

طراحی نقشه های زمین شناسی مهندسی چند لایه به منظور مکانیابی شهرهای جدید

حسین معاریان

دانشیار گروه مهندسی معدن - دانشکده فنی - دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۷۶/۷/۷، تاریخ تصویب ۷۷/۲/۱۲)

چکیده

برآوردها نشان می دهد که جمعیت ایران تا حدود ۳۰ سال دیگر دو برابر خواهد شد. به منظور جلوگیری از رشد بی رویه شهرهای کنونی، طرح کالبدی ملی، برای مکانیابی زیستگاههای جدید، از سال ۱۳۷۰ در وزارت مسکن و شهرسازی، آغاز گردید. یکی از موانع اولیه در مقابل اجرای صحیح این برنامه، فقدان نقشه پایه مناسب و پراکندگی اطلاعات موردنظر بود. به این منظور یک نقشه زمین شناسی مهندسی چند لایه، طراحی گردید. در لایه های ده گانه این نقشه، مواردی چون مصالح و ساختهای زمین شناسی، آبهای سطحی و زیرزمینی، اشکال زمین ریخت شناسی، بلایای زمین شناسی، و عوارض مصنوعی، در نظر گرفته شد.

نقشه های زمین شناسی مهندسی چند لایه برای منطقه زاگرس، با وسعتی معادل ۱۱۷۱۶۰۰۰ هکتار، تهیه گردید. این محدوده که استانهای همدان، کردستان، ایلام، کرمانشاه و لرستان را دربر می گیرد، ۱۳ چهارگوشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ را شامل می شود. از نقشه های تهیه شده، جهت طراحی شبکه گمانه ها، برای بررسیهای زیرسطحی ژئوتکنیکی، سود جسته شد. از لایه های مختلف نقشه زمین شناسی مهندسی هم چنین به عنوان منبع اصلی جهت تهیه انواع نقشه های پهنه بندی ژئوتکنیکی، چون: پتانسیل روانگرایی، توزیع خاکهای مشکل آفرین، ظرفیت باربری خاک، و اثر بزرگنمایی آبرفت، سود جسته شد.

کلید واژه ها: نقشه های زمین شناسی مهندسی، نقشه های چند لایه، مکانیابی شهرهای جدید، زاگرس، اکتشافات ژئوتکنیکی، پهنه بندی ژئوتکنیکی، طرح کالبدی ملی

مقدمه

افزایش سریع جمعیت کشور و نیاز فزاینده به سرپناه و محل سکونت باعث شده که بسیاری از زمینهای مستعد کشاورزی و یا باغهایی که در حاشیه شهرها قرار دارند، به امر خانه سازی و ایجاد شهرکهای جدید اختصاص یابند. نظر به اینکه ادامه این روند می تواند ضایعه جبران ناپذیری برای کشور باشد، وزارت مسکن و شهرسازی مصمم شد تا برنامه ریزی در زمینه توسعه یا گسترش شهرها و شهرکهای جدید را بر شالوده علمی استوار سازد. بر طبق یک اصل کلی، هرگونه برنامه ریزی کلان نیاز به این دارد که مشخص نماید: در شرایط کنونی استفاده از زمین چگونه است، و بکارگیری بهینه زمین به چه صورتی می تواند

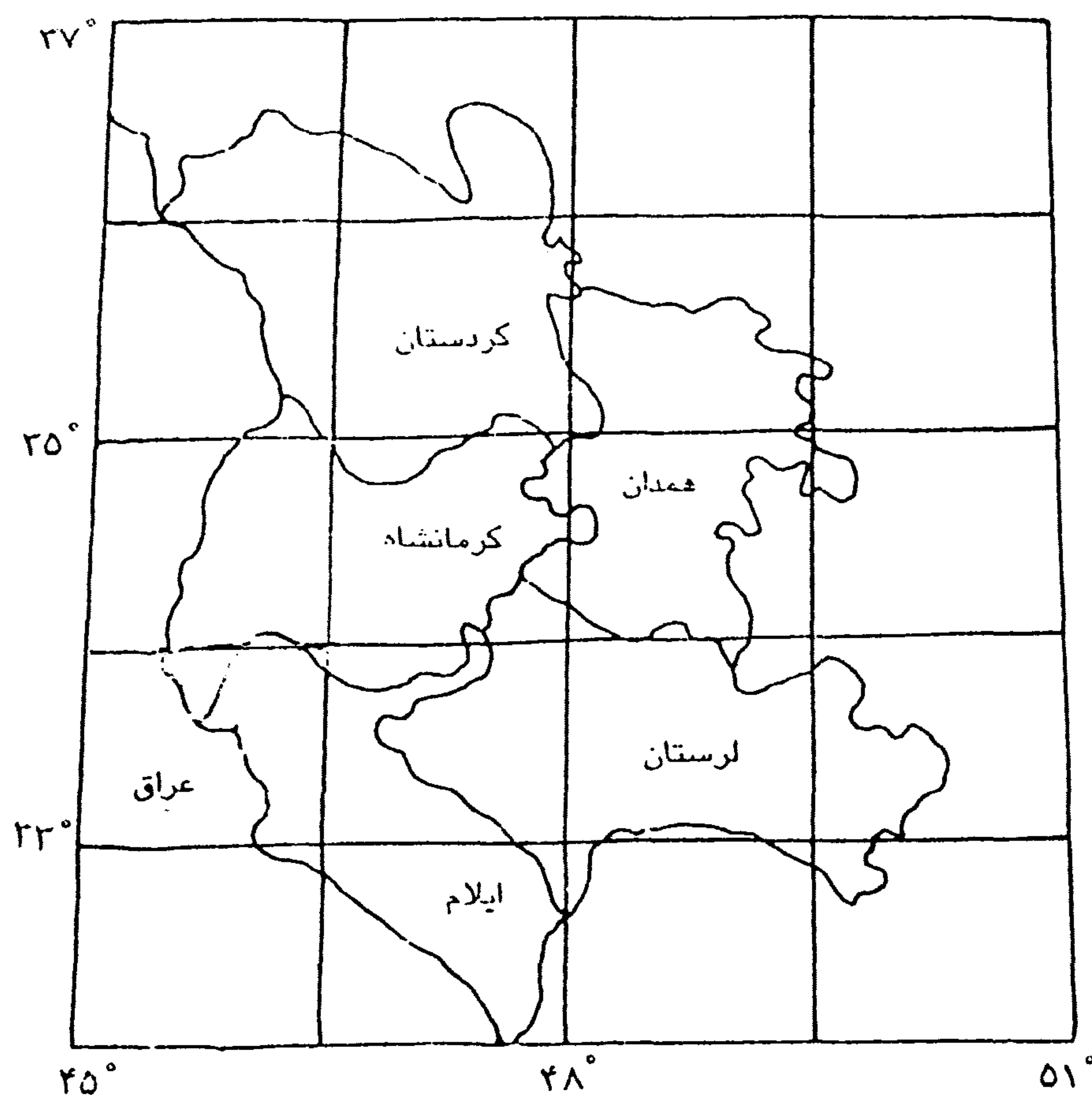
باشد [۳].

بررسیهای اولیه ای که به این منظور در اوایل دهه جاری صورت گرفت، طی سلسله گزارشهایی با عنوان کلی "مکانیابی و قابلیت اراضی" برای مناطق دهگانه کشور ارائه گردید. این گزارشها عمدتاً حاوی اطلاعاتی در زمینه استعداد و قابلیت اراضی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ است. در هر گزارش، پس از تشریح کلی کاربری زمینهای منطقه، اطلاعاتی در مورد کاربری اراضی پیرامون شهرهای منطقه نیز ارائه شده است [۴].

نظر به اینکه آگاهی دقیق از قابلیتهای اراضی و ویژگیهای زیست محیطی و ژئوتکنیکی آنها پیش نیاز

داده‌های مورد بررسی

شناسایی زمینهای مناسب و انتخاب آنها به عنوان زیستگاههای جدید محتاج گردآوری و تحلیل حجم عظیمی از داده‌هاست. داده‌های مناسب برای این بررسیها به طور پراکنده در نقشه‌ها و گزارشهای چاپ شده، یا بعضاً داخلی، موسسات مختلف وجود دارد، یا باید آنها را توسط پرس و جوهای محلی فراهم آورد. در کشور ما که هنوز ضوابط مشخصی برای چرخش و دستیابی به اطلاعات وجود ندارد، فراهم آوردن اطلاعات مربوط به بررسیهای انجام شده قبلی، فرایندی مشکل و وقتگیر است. مشکل دیگری که در اینگونه بررسیهای خودنمایی می‌کند، نحوه سامان دادن و نمایش اطلاعات است. مجموعه اطلاعاتی را که در بررسی حاضر مورد استفاده قرار گرفته، می‌توان به چند گروه تقسیم کرد:



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه، منطقه زاگرس.

نقشه‌های توپوگرافی

در این بررسی از دو گروه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰، بترتیب با منحنی‌های تراز ۱۰۰ و ۲۰ متری، استفاده شده است. نقشه‌های توپوگرافی جهت تهیه نقشه مبنا، نقشه شیب، تفکیک مرز کوه و دشت، و کسب اطلاعات زمین ریخت‌شناسی به کار گرفته شدند.

تصمیم‌گیری جهت ایجاد واحدهای زیستی جدید، توسعه شهرهای کنونی، و توزیع بهینه خدمات زیربنایی، چون راه و خطوط انتقال نیروست، تصمیم گرفته شد که بررسیها در سطح گسترده‌تری ادامه یابد. هدف عمومی بررسیهای مرحله دوم، که با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ انجام می‌شود، تعیین بهترین روش استفاده از زمینهای کشور، به منظور دستیابی به حداکثر بهره‌وری از آنهاست [۴].

تعیین توزیع جغرافیایی مصالح (سنگ و خاک)، وضعیت منابع آب سطحی و زیرزمینی، عملکرد فرایندهای مخرب زمین‌شناسی، و تعیین پارامترهای ژئوتکنیکی به منظور پهنه بندی زمین، از مهمترین فعالیتهای مربوط به این بخش از مطالعات است. اجرای این بررسیها به "مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران" واگذار شد و تا این تاریخ عملیات مربوط به مناطق آذربایجان و زاگرس به انجام رسیده است.

حاصل بررسیهای مربوط به کاربری اراضی عمدتاً به صورت نقشه یا نقشه‌هایی ارائه می‌شود، از این روست که انتقال مفاهیم در بررسیهای از این دست، بیش از همه به نحوه ارائه تصویری اطلاعات وابسته است. مقاله حاضر فعالیتهای مربوط به نحوه طراحی و اجرای یک سری نقشه زمین‌شناسی مهندسی چند لایه را تشریح می‌کند. این نقشه‌ها، که جهت پنج استان غربی کشور تهیه شده‌اند، می‌توانند به عنوان الگویی جهت دیگر مناطق نیز به کار آیند. محدوده مورد بحث، که در این مقاله از آن به عنوان منطقه زاگرس یاد می‌شود، استانهای کردستان، همدان، کرمانشاه، ایلام و لرستان را شامل می‌شود (شکل ۱).

منطقه زاگرس جزو بخشهای کوهستانی و سردسیر کشور محسوب شده و بارش آن عمدتاً در پائیز و زمستان است.

این منطقه دارای دیمزارهای حاصلخیز و مراتع وسیع بوده و اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی آن بیشتر در کوهپایه‌های رشته کوههای زاگرس قرار گرفته است.

در این مقاله ابتدا اطلاعات و منابع مورد استفاده جهت این بررسی ارائه گردیده و سپس نحوه طراحی و محتوی نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی چندلایه تشریح شده است. در پایان نیز کاربردهای این نقشه‌ها مورد بحث قرار گرفته است.

نقشه‌های زمین‌شناسی

نقشه‌های زمین‌شناسی، گرچه برای مقاصد مهندسی تهیه نشده‌اند، با این وجود اطلاعات نسبتاً زیادی را که برای مهندسان ارزشمند است، در خود جای داده‌اند، به نحوی که می‌توان چنین نقشه‌هایی را به زبان زمین‌شناسی مهندسی تفسیر کرد. نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مورد استفاده در بررسی حاضر عبارتند از چهار گوشه‌های: بانه، سنندج، کرمانشاه، مهاباد، تکاب (صائین قلعه)، کبودرآهنگ، همدان، خرم‌آباد و گلپایگان، تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور و همچنین نقشه‌های کوه‌دشت، ایلام، دهلران، قصر شیرین و دزفول، تهیه شده توسط شرکت نفت. چند برگ نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ چاپ شده و همچنین نقشه‌های زمین‌شناسی همراه با گزارش‌های آب‌شناسی و ژئوتکنیکی گردآوری شده، از دیگر منابع مورد استفاده در این بررسی هستند.

تصاویر ماهواره‌ای

ناحیه مورد بررسی توسط ۹ تصویر ماهواره‌ای نقشه‌بردار موضوعی لندست (Landsat-5) با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ پوشش داده می‌شود. تصاویر فوق، که در فاصله سالهای ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۱ اخذ گردیده، در بررسی حاضر مورد استفاده قرار گرفته است. این تصاویر از تلفیق باندهای ۲ و ۳ و ۴ اطلاعات ماهواره‌ای تشکیل شده و با فیلترهای آبی، سبز و قرمز به صورت رنگی کاذب در مرکز سنجش از دور ایران به چاپ رسیده است [۱].

نقشه‌های خاک‌شناسی

از دیگر منابع مورد استفاده، تهیه نقشه‌های خاک‌شناسی و قابلیت اراضی است که توسط موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت کشاورزی و کارشناسان سازمان خواربار جهانی (FAO) تهیه گردیده است. در این نقشه‌ها که عمدتاً براساس مطالعه عکسهای هوایی و بررسیهای صحرائی تهیه شده‌اند، مناطق مختلف به گروه‌ها (تیپ‌ها)ی هشت‌گانه زیر تقسیم شده‌اند: کوه‌ها، تپه‌ها، فلاتها و تراسهای فوقانی، دشتهای دامنه‌ای، دشتهای رسوبی رودخانه‌ای، اراضی پست و شور، دشتهای سیلابی، واریزه‌های بادبزی شکل سنگریزه دار و

آبرفت‌های بادبزی شکل. هریک از گروه‌های فوق از دیدگاه‌های مختلفی چون: واحد اراضی، خاکها، گیاهان طبیعی، کاربری اراضی و وسعت اراضی، به زیرگروه‌هایی تقسیم شده‌اند.

نقشه‌های آب‌شناسی

نقشه‌ها و گزارش‌های آب‌شناسی مورد استفاده عمدتاً توسط وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه آن تهیه شده است. این بررسیها، اطلاعات ژئوفیزیکی، هیدروشیمیائی، بیولوژیکی، آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی آبخوانها را شامل می‌شود. منطقه مورد بررسی ۸۷ دشت را دربر می‌گیرد. اطلاعات موردنیاز در مورد این دشتهای، از حدود ۳۰۰ گزارش گردآوری شده، استخراج شده است [۵].

منابع دیگر

به موارد فوق می‌توان گزارشها و نقشه‌های حاصل از بررسیهای ژئوتکنیکی قبلی در محدوده مورد بررسی و منابع متفرقه دیگر را اضافه کرد.

نواقص و تناقضات موجود در منابع گردآوری شده از طریق بازدیدهای صحرائی و پرس و جوهای محلی توسط گروه زمین‌شناسان، حفاری گمانه‌های کم عمق، نمونه‌گیری، و انجام آزمونهای صحرائی، تا حد امکان مرتفع شد.

نقشه‌های چند لایه

نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی، گونه‌ای از نقشه‌های زمین‌شناسی است که در آن عناصری از محیط زمین‌شناسی، که در مراحل مختلف فعالیت‌های عمرانی چون برنامه ریزی، طراحی، ساختمان، و نگهداری سازه‌ها و در فعالیت‌های معدنی از اهمیت برخوردارند، نشان داده شده است. گروه‌های اصلی داده‌هایی که می‌توان بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی نشان داد عبارتند از: الف) نوع و نحوه گسترش مصالح زمین‌شناسی (سنگ و خاک)، ب) شرایط آبهای سطحی و زیرزمینی، ج) زمین ریخت‌شناسی، د) فرایندهای فعال و مخرب زمین‌شناسی و ه) شواهد فعالیت‌های عمرانی و معدنی بشری [۱۴].

نمادهای محدوده‌ها در زیر لایه ۲، رنگ محدوده‌ها در زیر لایه ۳، و نوشته‌های داخل نقشه در زیر لایه ۴ قرار گرفت. حاصل این مطالعات ۱۳ برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ است که هرکدام در ۱۰ لایه مختلف، و هر لایه در زیر چند لایه، تهیه شده است (جدول ۲).

جدول ۲: چهار گوشه‌های سیزده گانه نقشه زمین‌شناسی مهندسی زاگرس.

شماره	عنوان
۱۱	مهاباد*
۱۲	صائین قلعه
۱۳	بانه
۱۴	سندج
۱۵	کبودر آهنگ*
۱۶	قصر شیرین
۱۷	کرمانشاه
۱۸	همدان
۱۹	ایلام
۲۰	کوه‌دشت
۲۱	خرم آباد*
۲۲	گلپایگان*
۲۳	دهلران

* قسمتی از چهار گوشه در طرح بوده است

نقشه مبنا (لایه ۱)

پیاده کردن داده‌های گردآوری شده، قبل از هرچیز، محتاج یک نقشه مبنا معتبر است. چنین نقشه‌ای باید از یک شبکه مختصات دقیق برخوردار باشد [۱۷]. در بررسی حاضر، از نسخه رایانه‌ای شبکه ارائه شده توسط وزارت مسکن و شهرسازی، استفاده شده است. این شبکه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ سری K ۵۵۱ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهیه شده است.

از مهمترین داده‌های موردنیاز لایه مبنا، محدوده بین کوه و دشت یا به زبانی مرز بین سازندهای سخت و نرم است. مقایسه اطلاعات مربوط به سازندهای سخت و رسوبات جوان (کواترن) در نقشه‌های زمین‌شناسی، مرزهای پیشنهاد شده برای دشتها در نقشه‌های حاصل از مطالعات آبهای زیرزمینی و مرز بین گونه‌های مختلف در

مجموعه داده هائی که برای ارائه بر روی یک نقشه زمین‌شناسی مهندسی گردآوری می‌شود معمولاً فراتر از فضای موجود در نقشه است. از این روست که تهیه و کارتوگرافی نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی معمولاً مشکل بوده و نیاز به حاشیه بیشتر برای ثبت اطلاعات دارد. یکی از روشهای جلوگیری از شلوغی بیش از حد نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی، تبدیل آن به چند نقشه مجزاست. هریک از این نقشه‌ها، که بر مبنای هدف خاصی تهیه می‌شوند، گروه معینی از داده‌ها را در خود جای می‌دهند [۱۰]. امروزه با استفاده از رایانه، با سهولت بیشتری می‌توان نقشه‌ها را در چندلایه متفاوت، که هریک حاوی گونه‌ای از اطلاعات است، ارائه کرد. خروجی چنین سیستمی می‌تواند تلفیقی از دو یا چند، یا همه لایه‌های ذخیره شده، باشد.

در بررسی حاضر ابتدا با در نظر گرفتن هدفهای طرح و مقیاس مطالعات، کلیه اطلاعات موردنیاز نقشه زمین‌شناسی مهندسی شناسایی گردید و سپس این اطلاعات به گروههای دارای ویژگی مشابه تقسیم شد. به این ترتیب ۱۰ گروه مختلف شناسایی شد، که اطلاعات مربوط به هر گروه یکی از لایه‌های نقشه زمین‌شناسی مهندسی را تشکیل می‌دهد (جدول ۱).

جدول ۱: لایه‌های مختلف نقشه زمین‌شناسی مهندسی زاگرس.

لایه	عنوان
۱	مبنا
۲	خاکها و رسوبات ناپیوسته
۳	پراکندگی سنگها
۴	ساختهای زمین‌شناسی
۵	زمین ریخت شناسی و عوارض مصنوعی
۶	بلایای زمین‌شناسی*
۷	هم عمق آب زیر زمینی
۸	ایزوپیز و سطوح تغذیه
۹	دسترسی به آب آشامیدنی
۱۰	مخاطره پذیری آب زیر زمینی

* عمدتاً پراکندگی زمین لغزشها

اطلاعات مربوط به هر لایه به ضرورت در چند زیر لایه ذخیره گردید. به عنوان مثال، در لایه پراکندگی سنگها (لایه ۳)، محدوده سنگهای مختلف در زیر لایه ۱،

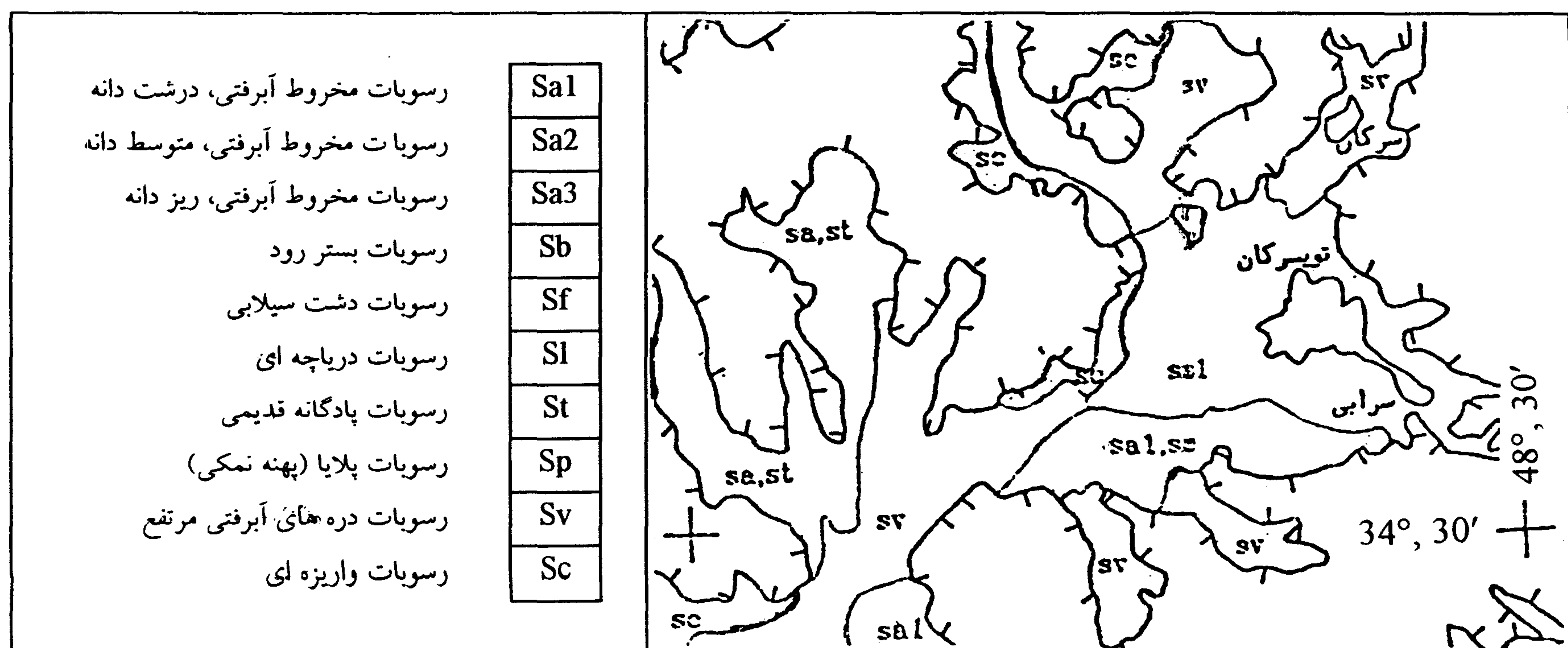
مرحله کنترل و تصحیح شدند.

خاکها و رسوبات ناپیوسته (لایه ۲)

قسمت اعظم سطح زمین را رسوبات و مصالح ناپیوسته طبیعی، که به طور کلی به آنها خاک می‌گوییم، پوشانده است. خاک از یک طرف جایی است که پروژه‌های عمرانی و سازه‌های مهندسی در سطح، یا در داخل آن، احداث می‌شود، و از طرف دیگر ماده‌ای است که آن را به عنوان مصالح ساختمانی در کارهای عمرانی به خدمت می‌گیریم. خاکهای موجود در طبیعت بسیار متنوع اند و هریک از آنها رفتاری خاص در کاربردهای مهندسی مختلف از خود نشان می‌دهند. روشهای متنوعی برای طبقه بندی خاکها وجود دارد. در طرح زاگرس، با در نظر گرفتن هدف بررسیها و مقیاس کوچک مطالعات، خاکها از دیدگاه نحوه تشکیلشان طبقه بندی شدند. بررسیها نشان داده است که منشاء زمین‌شناسی یک خاک تاثیر بارزی بر ویژگیهای مهندسی آن بر جای می‌گذارد. آگاهی از منشاء زمین‌شناسی، ما را قادر می‌سازد تا یافته‌ها و داده‌های کسب شده از یک یا چند نقطه محدود را به گستره وسیعی، که دارای منشاء و نحوه تشکیل مشابه است، تعمیم دهیم [۱۱]. به این منظور خاکها بر مبنای نحوه تشکیلشان به انواع: آبرفتی، واریزه‌ای، بادی، برجا، یخچالی، و ثانوی تقسیم شدند. هریک از گروههای فوق نیز به زیرگروههایی با ویژگیهای کم و بیش یکسان تقسیم شدند.

نقشه‌های خاک‌شناسی (فائو) ناهماهنگیهای زیادی را نشان می‌دهد. از طرف دیگر، بررسی تصاویر ماهواره‌ای، مناطق نسبتاً همواری در خارج از دشتهای را نشان داد که از خاک برجا پوشیده شده بودند و برای ساخت و ساز مفید تشخیص داده شدند.

جهت رفع کاستیهای پیش گفته، از اطلاعات دقیق‌تر نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای سود جسته شد. به این منظور، هریک از ۲۴ نقشه ۱:۵۰۰۰۰ موجود در یک برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰، به ۹ قسمت مساوی (شبه ۵ در ۵ دقیقه‌ای) تقسیم شد و اطلاعات کسب شده از هر قسمت، با تغییر مقیاس، به روی یک لایه شفاف دارای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ منتقل گردید. سپس لایه شفاف به روی تصویر ماهواره‌ای منطبق شد و اطلاعات مربوط به مرز بین سازه‌های سخت و نرم نهائی گردید و علاوه بر آن آخرین تغییرات مربوط به عوارض مصنوعی، چون راهها و محدوده شهرها، مشخص شد. به منظور سرشکن کردن و مرتفع نمودن اعوجاجهای متنوع موجود در تصاویر ماهواره‌ای، عوارض طبیعی مرجع، همچون مسیر آبراهه‌ها و ستیغها، که از نقشه‌های توپوگرافی کسب شدند، به صورت جزء به جزء روی عارضه مشابه در تصویر ماهواره‌ای منطبق گردید و به دنبال آن اطلاعات مورد نیاز استخراج شد. در پایان، مرز نهایی انتخاب شده برای سازه‌های سخت و رسوبات ناپیوسته توسط رقومی کننده به رایانه منتقل گردید و خروجی‌های حاصله در چند



شکل ۲: لایه خاکها و رسوبات ناپیوسته (لایه ۲) در قسمتی از چهارگوشه همدان.

نقشه در آوردن تغییرات ثانوی ایجاد شده در سنگها وجود نداشت، لذا طبقه بندی باتوجه به جنس و منشاء سنگها انجام گردید. در همین راستا ابتدا کلیه سنگهایی که در نقشه‌های زمین‌شناسی مورد بررسی، معرفی شده بودند، استخراج شدند. در مرحله بعد این سنگها باتوجه به جنس، منشاء و ویژگیهای ژئوتکنیکی عموماًشان به ۹ گروه اصلی تقسیم شدند. هر گروه نیز به تفاوت، به چند زیر گروه تقسیم شد (جدول ۴).

جدول ۳: تقسیم بندیهای لایه خاکها و رسوبات ناپیوسته.

نوع خاک (رسوبات)	نماد
مخروط آبرفتی	Sa
درشت دانه	Sa1
متوسط دانه	Sa2
ریز دانه	Sa3
بستر رود	Sb
دشت سیلابی	Sf
دریاچه ای	Sl
پادگانه قدیمی	St
پهنه نمکی (پلایا)	Sp
دره آبرفتی	Sv
واریزه ای	Sc
بادی	Se
دلتائی	Sd
دریائی	Sm
برجا	Sr
ضخیم، دستخوردگی زیاد، کشاورزی آبی	Sr1
ضخامت و دستخوردگی متوسط کشاورزی دیم پراکنده	Sr2
کنگولمرای جوان، تاحدی هوازده و فرسایش یافته	Sg*
تپه ماهورهای هموار با رخنمونهای مارنی و ماسه سنگ مارنی، اغلب پوشیده از خاک برجای نازک.	Sh*

* مصالح حد واسط بین خاک و سنگ

به عنوان مثال، گروه سنگهای آذرین درونی (P) به ۷ زیرگروه: گرانیت، دیوریت و سنگهای وابسته (P1)، گابرو و سنگهای وابسته (P2)، پریدوتیت و سنگهای وابسته (P3)، سرپانتینیت (P4)، افیولیتها (P5)، سنگهای آذرین درونی تفکیک نشده (P6)، و مخلوط سنگهای آذرین

لازم به یادآوریست که در منطقه مورد مطالعه، هیچ گونه خاک یخچالی شناسایی نشد (جدول ۳).

مرجع اصلی تهیه لایه خاکها، تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای بوده است. در نقاطی که تصویر ماهواره‌ای، به دلیل کیفیت پایین عکس یا وجود ابر، خوانا نبود، از نقشه‌های زمین‌شناسی، آب‌شناسی، خاک‌شناسی، ژئوفیزیکی و بالاخره بازدید صحرایی سود جسته شد. از نقشه‌های زمین‌شناسی برای شناسایی سنگ مادر و جنس خاکهای برجا و واریزه‌ای استفاده شد. در مواردی نیز ویژگیهای خاک از نقشه‌های خاک‌شناسی (فائو)، که اراضی را از نظر کاربری طبقه بندی کرده است، به دست آمد. از نقشه‌های ژئوفیزیکی و آب‌شناسی جهت تعیین محدوده خاکهای آبرفتی، دانه بندی و نفوذپذیری آبرفتها و به دنبال آن نوع خاک استفاده شد. با استفاده از نمودار (لوگ) چاههای آب نیز تغییرات قائم خاک مشخص گردید. و بالاخره کاستیها و نقاط ابهام لایه خاکها، با انجام عملیات صحرایی و حفر گمانه‌های کم عمق متعدد، مرتفع شد. در پایان لایه خاکها برای کلیه مناطق ۵ استان غربی کشور به رایانه منتقل گردید. در شکل ۲ لایه خاکها و رسوبات ناپیوسته قسمتی از استان همدان آمده است.

پراکندگی سنگها (لایه ۳)

نقشه‌های زمین‌شناسی، سنگها را در واحدهای چینه‌شناسی زمانی - سنگی، هم چون گروه و سازند و بخش ارائه می دهند، که به طور مستقیم کارایی زیادی در بررسیهای مهندسی ندارند. البته در بررسیهای کوچک مقیاس، همچون طرح زاگرس، قسمت اعظم اطلاعات موردنیاز را می توان از نقشه‌ها و گزارشهای زمین‌شناسی استخراج کرد، به این شرط که به گونه‌ای بتوان آنها را به زبان زمین‌شناسی مهندسی ترجمه نمود.

برخلاف خاکها، که آگاهی از منشاء زمین‌شناسی آنها می تواند اطلاعات ذیقیمی از ویژگیهای ژئوتکنیکشان، به دست دهد، خواص فیزیکی و مهندسی سنگها، علاوه بر جنس و منشاء آنها، متأثر از مجموعه تغییرات بعدی ایجاد شده در سنگ به علت: دیاژنز، دگرگونی، تکتونیک، هوازدگی و فعالیت‌های بشری است [۱۰]. متأسفانه در طرح زاگرس، به دلیل کوچک بودن مقیاس مطالعات، امکان به

منظم متعدد در راستای شمال غربی - جنوب شرقی است. زاگرس مرتفع نیز متشکل از چین خوردگیهای شدید و گسلهای رانده متعدد است. شیب رو رانده‌ها به سمت شمال شرقی است. مرز شمالی این زون را گسل رورانده زاگرس تشکیل می‌دهد. زون سنندج - سیرجان رشته کوههای زاگرس را از پهنه ایران مرکزی جدا می‌نماید.

برای تهیه لایه ساختها، ابتدا اطلاعات موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه‌های لرزه زمینساخت، و گزارشهای همراه آنها، استخراج شد. سپس این اطلاعات با بررسی تصاویر ماهواره‌ای تا حد امکان مورد کنترل مجدد قرار گرفت و نقاط ابهام باقیمانده به توسط مطالعات صحرایی محدود، مرتفع شد. عوارضی که بر روی لایه ساختها نمایش داده شده است عبارتند از: انواع لایه بندی، چینها، گسلها، دایکها و دگرشیبها.

در زمان رسم هر لایه در رایانه سعی شده با فعال نمودن (نمایش) داده‌های لایه‌های دیگر، انطباق کاملی بین ورودیهای جدید و داده‌های ثبت شده قبلی ایجاد شود. به عنوان مثال، در بسیاری موارد، یک گسل متعلق به لایه ۴ باید به طور کامل با خط حاصل از همبری دو واحد سنگی در لایه ۳ منطبق باشد. یا اینکه محل نوشته‌های مربوط به لایه‌های مختلف باید به صورتی باشد که با فعال شدن همه لایه‌ها، نوشته‌ها در هم تداخل نکنند.

زمین ریخت‌شناسی و عوارض مصنوعی (لایه ۵)

عوارض زمین ریخت‌شناسی، چون ناهمواریها و شبکه آبراهه‌ها، نقش تعیین کننده‌ای بر فعالیتهای عمرانی و پروژه‌های مهندسی دارند. در سرتاسر غرب ایران سلسله جبال مرتفع زاگرس با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی کشیده شده است. این ارتفاعات دارای دره‌های پرشیب، عمیق و تنگ اند. رودخانه‌ها معمولاً در سنگهای نرمتر حفر شده‌اند و دره‌های عمیق را بوجود آورده‌اند. دامنه‌های چنین دره‌هایی به سرعت پایداری خود را از دست داده و به صورت واریزه و دیگر انواع رانش زمین به پایین دست حرکت می‌کنند. هر جا که رودها در سنگهای سخت‌تر حفر شده‌اند، دره‌های عمیق و بسیار تنگ را به وجود آورده‌اند. ویژگیهای عمومی واحدهای مختلف عوارض طبیعی در منطقه زاگرس، در جدول ۵ آمده است.

درونی و بیرونی (P7)، تقسیم گردید.

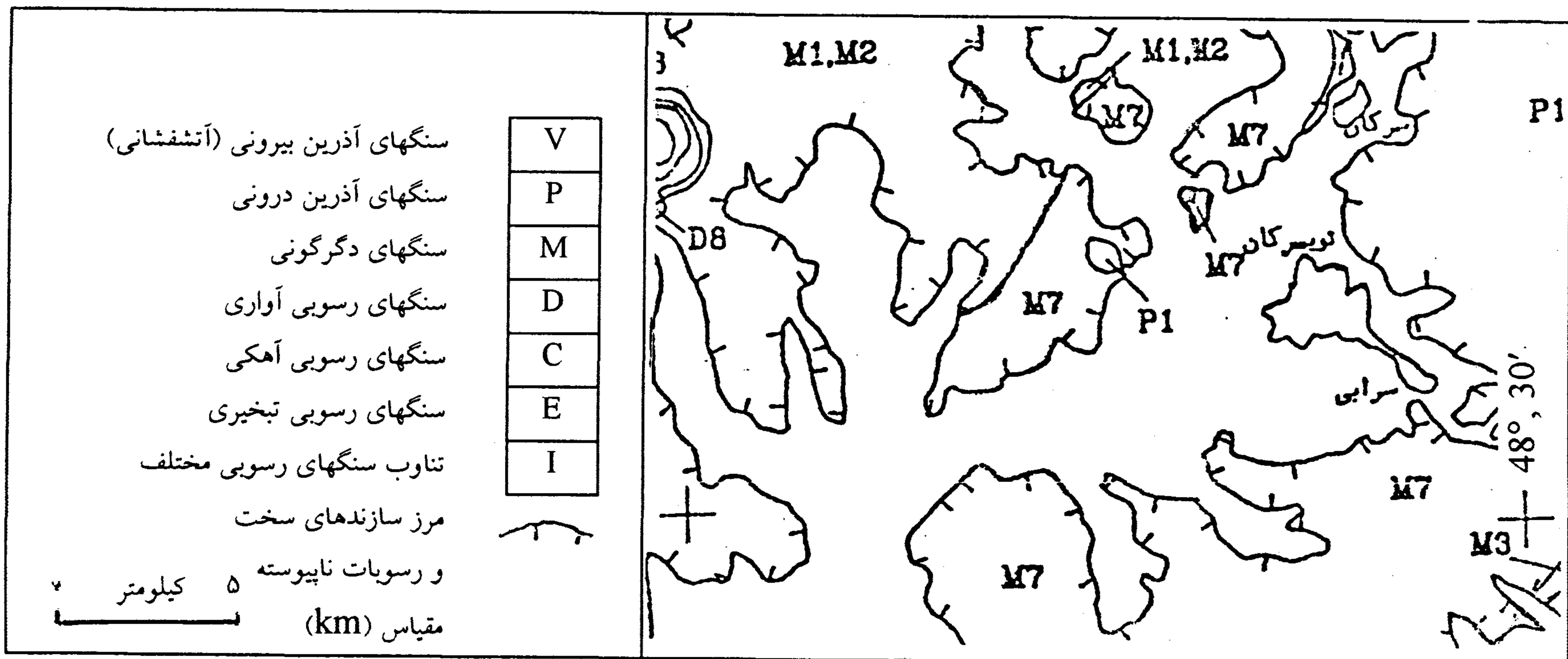
در مواردی که اطلاعات موجود در نقشه زمین‌شناسی گویا نبود [۱۳]، از منابع جانبی، هم چون گزارشهای زمین‌شناسی و نقشه‌ها و گزارشهای آب‌شناسی سود جسته شد. به دلیل کوچک بودن مقیاس مطالعات، تصاویر ماهواره‌ای نتوانست کمک زیادی جهت تفکیک پهنه‌های سنگی با جنس متفاوت بنماید. از تصاویر ماهواره‌ای تنها جهت کنترل برخی از همبریه‌ها و محدوده‌های پوشیده از گدازه جوان استفاده شد. نقاط ابهامی که در پایان مطالعات دفتری باقیمانده بود، با انجام بازدیدهای صحرایی محدود، تا حد امکان مرتفع شد. در شکل ۳ لایه پراکندگی سنگها در قسمتی از چهار گوشه همدان نشان داده شده است.

جدول ۴: گروهها و زیرگروههای لایه پراکندگی سنگها.

نماد	عنوان گروه سنگها	رنگ در نقشه	تعداد زیر گروه
V	آذرین بیرونی	قرمز روشن	۹
P	آذرین درونی	قرمز تیره	۷
M	دگرگونی	قهوهای	۷
D	رسوبی آواری	آبی	۸
C	رسوبی آهکی	سبز روشن	۷
E	رسوبی تبخیری	سبز تیره	۳
I	تناوب سنگهای رسوبی	هاشور آبی	۱۴
O	رسوبی، آذرین و یا دگرگونی	هاشور نارنجی	۸
U	سنگهای تفکیک نشده	سفید	۱

ساختهای زمین‌شناسی (لایه ۴)

منطقه مورد مطالعه عمدتاً توسط رشته کوههای زاگرس، پوشیده شده است. این رشته کوهها را می‌توان از دیدگاه ساختاری و زمین ریخت‌شناسی به دو منطقه (کمر بند) زاگرس چین خورده و زاگرس مرتفع (رورانده) تقسیم کرد. زاگرس چین خورده متشکل از چینهای طویل و



شکل ۳: لایه پراکندگی سنگها (لایه ۳) در قسمتی از چهارگوشه همدان.

جدول ۵: عوارض طبیعی منطقه زاگرس [۳].

عنوان واحد	مساحت (%)	شیب کلی (%)
کوه ها	۴۹/۸۳	> ۲۵
تپه ها	۱۷/۴۵	۸-۲۵
فلاتها و تراسهای فوقانی	۱۲/۳۶	۵ تا
دشتهای دامنه ای	۱۰/۰۹	۵ تا ۱
دشتهای رسوبی رودخانه ای	۲/۳۳	< ۱ (اغلب)
اراضی پست	۰/۰۰۷	< ۱
دشتهای سیلابی	۰/۷۸	< ۵
واریزه های بادبزنی شکل	۳/۱۶	< ۵
آبرفتهای بادبزنی شکل	۰/۰۱۳	< ۲
اراضی مخلوط و متفرقه	۴/۰	

راه، راه آهن، محدوده شهرها، سدها و مخازن، فرودگاهها، خطوط انتقال نیرو، گاز و آب و بالاخره مرزهای استانی به صورت یکی از زیرلایه‌های لایه ۵ در نظر گرفته شدند. بسیاری از این عوارض در نقشه‌های چاپ شده موجود نبودند و یا در فاصله زمانی چاپ آخرین نقشه‌ها تاکنون، تغییراتی در آنها ایجاد شده بود. لذا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، آخرین تغییرات مربوط به این عوارض شناسایی و ثبت شد. فعالیتهای معدنی، شامل محل و محدوده معادن کشف شده و در حال کار نیز، به عنوان یکی از زیرلایه‌های لایه ۵ در نظر گرفته شد.

بلایای زمین‌شناسی (لایه ۶)

در کشور ما ایران، فرایندهای فعال زمین‌شناسی همچون سیل، زمین لرزه، ناپایداری دامنه‌ها و پیشروی ماسه‌های روان، همواره به عنوان عوامل مخرب، زیستگاه‌ها و فعالیتهای انسانی را مورد تهدید قرار داده‌اند. نظر به نقش تعیین کننده زمین لرزه و آبهای سطحی، در مکانیابی زیستگاههای جدید، این موارد به تصمیم وزارت مسکن و شهرسازی، به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. این رو در طرح زاگرس لایه ۶، تنها به نمایش زمین لغزه‌های به نقشه درآمده در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ اختصاص یافت و مطالعات دقیقتر در این زمینه به مرحله بعدی بررسیها (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) موکول شد.

مناطق پرشیب و با ارتفاع زیاد برای احداث شهرهای جدید مناسب نیستند و باید این نواحی را از اولویت بررسیها حذف نمود. در مطالعات مربوط به مکانیابی شهرهای جدید در منطقه زاگرس نواحی دارای ارتفاع بیش از ۲۵۰۰ متر و یا شیب بیش از ۳۰٪ به عنوان مناطق غیرقابل قبول در نظر گرفته شدند [۳]. نقشه‌ای که در آن مناطق نامناسب و حذف شده با رنگ سیاه از دیگر مناطق تفکیک شده است، به صورت لایه دارای شماره صفر در رایانه ذخیره گردید.

عوارض مصنوعی و حاصل فعالیتهای بشری، چون

نقشه هم عمق آب زیرزمینی (لایه ۷)

منطقه زاگرس متشکل از ۸۷ دشت کوچک و بزرگ است. به منظور بررسی وضعیت آب زیرزمینی در این دشتها ۳۰۰ گزارش، و نقشه‌های همراه آنها، مطالعه و مورد مقایسه و تحلیل انتقادی قرار گرفت [۵]. برای نمایش شرایط آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه و تعیین نقش آن در مکانیابی شهرهای جدید، چهار گروه نقشه طراحی گردید که به ترتیب لایه‌های شماره ۷ الی ۱۰ نقشه زمین‌شناسی مهندسی را به خود اختصاص می‌دهند. این لایه‌ها عبارتند از: نقشه هم عمق آب زیرزمینی، نقشه ایزوپیز و سطوح تغذیه آب زیرزمینی، نقشه پهنه بندی دسترسی به آب زیرزمینی، و نقشه پهنه بندی مخاطره‌پذیری آب زیرزمینی.

برای تهیه نقشه‌های هم عمق، آمار و اطلاعات گردآوری شده تا پایان سال ۱۳۷۳ مورد استفاده قرار گرفت. به این منظور عمق سطح ایستابی در هر چاه مشخص گردید، و سپس به روش درونیابی، خطوط تراز هم عمق سطح ایستابی رسم شد (شکل ۴). نقشه‌های هم عمق، به طور وسیعی در پهنه بندیهای ژئوتکنیکی منطقه زاگرس، از جمله جهت تعیین پتانسیل روانگرایی و پراکندگی خاکهای مشکل آفرین، به کار گرفته شدند.

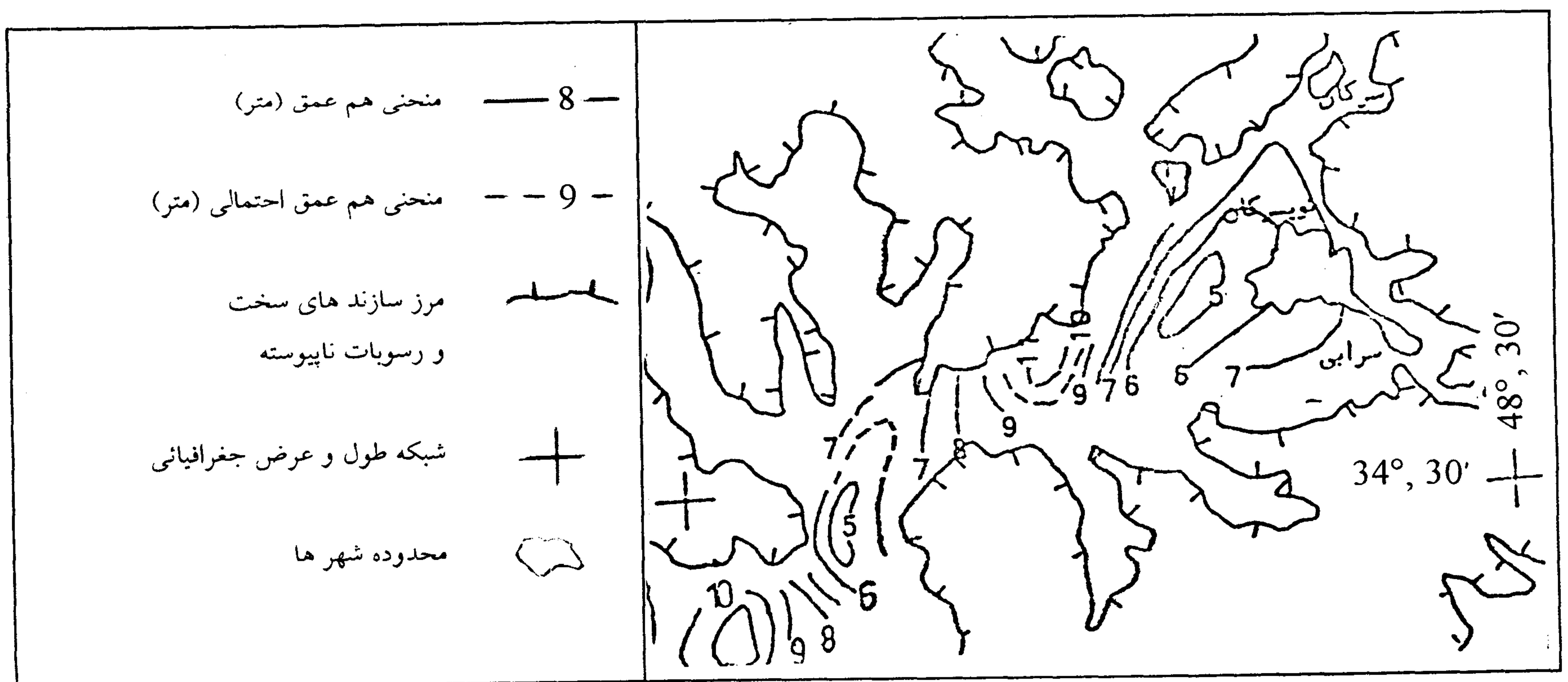
نقشه ایزوپیز و سطوح تغذیه (لایه ۸)

در این نقشه‌ها، ارتفاع سطح ایستایی از یک سطح مبنا (سطح دریا)، به توسط خطوط تراز، نشان داده شده است. نقشه‌های ایزوپیز با استفاده از آخرین آمار و اطلاعات چاههای اکتشافی، بهره برداری و پیزومترها، داده‌های کسب شده از گمانه‌های حفر شده توسط مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران و بالاخره پرس و جوهای محلی تهیه گردید.

برای رسم سطوح تغذیه، از نقشه‌های تراز آب استفاده گردید. به این منظور ابتدا در روی نقشه ایزوپیز، مناطقی که با توجه به شکل منحنیهای تراز آب، به عنوان منطقه تغذیه خودنمایی می‌کرد، مشخص گردید و سپس با تحلیل سازندهای اطراف دشت، توسط نقشه‌های زمین‌شناسی و اطلاعات موجود در گزارشهای آب زیرزمینی، مناطق تغذیه دشت نهایی شد [۲].

نقشه پهنه بندی دسترسی به آب زیرزمینی (لایه ۹)

نقشه زمین‌شناسی مهندسی می‌تواند اطلاعات را به صورت پهنه بندی نیز ارائه نمایند. پهنه‌ها محدوده‌هایی از نقشه را که از نظر شرایط زمین‌شناسی مهندسی تقریباً همگن اند، مشخص می‌سازند. درجه همگنی و دقت هر



شکل ۴: نقشه هم عمق آب زیرزمینی (لایه ۷)، در قسمتی از چهارگوشه همدان [۲].

گرفتن فاضلابهای شهری و تاثیر آن بر آبخوان و دامنه نفوذپذیری خاک و نحوه زهکشی آن، صورت گرفت [۲]. فاضلابهایی را که به زمین نفوذ می‌کنند می‌توان به سه گروه: خانگی که دارای مواد آلی فراوان اند، صنعتی که معمولاً دارای PH زیاداند، و سطحی که حاصل بارش می‌باشند، تقسیم کرد. با افزایش ضخامت بخش غیراشباع بالای سطح ایستابی، از امکان آلوده شدن آبخوان کاسته می‌گردد. ضخامت بخش غیراشباع از روی نقشه‌های هم عمق (لایه ۷)، تعیین شد. عامل مهم دیگر در آلودگی آبخوان، نفوذپذیری زمین است. به این منظور از اطلاعات حاصل از گمانه‌های اکتشافی حفر شده توسط مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، نمودار چاههای اکتشاف آب و پیزومترها، نقشه‌های هم T، نقشه‌های ژئوفیزیکی و بالاخره اطلاعات موجود در لایه ۲ نقشه زمین‌شناسی مهندسی، سود جسته شد [۵]. در پایان، با در نظر گرفتن عمق سطح ایستابی و نفوذپذیری زمین، پهنه‌بندی مخاطره پذیری آب زیرزمینی، با در نظر گرفتن تقسیمات زیر، انجام شد:

- ۱ - مخاطره پذیری زیاد: عمق سطح ایستابی کمتر از ۱۰ متر، در زمینهای با هر نفوذپذیری
- ۲ - مخاطره پذیری متوسط: عمق سطح ایستابی بین ۱۰-۲۰ متر، در زمینهای نفوذپذیر
- ۳ - مخاطره پذیری کم: عمق سطح ایستابی بین ۱۰-۲۰ متر، در زمینهای نسبتاً نفوذپذیر و نفوذناپذیر و یا عمق سطح ایستابی بیش از ۲۰ متر در زمینهای با هر نفوذپذیری.

کاربردهای نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی چند لایه

نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی چندلایه، تهیه شده برای منطقه زاگرس، به نحو زیر به عنوان منبع اطلاعاتی عمده جهت انجام مراحل بعدی مطالعات مربوط به مکانیابی شهرهای جدید در این منطقه، توسط مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، به کار گرفته شد.

طراحی شبکه اکتشاف زیرسطحی

از نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی تهیه شده، جهت طراحی شبکه اکتشاف زیرسطحی خاک‌ها و رسوبات

واحد پهنه بندی شده بستگی به مقیاس نقشه و هدف از تهیه آن دارد [۱۵].

برای پهنه بندی منطقه مورد مطالعه از نظر دسترسی به آب آشامیدنی، دو عامل کیفیت آب زیرزمینی و مقدار آب قابل بازیابی از آبخوان، مورد توجه قرار گرفت. ابتدا با در نظر گرفتن استانداردهایی که در زمینه کیفیت آب وجود دارد، آبی قابل شرب شناخته شد، که میزان املاح محلول (TDS) آن کمتر از ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر و هدایت الکتریکی ویژه آن کمتر از ۲۳۰۰ میکروموس بر سانتی متر، باشد [۲]. در مواردی که نقشه‌های TDS و یا هدایت الکتریکی وجود نداشت، از نتایج آزمایشهای شیمیایی در چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها، اطلس منابع آب ایران و لایه ۳ نقشه زمین‌شناسی مهندسی، سود جسته شد.

جدول ۶: رابطه انتخاب شده برای ضریب قابلیت انتقال و قدرت آبدی

آبخوان [۲]

T (متر مربع در روز)	قدرت آبدی آبخوان
< ۱۰۰	ضعیف
۱۰۰ - ۵۰۰	متوسط
> ۵۰۰	خوب

تعیین میزان آب قابل دسترسی با توجه به مشخصات هیدرودینامیکی هر آبخوان (ضریب قابلیت انتقال، نفوذپذیری و ضریب ذخیره)، ابعاد آبخوان (سطح و عمق) و میزان تغذیه طبیعی آن، صورت می‌گیرد. بررسیها نشان داد که ضریب انتقال (T)، پارامتری است که اغلب موارد فوق را اقناع می‌نماید، زیرا مقدار آن در هر نقطه به نفوذپذیری و ضخامت لایه آبدار بستگی دارد. ضخامت لایه آبدار نیز اغلب در ارتباط مستقیم با ابعاد آبخوان است. برای تعیین T، از نقشه‌های قابلیت انتقال، نقشه‌ها و نیمرخهای ژئوفیزیکی و مقادیر T اندازه‌گیری شده در چاه‌ها، استفاده شد. رابطه بین قدرت آبدی آبخوان و ضریب قابلیت انتقال، به گونه‌ای که در جدول ۶ آمده، در نظر گرفته شد.

نقشه پهنه بندی مخاطره‌پذیری آب زیرزمینی (لایه ۱۰)

پهنه بندی مخاطره‌پذیری آب زیرزمینی با در نظر

مستعد در حالت الف زیاد تا بسیار زیاد، و در حالت ج صفر در نظر گرفته شد.

در مرحله بعد، با استفاده از لایه‌های ۲ و ۳ نقشه زمین‌شناسی مهندسی، مناطق دارای خاکهای مستعد روانگرایی مشخص شد. استعداد روانگرایی مصالح مختلف به نحو زیر در نظر گرفته شد: الف) خاکهای درشت دانه (بسیار کم)، ب) لای و ماسه ریزدانه (زیاد تا بسیار زیاد)، ج) خاکهای ریزدانه (کم تا متوسط)، و د) مناطق سنگی (صفر). در پایان با استفاده از نقشه‌های هم‌شتاب زمین لرزه استانهای غربی کشور، و نتایج حاصل از حفر گمانه‌ها و آزمونهای آزمایشگاهی، احتمال وقوع روانگرایی در نقاط مختلف برآورد شد و محدوده مورد بررسی از دیدگاه استعداد روانگرایی پهنه بندی گردید [۷].

پهنه بندی خاکهای مشکل آفرین

علاوه بر خاکهای روانگرا، گروههای دیگری از خاکها نیز می‌توانند مشکلاتی را جهت پروژه‌های عمرانی به وجود آورند. از آن جمله است خاکهای متورم شونده که در اثر آبگیری افزایش حجم پیدا می‌کنند، خاکهای رمبنده که در اثر اشباع به طور ناگهانی حجمشان کم شده و فرو می‌ریزند و بالاخره خاکهای واگرا که بر اثر جریان آب از میانشان، فرسایش می‌یابند.

به منظور برآورد پتانسیل تورم، از لایه طبقه بندی خاکها (لایه ۲)، اطلاعات مربوط به آبهای سطحی و نتایج حاصل از آزمایش بر روی نمونه‌های به دست آمده از گمانه‌ها، استفاده شد. در همین راستا، با استفاده از رابطه بین نشانه خمیری (PI) و درصد تورم، پتانسیل تورم هر نقطه تعیین شد. به طور کلی، پتانسیل تورم در خاکهای درشت دانه و مناطق سنگی صفر، و در خاکهای ریزدانه بسته به نوع کانیها، از کم تا بسیار زیاد در نظر گرفته شد [۷].

رمبندگی خاکهای در حد ماسه، لای و رس، مخصوصاً لسه‌ها، که معمولاً در محیطهای خشک برجای گذاشته شده‌اند، زیاد تا بسیار زیاد است. از این رو، پتانسیل رمبندگی خاک‌های آبرفتی کم و خاکهای برجا و بادی متوسط تا زیاد در نظر گرفته شد. به منظور محاسبه پتانسیل رمبندگی در هر نقطه، علاوه بر لایه خاکها (لایه ۲)، از نقشه‌های هم عمق آب زیرزمینی (لایه ۷)، نتایج آزمایش

ناپیوسته، سود جسته شد. محدوده مورد بررسی ۱۱۷۱۶۰۰۰ هکتار مساحت دارد که حدود نیمی از آن برای اکتشافات زیر سطحی مناسب تشخیص داده شد و بقیه به دلیل شیب و یا ارتفاع نامناسب، حذف شدند. کل حفاری در نظر گرفته شده برای این منطقه ۲۰۰۰ متر بود. به این منظور حدود ۳۰۰ گمانه با عمق حداکثر ۱۰ متر (عمق متوسط ۶/۵ متر) طراحی گردید [۱۱]. جهت توزیع مناسب محل حفاری‌ها ابتدا در هر برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰، درصد بخشهای قابل حفاری به کل مناطق قابل حفاری زاگرس مشخص گردید و به این ترتیب تعداد تقریبی گمانه‌های آن چهار گوشه، به دست آمد. سپس گمانه‌ها با توجه به اطلاعات ارائه شده در لایه خاکها و رسوبات ناپیوسته (لایه ۲)، به نحوی توزیع شدند که در هر محدوده خاک با مساحت بزرگتر از ۲۵ کیلومتر مربع، حداقل یک گمانه قرار گیرد. گمانه‌های هر چهار گوشه به دو گروه اولویت اول و دوم تقسیم شدند. محل گمانه‌های طراحی شده، در طول پیشرفت عملیات حفاری به طور دائم مورد بازنگری و تصحیح قرار گرفت.

در هر گمانه، که به صورت دستی حفر گردید، ضمن شناسائی خاک و تعیین عدد N توسط انجام آزمایش SPT در محل تغییر جنس مصالح، میزان رطوبت و سطح آب زیرزمینی نیز مشخص گردید و برای آزمونهای آزمایشگاهی، نمونه دست خورده و دست نخورده اخذ شد.

پهنه بندی خاکهای روانگرا

تعیین استعداد روانگرایی خاکهای اشباع، در اثر بارگذاریهای چرخه‌ای ناشی از زمین لرزه، یکی از مواردی است که در بررسیهای مربوط به مکانیابی شهرهای جدید در منطقه زاگرس مورد توجه قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز جهت پهنه بندی پتانسیل روانگرایی عمدتاً از لایه‌های مختلف نقشه زمین‌شناسی مهندسی به دست آمد. ابتدا با استفاده از نقشه‌های هم عمق آب زیرزمینی (لایه ۷)، وضعیت سطح آب زیرزمینی در مناطق مختلف، به سه گروه: الف) دارای سطح آب زیرزمینی بالا (۰-۵ متر)، ب) متوسط (۵-۱۰ متر)، و ج) پایین (< ۱۰ متر) تقسیم شد. احتمال روانگرا شدن خاکهای

خاص، علاوه بر بیشینه شتاب زلزله، جنس مصالح سنگی و خاکی (لایه‌های ۲ و ۳ نقشه زمین‌شناسی مهندسی) و زمان تناوب نوسانات لرزه‌ای سازه‌ها نیز در نظر گرفته شد. نقشه‌های پهنه بندی اثر بزرگنمایی آبرفت، که با استفاده از اطلاعات فوق در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه گردید، فقط به عنوان ابزاری جهت سیاستگذاری کلان، جهت انتخاب زیستگاههای جدید، مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹].

نتایج

در کشور ما، همانند بسیاری دیگر از نقاط جهان، هنوز اطلاعات زمین‌شناسی مهندسی به گونه‌ای استاندارد عرضه نشده است. نظر به اینکه همزمان با بررسیهای مربوط به مکانیابی زیستگاههای جدید در سطح کشور، که توسط وزارت مسکن و شهرسازی انجام می‌شود، سازمان زمین‌شناسی کشور نیز آغاز به تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی ۱:۵۰۰۰۰ برای برخی از شهرهای ایران کرده است، کوشش گردید تا با در نظر گرفتن تجربیات مشابه در دیگر نقاط جهان، الگویی برای سامان دادن به این گونه اطلاعات تهیه شود.

در همین راستا و به منظور تهیه مبنایی جهت بررسیهای مربوط به مکانیابی شهرهای جدید در پنج استان غربی کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی چند لایه طراحی و در ۱۰ لایه مختلف برای محدوده‌ای به وسعت ۱۱۷۱۶۰۰۰ هکتار (جمعاً ۱۳۰ چهارگوشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰) تهیه گردید. مزایای این نقشه‌های چند لایه را می‌توان به نحو زیر خلاصه کرد:

- ۱- از شلوغی بیش از حد نقشه جلوگیری می‌شود.
- ۲- چون در هر لایه گروه ویژه‌ای از داده‌ها ذخیره شده، کمبود اطلاعات در هر زمینه، باعث توقف فرایند تهیه نقشه نمی‌شود.
- ۳- امکان به روز آمدن مکرر نقشه وجود دارد.
- ۴- بسته به نیاز کاربران، می‌توان نقشه‌هایی با ترکیبی از لایه‌های مختلف ارائه داد.
- ۵- امکان نشر غیرکاغذی نقشه (دیسکت رایانه‌ای)، وجود دارد.
- ۶- بسته به نیاز می‌توان لایه‌ها یا زیرلایه‌های جدیدی

نفوذ استاندارد، و آزمایشهای انجام شده به روی نمونه‌های خاک (وزن مخصوص، درصد رطوبت، دانه‌بندی، حدود اتربرگ، و شناسایی و طبقه بندی خاک) استفاده شد. در پایان، با تلفیق کلیه اطلاعات فوق و قضاوت مهندسی، پتانسیل خطر خاکهای مشکل آفرین در نقاط مختلف ارزیابی و نتایج به صورت پهنه بندی ارائه گردید [۷].

پهنه بندی زمین از نظر مهندسی پی

از دیگر اطلاعات مورد نیاز جهت مکانیابی شهرهای جدید، پهنه بندی توانمندی زمین جهت ساخت و ساز است. به این منظور، در بررسی‌های بزرگ مقیاس، از ظرفیت باربری خاک استفاده می‌شود. ولی چون ظرفیت باربری مشخصه ذاتی خاک نبوده و تابع پارامترهای متعدد دیگر است، نمی‌توان از این پارامتر، که به طور موضعی تغییر می‌کند، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استفاده کرد. در بررسیهای حاضر از پارامتر به نام "ارزش کیفی" سود جسته شده که فقط تابع مشخصات مکانیکی خاک است و از نظر ساخت و ساز کلان مناطق شهری می‌تواند گرایش کلی منطقه را از نظر باربری روشن سازد. به دلیل وسیع بودن منطقه مورد بررسی، و محدود بودن هزینه طرح و حجم عملیات اکتشافی، در پهنه بندی زمین از دیدگاه مهندسی پی، بیش از همه از اطلاعات فراهم آمده در نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی (از جمله لایه‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷) استفاده شد [۸].

پهنه بندی اثر بزرگنمایی آبرفت

شدت زمین لرزه ممکن است، به دلیل شرایط خاک، در محدوده‌ای خاص، تقویت شود. مهمترین عوامل تاثیرگذار در این زمینه عبارتند از: عمق رسوبات تا سنگ بستر، ویژگیهای ژئوتکنیکی رسوبات، تراز آب زیرزمینی و پستی و بلندی و شیب سطح زمین. در طرح زاگرس، تعیین لرزه خیزی سنگ بستر و پهنه بندی بیشینه شتاب آن با استفاده از نقشه‌های بیشینه شتاب سنگ بستر (PGA)، که با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰، توسط واحد شهرسازی وزارت مسکن و شهرسازی، در غالب طرح کالبدی ملی تهیه شده است، صورت گرفت. در برآورد اثر بزرگنمایی در یک محل

می‌توانند به عنوان مبنایی جهت مطالعات تفصیلی ترآتی، در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، نیز به کار آیند. علاوه بر کاربردی که این نقشه‌ها در مکانیابی شهرهای جدید دارند، می‌توانند در مرحله شناسایی تعیین محل سازه‌های مهندسی، چون سد، خطوط انتقال نیرو، مسیر راه و راه آهن، نیز مورد استفاده قرار گیرند.

تشکر

در پایان لازم است از آقایان مهندس محمود صداقت، مهندس محمد پری زادی، مهندس احمد قربانی و کارشناسان مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، که بدون مشارکت و همکاری ایشان این بررسی به انجام نمی‌رسید، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

برای نقشه تعریف کرد.

۷- امکان تغییر مقیاس نقشه و یا چاپ قسمتی از آن وجود دارد [۱۳].

۸- کار بیشتر به روی اطلاعات، به توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، امکان‌پذیر می‌شود [۱۶].

آن چه را که شاید بتوان به عنوان محدودیت این نوع نقشه در نظر گرفت، عبارت از نیاز آنها به رایانه و سخت‌افزارهایی چون رقومی‌کننده و چاپگر است. علاوه بر آن انطباق دقیق داده‌های موجود در لایه‌های مختلف، محتاج دقت عمل اپراتور و کنترل‌های متعدد و وقتگیر است. نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی چند لایه تهیه شده در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، برای تهیه انواع پهنه بندی‌ها و تعیین محدوده‌های مناسب جهت استقرار شهرهای جدید در محدوده زاگرس، استفاده شد. این نقشه‌ها، همچنین

مراجع

- ۱- پری زادی، م. "اکتشافات ژئوتکنیکی کوچک مقیاس و تهیه نقشه‌های مخاطره‌پذیری زمین بر مبنای تصاویر ماهواره‌ای در محدوده استانهای غربی کشور." پایان‌نامه کارشناسی ارشد اکتشاف معدن، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، (۱۳۷۵).
- ۲- صداقت، م. "مطالعات هیدرولوژیک برای مکانیابی شهرهای جدید در منطقه زاگرس." مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، (۱۳۷۵).
- ۳- طرح کالبدی ملی ایران. "کاربری اراضی منطقه زاگرس (استانهای همدان، کردستان، کرمانشاه، ایلام، و لرستان)، بررسیهای پایه." وزارت مسکن و شهرسازی، واحد شهرسازی و معماری، تهران، (الف/۱۳۷۲).
- ۴- طرح کالبدی ملی ایران. "مکانیابی و قابلیت اراضی منطقه زاگرس (استانهای همدان، کردستان، کرمانشاه، ایلام، و لرستان)، بررسیهای پایه." وزارت مسکن و شهرسازی، واحد شهرسازی و معماری، تهران، (ب/۱۳۷۲).
- ۵- قربانی، م. "جایگاه ژئوتکنیکی آبهای زیرزمینی در مکانیابی شهرهای جدید در محدوده استانهای غربی کشور." پایان‌نامه کارشناسی ارشد اکتشاف معدن، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، (۱۳۷۵).
- ۶- گروه کارشناسان زمین‌شناسی و ژئوتکنیک. "گزارش مرحله اول مطالعات عوامل زمین‌شناسی - ژئوتکنیکی در طرح کالبدی ملی منطقه آذربایجان." مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، تهران (۱۳۷۲).
- ۷- مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران. "گزارش پهنه بندی روانگرایی و خاکهای مشکل‌آفرین." (الف / ۱۳۷۴).
- ۸- مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران. "گزارش پهنه بندی خاکها از نظر مهندسی پی." (ب / ۱۳۷۴).
- ۹- مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران. "گزارش پهنه بندی بزرگنمایی آبرفت." (ج / ۱۳۷۴).
- ۱۰- معماریان، ح. "زمین‌شناسی برای مهندسیین." انتشارات دانشگاه تهران، تهران (۱۳۷۲).
- ۱۱- معماریان، ح. "زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک." انتشارات دانشگاه تهران، تهران (۱۳۷۴).
- ۱۲- معماریان، ح. "نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی زاگرس (استانهای همدان، کرمانشاه، کردستان، لرستان و ایلام)." مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، (۱۳۷۵).

- ۱۳ - معماریان، ح. "بررسی منابع بروز ناهماهنگی در نقشه‌های زمین شناس ایران." نشریه دانشکده فنی، جلد ۳۰، شماره ۲، ۲۹-۴۰، (۱۳۷۶).
- ۱۴ - یونسکو. "نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی (ژئوتکنیکی)." ترجمه ابوالحسن رده، انتشارات کمیسیون ملی یونسکو، تهران (۱۳۶۸).
- 15 - Anabalgan, R. (1992). "Landslide hazard zonation mapping in mountainous terrain." *Engineering Geology*, 32, 269-277.
- 16 - Croukamp, L. (1994). "An engineering geological GIS in South African context." In Oliveria, R. et al editors, *Proceedings of the 7th International Association of Engineering Geology (IAEG) Congress*, Balkema Rotterdam.
- 17 - Derman, W. R. (1991). "Engineering geological mapping: Advanced series in geotechnical engineering." Butterworth-Heinemann.