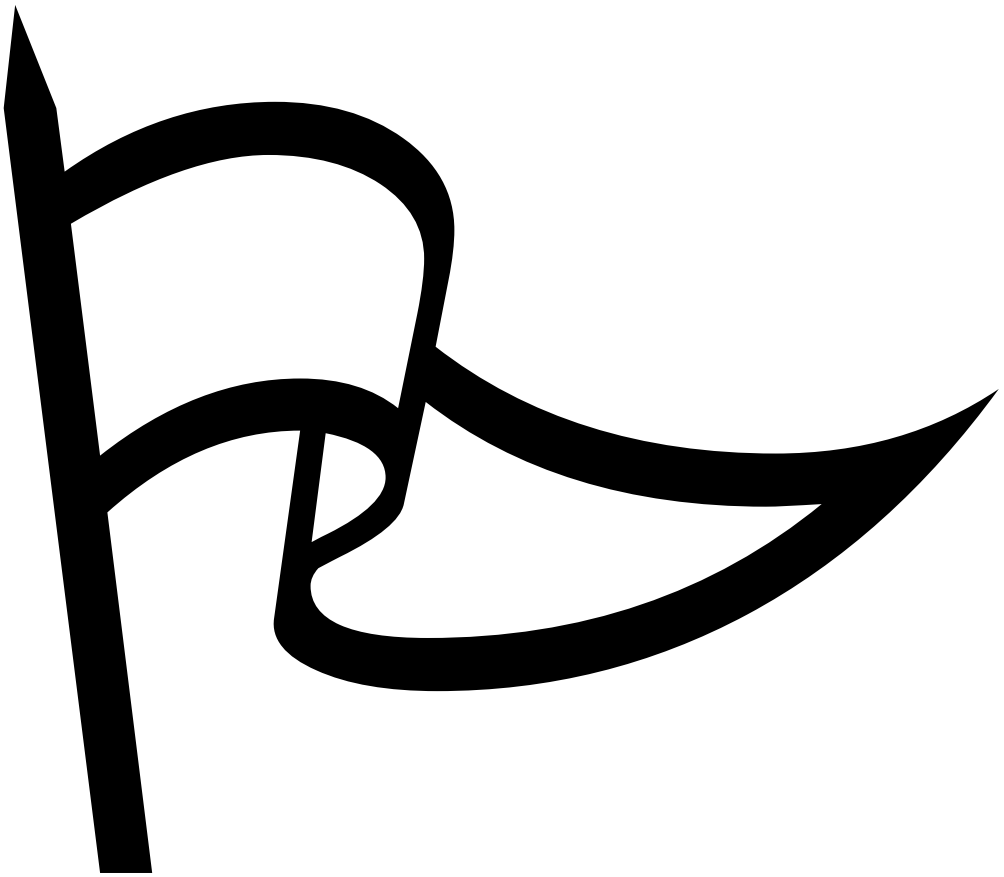


Shahrood University of Technology

Faulty of Earth Science

Thesis M.S.C

Subject

Site selection for hazardous wastes landfill in Qom province

By:

Tahoora Sheikhi Narani

Supervisors:

Dr. N. Hafezi Moghadas

Dr. P. Omidi

Advisor:

Dr. M.R. Nikodel

Winter 2008

دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش زمین شناسی زیست محیطی

عنوان

مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک استان قم

نگارش

طهورا شیخی نارانی

اساتید راهنما

دکتر ناصر حافظی مقدس

دکتر پرویز امیدی

استاد مشاور

دکتر محمدرضا نیکودل

بهمن ۱۳۸۶

تقدیم به:

پدر و مادرم

که با زحمات بی دریغشان راه را برای پیشرفت من بازنمودند

و دعای خالصانه‌شان همیشه بدرقه راهم بوده است

آنهایی که کوشیدند تا بدانم ثمره درس و فکرم این باشد

که جهان را پروردگاریست مهربان و بی همتا.

تشکر و قدردانی

اکنون که با عنایت به لطف و رحمت الهی کلیه مراحل این پایان نامه به اتمام رسـیده است، جا دارد از همه عزیزانی که این جانب را در تهیه این پایان نامه مساعدت نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

در ابتدا لازم می‌دانم از اساتید محترم جناب آقای دکتر ناصر حافظی مقدس و جناب آقای دکتر پرویز امیدی که راهنمائی رسـاله ام را بر عهده داشـتند تشـکر و قدردانی ویژه‌ای داشـته باشـم. بی شک بدون حمایت و راهنمائی این اساتید محترم انجام این تحقیق مقدور نمی‌بود.

همچنین از جناب آقای دکتر محمدرضـا نیکودل که به عنوان مشـاور نقش ارزنده‌ای در انجام این پایان نامه داشتند و این امکان را در اختیار اینجانب قرار دادند تا از کلیه امکانات دانشگاه تربیت مدرس در انجام پروژه استفاده نمایم، سپاس گذاری می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر غلامحسین کرمی ریاست محترم دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود به جهت مساعدت‌های ایشان در انجام مراحل مختلف این رساله قدردانی می نمایم.

بر خود لازم می‌دانم از جناب آقای دکتر ماشـاءالله خامه‌چیان، اسـتاد محترم دانشـگاه تربیت مدرس که در پیشبرد مراحل مختلف پایان نامه نقش شایانی داشتند تشکر و قدردانی ویژه ای داشته باشم.

از جناب آقای دکتر فرج الله فردوسـت نماینده محترم تحصـیلات تکمیلی و جناب آقای شـاه حسـینی و سرکارخانم سعیدی جهت مساعدت هایشان سپاس گزاری می‌نمایم.

همچنین از جناب آقای دکتر آغاسی و آقایان مهندس حق پناه، فاضلی، انصاری، برومندی و حشمت و خانم ها مهندس شهراز، حسینی و کریم دوست تشکر می‌نمایم.

از دوستان عزیزم خانم ها خلیل زاده، بابائی خو، نوری و رمضانی نیز تشکر و قدردانی می‌نمایم.

در انتها سپاس گذار کلیه عزیزانی هستم که در مراحل مختلف تحصیلی مرا همراهی و هم دلی نمودند، هرچند مجالی برای بیان نام تک تک این عزیزان نیست، لیکن خود را همیشه مرهون لطف و مهربانی آن‌ها می‌دانم و امید دارم به لطف الهی روزی توان جبران محبت هایشان را داشته باشم.

چکیده

همگام با رشد صنعت و افزایش تولید محصولات صنعتی، تولید پسماندهای خطرناک نیز دراستان قم افزایش یافته است و احداث مکانی مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندها ضروری می باشد.

در این پایان نامه تلاش شده است با بهره‌گیری از پارامترهایی نظیر زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، توپوگرافی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، هواشناسی، راه‌های دسترسی، مناطق مسکونی و پوشش گیاهی که نقش موثری در محل دفن پسماندها ایفا می‌کنند، مناسب‌ترین مکان جهت احداث لندفیل بهداشتی در استان قم شناسایی گردد.

با توجه به تعدد پارامترهای اثر گذار در انتخاب محل دفن پسماند و همین طور وجود معیارهای مختلف برای انتخاب مناسب‌ترین منطقه، پی جوئی مکان مناسب از طریق شیوه‌های سنتی و صحرائی بسیار دشوار و بعضاً ناممکن می‌باشد. لذا در مطالعه حاضر از روش وزن دهی افزایشی ساده به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. مکان‌یابی محل دفن پسماندهای استان قم در ۳ مرحله شامل : پهنه بندی مناطق

مستعد دفن پسماند، بازدیدهای صحرائی و گزینش نهائی صورت گرفته است. پس از انتخاب پهنه های نهائی به منظور شـناخت، پیش بینی، ارزیابی و کاهش اثرات بیوفیزیکی، اجتماعی و سـایر اثرات وابسته به احداث لندفیل در مناطق پیشنهادی ارزیابی اثرات زیست محیطی انجام شده است. با انجام این مرحله، مناسب‌ترین منطقه با کمترین اثر زیست‌محیطی جهت دفن بهداشتی پسماندهای خطرناک منطقه شماره ۴ در غرب شهر قم به مساحت ۳۲ کیلومتر مربع پیشنهاد گردید.

واژگان کلیدی:

پسـماند خطرناک، مکان‌یابی، لندفیل بهداشـتی، روش وزن دهی افزایشی ساده، سامانه اطلاعات جغرافیایی، پهنه بندی، ارزیابی اثرات زیست محیطی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه ۱

۱-۱- طرح مسئله ۱

۱-۲- منطقه مورد مطالعه ۳

۱-۲-۱- موقعیت تاریخی ۳

۱-۲-۲- مراکز صنعتی استان قم ۵

۱-۳- اهداف و روش های تحقیق ۷

۱-۳-۱- جمع آوری اطلاعات ۸

۱-۳-۲- آماده سازی اطلاعات جهت تجزیه و تحلیل ۸

۱-۳-۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات ۱۱

فصل دوم: معیارها و عوامل موثر در مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک ۱۴

۲-۱- مروری بر تحقیقات پیشین ۱۴

۲-۲- پسماندهای خطرناک ۱۷

۲-۲-۱- مدیریت پسماندهای خطرناک ۱۷

۲-۲-۲- روش های متداول دفن پسماند ۱۹

۲-۳- معیارها و عوامل موثر در مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک ۲۱

۲-۳-۱- معیارهای زیست محیطی محل دفن پسماندها ۲۲

۲-۳- ۲- معیارهای اقتصادی ۲۹

۲-۳- ۳- معیارهای اجتماعی ۳۱
۲-۴- ارزیابی اثرات زیست محیطی ۳۲
۲-۴- ۱- روش های ارزیابی اثرات زیست محیطی ۳۲
فصل سوم: اختصاصات منطقه مطالعاتی ۳۴
۳-۱- زمین شناسی استان قم ۳۴
۳-۱- ۱- زمین شناسی عمومی استان ۳۴
۳-۱- ۲- چینه شناسی استان ۳۵
۳-۱- ۳- عناصر ساختاری استان ۳۵
۳-۱- ۴- لرزه خیزی استان ۴۱
۳-۱- ۵- روانگرائی استان ۴۱
۳-۲- هواشناسی استان ۴۱
۳-۲- ۱- دمای هوا ۴۵
۳-۲-۲- بارندگی ۴۵
۳-۲-۳- تبخیر استان ۴۶

ادامه فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۲- ۴- جریان باد ۴۸
۳-۳- آب های زیرزمینی ۵۱
۳-۳-۱- منابع بهره برداری آب زیرزمینی استان ۵۱
۳-۳-۲- عمق سطح آب های زیرزمینی استان ۵۳
۳-۳-۳- جهت جریان آب زیرزمینی ۵۳
۳-۴- هیدرولوژی استان ۵۳
۳-۴-۱- رودخانه های مهم استان ۵۷
۳-۴-۲- رودخانه های فصلی استان ۵۸
۳-۴-۳- دریاچه های استان ۵۹
۳-۴-۴- سدها و بندهای استان ۶۰
۳-۵- ژئومورفولوژی استان ۶۰
۳-۵-۱- نواحی کوهستانی ۶۲
۳-۵-۲- تپه ها و نواحی پایکوهی ۶۲
۳-۵-۳- دشت ها ۶۳
۳-۶- شیب و توپوگرافی استان ۶۴

۳-۷- خاک شناسی استان ۶۴
۳-۷-۱- فرسایش پذیری ۶۴
۳-۷-۲- نفوذپذیری ۶۶
۳-۷-۳-کاربری و قابلیت اراضی ۶۸
۳-۸- منطقه حفاظت شده زیست محیطی ۷۱
۳-۹- پوشش گیاهی ۷۳
فصل چهارم: روش انجام مطالعات ۷۵
۴-۱- پهنه بندی مناطق مستعد دفن پسماندهای خطرناک..... ۷۶
۴-۱-۱- شناسائی و حذف مناطق ممنوعه جهت دفن پسماندها ۷۷
۴-۱-۲- طبقه بندی لایه های اطلاعاتی ۷۸
۴-۱-۳- امتیازبندی و وزن دهی لایه های اطلاعاتی ۸۹
۴-۱-۴- همپوشانی لایه های اطلاعاتی..... ۹۴
۴-۱-۵- نتیجه گیری مرحله اول..... ۹۵
۴-۲- بازدید صحرائی از پهنه های مستعد دفن پسماند خطرناک ۹۵
۴-۲-۱- پهنه های نامناسب ۹۸

ادامه فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۲-۲- پهنه های مناسب ۹۹
۴-۳- گزینش نهائی ۱۰۵
۴-۳-۱- لایه اطلاعاتی زمین شناسی ۱۰۶
۴-۳-۲- لایه اطلاعاتی خاک شناسی ۱۰۷
۴-۳-۳- لایه اطلاعاتی هیدرولوژی ۱۰۷
۴-۳-۴- لایه اطلاعاتی هیدروژئولوژی ۱۰۸
۴-۳- ۵- لایه اطلاعاتی هواشناسی..... ۱۰۹
۴-۳-۶- لایه اطلاعاتی راه های دسترسی ۱۰۹
۴-۳-۷- خطوط انتقال نیرو ۱۱۰
۴-۳-۸- لایه اطلاعاتی مراکز جمعیتی، صنعتی و معدنی ۱۱۰
۴-۳-۹- رتبه بندی مناطق انتخابی ۱۱۱
۴-۳-۱۰- ویژگی های پهنه های منتخب ۱۱۳
فصل پنجم: ارزیابی اثرات زیست محیطی ۱۲۴
۵-۱- آراه ارزیابی اثرات زیست محیطی ۱۲۴

۵-۲- بررسی فاکتورهای زیست محیطی ۱۲۵
۵-۲-۱- فاکتورهای فیزیکی ۱۲۵
۵-۲-۲- فاکتورهای بیولوژیکی ۱۲۷
۵-۲-۳- شرایط اجتماعی و اقتصادی ۱۲۸
۵-۳- عملیات احداث لندفیل ۱۲۹
۵-۳-۱- ایجاد راه دسترسی ۱۳۰
۵-۳- ۲- تسطیح و خاک برداری ۱۳۰
۵-۳-۳- ایجاد زیر ساخت ها (خطوط انتقال برق، آب و تلفن) ۱۳۰
۵-۳-۴- ساخت لندفیل ۱۳۰
۵-۳-۵-دفن روزانه پسماند ۱۳۱
۵-۳-۶- پوشش نهائی لندفیل ۱۳۱
۵-۳-۷- کنترل گاز و شیرابه حاصل توسط پسماندها ۱۳۲
۵-۴- ارزیابی زیست محیطی ۳ پهنه منتخب ۱۳۲
۵-۵- جمع بندی و نتیجه گیری ۱۳۷
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۳۹
۶-۱- مشخصات محدوده مطالعاتی ۱۳۹
۶-۲- پسماندهای خطرناک استان ۱۳۹

ادامه فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۶-۳- نتایج حاصل از مطالعات مکان یابی و بازدید های صحرائی ۱۴۰
۶-۴- نتایج حاصل از ارزیابی اثرات زیست محیطی ۱۴۳
۶-۵- پیشنهادات ۱۴۳
منابع و مواخذ ۱۴۴
چکیده انگلیسی ۱۴۹

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

۱-۱- موقعیت استان قم در کشور ایران ۴
۱-۲- موقعیت شهرک‌های صنعتی استان قم ۹
۱-۳- مراحل انجام مطالعات مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک ۱۰
۲-۱- تاثیر ساختمان‌های زمین‌شناسی بر نشت شیرابه از محل دفن پسماند ۲۴
۳-۱- نقشه زمین‌شناسی استان قم ۴۲
۳-۲- نقشه پهنه بندی خطر لرزه ای استان قم ۴۳
۳-۳- نقشه قابلیت روانگرائی استان قم ۴۴
۳-۴- نمودار بارندگی سالیانه ایستگاه قم طی دوره آماری ۱۹ ساله (۶۶-۱۳۶۵ الی ۸۴-۱۳۸۳) ۴۶
۳-۵- نقشه منحنی‌های هم باران استان قم (میلیمتر) ۴۷
۳-۶- نمودار مقدار تبخیر سالانه قم طی دوره آماری ۱۲ ساله (۱۳۸۴-۱۳۷۲) ۴۸
۳-۷- نقشه هم تبخیر استان قم (تبخیر از طشت) به میلیمتر ۴۹
۳-۸- تعداد چاه، چشمه و قنات استان قم ۵۲
۳-۹- حجم تخلیه سالانه چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات استان قم ۵۲
۳-۱۰- نمودار حداکثر و حداقل عمق آب زیرزمینی استان قم ۵۳
۳-۱۱- موقعیت چاه و چشمه و قنات استان قم ۵۴
۳-۱۲-نقشه منحنی های هم عمق آب زیرزمینی استان قم ۵۵
۳-۱۳-نقشه جهت جریان آب زیرزمینی استان قم ۵۶
۳-۱۴- موقعیت رودخانه‌ها، دریاچه و بندهای استان قم ۶۰
۳-۱۵- نقشه شیب زمین (درصد) استان قم ۶۵
۳-۱۶- نقشه میزان فرسایش پذیری استان قم ۶۷
۳-۱۷- نقشه نفوذپذیری استان قم ۶۹
۳-۱۸- نقشه کاربری اراضی استان قم ۷۲
۳-۱۹- نقشه پوشش گیاهی استان قم ۷۴
۴-۱- نقشه مناطق ممنوعه و حذف شده در مرحله اول ۷۹
۴-۲- نقشه حریم عوارض طبیعی و مصنوعی استان ۸۰
۴-۳- نقشه طبقه بندی واحدهای سنگی - رسوبی استان ۸۴
۴-۴- نقشه طبقه بندی واحدهای ژئومورفولوژیکی استان ۸۶
۴-۵- نقشه طبقه بندی پوشش گیاهی استان ۸۷
۴-۶- نقشه طبقه بندی شیب زمین (درصد) استان ۹۰
۴-۷- طبقه بندی میزان بارندگی استان ۹۱

ادامه فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

۴-۸- طبقه بندی میزان تبخیر استان ۹۲
۴-۹- نقشه طبقه بندی نهائی حاصل از همپوشانی لایه‌ها به همراه حریم کل استان ۹۶
۴-۱۰- نقشه پهنه‌های مستعد دفن پسماند استان ۹۷
۴-۱۱- نقشه موقعیت پهنه‌های حذف شده در مرحله بازدید صحرائی ۱۰۱
۴-۱۲- نقشه پهنه‌های تائید شده در مرحله بازدید صحرائی ۱۰۲
۴-۱۳- تصاویری از سایت های مناسب در مرحله بازدید صحرائی ۱۰۳
۴-۱۴- نمودار مقایسه امتیازات نهائی ۳ پهنه منتخب ۱۱۳
۴-۱۵- نقشه موقعیت ۳ پهنه منتخب جهت دفن پسماندهای خطرناک استان قم ۱۱۴
۴-۱۶- نیمرخ شماتیک زمین شناسی پهنه شماره ۵ در جهت NE-SW بر اساس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی استان قم، نمائی از منطقه، تصویر ماهواره ای پهنه شماره ۵ ..... ۱۱۷
۴-۱۷- نیمرخ شماتیک زمین شناسی پهنه شماره ۷ در جهت NE-SW بر اساس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی استان قم، نمائی از منطقه، تصویر ماهواره ای پهنه شماره ۷ ..... ۱۲۰
۴-۱۸- نیمرخ شماتیک زمین شناسی پهنه شماره ۴ در جهت N-S بر اساس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی استان قم، نمائی از منطقه، تصویر ماهواره ای پهنه شماره ۴ ..... ۱۲۳
۵-۱- نمودار مقایسه نتایج حاصل ماتریس اثرات زیست محیطی ۳ پهنه پیشنهادی ۱۳۸
۶-۱- موقعیت ۳ منطقه انتخابی جهت دفن پسماندهای ۱۴۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

۱-۱- خلاصه آمار واحدهای صنعتی استان قم ۵
۱-۲- واحدهای بهره برداری شده در شهرک‌های صنعتی استان قم ۵
۱-۳- واحدهای صنعتی دارای پسماند خطرناک در استان قم ۷
۲-۱- مزایا و معایب لندفیل‌ها ۱۹
۲-۲- ترتیب تقدم و پدیده‌های مورد ارزیابی محل دفن پسماندها ۲۲
۲-۳- طبقه‌بندی زمین‌شناسی محل دفن پسماندها بر اساس ترکیب سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی، بافت سنگ و رسوبات ۲۳
۲-۴- شرایط محل‌های دفن پسماندها از دیدگاه نفوذپذیری خاک ۲۳

۲-۵- طبقه بندی سنگ‌ها و خاک از نظر قابلیت عمل دفن پسماندها..... ۲۶
۲-۶- درجه مناسب بودن انواع خاک برای استفاده به عنوان پوشش مدفن ۲۶
۲-۷- معیارهای ارائه شده در مورد هیدرولوژی محل دفن پسماندها..... ۲۷
۲-۸- معیارهای ارائه شده در مورد هیدروژئولوژی محل دفن پسماندها ۲۸
۲-۹- معیارهای ارائه شده برای فاصله از راه های دسترسی محل دفن پسماندها ۲۹
۲-۱۰- معیارهای فاصله از مناطق مسکونی در مکان‌یابی محل دفن پسماندها..... ۳۰
۳-۱- واحدها و سازندهای زمین شناسی استان قم..... ۳۶
۳-۲- عوامل اصلی پنجگانه دمای هوا در استان قم..... ۴۵
۳-۳- جهت، سرعت، درصد بادهای غالب و درصد باد آرام در ایستگاه سینوپتیک قم، سرعت باد (برحسب متر بر ثانیه) ۵۰
۳-۴- خلاصه مشخصات محدوده‌های استان قم..... ۵۱
۳-۵- واحدهای ژئوموفولوژیکی استان قم ۶۱
۳-۶- خلاصه مشخصات به کار رفته در نقشه پوشش گیاهی..... ۷۳
۴-۱- فهرست مناطق ممنوعه و حریم های در نظر گرفته شده در استان قم..... ۷۷
۴-۲- طبقه بندی سنگ بستر حل دفن پسماندهای خطرناک..... ۸۲
۴-۳- طبقه بندی واحدهای سنگی – رسوبی استان قم جهت دفن پسماندهای خطرناک ۸۳
۴-۴- طبقه بندی واحدهای ژئوموفولوژیکی استان..... ۸۳
۴-۵- طبقه بندی پوشش گیاهی استان..... ۸۸
۴-۶- طبقه بندی استان قم بر اساس شیب زمین (درصد) ۸۸
۴-۷- طبقه بندی پارامترهای هواشناسی استان قم ۸۹
۴-۸- امتیاز و وزن دهی لایه های اطلاعاتی ۹۴
۴-۹- رده بندی نهائی امتیازات..... ۹۵

ادامه فهرست جداول

عنوان **صفحه**

۴-۱۰- مشخصات و علل پهنه های حذف شده در مرحله بازدید صحرائی ۹۹
۴-۱۱- موقعیت و شرایط پهنه های مناسب جهت دفن پسماندهای خطرناک..... ۱۰۰
۴-۱۲- طبقه بندی پارامترهای زمین‌شناسی در مرحله گزینش نهائی..... ۱۰۶
۴-۱۳- طبقه بندی پارامترهای خاک‌شناسی در مرحله گزینش نهائی..... ۱۰۷
۴-۱۴- طبقه بندی پارامترهای هیدرولوژی در مرحله گزینش نهائی ۱۰۸
۴-۱۵- طبقه بندی پارامترهای هیدروژئولوژی در مرحله گزینش نهائی..... ۱۰۸
۴-۱۶- طبقه بندی پارامترهای هواشناسی در مرحله گزینش نهائی ۱۰۹

۴-۱۷- طبقه بندی پارامترهای راه‌های دسترسی در مرحله گزینش نهائی.....۱۰۹
۴-۱۸- طبقه بندی پارامترهای انتقال نیرو در مرحله گزینش نهائی ۱۱۰
۴-۱۹- طبقه بندی پارامترهای مراکز جمعیتی، صنعتی و معدنی در مرحله گزینش نهائی.....۱۱۱
۴-۲۰- امتیازدهی سایت های انتخابی.....۱۱۲
۴-۲۱- رتبه بندی پهنه‌ها بر اساس امتیاز نهائی ۱۱۳
۴-۲۲- مشخصات پهنه شماره۵.....۱۱۵
۴-۲۳- فاصله پهنه شماره ۵ از شهرک های صنعتی استان قم ۱۱۵
۴-۲۴- ویژگی های زمین شناسی پهنه شماره ۵ .....۱۱۶
۴-۲۵- مشخصات پهنه شماره ۷ .....۱۱۸
۴-۲۶- فاصله پهنه شماره ۷ از شهرک های صنعتی استان قم.....۱۱۸
۴-۲۷- ویژگی های زمین شناسی پهنه شماره ۷ .....۱۱۹
۴-۲۸- مشخصات پهنه شماره ۴ .....۱۲۱
۴-۲۹- فاصله پهنه شماره ۴ از شهرک های صنعتی استان قم ۱۲۱
۴-۳۰- ویژگی های زمین شناسی پهنه شماره ۷ .....۱۲۲
۵-۱- نحوه طبقه بندی شدت اثرات زیست محیطی عملیات احداث و بهره برداری از لندفیل ۱۳۳
۵-۲- آرایه اثرات زیست محیطی پهنه شماره ۴ .....۱۳۴
۵-۳- آرایه اثرات زیست محیطی پهنه شماره ۵ .....۱۳۵
۵-۴- آرایه اثرات زیست محیطی پهنه شماره ۷ .....۱۳۶
۵-۵- نتایج حاصل از ماتریس اثرات زیست محیطی ۳ پهنه پیشنهادی ۱۳۷
۶-۱- مختصات جغرافیایی محدوده های انتخابی جهت دفن پسماندهای خطرناک.....۱۴۰
۶-۲- مقایسه امتیازهای ۳ سایت انتخابی ۱۴۱
۶-۳- خلاصه مشخصات پهنه شماره ۴ .....۱۴۳

فصل اول

مقدمه

۱-۱- طرح مسئله

فعالیت های روزمره زندگی انسان، همراه با تولید حجم متنابهی مواد زائد می‌باشد که بخش قابل توجهی از آن‌ها بدون هیچگونه تمهیداتی در سطح زمین رها می‌شوند. این مواد که به صورت گازها، مایعات و مواد جامد می‌باشند، ممکن است سبب آلودگی محیط زیست شده سلامت انسان‌ها را در حال حاضر یا آینده به مخاطره اندازند. لذا همگام با رشد جمعیت و افزایش تولید پسماند در محیط، به کوشش‌های بیشتری نیاز است تا این اطمینان حاصل گردد که این مواد تحت کنترل بوده و آلودگی در محیط زیست ایجاد نمی‌کنند.

در حال حاضر یک از مشکلات کشورهای صنعتی و در حال توسعه حجم بالای پسماندها می‌باشد، تنوع این مواد و در نتیجه ضرورت به کارگیری فرایندهای مختلف به منظور خنثی‌سازی و دفع صحیح آن‌ها از یک سو و نیازمندی به تکنولوژی‌های ویژه و هزینه بسیار بالا از سوی دیگر مدیریت دفع آن‌ها را با مشکلات عدیده‌ای مواجه ساخته است. طبقه‌بندی پسماندهای جامد تولید شده در جوامع شهری (اعم از شهرها و مرکز

صنعتی) از تنوع بالائی برخوردار هستند. این مواد بسته به منابع تولید کننده و خصوصیاتشان به دسته‌های مختلفی طبقه بندی می‌شوند. یکی از این دسته بندی‌ها، تقسیم پسماندها به ۲ دسته کلی زیر است [۳۴]:

الف) مواد زائد جامد خطرناک[۱]

ب) مواد زائد جامد غیر خطرناک[۲]

پسماندهای خطرناک به واسطه خصوصیاتی که دارند می‌توانند سلامت انسان و سایر موجودات زنده را با خطر جدی مواجه کنند [۲۴]. بنابر تعریف آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده امریکا (EPA[۳]) پسماندهای خطرناک به زائداتی اطلاق می‌گردد که حداقل یکی از خواص قابلیت اشتعال، قدرت خورندگی، فعالیت‌های شیمیایی و سمیت را دارا باشند [68]. یکی از مراحل بسیار مهم مدیریت پسماندهای خطرناک در کشورهای در حال توسعه، یافتن روش‌های مناسب جهت دفع بهداشتی این پسماندها می‌باشد.

در گذشته این زائدات در زمین‌های پست و کم ارزش، گودال‌ها و نواحی باتلاقی تلنبار شده رها و یا سوزانده می‌شدند. امروزه با بالا رفتن سطح آگاهی‌های زیست‌محیطی مشخص شده است که این روش باعث آلودگی شدید آب‌های سطحی و زیرزمینی، خاک و هوا شده سلامت انسان‌ها و محیط زیست پیرامون را به مخاطره می‌اندازد [۳۳].

مشکلات ناشی از دفن پسماندها به روش مذکور سبب شد تا در بسیاری از کشورهای جهان زباله دان‌ها به سرعت جای خود را به محل‌های دفن بهداشتی جدید دهند، هرچند که هنوز هم در برخی از کشورها از جمله ایران از شیوه‌های سنتی و قدیمی جهت دفن پسماندها بهره گرفته می‌شود [۴].

موضوع دفن بهداشتی زباله در ایران را همچنان موضوع جدیدی می‌باشد، در اکثر مناطق ایران کماکان دفع زباله به صورت تلنبار کردن و سوزاندن و در برخی موارد دفن غیر بهداشتی صورت می‌گیرد. برخی از مدیران شهری صرفاً حفر یک گودال و قرار دادن زباله در آن و پوشاندن آن را با خاک، دفن بهداشتی تلقی می‌کنند. در حالی که دفن بهداشتی مواد زائد مقوله‌ای است که دارای مراحل دقیق مشتمل بر انتخاب مکان، آماده

سازی و بهره برداری است که هرکدام از مراحل فوق به انجام مطالعات و اعمال مدیریت صحیح نیاز دارند [۱۸]. مطالعات مکان‌یابی یکی از مراحل مهم و اساسی اجرای محل‌های دفن پسماندهای خطرناک می‌باشد.

در این ارتباط، معیارها و شاخص‌های متعددی جهت انتخاب محل مناسب دفن پسماند ارائه شده است، که

1- Hazardous solid wastes

2- Non –Hazardous solid wastes

3- United State Environmental Protection Agency

هر یک محدودیت‌ها و شرایط خاصی را برای مکان‌یابی مناسب مطرح می‌سازد. به عبارت دیگر هر یک از معیارها بر اساس یکی از زمینه‌های علمی بنا شده‌اند. به گونه‌ای که، مطالعات مکان‌یابی دارای هویتی چند بعدی و ساختاری میان رشته‌ای یافته است [۲۹].

هدف نهائی یک معیار مکان‌یابی، دستیابی به مناسب‌ترین محلی است که کم‌ترین اثرات سوء را برای محیط زیست و منابع طبیعی اطراف محل دفن داشته باشد و از نظر اقتصادی کم‌ترین هزینه و از دیدگاه مهندسی نیز بهترین ویژگی را دارا باشد [۴۳].

۱-۲- منطقه مورد مطالعه

استان قم با مساحت ۱۱۲۳۸ کیلومتر مربع تقریباً در مرکز ایران واقع شده است. این استان از شمال با استان تهران، از شرق با استان سمنان، از جنوب با استان اصفهان و از غرب با استان مرکزی مجاورت دارد و در حدود ۵/۶۸٪ از مساحت کل ایران را شامل می‌گردد (شکل ۱-۱).

از نظر جغرافیایی این استان بین طول‌های 50^{o} تا 52^{o} شرقی و عرض های 34^{o} تا 35^{o} شمالی واقع شده است. طبق آمار سال ۱۳۸۱ جمعیت استان ۱,۰۲۰,۰۰۰ نفر برآورد شده است. همچنین در سال ۱۳۷۵ استان قم دارای یک شهرستان به مرکزیت قم بوده که این شهرستان دارای ۴ بخش، ۹ دهستان، ۳۶۳ آبادی دارای سکنه و ۵۴۷ آبادی خالی از سکنه می‌باشد. شهرهای قم، کهک، قنوات، دستجرد و جعفریه ۵ شهر این استان

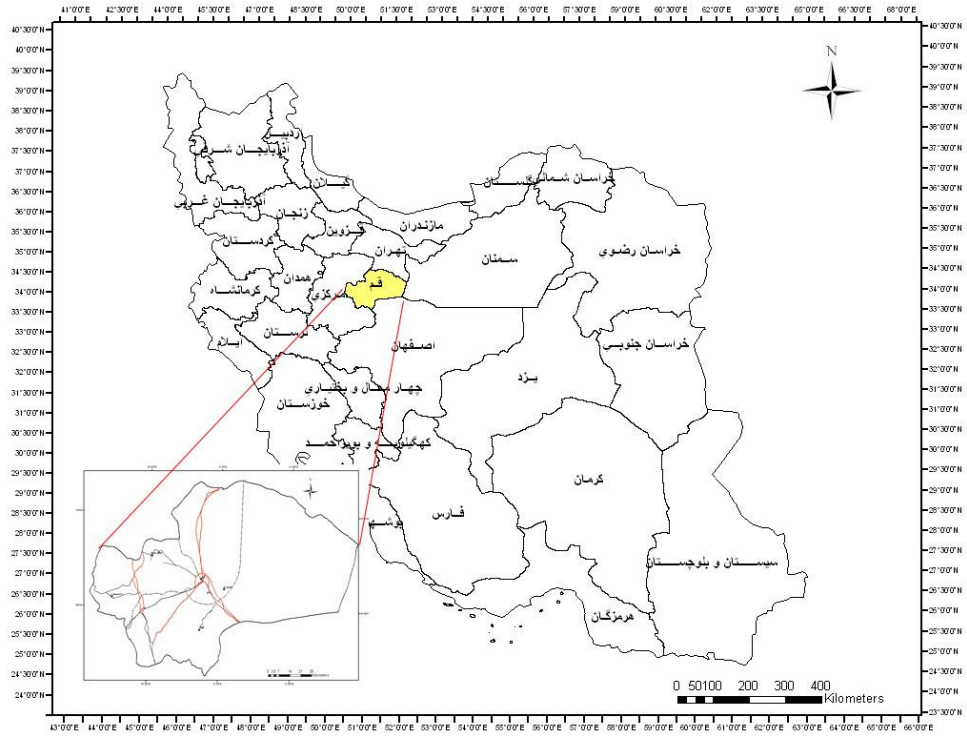
را تشکیل می‌دهند. ساختار اقتصادی قم بر پایه فعالیت در بخش‌های کشاورزی، دامداری، دامپروری، صنعت و معدن و خدمات می‌باشد. با توجه به آمار سال ۸۱، ۸/۲٪ شاغلین استان قم در بخش کشاورزی و دامداری، ۴۲/۵٪ در بخش صنعت و معدن و ۴۶/۴٪ در بخش خدمات فعالیت داشته‌اند [۴۵].

۱-۲-۱- موقعیت تاریخی

اطلاعات باستان‌شناختی در منطقه قم حاکی از آثار فعالیت انسانی در عصر فرا پارینه سنگی با قدمتی نزدیک به ۱۵ هزار سال است و بر اساس دستاوردهای باستان شناسی در قره تپه قمرود، تاریخچه روستاهای اولیه در منطقه قم به هزاره پنجم قبل از میلاد باز می‌گردد.

به استناد آثار و اشیاء بازمانده و متون تاریخی، قم در پیش از اسلام شهری معتبر، نسبتاً بزرگ و تمدن انسانی عصر نوسنگی و عصر آهن در آن شکوفا بوده است. کلمه قم در اول (کُم) بوده که بنا بر قاعده تعریف کاف به قاف تبدیل شده است. در ایام قدیم سرزمین قم محل جمع شدن آب رود اناربار بوده است و آب از هیچ طرف راه گذر نداشته است. به علت جمع شدن آب، علفزار فراوانی در آن منطقه ایجاد شده بود و چوپانان رفته رفته گرد آن چادر می‌زدند، این خانه های کوچک در فارسی ″ کومه″ نامیده می‌شوند کومه به کم و سپس به قم تبدیل شده است.

شواهد و مدارک و آثاری که از دوران پیش از اسلام به دست آمده است، ثابت می‌کند که این شهر در آن زمان به خصوص در عهد ساسانیان از شهرهای آباد و نسبتاً مهم بوده است، زیرا در آنها به وجود آتشکده آذر اشاره شده است. در سال ۶۵ هجری قمری، اعراب به شهر قم حمله کرده، این شهر زرتشتی نشین را تسخیر کرده و سپس در بیرون از شهر ساکن شدند و با گذشت زمان منطقه سکونت خود را گسترش دادند و شهر فعلی قم را به وجود آوردند. با پیروزی انقلاب اسلامی ایران و قرار گرفتن شهر قم در جایگاه یک استان، توسعه آن اهمیت و ابعادی مضاعف یافت. شهر قم هم اکنون سالانه پذیرای ۱۲ الی ۱۴ میلیون گردشگر مذهبی از داخل و خارج از کشور می‌باشد [۸].



شکل ۱-۱- موقعیت استان قم در کشور ایران

۱-۲-۲- مراکز صنعتی استان قم

بر اساس اطلاعات موجود در وزارت صنایع و معادن، استان قم دارای ۳ شهرک صنعتی فعال با نام‌های سلفچگان، شکوهیه و محمودآباد می‌باشد، همچنین ۲ شهرک صنعتی قنوات و قم۳ نیز در حال راه اندازی می‌باشد (شکل ۱-۲). شهر قم نیز دارای واحدهای صنعتی متعددی می‌باشد که در آمارهای ارائه شده در مورد پسماندهای خطرناک استان در نظر گرفته می‌شود. تعداد واحدهای صنعتی مستقر در استان بر اساس آمار وزارت صنایع و معادن در جدول ۱-۱ارائه شده است.

جدول ۱-۱- خلاصه آمار واحدهای صنعتی استان قم[۵۴]

ردیف	نام منطقه	تعداد واحد صنعتی
۱	شهر قم	۳۲۳۶
۲	شهرک صنعتی شکوهیه	۱۳۳۵
۳	شهرک صنعتی محمودآباد	۱۱۲
۴	شهرک صنعتی سلفچگان	۲۴۳

در مجموع طبق آمار سال ۱۳۸۵ وزارت صنایع و معادن، ۴۹۲۶ واحد صنعتی در این استان فعالیت دارند. در این میان کارخانه‌های تولید کانه‌های فلزی، دباغی چرم، تولید کک، فراورده‌های نفتی، ساخت مواد و محصولات شیمیایی، تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی، ساخت فلزات اساسی و بازیافت سبب تولید پسماندهای خطرناک در استان می‌شوند. خلاصه آمار واحدهای بهره‌برداری شده در شهرک‌های صنعتی استان در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲- واحدهای بهره برداری شده در شهرک های صنعتی استان قم[۵۷]

ردیف	شهرک صنعتی	غذائی	نساجی	سلولزی	شیمیایی	کانه غیرفلزی	فلزی	الکتریک (برق)	خدمات	تعداد افراد شاغل
۱	سلفچگان	۰	۱	۴	۲۰	۵	۲	۲	۰	۴۵۰
۲	شکوهیه	۳۲	۲۲	۲۲	۱۳۰	۲۵	۱۱۱	۸	۱۴	۴۸۴۹
۳	قم ۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	قنوات-قم ۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	محمود آباد	۵	۱	۴	۲۰	۲۶	۱۲	۱	۱	۱۰۰۳

۱-۲-۲-۱- شهرک صنعتی سلفچگان: این شهرک با مساحت کل ۲۹۵ هکتار و بخش صنعتی ۱۷۰ هکتار در کیلومتر ۲ جاده سلفچگان - ساوه قرار دارد. به دلیل قرار گرفتن در مجاورت ۴ استان صنعتی کشور از پتانسیل بالایی جهت سرمایه‌گذاری به خصوص در صنایع مربوط به نفت و پتروشیمی برخوردار می‌باشد [۵۷]. این شهرک دارای واحدهای صنعتی متعددی می‌باشد که ۴۶ واحد آن‌ها دارای پسماند خطرناک می‌باشند. آمار این واحدهای صنعتی در جدول ۱-۳ ارائه شده است.

۱-۲-۲-۲- شهرک صنعتی شکوهیه: این شهرک با مساحت ۷۳۵ هکتار و در دو فاز در کیلومتر ۱۲ جاده قدیم قم - تهران قرار دارد. مساحت فاز یک شهرک شکوهیه ۴۱۰ هکتار که فاز صنعتی آن ۲۳۵ هکتار می‌باشد.

به علت واگذاری بیش از۹۶٪ اراضی فاز یک شهرک، فاز توسعه شهرک صنعتی شکوهیه نیز با مساحت ۳۲۵ هکتار در حال واگذاری به متقاضیان می‌باشد [۵۷]. در حدود ۱۵۲ واحد صنعتی در این شهرک دارای پسماند خطرناک می‌باشند، آمار این واحدها در جدول ۱-۳ ارائه شده است.

۱-۲-۲-۳- شهرک صنعتی محمود آباد: شهرک صنعتی محمودآباد، در تاریخ ۷۸/۱/۲۲ به تصویب هیأت وزیران رسیده و عملیات اجرایی آن در خرداد ماه سال ۱۳۷۸ آغاز گردید. مساحت شهرک ۱۸۹ هکتار می‌باشد که مساحت فاز صنعتی آن ۱۳۵ هکتار است و این شهرک در کیلومتر ۱۸ اتوبان قم - تهران قرار دارد. همچنین توسعه شهرک در دو فاز یکی به مساحت ۱۶۵ هکتار و دیگری به وسعت۵۰۰ هکتار در حال تملک زمین می‌باشد. این شهرک دارای پسماند خطرناک چندانی نمی‌باشد، بیشتر زائدات تولیدی در این شهرک نخاله‌های ساختمانی می‌باشد [۵۷]. آمار واحدهای دارای پسماند خطرناک در این شهرک در جدول ۱-۳ ارائه شده است.

شهر قم نیز دارای چند واحد صنعتی می‌باشد که زائدات آن‌ها را می‌توان در زمره پسماندهای خطرناک قرار داد. در کل طبق آمار سازمان محیطزیست استان قم، سالانه در حدود ۸۰۰۰ تن پسماند خطرناک در این استان تولید می‌گردد [۲۵].

جدول ۱-۳- واحدهای صنعتی دارای پسماند خطرناک در استان قم[۵۴]

ردیف	نام واحدهای صنعتی دارای پسماند ویژه	شهرک صنعتی سلفچگان	شهرک صنعتی شکوهیه	شهرک صنعتی محمود آباد
۱	استخراج کانه های فلزی	۰	۰	۰
۲	استخراج سایر معادن	۰	۲	۰
۳	دباغی، چرم، کیف، چمدان، کفش	۰	۳	۰
۴	کک و فراورده های حاصل از نفت	۱۸	۱	۰
۵	ساخت مواد ومحصولات شیمیایی	۲۰	۶۸	۱
۶	محصولات از لاستیک و پلاستیک	۲	۶۱	۰
۷	ساخت فلزات اساسی	۲	۱۵	۰
۸	بازیافت	۴	۲	۰

۱-۳- اهداف و روش‌های تحقیق

هدف از تحقیق حاضر، معرفی محل مناسب جهت دفن پسماندهای خطرناک استان قم می‌باشد که برای این منظور موارد زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

۱- شناخت مراکز صنعتی استان که تولید کننده پسماندهای خطرناک می‌باشند.

۲- عوامل و معیارهای موثر در انتخاب محل دفن پسماندها

۳- بررسی و شناخت ویژگی‌هائی از استان که در مکان‌یابی محل دفن پسماندها نقش دارند.

۴- انتخاب مناسب‌ترین محل جهت دفن پسماندهای خطرناک استان قم با توجه به پارامترهای موثر در انتخاب لندفیل.

با توجه به وسعت زیاد استان جهت انتخاب محل مناسب دفن پسماندهای خطرناک از سامانه اطلاعات جغرافیایی یا[1] GIS به عنوان ابزاری قدرتمند جهت پردازش و آنالیز داده‌ها بهره گرفته شده است [۳۱].

این تحقیق از نوع کاربردی می‌باشد، در این تحقیق با توجه به پارامترهای موجود در منطقه و بررسی شرایط مختلف سعی می‌شود مکانی انتخاب گردد که حداقل آسیب و ضرر احتمالی به محیط‌زیست و سلامت انسان‌ها را در صورت دفن پسماند در پی‌داشته باشد (شکل ۱-۳).

1-Geographic Information System

۱-۳-۱- جمع آوری اطلاعات

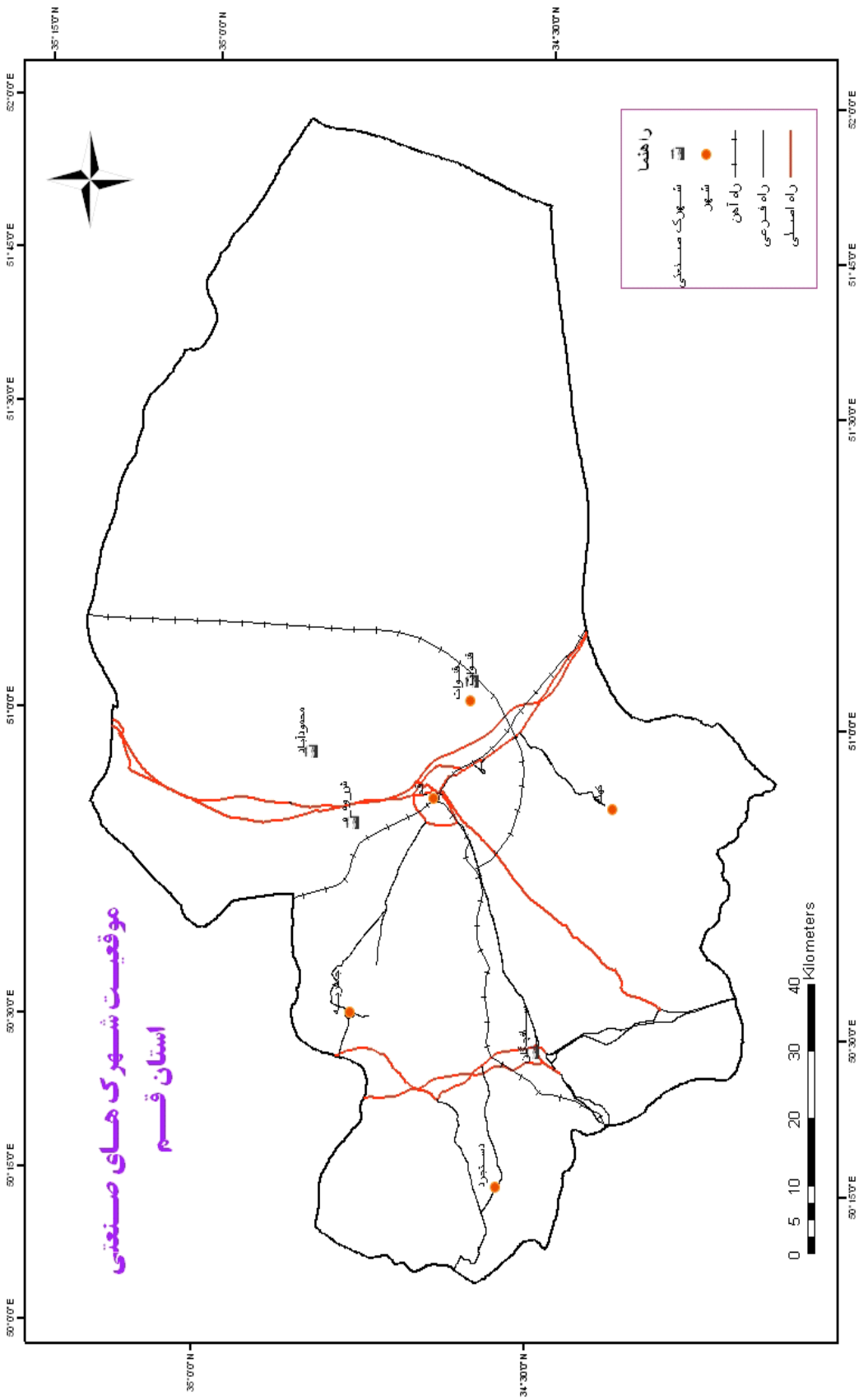
آمار، اطلاعات و نقشه‌های متعددی جهت مکان‌یابی مورد نیاز می‌باشد که از سازمان‌ها و مراکز زیر تهیه و گردآوری شده‌اند. مانند:

- نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ قم، آران، ساوه و تهران، تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی

- نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان تهران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، تهیه شده توسط وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، موسسه تحقیقات خاک و آب.
- نقشه رقومی شده پوشش گیاهی استان قم، تهیه شده توسط سازمان جنگل‌ها و مراتع
- داده‌های مربوط به آمارهای هواشناسی استان قم (بارش، تبخیر، دما، سرعت و جهت وزش باد)، تهیه شده توسط سازمان هواشناسی
- اطلاعات مربوط به چاه‌ها، چشمه‌ها، قنوات، رودخانه‌ها و کلیه منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی استان قم، تهیه شده توسط اداره کل امور آب استان قم، شرکت سهامی آب منطقه‌ای تهران
- اطلاعات مربوط به واحدهای صنعتی استان قم، تهیه شده توسط وزارت صنایع و معادن و دفتر شهرک‌های صنعتی استان قم
- اطلاعات مربوط به لرزه‌خیزی و روانگرائی استان قم، تهیه شده توسط پژوهشکده زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

۱-۳-۲- آماده سازی اطلاعات جهت تجزیه و تحلیل

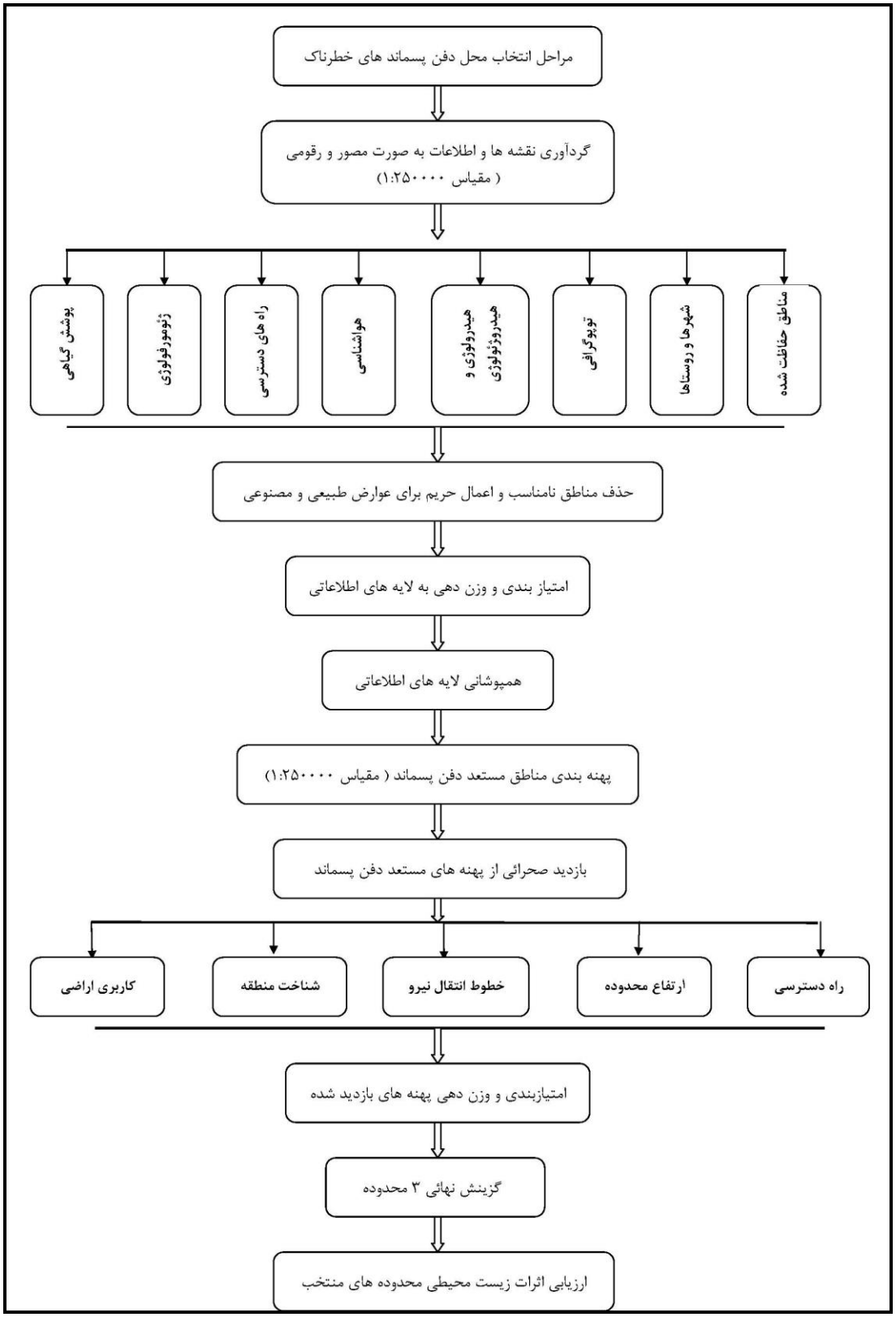
پس از مطالعات کتابخانه‌ای و جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌های مورد نیاز، از آنجائی که انتخاب محل دفن به داده‌های متعددی از قبیل زمین‌شناسی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، توپوگرافی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، مناطق مسکونی و صنعتی، راه‌های دسترسی، هواشناسی، مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی، خاک‌شناسی و ... نیاز دارد که باید به صورت مکانیزه و در قالب نقشه‌های یکپارچه و بانک اطلاعاتی متصل به نقشه انجام پذیرد، لذا به یک ابزار قدرتمند برای آماده سازی و آنالیز داده‌ها نیاز دارد که مهم‌ترین و مناسب‌ترین آنها سامانه اطلاعات جغرافیایی یا نرم افزار GIS می‌باشد[61]. به طور کلی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، برای جمع‌آوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل داده‌هایی استفاده می‌شوند که موقعیت



شکل ۱-۲- موقعیت شهرک های صنعتی استان قم

شکل ۱-۳-

مراحل انجام مطالعه مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک



(مکان) آن‌ها یک مشخصه اصلی و مهم محسوب شود داده‌های جغرافیایی به علت اینکه حاوی صدها مشخصه و عارضه می‌باشند، دارای حجم بسیار زیادی هستند، لذا قدرت سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در آنالیز این

داده‌ها یک عامل حیاتی محسوب می‌شود. اطلاعات یاد شده ممکن است به صورت نقشه، جداول، داده‌ها و ... باشند و کارکردن با این حجم زیاد داده ها با روش‌های معمول و غیر کامپیوتری بسیار مشکل و وقت گیر و در برخی موارد حتی غیرممکن است. هنگامی که همین داده‌ها وارد محیط GIS می‌شوند، می‌توان به راحتی انواع پردازش‌ها و تحلیل‌ها را با صرفه‌جوئی در وقت و هزینه انجام داد [۹]. به طور کلی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، اطلاعات به دو شکل اساسی نقشه‌ها و جداول ارائه می‌شوند. مثلاً چگونگی توزیع مختلف اراضی از نظر کاربری در یک منطقه به وسیله نقشه و مقدار محصول قابل برداشت در سال از این قطعات و یا مساحت هر یک به وسیله جداول ارائه می‌گردند. محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی چهار قابلیت اصلی ذیل را در رابطه با داده های مکانی فراهم می آورد [۱۸]:

الف- ورود داده‌ها

ب- مدیریت داده‌ها (ذخیره و بازیابی داده‌ها)

ج- پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها

د- خروج داده‌ها

۱-۳-۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات

به طور کلی تجزیه و تحلیل عبارت است از سنجش داده‌ها در رابطه با فرضیه یا هدف تحقیق و داوری درباره رابطه آن ها [۳]. در این تحقیق تجزیه و تحلیل بر پایه هدف صورت گرفته که همان یافتن مکان مناسب برای دفن پسماندهای خطرناک استان قم می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و نیز جمع‌بندی آن‌ها به صورت واحدهائی که در کار مکان‌یابی موثرتر باشند روش‌های متفاوتی وجود دارد. در هر منطقه لازم است از روشی متناسب با شرایط آن استفاده گردد. در ایران نیز همگام با سایر کشورها در حال حاضر روش‌هائی برای تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی داده‌ها وجود دارد. که از جمله مهم‌ترین آن‌ها روش روی هم گذاری نقشه‌ها و روش شبکه‌ها می باشد. در این تحقیق از روش روی هم گذاری نقشه‌ها به شیوه وزن‌دهی افزایشی ساده (SAW[1]) بهره گرفته شده است.

1- Simple Additive Weighting Method (SAW)

۱-۳-۳-۱- روش وزن‌دهی افزایشی ساده (SAW): این روش از متداول‌ترین تکنیک‌ها چند معیاره مکانی می‌باشد به این تکنیک‌ها همچنین روش امتیاز بندی[1] نیز گفته می‌شود [61].

این روش بر مبنای یک میانگین وزنی می‌باشد. تصمیم گیرنده بر اساس اهمیت نسبی هر صفت وزن و امتیازی مناسب را به آن اختصاص می‌دهد. سپس یک امتیاز کلی به هر گزینه از طریق ضرب وزن تخصیص یافته برای هر صفت در امتیاز مقیاس بندی شده صفت به دست می آید، برای محاسبه امتیاز کلی از رابطه ۱-۱ استفاده می‌گردد [۱۸]:

$$A_i=(\sum_i W_i * X_{ij}) \qquad (۱-۱)$$

که در آن Xij امتیاز گزینه iام با توجه به صفت jام و وزن Wi یک وزن نرمال شده می‌باشد، که اهمیت نسبی صفات را در مقایسه با هم نشان می‌دهد. Ai: امتیاز کلی محاسبه شده برای هر صفت می‌باشد.

روش SAW در محیط GIS شامل مراحل زیر می‌باشد:

- تعریف مجموعه معیارهای ارزیابی (لایه‌های نقشه) و مجموعه گزینه‌های ممکن
- استاندارد نمودن هر لایه نقشه معیار
- تعریف وزن‌های هر معیار (شامل وزن و اهمیت نسبی یک ازنقشه‌های عامل)
- ساختن لایه، نقشه‌های استاندارد شده دارای وزن (ضرب نمودن لایه‌های نقشه استاندارد شده در وزن-های متناظر)
- تعیین امتیاز نهائی هر گزینه با استفاده از عملیات روی هم گذاری (جمع) برای لایه‌های نقشه استاندارد شده دارای وزن
- مرتب نمودن گزینه‌ها مطابق با امتیاز ارجحیت کلی، گزینه دارای امتیاز بیشتر مناسب‌تر می‌باشد

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

روش‌های مختلف دیگری نیز وجود دارد که در ادامه به طور خلاصه به آن‌ها اشاره می‌گردد:

1- Scoring Method

۱-۳-۳-۲- روش رتبه‌ای: در این روش متغیرهای مهم موثر در مکان‌یابی به ترتیب اهمیت مرتب می‌شوند و وزن‌های آن‌ها هم می‌تواند حالات مختلفی داشته باشد. در روش رتبه‌بندی مستقیم معمولاً، 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 ۱ بوده و کم‌ترین رتبه متعلق به مهم‌ترین متغیر می‌باشد. روش رتبه‌ای در مجموع در مواقعی کاربرد دارد که تعداد متغیرها کم باشد و انجام عملیات خیلی با اهمیت باشد. مهم‌ترین عیب این روش نبود یک پایه تئوریک قوی و فراگیر می‌باشد [۲۹].

۱-۳-۳-۳- روش سلسله مراتبی تحلیلی(AHP[1]): روش سلسله مراتبی تحلیلی، بر اساس سه اصل پایه گذاری شده است [75]:

الف- تجزیه: ساده سازی ساختار پیچیده یک مساله در طبقات و سلسله مراتب مختلف

ب- مقایسه زوجی: ایجاد ماتریس مقایسه زوجی برای تمام عناصر یا ضوابط تحت بررسی به منظور استخراج وزن و اولویت متغیرها

ج- ترکیب سلسله مراتب: استفاده از مقایسه محلی سلسله مراتب ها برای رسیدن به مقدار واقعی وزن‌ها.

روش سلسله مراتبی تحلیلی قابلیت استفاده در تصمیم گیری‌های گروهی، فازی و روش‌های برنامه‌ریزی خطی را نیز دارد و نشانگر این مطلب است که این روش تکنیکی مناسب و در عین حال پیچیده می‌باشد.

۱-۳-۳-۴- روش نسبی: در این روش متغیرها در یک گستره خاص عددی بر حسب اهمیت آن‌ها، در انجام فرایند مکان‌یابی طبقه بندی می‌شوند. هر چه مقدار عددی متغیر در آن گستره عددی بزرگتر باشد، نشان دهنده اهمیت بیشتر آن می‌باشد. از طریق تقسیم وزن هر متغیر به مجموع وزن‌ها، نوعی نرمال سازی نیز صورت می‌گیرد. در مجموع این روش در بیان چگونگی تخصیص منطقی وزن‌ها به متغیرها دارای اشکال می‌باشد نمی‌تواند روش خوبی به خصوص در وزن‌دهی متغیرهای موثر در فرایندهای پیچیده باشد [۲۹].

1-Analytic Hierarchy Process

فصل دوم

معیارها و عوامل موثر در مکان یابی محل دفن پسماندها خطرناک

۲-۱- مروری بر تحقیقات پیشین

زمان ابداع محل‌های دفن بهداشتی را سال ۱۹۳۳ می‌دانند. در این سال ریختن و دفع زائدات شهرها در داخل اقیانوس‌ها در امریکا ممنوع شد و در چندین شهر این کشور پسماندها را در هنگام دفن در زمین متراکم می‌کردند. در همین زمان دفن بهداشتی و استفاده از گودال هائی به صورت ترانشه و پوشاندن پسماندها مورد توجه قرار گرفت [77]. در اواخر سال ۱۹۴۵ حدود ۱۰۰ شهر و در سال ۱۹۶۰ در حدود ۱۶۰۰ شهر در امریکا از این شیوه برای دفع نهائی مواد زائد جامد استفاده می‌کردند. هر چند که تاکنون روش‌های جدیدتری برای دفع مواد زائد جامد ایجاد شده، ولی به نظر می‌رسد هنوز هم در بسیاری از مناطق بهترین روش برای دفع زائدات دفن بهداشتی می‌باشد [74]. تاکنون، تحقیقات زیادی در خصوص مکان‌یابی محل دفن پسماندها صورت گرفته است.

تحقیقی توسط با نام ″ آنالیز چند معیاره دو مرحله ای جهت انتخاب مکان دفن پسماندها با استفاده از GIS″ صورت گرفته است[70]. در این تحقیق به معیارهای زیر توجه شده است.

الف: معیارهای محیطی:

- آب‌های سطحی و کیفیت آسیب‌پذیری آنها
- آب‌های زیرزمینی و بررسی نفوذ آلودگی به آب های زیرزمینی
- پوشش گیاهی و خصوصیات اکولوژیکی منطقه

ب: معیارهای اقتصادی

- فاصله از نقاط مسکونی
- فاصله از منبع تولید پسماند و خطوط حمل و نقل
- تاثیر در توریسم و مکان های تاریخی
- فاصله از مکان های حفاظت شده

روش کار در این مطالعات روی هم گذاری نقشه‌ها و وزن دهی ساده می‌باشد. در این روش کارشناس، به طور مستقیم وزن‌های نسبی را بر حسب اهمیت به هر پارامتر اختصاص می‌دهند. سپس یک امتیاز کلی برای هر گزینه از طریق ضرب کردن وزن اهمیت تخصیص یافته برای هر صفت در مقدار مقیاس بندی شده که برای گزینه در آن صفت معلوم می‌باشد و جمع نمودن نتایج حاصل ایجاد می‌شود. بعد از محاسبه امتیازات کلی برای گزینه‌ها محاسبه شوند، گزینه دارای بیشترین امتیاز کلی انتخاب می‌شود.

تحقیقی دیگر در این زمینه استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی محل دفن پسماند می‌باشد[61]. در این تحقیق از دو روش وزن‌دهی افزایشی ساده و فرایند سلسله مراتبی تحلیلی برای مکان‌یابی محل دفن پسماندها بهره گرفته شده است. در این تحقیق ۱۶ لایه اطلاعاتی شامل، توپوگرافی، مراکز جمعیتی، جاده‌ها، راه آهن، فرودگاه، اراضی مرطوب، خطوط انتقال نیرو، شیب، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، دشتهای سیلابی، آبخوان‌ها و آب‌های سطحی مورد استفاده قرار گرفته است. با کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، لایه‌های اطلاعاتی به صورت 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.

تحقیق دیگری در منطقه Lower Oxony آلمان انجام شده است که در آن با توجه به عواملی نظیر جنس و نوع خاک، نفوذپذیری، قطر ذرات خاک و سایر عوامل زمین‌شناسی اقدام به انتخاب محل دفن پسماندها شده است[67].

یکی دیگر از تحقیقات بسیار کاربردی که در زمینه مکان دفن پسماندها صورت گرفته است، "زمین شناسی مهندسی و مکان دفن پسماندها" می‌باشد. در این تحقیق شرایط زمین شناسی و زمین‌شناسی مهندسی محل دفن پسماندها مورد توجه و ارزیابی قرار گرفته شده است[72].

برخی دیگر از مطالعات همانند تحقیق لانگر، صرفاً جنبه‌های زمین‌شناختی موثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند را در محیط‌های GIS مورد توجه قرار داده‌اند.

یکی دیگر از تحقیقات صورت گرفته تحت عنوان "مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک مطالعه موردی ناحیه گپ[۳]، ترکیه" می‌باشد. که در آن با بهره‌گیری از لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، توپوگرافی، کاربری

اراضی، هواشناسی، لرزه‌خیزی و به کمک همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی بهترین منطقه جهت دفن پسماندهای خطرناک انتخاب شده است[78].

در ایران نیز در چند سال اخیر تحقیقات و پایان نامه‌های متعددی در زمینه مکان‌یابی محل دفن پسماندها صورت گرفته است.

تحقیق دیگری را با عنوان "مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS مطالعه موردی شهر بروجرد" انجام داد. در این مطالعه با بهره‌گیری از GIS و با روش سلسله مراتب تحلیلیAHP مطالعات مکان‌یابی برای پسماندهای شهری بروجرد انجام شده است [۲۹].

پایان نامه دیگری با عنوان "مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد با استفاده از GIS برای شهر تهران" با استفاده از روش‌های کامپیوتری و بهره‌گیری از GIS، به مکان‌یابی محل دفن پسماندها در استان تهران پرداخته است و با مقایسه روش‌های بکار گرفته شده معایب و محاسن آن‌ها در ارتباط با یکدیگر مشخص کرده است

۲-۲- پسماندهای خطرناک

۲-۲-۱- مدیریت پسماندهای خطرناک

مدیریت پسماندهای خطرناک شامل مراحل کنترل در تولید، ذخیره، جمع آوری، حمل و نقل و دفع زائدات می‌باشد. در مدیریت پسماندهای خطرناک باید از تکنیک‌ها و تکنولوژی‌های مناسب که باعث موفقیت در کار

می‌شود بهره جست [۴۷]. مدیریت پسماندها باید بر پایه شناخت کامل از نوع، حجم پسماند و بهترین و مناسب ترین شیوه های دفع پسماندها باشد، به گونه ای که دفع زائدات حداقل آسیب های زیست محیطی را در پی‌داشته و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد [۳۹]. قوانین و مقررات متعددی در ارتباط با مدیریت پسماندهای خطرناک ارائه شده است که معروف‌ترین و مهم‌ترین این قوانین کنواسیون بازل[1] ۱۹۸۹ می‌باشد. این معاهده در شهر بازل سوئیس به امضاء ۳۵ کشور شرکت کننده رسید و از ماه مه ۱۹۹۲ لازم الاجرا شد و ۱۴۸ کشور به عضویت آن در آمده‌اند. ایران در تاریخ ۱۳۷۱/۱۰/۱۵ به این کنوانسیون ملحق شده و در تاریخ ۱۳۷۲/۱/۱۶ با تصویب مجلس شورای اسلامی قوانین آن لازم الجرا گردید. هدف اصلی این کنوانسیون ممانعت از حمل ضایعات زیان بار به کشورهائی که توان و امکان دفع این گونه پسماندها را به شیوه سازگار با محیط زیست ندارند می‌باشد [63].

به طور کلی پایه‌های کنواسیون بازل بر دو محور استقرار دارد:

۱- مقررات کلیه حمل و نقل های برون مرزی مواد زائد خطرناک

۲- مدیریت صحیح محیط زیستی پسماندهای خطرناک و سایر پسماندها و دفع آنها

پسماندها را می‌توان به صورت‌های کاهش زباله از مبداء، بازیافت، سوزاندن و دفن مدیریت نمود.

۲-۲-۱-۱- کاهش زباله از مبداء: در این روش هدف کاهش حجم پسماندها و میزان سمیت آنها از مبداء تولید می‌باشد. این روش به دلیل آن که هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد بسیار مفید می‌باشد. کاهش زباله و سمیت از مبداء در مراحل مختلف تولید، طراحی، ساخت، بسته بندی امکان پذیر است[59]. امروزه تلاش می‌گردد تا از این راه به عنوان یک راه پیشگیری از ازدیاد پسماندها بهره گرفته شود.

1- Basel

۲-۲-۱-۲- بازیافت: این فرایند شامل ۳ مرحله می باشد،

الف) جداسازی و جمع آوری مواد زائد

ب) آماده‌سازی مواد برای استفاده مجدد

ج) استفاده مجدد از محصول بازیافت شده

بخش عمده‌ای از زائدات که بنابر خواصی که دارند با تغییراتی، قابل بهره‌گیری مجدد می‌باشند. که از جمله آن‌ها می‌توان بطری‌های آشامیدنی، لباس، کفش، کاغذ و مقوا، مبلمان، برخی از لوازم الکتریکی و ... می‌توان اشاره نمود [61].

تولید مواد بازیافتی توسط ذوب شیشه‌ها، تبدیل کاغذهای باطله به خمیر چوب و سایر فرایندها صورت می‌گیرد. با این کار حجم زباله‌ها بسیار کاهش یافته و تنها بخش کوچکی از پسماندها برای دفع به زباله سوزها و یا مراکز دفع ارسال می‌شوند [۳۹].

۲-۲-۱-۳- سوزاندن: یکی از روش‌هایی که از دیر باز برای دفع پسماندها مورد استفاده قرار می‌گرفت، سوزاندن پسماندها می‌باشد. این روش به دلیل آنکه حجم پسماندها را تا ۹۰ درصد کاهش می‌دهد بسیار مطلوب به نظر می‌رسد. اما امروزه مشخص شده است که سوزاندن پسماندها باعث تولید گازهای بسیار خطرناک می‌گردد که آلودگی هوا را به دنبال داشته و سلامت موجودات زنده را به خطر می‌اندازد. به علاوه خاکستر باقی مانده، مخصوصاً در پسماندهای خطرناک بسیار مضر و سمی می‌باشد. امروزه از کوره‌های ویژه‌ای با دمای بسیار بالا و مجهز به فیلترهای قوی برای سوزاندن برخی پسماندهای خطرناک، مخصوصاً زائدات بیمارستانی بهره گرفته می‌شود. وجود فیلترها مانع از ورود آلاینده‌های سمی و خطرناک به جو می‌گردد. پس از عمل سوزاندن، خاکستر باقی‌مانده را که محتوی مواد سمی و خطرناک می‌باشد در مخزن‌های مخصوص قرار داده و در لندفیل های بهداشتی، دفن می‌کنند [۴۲].

۲-۲-۱-۴- دفن پسماندها: آن دسته از زائداتی که قابل بازیافت و یا تبدیل به سایر مواد نمی‌باشند در مرحله آخر به محل‌های دفن پسماندها سپرده می‌شوند. در گذشته لندفیل‌های بهداشتی وجود نداشت، تنها زائدات

را در زمین‌های پست و کم ارزش، گودال‌ها، باتلاق‌ها ریخته و با لایه‌ای از خاک می‌پوشاندند. با مشخص شدن اثرات سوء زیست‌محیطی این روش، امروزه از لندفیل‌های بهداشتی[1] استفاده می‌گردد. در این محل‌ها، گودال-هائی (سلول‌هائی) وجود دارد که با آسترهای مناسب پوشانده شده‌اند. زباله‌ها روزانه در این سلول‌ها دفن می‌شوند و با پوششی از خاک به ضخامت حدود ۱۵ الی ۳۰ سانتی‌متر پوشانده می‌شوند [61]. دفن پسماندها شامل مراحل کنترل ورود زباله، جابه‌جائی، دفن و فشرده‌سازی پسماندها، نصب و استفاده از دستگاه‌های کنترل کننده نشت شیرابه و گاز حاصل از دفن پسماندها می‌باشد [۳۴]. لندفیل‌ها دارای مزایا و معایب متعددی می‌باشند که در جدول ۲-۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۲-۱- مزایا و معایب لندفیل ها [61]

ردیف	معایب محل دفن زباله	مزایای محل دفن زباله
۱	کاهش بهای زمین محل دفن و زمین های مجاور	کاهش آلودگی محیط زیست
۲	پخش بو، کاغذ، پلاستیک و ...	امکان بهره‌گیری از محل دفن تا حدود ۳۰ سال
۳	مخالفت های سیاسی و اجتماعی	بهره‌گیری اقتصادی از گازهای تولیدی
۴	ترافیک عبور ماشین های سنگین	استخدام افراد بومی
۵	فرسایش زمین و احتمال نشست محل دفن	استفاده آتی از محل دفن به عنوان فضای سبز و پارک
۶	احتمال نشت آلودگی به آب های زیرزمینی	استفاده برای دفن پسماندهای محلی
۷	جمع شدن حشرات و جانوران موذی	امکان دفن پسماندهای خطرزا

۲-۲-۲- روش های متداول دفن پسماند

اساس کار محل دفن پسماندها، چال کردن زباله‌ها (اعم از خطرناک و بی‌خطر) درون زمین می‌باشد. درمورد پسماندهای بی‌خطر مخصوصاً نخاله‌های ساختمانی حساسیت زیادی در مورد اختصاصات لندفیل وجود ندارد. اما در مورد پسماندهای خطرناک با توجه به خطراتی که ذکر شد حتماً باید بعد از مکان‌یابی محل مناسب برای پسماندها، در هنگام ساخت لندفیل از اصول خاص لندفیل های بهداشتی بهره گرفته شود [۳۴].

۲-۲-۲-۱- لندفیل‌های خودپالا[2]: لندفیل‌های خودپالا، بر این اصل استوارند که آب زباله نفوذی از کف مدفن، به وسیله لایه خاکی سیراب نشده زیر بستر خود پالائی می‌یابد. اما امروزه ثابت شده است که لایه خاک سیراب

نشده زیر لندفیل پاک‌کننده کامل مواد آلاینده به شمار نمی‌آید و تصفیه کننده کامل نمی باشد، لذا جزء پسماند های بی‌خطر هیچ گونه پسماند دیگری را نمی‌توان در این محل ها دفن کرد. در

1- Sanitary Landfill

2- Natural Landfill

ساخت و بهره برداری از لندفیل‌های خود پالا، دو شیوه به کار گرفته می‌شود:

الف) گودال گسترده[1]: در این روش سطح زمین را گودبرداری می‌کنند و ریختن پسماند را از یک سو آغاز می‌کنند. در این گونه مراکز دفن پسماند، سطح آب زیرزمینی از اهمیت بالائی برخوردار می‌باشد. زیرا اگر آب زیرزمینی کم عمق باشد احتمال نفوذ شیرابه زباله‌ها و آلودگی منابع آب زیرزمینی وجود دارد. مسئله مهم دیگر در این گونه محل‌های دفن پسماند، مواد پوشاننده پسماندها می‌باشد. در گودال‌های گسترده معمولاً اینگونه متداول است که بعد از ریختن پسماندها، آن را کاملاً متراکم کرده و سپس با خاک می‌پوشانند. اگر در محل دفن خاک مناسبی نباشد باید محل‌های دسترسی به خاک در نظر گرفته شود. این روش بیشتر برای ریختن پسماندهائی با حجم بالا کاربرد دارد.

ب) گودال باریک یا ترانشه[2]: در این روش هر باریکه جدا خاک‌برداری شده، پسماندها در آن ریخته و روی آن‌ها پوشانده می‌شود. زمین مورد نیاز در این شیوه گسترش کمتری دارد. اما چون به هنگام بارندگی تمام سطح پسماندها خیس می‌شوند، آب زباله با کیفیتی نامناسب‌تر ایجاد می‌گردد، از این رو، گزینش هر یک از این دو شیوه بستگی به ارزش زمین دارد. این روش برای چال کردن پسماندهای با حجم کم و در زمانی کوتاه مناسب می‌باشد [۳۴].

۲-۲-۲-۲- لندفیل‌های بهداشتی: مبناء طرح لندفیل‌های بهداشتی، در محدود کردن گذر آب زباله به آب زیرزمینی و در نتیجه کاهش مقدار آلودگی آب زیرزمینی می‌باشد. برای تامین چنین منظوری، بستر مدفن را

با لایه‌های خاک رس یا روکش ساختگی پوشانده و با گذاردن لوله در کف مدفن آب زباله را جمع کرده و در نتیجه از گذر آن به سفره آب زیرزمینی جلوگیری می‌شود. این گونه محل‌های دفن پسماند به دو گروه : یک روکشه و چند روکشه تقسیم می‌شوند [۳۴].

الف- لندفیل‌های بهداشتی یک روکش:

در این روش کف و دیوار مدفن با خاک رسی یا روکش ساختگی پوشش می‌دهند.کاربرد روکش ساختگی که

1- Area method Landfill

2-Trench Landfill

برای کاهش نشت و پسدادگی آب زباله از محل دفن می‌باشد. در برخی از لندفیل‌ها توصیه شده است. روکش‌های رسی به سادگی آسیب پذیر نمی‌باشند در مقابل در هنگام استفاده از روکش‌های ساختگی باید بسیار دقت کرد زیرا در صورت آسیب دیدن امکان نشت شیرابه از این روکش‌ها وجود دارد.

ب- لندفیل‌های بهداشتی دوروکش: برای آب بندی کامل محل دفن، در این مدفن‌ها از دو یا چند لایه روکش و یک یا دو شبکه گردآوری شیرابه بهره گرفته می‌شود.

۲-۳- معیارها و عوامل موثر در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک

به طور کلی محل دفن باید در اماکنی استقرار یابد که از جهات گوناگون اعم از زیست‌محیطی و اجتماعی کم‌ترین ضرر را به وجود آورد. مکان‌یابی صحیح می‌تواند بیش از نیمی از مشکلات و نگرانی‌های موجود در یک محل دفن را مرتفع سازد. ترتیب تقدم گروهی و پدیده‌های مورد ارزیابی بستگی به شرایط اجتماعی هر جامعه دارد.

در جدول ۲-۲ مثالی از درصد اهمیت معیارهای موثر در انتخاب محل دفن پسماندهای استان خراسان جنوبی نشان داده شده است. مشکلات یک لندفیل به هر شکلی که باشد، تلاش برای رفع آنها به منظور رسیدن به اهداف ذیل صورت می‌گیرد [۴]:

۱- به حداقل رساندن خطر برای سلامت مردمی که در نزدیک مدفن پسماند ساکن هستند.

۲- به حداقل رساندن تاثیرات منفی و مخرب محل مورد نظر بر محیط زیست.

۳- محل مورد نظر بالاترین سطح خدمات را برای کاربران از نظر تجهیزات و تسهیلات فراهم آورد.

۴- محل مورد نظر باید حداقل هزینه را برای کاربران داشته باشد.

البته همواره باید در نظر داشت که بسیار غیر محتمل می‌باشد که محل انتخاب شده تمام نگرانی‌های موجود را مرتفع سازد. در نتیجه باید محل انتخاب شده در مقایسه با سایر مکان‌های دیگر استان از مشخصات و ویژگی‌های مناسب‌تری برای دفن پسماندها برخوردار باشد. در هر حال قبل از مرحله تصمیم‌گیری برای انتخاب محل دفن باید پارامترهای مختلفی را مورد ارزیابی قرار داد.

جدول ۲-۲- ترتیب تقدم و پدیده های مورد ارزیابی محل دفن پسماندها[۴]

ردیف	گروه تقدم	درصد اهمیت	پدیده های مورد ارزیابی
۱	ایمنی و سلامت عمومی	۳۳/۴	هیدرولوژی، هیدروژئولوژی،خدمات و ایمنی ترافیک و بهره برداری
۲	محیط زیست طبیعی	۲۰/۴	بیوفیزیکی، کشاورزی، تاثیر بر اجتماعات، تاسیسات جمعی
۳	محیط زیست اجتماعی	۱۵/۵	بو، گرد و غبار، سروصدا، تاثیرات بصری، کاربری اراضی
۴	محیط زیست فرهنگی	۱۵/۴	پدیده‌های تاریخی، باستان شناسی
۵	هزینه‌های اقتصادی	۱۵/۳	دلار(ریال)

۲-۳-۱- معیارهای زیست‌محیطی محل دفن پسماندها

۲-۳-۱-۱- زمین‌شناسی: مطالعه زمین‌شناسی منطقه با هدف انتخاب بهترین سنگ بستر با کم‌ترین نفوذپذیری می‌باشد و شرایط ایده‌آل زمانی است که سنگ به خودی خود (درحالت بکر) نفوذپذیری نداشته باشد و در

حالت شکسته، دارای کم‌ترین درز و شکاف باشد تا از نفوذ شیرابه به آب زیرزمینی و محیط اطراف جلوگیری شود [72].

زمین‌شناسی هر منطقه به طور مستقیم کنترل کننده سنگ بستر و تیپ خاکی است که از آن ایجاد می‌شود. همچنین ظرفیت بارگذاری خاک پی محل دفن پسماند و مهاجرت شیرابه‌ها نیز به زمین‌شناسی منطقه بستگی دارد. سنگ‌ها و نوع ساختمان آنها تعیین کننده طبیعت خاک و میزان نفوذپذیری سنگ بستر می‌باشد. ساختمان‌های زمین‌شناسی (نظیر درزه‌ها، گسل‌ها، تاقدیس‌ها، ناودیس‌ها و ...) می‌توانند در حرکت شیرابه‌ها و آلودگی آب‌های زیرزمینی نقش داشته باشند [61]. بر اساس آنچه بدان اشاره شد عوامل زمین شناسی محل دفن را می توان در جنس واحدهای سنگی و ساختارهای موجود در مدفن خلاصه نمود.

الف- جنس واحدهای زمین‌شناسی: جنس واحدها بر اساس میزان نفوذپذیری آن‌ها دارای اهمیت می‌باشد. هر اندازه واحدی از نفوذپذیری بالاتری برخوردار باشد امکان نشت شیرابه به لایه‌های پایین‌تر به وجود می‌آید و خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی بیشتر می‌شود. در مقابل واحدهای زمین‌شناسی که از نفوذپذیری کم‌تری برخوردارند، از نشت شیرابه جلوگیری کرده و خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی موجود در ژرفا را کمتر می‌کنند. در جدول ۲-۳ بر مبناء ترکیب سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی و بافت سنگ‌ها و رسوبات برای محل دفن زباله صورت گرفته است.

جدول ۲-۳- طبقه‌بندی زمین‌شناسی محل دفن پسماندها بر اساس ترکیب سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی، بافت سنگ و رسوبات[72]

شرایط محل دفن / ترکیب پترولوژیکی	کاملاً نامناسب	نامناسب	تقریباً نامناسب	کمی مناسب	مناسب	کاملاً مناسب
رسوبات ناپیوسته	آواری ها (به همراه کوارتز، فلدسپار و میکا)	آواری‌ها (۸۰٪ کنگلومرا و فلدسپار)	رسوبات آواری تحکیم یافته	سنگ‌های آواری با سیمان رسی و آهکی	مقداری سنگ‌ها و رسوبات ته نشین شده آواری	-
کانی های رسی	فاقد کانی رسی	۵-۸٪ 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،کائولونیت)

کربنات ها	حاوی کربنات (به همراه ماسه سنگ و کنگلومرای ناپیوسته)	کربنات های دانه ای به همراه ماسه ریز دانه و ماسه سنگ ناپیوسته	وجود سنگ های ماسه ای سیلتی ریزدانه	سنگ های سیلتی، رسی و ماسه ای ریز دانه	-	-
سایر ترکیبات	وجود ترکیبات مختلف پیریت	وجود ۱۲ -۱۵٪ پیریت	حاوی ۱۲-۵٪ پیریت	کمتر از۵٪ ترکیبات پیریتی	وجود مارن و رس	وجود سنگ های بدون درزه و شکاف

از نظر نفوذپذیری پارامترهای متعددی برای خاک‌های محل دفن ارائه شده است که در جدول ۲-۴ ارائه گردیده است.

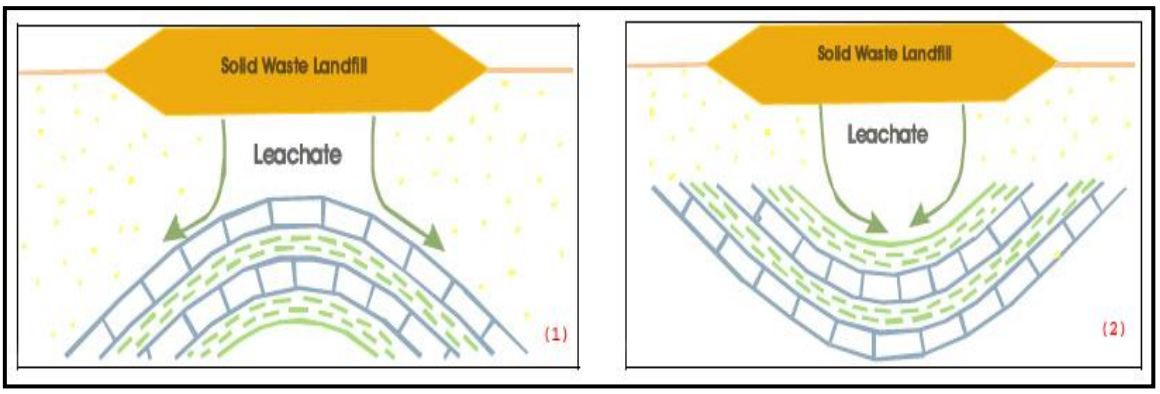
جدول ۲-۴- شرایط محل‌های دفن پسماندها از دیدگاه نفوذپذیری خاک[72]

شرایط محل دفن / نفوذپذیری	کاملاً نامناسب	نامناسب	تقریباً نامناسب	کمی مناسب	مناسب	کاملاً مناسب
قطر اصلی دانه mm	۰/۶ <	۰/۱ – ۰/۶	۰/۱ – ۰/۰۲	۰/۰۸ – ۰/۰۰۲	۰/۰۰۲-۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
فاکتور k (cm/ sec)	۰/۰۰۰۲<	$۱۰^{-۳}$-۰/۰۰۰۲	$۱۰^{-۴}$-$۱۰^{-۳}$	$۱۰^{-۶}$-$۱۰^{-۴}$	$۱۰^{-۸}$-$۱۰^{-۶}$	<$۱۰^{-۸}$

ب- زمین‌شناسی ساختمانی: علاوه بر جنس و نفوذپذیری واحدهای زمین‌شناسی، شرایط ساختمانی منطقه نیز فاکتور مهمی در انتخاب یک مدفن مناسب می‌باشد. از جمله این شرایط می‌توان به گسل‌ها، درزه و شکاف‌ها و تاقدیس و ناودیس ها اشاره کرد. برای محدود کردن پخش شیرابه باید از احداث محل‌های دفن در محور تاقدیس‌ها و یا ساختارهای گنبدی شکل اجتناب کرد [74]. زیرا همان طور که در شکل ۲-۱ نشان داده شده است، در صورت نشت شیرابه از محل دفن پسماندها که در محور تاقدیس واقع شده است به ویژه اگر بالاترین لایه در کمان بیرونی تاقدیس، نفوذناپذیر باشد، آلودگی به سرعت به اطراف منتشر می‌شود، بعلاوه در بعضی از تاقدیس‌ها و گنبدها ذخایر ارزشمند نفت و گاز وجود دارد.

در مقابل ناودیس‌ها و یا سایر ساختارهای فرورفته به ویژه اگر بالاترین لایه در کمان درونی ناودیس نفوذناپذیر باشد، مکان‌های مناسبی برای جمع آوری شیرابه‌های نشت کرده از بستر محل دفن پسماند می‌باشند و از انتشار آلودگی به محیط اطراف جلوگیری می‌کند. وجود شکستگی‌هایی که همراه با چین خوردگی ایجاد شده‌اند، به ویژه در منطقه لولای چین می‌تواند به نفوذپذیری کمک کند [61].

نواحی گسل‌خورده و دارای درزه و شکاف برای محل دفن پسماندها مناسب نمی‌باشند. این امر را می‌توان از دو دیدگاه مورد بررسی قرار داد نخست آن که کلیه مناطق گسلی اعم از گسل‌های فعال و غیرفعال (از نظر لرزه‌خیزی) همانند یک کانال برای عبور شیرابه ها عمل کرده و نفوذپذیری را تشدید می‌نماید.



شکل ۲-۱- تاثیر ساختمان های زمین شناسی بر نشت شیرابه از محل دفن پسماند[61]

چپ: نشت شیرابه های محل دفن پسماندها بر روی منطقه لولای تاقدیس

راست: جمع شدن شیرابه های محل دفن پسماند در منطقه لولای ناودیس

در دیدگاه دیگر باید به نقش گسل‌های فعال و لرزه‌زای موجود در منطقه در ایجاد زمین لرزه اشاره کرد. وقوع گسلش و لرزه‌های حاصل از زمین لرزه می‌تواند باعث تخریب لندفیل به عنوان یک سازه مهندسی شده که خود سبب به مخاطره افتادن سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست پیرامون لندفیل می‌شود.

معیارهای متفاوتی در مورد حریم گسل‌ها بیان شده است. مشخص است که هر اندازه از گسل‌های فعال و لرزه‌زا فاصله بیشتری گرفته شود، خطر آسیب دیدن محل دفن پسماندها در صورت وقوع زلزله احتمالی کمتر شده و همچنین خطر نشت شیرابه حاصل از دفن پسماندها به آب‌های زیرزمینی نیز به حداقل می‌رسد. آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا حداقل فاصله ۶۰ متر از گسل‌های فعال را توصیه کرده است [68].

ج- توپوگرافی محل دفن: تعیین توپوگرافی محل دفن، به دلیل موثر بودن بر نوع عملیات، روش دفن، نوع تجهیزات مورد نیاز و نوع استفاده آتی از زمین بسیار مهم می‌باشد. معمولاً مناطق مرتفع و مسطح (با شیب کم) در صورت داشتن سایر شرایط، مناسب‌ترین مکان‌ها می‌باشند. زمین‌های گود و پست، اگرچه

قابلیت پذیرش مقدار بیشتری مواد زائد را دارند، ولی به علت آنکه در معرض سیلاب‌ها می باشند توصیه نمی‌شود. نوع روش دفن نیز به توپوگرافی منطقه بستگی دارد. در مناطقی که از نظر توپوگرافی هموار می‌باشد و احتمال بالا بودن سطح آب زیرزمینی وجود دارد، روش سطحی کاربرد بیشتری دارد، در حالی که روش گودالی در مناطقی با توپوگرافی ناهموار و تپه ماهوری که سطح آب زیرزمینی پائین و خاک پوشش مناسبی داشته باشد توصیه می‌گردد [78].

در مواردی که خاک محل به آسانی قابل فرسایش باشد، باید محل دفن مسطح و یا دارای شیب کم باشد. گسیختگی و ناپایداری در دامنه‌ها نیز به شیب توپوگرافی بستگی دارد. ناپایداری در دامنه پائین دست و یا مجاور محل دفن پسماند می‌تواند سبب ایجاد گسیختگی در مدفن شده و ریزش واریزه‌ها در محیط اطراف را سبب شود. مناطقی با شیب بیش از ۱۵٪ برای دفن پسماندها مناسب نمی‌باشد [61].

۲-۳-۱-۲- خاک‌شناسی : خاک‌شناسی به عنوان یک پارامتر که ارتباط مستقیمی با زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی منطقه دارد، تاثیر بسیار مهمی در انتخاب محل دفن پسماندها دارد. مهم‌ترین ویژگی که در مطالعات مکان‌یابی بدان توجه می‌شود ویژگی تراوائی خاک می‌باشد. بدین معنا که هرچه درصد شن در ساختار خاک منطقه بیشتر باشد، میزان نفوذپذیری آن نیز بیشتر می‌گردد و در مقابل افزایش درصد رس در خاک نه تنها از میزان نفوذپذیری آن می‌کاهد بلکه وجود کلوئیدها به نحو موثری در تبادلات کاتیونی شرکت کرده و زمینه ساز پدیده فیلتراسیون جریان سیال می‌گردد که از درون آن می‌گذرد[۴].

جدول ۲-۵ انواع سنگ‌ها، خاک مربوط به آن‌ها و توان آن‌ها را برای دفن پسماندها نشان می‌دهد. یکی دیگر از مسائل مهم در زمینه خاک‌شناسی، لایه پوشاننده لندفیل‌ها می‌باشد که به صورت پوشش روزانه و نهائی مورد استفاده قرار می‌گیرد، بدیهی است که هر قدر این خاک غیر قابل نفوذتر باشد مناسب‌تر می‌باشد. بهترین خاک پوششی مخلوطی از ماسه و رس همراه با لای می‌باشد.

جدول ۲-۵- طبقه بندی سنگ‌ها و خاک از نظر قابلیت عمل دفن پسماندها[۴]

ردیف	سنگ	خاک	قابلیت دفن پسماند
۱	ماسه سنگ	شنی لومی با سنگریزه، کم عمق	نامناسب
۲	سنگ رس	ریز بافت لومی رسی کم عمق تا عمق متوسط تمایل به شور شدن	مناسب
۳	سنگ آهک	رسی لومی قابل نفوذ	ضعیف
۴	گرانیت توده‌ای، گرانیت رگه ای با خاک خیلی عمیق شنی رسی	شنی رسی، رسی لومی، شنی رسی لومی در زیر با قلوه سنگ، لومی ،شنی یا شنی لومی	نامناسب
۵	بازالت قدیمی	لومی رسی ، رسی لومی یا رسی عمیق	مناسب
۶	شیست	شنی رسی ، رسی عمیق	مناسب
۷	تپه‌های ماسه‌ای	شنی	نامناسب
۸	رسوبات فلات قاره	قلیائی شنی یا رسی عمیق	مناسب
۹	آبرفت دره ساز	شنی یا لومی قلیائی	ضعیف
۱۰	مخروط افکنه	شنی لای رسی همراه با سنگریزه	ضعیف
۱۱	دشت های سیلابی	خاک های متفاوت	نامناسب

جدول ۲-۶- درجه مناسب بودن انواع خاک برای استفاده به عنوان پوشش مدفن[۴]

نوع فعالیت	انواع خاک					
	شن تمیز	شن همراه با رس و لای	ماسه تمیز	ماسه همراه با رس و لای	لای	رس
جلوگیری از ایجاد نقب‌های زیرزمینی توسط جوندگان	خوب	متوسط-خوب	خوب	ضعیف	ضعیف	ضعیف
جلوگیری از انتشار مگس	ضعیف	متوسط	ضعیف	خوب	خوب	عالی×
به حداقل رساندن رطوبت ورودی به لایه	ضعیف	خوب-متوسط	ضعیف	خوب - عالی	خوب- عالی	عالی×
به حداقل رسانیدن گازهای متصاعد شونده از مدفن	ضعیف	متوسط- خوب	ضعیف	خوب - عالی	خوب- عالی	عالی×
ایجاد منظره مطلوب و کنترل پراکنده شدن کاغذ	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی
نگهداری گیاهان	ضعیف	خوب	ضعیف- متوسط	عالی	خوب- عالی	متوسط- خوب
ایجاد هواکش برای گازهای ناشی از تجزیه مواد(نفوذپذیری)	عالی	ضعیف	خوب	ضعیف	ضعیف	ضعیف

× به استثناء مواردی که پوشش زمین ترک یا شکستگی داشته باشد.

۲-۳-۱-۳- شرایط اقلیمی (آب و هوا): شرایط اقلیمی پارامتر مهمی در ارزیابی محل دفن پسماندها می‌باشد که از چند دیدگاه قابل بررسی می‌باشد.

الف- بارندگی: در مکان‌یابی محل دفن پسماندها، اولویت با مناطقی است که از میزان بارندگی کمتری برخوردار باشد. زیرا بارندگی شدید اولاً باعث نفوذ آب به داخل مدفن و تولید شیرابه بیشتر می‌شود، ثانیاً امکان وقوع لغزش و تخریب ساختمان لندفیل را افزایش می‌دهد [64].

ب- تبخیر: برخلاف بارندگی، هر اندازه میزان تبخیر بالاتر باشد، شرایط مطلوب‌تری برای مدفن پسماندها ایجاد می‌شود. تبخیر باعث کاهش نشت شیرابه به داخل آب های زیرزمینی می‌گردد [64].

ج- وزش باد: به طور کلی تا آنجا که امکان دارد باید از انتخاب مکان‌های بادخیز اجتناب کرد. زیرا علاوه بر ایجاد گرد و غبار ناشی از خاک‌برداری و خاکریزی در منطقه و پراکنده شدن اجسام سبک مانند کاغذ در هوا، سبب انتشار بوی نامطبوع و مواد مسموم در فضا نیز می‌گردد [۴۷].

۲-۳-۱-۴- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی: آب‌های سطحی و زیرزمینی نقش بسیار مهمی در مکان‌یابی محل دفن پسماندها ایفا می‌کنند. یکی از مهم‌ترین اهداف مکان‌یابی آن است که از ورود آلودگی به داخل آب‌ها جلوگیری شود. در اغلب موارد نفوذ و جاری شدن آب عامل اصلی تحرک و انتقال شیرابه و آلاینده‌ها می‌باشد.

جدول ۲-۷- معیارهای ارائه شده در مورد هیدرولوژی محل دفن پسماندها

سازمان / پارامتر	EPA[68]	British Colombia[65]	سازمان مدیریت و برنامه ریزی[۳۴]	سازمان حفاظت محیط زیست[۲۴]	معیارهای پراکنده [61]
آب های سطحی		حداقل ۱۰۰متر	حداقل ۱۰۰ متر	حداقل ۲۰۰متر	احتراز از محل های با دانسیته آبراهه بالا
دریاچه، برکه، آب بند، سد			حداقل ۳۰۰ متر		

دشت سیلابی	از نظر جریانات سیلابی ۱۰۰ ساله باید مورد بررسی قرار گیرد	از نظر جریانات سیلابی ۲۰۰ ساله باید مورد بررسی قرار گیرد	از محل های با احتمال سیل ۱۰۰ ساله احتراز گردد	از محل های با احتمال سیل ۱۰۰ ساله احتراز گرد	از محل های با احتمال سیل ۱۰۰ ساله احتراز گردد

در مطالعات هیدرولوژیکی رعایت حریم برای رودخانه‌ها، سدها و بندها بسیار مهم است، زیرا نشت شیرابه به داخل آب‌های سطحی و انتقال سریع آن سبب آلودگی شدید و ایجاد خطر برای انسان و سایر موجودات زنده می‌شود. معیارهای متفاوتی برای فاصله از آب‌های سطحی ارائه شده است که در جدول ۲-۷ ارائه شده است. در مطالعات هیدروژئولوژیکی محل دفن، فاصله کف مدفن تا خط ایستابی باید مشخص گردد، زیرا در شرایطی که خط ایستابی آب‌های زیرزمینی نزدیک به کف سلول دفن باشد و شیرابه مستقیماً با آب در تماس باشد، آلودگی شدیدی در آب زیرزمینی رخ می‌دهد. پتانسیل آلوده سازی آب‌های زیرزمینی توسط شیرابه بستگی زیادی به وضعیت فیزیکی محل دفن، خلل و فرج خاک در منطقه تهویه (یا غیر اشباع) و محل استقرار خط ایستابی آب‌های زیرزمینی دارد. بر اساس خواص هیدروژئولوژیکی ۳ منطقه زیر برای دفن پسماندها معرفی شده است [73].

الف- مناسب‌ترین محل : مکان‌هائی که روی سفره آب زیرزمینی قرار ندارند و یا نفوذپذیری کمی دارند، یا زمین‌هائی از جنس رس، گل سنگ، شیل و لای سنگ به ضخامت حداقل ۷ متر.

ب- زمین‌های نسبتاً مناسب: این زمین‌ها نسبتاً قابل نفوذ بوده و در روی سفره آب زیرزمینی محصور یا آزاد قرار دارند. به علت قابلیت نفوذ نسبی، شیرابه حرکت آرامی دارد به همین دلیل در اثر فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آلودگی شیرابه در طول حرکت کاهش قابل توجهی می‌یابد. در این زمین‌ها معمولاً فاصله بستر تا سطح ایستابی زیاد است و وجود ذرات رسی پراکنده، در کاهش یون‌های فلزی شیرابه اثر چشم‌گیری دارد. این زمین‌ها برای دفن پسماندهای خطرناک توصیه نمی‌شوند.

ج- محل‌های نامناسب: این زمین‌ها از تراوائی بالائی برخوردارند. کاهش آلودگی در طی حرکت بسیار اندک

جدول ۲-۸- معیارهای ارائه شده در مورد هیدروژئولوژی محل دفن پسماندها

سازمان / پارامتر	EPA	British Colombia	سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور[۳۴]	سازمان حفاظت از محیط زیست[۲۴]	معیارهای پراکنده
چاه آب	-	-	حداقل ۴۰ متر از چاه آب	حداقل ۱۵۰۰ متر	۱۰۰۰متر[61]
عمق آب زیرزمینی	-	-	-	سطح ایستابی نباید کمتر از۵ متر باشد	بیش از ۱۵ متر[61] بیش از ۵۰ متر [76]

بوده و احتمال آلودگی آب های زیرزمینی و سطحی بسیار زیاد می‌باشد. این مکان‌ها تنها برای دفن مواد زائد بی اثر و خنثی، نظیر نخاله‌های ساختمانی مناسب می‌باشند.

۲-۳-۱-۵- معیار ارزش اکولوژیکی موجودات زنده: با توجه به آنکه احداث محل دفن پسماندها باعث از بین رفتن یا آسیب جدی رساندن به موجودات زنده (گیاهان و جانوران) در منطقه می‌شود، باید به ارزش اکولوژیکی موجودات زنده منطقه توجه ویژه‌ای گردد و از دفن پسماند در مناطقی که جانداران آن دارای ارزش منحصر به فرد اکولوژیکی هستند (مانند مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی) اجتناب کرد [77].

۲-۳-۲- معیارهای اقتصادی

۲-۳-۲-۱- راه‌های دسترسی: به طور کلی برای سهولت و کاهش زمان حمل و نقل مکان دفن باید تا حد امکان دارای راه اصلی و جاده بوده و به راه‌های موجود نزدیک باشد. همچنین باید دقت کرد که جاده‌ها از نظر عرض و پهنا برای عبور ماشین‌های سنگین مناسب باشد [۴۷].

جدول ۲-۹- برخی معیارهای ارائه شده برای فاصله از راههای دسترسی در مکان یابی محل دفن پسماند

سازمان / پارامتر	EPA	British Colombia	سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور	سازمان حفاظت از محیط زیست[۲۴]	معیارهای پراکنده

جاده‌ها و بزرگ راه‌ها	-	-	حداقل ۳۰۰ متر	حداقل ۳-۵ کیلومتر از جاده اصلی	۵۰۰ متر از جاده اصلی، ۱۰۰متر از جاده فرعی [61]

از طرف دیگر به منظور رعایت معیارهای زیست‌محیطی و جلوگیری از لطمه خوردن به زیبائی بصری محیط لازم است محل دفن پسماندها حریمی مشخص تا راه‌های دسترسی اصلی نیز داشته باشد. جدول ۲-۹ برخی معیارهای ارائه شده برای فاصله مناسب از راه‌های دسترسی را نمایش می‌دهد.

۲-۳-۲-۲- فاصله محل جمع‌آوری تا مرکز دفن پسماندها: محل دفن پسماندها باید در خارج از مراکز جمعیتی و صنعتی باشد. از سوی دیگر به منظور کاهش هزینه حمل و نقل و زمان تا حد امکان نیز باید در محل نزدیک‌تری واقع گردد، لذا با توجه به کمبود زمین‌های مناسب، معیار استانداردی در این زمینه وجود ندارد [۴۰]. در جدول ۲-۱۰، برخی از توصیه‌ها به نمایش گذاشته شده است.

جدول ۲-۱۰- معیارهای فاصله از مناطق مسکونی در مکان یابی محل دفن پسماندها

پارامتر سازمان	**EPA**	**British Colombia**[65]	**سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور**	**سازمان حفاظت از محیط زیست**[۲۴]	**معیارهای پراکنده**
مناطق مسکونی		حداقل ۳۰۰متر	-	حداقل ۱۰-۱۵ کیلومتر	شهرها ۵ کیلومتر، شهرک‌ها و روستاها با بیش از ۵۰۰نفر جمعیت ۱کیلومتر بقیه مراکز جمعیتی۰/۵کیلومتر[61]

۲-۳-۲-۳- دسترسی به تسهیلات برق رسانی، آب و سیستم فاضلاب: در مکان‌یابی محل دفن پسماندها به منظور رفاه کارکنان و تسهیل در عملیات ، باید امکان دسترسی به برق، آب و سیستم فاضلاب را میسر کرد.

۲-۳-۲-۴- مالکیت زمین: با توجه به وسعت زیاد زمین مورد نیاز جهت دفن، مالکیت محدوده مورد نیاز جهت دفن پسماند از نظر اقتصادی اهمیت دارد. مالکیت همگانی مناسب‌تر از مالکیت خصوصی است. در مورد محل دفن پسماندها ترجیحاً از زمین‌هایی با قیمت پائین‌تر باید استفاده گردد [۴۷].

۲-۳-۲-۵- هزینه نگهداری و حفاظت از محل دفن و دستمزد کارکنان: هزینه کارکنان در محل‌های متفاوت چندان تفاوتی نمی‌کند. اما هزینه نگهداری محل دفن بسیار متفاوت بوده و شامل پوشش خاک روزانه، لایه‌های اضافی برای جلوگیری از آلودگی خاک و آب‌های سطحی و زیرزمینی، ایجاد سیستم‌های زهکشی، کنترل کیفیت شیرابه‌ها و ... متفاوت می‌باشد. هر اندازه هزینه نگهداری لندفیل کمتر باشد، شرایط مناسب‌تر می‌باشد [۴۷].

۲-۳-۲-۶- هزینه نگهداری بعد از بهره برداری: بعد از پایان کار محل دفن و بسته شدن آن، همچنان هزینه‌های نگهداری مختلفی وجود دارد که از جمله آن‌ها کنترل آب‌های زیرزمینی، نشت شیرابه‌ها، کنترل خروج گازها، کنترل پایداری محل دفن پسماند و ... می‌باشد. هزینه نگهداری بستگی به نوع پسماندهای دفن شده، نوع خاک بستر، موقعیت آب‌های سطحی و زیرزمینی و نوع استفاده بعدی از محل دفن پسماند متفاوت می‌باشد [61].

۲-۳-۳- عوامل اجتماعی

۲-۳-۳-۱-پذیرش توسط مردم و زیبائی منظر: تا حد امکان باید تلاش شود، محل دفن به دور از انظار عمومی باشد تا به زیبائی ظاهری منطقه خدشه‌ای وارد نگردد، اگر به عللی مانند کمبود زمین، محل دفن فاصله چندانی با مناطق مسکونی نداشته باشد در این صورت باید به مردم اطراف آگاهی‌های لازم داده شود.

مواردی که اکثراً اعتراض مردم را در پی دارد شامل: ایجاد بوی نامطبوع، آتش سوزی، پراکنده شدن زباله‌های سبک، ایجاد گرد و غبار و سرو صدا، جمع شدن پرندگان و حیوانات و حتی کاهش بهای زمین و

خانه‌های اطراف محل دفن می‌باشد که با در نظر گرفتن تمهیدات مناسب برخی از مشکلات قابل حل می‌باشد [61].

۲-۳-۳-۲- ایجاد ترافیک: احداث محل دفن پسماندها باعث به وجود آمدن ترافیک در منطقه می‌گردد. میزان این ترافیک بستگی به فاصله محل دفن پسماند از محل جمع‌آوری زباله‌ها و شیوه حمل و نقل دارد. برای کاهش این مزاحمت مناسب‌تر است از راه‌های دسترسی برای رسیدن به محل دفن پسماند استفاده گردد که کمتر توسط سایر مردم بهره گرفته می‌شود و همچنین از ترافیک کمتری نیز برخوردار باشد [۳۴].

۲-۴- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA[1])، عبارت است از فرایند شناخت، پیش بینی و کاهش اثرات بیوفیزیکی، اجتماعی و دیگر اثرات وابسته طرح پیشنهادی توسعه پیش از آنکه فرد تصمیمی اتخاذ کند. این عمل فرایند تصمیم‌گیری درجهت کاهش اثرات ناشی از فعالیت‌های انسانی بر محیط‌زیست است که از طریق اعمال تغییراتی در نحوه انجام پروژه یا در صورت نیاز ممانعت از پیشرفت یک پروژه صورت می‌گیرد.

1-Environmental Impact Assessment

بسیاری از روش‌ها وتکنیک‌ها برای شناسایی، اندازه‌گیری و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به قضاوت کارشناس وابسته هستند. نظرات کارشناسان شدیداً در تمامی جنبه‌های ارزیابی دخالت دارند. روش‌های EIA از حالت ساده تا پیچیده گسترش دارند که خود نیازمند انواع مختلف فرمت‌ها یا اطلاعاتی در سطوح متفاوتی از تخصص و پیچیدگی فنی جهت تفسیر آنها می‌باشند. همچنین تعابیر و تفاسیری که از آن‌ها نتیجه می‌شود دارای سطوح مختلفی از دقت و قطعیت می‌باشد. تمامی این فاکتورها در هنگام انتخاب روش باید در نظر قرار گیرند [۴۹].

قبلا از بیان روش‌های مختلف ارزیابی اثرات زیست محیطی تعریف ۲ عبارت ضروری به نظر می‌رسد:

۱- فعالیت: بخش بنیادی از یک پروژه یا طرح که پتانسیل اثرگذاری بر هر نوع ویژگی از محیط پیرامون را دارد. مثلاً در مورد محل‌های دفن پسماند، به کلیه مراحل ساخت و بهره‌برداری از لندفیل اطلاق می‌گردد.

۲- فاکتورهای زیست‌محیطی: بخش بنیادی از محیط فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی می‌باشند، که تحت تاثیر فعالیت‌های پروژه قرار می‌گیرند.

۲-۴-۱- روش‌های ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

۲-۴-۱-۱- فهرست مقایسه ای: فهرست های جامعی از اثرات زیست‌محیطی و عوامل نشان دهنده اثر می‌باشد که جهت به تفکر واداشتن عمیق‌تر تحلیل‌گر در مورد پیامدهای اجتماعی عمل پیشنهادی، طراحی شده است. از مزیت‌های آن می‌توان به ارتقاء سطح فکری افراد نسبت به مجموعه‌ای از اثرات در قالب یک مسیر سیستماتیک و نیز استفاده بسیار آسان از آن اشاره کرد. از معایب این روش می‌توان به شخصی بودن نوع قضاوت و عدم احتساب برخی از پارامترها اشاره کرد [۱۷].

۲-۴-۱-۲- آرایه: آرایه‌ها درحقیقت فهرست‌های مقایسه‌ای۲ بعدی می‌باشند، که فعالیت‌های پروژه روی یک محور و فاکتورهای زیست‌محیطی تحت تاثیر آن بر روی محور دیگر قرار می‌گیرند. این ابزار در جهت شناسائی روابط رده علت و معلولی، بین فعالیت های خاص و اثرات مفید می‌باشد. از معایب آن شخصی بودن

1- Check List

2- Matrix

قضاوت کارشناس می‌باشد [۱۷]. آرایه (ماتریس) لئوپولد شناخته شده‌ترین و معروف‌ترین در میان انواع آرایه‌ها می‌باشد. این آرایه شامل آرایه فعالیت پروژه- فاکتور زیست‌محیطی می‌باشد که از مقادیر شدت اثرات و دامنه اثرات در امتیازدهی به فاکتورها استفاده می‌شود. هر واحد سلول آرایه ۲ مقدار ارزش را نشان می‌دهد، یک در بیان شدت اثر فعالیت پروژه بر روی فاکتورهای زیست‌محیطی (شدت اثر) در بالای کسر و دیگری مقدار اهمیت فاکتورهای اثرات زیست‌محیطی نسبت به یکدیگر (دامنه اثرات) که در پائین کسر ذکر

می‌گردند. آرایه لئوپولد و دیگر آرایه های مشابه، همانند فهرست های مقایسه‌ای می‌باشند که بر اساس مقیاس وزنی در آن ها عمل قضاوت صورت گرفته است. به دلیل برقرار کردن ارتباط بین فعالیت‌ها و فاکتورهای زیست‌محیطی، آرایه‌ها نسبت به فهرست های مقایسه‌ای ارجحیت دارند [71].

۲-۴-۱-۳- شبکه ها: شبکه‌ها شامل ریز سیستم‌ها یا مسیرهائی می‌شوند که در طی آن اثرات زیست محیطی را می‌توان پیگیری کرد. این سیستم‌ها در جهت درک مستقیم و غیر مستقیم اثرات به وجود آمده‌اند و نیازمند مسیرهای ارتباطی به یکدیگر می‌باشند. این روش پیچیده بوده و وابسته به دانش طراح شبکه می‌باشد [۱۷].

۳-۴-۱-۴- انطباق: روش‌های انطباقی شامل سیستم هایی از نمایش اطلاعات در قالب گرافیکی بوده و به صورت سری‌هایی از نمایه‌های منحصر به فرد که اطلاعات خاصی به شکل مجزا فراهم می‌کنند می‌باشند. این داده‌ها در نهایت به صورت یک نقشه ترکیبی که قادر به بیان مطالب بیشتری می‌باشد نمایش داده می‌شود. نقشه‌های انطباقی می‌توانند انطباقات یا تضادها را بین پروژه ها و فاکتورهای زیست محیطی نشان دهند. این روش تضمینی بر شناخت تمامی اثرات نخواهد داشت اما می‌تواند گستره مکانی بالقوه اثرات را نمایش دهد [۱۷].

فصل سوم

اختصاصات منطقه مطالعاتی

۳-۱- زمین‌شناسی استان قم

یکی از پارامترهای مهم در مبحث مکان‌یابی محل دفن پسماندها، زمین‌شناسی محل‌های دفن می‌باشد. زمین-شناسی به لحاظ وجود پارامترهای متعدد مانند جنس سنگ بستر، نفوذپذیری، ساختارهای زمین‌شناسی از قبیل گسل‌ها، چین‌خوردگی‌ها، درزه و شکاف‌ها و خطرات مربوط به لرزه‌خیزی، روانگرائی و لغزش دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. استان قم به لحاظ چینه‌شناسی، وجود گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها دارای تنوع زیادی می‌باشد، در این بخش اختصاصات زمین شناسی موثر در مکان‌یابی پسماند تشریح شده است.

۳-۱-۱- زمین‌شناسی عمومی استان

استان قم بخشی از قلمرو ساختاری ایران مرکزی می‌باشد که شامل کوه‌ها و دشت‌هائی با روند غالب شمال غربی- جنوب شرقی می‌باشد. بخش مرکزی استان دارای شرایط تپه ماهوری و در جنوب ارتفاعات مربوط به رشته کوه های آتشفشانی ارومیه- بزمان دیده می شود. کهن‌ترین سنگ‌های رخنمون یافته در ناحیه قم مربوط به توده‌های نفوذی ائوسن می‌باشد. البته رخنمون‌هائی از واحدهای چینه‌شناسی مربوط به مزوزوئیک نیز به طور بسیار محدودی در نواحی جنوبی استان مشاهده می‌گردد.

در اوایل الیگوسن رخساره کولابی قاره‌ای سازند قرمز زیرین بر روی سنگ‌های آتشفشانی ائوسن پسین جای می‌گیرد، این سازند شامل شیل، مارن گچ دار، ماسه سنگ و گدازه می‌باشد. در الیگومیوسن، رخساره دریایی

سازند قم بر روی سازند قرمز زیرین گسترش یافته است. در این سازند لایه‌های ژیپس با ضخامت متفاوتی رخنمون دارد. در اواخر میوسن زیرین سازند قرمز بالائی بر روی سازند قم گسترش یافته است. چین خوردگی‌ها و فرسایش شدید ارتفاعات که در استان مشاهده می‌گردد مربوط به حرکات تکتونیکی موجود در دوره پلیوسن می‌باشد.

در استان قم رسوبات کواترنری به صورت‌های مختلفی نظیر مخروط افکنه، واریزه، رسوبات بادی، تراس‌های آبرفتی، کفه‌های رسی و گل نمکی دیده می‌شود. یکی از ویژگی‌های زمین‌شناسی استان قم فراوانی نسبی سنگ‌های نفوذی است که به طور عمده در نوار آتشفشانی ارومیه - بزمان برونزد دارد [۱و۱۰].

۳-۱-۲- چینه شناسی استان

اختصاصات چینه‌شناسی به خاطر ارتباط مستقیمی که با شرایط سنگ‌های منطقه و نفوذپذیری و مقاومت آن‌ها دارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. با توجه به مطالعات صورت گرفته و نقشه‌های زمین‌شناسی موجود واحدها و سازندهای زمین‌شناسی متعددی در استان قم رخنمون دارند که در نقشه زمین‌شناسی استان قم نمایش داده شده‌اند.

ویژگی‌های چینه‌شناسی و سن این واحدها و سازندها درجدول ۳-۱ ارائه گردیده است. در مورد اختصاصات و نفوذپذیری واحدهای سنگی در فصل چهارم مفصلاً بحث خواهد شد.در شکل ۳-۱ نقشه زمین شناسی استان که بر پایه نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ قم، آران، تهران و ساوه تهیه شده است را نشان می دهد. برای تهیه این نقشه ۴ ورقه معرفی شده را پس از اسکن کردن در محیط GIS زمین مرجع نموده، سپس با رقومی کردن نقشه‌ها در محدوده استان قم، ۴ نقشه در کنار قم قرار داده شده تا نقشه واحدی حاصل گردد [۱۰،۱۲،۵۹،۶۰].

۳-۱-۳- عناصر ساختاری استان

۳-۱-۳-۱- گسل‌ها

الف - گسل ایندس: گسل ایندس با درازای حدود ۳۰ کیلومتر و روند شمال غربی- جنوب شرقی از شمال سلفچگان تا بعد از سد ساوه گسترش دارد. سازوکار این گسل معکوس بوده و شیب آن به سوی جنوب غرب

1-Georefrence

جدول ۳-۱- واحدها و سازندهای زمین شناسی استان قم

دوران	دوره	نام واحد یا سازند	چینه شناسی	سایر توضیحات
سنوزوئیک	کواترنری	Q^t	تراورتن (آهک های سفید تا کرم رنگ)	در راستای گسلهها
		Q_1^t	پادگانه های آبرفتی و مخروط افکنه های قدیمی با جور شدگی ضعیف	واقع در زون کوهستانی
		Q_2^t	پادگانه های آبرفتی و مخروط افکنه های جوان با سخت شدگی ضعیف	واقع در کوهپایه و نواحی پست تر
		Qc	کفه های رسی (مواد آبرفتی ریزدانه مانند رس)	-
		Qal	آبرفت های عهد حاضر، حاوی قطعه سنگ های گرد شده تا نیمه گرد	-
		Qs	کفه های نمکی	-
		Qm	کفه‌های گلی (حاوی رس های سیلتی)	-
		Qsd	تپه‌های ماسه ای	-
	پلیوسن	Plc	کنگلومرا با میان لایه ماسه سنگ و رس	معادل هزار دره
		Plm	مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا	-
	میوسن	Mu (سازند قرمز بالائی)	مارن، با میان لایه شیل و آهک	ضخامت ۲۸۰۰ متر
		Mv	سنگ‌های آتشفشانی با ترکیبی از آندزیت، آمفیبول و زمینه پیروکلاستیک	-
		Mt	سنگ‌های آتشفشانی همراه با گدازه	-
	اولیگوسن - میوسن	OMq (سازند قم)	سنگ آهک، مارن، ماسه سنگ، شیل و گچ	ضخامت ۱۳۰۰ متر
	اولیگوسن	OL (سازند قرمز زیرین)	مارن قرمز، سبز و کرم همراه با میان لایه سیلت ، ماسه سنگ و گچ	ضخامت ۵۱۲ متر (در تاقدیس البرز)
	ائوسن	d	توده‌های آذرین نفوذی، ترکیب آندزیتی- بازالتی	حاوی دایک و سیل
		gr	توده‌های آذرین نیمه ژرف اسیدی، گرانیت تا گرانودیریت	-
		E_6	سنگ‌های پیروکلاستیک، میان لایه گچ و آهک	-
		E_5	سنگ‌های توفی اسیدی، توف ریولیتی، توف سیلتی	-
		E_4	توف‌های برشی، ماسه سنگ، کنگلومرا و ایگنمبریت	-
		E_3	سنگ های توفی اسیدی سبز رنگ	-
		E_2	سنگ‌های آتشفشانی بازیک ، گدازه و شیشیه آواری	-
		E_1	بازالت قرمز، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل آهکی	-
		gd	توده‌های آذرین نفوذی- تونالیتی و کوارتزیوریتی	-

		gb	توده‌های آذرین نفوذی، کوارتز گابرودیوریت	-
مزوزوئیک	کرتاسه	**K_2**	سنگ‌های آواری از قبیل آهک و ماسه	-
	ژوراسیک	**Js**	شیل، ماسه سنگ کوارتزیتی با میان لایه آهک	معادل سازند شمشک
	تریاس	**TRn**	آهک بلورین همراه با شیل و ماسه سنگ	ضخامت ۱۳۰۰ متر و معادل سازند نایبند

می‌باشد [۱۱]. زمین‌لرزه ۲۳ ژوئیه ۱۹۶۰ میلادی سلفچگان با بزرگی mb: ۵/۱ و زمین لرزه ۱۹ دسامبر ۱۹۸۰میلادی دستجرد سلفچگان با بزرگی mb:۵/۵ به فعالیت این گسل نسبت داده می‌شود. در صورت جنبش دوباره گسل ایندس می‌توان انتظار روی داد زمین لرزه‌ای با بزرگی حدود ***Ms:۶***/۷ را داشت [۲۰].

ب- گسل کوشک نصرت: گسل کوشک نصرت با درازای بیش از ۵۵ کیلومتر در شمال و شمال شرقی گسل ایندس گسترش دارد و بخش‌های جنوب شرقی آن مرز شمالی دشت قم را ایجاد کرده است. بخش غربی این گسل دارای روندی تقریباً غربی- شرقی با تمایل غربی - جنوب شرقی است و روند بخش شرقی (جنوب شرقی) آن تقریباً شمال غربی- جنوب شرقی است. سازوکار آن معکوس راست‌بر می‌باشد[۱۱]. زمین لرزه ۲۷ ژوئن سال ۱۹۷۰ میلادی دریاچه حوض سلطان با بزرگی mb:۴/۳ به این گسل نسبت داده شده است. در صورت جنبش زمین لرزه‌ای این گسل می‌توان انتظار زمین لرزه‌ای تا بزرگی Ms:۷/۷ را داشت [۲۰].

ج -گسل بیدهند: این گسل به درازای تقریبی ۴۵ کیلومتر و با راستای شمال، شمال غربی- جنوب، جنوب شرقی از غرب روستای بیدهند (۳۶ کیلومتری جنوب قم) عبور نموده و در انتهای شمالی به سوی شمال غربی خم پیدا می‌نماید. در راستای این گسل واحدهای سنگی با سن‌های متفاوت در کنار هم قرار می‌گیرند و بر اساس داده‌های موجود، در غرب کوه والیجا، انتهای جنوبی این گسل نهشته‌های کواترنری را بریده است. سازوکار این گسل معکوس می‌باشد [۱۱]. کانون زمین لرزه‌های دهه ۱۹۸۰ میلادی با بزرگی‌های

mb:۴/۳ تا mb:۵/۵ بر روی این گسل مکان‌یابی شده‌اند. در صورت جنبش دوباره می‌توان انتظار زمین لرزه ای با بزرگی حدود ۶/۷ را داشت [۲۰].

د-گسل تفرش: این گسل با راستای تقریبی شمال غربی - جنوب شرقی و طول ۳۰ کیلومتر از نزدیک شهر تفرش می‌گذرد، سازوکار این گسل معکوس می‌باشد [۱۱]. زمین لرزه سال ۱۴۹۵ میلادی تفرش با بزرگای ۵/۹ در نزدیکی بخش جنوب شرقی آن مکان‌یابی شده است. در صورت جنبش دوباره گسل احتمال وقوع زمین لرزه‌ای با بزرگی Ms: ۷/۵ وجود خواهد داشت [۲۰].

و-گسل کهک: این گسل با روند تقریبی شمال غربی - جنوب شرقی از فاصله حدود ۱۰ کیلومتری شمال شرقی گسل بیدهند عبور می‌کند و شیب آن به سمت شمال شرقی می باشد. طول این گسل در حدود ۲۲ کیلومتر است. زمین لرزه‌های ۱۹۸۸/۳/۱ و ۱۹۸۱/۳/۲۹ در محدوده انتهای شمال غربی این گسل ثبت شده است. در صورت جنبش دوباره می‌توان انتظار روی داد زمین لرزه‌ای با بزرگای Ms:۶/۶ را داشت [۲۰].

ن- گسل قم: این گسل با درازای ۵۵ کیلومتر، شمالی‌ترین قسمت گسل قم- زفره می‌باشد که در جنوب قم با روندی شمال غربی- جنوب شرقی مرزی را بین سنگ‌های ترشیری کوه‌های دوچاه و یزدان در جنوب غربی با نهشته‌های کواترنری در شمال شرقی می‌سازد. شیب این گسل به سوی جنوب غربی و سازوکار آن معکوس راست بر پیشنهاد شده است. اگرچه اثر مشخصی از این گسل در نهشته‌های آبرفتی کواترنری مشاهده نشده است، لکن زمین لرزه‌های دستگاهی ۱۹۸۰/۱۲/۱۹ با Ms: ۵/۶ و ۱۹۸۸/۳/۱ با Ms: ۴/۳ در نزدیکی خط گسل و بر روی فرا دیواره آن ثبت شده است [۱۱].

ه- گسل البرز: این گسل با روند تقریبی شمال غربی - جنوب شرقی از فاصله حدود ۱۰ کیومتر شمال شهر قم می‌گذرد و یال شمالی تاقدیس خاوری البرز را قطع کرده است و احتمالاً تا نزدیکی شهر ساوه ادامه دارد. سازوکار این گسل معکوس (شاید همراه با مولفه راست گرد) می باشد، به علت سازوکار گسل البرز و در

امتداد خط گسل، بخشی از یال شمالی حذف شده و ضخامت آن نسبت به یال جنوبی کاهش یافته است.[۱۰] زمین لرزه ۵ ژوئیه ۱۹۸۲ میلادی با بزرگای mb:۴/۵ در نزدیکی این گسل ثبت شده است. در صورت جنبش دوباره احتمال وقوع زمین لرزه‌ای با بزرگی ۶/۷ ریشتر وجود دارد [۲۰].

۳-۱-۳-۲- چین‌ها

الف - تاقدیس البرز: این تاقدیس در شمال شهر قم و در شرق کوه نمک گسترش دارد و از دو تاقدیس شرقی و غربی پدید آمده است. تاقدیس شرقی دارای پلانج دوگانه است و شیب یال شمالی آن از ۴۵ تا ۹۰ درجه متغیر است ولی شیب یال جنوبی بین ۱۰ تا ۳۵ درجه تغییر می‌کند. به نظر می‌رسد که یال شمالی توسط گسل معکوس بریده شده باشد. تاقدیس غربی دارای پلان به سوی شرق است و نفوذ گنبد نمکی در هسته تاقدیس و حرکت آن به طرف بالا باعث شده تا لایه های آن در محل تماس با گنبد قطع و در برخی موارد برگشته دیده شود. به گمان قوی تاقدیس شرقی و غربی توسط گسل امتداد لغز چپ گرد جابه‌جا شده است [۲۱].

ب- تاقدیس دوچاه: در شرق قم و جنوب کوه نمک رخنمون دارد. محور آن شرقی - غربی است و به سمت شمال تحدب دارد. یال شمالی آن قائم تا برگشته و شیب آن به سمت جنوب است. یال جنوبی تاقدیس توسط گسل طولی دوچاه قطع شده است [۲۱].

ج - تاقدیس خضر: این تاقدیس در جنوب قم گسترش دارد، تاقدیسی است برگشته با شیب محوری به سمت جنوب. یال شمالی آن در امتداد گسل طولی خضر خرد شده است و بقایای آن به صورت فلس های تکتونیکی در طول چند کیلومتر رخنمون دارد [۱۵].

د- تاقدیس کمر کوه: تاقدیسی است با جهت محوری شرقی - غربی و پلانج آن دوگانه می‌باشد. بخش شرقی آن گسلیده و شیب یال جنوبی آن قائم یا کمی برگشته به سمت شمال است. شواهد زمین‌شناسی نشانگر عملکرد گسلی معکوس در هسته تاقدیس می باشد [۲۱].

و- تاقدیس لنگرود: درجنوب ناودیس تیزقلعه گسترش دارد و بخش بزرگتر یال شمالی آن توسط گسل امتداد لغز راستگرد بریده شده است [۲۱].

ه- ناودیس یزدان: در شمال تاقدیس کمرکوه جای دارد. محور آن پیچشی است و به سمت شمال و جنوب تحدب دارد. در جنوب دو چاه و خاور کوه توسط گسل قطع می‌گردد [۲۱].

ن- ناودیس تیز قلعه: با راستای شرقی - غربی در جنوب تاقدیس خضر و به موازات آن گسترش دارد. یال شمالی آن توسط چین جناغی دو برادر فشرده شده و تغییر شکل حاصل نموده و یال جنوبی آن توسط گسل امتداد لغز راستگرد بریده شده است [۲۱].

۳-۱-۳-۳- گنبدهای نمکی

گنبدهای نمکی توده های سنگی - تبخیری هستند که به سمت بالا (به سطح زمین) حرکت نموده و تزریق می شوند. به عبارت دیگر گنبد نمکی عبارت است از ساختمان زمین شناسی گنبدی شکل با رفتار مکانیکی خمیری است. حرکت این گونه مواد پلاستیکی سبب ایجاد چین‌های دیاپیری می‌شود. این گنبدها معمولاً به دلیل وجود مخازن نفتی، منابع سولفیدی پتاس، آهن و نمک دارای ارزش اقتصادی هستند. هر گنبد نمکی شامل یک هسته مرکزی است و از سنگ‌های محلی رسوبی تشکیل می‌گردد که معمولاً از رسوبات نمکی جوانتر است. در بیشتر گنبدها نمکی، سطح فوقانی توسط طبقات رسوبی پوشیده شده و تشکیل پوششی به نام پوش سنگ را می‌دهد که معمولاً از سنگ‌های آهکی، ژیپس و انیدریت تشکیل می‌شود. در بعضی موارد

پوش سنگ‌ها حاوی ذخایری از مواد گوگردی است. در استان قم نیز گنبدهای نمکی متعددی وجود دارد که در ادامه برخی از آنها معرفی می‌شوند [۱].

الف- گنبد نمکی قم یا کوه نمک: این گنبد نمکی در ۲۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان قم قرار دارد. گنبد است بسیار بزرگ به طوری که گسترش شمالی و جنوبی آن حدوداً ۳ کیلومتر و گسترش آن در جهت شرقی- غربی نیز تقریباً همان اندازه است. سن این گنبد به ائوسن - الیگوسن نسبت داده می‌شود. در این گنبد لایه‌های رنگین مارن به همراه رخساره‌های ولکانیکی از نوع متوسط الی بازیک به صورت بلوک‌های بزرگ به طور پراکنده در چند نقطه مشاهده می‌گردند [۲۱].

ب- گنبد نمکی یزدان: این گنبد در کوه یزدان و در فاصله ۲۵ کیلومتری شمال غربی قم و در جنوب غربی کوه نمک قرار دارد. در حال حاضر این گنبد معدن فعال روبازی به نام یزدان را تشکیل می‌دهد. جنس سنگ‌های در برگیرنده مارنی- مارنی ماسه ای و سن آنها الیگومیوسن می‌باشد [۱۰].

ج- گنبد نمکی آخ: این گنبد نمکی در ۴۷ کیلومتری جنوب غربی قم واقع شده و در حال حاضر به صورت روباز از آن نمک استخراج می‌گردد. طبقات نمکی توسط مارن‌های خاکستری متمایل به سبز همراهی می‌گردد [۱۰].

د-گنبد نمکی شیخ حاجی: این گنبد در ۵ کیلومتری جنوب گنبد نمکی آخ واقع شده که در گذشته معدنی فعال بوده و اکنون متروکه می‌باشد. طبقات نمک در داخل یک سری مارن های قرمز و خاکستری متمایل به سبز رخنمون دارند [۱۰].

۳-۱-۴- لرزه خیزی استان

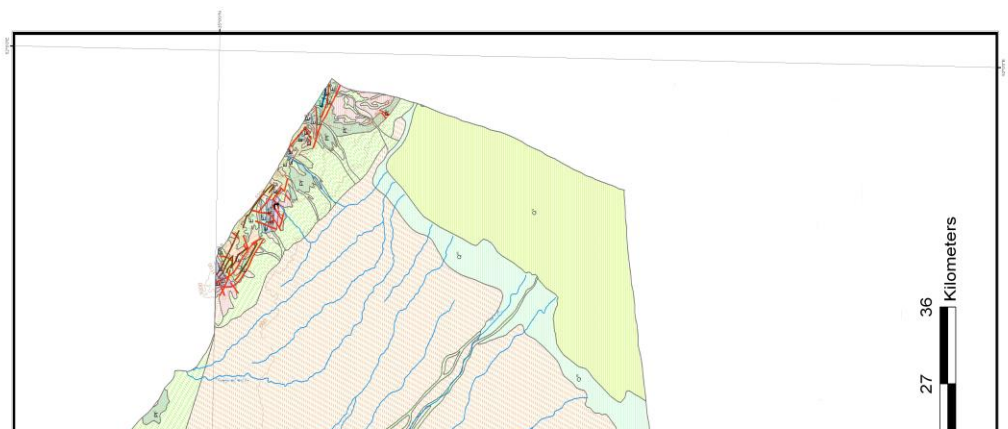
استان قم با توجه به نقشه پهنه بندی خطر لرزه‌ای ایران در محدوده با خطر نسبی بالا و متوسط قرار گرفته است (شکل ۳-۲). با توجه به منحنی های هم شتاب بالاترین میزان خطر در استان در نواحی شمال غرب و جنوب (اطراف شهرهای کهک و دستجرد) می‌باشد. محدوده وسیعی از استان به خصوص در اطراف شهرهای مهم قم، قنوات و سلفچگان با خطر نسبی متوسط مواجه می‌باشند. بخش شرقی استان در اطراف دریاچه نمک با خطر نسبی پایین روبرو می‌باشند [۲۰].

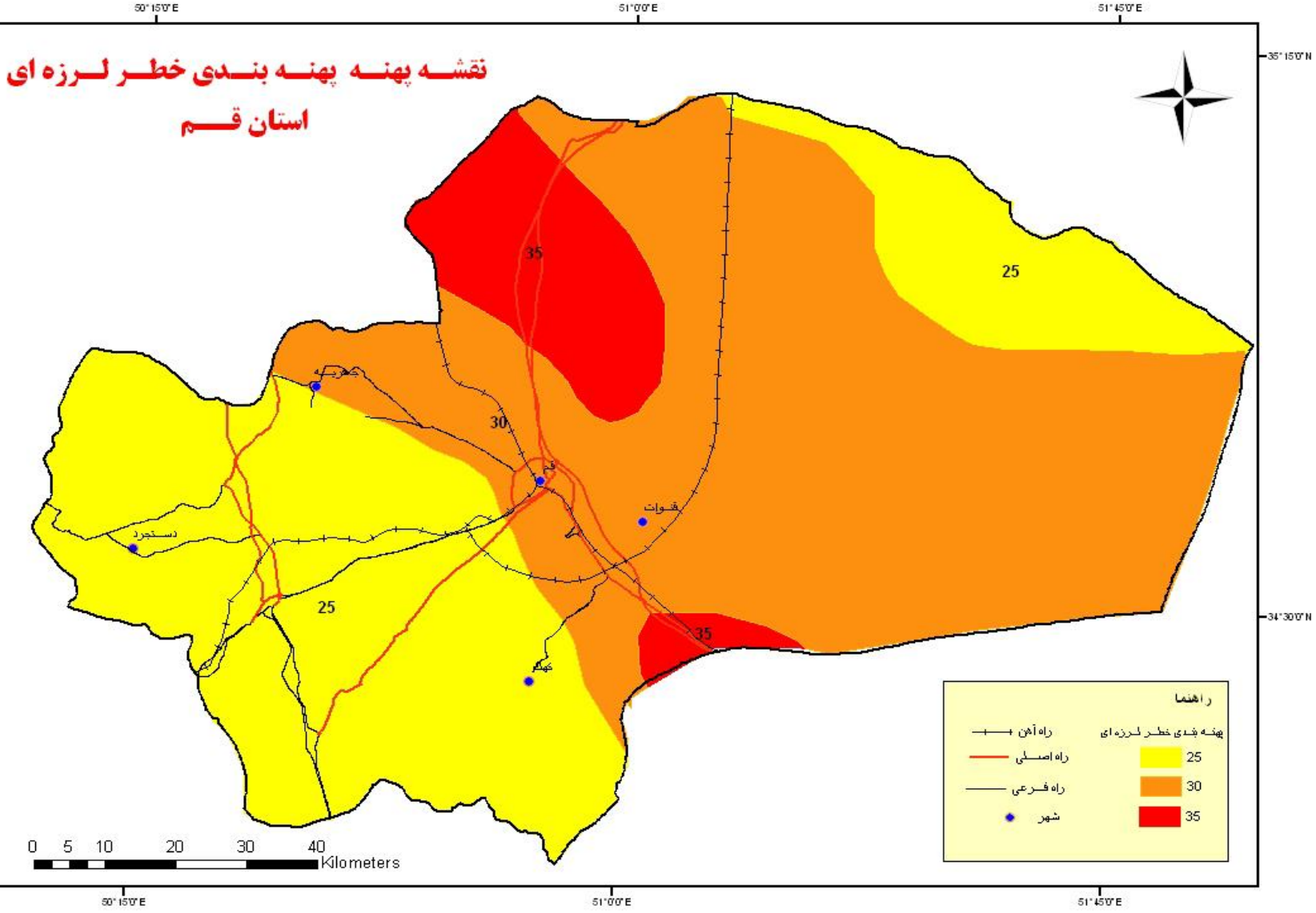
۳-۱-۵- روانگرائی استان

نوع و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک های مختلف، از عوامل موثر در میزان قابلیت روانگرائی آن‌ها است. خاک‌های رسی به دلیل چسبندگی، و خاک های شنی به علت مستهلک شدن سریع فشار آب منفذی، به هنگام وقوع زلزله معمولاً قابلیت روانگرائی بالائی ندارند. خاک‌های ماسه‌ای ریز و سیلت‌ها، به دلیل نداشتن چسبندگی قابل ملاحظه و عدم خروج سریع آب در هنگام زمین لرزه، می‌توانند مستعد روانگرائی باشند [۱۵]. بخش وسیعی از مناطق شمال غرب، شمال و غرب استان فاقد پتانسیل جهت روانگرائی بوده و یا روانگرائی کم و بسیار کم دارد. بخش شرقی و اطراف شهر قم از پتانسیل متوسط و نسبتاً بالاتری جهت روانگرائی برخوردار می‌باشد (شکل ۳-۳).

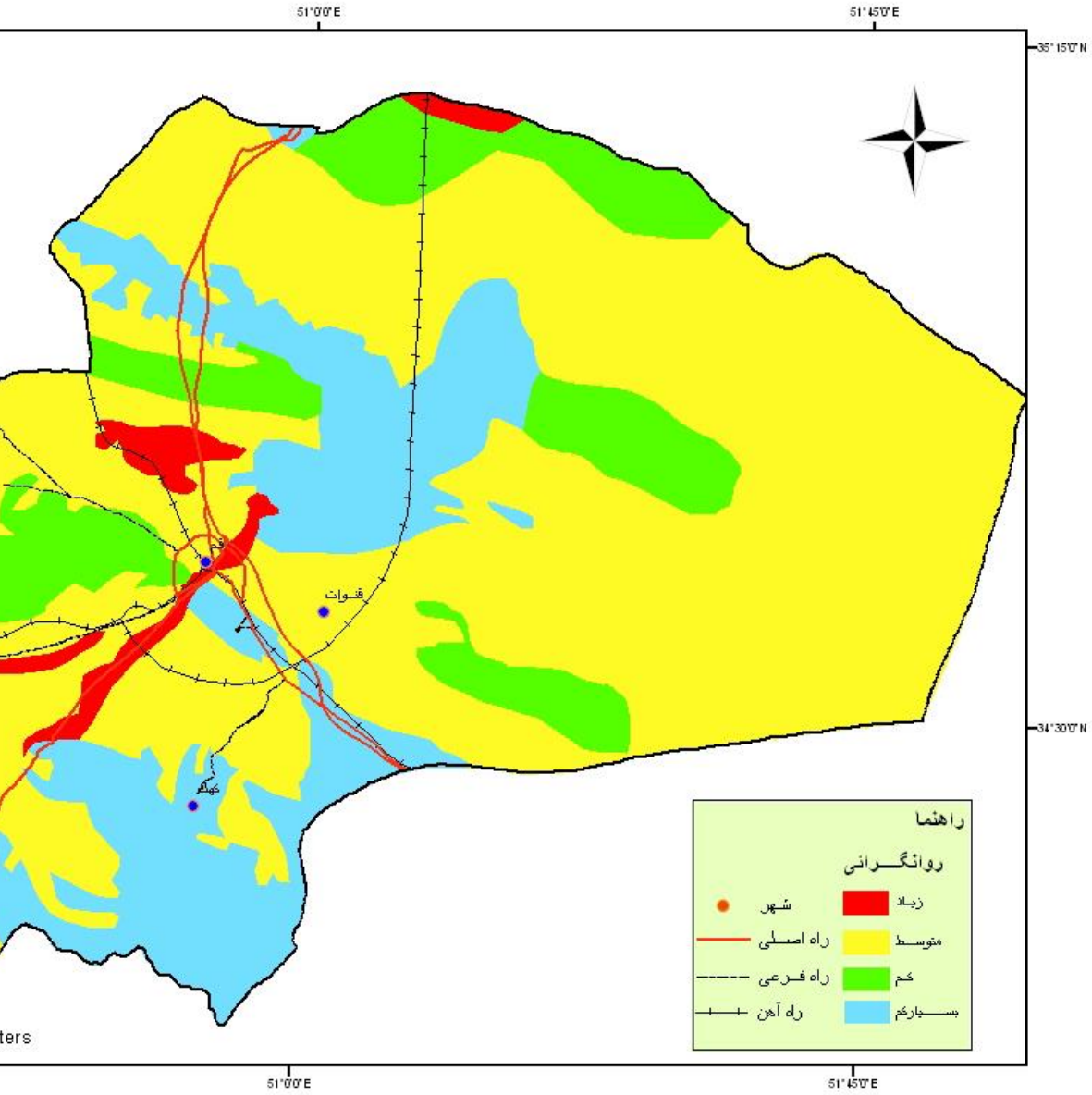
۳-۲- هواشناسی استان

استان قم تحت تاثیر جریان‌های عمومی شامل جریان‌های مدیترانه‌ای و سیبری می‌باشد و ندرتاً تحت پوشش دامنه تاثیرات جریانات عربستان و اقیانوس هند قرار می‌گیرد. این سیستم به عنوان یک قدرت مرکزی، منشا سیستم‌های دیگری می‌شود که اقلیم‌های منطقه را متاثر می‌سازد و شرایط آب و هوا را سامان می‌دهد[۲۶].





شکل ۳-۲: نقشه پهنه بندی خطر لرزه ای استان قم، بر پایه منحنی های هم شتاب برای دوره بازگشت ۷۵ ساله[۱۶]



شکل ۳-۳: نقشه قابلیت روانگرائی استان ق

۳-۲-۱- دمای هوا

برای بررسی پارامترهای دمائی از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی قم و دودهک بهره گرفته شده است. دمای هوای این دو ایستگاه به صورت عوامل اصلی پنج گانه در جدول ۳-۲ نمایش داده شده است.

جدول ۳-۲- عوامل اصلی پنجگانه دمای هوا در استگاه ها قم و دودهک[۲۶]

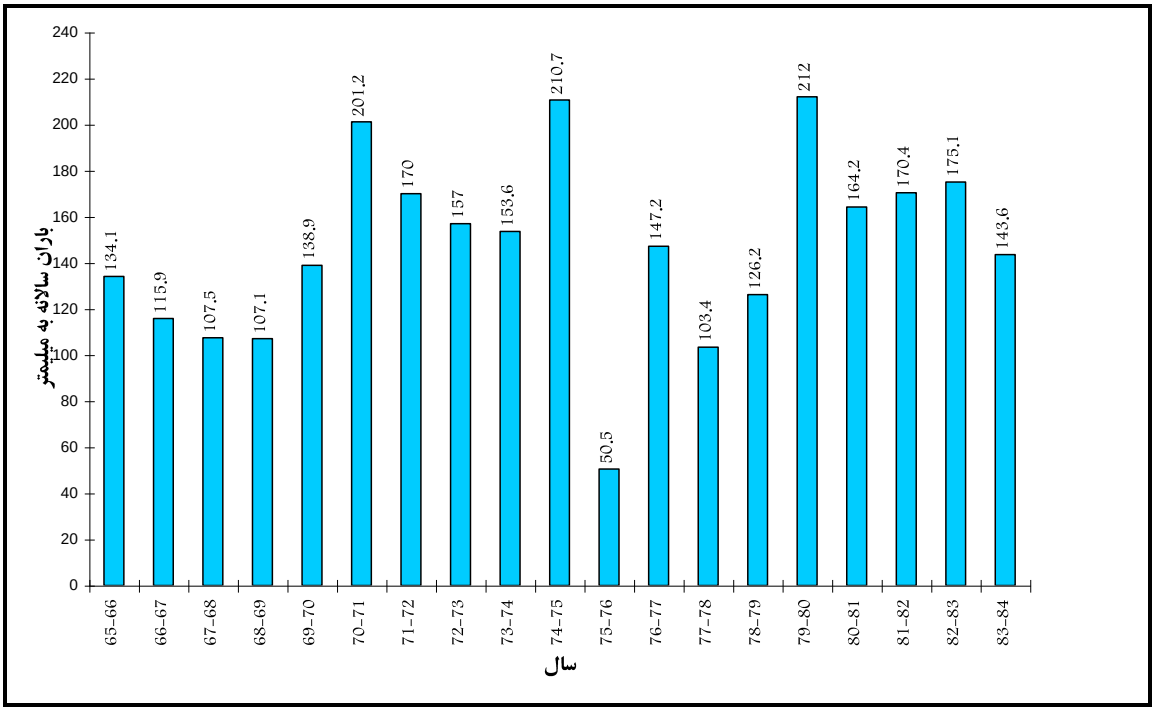
نام ایستگاه	ماه پارامترهای اصلی پنجگانه	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
قم	میانگین حداقل دما	-۲/۱	-۰/۳	۴/۱	۹/۹	۱۴/۸	۱۹/۵	۲۲/۶	۲۰/۷	۱۴/۵	۹/۳	۳/۷	-۸
	میانگین حداکثر دما	۱۰	۱۲/۲	۱۷/۵	۲۵/۸	۳۱	۳۷/۵	۴۰/۲	۳۹	۳۴/۴	۲۶/۴	۱۹/۲	۱۱/۹
	میانگین ماهانه دما	۴	۶	۱۰/۸	۱۷/۹	۲۲/۹	۲۸/۵	۳۱/۴	۲۹/۸	۲۴/۴	۱۷/۹	۱۱/۴	۵/۵
	حداقل مطلق دما	-۱۲/۶	-۱۱	-۱۱	۰/۴	۵/۴	۸	۱۵	۱۳/۵	۶/۵	۰/۶	-۷	-۱۰/۵
	حداکثر مطلق دما	۲۳/۴	۲۳/۲	۲۷/۵	۳۵/۵	۴۰/۸	۴۴/۲	۴۵/۶	۴۴/۵	۴۱	۳۶/۶	۳۸/۴	۲۲
دودهک	میانگین حداقل دما	-۳/۶	-۱/۱	۲/۹	۷/۴	۱۱/۷	۱۶/۱	۱۹	۱۷/۷	۱۲/۹	۷/۷	۲/۶	۰
	میانگین حداکثر دما	۷/۵	۱۰/۱	۱۵/۱	۲۰/۶	۲۶/۷	۳۳/۸	۳۶/۸	۳۵/۴	۳۱/۱	۲۳/۹	۱۶	-۱/۶
	میانگین ماهانه دما	۲	۴/۵	۹	۱۴	۱۹/۳	۲۴/۹	۲۷/۹	۲۶/۶	۲۲	۱۵/۸	۹/۳	۱۰/۳
	حداقل مطلق دما	-۲۳/۵	-۱۹/۵	-۱۱/۵	-۳	۲/۵	۶/۵	۱۰	۱۰	۶	-۱	-۱۱	-۱۶
	حداکثر مطلق دما	۲۱	۲۶	۲۶	۳۲	۳۹	۴۲	۴۲	۴۲	۳۸	۳۵/۵	۲۸	۲۶

۳-۲-۲- بارندگی استان

منشاء اصلی بارندگی در استان اکثراً ناشی از امواج توده‌های هوای سیستم باران‌زای مدیترانه‌ای و کم‌فشار سودانی می‌باشد.

۳-۲-۲-۱- بارندگی سالانه ایستگاه قم: بر طبق آمار یک دوره ۱۹ ساله (۶۶-۱۳۶۵ الی ۸۴-۱۳۸۳) که توسط ایستگاه قم ثبت شده است، شکل ۳-۴ ترسیم شده است. بر این اساس میانگین بارش سالانه این استان در حدود ۲۳۳ میلیمتر می‌باشد.

۳-۲-۲-۲- بارندگی ماهانه قم: بر پایه اطلاعات به دست آمده از ایستگاه قم، بیشترین میزان بارندگی ماهانه استان قم مربوط به اسفندماه با ۲۹/۸ میلیمتر می‌باشد، ماه‌های بهمن، دی، اردیبهشت، فروردین و آذر در رتبه های بعدی قرار دارند، کمترین میزان بارندگی ماهیانه نیز مربوط به مرداد ماه می‌باشد که ندرتاً در آن بارندگی ثبت شده است [۲۶].



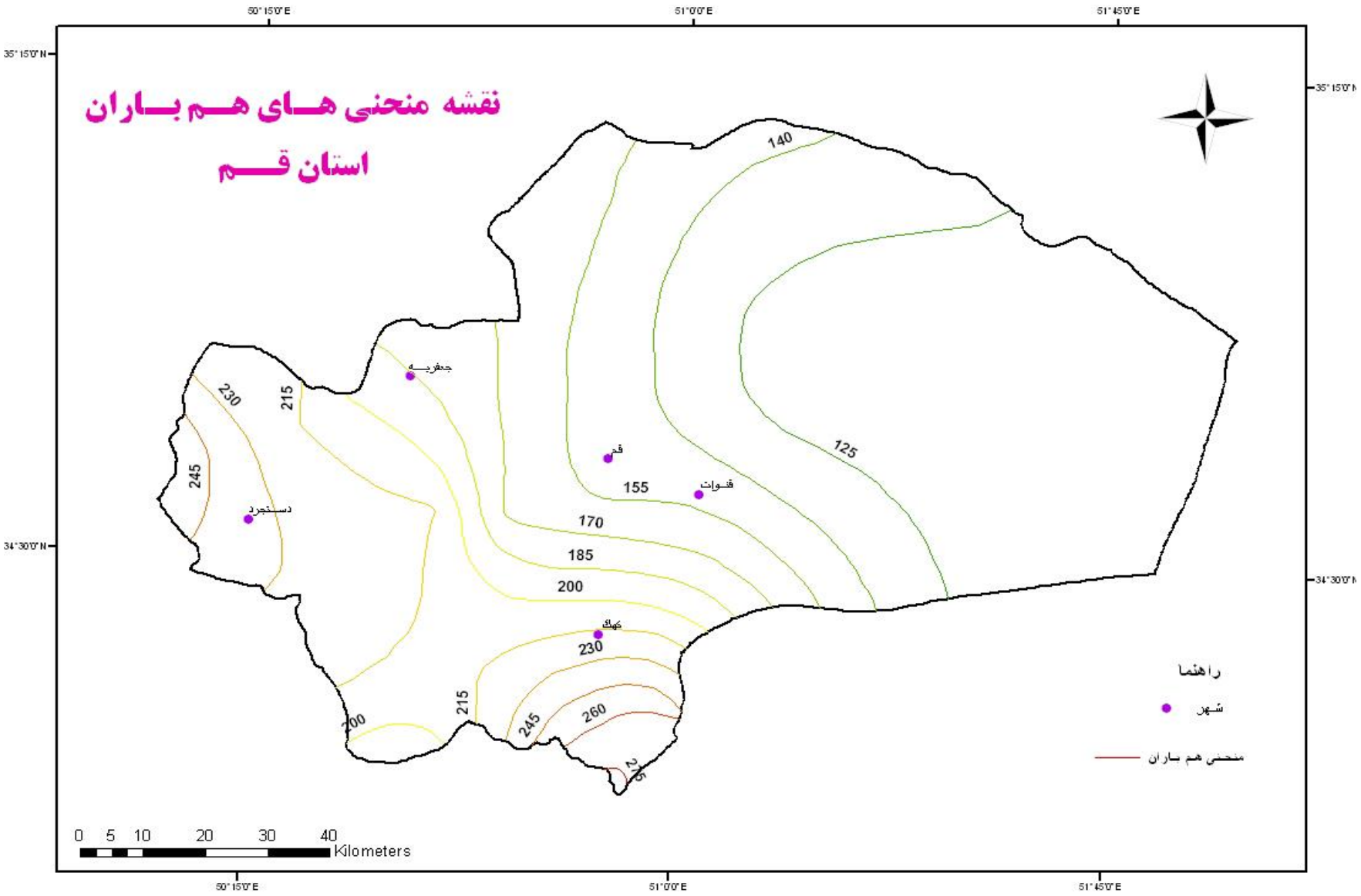
شکل ۳-۴- نمودار بارندگی سالیانه ایستگاه قم طی دوره آماری ۱۹ ساله(۶۶-۱۳۶۵ الی ۸۴-۱۳۸۳) [۵۶]

۳-۲-۲-۳- منحنی هم بارش استان: با استفاده از آمار بلند مدت متوسط سالیانه ایستگاه قم و استان‌های مجاور منحنی هم بارش استان ترسیم شده و در شکل ۳-۵ نمایش داده شده است. بر اساس این منحنی بیشترین بارش سالیانه متعلق به ارتفاعات جنوبی استان است و بخش شرقی استان از کمترین بارش سالیانه برخوردار می‌باشد [۲۶و۵۶].

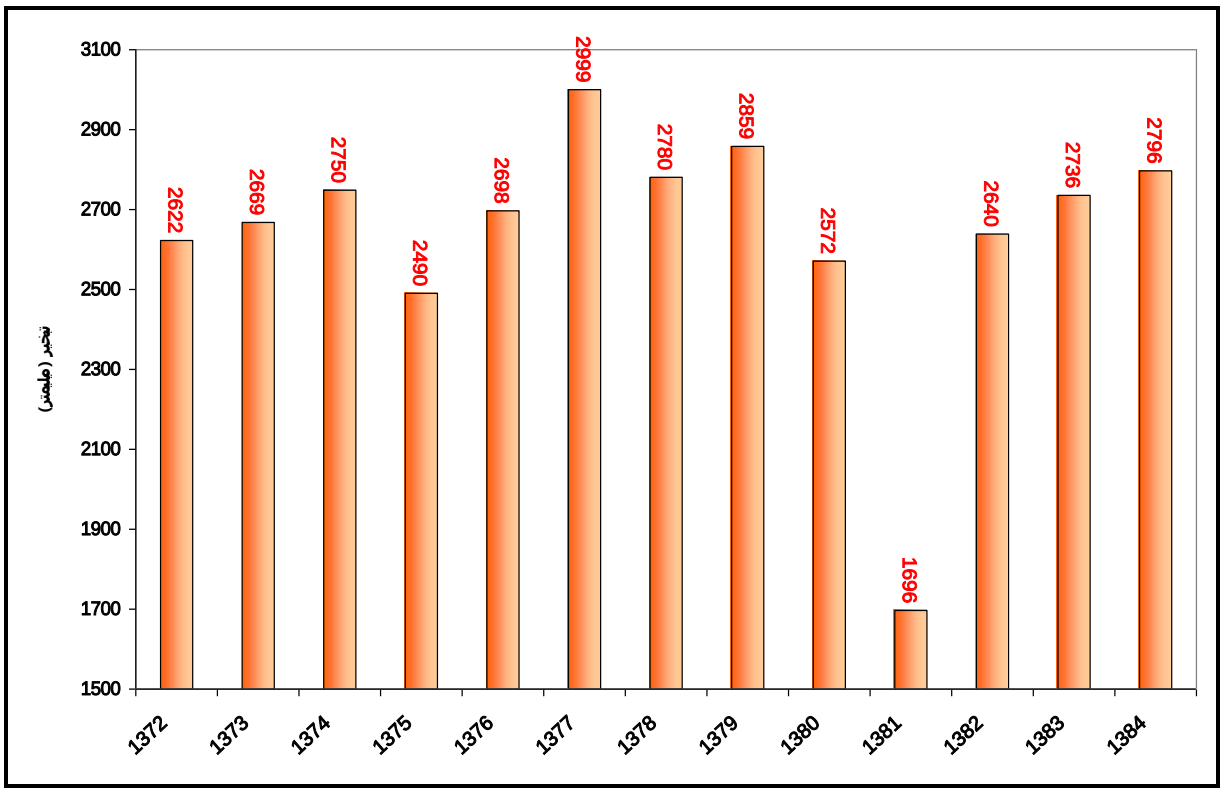
۳-۲-۳- تبخیر سالانه استان

مقدار تبخیر سالانه استان قم در یک دوره ۱۳ ساله آماری در حدود ۱۸۴۷ میلیمتر از سطح آزاد آب برآورد شده است. شکل ۳-۶ میزان تبخیر ایستگاه قم را در یک دوره آماری از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۴ نمایش می‌دهد.

بر اساس این شکل بالاترین تبخیر مربوط به سال ۱۳۷۷ با میزان ۲۹۹۹ میلیمتر بوده و کم‌ترین مقدار نیز مربوط به سال ۱۳۸۱ و به میزان ۱۶۹۶ میلیمتر بوده است.



شکل۳-۵- نقشه منحنی های همباران استان قم (میلیمتر)



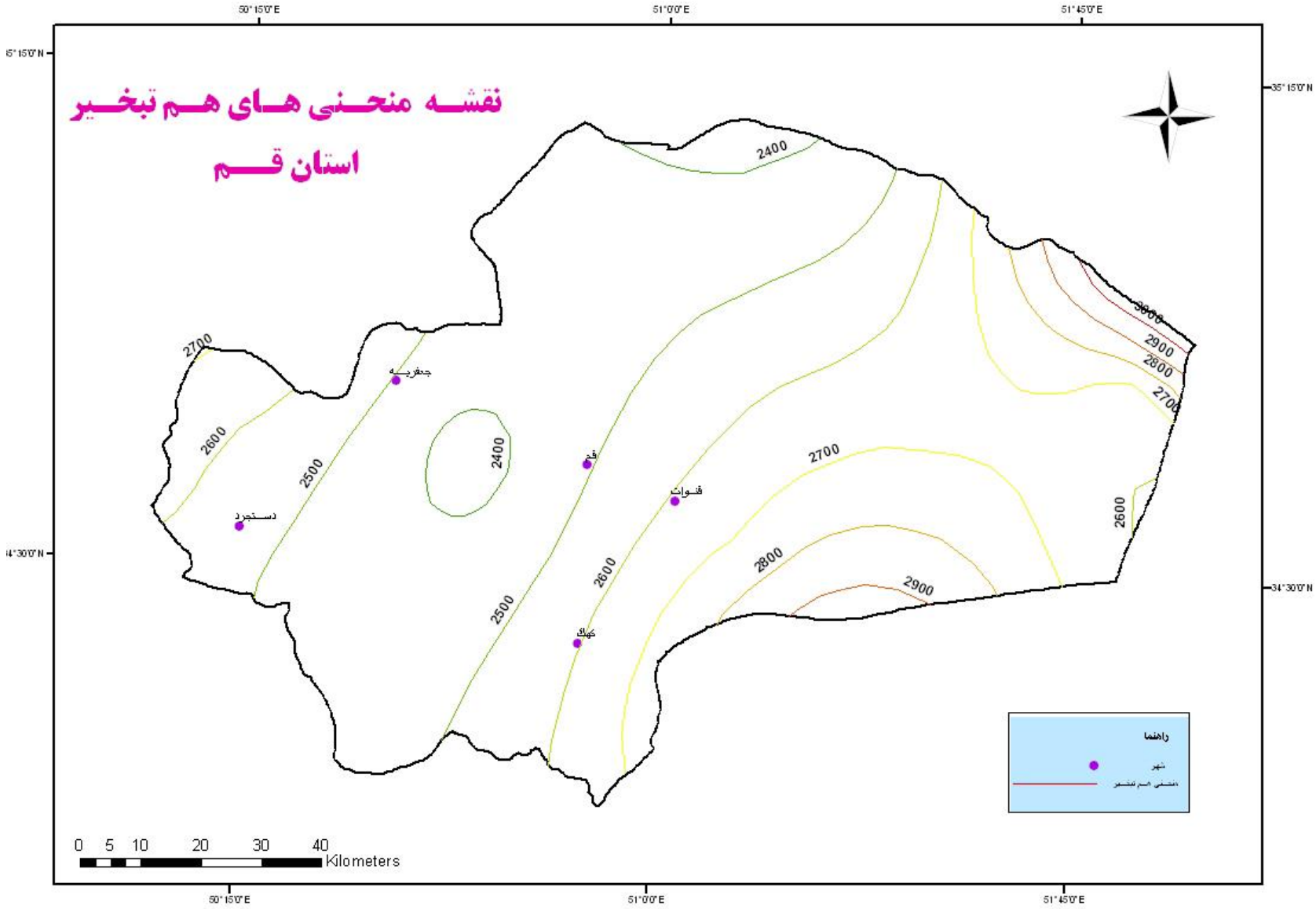
شکل ۳-۶- نمودار مقدار تبخیر سالانه قم طی دوره آماری ۱۲ ساله(۱۳۸۴-۱۳۷۲) [۵۶]

۳-۲-۳-۱- **تبخیر ماهانه:** حداکثر تبخیر مربوط به تیرماه با میانگین ۴۵۰ میلیمتر در ماه و کمترین تبخیر مربوط به بهمن ماه می‌باشد که نزدیک به صفر است [۲۶].

۳-۲-۳-۲- **منحنی هم تبخیر:** بر پایه داده‌های ایستگاه‌های موجود و مجاور استان نقشه منحنی‌های هم تبخیر استان تهیه شده که در شکل ۳-۷ مشاهده می‌شود. بر اساس این نقشه حداکثر تبخیر در نواحی شرقی استان و کم‌ترین میزان تبخیر نیز مربوط به مناطق مرتفع جنوب و غرب شهر قم می‌باشد [۲۶و۵۶].

۳-۲-۴- جریان باد

وزش باد به جریان وسیعی از هوا گفته می‌شود که ممکن است در مجاورت زمین و یا در سطوح فوقانی جو به وجود آید. جهت باد نیز به سمتی گفته می‌شود که باد از آن سمت می‌وزد و بر حسب درجه بیان می‌گردد که مبداء آن شمال جغرافیایی بوده و هم جهت با چرخش عقربه‌های ساعت، درجات آن افزایش می‌یابد.



شکل۳-۷- نقشه هم تبخیر استان قم (تبخیر از طشت) به میلیمتر

میزان تندی باد را سرعت باد می‌نامند. که برحسب نات (گره) و یا متر بر ثانیه و یا کیلومتر بر ساعت بیان می‌شود. برای بررسی سرعت وزش باد در استان قم از آمار و داده‌های ایستگاه سینوپتیک قم (شکوهیه) از زمان تاسیس تاکنون بهره گرفته شده است [۲۶].

۳-۲-۴-۱- بررسی ماهیانه باد: با استناد به داده‌های آماری ۱۸ ساله (۸۲-۱۳۶۵) ایستگاه سینوپتیک شکوهیه و داده‌های ارائه شده در جدول ۳-۳، فروردین ماه با ۲۱ درصد و شهریور ماه با ۲ درصد، بیشترین و کم‌ترین فراوانی جریان باد را دارا می‌باشند.

۳-۲-۴-۲- بررسی باد سالانه: به طوری که از جدول مزبور بر می‌آید،۵۲ درصد مشاهدات باد سالانه آرام و جهت باد غالب سالانه غربی است. سرعت متوسط سالانه باد ۲ متر بر ثانیه می‌باشد، سرعت حداکثر لحظه‌ای باد ۲۱/۵ متر بر ثانیه و جهت آن شمال غربی است. در ماه‌های سرد سال (مهر تا اردیبهشت ماه) اکثر بادهای رخ داده شدید و دارای جهت غربی و شمال غربی می‌باشد. در ماه‌های گرم سال (خرداد تا شهریور ماه) جهت بادهای شدید رخ داده از سمت غربی و شمال غربی تغییر جهت داده و عمدتاً شرقی می‌باشد [۱۹].

جدول ۳-۳- جهت، سرعت ، درصد بادهای غالب و باد آرام درایستگاه سینوپتیک قم، سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه[۲۶]

ایستگاه	پارامتر (ماه)	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	سالانه
قم	جهت باد غالب	غربی	غربی	غربی	غربی	غربی	غربی	شرقی	شرقی	شرقی	غربی	غربی	غربی	غربی
	سرعت باد غالب	۴/۱	۴/۱	۴/۶	۴/۲	۴/۳	۴/۶	۵	۴/۸	۳/۹	۳/۵	۳/۷	۳/۹	۴
	درصد باد غالب	۱۸/۹	۲۳/۴	۲۱/۶	۲۳	۲۴/۹	۱۸/۴	۳۷/۷	۳۶/۸	۲۰	۱۱/۷	۱۲/۱	۱۳/۵	۱۵/۵
	درصد باد آرام	۶۶/۶	۵۴/۶	۴۸/۵	۴۰/۹	۳۷/۴	۳۷/۱	۳۹/۶	۴۴/۷	۵۴/۲	۶۱/۵	۶۹	۷۲/۹	۵۲/۲
	جهت شدیدترین باد	غربی	شمال غربی	غربی	جنوب غربی	شمال غربی	غربی	شرقی	شمال شرقی	جنوب غربی	جنوب غربی	شمال غربی	غربی	شمال غربی
	سرعت شدیدترین باد	۱۴/۵	۲۰/۵	۱۸/۵	۱۴/۵	۲۱/۵	۱۳/۵	۱۵/۵	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۸/۵	۱۶/۵	۱۵/۵	۲۱/۵

	تاریخ وقوع به تقویم میلادی	۸۷-۳۰	۹۰-۱۶	۱۴-۹۰	۸۷-۲۶	۹۰-۱۲	۹۲-۱	۸۸-۶	۹-۹۳	۹۵-۲۵	۲۳-۸۶	۲۵-۹۵	۸۹-۵	۹۰
	متوسط سرعت باد	۱/۲	۱/۸	۲/۱	۲/۵	۲/۶	۲/۷	۲/۸	۲/۵	۱/۷	۱/۳	۱	۱	۲

۳-۳- آب های زیرزمینی استان

یکی از مسائل مهم در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک، شرایط سفره‌های آب‌های زیرزمینی منطقه می‌باشد. از آن جا که نشت شیرابه و ورود آنها به داخل آبخوان‌ها می‌تواند خطرات زیادی را برای سلامت انسان‌ها و محیط زیست ایجاد کند، لذا مطالعه منابع آب زیرزمینی (چاه، چشمه، قنات) و آبخوان‌های منطقه امری حائز اهمیت می‌باشد.

از نظر منابع آب، استان قم به ۶ محدوده تقسیم شده است، این محدوده‌ها می‌تواند شامل مناطق کوهستانی و دشت باشد [۵]. جدول ۳-۴ برخی از مشخصات این محدوده‌ها را نشان می‌دهد.

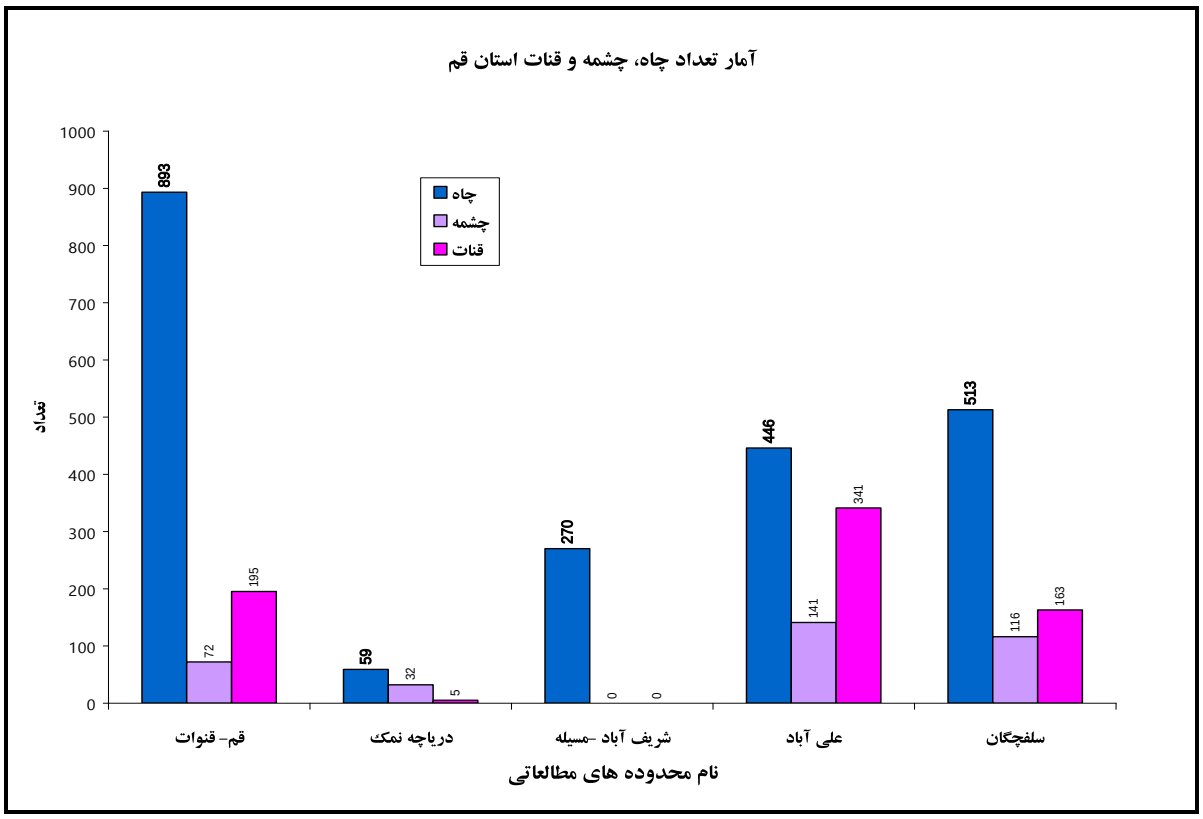
جدول ۳-۴- خلاصه مشخصات محدوده‌های استان قم

نام محدوده مطالعاتی	وسعت (کیلومتر مربع)		ارتفاع متوسط
	مساحت کل	مساحت دشت	
دریاچه نمک	۸۱۶۳	۶۰۱۱	۹۲۵
مسیله	۱۴۹۶	۱۴۵۱	۸۳۷
شریف آباد	۴۴۹	۲۸۹	۵۰
قم	۴۱۲۶	۱۲۴۶	۱۲۴۶
سلفچگان	۳۷۵۸	۱۷۹۱	۱۵۳۵
علی آباد	۲۰۹۹	-	-

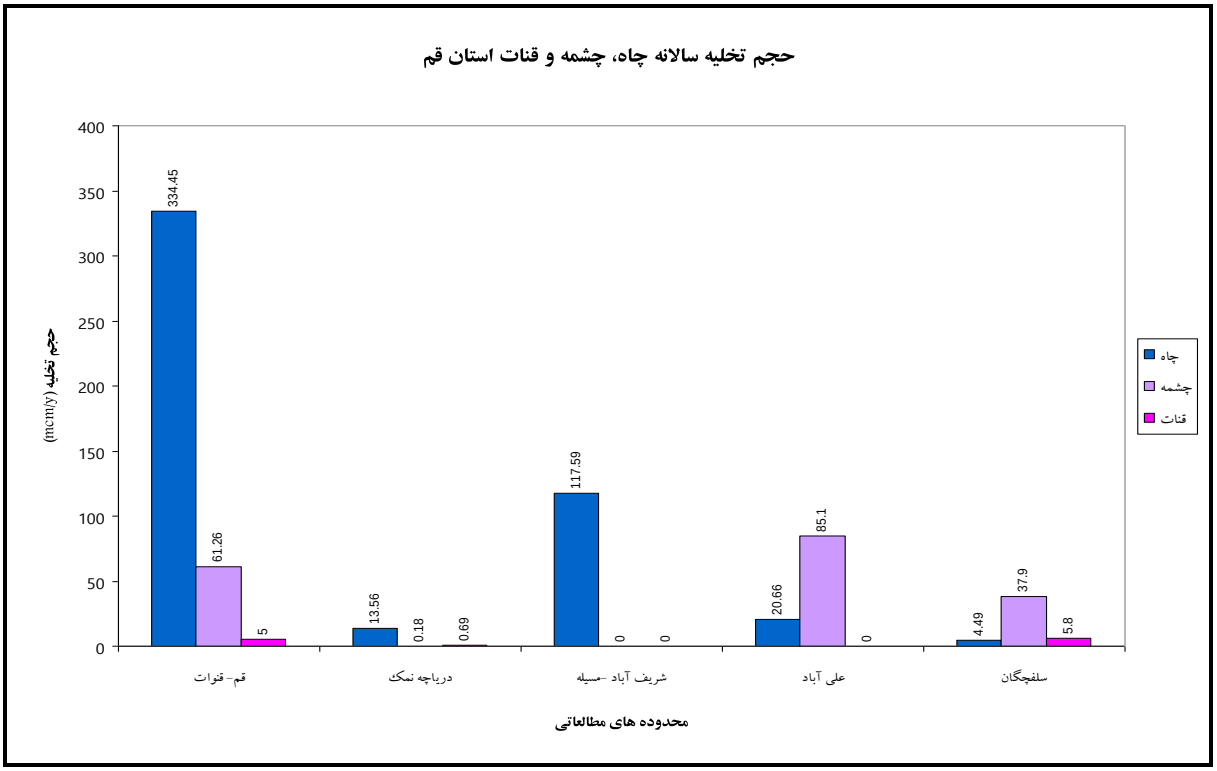
۳-۳-۱- منابع بهره برداری آب زیرزمینی استان قم

در استان قم با توجه به میزان اندک بارندگی و آب‌های سطحی، جهت مصرف شرب، کشاورزی و صنعت به طور وسیعی از منابع آب زیرزمینی (چاه، چشمه و قنات) بهره گرفته می‌شود. به طور کلی در استان قم ۲۱۸۱ حلقه چاه، ۷۰۴ رشته قنات و ۳۶۱ حلقه چشمه گزارش شده است [۶،۵و۷]. اشکال ۳-۸ و ۳-۹ آمار مربوط به تعداد منابع آب زیرزمینی و حجم تخلیه آن‌ها را در محدوده‌های مطالعاتی استان نمایش می‌دهد.

موقعیت منابع آب زیرزمینی استان (چاه و چشمه و قنات در شکل ۳-۱۱ نمایش داده شده است)



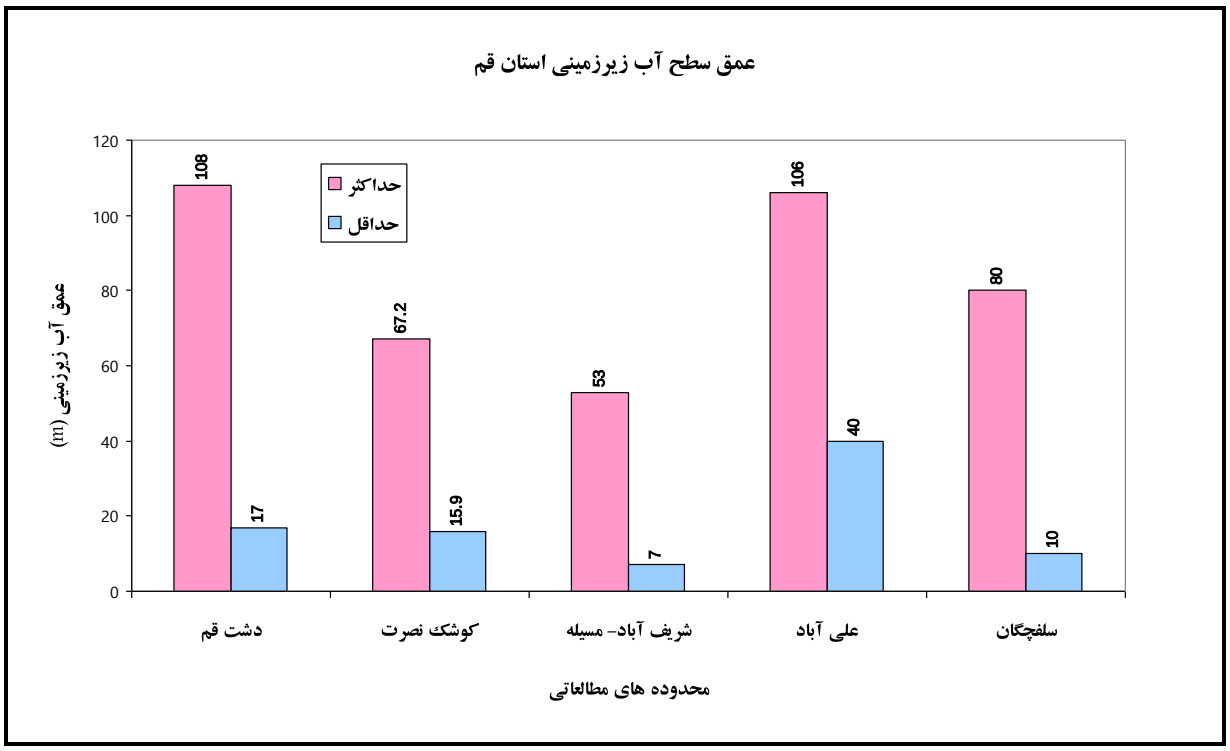
شکل ۳-۸- تعداد چاه ، چشمه و قنات در مناطق مختلف استان قم



شکل ۳-۹- حجم تخلیه سالانه چاه ها، چشمه ها و قنوات در نواحی مختلف استان قم

۳-۳-۲- عمق سطح آب های زیرزمینی استان

با توجه به آمار شبکه پیزومتری موجود در استان، آمار مربوط به عمق سطح آب زیرزمینی محدوده‌های مطالعاتی استان استخراج گردید[۲]. شکل ۳-۱۰ مقادیر حداقل و حداکثر عمق سطح آب زیرزمینی محدوده‌های مختلف استان را نمایش می‌دهد.



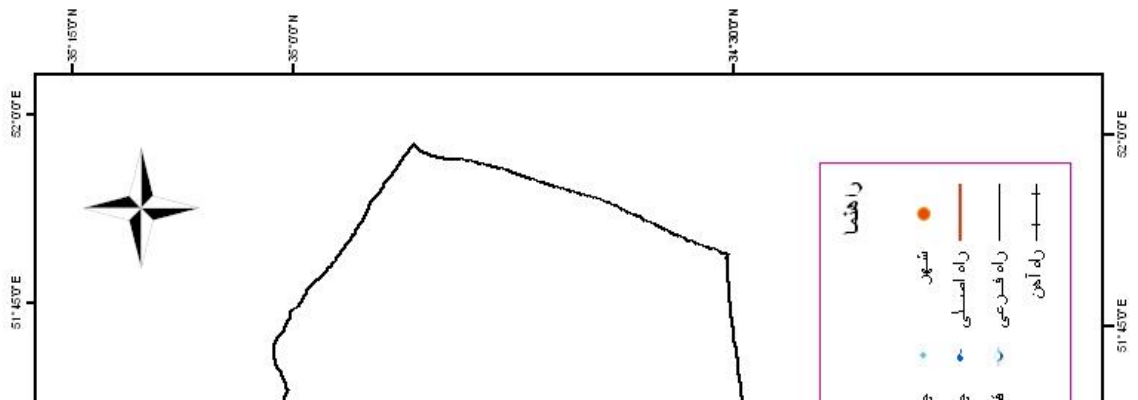
شکل ۳-۱۰- حداکثر و حداقل عمق آب زیرزمینی در نواحی مختلف استان قم

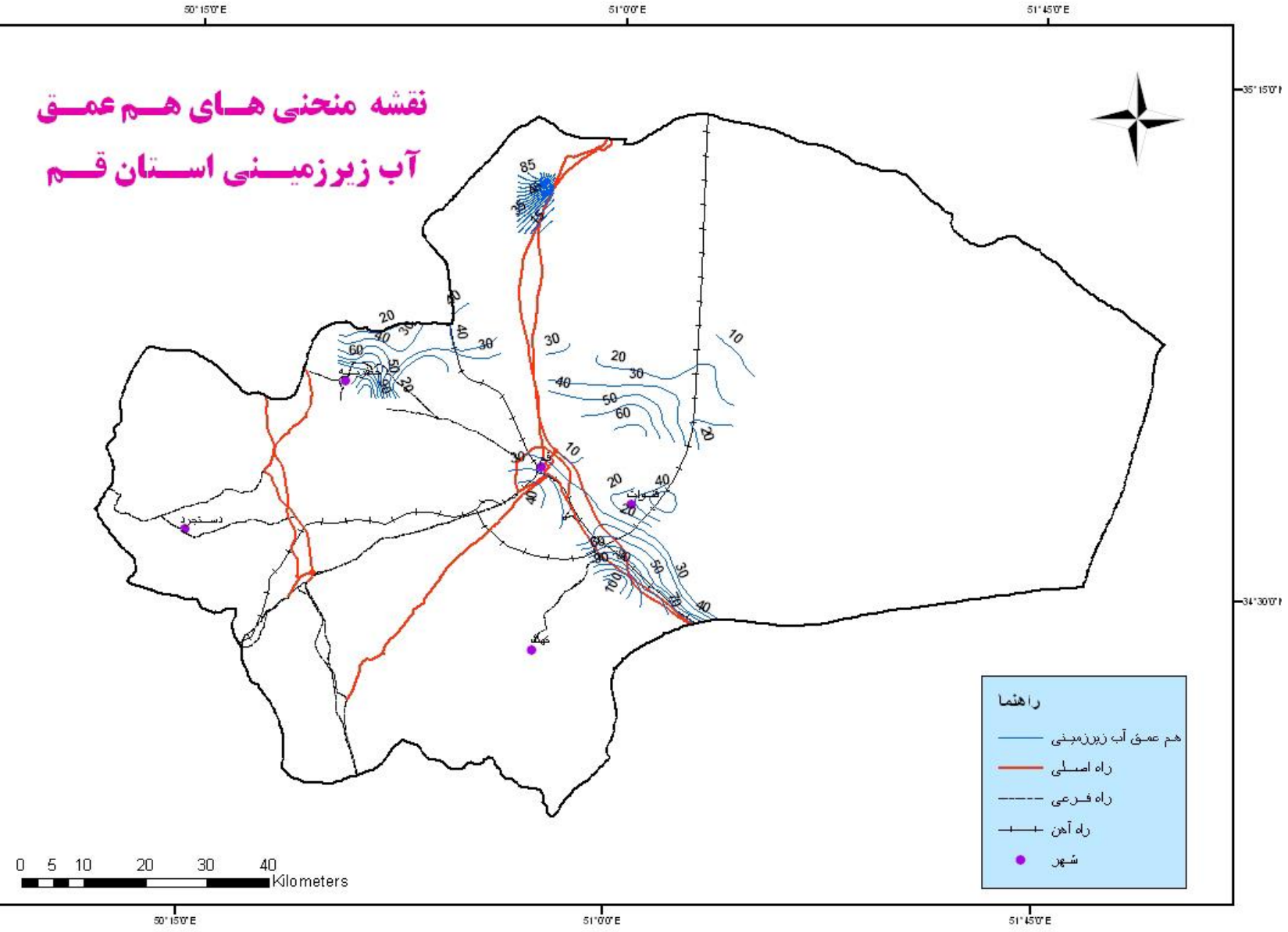
۳-۳-۳- جهت جریان آب زیرزمینی

به منظور تعیین جهت و مسیر جریان آب زیرزمینی در دشت های استان قم از نقشه هم پتانسیل استان قم بهره گرفته شده است (شکل های ۳-۱۲ و ۳-۱۳).

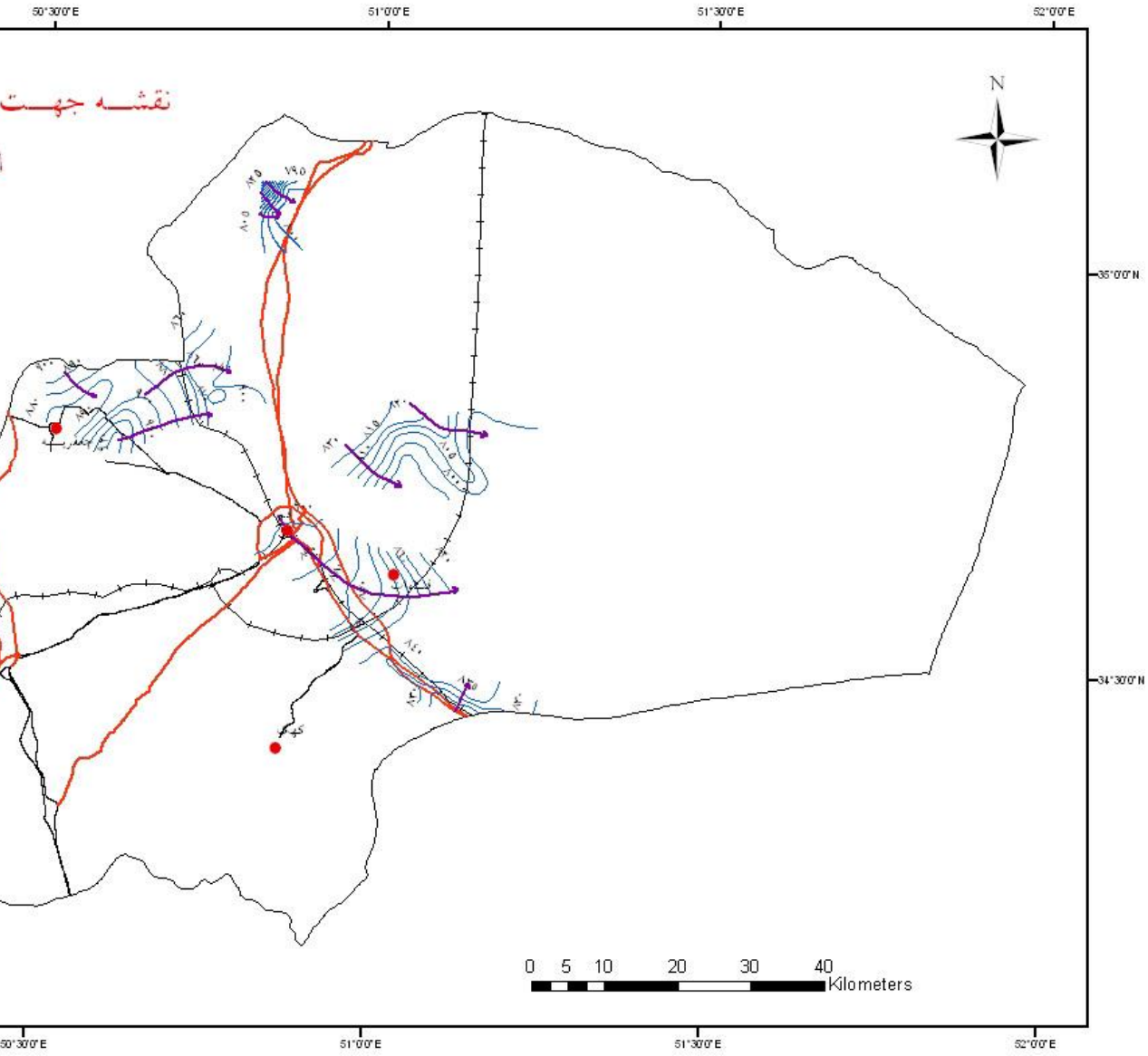
۳-۴- هیدرولوژی استان

یکی از پارامترهای موثر در امر مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک شناسائی و مطالعه منابع آب سطحی (رودخانه های دائمی، فصلی، دریاچه ها، سدها و بندها) می‌باشد (شکل های ۳-۱۲ و ۳-۱۳).





شکل ۳-۱۲: نقشه منحنی های هم عمق آب زیرزمینی استان قم [۲]



شکل ۳-۱۳: نقشه جهت جریان آب زیرزمینی استان قم [۲]

استان قم خروجی آبریز رودخانه‌های جاجرود،کرج، شور، قمرود و قره‌چای محسوب می‌گردد، قسمت عمده استان تحت تاثیر دو رودخانه قمرود و قره‌چای می‌باشد. علاوه بر آن‌ها رودخانه‌های فصلی و محلی متعددی نیز در زمره منابع آب‌های سطحی این استان قرار می‌گیرند.

۳-۴-۱- رودخانه‌های مهم استان

۳-۴-۱-۱- قمرود: این رودخانه از دامنه‌های شمالی زاگرس سرچشمه گرفته و سرشاخه های بزرگی نظیر دربند و خمین به آن پیوسته و نهایتاً از جنوب وارد استان می‌گردد. قمرود پس از عبور از دشت قم همراه با رودخانه قره‌چای تشکیل رود مسیله را می‌دهد. بخش بزرگی حوضه آبریز قمرود در خارج از استان قم قرار گرفته است.

مساحت حوضه آبریز این رودخانه در محل ایستگاه هیدرومتری شاد آباد ۱۴۱۸۵ کیلومتر مربع می‌باشد، آبدهی قمرود در زمستان و بهار زیاد و در تابستان و پاییز کم می‌باشد. سد پانزده خرداد بر روی این رودخانه و در خارج از استان احداث شده است. هدف از احداث این سد تنظیم جریان رودخانه و تامین ۴۰ میلیون مترمکعب آب شرب شهر قم و نیاز آب کشاورزی است. شاخه‌های فرعی این رودخانه به قرار زیر می‌باشند [۲۳]:

الف- رودخانه سلمان: این رودخانه از کوه خستک در ۵۲ کیلومتری جنوب غربی شهر قم سرچشمه می‌گیرد و در ۱۰ کیلومتری جنوب شهر قم به رودخانه قمرود می‌پیوندد. از زیر شاخه‌های این رودخانه می‌توان به رودخانه هشت بند در ۳ کیلومتری شمال شرق آبادی طلاب اشاره کرد.

ب- رودخانه شور: این رودخانه از کوه شاه تختی در ۵ کیلومتری جنوب شهر قم سرچشمه گرفته در روستای طالقان به رودخانه قمرود می‌پیوندد. از شاخه‌های آن می‌توان به قره سو اشاره کرد که در ۲ کیلومتری شمال شرق آبادی طالقان به رودخانه شور می‌پیوندد.

۳-۴-۱-۲- قره‌چای: منشا قره‌چای خارج از استان قم قرار دارد و این استان خروجی این رودخانه محسوب می‌گردد. دشت ساوه در استان مرکزی در حوضه آبریز قره چای قرار دارد و بخش شرقی این دشت

که تحت عنوان محدوده علی آباد بدان اشاره شده است در استان قم واقع است. این رودخانه پس از عبور از این دشت به قمرود پیوسته رودخانه مسیله را تشکیل می‌دهد [۲۳]. شاخه‌های فرعی این رودخانه به قرار زیر می‌باشند:

الف- رودخانه طغرود: این رودخانه در غرب شهرستان قم جریان دارد و در ۲ کیلومتری جنوبی آبادی شریف آباد به این رودخانه می‌پیوندد. از شاخه‌های فرعی این رودخانه می‌توان به دستجرد اشاره کرد [۵۲].

ب- رودخانه سولقان: از شاخه‌های فصلی این رودخانه بوده که در شمال غرب شهرستان قم جریان دارد. از شاخه‌های فرعی این رودخانه می‌توان به آغلک اشاره کرد که در ۲ کیلومتری جنوب غرب آبادی آوه به رودخانه سولقان می‌پیوندد.

ج- رودخانه لک شور: این رودخانه در مرکز شهرستان قم جریان دارد و در ۱۰ کیلومتری شمال غرب روستای البرز به رودخانه قره‌چای می‌پیوندد.

۳-۴-۲- رودخانه‌های فصلی استان

علاوه بر دو رودخانه اصلی استان و شاخه‌های مربوط به آن، جریان‌های سطحی دیگری نیز در استان وجود دارند که در فصول پر باران جریان دارند، در ادامه این رودخانه‌ها معرفی می‌شوند [۲۳].

۳-۴-۲-۱- رودخانه دره باغ: از رودخانه‌های فصلی و مستقل دریاچه نمک است که در جنوب شهرستان قم جریان دارد و از کوه هفت سرحوض واقع در ۲۱ کیلومتری شمال شرق نراق سرچشمه می‌گیرد. از شاخه‌های این رودخانه می‌توان به رودخانه فردو اشاره کرد. این رودخانه در ۲ کیلومتری شمال کهک به دره باغ می‌پیوندد.

۳-۴-۲-۲- رودخانه وشنوه: از شاخه‌های مستقل زیرحوضه دریاچه نمک است که در جنوب شرق شهرستان قم جریان دارد و از کوه های گرگ و الوند در اطراف شهر نراق سرچشمه می‌گیرد.

۳-۴-۲-۳- رودخانه جاجرود و کرج: رودخانه‌های جاجرود و کرج پس از پیوستن به یکدیگر از شمال وارد استان شده و رسوبات خود را نهایتاً به دریاچه نمک تخلیه می‌نمایند.

۳-۴-۳- دریاچه‌های استان

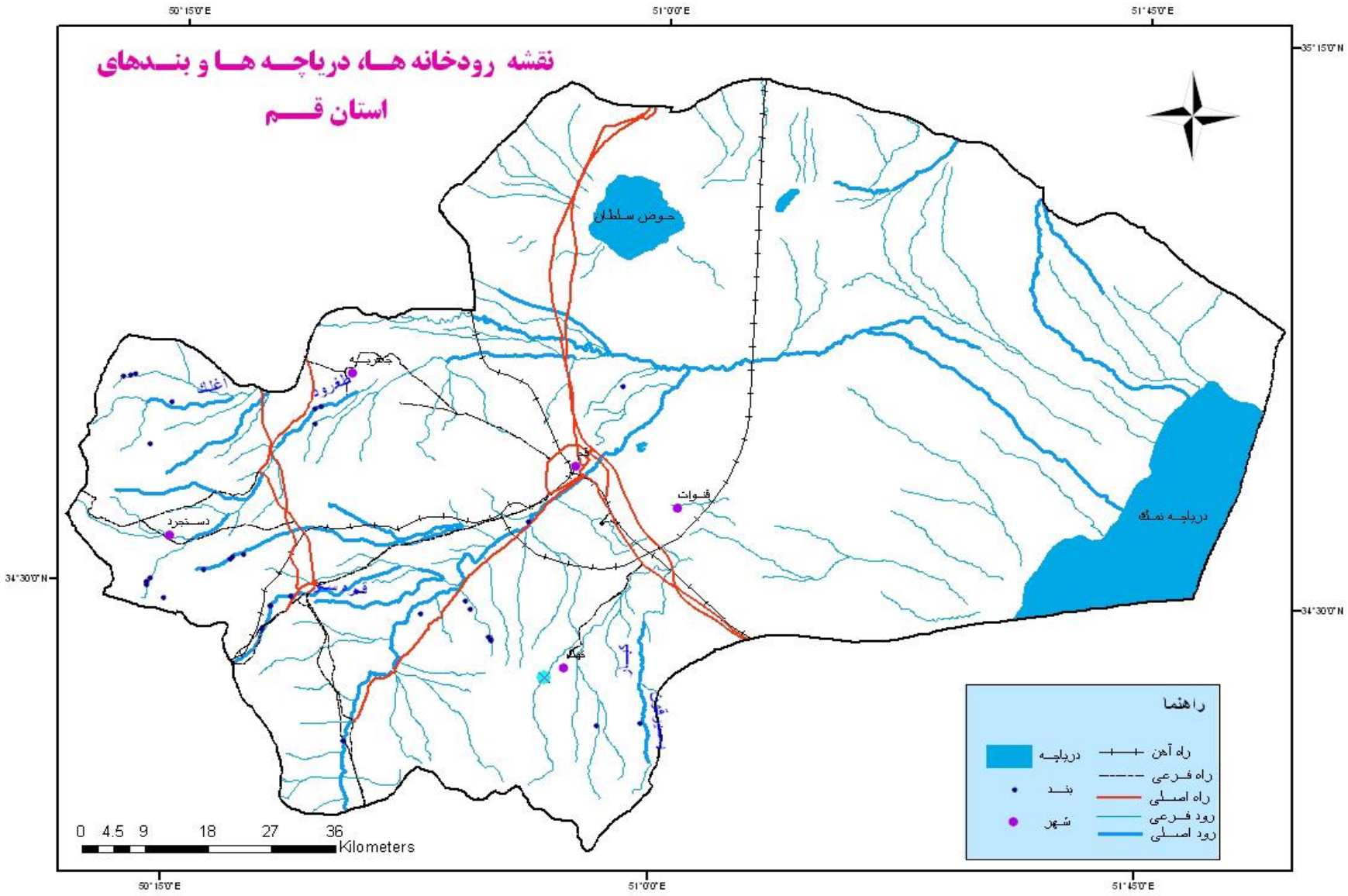
۳-۴-۳-۱- دریاچه نمک: این دریاچه از نظر جغرافیایی در شرق استان قم و بین استان‌های قم، سمنان و اصفهان قرار دارد. مساحت تقریبی دریاچه ۱۸۰۶ کیلومتر مربع است و وسعت آن در استان قم در حدود ۶۴۰۰۰ هکتار می‌باشد. در برخی از سواحل آن پوشش گیاهی مشاهده نمی‌شود، اما در برخی حاشیه‌ها انبوهی از گیاهان شورپسند رشد کرده‌اند. فرسایش بادی و اختلاف درجه حرارت در اطراف دریاچه سبب متلاشی شدن سنگ ها و ایجاد تپه‌های شنی شده است. احداث سدهای پانزده خرداد و ساوه سبب کاهش ورودی آب به این دریاچه شده و این امر سبب خشکیدن و فروکش کردن تدریجی آب دریاچه شده است [۴۵].

۳-۴-۳-۲- دریاچه حوض سلطان: فروافتادگی نامتقارنی با ۳۳۰ کیلومتر مربع وسعت در ۳۵ کیلومتری شمال قم و ۸۵ کیلومتری جنوب تهران می‌باشد که از حاشیه بزرگ راه تهران- قم قابل مشاهده می‌باشد. این دریاچه دو چاله جدا از هم یکی به نام حوض سلطان و دیگری حوض مره است که با آبراهه باریکی وصل می‌شوند، حوض سلطان و حوض مره با رواناب‌های سطحی تغذیه می‌شوند. رسوبات حوض سلطان بیشتر از نوع گچ و نمک و مارن است، بر اساس بررسی‌های لرزه نگاری و حفاری لایه نمک تا عمق ۴۶ متری ادامه دارد [۴۵].

۳-۴-۴- سدها و بندهای استان

جهت مهار آب‌های سطحی استان قم ۶ بند انحرافی شامل بندهای ۱۹ دی، بند انحرافی کرمجگان، سد انحرافی زواریات، حاجی آباد، سفت، خدیجه خاتون و ۸ سد به نام‌های سلفچگان، کبار، غدیر ساوه، پانزده

خرداد، سد شاه اسماعیل، سد امام زاده اسماعیل و سد کبار بر روی رود بیرقان و سد سنجگان احداث شده است. سد های انحرافی متعددی نیز در سطح استان بر روی رود های مختلف زده شده است، که هدف از آنها



شکل ۳-۱۴ - موقعیت رودخانه ها ، دریاچه ها و بندهای استان قم

انحراف آب رودها به کانال‌های آبیاری در زمین‌های زراعی است. سد مخزنی ۱۵ خرداد مهمترین سد در نزدیکی استان می‌باشد که بر روی رودخانه قمرود در عباس آباد واقع در محور دلیجان ساخته شده است و در سال ۱۳۷۳ مورد بهره برداری قرار گرفته است. این سد به طور متوسط ۲۰۰ میلیون متر مکعب آب را در سال کنترل می‌نماید و هدف از ساخت آن علاوه بر تامین آب کشاورزی، آب شرب مورد نیاز شهر قم بوده است. لازم به ذکر است که قمرود و در بخش علیا تا ناحیه نیزار شیرین می‌باشد اما بعد از آن به دلیل عبور از روی تشکیلات گچی و نمکی شور است [۴۵].

۳-۵- ژئوموفولوژی استان

چگونگی تشکیل و تکوین اشکال توپوگرافی سطح زمین را ژئومورفولوژی می‌نامند. سه واحد ژئومورفولوژیکی اصلی در استان قم شناسائی شده است که در جدول ۳-۵ بدان اشاره گردیده است.

جدول ۳-۵- واحدهای ژئومورفولوژیکی استان قم[۴۵]

نام واحد	مساحت(کیلومتر مربع)	درصد سطحی
نواحی کوهستانی	۱۱۶۴	۱۰/۹۲
تپه‌ها و نواحی پایکوهی	۲۵۶۰	۲۲/۲۴
دشت‌ها	۷۴۵۰	۶۶/۲۹

۳-۵-۱- نواحی کوهستانی

۳-۵-۱-۱-جنوب استان: ارتفاعات این نواحی عموماً متشکل از سنگ‌های آهکی و ماسه‌ای و بعضاً آذرین با شیب بین ۶۰ تا ۱۰۰٪ می‌باشد. فرسایش در این مناطق بسیار شدید است. ارتفاعات اردهال با قللی به ارتفاع بیش

از ۳۰۰۰ متر در این بخش قرار دارند. سایر کوه‌های مرتفع این بخش: کوه علیق، کوه لارها، کوه کرک، کوه مامو و کوه پلنگ آبی نام دارند.

۳-۵-۱-۲- غرب استان: در این بخش دامنه‌های شرقی ارتفاعات مشرف به تفرش قرار دارد. کوه خاکو با ارتفاع ۲۶۰۰ متر در این ناحیه قرار دارد.

۳-۵-۱-۳- مرکز استان: در مرکز استان در اطراف شهر قم، کوه‌های نسبتاً کم ارتفاعی از گچ و نمک و مارن‌های الوان رسی و آهکی با شیبی بین ۳۰ تا ۶۰ درصد قرار دارند. از کوه‌های معروف این ناحیه می‌توان به کوه نمک با ارتفاع ۱۶۰۹ متر و کوه دو برادران اشاره کرد.

۳-۵-۲-تپه‌ها و نواحی پایکوهی

این نواحی به طور عمده در پای ارتفاعات جنوب و غرب استان قرار دارد و از رسوبات ریز و درشت به شکل مخروط افکنه‌های بزرگ و کوچک ساخته شده و به علت نفوذپذیری بالا از سفره‌های آب زیرزمینی غنی است این ناحیه شامل بخش‌های زیر است:

۳-۵-۲-۱- تپه‌ها و نواحی مرتفع: این تپه‌ها با شیبی در حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد و ارتفاعی در حدود ۸۰۰ تا ۱۶۰۰ متر، متشکل از سنگ‌های سخت آهکی و ماسه‌ای و آتشفشانی است. گسترش این ناحیه در مناطق جنوبی استان می‌باشد.

۳-۵-۲-۲- تپه‌های کم ارتفاع ممتد: این تپه‌ها سنگ‌هائی از جنس آهک و کنگلومرا دارند و شیب در حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد و ارتفاع آن‌ها بین ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ متر می‌باشد. شیب این مناطق تند و فرسایش آن زیاد می‌باشد. این ناحیه بیشتر در غرب و جنوب استان پراکنده است.

۳-۵-۲-۳- تپه‌های کم ارتفاع: این تپه‌ها با شیبی بین ۲۰ تا ۳۰ درصد و ارتفاعی در حدود ۸۰۰ تا ۱۱۰۰ متر، از مواد سست مارنی، رسی گچی و نمکی ایجاد شده‌اند. در بعضی قسمت‌های این بخش واریزه‌های بادبزنی نیز دیده می‌شوند. این ناحیه به طور پراکنده در تمام استان دیده می‌شود.

۳-۵-۲-۴- آبرفت‌ها و واریزه‌ها: آبرفت و واریزه‌های سنگریزه‌دار با شیب عمومی ۳ تا ۵ درصد در مرکز، جنوب و غرب استان پراکنده هستند.

۳-۵-۳- دشت‌ها

استان قم به طور کلی سرزمینی هموار می‌باشد و از دشت‌های پهناوری با ارتفاع متوسط کمتر از ۱۵۰۰ متر تشکیل شده است، که شامل موارد زیر می‌باشد:

۳-۵-۳-۱- دشت‌های دامنه‌ای: این دشت‌ها شیب بسیار ملایمی داشته و از مواد سخت و نرم کوه‌های اطراف ایجاد شده و شیبی بین ۱ تا ۲ درصد دارند. در سطح استان دشت‌های دامنه‌ای به گروه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند که به شرح زیر می‌باشد:

الف- دشت‌های دامنه‌ای و آبرفت‌های بادبزنی مسطح

ب- دشت‌های دامنه‌ای و واریزه‌های بادبزنی همراه با مواد سست نمکی

ج: دشت‌های دامنه‌ای مسطح با شوری و قلیائیت زیاد

این دشت‌ها اکثراً نواحی شرق و شمال شرق و شمال غرب استان را در برگرفته است.

۳-۵-۳-۲- اراضی پست و شور: این نواحی در اطراف فرورفتگی‌های نمکی با شیبی کمتر از ۰/۵ درصد قرار دارند، گسترش این نواحی بیشتر در بخش‌های شرق و شمال استان می‌باشد.

۳-۵-۳-۳- دشت های سیلابی: دشت‌های سیلابی مسطح با تعداد بسیار زیادی آبراهه‌های کم عمق و شوری و قلیائیت بسیار زیاد در شرق و شمال شرق استان گسترش وسیعی دارند. از جمله دشت‌های سیلابی می‌توان به دشت‌های قم، سلفچگان و نیزار، دشت کهک و دشت خلجستان اشاره کرد.

۳-۶- شیب و توپوگرافی استان

روند عمومی عوارض توپوگرافی و مورفولوژیکی در منطقه از غرب به سمت شمال شرق است. تنوع عوارض طبیعی و گوناگونی واحدهای اراضی در نواحی جنوب غرب منطقه (کوهستانی) به سمت شمال شرق (سرزمین هموار)، موجب کاهش تدریجی شیب از جهت جنوب غربی به سمت شمال شرق گردیده است. لذا مساحت قابل توجهی از نواحی شمال شرقی منطقه را سرزمین‌های هموار و کم شیب حاشیه دریاچه نمک و دریاچه حوض سلطان می‌پوشاند، در صورتی که متقابلاً در نواحی جنوب غربی ارتفاعات و شیب اراضی از چشم اندازهای مهم به حساب می‌آید. لذا می‌توان گفت تغییرات شیب در منطقه ناشی از تنوع عوارض طبیعی است. شکل ۳-۱۵ نقشه طبقه بندی شیب استان را نمایش می‌دهد.

۳-۷- خاکشناسی استان

خاک های استان قم با توجه به شرایط آب و هوائی خشک موجود در منطقه از نوع اریدریک[۱] می‌باشد. این خاک‌ها ممکن است دارای پوسته‌های سطحی [۲] در سطح زمین باشند و عمق خاک بر روی سنگ بستر نیز کم می‌باشد. در این رژیم رطوبتی، آبشوئی وجود ندارد و یا بسیار کم می‌باشد، در صورتی که در مواد مادری

این خاک‌ها املاح محلول وجود داشته باشد، در افق‌های خاک تجمع می‌یابند. با توجه به اختلاف بالای درجه حرارت روز و شب در منطقه از نظر رژیم حرارتی تیپ خاک‌های منطقه از نوع ترمیک[۳] می‌باشد، در این مناطق تبخیر و تعرق بالا بوده و شوری خاک زیاد و حاوی گچ فراوان می‌باشد [۱۳].

۳-۷-۱- فرسایش پذیری

با وجود بارندگی کم در استان قم، ولی رخنمون سنگ‌های با فرسایش پذیری بالا و نیز پستی و بلندی فراوان سبب می‌گردد، حتی با بارندگی‌های کم نیز فرسایش قابل توجه محلی ایجاد نماید. آنچه مسلم است در استان با توجه به شرایط خاص آب و هوائی در اغلب مناطق فرسایش بادی بیش از فرسایش آبی می‌باشد. با در نظر گرفتن عوامل تاثیرگذار در فرسایش، خاک‌های استان از مناطق بدون فرسایش تا فرسایش پذیری خیلی زیاد طبقه بندی می‌شوند (شکل ۳-۱۶) [۱۳].

۳-۷-۱-۱- مناطق بدون فرسایش: این مناطق در اطراف شهر قنوات، جنوب شرقی بخش مرکزی قم و بخشی از شمال غرب، که عموماً مناطق گودی می‌باشند تشکیل شده است. همچنین دشت‌های مسطحی که به دلیل شرایط مناسب سطح زمین و خاک تحت کشاورزی آبی هستند و پوشش گیاهی دارند نیز مناطق بدون

1- Aridic

2- Crusty Surface

3- Thermic soil

فرسایش محسوب می‌گردند. کل این محدوده مساحتی برابر ۱۶۳۶۶۲ هکتار دارد.

۳-۷-۱-۲- مناطق با فرسایش کم: بخش وسیعی از استان قم در این رده قرار می‌گیرد، به جز بخش‌هائی از حاشیه‌های بخش مرکزی قم، قنوات، اطراف دریاچه‌های حوض سلطان و نمک و قسمت‌هائی از بخش‌های شمالی و جنوبی استان تقریباً بقیه قسمت‌ها در این رده قرار دارند. مساحت این رده در حدود ۵۴۱۰۱۶ هکتار می‌باشد.

۳-۷-۱-۳- مناطق با فرسایش متوسط: مناطقی در شمال شهر کهک و دهستان فردو، همین طور بخش‌هائی از خلجستان و دهستان‌های دستجرد که در آن‌ها آبراهه‌های متعددی جریان دارند در این رده قرار می‌گیرند. سطح کل در بردارنده این رده در حدود ۳۱۸۵۲۴ هکتار می‌باشد.

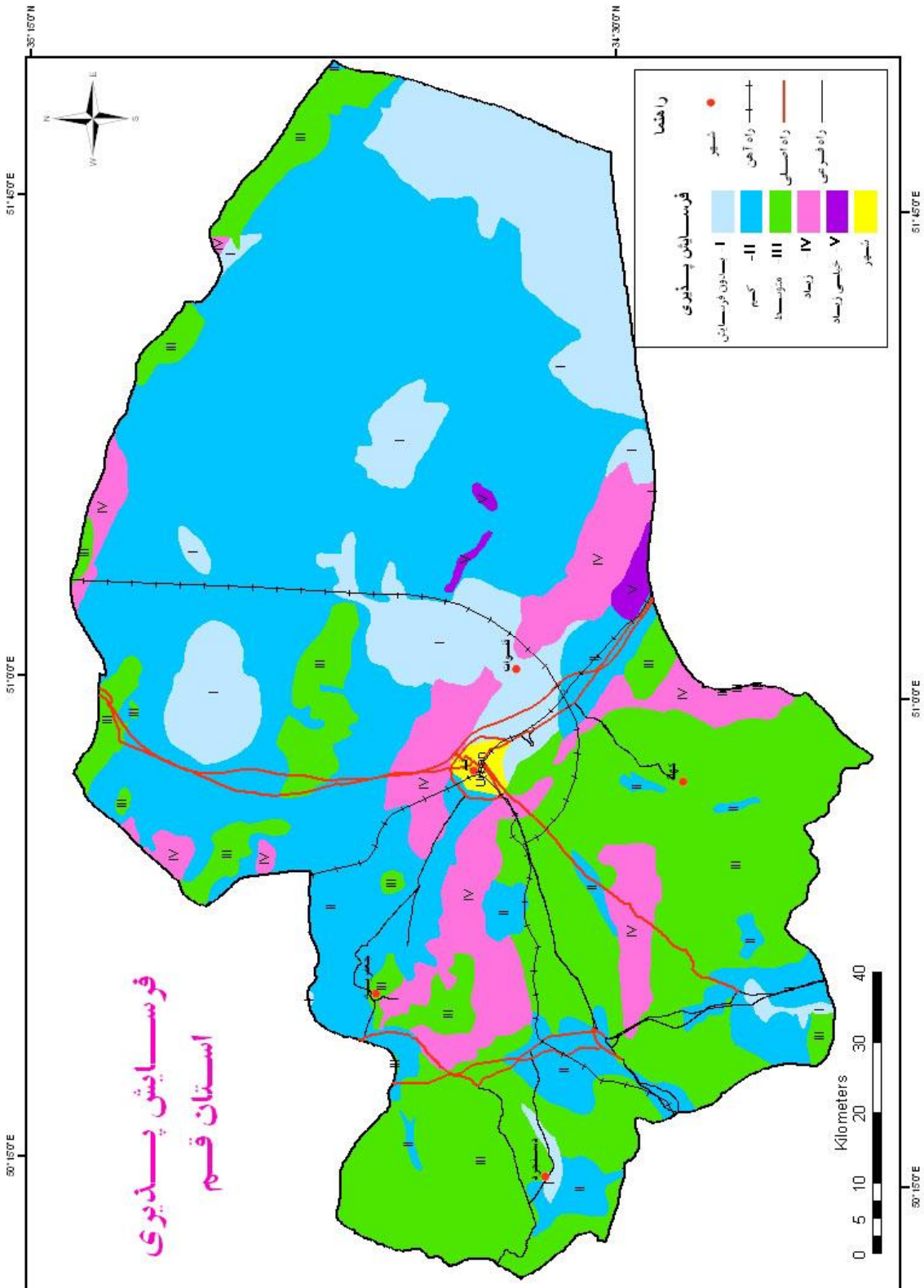
۳-۷-۱-۴- مناطق با فرسایش زیاد: مناطق نسبتاً قابل توجهی در جنوب قنوات، شمال شرقی شهر قم، جنوب جعفریه، شمال و شمال غرب سلفچگان و حاشیه شرقی کهک در این طبقه قرار می‌گیرند. وسعت این رده در حدود ۱۱۲۶۳۵ هکتار می‌باشد.

۳-۷-۱-۵- مناطق با فرسایش خیلی زیاد: سطح بسیار محدودی از استان در این طبقه جای دارد. مناطقی در جنوبی‌ترین بخش مرکزی و شمالی‌ترین قسمت بخش قنوات و همچنین بخش جنوبی کهک در این رده قرار می‌گیرند.

۳-۷-۲- نفوذپذیری

نفوذپذیری از پارامترهای بسیار مهم در انتخاب محل دفن پسماندهای خطرناک می‌باشد. عواملی که بر شدت نفوذپذیری تاثیر دارند عبارتند از:

الف: فاکتورهائی که به خصوصیات خاک نظیر: بافت، ساختمان، مواد آلی، فشردگی، لایه‌های سخت و غیر قابل نفوذ، ضریب هدایت آبی، رطوبت خاک، اندازه خلل و فرج و انقباض و انبساط مربوط باشند.



شکل ۳-۱۶- میزان فرسایش پذیری استان قم

ب: فاکتورهائی که با خصوصیات آب نظیر آلودگی آب، درجه حرارت و گرانروی ارتباط دارند.

ج: عوامل مربوط به خصوصیات باران مانند شدت، مدت و اندازه قطرات

د: عوامل مربوط به شرایط طبیعی و موقعیت مکانی خاک نظیر شیب، پوشش گیاهی [۴۱]

بر اساس اطلاعات دریافتی از جهاد کشاورزی استان، خاک‌های استان در ۴ رده طبقه‌بندی شده‌اند [۴۴]:

۳-۷-۲-۱- نفوذپذیری آهسته: این طبقه مناطقی را شامل می‌گردد که دارای نفوذپذیری کمتر از ۲ سانتی‌متر در ساعت باشند. این طبقه وسیع‌ترین محدوده در سطح استان در این طبقه قرار دارد شامل می‌گردد و بخش‌های وسیعی از شرق قم و همچنین برخی نواحی در غرب و جنوب جزء این طبقه قرار می‌گیرند.

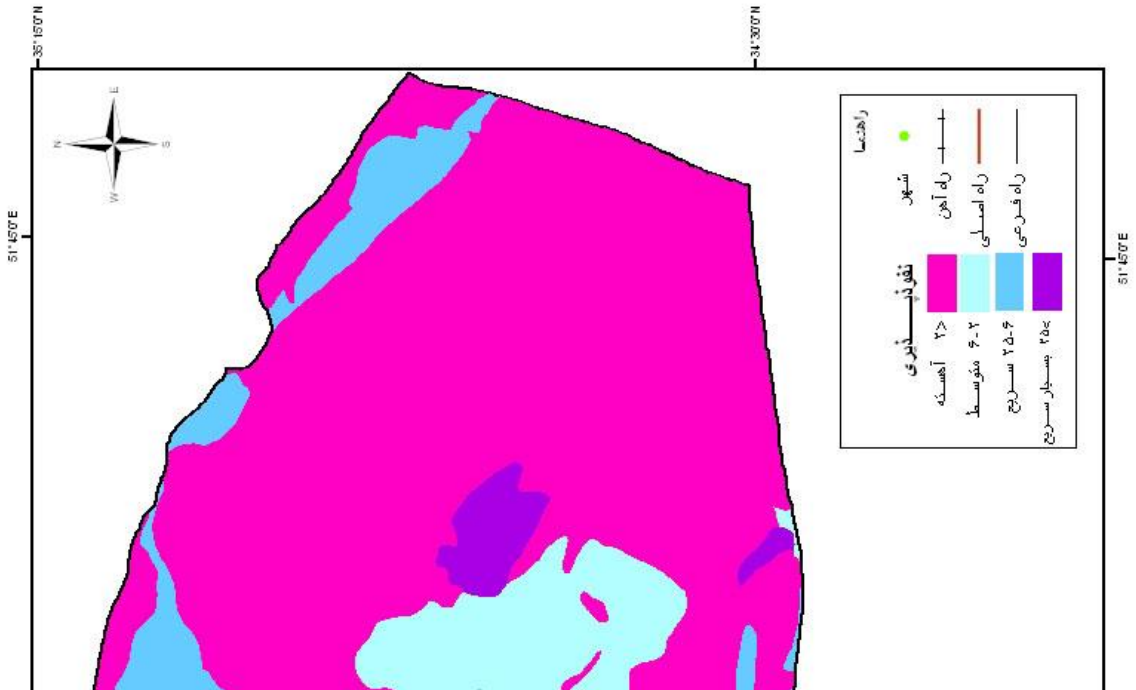
۳-۷-۲-۲- **نفوذپذیری متوسط:** این طبقه مناطقی با نفوذپذیری بین ۲ تا ۶ سانتی‌متر در ساعت را شامل می‌گردد. این طبقه بیشتر در اطراف شهرهای قم و قنوات و همچنین شمال شهر جعفریه گسترش دارند.

۳-۷-۲-۳- **نفوذپذیری سریع:** مناطقی با سرعت نفوذپذیری بین ۶ تا ۲۵ سانتی‌متر در ساعت در این طبقه قرار دارند. محدوده‌های وسیعی در اطراف شهرهای کهک و دستجرد و همچنین در شمال و شمال غرب استان در این طبقه قرار می‌گیرند.

۳-۷-۲-۴- **نفوذپذیری خیلی سریع:** این طبقه مناطقی با سرعت نفوذپذیری بیشتر از ۲۵ سانتی‌متر در ساعت را شامل می‌گردد. وسعت این طبقه در استان قم بسیار ناچیز و تنها محدوده کوچکی را در شمال شرقی بخش مرکزی قم در بر می‌گیرد(شکل ۳-۱۷).

۳-۷-۳- کاربری و قابلیت اراضی

کاربری اراضی شامل استفاده از اراضی به منظور رفع نیاز های گوناگون انسان می‌باشد. اراضی کشاورزی، صنعتی، جنگلی، حیات وحش و تفرجگاه‌ها نمونه‌هایی از کاربری اراضی محسوب می‌شوند. بر اساس نقشه‌های کاربری اراضی استان قم از مجموع ۱۲۳۸۱۸۴ هکتار وسعت استان، ۱۲۶۶۸۶ هکتار دارای کاربری



شکل

زراعت و باغداری، ۴۵۱۲۵۰ هکتار مرتع، ۶۵۰۰ هکتار کاربری شهری، ۶۴۴۳۷ هکتار لخت توده سنگی، ۱۳۰۰۰۰ هکتار اراضی شور و ۱۲۳۷۵ هکتار اراضی باتلاقی شور می‌باشد[۴۵].

واحدهای مورد تفکیک در نقشه کاربری اراضی به قرار زیر می‌باشند[۵۵]:

۳-۷-۳-۱- زراعت آبی: زراعتی است که علاوه بر استفاده از ریزش جوی، آبیاری نیز می‌شود که به زیر واحدهای زیر تقسیم می‌شود:

۱- انواع زراعت‌های آبی بدون محدودیت یا با محدودیت کم: این اراضی فاقد هر گونه محدودیت برای زراعت آبی(از قبیل شوری، سنگریزه و خواص خاک و فرسایش) است. مساحت آن ۷۷۹۳۷ و ۶/۳٪ کل اراضی استان قم را شامل می‌گردد.

۲- انواع زراعت‌های آبی دارای محدودیت: این اراضی دارای یک یا چند عامل محدود کننده مانند شوری و زهکش می باشند. مساحت آن ۳۴۰۶۲ هکتار می‌باشد که معادل ۲/۷٪ کل اراضی استان است.

۳-۷-۳-۲- زراعت دیم: به زراعتی اطلاق می‌گردد که آب مورد نیاز عمدتاً از ریزش جوی تامین می‌گردد. در استان قم به علت آب و هوای خشک این نوع اراضی معمولاً همراه با زراعت آبی دیده می‌شود.

۳-۷-۳-۳- باغات: شامل درختان مثمر و غیر مثمر زیر کشت می‌باشد که مساحت آن ۱۴۶۸۷ هکتار معادل ۱/۲ درصد کل اراضی استان قم می‌باشد.

۳-۷-۳-۴- اراضی مرتعی: به اراضی گفته می‌شود که دست کم مدتی از سال دارای پوشش گیاهی طبیعی خودرو یا دست کاشت از قبیل گراس، علوفه و بوته است. مساحت آن ۴۵۱۲۵۰ هکتار که معادل ۳۶/۴ درصد کل اراضی استان قم می‌باشد.

۳-۷-۳-۵- اراضی بایر: اراضی بدون پوشش گیاهی است و در صورت وجود پوشش قابلیت استفاده ندارند. این اراضی خود به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱- اراضی بایر سنگی: شامل اراضی لخت با بیش از ۸۰٪بیرون زدگی یا رخنمون سنگی است. مساحت آن۶۴۴۳۷ هکتار می‌باشد که معادل ۵/۱ درصد کل اراضی است.

۲- اراضی بایر شور: شامل اراضی لخت با شوری و قلیایی خیلی زیاد که در بعضی قسمتها آب زیرزمینی دارای شوری زیادی می‌باشد. مساحت آن ۱۳۰۰۰۰ هکتار، معادل ۱۰/۵ درصد کل اراضی استان است.

۳-۷-۳-۶- شنزارها و تپه های شنی: شامل اراضی است که سطح آن‌ها پوشیده از شن ها و ماسه‌های بادی و آبی و یا تجمع شن و ماسه به صورت تپه می‌باشد و عمدتاً فاقد پوشش گیاهی هستند. این اراضی محدوده بسیار کوچکی در استان را در بر می گیرند.

۳-۷-۳-۷- اراضی توده سنگی: اراضی توده سنگی شامل رخنمون‌های سنگی و بیرون زدگی‌های سنگی با بیش از ۸۰ درصد بیرونزدگی است.

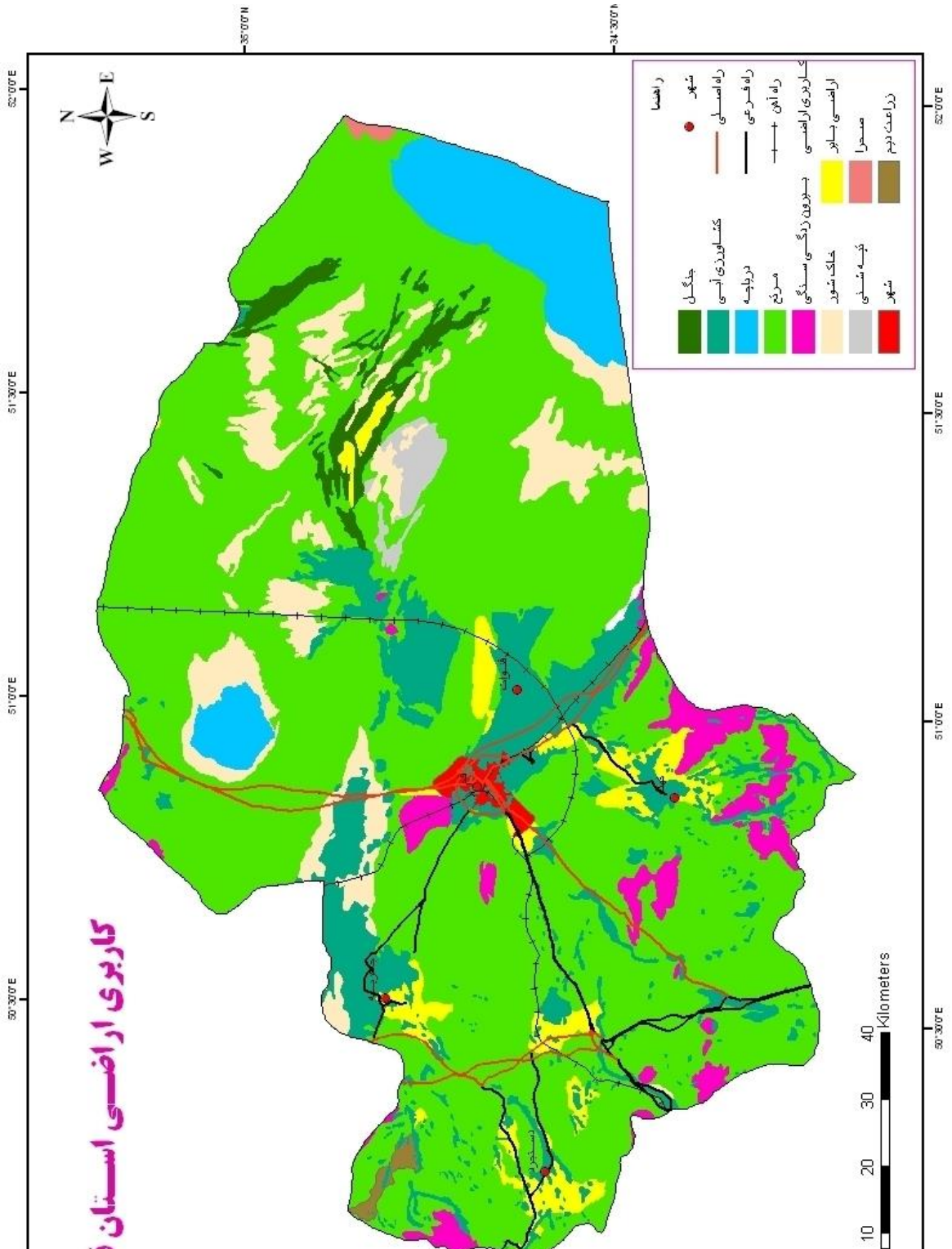
شکل ۳-۱۸ نقشه کاربری اراضی استان قم را نمایش می دهد.

۳-۸- منطقه حفاظت شده زیست محیطی

تنها منطقه حفاظت شده استان پارک ملی و منطقه حفاظت شده کویر می‌باشد. این پارک در سال ۱۳۶۱ با مساحتی در حدود ۶۷۰۰۰۰ هکتار ایجاد گردید. این پارک و منطقه حفاظت شده مربوط به آن در مختصات جغرافیایی "۰۰ '۲۵ °۵۱ الی "۰۰' ۴ °۵۳ طول شرقی و "۰۰ '۱۷ °۳۴ الی "۰۰ '۱۲ °۳۵ عرض شمالی واقع شده است.

این منطقه در غرب کویر مرکزی ایران و شرق دریاچه نمک واقع شده است و از لحاظ تقسیمات کشوری به استان‌های تهران، سمنان، اصفهان، مرکزی و قم محدود می‌گردد.

این پارک با دارا بودن زیستگاه‌های متفاوت، انواع وحوش و جانوران را در خود جای داده است به عنوان مثال در مناطق دشتی و تپه ماهوری این پارک پستاندارانی نظیر جبیر، آهو، گورخر و احتمالاً یوزپلنگ را می‌توان مشاهده کرد. همچنین این پارک مامن بسیاری از پرندگان بومی و مهجر از قبیل کبک، تیهو، کوکر و فلامینگو می‌باشد[۴۵].



شکل ۳-۱۸- نقشه کاربری و قابلیت اراضی استان قم

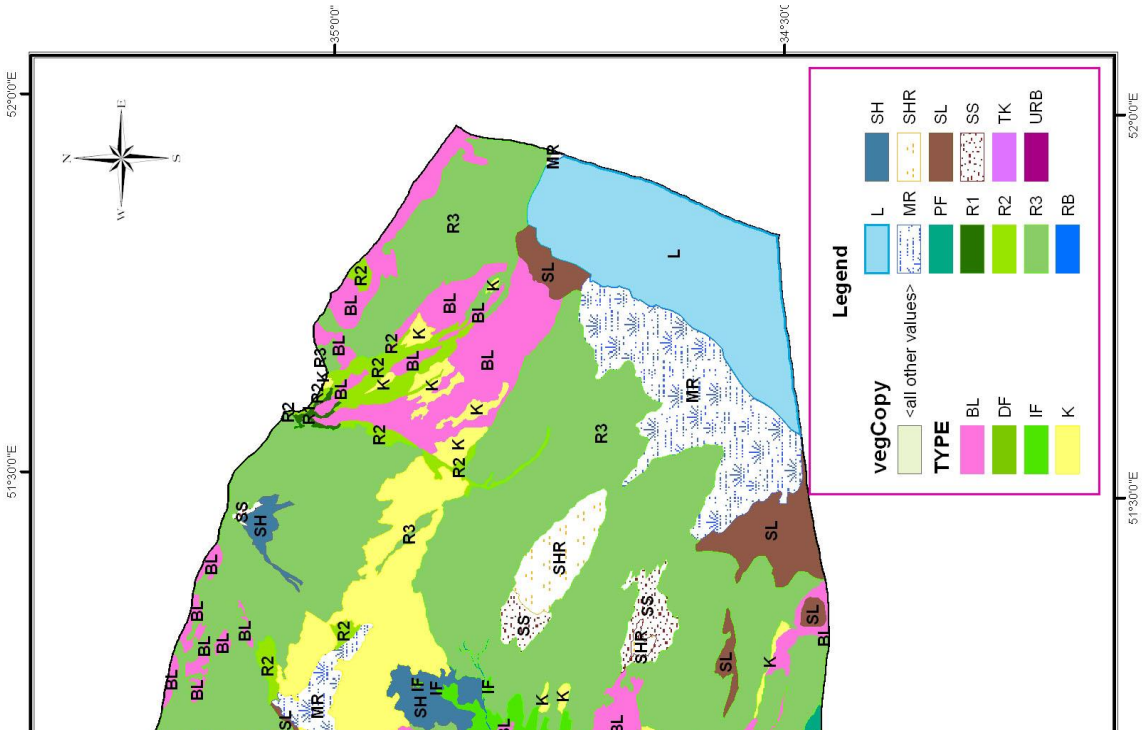
۳-۹- پوشش گیاهی استان

با توجه به وضعیت یکنواخت اقلیمی منطقه پوشش گیاهی مستقر در استان از تنوع و تراکم چندانی در واحد سطح برخوردار نمی‌باشد. گیاهان بومی آن خارشتر، خار زرد، گون، شیرین بیان، کنگر وحشی، درمه، گز، کهورک، سالسولا و عمده محصولات زراعی آن گندم، جو، پنبه، آفتابگردان، پسته و انار می‌باشد. ضمن آن که کاشت زیتون نیز در سال های اخیر توسعه یافته است. جدول ۳-۶ خلاصه‌ای از مشخصات واحدهای به کار رفته در نقشه پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. شکل ۳-۱۹نحوه پراکندگی پوشش های گیاهی استان را بر اساس جدول ۳-۶ نمایش می دهد.

جدول ۳-۶- خلاصه مشخصات به کار رفته در نقشه پوشش گیاهی[۲۲]

ردیف	کدطبقه	نام طبقه پوشش	مشخصات

۱	URB	مناطق مسکونی	مناطق شهری، روستایی و تاسیسات
۲	SH	بیشه زار و درختچه زار	درختچه زار با تراکم تاج پوشش بیش از ۱۰ درصد
۳	PF	جنگ های دست کاشت	-
۴	R1	مراتع متراکم	مرتع با تراکم تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد(گیاهان یک و چند ساله)
۵	R2	مراتع نیمه متراکم	مرتع با تراکم تاج پوشش بیش از ۵۰-۲۵ درصد(گیاهان یک و چند ساله)
۶	R3	مراتع کم تراکم	مرتع با تراکم تاج پوشش بیش از ۲۵-۵ درصد(گیاهان یک و چند ساله)
۷	IF	زراعات آبی و باغات	-
۸	DF	زراعت دیم	-
۹	K	کویر	اراضی پست بیابانی بدون پوشش گیاهی و عموماً دارای املاح زیاد
۱۰	SHR	تپه های ماسه ای	اشکال مختلف اراضی ماسه ای
۱۱	SS	پهنه های ماسه ای	اراضی ماسه ای مسطح
۱۲	TK	دق های رسی	سطوح صاف و صیقلی رسی در حاشیه کویر
۱۳	SL	اراضی شور و نمکزار	اراضی با سطوح نمکی(حاوی قشری از نمک در سطح خاک)
۱۴	BL	اراضی بدون پوشش و بیرون زدگی سنگی	اراضی با تاج پوشش گیاهان مرتعی کمتر از۵٪ و بیرون زدگی سنگی
۱۵	MR	باتلاق(منطقه مرطوب)	اراضی مرطب با سطح ایستابی بالا
۱۶	L	سطوح آبی	دریاچه ها و مخازن آب
۱۷	RB	بستر رودخانه	بستر رودخانه های بزرگ



شکل ۳-

فصل چهارم

روش انجام مطالعات

یکی از مهم‌ترین مراحل مطالعاتی جهت دفن پسماندهای خطرناک، یافتن محل مناسب برای احداث لندفیل می‌باشد. معیارهای متعددی در انتخاب محل مناسب برای دفن پسماندها دخالت دارند که هر یک به نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت‌هائی را نیز در انتخاب ایجاد می‌کنند. هدف نهائی از این معیارها یافتن مکانی است که کم‌ترین اثرات سوء زیست محیطی را برای محیط طبیعی دفن و منطقه اطراف لندفیل داشته باشد. آلودگی منابع آب زیرزمینی و خاک منطقه از جمله این آثار می‌باشد، که می‌تواند علاوه بر آنکه باعث ایجاد صدمه به محیط زیست، گونه‌های گیاهی و جانوری می‌شود، سلامت جوامع انسانی را نیز با خطرات جدی روبرو سازد. معیارهای در نظر گرفته شده در مراحل مختلف انتخاب لندفیل، همگی سعی در جلوگیری از آسیب رسیدن به منابع حیاتی محیط زیست را دارند. همان طور که در فصل دوم بدان اشاره شد روش‌های متعددی برای مکان‌یابی لندفیل‌ها پیشنهاد شده است، در این تحقیق از روش وزن‌دهی افزایشی ساده بهره گرفته شده است. برای به دست آوردن مناسب‌ترین مکان جهت دفن پسماندها با توجه به ویژگی‌های استان از لایه‌های اطلاعاتی زیر در این مطالعه بهره گرفته شده است.

۱- لایه اطلاعاتی زمین‌شناسی (جنس واحدهای زمین‌شناسی، گسل‌ها، ناپایداری زمین و لرزه‌خیزی)

۲- توپوگرافی (نقشه شیب استان)

۳- ژئومورفولوژی

۴- خاکشناسی (فرسایش پذیری، نفوذپذیری، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و قابلیت اراضی)

۵- هیدرولوژی (آبراهه‌های اصلی و فرعی و دریاچه‌ها)

۶- هیدروژئولوژی (چاه، چشمه، قنات، عمق ، کیفیت و جهت جریان آب زیرزمینی)

۷- هواشناسی (تبخیر، بارندگی، سرعت و جهت باد غالب)

۸- راه‌های دسترسی (راه اصلی، راه فرعی و راه آهن)

۹- مراکز جمعیتی، صنعتی و معدنی (فاصله از شهرها، روستاها، شهرک‌های صنعتی و مناطق حفاظت شده زیست محیطی)

مطالعات مکان‌یابی در استان قم در ۳ مرحله کلی صورت گرفته است.

الف: پهنه بندی مناطق مستعد جهت دفن پسماندهای خطرناک

ب: بازدید صحرائی از پهنه‌های مستعد دفن پسماند

ج: گزینش نهائی محل دفن پسماندهای خطرناک

در ادامه هر یک از مراحل فوق به تفضیل مورد بررسی قرار می گیرد.

۴-۱- پهنه بندی مناطق مستعد دفن پسماندهای خطرناک

اولین گام در مکان‌یابی محل دفن پسماندها این است که با توجه به شرایط طبیعی و اجتماعی استان، پهنه‌های دارای محدودیت قانونی و طبیعی حذف گردد و مطالعات تنها بر روی مناطقی متمرکز گردد که منعی جهت دفن پسماندها ندارند.

انجام این مرحله از مطالعات به بخش‌های زیر تقسیم می‌گردد:

۱- شناسائی و حذف مناطق ممنوعه جهت دفن پسماندهای خطرناک

۲- اعمال حریم برای عوارض طبیعی و مصنوعی بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده

۳- طبقه بندی لایه‌های اطلاعاتی بر اساس اولویت پارامترها در فرایند مکان‌یابی

۴- امتیاز و وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی بر اساس اولویت‌های تعیین شده

۵- همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی

۶- انتخاب پهنه‌های مستعد دفن پسماند

کلیه مراحل ذکر شده در بالا توسط نرم افزار Arc GIS صورت می‌گیرد و به شرح زیر می‌باشد:

۴-۱-۱- شناسائی و حذف مناطق ممنوعه جهت دفن پسماندها

با توجه به معیارهای ارائه شده که در فصول قبلی بدان اشاره گردید، در این بخش برای محل‌های ممنوعه حریمی متناسب با شرایط استان جهت حفظ سلامت انسان‌ها و محیط زیست در نظر گرفته می‌شود. این مناطق به شرح زیر می‌باشد:

۱- مناطق حفاظت شده زیست محیطی (پارک‌های ملی، شکارگاه‌ها، پناه گاه‌های حیات وحش، زیست گاه‌های گونه‌های نادر جانوری و گیاهی)

۲- مراکز جمعیتی (شهرها، روستاها)

۳- راه‌های دسترسی (راه‌های اصلی، راه‌های فرعی و راه آهن)

۴- منابع بهره برداری از آب های زیرزمینی (چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات)

۵- آب‌های سطحی (آبراهه‌های اصلی و فرعی، دریاچه‌ها و سدها)

۶- گسل‌های اصلی و فرعی

در کلیه مناطقی که در بالا بدان‌ها اشاره شد دفن پسماند به دلیل امکان بروز صدمات زیست محیطی و اجتماعی ممنوع بوده و طبق شکل ۴-۱ این مناطق و حریم آن‌ها حذف می‌گردند. در جدول حریم مورد استفاده برای هر یک از موارد فوق نشان داده شده است.

جدول ۴-۱- فهرست مناطق ممنوعه و حریم های در نظر گرفته شده در استان قم[۳۰]

مناطق ممنوعه		حریم مناطق (m)	مناطق ممنوعه		حریم مناطق (m)	مناطق ممنوعه	حریم مناطق (m)
مناطق حفاظت شده		۱۵۰۰	گسلها و چین ها		۵۰۰	چاه،چشمه، قنات	۱۰۰۰
شبکه آبراهه ها	رودخانه اصلی و دریاچه	۱۰۰۰	شبکه ارتباطی	جاده های اصلی و راه آهن	۱۰۰۰	مناطق شهری	۳۰۰۰
	رودخانه فرعی	۵۰۰		جاده های فرعی	۵۰۰	مناطق روستایی و معادن	۱۰۰۰

حریم‌های در نظر گرفته شده در این مرحله توسط عمل Buffering با کمک نرم افزار GIS بر روی نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ قم اعمال می‌شود، نتیجه حاصله در شکل ۴-۲ مشاهده می‌گردد.

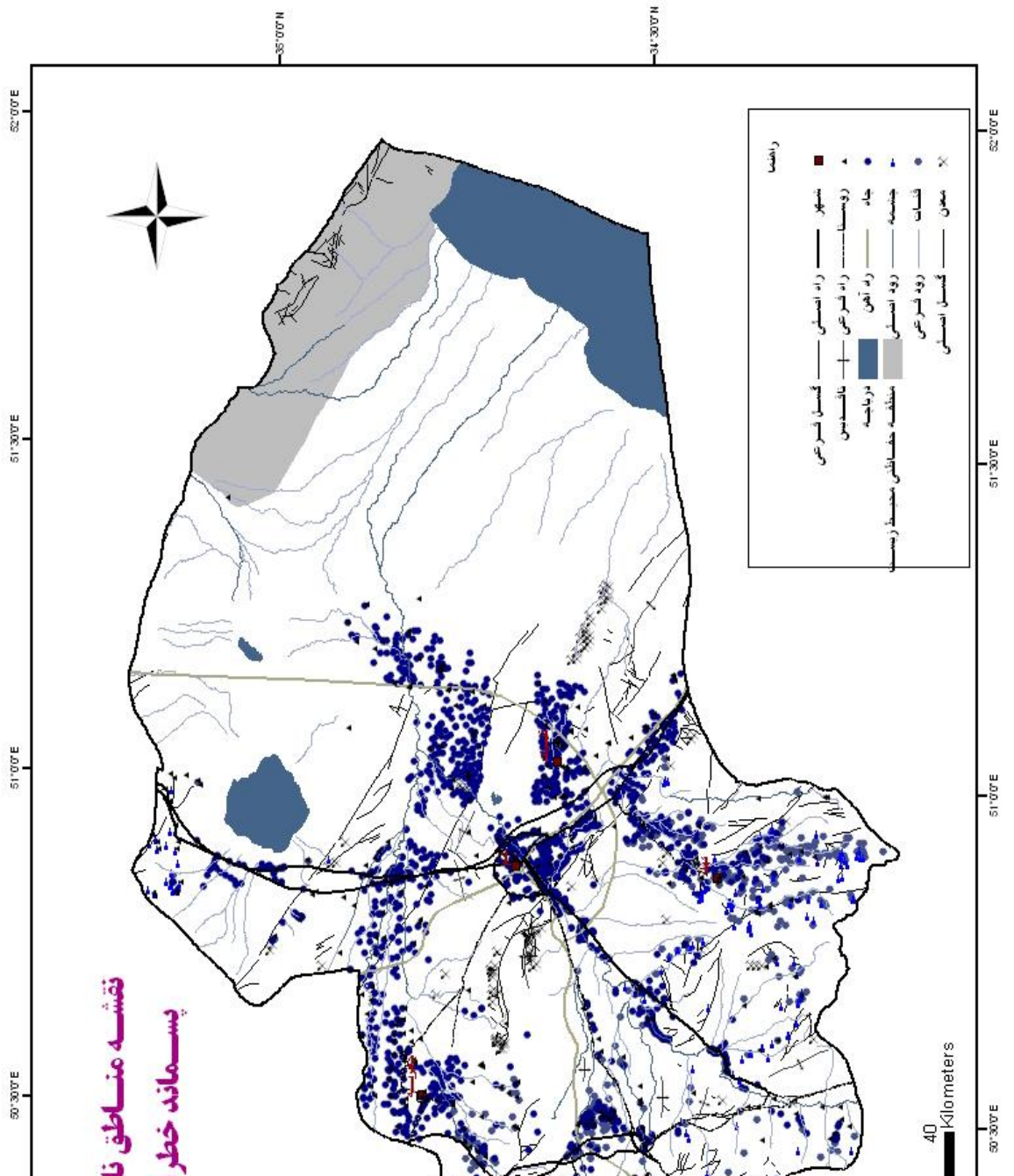
۴-۱-۲- طبقه بندی لایه های اطلاعاتی

لایه‌های اطلاعاتی باقی‌مانده شامل زمین‌شناسی، توپوگرافی (شیب)، ژئومورفولوژی، پوشش‌گیاهی و هواشناسی به صورت جداگانه بر اساس میزان اهمیت آن‌ها در مکان‌یابی به ۴ رده A (بسیار خوب)،B (خوب)، C (متوسط) و D (نامناسب) تقسیم بندی می‌شوند. از آن جائی که طبقه بندی لایه‌های اطلاعاتی پایه مراحل امتیاز و وزن دهی می‌باشد، لذا این مرحله بسیار مهم می‌باشد. شیوه طبقه بندی لایه‌های اطلاعاتی معرفی شده در ادامه ارائه می‌گردد.

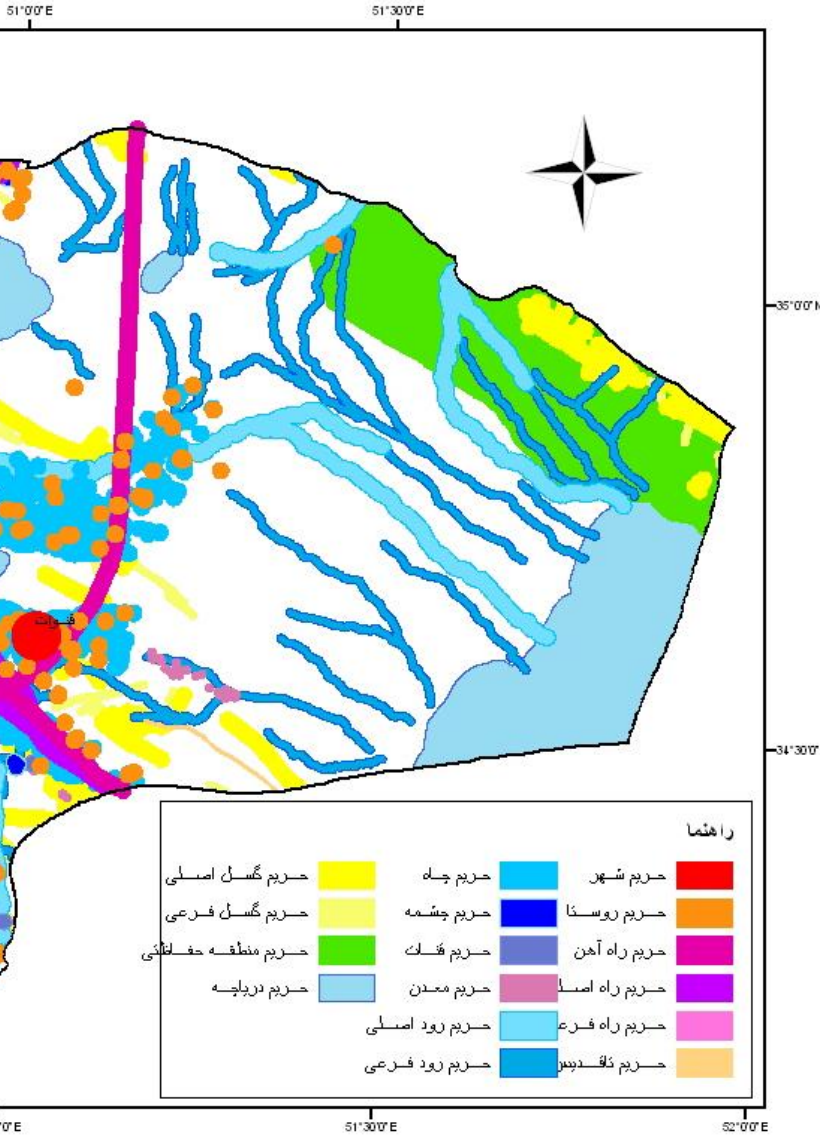
۴-۱-۲-۱- **طبقه بندی زمین‌شناسی:** در این مبحث مکان‌یابی به زمین‌شناسی سنگ بستر از نظر نفوذپذیری توجه می‌شود، علت این امر نیز احتمال نفوذ شیرابه حاصل از لندفیل‌ها به داخل آب و خاک منطقه می‌باشد. از بین گروه های سنگی آذرین، رسوبی و دگرگونی، سنگ‌های رسوبی، رفتار متفاوتی از لحاظ میزان نفوذپذیری از خود نشان می‌دهند. از مهم‌ترین سنگ‌های موجود در منطقه می‌توان به ماسه سنگ‌ها اشاره کرد. این سنگ‌ها عمدتاً ماسه‌های دانه‌ریزی بوده که توسط سیمان به یکدیگر متصل شده‌اند، اندازه قطر دانه‌ها معمولاً بین ۰/۶

تا ۲ میلیمتر بوده و میزان نفوذپذیری آن‌ها در حدود ۳×۱۰^{-۳}تا ۸×۱۰^{-۸} سانتی‌متر در ثانیه می‌باشد. همچنین ماسه سنگ‌ها، از نوع آرکوزی و گریواکی تحت تاثیر هوازدگی فیزیکی شدیداً فرسایش یافته و به کانی‌های سست رسی تبدیل می‌شوند، با توجه به شرایط اشاره شده این سنگ ها جهت دفن پسماندها توصیه نمی‌شوند.

از دیگر سنگ‌های موجود در منطقه می‌توان به سیلتستون‌ها (لای سنگ‌ها) اشاره کرد، اندازه ذرات تشکیل دهنده این سنگ‌ها بین ۰/۰۶ تا ۰/۰۰۲ میلیمتر می‌باشد. نفوذپذیری این سنگ‌ها به دلیل ابعاد کوچک ذرات تشکیل دهنده شان کم است. با توجه به این که بخش مهمی از ذرات از جنس کوارتز همراه با سیمان سیلیسی است در نتیجه از استحکام بالائی نیز برخوردار می‌باشند در نتیجه از شرایط مناسبی جهت دفن پسماند برخوردار می‌باشند. از فراوان ترین سنگ‌های موجود در سطح استان می توان به سنگ‌های تبخیری



شکل ۴-۱- مناطق ممنوعه و حذف شده در مرحله اول



شکل ۴-۲- نقشه حریم عوارض طب

مانند ژیپس، انیدریت و سنگ نمک اشاره کرد. نفوذپذیری این سنگ ها در حدود $۶/۲\times۱۰^{-۹}$ تا $۰/۳\times۱۰^{-۹}$ سانتی‌متر در ثانیه می‌باشد، با این حال در تماس با آب، سرعت انحلال ژیپس و سایر تبخیری‌ها بالا

می‌باشد. بنابر این حفره‌ها و غارهای انحلالی می‌توانند به سرعت ایجاد گردند. در نتیجه هرچند نفوذپذیری این سنگ‌ها کم می‌باشد، اما خطر ایجاد حفرات انحلالی در اثر تماس آب و شیرابه ناشی از مدفن و نشست زمین باعث می‌گردد که این سنگ‌ها جهت دفن پسماند توصیه نشوند.

از دیگر سنگ‌های فراوان در سطح استان می‌توان به شیل‌ها اشاره کرد. در شیل‌ها معمولاً۲/۳ذرات اندازه‌ای در حد لای و ۱/۳ در حد رس می‌باشند. این سنگ‌ها نفوذپذیری بین ۱×۱۰^{-۸} تا $۱۰^{-۱۲}$ سانتی متر بر ثانیه دارند. البته در مواردی که درزه و شکاف در آن‌ها ایجاد گردد میزان نفوذپذیری تا ۱×۱۰^{-۹} سانتی متر بر ثانیه نیز می‌رسد. با توجه به خصوصیات نفوذپذیری شیل‌ها و همچنین اینکه وجود سیمان بر استحکام آن‌ها می‌افزاید، لذا این سنگ‌ها جهت دفن پسماندها مناسب تشخیص داده شده‌اند.

سنگ‌های کربناتی نیز از سنگ‌های شناخته شده در سطح استان می‌باشند. سنگ‌های آهکی از خاصیت انحلال پذیری نسبتاً بالائی برخوردارند و ممکن است حفرات انحلالی در گذشته تشکیل شده باشد. وجود این حفرات مشکلات متعددی را برای اغلب سازه‌ها و همین طور لندفیل‌ها ایجاد می‌نماید. وجود این حفرات به علاوه ضریب نفوذپذیری بالای این سنگ‌ها که از $۰/۳\times۱۰^{-۹}$ الی $۱/۶\times۱۰^{-۷}$ سانتی متر بر ثانیه می‌باشد، احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی را در محل لندفیل‌ها افزایش داده، در نتیجه سنگ‌های کربناته به خصوص در مناطقی که تحت گسل خوردگی و دارای درزه و شکاف باشند، به عنوان پی سنگ لندفیل مناسب تشخیص داده نمی‌شوند. نکته دیگر این است که سنگ‌های آهکی می‌توانند حاوی منابع آب مناسبی باشند لذا احداث لندفیل‌ها بر روی آن‌ها توصیه نمی‌گردد.

در کنار سنگ‌های رسوبی در سطح استان، سنگ‌های آذرین نیز مشاهده می‌گردد. به طور کلی سنگ‌های آذرین درونی اگر سالم و بدون هوازدگی باشند عموماً مستحکم و بادوام هستند، وجود درزه و شکاف و قرار گرفتن در معرض محلول‌های گرمابی به شدت از استحکام این سنگ‌ها می‌کاهد. هوازدگی در گرانیت‌ها بیشتر در اقلیم‌های مرطوب صورت می‌گیرد، لذا در منطقه مطالعاتی به دلیل شرایط آب و هوائی گرم و خشک هوازدگی چندانی صورت نمی‌گیرد. مشکلی که در اکثر این سنگ‌ها دیده می‌شود، وجود شکستگی‌های منظم به صورت دسته درزه و درزه‌های صفحه‌ای می‌باشد که امکان نشت شیرابه را ایجاد

می‌کند. نفوذپذیری گرانیت‌ها در حدود 10^{-11} تا 10^{-7} سانتی متر بر ثانیه می‌باشد که در صورت وجود شکستگی این مقدار افزایش می‌یابد.

سنگ‌های آتشفشانی نیز به دو دسته جوان و قدیمی تقسیم می‌شوند. سنگ‌های آتشفشانی قدیمی معمولاً از تراکم بالائی برخوردارند، لذا جهت کارهای مهندسی مناسب می‌باشند. اما سنگ‌های آتشفشانی جدیدتر، به دلیل آن که اغلب حالت غیر یکنوختی دارند، ناپایدار هستند. اغلب این سنگ‌ها توالی از گدازه‌ها، مواد آذرآواری و جریان گل می‌باشند که امکان نشست را ایجاد می‌کنند. سنگ‌های آذرآواری از قبیل آگلومراها، خاکسترهای آتشفشانی و توف‌ها رفتار متفاوتی دارند که به مقدار زیاد وابسته به سخت شدن ثانویه آن‌ها می‌باشد. اما به طور کلی اغلب آگلومراها نفوذپذیری اندکی داشته و سنگ‌های مقاومی به شمار می‌روند، در مقابل خاکسترهای آتشفشانی مصالحی ضعیف بوده و اغلب بسیار نفوذپذیر می‌باشند. سنگ‌های دگرگونی متنوعی نیز در سطح استان دیده می‌شوند. این سنگ‌ها با توجه به منشا آن‌ها دارای رفتار دو گانه‌ای می‌باشند. این سنگ‌ها در صورتی که گسلی نبوده و متراکم باشند بستر مناسبی جهت مدفن پسماندها به شمار می‌روند. از جمله سنگ‌های دگرگونی موجود در منطقه می‌توان به شیست‌ها اشاره کرد. این سنگ‌ها از سرعت هوازدگی پائینی برخوردار هستند و در صورتی که دچار هوازدگی نشده باشند و دارای درزه نیز نباشند از نفوذپذیری پائینی در حدود 10^{-8} سانتی متر بر ثانیه برخوردارند، اما شکستگی و درزه و شکاف نفوذپذیری این سنگ‌ها را تا میزان 3×10^{-4} سانتی متر بر ثانیه افزایش می‌دهد. کوارتزیت‌ها نیز از جمله سنگ‌های دارای مقاومت بالا می باشند که بر اثر دگرگونی منافذ آن‌ها بسته شده و ذرات سنگ آن‌ها به هم سیمان می‌شود. این سنگ‌ها نیز در صورتی که هوازده نباشند، بسیار مستحکم بوده و شرایط مناسبی جهت بستر مدفن دارا می‌باشند [۵۸و۵۳]. با توجه به اختصاصاتی که در بالا ذکر شد، طبقه‌بندی زیر برای واحدهای زمین‌شناسی ارائه گردید.

جدول ۴-۲- طبقه بندی سنگ بستر محل دفن پسماندهای خطرناک[۳۰]

طبقه بندی	توصیف	سنگ شناسی
A	بسیار خوب	شیل، مارن، رس سنگ، شیست، توف رسی، نهشته‌های ریزدانه، پهنه‌های رسی گلی، لس ریزدانه
B	خوب	سنگ‌های آذرین و دگرگونی با شکستگی کم، لس سیلتی توده ای
C	متوسط	تناوب سنگ‌های ردیف اول وچهارم، دشت های سیلابی، سنگ‌های تبخیری
D	نامناسب	ماسه سنگ، آهک، دولومیت، تراورتن، کنگلومرا، مخروط افکنه، آبرفت‌های عهدحاضر

با توجه به جدول ۴-۲ و معرفی واحدهای سنگی - رسوبی استان در فصل سوم، می‌توان واحدهای سنگی - رسوبی منطقه را به طبقات A تا D تقسیم بندی کرد (جدول۴-۳).

جدول ۴-۳- طبقه بندی واحدهای سنگی - رسوبی استان قم جهت دفن پسماندهای خطرناک

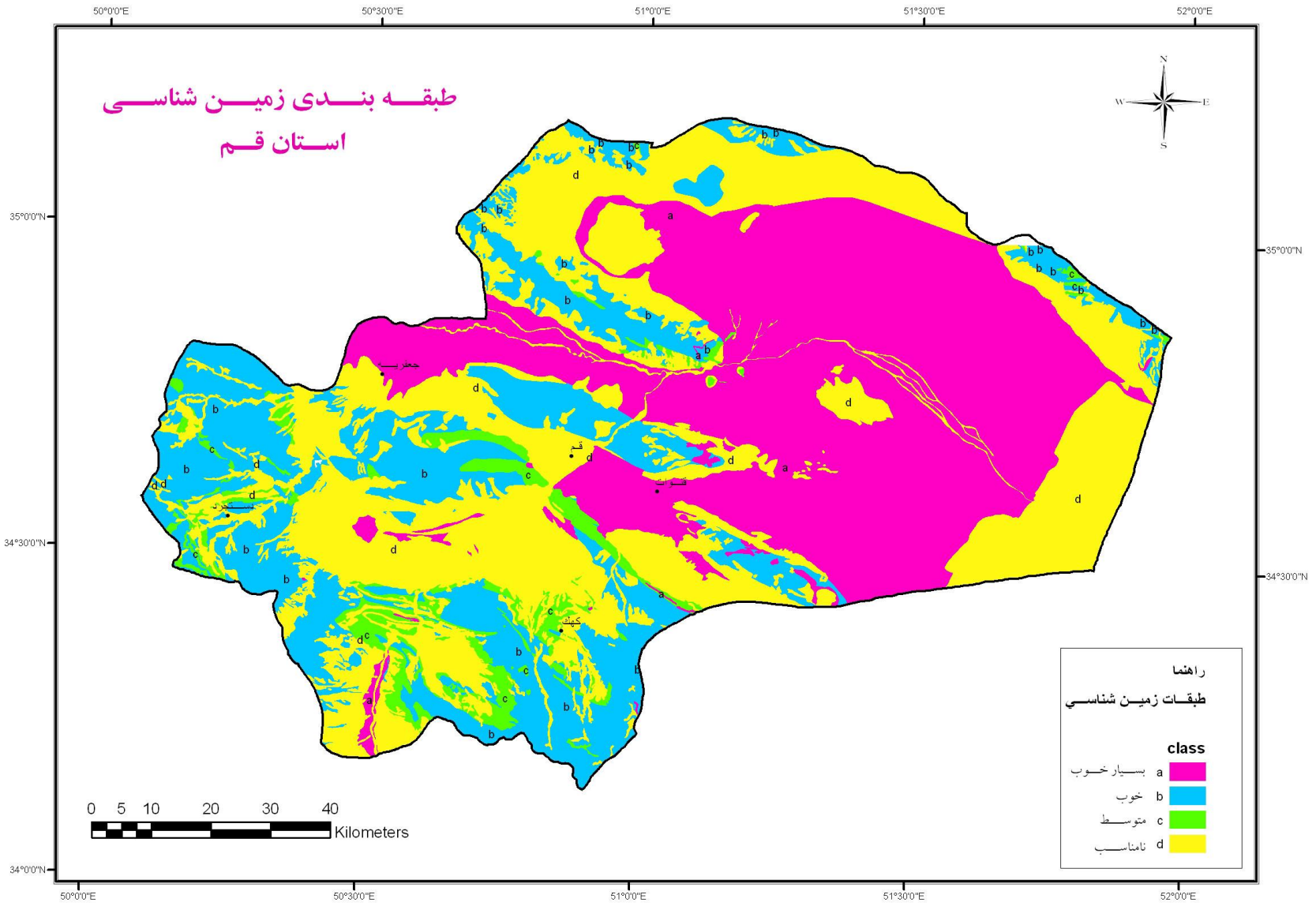
طبقه بندی	توصیف	نام واحد های سنگ شناسی
A	بسیار خوب	Q^c(کفه های رسی)، Q^m (صفحات گلی)، $Om^p{}_q$ (مارن همراه با کمی آهک)، P^{lm} (مارن)، EO^m (مارن، مارن ماسه ای، شیل، مارن ژیپسی)
B	خوب	E_6 (پیروکلاستیک، آندزیت)، E_3 (ریولیت به همراه توف)،E_3g (شیل به همراه ژیپس)، E_2 (پیروکلاستیک ها و سنگ های آتشفشانی بازیک)، Mv (سنگ های آتشفشانی آندزیتی)، Mt (پیروکلاستیک و بازالت)، gb و gd(توده های آذرین نفوذی)
C	متوسط	E_5 (ماسه های مارنی به همراه آهک)، E_4 (توف به همراه ماسه سنگ و کنگلومرا)، $OM_q{}^m$(سنگ آهک و مارن)، OL (کنگلومرا به همراه مارن)، J^s (ماسه سنگ به همراه شیل)
D	نامناسب	Q^s (کفه نمکی)، Plc (کنگلومرا همراه با ماسه سنگ)،Qsd (تپه ماسه ای)، Qal (آبرفت عهد حاضر)،Q_1t (مخروط افکنه های قدیمی)،Q_2t(مخروط افکنه جوان)،K_2 (آهک و ماسه سنگ)

با انجام این مرحله، نقشه زمین‌شناسی استان قم به ۴ طبقه بسیار خوب، خوب، متوسط و نامناسب تقسیم بندی می‌گردد. شکل ۴-۳ نقشه زمین‌شناسی طبقه بندی شده استان را نمایش می‌دهد.

۴-۱-۲-۲- طبقه‌بندی ژئومورفولوژی استان: ژئومورفولوژی نیز پارامتری مهم در امر مکان‌یابی می‌باشد و بررسی ژئومورفولوژیکی منطقه و شناخت کافی از وضعیت و اشکال فیزیکی زمین کمک شایانی به کاهش هزینه‌های اقتصادی و بهبود وضعیت زیست‌محیطی لندفیل می‌کند. جدول ۴-۴ نحوه طبقه بندی واحدهای ژئومورفولوژیکی استان را ارائه می‌دهد.

جدول ۴-۴- طبقه بندی واحدهای ژئومورفولوژیکی استان

طبقه بندی	توصیف	ژئومورفولوژی
A	بسیار خوب	اراضی کویر و دق های رسی
B	خوب	دشت های دامنه ای و دشت های رسوبی



تپه ماهور و دشت های سیلابی قدیمی نواحی کوهستانی، دشت های سیلابی و رودخانه های فعال	متوسط نامناسب	C D

شکل ۴-۳: نقشه طبقه بندی واحدهای سنگی- رسوبی استان برای محل دفن پسماندهای خطرناک

همان‌طور که از جدول فوق برمی‌آید مناطق مرتفع کوهستانی، به دلیل هزینه بالای احداث و نگهداری لندفیل و دشت‌های سیلابی و حاشیه رودخانه‌های فعال نیز به دلیل احتمال طغیان آب و آلودگی‌های زیست محیطی در رده نامناسب جهت دفن پسماندها قرار می‌گیرند.

نواحی تپه ماهوری و دشت‌های سیلابی قدیمی نیز به دلیل شرایط توپوگرافی ناهموار و احتمال طغیان مجدد رودخانه در رده متوسط قرار می‌گیرند و مناسب‌تر است در این مناطق لندفیل احداث نگردد. مناطقی مانند دشت‌های دامنه‌ای و کوهپایه‌ای که اکثراً زمین‌های مسطح و محصور شده می‌باشند از شرایط مناسبی جهت دفن پسماند برخوردارند[۳۲]. از لحاظ ژئومورفولوژیکی بهترین مناطق جهت دفن پسماند همان گونه که درجدول نیز ارائه گردید اراضی مسطحی همچون کویر و دق های رسی می‌باشد.

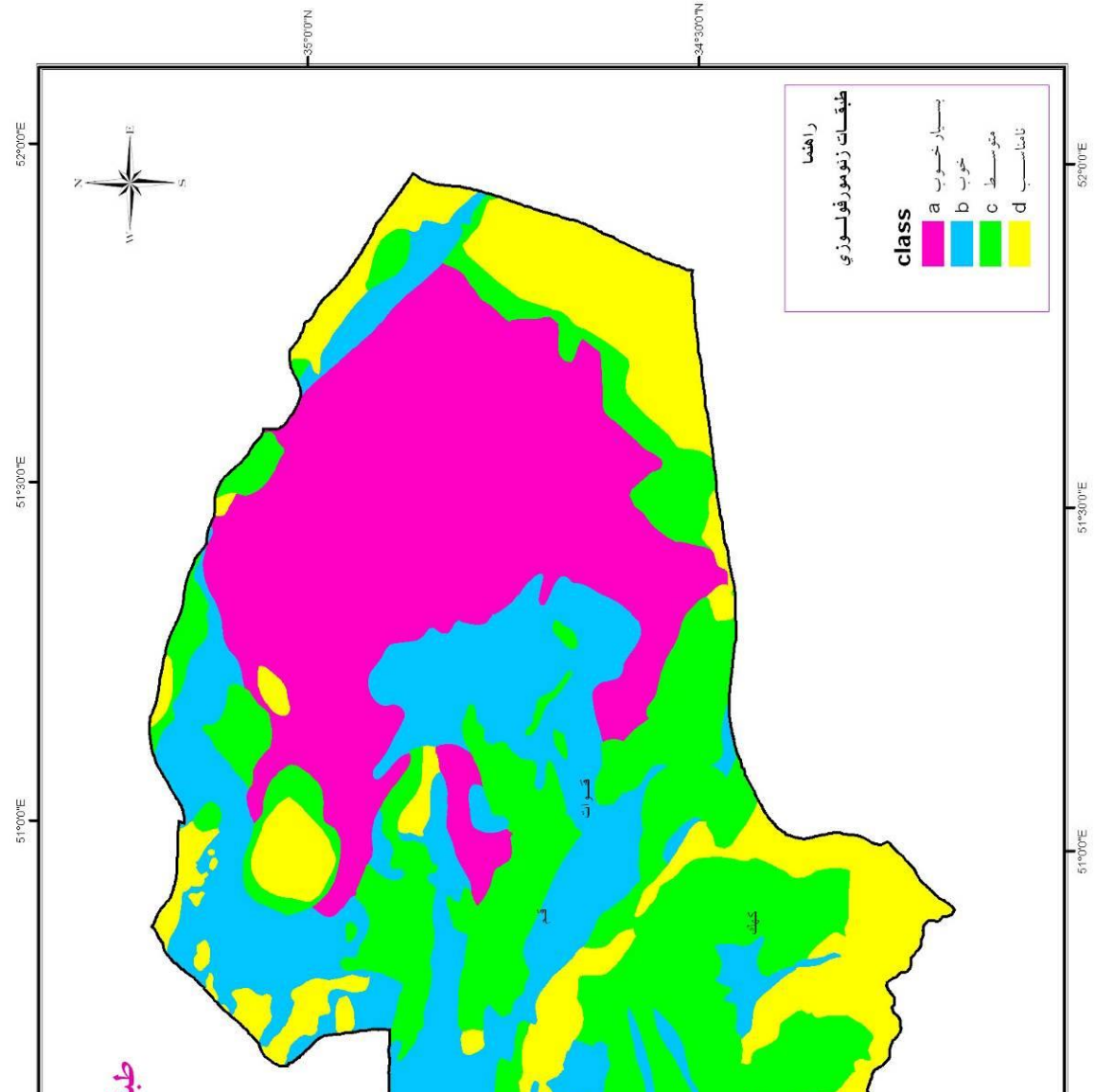
البته لازم به تذکر است که پایداری تپه‌های ماسه‌ای در منطقه امری بسیار مهم می‌باشد. نحوه طبقه بندی ژئومورفولوژیکی استان بر اساس جدول ۴-۴ در شکل ۴-۴ نمایش داده شده است.

۴-۱-۲-۳- طبقه بندی پوشش گیاهی: لایه پوشش گیاهی با هدف حفظ ارزش واقعی زمین و جلوگیری از تخریب جنگل‌ها و مراتع به عنوان یک معیار به کار برده می‌شود. در این طبقه بندی مناطق دارای پوشش گیاهی بیشتر و مناطق جنگلی، باغات و مناطقی که تحت کشاورزی آبی هستند به منظور حفظ پوشش گیاهی و

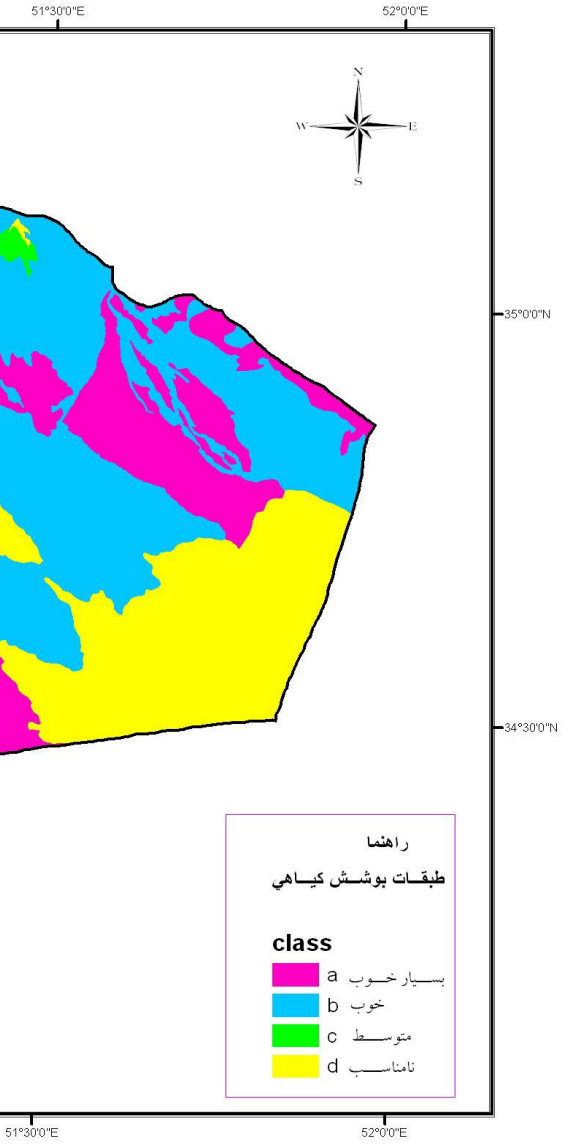
پرهیز از تخریب باغات و جنگل‌ها در رده نامناسب قرار گرفته و دفن پسماند در آن ها مجاز نمی‌باشد. علت این امر آن است که در مناطقی مانند استان قم که به دلیل شرایط آب و هوائی گرم و خشک از پوشش فقیر گیاهی برخوردارند و کشاورزی آبی نیز با سختی انجام می‌پذیرد حفظ پوشش‌های گیاهی منطقه امری حائز اهمیت می‌باشد.

در این طبقه‌بندی مناطقی که دارای شرایط کویری و فقیر از پوشش گیاهی می باشند، مناسب‌ترین شرایط را جهت دفن پسماند دارای هستند. سایر مناطق از قبیل مراتع و اراضی دارای کشت دیم در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند.

هرچند که در مرحله نهائی گزینش مراتع نیز با توجه به تراکم و نوع پوشش گیاهی از امتیازهای متفاوتی برخوردارند. جدول ۴-۵ نحوه طبقه بندی پوشش گیاهی را در استان قم نمایش می‌دهد.



شکل ۴-۴- طبقه بندی ژئومورفولوژی استان برای محل د


51°30'0"E
52°0'0"E
N
W
E
S
35°0'0"N
34°30'0"N
راهنما
طبقات پوشش گیاهی
class
a بسیار خوب
b خوب
c متوسط
d نامناسب
51°30'0"E
52°0'0"E

جدول ۴-۵- طبقه بندی پوشش گیاهی استان

طبقه بندی	توصیف	پوشش گیاهی
A	بسیار خوب	بایر و لم یزرع
B	خوب	زراعت دیم و مرتع
C	متوسط	اراضی زارعی آبی و باغات
D	نامناسب	جنگل‌ها، مناطق مسکونی، سطوح آبی، باتلاق‌ها

۴-۱-۲-۴- طبقه بندی شیب و توپوگرافی: یکی از معیارهای مهم در مکان‌یابی محل دفن پسماندها، شیب منطقه می‌باشد. در خصوص احداث لندفیل‌ها مناسب‌ترین حالت شیب‌های کم و در حدود ۰ تا ۱۰ درصد می‌باشد. دو دلیل برای انتخاب اراضی با شیب کم وجود دارد اول آنکه، احداث لندفیل‌ها در زمین‌های با شیب تند باعث بالا رفتن هزینه‌های اقتصادی در ساخت و نگهداری از لندفیل‌ها می‌شود. علت دیگر احتمال وقوع لغزش و فرسایش در شیب‌های تند می‌باشد.

در اراضی با شیب تند احتمال ناپایداری زمین بیشتر بوده و خطر آسیب رسیدن به لندفیل و آلودگی‌های زیست‌محیطی وجود دارد. به علاوه سرعت جریان آب زیرزمینی در شیب‌های تند زیاد است و در صورت نشت شیرابه آلودگی به سرعت در سطح آب‌های زیرزمینی پخش خواهد شد[۴]. لذا با توجه به مسائل ذکر شده و همچنین شرایط توپوگرافی نسبتاً هموار استان قم جدول ۴-۶ جهت طبقه بندی پوشش گیاهی استان ارائه شده است. نحوه طبقه بندی استان بر اساس شیب زمین در شکل ۴-۶ ارائه گشته است.

جدول ۴-۶- طبقه بندی استان قم بر اساس شیب زمین(درصد)

طبقه بندی	توصیف	شیب (درصد)
A	بسیار خوب	۵-۰
B	خوب	۱۰-۵
C	متوسط	۱۵-۱۰
D	نامناسب	۱۵<

۴-۱-۲-۵- طبقه بندی شرایط آب و هوائی: در این مرحله از مطالعات تنها به دو پارامتر بارندگی و تبخیر در منطقه توجه می‌شود در مرحله گزینش نهائی سایت‌های مورد نظر سرعت و جهت وزش باد نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. در امر مکان یابی محل دفن پسماندها از نظر هواشناسی اولویت با مناطقی می‌باشد که از میزان بارندگی پایین تری برخوردارند [64]. با توجه به منحنی‌های هم باران ارائه شده در فصل سوم استان قم از میزان بارندگی سالیانه پائینی برخوردار است، لذا مشکل چندانی از نظر گزینش مکان مناسب با توجه به میزان بارش در منطقه وجود ندارد به همین خاطر از ۳ طبقه برای توصیف شرایط آب و هوائی استان بهره گرفته شده است که در جدول ۴-۷ ارائه گردیده است.

برخلاف میزان بارش، تبخیر به عنوان یکی از پارامترهای دخیل در امر مکان‌یابی هراندازه از میزان بالاتری برخوردار باشد از شرایط مطلوب‌تری برخوردار است،[64] با توجه به منحنی‌های هم تبخیر استان قم و بالا بودن میزان تبخیر در کل استان این پارامتر نیز تنها در ۳ گروه طبقه بندی می‌شود. این طبقه بندی در جدول ۴-۷ ارائه شده است.

جدول ۴-۷- طبقه بندی پارامترهای هواشناسی استان قم

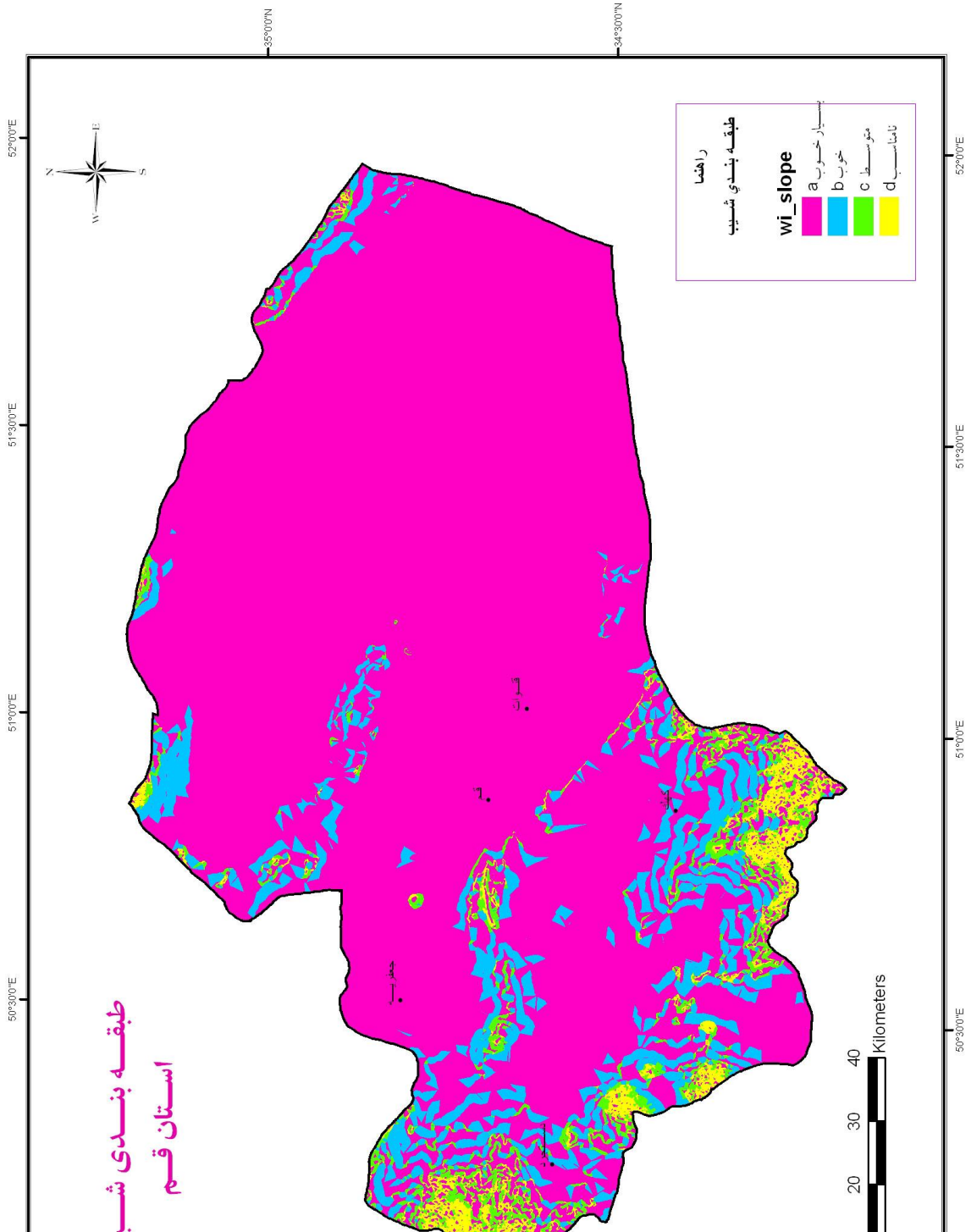
طبقه بندی	توصیف	میزان بارش سالیانه(mm)	میزان تبخیر سالیانه(mm)
A	بسیار خوب	۷۵-۱۲۵	۲۸۰۰<
B	خوب	۱۲۵-۲۰۰	۲۵۰۰-۲۸۰۰
C	نامناسب	۲۰۰<	<۲۵۰۰

شکل‌های ۴-۷ و۴-۸ طبقه بندی آب و هوائی استان را که بر اساس جدول ۴-۶ تهیه شده‌اند نشان می‌دهد.

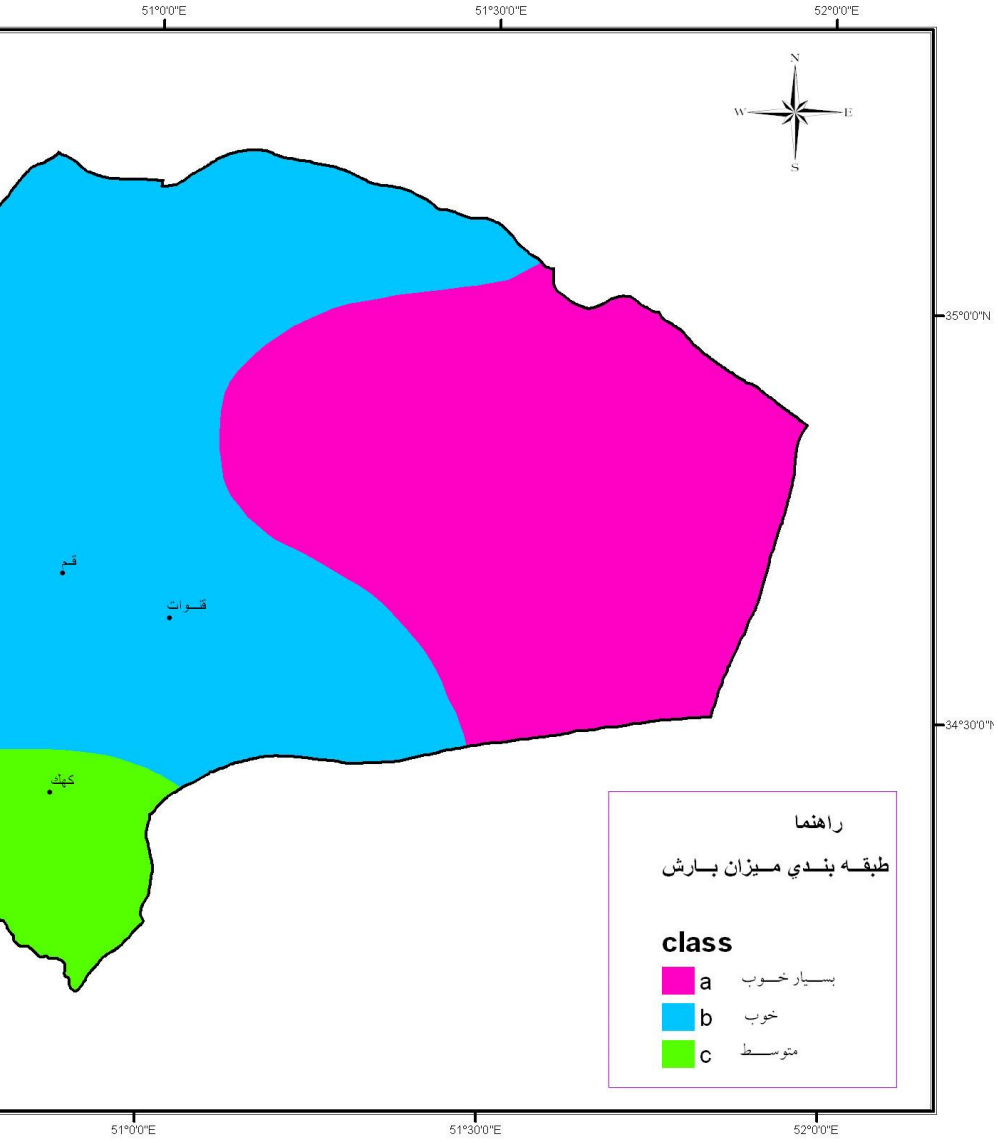
۴-۱-۳- امتیاز بندی و وزن دهی لایه‌های اطلاعاتی

همان طورکه در فصل دوم بدان اشاره شد، جهت تلفیق لایه‌های اطلاعاتی روش‌های مختلفی وجود دارد که بسته به تعداد و نوع لایه‌های اطلاعاتی می‌توان از آن‌ها بهره گرفت. در مطالعه حاضر با توجه به شرایط استان و استفاده از تجربیات سایر محققین، مناسب‌ترین شیوه روش وزن‌دهی افزایشی ساده تشخیص داده شد. در این شیوه که بر مبناء محاسبه ارزش - سودمندی استوار است، کارشناس در ابتدا به هر طبقه در هر لایه

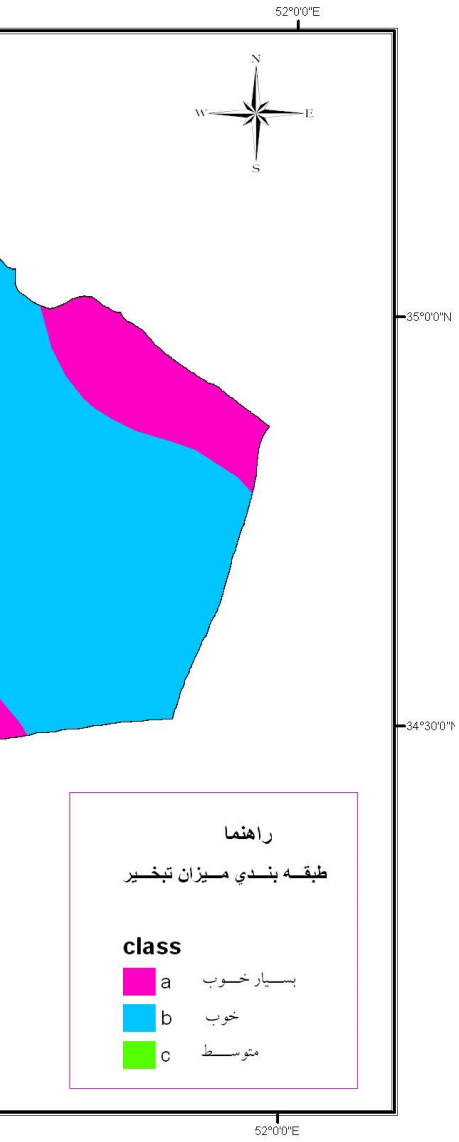
اطلاعاتی بر اساس رده بندی صورت گرفته در مرحله قبلی امتیازی اختصاص می‌دهد، که بالا بودن امتیاز نشانگر ارزش بیشتر طبقه در امر مکان‌یابی محل دفن پسماندها می‌باشد. در مرحله بعدی بین لایه‌های اطلاعاتی مقایسه‌ای صورت می‌گیرد و ارزش و وزن هر کدام از آن‌ها نسبت به دیگری تعیین می‌گردد. هرچه ارزش یک لایه اطلاعاتی نسبت به دیگری در مکان‌یابی محل دفن بالاتر باشد، وزن بیشتری به آن اختصاص داده می‌شود. در بررسی معیارها و لایه‌های اطلاعاتی در این روش نظر تخصصی کارشناس بسیار چشمگیر است و امتیاز و وزن‌های تخصیص داده شده بسته به نظر کارشناس می‌باشد.



شکل ۴-۶: طبقه بندی شیب (درصد) استان قم جهت دفن پسماندهای خطرناک



شکل ۴-۷: طبقه بندی میزان بارندگی استان قم جهت دفن پ


52°0'0"E
N
W
E
S
35°0'0"N
34°30'0"N
راهنما
طبقه بندي ميزان تبخير
class
a
بسيار خوب
b
خوب
c
متوسط
52°0'0"E

۴-۱-۳-۱- امتیاز دهی لایه‌های اطلاعاتی: همان‌طور که در مقدمه بدان اشاره شد، در این قسمت از مطالعات به جداول مرحله قبل که هر لایه اطلاعاتی را به رده های A تا D تقسیم کرده است، امتیاز و وزن مناسی اختصاص داده می‌شود. مبناء این امتیازدهی ارزش هر طبقه جهت مکان‌یابی محل دفن پسماندها در لایه اطلاعاتی مربوطه می‌باشد. در این مطالعات بالاترین امتیاز عدد۴ می‌باشد، که به طبقه A (بسیار خوب) تعلق می‌گیرد و پائین‌ترین امتیاز نیز عدد ۱ می‌باشد، که به طبقه D (نامناسب) داده می شود.

همچنین به هر لایه اطلاعاتی در مقایسه با سایر لایه‌ها و میزان ارزشی که در مطالعات منطقه دارد، وزنی اختصاص داده می‌شود. وزن‌دهی با مقایسه لایه‌های اطلاعاتی با یکدیگر تعیین شده است. در این مرحله بالاترین وزن داده شده با توجه به اهمیت لایه‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی در استان مربوط به این ۲ لایه بوده که عدد ۱۵ می‌باشد. لایه‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی و شیب نیز که از نظر اهمیت در رده دوم قرار دارند، وزن ۱۰ را می‌گیرند. در این مرحله کمترین وزن به لایه هواشناسی (بارندگی و تبخیر) اختصاص می‌یابد که عدد ۵ می‌باشد. نحوه امتیاز دهی و وزن‌های تخصیص داده شده به هر لایه اطلاعاتی در جدول ۴-۸ ارائه گردیده است.

۴-۱-۳-۲- امتیاز نهائی هر پلی گون: قبل از مرحله همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی، لازم است امتیاز نهائی هر پلی‌گون از روی امتیاز و وزن‌های اختصاص داده شده در مرحله قبلی محاسبه گردد. برای محاسبه امتیاز هر پلی‌گون از رابطه ۴-۱ استفاده می‌گردد:[61]

فرمول (۴-۱) $$S= \Sigma(Sij) \times (Wi)$$

S: امتیاز نهائی هر پلی‌گون

Sij: امتیاز هر طبقه

Wi: وزن هر لایه اطلاعاتی

با انجام عملیات بالا، بر روی داده‌های اطلاعاتی امتیاز نهائی هر پلی‌گون محاسبه می‌گردد. جدول ۴-۸ امتیازات محاسبه شده را نمایش می‌دهد.

جدول ۴-۸- امتیاز و وزن دهی لایه‌های اطلاعاتی[۳۱]

لایه اطلاعاتی	طبقه بندی	امتیاز(Sij)	وزن(Wi)	امتیاز نهائی(S)
زمین شناسی	A	۴	۱۵	۶۰
	B	۳		۴۵
	C	۲		۳۰
	D	۱		۱۵
ژئومورفولوژی	A	۴	۱۵	۶۰
	B	۳		۴۵
	C	۲		۳۰
	D	۱		۱۵
پوشش گیاهی	A	۴	۱۰	۴۰
	B	۳		۳۰
	C	۲		۲۰
	D	۱		۱۰
شیب	A	۴	۱۰	۴۰
	B	۳		۳۰
	C	۲		۲۰
	D	۱		۱۰
بارندگی	A	۳	۵	۱۵
	B	۲		۱۰
	C	۱		۵
تبخیر	A	۳	۵	۱۵
	B	۲		۱۰
	C	۱		۵

۴-۱-۴- همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی

در این بخش از کار، ۶ لایه اطلاعاتی که امتیاز نهائی برای آن‌ها محاسبه گشته بود، در محیط GIS بر روی هم قرار می‌گیرند، با انجام این کار در عمل امتیازهای نهائی هر طبقه با یکدیگر جمع می‌شود و نقشه واحدی حاصل می‌گردد که شامل مناطق ممنوعه، حریم‌ها و نقشه امتیاز نهائی پلی‌گون‌ها می‌باشد.

با روی هم قرار دادن لایه‌های اطلاعاتی، مجموع امتیازات در محدوده‌ای بین ۲۳۰ تا ۶۰ قرار می‌گیرد. جهت مطالعه آسان‌تر ماکزیمم امتیاز به ۱۰۰ کاهش یافته و بر اساس آن تفکیک شده است (جدول ۴-۹).

1- Overlaying

جدول ۴-۹- رده بندی نهائی امتیازات

امتیاز (درصد)	۳۰>	۳۰-۶۰	۶۰-۸۰	۸۰-۱۰۰
توصیف	نامناسب	متوسط	خوب	عالی
رده	D	C	B	A

شکل ۴-۹ نقشه طبقه بندی شده استان به ۴ رده ارائه شده در جدول ۴-۹ نمایش می‌دهد.

۴-۱-۵- نتیجه‌گیری مرحله اول

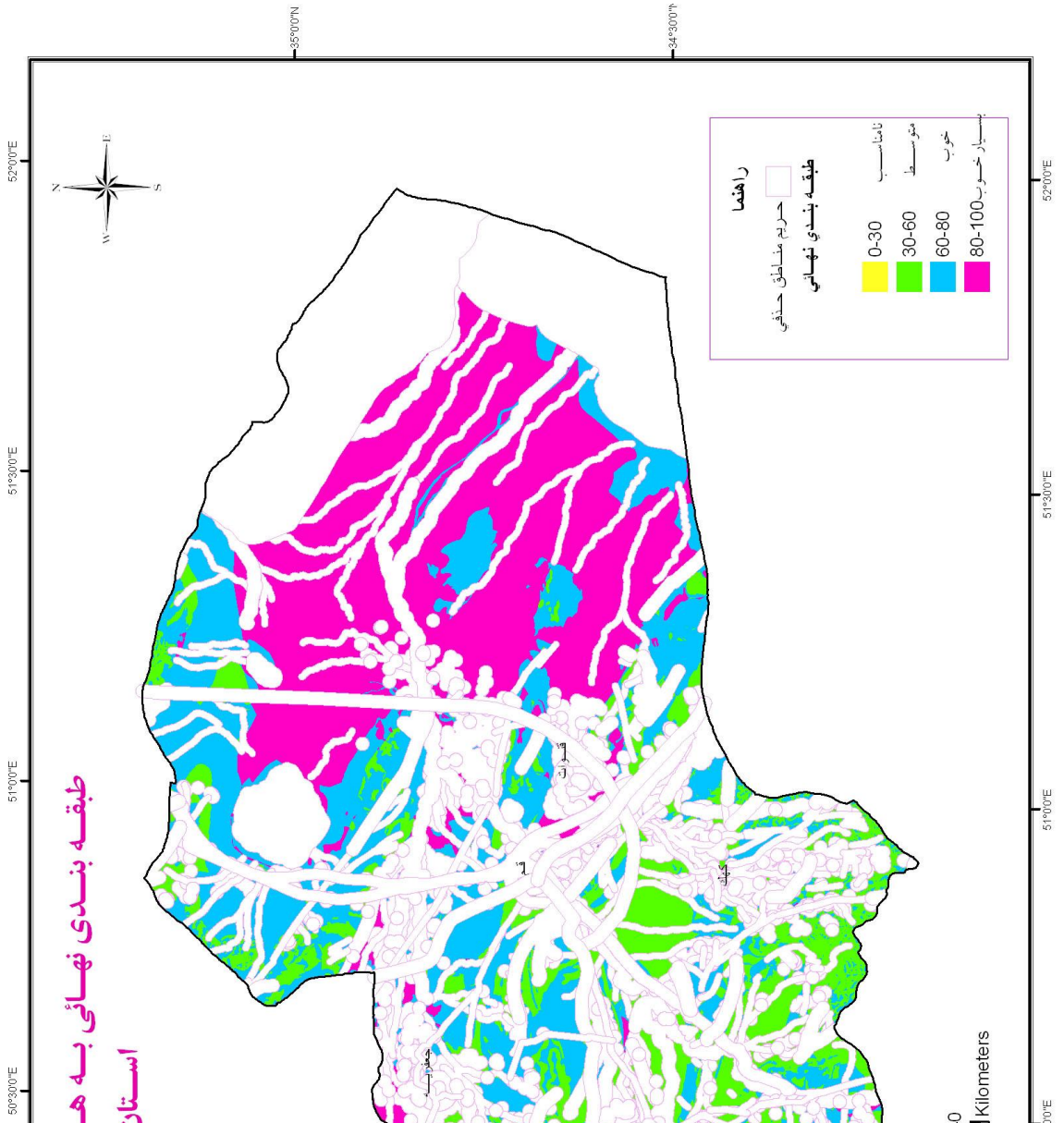
با اعمال شروط، وزن‌ها و امتیازبندی و در نهایت همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی شکل ۴-۹ به دست آمد که دارای پلی‌گون‌هائی با امتیاز بین ۰ تا ۱۰۰ بوده که در ۴ کلاس عالی، خوب، متوسط و نامناسب طبقه بندی شده است.

برای به دست آوردن پهنه‌های مستعد دفن پسماند در استان، تنها از طبقه‌های عالی و خوب استفاده می‌گردد و طبقه‌های متوسط و نامناسب در این مرحله حذف می‌گردند. در مناطق عالی و خوب نیز با توجه به حجم پسماندهای خطرناک تولیدی در استان و همچنین در نظر گرفتن این مطلب که معمولاً لندفیل برای استفاده در مدت ۱۵ الی ۲۰ سال احداث می‌گردد، محدوده‌هائی که دارای حداقل وسعت ۴ کیلومتر مربع باشند برگزیده می‌شوند. با توجه به پارامترهای ذکر شده و مطابق شکل ۴-۱۰جمعاً در این مرحله ۳۲ ناحیه

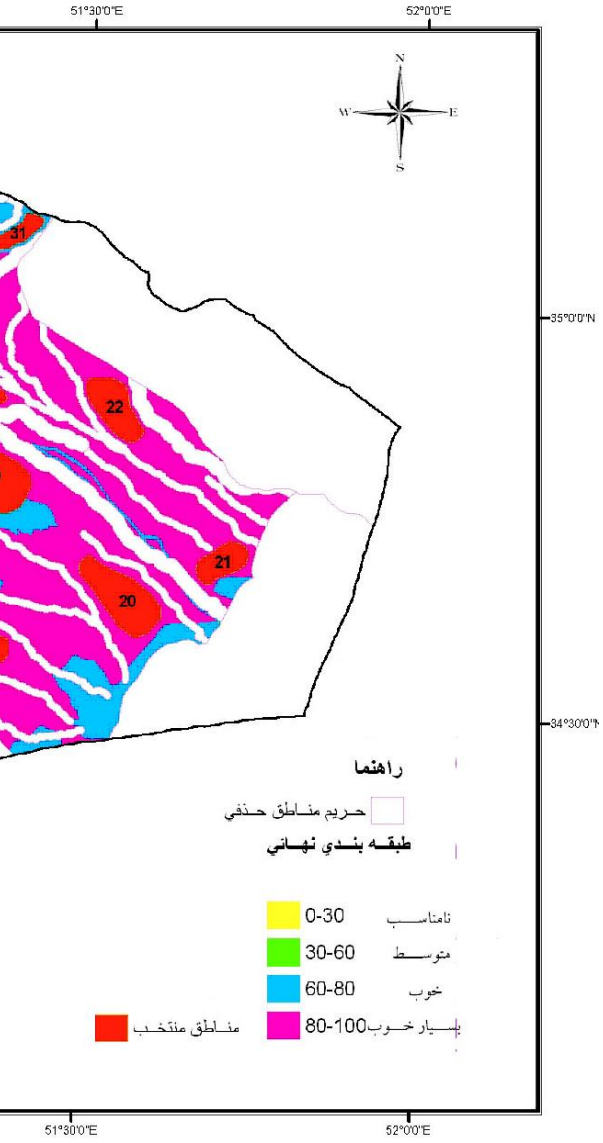
به وسعت تقریبی ۹۱۲/۸ کیلومترمربع که حدود ۱۲/۵٪ از مساحت کل استان را شامل می‌گردد انتخاب گردیده است.

۴-۲- بازدید صحرائی از پهنه‌های مستعد دفن پسماند خطرناک

با پایان یافتن مرحله اول مطالعات و انتخاب ۳۲ پهنه مستعد دفن پسماند در استان قم، لازم می‌باشد مطالعات تکمیلی‌تر جهت شناخت مناطق انتخابی و گزینش بهترین و مناسب‌ترین منطقه صورت پذیرد. تا این مرحله مطالعات بر پایه اطلاعات و نقشه های موجود و با استفاده از نرم افزارهای مورد نیاز همانند Arc GIS صورت گرفته است.



شکل ۴-۹- طبقه بندی نهائی حاصل از همپوشانی لایه ها


51°30'0"E
52°0'0"E
N
W
E
S
35°0'0"N
34°30'0"N
31
22
21
20
راهنما
حريم مناطق حذفي
طبقه بندي نهائي
نامناسب 0-30
متوسط 30-60
خوب 60-80
بسيار خوب 80-100
مناطق منتخب
51°30'0"E
52°0'0"E

از آن جائی که نقشه‌ها و اطلاعات موجود با توجه به سال انتشار آن‌ها نمی‌توانند خالی از اشکال باشند و همچنین برای کسب اطلاعات دقیق‌تر از وضعیت مناطق انتخابی در مرحله قبل، لازم است بازدیدهای صحرائی صورت پذیرد. در بازدید از پهنه‌های انتخابی اهداف کلی زیر دنبال می‌شود:

- اطمینان از تطبیق اطلاعات جمع آوری شده با واقعیت
- آشنائی با منطقه
- آشنائی با راه‌های دسترسی به مناطق انتخابی
- شرایط توپوگرافی و شیب منطقه
- کاربری فعلی و آتی اراضی مناطق انتخاب شده و نواحی مجاور
- احتمال عبور خطوط انتقال نیرو (وجود دکل‌های انتقال برق، وجود خطوط انتقال گاز)
- احتمال وجود چاه، چشمه، قنات و آبراهه فصلی در منطقه
- ارتفاع محدوده از سطح دریا
- احتمال وجود معادن فعال ثبت نشده در نقشه‌ها

در طی بازدیدهای صحرائی صورت گرفته اطلاعات کامل‌تری از پهنه‌های منتخب حاصل گردید. نتیجه بازدیدها در ادامه ارائه می‌گردد.

۴-۲-۱- پهنه‌های نامناسب

در طی عملیات صحرائی برخی از سایت‌ها به دلیل شرایط نامناسب بعد از بازدید حذف شدند. در جدول ۴-۱۰، دلایل حذف برخی از پهنه ها آمده است.

با توجه به جدول ۴-۱۰، از بین ۳۲ پهنه منتخب در مرحله نخست، تعداد۱۹منطقه پس از بازدید حذف شده و ادامه مطالعات تنها بر روی پهنه‌های تائید شده در مرحله بازدیدها تمرکز می‌یابد. موقعیت پهنه‌های حذف شده در این مرحله که در جدول به آن‌ها اشاره شده است در شکل ۴-۱۱ نمایش داده شده اند.

جدول ۴-۱۰- مشخصات و علل پهنه های حذف شده در مرحله بازدید صحرائی

ردیف	شماره سایت	توضیحات
۱	**۱**	وجود اراضی کشاورزی در منطقه
۲	**۲**	وجود خطوط انتقال گاز و تاسیسات گازی در منطقه
۳	**۶**	وجود خطوط انتقال گاز در منطقه
۴	**۸**	نبود راه دسترسی مناسب
۵	**۹**	قرار گرفتن در طرح گسترش شهرک صنعتی سلفچگان
۶	**۱۰**	قرار گرفتن در منطقه شکار ممنوع پلنگ دره که بر اساس نظر سازمان محیط زیست استان به زودی تبدیل به منطقه حفاظت شده خواهد شد
۷	**۱۳**	وجود زمین های کشاورزی در منطقه
۸	**۱۴**	نزدیکی به چاه های نفت و مخازن گازی سراجه
۹	**۱۶**	وجود اراضی کشاورزی در منطقه
۱۰	**۱۷**	وجود اراضی کشاورزی در منطقه
۱۱	**۲۰**	نبود راه دسترسی مناسب و باتلاقی بودن اراضی
۱۲	**۲۱**	نبود راه دسترسی مناسب و باتلاقی بودن اراضی
۱۳	**۲۲**	نبود راه دسترسی مناسب و باتلاقی بودن اراضی
۱۴	**۲۵**	بالا بودن سطح آب زیرزمینی و باتلاقی بودن اراضی
۱۵	**۲۷**	قرار گرفتن در منطقه نظامی
۱۶	**۲۹**	قرار گرفتن در منطقه نظامی
۱۷	**۳۰**	قرار گرفتن در منطقه نظامی
۱۸	**۳۱**	قرار گرفتن در منطقه نظامی
۱۹	**۳۲**	بالا بودن سطح آب زیرزمینی و باتلاقی بودن اراضی

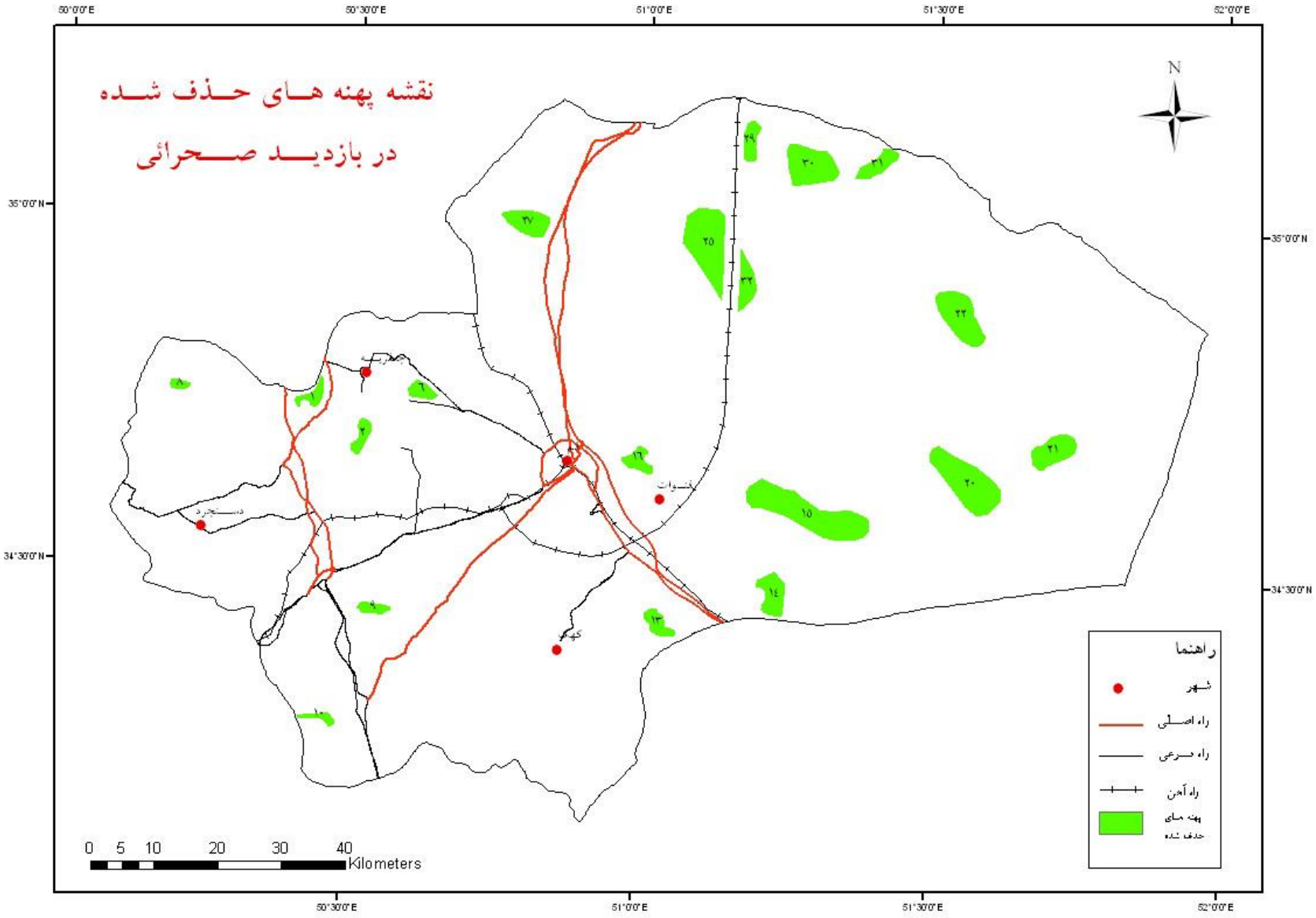
۴-۲-۲- پهنه‌های مناسب

با مشاهدات صحرائی صورت گرفته از مجموع ۳۲ پهنه پیشنهادی در مرحله نخست ۱۳ پهنه دارای شرایط مطلوب‌تری نسبت به سایر مناطق جهت دفن پسماندهای خطرناک می‌باشند. این پهنه‌ها که در شکل ۴-۱۲

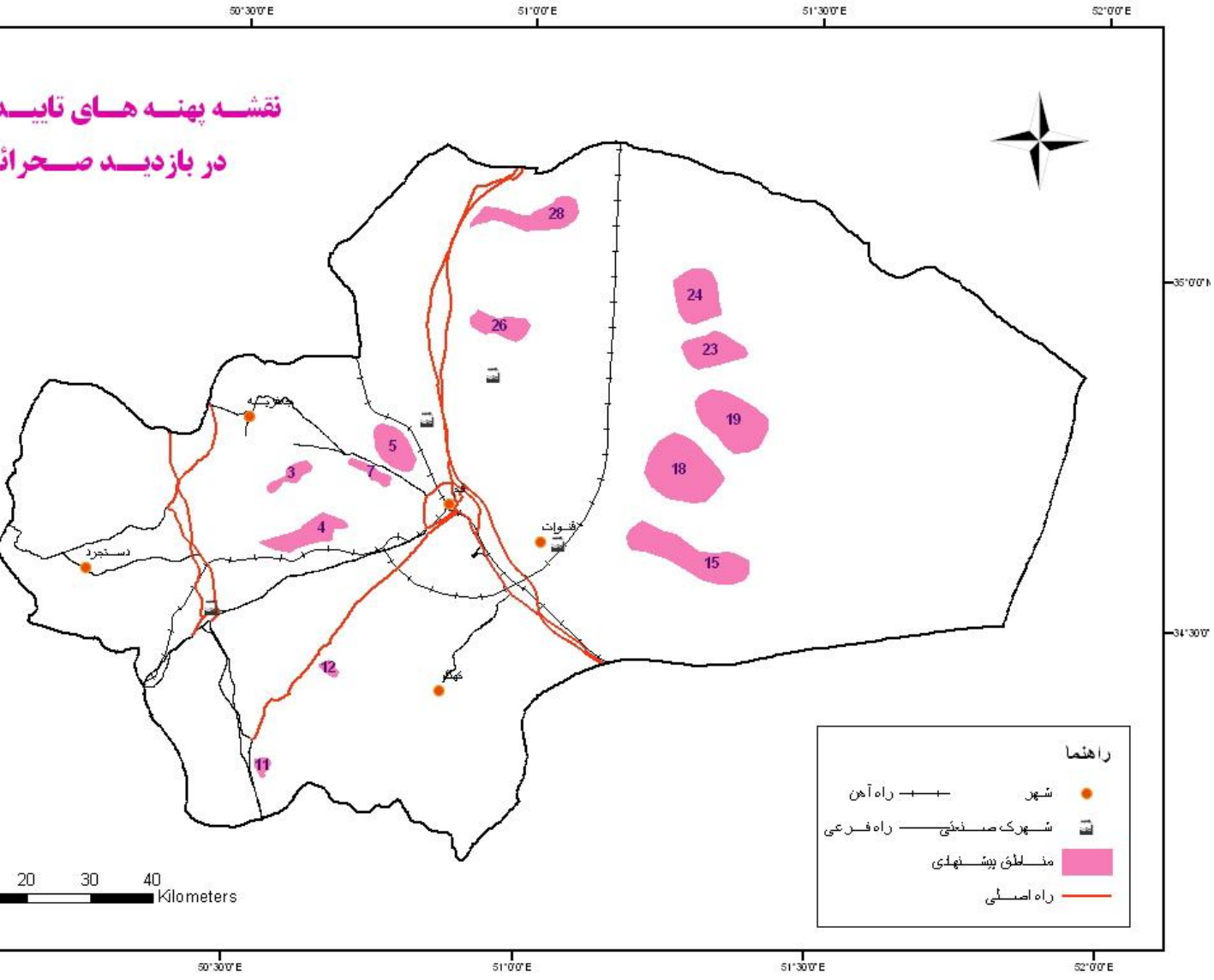
موقعیت آن‌ها به نمایش گذاشته شده است در جدول ۴-۱۱ معرفی شده‌اند، تصاویری از سایت‌های با شرایط مطلوب‌تر در شکل ۴-۱۳ ارائه شده است.

جدول ۴-۱۱- موقعیت و شرایط پهنه های مناسب جهت دفن پسماندهای خطرناک

ردیف	شماره پهنه	فاصله تا مراکز جمعیتی(km)	فاصله تا راه دسترسی(km)	ارتفاع منطقه (m)	زمین شناسی	پوشش گیاهی	سایر توضیحات
۱	**۳**	۲۳ (شهر قم)	۷/۵ (جاده قم-جعفریه)	۱۰۶۵	مارن، سیلت، ماسه	مرتع کم تراکم	در ۴ کیلومتری منطقه خطوط انتقال گاز قرار دارد
۲	**۴**	۲۵ (شهر قم)	۶ (جاده قم – سلفچگان) ۴ (راه آهن)	۱۲۵۸	مارن، سیلت، ماسه	مرتع کم تراکم	راه خاکی با راستای شمالی- جنوبی در ۱km آن قرار دارد.
۳	**۵**	۴ (روستای دام شهر) ۱۲ (شهر قم)	۳ (جاده قم – جعفریه)	۹۶۵	مارن، سیلت، ماسه	مرتع کم تراکم	در غرب منطقه، پهنه و گنبدی نمکی وجود دارد.
۴	**۷**	۳ (روستای دام شهر) ۱۴ (شهر قم)	۲ (جاده قم – جعفریه)	۹۷۰	مارن همراه با مقداری گچ	مرتع کم تراکم	در دامنه کوه اموک قرار گرفته و در منطقه یک محل دفع غیر مجاز باتری ماشین فعالیت می کند.
۵	**۱۱**	۳/۵ (روستای نیزار)	۲/۲ (جاده قم- اصفهان)	۱۴۱۱	مارن، شیل و سنگ آهک	مرتع کم تراکم	۲آبراهه فصلی با راستای شمال شرقی- جنوب غربی و جنوب شرقی- شمل غربی در منطقه جریان دارد.
۶	**۱۲**	۷/۵ (روستای قلعه چم)	۲/۸ (جاده قم- نیزار)	۱۴۰۱	آندزیت، بازالت و توف	مرتع کم تراکم	۳ ردیف لوله گاز در ۲ کیلومتری منطقه وجود دارد.
۷	**۱۵**	۲۰ (شهر قنوات)	۵ (قم – قنوات)	۹۸۵	کفه رسی	مرتع کم تراکم	در بخش غربی و نواحی مجاور منطقه کشاورزی آبی جریان دارد.
۸	**۱۸**	۶/۸ (روستای کوه سفید) ۲۴ (شهر قنوات)	۷ (جاده اصلی)	۹۷۵	کفه رسی	مرتع کم تراکم	در غرب و جنوب غربی منطقه فعالیت کشاورزی جریان دارد.
۹	**۱۹**	۱/۵ (روستای مشک آباد)	۱۰ (جاده اصلی)	۹۶۰	کفه رسی	مرتع کم تراکم	-
۱۰	**۲۳**	۱ (روستای علی آباد کورگل)	۳ (جاده اصلی)	۸۱۹	کفه رسی	مرتع کم تراکم	در ۲ کیلومتری منطقه اتوبانی با راستای شمال شرق- جنوب غرب درحال احداث می باشد
۱۱	**۲۴**	۷ (روستای علی آباد کورگل)	۸ (جاده اصلی) ۱۰(راه آهن)	۸۲۸	کفه رسی	مرتع نیمه متراکم	-
۱۲	**۲۶**	۲۹ (شهر قم)	۶/۶ (اتوبان تهران- قم)	۸۷۸	تراس های جوان به همراه گدازه آندزیتی	کویری	۵ کیلومتری جنوب دریاچه حوض سلطان
۱۳	**۲۸**	۴۰ (شهر قم)	۷/۷ (اتوبان تهران-قم)	۸۴۰	کفه رسی	مرتع کم تراکم	۶ کیلومتری شمال دریاچه حوض سلطان



شکل ۴-۱۱- موقعیت پهنه های حذف شده در مرحله بازدید صحرائی



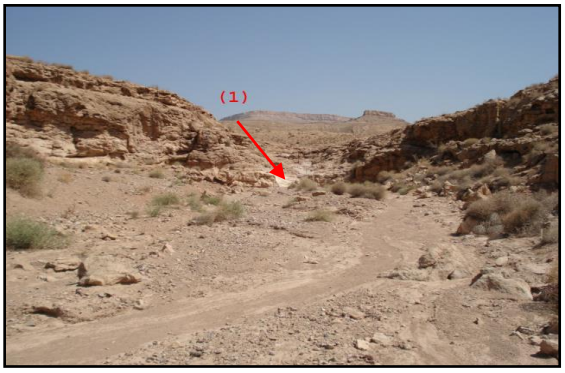
شکل ۴-۱۲- پهنه های تائید شده در مرحله بازدیدهای صحرائی

شکل ۱: سایت شماره ۳(دید به سمت جنوب)

شکل ۲: نمائی از سایت ۴ (دید به سمت شمال شرق)

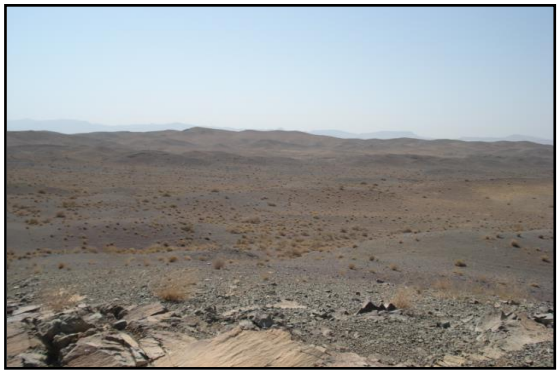
شکل ۳ :نمائی از سایت ۵(دید به سمت جنوب شرق)

شکل ۴ : نمایی از سایت ۷(دید به سمت شمال غرب)



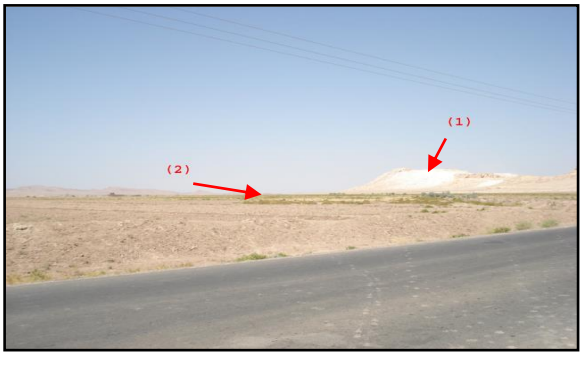
شکل ۵ : نمائی از سایت ۱۱

(دید به سمت جنوب) (۱): محل عبور آبراهه



شکل ۶ : نمائی از سایت ۱۲ (دید به سمت جنوب)

شکل ۴-۱۳- تصاویری از سایت های مناسب در مرحله بازدید صحرائی

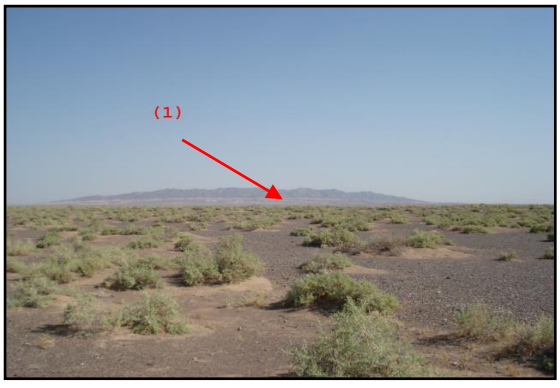


شکل ۹ : نمائی از سایت ۱۹

(دید به سمت جنوب شرق)

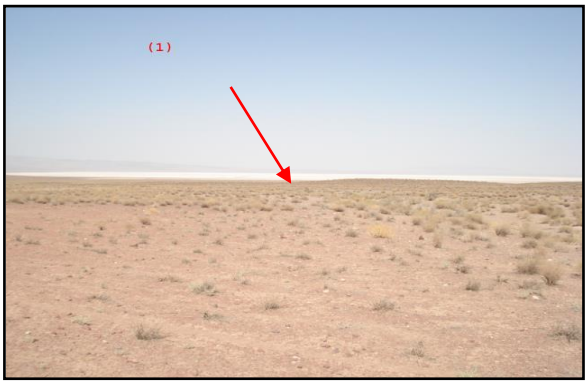
شکل ۱۰ : نمائی از سایت ۲۳

(دید به سمت شمال شرق)



شکل ۱۱ : نمائی از سایت ۲۴

(دید به سمت شمال) (۱): سیاه کوه



شکل ۱۲ : نمائی از سایت ۲۶ (دید به سمت شمال)

(۱): دریاچه حوض سلطان

ادامه شکل ۴-۱۳- تصاویری از سایت های مناسب در مرحله بازدید صحرائی

شکل۱۳ : نمائی از سایت ۲۸

(دید به سمت جنوب) (۱): دریاچه حوض ساطان

ادامه شکل ۴-۱۳- تصاویری از سایت های مناسب در مرحله بازدید صحرائی

۴-۳- گزینش نهائی

همان‌طور که در ابتدای فصل چهارم بدان اشاره شد، مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک در استان قم در طی ۳ مرحله کلی انجام می‌گیرد. در مرحله نخست محدوده‌های ممنوعه و حریم‌ها مشخص شده، سپس با امتیاز و وزن‌دهی مقدماتی به لایه‌های اطلاعاتی و همپوشانی لایه‌ها ۳۲ پهنه مستعد دفن پسماند در کل استان قم شناسائی شدند. در مرحله دوم، بازدید صحرائی از پهنه‌های مستعد دفن پسماند صورت گرفته و مناطقی که از شرایط مناسبی جهت دفن پسماند برخوردار نبودند مطابق جدول ۴-۱۰ حذف شدند. مطالعه صحرائی اطلاعات جامع و کامل‌تری از هر پهنه به دست آمده و بر این اساس صحت نتایج مطالعات دفتری نیز کنترل گردیده است. در مرحله سوم، که همان مرحله گزینش نهائی می‌باشد، پهنه‌های مناسب اشاره شده در

بخش ۴-۳، با دقت بیشتری مورد بررسی قرار می‌گیرند تا در نهایت از بین ۱۳ منطقه باقی‌مانده، ۳ پهنه به عنوان مناسب‌ترین مناطق جهت دفن پسماندهای خطرناک در کل استان انتخاب شود.

در این مرحله با استفاده از داده‌های نقشه‌ها و همچنین اطلاعات حاصل از برداشت‌های صحرائی، پهنه‌های انتخاب شده بر اساس ۳۰ پارامتر در ۶ گروه اصلی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، هواشناسی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، راه دسترسی و فاصله از مراکز جمعیتی و صنعتی مورد بررسی و امتیازدهی قرار می‌گیرند. بر این اساس ۳۰ پارامتر در ۵ رده: بسیار عالی، عالی، خوب، متوسط و ضعیف قرار می‌گیرند و برای آن‌ها به ترتیب امتیاز ۵ (برای رده بسیار عالی) تا امتیاز ۱ (برای رده ضعیف) در نظر گرفته می‌شود. سپس ۳۰ پارامتر با توجه به میزان اهمیت آنها در مکان‌یابی نسبت به هم به گونه‌ای وزن دهی می‌شوند که جمع کل آن‌ها برابر با عدد ۱۰۰ گردد. در بخش های بعدی نحوه وزن و امتیاز دهی به پارامترها شرح داده خواهد شد.

۴-۳-۱- لایه اطلاعاتی زمین‌شناسی

در مرحله نخست مطالعات تنها به بررسی سنگ‌شناسی از منظر نفوذپذیری و گسل‌ها پرداخته شده بود، در این قسمت علاوه بر جنس، شیب زمین و فاصله از گسل‌های اصلی و فرعی به ناپایداری زمین (روانگرائی) و خطر لرزه‌خیزی نیز به عنوان دیگر پارامترهای زمین‌شناسی موثر در مکان‌یابی جهت مطالعات تکمیلی توجه می‌شود. برای این منظور از دو نقشه روانگرائی و لرزه خیزی استفاده شده است. در این مرحله به لایه زمین شناسی وزن کلی ۱۰ از ۱۰۰ اختصاص می‌یابد. نحوه طبقه بندی اطلاعات زمین‌شناسی در این بخش در جدول ۴-۱۲ نمایش داده شده است.

جدول ۴-۱۲- طبقه بندی پارامترهای زمین شناسی در مرحله گزینش نهایی

۴-۳-۲- لایه اطلاعاتی خاک‌شناسی

خاک‌شناسی یکی از لایه‌های اطلاعاتی تعیین کننده در مکان‌یابی محل دفن پسماندها می‌باشد. پارامترهایی مانند نفوذپذیری، فرسایش، کاربری و قابلیت اراضی و پوشش گیاهی از جمله عوامل تعیین کننده‌ای می‌باشند که در این بخش مورد توجه قرار گرفته‌اند.

جدول ۴-۱۳- طبقه بندی پارامترهای خاک‌شناسی در مرحله گزینش نهایی

ردیف	معیار مکان‌یابی (امتیاز)		بسیار عالی (۵)	عالی (۴)	خوب (۳)	متوسط (۲)	ضعیف (۱)	فنی نسبی
۱	خاک‌شناسی زمین	جنس	شیل، مارن،رس سنگ	شیست، توف رسی پهنه های رسی گلی، لس ریز دانه	سنگهای آذرین و دگرگونی با شکستگی کم، لس سیلتی توده ای، دشت سیلابی با نفوذ پذیری کم	تناوب سنگهای بخش‌های خوب و ضعیف، دشت سیلابی با سنگ کف نفوذپذیر، تبخیری ها	ماسه سنگ، آهک،دولومیت، نهشته‌های دامنه ای، کنگلومرا، مخروط افکنه، آبرفتهای عهد حاضر	۳
۲		شیب سطح زمین (درصد)	۲	۲-۵	۵ -۱۰	۱۰ -۱۵	۱۵ >	۲
۳		فاصله از گسل‌های اصلی (km)	۱۵>	۱۰-۱۵	۵-۱۰	۲-۵	۱-۲	۱
۴		فاصله از گسل‌های فرعی (km)	۱۰>	۶-۱۰	۳-۶	۱-۳	۰/۵-۱	۱
۵		ناپایداری زمین	-	بدون قابلیت	کم	متوسط	زیاد	۱
۶		خطر لرزه خیزی	_	خطر پایین	خطر متوسط	خطر بالا	خطر خیلی بالا	۱

ردیف	معیار مکان‌یابی (امتیاز)		بسیار عالی (۵)	عالی (۴)	خوب (۳)	متوسط (۲)	ضعیف (۱)	وزن نسبی
۱	فرسایش پذیری	خاک‌شناسی	بدون فرسایش	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	۵
۲	نفوذپذیری (cm/h)		بدون نفوذپذیری	آهسته <۲	۶-۲متوسط	۲۵-۶ زیاد	۲۵< خیلی زیاد	۴
۳	کاربری اراضی		صحرا- بیابان	خاک های شور	مرتع	زمین کشاورزی دیم	رخنمون سنگی،زمین کشاورزی آبی، تپه های ماسه ای، جنگل	۴
۴	پوشش گیاهی		بایر و شوره زار	مرتع با پوشش گیاهی کم	مرتع با پوشش گیاهی متوسط	مرتع با پوشش گیاهی زیاد	جنگل، باتلاق	۴
۵	قابلیت اراضی		-	-	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب	۳

با توجه به جایگاه مهم این لایه، وزن نسبی ۲۰ از ۱۰۰ را به آن اختصاص می‌دهیم. چگونگی امتیاز و وزن‌دهی به پارامترهای در نظر گرفته شده در جدول ۴-۱۳ نمایش داده شده است.

۴-۳-۳- هیدرولوژی

در مرحله نخست مطالعات رودخانه‌های اصلی و فرعی و دریاچه‌های استان به عنوان مناطق ممنوعه شناسائی شده و حریم‌های مناسب برای حفاظت از آن‌ها در نظر گرفته شد. در این مرحله با توجه به اهمیت این لایه اطلاعاتی بار دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد و به هر منطقه بر اساس فاصله از منابع آب سطحی امتیاز و وزن مناسب اختصاص داده شده است (جدول ۴-۱۴). جهت شناسائی آبراهه‌های فرعی استان علاوه بر نقشه رودخانه‌های استان از نتایج بازدیدهای صحرائی نیز استفاده شده است . با توجه به اینکه این لایه در مرحله اول نیز مد نظر بوده است، جمعاً وزن ۱۰ از ۱۰۰ برای آن لحاظ می‌گردد.

جدول ۴-۱۴- طبقه بندی پارامترهای هیدرولوژی در مرحله گزینش نهایی

ردیف	معیار مکان یابی (امتیاز)		بسیار عالی (۵)	عالی (۴)	خوب (۳)	متوسط (۲)	ضعیف (۱)	وزن نسبی
۱	فاصله از آبراهه اصلی(km)	هیدرولوژی	۱۵>	۱۰-۱۵	۴-۱۰	۲-۴	۲>	
۲	فاصله از آبراهه فرعی(km)		۲/۵>	۲-۲/۵	۱/۵-۲	۱-۱/۵	۱>	۴ 4
۳	فاصله از دریاچه (km)		۲>	۱/۵-۲	۱-۱/۵	۰/۵-۱	۰/۵>	۲

۴-۳-۴- لایه اطلاعاتی هیدروژئولوژی

با توجه به نقش بسیار مهم منابع آب زیرزمینی در مناطق گرم و خشکی نظیر استان قم، به لایه اطلاعاتی هیدروژئولوژی در تحقیق حاضر اهمیت ویژه‌ای داده شده است. در مرحله نخست برای حفظ بهداشت و پرهیز از ایجاد هر نوع آلودگی زیست‌محیطی، چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات استان شناسائی شده و حریم ۱ کیلومتری به آن‌ها اختصاص داده شد.

در این بخش، پارامترهای عمق آب زیرزمینی، کیفیت آب و جهت جریان آب زیرزمینی در هر پهنه نیز مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به ویژگی‌های هر منطقه مطابق جدول ۴-۱۵ طبقه بندی شده و امتیاز و وزن مناسب به آن‌ها اختصاص داده می‌شود. با توجه به اهمیت این لایه وزن ۱۵ از ۱۰۰ اختصاص یافته است.

جدول ۴-۱۵- طبقه بندی پارامترهای هیدروژئولوژی در مرحله گزینش نهایی

ردیف	معیار مکان یابی (امتیاز)		بسیار عالی (۵)	عالی (۴)	خوب (۳)	متوسط (۲)	ضعیف (۱)	وزن نسبی
۱	فاصله از چاه، چشمه، قنات(km)	هیدرو	۱۵>	۱۰-۱۵	۴ -۱۰	۲ -۴	۲ >	۴

۲		عمق آب زیرزمینی(*m*)	۶۰>	۴۵ -۵۹	۳۰ - ۴۵	۱۵ - ۳۰	>۱۵	۴
۳		کیفیت آب زیرزمینی	-	شورابه	شور	لب شور	شیرین	۴
۴		جهت جریان آب زیرزمینی (فاصله از مراکز جمعیتی پایین دست) *km*	۵ >	۳ - ۵	۱ - ۳	۰/۵ - ۱	>۰/۵	۳

۴-۳-۵- لایه اطلاعاتی هواشناسی

ردیف		معیار مکان یابی (امتیاز)	بسیار عالی (۵)	عالی (۴)	خوب (۳)	متوسط (۲)	ضعیف (۱)	وزن نسبی
۱	هواشناسی	میزان تبخیر(*mm*)	۲۸۰۰>	۲۶۰۰ - ۲۸۰۰	۲۵۰۰ - ۲۶۰۰	۲۴۰۰ - ۲۵۰۰	>۲۴۰۰	۳
۲		میانگین بارندگی(*mm*)	>۱۲۵	۱۲۵ - ۱۶۰	۱۶۰ - ۲۰۰	۲۰۰ - ۲۶۰	۲۶۰>	۳
۳		سرعت باد غالب(*m/s*)	>۲	۲ - ۴	۴ - ۶	۶ - ۸	۸>	۲
۴		فاصله مکان های جمعیتی در پایین دست سایت در جهت باد غالب(*km*)	۵>	۲/۵ - ۵	۱ - ۲/۵	۰/۵ - ۱	>۰/۵	۲

با توجه به آن که در مرحله نخست مطالعات از منحنی‌های هم دما و هم بارش استان جهت طبقه بندی لایه اطلاعاتی هواشناسی بهره گرفته شده بود از این رو در این مرحله علاوه بر این دو پارامتر از سرعت و جهت وزش باد غالب به منظور تکمیل اطلاعات هواشناسی پهنه‌های مورد بررسی استفاده می‌شود (جدول۴ -۱۶).

وزن نسبی اختصاص یافته به این لایه ۱۰ از ۱۰۰ می‌باشد.

جدول ۴-۱۶- طبقه بندی پارامترهای هواشناسی در مرحله گزینش نهایی

۴-۳-۶- راه های دسترسی

همان‌طور که پیشتر نیز بدان اشاره شد راه‌های دسترسی از دو جنبه قابل بررسی هستند. نخست لزوم وجود راه جهت دسترسی به محل‌های دفن پسماند، از آن جهت که احداث راه‌های دسترسی جدید هزینه اجرائی پروژه را بسیار بالا می‌برد.

جدول ۴-۱۷- طبقه بندی پارامترهای راه‌های دسترسی در مرحله گزینش نهایی

ردیف		معیار مکان یابی (امتیاز)	بسیار عالی (۵)	عالی (۴)	خوب (۳)	متوسط (۲)	ضعیف (۱)	وزن نسبی
۱	راه های دسترسی	فاصله از راه اصلی(km)	۱ - ۱۰	۱۰ - ۳۰	۳۰ - ۵۰	۵۰ - ۷۰	>۱ ۷۰ >	۴
۲		فاصله از راه فرعی(km)	۰/۵ - ۱۰	۱۰ - ۲۰	۲۰ - ۳۰	۳۰ - ۴۰	>۰/۵ ۴۰>	۴
۳		فاصله از راه آهن (km)	۱ - ۱۰	۱۰ - ۳۰	۳۰ - ۵۰	۵۰ - ۷۰	>۱ ۷۰>	۴

دوم از نظر زیبائی منظر و حفظ بهداشت و سلامت شهروندان باید از احداث لندفیل در مجاورت راه‌ها نیز پرهیز کرد. لذا مطابق با جدول ۴-۱۷ بر اساس ویژگی‌های پهنه‌های مطالعاتی به آنها به گونه‌ای امتیاز دهی می‌گردد که هر دو جنبه مطرح شده را شامل گردد. با توجه مجموع وزن نسبی این بخش ۱۵ از ۱۰۰ می‌باشد.

۴-۳-۷- خطوط انتقال نیرو

جهت تامین برق مورد نیاز در هنگام احداث و بهره‌برداری از لندفیل‌ها، مناسب می‌باشد که محل لندفیل‌ها از فاصله کوتاهی تا خطوط انتقال برق برخوردار می‌باشد، در ضمن جهت حفظ امنیت و جلوگیری از ایجاد آتش سوزی رعایت حداقل حریم ۱ کیلومتری لازم می باشد.

جدول ۴-۱۸- طبقه بندی پارامترهای انتقال نیرو در مرحله گزینش نهایی

ردیف	معیار مکان یابی (امتیاز)	بسیار عالی (۵)	عالی (۴)	خوب (۳)	متوسط (۲)	ضعیف (۱)	وزن نسبی
۱	فاصله از خطوط انتقال نیرو(*km*)	۲ - ۲/۵	۱/۵ - ۲	۱ - ۱/۵	۲/۵<	>۱	۳

۴-۳-۸- مراکز جمعیتی، صنعتی و معدنی

در مرحله نخست، مراکز جمعیتی به عنوان مناطق ممنوعه شناسائی شده و حریم مشخصی برای آن‌ها در نظر گرفته شد. مراکز جمعیتی و صنعتی و معدنی نیز همچون راه‌های دسترسی از دو دیدگاه قابل بررسی می‌باشد. نخست آن که به لحاظ حفظ بهداشت و سلامتی انسان‌ها باید فاصله‌ای مناسب از محل لندفیل‌ها تا مراکز جمعیتی وجود داشته باشد. در عین حال به منظور صرفه جوئی در وقت و انرژی باید از احداث لندفیل‌ها در فاصله‌های طولانی تا مراکز تولید پسماند اجتناب کرد. با توجه به اهمیت این لایه اطلاعاتی در مطالعات مکان‌یابی طبق جدول ۴-۱۹ وزن نسبی ۲۰ از ۱۰۰ بدان اختصاص یافته است.

جدول ۴-۱۹- طبقه بندی پارامترهای مراکز جمعیتی، صنعتی و معدنی در مرحله گزینش نهایی.

۴-۳-۹- رتبه بندی مناطق انتخابی

برای رتبه‌بندی مناطق انتخابی بر اساس میزان امتیاز نهایی، ابتدا لازم است هر کدام از مناطق با توجه به جداول ۴-۱۲ تا ۴-۱۸ به صورت جداگانه بررسی شده و به ۳۰ پارامتر در نظر گرفته شده در این مرحله با توجه به ویژگی‌های منطقه، امتیازی مناسب (بین ۵ تا ۱) اختصاص داده شود. سپس امتیاز نهائی هر منطقه

از حاصل‌ضرب امتیاز در وزن نسبی هر پارامتر که بر اساس میزان ارزش پارامترها نسبت به یکدیگر می‌باشد،

ردیف	معیار مکان یابی (امتیاز)		بسیار عالی (۵)	عالی (۴)	خوب (۳)	متوسط (۲)	ضعیف (۱)	وزن نسبی
۱	مراکز جمعیتی، صنعتی و معادن	فاصله از شهرها(km)	۳ - ۱۰	۱۰ - ۱۵	۱۵ - ۲۰	۲۰ - ۲۵	۲۵> >۳	۶
۲		فاصله از روستاها(km)	۱ - ۵	۵ - ۱۰	۱۰ - ۱۵	۱۵<	>۱	۴
۳		فاصله از شهرک‌های صنعتی و معادن(km)	۳ - ۲۰	۲۰ - ۴۰	۴۰ - ۶۰	۶۰ - ۸۰	۸۰> >۳	۶
۴		فاصله از مناطق حفاظت شده زیست محیطی(km)	۱۰>	۶ - ۱۰	۴ - ۶	۱/۵ - ۴	۱ - ۱/۵	۴

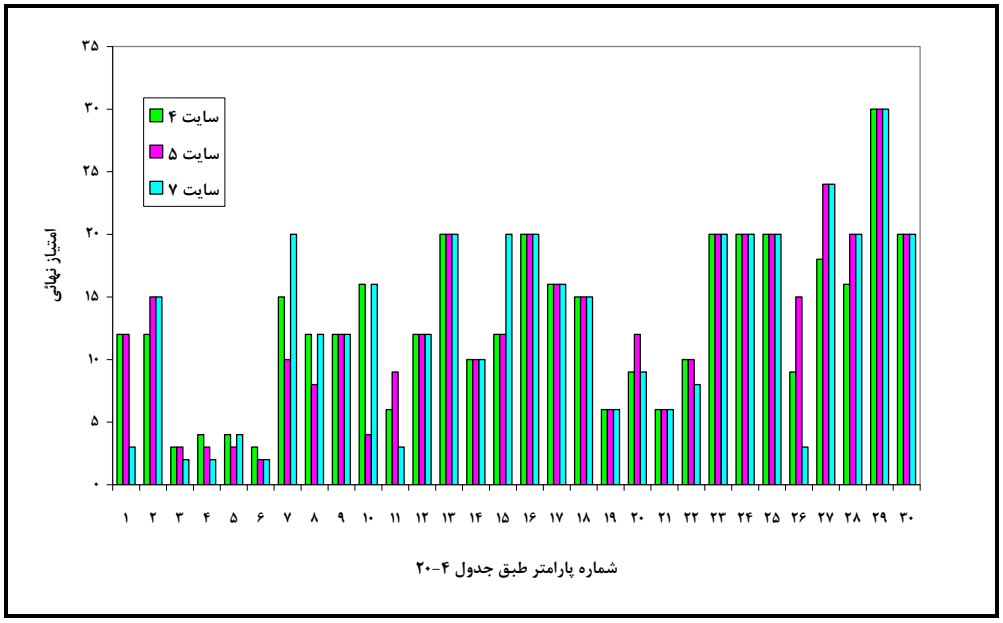
حاصل می‌گردد، نحوه امتیاز دهی به هر منطقه و نتیجه نهائی در جدول ۴-۲۰ ارائه گشته است.

رتبه بندی سایت‌ها بر اساس امتیاز نهائی در جدول ۴-۲۰ خلاصه شده است. کمترین امتیاز (۳۳۳) مربوط به سایت ۱۹ و بیشترین امتیاز (۳۹۰) مربوط به سایت ۷ می باشد.

هر اندازه میزان امتیازات اختصاص یافته بالاتر باشد نشان‌گر وجود شرایط مطلوب‌تر در منطقه انتخابی جهت دفن پسماندهای خطرناک می باشد، در نتیجه ۳ سایت نخست که دارای بالاترین امتیاز می باشند انتخاب می شوند. رتبه‌بندی پهنه‌های پیشنهادی بر اساس امتیاز نهائی محاسبه شده برای آن‌ها در جدول ۴-۲۰ ارائه شده است. امتیازات نهائی هر کدام از پارامترهای ۳ پهنه گزینش شده جهت دفن پسماندهای خطرناک استان در شکل ۴-۱۴ با یکدیگر مقایسه شده‌اند. شکل ۴-۱۵ موقعیت این مناطق را در استان نمایش می‌دهد.

جدول ۴-۲۰- امتیاز دهی سایت های انتخابی

ردیف	معیار / سایت		امتیاز سایت های انتخابی														وزن
			سایت ۳	سایت۴	سایت ۵	سایت ۷	سایت۱۱	سایت ۱۲	سایت۱۵	سایت ۱۸	سایت۱۹	سایت ۲۳	سایت۲۴	سایت ۲۶	سایت۲۸	نسبی
۱	زمین شناسی	جنس سنگ بستر	۳	۴	۴	۱	۱	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۳	۳
۲		شیب سطح زمین(درصد)	۴	۴	۵	۵	۳	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۳
۳		فاصله از گسل های اصلی (km)	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۵	۵	۵	۵	۵	۲	۲	۱
۴		فاصله از گسل های فرعی (km)	۲	۴	۳	۲	۴	۲	۴	۴	۵	۵	۵	۳	۳	۱
۵		ناپایداری زمین	۳	۴	۳	۴	۳	۴	۲	۲	۲	۲	۲	۴	۲	۱
۶		خطر لرزه خیزی	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۱
۷	خاکشناسی	فرسایش پذیری	۳	۳	۲	۴	۴	۳	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۴	۵
۸		نفوذ پذیری سنگ بستر(cm/h)	۴	۳	۲	۳	۲	۴	۳	۳	۱	۴	۴	۴	۲	۴
۹		کاربری اراضی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۵	۳	۳	۳	۴
۱۰		پوشش گیاهی	۴	۴	۱	۴	۴	۴	۴	۴	۱	۵	۵	۴	۴	۴
۱۱		قابلیت اراضی	۲	۲	۳	۱	۳	۲	۳	۳	۱	۲	۲	۳	۳	۳
۱۲	هیدرولوژی	فاصله از آبراهه اصلی(km)	۳	۳	۳	۳	۲	۳	۴	۴	۳	۳	۳	۴	۵	۴
۱۳		فاصله از آبراهه فرعی(km)	۵	۵	۵	۵	۳	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴
۱۴		فاصله از دریاچه (km)	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۲
۱۵	هیدروژئولوژی	فاصله از چاه، چشمه، قنات(km)	۲	۳	۳	۵	۳	۴	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۴
۱۶		عمق آب زیرزمینی(m)	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۱	۱	۱	۵	۵	۵	۴	۴
۱۷		کیفیت آب زیرزمینی	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۱۸		جهت جریان آب زیرزمینی(فاصله از مراکز صنعتی پایین دست)	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۳
۱۹	هواشناسی	میزان تبخیر(mm)	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۴	۴	۳	۳	۲	۲	۲	۳
۲۰		میانگین بارندگی(mm)	۳	۳	۴	۳	۲	۲	۴	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۳
۲۱		سرعت باد غالب(m/s)	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲
۲۲		فاصله مکان های جمعتی در پایین دست سایت(km)	۳	۵	۵	۴	۳	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۵	۴	۲
۲۳	راههای دسترسی	فاصله از راه اصلی(km)	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۳	۲	۳	۴	۵	۴
۲۴		فاصله از راه فرعی(km)	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۲	۲	۱	۱	۱	۲	۱	۴
۲۵		فاصله از راه آهن (km)	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۲۶		فاصله از خطوط انتقال نیرو	۴	۳	۵	۱	۵	۱	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۳
۲۷	مراکز جمعیتی، صنعتی و معدنی	فاصله از شهرها(km)	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۶
۲۸		فاصله از روستاها(km)	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۱	۴	۴	۵	۴
۲۹		فاصله از شهرک های صنعتی(km)	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۶
۳۰		فاصله از مناطق حفاظت شده (km)	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴
	مجموع امتیازها		۳۸۱	۳۸۸	۳۸۹	۳۹۰	۳۵۹	۳۷۶	۳۷۱	۳۶۵	۳۳۳	۳۶۳	۳۷۰	۳۷۱	۳۶۷	



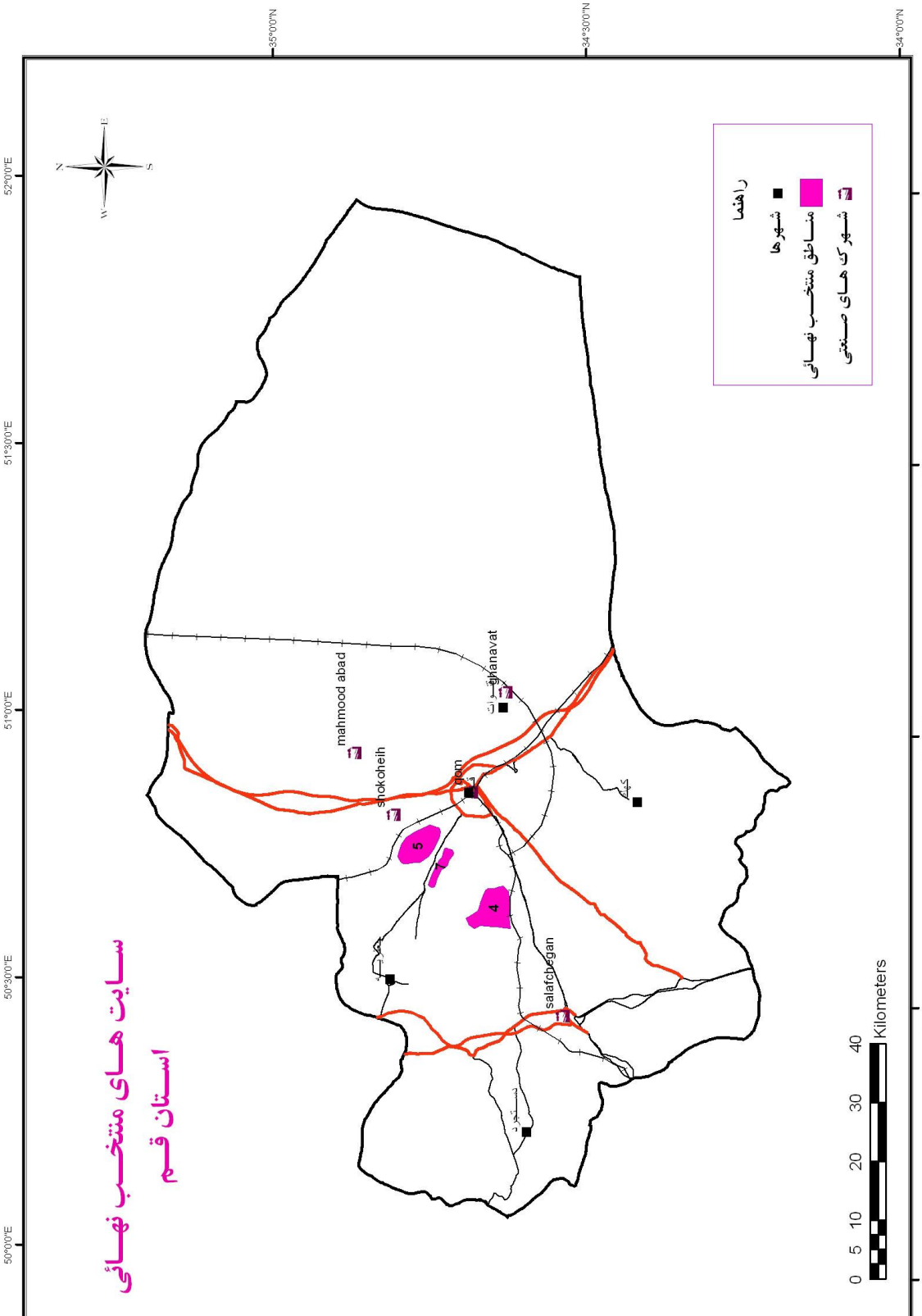
شکل ۴-۱۴- نمودار مقایسه امتیاز نهائی ۳ پهنه منتخب

جدول۴-۲۱- رتبه بندی پهنه ها بر اساس امتیار نهائی

شماره سایت	امتیازات نهائی
۷	۳۹۰
۵	۳۸۹
۴	۳۸۸
۱۲	۳۸۲
۳	۳۸۱
۲۶	۳۷۱
۲۴	۳۷۰
۱۵	۳۶۹
۲۸	۳۶۷
۱۸	۳۶۵
۲۳	۳۶۳
۱۱	۳۵۹
۱۹	۳۳۳

۴-۳-۱۰- ویژگی‌های پهنه‌های منتخب

همان طور که بدان اشاره گردید، با محاسبه وزن نهائی هر کدام از پهنه ها مشخص گردید که سه پهنه ۴، ۵ و ۷ ، نسبت به سایر مناطق استان از ویژگی‌های مطلوب‌تری جهت دفن پسماندهای خطرناک برخوردار می‌باشند، در ادامه این ۳ پهنه معرفی خواهند شد.



شکل ۴-۱۵- موقعیت ۳ پهنه منتخب جهت دفن پسماندهای خطرناک استان قم

۴-۳-۱۰-۱- پهنه شماره ۵:

الف- ویژگی های پهنه: این محدوده با مساحت ۳۲/۳ کیلومتر مربع در ۳ کیلومتری شمال شرقی جاده قم-جعفریه و در ۱۲ کیلومتری شمال غربی شهر قم واقع شده است. در فاصله حدود ۴ کیلومتری جنوب غربی این پهنه و در مختصات "۱' ۴۴° ۳۴ و" ۴۹,۷' ۴۳° ۵۰ روستائی با نام دام شهر واقع شده است، که در نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ استان ثبت نشده است. راه دسترسی به این محدوده خاکی بوده و تا مرکز پهنه ادامه دارد. سایر مشخصات این پهنه در جدول ۴-۲۲ ارائه گشته است.

جدول ۴-۲۲: مشخصات پهنه شماره ۵

	پوشش گیاهی	**کاربری اراضی**	**توپوگرافی**	**نفوذپذیری خاک**	**فاصله از آبراهه اصلی**	**فاصله از آبراهه فرعی**
پهنه شماره ۵	مرتع کم تراکم تا نیمه متراکم	اراضی مرتعی	تپه ماهوری	زیاد	(قره چای) ۸ کیلومتر	۳ کیلومتر
	میانگین بارندگی سالیانه(mm)	**میانگین تبخیر سالیانه(mm)**	**میانگین دمای سالیانه(mm)**	**ارتفاع (m)**	**فاصله از نزدیک ترین منبع بهره برداری از آب زیرزمنی**	

	۱۵۷	۲۴۶۰	۱۸	۹۶۵	۴ کیلومتر تا چاه آب

از مهمترین ویژگی‌های این منطقه می‌توان به فاصله مناسب آن از مراکز تولید پسماندهای خطرناک در استان اشاره کرد (جدول ۴-۲۳).

جدول ۴-۲۳: فاصله پهنه شماره ۵ از شهرک های صنعتی استان قم

شهرک صنعتی / شماره پهنه	شهرک صنعتی سلفچگان (km)	شهرک صنعتی شکوهیه (km)	شهرک صنعتی محمود آباد(km)
پهنه شماره ۵	۳۷	۶	۱۸

ب- ویژگی های زمین شناسی

پهنه شماره ۵ از نظر چینه‌شناسی، بر روی مجموعه‌ای از مارن، ماسه سنگ، شیل و مارن‌های گچ‌دار متعلق به سازند قرمز بالائی قرار گرفته است. در شمال غرب این محدوده، در مختصات "۳' ۴۵ °۵۰ عرض شمالی و" ۵۰' ۴۴ °۵۰ طول شرقی کوه نمک قم جای گرفته است، که یکی از گنبدهای نمکی است که بیش از ۱۲۰۰ متر از سطح دریا بلندی دارد. این گنبد بر روی محور تاقدیس واقع شده و بر روی کنارهای جنوبی آن گدازه آندزیتی جای دارند.

با توجه به تقسیم بندی ایران به زون‌های ساختاری گوناگون، محدوده شماره ۵ در زون ایران مرکزی واقع شده است. راستای عناصر ساختمانی در این بخش از استان شمال غربی – جنوب شرقی و شرقی- غربی می‌باشد. شکل‌گیری ساختاری کنونی نهشته‌های این قسمت از استان نتیجه سازواره حرکت برشی راستگرد و همراه با فشردگی بوده است.

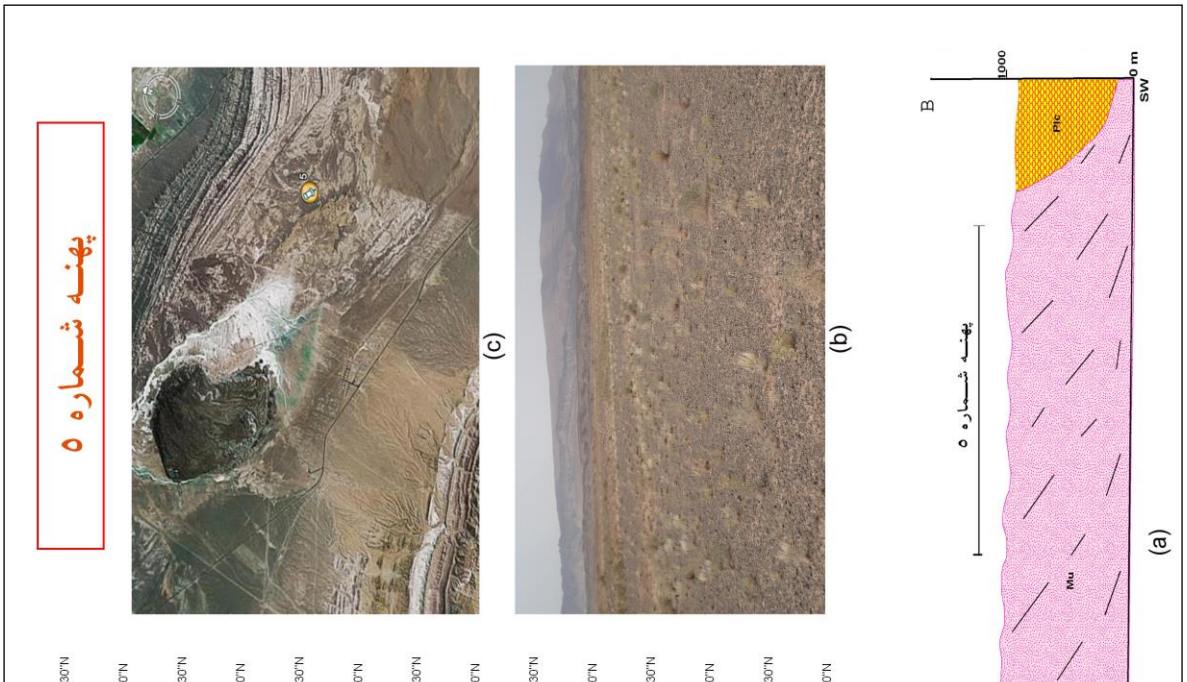
در ۵ کیلومتری شمال شرقی این پهنه راندگی احتمالی با راستای شمال غرب- جنوب شرق گسترش دارد. با وجود رعایت حریم مناسب برای گسل‌های استان احتمال نفوذ شیرابه در محل زون‌های گسلی وجود ندارد. تنها خطر موجود احتمال فعالیت این راندگی می‌باشد.

جدول ۴-۲۴: ویژگی های زمین شناسی پهنه شماره ۵

ویژگی / زمین شناسی / پهنه شماره ۵	جنس سنگ بستر	شیب سطح زمین (درصد)	فاصله از گسل اصلی (km)	فاصله از گسل فرعی (km)	فاصله از تاقدیس (km)
	مارن، ماسه سنگ، شیل متعلق به سازند قرمز بالائی	۰-۵	۷km از گسل البرز	۵km از راندگی احتمالی	۲ کیلومتر از محور تاقدیس البرز غربی

در شمال و شمال شرق این محدوده نیز تاقدیس باختری البرز با پلانجی به سوی شرق قرار گرفته است. بخش‌هائی از پهنه شماره ۵، بر روی یال شمالی تاقدیس باختری البرز قرار دارد، لایه‌های متعلق به سازند قرمز بالائی در این محدوده شیبی به سمت شمال - شمال شرقی داشته است.

در شکل ۴-۱۶ نقشه و مقطع زمین شناسی این پهنه نشان داده شده است.



(a) شکل ۴-۱۶:نیمرخ شماتیک زمین‌شنا
(b) نمائی از منطقه در مختصات

۴-۳-۹-۲- پهنه شماره ۷

الف- ویژگی‌های پهنه: این محدوده به وسعت تقریبی ۹/۲ کیلومتر مربع در دامنه کوه اموک در ۲ کیلومتری جنوب جاده قم جعفریه و در ۱۴ کیلومتری شمال‌غربی شهر قم واقع شده است. نزدیک‌ترین مرکز جمعیتی به این پهنه روستای دام شهر می‌باشد که در فاصله ۳ کیلومتری شمال غرب منطقه واقع شده است. راه دسترسی به این منطقه، راه خاکی می‌باشد که از جاده اصلی (قم - جعفریه) به سمت کوه اموک امتداد دارد. در مختصات "۱۴' ۴۱ °۳۴ عرض شمالی و" ۰۹' ۴۲ °۵۰ طول شرقی ، محلی غیر مجاز جهت دفع باتری‌های فرسوده اتومبیل وجود دارد، که در آن با استفاده از کوره‌های ذوب (بدون رعایت استانداردهای زیست‌محیطی جهت استفاده از فیلترهای تصویه هوا)، از این باتری‌ها، شمش سرب استخراج می گردد. سایر مشخصات این پهنه در جدول ۴-۲۵ ارائه گشته است.

جدول ۴-۲۵: مشخصات پهنه شماره۷

پهنه شماره ۷	**پوشش گیاهی**	**کاربری اراضی**	**توپوگرافی**	**نفوذپذیری خاک**	**فاصله از آبراهه اصلی**	**فاصله از آبراهه فرعی**
	مرتع کم تراکم	اراضی مرتعی	تپه ماهوری	متوسط	(قره چای) ۱۲ کیلومتر	۲ کیلومتر
	میانگین بارندگی سالیانه(mm)	**میانگین تبخیر سالیانه(mm)**	**میانگین دمای سالیانه(mm)**	**ارتفاع (m)**	**فاصله از نزدیک ترین منبع بهره برداری از آب زیرزمنی**	
	۱۶۴	۲۴۰۰	۱۷	۹۶۰	۴/۵ کیلومتر تا چاه آب	

پهنه شماره ۷ همانند منطقه شماره ۵ از فاصله مناسبی نسبت به شهرک‌های صنعتی استان برخوردار می‌باشد (جدول ۴-۲۶).

جدول ۴-۲۶: فاصله پهنه شماره ۷ از شهرک های صنعتی استان قم

شهرک صنعتی / شماره پهنه	شهرک صنعتی سلفچگان (km)	شهرک صنعتی شکوهیه (km)	شهرک صنعتی محمود آباد(km)
پهنه شماره ۷	۳۲	۱۱	۲۴

ب- ویژگی های زمین شناسی

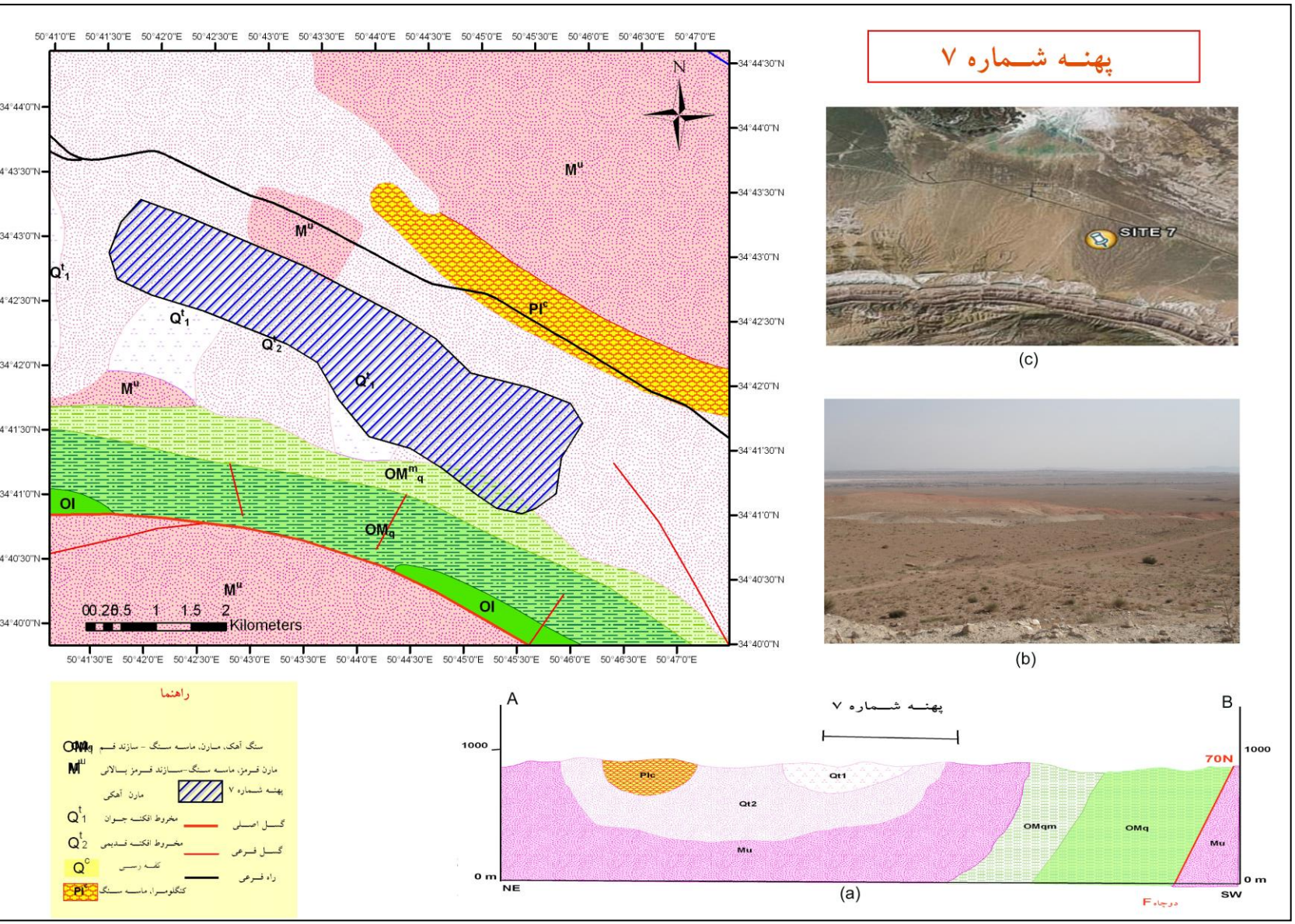
پهنه شماره ۷، از نظر چینه‌شناسی بر روی مخروط افکنه و پادگانه‌های آبرفتی جوان و قدیمی واقع شده است. نواحی شمالی پهنه بر روی مارن، ماسه و مارن‌های گچی قرار دارد. سازند سنگ کف این پهنه، متعلق به سازند قرمز بالائی می‌باشد. رسوبات موجود در مخروط افکنه ها که غالباً دارای ابعادی مختلف با نفوذپذیری بالا می‌باشند. در چنین مناطقی با توجه به سنگ بستر که از نفوذپذیری پائینی برخوردار هستند، در صورت احداث لندفیل لازم است بستر سازه بر روی سنگ‌های نفوذناپذیر استقرار یابد.

از نظر ساختارهای زمین شناسی، این پهنه نیز همانند محدوده شماره ۵ در زون ایران مرکزی واقع شده است. در حدود ۳ کیلومتری منطقه راندگی دوچاه با روندی شرقی- غربی و به درازای ۱۷kmقرار دارد، توسط این گسل سازند قم بر روی سازند قرمز بالائی رانده شده است.

در ۴ کیلومتری جنوب منطقه تاقدیس دوچاه واقع شده است. این تاقدیس دارای محور شرقی - غربی و تحدبی به سمت شمال می‌باشد. یال شمالی این تاقدیس قائم تا برگشته با شیبی به سمت جنوب است و توسط یال جنوبی تاقدیس گسل طولی دوچاه قطع شده است، در این محل خردشدگی شدیدی رخ داده که سبب ایجاد درز و شکاف در منطقه گشته است. با توجه به رعایت حریم مناسب از گسل و تاقدیس دوچاه، خطری لندفیل را تهدید نمی‌کند. تنها احتمال موجود، فعالیت لرزه‌ای گسل دو چاه می‌باشد که در طی آن امکان آسیب رسیدن به ساختمان لندفیل و ایجاد شکاف در آسترها و نفوذ شیرابه‌های تولیدی پسماندها به داخل زمین می‌باشد. مشخصات زمین‌شناسی این محدوده در جدول ۴- ۲۷ و شکل ۴-۱۷ ارائه گشته است.

جدول ۴-۲۷: ویژگی های زمین شناسی پهنه شماره ۷

ویژگی زمین شناسی / پهنه شماره ۷	جنس سنگ بستر	شیب سطح زمین (درصد)	آبرفت های پهنه	فاصله از گسل اصلی (km)	فاصله از گسل فرعی (km)	فاصله از تاقدیس (km)
	مارن، ماسه سنگ، شیل متعلق به سازند قرمز بالائی	۰-۵	مخروط افکنه و پادگانه های کهن و جوان	۳- از گسل البرز	۲- از راندگی احتمالی	۴ کیلومتر از محور تاقدیس دوچاه



شکل ۴-۱۷:نیمرخ شماتیک زمین‌شناسی پهنه شماره ۷ در جهت NE,SW بر اساس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی استان قم

نمائی از منطقه در مختصات N"۱۳' ۴۲ °۳۴ وE" ۵۷' ۴۱ °۵۰ (c) تصویر ماهواری پهنه شماره۷

۴-۳-۹-۳- پهنه شماره ۴

الف- ویژگی‌های پهنه: این منطقه با وسعتی حدود ۳۶/۱ کیلومتر مربع در ۲۵ کیلومتری غرب شهر قم در فاصله ۶ کیلومتری شمال جاده قم - سلفچگان و خط راه آهن واقع شده است. بازدید صحرائی صورت گرفته از منطقه راه خاکی با راستای شمالی- جنوبی در محدوده شناسائی گردید که متعلق به شرکت گاز می باشد. لذا جهت اطمینان از ایمنی منطقه حریمی به شعاع ۵۰۰ متر برای این راه خاکی در نظر گرفته شده است و در موقعیت منطقه تغییری جزئی ایجاد گردید. مشخصات پهنه شماره ۴ در جدول شماره ۴-۲۸ ارائه گشته است.

جدول ۴-۲۸: مشخصات پهنه شماره۴

پهنه شماره ۴	پوشش گیاهی	کاربری اراضی	توپوگرافی	نفوذپذیری خاک	فاصله از آبراهه اصلی	فاصله از آبراهه فرعی
	مرتع کم تراکم	اراضی مرتعی	تپه ماهوری	آهسته	(شور) ۴ کیلومتر	۴ کیلومتر
	میانگین بارندگی سالیانه(mm)	**میانگین تبخیر سالیانه(mm)**	**میانگین دمای سالیانه(mm)**	**ارتفاع (m)**	**فاصله از نزدیک ترین منبع بهره برداری از آب زیرزمنی**	
	۱۹۰	۲۴۰۰	۱۵	۱۲۵۸	۳/۶ کیلومتر تا چاه آب	

با توجه به قرار گرفتن این محدوده در مسیر جاده قم به سلفچگان، این پهنه از موقعیت بسیار مناسبی نسبت به شهرک‌های صنعتی استان، مخصوصاً شهرک صنعتی سلفچگان که بیشترین تولید پسماند را در اختیار دارد برخوردار می‌باشد (جدول ۴-۲۹).

جدول ۴-۲۹: فاصله پهنه شماره ۴ از شهرک های صنعتی استان قم

شهرک صنعتی / شماره پهنه	شهرک صنعتی سلفچگان (km)	شهرک صنعتی شکوهیه (km)	شهرک صنعتی محمود آباد(km)
پهنه شماره ۴	۱۳	۲۲	۳۳

ب- ویژگی های زمین شناسی

از نظر چینه شناسی بیشترین وسعت محدوده را مارن‌های قرمز به همراه میان لایه‌هایی از سیل و ماسه سنگ متعلق به سازن قرمز بالائی پوشانده است که به طور هم شیب بر روی سازند قم قرار گرفته است. بخش مخروط افکنه و پادگانه های آبرفتی جوان و کهن پوشانده است.

این پهنه نیز همانند محدوده های شماره ۵ و ۷ از نظر ساختاری در زون ایران مرکزی واقع شده است. راستای عناصر ساختاری آن همانند گسل کمر کوه که در ۳ کیلومتری شمال پهنه واقع شده است شرقی - غربی می باشد.

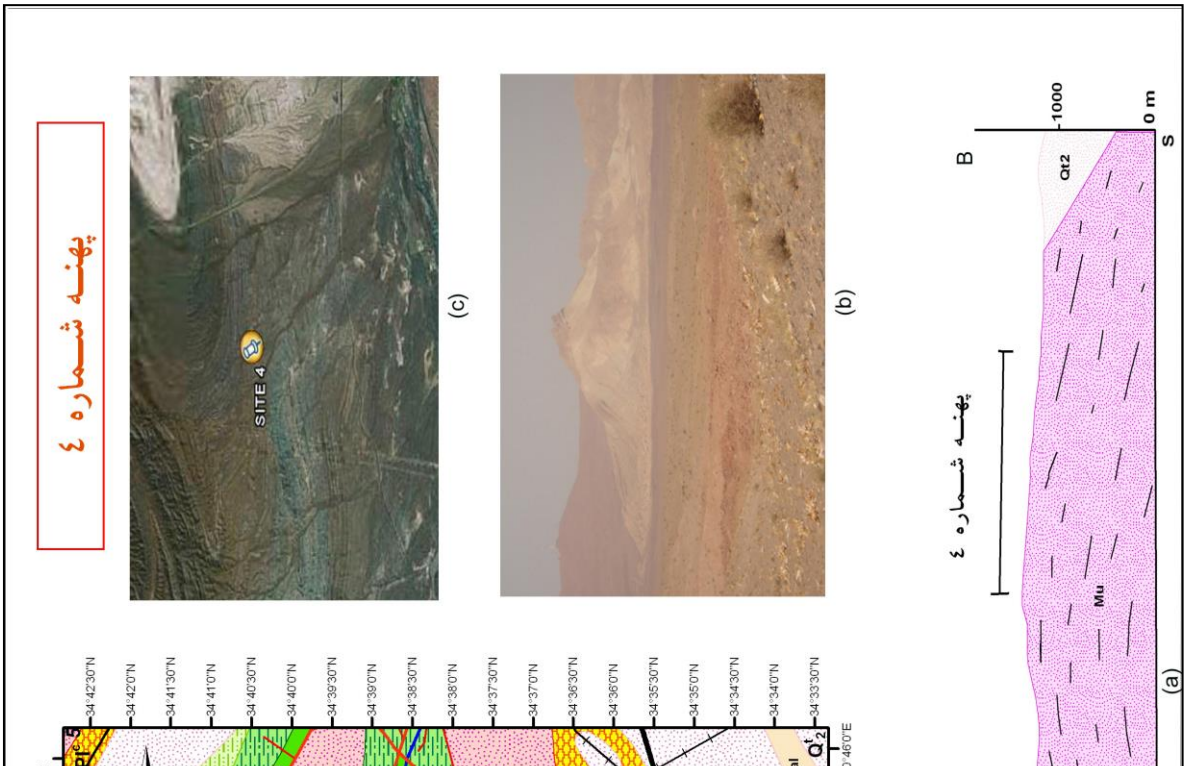
در حدود ۴ کیلومتری از مرکز این پهنه تاقدیس کمرکوه واقع شده است. این تاقدیس با جهت محوری شرقی-غربی دارای پلانچ دوگانه می‌باشد، بخش شرقی آن گسلیده و شیب یال جنوبی آن (قائم و یا کمی برگشته به سمت شمال است) وضع طبقات نشانگر آن است که در هسته ساختمان یاد شده گسلی از نوع معکوس عمل کرده است، البته اثری از این فعالیت بر روی زمین مشاهده نمی‌شود.

در ۷ کیلومتری شمال محدوده، گسل امتداد لغز راست گرد یزدان واقع شده است. توان جابه‌جائی این گسل به سمت غرب به تدریج کاهش می‌یابد تا جائی که به صفر می‌رسد.

محدوده شماره ۴ فاصل مناسبی از مناطق گسلی یزدان و کمرکوه دارد. این فاصله سبب می‌گردد که احتمال نفوذ شیرابه از داخل درز و شکاف پهنه‌های گسلی به حداقل کاهش یابد. خطر احتمالی برای این پهنه فعالیت لرزه‌ای گسل های کمرکوه و یزدان می‌باشد که می‌تواند به ساختمان لندفیل آسیب برساند. جدول ۴-۳۰ و شکل ۴-۱۸ مشخصات زمین شناسی این پهنه را نمایش می‌دهد.

جدول ۴-۳۰: ویژگی‌های زمین شناسی پهنه شماره۴

ویژگی / زمین شناسی / پهنه شماره ۴	جنس سنگ بستر	شیب سطح زمین (درصد)	آبرفت های پهنه	فاصله از گسل اصلی (km)	فاصله از تاقدیس (km)
	مارن، ماسه سنگ، شیل متعلق به سازند قرمز بالائی	۲-۵	مخروط افکنه و پادگانه های کهن و جوان در جنوب شرقی محدوده	۳- گسل کمرکوه ۴- گسل یزدان	۴ کیلومتر از محور تاقدیس کمرکوه



شکل ۴-۱۸:نیمرخ شماتیک زمین‌شناسی پهنه شماره ۴ و تصاویر نمائی از منطقه در مختصات N"۵۹ ′۳۵

فصل پنجم

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

۵-۱- آرایه ارزیابی اثرات زیست محیطی

همان‌طور که در فصل دوم بدان اشاره شد، ارزیابی یکی از روش‌های مقبول برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار می‌باشد و می‌تواند به عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی در دسترس برنامه‌ریزان، مدیران و تصمیم‌گیرندگان قرار گیرد تا بر اساس آن بتوانند اثرات بالقوه زیست‌محیطی که در نتیجه اجرای پروژه‌های عمرانی (همچون احداث لندفیل‌ها) پدیدار می‌شوند را شناسائی نموده و گزینه‌های منطقی جهت رفع و کاهش معایب را انتخاب کنند.

مهم‌ترین هدف از انجام ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، اطمینان یافتن از رعایت سیاست‌ها و اهداف تعیین شده در یک طرح یا پروژه در راستای ضوابط، معیارها و مقررات دولتی می‌باشد.

بر این اساس جهت ارزیابی اثرات زیست محیطی محل‌های انتخابی جهت دفن پسماندهای خطرناک از روش آرایه (ماتریس لئوپولد) بهره گرفته شده است تا بر اساس آن اثرات زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب بررسی شده و عملکرد فعالیت پروژه بر روی محیط فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی پیرامون محل دفن شناسایی گردد.

آرایه‌ها به دلیل سادگی و در عین حال جامع بودن می‌توانند در انتخاب گزینه‌ها بسیار کارگشا باشند. همان‌طور که در فصل دوم بدان اشاره شد در آرایه‌ها از دو محور فعالیت‌های پروژه که در حقیقت فعالیت‌های بالقوه و اثرگذار در حین انجام عملیات دفن مواد زائد می‌باشند و دیگری از اثرات و فاکتورهای

زیست محیطی - اجتماعی که شامل نتیجه عملکرد پروژه در محیط پیرامون مدفن می‌باشد، استفاده می‌گردد.

در این ماتریس هر واحد از ۲ جزء تشکیل شده است. شدت و اهمیت اثرات در بالای کسر و دامنه اثرات در پایین کسر آورده می‌شود. در مطالعه حاضر دامنه تغییرات برای شدت اثرات از +۵ تا -۵ و برای دامنه اثرات از ۱ تا ۵ در نظر گرفته شده است..

رابطه بین فعالیت ها و پروژه به صورت یک عدد مشخص می شود که می تواند مثبت یا منفی باشد. رابطه مثبت نشانگر تاثیر مثبت فعالیت پروژه بر اثرات و رابطه منفی، تاثیر مضر و مخرب فعالیت پروژه را بر فاکتورها نمایش می دهد.

۵-۲- بررسی فاکتورهای زیست محیطی

جهت انجام تجزیه و تحلیل اثرات، مراحل انجام پروژه باید به صورت جزء به جزء بررسی شده و فعالیت اثرات زیست‌محیطی مضر یا سودمند شناسائی گردند. پیش از آن که به مقایسه اثرات زیست محیطی فاکتورها در طی مراحل احداث لندفیل در پهنه‌های منتخب پرداخته شود. مناسب‌تر آن است که اشاره جزئی به فاکتورهای ارائه شده در ماتریس اثرات زیست محیطی شود. برخی از فاکتورهای مهم زیست محیطی که در این بخش بدان پرداخته شده است، به قرار زیر می‌باشد.

۵-۲-۱- فاکتورهای فیزیکی

منظور از فاکتورهای فیزیکی اثراتی اطلاق است که در کلیه مراحل مکان‌یابی، احداث و بهره‌برداری از یک لندفیل بر محیط فیزیکی پیرامون آن (مانند خاک، آب و هوا) گذاشته می‌شود.

۵-۲-۱-۱- خاک: یکی از محیط‌هایی که در تماس مستقیم با لندفیل قرار دارد خاک می‌باشد. هرگونه نشت و نفوذ شیرابه حاصل از زباله، نشت یا ریزش تصادفی از تانکرها و نشست غبار معلق بر سطح خاک می‌تواند باعث آسیب رسیدن به خاک منطقه شود. در بخش اثرات زیست‌محیطی فاکتور خاک از دو دیدگاه مورد بررسی قرار می‌گیرد [۳۸].

الف- آلودگی خاک: یکی از اثرات مستقیم مراحل بهره برداری از لندفیل‌ها، امکان آلودگی خاک در اثر نشت شیرابه، حرکات قائم آن به وسیله خاصیت موئینگی در بین ذرات خاک می‌باشد. امکان ایجاد آلودگی خاک در طی بعضی مراحل پروژه مانند دفن روزانه و متراکم سازی پسماندها بیشتر می‌باشد [۳۸].

ب- فرسایش خاک: در طی عملیات احداث لندفیل به خصوص در مراحل خاک‌برداری، تسطیح و استخراج منابع قرضه، امکان فرسایش خاک و از بین رفتن پوشش سطحی آن و آسیب وارد شدن به لایه‌های خاک وجود دارد.

۵-۲-۱-۲- آب: یکی از مخاطرات و پیامدهای زیست‌محیطی احداث لندفیل، امکان ایجاد آلودگی در آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد. حفاظت از آب‌های سطحی و زیرزمینی از دو جنبه اهمیت دارد:

۱- در صورت آلودگی آب‌ها، امکان بهسازی آنها مشکل خواهد بود

۲- آبخان‌ها و منابع آب زیرزمینی، ذخیره‌های طبیعی و ارزشمندی هستند که در بسیاری از مواقع قبل از استفاده به طور کامل تصفیه نمی‌شوند [۳۴].

الف- کیفیت آب های سطحی: ورود هرگونه آلاینده و یا شیرابه به داخل آب‌های سطحی موجب تغییر و از بین رفتن کیفیت آب‌های سطحی می شود. ورود برخی از آلاینده‌های صنعتی به داخل آب‌های سطحی باعث افزایش فلزات سنگین در آب شده علاوه بر آلودگی آب، سبب تغییر در اکوسیستم محیط آبی نیز می‌گردد، که این مسئله می‌تواند نابودی جانوران آبزی از قبیل ماهی‌ها را در پی داشته باشد [۳۸].

ب- کیفیت آب زیرزمینی: آب‌های زیرزمینی از آن جائی که یکی از مهم‌ترین منابع جهت تامین آب شرب و کشاورزی می‌باشند، بسیار حائز اهمیت هستند. در طی مراحل دفن و متراکم سازی امکان نفوذ شیرابه حاصل از پسماندها، از بین خلل و فرج ذرات خاک به آب‌های زیرزمینی وجود دارد که باعث اسیدی یا قلیائی شدن آب، افزایش فلزات سنگین، ورود چربی و میکروارگانسیم‌ها در آب می‌شود که خطرات زیادی را به طور مستقیم از طریق مصرف آب و یا به شکل غیر مستقیم از طریق مصرف گوشت دام‌ها و یا گیاهان منطقه برای انسان‌ها ایجاد می‌کند [۴۰].

۵-۲-۱-۳- هوا: هوا شرایط بسیار مناسبی را برای حمل آلاینده‌ها و گرد و غبار می‌تواند فراهم آورد. آزاد شدن این مواد می‌تواند در طی فرایند ساخت ، بهره برداری و یا بعد از بسته شدن لندفیل رخ دهد.

الف- تولید گرد و غبار: یکی از اثرات مستقیم که در طی مراحل احداث و بهره برداری از لندفیل‌ها، بر روی سلامتی افراد محلی تاثیر نامطلوب دارد، گرد و غبار حاصل از ایجاد لندفیل و دفن پسماندها می‌باشد. گرد و غبار بیشتر در مراحل خاکبرداری، تسطیح و استخراج منابع قرضه تولید می‌گردد و می‌تواند سبب ایجاد مشکلات تنفسی مانند آسم گردد [۳۸].

ب- ایجاد بوی نامطبوع: تجزیه و فساد بیوشیمیایی ضایعات در محل دفن، گازهائی را ایجاد می‌کند که مهمترین آن، متان، دی‌اکسیدکربن و اسیدهای آلی فرار است. گازهای تولیدی سبب ایجاد بوی نامطبوع در محیط می‌گردد که باعث آزار ساکنین محلی خواهد گشت [۴۲].

۵-۲-۲- فاکتورهای بیولوژیکی

منظور از فاکتورهای بیولوژیکی، اثرات مراحل مختلف احداث و بهره برداری لندفیل‌ها بر روی محیط‌زیست گیاهی و جانوری و بهداشت و سلامت انسان‌های پیرامون محل‌های دفن پسماند می‌باشد.

۵-۲-۲-۱- گیاهان و جانوران: گیاهان و جانورانی که در معرض آلایندها و پسماندها می‌باشند از طریق مکانیسم‌هائی همچون هضم، بلعیدن، تماس و جذب پوستی، فرایندهای غشائی در میکروارگانیسم‌ها، رسوب غبار بر روی برگ‌ها و جذب توسط ریشه می‌توانند فلزات سنگین و عناصر خطرناک را به خود جذب کرده که خطرات زیادی برای محیط زیست و سلامت انسان‌ها دارد [۳۷].

الف- تاثیر بر گونه های گیاهی : گیاهان می‌توانند به طور مشخص در اثر فعالیت‌های مختلف پروژه تحت تاثیر قرار گیرند. برخی از فعالیت‌ها مانند ایجاد راه دسترسی، خاک‌برداری و تسطیح می‌تواند باعث از بین رفتن پوشش گیاهی شود. پخش گرد وغبار در هوا و تولید شیرابه می‌تواند سبب آسیب به برگ و بافت گیاهی شده و کاهش محصولات کشاورزی را در پی داشته باشد [۳۸].

ب- تاثیر بر گونه‌های جانوری: ایجاد آلودگی احتمالی ناشی از نفوذ شیرابه به داخل آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌تواند سبب شیوع بیماری و مرگ و میر در میان جانوران منطقه شده، بر میزان زاد و ولد جانوران نیز تاثیر می‌گذارد [۳۸].

۵-۲-۲-۲- بهداشت و سلامتی: یکی از مهمترین اثرات بیولوژیکی تاثیر بر بهداشت و سلامت عموم می‌باشد. از آن‌جا که هدف از احداث لندفیل‌ها، پیشگیری از ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی و مخاطرات بهداشتی برای سلامت انسان‌ها می‌باشد، در احداث و به کارگیری لندفیل‌ها، تمام تلاش برای حفظ سلامت و بهداشت مردم اطراف صورت می‌گیرد. خطراتی که برای عموم وجود دارد، شامل موارد زیر می‌باشد [۳۸].

۱- انتشار تصادفی و تخلیه پسماندهای درون تانکرها به داخل آب، زمین و یا انتشار در هوا

۲- انتشار مواد زائد به طور مداوم از منفذها، شکاف‌ها و سایر مناطق آسیب دیده در ساختمان لندفیل به خاک‌های اطراف و یا آب‌های زیرزمینی

از طرف دیگر در صورت عدم استفاده به موقع از پوشش روزانه، جهت دفن پسماندها، شرایط برای اجتماع پرندگان و سایر جانوران موذی فراهم گشته و در نتیجه امکان انتقال بیماری از طریق این جانوران وجود دارد.

۵-۲-۳- شرایط اجتماعی و اقتصادی

یکی از مهم‌ترین اهداف، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، اثرات اجتماعی و اقتصادی احداث یک لندفیل در مناطق پیشنهادی می‌باشد.

۵-۲-۳-۱- شرایط اقتصادی: استقرار پروژه باعث ایجاد تغییراتی در الگوی اقتصادی منطقه می‌شود. از آن جائی که با ایجاد لندفیل و نیاز به نیروی کار افزایش می‌یابد، می‌توان از افراد محلی استفاده کرد که باعث اشتغال در منطقه می‌گردد، یکی از مهم‌ترین اثرات پروژه بر محیط اجتماعی - اقتصادی، کاهش قیمت اراضی مجاور منطقه می‌باشد که مهم‌ترین دلایل آن، نگرانی‌های اجتماعی از ایجاد آلودگی آب و خاک منطقه، انتشار بوی نامطبوع، اجتماع پرندگان- حشرات و تردد بالای وسایل نقلیه سنگین می‌باشد [۳۳].

از دیگر فاکتورهای اقتصادی، تاثیر احداث لندفیل بر شرایط کشاورزی و دامپروری منطقه می‌باشد. کاهش گونه‌های گیاهی منطقه، آلودگی خاک و آب و نگرانی مردم از احتمال وجود آلودگی در محصولات کشاورزی و دامی از جمله عواملی می‌باشند که می‌توانند سبب کاهش میزان تولیدات کشاورزی و دامپروری گردد و به اقتصاد منطقه ضربه وارد کند.

هر چند نقش احداث راه‌های دسترسی و ایجاد امکانات زیر ساختی مانند برق و آب را در توسعه آتی منطقه و رشد ارزش زمین‌ها در آینده نباید نادیده گرفته شود.

۵-۲-۳-۲- شرایط اجتماعی: یکی از اثرات نامطلوب احداث و بهره‌برداری از لندفیل‌ها افزایش بار ترافیکی راه‌های منطقه و تردد ماشین‌های سنگین می‌باشد. پارامترهای مختلفی از جمله محل قرارگیری لندفیل و فاصله آن

تا مراکز تولید پسماندهای خطرناک در میزان تردد وسایل نقلیه نقش دارد. از طرف دیگر با افزایش بار ترافیکی، احتمال وقوع تصادفات رانندگی و به خطر افتادن جان و مال مردم نیز افزایش می‌یابد.

از دیگر پیامدهای احداث لندفیل، تاثیر بر چشم انداز منطقه می‌باشد. این پارامتر رابطه مستقیمی با مقیاس فیزیکی و مکانی محل لندفیل و شرایط توپوگرافی منطقه دارد. هرچند که احداث لندفیل تا حد زیادی گردشگری در منطقه را کاهش می‌دهد، اما با بهره‌گیری از تمهیداتی، مانند ایجاد پارک و فضای سبز پس از بسته شدن لندفیل می‌توان تا حدودی لطمات وارده را جبران کرد.

۵-۳- عملیات احداث لندفیل

همان طور که بدان اشاره شد، در بررسی اثرات زیست‌محیطی محل‌های دفن پسماندها به روش ماتریسی لازم است که در یکی از محورهای ماتریس، عملیات انجام پروژه شرح داده شود، بدین وسیله مشخص می‌گردد که در هر مرحله از انجام پروژه چه میزان احتمال وقوع اثرات زیست‌محیطی برای فاکتورهای مطرح شده در محور دیگر در منطقه مورد نظر وجود دارد. به طور کلی لندفیل‌های بهداشتی که جهت دفن پسماندهای خطرناک مورد استفاده قرار می‌گیرند. سازه‌هایی مهندسی می‌باشند که در داخل زمین احداث می‌شوند. یکی از مهم‌ترین مراحل احداث لندفیل‌های بهداشتی، مرحله نخست یعنی یافتن مکان مناسب جهت دفن پسماندها می‌باشد که در این تحقیق به تفصیل به این موضوع پرداخته شده است. سایر مراحل احداث لندفیل‌های بهداشتی در ادامه به اختصار معرفی خواهد شد.

۵-۳-۱- ایجاد راه دسترسی

وجود راه دسترسی آسفالته و با عرض مناسب جهت تردد خودروها و ماشین‌های سنگین لازم می‌باشد. در صورت عدم وجود راه مناسب، احداث راه یکی از مهم‌ترین و در عین حال پرهزینه‌ترین مراحل می‌باشد.

۵-۳-۲- تسطیح و خاک برداری

برای احداث لندفیل، لازم است که در ابتدا منطقه مورد نظر هموار گردد و سپس متناسب با نوع روش مد نظر خاک‌برداری انجام شود. دو روش متداول برای خاک‌برداری جهت دفن پسماندها وجود دارد [۳۴]:

روش اول که روش ناحیه‌ای می‌باشد، از ابتدا کل منطقه گود برداری می‌شود سپس پسماندهای به طور روزانه در سلول ها دفن شده و با خاک پوشانده می‌شود.

روش دوم که حفر ترانشه می‌باشد، برای دفن پسماندها هر روز گودالی حفر می‌گردد و بعد از دفن پسماندها پوشانده می‌شود.

این مرحله به دلیل کار ماشین‌های سنگین با ایجاد گردو غبار و سرو صدای زیادی همراه می‌باشد.

۵-۳-۳- ایجاد زیر ساخت‌ها (خطوط انتقال برق، آب و تلفن)

لازم می‌باشد که برای مکان دفن خدمات آب، برق و تلفن فراهم گردد. در صورتی که امکان استفاده از مکان در شب نیز وجود داشته باشد، ورودی مکان دفن و جاده دسترسی باید از روشنائی کافی برخوردار باشد. جهت انجام عملیات شبانه نیز باید از منبع سیار روشنائی بهره گرفته شود [۴۰].

۵-۳-۴- ساخت لندفیل

پس از خاک‌برداری و حفر گودال لازم است جهت جلوگیری از برخورد و نفوذ زباله و شیرابه حاصل از آن با آب‌های زیرزمینی و خاک اطراف مدفن باید اقدامات زیر را در لندفیل‌های بهداشتی انجام داد [۴۰].

۱- ایجاد تجهیزات زهکشی در اطراف محل تا از ورود آب‌های سطحی به محل دفن جلوگیری شود

۲- ساخت صافی‌های رسی برای جدا کردن آب تمیز از شیرابه در مکان‌های بزرگ

۳- پوشاندن مکان دفن پر شده با موادی که نفوذپذیری کمی دارند و ایجاد شیب برای هدایت آب‌های سطحی به بیرون از محل دفن

۴- در مکان‌هائی که سطح آب‌های زیرزمینی بالا است و امکان آلوده شدن آن با شیرابه وجود دارد، ساخت آستری در کف محل دفن و ایجاد تسهیلات جمع آوری شیرابه لازم می‌باشد.

۵- آسترهای استفاده شده می‌تواند طبیعی (رسی) و یا مصنوعی (پلاستیکی) باشد.

ساختمان لندفیل به صورت سلول‌های متعددی می‌باشد، که به صورت روزانه توسط پسماندها پر شده، سپس با پوششی از خاک رس پوشانده می‌شود.

۵-۳-۵- دفن روزانه پسماند

پسماندهای خطرناک تولیدی، روزانه در سلول‌هائی که قبلاً حفر شده و با آسترهای مناسب پوشانده شده‌اند تخلیه می‌شوند، سپس به کمک وزنه‌های سنگین کوبیده می‌شوند تا حجم کمتری را اشغال کنند. پس از متراکم‌سازی، هر سلول با لایه خاکی از جنس رس پوشانده می‌شود. این لایه خاک علاوه بر آنکه مانع پراکنده شدن پسماندهای سبک و گرد و غبار می‌شود از انتقال بیماری توسط پرندگان، حشرات و جانوران نیز جلوگیری به عمل می‌آورد [۴۷].

۵-۳-۶- پوشش نهائی لندفیل

پس از تکمیل ظرفیت لندفیل، آن را با روکشی از رس به همراه نرمه خاک آمیخته با ماسه نرم می‌پوشانند. این پوشش مانع از تولید شیرابه بیشتر در محل دفن می‌شود.

روان شدن آب‌های سطحی، نشست خاک، اثر گازهای تولیدی درون لندفیل می‌توانند سبب آسیب‌هائی به پوشش نهائی گردد، لذا باید بلافاصله به ترمیم آن مبادرت ورزید. نکته مهم در پوشش نهائی نکوبیدن بی‌درنگ پوشش پایانی پس از پایان کار لندفیل می‌باشد، تا آن که رستنی‌ها روی آن به آسانی ریشه بدوانند. برای سطح خاک استفاده از کود مناسب می‌باشد.

همچنین لازم است از رفت و آمد خودروهای سنگین روی پوشش پایانی خودداری گردد تا رستنی‌ها جان گیرند. در ۳ تا ۵ سال نخست بهره برداری از لندفیل، باید دست کم دو بار در سال پوشش مورد بازدید قرار گیرد، تا در صورت ایجاد هر گونه آسیب نسبت به ترمیم آن اقدام گردد [۴۰].

۵-۳-۷- کنترل گاز و شیرابه حاصله توسط پسماندها

برای جمع آوری شیرابه و گاز تولیدی در سلول‌ها از شبکه لوله‌های جمع آوری شیرابه و گاز بهره گرفته می‌شود. شیرابه تولیدی معمولاً پس از جمع آوری به محوطه‌ای برای نگهداری هدایت می‌گردد. وجود آسترهای طبیعی و ساختگی سبب می‌گردد که از نشت شیرابه جلوگیری شود.

گاز تولیدی در مدفن که غالباً متان می‌باشد احتمال ایجاد آتش سوزی در لندفیل را افزایش می‌دهد، لذا پس از جمع‌آوری توسط لوله‌ها به خارج از لندفیل هدایت می‌شوند[۳۴].در برخی از کشورها از جمله هندوستان از این گاز بهره‌برداری اقتصادی می‌گردد.

پس از بسته شدن لندفیل، کنترل گاز و شیرابه همچنان ادامه پیدا می‌کند، همچنین لوله‌ها باید سالانه یک بار پاک گردندو مراقبت‌های لازم برای جلوگیری از نشت و سایر خرابی‌ها به عمل آید[۴۰].

۵-۳-۸- استفاده مجدد از لندفیل‌ها

پس از بسته شدن لندفیل می‌توان با رعایت تمهیدات لازم، از این محل برای استفاده مجدد به صورت فضای سبز، پارک، زمین‌های ورزشی استفاده کرد.

۵-۴- ارزیابی زیست محیطی ۳ پهنه منتخب

در این مرحله با استفاده از روش ماتریس لئوپولد به بررسی اثر عملیات احداث لندفیل بر روی فاکتورهای زیست‌محیطی پرداخته می‌شود، تا بدین وسیله از بین ۳ پهنه معرفی شده در فصل قبل، منطقه‌ای که دارای کم‌ترین اثرات سوء زیست‌محیطی می‌باشد به عنوان مناسب‌ترین منطقه جهت احداث لندفیل در استان معرفی گردد.

روش کار در این مرحله به این ترتیب است که برای هر پهنه ماتریس لئوپولد طراحی می‌گردد. سپس در مقابل هر کدام از مراحل عملیات احداث و بهره‌برداری از لندفیل در صورت ایجاد اثرات زیست‌محیطی وزن و امتیازی متناسب با شرایط منطقه اختصاص داده می‌شود.

روش وزن و امتیازدهی نیز بدین ترتیب می‌باشد که در مخرج کسر با مقایسه اهمیت فاکتورهای زیست‌محیطی هر پهنه وزنی به آن‌ها تعلق می‌گیرد که بین ۱ (کم‌ترین میزان اهمیت فاکتور زیست‌محیطی) تا ۵ (بالاترین میزان اهمیت فاکتور زیست‌محیطی) متغیر می‌باشد. در صورت کسر نیز شدت اثر فعالیت و بهره‌برداری لندفیل در فاکتورهای زیست‌محیطی درج می‌گردد. در این مرحله در صورتی که تاثیر فعالیت‌های پروژه بر فاکتورهای زیست‌محیطی زیان بار باشد امتیازها به صورت منفی و در صورت مفید بودن فعالیت پروژه امتیازها مثبت داده می‌شوند. نحوه طبقه‌بندی شدت اثرات در جدول ۵-۱ نمایش داده شده است.

جدول ۵-۱- نحوه طبقه بندی شدت اثرات زیست محیطی عملیات احداث و بهره برداری از لندفیل

شدت اثر	توصیف اثر	شدت اثر	توصیف اثر
-۱	تاثیر منفی با شدت بسیار کم و گذرا	+۱	تاثیر مثبت با شدت بسیارکم 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 بسیار زیاد و ماندگار	+۵	تاثیر مثبت با شدت بسیار زیاد و ماندگار

بر اساس جدول ۵-۱ آرایه اثرات زیست محیطی پهنه های منتخب در جداول ۵- ۲ الی ۵-۴ ارائه شده است.

جدول ۵-۲- آرایه اثرات زیست محیطی پهنه شماره ۴

اثرات زیست محیطی		عملیات پروژه	ایجاد راه دسترسی	خاک برداری	تسطیح	زیرساخت (برق و تلفن)	ساخت لندفیل	دفن روزانه	استخراج منابع قرضه	متراکم سازی	تردد ماشین های سنگین	پوشش نهائی	کنترل گاز	کنترل شیرابه	استفاده مجدد (فضای سبز)
فیزیکی	خاک	آلودگی خاک						-۴ / ۳		-۳ / ۳				+۲ / ۳	
		فرسایش خاک		-۳ / ۲	-۳ / ۲				-۳ / ۲						+۳ / ۲
	آب	کیفیت آب سطحی						-۳ / ۳							
		کیفیت آب زیرزمینی						-۴ / ۳				+۱ / ۳	+۲ / ۳		
	هوا	تولید گرد و غبار		-۱ / ۱	-۱ / ۱				-۱ / ۱			-۲ / ۱	+۲ / ۱		+۲ / ۱
		ایجاد بوی نامطبوع						-۲ / ۲				+۱ / ۲	+۱ / ۲		
بیولوژیکی	محیط-زیست	گونه های گیاهی	-۱ / ۱	-۱ / ۱	-۱ / ۱		-۳ / ۱								
		گونه های جانوری								-۲ / ۱					
	انسان	بهداشت عمومی						-۳ / ۳					+۱ / ۳	+۱ / ۳	
		انتقال بیماری توسط پرندگان و حشرات						-۲ / ۳				+۱ / ۳			
اجتماعی	اقتصادی	ایجاد شغل	+۲ / ۲			+۲ / ۲	+۴ / ۲								
		کشاورزی					-۲ / ۱		-۲ / ۱						

		دامداری				+۲ / ۱		-۲ / ۱		-۱ / ۱					
		ارزش زمین	+۳ / ۲				-۴ / ۲								
	اجتماعی	توسعه آینده	+۲ / ۲			+۳ / ۲		-۴ / ۲							
		ایجاد ترافیک								-۳ / ۳					
		زیبائی منظر					-۳ / ۲								
		گردشگری منطقه						-۳ / ۱				+۱ / ۱	+۱ / ۱	+۱ / ۱	
		افزایش تصادفات								-۳ / ۳					

جدول ۵-۳- آرایه اثرات زیست محیطی پهنه شماره۵

		عملیات پروژه / اثرات زیست محیطی	ایجاد راه	خاک برداری	تسطیح	زیرساخت (برق و تلفن)	ساخت لندفیل	دفن روزانه	استخراج منابع	متراکم سازی	تردد ماشین های سنگین	پوشش نهائی	کنترل گاز	کنترل شیرابه	استفاده مجدد (فضای سبز)
فیزیکی	خاک	آلودگی خاک						-۲ / ۲		-۲ / ۲				+۲ / ۲	
		فرسایش خاک		-۴ / ۳	-۳ / ۳				-۳ / ۳						+۳ / ۳
	آب	کیفیت آب سطحی						-۲ / ۳		-۲ / ۳				+۲ / ۳	
		کیفیت آب زیرزمینی						-۴ / ۲				+۱ / ۲		+۱ / ۲	
	هوا	تولید گرد و غبار		-۲ / ۳	-۱ / ۳				-۲ / ۳			-۱ / ۳	+۲ / ۳		+۱ / ۳
		ایجاد بوی نامطبوع						-۲ / ۳					+۱ / ۳		
بیولوژیکی	محیط-زیست	گونه های گیاهی	-۱ / ۱	-۱ / ۱	-۱ / ۱		-۳ / ۱								
		گونه های جانوری									-۲ / ۱				
	انسان	بهداشت عمومی						-۴ / ۵						+۲ / ۵	
		انتقال بیماری توسط پرندگان و حشرات						-۳ / ۴				+۲ / ۴			

اجتماعی - اقتصادی	اقتصادی	ایجاد شغل	+۱ ۳			+۱ ۳	+۲ ۳										
		کشاورزی					-۲ ۱		-۲ ۱								
		دامداری					-۴ ۴		-۳ ۴								
		ارزش زمین	+۲ ۱			+۲ ۱		-۴ ۱									
	اجتماعی	توسعه آینده	+۲ ۲			+۲ ۲		-۴ ۲									
		ایجاد ترافیک								-۲ ۱							
		زیبائی منظر					-۲ ۱										
		گردشگری منطقه					-۳ ۱					+۱ ۱	+۱ ۱				
		افزایش تصادفات								-۲ ۲							

جدول ۵-۴- آرایه اثرات زیست محیطی پهنه شماره۷

اثرات زیست محیطی / عملیات پروژه			ایجاد راه	خاک برداری	تسطیح	زیرساخت (برق و تلفن)	ساخت لندفیل	دفن روزانه	استخراج منابع	متراکم سازی	تردد ماشین های سنگین	پوشش نهائی	کنترل گاز	کنترل شیرابه	استفاده مجدد (فضای سبز)
فیزیکی	خاک	آلودگی خاک						-۳ ۲		-۳ ۲				+۲ ۲	
		فرسایش خاک		-۲ ۲	-۲ ۲				-۱ ۲						+۲ ۲
	آب	کیفیت آب سطحی						-۳ ۴		-۲ ۴				+۲ ۴	
		کیفیت آب زیرزمینی						-۳ ۴		-۳ ۴				+۳ ۴	
	هوا	تولید گرد و غبار		-۲ ۳	-۲ ۳				-۲ ۳			-۱ ۳	+۳ ۳		+۲ ۳
		ایجاد بوی نامطبوع						-۳ ۳					+۱ ۳		
بیولوژیکی	محیط-زیست	گونه های گیاهی	-۱ ۱	-۱ ۱	-۱ ۱		-۳ ۱								
		گونه های جانوری									-۳ ۱				

اجتماعی - اقتصادی	انسان	بهداشت عمومی						-۴ / ۵						+۲ / ۵		
		انتقال بیماری توسط پرندگان و حشرات						-۳ / ۴					+۱ / ۴			
	اقتصادی	ایجاد شغل	+۱ / ۳			+۳ / ۳	+۱ / ۳									
		کشاورزی				-۲ / ۱		-۲ / ۱								
		دامداری				-۳ / ۴		+۴ / ۴								
		ارزش زمین	+۲ / ۱				+۲ / ۱	-۴ / ۱								
	اجتماعی	توسعه آینده	+۲ / ۲				+۳ / ۲	-۴ / ۲								
		ایجاد ترافیک									-۳ / ۲					
		زیبائی منظر					-۳ / ۲								+۱ / ۲	
		گردشگری منطقه						-۳ / ۲					+۱ / ۲	+۱ / ۲		
		افزایش تصادفات									-۳ / ۲					

۵-۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

پس از بررسی و مطالعات صحرائی صورت گرفته در پهنه های منتخب و انعکاس این مطالب در قالب جداول ماتریسی طراحی شده، رتبه‌بندی آن‌ها از لحاظ کمی جهت تعیین درجه مناسب بودن آن‌ها پرداخته می‌شود.

همان‌طور که قبلاً بدان اشاره شد، این جداول شرایط خاص هر منطقه و درجه حساسیت و آسیب پذیری و نیز مقاومت هر منطقه را در برابر احداث لندفیل و تبعات خاص آن را تشریح می‌کند.

نتایج اصل از آرایه هر پهنه که به صورت حاصل‌ضرب صورت در مخرج هر کسر و جمع جبری تمام سلول ها با یکدیگر حاصل می‌گردد در جدول ۵-۵ ارائه شده است. جمع جبری فاکتورها و دامنه اثرات، میزان مناسب بودن هر عامل بر اساس امتیازات و قضاوت کارشناسی را بیان می‌کند.

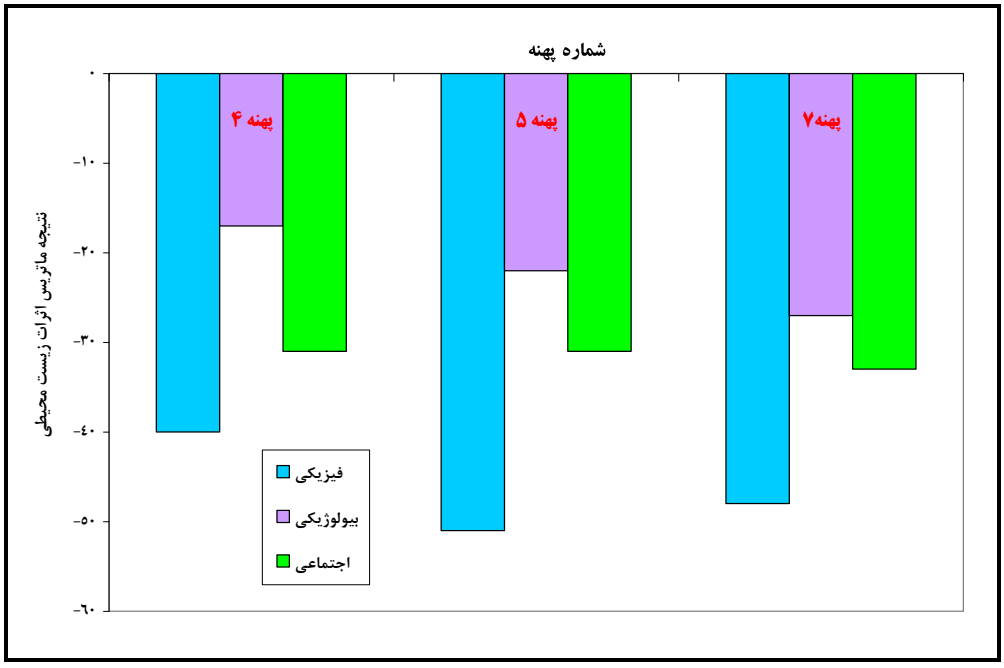
جدول ۵-۵ نتایج حاصل ماتریس اثرات زیست محیطی ۳ پهنه پیشنهادی

شماره پهنه / شرایط زیست محیطی	پهنه شماره ۴	پهنه شماره ۵	پهنه شماره ۷
فیزیکی	-۴۰	-۵۱	-۵۰
بیولوژیکی	-۱۷	-۲۲	-۲۷
اجتماعی	-۳۱	-۳۱	-۳۳
جمع کل	-۸۸	-۱۰۴	-۱۱۰
توصیف	**مناسب**	**نسبتاً مناسب**	**نامناسب**

با توجه به نتایج حاصله از جدول ۵-۵ ، مناسب‌ترین منطقه در استان قم پهنه شماره ۴ تشخیص داده می‌شود.

این پهنه از نظر بیولوژیکی کمترین اثرات سوء زیست محیطی را دارا می‌باشد.

بیشترین اثرات زیست محیطی مربوط اثرات فیزیکی می‌باشد که احداث و بهره برداری از لندفیل می‌تواند در منطقه و اراضی مجاور ایجاد کند. شکل ۵-۱ مقایسه شرایط زیست‌محیطی ۳ پهنه را با یکدیگر نمایش می‌دهد.



شکل ۵-۱- مقایسه نتایج حاصل ماتریس اثرات زیست محیطی ۳ پهنه پیشنهادی

فصل ششم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶-۱- مشخصات محدوده مطالعاتی

محدوده مورد مطالعه استان قم دارای مساحتی در حدود ۱۱۲۳۸ کیلومترمربع می باشد، که تقریباً در مرکز ایران با مختصات ۵۰ تا ۵۲ درجه طول شرقی و ۳۴ تا ۳۵ درجه عرض شمالی واقع شده است. این استان با میانگین بارش سالیانه ۲۳۳ میلیمتر و میانگین دمای ماهانه ۱۷/۴ درجه سانتی‌گراد، دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد. از نظر توپوگرافی، نسبتاً هموار و به جزء بخش های جنوبی و شمال غربی استان، سایر نواحی، مخصوصاً شرق استان دارای شیب بسیار کم در حد ۰ تا ۵ درصد می‌باشد.

۶-۲- پسماندهای خطرناک استان

طبق آمار وزارت صنایع و معادن ۴۹۲۶ واحد صنعتی در استان قم فعالیت دارد، که عمدتاً در ۳ شهرک صنعتی سلفچگان، شکوهیه و محمودآباد تمرکز دارند. از بین این واحدها حدود ۲۰۰ واحد دارای پسماند خطرناک می‌باشد. طبق آمار سازمان محیط زیست سالانه در حدود ۸۰۰۰ تن پسماند خطرناک در استان تولید می‌گردد که عمدتاً مربوط به محصولات شیمیایی می‌باشد.

۶-۳- نتایج حاصل از مطالعات مکان‌یابی و بازدیدهای صحرائی

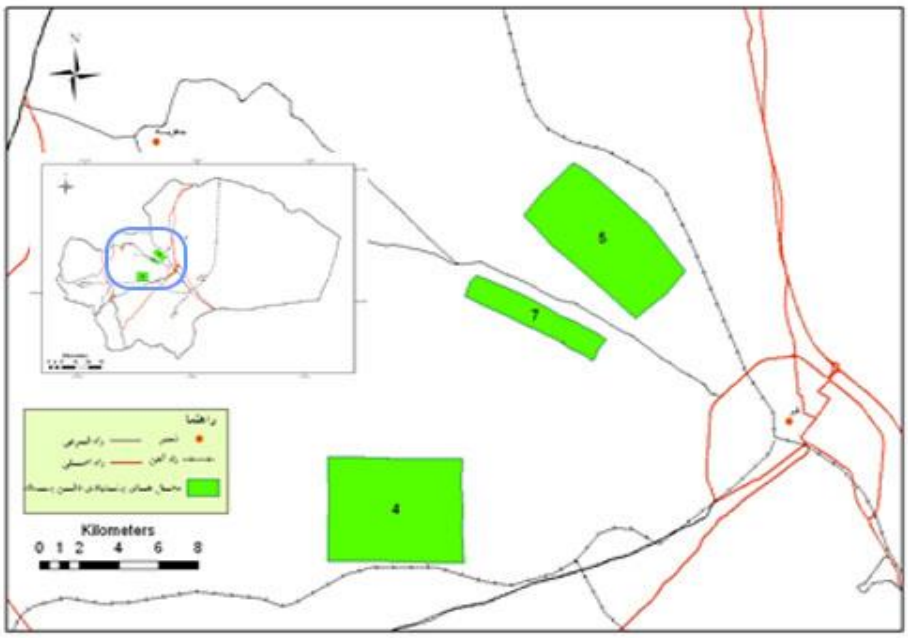
در این مطالعه با استفاده از ۲۴ لایه اطلاعاتی مانند: سنگ‌شناسی، شیب زمین، لرزه‌خیزی، روانگرائی، گسل‌ها، بارندگی، تبخیر، جهت و سرعت وزش باد، آبراهه‌های اصلی و فرعی، دریاچه‌ها، منابع آب زیرزمینی، عمق و جهت جریان آب زیرزمینی، راه‌های دسترسی، خطوط انتقال نیرو، مراکز جمعیتی، صنعتی معدنی و مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی و بهره‌گیری از روش وزن‌دهی افزایشی ساده در ۳ مرحله پهنه‌بندی مناطق مستعد دفن پسماند، بازدید صحرائی و گزینش نهائی، ۳ منطقه تحت عنوان پهنه‌های شماره ۵، ۷ و ۴ با به دست آوردن بالاترین امتیاز به عنوان مناسب‌ترین مناطق در استان شناسایی گردیدند، مختصات جغرافیایی پهنه های انتخابی در جدول ۶-۱ ارائه گشته و به همراه آن در شکل ۶-۱ مکان پیشنهادی جهت دفن پسماندهای خطرناک در استان ارائه گشته است. با مقایسه امتیازهای این سه منطقه (جدول ۶-۲) این نتایج حاصل می‌گردد:

۱- از نظر زمین‌شناسی، پهنه شماره ۴ مطلوب‌ترین شرایط را نسبت به ۲ منطقه دیگر دارا می‌باشد.

جدول ۶-۱- مختصات جغرافیایی محدوده‌های انتخابی جهت دفن پسماندهای خطرناک

مناطق انتخابی	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی

پهنه شماره ۵	۳۴ °۴۲ '۱۹" ۳۴ °۴۳ '۳۵" ۳۴ °۴۴ '۵۷" ۳۴ °۴۶ '۲۶"	۵۰ °۴۷ '۷" ۵۰ °۴۸ '۴۱" ۵۰ °۴۳ '۲۰" ۵۰ °۴۴ '۵۹"
پهنه شماره ۷	۳۴ °۴۱ '۸" ۳۴ °۴۱ '۴۱" ۳۴ °۴۳ '۱۹" ۳۴ °۴۲ '۴۶"	۵۰ °۴۵ '۴۵" ۵۰ °۴۶ '۸" ۵۰ °۴۱ '۵۱" ۵۰ °۴۱ '۲۸"
پهنه شماره ۴	۳۴ °۳۵ '۳۳" ۳۴ °۳۵ '۳۴" ۳۴ °۳۸ '۲۰" ۳۴ °۳۸ '۱۸"	۵۰ °۳۷ '۱۸" ۵۰ °۴۱ '۴۵" ۵۰ °۴۱ '۳۱" ۵۰ °۳۷ '۱۲"



شکل ۶-۱- موقعیت ۳ منطقه انتخاب شده جهت دفن پسماندهای خطرناک در استان قم

۲- از نظر معیارهای خاک‌شناسی، پهنه‌های شماره ۴ و ۷ از شرایط مناسب‌تری نسبت به منطقه ۵ برخوردارند.

۳- از دیدگاه هیدرولوژیکی هر ۳ منطقه دارای ارزش برابر می‌باشند.

۴- از دیدگاه هیدروژئولوژی، پهنه شماره ۷ دارای شرایط مناسب‌تری نسبت به ۲ ناحیه دیگر می‌باشد.

۵- از نظر پارامترهای هواشناسی، پهنه شماره ۵ دارای شرایط مناسب‌تری نسبت به ۲ ناحیه دیگر می‌باشد.

جدول ۶-۲- مقایسه امتیازهای ۳ سایت انتخابی

معیار مکان یابی	امتیاز		
	سایت ۴	سایت ۵	سایت ۷
زمین‌شناسی	۲۲	۲۰	۱۸
خاک‌شناسی	۱۵	۱۳	۱۵
هیدرولوژی	۱۳	۱۳	۱۳
هیدروژئولوژی	۱۷	۱۷	۱۹
هواشناسی	۱۲	۱۴	۱۱
راه‌های دسترسی	۱۸	۲۰	۱۶
مراکز جمعیتی، صنعتی و معدنی	۱۷	۱۹	۱۹

۶- از نظر پارامترهای مربوط راه‌های دسترسی پهنه شماره ۵ از شرایط مطلوب‌تری نسبت به ۲ منطقه دیگر برخوردار می‌باشد.

۷- از نظر پارامترهای مربوط به مراکز جمعیتی، صنعتی و معدنی، پهنه شماره ۵ و ۷ شرایط مناسب‌تری نسبت به پهنه شماره ۴ دارند.

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته از دیدگاه زمین شناسی پهنه شماره ۵ به دلیل قرار رفتن بر روی انتهای یال شمال و جنوبی تاقدیس البرز و به سبب وجود نیروهای کششی در تاقدیس‌ها و احتمال ایجاد درز و شکاف در سنگ‌های منطقه از شرایط مناسب کمتری نسبت به دو پهنه دیگر برخوردار می‌باشد. در این پهنه بخش‌های جنوب و جنوب غربی به سبب آن که در فاصله بیشتری از یال جنوبی تاقدیس البرز غربی قرار دارند برای دفن پسماند مناسب می‌باشند.

در پهنه شماره ۷ با توجه به آنکه جنس واحدهای چینه‌شناسی بیشتر پادگانه‌های آبرفتی و مخروط افکنه‌های کهن و جوان می‌باشد مناسب‌تر است که پس از مطالعات ژئوتکنیکی و برآورد ضخامت آبرفت از آسترهای طبیعی و مصنوعی بهره گرفته شود.

پهنه شماره ۴ نسبت به دو پهنه دیگر از شرایط زمین شناسی مناسب‌تری برخوردار است. از نظر چینه شناسی سنگ‌های متعلق به سازند قرمز بالائی (مارن قرمز با میان لایه هائی از شیل و ماسه سنگ) با توجه به نفوذپذیری پائین بستری مناسب جهت دفن پسماندها می‌باشد. از دیدگاه زمین‌شناسی ساختاری نیز این پهنه در فاصله ۴ کیلومتری محور تاقدیس کمرکوه و ۳ کیلومتری از گسل کمرکوه قرار دارد در نتیجه خطر نفوذ شیرابه از درز و شکاف ناشی از گسل خوردگی و انتشار آن‌ها از محل محور تاقدیس به اطراف منطقه وجود ندارد.

۶-۴- نتایج حاصل از ارزیابی اثرات زیست محیطی

به منظور تکمیل مراحل مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک در استان و اطمینان از رعایت سیاست‌ها و اهداف تعیین شده در آخرین مرحله پهنه های منتخب مورد ارزیابی زیست محیطی قرار گرفته شدند تا از بین آن‌ها مناسب‌ترین محدوده با کمترین اثرات سوء زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی برگزیده شود.

لذا طبق نتایج مندرج در جدول ۵-۵، پهنه شماره ۴ با ۸۸- امتیاز به عنوان گزینه نخست جهت دفن پسماندها در استان قم معرفی می گردد (جدول ۶-۳).

جدول۶-۳خلاصه مشخصات پهنه شماره ۴

پهنه شماره	مختصات مرکز پهنه	فاصله از مرکز استان	فاصله از شهرک های صنعتی	فاصله از راه های دسترسی	مساحت Km^2

۴	۳۴ °۳۷ ′۵۸ ′′ ۵۰ °۳۹ ′۲۳ ′′	۲۵ کیلومتر	۲۰ کیلومتر تا سلفچگان ۲۳ کیلومتر تا شکوهیه ۳۵ کیلومتر تا محمودآباد	۶ کیلومتر از جاده قم- سلفچگان ۴ کیلومتر راه آهن ۱/۵ کیلومتر از راه خاکی	۳۶/۱

۶-۵- پیشنهادات

جهت انجام مطالعات تکمیلی پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

۱- انجام مطالعات ژئوتکنیک و آزمایشات شیمی خاک وضعیت لایه‌های زیر سطحی و طراحی مناسب لندفیل درادامه مطالعات ضروری می‌باشد.

۲- همچنین انجام مطالعات دقیق‌تر بر روی کیفیت و کمیت پسماندهای صنعتی استان جهت برنامه‌ریزی مناسب‌تر مدیریت پسماندهای جامد لازم است.

Abstract

According to increased population levels and greater industrial production, must aim to find places suitable for the sanitary digging of hazardous wastes; this is one of the main concerns of expect in this field. in recent year, with increased hazardous wastes need to construct a sanitary landfill in Qom province.

Through the use of geology, pedology, topography, geomorphology, roads, sattelment, hydrology, hydrogeology, meteorology and land use, this thesis presentation will aim to find suitable places to bury the wastes.

The most appropriate places to construct a sanitary landfill in the Qom province wil be analyzed, due to the high number of factors affecting the sites of landfill, one cannot use precious methods to predict possible sites. In consolation will use methods such as simple additive weighting method and geographic information system to predict sites. The procedure for predicting sites consists of 3 parts: 1. susceptive zonation for wastes landfill, 2. Site visiting, 3. final selection.

For recognition, forecast and decreased biophysics, social and other environmental factors used environmental impact assessment. By this methods will aim to find best sites to bury the hazardous wastes on Qom province. This area located in the west of Qom city.

Keywords:

Hazardous wastes, Sanitary landfill, Simple additive weighting, Geographic information system, Zonation, Environmental impact assessment.

منابع و مواخذ

۱- آقانباتی، ع. ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۲- آغاسی، ع. ۱۳۸۶، نقشه هم عمق آب زیرزمینی استان قم، گزارش هیدروژئولوژی استان قم، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- احمدی زاده، س. ۱۳۸۲، مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی شهر بروجرد)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم.

۴- احمدی زاده، س. ۱۳۸۵، مکان‌یابی محل دفن پسماندهای ویژه استان خراسان جنوبی, دانشگاه بیرجند.

۵- اداره کل امور آب استان قم، شرکت آب منطقه‌ای تهران، ۱۳۷۹، گزارش آمار برداری مشترک حفاظت و مطالعات در دشت های مسیله و شریف آباد.

۶- اداره کل امور آب استان قم، شرکت سهامی آب منطقه ای تهران، ۱۳۷۹، گزارش پیشنهاد توسعه و تمدید ممنوعیت قم.

۷- اداره کل امور آب استان قم، ۱۳۸۳. نقشه موقعیت چاه‌های موجود، خطوط تراز و هم سطح آب زیرزمینی در شهر قم.

۸- اداره کل میراث فرهنگی و گردشگری استان قم، ۱۳۸۳، قم، نگاهی دیگر.

۹- ارئوف، ا. ۱۳۷۵، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، ترجمه سازمان نقشه برداری کشور.

۱۰- امامی، م. ۱۳۷۶، شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش قم مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۱۱- امیدی، پ. حافظی مقدس، ن. ۱۳۸۱، گزارش مطالعات لرزه خیزی و تحلیل خطر پروژه کویر زدائی کاشان، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۲- امینی، ب. امامی، م. نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ آران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۱۳- بهرامی، ح. ۱۳۸۶، مطالعات خاک‌شناسی استان قم، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۴- پروژه مکان‌یابی محل دفن پسماندهای ویژه در استان‌های مرکزی، یزد، چهارمحال و بختیاری (فاز صفر)، ۱۳۸۳،کارفرما سازمان حفاظت محیط زیست.

۱۵- پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۸۴، مطالعه ریزپهنه بندی و ژئوتکنیک لرزه ای قم.

۱۶- توکلی، ب. غفوری آشتیانی، م. ۱۳۷۸، نقشه خطر لرزه‌ای ایران مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰۰، پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

۱۷- حافظی مقدس، ن. ۱۳۸۶، مکان‌یابی محل دفن پسماندهای ویژه استان خراسان رضوی، گزارش ارزیابی اقتصادی- زیست محیطی و اولویت بندی گزینه ها، ۱۳۸۶، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۸- حیدرزاده، ن. ۱۳۷۹، مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهر با استفاده از GIS برای شهر تهران، پایان نامه کارشناس ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

۱۹- ذوالفقاری، م. ۱۳۸۳، تعیین الگوی سینوپتیکی بادهای با سرعت بیش از ۳۶ کیلومتر در ساعت استان قم جهت پیش‌بینی به موقع آن، سازمان مدیریت و برنامه استان قم.

۲۰- رمضی، ح. ۱۳۸۱، لرزه زمین ساخت و لرزه‌خیزی و پهنه‌بندی خطر نسبی لرزه در استان قم، سازمان مسکن و شهرسازی استان قم.

۲۱- زمانی پدرام، م . گزارش زمین شناس ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ قم، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۲۲- سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۳۸۵، نقشه رقومی پوشش گیاهی استان قم.

۲۳- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح،۱۳۸۳، فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور.

۲۴- سازمان حفاظت محیط‌زیست، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک، ۱۳۸۰، دستورالعمل مکان یابی محل دفن مهندسی- بهداشتی پسماندها.

۲۵- سازمان حفاظت محیط‌زیست، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک، ۱۳۸۶، گزارش نوع و حجم پسماندهای ویژه استان قم، گزارش منتشر نشده.

۲۶- سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۰، اقلیم و گردشگری در استان قم.

۲۷- سرتاج، م. صدوق،م. جلالوندی،ح. ۱۳۸۶، کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی محل‌های دفن پسماندهای ویژه، سومین همایش ملی مدیریت پسماند.

۲۸- شریعت، م. ۱۳۸۱، ارزیابی زیست محیطی شهرک صنعتی سلفچگان قم، شرکت شهرک‌های صنعتی استان قم.

۲۹- شمسائی فرد، خ. ۱۳۸۲، مکان‌یابی محل‌های دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده ازGIS (مطالعه موردی شهر بروجرد)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم.

۳۰- شیخی نارانی، ط. حافظی مقدس، ن. امیدی، پ، نیکودل، م. ۱۳۸۶، پهنه بندی مناطق مستعد جهت دفن پسماندهای خطرناک استان قم. یازدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳۱- شیخی نارانی، ط. حافظی مقدس، ن. ۱۳۸۶، پهنه بندی مناطق مستعد دفن پسماندها با کمک GIS (مطالعه موردی استان قم)، اولین همایش GIS شهری، دانشگاه شمال.

۳۲- شیردم، ر. ۱۳۸۵، مکان‌یابی محل دفن پسماندهای ویژه در استان سمنان، همایش جایگاه خاک در محیط زیست و توسعه پایدار.

۳۳- صالحی، ع. ۱۳۸۱، بررسی و ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن زباله شهری شیراز، پایان‌نامه کارشناسی دانشگاه شیراز.

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

۳۵- طرح جامع آب کشور، ۱۳۷۷، حوزه آبریز دریاچه نمک، شرکت مهندسین مشاور جاماب ، وزارت نیرو.

۳۶- لاردریان، ا. ۱۳۷۸، نقش ساختارهای سنگی در ژئوتکنیک از دیدگاه مکانیک سنگ، انتشارات مولف.

۳۷- عباس پور، م. ۱۳۷۷. مهندسی محیط زیست، انتشارات علمی دانشگاه آزاد، چاپ دوم، جلد اول ۲۷۵-۲۷۳

۳۸- عباس پور، م. ۱۳۷۷. مهندسی محیط زیست، انتشارات علمی دانشگاه آزاد، چاپ دوم، جلد دوم، فصل پنجم.

۳۹- عبدلی، م. ۱۳۸۰، بازیافت و دفع مواد زائد جامد شهری، انتشارات سازمان شهرداری های کشور.

۴۰- عبدلی، م . ۱۳۷۲، سیستم مدیریت مواد زائد شهری و روش های کنترل آن، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد.

۴۱- علی زاده، ا. ۱۳۶۷، کتاب هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی.

۴۲- عمرانی، ق. ۱۳۸۲، مواد زائد جامد، زباله سوزها، بازیافت مواد و روش‌های جمع‌آوری، دفع مواد سمی و خطرناک، جلد دوم، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.

۴۳- غضبان، ف. ۱۳۸۱، زمین شناسی زیست‌محیطی، انتشارات دانشگاه تهران.

۴۴- فلاحی، ش. ۱۳۶۳، گزارش مطالعات خاک‌شناسی نیمه تفصیلی منطقه قم- مسیله، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت آب و خاک.

۴۵- کریمی، س. ۱۳۸۲، مکان‌یابی عرصه‌های مناسب احداث صنعت در استان قم با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

۴۶- کمک پناه، ع. فرج زاده اصل، م. چمن زاد، م. نقشه قابلیت راونگرائی ایران مقیاس۱:۲۰۰۰۰۰۰، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

۴۷- مجلسی، م. نوری، ج. ۱۳۷۱، مکان،یابی و مدیریت محل دفن بهداشتی، سازمان بازیافت و تبدیل مواد.

۴۸- مخدوم، م. جعفرزاده، ه. درویش صفت، ع. ۱۳۸۰. ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، چاپ اول، ۱۶۰-۱۶۷.

۴۹- منوری، م. ۱۳۸۴، راهنمای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محل‌های دفن زباله‌های شهری، سازمان بازیافت و تبدیل مواد، شهرداری تهران.

۵۰- منوری، م. صانعی، م. ۱۳۸۵، کاربردGIS در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری، مطالعه موردی شهر دماوند، سومین همایش ملی روز زمین پاک، مدیریت پسماند و جایگاه آن در برنامه ریزی شهری.

۵۱- هاتف، ن. فاضلی، ع. ۱۳۸۴، بررسی فنی، بهداشتی محل‌های دفن زباله شهری در شیراز در دیدگاه ژئوتکنیک زیست محیطی، سومین همایش زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.

۵۲- هنرمند، ع. ایزدیار،م. ۱۳۷۸، مطالعه منابع آب ناحیه گازران و حوضه طغرود - قم، مهندسین مشاور فلات سبز.

۵۳- وفائیان، م. ۱۳۸۴، خواص مهندسی سنگ‌ها، انتشارات ارکان.

۵۴- وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۵، معاونت توسعه صنعتی دفتر آمار و اطلاع رسانی، نرم افزار ثبت واحدهای صنعتی.

۵۵- وزارت کشاورزی و منابع طبیعی، موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۷۰، نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان تهران.

۵۶- وب سایت اطلاع رسانی اداره کل هواشناسی استان قم: http://www.Qommet.ir.

۵۷- وب سایت پایگاه اطلاع رسانی شهرک های صنعتی استان قم: http:// www. Qomiec.ir

۵۸- معماریان، ح. ۱۳۷۷، زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران

۵۹- وحدتی دانشمند، ف. حقی پور، ع. تراز، ه . ۱۳۶۵، نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ تهران، سازمان زمین شناسی کشور

۶۰- نوگل سادات، ا. هوشمند زاده، ه. ۱۳۶۲. نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ساوه، سازمان زمین شناسی کشور

61- Basak,S. 2004, Land fill site selection by using geographic information system, M.S.c thesis, METU, 114 P. http: www.rsgis.Metu.edu.tr

62- Basak,S. 2005, Land fill site selection by using geographic information system, Environmental geology 49: 376-388.

63- Basal convention technical guideline on specially engineered landfill, 1995,http://www.basal.int.

64- BCRC, 2005, Guideline for hazardous waste landfill site selection and environmental impact assessment in hyper arid area, Regional center for training and technology, For Arab states in Egypt

.

65- British Colombia, 1993, Landfill Criteria for municipal solid waste, Ministry of environmental lands and park.

66- Darul Ehsan, S. 2004, Malaysia, Executives summary of the EIA for the proposed municipal soild waste sanitary landfill in Beroga, http://www.environmental law Alliance worldwide.

67- Dorhofer G. 1993, the role of natural geological barriers for the sitting of landfills in Germany. Geoconfine 93, vol. I,p. 39-45

68- EPA (U.S Environmental Protection Agency), 2002, RCRA, orientation manual: executive summary. The U.S EPA office of solid waste communication, information and resources management division. EPA 530-R- 02-016-Washington, D.C.

69- James, G. 1990, GIS decision support tool for landfills sitting. Putramalasia University.

70- Vatalis. Manaliadia, O.G. 2002, two level multicriteria dssfor landfill site selection using GIS. Case study in western Macdonia, Greece. Journal of geographic information and decision analysis. GIDA, VOL.6 No 1. 49-30.

71- Leopold,L.B. Clarke, f.e,Hanshaw,B.B. Balsley I.R, 1971. Precedence for evaluating environmental impact. Geological survey circular 645, gebernment printing office, Washington.

72- Langer, M. 1995, Engineering geology and waste disposal, Bulletin of the international association engineering geology, Paris, No, 51

73- Rovers, E. F. Bean, MC. 1995, Solid waste landfill engineering and design. Prentice Hall.

74- Sanitary Landfill, 1994, Department of the Army technical manual, 5-814-5

75- Saaty, T.L. 1997, the analytic hierarchy process. Mc Graw Hill, New York.

76- Simsek, C. Kincal, C. and Gunduz, O. 2006, A solid waste disposal site selection procedure based on ground water Vulnerability mapping, Journal of Environmental geology, 49, 620-623.

77- Williams, P.T. 2005, Waste treatment and disposal. John Wily& Sons. Ltd.

78- Yesilnacar, M. Cetin, H. 2005, Site selection for hazardous waste: A case study from the Gap area, Turkey. Engineering geology 81, 371-388.

79- Zuquette, L.V. Pejon, O.J. Santos Collares, J.O. 2004, engineering geology mapping developed in the Fortaleza Metropolitan region, state of Ceara Brazil, J.Of.

80- www.googleearth.com