل گرفته که محل انباشت مواد

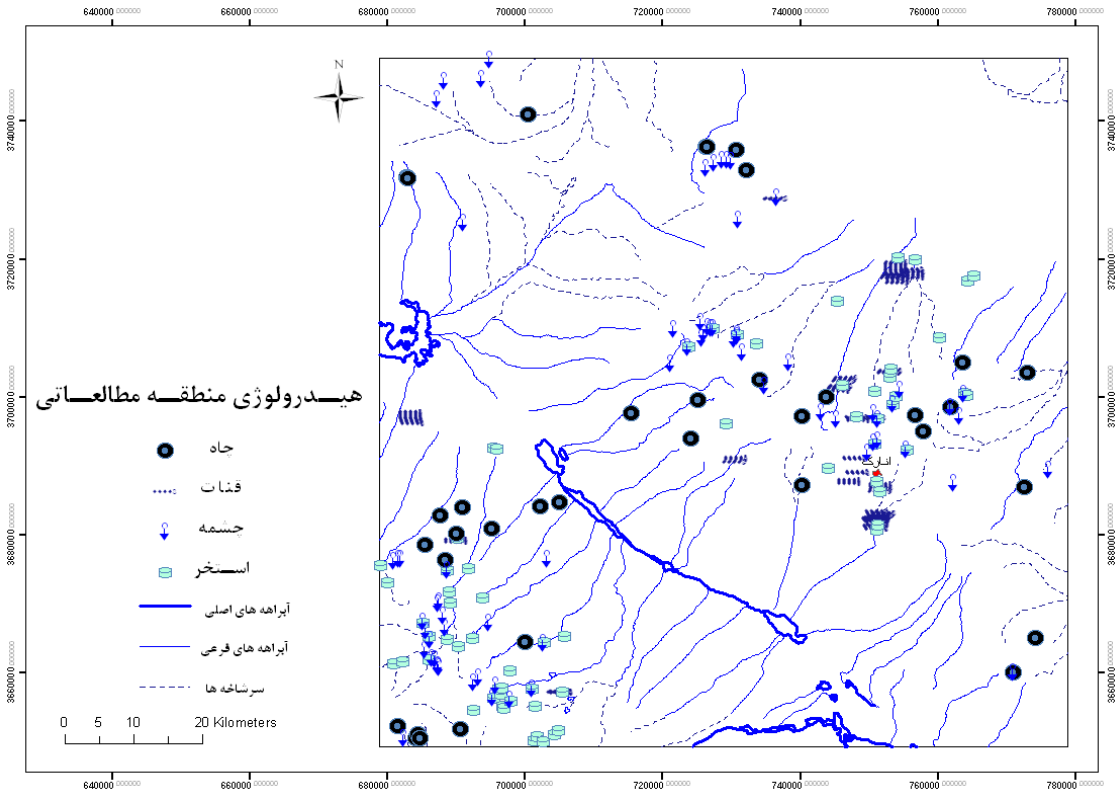
ناشی از فرسایش متعلق به بخش پائینی سازند قم بوده است. در این مرحله بخش اعظم ناحیه غیر از نقاطی که نهشته‌های قاره‌ای سازند قم گسترش دارند در زیر دریا قرار داشته است. در پلیوسن، در نتیجه فرونشست‌ها حوضه‌ها به هم پیوسته و فرورفتگی قم-اردکان و همچنین کویر بزرگ شکل گرفته است (آقانباتی، ۱۳۸۳ و شرکت مهندسین مشاورین پارس جویاب، ۱۳۹۰).

۳-۱-۵- معادن محدوده مطالعاتی

این منطقه مانند اکثر نقاط کویری و نیمه کویری دیگر از معادن زیر زمینی فراوان و نیز معادن سنگ (مانند سنگ صورتی انارک) بهره‌مند گردیده است، از این دست می توان به معدن مس مسکنی (واقع در ۳۰ کیلومتری باختر انارک)، معدن مس طالمسی (واقع در ۳۵ کیلومتری شمال باختری انارک)، معدن سرب نخلک (واقع در ۵۵ کیلومتری شمال خاوری انارک در کوه قلعه بزرگ)، معدن سرب چاه‌خربزه (واقع در ۳۰ کیلومتری شمال خاوری انارک)، معدن آهن خالوحیدر (واقع در ۱۵ کیلومتری شمال انارک)، معدن آهن بته‌علم (در ۳۰ کیلومتری شمال انارک)، معدن منگنز (واقع در دامنه باختری کوه باباخالد) و معادن مس باقرق، مس تلخه، مس چاه‌خونی، نیکل چاه‌شوره، سرب چاه‌میله، مس سبرز، مس و طلای کال‌کافی، مس کوه‌بزرگی، مس کپه‌حلوانی، مس و نیکل گودمراد، مس و نیکل چشمه کریم، مس کن‌مس، مس چاه‌پلنگ، مس و طلای خونی، مس قبله، مس تنوره، مس پوزه، مس قنده‌هاری، سرب مرغه، سرب چاه‌معلا، سرب و طلای ریزآب‌دم، سرب دم‌سفید، آهن خوار و بوالعظیم، سرب و زغال‌سنگ سیاه‌کوه، آهن چاه‌سفید، آهن خالوحیدر، آهن بوته اسماعیلان، آهن فالگاه، سرب خومو، سرب گودر، سرب بزکش، سرب سوزابه، زاج چاه‌لقه، کرومیت دم‌عبدوله، زاج گردنه‌زاغاب، فیروزه و آهن چفت‌چغو، گوگرد معلا، گوگرد سنگ‌آب، گوگرد آفتاب‌رو، آنتیموان و طلای پتیار، ترکمانی و ... اشاره کرد. معادن مهم طالمسی و مسکنی از نظر جغرافیایی در دو منطقه به فاصله ۸ کیلومتر از یکدیگر واقع هستند و در ۳۸ کیلومتری غرب انارک قرار دارند (افتخاری، ۱۳۸۲).

۳-۲- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی محدوده مطالعاتی

در محدوده مورد مطالعه در انارک رودخانه دائمی وجود ندارد. شبکه آبراهه‌ای این منطقه بعد از بارندگی‌های شدید فعال شده، به صورت جریانهای موقت و زودگذر آبها را به مناطق پست هدایت می‌کنند. بارندگی‌ها سبب تغذیه چشمه‌ها، چاهها و قنات‌های موجود شده و گاهی با رخداد بارشهای شدید، مقدار آب قابل توجهی در ظرف زمانی کوتاه جمع، و با حرکت از سوی ارتفاعات به سمت دشت ایجاد سیلاب می‌نمایند. آبهای روان در چالاب‌های کویری انباشته شده، به گسترش دق‌ها و کفه‌های نمکی منجر می‌شود. دق سرخ یکی از وسیع‌ترین چالاب‌های کویری این منطقه است که مقدار قابل توجهی از آبهای سطحی را دریافت می‌کند. چشمه‌های فصلی به صورت پراکنده در دامنه‌های مشرف به ارتفاعات مشاهده می‌شوند. این چشمه ها در مدت زمان کوتاهی از سال، مقدار آب مختصری دارند. با توجه به عدم وجود بارش کافی در سالهای اخیر این منابع محدود آب نیز به شدت کاهش یافته‌اند. قنات‌ها در این محدوده در چند رشته در حدود غربی منطقه قرار دارند (افتخاری، ۱۳۸۲). نقشه هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه مطالعاتی در شکل ۳-۳ ارائه شده است.



شکل ۳-۳- نقشه هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه مطالعاتی (براساس نقشه ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور)

۳-۳- آب و هوا و اقلیم محدوده مورد مطالعه

بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی به روش گوسن، آب و هوای بخش اعظم محدوده مورد مطالعه تحت تأثیر اقلیم نیمه‌بیابانی شدید، در بخش محدودی در جنوب غربی از نوع نیمه‌بیابانی خفیف و در بخشهایی در شمال‌شرق و جنوب‌شرق (دو محدوده کوچک) به ترتیب نیمه‌بیابانی خفیف و بیابانی است. در مناطق کوهستانی جنوب‌غرب محدوده و شمال و شمال‌غربی انارک اقلیم به طور کامل تغییر کرده و به سمت نیمه‌بیابانی خفیف تا نیمه‌بیابانی سرد گرایش پیدا می‌کند. در این عرصه‌ها پوشش گیاهی متنوع گشته به طوری که در ارتفاعات بعضی گیاهان منطقه استپی نیز مشاهده می‌گردد. بر اساس منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی انارک، نشانگر مدت زمان طولانی فصل خشک در

منطقه است (افتخاری، ۱۳۸۲). شرایط اقلیمی این منطقه با توجه به آمار و اطلاعات به دست آمده از نزدیکترین ایستگاه‌های هواشناسی موجود (نایین و اردستان) بررسی شده است (جدول ۳-۲).

جدول ۳-۲- مشخصات ایستگاههای هواشناسی مورد مطالعه (اطلاعات از سایت هواشناسی کشور)

نام ایستگاه	نوع	ارتفاع(m)	مختصات			
			طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	UTM	
					X	Y
اردستان	سینوپتیک	۱۲۵۲	۵۲° ۲۳′	۳۳° ۳۳′	۶۲۸۶۷۱/۳	۳۶۹۴۴۴۶
نایین	سینوپتیک	۱۵۴۹	۵۳° ۰۵′	۳۲° ۵۱′	۶۹۴۹۶۷	۳۶۳۶۳۹۰

۳-۳-۱- دما و رطوبت نسبی

میانگین ماهیانه دمای منطقه به طور متوسط حدود ۱۷/۷۵ درجه سانتیگراد است. مقدار میانگین ماهیانه نیز در ماههای مختلف سال از روند مشابه تغییرات دما در دو ایستگاه پیروی می‌کند. میانگین سالیانه حداکثر دما در منطقه ۲۳/۵۹ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل دما ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است. این میزان در بخش محدودی از منطقه واقع در جنوب غربی تا ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد کاهش و در شمال شرقی تا ۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (جدول ۳-۳). نمودار تغییرات ماهیانه دما در منطقه مطالعاتی در شکل ۳-۴ ارائه شده است.

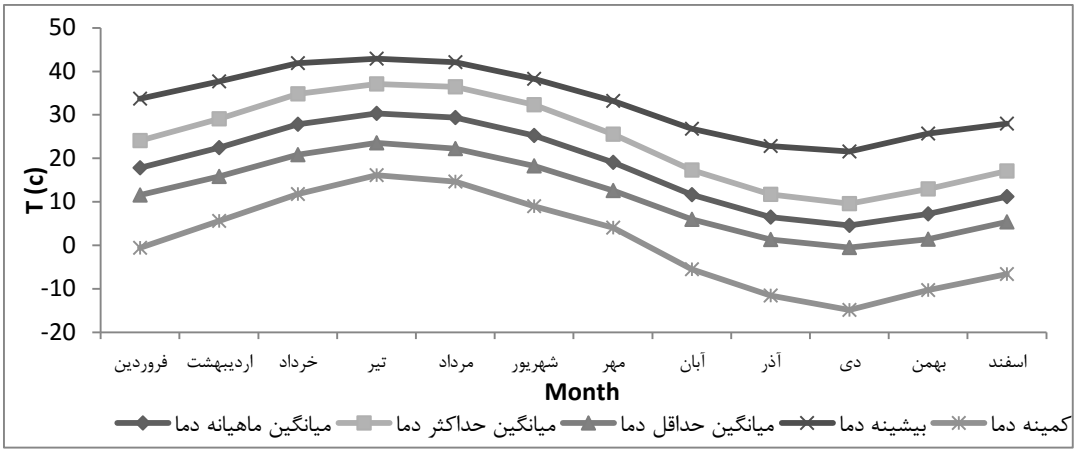
میانگین ماهیانه رطوبت نسبی در منطقه مطالعاتی ۳۰٪ می‌باشد. میزان تغییرات میانگین رطوبت نسبی ماهیانه در جدول ۳-۴ و شکل ۳-۵ ارائه شده است. میانگین حداکثر رطوبت نسبی ۴۳/۵ درصد و حداقل آن ۲۲/۵ در صد می‌باشد.

جدول۳-۳- متوسط پارامترهای دمایی در منطقه مطالعاتی (سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ میلادی اطلاعات از سایت هواشناسی کشور)

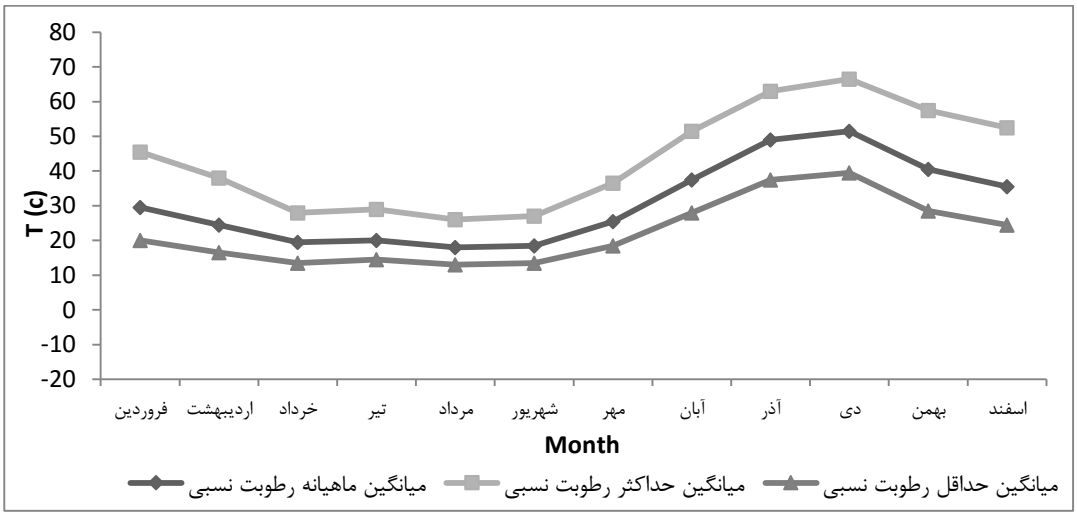
ایستگاه	پارامترهای اصلی پنج‌گانه دما	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
متوسط انارک	میانگین ماهیانه دما	۱۷/۸	۲۲/۴۵	۲۷/۸	۳۰/۳	۲۹/۳۵	۲۵/۲۵	۱۹/۰۵	۱۱/۶	۶/۵	۴/۵۵	۷/۲	۱۱/۲	۱۷/۷۵
	میانگین حداکثر دما	۲۴/۰۵	۲۹/۰۵	۳۴/۸	۳۷/۱	۳۶/۴	۳۲/۳	۲۵/۵۵	۱۷/۳	۱۱/۷	۹/۶	۱۲/۹۵	۱۷/۰۵	۲۳/۹۵
	میانگین حداقل دما	۱۱/۵۵	۱۵/۸۵	۲۰/۸	۲۳/۵۵	۲۲/۲	۱۸/۲۵	۱۲/۶	۵/۹۵	۱/۳	-۰/۵۵	۱/۴	۵/۳۵	۱۱/۵
	بیشینه دما	۳۳/۷	۳۷/۷	۴۱/۸۵	۴۲/۹۵	۴۲/۱	۳۸/۳	۳۳/۲	۲۶/۸	۲۲/۸	۲۱/۶	۲۵/۷	۲۸	۴۲/۹۵
	کمینه دما	-۰/۶	۵/۶	۱۱/۷۵	۱۶/۱	۱۴/۶۵	۹	۴/۰۵	-۵/۵	-۱۱/۶	-۱۴/۹	-۱۰/۳	-۶/۶	-۱۴/۹

جدول ۳-۴- متوسط پارامترهای رطوبت نسبی در منطقه مطالعاتی (سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ میلادی اطلاعات از سایت هواشناسی کشور)

ایستگاه	پارامتر	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
متوسط انارک	میانگین ماهیانه رطوبت نسبی	۲۹/۵	۲۴/۵	۱۹/۵	۲۰	۱۸	۱۸/۵	۲۵/۵	۳۷/۵	۴۹	۵۱/۵	۴۰/۵	۳۵/۵	۳۰
	میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۴۵/۵	۳۸	۲۸	۲۹	۲۶	۲۷	۳۶/۵	۵۱/۵	۶۳	۶۶/۵	۵۷/۵	۵۲/۵	۴۳/۵
	میانگین حداقل رطوبت نسبی	۲۰	۱۶/۵	۱۳/۵	۱۴/۵	۱۳	۱۳/۵	۱۸/۵	۲۸	۳۷/۵	۳۹/۵	۲۸/۵	۲۴/۵	۲۲/۵



شکل ۳-۴- نمودار تغییرات دمایی در منطقه مطالعاتی بر اساس متوسط ایستگاههای نایین و اردستان (برگرفته از سایت هواشناسی کشور)



شکل **۳-۵**- نمودار تغییرات رطوبت نسبی در منطقه مطالعاتی بر اساس متوسط ایستگاههای نایین و اردستان (برگرفته از سایت هواشناسی کشور)

۳-۳-۲- تبخیر

میانگین تبخیر سالانه منطقه به طور متوسط برابر ۲۰۵۰ میلی‌متر است که این میزان در شمال شرقی منطقه تا ۲۹۵۰ میلی‌متر افزایش و در جنوب غربی به ۱۷۵۰ میلی‌متر کاهش می‌یابد.

۳-۳-۳- بارش

بارندگی شامل کلیه نزولات جوی اعم از برف، باران، تگرگ و... می‌شود که در چرخه هیدرولوژیکی دخالت دارد. در جدول ۳-۵ میزان بارش ماهیانه، حداکثر بارش روزانه و متوسط سالیانه ارائه شده است.

جدول ۳-۵- میزان بارش ماهیانه انارک بر اساس میانگین دو ایستگاه اردستان و نایین (سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ میلادی اطلاعات از سایت هواشناسی کشور)

ایستگاه	پارامتر(mm)	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
متوسط انارک	میزان بارش ماهیانه	۱۳/۴	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۵۵	۰/۷	۰/۱	۱/۹۵	۶/۴	۴/۶۵	۲۱/۶	۱۳/۶	۲۲/۴	۱۰۷/۲۵

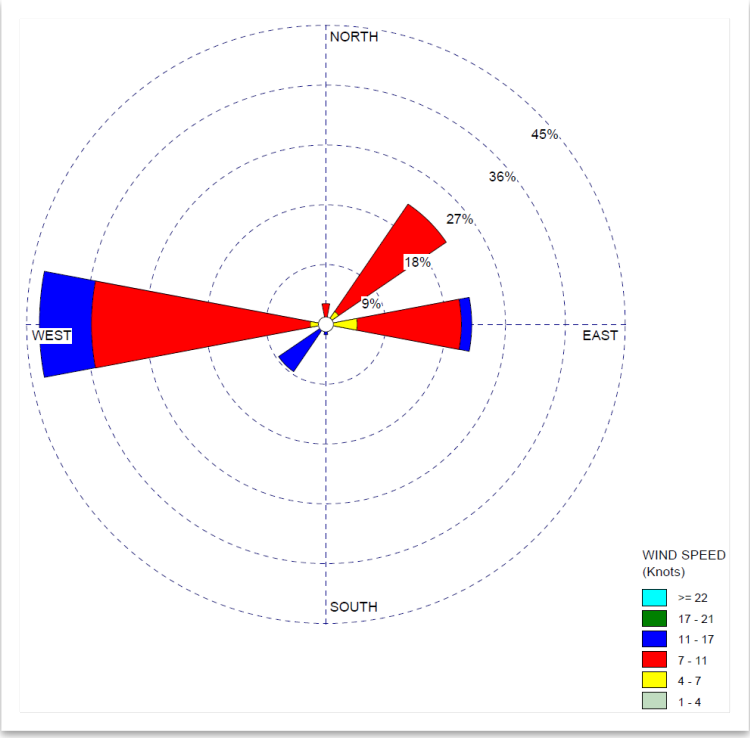
۳-۳-۴- سرعت و جهت باد

از مجموعه مطالعات حاصل از دو ایستگاه نایین و اردستان می‌توان به نتایج ذیل در خصوص جریان باد در منطقه دست یافت:

الف) جهت باد غالب درمنطقه مطالعاتی بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی، پس از رسم نقشه گلباد، غربی تشخیص داده شد. این امر در شکل ۳-۶ قابل مشاهده می‌باشد.

ب) میانگین شدت باد در منطقه مطالعاتی با استفاده از محاسبات آماری دو ایستگاه نایین و اردستان معادل ۶/۴۵ نات در نظر گرفته می‌شود که باتوجه به تقسیم‌بندی سرعت باد در گروه نسیم ملایم و باد ملایم قرار می‌گیرد.

ج) باتوجه به اینکه شدت وزش باد در منطقه مطالعاتی نسبتاً کم است، لذا نقش باد در فرآیند تبخیر کم بوده و عامل مهم تبخیر، درجه حرارت می‌باشد.



شکل ۳-۶- نقشه جهت باد در منطقه مطالعاتی

۳-۳-۵- توفان و گرد و غبار

در منطقه مطالعاتی به دلیل شرایط اقلیمی تعداد روزهای طوفانی بسیار کم است. به‌طور میانگین فقط ۳/۱ روز در ایستگاه اردستان و ۲/۷ روز در ایستگاه نایین توفان و رعد و برق وجود دارد و بیشترین آن مربوط به اردیبهشت می‌باشد. از نظر وجود گرد و غبار بطور میانگین در ایستگاه اردستان ۲۳/۱ روز در سال است و بیشتر مربوط به ماههای تیر و اردیبهشت می‌باشد. در ایستگاه نایین به طور میانگین ۱۹/۵ روز در سال همراه با گرد و غبار است و بیشتر مربوط به ماههای فروردین و اردیبهشت می‌باشد.

۳-۴- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی همبستگی بسیار نزدیک با ویژگیهای اراضی و منابع خاک منطقه دارد. در منطقه مورد مطالعه عرصه‌های دارای پوشش گیاهی به وسعت حدود ۹۶۱۰۰۰ هکتار و برابر ۶۲ درصد کل اراضی

منطقه است (افتخاری، ۱۳۸۲). با توجه به بررسی صورت گرفته گونه گیاهی درمنه دشتی[1] و قیچ[2] پوشش عمده منطقه را تشکیل می دهند. شایان ذکر است این گونه‌ها نادر نیستند و در صورت بهره‌برداری مشکلی به لحاظ زیست محیطی وجود نخواهد داشت.

۳-۵- حیات وحش و مناطق حفاظت شده

با توجه به کثرت گونه‌های جانوری در اینگونه مناطق کویری تنها به برخی گونه های جانوری که غالباً در معرض خطر هستند اشاره می شود.

پرندگان: پرندگان قابل ذکر منطقه انارک عمدتاً شامل: هوبره، زاغبور، کبک، تیهو، کبوترچاهی، عقاب‌طلایی، شاهین، شانه‌به‌سر، سبزه‌قبا، جغد، زالوخوار، ابابیل، مرغ‌حق و انواع گنجشکانی چون ارزن‌خوار، مگس‌خوار، صحرایی، سی‌سنبل، درون‌بوته‌ای، ابله‌دوان، کاکلو و تنده‌پوش هستند. در میان گونه های ذکر شده، هوبره و تیهو از پرندگان کمیاب و نادر به شمار می‌روند.

پستانداران: این گروه شامل راسته گوشتخواران و راسته زوج‌سمان هستند. از گروه گوشتخواران می‌توان به: روباه، توره (شغال)، کفتار، ایسکه‌چو (گورکن)، گرگ، روباه‌شنی، شاه‌روباه و پلنگ اشاره کرد. از میان جانوران فوق گرگ بیشترین خسارت را متوجه دامداران می‌کند. گورخر ایرانی، خرگوش، خارپشت و موش صحرایی از دیگر حیوانات منطقه به شمار می‌آیند. در این میان شکار بی‌رویه گورخر نسل این حیوان را در حال انقراض قرار داده است.

1 - Artemisia sieberi
2- Zygophyllum atriplicoides

۳-۶- کشاورزی و دیگر کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی

۳-۶-۱- کشاورزی

منطقه مورد مطالعه ناحیه‌ای خشک و بیابانی است که فعالیتهای زیستی ساکنان شهری و روستایی این منطقه و به‌ویژه در زمینه کشاورزی متأثر از شرایط محیطی موجود است. به علت نامساعد بودن شرایط محیطی و آب و هوائی، هیچگونه کشاورزی و دامداری درخور توجهی صورت نمی‌گیرد. حضور یک رشته ارتفاعات در جنوب غرب، تا حدودی باعث تعدیل شرایط آب و هوایی شده و میزان بارندگی را افزایش داده است. وجود باغات و مزارع سرسبز در دامنه این ارتفاعات که آب ناشی از نفوذ بارش‌های جوی و به دنبال آن تغذیه چاهها و چشمه‌های پراکنده زمینه‌ساز ایجاد آنهاست، گویای این وضعیت است. این حالت در شمال و شمال‌غرب انارک نیز با حضور ارتفاعات دره‌انجیر مشهود است. متأسفانه مقدار قابل توجهی از رواناب سطحی از ارتفاعات واقع در شمال منطقه پس از طی مسیری بدون استفاده همراه با املاح و رسوبات به اراضی دق سرخ منتهی می‌شود. در ادامه این اراضی به طرف جنوب‌شرق نیز در چند بخش محدود، این حالت دیده می‌شود. در پیرامون تپه‌های شنی در شمال‌شرق نیز چند مزرعه متروکه مشاهده می‌شود که در زمانهای گذشته از رواناب دامنه‌های شمالی ارتفاعات دره‌انجیر تغذیه می‌کرده‌اند. فعالیتهای کشاورزی به طور پراکنده، کم و بیش در روستاها و بویژه در مناطقی که با حفر چاه نیمه عمیق یا عمیق امکان دسترسی به آب حاصل شده انجام می‌شود (افتخاری، ۱۳۸۲).

۳-۶-۲- تاغ‌کاریهای دست کاشت

تاغ‌کاریهای دست کاشت با وسعت ۱۵۵۴۶ هکتار در بخش غربی منطقه انجام شده‌اند، این تاغ‌کاریها به منظور احیاء اراضی و کنترل ماسه‌های روان انجام شده و به طور عمده بر روی تپه‌های شنی کم و بیش مرتفع قرار دارند (افتخاری، ۱۳۸۲). جدول ۳-۶ وسعت و فراوانی اراضی زراعی و دیگر کاربری‌های اراضی منطقه مورد مطالعه را در شرایط حاضر نشان می‌دهد.

جدول ۳-۶- کاربریهای اراضی در منطقه مورد مطالعه (افتخاری، م.، ۱۳۸۲)

نوع کاربری اراضی	وسعت (هکتار)	فراوانی (درصد)
گونه‌های گیاهی	۹۶۱۱۶۷	۶۲/۰۱
اراضی زراعی	۹۷۵	۰/۰۶
بیرونزدگیهای سنگی	۶۱۳۵۵	۳/۹۶
اراضی بدون پوشش گیاهی	۵۱۰۴۱۹	۳۲/۹۶
اراضی ساخته شده	۱۱۱	۰/۰۱
اراضی تاغ‌کاری شده	۱۵۵۰۸	۱/۰۰
جمع	۱۵۵۰۰۰۰	۱۰۰/۰۰

فصل چهارم

روش انجام مطالعات

۴-۱- مقدمه

مکان یابی محل دفن، یکی از مهمترین و حساس‌ترین مراحل مطالعاتی برای مدیریت پسماندهای خطرناک محسوب می‌شود. این امر نیازمند پردازش تعداد مناسبی از داده‌های مکانی و فضایی به همراه قوانین و معیارهای پذیرش آنها می‌باشد. معیارهای انتخاب محل با استفاده از استانداردهای ملی و منطقه‌ای مانند کاربری اراضی، خصوصیات زمین‌شناسی، مرزهای اداری- سیاسی، خصوصیات هیدرولوژی، جاده ها و ... تعیین می شوند و هدف نهایی از انتخاب آن‌ها یافتن مکانی است که کمترین اثرات سوء زیست محیطی را برای منطقه داشته باشد.

همانطور که در فصول قبلی اشاره شد، روشهای متعددی جهت مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک وجود دارد که در این پروژه از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، به دلیل مزیت برتر آن بهره گرفته شده است. در صورت گسترده بودن منطقه (نظیر این پروژه)، مکان‌یابی، نیازمند پهنه بندی منطقه از نظر استعدادداری یا قابلیت احداث تأسیسات دفن پسماند خطرناک میباشد. منظور از پهنه بندی منطقه از نظر قابلیت احداث تأسیسات دفن پسماند خطرناک، تقسیم‌بندی آن به محدوده‌هایی است که از نظر معیارها و استانداردهای انتخاب محل تأسیسات دفن پسماند خطرناک شرایط یکسانی را داشته باشد (حیدر زاده، ۱۳۸۲).

پس از عمل پهنه بندی و تقسیم ناحیه به پنج پهنه با قابلیتهای کاملاً مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و کاملاً نامناسب از بین مناطق کاملاً مناسب با توجه به پارامترها و مشخصات منطقه و همچنین بازدید میدانی بهترین پهنه‌ها برای احداث محل دفن انتخاب گردیده است. مطالعات مکان یابی جهت دفن پسماندهای خطرناک در منطقه مطالعاتی در طی ۴ مرحله کلی به شرح ذیل انجام گرفت:

۱. پهنه بندی منطقه از لحاظ داشتن قابلیت احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک که خود مشتمل بر ۶ مرحله به شرح ذیل بوده است:

الف) انتخاب و تهیه لایه های اطلاعاتی مؤثر.

ب) اعمال حریم مناسب برای عوارض طبیعی و مصنوعی بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده و حذف مناطق ممنوعه.

ج) طبقه بندی لایه های اطلاعاتی.

د) انتخاب روش وزن دهی به پارامترها.

ه) همپوشانی لایه های اطلاعاتی.

و) تعیین مکان‌های مستعد جهت دفن پسماند.

۲. بازدید میدانی از پهنه های مستعد منتخب.

۳. گزینش نهایی محل دفن پسماند از بین گزینه‌های منتخب.

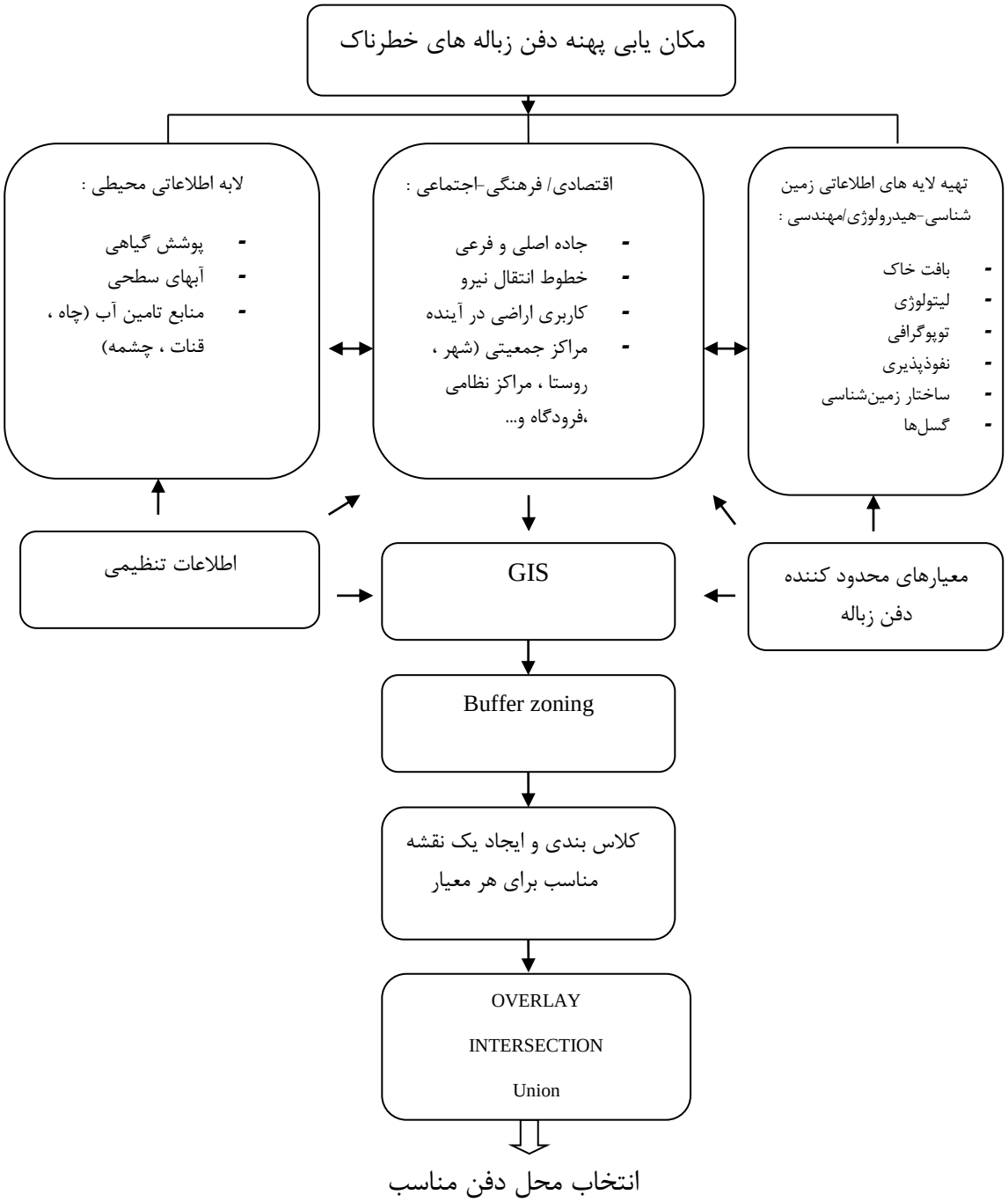
۴. ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل

در ادامه هر کدام از مراحل فوق الذکر به تفضیل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

مراحل انجام مدل‌سازی جهت تعیین میزان مستعد بودن مناطق مختلف برای دفن پسماندهای خطرناک در شکل ۴-۱ ارائه شده است.

۴-۲- پهنه بندی منطقه از لحاظ داشتن قابلیت احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک

به دلیل اهداف مختلف و تفاوت‌های موجود در هر منطقه، پهنه بندی در شکلهای مختلف صورت می‌گیرد، بنابراین، نمی‌توان دقیقاً یک روش خاص انتخاب شده برای پهنه‌بندی در یک منطقه خاص را برای مناطق دیگر نیز مورد استفاده قرار داد. البته این امر در صورتی که دو منطقه از لحاظ تمامی شرایط و اهداف مطالعه کاملاً یا تقریباً شبیه به‌هم باشند امکان‌پذیر است. بنابراین، معمولاً لازم است که با توجه به خصوصیات هر منطقه، تغییراتی در روش پهنه بندی اعمال گردد.



شکل ۴-۱- مراحل انجام مدل‌سازی جهت تعیین میزان مستعد بودن مناطق مختلف برای دفن پسماندهای خطرناک

۴-۲-۱- انتخاب و تهیه لایه های اطلاعاتی مؤثر

انتخاب نوع لایه های اطلاعاتی، تابعی از شرایط منطقه و هدف مطالعه می‌باشد. در ابتدا تمام پارامترهایی که در احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک مؤثر هستند، تعیین می‌شوند. سپس

پارامترهایی که در منطقه مورد مطالعه دچار تغییرات زیادی نمی‌شوند حذف شده و نیازی به استفاده از این پارامترها نمی‌باشد.

لایه های اطلاعاتی تهیه شده به منظور دفن پسماندهای خطرناک در این تحقیق عبارتند از:

- سنگ‌شناسی
- زمین ریخت‌شناسی
- بافت خاک
- پوشش گیاهی
- کاربری اراضی در آینده
- توپوگرافی (شیب)
- راههای دسترسی (اصلی و فرعی)
- گسل‌ها
- خطوط انتقال نیرو
- مراکز جمعیتی (شهر، روستا، مراکز نظامی، فرودگاه، ایستگاه راه‌آهن و ...)
- هیدرولوژی (آبهای سطحی)
- هیدروژئولوژی (چاه، قنات، چشمه)
- ساختار زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه به مساحت ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع در منطقه انارک قرار دارد. سطح آب زیرزمینی در منطقه به‌طور متوسط پایین و از نظر کیفیت در اکثر مناطق دارای TDS بالا می‌باشد. بارش نیز در کل منطقه پایین بوده و دچار تغییرات چندانی نمی‌شود. به همین دلایل با توجه به نقش ناچیز آن‌ها در انتخاب مکان مناسب، از احتساب این پارامترها در مکان‌یابی چشم‌پوشی شده است.

۴-۲-۲- اعمال حریم مناسب برای عوارض طبیعی و مصنوعی و حذف مناطق ممنوعه

بر اساس استانداردهای مشخص و از قبل تعیین شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، برخی از مناطق برای احداث محل دفن پسماندهای خطرناک ممنوع می‌باشند. به همین منظور، با در نظر گرفتن نوع و اثرات سوء پسماند و رعایت استانداردهای موجود، حریم مناسب برای هر پارامتر اعمال شد و مناطق ممنوعه برای احداث محل دفن پسماندهای خطرناک از منطقه مطالعاتی حذف گردیدند. پارامترهایی که به منظور حفظ سلامت آب و خاک و جلوگیری از صدمات زیست‌محیطی، از احداث تأسیسات پسماند خطرناک تا فاصله معینی باید از آنها اجتناب کرد شامل لایه اطلاعاتی به‌شرح ذیل هستند:

۱. راههای در دسترس (اصلی و فرعی)
۲. گسل‌ها (اصلی و فرعی)
۳. خطوط انتقال نیرو
۴. هیدرولوژی (آبراهه های اصلی و فرعی)
۵. هیدروژئولوژی (چاه، قنات، چشمه)
۶. مراکز جمعیتی (روستا، مراکز نظامی، ایستگاه راه آهن و ...)
۷. فاصله از شهر انارک
۸. معادن
۹. منطقه حفاظت شده سیاه‌کوه

در جدول ۴-۱ حریم مناسب اعمال شده برای مناطق ممنوعه در مطالعاتی از این دست ارائه گردیده است. در جدول ۴-۲ حریم مناسب برای هر کدام از پارامترهای آورده شده در بالا ارائه شده است. قابل ذکر است، اصلاحات لازم در مورد حریم‌های اعمال شده، پس از بازدید میدانی بر اساس

خصوصیات منطقه تعیین شده انجام شده است. حریم مناسب توسط عمل Buffering و با کمک نرم افزار ArcGis انجام شده است.

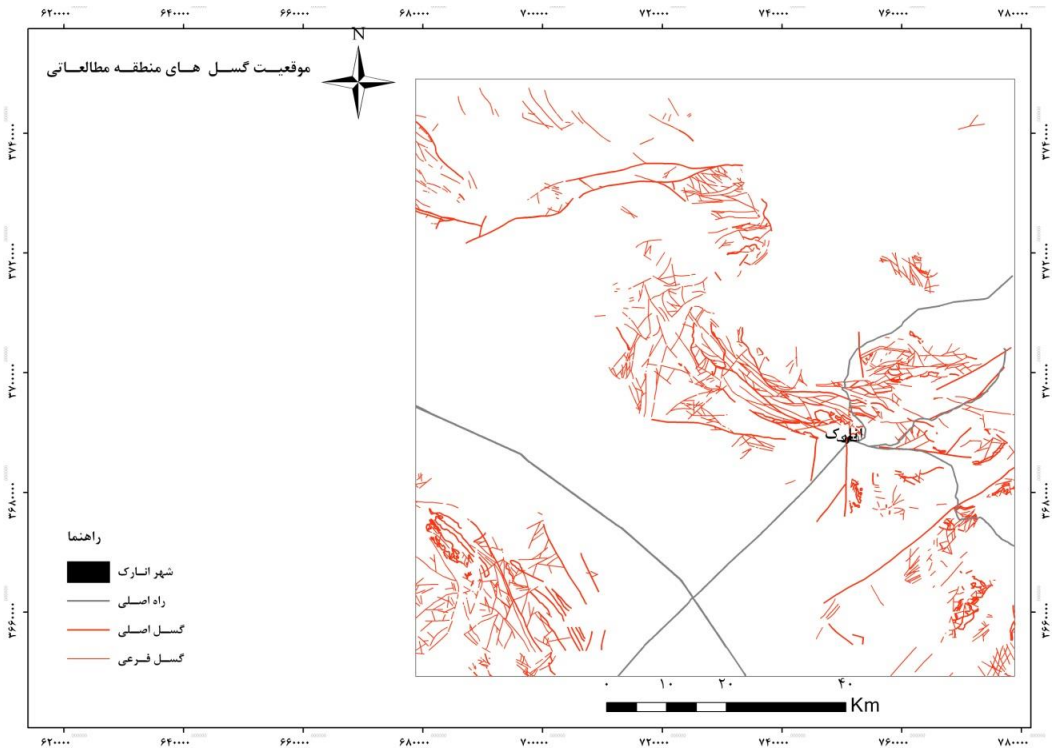
جدول ۴-۱- حریم اعمال شده توسط محققان و سازمان ها

سازمان/ محقق / پارامتر (فاصله‌به (Km)	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (۱۳۸۰)	سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۰)	برومندی و همکاران (۱۳۸۷)	حافظی مقدس (۱۳۸۶)	EPA (2002)	British Colombia (1993)	Cpcb. India (2002)	Basak (2005)	Sener al el. (2006)
شهر	-	۱۰-۱۵	۳	۲	-	۰/۳	-	۵	۳۰
روستا	-	-	۰/۵	-	-	-	۵	-	۵
گسل	-	-	۱	-	-	-	-	-	-
آبراهه فرعی	۰/۱	-	-	-	-	-	-	-	-
آبراهه اصلی	۰/۲			۱		۰/۱			۱
منابع آب (چشمه، قنات)	۰/۰۴	۱/۵	۰/۵	-	-	-	-	۲	-
راه اصلی	۰/۳	۳-۵	۱	۰/۵	-			۱	۰/۵
مناطق حفاظت شده				۲	-				
دشت سیلابی	از محل‌های با احتمال سیل ۱۰۰ ساله احتراز گردد.	از محل‌های با احتمال سیل ۱۰۰ ساله احتراز گردد			باید جریانات سیلابی با دوره ۱۰۰ ساله بررسی شود.	باید جریانات سیلابی با دوره ۲۰۰ ساله بررسی شود			

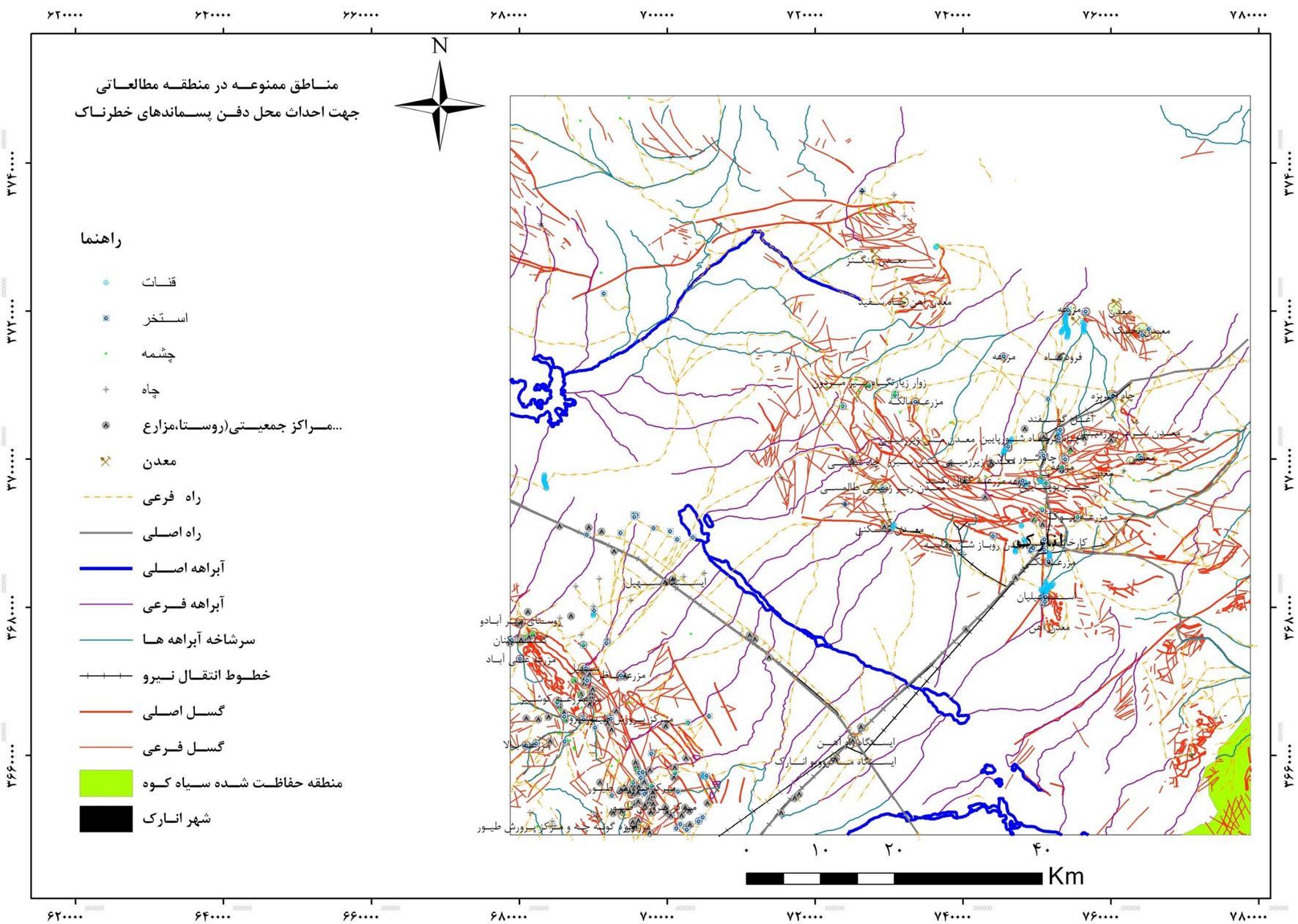
جدول ۴-۲ - حریم مناسب اعمال شده در جهت انتخاب محل دفن زباله خطرناک

جاده	فاصله از جاده اصلی	۱۰۰۰m
	فاصله از جاده فرعی	۵۰m
گسل	گسل اصلی و فعال	۳۰۰ m
	گسل فرعی	۱۰۰ m
آبراهه	آبراهه اصلی	۷۰۰ m
	آبراهه فرعی	۲۵۰ m
	سرشاخه ها	۵۰ m
خطوط انتقال نیرو	_	۵۰ m
منابع تامین آب	چاه ، قنات ، چشمه	۱۰۰۰ m
مراکز جمعیتی	شهر	۱۰۰۰۰ m
	روستا ،مراکز نظامی، فرودگاه ، ایستگاه راه آهن و ...	۳۰۰۰ m
	معدن	۱۰۰۰ m

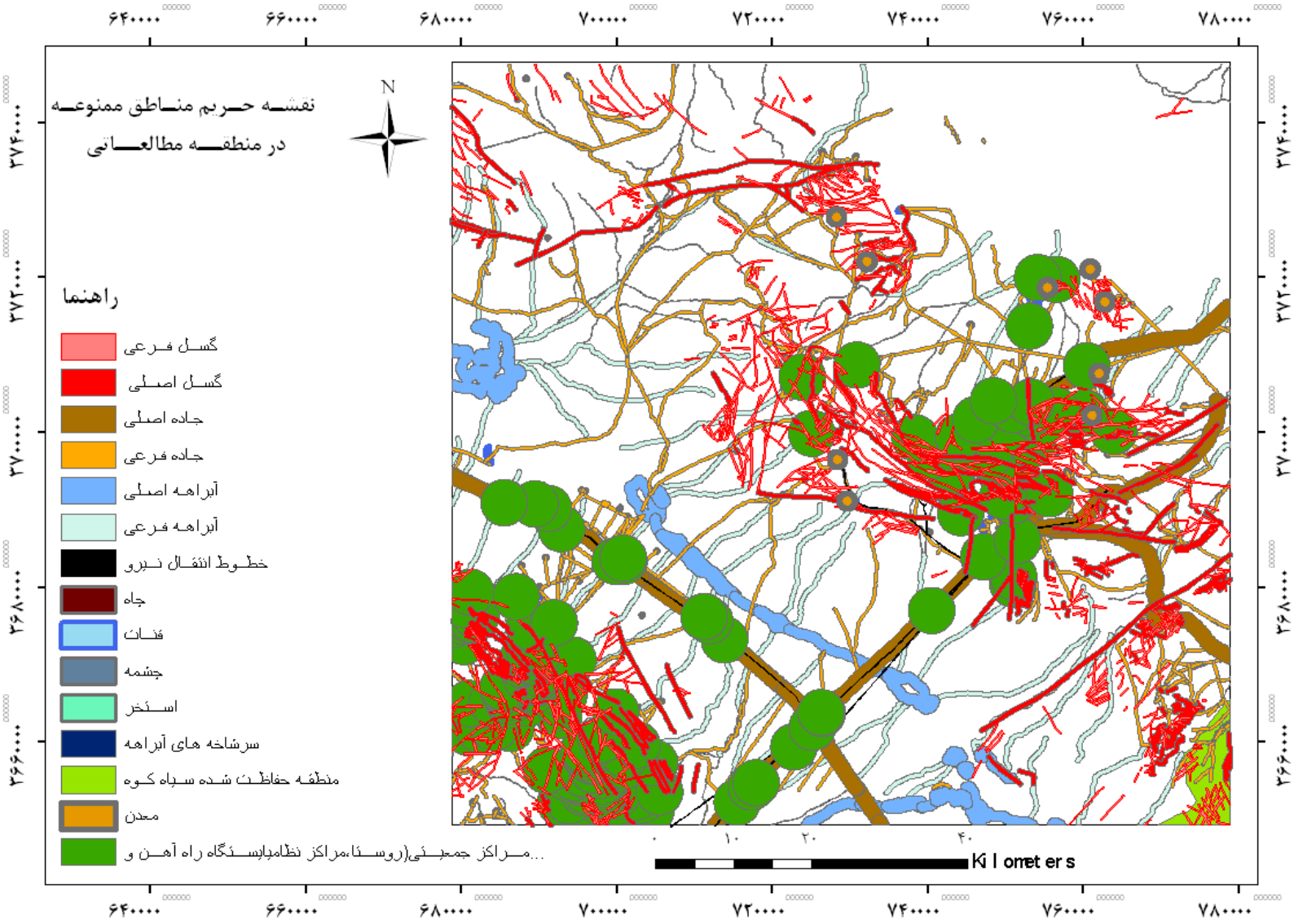
لایه‌های اطلاعاتی هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، راههای دسترسی و مراکز جمعیتی به وسیله نقشه ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور، خطوط انتقال نیرو به‌وسیله تصاویر گوگل ارث ولایه اطلاعاتی گسل‌ها با استفاده از ۹ برگه نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شامل انارک، عشین، کوه‌دم، چاه‌نو، شرق شهراب، نایین، کجان، سرخشاد و نخلک تهیه گردیده است. شکل ۴-۲ نقشه گسل‌های منطقه و شکل ۴-۳ مناطق ممنوعه جهت احداث محل دفن پسماندهای خطرناک و در شکل ۴-۴ حریم اعمال شده برای آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲- موقعیت گسل‌های اصلی و فرعی در منطقه مطالعاتی



شکل ۴- ۳- مناطق ممنوعه جهت دفن پسماند خطرناک در منطقه مطالعاتی



شکل ۴-۴- نقشه حریم مناسب اعمال شده جهت انتخاب محل دفن پسماندهای خطرناک در منطقه مطالعاتی

۴-۲-۳- طبقه بندی لایه‌های اطلاعاتی

همانطور که پیش‌تر گفته شد، پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مؤثر در تعیین محل دفن پسماند خطرناک، حریم مناسب مربوط به پارامترهای ممنوعه اعمال گردید. در این مرحله بر اساس خصوصیات منطقه و داده‌های موجود، هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی شامل فاصله از شهر، جاده اصلی و فرعی، سنگ‌شناسی، ساختار زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، بافت خاک، پوشش گیاهی، کاربری اراضی در آینده، توپوگرافی و فاصله از آبراهه اصلی به پنج کلاس طبقه‌بندی شده است. نحوه طبقه‌بندی و کلاسهای مربوط به هر کدام از پارامترها در ادامه به تفضیل آورده شده است.

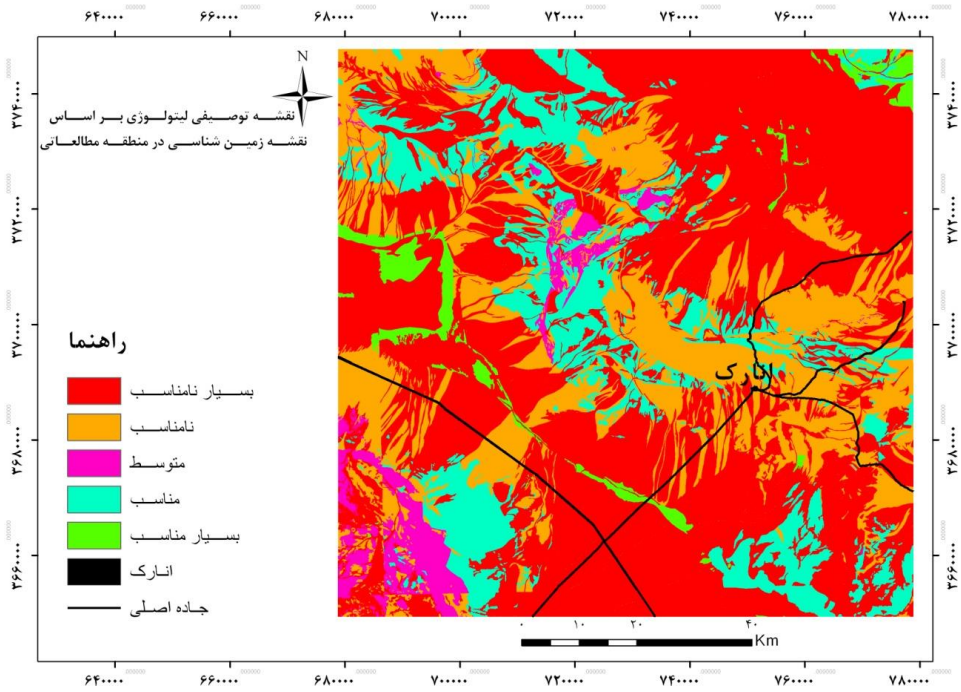
الف- سنگ‌شناسی

با توجه به هدف این تحقیق که مکان‌یابی محل مناسب، برای دفن پسماندهای خطرناک سطح پایین و متوسط به صورت سطحی می‌باشد، بهترین مکان از نظر سنگ‌شناسی، محیطی با نفوذپذیری و فرسایش پذیری بسیار پایین می‌باشد. بنابراین محیط‌های رسی دور از منشاء، با وسعت زیاد و متراکم، بهترین مکان محسوب می‌شوند. سنگ بستر آذرین بدون شکستگی و هوازدگی، بهترین موقعیت را در صورت دفن پسماند خطرناک به صورت عمقی دارد. از میان سنگهای رسوبی کنگلومرا به دلیل دانه درشت بودن، سنگهای آهکی و تبخیری به دلیل انحلال‌پذیری بالا و امکان بالای انتقال رادیونوکلئیدها و پراکندگی آن‌ها در محیط اطراف (آبهای سطحی، زیرزمینی و خاک منطقه) نامناسب در نظر گرفته شده‌اند. تناوب سنگهای ضعیف و قوی مانند ماسه‌سنگ و مارن، دارای شرایط بهتر و در نهایت آبرفتها، مخروط‌افکنه‌ها ،پهنه های نمکی و نهشته‌های بادی، به‌دلیل داشتن بیشترین نفوذپذیری در رده بسیار نامناسب قرار می‌گیرند. به منظور دفن پسماند قرار می‌گیرند. در منطقه مطالعاتی، سنگهای دگرگونی انارک با نفوذپذیری اندک و همچنین واحدهای آتشفشانی ائوسن فاقد خاصیت آبدهی و آبگیری بوده و دارای پتانسیل بالایی جهت احداث ساختگاه می‌باشند و با توجه به ارجحیت دفن حتی با هزینه

بیشتر نسبت به رده‌های چهارم و پنجم، در رده سوم رده‌بندی قرار داده شده‌اند. در این مرحله از مطالعه، به منظور تهیه لایه اطلاعاتی سنگ‌شناسی، از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی شامل ۹ برگه : انارک، عشین، کوه‌دم، سرخشاد، شرق شهراب ، نایین، چاه‌نو، کجان، نخلک استفاده شده است. پس از تهیه، این لایه با استفاده از تصاویر گوگل ارث تصحیح گردید (شکل ۴-۵). بر اساس اختصاصاتی که در بالا گفته شد طبقه‌بندی پارامترهای زمین‌شناسی بر اساس خواص سنگ در جدول ۴-۳ آورده شده است.

جدول۴-۳- طبقه‌بندی توصیفی بر اساس واحدهای سنگ‌شناسی در محدوده مطالعاتی

طبقه‌بندی	توصیف	سنگ‌شناسی
A	بسیار مناسب	پهنه‌های رسی ، رس سنگ، تناوب رس و مارن، کویر دق نهشته‌های ریزدانه با ضخامت زیاد
B	مناسب	تناوب سنگهای رسی و سنگهای رسوبی ،تناوب مارن با سنگهای ضعیفتر(ماسه سنگ، کنگلومرا)، سنگ های دارای کانی های رسی، تناوب مارن و ماسه سنگ، شیل،
C	متوسط	توفهای آذرین، سنگهای آذرین و دگرگونی با مقاومت بالا و بدون شکستگی،
D	نامناسب	سنگ آهک، دولومیت، سنگهای آذرین و دگرگونی با مقاومت پایین و دارای برگوارگی و شکستگی، ماسه سنگ
E	بسیار نامناسب	نهشته‌های دامنه‌ای، پادگانه‌های آبرفتی، ماسه بادی، پهنه‌های نمکی، مخروط‌افکنه، واریزه‌ها، سنگ آهک



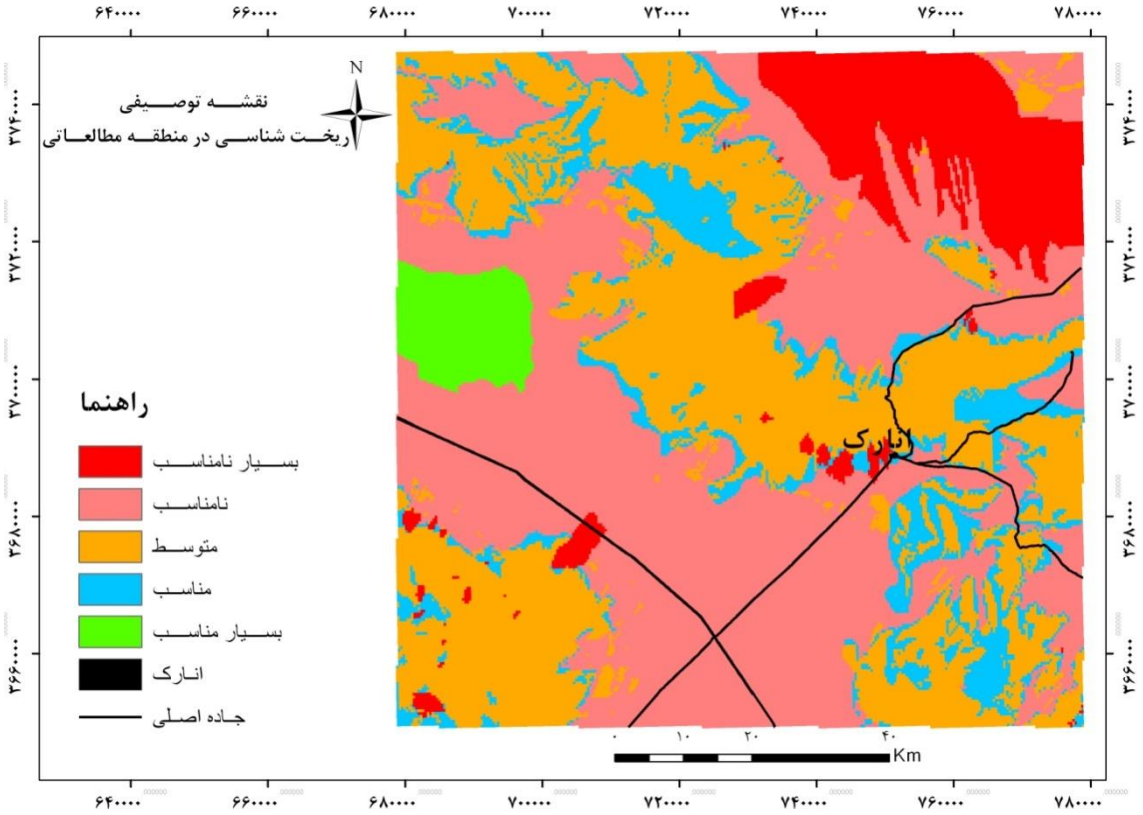
شکل ۴-۵- نقشه توصیفی بر اساس واحدهای سنگ‌شناسی منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک

ب- زمین ریخت شناسی

بررسی ریخت‌شناسی مناطق و شناخت کافی از وضعیت و اشکال فیزیکی زمین، کمک شایانی، از جنبه‌های زیست‌محیطی و اقتصادی دقیق‌تر مکان دفن خواهد کرد. منطقه مطالعاتی بر اساس نهشته‌های رسوبی و محیط رسوبی آنها به پنج دسته A, B, C, D, E طبقه‌بندی شده است (جدول ۴-۴). در این طبقه‌بندی پلایا، کویر دق و جلگه‌های رسی که از قلیائیت و شوری زیادی برخوردار هستند در کلاس بسیار مناسب قرار داده شده‌اند. نهشته‌های دامنه‌ای دانه‌ریز به دلیل حصار طبیعی از یک یا چند سو در رده مناسب قرار می‌گیرند. رده بسیار نامناسب مخروط افکنه‌ها و نهشته‌های بادی را به دلیل نفوذپذیری بالا شامل می‌شود. رخنمون‌های سنگی نسبت به دشت سیلابی، درصورت داشتن شرایط لیتولوژی مناسب و صرف هزینه برای دفن، دارای شرایط بهتری هستند و در رده متوسط قرار داده شده‌اند. لایه اطلاعاتی زمین ریخت‌شناسی به وسیله نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کشور و همچنین تصاویر گوگل ارث تهیه گردید (شکل ۴-۶).

جدول ۴-۴- طبقه‌بندی توصیفی ریخت شناسی در محدوده مطالعاتی

طبقه‌بندی	توصیف	محیط رسوبی
A	بسیار مناسب	پلایا
B	مناسب	نهشته دامنه ای ریزدانه
C	متوسط	رخنمون سنگی
D	نامناسب	دشت سیلابی
E	بسیار نامناسب	مخروط‌افکنه، نهشته های دامنه ای درشت دانه و نهشته‌های بادی



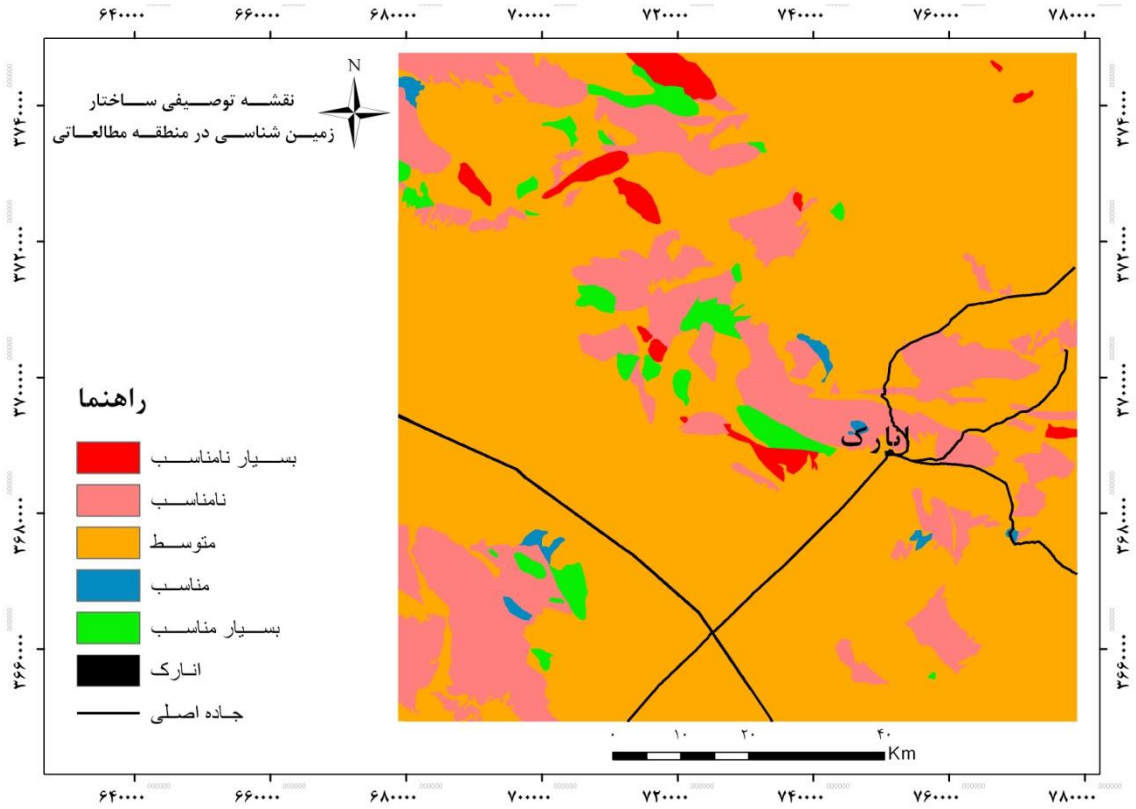
شکل ۴-۶- نقشه توصیفی ریخت شناسی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک

ج- ساختار زمین شناسی

برای تعیین محل‌های مناسب برای دفن پسماندهای خطرناک باید از ساختارهای زمین شناسی مانند تاقدیس و لایه‌های همشیب با توپوگرافی عمومی منطقه (به دلیل احتمال بالای انتقال و انتشار آلودگی) دوری کرد. در این زمینه باید بیشتر تمرکز بر روی ساختارهای ناودیس‌مانند (به‌دلیل ضخامت بالای لایه‌های موجود، کاهش درزه‌ها و شکاف‌ها به دلیل فشارهای تکتونیکی وارد شده) و لایه هایی با شیب مخالف توپوگرافی زمین باشد. ساختار زمین شناسی منطقه بر اساس جدول ۴-۵ به ۵ کلاس تقسیم بندی شده و لایه اطلاعاتی این پارامتر براساس ۹ برگه نقشه زمین‌شناسی نام برده شده در بخش سنگ‌شناسی تهیه گردیده است (شکل۴-۷).

جدول ۴-۵- طبقه‌بندی توصیفی ساختار زمین شناسی بر اساس نقشه زمین شناسی در محدوده مطالعاتی

طبقه‌بندی	توصیف	ساختار زمین شناسی
A	بسیار مناسب	ناودیس
B	مناسب	لایه هایی با شیب مخالف با توپوگرافی عمومی زمین
C	متوسط	لایه های افقی و نامشخص
D	نامناسب	لایه هایی با شیب موافق با توپوگرافی عمومی زمین
E	بسیار نامناسب	تاقدیس



شکل ۴-۷- نقشه توصیفی ساختار زمین شناسی بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک

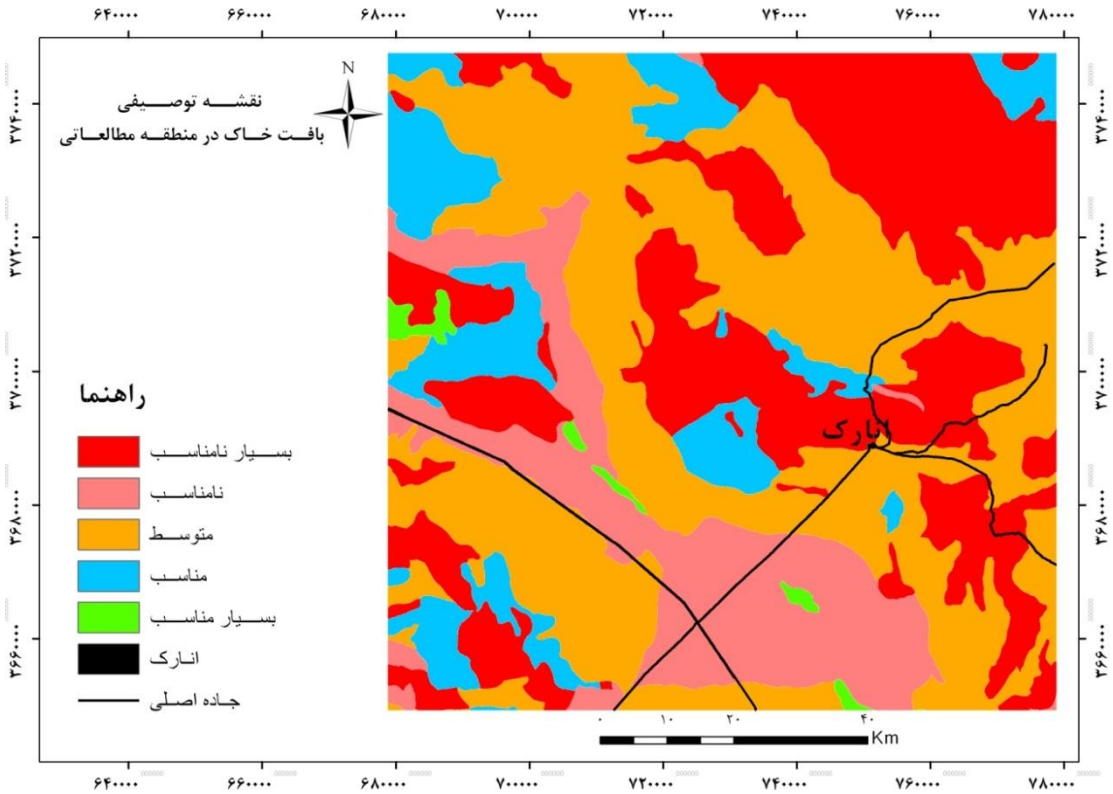
د- بافت خاک

بهترین خاک برای احداث محل دفن پسماندهای خطرناک، خاکی با عمق زیاد، شوری بالا، متراکم و فاقد سنگریزه، ریزدانه و بایر می‌باشد. بر اساس این اختصاصات، لایه اطلاعاتی بافت خاک بر اساس

داده‌های نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ارزیابی منابع و قابلیت اراضی اصفهان به ۵ طبقه کلاس‌بندی شد. (جدول ۴-۶ و شکل ۴-۸).

جدول۴-۶- طبقه بندی توصیفی تیپ خاک بر گرفته از نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی در منطقه مطالعاتی

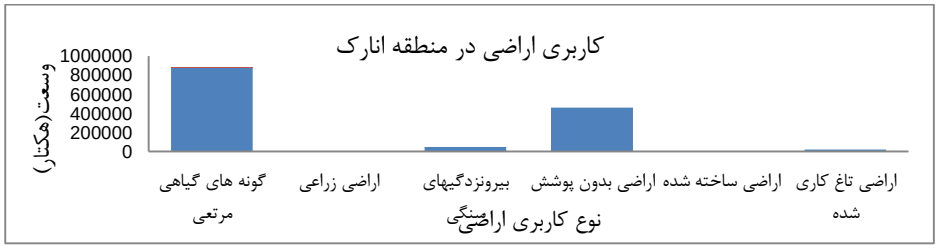
طبقه‌بندی	توصیف	بافت خاک
A	بسیار مناسب	اراضی پست و شور- خاکهایی با ضخامت زیاد با بافت متراکم و شوری و قلیائیت زیاد – تپه ها با خاکهایی با ضخامت کم خاک برروی تشکیلات مارنی
B	مناسب	خاک با ضخامت زیاد با بافت متراکم- خاکهایی با ضخامت متوسط و شوری کم
C	متوسط	فلاتها و تراسهای آبرفتی با خاک با ضخامت کم برروی طبقات آهکی و گچی
D	نامناسب	واریزه های بادبزنی شکل سنگریزه دار
E	بسیار نامناسب	کوه بدون خاک یا با قشر نازکی از خاک و خاکهای با ضخامت بسیار کم و سنگریزه دار با بافت متوسط تا متراکم– ماسه بادی- توده های شنی



شکل۴-۸- نقشه طبقه بندی توصیفی بافت خاک بر اساس نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک

۵- پوشش‌گیاهی

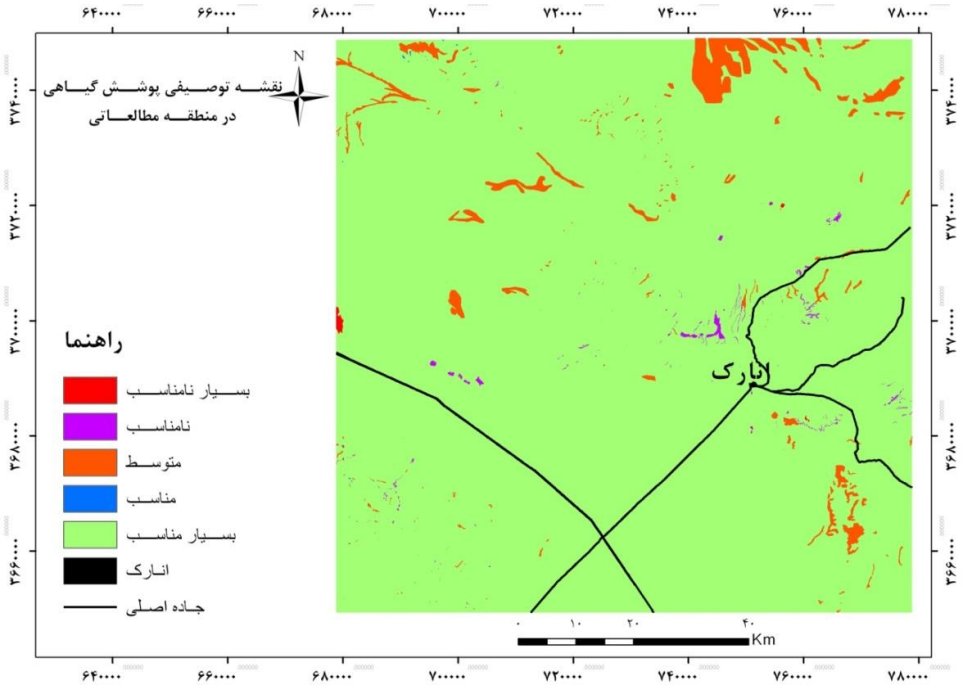
منطقه مورد مطالعه انارک ناحیه ای خشک و بیابانی است. فعالیتهای کشاورزی به طور پراکنده و کم و بیش در روستاها و بویژه در مناطقی که حفر چاه انجام گرفته، امکان پذیر شده است. در شکل ۴-۹ می‌توان توزیع کاربریهای اراضی در منطقه مورد مطالعه را مشاهده کرد (افتخاری،۱۳۸۲). مناطق فاقد پوشش گیاهی و کویری بایر که وسعت زیادی از منطقه مطالعاتی را در بر می‌گیرد، بهترین شرایط را برای دفن پسماندهای خطرناک دارا هستند. در منطقه مطالعاتی با توجه به این اختصاصات نحوه کلاس‌بندی این پارامتر، بر اساس نقشه ۱:۲۵۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور در شکل (شکل ۴-۱۰) و جدول (جدول۴-۷) ارائه شده است.



شکل ۴-۹- توزیع کاربریهای اصلی اراضی در منطقه مورد مطالعه انارک

جدول۴-۷- طبقه بندی توصیفی پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی

طبقه‌بندی	توصیف	پوشش گیاهی
A	بسیار مناسب	زمین بایر
B	مناسب	تک درخت
C	متوسط	مرتع و بوته‌زار
D	نامناسب	زراعت و ردیف درخت
E	بسیار نامناسب	جنگل و باغ



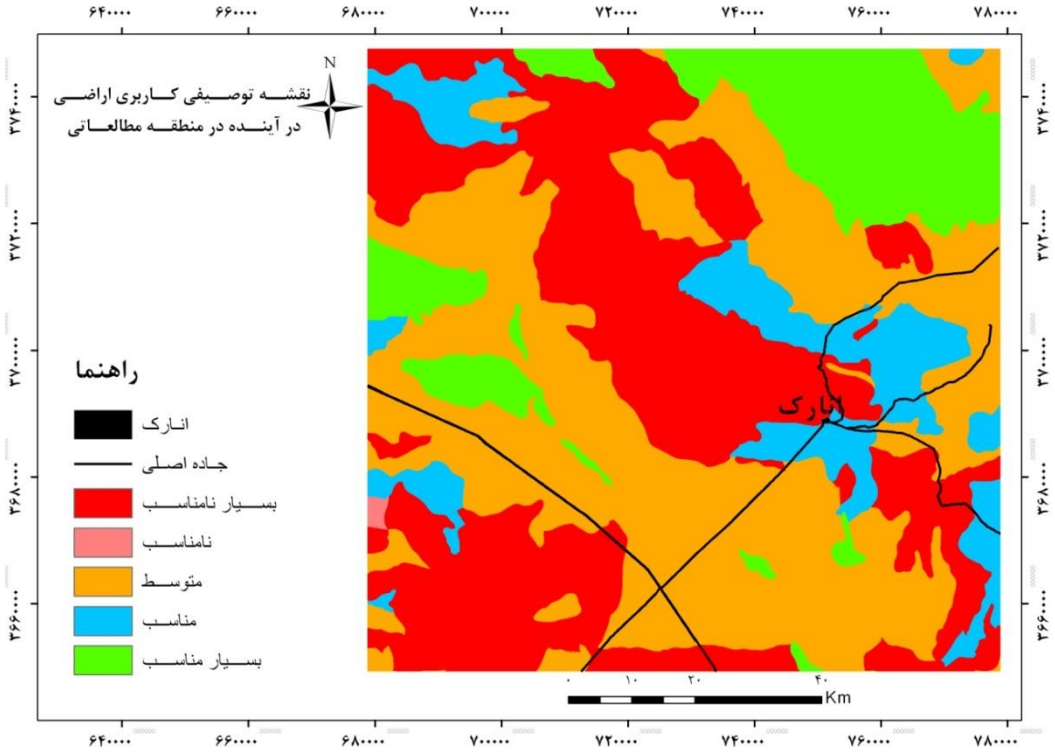
شکل ۴-۱۰- نقشه طبقه بندی توصیفی پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک

و- کاربری اراضی در آینده

لایه اطلاعاتی کاربری اراضی درآینده در منطقه انارک با استفاده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ارزیابی و قابلیت اراضی اصفهان تهیه شده است شکل (۴-۱۱). در جدول ۴-۸ اراضی منطقه مطالعاتی بر اساس قابلیت اراضی برای استفاده در آینده، به ۵ دسته بسیار مناسب تا بسیار نامناسب طبقه بندی شده است.

جدول۴-۸- طبقه‌بندی کاربری اراضی در آینده در محدوده مطالعاتی

طبقه‌بندی	توصیف	کاربری اراضی در آینده
A	بسیار مناسب	ماسه بادی(اراضی بایر)- اراضی پست وشور – واریزه‌های بادبزنی
B	مناسب	اراضی بایر و تحت کنترل از نظر آبخیزداری
C	متوسط	مناطق حفاظت‌شده (سازمان آبخیزداری) شامل کوه و تپه هایی با چرای تحت کنترل
D	نامناسب	زمین هایی با قابلیت متوسط تا خوب برای چرا و زراعت آبی
E	بسیار نامناسب	شامل کوه و منطقه استخراج سنگ و حفاظت شده



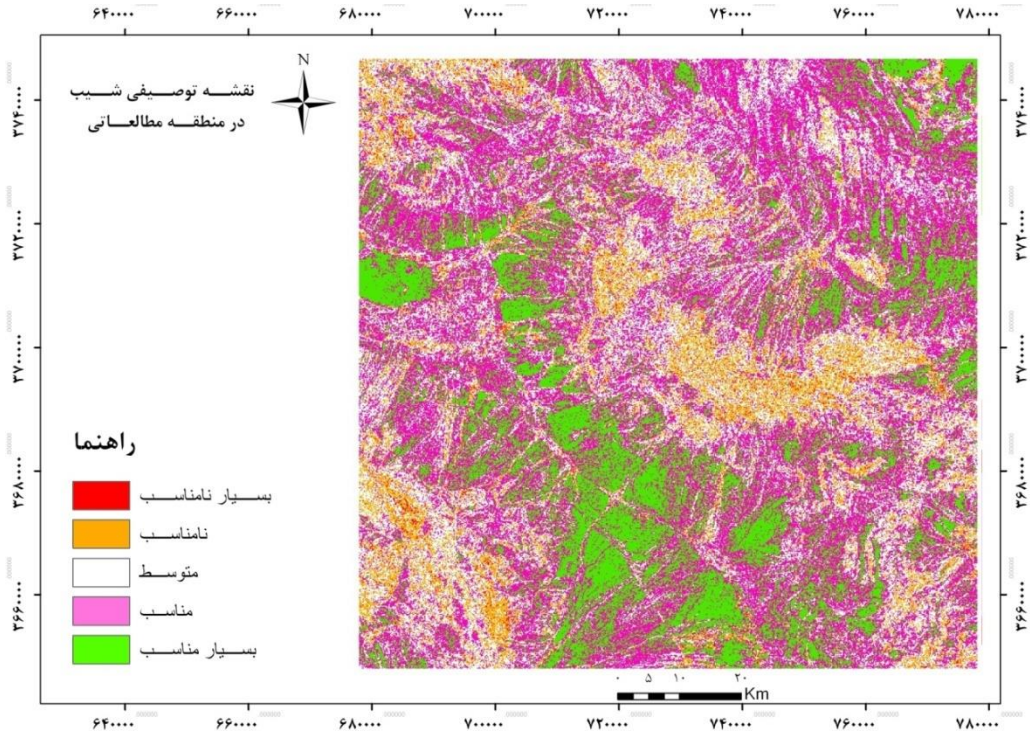
شکل ۴-۱۱- طبقه بندی کاربری اراضی در آینده منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک

ز- توپوگرافی (شیب)

به منظور تهیه لایه اطلاعاتی شیب، از تصویر ماهواره‌ایی لندست ژئورف شده از چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ انارک (SRTM) استفاده شده است. (شکل ۴-۱۲) نحوه طبقه بندی شیب براساس توضیحات آورده شده در فصل دوم بر حسب درصد در جدول (۴-۹) ارائه شده است.

جدول۴-۹- طبقه بندی توصیفی شیب بر حسب درصد در محدوده مطالعاتی

طبقه‌بندی شیب (درصد)	۰-۷	۷-۱۵	۱۵-۳۰	۳۰-۴۵	>۴۵
توصیف	بسیار مناسب	مناسب	متوسط	نامناسب	بسیار نامناسب



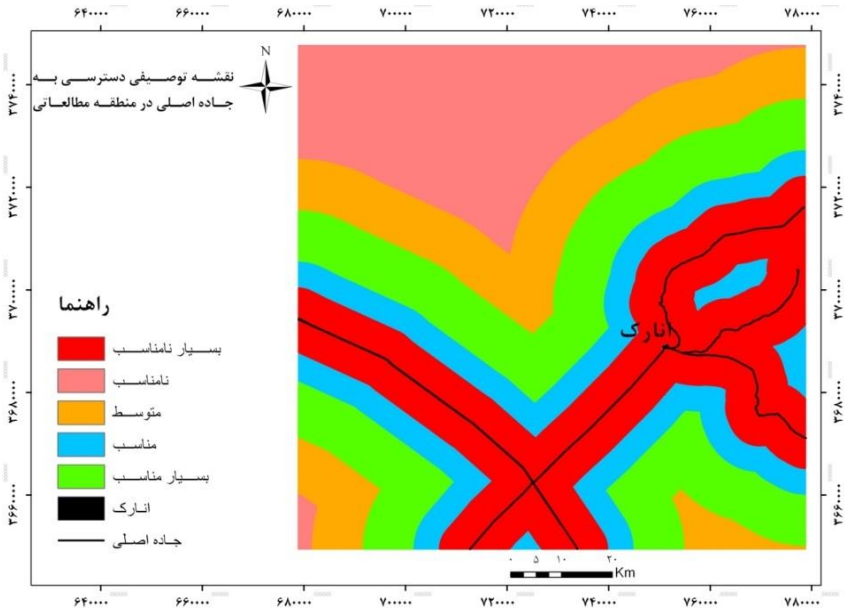
شکل ۴-۱۲- نقشه توصیفی طبقه بندی شیب بر حسب درصد در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک

ح- راههای دسترسی (جاده‌های اصلی و فرعی)

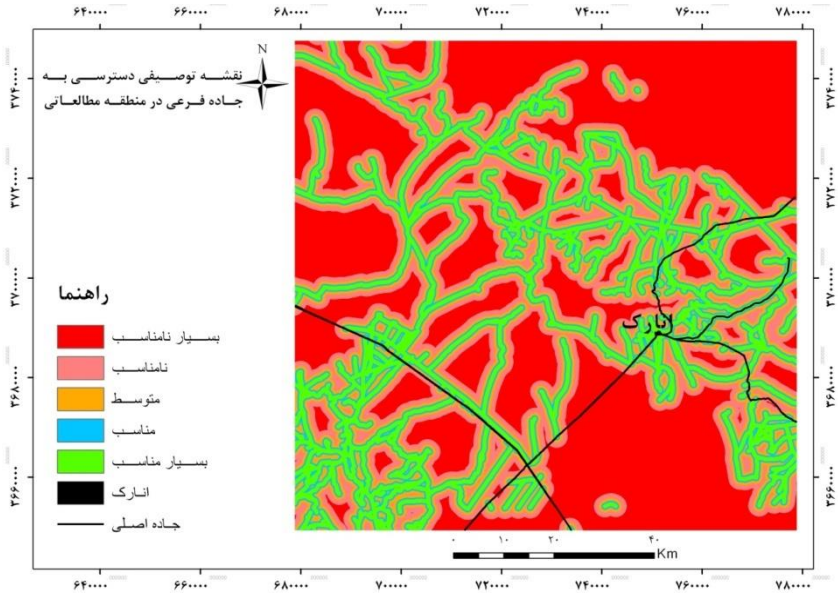
طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی جاده‌های اصلی و فرعی، پس ازاعمال حریم به فاصله m ۱۰۰۰ برای جاده اصلی و m ۵۰ در مورد جاده فرعی انجام شده است. در کلاس‌بندی مربوط به جاده فرعی نزدیکترین و دروترین فاصله تا محل دفن، به ترتیب مناسب ترین و نامناسب‌ترین حالت را برای احداث تأسیسات دفن به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۴-۱۰). در مورد جاده اصلی متوسط فاصله از جاده اصلی بهترین شرایط را جهت دفن پسماندهای خطرناک دارد. این لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شده است، سپس به وسیله تصاویر گوگل ارث تصحیح گردیدند (شکل‌های ۴-۱۳ و ۴-۱۴). پس از بررسی در بازدید میدانی به‌دلیل اینکه راههای فرعی بیشتر به شکل مال‌رو بوده و کل منطقه را پوشش می‌دهد، تأثیر آن در مکان‌یابی مورد بررسی قرار گرفت و از دخالت این پارامتر در مکان‌یابی، چشم پوشی شد اما به‌دلیل امتیاز پایین مربوط به این لایه، تأثیر چندانی در پهنه بندی مشاهده نگردید.

جدول۴-۱۰- طبقه بندی توصیفی راههای دسترسی در منطقه مطالعاتی

طبقه‌بندی فاصله از جاده اصلی(m)	طبقه‌بندی فاصله از جاده فرعی(m)	توصیف
۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	۰-۲۰۰	بسیار مناسب
۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	۲۰۰-۵۰۰	مناسب
۰-۵۰۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	متوسط
۲۰۰۰۰-۳۰۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	نامناسب
>۳۰۰۰۰	>۲۰۰۰	بسیار نامناسب



شکل۴-۱۳- نقشه طبقه بندی توصیفی راههای دسترسی اصلی در منطقه مطالعاتی



شکل ۴-۱۴- نقشه طبقه بندی توصیفی راههای دسترسی فرعی در منطقه مطالعاتی

ط- طبقه‌بندی فاصله از شهر

به منظور جلوگیری از اثرات سوء زیست محیطی و به خطر افتادن سلامتی انسانها در نتیجه آلوده شدن منابع غذایی، آبی و همچنین در معرض قرار گرفتن تششعات، باید تا حد امکان محل احداث پسماندهای خطرناک تا مراکز جمعیتی شهری حداکثر فاصله را داشته باشد. بر این اساس فاصله ساختگاه از شهر انارک پس از اعمال حریم مناسب که ۱۰Kmدر نظر گرفته شده است. طبق جدول ۴-۱۱ طبقه بندی شد. لایه اطلاعاتی حریم شهر با استفاده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شد و سپس به‌وسیله تصاویر ماهواره ای گوگل ارث تصحیح گردید.

جدول۴-۱۱- طبقه بندی توصیفی فاصله از شهر در منطقه مطالعاتی

فاصله از شهر(Km)	>۸۰	۴۰-۸۰	۲۰-۴۰	۱۰-۲۰	۱۰-۰
توصیف	بسیار مناسب	مناسب	متوسط	بسیار نامناسب	نامناسب

ی - لایه اطلاعاتی دسترسی به خطوط انتقال نیرو

به منظور تأمین انرژی مورد نیاز و تسهیل در امور ساخت و بهره برداری تأسیسات دفن، پس اعمال حریم مناسب، باید فاصله مناسبی تا خطوط انتقال نیرو در نظر گرفته شود (حیدرزاده، ۱۳۸۰). پس از اعمال حریم مناسب که m ۵۰ می‌باشد، فاصله‌ها از خطوط انتقال نیرو به ۵ کلاس بسیار نامناسب تا بسیار مناسب تقسیم بندی شده است (جدول۴-۱۲).

جدول۴-۱۲- طبقه بندی توصیفی فاصله ازخطوط انتقال نیرو در منطقه مطالعاتی

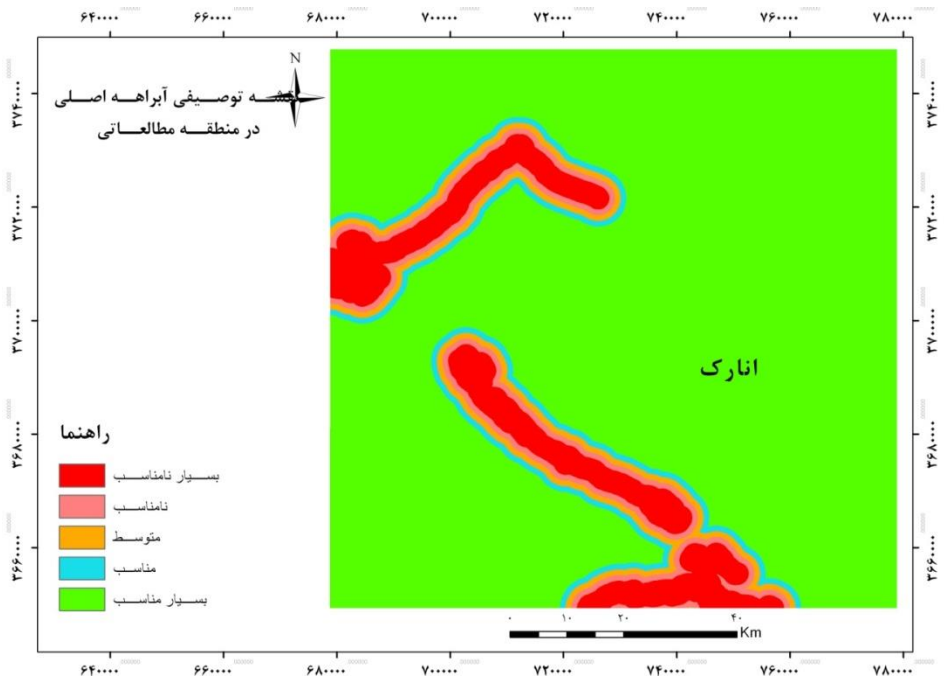
فاصله ازخطوط انتقال نیرو (m)	>۴۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۰-۵۰۰
توصیف	بسیارنامناسب	نامناسب	متوسط	نامناسب	بسیار مناسب

ک- فاصله از آبراهه اصلی

به منظور جلوگیری از پراکندگی آلودگی در جریان بروز احتمالی سیل در محل ساختگاه، پس از اعمال حریم مناسب **m** ۷۰۰، فاصله‌ها از آبراهه اصلی به ۵ کلاس بسیار نامناسب تا بسیار مناسب تقسیم بندی شده است. درکلاس‌بندی این لایه مطالعاتی، بیشترین فاصله از آبراهه اصلی بهترین شرایط را برای احداث تأسیسات دارد. جدول (۴-۱۳) و شکل(۴-۱۵).

جدول۴-۱۳- طبقه بندی توصیفی فاصله از آبراهه اصلی در منطقه مطالعاتی

فاصله از آبراهه اصلی(m)	>۵۶۰۰	۲۸۰۰-۵۶۰۰	۱۴۰۰-۲۸۰۰	۷۰۰-۱۴۰۰	۰-۷۰۰
توصیف	بسیار مناسب	مناسب	متوسط	نامناسب	بسیار نامناسب



شکل ۴-۱۵- نقشه طبقه بندی توصیفی فاصله از آبراهه اصلی در منطقه مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک

۴-۲-۴- انتخاب روش وزن‌دهی معیارها و زیر معیارها

در این مرحله از تحقیق باید یک روش تصمیم‌گیری را انتخاب و بر اساس آن تصمیم‌گیری کرد.

الف- مکان‌یابی به روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

در این تحقیق از روش تحلیل سلسله مراتبی وظیفه‌ای که یکی از موارد استفاده از این روش در مدیریت باطله‌های خطرناک می‌باشد استفاده شده است، اجزاء به صورت وظیفه‌ای با هم مرتبط بوده و تشکیل یک سیستم را می‌دهند. در این روش برای محاسبه وزن پارامترها و کلاس مربوط به آن‌ها از ماتریس مقایسه زوجی استفاده شده است. به این، نوع سلسله مراتبی چند سطحی کامل گفته می‌شود (عطایی، ۱۳۸۹).

- **تشکیل ماتریس مقایسه زوجی**

با توجه به اینکه در این تحقیق از ۱۲ پارامتر جهت تعیین مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماندهای خطرناک در منطقه انارک استفاده شده است. بنابراین باید، یک ماتریس ۱۲×۱۲ تشکیل داد. در این نوع ماتریس هر معیار، نسبت به سایر معیار ها در سطح بالاتر خود به صورت زوجی مقایسه می‌شود. در نهایت برای محاسبه اهمیت نسبی مربوط به هر پارامتر و کلاس‌های مربوط به آن، از روش تقریبی حسابی، همانطور که در فصل دوم توضیح داده شد، استفاده شده است (جدول ۴- ۱۴ تا ۴-۲۶).

- **محاسبه نرخ ناسازگاری**

در مورد هر یک از معیارها، نرخ ناسازگاری بر اساس مراحل توضیح داده شده در فصل دوم محاسبه گردید. نتایج حاصل شده همه، کمتر یا مساوی با ۰/۱ (حد قابل قبول) بدست آمد. این امر نشاندهنده سازگاری بالای تصمیم گیری در روش مورد مطالعه می‌باشد(جدول‌های ۴-۲۷).

جدول ۴-۱۴ - ماتریس مقایسه زوجی برای بدست آوردن اهمیت نسبی پارامترها

مقایسه زوجی معیارها	سنگ‌شناسی	فاصله از شهر	ریخت‌شناسی	توپوگرافی	بافت خاک	فاصله از رودخانه اصلی	ساختار زمین شناسی	کاربری اراضی در آینده	دسترسی به جاده اصلی	دسترسی به جاده فرعی	پوشش گیاهی	خطوط انتقال نیرو	اهمیت نسبی
سنگ‌شناسی	۱	۲	۳	۴	۳	۴	۵	۷	۷	۸	۹	۹	**۰/۲۶**
فاصله از شهر	۰/۵	۱	۳	۳	۳	۵	۵	۶	۷	۸	۷	۹	**۰/۱۵**
ریخت‌شناسی	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۴	۲	۴	۳	۷	۷	۸	۷	۸	**۰/۱۵**
توپوگرافی	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۲۵	۱	۳	۳	۲	۵	۶	۵	۶	۷	**۰/۱۱**
بافت خاک	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۳۳	۱	۴	۴	۵	۶	۶	۶	۷	**۰/۱۰**
فاصله از رودخانه اصلی	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۲۵	۱	۳	۵	۶	۶	۸	۶	**۰/۰۸**
ساختار زمین شناسی	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۳	۴	۵	۵	۶	**۰/۰۶**
کاربری اراضی در آینده	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۳۳	۱	۴	۴	۴	۶	**۰/۰۴**
دسترسی به جاده اصلی	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۱	۳	۳	۵	**۰/۰۳**
دسترسی به جاده فرعی	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۳	۴	**۰/۰۲**
پوشش گیاهی	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۲۵	/۳۳	۰/۳۳	۱	۴	**۰/۰۲**
خطوط انتقال نیرو	۰/۱۱	/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۱	**۰/۰۱**

جدول ۴ –۱۵- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار فاصله از جاده فرعی و امتیازهای مربوطه

قاصله ازجاده فرعی(m)	۰-۲۰۰	۲۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰	اهمیت نسبی
۰-۲۰۰	۱	۲	۲	۰/۳	۵	۰/۳۸
۲۰۰-۵۰۰	۰/۵	۱	۲	۰/۳	۴	۰/۲۸
۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۲	۳	۰/۱۷
۱۰۰۰-۲۰۰۰	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۱	۲	۰/۱
>۲۰۰۰	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۰۶

جدول ۴ -۱۶– طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار فاصله از جاده اصلی و امتیازهای مربوطه

فاصله از جاده اصلی(m)	۰-۵۰۰	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰-۳۰۰۰۰	>۳۰۰۰۰	اهمیت نسبی
۰-۵۰۰۰	۱	۰/۳۳	۰/۲۰	۳	۵	۰/۱۸
۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	۳	۱	۰/۲۵	۴	۶	۰/۲۶
۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	۵	۴	۱	۵	۷	۰/۴۴
۲۰۰۰۰-۳۰۰۰۰	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۲۰	۱	۴	۰/۰۹
>۳۰۰۰۰	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۲۵	۱	۰/۰۶

جدول ۴ – ۱۷- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار فاصله از شهر و امتیازهای مربوطه

فاصله از شهر (km)	>۸۰	۴۰-۸۰	۲۰-۴۰	۱۰-۲۰	۱۰-۰	اهمیت نسبی
>۸۰	۱	۲	۳	۴	۸	۰/۴۵
۴۰-۸۰	۰/۵	۱	۱	۲	۳	۰/۲
۲۰-۴۰	۰/۳۳	۱	۱	۲	۳	۰/۱۸
۱۰-۲۰	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۰/۱۱
۱۰-۰	۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۰۶

جدول ۴ –۱۸- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار پوشش گیاهی و امتیازهای مربوطه

پوشش گیاهی	A	B	C	D	E	اهمیت نسبی
A	۱	۲	۴	۷	۸	۰/۴۷
B	۰/۵	۱	۲	۴	۵	۰/۲۵
C	۰/۲۵	۰/۵	۱	۲	۳	۰/۱۳
D	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۵	۱	۱	۰/۰۶
E	۰/۱۳	۰/۲	۰/۳۳	۱	۱	۰/۰۵

جدول ۴ – ۱۹- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار کاربری اراضی و امتیازهای مربوطه

کاربری اراضی در آینده	A	B	C	D	E	اهمیت نسبی
A	۱	۴	۵	۶	۷	۰/۵۴
B	۰/۲۵	۱	۲	۳	۴	۰/۲
C	۰/۲	۰/۵	۱	۲	۳	۰/۱۳
D	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۵	۱	۲	۰/۰۸
E	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۰۵

جدول ۴ – ۲۰- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار شیب و امتیازهای مربوطه

شیب(در صد)	۰-۷	۷-۱۵	۱۵-۳۰	۳۰-۴۵	>۴۵	اهمین نسبی
۰-۷	۱	۲	۳	۴	۶	۰/۴۳
۷-۱۵	۰/۵	۱	۲	۳	۴	۰/۲۷
۱۵-۳۰	۰/۳۳	۰/۵	۱	۱	۲	۰/۱۳
۳۰-۴۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۱	۱	۰/۱
>۴۵	۰/۱۷	۰/۲	۰/۵	۱	۱	۰/۰۷

جدول ۴ – ۲۱- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار ریخت‌شناسی و امتیازهای مربوطه

ریخت‌شناسی	A	B	C	D	E	اهمیت نسبی
A	۱	۲	۳	۴	۵	۰/۴۸
B	۰/۵	۱	۳	۴	۶	۰/۳۹
C	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۲	۳	۰/۱۶
D	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۱	۲	۰/۱
E	۰/۲	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۰۶

جدول ۴ – ۲۲- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار سنگ‌شناسی و امتیازهای مربوطه

سنگ‌شناسی	A	B	C	D	E	اهمیت نسبی
A	۱	۲	۳	۵	۶	۰/۴۱
B	۰/۵	۱	۴	۵	۶	۰/۳۳
C	۰/۳۳	۰/۲۵	۱	۲	۳	۰/۱۳
D	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۱	۲	۰/۰۸
E	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۰۶

جدول ۴ – ۲۳- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار بافت خاک و امتیازهای مربوطه

بافت خاک	A	B	C	D	E	اهمیت نسبی
A	۱	۴	۵	۶	۸	۰/۵۴
B	۰/۲۵	۱	۲	۳	۴	۰/۲
C	۰/۲	۰/۵	۱	۳	۲	۰/۱۳
D	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۲	۰/۰۸
E	۰/۱۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۰۶

جدول ۴ – ۲۴- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار آبراهه اصلی و امتیازهای مربوطه

آبراهه اصلی(m)	>۴۰۰۰	۳۰۰۰-۴۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۰-۱۰۰۰	اهمیت نسبی
>۴۰۰۰	۱	۷	۸	۸	۹	۰/۵۵
۳۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۱۴	۱	۶	۷	۸	۰/۲۵
۲۰۰۰-۳۰۰۰	۰/۱۳	۰/۱۷	۱	۳	۵	۰/۱۰
۱۰۰۰-۲۰۰۰	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۳۳	۱	۴	۰/۰۶
۰-۱۰۰۰	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۲۵	۱	۰/۰۳

جدول ۴ – ۲۵- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار ساختار زمین شناسی و امتیازهای مربوطه

ساختار زمین شناسی	ناودیس	لایه خلاف جهت شیب زمین	حد واسط	لایه هم شیب با شیب زمین	تاقدیس	اهمیت نسبی
ناودیس	۱	۵	۶	۸	۹	۰/۵۱
لایه خلاف جهت شیب زمین	۰/۲۰	۱	۶	۷	۸	۰/۲۷
حد واسط	۰/۱۷	۰/۱۷	۱	۳	۶	۰/۱۱
لایه هم شیب با شیب زمین	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۳۳	۱	۶	۰/۰۸
تاقدیس	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۷	۱	۰/۰۳

جدول ۴ – ۲۶- طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیار خطوط انتقال نیرو و امتیازهای مربوطه

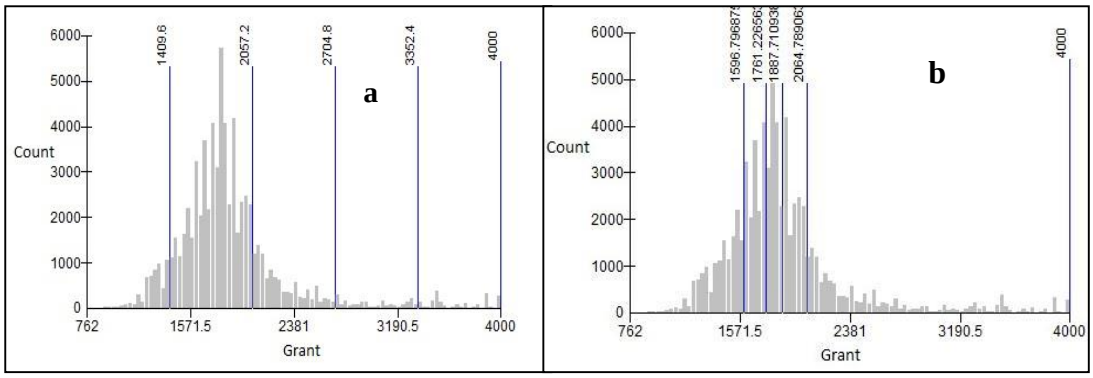
خطوط انتقال نیرو(m)	۰-۵۰۰	۱۰۰-۵۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	>۴۰۰۰	اهمیت نسبی
۰-۵۰۰	۱	۲	۴	۵	۷	۰/۸۰
۱۰۰-۵۰۰	۰/۵۰	۱	۴	۵	۷	۰/۵۰
۲۰۰۰-۱۰۰۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۱	۳	۶	۰/۲۴
۴۰۰۰-۲۰۰۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۳۳	۱	۶	۰/۱۷
>۴۰۰۰	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۷	۱	۰/۰۹

جدول ۴- ۲۷ - نرخ ناسازگاری محاسبه شده مربوط به معیارها و زیرمعیارها

معیارهای اصلی	سنگ شناسی	فاصله از شهر	نفوذپذیری	کاربری اراضی در آینده	توپوگرافی	بافت خاک	فاصله از جاده اصلی	فاصله از جاده فرعی	پوشش گیاهی	فاصله از آبراهه اصلی	دسترسی به خطوط انتقال نیرو	ساختار زمین شناسی
۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۵

۴-۲-۵- هم‌پوشانی لایه های اطلاعاتی

پس از به‌دست آوردن اهمیت نسبی پارامترها و زیر پارامترها، بر اساس ماتریس‌های ارائه شده جهت تعیین پهنه‌هایی با پتانسیل قابل قبول برای دفن پسماندهای خطرناک در منطقه مطالعاتی، ۱۲ لایه اطلاعاتی، در محیط GIS با توجه به امتیاز نهایی خود بر روی یکدیگر قرار گرفته و تلفیق شده‌اند. در نهایت نقشه واحدی به‌دست آمده که مناطق ممنوعه جهت دفن پسماندهای خطرناک از آن حذف گردیده‌اند. بر اساس مجموع امتیازات حاصل از تلفیق، منطقه مورد مطالعه به ۵ پهنه با مساحت مساوی شامل پهنه های کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب تفکیک شده است (شکل ۴-۱۷). امتیازات در محدوده ای بین ۷۶۲ تا ۴۰۰۰ قرار می‌گیرند (جدول ۴-۲۸). کلاس‌بندی امتیازات نهایی و پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه به دو روش هم امتیاز و هم مساحت انجام گرفته است. با توجه به مساحت مورد نیاز برای ساخت تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک که ۲ کیلومتر مربع برآورد شده است، در این امر، در روش هم امتیاز، فراوانی امتیازهای بالا (امتیازهای ۴۰۰۰-۳۳۵۲/۴) همانطور که در نمودار (b ۴-۱۶) قابل مشاهده است، پایین و مساحت کمی از منطقه را در بر می‌گیرند و برای این هدف غیر قابل استفاده می‌باشد. اما در روش هم مساحت همانطور که در نمودار (b ۴-۱۶) قابل مشاهده است، فراوانی امتیازهای بالا (امتیازهای ۴۰۰۰-۲۰۶۴/۷) از روش هم امتیاز بیشتر می‌باشد و در نتیجه مساحت کافی در جهت احداث تأسیسات پسماند خطرناک وجود دارد. بنابراین بر اساس توضیحات آورده شده، پهنه‌بندی نهایی منطقه مطالعاتی در محیط GIS با روش هم‌مساحت صورت پذیرفته است.

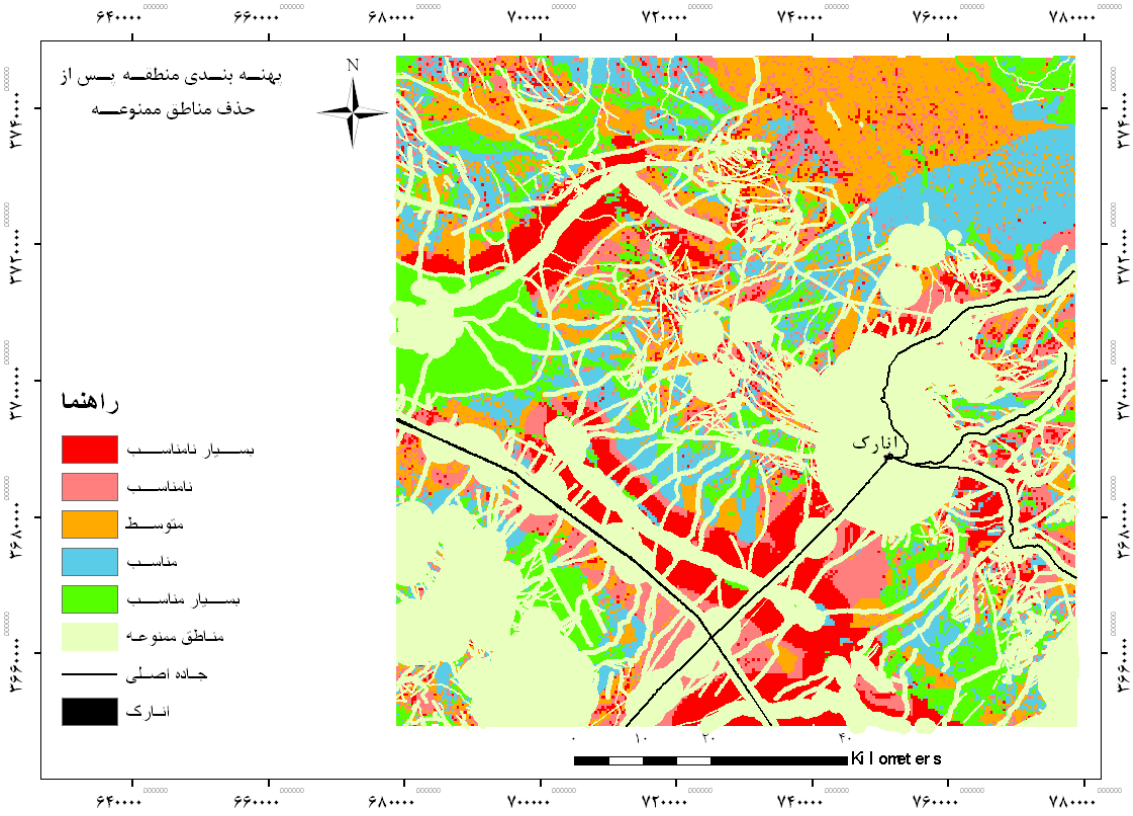


شکل ۴-۱۶- هیستوگرام کلاس بندی امتیازات به روش هم امتیاز(a)، هیستوگرام کلاس بندی امتیازات به روش هم مساحت(b)

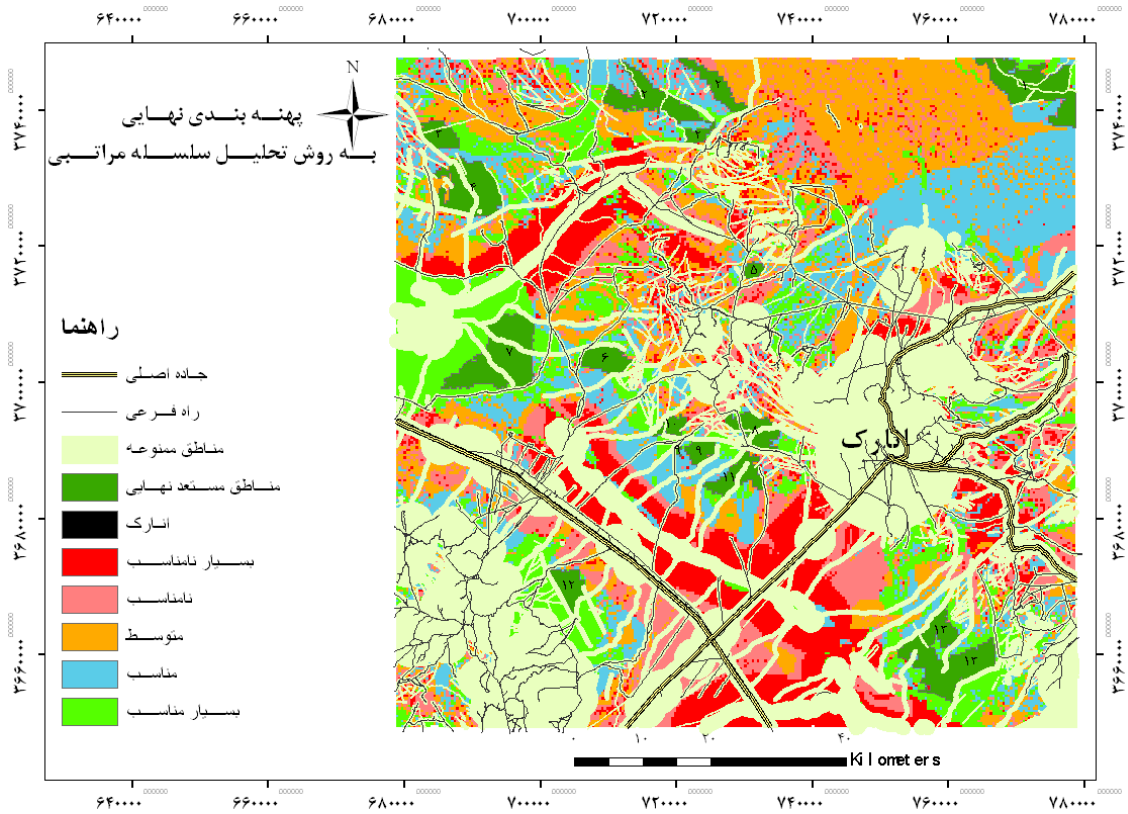
جدول ۴-۲۸- کلاس‌بندی امتیازات مربوط به پهنه بندی منطقه مطالعاتی به روش تحلیل سلسله مراتبی

امتیاز	**۷۶۲-۱۶۰۶**	**۱۶۰۶-۱۷۶۱**	**۱۷۶۱-۱۸۸۱**	**۱۸۸۱ -۲۰۶۴**	**۲۰۶۴-۴۰۰۰**
توصیف	کاملا نامناسب	نامناسب	متوسط	مناسب	کاملا مناسب

در نهایت برای تعیین پهنه‌های مستعد جهت دفن پسماند خطرناک در ناحیه انارک، تنها از طبقه کاملاً مناسب استفاده شد. سپس مناطق با مساحت کمتر از ۲ کیلومتر مربع حذف شدند و ۱۳پهنه مستعد، همانطور که موقعیت آن‌ها در شکل ۴-۱۸ آورد.ه شده است، پیشنهاد شدند.



شکل ۴- ۱۷- نقشه پهنه بندی منطقه مطالعاتی پس از حذف مناطق ممنوعه



شکل ۴- ۱۸ – مکانهای مستعد نهایی جهت احداث محل دفن زباله‌های خطرناک در منطقه مطالعاتی

ب- مکان یابی به روش وزن دهی ساده(SAW)

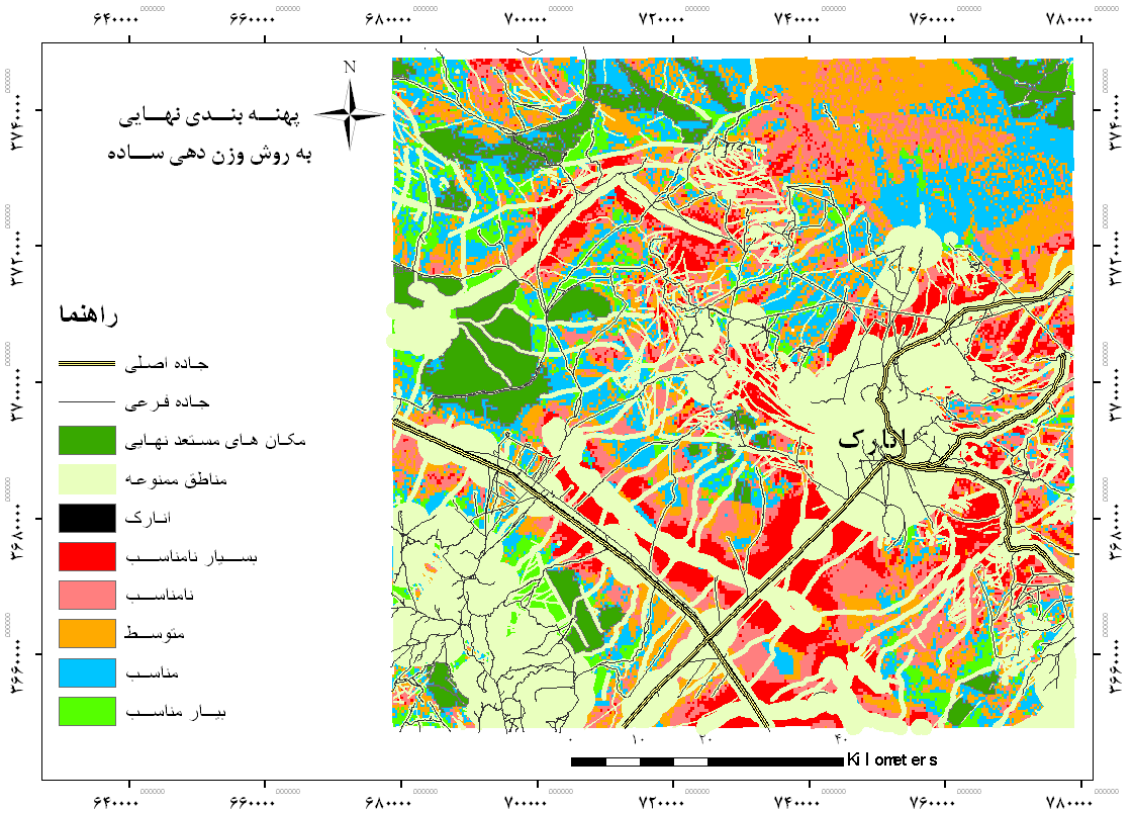
در این مرحله از تحقیق به منظور مقایسه مکانهای مستعد تعیین شده در روش تحلیل سلسله مراتبی، مکان یابی با استفاده از یک روش تصمیم گیری دیگر به نام وزن دهی ساده انجام گرفته است. در این روش امتیازات هر معیار و کلاس مربوطه بر اساس اهمیت نسبی هر معیار و نظر کارشناسی تعیین گردیده است جدول (۴-۲۹). پس از بدست آوردن اهمیت نسبی پارامترها و زیر پارامترها بر اساس امتیاز های ارائه شده در جدول ۴-۲۹، جهت مشخص نمودن پهنه‌هایی با پتانسیل قابل قبول جهت دفن پسماندهای خطرناک در منطقه انارک، ۱۲ لایه اطلاعاتی در محیط GIS با یکدیگر تلفیق و در نهایت نقشه واحدی به‌دست می‌آید که مناطق ممنوعه از آن حذف گردیده‌اند. بر اساس مجموع امتیازات، منطقه به ۵ پهنه با مساحت مساوی، شامل پهنه های کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب تفکیک شده است (شکل ۴-۱۹). در این روش امتیازات در محدوده ای بین ۱۳۶ تا ۳۰۲ قرار می‌گیرند (جدول ۴-۳۰). همان‌طور که قابل مشاهده است در هر دو روش مکان‌یابی، مکان‌های مستعد، بیشتر در غرب و شمال‌غرب منطقه مطالعاتی قرار گرفته است.

جدول ۴-۲۹- امتیاز پارامترها و کلاس‌های مربوطه در روش وزن دهی ساده

لایه اطلاعاتی	کلاس	امتیاز S_{ij}	امتیاز W_i	امتیازنهایی
سنگ‌شناسی	A	۱	۱۰	۱۰
	B	۲		۲۰
	C	۳		۳۰
	D	۴		۴۰
	E	۵		۵۰
فاصله از شهر	A	۱	۹	۹
	B	۲		۱۸
	C	۳		۲۷
	D	۴		۲۸
	E	۵		۴۵
ریخت شناسی	A	۱	۸	۸
	B	۲		۱۶
	C	۳		۲۴
	D	۴		۱۶
	E	۵		۴۰
توپوگرافی	A	۱	۷	۷
	B	۲		۱۴
	C	۳		۲۱
	D	۴		۲۸
	E	۵		۳۵
بافت خاک	A	۱	۶	۶
	B	۲		۱۲
	C	۳		۱۸
	D	۴		۲۴
	E	۵		۳۰
دسترسی به جاده اصلی	A	۳	۴	۱۲
	B	۴		۱۶
	C	۵		۲۰
	D	۲		۸
	E	۱		۴
دسترسی به جاده فرعی	A	۱	۳	۳
	B	۲		۶
	C	۳		۹
	D	۴		۱۲
	E	۵		۱۵
پوشش گیاهی	A	۱	۳	۳
	B	۲		۶
	C	۳		۹
	D	۴		۱۲
	E	۵		۱۵
کاربری اراضی در آینده	A	۱	۴	۴
	B	۲		۸
	C	۳		۱۲
	D	۴		۱۶
	E	۵		۲۰
ساختار زمین شناسی	A	۱	۶	۶
	B	۲		۱۲
	C	۳		۱۸
	D	۴		۲۴
	E	۵		۳۰
دسترسی به خطوط انتقال نیرو	A	۱	۲	۲
	B	۲		۴
	C	۳		۶
	D	۴		۸
	E	۵		۱۰
فاصله از آبراهه اصلی	A	۱	۷	۷
	B	۲		۱۴
	C	۳		۲۱
	D	۴		۲۸
	E	۵		۳۵

جدول ۴-۳۰- امتیازات مربوط به پهنه بندی منطقه مطالعاتی به روش وزن دهی ساده

امتیاز	۱۳۶-۱۹۴	۱۹۴-۲۰۶	۲۰۶-۲۱۶	۲۱۶-۲۳۰	۲۳۰-۳۰۲
توصیف	کاملا نامناسب	نامناسب	متوسط	مناسب	کاملا مناسب



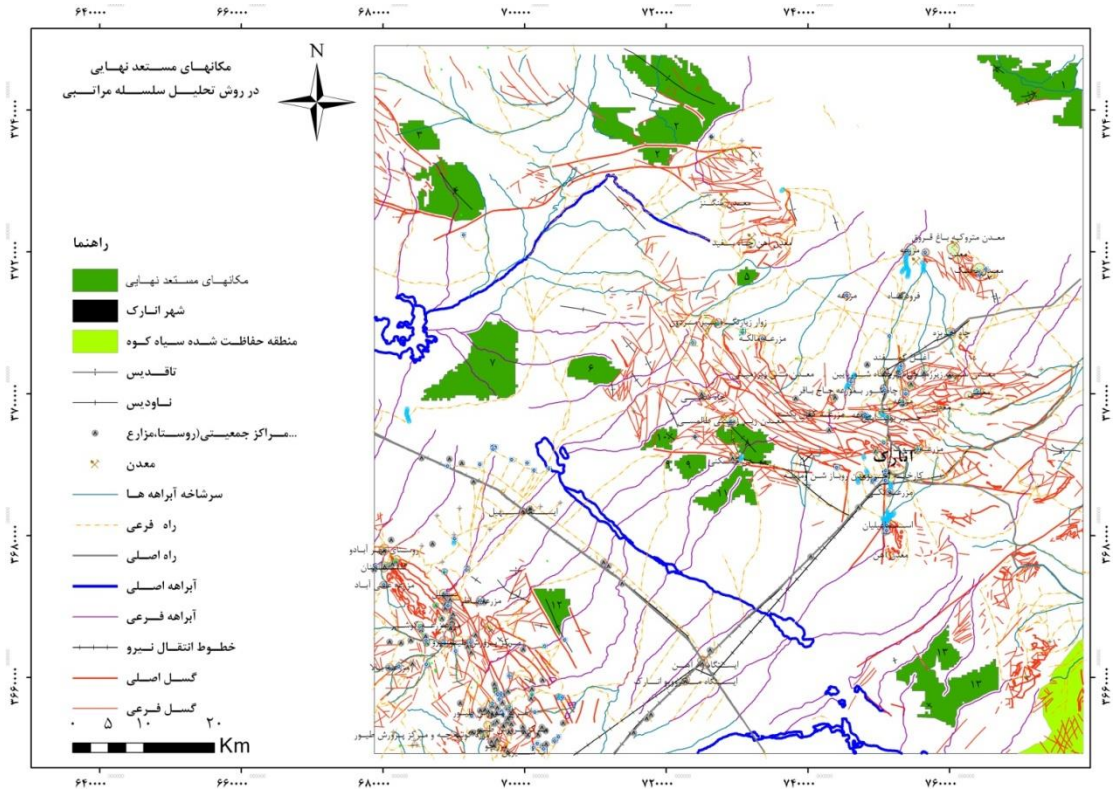
شکل ۴-۱۹-پهنه بندی و مکانهای مستعد نهایی نهایی در روش وزن دهی ساده

۴-۳- بازدید صحرایی از پهنه های مستعد دفن پسماندهای خطرناک

پس از پهنه بندی منطقه مطالعاتی بر پایه اطلاعات و نقشه‌های تهیه شده و در محیط سامانه جغرافیایی GIS، لازم است مطالعات تکمیلی جهت تعیین محل‌های مستعد از بین گزینه‌های پیشنهادی صورت پذیرد. برای رسیدن به این هدف، بازدید میدانی از مناطق منتخب صورت گرفته است. از آنجا که در نقشه های تهیه شده، امکان خطا وجود دارد، لازم است در بازدید میدانی علاوه بر آشنایی کلی با منطقه، راه‌های دسترسی، شرایط توپوگرافی و شیب منطقه، کاربری فعلی و آتی اراضی و نواحی مجاور، احتمال عبور خطوط انتقال نیرو، وجود چاه، قنات، چشمه و آبراهه فصلی و میزان

سیل خیزی، معادن ثبت نشده فعال، ارتفاع محدوده از سطح دریا، وجود ماسه بادی و احتمال پیشروی آن به طرف پهنه‌های منتخب، میزان فرسایش پذیری منطقه و پوشش گیاهی را مورد بررسی قرار داد، همچنین با توجه به خصوصیات هرکدام از پهنه‌های منتخب هزینه های مربوط به زهکشی، کنترل پیشروی ماسه بادی، تسطیح و احداث جاده را به طور تقریبی تخمین زد. خصوصیات ۱۳ پهنه منتخب در جدول ۴-۳۱ و موقعیت آن‌ها در شکل ۴-۲۰ ارائه شده است. نتایج بازدید میدانی از منطقه در ادامه آورده شده است.

شکل ۴-۲۰- مکان‌های مستعد نهایی پیشنهاد شده در منطقه مطالعاتی به روش سلسله مراتبی تحلیلی



۴-۳-۱- پهنه های نامناسب

از بین ۱۳ پهنه منتخب، پس از بازدید میدانی، بر اساس دلایل گفته شده در جدول۴-۳۲، تعداد ۹ پهنه حذف گردیدند و مطالعات بیشتر بر روی ۴ پهنه منتخب صورت گرفت.

جدول۴-۳۱- اختصاصات مکانهای مستعد نهایی در روش تحلیل سلسله مراتبی

منطقه	وسعت (km^2)	گزینه ها											
		سنگ‌شناسی	ریخت‌شناسی	پوشش گیاهی	توپوگرافی	ساختار زمین‌شناسی	کاربری اراضی در آینده	دسترسی به جاده اصلی	دسترسی به جاده فرعی	دسترسی به خطوط انتقال نیرو	فاصله تا آبراهه اصلی	بافت خاک	فاصله از شهر
۱	۶۷/۸	بسیار مناسب	متوسط	بسیار مناسب	بسیار مناسب	متوسط	بسیار نامناسب	متوسط	بسیار نامناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	مناسب	مناسب
۲	۱۲۶	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	مناسب	بسیار نامناسب-نامناسب	نامناسب	نامناسب	مناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	مناسب
۳	۸/۸	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	متوسط	متوسط	نامناسب	نامناسب	بسیار نامناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	مناسب
۴	۵۶/۵۷	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	متوسط	متوسط	نامنماسب	نامناسب	متوسط	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	مناسب
۵	۵/۳	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	مناسب	متوسط	نامناسب	متوسط	بسیار مناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	متوسط	متوسط
۶	۲۱/۴	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	مناسب	نامناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	نامناسب	متوسط
۷	۸۶/۴	بسیار نامناسب-بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	متوسط	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	مناسب	مناسب
۸	۲۴/۶۴	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	متوسط	بسیار مناسب	نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار نامناسب
۹	۱۱/۶	نامناسب	متوسط	بسیار مناسب	متوسط	متوسط	نامناسب	بسیار مناسب	متوسط	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	نامناسب
۱۰	۹/۲	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	متوسط	متوسط	نامناسب	بسیار مناسب	مناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار نامناسب	متوسط
۱۱	۲۲/۶	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	متوسط	متوسط	نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	نامناسب
۱۲	۱۷/۵	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	متوسط	بسیار مناسب	نامناسب	مناسب	بسیار مناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	متوسط	متوسط
۱۳	۷۸/۸	مناسب	متوسط	بسیار مناسب	مناسب	متوسط	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	متوسط	نامناسب

جدول ۴-۳۲- دلیل حذف پهنه های نامناسب

ردیف	شماره پهنه	توضیحات
۱	۱	**احتمال پیشروی ماسه بادی، دور بودن از جاده و خطوط انتقال نیرو، قابلیت خاک برای زراعت آبی و چرا**
۲	۲	**وجود تاقدیس، پیشروی ماسه بادی، دور بودن از جاده و خطوط انتقال نیرو ، وجود خاک با ضخامت کم بر روی سنگریزه**
۳	۴	**دشت سیلابی و فرسایش پذیری بالا، دور بودن از جاده و خطوط انتقال نیرو، وجود تاقدیس**
۴	۵	**وجود خاک کم عمق بر روی طبقات گچی، قابلیت خاک برای زراعت آبی و چرا**
۵	۶	**وجود خاک با ضخامت کم بر روی طبقات گچی و سنگریزه، لایه ها هم شیب با توپوگرافی**
۶	۹	**دشت سیلابی و فرسایش پذیری بالا**
۷	۱۰	**ضخامت کم خاک و قرار گیری بر روی سنگریزه، دشت سیلابی و فرسایش پذیری بالا**
۸	۱۲	**وجود خاک با ضخامت کم بر روی طبقات گچی و سنگریزه**
۹	۱۳	**وجود خاک با ضخامت کم بر روی طبقات آهکی، دشت سیلابی و فرسایش پذیری بالا، قابلیت خاک برای زراعت آبی و چرا، دور بودن از خطوط انتقال نیرو**

۴-۳-۲- ویژگی پهنه های منتخب

طی بازدید میدانی و با توجه به امتیاز و نتایج بدست آمده، در نهایت چهار پهنه ۳، ۷، ۸ و ۱۱، بعنوان گزینه‌های منتخب تعیین گردیدند. در ادامه این چهار گزینه با توجه به شرایط لازم در جهت احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک معرفی شده‌اند.

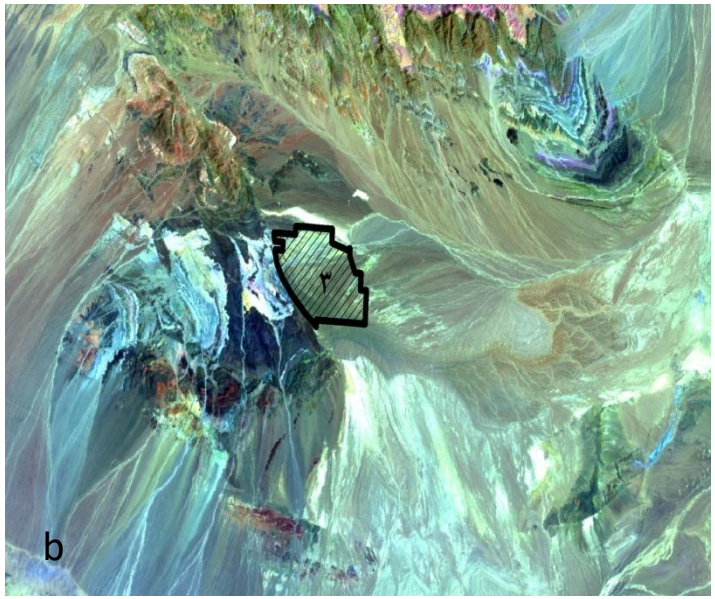
پهنه شماره ۳

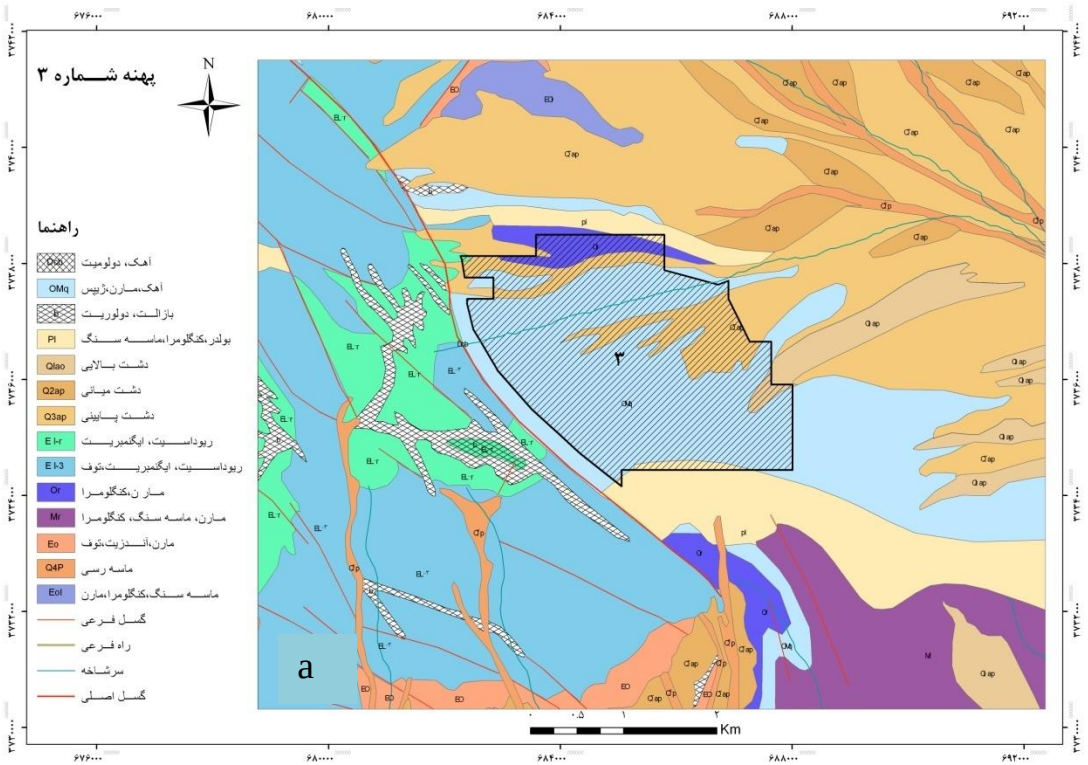
این پهنه با مختصات جغرافیایی ″۴۳ ′۰۱ °۵۳ و ″۳۵ ′۴۴ °۳۳ و با ارتفاع ۱۲۹۹ متر از سطح دریا دارای مساحت ۱۶/۶۶ کیلومتر مربع است. این پهنه تا مراکز جمعیتی فاصله زیاد داشته و در فاصله ۷۸ کیلومتری از شهر انارک قرار گرفته است. راه دسترسی به این پهنه راه خاکی، در فاصله ۳ کیلومتری از آن قرار دارد. در جدول۴ -۳۳ اختصاصات و در شکل ۴-۲۱ موقعیت این پهنه در منطقه مطالعاتی ارائه گردیده است. از نظر چینه شناسی متعلق به سازند قرمز بالایی است که بر مجموعه ای از مارن، ماسه سنگ قرمز رنگ، کنگلومرا و ژیپس قرار گرفته است. در شمال و با فاصله ۲۰ کیلومتری

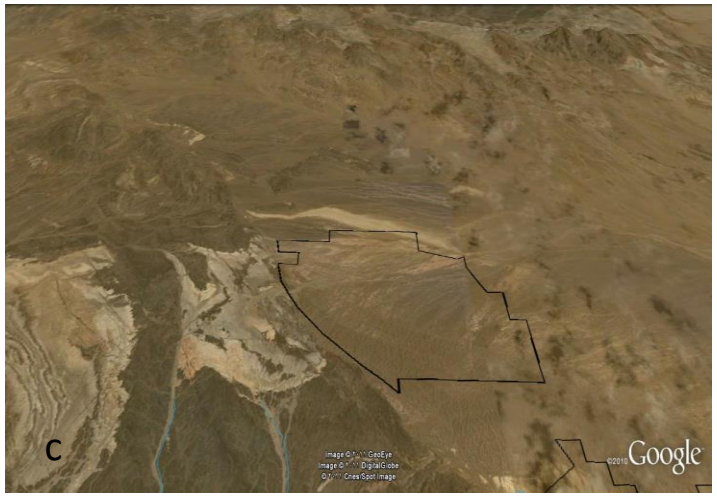
از دق سرخ واقع شده است. این پهنه مربوط به زون ایران مرکزی است و یک گسل فعال فعال در دوره کواترنری با امتدا شمال غرب جنوب غرب در جنوب این پهنه قرار دارد که در این مطالعه حریم مناسب نسبت به این گسل رعایت شده است. در صورت انتخاب این پهنه به‌عنوان محل دفن پسماندهای‌خطرناک، باید احداث جاده، خطوط انتقال نیرو انجام شود. همچنین با توجه به گسل موجود، در احداث تأسیسات باید استانداردهای مهندسی مورد توجه قرار گیرند.

جدول ۴-۳۳- اختصاصات پهنه شماره۳

پارامترها	اختصاصات
بافت خاک	خاکهایی باضخامت کم که بر روی تشکیلات مارنی قرار گرفته اند
کاربری اراضی در آینده	تپه ها، منطقه حفاظتی ازنظر آبخیزداری
کاربری اراضی در حال	بدون کاربری
فاصله از آبراهه اصلی (km)	۱۸
فاصله از آبراهه فرعی	عبور سرشاخه از بخش شمالی پهنه
فاصله از منبع بهره برداری از آب زیرزمینی (km)	۳/۲ Km تا چاه آب علی خان در سمت جنوب غرب منطقه ۴/۷ Km تا چشمه گوهر در سمت شمال شرق منطقه
پوشش گیاهی	بدون پوشش گیاهی
فاصله از خطوط انتقال نیرو (km)	۴۳
جنس سنگ بستر	مارن، ماسه سنگ قرمز رنگ، کنگلومرا و ژیپس مربوط به سازند قرمز بالایی
شیب سطح زمین	۱۵-۰
فاصله از گسل اصلی (m)	۳۰۰
فاصله از گسل فرعی (km)	۷۰۰







شکل شماره۴-۲۱- a) موقعیت پهنه شماره ۳ در نقشه زمین شناسی **b)** تصویر ماهواره‌ای پهنه شماره ۳ **c)** موقعیت منطقه در گوگل ارث

پهنه شماره ۷

این پهنه با مختصات جغرافیایی ″۵۵ ′۵ °۵۳ و ″۱۹ ′۲۷ °۳۳ و با ارتفاع ۹۵۲ متر بالاتراز سطح دریا دارای مساحت ۸۶/۴۱ کیلومتر مربع است. این پهنه تا مراکز جمعیتی فاصله زیاد دارد. در فاصله ۵۳ کیلومتری از شهر انارک، ۲۰۰ متری جاده خاکی و ۱۲ کیلومتری از نیم ایستگاه راه آهن مهرآباد قرار دارد. در جدول۴-۳۴ ویژگیهای این پهنه ارائه شده است. این منطقه در شرق دق سرخ واقع شده و مربوط به زون ایران مرکزی و از رسوبات آبرفتی رسی ماسه ای نمکی با ضخامت زیاد تشکیل شده است. با توجه به اینکه این محدوده در دشت سیلابی و در مجاورت با دق سرخ واقع شده است دارای سطح بالای آب زیرزمینی با شیب هیدرولیکی صفر یا نزدیک به صفر می‌باشد. احتمال سیل خیزی در این منطقه بسیار بالا است، از حفاریهای مربوط به چاهها و قناتها در نزدیکی این منطقه میتوان سنگ کف با تناوب شیل و مارن همراه با فسیلهای گاستروپد را تشخیص داد که مربوط به سازند قرمز پایینی به سن الیگوسن می‌باشد. در مجاور این منطقه گسترش ماسه بادی را می توان دید که احتمال پیشروی به سمت منطقه مورد نظر وجود دارد شکل (۴-۲۲). از این پهنه سه آبراهه عبور می‌کند که منطقه را به سه بخش تقسیم کرده است. به منظور کاهش سیل‌خیزی و فرسایش در منطقه باید از زهکش‌های مناسب استفاده گردد. با توجه به مساحت لازم جهت دفن پسماندهای خطرناک در این تحقیق پهنه جنوب غربی به‌دلیل سیل‌خیزی کمتر مناسب‌تر از دو بخش دیگر است.

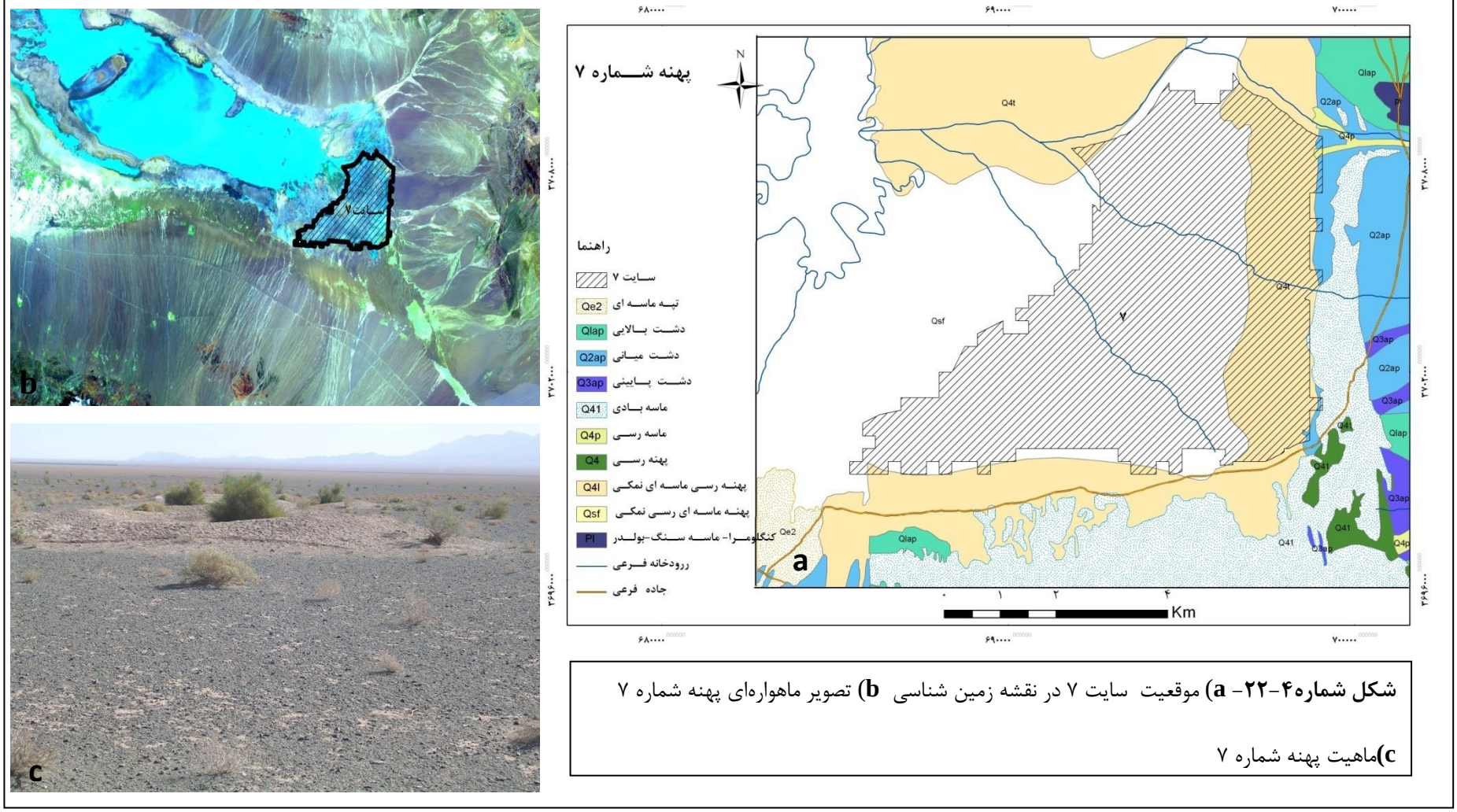
پهنه شماره ۸

این پهنه با مختصات جغرافیایی ″۲۸ ′۲۹ °۵۳ و ″۵۵ ′۲۰ °۳۳ و با ارتفاع ۱۴۶۵ متر بالاتر از سطح دریا دارای مساحت ۲۴/۶۴ کیلومتر مربع است. این پهنه در فاصله ۱۷ کیلومتری از شهر انارک قرار دارد، جاده فرعی خاکی و بخش جنوبی پهنه را به دو بخش تقسیم کرده است که در صورت انتخاب این بخش از منطقه به منظور دفن، بایستی انحراف جاده به خارج از پهنه صورت گیرد. از جاده اصلی انارک- نایین Km ۱۳ و از معدن مسکنی یک کیلومتر فاصله دارد. این منطقه دارای خاک با ضخامت

کم و با سنگ کف مارن، کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز، به سن الیگوسن مربوط به سازند قرمز پایینی و ماسه سنگ، مارن ،توف و کنگلومرا به سن ائوسن می‌باشد. در بخش شمال شرقی پهنه یک گسل تراستی و در بخش جنوب آن یک گسل اصلی قرار دارد. این پهنه بر روی یک ناودیس پلانژ دار قرار دارد که راستای محور آن جنوب غربی- شمال شرقی است. همین امر منجر به ضخامت زیاد سنگ بستر (مارن و ...) شده است و در صورت شکستگی در پهنه، به دلیل ضخامت زیاد و فشردگی احتمال به هم آمدگی شکستگی و انتقال آلودگی کم می‌باشد. اختصاصات این پهنه در جدول ۴-۳۵ وموقعیت و نمای کلی در شکل ۴-۲۳ قابل مشاهده است. در صورت انتخاب این پهنه به‌عنوان محل دفن پسماندهای خطرناک باید نزدیک بودن به گسل و فرسایش‌پذیری بالا، به‌دلیل شیب تقریباً زیاد منطقه توجه کرد.

جدول ۴-۳۴- اختصاصات پهنه شماره۷

پارامتر	اختصاصات
بافت خاک	خاک عمیق با بافت نسبتاً متراکم و بسیار متراکم با کمی شوری
کاربری اراضی در آینده	قابلیت متوسط برای چرای تحت کنترل و قابلیت متوسط تا خوب برای زراعت آبی در برخی از قسمتها
کاربری اراضی در حال	بدون کاربری
فاصله از آبراهه اصلی(km)	۴Km
فاصله از آبراهه فرعی	عبور دو سرشاخه از منطقه
فاصله از منبع بهره برداری از آب زیرزمینی (km)	۲/۳ تا قنات واقع شده در جنوب غرب منطقه ۶/۴ تا چاه واقع شده در جنوب منطقه
پوشش گیاهی	بوته خار و درختچه های پراکنده و با فاصله زیاد
فاصله از خطوط انتقال نیرو(km)	۷Km
جنس سنگ بستر	مارن، ماسه سنگ قرمز رنگ، کنگلومرا و ژیپس مربوط به سازند قرمز پایینی
شیب سطح زمین	۰-۷
فاصله از گسل اصلی(m)	۱۳/۴
فاصله از گسل فرعی(km)	۹/۵



شکل شماره۴-۲۲- a) موقعیت سایت ۷ در نقشه زمین شناسی **b)** تصویر ماهواره‌ای پهنه شماره ۷

c)ماهیت پهنه شماره ۷

جدول ۴-۳۵- اختصاصات پهنه شماره۸

پارامتر	اختصاصات
بافت خاک	تپه ها: خاکهایی با ضخامت کم با بافت سنگین که بر روی تشکیلات مارنی قرار گرفته اند.
کاربری اراضی در آینده	تپه ها، منطقه حفاظتی ازنظر آبخیزداری
کاربری اراضی در حال	بدون کاربری
فاصله از آبراهه اصلی(km)	۱۸/۵
فاصله از آبراهه فرعی	عبور یک آبراهه فرعی با امتداد شمال شرقی-جنوب غربی از پهنه
فاصله از منبع بهره برداری از آب زیرزمینی (km)	۱۶/۵ از چاه در سمت جنوب غربی پهنه
پوشش گیاهی	بوته‌های خار
فاصله از خطوط انتقال نیرو(m)	۵۰
جنس سنگ بستر	مارن، ماسه سنگ قرمز رنگ، کنگلومرا و ژیپس مربوط به سازند قرمز پایینی
شیب سطح زمین	۰-۱۵
فاصله از گسل اصلی(m)	۴
فاصله از گسل تراستی(km)	۰/۳

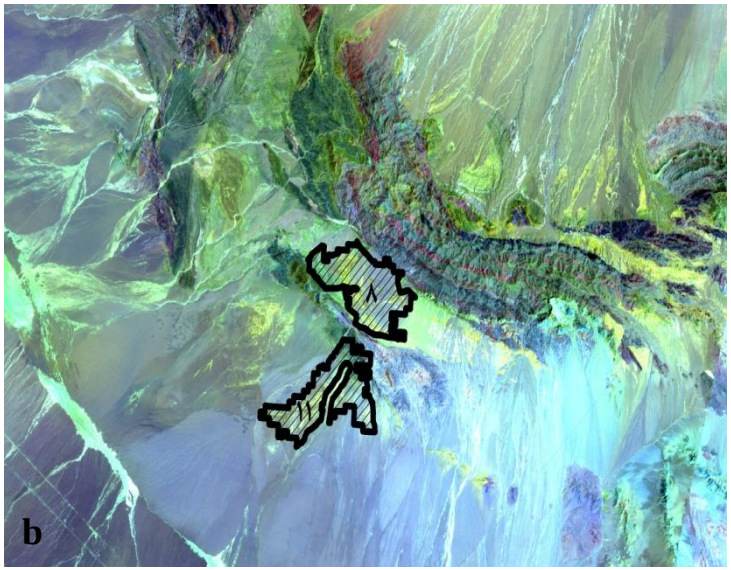
پهنه شماره ۱۱

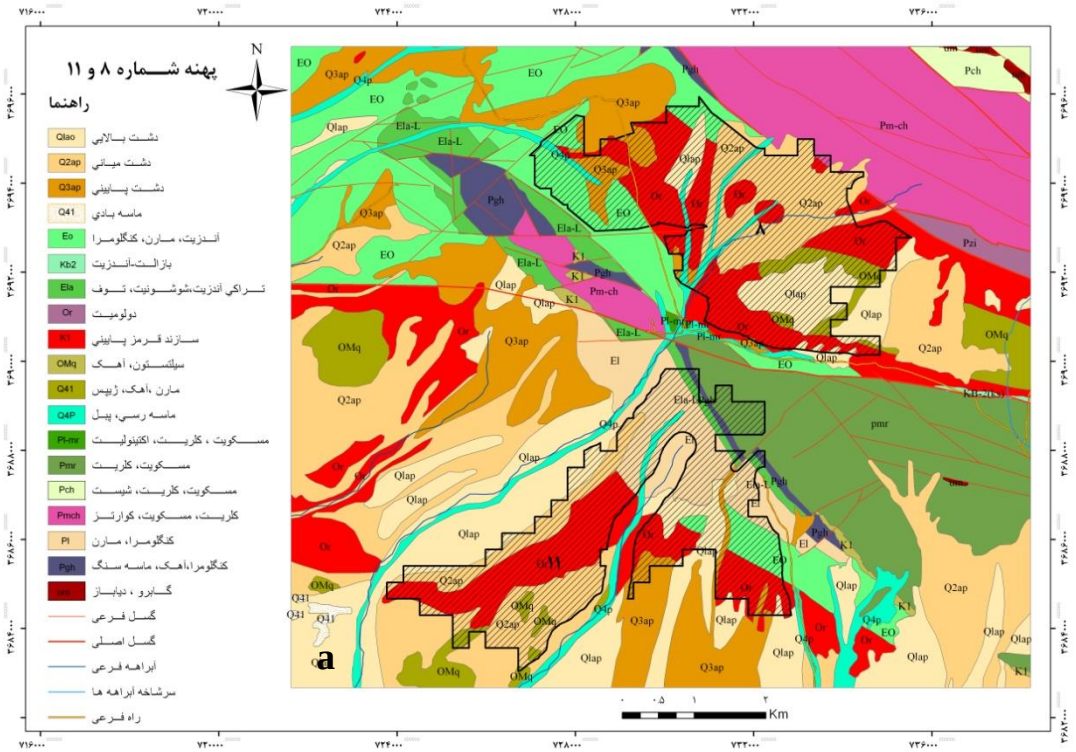
این پهنه با مختصات جغرافیایی ″۳۸ ′۲۸ °۵۳ و ″۴۳ ′۱۸ °۳۳ و با ارتفاع ۱۳۸۴ متر بالاتر از سطح دریا، دارای مساحت ۲۲/۶۴ کیلومتر مربع است. در فاصله ۱۸ کیلومتری از شهر انارک واقع شده است و ۲۰۰ متر از جاده خاکی و ۱۰ کیلومتر از جاده اصلی انارک- نایین فاصله دارد. این منطقه دارای خاک با ضخامت کم، با سنگ کف مارن، کنگلومرا و ماسه‌سنگ قرمز، به سن الیگوسن مربوط به سازند قرمز پایینی و ماسه سنگ، مارن ،توف و کنگلومرا به سن ائوسن است. این پهنه در فاصله ۳ کیلومتری از ناودیس قرار گرفته است. در سمت شمال شرقی با فاصله یک کیلومتری یک گسل اصلی قرار دارد. در یک کیلومتری معدن مسکنی واقع شده است. از این منطقه یک آبراهه فرعی و آبراهه های فرعی بسیار کوچک عبور می‌کند که احتمال سیل خیزی را بالا می‌برد. اختصاصات این پهنه در جدول ۴-

۳۶ و موقعیت و نمای کلی در شکل ۴-۲۳ قابل مشاهده است. این پهنه بر روی تپه‌هایی با ارتفاع کم قرار دارد، این امر ملزم به خاکبرداری زیاد در هنگام احداث تأسیسات دفن است.

جدول ۴-۳۶- ویژگیهای پهنه شماره۱۱

پارامتر	اختصاصات
بافت خاک	تپه ها: خاکهایی با ضخامت کم با بافت سنگین که بر روی تشکیلات مارنی قرار گرفته اند.
کاربری اراضی در آینده	تپه ها، منطقه حفاظتی ازنظر آبخیزداری
کاربری اراضی در حال	بدون کاربری
فاصله از آبراهه اصلی(km)	۹/۵
فاصله از آبراهه فرعی	عبور یک آبراهه فرعی با امتداد شمال شرقی-جنوب غربی از پهنه
فاصله از منبع بهره برداری از آب زیرزمینی (km)	۷/۵ کیلومتر از چاه در سمت شرق پهنه ۶۰۰ متر با قنات در سمت شمال شرق پهنه
پوشش گیاهی	بوته خار و درختچه های پراکنده و با فاصله زیاد
فاصله از خطوط انتقال نیرو(m)	۹۰
جنس سنگ بستر	مارن، ماسه سنگ قرمز رنگ، کنگلومرا و ژیپس مربوط به سازند قرمز پایینی
شیب سطح زمین	۰-۱۵
فاصله از گسل اصلی(m)	۱۰۰۰
فاصله از گسل فرعی(m)	۱۰۰





شکل شماره۴-۲۳- a) موقعیت سایت ۸و ۱۱ در نقشه زمین شناسی **b)** تصویر ماهواره‌ای پهنه شماره ۸ و۱۱ **c)** ماهیت پهنه ۸

۴-۴- ارزیابی شباهت به گزینه ایده آل

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

الف- تشکیل ماتریس تصمیم

در این مرحله با توجه به ۴ پهنه مستعد نهایی و ۱۸ پارامتر، آورده شده در جدول ۴-۳۷، یک ماتریس ۴×۱۸ تشکیل شده است. سپس بر اساس ارزیابی همه گزینه ها، برای معیارهای مختلف، امتیاز مربوط به هر گزینه تعیین شده است.

جدول۴-۳۷- جدول ماتریس تصمیم

معیار / گزینه	فاصله از خطوط انتقال نیرو	پوشش گیاهی	دسترسی به جاده فرعی	دسترسی به جاده اصلی	کاربری اراضی در آینده	فاصله از مناطق شهری	بافت خاک	لیتولوژی	شیب
گزینه ۳	۲	۹	۵	۵	۷	۹	۶	۲	۵
گزینه ۷	۳	۹	۹	۹	۳	۷	۸	۸	۹
گزینه ۸	۹	۹	۷	۷	۷	۲	۶	۲	۵
گزینه ۱۱	۷	۹	۹	۹	۷	۲	۶	۲	۵
معیار / گزینه	**هزینه پیشروی ماسه بادی**	**هزینه زهکشی**	**وسعت منطقه**	**هزینه احداث جاده**	**هزینه تسطیح**	**سنگ بستر**	**ساختار زمین شناسی**	**ریخت شناسی**	**فاصله از آبراهه اصلی**
گزینه ۳	۱	۵	۴	۹	۸	۷	۵	۵	۸
گزینه ۷	۹	۹	۹	۵	۲	۷	۵	۸	۴
گزینه ۸	۱	۹	۶	۷	۸	۷	۹	۵	۸
گزینه ۱۱	۱	۷	۵	۵	۸	۷	۵	۵	۸

در مراحل بعدی بر اساس توضیحات آورده شده در فصل ۲ بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم و سپس با توجه به ضرایب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم گیری، بردار وزن معیارها در جدول تعیین و ماتریس تصمیم بی مقیاس شده وزن دار تعیین می گردد. جدول(۴-۳۸) و (۴-۳۹)

جدول ۴-۳۸- اهمیت نسبی معیارها

معیار	فاصله از خطوط انتقال نیرو	پوشش گیاهی	دسترسی به جاده فرعی	دسترسی به جاده اصلی	کاربری اراضی در آینده	فاصله از مناطق شهری	بافت خاک	لیتولوژی	شیب
امتیاز معیارها در روش AHP	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۲۰	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۲۶	۰/۱۱
ضرایب اهمیت در روش TOPSIS	۱	۲	۲	۳	۴	۸	۶	۹	۷
معیارها	هزینه پیشروی ماسه بادی	هزینه زهکشی	وسعت منطقه	هزینه احداث جاده	هزینه تسطیح	سنگ بستر	ساختار زمین شناسی	ریخت شناسیی	فاصله از آبراهه اصلی
امتیاز معیارها در روش AHP	-	-	-	-	-	-	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۷
ضرایب اهمیت در روش TOPSIS	۵	۶	۷	۷	۷	۹	۶	۷	۷

جدول ۴-۳۹- ماتریس تصمیم بی مقیاس شده وزن دار

معیار / گزینه	فاصله از خطوط انتقال نیرو	پوشش گیاهی	دسترسی به جاده فرعی	دسترسی به جاده اصلی	کاربری اراضی در آینده	فاصله از مناطق شهری	بافت خاک	لیتولوژی	شیب
گزینه ۳	۰/۱۶	۱	۰/۶۵	۰/۷۵	۲/۲۴	۶/۱۳	۲/۷۴	۲/۰۶	۲/۸۸
گزینه ۷	۰/۲۵	۱	۱/۱۷	۲/۲۶	۰/۹۶	۴/۷۷	۳/۶۶	۸/۲۶	۵/۱۹
گزینه ۸	۰/۷۵	۱	۰/۹۱	۱/۰۰	۲/۲۴	۱/۳۶	۲/۷۴	۲/۰۶	۲/۸۸
گزینه ۱۱	۰/۵۸	۱	۱/۱۷	۱/۵۱	۲/۲۴	۱/۳۶	۲/۷۴	۲/۷۴	۲/۳۱
گزینه ها / معیارها	**هزینه پیشروی ماسه بادی**	**هزینه زهکشی**	**وسعت منطقه**	**هزینه احداث جاده**	**هزینه تسطیح**	**سنگ بستر**	**ساختار زمین شناسی**	**ریخت شناسی**	**فاصله از آبراهه اصلی**
گزینه ۳	۰/۵۵	۱/۹۵	۲/۲۳	۶/۰۴	۴	۴/۵۰	۲/۴۰	۲/۹۷	۳/۸۸
گزینه ۷	۴/۹۱	۳/۵۲	۳/۰۱	۳/۳۵	۱	۴/۵۰	۲/۴۰	۴/۷۵	۰/۹۴
گزینه ۸	۰/۵۵	۳/۵۲	۳/۳۴	۴/۷۰	۴	۴/۵۰	۴/۳۲	۲/۹۷	۳/۸۸
گزینه ۱۱	۰/۵۵	۲/۷۳	۲/۷۸	۳/۳۵	۴	۲/۴۰	۲/۴۰	۲/۹۷	۳/۸۸

محاسبه فاصله از حل ایده آل و حل ضد ایده آل با توجه به توضیحات در فصل دوم محاسبه و در نهایت نتایج زیر بدست آمده است جدول (۴-۴۰).

جدول ۴-۴۰- فاصله از حل ایده آل و ضد ایده آل مربوط به چهار پهنه منتخب

گزینه ها	فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده آل			
A	S^+	فاصله از حل ایده آل	S^-	فاصله از حل ضد ایده آل
$A_۳$	S^+_3	۸/۸۴	S^-_3	۷/۰۶
$A_۷$	S^+_7	۵/۶۷	S^-_7	۹/۳۹
$A_۸$	S^+_8	۹/۳۹	S^-_8	۵/۶۵
$A_{۱۱}$	S^+_{11}	۹/۷۶	S^-_{11}	۵/۸۲

ب- محاسبه شاخص شباهت

برای رتبه بندی گزینه ها بر اساس مقدار شاخص شباهت، گزینه ای که دارای بیشترین شاخص شباهت است، در رتبه اول و گزینه ای که دارای کمترین شاخص شباهت است، در رتبه آخر قرار می‌گیرد. امتیازات مربوط به گزینه‌های منتخب در جدول ۴- ۵۰ ارائه شده است.

جدول ۴- ۴۱- امتیازات شاخص شباهت، مربوط به چهار پهنه منتخب نهایی

گزینه ها	شاخص شباهت(C)	
$A_{۳}$	$C_{۳}$	۰/۴۴
$A_{۷}$	$C_{۷}$	۰/۶۲
$A_{۸}$	$C_{۸}$	۰/۳۸
$A_{۱۱}$	$C_{۱۱}$	***0***/۳۷

بر اساس توضیحات آورده شده و امتیازات حاصل از ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل اولویت ۴ پهنه منتخب نهایی برای احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک به صورت زیر می‌باشد:

گزینه ۸< گزینه۱۱< گزینه۳< گزینه۷

فصل پنجم

ارزیابی اثرات زیست محیطی

۵-۱- مقدمه

به منظور تشخیص زیان یا سوددهی یک پروژه، لازم است، معیارهای مناسبی برای تحلیل و بررسی، از لحاظ زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و ... مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. مطالعات مکان‌یابی و ارزیابی محل‌های دفن پسماندهای خطرناک، در اصل به شرایط طبیعی و قانونی هر منطقه وابسته است. برای مثال در کشورهایی نظیر سوئد، فنلاند و یا آلمان، در انجام مطالعات مکان‌یابی به لرزه‌خیزی و رعایت فواصل لازم از گسلهای فعال اهمیتی داده نمی‌شود، اما در مقابل در ایران به علت لرزه‌خیزی، رعایت فواصل لازم از گسلهای فعال و حتی غیر فعال، در انتخاب گزینه‌های مورد مطالعه الزامی است. برای ارزیابی مناسب در مورد یک مکان دفن پسماندهای خطرناک، باید مواردی مانند تأثیر حوادث خارجی بر روی محل دفن منتخب (با منشأ طبیعی یا انسانی)، اختصاصاتی از محل دفن که شخص و محیط زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد، چگونگی توزیع جمعیت و دیگر اختصاصات خارجی توجه لازم داشت (IAEA, 2006).

ارزیابی زیست‌محیطی مخازن دفن سطحی پسماندهای خطرناک باید در طی سه مرحله انجام گیرد:

- قبل از عملیات دفن: شامل مراحل احداث و مطالعات و طراحی محل دفن و ساخت تأسیسات.
- هنگام عملیات دفن: مرحله دفن پسماندهای خطرناک و مرحله بسته شدن تأسیسات دفن.
- پس از عملیات دفن: در این مرحله هیچ فعالیتی در محل دفن نمی‌شود اما کنترل به صورت فعال و غیرفعال صورت می‌گیرد (IAEA, 1999).

۵-۲- معیارهای زیست‌محیطی مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک

برخی از فاکتورهای زیست محیطی مهم در مکان‌یابی پسماندهای خطرناک در ادامه تشریح شده است:

۵-۲-۱- فاکتورهای بیولوژیکی

فاکتورهای بیولوژیکی، به اثرات حاصل از احداث تأسیسات دفن، بر روی محیط زیست گیاهان و جانوران منطقه اطلاق می‌شود. در معرض قرار گرفتن نسبت به آلاینده‌ها، از طریق مکانیسم‌های همچون هضم، تماس، جذب پوستی، فرآیندهای جذبی غشایی در میکروارگانیسم‌ها، رسوب غبارات بر روی برگها و جذب مستقیم از طریق ریشه‌ها و برگ‌ها می‌تواند اثرات بسیار خطرناکی بر سلامت گونه‌های گیاهی و جانوری داشته باشد. نگرانی اصلی آلودگی زنجیره غذایی مربوط به انسان است. این اثرات می‌تواند شامل موارد زیر باشد (حافظی مقدس، ۱۳۸۶ و شهسواری‌پور و همکاران، ۱۳۸۶):

- آسیب به برگ و بافت گیاهی و کاهش محصولات کشاورزی.
- شیوع بیماری و مرگ و میر در میان جانوران (مقادیر بالای تشعشعات موجب اسهال شدید و نکروز پوستی وسیع و مقادیر متوسط آن سبب بی اشتهایی، رخوت، استفراغ، اسهال و کمبود تمام عناصر سلولی خون می شود).
- اثر بر میزان زاد و ولد جانوران منطقه.
- اثرات سرطان‌زایی.

۵-۲-۲- فاکتورهای فیزیکو شیمیایی

این فاکتورها اختصاصات زمین‌شناسی، خاک منطقه، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی و... را شامل می‌شود.

الف- زمین‌شناسی و خاک منطقه

امکان آلودگی خاک، در مرحله دفن، ساخت پوشش ترانشه‌ها و حین متراکم سازی وجود دارد. همچنین امکان فرسایش زیاد خاک، در هنگام خاکبرداری، خاکریزی و عمل تسطیح، بالا و همراه با از بین رفتن پوشش سطحی خاک است.

اثرات بالقوه بر زمین‌شناسی، می‌تواند منجر به از بین رفتن و آسیب رسیدن به پدیده‌های زمین شناسی، دیرینه‌شناسی و فیزیوگرافی شود. خاکها می‌توانند تحت تأثیر عوامل زیر قرار گیرند (حافظی مقدس، ۱۳۸۶):

- تغییر در کیفیت آبهای سطحی و روانابها.
- آبشویی آلاینده‌ها از مکان وقوع آن بویژه آبشویی محل دفن.
- نشت یا ریزش تصادفی از تانکرها.
- دفع از طریق عبور از صافی خاکی.
- هدایت مستقیم مواد زائد به زمین.
- نشست غبارات معلق.

ب: سر و صدا و لرزش‌ها

منشاء اولیه اثرات صدا در فرایند دفن مواد زائد و امکانات بهسازی شامل موارد زیر می‌باشد (حافظی مقدس، ۱۳۸۶):

- سیستم‌های متحرک بکار رفته در فازهای ساخت عملیات و بازیابی.
- سیستم‌های ثابت که در ابتدا به دوره فاز عملیاتی مربوط می‌شوند.
- ترافیک وسایل نقلیه سنگین که مواد زائد را دریافت و بارگذاری می‌کنند و مواد زائد بجا مانده را جابجا می‌کنند.

ج: آب‌های سطحی و زیرزمینی

حفاظت از آبهای سطحی و زیرزمینی به دلایل زیر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (حافظی مقدس، ۱۳۸۶):

- اگر آب‌ها آلوده شوند، بهسازی آنها بسیار مشکل خواهد بود.
- آبخوان‌ها بعنوان سیستم ذخیره طبیعی می‌باشند.

آبهای زیرزمینی جریانهای پایه‌ای برای بسیاری از سیستم‌های آب سطحی را تشکیل می‌دهند (تکدستان، ۱۳۸۲). اثر فعالیتهای محل دفن بر آب می‌توانند تغییر و بر هم خوردن فیزیکی مستقیم و اضافه شدن مواد و گرما باشد. نتیجه آن تخریب کیفیت آب، تغییرات بالقوه در هیدرولوژی، جریان و حجم می‌باشد. درجه اهمیت اثرات بالقوه، نسبت به فاز عملیات، تسهیلات، امکانات موجود و مجاورت و حساسیت منابع آبی متفاوت خواهد بود. در جدول (۵-۱) حداکثر حد مجاز مواد رادیواکتیو در آب آشامیدنی ارائه شده است.

جدول ۵-۱- حداکثرحد مجازمواد رادیواکتیو در آب آشامیدنی طبق نظر (USEPA, 1976)

مواد رادیواکتیو	حداکثر غلظت مجاز(pci/Li)
به‌صورت طبیعی:	
رادیوم۲۲۶ و رادیوم ۲۲۸	۵
ذرات آلفا شامل رادیوم ۲۲۶ بجز رادون و اورانیوم	۱۵
بر اثر فعالیت انسانی	
استرانسیوم ۹۰	۸
ذرات بتا	۵۰
تریتیوم	۲۰۰۰۰

د: کیفیت هوا و اقلیم

جو، شرایط بسیار مناسبی را که از طریق آن، آلاینده‌ها می‌توانند حمل شوند، فراهم می‌آورد. آزاد شدن این مواد می‌تواند در طی فرآیند عملیات ساخت، و فازهای بعد از بسته شدن تأسیسات محل دفن رخ دهد. اثرات آزاد شدن مواد آلاینده به جو می‌تواند به دو صورت باشد:

- مستقیم: برای مثال، آن دسته از اثرات، که در اثر تماس مستقیم مواد شیمیایی با هوا تأثیر ناگواری بر سلامتی خواهد داشت. از مثالهای آن می‌توان به مشکلات تنفسی مثل آسم و اثرات رسوب و نشت غبارات اسیدی بر گیاهان نام برد.

- غیرمستقیم: در این صورت ایجاد آلودگی، توسط مواد شیمیایی رسوب کرده از هوا، میانه‌های طبیعی (خاک، آب و گیاه) و استفاده از مواد غذایی، که تحت تأثیر این‌چنین رسوبات جوی قرار گرفته

است، موجب بیماری می‌گردد. برخلاف آلودگی در دیگر میانه‌های طبیعی زیست‌محیطی، آلودگی هوا نمی‌تواند توسط عملیات جمع‌آوری یا پاکسازی مناطق آلوده شده از آن، بهسازی گردد. از اینرو اثر بالقوه آنها بر کیفیت و اقلیم باید به طور دقیق مورد مطالعه قرار گیرد (حافظی مقدس، ۱۳۸۶).

۵-۲-۳- فاکتورهای اجتماعی – اقتصادی

این فاکتورها مشتمل بر بهداشت عمومی، مناظر و پدیده‌های زمین‌شناختی و ... می‌شود که در ادامه به اختصار شرح داده شده‌اند.

الف: بهداشت عمومی

خطرات بالقوه برای عموم در تماس مستقیم با مواد زائد بوجود نمی‌آید بلکه می‌تواند خارج از محل و در نتیجه موارد زیر ایجاد می‌شود (حافظی مقدس، ۱۳۸۶):

- انتشار تصادفی و تخلیه به هوا، آب و زمین از طریق اتفاقاتی همچون تصادفات تانکرهای مواد زائد در مسیر جاده یا آتش‌گیری تانکر.

- انتشار مواد زائد در یک حالت آرام، مداوم، کنترل شده و تخلیه در طی عملیات روزمره و معمولی دفن پسماند.

ب: مناظر و پدیده‌های زیباشناختی

به طور کلی، کیفیت مناظر به شکل نسبی بوده و به ترکیب اجزای مناظر فیزیکی مختلف مانند توپوگرافی، درختان، بوته‌زارها، مجموعه‌های آبی و کاربری اراضی بستگی دارد. فعالیتهای در ارتباط با دفن پسماندهای خطرناک به طور خاص بر کیفیت مناظر و کیفیت مسائل زیباشناختی تأثیر خواهد داشت. این موضوع، به مقیاس فیزیکی و مکانی عملیات، مصنوعی بودن بسیاری از پدیده‌ها مانند شیب و پتانسیل برای ورود ناخواسته افراد مختلف بویژه در مناطق روستایی بستگی دارد.

ج: حمل و نقل

حمل و نقل پسماندهای خطرناک، منشأ اصلی اثرات در این دسته محسوب می‌شود. اثرات فیزیکی حمل، نه تنها به افزایش حجم رفت و آمد در شبکه موجود ارتباط دارد، بلکه به شرایط عملیاتی پروژه و ترکیب وسایل نقلیه، بویژه درصد تردد وسایل نقلیه سنگین بستگی دارد. پارامترهای مختلفی از منابع تولید کننده ترافیک وجود دارد که بر اثرات زیست‌محیطی آن تأثیر خواهد گذاشت. از جمله این پارامترها مکان و مقیاس مکانی جابجایی ترافیک، ساعات فعالیت سیستم‌های پروژه، انواع مواد زائدی که جابجا می‌شوند و حجم ترافیکی ایجاد شده است در حال حاضر حمل و نقل جاده‌ای بیشترین سهم را در حمل و نقل پسماندهای خطرناک دارد.

د: کاربری اراضی

انواع گروههای کاربری اراضی شامل صنعت، کشاورزی، خرید و فروش و تجارت، مسکونی، تفریحی و غیره می‌شود. اثرات بر کاربری به طور مستقیم یا در طی نصب تجهیزات و یا به طور غیر مستقیم در طی نصب آن در رابطه با تغییر کاربری‌های مجاور آن ایجاد می‌شود. اثرات سوء دفن پسماندهای خطرناک شامل از دست رفتن زمین‌های کشاورزی، تغییر در فعالیت مردم در طی تغییر کاربری و به طور کلی اثرات آزاردهنده مربوط به آن می‌باشد.

در جدول ۵-۲ خلاصه‌ای از اثرات زیست محیطی مربوط به فعالیتهای احداث تأسیسات دفن در زمان ساخت و هنگام بهره‌برداری آورده شده است.

۵-۳- ارزیابی محل پهنه‌های منتخب

در این مرحله ۴ محل دفن منتخب با استفاده از ماتریس لئوپولد مورد ارزیابی قرار گرفته و به بررسی اثرات احداث تأسیسات دفن بر محیط زیست پرداخته شده است. در نهایت محل دفنی که دارای کمترین میزان اثر تخریب باشد به‌عنوان مناسب ترین محل دفن معرفی می‌گردد. همانطور که از قبل گفته شد در این ماتریس هر سلول ماتریس دو مقدار ارزش، یکی در بیان کمیتی بزرگی اثر (شدت

اثر) در بالای کسر ودیگری مقدار اهمیت ارزش سلول (دامنه اثرات) در پایین کسر را نشان می‌دهد (Lohani et al, 1997). در صورتی که تأثیر فعالیت پروژه بر محیط زیست زیانبار باشد مقدار شدت اثر را منفی و در صورت عکس این مطلب مقدار به شکل مثبت نشان داده می‌شود. در جدول ۵-۳ چگونگی طبقه بندی شدت اثر و توصیف مربوط به هر امتیاز تعلق گرفته ارائه گردیده است. در این ماتریس امتیاز صفر نشاندهنده حالت خنثی و بی اثر بودن ریز فعالیت است.

جدول ۵-۲- اثرات اجرای طرح احداث تاسیسات دفن پسماندهای خطرناک بر محیط فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی (برگرفته از حافظی، ۱۳۸۶، صالحی،۱۳۸۲، IAEA, 2003)

نوع تاثیر	پارامتر تاثیر	مرحله ساخت	مرحله بهره‌برداری	عملیات اصلاحی
اثرات فیزیکوشیمیایی	اثر بر خاک و زمین منطقه	- اثرات سوء بدلیل حفر ترانشه و تأثیر برمورفولوژی و ثبات نسبی خاک (فرونشینی و رانش). - کاهش میزان زهکش خاک. - از بین رفتن پروفیل خاک. به‌دلیل پاک‌تراشی خاک در صورت زیاد بودن پوشش گیاهی - بالا رفتن میزان فرسایش در صورت سیل‌خیز بودن منطقه.	- حضور آلاینده‌های مختلف (فاضلاب و سوختهای فسیلی...) و اثر آن بر خاک منطقه. - فرونشست خاک.	- عملیات زهکشی و آبخیزداری در منطقه - کنترل و تصفیه فاضلاب.
	اثر بر منابع آب	- اثرات فاضلاب انسانی بر آب سطحی و زیر زمینی - اثرات سوخت‌های فسیلی - اثرات گرد وغبار بر آبهای سطحی. - تغییرات ناشی از تغییر در جهت مسیل ها و آبراهه‌های اصلی و تغییرات در رژیم هیدرولوژیکی.	- احتمال ورود و نشت سوخت‌های فسیلی به درون آبهای زیرزمینی در مسیر راههای حمل ونقل - احتمال ورود مواد زائد دفنی به درون آبهای زیرزمینی در اثر فرو شویی و انتقال آن به درون آبهای سطحی	- احداث تأسیسات بر اساس استانداردهای بین‌المللی و جلوگیری از فروشست و نشت مواد دفنی در آبهای زیرزمینی و دفنی - انتخاب مناسب‌ترین مکان برای دفن - حمل و نقل مناسب و جلوگیری از ریختن سوخت‌های فسیلی بر خاک و نفوذ آن - کنترل و تصفیه فاضلاب انسانی.

	اثر بر هوا	- ایجاد گرد وغبار در طی آماده سازی محل دفن و همچنین حمل و نقل. - اثر بر پوشش گیاهی منطقه در صورت سمی بودن گرد وغبار ایجاد شده هوای منطقه آلوده خواهد شد. - انتقال گرد وغبار به شهر یا روستای پایین دست در صورت قرار گرفتن شهر در جهت باد.	- ایجاد گرد وغبار در طی حمل ونقل مواد زائد و همچنین پوشش ترانشه ای ایجاد شده.	- آبپاشی خاک منطقه - استفاده از ماشین‌آلات مکانیزه و سالم در طی حمل و نقل و انتخاب مواد زائد. - انتخاب محل دفن دفن در پایین دست شهر و توجه به جهت باد.
	پارامتر تاثیر	**مرحله ساخت**	**مرحله بهره‌برداری**	**عملیلات اصلاحی**
اثرات صوتی		- ایجاد آلودگی صوتی در اثر فعالیت ماشین‌آلات و احداث محل دفن.	- ایجاد آلودگی صوتی در اثر فعالیت ماشین‌آلات و بهره‌برداری از محل دفن.	- استفاده از ماشین‌آلات بنابر استانداردهای زیست محیطی. - رعایت فاصله مناسب نسبت به نزدیکترین مکانهای مسکونی.
اثرات بیولوژیکی		- پاکتراشی گیاهان منطقه. - از بین رفت گیاهان نادر منطقه. - پراکندگی جانوران منطقه.	اثرات فاضلابها و زهابها و گرد وغبار پراکنده شده در منطقه و اثر گذاری بر گیاهان و جانوران منطقه.	
اثرات بر محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی		- اثرات بر سلامتی و بهداشت جوامع مسکونی. - اثر بر کاربری اراضی منطقه اثر بر ساخت اقتصادی و اجتماعی منطقه. - فرصتهای شغلی ایجاد شده در منطقه. - افزایش خطوط ارتباطی در منطقه. - ایجاد ترافیک در خطوط انتقالی.	- اثرات بر روی سلامتی و بهداشت جوامع مسکونی. - اثر بر کاربری اراضی منطقه اثر بر ساخت اقتصادی و اجتماعی منطقه. - فرصتهای شغلی ایجاد شده در منطقه. - افزایش خطوط ارتباطی در منطقه. - ایجاد ترافیک در خطوط انتقالی.	

جدول ۵-۳- نحوه طبقه بندیی شدت اثر زیست محیطی و توصیف آن در ماتریس لئوپولد

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

۵-۳-۱- ریزفعالیتهای پروژه

در جهت شناسایی کامل اثرات سوء زیست‌محیطی مربوط به تمام مراحل عملیات دفن پسماندهای خطرناک، باید با ریزفعالیت‌های پروژه آشنایی کامل داشت. در ادامه تمام فعالیت‌ها به اختصار شرح داده شده‌اند.

الف: مرحله ساخت

این مرحله از فعالیت، مراحل زیر را شامل می‌شود.

- **تجهیز کارگاه:** کارگاه تجهیز شده شامل بخشهای مدیریت و مهندسی، انبار و ایمنی، تعمیرگاه، خوابگاه‌های کارگری، سرویس‌های بهداشتی و غذاخوری و رستوران است.

جاده‌ها و راههای دسترسی: این مرحله شامل ساخت راه دسترسی به محل دفن مورد نظر است. ساخت راه‌ها به دلیل تولید گرد و غبار، فعالیت ماشین آلات، تسطیح و فعالیتهای معمول راه‌سازی بر روی هوا و خصوصیات زمین شناسی تأثیر منفی دارد. در مقابل، بر روی اقتصاد و تأسیسات زیر بنایی تأثیر مثبت دارد. با توجه به فاصله ۴ محل دفن منتخب در جدول ۵-۴ از دیدگاه اقتصادی پهنه شماره ۷ از همه مناسب تر می‌باشد. با توجه به راههای فرعی در منطقه که برای عبور و مرور نامناسب است، احداث جاده برای هر ۴ محل دفن لازم است.

جدول ۵-۴- فاصله محل دفن‌های منتخب تا راههای دسترسی

جاده و راه دسترسی	محل دفن ۳	محل دفن ۷	محل دفن ۸	محل دفن ۱۱
راه اصلی(km)	۴۱	۸	۱۳	۱۰
راه فرعی(km)	۳	۰/۲	۰	۰/۲

پاکسازی و بوته‌کنی: این مرحله از فعالیت مشتمل بر تمیز کردن، برداشت بوته‌ها، درختچه‌ها، کلیه رستنی‌های موجود در مسیر جاده، دسترسی به محل دفن هدف و محل دفن پسماندهای خطرناک می‌باشد. با توجه به بیابانی بودن منطقه و حجم بسیار کم رستنی‌ها در این ریز فعالیت مشکل اجرایی و زیست محیطی زیادی وجود ندارد. در هر چهار محل دفن، تقریباً پوشش گیاهی شبیه به هم و بدون پوشش یا همراه با بوته های پراکنده می‌باشد، بجز محل دفن ۷ که درختچه‌های پراکنده نیز در آن قابل رویت است و احتیاج به پاکسازی بیشتری دارد.

تسطیح، موانع و حصارکشی: تسطیح توسط ماشین آلات راه‌سازی انجام می‌شود. در این مرحله به‌دلیل سرو صدای ناشی از ماشین‌آلات باعث آلودگی صوتی و فرار حیوانات وحشی منطقه می‌شود. در محل دفن ۳ و ۸، به‌دلیل فرار گرفتن بر روی دامنه کوه و محل دفن ۱۱ قرارگیری برروی تپه کم‌ارتفاع، نسبت به محل دفن ۷ احتیاج به تسطیح و صرف هزینه بیشتری دارد، بنابراین از این دیدگاه پهنه ۷ با صرف هزینه کمتر در امر تسطیح به منظور احداث تأسیسات ، مناسبتر می‌باشد.

احداث ساختمانها: انجام فعالیت‌های معمول ساخت سازه، مثل پی‌کنی، جابجایی مصالح و ساخت، می‌تواند تاثیرات مخربی بر روی هوا، خاک و خصوصیات زمین‌شناسی منطقه داشته باشد. سر و صدای ناشی از فعالیتهای ساخت باعث آلودگی صوتی و فرار جانوران می‌شود.

حفاری ترانشه‌ها: با توجه به نوع دفن که سطحی می‌باشد، ترانشه های دفن چاههای ساده هستند. در این مرحله از فعالیت، خاکبرداری بر روی هوا، خاک و خصوصیات زمین شناسی تأثیر منفی دارد.

دپوی خاک حفاری شده: این مرحله از فعالیت بر خصوصیات زمین شناسی، آب و خاک منطقه تأثیر نامطلوبی می‌گذارد.

محوطه‌سازی: این مرحله شامل تسطیح و آماده ساختن محوطه ساختمان‌ها، سیستمهای ارتباطی مثل خیابان‌سازی، پیاده‌رو سازی، شبکه جمع‌اوری فاضلاب و کانال‌کشی و زهکشی می‌شود. این بخش از عملکرد علاوه بر تأثیر منفی ناشی از ساخت، دارای خصوصیات و تأثیرات مثبتی مانند زیباشناختی، شهرسازی، زهکشی و پوشش گیاهی خواهد داشت.

سوخت‌گیری: سوخت‌گیری، مربوط به کلیه سوختگیری‌های وسایط نقلیه سنگین در محل دفن در جایگاه اختصاصی است. این امر منجر به آلودگی خاک و محیط اطراف منطقه سوخت‌گیری می‌شود.

ساخت تأسیسات زیربنایی مرتبط با تأمین انرژی: این تأسیسات شامل پست برق، سیستم‌های مکانیکی، جایگاه سوختگیری، منبع تأمین آب است. با توجه به فواصل محل دفن‌های منتخب تا خطوط انتقال نیرو، محل دفن شماره ۷ بهترین شرایط و کمترین هزینه را از دیدگاه اقتصادی دارد.

احیاء و بازسازی پوشش گیاهی: شامل کاشت درخت و گیاه‌های قابل رشد در کویر در محل دفن مربوطه است که بر خاک و هوا اثر مثبت دارد.

مرحله بهره‌برداری

حمل و نقل: مهمترین تأثیر فعالیت حمل و نقل خطر تششع آن بر تمام مسیر حمل و نقل می‌باشد. از دیگر تأثیرات نامطلوب این فعالیت می‌توان به افزایش ترافیک جاده‌ای و آلودگی هوا اشاره کرد.

نگهداری ساختمانها: شامل تعمیر و بازسازی نواقص سازه‌ای (ترکهای به وجود آمده، رفع رطوبت‌های ایجاد شده، تعمیر کفسازی)، نظافت ساختمان، نظافت دائم بر تأسیسات گرمایش و

سرمایش و موتورخانه مرکزی و... می‌باشد. در صورت ساختمان سازی بدون توجه به استانداردها انجام شده باشد، این امر با مشکلات بهداشتی و صرف هزینه برای تعمیرات همراه خواهد بود.

تخلیه و بارگیری: با توجه به مسافت محل تولید پسماندهای هسته ای تا محل دفن، به همان میزان خطر تششع وجود دارد و همراه با ایجاد سر و صدا است.

انبار: انبار محل نگهداری پسماندهای خطرناک و بررسی بشکه‌ها از نظرآسیب دیدگی و آلودگی خارجی است کلیه فعالیتهای موجود در انبار با خطر تششع همراه خواهد بود.

عملیات دفن بشکه‌ها: در حین عملیات دفن بشکه‌ها شامل قرار دادن بشکه‌ها در ترانشه‌ها و پرکردن فضای خالی بین بشکه‌ها و پوشش روی بشکه‌ها، خطر تششع، آلودگی هوا و آلودگی خاک وجود دارد.

ساخت پوشش ترانشه: این عملکرد در دفن سطحی پسماند خطرناک به صورت پوشش چند لایه است و به طور کلی فرآیندی مثبت است که در صورت شیب‌دار بودن محل دفن، منجر به زهکشی مناسب و کاهش خطر تششع و حفاظت از خاک می‌شود.

دفع و تصفیه فاضلاب: لازم است یک تصفیه‌خانه جهت انعقاد و لخته‌سازی برای تصفیه فاضلاب در محل دفن منتخب منظور گردد. آب خروجی تصفیه‌خانه می‌تواند برای باغبانی مورد استفاده قرا گیرد.

تامین برق: این عملکرد بدلیل تامین برق محل دفن برای انجام بهتر فعالیت‌ها بسیار مناسب، اما از لحاظ زیبا شناختی یک عامل منفی محسوب می‌شود.

حمل و تأمین آب: این مرحله از فعالیت تاثیر چندانی بر فاکتورهای زیست محیطی ندارد.

عملیات هلی‌برد: این فعالیت منجر به ایجاد آلودگی صوتی می‌شود.

فعالیت پرسنل: به طور کلی فعالیت انسان در هر مکان، تا حدی منجر به تخریب و یا تغییر محیط زیست می‌شود.

پس از آشنایی کامل با ریزفعالیت‌ها و اثرات زیست‌محیطی لازم است، هر کدام از معیارها یا فاکتورهای زیست محیطی با هر کدام از ریزفعالیتها به صورت دو به دو مقایسه می‌شوند تا اثرات زیست محیطی مربوط به هر کدام از پهنه‌های منتخب در صورت احداث تأسیسات دفن پسماندهای خطرناک مشخص گردد.

۵-۴- نتایج بررسی ارزیابی کوتاه‌مدت

ماتریس ارزیابی ۴ پهنه منتخب، با ۱۱ عامل اصلی، ۱۰ ریزفعالیت در مرحله ساخت و ۱۲ ریزفعالیت در مرحله بهره برداری، طراحی شده است. هرکدام از معیارها یا فاکتورهای زیست محیطی در ارتباط با هر کدام از ریزفعالیت‌های پروژه به صورت دو به دو مقایسه و بر پایه شدت تنش‌های محتمل و درجه اهمیت فاکتورها در ارتباط با مجموعه ریزفعالیتها و همچنین با توجه به احتمال، درجه بازگشت پذیری و زمان تداوم وقوع ارزیابی گردیدند. تأثیر ریزفعالیتهایی که بر عامل زیست محیطی اثر دارند، با اعداد مابین ۵± مورد بررسی کمی و کیفی قرار گرفت جدول(۵-۵). در نهایت با توجه به امتیازات به‌دست آمده میزان تخریب هر کدام از ریزفعالیتها بر عوامل محیطی تعیین می‌شود. در ادامه ماتریس ارزیابی برای هر ۴ محل دفن در جدول ۵-۶ تا ۵-۹ تهیه شده و نتایج در جدول ۵-۱۰ ارائه شده است.

جدول ۵-۵- ترتیب کیفی جهت ارزیابی زیست محیطی

سودمند	ارزش‌ها	مخرب	ارزش‌ها
خیلی خوب (عالی)	+۲۵	خیلی زیاد (مخرب)	-۲۵
خوب	+۲۰	زیاد (بد)	-۲۰
سودمندی متوسط	+۱۵	متوسط	-۱۵
سودمندی ضعیف	+۱۰	ضعیف	-۱۰
سودمندی ناچیز	+۵	ناچیز	-۵

اجتماعی- اقتصادی	بیولوژیکی	فیزیکی شیمیایی

جدول ۵-۴- ماتریس ارزیابی زیست محیطی پهنه شماره ۲

	فیزیکو شیمیایی	بیولوژیکی	اجتماعی-اقتصادی
تجهیز کارگاه	[illegible]	[illegible]	[illegible]
راهسازی و جاده های دسترسی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
پاکسازی و نوبک کنی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تسطیح، سیالی و حصار کشی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
احداث ساختمانها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
حفاری ترانشه ها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
دپوی خاک حفاری شده	[illegible]	[illegible]	[illegible]
محوطه سازی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
ساخت تأسیسات زیربنایی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
احداث و بلندسازی پوشش	[illegible]	[illegible]	[illegible]
حمل و نقل	[illegible]	[illegible]	[illegible]
نگهداری ساختمانها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تخلیه و بارگیری	[illegible]	[illegible]	[illegible]
سوخت‌گیری	[illegible]	[illegible]	[illegible]
انبار	[illegible]	[illegible]	[illegible]
عملیات دفن پسماند ها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
ساخت پوشش ترانشه ها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
دفع و تصفیه شیرابه	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تأمین انرژی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
حمل و تأمین آب	[illegible]	[illegible]	[illegible]
عملیات ...	[illegible]	[illegible]	[illegible]
فعالیت پرسنل	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تصادف	[illegible]	[illegible]	[illegible]
زلزله / سیلاب	[illegible]	[illegible]	[illegible]
جنگ / حمله	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تعداد کل اثرهای مثبت و منفی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تعداد کل اثرهای مثبت	[illegible]	[illegible]	[illegible]
نسبت اثرهای مثبت بر کل اثرها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
جمع جبری اثرها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
میانگین رده جبری اثرها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
وضعیت	[illegible]	[illegible]	[illegible]

جدول ۵-۸ - ماتریس ارزیابی زیست محیطی پهنه شماره ۸

مراحل	فعالیتها	فیزیکو شیمیایی	بیولوژیکی	اجتماعی - اقتصادی
مرحله ساخت	تجهیز کارگاه	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	راهها و جاده های دسترسی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	پاکسازی و نوکه کنی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	تسطیح، سیلاج و حصار کشی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	احداث ساختمانها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	حفاری ترانشه ها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	دپوی خاک حفاری شده	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	محوطه سازی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	ساخت [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	احیاء و بازسازی پوشش گیاهی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
مرحله بهره برداری	حمل و نقل	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	نگهداری ساختمانها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	تخلیه و بارگیری	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	سم افشانی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	انبار	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	عملیات دفن پشته ها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	ساخت پوشش ترانشه ها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	دفع و تخلیه فاضلاب	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	تأمین برق	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	حمل و تأمین آب	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	عملیات [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	فعالیت پرسنل	[illegible]	[illegible]	[illegible]
حوادث غیر مترقبه	تصادف	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	زلزله / سیلاب	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	جنگ / حمله	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	تعداد کل اثرهای مثبت و منفی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	تعداد کل اثرهای مثبت	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	نسبت اثرهای مثبت به کل اثرها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	جمع جبری اثرها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	میانگین رده عددی اثرها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	وضعیت	[illegible]	[illegible]	[illegible]

جدول ۵-۹- ماتریس ارزیابی زیست محیطی [illegible] شماره ۱۱

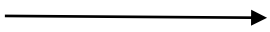
فعالیت	فیزیکو شیمیایی	بیولوژیکی	اجتماعی- اقتصادی
تجهیز کارگاه	[illegible]	[illegible]	[illegible]
راهها و جاده های دسترسی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
احداث ساختمانها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
حفاری ترانشه ها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
دپوی خاک حفاری شده	[illegible]	[illegible]	[illegible]
محوطه سازی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
حمل و نقل	[illegible]	[illegible]	[illegible]
نگهداری ساختمانها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
انبار	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
حوادث	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تعداد کل اثرهای مثبت و منفی	[illegible]	[illegible]	[illegible]
تعداد کل اثرهای مثبت	[illegible]	[illegible]	[illegible]
نسبت اثرهای مثبت بر کل اثرها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
جمع جبری اثرها	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
وضعیت	[illegible]	[illegible]	[illegible]

جدول ۵-۱۰- نتایج حاصل از ارزیابی ۴ محل دفن منتخب توسط ماتریس لئوپولد

گزینه‌ها	نتایج حاصل از ارزیابی به وسیله ماتریس لئوپولد
$A_{۳}$	-۶۳۶
$A_{۷}$	-۷۰۱
$A_{۸}$	-۶۸۰
$A_{۱۱}$	-۷۰۶

لذا بر اساس امتیازات حاصل شده در جدول۵-۱۰ اولویت گزینه‌ها به صورت زیر می‌باشد:

$A_3>A_8>A_7>A_{11}$



افزایش اثرات سوء زیست محیطی

با توجه به اختلاف کمتر از ۵٪ در امتیازات حاصل از ارزیابی، هر چهار پهنه از نظر میزان تأثیرات سوء زیست‌محیطی، تقریباً مشابه می‌باشند. با توجه به امتیازات در مجموع، پهنه A_3 با امتیاز ۶۳۶- دارای اثرات سوء کمتری نسبت به سه پهنه دیگر می‌باشد. این پهنه در شمال‌غرب منطقه مطالعاتی واقع شده است. با توجه به اختلاف کم در نتایج حاصل از ارزیابی توسط ماتریس لئوپولد، تصمیم‌گیری نهایی بر اساس ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل انجام گرفت. بر این اساس پهنه شماره ۷ با مختصات جغرافیایی ″۵۵ ′۵ °۵۳ و ″۱۹ ′۲۷ °۳۳ و با ارتفاع ۹۵۲ متر بالاتراز سطح دریا دارای مساحت ۸۶/۴۱ کیلومتر مربع است برای دفن پسماندهای خطرناک، پیشنهاد می‌شود. این پهنه در غرب منطقه مطالعاتی واقع شده است. بزرگترین مشکل در مورد این پهنه، سیل‌خیزی منطقه و آبگیری محل دفن می‌باشد. در صورت امکان مقابله با این مشکل، این پهنه دارای شرایط مناسب جهت دفن پسماندهای خطرناک می‌باشد. اما در صورت نداشتن راهکار مناسب در این زمینه، باید از پهنه‌های منتخب دیگر استفاده کرد.

فصل ششم

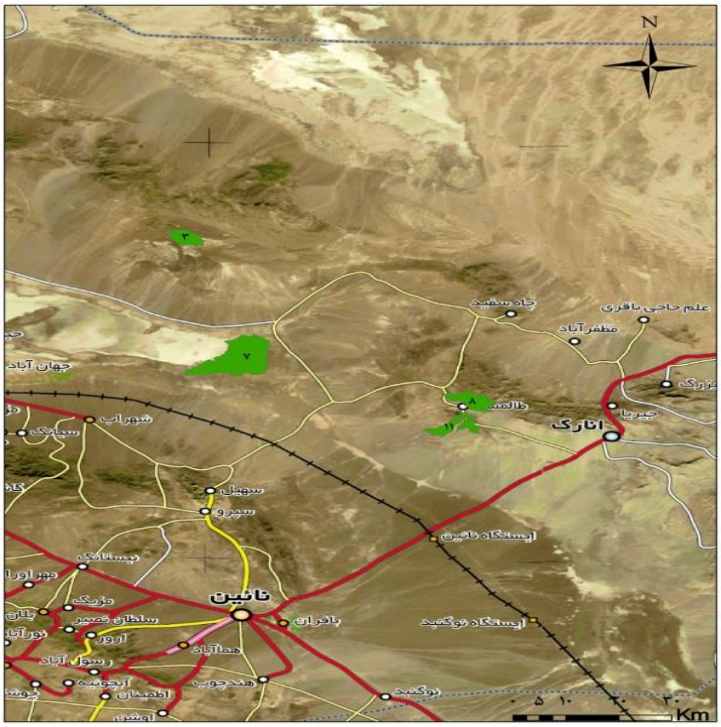
نتیجه گیری و پیشنهادها

۶-۱- نتایج حاصل ازمکان‌یابی و بازدید میدانی

با استفاده از لایه های اطلاعاتی شامل: لیتولوژی، توپوگرافی، فاصله از شهر، فاصله از مراکز جمعیتی (روستا، مراکز نظامی، ایستگاه راه‌آهن و...)، هیدرولوژی (آبراهه های اصلی و فرعی)، راه‌های دسترسی، خطوط انتقال نیرو، هیدروژئولوژی (قنات، چشمه، چاه)، معادن، منطقه حفاظت شده سیاه کوه، بافت خاک، ساختار زمین‌شناسی، محیط رسوبی و ریخت‌شناسی، گسل، پوشش گیاهی، کاربری اراضی در آینده و با در نظر گرفتن جهت باد، منطقه مورد مطالعه، به‌روش تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پهنه‌بندی شد. سپس با حذف مناطق ممنوعه ۱۳ منطقه مستعد تعیین گردید. با توجه به خصوصیات هر کدام از پهنه‌ها، چهار پهنه مستعد از بین ۱۳ منطقه حاصل شده شناسایی و به منظور احداث محل دفن پسماندهای خطرناک پیشنهاد شد. در جدول ۶-۱ مختصات جغرافیایی و در شکل ۶-۱ موقعیت چهار پهنه منتخب نسبت به راههای ارتباطی و شهر انارک و نایین، ارائه شده است.

جدول ۶-۱- مختصات جغرافیایی محدوده های انتخابی جهت دفن پسماندهای خطرناک در منطقه مطالعاتی

سایت منتخب	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع
سایت ۳	″۰۵ ′۴۵ °۳۳	″۵۳ ′۵۹ °۵۲	۱۴۱۱
سایت ۷	″۵۸ ′۲۷ °۳۳	″۰۰ ′۰۶ °۵۳	۹۵۳
سایت ۸	″۴۱ ′۲۱ °۳۳	″۱۹ ′۲۸ °۵۳	۱۴۷۹
سایت ۱۱	″۱۳ ′۱۷ °۳۳	″۴۵ ′۲۶ °۵۳	۱۲۶۵



شکل ۶-۱- موقعیت ۴ پهنه منتخب نسبت به راههای ارتباطی در منطقه مطالعاتی

با مقایسه ۴ پهنه منتخب نتایج زیر حاصل گردیده است:

- از نظر پارامتر زمین شناسی پهنه ۷ بدلیل داشتن رس متراکم دور از منشا و سنگ بستر مارن نسبت به سه سایت دیگر، مناسبت‌تر است.
- از لحاظ پارامتر شیب پهنه شماره ۷ با شیب تقریباً مسطح به‌لحاظ حجم کم خاکبرداری، خاکریزی و صرف هزینه کمتر، مناسب‌تر است. اما در مقابل به‌دلیل شیب کم از لحاظ زهکشی نامناسب‌تر از سه پهنه منتخب دیگر می‌باشد.
- از دیدگاه هیدرولوژیکی، سه سایت ۳، ۸، ۱۱ دارای شرایط تقریباً یکسان می‌باشند و به‌دلیل قرار گرفتن در دامنه کوه، احتیاج به احداث زهکش‌های مناسب دارند. سایت ۷ بدلیل قرارگیری در منطقه دق سرخ با پایین ترین سطح ارتفاعی در منطقه و همچنین سرازیر شدن آبهای منطقه به این بخش، دارای شرایط نامناسب نسبت به سه پهنه دیگر می‌باشد و احتیاج

به احداث زهکشی‌های مناسب به منظور جلوگیری از آبگیری منطقه دارد. در این پهنه احتمال آلودگی آب‌های سطحی بالا است.

- از دیدگاه هیدروژئولوژیکی سه سایت ۳، ۸، ۱۱ دارای شرایط یکسان و دارای سطح بسیار پایین آب زیر زمینی می‌باشند. این امر یک جنبه مثبت، به‌دلیل آلوده نشدن آب زیرزمینی محسوب می‌شود. سایت ۷ دارای سطح آب زیرزمینی بالا و پتانسیل آلودگی آب در آن، بالا است، اما در مقابل، بدلیل واقع شدن در پلایا و پایین‌ترین سطح ارتفاعی در منطقه، شیب هیدرولیکی صفر یا نزدیک به صفر احتمال انتقال این آلودگی به مناطق دیگر کم می‌باشد.
- از نظر پارامترهای مربوط به راههای دسترسی و خطوط انتقال نیرو گزینه ۷ مناسب‌تر و گزینه ۳ بدترین شرایط را دارا می‌باشد.
- ساختار زمین شناسی پهنه ۸ یک ناودیس پلانژدار است. این خصوصیت این سایت را نسبت به سه سایت دیگر از این دیدگاه برتر می‌سازد، در محور ناودیس مارن دارای ضخامت زیاد و به احتمال زیاد درزها و شکافها نیز به دلیل نیروی فشارشی که بر ناودیس اعمال شده بسیار کم می‌باشد. بنابراین از این دیدگاه احتمال انتقال آلودگی در این پهنه کم است.

۶-۲- نتایج حاصل از ارزیابی، به روش ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل

در این مرحله با توجه به خصوصیت پارامترهای مربوط به هر پهنه، ۴ سایت منتخب با روش شباهت به گزینه ایده‌آل مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نزدیکی امتیازات حاصل شده به حل ایده‌آل پهنه شماره ۷ به‌عنوان گزینه برتر معرفی گردید. در جدول (۶-۲) این نتایج ارائه شده است.

جدول ۶- ۲- نتایج حاصل ارزیابی به روش شباهت به گزینه ایده‌آل

گزینه ها	شاخص شباهت (C)	
$A_{۳}$	$C_{۳}$	۰/۴۴
$A_{۷}$	$C_{۷}$	۰/۶۲
$A_{۸}$	$C_{۸}$	۰/۳۷
$A_{۱۱}$	$C_{۱۱}$	۰/۳۷

۶-۳- نتایج حاصل از ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

در مرحله پایانی به منظور بررسی و شناسایی اثرات زیست‌محیطی کوتاه مدت، هر چهار پهنه با استفاده از ماتریس لئوپولد مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۶-۳ سایت ۳ دارای کمترین اثرات سوء زیست محیطی می‌باشد. دلیل این امر محصور بودن منطقه و دور بودن از شهر انارک می‌باشد و در مقابل همراه با ایجاد زیرساخت و راههای دسترسی بیشتر نسبت به پهنه‌های دیگر می‌باشد. در سایت ۷ بدلیل بالا بودن سطح آب زیر زمینی، سیل خیزی بالای منطقه، احتمال بالای آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی وجود دارد.

جدول ۶-۳- ارزیابی زیست‌محیطی سایتهای منتخب با استفاده از ماتریس لئوپولد

سایتهای منتخب	امتیاز سایتهای منتخب به روش ماتریس لئوپولد
$A_{۳}$	-۶۳۸
$A_{۷}$	-۷۲۷
$A_{۸}$	-۶۷۰
$A_{۱۱}$	-۶۹۶

دلیل متفاوت بودن نتایج، در دو روش شباهت به گزینه ایده‌آل و ماتریس لئوپولد، تفاوت در گزینه های انتخابی می‌باشد. در روش اول سایتهای منتخب از هر دو دیدگاه زیست محیطی و اقتصادی، اما در روش دوم صرفاً از دیدگاه زیست محیطی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه اختلاف نتایج حاصل از ارزیابی به وسیله ماتریس لئوپولد ، بسیار کم و نزدیک به ۵٪ می‌باشد، گزینه برتر از نتیجه حاصل از روش ارزیابی شباهت به گزینه ایده‌آل پیشنهاد شد. بر این اساس پهنه شماره ۷ به‌عنوان گزینه برتر انتخاب گردید. ممکن است بر اساس مطالعات ژئوتکنیکی تفضیلی اولویت‌بندی در منطقه در بین پهنه‌های منتخب تغییر کند.

۶-۴- پیشنهادها

۱. بررسی اثرات بلند مدت زیست محیطی محل دفن پسماندهای خطرناک

۲. انجام مطالعات دقیق ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی، ژئوشیمی (آب سطحی، آب زیرزمینی، خاک)، احداث گمانه و بررسی دقیق توالی لایه های زمین شناسی، ضخامت خاک و نفودپذیری در پهنه منتخب.

۳. مطالعه و بررسی دقیق روشهای دفن سطحی پسماندهای سطح متوسط و پایین پسماندهای خطرناک و طراحی تأسیسات دفن به شکل اصولی و بر اساس استانداردهای بین‌المللی.

۴. بررسی دقیق حوضه هیدرولوژیکی سایت منتخب از لحاظ سیل خیزی و میزان حمل رسوب و طر احی مناسب سیستم زهکشی در پهنه منتخب.

منابع فارسی

آقانباتی ع، **(۱۳۸۵) "زمین‌شناسی ایران"**، چاپ دوم، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، **ص ۵۸۶**.

افتخاری م، **(۱۳۸۲) "طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور- تیپهای گیاهی منطقه انارک"**، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، **ص ۶۵**.

برومندی م، (۱۳۸۷)، **"**مکان یابی محل دفن پسماند های خطرناک با استفاده از **GIS** و تحلیلهای چند متغیره در استان زنجان"، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

تازه م، (۱۳۸۷)، " امکان سنجی استفاده از رخساره های کویری جهت دفن زباله های اتمی"، اولین کنفرانس حمل و نقل مواد خطرناک و اثرات زیست محیطی آن، دانشگاه تهران.

تکدستان، ا.، کوهپای، ع. و جعفر زاده، ن. (۱۳۸۲)، " بررسی منابع و انواع تشعشعات دریافتی توسط انسان و استانداردهای تشعشع و ایمنی"، تهران: ششمین همایش ملی بهداشت محیط.

تکدستان ا، باغوند ا، پازوکی م، (۱۳۸۷)، "بررسی روشهای مختلف مدیریت بسته بندی، جمع آوری، تصفیه، بازیافت و دفع پسماندهای رادیواکتیو"، دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.

حیدرزاده ن، (۱۳۸۲)، "معیارهای مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهری"، انتشارات سازمان شهرداری کشور.

حاج‌محمدی، ن. (۱۳۸۳)، " برنامه‌ریزی برای مدیریت پسماندها"، **فصلنامه آموزشی- پژوهشی مدیریت پسماندها**، ص ۸۸-۸۱.

حافظی‌مقدس ن، (۱۳۸۶)، "مکان یابی دفن پسماندهای ویژه در استان خراسان رضوی"، پنجمین همایش زمین شناسی مهندسی و آلاینده های محیط زیست، دانشگاه تربیت معلم.

خسروتهرانی، خ. **(۱۳۸۵)، "زمین‌شناسی ایران"**، انتشارات دانشگاه پیام نور. **ص ۳۲۷.**

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز علمی و انتشارات (۱۳۸۰)، "طراحی، اجرا، نگهداری و بهره برداری خاک چالهای بهداشتی برای زباله‌های شهری".

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

سرتاج م، (۱۳۸۶)، " کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی **(GIS)** در مکان‌یابی محل‌های دفن پسماندهای ویژه"، **فصلنامه مدیریت پسماند**، شماره ۸، ص ۱۵۲.

شرکت مهندسین مشاور پارس جویاب، (۱۳۹۰)، " آماربرداری منابع و مصارف آبهای سطحی و زیرزمینی".

شهسواری پور ن، **(۱۳۸۶)،"مخاطرات ناشی از مدیریت زباله های هسته ای و اثرات آن بر محیط زیست"**. نهمین کنفرانس حمل ونقل مواد خطرناک و اثرات زیست‌محیطی.

شیخی ط، (۱۳۸۶)، پایان نامه ارشد "مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک استان قم"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود.

صالحی، ع. (۱۳۸۲)، پایان نامه ارشد: "بررسی و ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن زباله های شهری شیراز" ،دانشکده علوم، دانشگاه شیراز.

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

طاهری س، (۱۳۸۸)، "ارزیابی اثرات محیط زیستی طرح توسعه محل دفن پسماند (مطالعه موردی: برمشور-شیراز)". دوازدهمین کنفرانس ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت.

عمرانی، ق. **(۱۳۷۴)، " مواد زائد جامد"**، جلد دوم، انتشارات علمی دانشگاه آزاد، **ص ۳۳۰.**

غضبان، ف. **(۱۳۸۱)، "زمین‌شناسی زیست محیطی"**، انتشارات دانشگاه تهران. **ص ۴۴۰.**

فردوسی س، **(۱۳۷۲)، "مدیریت پسماندهای شیمیایی"**، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری.

فتحی ت، (۱۳۸۶)، "معیارهای مکان‌یابی زیست‌محیطی محلهای دفن پسماندهای خطرناک"، **فصلنامه آموزشی- پژوهشی مدیریت پسماندها**، شماره ۸، ص ۲۳۶-۲۴۳.

قانون مدیریت پسمان، مصوبه ۱۸۲۹۵ مجلس شورای اسلامی ایران، ۱۳۸۳/۳/۱۷

قمصریان سرابی س، (۱۳۸۰)، پایان ارشد: "مدیریت زیست محیطی پسماندهای رادیو اکتیو یته بالای ناشی از فعالیت نیروگاه اتمی بوشهر"، ، دانشگاه علوم تحقیقات تهران.

کمالی کردآباد ز، (۱۳۸۷)، "زباله های هسته ای و روشهای دفع آنها"، دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.

منوری، م. **(۱۳۸۴)،" ارزیابی اثرات زیست محیطی"**. نشر میترا. **ص ۴۶۴.**

نیکنامی، م. (۱۳۸۸)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد: "مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهرستان گلپایگان"، ، دانشگاه صنعتی شاهرود.

نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ استان اصفهان، (۱۳۷۴) سازمان نقشه‌برداری کشور.

نقشه بافت خاک ۱:۲۵۰۰۰۰ استان اصفهان، (۱۳۷۵) سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی و مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ استان اصفهان، (۱۹۷۶) سازمان زمین‌شناسی کشور.

ولی‌زاده م، قاسمی ح، نراقی ن. ز، صادقیان م، **(۱۳۸۵)، "اصول زمین‌شناسی ایزوتوپی"**.چاپ دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، **۸۳۶ص**.

منابع انگلیسی

British Colombia (**1993).“Landfill Criteria for municipal solid waste”.**, Ministry of environmental lands and park. Environmental Protection Division, Municipal Waste Reduction Branch.

CRS (Congressional Research Service), **(2008)**, **Civilian nuclear waste disposal” .** order code RL33461.

Departement of the Army technical manual **(1994). “Sanitary Landfill.”, 5-814-5**.

EPA (U.S Environmental Protection Agency) **(2002). “RCRA, orientation manual: executive summery” .** The U.S EPA office of solid waste communication, information and resources management division. EPA 530-R-02-Washington, D.C.

Economic Community of Europe, **(1978),** Directive No. 78/319, on Toxic and Hazardous wastes.

Hafezi M. N, Hajizadeh N. H, **(2011).** “Hazardous waste landfill site selectionin Khorasan Razavi Province, Northeastern Iran.” Arabian Journal of Geosciences, ,No **4, pp 103–113.**

Kings County Association of Governments**. (2011) “Kings County Regional Transportation Plan”..** California. Goods Movements.

IAEA, **(2003). “Site Evaluation for Nuclear Installations” .** safety series **No. NS-R-3**

IAEA, **(1978). "Regulation for the safe transportion of radioactive material.",** Safety series NO.6. IAEA. 5-IAEA.

IAEA**, (1999). "Near surface disposal of radioactive waste.",** Safety requirements Safety standards series No. WS-R-1.

IAEA, **(2003). "Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites."**, Safety standards series **No. NS-G-3.5.**

IAEA, **(2003). ".Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear PowerPlants",** safety standards series **No. NS-G-3.4.**

IAEA, **(2006). "The management system for facilities and activities, safety requirements."**, **No. GS-R-3.**

Langer M. (**1995**) "Engineering geology and waste disposal", **Bulletin of the international association engineering geology, Paris, No 51, pp 1,5 – 29.**

Lohani, B. N., Evans J.W., Ludwig, H., Everitt, R.R., Carpenter, A. R., and Tu, S. L. (**1997**). "**Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia**", Volumes 1, Publisher Asian Development Bank, **pp. 672.**

Monmonier, M. (1992) **"A case study in the Misuse of GIS: Siting a Low-Level Rdioactive waste disposal facility in New York State." J. Comput. Civ. Eng.** 13, 144.

Rajagolpal ,V**. (2003).** "Guydling for conducting environmental impact assesment: site selection for common hazardous waste managment facility." Central Pollution Control Board.

Rovers F.A., Bean MC.E.A., Farquhar G.J. **(1995) "Solid waste landfill engineering and design"**, 1 Edition, Publisher Prentice Hall**, pp. 544**.

Saaty T.L. **(2001)** "**The Analytic Hierarchy Process: Planing, priority setting, resource"**, Allocation, McGraw-Hill, New Tork.

Saaty T.L. **(2001)** "**Decision Making for leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decision in a Complex World**", New Edition, Vol2, 2001, Publisher: RWS Publications**, pp. 323.**

Sener b., (2004), Mcs, thesis, “Landfill site selection by using geographic information system.” School of natural and applied science of middle east technical.

Hasan s. h. **(2007)** “International practice in high-level nuclear waste management”, **Journal of Developments in environmental science**, No **5, pp 57-77**.

Shayanfar, M., Moradabadi, E**. (2008).** “Economic Effects of staged scrining approach in siting of hazardouse waste disposal facilittes.” **Proceedings of the 11th International Conference on Environmental Science and Technology**.

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

Sadek S. Fadel M. Hougeiri N**. (2001).** “Optimizing landfill siting through GIS application”, Seventeenth International Conference on Solid Waste Technology and Management, **pp 21–24**,

Thoso M. (**2007**) “**The construction of a Geographic Information System (GIS) Model for landfill site selection**”, A dissertation submitted in partial fulfilment for the requirement for the degree of Magister Artium in the department of geography at the university of the free state. pp 17-25.

Turkmen S, Taga h**, (2005).** “Engineering geological assessment of Dayarbakir solid waste landfill site**”. Bulletin of Geology Environmental. 64:433-440**.

US Code of federal regulation, (2004), 49 C.F.R. 49 CFR--PART 172- Hazardous material table.

Williams P.T. **(2005**) “**Waste treatment and disposal**”, 2nd Edition, Publisher John Wily & Sons, pp. 380.

Yesilnacar M. and Cetin H. **(2005)** “Site Selection for Hazardous Waste : A Case Study from the Gap area, Turkey”. **Journal of Engineering Geology, No 81, pp 371- 388.**

www.chaharmahalmet.ir

Abstract

Nowadays, population growth, decreasing trend in fossil fuels resources, as well as increasing of greenhouse gases lead to the increase in the other energy usage. Iran is not an exception and in the recent years it has been tried to use from these energies. One effect of these energies is production of hazardous waste that should be properly managed. Site selection for disposing this hazardous waste is very sensitive because of its adverse environmental impacts. The mechanism to control these wastes should be to reuse them in developing the environmental, economical and social benefits. The purpose of this study is to identify the suitable region with minimal adverse environmental impacts for disposing the hazardous waste in a region with 10000 km^2 squares around Anarak City in the central of Iran. Geographic information system (GIS) and different data layers have been to used for obtain this purpose. The different data layers include composed of future landuse, vegetation cover, geomorphology, slope, lithology, soil texture, geological strictures, distance from cities, major & minor roads, population areas (cities, villages, military bases, train stations and, ...), tectonic activities (faults), water supply sources (wells, springs and canals),and drainage pathways. These layers have been prepared by using available data, maps and satellite images. Analytical Hierarchy Process (AHP) method, Simple Additive Weight (SAW), pair-wise comparison matrix and subtractive-arithmetic (arithmetic average) formula were used to determine the parameter scores and combining the data layers and dividing the area into different zone. In dividing the area into five zones including thirteen very suitable areas were selected. Through field revision of this thirteen area, four suitable area selected finally. These four area assessed for identifying the adverse environmental impact and determination of the most appropriate site for disposing the hazardous wastes. For this, in first the “similar to the ideal option method”, and next, the “Leopold matrix method” were used and these four area were compared with each other. Finally, site number 7, located in the west study zone was selected best area، based on the greatest distance to the population centers,sutable litology and lake of vegetation cover and finally with minimal environmental impacts.

Keywords: Hazardous waste, Site selection, Central Iran, AHP, SAW, GIS, EIA

Shahrood University of Technology

Faculty of Earth Sciences

Site selection and evalution environmental effects of a reference hazardous landfill site in centeral Iran

Roya Eskandari

Supervisor:

Dr.N.Hafezi Moghaddas

Dr. H. Ghasemi

Advisor:

MSc. E. Morad Abadi

January 2012