

۱- پیش‌نوشتار

نقشه‌های زمین‌شناسی ویژگی‌های مختلف زمین شامل جنس سنگ‌ها، سن و روابط آنها، ساختمان زمین و پتانسیل‌های معدنی را در بر دارند و با توجه به نیاز با مقیاس‌های گوناگون تهیه می‌شوند. نقشه‌های زمین‌شناسی از لایه‌های اطلاعات پایه کشور هستند و در کلیه طرح‌های عمرانی-صنعتی کاربرد دارند. این نقشه‌ها افزون بر فراهم نمودن بستر مناسب جهت انجام تحقیقات زمین‌شناسی و علوم وابسته، در اکتشاف مواد معدنی، مطالعات لرزه‌خیزی و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر بلایای طبیعی (مانند سیلاب، زلزله، لغزش و آتشفشان) به عنوان نقشه‌مبنا به کار می‌روند، به طوری که بدون نقشه‌های زمین‌شناسی مناسب، امکان تهیه یا مطالعه آنها وجود ندارد. همچنین این نقشه‌ها در مطالعات زیست‌محیطی، آب‌خیزداری و کلیه طرح‌های مکان‌یابی صنعتی و شهری و مسیر یابی جاده‌ها و خطوط انتقال نیرو، انرژی و آب کاربرد دارند.

تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ناحیه‌ای از مقیاسهای کوچک ۱:۵۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ آغاز می‌گردد و بطور مرحله‌ای و منظم به مقیاس‌های متوسط ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ و بزرگ ۱:۲۵,۰۰۰ توسعه یافته و سرتاسر مساحت یک کشور را پوشش می‌دهند. در ایران تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ناحیه‌ای با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ از سال ۱۳۳۸ آغاز گردید و در سال ۱۳۷۰ به اتمام رسید. به دنبال تهیه نقشه‌های یادشده، سازمان زمین‌شناسی کشور با بدست آوردن توانایی‌های علمی-دستگاهی لازم، تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ را در دستور کار خود قرار داد که در سال‌های اخیر با تلاش زمین‌شناسان و مسئولان، تهیه این نقشه‌ها ادامه یافته است به طوری که در آخر برنامه پنج‌ساله سوم تهیه نقشه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ در مناطق الویت‌دار به اتمام رسید.

هرچند نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ دقت بالایی دارند ولی در مطالعات عمرانی-صنعتی، مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰، مقیاس کاربردی به شمار نمی‌آید و نقشه‌های زمین‌شناسی با این مقیاس فقط در کوتاه

مدت، برحسب ضرورت توان پاسخ‌گویی به نیازهای علمی کشور را خواهند داشت. از سوی دیگر با پیشرفت روزافزون علم زمین‌شناسی و رشد توان مطالعات آزمایشگاهی، ضرورت وجود اطلاعات دقیق زمین‌شناسی بیش از پیش احساس می‌گردد. پیشرفت علوم مهندسی در کشور و افزایش تعداد مهندسان، نیاز به اطلاعات پایه‌ی زمین‌شناسی با مقیاس کاربردی برای طراحی سازه‌ها را دو چندان می‌نماید.

با توجه به نیاز کشور به اطلاعات پایه دقیق و ابعاد سازه‌های شهری و صنعتی، مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ جهت مطالعات زمین‌شناسی کاربردی مناسب خواهد بود بر اساس همین ضرورت سازمان نقشه برداری بعد از تهیه نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰،۰۰۰ کشور اقدام به تهیه نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵،۰۰۰ نموده است و تاکنون بخش‌بزرگی از سطح کشور را پوشش داده است. بر پایه پیشنهاد اولیه قلمقاش (۱۳۸۱) و تایید شورای زمین‌شناسی و ریاست محترم سازمان، "طرح تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ در دستور کار سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور قرار گرفت. بر پایه بررسی‌های انجام شده و تصمیم شورای زمین‌شناسان سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ ایران به گونه ۶ نقشه موضوعی با عنوان‌های زیر تهیه خواهد شد:

۱. نقشه زمین‌شناسی ناحیه‌ای.
۲. نقشه زمین‌شناسی اقتصادی-معدنی.
۳. نقشه زمین‌شناسی مهندسی.
۴. نقشه مخاطرات زمین‌شناختی.
۵. نقشه زیست‌محیطی زمین‌شناسی.
۶. نقشه زمین‌ریخت‌شناسی مهندسی.

با توجه به روش های پیشرفته تهیه نقشه های زمین شناسی در جهان، نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ با در نظر گرفتن ویژگی های زیر تهیه خواهند شد:

- استفاده هم زمان داده های ماهواره ای و عکسهای هوایی ۱:۲۰،۰۰۰ به عنوان تصویرهای پایه.
- استفاده از نقشه های توپوگرافی رقومی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ به عنوان نقشه پایه.
- برداشت زمین شناسی با گروه کارشناسی تخصصی.
- سامان دهی و ارائه اطلاعات در قالب سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS).

۳- مراحل تهیه نقشه زمین شناسی ناحیه ای ۱:۲۵،۰۰۰

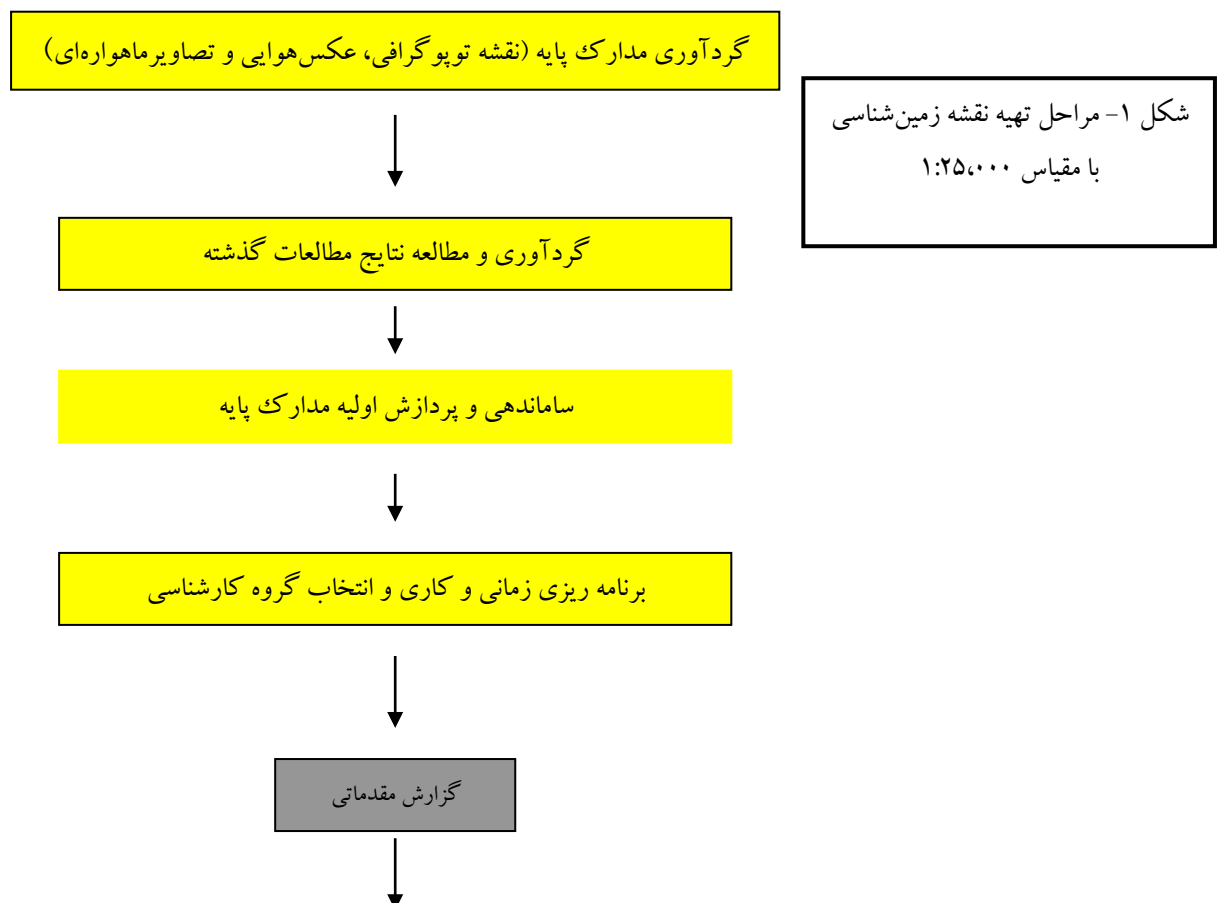
همان طوری که اشاره شد، نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ از شش نقشه موضوعی پدید آمده، که با توجه به نیاز، تمام یا بخشی از آنها تهیه خواهند شد. در هر منطقه، با توجه به الویت های مطالعات توسعه شهری، اکتشافی، مخاطرات زمین شناسی و پژوهشی، در مرحله اول نقشه زمین شناسی ناحیه ای تهیه می شود. در مراحل بعد بقیه نقشه های موضوعی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ بر حسب نیاز و بر اساس اطلاعات نقشه زمین شناسی ناحیه ای تهیه خواهند می شوند.

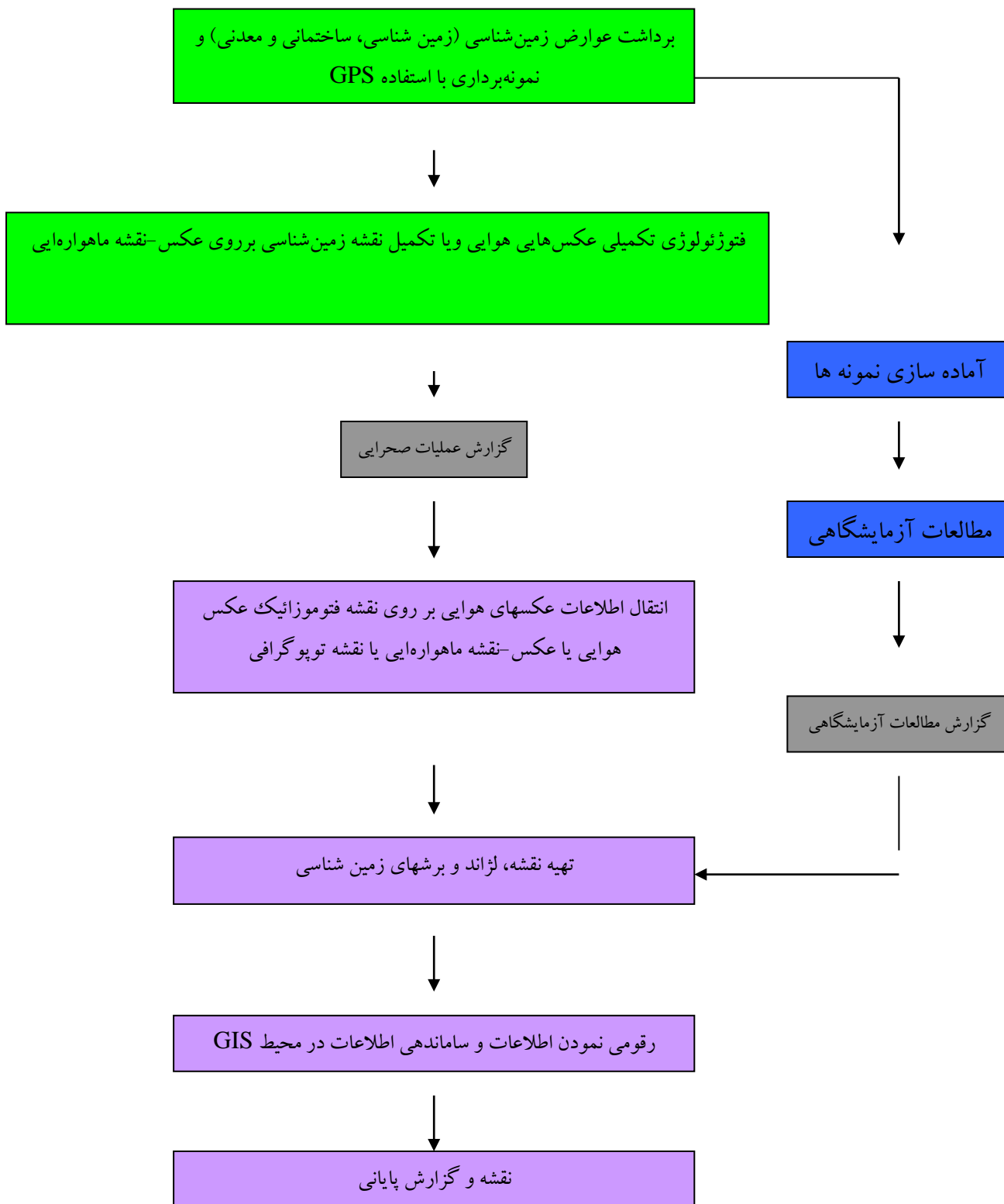
نقشه های زمین شناسی ناحیه ای اطلاعات جامعی در باره واحدهای سنگی (آذرین، رسوبی و دگرگونی) و عوارض زمین شناسی ساختمانی منطقه را در بر دارد. این نقشه بر مبنای نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵،۰۰۰، عکس های هوایی ۱:۲۰،۰۰۰ ویا ۱:۴۰،۰۰۰ تصویرهای ماهواره ای برداشت و به گونه رقومی در قالب سامانه اطلاعات جغرافیایی (Geography Information System) ویا کاغذی ارائه خواهند شد.

به طور کلی فرآیند تهیه نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ در پنج مرحله (۱) مرحله برنامه ریزی و گردآوری اطلاعات پایه؛ (۲) عملیات صحرائی؛ (۳) مطالعات آزمایشگاهی، (۴) تهیه نقشه و گزارش و (۵)

آماده‌سازی و ارائه اطلاعات انجام می‌شود. در ادامه برای هر یک از مراحل فوق‌الذکر، روش‌های استاندارد کار و پژوهش وجود دارد که در ادامه به تفصیل بیان و برای اجرای دقیق هر مرحله دستورالعمل‌های ارائه می‌شود.

هر چند به لحاظ برنامه ریزی فرآیند تهیه نقشه به ۵ مرحله یادشده قابل تقسیم است ولی در این فرآیند، کار و پژوهش به صورت پیوسته، با برنامه‌ای شناور، قابل اصلاح، حتی برگشت پذیر انجام می‌شود. به گونه‌ای که در فرآیند تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ گردآوری و پردازش اطلاعات از مرحله اول آغاز می‌گردد و تا آخرین لحظه انتشار نقشه و گزارش به صورت دقیق و پیوسته ادامه دارد. به همین ترتیب آماده‌سازی و ارائه اطلاعات نیز از اولین روزهای فرآیند آغاز می‌گردد و با انتشار نتایج طرح پایان می‌پذیرد.





۳-۱- گردآوری اطلاعات پایه، پردازش اولیه و برنامه‌ریزی

۳-۱-۱- گردآوری اطلاعات پایه

در این مرحله مدارک و اطلاعات پایه برای آغاز فرآیند تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ گردآوری می‌گردد.

۳-۱-۱-۱- مدارک گردآوری مدارک پایه

مدارک پایه برای تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ به شرح زیر می باشد که لازم است خریداری و در فایل نهایی ارائه شود:

- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ کاغذی و رقومی (دوبعدی و سه‌بعدی).
- عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ و ۱:۴۰,۰۰۰.
- عکس-نقشه هوایی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰
- داده‌های ماهواره‌ای با دقت مکانی مناسب (داده‌های ماهواره اسپات و یا IRS).
- نقشه‌های زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰.

۳-۱-۱-۲- گردآوری و مطالعه نتایج مطالعات گذشته

در سالهای گذشته با رشد و توسعه واحدهای دانشگاهی و توسعه طرحهای عمرانی اطلاعات قابل توجهی در مقیاسهای کاربردی و پژوهشی تولید شده است که در فرآیند تهیه نقشه ۱:۲۵,۰۰۰ لازم است تمام اطلاعات گردآوری، مطالعه و ساماندهی شوند. این مرحله قبل از آغاز عملیات صحرایی و

^۱ منظور فتوموزائیک عکس هوایی (airborne photo-mosaic) است.

برداشت های زمین شناسی انجام می شود. به طور کلی اطلاعاتی که باید گردآوری و ساماندهی شوند به شرح زیر می باشد:

- گردآوری و مطالعه تمام نقشه ها و گزارش هایی موردی یا موضوعی مربوط به زمین شناسی منطقه.
- گردآوری و مطالعه تمام مقاله ها و پایان نامه های مربوط به زمین شناسی منطقه.
- گردآوری اطلاعات زمین شناسی مربوط به مطالعات زیرسطحی مربوط به چاههای وزارت نیرو، مترو و غیره (در مناطق شهری).

۲-۱-۳- ساماندهی و پردازش اولیه مدارک پایه

۱-۲-۱-۳- دستورالعمل تهیه و ساماندهی نقشه توپوگرافی پایه

برای تهیه نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ ، نقشه های توپوگرافی با مقیاس متناسب مورد نیاز می باشد. نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ به صورت رقومی تولید می شوند در این صورت بعد از ساماندهی اطلاعات (عوارض موجود در نقشه) در لایه های مختلف و تبدیل نمودن مقیاس نقشه به مقیاس مورد نظر، به عنوان نقشه پایه برای تهیه نقشه های زمین شناسی قابل استفاده می باشند. در برخی مناطق ایران هنوز نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ تهیه نشده است. در این مناطق، نقشه پایه مورد نیاز از بزرگ کردن نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ تهیه می شود. برای این منظور ابتدا منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه توپوگرافی مشخص می شود سپس نقشه اسکن و عملیات رقومی سازی انجام می شود و مقیاس نقشه به مقیاس مورد نظر تبدیل خواهد شد. مراحل کار به شرح زیر می باشد:

- نقشه توپوگرافی منطقه را با ۳۰۰ dpi (در صورت رقومی نبودن نقشه توپوگرافی) اسکن کنید.

- فایل حاصل از اسکن را با فرمت jpg با نام نقشه توپوگرافی ذخیره کنید (مثلا Tehran.jpg).

- تصویر نقشه توپوگرافی (مثلا Tehran.jpg) را با استفاده از نرم افزار AutoCAD map ۲۰۰۰ رقومی نمایید.

لازم است کلیه لایه‌های اطلاعاتی، قبل از شروع کار رقومی سازی، تعریف شوند و سپس هر عارضه در لایه مربوط به خود رقومی شود. جهت یکسان بودن اسم لایه‌ها در نقشه‌های مختلف، کلیه لایه‌ها در یک فایل تعریف شده و در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. ممکن است تعداد لایه‌های تعریف شده بیش از تعداد عوارض موجود در نقشه باشد که در انتهای کار رقومی سازی، لایه‌های اضافی حذف می‌شوند. به‌طور کلی عوارض موجود در نقشه‌های توپوگرافی بزرگ مقیاس به ۹ کلاس تقسیم می‌شوند که هر کدام دارای زیر کلاسهای خود بوده و لازم است در لایه‌های مربوط به خود رقومی شوند. این کلاسها و زیر کلاسها در جدول ۱ خلاصه شده‌اند. در صورت موجود بودن عوارض دیگری که در جدول ۱ ذکر نشده است، با توجه به نوع عارضه (خطی، پلیگونی و یا نقطه ای) آن لایه را ایجاد نموده و به لایه‌ها اضافه کنید.

بعد از رقومی نمودن نقشه توپوگرافی منطقه، به منظور تغییر مقیاس و تهیه نقشه توپوگرافی پایه مناسب، برای عملیات صحرائی مراحل زیر را اجراء نمایید:

- با بزرگ‌نمایی نقشه توپوگرافی رقومی شده در محیط AutoCAD مقیاس آن را به مقیاس مورد نظر تبدیل کنید.

- نقشه توپوگرافی را چاپ کنید و مقیاس آن را به وسیله مختصات و ابعاد چند عارضه مهم و مشخص کنترل نمایید.

- در هنگام عملیات صحرایی نقشه توپوگرافی بزرگ شده را با استفاده از GPS اصلاح کنید. برای این منظور لازم است به ازای هر کیلومتر مربع از منطقه اکتشافی، مختصات (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع) ۵ تا ۱۰ عارضه مهم توپوگرافی برداشت و با استفاده از آنها نقشه توپوگرافی پایه تصحیح شوند. برای این منظور از GPS با دقت مکانی مناسب استفاده شود. حجم اطلاعات موجود در نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ زیاد است لذا به هنگام ساماندهی اطلاعات و ارائه نسخه چاپی نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ با توجه به موارد زیر بخشی از اطلاعات حذف شود:
- تعدادی از نقطه‌های ارتفاعی، روستاها و نشانه‌های دیگری که ضرورت ندارند، حذف کنید.
- منحنی‌های تراز ۲۰ متری در قسمت‌های کوهستانی را (در قسمت‌های هموار و دشت‌ها می‌توان حذف نکرد) حذف کنید.
- نامهای جغرافیایی که در توضیح ویژگیهای منطقه در گزارش از آنها استفاده خواهد شد در گستره نقشه توپوگرافی در جای خود نوشته می‌شوند به گونه ای که مشخص تر دیده شوند (این نام‌ها به انگلیسی نوشته میشوند).
- راهنمای موقعیت نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ در شبکه کلی نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ کشور که در حاشیه نقشه ترسیم شده را حذف کنید
- نشانه سوی شمال مغناطیسی و شمال جغرافیایی و زاویه‌های لازم را به جای مناسب راهنمای نقشه انتقال دهید.
- شبکه UTM نقشه را به صورت کم رنگ در نقشه حفظ کنید.

جدول ۱- عوارض موجود در نقشه‌های توپوگرافی که لازم است به هنگام رقومی نمودن در لایه‌های مربوط به خود ساماندهی شوند.

عوارض پليگونی		عوارض خطی		عوارض نقطه ای		
کلاس عوارض	نام لایه	کلاس عوارض	نام لایه	کلاس عوارض	نام لایه	
۱-هیپسوگرافی	دپو و گود برداری	۱-هیپسوگرافی	منحنی میزان اصلی	۱-هیپسوگرافی	نقطه ارتفاعی	
	غار		منحنی میزان فرعی		۲-آبی	چشمه
	خاکریز		بریدگی			قنات
	کوه		خط الراس			چاه نفت
۲-آبی	پهنه های آبی	۲-راه	راه بین شهری	۳-تاسیسات زیر بنایی	چاه گاز	
	۳-محدوده‌ها		بندرها و ترمینالها		راه شهری	چاه آب
		منطقه کمپینگ	اتوبان		۴-نقاط کنترل	نقاط ژئودزی
	منطقه صنعتی	راه اصلی	نقاط ترازیبی			

نقاط فتوگرامتری		خیابان		منطقه باستانی و مذهبی	
		راه فرعی		منطقه تجاری و اداری	
		راه آهن		منطقه تفریحی و ورزشی	
		مسیرهای آبی (نهر و جوی)	۳-آبی	منطقه آموزشی و بهداشتی	
		آبراهه اصلی		منطقه نظامی	
		آبراهه فرعی		منطقه خدماتی	
		رودخانه		مخزن	۴-تاسیسات زیر بنایی
		خط انتقال برق	۴-تاسیسات زیر بنایی	باغ و قلمستان	۵-پوشش گیاهی
		خط انتقال تلفن		زمینهای زراعی	

		خط لوله		مرتع و چمن	
		تونل	۵-سازه	زمین های غیر زراعی مانند بوته زار، شوره زار و شنی	
		پل		برج	۶-سازه
				مذهبی و فرهنگی	۷-ساختمان
				خدماتی	
				آموزشی	
				منفرد	

۲-۱-۳- دستورالعمل فتوژئولوژی اولیه عکس‌های هوای

نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ بر مبنای عکس‌های هوای ۱:۲۰،۰۰۰ (در صورت نبود و یا پایین بودن کیفیت این عکسها، بر مبنای عکس‌های هوای ۱:۴۰،۰۰۰) تهیه می‌شوند. کار بر روی این عکسها در چهار مرحله مختلف مطالعات انجام می‌شود که شامل فتوژئولوژی اولیه، برداشت زمین‌شناسی، فتوژئولوژی نهایی و انتقال برداشتها بر روی نقشه توپوگرافی است. کارهای ضروری که در مرحله اول لازم است انجام شود به شرح زیر است:

- تهیه نقشه راهنمای عکس‌های هوای
- علامت‌گذاری محل شمال جغرافیایی را بر روی عکس‌های هوای .
- مشخص نمودن محل روستاها، کوه‌ها، آبراهه‌ها و عوارض مهم جغرافیایی را بر روی عکس‌های هوای با استفاده از نقشه توپوگرافی.
- چسباندن کاغذ شفاف (کوداتراست) با ابعاد ۱۲*۲۲ سانتیمتر مربع بر روی عکس‌های هوایی.
- ترسیم شبکه آبراهه‌ها بر روی عکس‌های هوایی.
- مطالعه عکس‌های هوای را به وسیله استریوسکوپ و شناسایی عوارض مهم زمین‌شناسی شامل مرز واحدهای سنگی، مرز آبرفت‌های کواترنری، عوارض ساختمانی (گسلها، چین‌ها و غیره)، آثار دگرسانی و کانی‌سازی.

۳-۱-۲-۳- پردازش اولیه داده‌های ماهواره ایی

برای تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ تصاویری با قدرت تفکیک زمینی بین ۴ تا ۵ متر مورد نیاز است. برای این منظور لازم است:

- تصاویر IRS_PAN با دقت زمینی ۵/۷ متر و یا تصویر Spot_PAN با دقت زمینی ۵ متر تهیه شود.

- تصاویر TM یا ETM+ و یا تصاویر ASTER با تفکیک زمینی ۱۵ متر تهیه شود.

- به منظور حذف خطای ناشی از سنجنده و اتمسفر، تصاویر مذکور را تصحیح رادیومتریک کنید.

- با هدف حذف جابجائیهای مکانی ایجاد شده بر روی تصاویر، تصحیح هندسی تصاویر را انجام دهید.

- تصاویر مذکور را Register کنید.

- تصاویر Spot_PAN و ASTER (و یا تصاویر TM یا ETM+ و IRS-PAN) با قدرت تفکیک مکانی مختلف را ترکیب (Data Fusion) کنید.

- پردازشهای لازم از قبیل طبقه بندیهای Sub-Pixel بمنظور تفکیک واحدهای سنگی و منطقه بندی نواحی دگرسانی را اعمال کنید.

کار با رایانه های قابل حمل (notebook) و تصاویر ماهواره ای در صحرا سخت و گاه غیر ممکن است به همین دلیل بعد از اتمام پردازشهای یاد شده لازم است بخشی از تصاویر مربوط به منطقه مورد مطالعه به صورت عکس-نقشه (photomap) رنگی چاپ گردد. این عکس-نقشه ماهواره ای در کنار عکسهای هوایی منطقه مبنای برداشتهای صحرائی خواهد بود. برای این کار انجام مراحل زیر قبل از عملیات صحرائی ضروری است:

^۲ لازم بذکر است که علی رغم قدرت تفکیک زمینی تقریباً مشابه تصاویر Spot_PAN و IRS_PAN (۵متر و ۵,۷متر) بخاطر قدرت

تفکیک رادیومتریک بهتر تصاویر IRS_PAN (ده بیت)، این تصاویر در اولویت می باشند.

- مشخص نمودن شمال جغرافیایی را بر روی عکس-نقشه ماهواره ای.
- مشخص نمودن محل روستاها، کوهها، آبراهه‌ها و عوارض مهم جغرافیایی بر روی عکس-نقشه با استفاده از نقشه توپوگرافی.
- مطالعه و شناسایی عوارض مهم زمین‌شناسی شامل مرز واحدهای سنگی، مرز آبرفت‌های کواترنری، عوارض ساختمانی (گسلها، چین‌ها و غیره)، در صورت امکان آثار و شواهد دگرسانی، کانی‌سازی بر روی عکس-نقشه ماهواره ای.

۴-۱-۳- برنامه ریزی و انتخاب گروه کارشناسی

برداشت، تهیه و انتشار نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ توسط گروه‌های کارشناسی با تخصص‌های گوناگون انجام می‌شود. در تهیه این نقشه‌ها چند کارشناس ارشد زمین‌شناسی با گرایش‌های سنگ‌شناسی، چینه‌شناسی، دیرینه‌شناسی، تکتونیک، زمین‌شناسی اقتصادی، رسوب‌شناسی، زمین‌شناسی مهندسی، زیست‌محیطی، هیدروژئولوژی، دورسنجی، سامانه‌اطلاعات جغرافیایی یا GIS و همکاری می‌نمایند لذا لازم است مدیر طرح تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ قبل از انجام عملیات صحرائی با مطالعه و شناسایی واحدهای سنگی و ساختار منطقه (جدول ۱)، گروه کارشناسی مورد نیاز خود را انتخاب و برنامه زمانی و کاری هر کدام از ایشان را تعیین نماید. رئوس فعالیت‌های این مرحله به شرح زیر می‌باشد:

- انتخاب گروه کارشناسان صحرائی و امور دفتری
- تهیه برنامه زمانی صحرائی و دفتری هر یک از اعضا (شکل --)
- تهیه برنامه کار صحرائی و دفتری هر یک از اعضا

جدول ۱- ویژگی‌های فنی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰

ویژگیهای نقشه مورد مطالعه	شرح
نام و شماره نقشه ۱:۲۵۰۰۰	
نام نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰	
استان	
درصد رخنمون و نوع الویت مطالعاتی منطقه	
نوع واحدهای سنگی منطقه	
مدیر پروژه	
ویژگیهای ساختمانی منطقه	
ویژگیهای معدنی منطقه	

۵-۱-۳- تهیه گزارش مقدماتی

در پایان مرحله اول فرآیند تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ "گزارش مقدماتی" بر پایه نتایج مطالعات گذشته تنظیم می شود. در این گزارش شرحی از مدارک پایه گردآوری شده و خلاصه نتایج تحقیقات گذشته و نقطه نظرات محققان در مورد ویژگیهای زمین شناسی منطقه آورده می شود. به طور خلاصه این گزارش موارد زیر را در بر خواهد داشت:

- موقعیت جغرافیایی منطقه و فهرست مدارک پایه منطقه
- موقعیت منطقه در پهنه‌های ساختاری-رسوبی کشور
- ویژگیهای کلی واحدهای سنگی منطقه.
- خلاصه نتایج تحقیقات گذشته در مورد ویژگیهای زمین شناسی منطقه
- © فریضه‌های مهم مرتبط با ویژگیهای زمین شناسی منطقه.
- تهیه فهرست منابع و refrence های مورد استفاده در گزارش اولیه.

۳-۲- عملیات صحرائی

این مرحله به منظور برداشت عوارض زمین‌شناسی منطقه انجام می‌گردد و ویژگیهای آن به شرح زیر می‌باشد:

۳-۲-۱- روش برداشتهای زمین‌شناسی در صحرا

مهم‌ترین اصل در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، به صورت سنتی یا رقومی، گردآوری اطلاعات دقیق و مبسوط صحرائی می‌باشد، که با استفاده از روش‌هایی مانند پیمایش، اندازه‌گیری، مشاهده، نمونه‌برداری، ثبت جزئیات به صورت نوشته، عکس، کروکی، پروفیل و ... انجام می‌پذیرد. در آغاز عملیات صحرائی لازم است زمین‌شناسی کلی منطقه شامل جنس و سن واحدهای سنگی عوارض ساختمانی و معدنی منطقه، راه‌ها، امکانات ناحیه‌ای، امنیت و غیره با انجام پیمایش‌های سراسری شناسایی شوند.

- ❖ برداشتهای زمین‌شناسی توسط گروه کارشناسی تخصصی انجام می‌شود. برحسب زمین‌شناسی منطقه این گروه متشکل از کارشناس نقشه برداری زمین‌شناسی (geological mapping expert) و کارشناسان دیگر علوم زمین به طور مثال کارشناس چینه‌شناسی، کارشناس سنگهای آذرین و دگرگونی، کارشناس دیرینه‌شناسی و کارشناس زمین‌شناسی ساختمانی و ... می‌باشد. مسئولیت انتخاب گروه کارشناسی با زمین‌شناس مسئول نقشه است.
- ❖ مبنای برداشتهای زمین‌شناسی عکس‌های هوایی ۱:۲۰,۰۰۰ یا ۱:۴۰,۰۰۰ و یا عکس-نقشه ماهواره‌ای و یا عکس-نقشه هوای با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ است.
- ❖ برداشتهای زمین‌شناسی با انجام پیمایش‌های عرضی و طولی و مطالعه دقیق عوارض زمین‌شناسی (با استفاده دستورالعمل‌های ...) انجام می‌شود.
- ❖ تمام برداشتهای زمین‌شناسی، به ویژه مرز واحدهای سنگی، محل عوارض ساختمانی (شامل

گسل ها و چین ها...)، محل نمونه برداری ها و محل تمام عوارض مهم بر روی عکسهای هوایی ویا عکس-نقشه ماهواره ای تفکیک و ثبت گردند.

❖ محل نمونه برداری ها و محل تمام عوارض مهم زمین شناسی به وسیله دستگاه موقعیت یاب جهانی GPS برداشت و ثبت گردد. اطلاعات GPS هر شب بر روی نقشه یا تصویر ماهواره ای منتقل و نقشه نمونه برداری تهیه گردد.

❖ فهرستی نمونه های سنگی، رسوبی و معدنی اخذ شده تهیه شود. در این فهرست اطلاعات نمونه های شامل خلاصه مشخصات صحرایی، محل نمونه برداری، اهداف مطالعات آزمایشگاهی، سن نمونه های سنگی آورده شود.

❖ اطلاعات توصیفی تمام برداشت های زمین شناسی، همراه با شکل های طرح گونه ویا عکسبرداری در دفترچه صحرایی یا در دفترچه رقومی به گونه گزارش های ایستگاهی و روزانه یادداشت شوند.

❖ بعد از عملیات صحرایی روزانه، هر شب تمام عوارض برداشت شده تکمیل و بر روی تصویرهای ماهواره ای ویا نقشه های توپوگرافی رقومی موجود در رایانه منتقل می شوند.

۲-۲-۳- گذرهای پیمایش و تعداد نقاط اطلاعاتی

تهیه نقشه های زمین شناسی ناحیه ای از مقیاس های کوچک ۱:۵۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ آغاز می گردد و به طور مرحله ای و منظم (systematic) به مقیاس های متوسط ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ و بزرگ ۱:۲۵,۰۰۰ و بزرگتر توسعه می یابد. با تغییر مقیاس نقشه، نوع و حجم عوارض زمین شناسی نمایش داده شده در نقشه تغییر نمی کنند بلکه با توجه به مقیاس، عوارضی که اندازه و بزرگی آنها قابل مطالعه هستند، برداشت و در نقشه نمایش داده می شوند. به عبارت دیگر، مقیاس نقشه، قابلیت اعتماد (reliability) به اطلاعات نقشه را نمایش

می‌دهد با این مفهوم که اطلاعات نقشه‌های بزرگ مقیاس قابل اعتمادتر از نقشه‌های کوچک مقیاس می‌باشند. قابلیت اعتماد بالاتر نقشه‌های بزرگ مقیاس به دلیل برداشت صحرائی متراکم‌تر، و یا صرف زمان بیشتر برای مطالعه واحد سطح معین {چگالی برداشت} (specification of survey intensity) است.

تعریف "میزان چگالی برداشت" (specification of survey intensity) یکی از راههایی است که به وسیله آن می‌توان به تعریف جامعی در باره میزان دقت نقشه و در نهایت تعداد نقاط اطلاعاتی یا نقاط برداشت در هر مقیاس رسید. در ساده‌ترین حالت، بدون برداشت صحرائی، فقط با تفسیر عکس‌های هوایی می‌توان نقشه تهیه نمود (چگالی برداشت=صفر). در مقابل، برای تهیه نقشه‌های بزرگ مقیاس (مثلاً ۱:۱۰۰۰) لازم است متر به متر منطقه مورد بازدید صحرائی و نقشه‌برداری قرار گیرد (چگالی برداشت=بسیار زیاد). به این ترتیب "چگالی برداشت" ارتباط مقیاس نقشه و تعداد نقاط برداشت یا کنترل صحرائی را بیان می‌کند.

چگالی برداشت (میزان یا حجم برداشت‌ها) در شبکه‌های از چهار ضلعی‌ها تعیین می‌شود. این چهار ضلعی‌ها می‌تواند ابعاد و مساحت‌های مختلفی داشته باشند اما مناسب‌ترین آنها شبکه‌ای با ابعاد ۲*۲ سانتی‌متر مربع بر روی نقشه است. به این ترتیب میزان چگالی برداشت در نقشه‌های زمین‌شناسی بایستی به نحوی باشد که تا حد ممکن در هر چهار سانتی‌متر مربع بر روی نقشه یک نقطه برداشت اطلاعات وجود داشته باشد.

با توجه به ویژگی‌های یادشده، در ادامه روشی مرکب از سه متغیر شامل واحد سطح، درصد کنترل صحرائی و تعداد نقاط برداشت صحرائی، به عنوان مبنایی برای برداشت‌های صحرائی ۱:۲۵۰۰۰ ارائه می‌شود. در این جدول برای مقایسه متغیرهای فوق‌الذکر برای مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ نیز محاسبه و آورده شده است.

^۳ مفاهیم مرتبط با چگالی برداشت با تغییر از کتاب Guidelines and standards to terrain mapping in British Columbia, ۱۹۹۶ اقتباس شده است.

جدول ۱: مشخصات چگالی برداشت در دو مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ را نشان می‌دهد.

مقیاس برداشت	مساحت هر چندضلعی (هکتار)	درصد کنترل دقیق چند ضلعیها ^۱	تعداد نقاط برداشت صحرائی در ۱۰۰ هکتار ^۲	روش برداشت زمینی
۱:۲۵,۰۰۰	۲۵	۱۰۰-۵۰	۴	پیاده و یا با وسیله نقلیه
۱:۱۰۰,۰۰۰	۴۰۰	۲۵-۵۰	۰/۲۵	پیاده و یا با وسیله نقلیه

^۱ درصد کنترل تابعی از مقیاس برداشت است.

^۲ تعداد نقاط برداشت بر پایه مساحت منطقه‌ای با ابعاد ۲*۲ سانتیمتر مربع بر روی نقشه برآورد شده است.

به این ترتیب دستورالعمل‌های لازم برای برداشت‌های زمین‌شناسی صحرائی در مقیاس‌های مختلف تقریباً یکسان است و فقط تعداد نقاط برداشت در مقیاس‌های بزرگتر بیشتر می‌باشد (به ستون ۲، جدول ۱ نگاه کنید). با توجه به مفاهیم بالا فاصله گذرهای پیمایش در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ در برونزدهای سنگی حدود ۵۰۰ متر و در آبرفت‌ها حدود ۱۰۰۰ متر است. هر جا که به علت پیچیدگی ساختاری و ریخت‌شناسی برونزدها به بررسی‌های بیشتری نیاز باشد، لازم است فاصله گذرها را کم کرد. افزون بر فاصله، نکات مهم دیگر در انتخاب مسیرهای پیمایش به شرح زیر است:

- مسیر پیمایش تا حد ممکن عمود بر عوارض زمین‌شناسی انتخاب شود.
- مسیری برای پیمایش انتخاب شود که در آن بیشینه تنوع واحدهای سنگی و عوارض زمین‌شناسی وجود داشته باشد.
- مسیر پیمایش را بر روی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای مشخص و قابل کنترل باشد.
- جهت بازدهی بهینه، مسیر انتخاب شده، کمترین تغییرات ارتفاعی را داشته باشد.

- با توجه به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و فواصل نقاط اطلاعاتی (هر ۵۰۰ متر یک برداشت)، مسیر پیمایش برای هر روز، در مناطق کوهستانی حدود ۵ تا ۱۰ کیلومتر و در مناطق غیر کوهستانی حدود ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر انتخاب کنید.

۳-۲-۳- شیوه مطالعه واحدهای سنگی و رسوبی در صحرا

ویژگی اصلی نقشه‌های زمین‌شناسی ناحیه‌ای تفکیک واحدهای سنگی (rock unit) بر پایه جنس و زمان تشکیل آن‌هاست. واحدهای سنگی به واحدهای دگرگونی، آذرین و رسوبی قابل تقسیم هستند و ممکن است از یک یا چند نوع سنگ که با هم رابطه نزدیکی دارند، پدید آمده باشند. این واحدها در سه مرحله (۱) در صحرا و نمونه دستی (۲) بر روی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای (۳) مطالعات آزمایشگاهی مورد بررسی قرار می‌گیرند و در نهایت نتایج مطالعات بر روی نقشه نمایش و در گزارش آورده خواهند شد. در ادامه شیوه مطالعه صحرایی واحدهای سنگی به طور خلاصه ارائه خواهد شد. به با توجه به ویژگی‌های متفاوت واحدهای رسوبی کواترنری شیوه مطالعه آنها به طور مجزا بیان می‌شود.

۳-۲-۳-۱- دستورالعمل مطالعه واحدهای دگرگونی

- مطالعه سنگ‌های دگرگونی منطقه با انجام پیمایشهای عرضی و طولی.
- شناسایی و تفکیک واحدهای دگرگونی منطقه.
- بررسی و شناسایی ساخت، بافت، کانی شناسی و نام سنگ دگرگونی (مانند گنیس، شیست و هورنفلس).

- بررسی و شناسایی نوع دگرگونی (ناحیه ای، مجاورتی و یا دینامیکی)، رخساره و درجه آن، با توجه به ارتباط واحدهای سنگی و یا توده‌های نفوذی، پاراژنز کانی‌شناسی، حضور کانی‌های شاخص و فابریک آنها.
- بررسی و شناسایی فازهای دگرگونی و رابطه آنها با یکدیگر و رابطه بین دگرشکلی و دگرگونی.
- مطالعه ارتباط سنگهای دگرگونی با سنگ‌های مجاور و رخدادهای تکتونیکی-ماگمایی منطقه.
- مطالعه و معرفی میلونیت‌ها و پهنه‌های برشی، گسترش و ابعاد آنها.
- مطالعه و برداشت و اندازه‌گیری عوارض ساختاری مانند خطوار گیها (lineation)، برگوار گیها (foliation) و تقدم و تاخر آنها.
- بررسی و تعیین نوع سنگ مادر سنگهای دگرگون شده بر مبنای اطلاعات صحرایی.
- یافتن مناسب‌ترین محل‌های احتمالاً دارای فسیل‌ها در رخساره‌های دگرگونی درجه پائین و برداشت نمونه از بخش‌های دارای مواد آلی جهت مطالعات دیرینه‌شناسی و تعیین سن سنگ اولیه.
- گرفتن نمونه‌های لازم برای مطالعات سنگ‌نگاری و پتروفابریکی با اهداف نامگذاری سنگها و شناخت فابریکها و ژئوشیمی سنگها.
- بررسی و شناسایی نقش دگرگونی و دگرشکلی در تشکیل و تمرکز و یا پراکندگی کانی‌سازی.

۲-۳-۲-۳- دستورالعمل مطالعه واحدهای آذرین بیرونی یا آتشفشانی

سنگهای آتشفشانی در قالب واحدهای آذرآواری (pyroclastic) و گدازه‌ای (lava) و واحدهای آتشفشانی

کواترنری قابل مطالعه هستند. در این واحدهای سنگی انجام بررسیهای زیر ضروری است:

- مطالعه و شناسایی سنگ‌های آتشفشانی منطقه با انجام پیمایشهای عرضی و طولی.
- بررسی و تفکیک مراحل مختلف فعالیت‌های آتشفشانی و نوع آنها.
- نامگذاری صحرائی سنگ‌های آتشفشانی و تعیین ساخت و بافت و ترکیب کانی‌شناسی (درشت بلور و زمینه) آنها.
- خصوصیات کلی برونزد از قبیل توپوگرافی ویژه، حالت برونزد، نوع و خاک سطحی.
- بررسی چگونگی به وجود آمدن و گسترده شدن گدازه‌ها و توف‌ها (فورانه‌های مرکزی، شکافی و غیره) و محیط فوران (دریایی و قاره‌ای)، دایک‌های تغذیه کننده و غیره.
- ریخت‌های به وجود آمده در سنگ‌های آتشفشانی مانند، دهانه‌ها، گنبدها، دودکش‌های آتشفشانی (pipe)، دهانه فروریخته (caldera) و یا ریخت‌هایی که عوامل فرسایشی و هوازگی پس از تشکیل به وجود آورده‌اند.
- پیوند سنگ‌های آتشفشانی با واحدهای رسوبی در برگیرنده و یا مجاور آنها و بررسی دقیق همبری آنها برای تعیین اثر حرارتی، آمیختگی و آرایش.
- بررسی توف‌ها و توفیت‌ها همانند سنگ‌های رسوبی.
- بررسی و تعیین تنوع قطعه‌ها، شکل و اندازه آنها و تغییرات گرانولومتری قطعه‌های در ضخامت و گسترش هر لایه در واحدهای آذرآواری.
- تشخیص بقایای هیالوکلاستیک و ماتریکس رسوبی در انواع هیالوکلاستیک و اپی‌کلاستیک.
- بررسی تغییر و تبدیل تدریجی و جانبی این نهشته‌ها به سنگ‌های رسوبی و یا گدازه ای.

- بررسی دیرینه شناسی ماتریکس کربناته به ویژه در سنگهای اپی کلاستیک به منظور تعیین سن واحد.
- بررسی افق های رسوبی احتمالی همراه و بررسی دیرینه شناسی آنها.
- بررسی ساخت های رسوبی احتمالی به ویژه در انواع اپی کلاستیک.
- بررسی روند ساختاری واحدهای گدازه ای به منظور تشخیص روند فوران.
- بررسی و تعیین شواهد آمیختگی (mingling) و اختلاط (mixing) ماگماهای اسیدی و بازیک.
- بررسی و شناسایی دایکهای تغذیه کننده و قطع کننده (بررسی ساختاری و پترولوژی آنها).
- شناسایی و تفکیک گدازه های پرلیتی.
- پیوند گدازه ها و سنگ های آذر آواری با فازهای ماگمایی ناحیه یا منطقه و رخداد های تکتونیکی و زمان به وجود آمدن.
- تعیین مناطق دگرسان در واحدهای آتشفشانی.
- بررسی ارتباط کانی سازی با فعالیت های آتشفشانی منطقه.
- اخذ نمونه های لازم جهت مطالعات سنگ نگاری و ژئوشیمیایی با اهداف نامگذاری شیمیایی و پتروژنز.
- در مورد واحدهای آتشفشانی کواترنری بررسی و تعیین نوع فوران، نوع آتشفشان و نوع گدازه و مکانیسم سرد شدن اهمیت دارد.

۳-۲-۳-۳- دستورالعمل مطالعه واحدهای آذرین درونی (سنگهای نفوذی عمیق و نیمه عمیق)

- مطالعه، شناسایی و تفکیک مراحل (یا رخساره های) مختلف نفوذی در توده های مرکب (composite)، در گروه های اسیدی، متوسط، بازیک و اولترابازیک.

- بررسی تعیین شکل جایگیری و اندازه توده آذرین و توصیف آن به صورت باتولیت، استوک، دایک، سیل و غیره.
- مطالعه و شناسایی ارتباط رخساره های مختلف نفوذی در توده های مرکب (composite) و یافتن پیوند میان فازهای ماگمایی و تکتونیکی در منطقه.
- بررسی و معرفی شواهد احتمالی اختلاط (mixing) و آمیزش (mingling) ماگمایی در توده های مرکب (composite).
- بررسی وجود منطقه بندی ترکیبی یا بافتی در توده.
- بررسی آنکلاوها و قطعه های بیگانه (xenoliths) از نظر شکل، ترکیب کانی شناسی، ترکیب سنگی و ترکیب شیمیایی و نمونه برداری از آنها.
- تعیین منشاء آنکلاوها و قطعات بیگانه.
- مطالعه ساخت، بافت و ترکیب کانی شناسی به تفکیک اصلی، فرعی و جزئی سنگ های مختلف توده نفوذی و نام گذاری آن ها با بهره گیری از روش های سنگ نگاری و شیمیایی.
- بررسی و مطالعه دایکهای قطع کننده توده و نمونه برداری از آنها جهت مطالعات سنگ نگاری و ترکیب شیمیایی.
- بررسی برگوارگی (foliation) و خط وارگی های احتمالی در توده.
- تعیین سن نسبی جای گیری مراحل مختلف توده با توجه به همبندی سنگهای نفوذی با یکدیگر.
- تعیین سن رادیومتری سنگ های نفوذی منطقه به یکی از روش های معتبر بر روی کانی و یا سنگ کل.

- تعیین سن نسبی کلی توده با توجه به همبندی با واحدهای سنگی دیگر و نهشته‌های پیشرونده.

- مطالعه و تعیین نوع کانیها و ترکیب شیمیایی آنها بر پایه مطالعات میکروپروپ.
- مطالعه و تعیین فشار و درجه حرارت (دما-فشارسنجی) جایگیری توده بر پایه ترکیب شیمیایی کانی ها.

- بررسی اثر توده بر واحدهای مجاور و شناسایی هاله‌های دگرگونی مجاورتی و مشخص کردن نوع کانی های نوینی که بوجود آمده است.

- تعیین رخساره و پاراژنز کانی شناسی سنگ های دگرگونی در هاله‌های دگرگونی مجاورتی و اسکارن ها.

- برداشت نمونه‌های لازم جهت مطالعات سنگ‌نگاری و ژئوشیمیایی و پتروژنز.

- بررسی و تعیین نوع سنگ‌های نفوذی بر پایه خاستگاه (انواع I, S و A).

- بررسی و تعیین جایگاه تکتونیکی تشکیل توده درونی و تعیین وابستگی آن با رخدادهای تکتونیکی ناحیه‌ای.

- بررسی دگرسانی‌های توده و نمونه‌برداری از آنها.

- تشخیص آثار کانه‌سازی در توده نفوذی.

۴-۳-۲-۳- دستورالعمل مطالعه واحدهای سنگی مجموعه افیولیتی

مجموعه های افیولیتی کامل از یک سکانس پلوتونیک (شامل پریدوتیت ها و گابروهای لایه ای-ایزوتروپ و دایک های دیابازی)، و یک سکانس آتشفشانی (بطور عمده پیلوبازالت ها) و احتمالاً واحدهای سوپرا-افیولیتی تشکیل شده است. شیوه مطالعه سنگهای این مجموعه به شرح زیر می باشد:

۳-۲-۳-۱- بخش پریدوتیتی

- شناسایی و تفکیک واحدهای هارزبورژیت، لرزولیت، ورلیت و پیروکسنیت.
- شناسایی و تفکیک افق های پریدوتیتی آستنسفری از افق های پریدوتیت های مانتلی.
- شناسایی و تفکیک دونیت ها و عدسی های کرومیتیت همراه.
- شناسایی و تفکیک دایک های پیروکسنیتی.
- شناسایی و تفکیک دایک ها و سیل ها و توده های کوچک وابسته به ویژه در افق های آستنسفری.
- بررسی قاعده نپ های پریدوتیتی به منظور شناسائی دگرگونی ای پاشنه ای (Sole metamorphism).
- برداشت ساختاری دگرشکلی های مانتلی و برداشت نمونه های جهت دار جهت مطالعه آنها در آزمایشگاه.

۳-۲-۳-۲- بخش گابروهای لایه ای و ایزوتروپ

- شناسایی و تفکیک گابروهای بر حسب ترمهای سنگ‌نگاری شامل گابروهای نوریتی، آنورتوزیتی، الوین گابرونوریتی، پیروکسن گابرویی و ورلیتی.
- شناسایی و تفکیک افق ها و اینترورژن های ورلیتی و سیل های قطع کننده گابرو.
- شناسائی مرز عادی (در صورت امکان و وجود) بین پریدوتیت ها و گابروها به منظور پی جویی مواد معدنی و عنصرهای پلاتینوئیدی.
- شناسائی افق های احتمالی از گابروهای تیتان دار در افق های فوقانی گابروهای لایه ای.

- شناسایی انواع دگرشکلی های ویسکوز و تشریح آنها در گزارش.
- تفکیک دایک های پیروکسنیتی، و بررسی ساختاری و پترولوژی آنها.
- تفکیک دایک های قطع کننده به ویژه دیابازی مینرالیزه .
- شکل توده های گابرویی.
- شناسایی و تفکیک پگماتیت-گابروها.
- شناسایی و تفکیک پلاژیوگرانیت ها.
- تفکیک محدوده دایک های دیابازی و تخمین درصد پوشش آنها نسبت به سکانس خروجی و گابروهای پگماتی، جهت تفسیر محیط تشکیل حوضه اقیانوسی.
- اخذ نمونه های لازم برای مطالعات سنگ نگاری و ژئوشیمیایی و پتروژنز.

۳-۲-۳-۴-۳- بخش آتشفشانی مجموعه افیولیتی

سکانس خروجی افیولیت ها، شامل پیلوبازالت ها، شیت فلوها، جریان های هیالو کلاستیک و برش های زیردریائی است. رعایت نکات زیر در مطالعه سکانس خروجی افیولیت ها ضروری است:

- تخمین میزان فراوانی پیلوبازالت ها و اندازه گیری ساختاری پیلوها.
- بررسی دیرینه شناسی سیمان کربناته بین پیلوها به منظور تعیین سن نسبی سکانس خروجی.
- تفکیک جریان های گدازه ای (sheet flows) و تخمین میزان فراوانی آنها نسبت به سایر بخش های سکانس خروجی.
- تشخیص افق های هیالو کلاستیت.
- تفکیک پیلوهای پورفیریک از آفانتیک و حفره دار.

- بررسی ساختاری و پترولوژی دایک های قطع کننده و انواع سیل ها که ممکن است ترکیب های بونیتی، پیکریتی و دیابازی نیز داشته باشند.
- تشخیص blake smokers احتمالی دارنده ترکیبات سولفور.
- شناسائی انواع برش های احتمالی در افق های فوقانی .
- تفکیک lava lake احتمالی.
- تعیین ضخامت تقریبی هر یک از بخش های سکانس خروجی.
- بررسی دیرینه شناسی سنگ آهک ها و چرت های همراه این سکانس.
- نمونه برداری جهت بررسی های پترولوژی و ژئوشیمی، نامگذاری سنگ شناسی میکروسکوپی بر اساس نمودارهای جدید، تفسیر نمودارهای جهت تشخیص محیط تشکیل، اعم از اقیانوسی و یا سوپرا-سابداکشن.

۳-۲-۳-۴-۴-۶- بخش سوپرا- افیولیتی

- شناسایی و تفکیک واحدهای رسوبی (کربناته یا تخریبی) و واحدهای آتشفشانی-رسوبی.
- توصیف فلیش ها بر اساس فراوانی هریک از اجزاء تشکیل دهنده (مثلا از وایلدفلیش ها و یا فلیش های حاشیه حوضه از فلیش های مناطق عمیق تر)، تشریح بلوک های سرگردان موجود در آن ها و بررسی دیرینه شناسی بلوک های کربناته.
- مطالعه برش های آتشفشانی در توریدیت ها و مطالعه سنگ نگاری و ژئوشیمی آنها به منظور تشخیص محیط تکتونوماگمایی.
- تشخیص افق های احتمالی از نهشته های منگنز دار در افق های فوقانی.

۵-۳-۲-۳- دستورالعمل مطالعه واحدهای رسوبی (چینه‌نگاری)

- مطالعه و شناسایی واحدهای چینه‌نگاری منطقه با انجام پیمایشهای عرضی.
- تفکیک و معرفی واحدهای چینه‌نگاری منطقه متناسب با اهداف اکتشافی طرح.
- تعیین ترکیب کلی واحد سنگی و میان‌لایه‌های آن.
- تعیین اسم واحد مانند: سازند لار، واحد سنگ آهکی و یا بخش ماسه‌سنگی.
- بررسی خصوصیات کلی واحد سنگ رسوبی از قبیل توپوگرافی ویژه، حالت بیرون زدگی و رنگ آن و ثبت آن به وسیله تهیه عکس.
- تعیین سن واحد بر پایه نقشه‌های کوچک مقیاس ناحیه‌ای، با توجه به توالی واحدهای سنگی و نمونه‌برداری فسیلی لازم به‌ویژه در مرز واحدها.
- نام سنگهای واحد، کانی‌های همراه، حالت و مقدار سیمان، خمیره (matrix)، رنگ اصلی (تازه) و هوازده، ساخت و بافت، درجه جورشدگی (sorting)، اندازه دانه‌ها و شکل آنها، دگرشکلی‌های پس از تشکیل، حالت و مقدار منافذ و غیره.
- وجود یا نبود بقایای فسیلی همراه با نوع، پراکندگی و حالت آنها.
- تعیین مرز واحدهای سنگی در هر دو جهت قائم و افقی و توصیف آن به صورت مرزهای همشیب (conformity) و مرزهای ناپیوسته (unconformity). برای توصیف آنها می‌توان از واژه‌های مرز همشیب و ناگهانی (sharp)، مرز همشیب و تدریجی (gradational)، مرز همشیب و بین‌انگشتی (interfingering)؛ و مرزهای ناپیوسته زاویه‌دار یا دگرشیب (angular unconformity)، مرز ناپیوسته هم‌شیب (disconformity) و مرز ناپیوسته بلورین‌پی (nonconformity) بهره برد. تهیه عکس‌های لازم جهت نمایش آن در گزارش.

- بررسی لایه‌بندی (bedding)، و توصیف آنها بر پایه ضخامت آنها بر پایه تقسیمات انجام شده توسط (Petti John 1957, 1972) شامل: تیغه (laminum) لایه‌ای با ضخامت تا یک سانتیمتر؛ خیلی نازک (very thin) لایه‌ای با ضخامت ۱-۵ سانتیمتر؛ نازک (thin) لایه‌ای با ضخامت ۵ تا ۶ سانتیمتر؛ ضخیم (thick) لایه‌ای با ضخامت ۶۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر؛ خیلی ضخیم (very thick) لایه‌ای با ضخامت بیش از ۱۲۰ سانتیمتر و توده‌ای (massive) سنگ‌های بدون لایه بندی.
- بررسی و شناخت کنگلومرای پیش رونده، پس رونده یا بین سازندی و مشخصات کنگلومرا.
- تشخیص نهشته های فصلی یا واروها (Varves).
- بررسی چگونگی گسترش واحد سنگ رسوبی در جهت جانبی و ریخت آن مانند موجی، بی‌نظم، یک شکل (uniform)، کره‌ای (nodular)، عدسی شکل و غیره.
- بررسی ساخت‌های رسوبی شامل: لایه بندی تدریجی (graded bedding)؛ ژولیده (convolution)؛ موج نقش (ripple- marks)؛ قالب‌های رسوبی (sedimentary casts) که بیشتر همزمان با رسوبگذاری به وجود آمده‌اند.
- بررسی ریخت یا شکل پدیده سنگی در اثر فرسایش و هوازدگی مانند: دیواره (cliff) و پوست پیازی (onion weathering).
- بررسی وجود لایه یا افق راهنما و معرفی ویژگی‌های آن (لیتولوژیکی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، رنگ، فسیل، تراوایی، کانی‌شناسی و غیره).
- اندازه گیری امتداد (سمت شیب) و شیب ساختمان‌های لایه‌ای، حداقل یک اندازه گیری در هر کیلومتر مربع.
- نمونه برداری جهت مطالعات دیرینه شناسی و تشخیص محیط رسوبی و عکسبرداری از پدیده‌های رسوبی.

۶-۳-۲-۳- دستورالعمل مطالعه دیرینه‌شناسی طبقه‌های رسوبی

به هنگام مطالعه دیرینه‌شناسی یک واحد سنگ-چینه ای موارد زیر را رعایت کنید:

- مطالعه بر روی برشی از واحدهای سنگ-چینه ای انجام شود که از توالی منظم و کامل طبقات از قاعده تا راس واحد را برداشته باشد.
- اولویت برش های انتخابی سازندهای رسمی، سازندهای غیر رسمی و در مرحله آخر سازندهایی است که از نظر چینه شناسی است.
- مطالعه و اندازه گیری در جهت عمود بر امتداد طبقات انجام شود. در هر کجا که بی نظمی، یا در اثر گسل های فراوان خردشدگی و تکرار طبقه‌ها و یا پوشیدگی در اثر واریزه ملاحظه شد، سعی شود با تغییر مکان (Offset)، ادامه آن واحد سنگی در امتداد همان لایه یا طبقه، بصورت جانبی (Lateral) در مکان دیگری ردیابی و ادامه کار دنبال گردد.
- با توجه به ضخامت و تنوع سنگ شناسی سازندهای ویا واحدهای چینه شناسی در هر برش، اندازه گیری ها را می توان در چندین ایستگاه (Station) متوالی برنامه ریزی و انجام داد.
- در هر ایستگاه، مشخصات لایه بندی (امتداد و شیب) و تغییرات آن، از قاعده به سمت راس، و شیب توپوگرافی به دقت اندازه گیری شود.
- ضخامت حقیقی واحد را با استفاده از مشخصات لایه بندی و شیب توپوگرافی محاسبه کنید.
- در هر برش چینه شناسی در حین اندازه گیری طبقات، سنگ نگاری، ستبرای، دانه بندی، رنگ، و ماکروفسیل‌های موجود اعم از جانوری و گیاهی در نمونه دستی بررسی و توصیف شوند.
- از سنگ های آهکی، مارنی و شیلی نمونه هایی برای مطالعات مختلف دیرینه شناسی برداشت گردد. کدگذاری نمونه‌ها با استفاده از روش استاندارد سازمان انجام گردد.

- نمونه ها برای مطالعه فرامینفرها، پالینولوژی، کنودونت ها، ماکروفسیل‌های جانوری و در صورت امکان ماکروفسیل‌های گیاهی، به آزمایشگاه های مربوط فرستاده شوند.
- بدیهی است که بعلت وجود انواع میکروفسیل ها در سنگ های متفاوت و به جهت بالا بردن احتمال وجود آنها در طی مرحله نمونه برداری صحرائی این امر توسط کارشناس مربوط به همان رشته از شاخه میکروپالئوتولوژی (یا با مشاوره آنها) انجام پذیرد.
- بر پایه اطلاعات برداشت شده بر روی برش های سنگ چینه ای و ضخامت واقعی آنها ستون چینه شناسی ترسیم شود.
- گزارش های دیرینه شناسی هر برش چینه شناسی تهیه و ضمیمه شود.
- از فسیل های شاخص عکس برداری و گزارش تهیه شود.

۷-۳-۲-۳- دستورالعمل مطالعه نهشته های کواترنری

- نهشته های کواترنری از دیدگاه های مختلف شامل عوامل بوجود آورنده، محیط تشکیل و ترکیب سنگی یا رسوبی قابل مطالعه و تفکیک هستند. در ابتدا لازم است ویژگیهای زیر، با انجام پیمایشهای مختلف، در انواع نهشته های کواترنری مطالعه شود.
- بررسی و تعیین بافت و ساخت نهشته های کواترنری مانند جورشدگی وگردشدگی دانه ها، درجه سیمانی شدن و نوع آژند و سیمان، اندازه و جنس دانه ها.
 - بررسی و تعیین سن نسبی و خاستگاه نهشته های کواترنری.
 - بخش بندی نهشته ها برپایه ویژگیهای رسوبی، بافتی، رنگ، سخت شدگی و ...
 - نمونه برداری از نهشته های کواترنری (در صورت نیاز) برای کارهای آزمایشگاهی رسوب شناسی، تعیین سن و غیره.

- بررسی و نمونه‌برداری از رسوبات دریاچه ای و کویری (پلایا) جهت مطالعه املاح معدنی.
- بررسی و نمونه‌برداری از نهشته‌های کواترنری را از نظر امکان وجود مواد معدنی پلاستی.
- بررسی و نمونه‌برداری نهشته‌های کواترنری را از نظر تامین مصالح ساختمانی.
- بررسی و نمونه‌برداری ماسه‌های ساحلی را از نظر وجود کانی‌های سنگین و غیره.

سپس با استفاده از اطلاعات فوق الذکر نهشته‌های کواترنری را برپایه موارد زیر تفکیک و بخش بندی نمائید:

- تفکیک نهشته‌های کواترنری بر پایه عوامل بوجود آورنده به انواع رواناب، بادرفت‌ها، یخ رفته‌ها، ریگ سارهای کرانه ای (beach)، نهشته‌های دریاچه ای (Lacustrine)، خاکسترهای آتشفشانی، نهشته‌های حاصل از هوازگی، نهشته‌های حاصل از حرکات دامنه ای و نهشته‌های حاصل از عوامل زیستی.
- تفکیک محیط‌های تشکیل نهشته‌های کواترنری شامل محیط‌های آب دار (دریا، دریاچه، خیس بوم (wetland)، مانداب)، محیط‌های بالاکشند (مد) و پائین کشند (جزر) دریا، محیط‌های دریاچه ای و معرفی درجه شوری آب دریاچه و تاریخ اندازه گیری آن در نقشه، محیط‌های دریاکناری شامل ریگ سارهای کرانه ای و تل ماسه‌های آنها، دلتای رودخانه‌ها و خشک رودها، محیط‌های بیابانی و کویری، یخچالهای کوهستانی، محدوده‌های پوشش گیاهی که شامل پوشش جنگلی، پوشش سبزه زاری و کشتزارها و باغها، آتشفشانها، محدوده چشمه‌های تراورتن ساز، محدوده‌های هوازده.
- تفکیک واحدهای رسوبی کواترنری دربرگیرنده آبرفت‌ها، بادرفت‌ها، واریزه‌ها، توده‌های

جنبنده از دامنه ها، نقشه‌های دریاچه ای و دریاکناری، نهشته های چشمه ای و موئینه ای، نهشته های تبخیری، خاک های برجا، یخ رفت ها و خاک های آتشفشانی است.

- تفکیک نهشته های آبرفتی کهن و جوان و بخش بندی آنها با توجه به جنس سنگ دانه های سازنده (مقدار درصد و جوانترین آنها)، اندازه دانه ها، جورشدگی، گردشدگی و کرویت. نوع آژند (matrix) و سیمان، ستبرای آبرفت های کهن (دشت آبرفتی و پادگانه ها)، وجود پارینه خاک ها در آبرفت و سن آنها.

- تفکیک نهشته های بادرفتی و بخش بندی آنها با توجه به ویژگیهای ریختی مانند تل ماسه، ماسه پهنه ای، ماسه بادکوب، دراز پشته بادی (seif)، ویژگیهای بافتی مانند اندازه و جنس دانه ها، ویژگیهای ساختی مانند انواع موج نموده‌های (ripple-mark) ساده یا ترکیبی (که با توجه به سوی وزش باد بوجود می آیند، مانند ساخت لایه های بوا، گودی های بادخورده، موج نموده‌های لانه زنبوری.

- مطالعه و تفکیک نهشته های واریزه ای و بخش بندی آنها با توجه به اندازه تکه سنگ ها، مقدار بلوک های سنگی و شیب دامنه.

- تفکیک توده های لغزیده از دامنه ها (mass wasting) و بخش بندی آنها در سه گروه لغزش، روانه (گل و واریزه) و خزش.

- تفکیک نهشته های دریاچه ای و دریاکناری به انواع ریگ های دریاکناری، پادگانه های دریایی و دریاچه ای با توجه به لایه بندی، جنس و ستبرای تک لایه ای و ساخت آنها، ویژگی های زیستی (نوع بازمانده زیستی و سن یابی آنها).

- تفکیک نهشته های چشمه ای و موئینه برحسب جنس آنها به انواع آهکی، گچی، سیلیسی. نهشته های در حال تشکیل با نشانه ویژه ای مشخص شوند.

- تفکیک نهشته های تبخیری به انواع گچ سنگ، نمک سنگ، شوره زار، زرده و چربه می باشد. در ناحیه های کویری و پیرامون کویرها، دو نوع زمین، چربه و زرده به زبان بومی وجود دارد. زمین چربه که تیره تر است و چرب گونه می نماید، به احتمال زیاد دربرگیرنده نمک های پتاسیم است و با زمین زرده که کم و بیش زردرنگ و در برگیرنده سدیم است، تفاوت دارد.
- تفکیک خاک های برجای با بررسی پروفیل خاک های حاصل از هوازدگی شیمیائی واحدهای سنگ-چینه ای و یا سنگهای نفوذی و مشخص کردن خاک ریشه های تنی (Catena) مورد نظر است. در این زمینه، حفر چاهک هایی برای خاک های با ستبرای بیش از ۱ متر ضرورت دارد.

۴-۲-۳- روش برداشت عوارض زمین شناسی ساختمانی در صحرا

گسل ها، چین ها، درزه ها و پهنه های برشی مهمترین عوارض زمین شناسی ساختمانی هستند و لازم است هر کدام از آنها به دقت مورد مطالعه و برداشت قرار گیرند. توصیه می شود تمام برداشت های ساختمانی بر روی عکس هوایی، نقشه پایه (توپوگرافی) و یا نقشه رقومی پیاده شود. این امر کمک می کند تا ساختارهای ناحیه ای و تغییرات ساختاری ناحیه را شناسایی کرده و در صورت لزوم برای برداشت های لازم بعدی برنامه ریزی نمود. نکاتی که در مورد هر کدام از عوارض ساختمانی می بایستی مورد توجه قرار گیرد به شرح زیر است:

۴-۲-۳-۱- گسله ها

- نام گسله و موقعیت آن (طول و عرض جغرافیایی رخنمون، شماره رخنمون در نقشه یا عکس).
- مطالعه و اندازه گیری راستا و شیب سطح گسله.
- مطالعه و اندازه گیری روند و میل خط خش بر روی سطح گسله.

- مطالعه نوع جایجایی (قائم، افقی و مایل) و تعیین سازوکار هندسی گسله (معکوس، رانندگی، عادی، راستالغز راست بر، راستالغز چپ بر، اریب لغز).
- برداشت واحد چینه نگاشتی در فرادیواره و فرودیواره.
- مطالعه و برداشت لایه بندی در فرادیواره و فرودیواره.
- اندازه گیری ضخامت پهنه گسله.
- مطالعه و تعیین نوع مواد پرکننده پهنه گسله (سنگارد، برش، میلونیت، سودو تاکی لایت).
- بررسی زمین ریخت شناسی زمین ساختی (مورفوتکتونیک) حاصل از عملکرد گسله.
- مطالعه و تعیین سن نسبی گسل ها و توالی حرکتی آن ها.

۲-۴-۲-۳-چین ها

چین ها را در دو مقیاس مزوسکوپیك (رخنمون) و ماکروسکوپیك (نقشه) می توان مورد بررسی قرار داد. چین های مزوسکوپیك نسبتاً کوچک و در مقیاس رخنمون هستند و مطالعه آنها به شناسایی چین های بزرگتر و عملکرد آنها کمک زیادی می کنند. محور و سطح محوری چین های مزوسکوپیك را می توان به ترتیب با مداد و تخته (یا دفترچه صحرائی) بازسازی کرده و اندازه گیری نمود. این چین ها می توانند از نوع S یا Z باشند. چین های ماکروسکوپیك در مقیاس منطقه ای و یا نقشه میباشند. بررسی این چین ها به وسیله برداشت های متعدد لایه بندی (و یا برگوارگی) در رخنمون های متعدد و پراکنده ناحیه مورد مطالعه صورت می گیرد. این چین ها می توانند برگشته یا خوابیده نیز باشند. به طور خلاصه مشخصات زیر را در چین ها مطالعه و برداشت کنید:

- چین‌ها را براساس مقیاس مشاهده آن‌ها به انواع بزرگ مقیاس (در حد مقیاس نقشه) و کوچک مقیاس (در حد مشاهده چین در یک برونزد) تقسیم بندی و توصیف کنید.
- شکل ساختمان چین خورده را بررسی و به صورت تاق‌گون، ناو‌گون، مورب، برگشته، خوابیده، منوکلین، جناخی، جعبه‌ای و ... مشخص نمایید.
- مشخصات هر چین شامل محور، سطح محوری، همگرایی، طول موج و دامنه چین را اندازه‌گیری کنید.
- رابطه چینها از نظر منشاء با سایر ساختمان‌های مهم منطقه همانند گسل‌ها، دیاپیرهای آذرین، گنبد‌های نمکی و پهنه‌های برشی مطالعه و تشریح کنید.
- سن نسبی فرایند چین‌خوردگی را نسبت به سایر حوادث و پدیده‌های زمین‌شناختی تعیین کنید.

۳-۲-۴-۳- پهنه‌های برشی (Shear zones)

- مطالعه و شناسایی پهنه‌های برشی.
- شناسایی و تفکیک پهنه‌های برشی نوع خمیری (ductile) را از شکننا (brittle).
- بررسی و ارائه ابعاد و گسترش و سازوکار پهنه‌های برشی.
- بررسی احتمال وجود کانی‌سازی در پهنه‌های برشی.

۳-۲-۴-۵- برداشت عنصرهای صفحه‌ای و خطی دیگر

بنابر ویژگی‌های ساختاری و زمین‌شناختی هر ناحیه ممکن است هر یک از عنصرهای صفحه‌ای یا خطی دیگر (برگوارگی، شکستگی، رگه، خط بودین، خط خش، کانی‌های رشته‌ای و ...) مورد برداشت قرار گیرد.

۵-۲-۳- گزارش پایان عملیات صحرائی

در پایان عملیات صحرائی "گزارش عملیات صحرائی" توسط کارشناسان برداشت‌های صحرائی تهیه و به زمین‌شناس مسئول تحویل می‌شود. در این گزارش شرحی از ویژگی‌های مهم زمین‌شناسی منطقه بر پایه برداشت‌های صحرائی ارائه می‌شود. نتایج مطالعه صحرائی شامل چینه‌نگاری منطقه، ویژگی‌های واحدهای آذرین و دگرگونی، ویژگی‌های زمین‌شناسی ساختمانی و اقتصادی اساس این گزارش را پدید می‌آورند. در این گزارش با استفاده از شکل‌های طرح‌گونه، مقاطع زمین‌شناسی که در پیمایش‌های زمین‌شناسی رسم شده‌اند، تصاویری نمایانگر پدیده‌های بارز زمین‌شناسی منطقه ارائه می‌گردد. همچنین این گزارش نقشه نمونه برداری، فهرست نمونه‌های اخذ شده و مشخصات آنها را در بر خواهد داشت.

۳-۳- نمونه برداری و مطالعات آزمایشگاهی:

در عملیات صحرائی با توجه به هدف تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰، مراحل مختلف برداشت واحدهای سنگی و نمونه برداری انجام می‌شود. عملیات آزمایشگاهی با تهیه برنامه‌های آزمایشگاهی برای نمونه‌های مختلف آغاز می‌شود با آماده‌سازی و مطالعات آزمایشگاهی ادامه می‌یابد. در نهایت نتایج مطالعات آزمایشگاهی در اختیار زمین‌شناس قرار می‌گیرد. او با بهره‌گیری از این اطلاعات و نیز نتایج بررسی‌های صحرائی، نقشه زمین‌شناسی منطقه را تکمیل می‌نماید.

۱-۳-۳- روشهای مطالعه آزمایشگاهی و تعداد نمونه

روشهای مطالعات آزمایشگاهی، نوع و تعداد نمونه‌ها بر پایه تنوع واحدهای سنگی و معدنی برآورد می‌شود. در جدول ۵ روشهای مطالعه و تعداد نمونه‌ها به طور خلاصه آورده شده است:

جدول ۵- فهرست روشهای آزمایشگاهی و اهداف مطالعه به همراه روش آماده‌سازی و تعداد نمونه‌های مورد نیاز.

اهداف مطالعه	روش مطالعه	آماده سازی	تعداد نمونه (بر پایه تنوع واحدهای سنگی و واحدهای)
تعیین بافت، ترکیب کانی‌شناسی و نام سنگ ؛ تعیین نوع و شدت دگرسانی	سنگ نگاری	تهیه مقطع نازک میکروسکوپی	۵ تا ۳۰ نمونه
تعیین سن سنگ‌ها، تعیین محیط تشکیل	دیرینه شناسی	تهیه مقطع نازک میکروسکوپی	۳ تا ۱۰ نمونه
نامگذاری سنگ‌های آذرین، بررسی منشاء و محیط تشکیل، بررسی ژئودینامیک محیط تشکیل	ژئوشیمی با هدف پترولوژی (ICP, XRF, شیمی تر، جذب اتمی)	خردایش و پودر کردن	۳ تا ۱۰ نمونه
تعیین عیار عناصر مهم، بررسی منشاء و محیط تشکیل عناصر مهم	ژئوشیمی با هدف زمین شناسی اقتصادی (ICP, XRF, شیمی تر، جذب اتمی)	خردایش و پودر کردن	۱۰ تا ۵۰ نمونه
تعیین ترکیب کانی‌شناسی، تعیین نوع کانی یا کانه، بافت کانی‌سازی، نوع دگرسانی، دما-فشارسنجی سنگ‌ها	کانی‌شناسی (XRD)، مایکروپروپ، کانه‌نگاری (ore microscopy)	خردایش و پودر کردن، تهیه مقطع نازک-صیقلی، تهیه مقطع صیقلی	۵ تا ۲۵ نمونه

۲-۳-۳- دستورالعمل نمونه‌برداری از واحدهای سنگی، رسوبات منفصل و مواد معدنی

به منظور تعیین ویژگیهای زمین شناسی و معدنی منطقه، لازم است در طی عملیات صحرایی از واحدهای سنگی، معدنی و رسوبات منطقه نمونه‌هایی گرفته شود تا پس از آماده سازی به روشهای آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گیرند.

۱-۲-۳-۳-نمونه برداری جهت مطالعه سنگ نگاری

در تهیه نقشه‌های زمین شناسی بافت، ترکیب کانی شناختی و سنگ شناختی واحدهای سنگی در صحرا مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از شواهد صحرایی و اطلاعات نقشه‌های کوچک مقیاس منطقه مشخصات آنها تعیین می‌شود. افزون بر مطالعات صحرایی لازم است چند نمونه برای تکمیل اطلاعات، برداشت، و به روش سنگ‌شناسی (سنگ نگاری و ژئوشیمیایی) مورد مطالعه قرار گیرد. در برداشت نمونه‌های سنگ‌شناسی رعایت نکات زیر ضروری است:

- از هر واحد سنگی منطقه دست کم یک نمونه با ابعاد تقریبی ۵*۵*۱۰ (سانتیمتر مکعب) جهت مطالعات سنگ‌نگاری اخذ شود. تعداد نمونه‌ها بستگی به تنوع سنگی واحد دارد و در صورت لزوم می‌توان چند نمونه برای مطالعات سنگ‌نگاری از هر واحد اخذ نمود.
- در مورد واحدهای آذرین به ویژه سنگهای آتشفشانی، بایستی به ازای هر واحد، دست کم یک نمونه سنگی با ابعاد ۵*۱۰*۱۰ (سانتیمتر مکعب) جهت تجزیه شیمیایی و نامگذاری شیمیایی سنگها اخذ نمود.
- به هنگام نمونه برداری با هدف مطالعات سنگ‌نگاری دقت نماید تا حد ممکن نمونه سالم و غیردگرسان اخذشود مگر در مواردی که مطالعه پدیده‌های دگرسانی، متاسوماتیسم و دگرگونی مورد نظر باشند.
- در صورتی هدف از نمونه برداری مطالعات ساختاری و ریزساختاری باشد نمونه‌های سنگی به گونه جهت دار اخذ شوند (به منظور برداشت نمونه‌های جهت دار به ----- مراجعه کنید).

۲-۲-۳-۳- نمونه برداری جهت مطالعه دیرینه‌شناسی

ویژگیهای دیرینه‌شناسی واحدهای سنگی در صحرا مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از شواهد صحرائی و اطلاعات نقشه‌های کوچک مقیاس منطقه تعیین می‌گردد. افزون بر مطالعات صحرائی لازم است چند نمونه برای تکمیل اطلاعات برداشت، و به روشهای دیرینه‌شناسی مورد مطالعه قرار گیرند. در برداشت نمونه‌های دیرینه‌شناسی رعایت نکات زیر ضروری است:

- از واحدهای رسوبی سخت و فسیل‌دار مهم منطقه دست کم یک نمونه با ابعاد $5*5*10$ (سانتیمتر مکعب) جهت تهیه مقطع نازک و مطالعات دیرینه‌شناسی اخذ کنید.
- از سنگهای رسوبی نرم (رس، رس‌های ماسه‌ای، مارن، ماسه‌های رسی، شیل‌ها) به منظور شستشو، تفکیک فسیل و مطالعه دیرینه‌شناسی به روش پالینومورف و یا کنودونت‌ها دست کم یک نمونه به وزن تقریبی ۲۰۰ گرم اخذ نماید.
- در مورد سنگهای رسوبی نرم، درب کیسه‌های نمونه باید محکم بسته شود و روی آنها علامتی گذاشته شود به طوری که تا رسیدن آنها به آزمایشگاه احتیاجی به باز کردن آنها نباشد.
- لازم است موقعیت چینه‌شناسی نمونه‌ها معلوم باشد لذا ویژگیهای چینه‌ای نمونه (شامل ترکیب سنگی واحد، ضخامت، واحد بالایی و پایینی و نوع همبندی با آنها، سن احتمالی واحد) را در دفترچه صحرائی ثبت کنید.

۳-۲-۳-۳- نمونه برداری جهت مطالعه سن سنجی رادیومتری

۴-۲-۳-۳-نمونه برداری از مواد معدنی و مناطق دگرسانی

- نمونه برداری از مناطق کانی سازی به صورت ساده و یا به صورت کانالی برداشت می شوند. نمونه ها بایستی با وزن کافی و در بسته بندیهای مناسب (عمدتاً مواد پلاستیکی دست اول و شفاف) نگهداری، حمل و به آزمایشگاه ارسال گردند.
- در نمونه برداری از رخنمونهای معدنی لایه ایی یا رگه ایی شکل با ضخامت بیش از ۵۰ سانتیمتر، می توان با روش کانالی نمونه برداشت. در نمونه برداری باید به نکات زیر توجه نمود: عرض کانال ها را حدود ۱۵ سانتی متر و عمق آنها را ۵ سانتی متر در نظر بگیرید.
- لازم است برای نمونه گیری بخش های مجاور رگه یا لایه تا فاصله مناسب کنار زده شود، و سطح مورد نظر را تا حد ممکن صاف شود (این کار را در جهت عمود بر امتداد لایه یا کانی سازی انجام دهید).
- همواره دقت کنید که از بخش های نرم مواد بیشتری نسبت به بخش های سخت برداشت نشود .
- در نمونه برداری از رخنمونها، فاصله کانال های نمونه برداری از لایه یا بخش کانی سازی شده به تناسب شرایط و نوع ماده معدنی ممکن است متفاوت باشد. این فاصله را بین ۱ تا ۵ متر در نظر بگیرید.
- از رخساره های کاملاً مختلف کانی سازی و یا سنگی در طول هر کانال جداگانه نمونه برداری کنید. در اینگونه موارد مختصات ابتدا و انتهای بخش های مجزا از هم را به وسیله فاصله آنها از سطح زمین یا عمق آنها مشخص کنید .
- در هنگام مطالعه دگرسانی و ارتباط آنها با کانی سازی بایستی نمونه های متعددی از مناطق مختلف دگرسانی برداشت. تعداد نمونه های برداشت شده از هر منطقه، بستگی به تنوع انواع دگرسانی و کانی سازی دارد. البته برداشت حداقل یک نمونه از هر منطقه دگرسانی با کانی سازی مشخص

ضروری می‌باشد. این نمونه‌ها بایستی مورد مطالعه کانی‌شناسی (XRD ویا پتروگرافی) و کانه‌نگاری (مقطع صیقلی) قرار گیرد. تهیه مقاطع نازک-صیقلی نیز روش مناسبی برای تشخیص نحوه ارتباط دگرسانی با کانی‌سازی است.

- در برخی مناطق، کارهای اکتشافی قدیمی حفاریات مناسب برای بررسی واحدهای زمین‌شناسی- معدنی و برداشت نمونه‌های هستند و تنها با صرف هزینه اندک و پاکسازی آنها می‌توان بستر مناسب برای مطالعه و نمونه‌برداری را فراهم نمود. در این مناطق ضروری است که دست‌کم ۳ نمونه به صورت‌های کانالی ویا نقطه‌ای (بستگی به تشخیص کارشناس) از این مناطق برداشت گردد.

۴-۳-۳- شماره گذاری نمونه‌ها

برای شماره گذاری نمونه‌ها، لازم است هر نمونه تحت با یک نشانه چند بخشی دسته‌بندی شود. نشانه‌های چند بخشی در برگزیده، حرف اختصاری معرف نام منطقه، شماره نمونه و حرف اختصاری نشانگر هدف نمونه‌برداری (نوع مطالعات آزمایشگاهی) می‌باشد. به عنوان مثال نمونه مشخص شده با D20P نشانگر بیستمین نمونه سنگی از منطقه اکتشافی (مثلاً دال‌پری) است که جهت مطالعه پتروگرافی برداشت شده است. بهتر است هر شماره تنها برای یک نمونه باشد و از زیرنویسی‌هایی چون ۲۰□, ۲۰□ دوری کرد. بدین ترتیب تعداد نمونه‌ها در هر زمان معلوم خواهد بود. نشانه‌های اختصاری معرف نوع مطالعات آزمایشگاهی در جدول ۷ ارائه شده‌اند:

جدول ۷- نشانه‌های اختصاری معرف نوع مطالعات آزمایشگاهی

ر	هدف از نمونه‌برداری	نشانه اختصاری
۱	کانی‌شناسی به روش XRD	X
۲	کانی‌شناسی به روش اورمیکروسکوپی	O

G	تجزیه شیمیایی	۳
D	سن سنجی رادیومتری	۴
P	سنگ نگاری	۵
F	فسیل شناسی	۶
W	واشینگ	۷
S	رسوب شناسی	۸

۵-۳-۳- انتخاب روش مطالعات آزمایشگاهی

جدول زیر می تواند در انتخاب روشهای آزمایشگاهی مفید باشد:

ر	اهداف مطالعه	روش پیشنهادی
۱	تعیین بافت، ترکیب کانی شناسی و نام سنگ (سنگهای آذرین، رسوبی و دگرگونی)	۱- سنگ نگاری ۲- برای سنگهای آتشفشانی نامگذاری شیمیایی ضروری است.
۲	تعیین نوع و شدت دگرسانی	۱- بررسی به روش سنگ نگاری و XRD
۳	تعیین سن سنگهای رسوبی و فسیل دار و تعیین محیط تشکیل	۱- مطالعه فرامینفر برای سنگهای مارن، آهک، مارن آهکی، آهک مارنی، شیل، ماسه، سیلت با سن کامبرین تا عهدحاضر. ۲- مطالعه کنودونت برای سنگهای آهکی، آهک کمی ماسه ای، آهک کمی دولومیتی با سن پرکامبرین بالایی تا انتهای تریاس. ۳- مطالعه استراکود برای سنگهای مارن، شیل، مارن کمی آهکی، آهک مارنی، ماسه، سیلت رس با سن کامبرین تا عهدحاضر. ۴- مطالعه پالینومورف برای سنگهای شیلهای تیره رنگ، اسلیت (دگرگونی درجه پائین) با سن پرکامبرین تا عهدحاضر. ۵- مطالعه نانوفسیل برای سنگهای مارن، شیل، آهک مارنی، ماسه سنگ گلوکونیتی (رسوبات دریایی و دانه ریز) با سن ژوراسیک تا عهدحاضر.

		<p>۶- مطالعه رادیولر برای سنگهای سیلیسی (چرت دار) با سن کامبرین تا عهدحاضر.</p>
<p>۴</p>	<p>تعیین سن سنگ‌های آذرین</p>	<p>۱- روش U/Pb برای سنگهای دارای زیرکن ۲- روش Ar/Ar به صورت سنگ کل و یا برروی کانی‌های دارای پتاسیم دار شامل هورنبلند، بیوتیت، مسکویت، فلدسپار ۳- روش Sm/Nd برای سنگهای آذرین مافیک با سن بیش از ۱۰۰ میلیون سال ۴- روش Rb/Sr برای سنگهای آذرین به صورت سنگ کل و یا برروی کانی‌های دارای پتاسیم دار شامل هورنبلند، بیوتیت، مسکویت، فلدسپار. ۴-۵ روش K/Ar برای سنگهای آذرین به صورت سنگ کل و یا برروی کانی‌های دارای پتاسیم دار شامل هورنبلند، بیوتیت، مسکویت و فلدسپار. برای سنگهای آذرین با سن کمتر از ۱۰۰ میلیون سال. ۶- روش fission track برای سنگهای واجد آپاتیت.</p>
<p>۵</p>	<p>تعیین سن سنگ‌های دگرگونی</p>	<p>۱- روش U/Pb برای سنگهای دارای زیرکن. ۲- روش‌های Ar/Ar, Rb/Sr و K/Ar به صورت سنگ کل و یا کانی‌های دارای پتاسیم دار شامل هورنبلند، بیوتیت، مسکویت و فلدسپار ۳- روش fission track برای سنگهای واجد آپاتیت.</p>
<p>۶</p>	<p>بررسی منشاء، محیط تشکیل و ژئودینامیک سنگ‌های آذرین</p>	<p>بررسی ژئوشیمی عناصر اصلی، کمیاب و کمیاب خاکی بر پایه نتایج تجزیه شیمیای به روشهای XRF، ICP، شیمی تر، جذب اتمی)</p>
<p>۷</p>	<p>تعیین عیار عناصر کانی ساز مهم، بررسی منشاء و محیط تشکیل آنها</p>	<p>بررسی ژئوشیمی عناصر اصلی، کمیاب و کمیاب خاکی بر پایه نتایج تجزیه شیمیای به روشهای XRF، ICP، شیمی تر، جذب اتمی)</p>

۸	تعیین ترکیب کانی شناسی، تعیین نوع کانی یا کانه، بافت کانی سازی،	بررسی کانی شناسی به روشهای XRD، میکروپروپ، کانه نگاری (ore microscopy)
۹	تعیین کانه ها، ساخت و بافت کانسنگ، سکانس پاراژنزی و نحوه رابطه با کانیهای سنگ ساز،	کانه نگاری (ore microscopy) بر روی مقاطع نازک- صیقلی و یا صیقلی
۱۰	دما- فشارسنجی سنگ های آذرین و دگرگونی	مطالعه شیمی کانیهای مافیک و فلسیک سنگ به روش میکروپروپ

۶-۳-۳- گزارش مطالعات آزمایشگاهی

این گزارش پس از دریافت نتایج مطالعات سنگ نگاری، دیرینه شناسی، تجزیه شیمیایی و غیره تهیه می شود. در گزارش مطالعات آزمایشگاهی نتایج بررسیهای فوق الذکر با نتایج تحقیقات گذشته و نتایج مطالعات صحرایی تلفیق و ویژگیهای بافتی، کانی شناسی، سنگی، زمان تشکیل و غیره تعیین و برای بهره برداری در گزارش نهایی آماده می شود. در این گزارش به طور خلاصه بخشهای زیر وجود خواهد داشت:

- تلفیق نتایج مطالعات سنگ نگاری با نتایج مطالعات صحرایی و تعیین ویژگیهای بافتی، کانی شناسی و سنگی واحدهای سنگی منطقه.
- نامگذاری سنگهای آذرین و دگرگونی منطقه با بهره گیری از روشهای شیمیایی.
- تلفیق نتایج مطالعات دیرینه شناسی با نتایج مطالعات صحرایی و تعیین سن واحدهای سنگی منطقه.
- تلفیق نتایج مطالعات سن سنجی رادیومتری با نتایج مطالعات صحرایی و تعیین سن واحدهای آذرین و دگرگونی منطقه.
- تعیین محیط تشکیل واحدهای سنگی منطقه با استفاده از مجموعه مطالعات آزمایشگاهی.
- تلفیق نتایج مطالعات کانه نگاری، کانی شناسی، سنگ نگاری و تجزیه شیمیایی با نتایج مطالعات

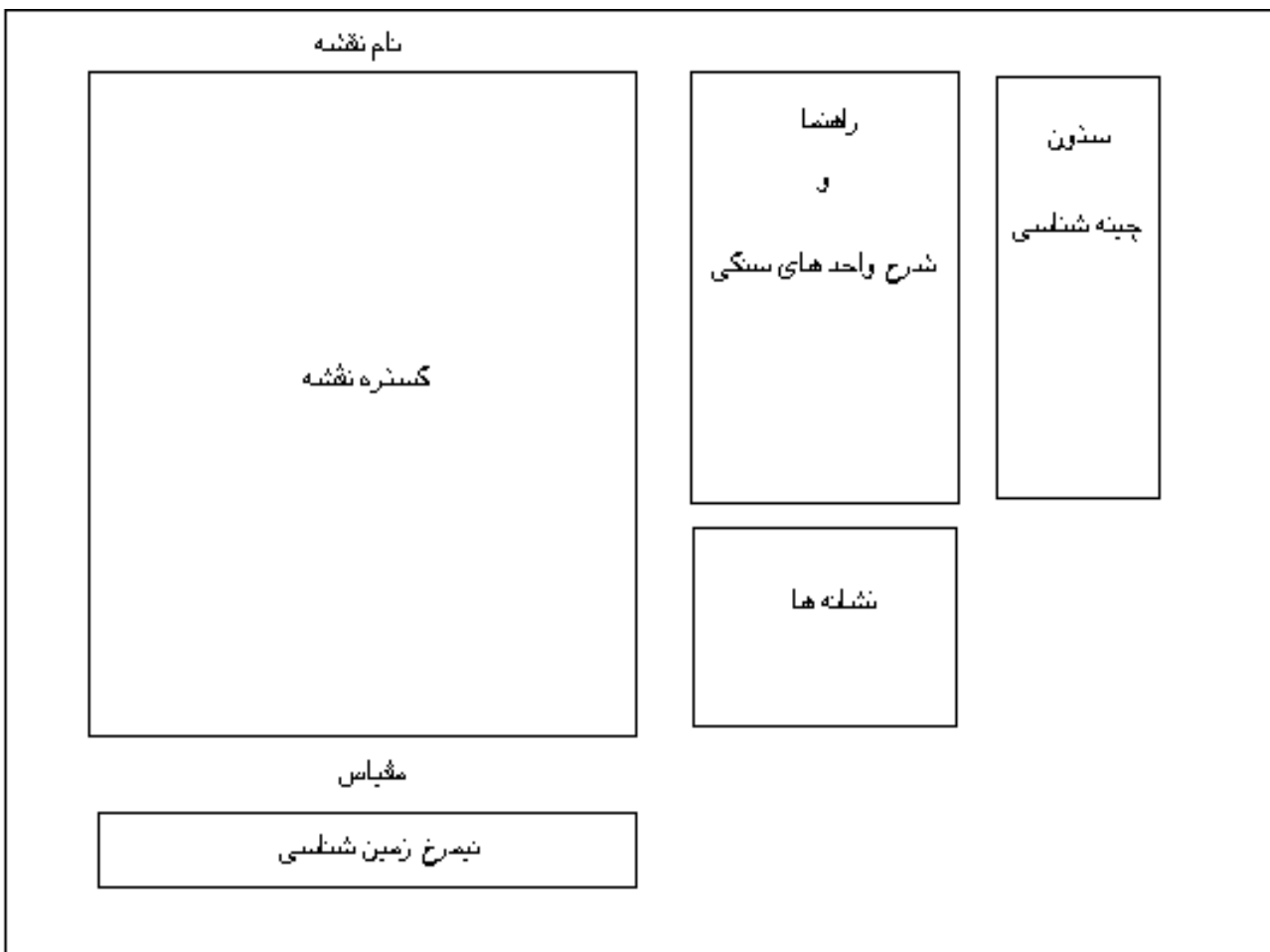
صحرائی و تعیین بافت، ترکیب کانی شناسی، نوع دگرسانی و میزان عیار یا خلوص ذخایر معدنی منطقه.

۴- تهیه نقشه و گزارش زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰

این مرحله نیز پس از اتمام برداشتهای صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی انجام می شود، با بهره گیری از برداشت های صحرائی و نتایج آزمایشگاهی، نقشه و گزارش زمین شناسی تهیه و تکمیل می شوند.

۴-۱- روش تهیه اجزای نقشه زمین شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ و شیوه جانمایی آنها

نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ از شش بخش (۱) گستره نقشه، (۲) راهنمای نقشه (لژاند)، (۳) نشانه های نقشه، (۴) برشهای زمین شناسی، (۵) نقشه ها و تصاویر راهنما و (۶) گزارش پدید می آید که در شکل ۱ شیوه جانمایی بخشهای مختلف به تفکیک نمایش داده شده است. روش تهیه بخش های مختلف نقشه های زمین شناسی به شرح زیر می باشد:



شکل-۱: جانمایی بخشهای مختلف در نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰

۱-۱-۴- گستره نقشه

گستره نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ شامل چهار گوشه است که در حد فاصل هفت دقیقه و سی ثانیه طول جغرافیایی و هفت دقیقه و سی ثانیه عرض جغرافیایی قرار دارد. نقشه زمین شناسی اولیه، بعد از اتمام عملیات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی، با انجام فتوژئولوژی تکمیلی بر روی عکس های هوای منطقه آماده می شود. در فتوژئولوژی تکمیلی عملیات زیر انجام می شود:

- شکل عوارض زمین شناختی بر روی عکس های هوای تکمیل و به صورت نهایی ترسیم شود.
 - مرز واحدهای سنگی کامل و به صورت نهایی ترسیم شود.
 - عوارض ساختمانی و سازوکار آنها تکمیل و به صورت نهایی ترسیم شود.
 - فرم لایه بندیها و نشانه های شیب و امتداد لایه ها یا برگوار گیها کامل و به صورت نهایی ترسیم شود.
 - محل آثار کانی سازی و عوارض معدنی تکمیل و به صورت نهایی ترسیم شود.
- پس از انجام فتوژئولوژی نهایی و تکمیلی، تمام عوارض زمین شناسی از روی عکس های هوای بر روی عکس-نقشه ماهواره ای یا عکس-نقشه هوای منتقل و نقشه زمین شناسی منطقه آماده می شود. این کار می تواند در رایانه بر روی تصاویر رقومی یا به صورت دستی بر روی تصاویر کاغذی انجام شود. برای این منظور انجام موارد زیر ضروری است:

- یک نسخه از عکس-نقشه ماهواره ای یا عکس-نقشه هوای پردازش شده با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، به گونه رقومی یا چاپی، آماده کنید.

- شکل عوارض زمین‌شناسی را از روی عکس‌های هوایی بر روی عکس-نقشه ماهواره ای یا عکس-نقشه هوای منتقل کنید. برای این منظور از عوارض توپوگرافی مشترک مانند آبراهه‌ها، خط‌الراس کوهها، روستاها، راهها و غیره استفاده کنید.
- براساس مشاهدات و برداشتهای صحرائی، مطالعات میکروسکوپی و نتایج آزمایشگاهی لژاند اولیه از واحدهای سنگی را تهیه کنید.
- بعد از برطرف نمودن نواقص، اصلاح و تکمیل نقشه زمین‌شناسی، آن را رنگ آمیزی کنید.
- گستره نقشه را در کناره سمت چپ نقشه جانمایی می شود.
- در نقشه و لژاند رنگ واحدهای سنگی را با استفاده از "استاندارد رنگ در نقشه های زمین‌شناسی نوشته بهروز امینی (۱۳۸۶)" انتخاب کنید
- کد گذاری واحدهای سنگی به روش استاندارد سازمان انجام خواهد شد (به بخش - نگاه کنید).
- نشانه‌های استاندارد لازم برای نمایش عوارض زمین‌شناسی و معدنی (همانند محل برشهای زمین‌شناسی؛ محل کانی سازی، محل معدن، نقاط مرجع، محل تهیه ستون چینه شناسی، نقاط نمونه گیری، محل یافت فسیل های شاخص و غیره) بر روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ در گزارش داخلی سازمان با عنوان "عوارض نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ (لایه زمین‌شناسی)" نوشته قهرایی پور و همکاران (۱۳۸۴) آورده شده اند.
- نشانه‌های استاندارد لازم برای نمایش عوارض توپوگرافی بر روی نقشه های زمین‌شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ با استفاده از نشانه‌های استاندارد موجود در کتاب "استاندارد اطلاعات توپوگرافی راقومی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰، انتشارات سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۷۷" نمایش داده می‌شوند (به بخش - نگاه کنید).
- در چهار گوشه گستره نقشه طول و عرض جغرافیایی به شکل dd,mm,ss نوشته شود.

- در صورتی که نقشه زمین شناسی اولیه به گونه کاغذی تهیه شده است آن را اسکن کنید و مراحل بعدی را طبق دستورالعمل ۳-۱۵ انجام دهید
- نوشته های گستره نقشه شامل نام عوارض زمین شناسی (گسلها ، چینها و غیره) و نام جغرافیایی عوارض توپوگرافی (همانند نام شهر ، روستا ، کوه ، رودخانه ، آبراهه ، نقاط ارتفاعی و غیره) است که تمامی آنها به گونه یک زبانه و انگلیسی خواهد بود . استاندارد نوشته های بخش های گوناگون نقشه به شرح زیر است:
 - نوشته های نقشه بیشتر به رنگ مشکی هستند در صورت لزوم می توان از رنگ های دیگر نیز استفاده کرد برای مثال می توان نام رودها را به رنگ آبی انتخاب نمود.
 - نام های جغرافیایی (شامل نام شهر، روستا، رودها و کوه ها و غیره) با حروف بزرگ و فونت لاتین times به اندازه ۱۴ (bold) .
 - نشانه های اختصاری درون واحدهای سنگی فونت لاتین arial به اندازه ۱۰.
 - نقاط ارتفاعی، فونت لاتین arial به اندازه ۱۰.
 - حروف آغاز و پایان برش های زمین شناسی فونت لاتین arial به اندازه ۱۰ (bold)
 - نام گسل ها، فونت لاتین arial به اندازه ۱۲ (bold)، به رنگ رسم گسلها.
 - نام اشکال ساختمانی ، فونت لاتین arial به اندازه ۱۲ (bold).
 - نوشته های بالای برش ها، نامهای جغرافیایی، نام اشکال ساختمانی و نام گسل ها، فونت لاتین arial به اندازه ۱۲.
 - ارتفاع دو طرف برش ها، فونت لاتین arial به اندازه ۱۰.
 - نشانه اختصاری واحدهای سنگی داخل برش ها، فونت لاتین arial به اندازه ۱۰.

- امتداد تقریبی خط برش زمین‌شناسی و حرف‌های آغاز و پایان آنها فونت لاتین arial به اندازه ۱۲ (bold).
- نام نقشه: فونت لاتین arial به اندازه ۴۰ (bold).
- نام شرکت و یا افراد تهیه کننده، فونت لاتین arial به اندازه ۲۰ (bold).
- عنوان لژاند با فونت لاتین arial به اندازه ۱۸ (bold). حروف بزرگ.
- نوشته‌های شرح واحدهای سنگی و نشانه‌های عمومی، فونت لاتین arial به اندازه ۱۰.
- مقیاس نقشه فونت لاتین arial به اندازه ۱۰ (bold).
- اعداد بالای خط مقیاس و علامت اختصاری کیلومتر فونت لاتین arial به اندازه ۱۰.
- طول و عرض جغرافیایی (درجه و دقیقه)، فونت لاتین arial به اندازه ۱۰ (bold).

۲-۱-۴- راهنمای واحدهای سنگی نقشه یا لژاند

راهنمای نقشه بازگو کننده ترکیب سنگی، سن و توالی واحدهای سنگی در گستره نقشه است. در نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ راهنما یا لژاند در سمت راست گستره نقشه و به صورت ستونی با عنوان LEGEND قرار می گیرد (شکل ۱). راهنمای نقشه شامل چند بخش جداگانه است که به ترتیب توضیح داده می شود.

۴-۱-۲-۱- واحدهای سنگی با سن مشخص

راهنمای نقشه شامل تمامی واحدهای سنگی داخل گستره نقشه است که به صورت ستونی از واحدهای قدیمی به واحدهای جوان به ترتیب از پائین به بالا نمایش داده می شود. در راهنما یا لژاند نقشه، هر واحد سنگی با رنگ (به استاندارد امینی ۱۳۸۶ نگاه کنید) و نشانه خاص خود در داخل یک چهار گوش (جعبه

های سنی) نمایش داده می‌شود. ابعاد این چهار گوش ها 25×10 میلیمتر بوده و هر چهار گوش با چهار گوش بالایی خود ۵ میلیمتر فاصله داده می‌شود. چنانچه چند واحد سنگی دارای سن های یکنواختی باشند ، با فاصله ۵ میلیمتر ، در عرض لژاند و در کنار هم قرار میگیرند.

شرح هر واحد سنگی در مقابل جعبه (چهار گوش) مربوط به آن نوشته می شود . در این بخش ذکر دو نکته لازم است .

اول - در کنار چهار گوش ها هیچگونه ستون زمانی قرار نمیگیرد .

دوم - تحت هر شرایطی ، چهار گوش در داخل چهار گوش دیگر و یا چسبیده به آن نمایش داده نمی شود. نحوه نمایش جعبه های سنی در شکل ۲ نشان داده شده است.

۴-۱-۲-۲-واحد سنگی با سن نامشخص

چنانچه یک یا چند واحد سنگی در سطح نقشه ای ، دارای سن نامشخص بوده و به هیچ عنوان سن و جایگاه چینه شناسی آنها تعیین نگردیده باشد ، آنها جداگانه و در زیر راهنمای اصلی با عنوان سنگهایی با سن نامشخص Uncertain age rock units نمایش داده می شوند (شکل ۲)

این واحدهای سنگی می تواند شامل سنگهای رسوبی ، دگرگونی و یا آذرین باشد .

۴-۱-۲-۳-واحدهای سنگی فاقد رخنمون در سطح نقشه

چنانچه یک یا چند واحد سنگی در سطح نقشه رخنمون و بیرون زدگی نداشته باشند ولی در مناطق مجاور و یا در چاههای حفاری ، اطلاعاتی از آنها موجود بوده که نمایش آنها را در نیمرخ های زمین شناسی ضروری کند ، واحدهای فوق تحت عنوان سنگهایی بدون رخنمون در سطح Underline hyden rock units و در قسمت پائین راهنمای نقشه و پس از بخش سنگهایی با سن مشخص ، به طور

جداگانه نشان داده می شوند (شکل ۲-).

LEGEND

ALBORZ ZONE

ZAGROS ZONE

UNCERTAIN AGE ROCK UNITS

UNDERLINE HYDEN ROCK UNITS

SYMBOLS

GEOLOGICAL

GEOGRAPHICAL

شکل ۲- نحوه نمایش بخشهای مختلف در راهنما (لژاند).

۴-۱-۲-۴- لژاند پهنه‌های ساختاری مختلف

در صورتیکه گستره نقشه در بیش از یک پهنه ساختاری قرار بگیرد، متناسب با پهنه‌های ساختاری، در لژاند، ستونهای جدا از هم ترسیم شده و بر بالای هر ستون نام پهنه مورد نظر نوشته می شود (شکل ۲)

۴-۱-۲-۵- نام‌گذاری و کدگذاری واحدهای سنگی

بعد از تفکیک واحدهای سنگی، لازم است واحدهای سنگی با نام و کد مشخصی در نقشه و گزارش معرفی شوند. نام واحد از یک یا چند کلمه فارسی پدید می‌آید و بیشتر برای معرفی آن در گزارش و یا بحث‌های شفاهی به کار می‌رود. چند حرف از حروف الفبای انگلیسی که بر پایه ویژگیهای کلی واحد سنگی انتخاب شده‌اند کد واحد را تشکیل می‌دهند که در نقشه و گزارش از آن استفاده می‌شود. نام و کد واحد تا حد ممکن کوتاه و مختصر انتخاب می‌شود و لازم است ویژگیهای مهم واحد شامل سن، نام سازند (یا واحدهای رسمی چینه‌نگاری کشور) و ترکیب سنگی آن را در بر داشته باشند.

۴-۱-۲-۵-۱- نام‌گذاری واحدهای سنگی

نام‌گذاری واحدهای سنگی را بر پایه قوانین زیر انجام دهید:

- برای نامگذاری واحدهای رسمی از تقسیمات مرسوم چینه‌نگاری شامل گروه، سازند، سری، بخش و لایه استفاده کنید مثل سازند کرج، بخش کردکند، لایه شیلی بخش آسارا، سری تاشک و غیره
- در مواقعی که واحدهای سنگی تفکیک شده بر روی نقشه زمین‌شناسی به صورت یادشده قابل نامگذاری نباشد، نام مرکب از واژه "واحد" و "کلمه‌ای" به عنوان نماینده ترکیب سنگی

خواهد بود مانند واحد شیلی، واحد آندزیتی، واحد آمفیبولیتی، واحد کربناته، واحد دولومیتی و غیره.

۴-۱-۲-۵-۲- نشانه یا کد واحدهای سنگی با سن مشخص

به منظور نمایش واحدهای سنگی در گستره نقشه از یک سری حروف انگلیسی استفاده می شود که به صورت یک کد یا نشانه، معرف و نمایشگر واحد سنگی مربوطه هستند. نحوه نمایش آنها بدین شکل است:

- اولین حرف مشخص کننده موقعیت و جایگاه سنی واحد است که بطور معمول نمایانگر سیستم، سری و یا دورانی است (جدول - ۴).
- این نشانه با حروف بزرگ انگلیسی نوشته می شود مانند دونین که با D نشان داده می شود. چنانچه واحد دارای نام رسمی باشد حرف اول این نام با حروف کوچک انگلیسی در سمت راست و پائین علامت اختصاری سن واحد به صورت فرو نوشت Subscript قرار میگیرد. مانند سازند بهرام که با قرار گرفتن حرف b در پائین مخفف سن چنین نگاشته می شود. D_b .
- چنانچه واحد دارای نام رسمی نباشد، در این بخش چیزی نوشته نمی شود.
- ترکیب غالب سنگی واحد شناخته شده با حرف کوچک انگلیسی و در سمت راست و بالای علامت اختصاری سن واحد؛ به گونه فرانوشت Superscript قرار میگیرد. مانند سازند بهرام که جنس آن به طور غالب آهکی است و با قرار دادن حرف L که مخفف Limestone است چنین نگاشته می شود D'_b .
- این روش کد گذاری برای تمامی سنگهای رسوبی، دگرگونی و آذرین، که دارای سن مشخص هستند قابل استفاده خواهد بود.

جدول ۴- حروف استفاده شده جهت نمایش سن واحدهای سنگی

ERA	SYSTEM	SERIES
CENOZOIC (CZ)	QUATER	RECENT
		PLETSTO
	NEOGENE (Ng)	PLIOCENE (PL)
		MIOCENE (M)
	PALEOGENE (Pg)	OLIGOCENE (OL)
		EOCENE (E)
PALEOCEN (Pe)		
MESOZOIC (MZ)	CRETACEOUS (K)	
	JURASSIC (J)	
	TRIASSIC (TR)	
PALEOZOIC (PZ)	PERMIAN (P)	
	CARBONIFEROUS (C)	
	DEVONIAN (D)	
	SILURIAN (S)	
	ORDOVICAN (O)	
	CAMBRIAN(ε)	
	PRECAMBRIAN(Pε)	

۴-۱-۲-۵-۲- نشانه کد واحدهای سنگی با سن نامشخص

برای کد گذاری سنگهای دگرگونی با سن نامشخص، از دو حرف mt (مخفف واژه metamorphic) برای نامگذاری کلی واحدهای دگرگونی استفاده شود. ترکیب غالب سنگی واحد با حروف کوچک انگلیسی در بالا و سمت راست حرف mt به گونه فرانشت superscript قرار می گیرد. مانند واحد آمفیولیتی که به صورت mt^{am} قابل نمایش است. برای ایجاد نشانه در سنگهای آذرین از حروف کوچک انگلیسی که مخفف ترکیب کلی مجموعه سنگی است استفاده می شود مثلاً واحد گرانودیوریتی با نماد gd نمایش داده می شود.

واحد سنگی آمیزه رنگین colored melange به صورت CM که هر دو حرف بزرگ تایپ می شود ، نشان داده می شوند.

چنانچه در هر موردی نیاز به تفکیک بیشتری در واحدهای سنگی مشابه باشد ، می توان از اعداد انگلیسی که در بالا و سمت راست حرف اصلی و به گونه فرانشیست superscript قرار میگیرد ، استفاده نمود.

۴-۱-۲-۶- شرح واحدهای سنگی

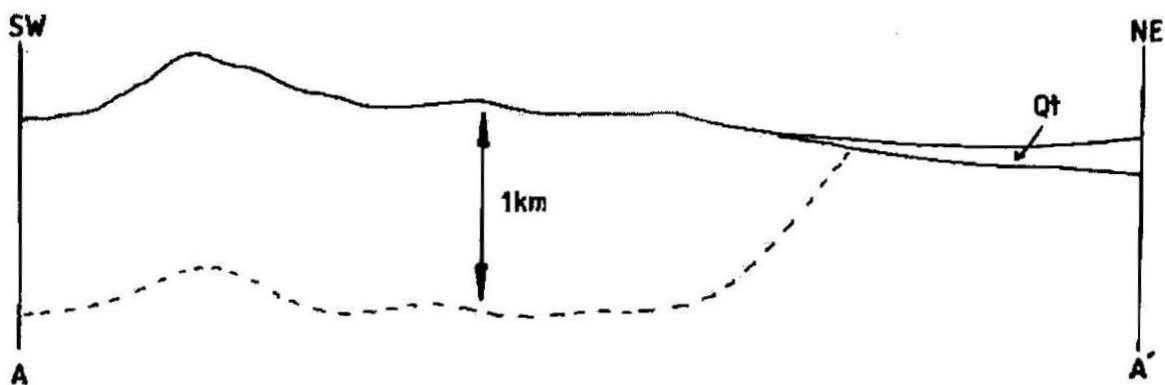
شرح هر واحد سنگی به صورت یک زبانه و با نوشتار انگلیسی در جلوی چهار گوش مربوط به آن واحد نگاشته میشود .

۳-۱-۴- برش های زمین شناسی

هدف از تهیه برش های زمین شناسی، نمایش رابطه و نحوه تغییرات ضخامت و گسترش واحدهای سنگی، نمایش اشکال ساختمانی، تعیین برخوردهای غیرعادی (گسل ها و روراندها) تعیین رابطه سنی و فعالیت های ماگمایی موثر بر منطقه در زیر سطح زمین است. در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵،۰۰۰ ، دست کم یک برش زمین شناسی تهیه می شود. برش زمین شناسی در نواحی که دارای حداقل پوشش و حداکثر بیرون زدگی واحدهای سنگی است، ترسیم شود. در حدامکان مسیر برش در جهت عمود بر مهمترین ساختمانهای زمین شناسی منطقه انتخاب شود (شکل ۱). در برش ترسیم شده نکات زیر باید رعایت شوند.

- مقیاس عمودی و افقی برش زمین شناسی باید یکسان و برابر با مقیاس نقشه یعنی ۱/۲۵۰۰۰ باشد.
- نام برش به صورت A و A' یا B و B' و غیره انتخاب می شود
- نام برش در قسمت پائینی ستونهای دو طرف نیمرخ و با حروف بزرگ انگلیسی نوشته میشود.
- جهات جغرافیایی که نیمرخ در راستای آنها ترسیم شده در بالای ستونهای دو طرف نیمرخ و با حروف بزرگ انگلیسی آورده میشود.

- حداکثر عمق ترسیم نیمرخ یک کیلومتر در زیر سطح توپوگرافی است.
- شیب ظاهری ساختمان‌های سطحی در طول برش با استفاده از زاویه بین امتداد ساختارهای سطحی اندازه‌گیری شده در طول برش با راستای برش انتخابی محاسبه و رسم شود.
- گسل‌ها و ساختمان‌های چین خورده را با توجه به مشخصات اندازه‌گیری شده در عملیات صحرایی و مشخصات بدست آمده از مرحله پیشین رسم شوند.
- ضخامت واقعی واحدهای سنگی در طول برش برپایه اطلاعات برداشت شده در عملیات صحرایی و زاویه بین امتداد واحدهای سنگی و راستای برش ترسیم شود.
- به هنگام رسم برش مشخصات ساختمان‌های مجاور خط برش، زمین‌شناسی محدوده مورد بررسی و نواحی مجاور در نظر گرفته شوند.
- برش زمین‌شناسی رسم شده با برش‌های مناطق مجاور مقایسه و در صورت وجود اطلاعات ناهماهنگ تصحیح شود.
- چنانچه اطلاعات لازم زیر رسوبات کوارتری جهت ترسیم و تکمیل نیمرخ در دسترس باشد، می‌توان نیمرخ را با عمق بیشینه یک کیلومتر نسبت به سطح زمین ترسیم نمود. در غیر اینصورت نیازی به ترسیم و نمایش واحدهای سنگی نیست.
- تمامی اسامی و نامهای جغرافیایی و زمین‌شناسی که در سطح نقشه بکار رفته است چنانچه در مسیر نیمرخ قرار داشته باشند، در سطح نیمرخ نشان داده میشوند لازم به ذکر است که تمامی اسامی و نامهای استفاده شده در نیمرخ فقط با نوشتار انگلیسی است.
- محل ترسیم برش زمین‌شناسی در گستره نقشه با علائم استاندارد نشان داده می‌شود.
- برش‌های زمین‌شناسی را در زیر گستره نقشه و نشانه‌های مقیاس نقشه جانمایی کنید.



شکل ۳-نمایی از برش زمین شناسی .

۴-۱-۴- نشانه‌های عمومی (زمین شناسی و غیرزمین شناسی)

نشانه های استفاده شده در گستره نقشه با عنوان SYMBOLS در سمت راست گستره نقشه و در زیر راهنما (لژاند) قرار میگیرد (شکل ۱)

نشانه ها به دو دسته تفکیک میشوند.

۱) نشانه های زمین شناسی با عنوان GEOLOGICAL SYMBOLS در سمت چپ مجموعه نشانه ها قرار می گیرد (شکل-۲) . این نشانه ها شامل تمامی علائم زمین شناسی و معدنی استفاده شده در سطح نقشه است که بر اساس علائم ارائه شده در مدل داده نقشه های زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰ انتخاب و در محل مناسب خود جای میگیرد. این علائم شامل انواع گسلها ، محور چین ها ، شیب و امتداد ، نوع همبری واحدهای سنگی ، محل نمیرخ ، محل ستون چینه شناسی ، آثار معدنی ، آثار دگرسانی و غیره است .

۲) نشانه های جغرافیایی با عنوان GEOGRAPHIC SYMBOLS در سمت راست مجموعه نشانه‌ها قرار میگیرد (شکل-۲) این نشانه ها شامل انواع راهها، رودخانه ؛ آبراهه ، قنات ، نقطه ارتفاعی ، چشمه ،

تاسیسات حیاتی، مرز بین المللی و غیره است. شکل نهایی این نشانه ها نیز براساس علائم ارائه شده در نقشه های توپوگرافی رقومی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور است.

۵-۱-۴- نام نقشه، مقیاس و شکلهای راهنما

۱. نام نقشه به صورت انگلیسی در بالا و بخش میانی گستره نقشه درج می گردد.
۲. مقیاس عددی و خطی نقشه را در مرکز و زیر گستره نقشه (مقیاس عددی در بالا و مقیاس خطی در پایین) جانمایی شوند.
۳. نقشه راهنمای جغرافیایی موقعیت نقشه مورد مطالعه در ایران را نمایش دهید. این نقشه راهنما را در گوشه سمت چپ و پایین نقشه جانمایی کنید.
۴. آرم سازمان و نام نقشه، در گوشه بالای کناره سمت راست نقشه، در چهار ضلعی به ابعاد تقریبی ۱۰*۵ سانتیمترمربع، نمایش داده می شود. نام کارشناسان تهیه کننده نقشه در پایین نقشه، گوشه سمت چپ، به ترتیب از زمین شناس مسئول، کارشناسان زمین شناسی شامل کارشناسان زمین شناسی صحرائی، دیرینه شناسی، سنگ شناسی، مشاوران و ناظران علمی، کارشناسان دورسنجی و کارتوگرافی و سامانه اطلاعات جغرافیایی نوشته می شود. در صورتی که تهیه کننده نقشه شرکت مهندسان مشاور یا دانشگاهها باشند آرم موسسه تهیه کننده در کنار آرم سازمان و نام موسسه در کنار نام کارشناسان تهیه کننده آورده خواهد شد.

۲-۴-روش تهیه گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۲۵,۰۰۰

گزارش نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ به صورت یک مجلد مستقل با ابعاد تقریبی ۲۲*۱۲ چاپ می شود. شیوه تهیه بخش های اصلی گزارش به شرح زیر می باشد.

۱-۲-۴-مشخصات روی جلد گزارش

لازم است روی جلد و صفحه اول گزارش موارد زیر ذکر شود:

- نام و آرم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- نام موسسه و یا شرکت مشاور همکار
- عنوان گزارش: (برای مثال: گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ همدان ۲ با شماره ----)
- نام زمین شناسان و کارشناسان همکار، ناظران و مشاوران علمی به همراه زمینه همکاری
- سال انتشار

۲-۲-۴-چکیده

خلاصه ای از ویژگیهای جغرافیایی، زمین شناسی عمومی، چینه نگاری، زمین شناسی ساختمانی، زمین شناسی اقتصادی، نتایج تحلیلهای زمین شناسی چکیده را پدید می آورند. چکیده در یک تا دو صفحه به دو زبان فارسی و انگلیسی تهیه و ارائه می شود.

۳-۲-۴-مقدمه (پیش نوشتار)

در این بخش محقق اصلی ویژگیهای اجرایی طرح شامل اهداف، زمان و مدت اجرای طرح، شرح مختصری از مشخصات کیفی و کمی عملیات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی و کارهای دفتری ارائه می نماید. در پایان این قسمت، با ذکر نام از همکاران یا موسساتی که به طریقی در راستای اجرای طرح

کمک و یا همراهی نموده‌اند، تقدیر و سپاسگزاری می‌شود

۴-۲-۴-جغرافیا

در این بخش جغرافیای طبیعی (شامل توپوگرافی و پراکنندگی عوارض اصلی جغرافیایی شامل کوه‌ها، دشت‌ها، رودها، آبراهه‌ها و آب و هوای ناحیه) و جغرافیای انسانی، راه‌های رسیدن به ناحیه، ویژگی‌های آب‌نگاری (drainage pattern) منطقه و روش‌های مطالعاتی طرح آن شرح داده شود.

۴-۲-۵-ریخت‌شناسی (geomorphology)

در این بخش سیمای برونزدها و ریخت‌های کنونی ناحیه و چگونگی تشکیل آنها در گستره برونزدها و نهشته‌های جوان شرح داده می‌شود.

۴-۲-۶-زمین‌شناسی

قبل از توضیح ویژگی‌های چینه‌نگاری منطقه، لازم است نتایج تحقیقات گذشته در مورد زمین‌شناسی منطقه با ذکر مراجع ارائه شود. در این بخش ذکر موارد زیر ضروری است:

- موقعیت منطقه در پهنه‌های ساختاری-رسوبی کشور.
- ویژگی‌های کلی واحدهای سنگی منطقه.
- نتایج تحقیقات گذشته در مورد ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه.
- فریضه‌های مهم مرتبط با ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه.

۴-۲-۶-۱-شرح چینه‌نگاری منطقه

در این بخش واحدهای سنگی - چینه‌ای منطقه به ترتیب از واحدهای قدیمی‌تر به سمت واحدهای جوانتر شرح داده می‌شود.

در شرح واحدهای سنگی رسوبی توجه به نکات زیر ضروری است:

- نامگذاری، شامل نام سنگ یا سازند و بیان دلیل انتخاب آن.
- توصیف ناحیه‌ای و گسترش واحد در منطقه، که این توصیف شامل حالت بیرون زدگی‌ها برای شناسایی واحد از دور یا نزدیک و توپوگرافی ویژه آن است.
- بیان ساخت‌های اولیه رسوبی مانند رپیل مارک، دانه بندی تدریجی و چینه‌بندی متقاطع.
- تشریح جزییات لیتولوژیکی از قبیل کانی‌های قابل رویت، اساس سنگ، رنگ تازه و فرسایش یافته و بیان ویژگی‌های میکروسکوپی به خصوص تغییرات جانبی لیتولوژیکی در واحد.
- ویژگی‌های کلی رسوب شناسی، مانند جور شدگی دانه‌ها، بافت، سیمان و ماتریکس.
- منشا واحد سنگی و شرایط رسوبگذاری.
- ضخامت واحد سنگی، تغییرات جانبی ضخامت.
- مشخص کردن ارتباط با سنگ‌های زیرین و زبرین (هم شیبی و دگرشیبی که حالت اخیر باید نوع و توسعه دگرشیبی شرح داده شود).
- ذکر فسیل‌های موجود، نام مطالعه کنندگان آن و سال مطالعه.
- سن واحد شامل سن مطلق، نسبی و یا مقایسه‌ای و نحوه تعیین آن.
- ارایه ستون‌های چینه شناسی برای واحدها.
- مقایسه واحد سنگی، با دیگر واحدهای هم ارز در ناحیه مورد مطالعه و خارج از آن.

۴-۲-۶-۲- شرح واحدهای آذرین منطقه

لازم است، در شرح واحدهای سنگی مربوط به سنگ‌های آذرین، نکات زیر مورد توجه قرار گیرند:

- نامگذاری، شامل اسم سنگ یا سازند و بیان دلیل انتخاب آن.
- توصیف ناحیه‌ای و منطقه‌ای، شامل حالت طبیعی بیرون زدگی‌ها و توپوگرافی ویژه.
- شکل و اندازه توده‌های نفوذی.
- تشریح جزییات لیتولوژیکی، توصیف ماکروسکپی و میکروسکپی، کانی‌های اصلی، درصد تقریبی آنها، بافت و موارد مشابه.
- منشا سنگ‌های آذرین درونی و بیرونی، شرایط فوران و غیره).
- ارتباط با سنگ‌های رسوبی و سنگ‌های دیواره.
- کنتاکت دگرگونی.
- در صورت امکان، بحث در مورد ژئوشیمی.
- پیوند فعالیت‌های آذرین با جنبش‌های زمین‌ساختی و تفسیرهای ژئودینامیکی.

۴-۲-۶-۳- شرح واحدهای دگرگونی منطقه

در شرح واحد سنگی مربوط به سنگ‌های دگرگونی، مطالب زیر مورد بحث قرار می‌گیرند:

- نامگذاری، شامل اسم سنگ یا سازند.
- توصیف ناحیه‌ای، شامل حالت طبیعی بیرون زدگی‌ها و توپوگرافی ویژه.
- نوع سنگ مادر دگرگون شده (رسوبی، آذرین و غیره).
- تعیین سن سنگ مادر دگرگون شده.
- بیان ویژگی‌های ماکروسکپی، میکروسکپی و پتروفابریک آن.

- رخساره‌های دگرگونی.
- فازهای مختلف دگرگونی و سن آنها. در صورت تعیین، پیوند آن با تکتونیک منطقه.
- نوع دگرگونی و وسعت آن.
- بحث در مورد ژئوشیمی و تفسیرهای ژئودینامیکی.
- در صورت امکان، تعیین سن مطلق پدیده‌های دگرگونی.

۷-۲-۴- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک

در این بخش ابتدا با استفاده از نتایج تحقیقات گذشته و ناپیوستگی‌های موجود در منطقه، تکامل تکتونیک منطقه را شرح دهید. سپس با استفاده از مطالعات حاضر ویژگی‌های عوارض ساختمانی منطقه را توصیف کنید. بخشهای مهم این فصل از گزارش عبارتند از:

- موقعیت منطقه را از نظر پهنه‌های ساختاری-رسوبی کشور
- کوهزایی‌های مختلف موثر بر منطقه را بر اساس نتایج تحقیقات گذشته و اطلاعات طرح حاضر.
- روندهای ساختمانی و روابط بین عوارض مهم ساختمانی.
- ارائه راستا، مقدار شیب، نوع و میزان جابه‌جایی، زمان فعالیت نسبی در مورد گسل‌های مهم منطقه.
- ویژگی‌های مهم چین‌های منطقه شامل مشخصات محور و سطح محوری چین‌ها، همگرایی، طول موج و دامنه چین‌ها و ارتباط آنها با گسلش، توده‌های نفوذی یا دیابیرهای تبخیری.

- توصیف ویژگیهای مهم پهنه های برشی (shear zones) شامل ابعاد و گسترش، ماهیت و سازوکار، و فابریکهای مربوطه.
- ویژگیهای مهم ساختمانهای فرعی منطقه شامل خطواره ها و برگواره ها.
- الگوی ساختمانی و یا دگرشکلی منطقه.
- نقش عوارض ساختمانی (گسل ها، شکستگیها، چین ها، و پهنه های برشی) در کانی سازی.

۸-۲-۴- زمین شناسی اقتصادی

در این بخش از گزارش ضمن بررسی کلیه کارهای معدنی قدیمی و آثار شناخته شده قبلی در حال کار و یا ترک شده، هر گونه نشانه از کانه های فلزی و غیرفلزی، سنگهای صنعتی، نشانه های نفتی، آبهای معدنی، زونهای دگرسان و غیره به شرح آمده و خلاصه ای درباره ترکیب، ابعاد و گسترش سطحی، موقعیت چینه شناسی، موقعیت ساختمانی، سن، ژنز و توصیه برای عملیات اکتشافاتی آورده شود.

۹-۲-۴- کتابنگاری

فهرست کامل مراجع (مقاله، گزارش، کتاب، پایان نامه، رساله و غیره) منتشر شده و منتشر نشده ای که در متن گزارش از آنها استفاده شده است، به ترتیب در دو بخش فارسی (کتابنگاری) و لاتین (References) ذکر کنید.

۵-آماده‌سازی و ارائه اطلاعات

در این مرحله کلیه اطلاعات به محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی یا GIS منتقل و یا اطلاعات موجود در این محیط کامل می‌شود و اطلاعات جهت ارائه به صورت رقومی و چاپی تنظیم می‌گردد. پایگاه داده‌های نقشه زمین‌شناسی در سه مرحله شامل: ۱) ایجاد ساختار رقومی لازم؛ ۲) رقومی نمودن نقشه و ساماندهی اطلاعات؛ و ۳) تعریف فیلدهای اطلاعاتی، تنظیم می‌گردد.

۵-۱- مدل داده‌های نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰

داده‌ها درباره جهان واقعی بی وقفه تولید می‌شوند. مدیریت قسمت وسیعی از این داده‌ها در پایگاه‌های داده صورت می‌گیرد. مرتبط ساختن پایگاه‌های داده به عوارض مکانی، GIS را شکل می‌دهد که موجب فراهم کردن قابلیت‌های مکانی اضافی شده، و از سوی دیگر ارزش داده‌های توصیفی را بیشتر می‌کند و اطلاعات مفیدی بدست می‌دهد.

داده‌ها در پایگاه داده‌ای رایانه‌ای و از طریق سیستم مدیریت پایگاه داده‌ها (DBMS) کنترل و دستیابی می‌گردند که نیمی از بدنه GIS را تشکیل می‌دهد. برنامه‌های کاربردی (Application)، دستیابی به داده‌ها را در پایگاه از طریق DBMS آسان‌تر می‌سازند.

نقش DBMS را می‌توان به طور مختصر به شرح زیر نوشت:

- اداره و مدیریت فایل (جهت ایجاد و اصلاح یا حذف ساختار پایگاه داده‌ها)،
- اضافه، به‌هنگام‌سازی و حذف رکوردها،
- استخراج اطلاعات از داده‌ها (طبقه‌بندی، تلخیص و جستجو در داده‌ها)،
- حفظ ایمنی و انسجام داده‌ها (هزینه، داده‌یابی و پشتیبانی و ساختار کاربردی).

DBMS داده‌هایی را مدیریت می‌کند که با استفاده از مدل داده‌های پایگاه سازمان یافته‌اند. این مسئله به روش سازماندهی داده‌های مکانی در GIS بر اساس یک مدل داده‌های مکانی شباهت دارد (برای نمونه انتخاب نوع داده‌های رستری یا برداری). انواع متعددی از مدل‌های داده‌های پایگاه وجود دارد. مدل‌هایی که برای داده‌های توصیفی در GIS بکار می‌رود می‌توان از مدل‌های داده‌ای سلسله‌مراتبی، شبکه‌ای، رابطه‌ای و شیء‌گرا نام برد. از این میان مدل داده‌رابطه‌ای بیشتر بکار رفته و در نوشته حاضر برای ایجاد مدل داده‌زمین‌شناسی از مدل داده‌رابطه‌ای استفاده شده است. در مدل داده‌رابطه‌ای داده‌ها در مجموعه‌ای از جداول دو بعدی سامان می‌یابند که هر یک از آن جداول بوسیله داده‌های مشترک که کلید نام دارند بهم مرتبط می‌شوند (استن آرنوف ۱۳۷۵)

هدف از تهیه مدل داده برای نقشه‌های زمین‌شناسی رقوم، ایجاد یک ساختار جهت سازماندهی، ذخیره‌سازی و استفاده از اطلاعات نقشه‌های زمین‌شناسی در رایانه می‌باشد. مدل داده، دستورالعمل مستقل از واژه‌های نقشه‌های زمین‌شناسی است. هدف اول از فعالیت کنونی، توسعه مدل داده رقوم (دستورالعمل رسمی) برای اطلاعات نقشه‌های زمین‌شناسی است. هدف دوم توسعه بیشتر فهرست لغات می‌باشد این لغات به درک بهتری از مدل کمک می‌کند.

مدل داده کنونی، یک مدل رابطه‌ای مبتنی بر عارضه برای جداول اطلاعاتی رابطه‌ای است. این مدل رابطه‌ای برای به اجرا درآمدن، بر روی بستر GIS روز قرار گرفته است. طراحی و توسعه مدل داده مورد نظر مطابق با شرایط و ضوابط استاندارد طراحی شده است. گوشه‌هایی از ضوابط بدین شرح اند:

- مدل داده باید به آسانی توسط فرد یا سازمان، جهت تولید نقشه‌های زمین‌رقومی به اجرا درآید.

- مدل داده باید به سادگی به روز شود.

- تکیه بر مشخصات و ویژگی‌های عوارض زمین‌شناسی باشد. (مثلاً یک گسل ممکن است بطور

همزمان دو واحد را از هم جدا کند و در داخل واحد سوم ادامه یابد. در این حالت باید کلیه

ویژگی‌هایی خاص عوارض را با یکدیگر ذخیره نمود و آنها را جهت تحلیل‌های ساختاری در یک طبقه قرار داد).

- مکانیزم شناسایی رخدادهای زمین‌شناسی خاص باید در مدل داده لحاظ گردد. این مکانیزم کاربردهایی مانند نقشه برداری، رخنمون، شرح و توصیف لیتولوژی یک پلی‌گون خاص در یک واحد نقشه‌ای بزرگتر یا یک قطعه خاص از یک گسل را میسر می‌سازد.

- نقشه زمین‌شناسی می‌تواند با بسیاری از انواع اطلاعات بصورت پیچیده‌ای نمایش داده شود. بطور مثال واحدهای سنگی بوسیله خطوط یا کنتاکتها از هم تفکیک می‌شوند و بصورت پلی‌گونهای مجزایی در می‌آیند. سپس اطلاعات مختلفی که دارای ماهیت خطی هستند مانند گسلها، دایکها، چینها و ... روی زمینه پلی‌گونی قرار می‌گیرند و همچنین چندین نوع از عوارض متفاوت قطعه‌ای مانند نشانه‌های ساختمانی نشانه‌های محل نمونه و ... روی آنها قرار می‌گیرد. با توجه به این پیچیدگی‌ها، ما فاقد استانداردهای ملی نهایی برای علائم و نشانه‌های نقشه‌های رقومی زمین‌شناسی هستیم و همین امر سبب شده که مدل داده نقشه رقومی زمین‌شناسی را با در نظر گرفتن تمامی جوانب تدوین نماییم.

اطلاعات زمین‌شناسی تحت دو مقوله اطلاعات منفرد و اطلاعات ترکیبی تقسیم می‌شوند. اطلاعات منفرد شامل محل نمونه برداری نقاط منفرد، جهت یابی لایه زیرین، تشریح نمونه برداری، آنالیزهای ژئوشیمی، مقاطع اندازه‌گیری و غیره باشد. اطلاعات زمین‌شناسی ترکیبی شامل اطلاعاتی از مشاهدات موقعیتهای گوناگون مانند موقعیتهای کنتاکتها یا ساختارها، واحدهای چینه‌شناسی، واحدهای متامورفیک و غیره هستند. (Cordlink 1999)

در بحث تهیه مدل داده رقومی زمین‌شناسی، لازم است جهت اطلاعات مختلف مرتبط با زمین‌شناسی مدل داده‌هایی بصورت مجزا تهیه نمود. نهایتاً هدف اصلی از تهیه مدل داده رقومی زمین‌شناسی، مدیریت بهینه داده‌های مکانی است که منجر به جلوگیری از اتلاف منابع و دوباره کاریها خواهد

شد. منظور از داده های مکانی مناسب و با کیفیت ، داده های رقومی به هنگام ، دقیق ، کامل ، با هزینه مناسب و استاندارد می باشد که قابلیت دسترسی و یکپارچه شدن با یکدیگر را دارد و در سیستمهای مختلف نیز قابل استفاده می باشد.

۱-۵-۱ ایجاد ساختار رقومی

در فرآیند رقومی سازی نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ مبنای کار مدل داده های زمین شناسی سازمان است. به منظور ایجاد ساختار رقومی و در مرحله اول پوشه ها (folder) و فایل های لازم را ایجاد می شوند. مراحل کار به شرح زیر می باشد:

❖ یک پوشه اصلی به نام نقشه زمین شناسی در درایو C یا D ایجاد کنید (مثلاً C:/Tehran). کلیه داده ها (تمام پوشه ها و فایل های زیر) در این پوشه قرار خواهند گرفت.

❖ پوشه ای به نام اسکن (Scan) بسازید. اسکن نقشه زمین شناسی و گزارش نقشه را در این پوشه قرار دهید.

❖ پوشه ای به نام **Cad file** بسازید. در این پوشه فایل نقشه رقومی با فرمت Dwg قرار میگیرد که شامل کلیه عوارض پلی گونی، خطی و نقطه ای موجود در نقشه است. اسم این فایل باید اسم نقشه زمین شناسی باشد (مثلاً Tehran.dwg).

❖ پوشه ای به نام **Coverage** بسازید. در این پوشه پوششهای مختلف ایجاد شده در رابطه با نقشه زمین شناسی قرار دهید که شامل: نقشه زمین شناسی با اسم Geology، لژاند نقشه با اسم Legend، مقاطع نقشه با اسم Section و سایر موارد است.

❖ پوشه‌ای به نام **Shape file** بسازید. در این پوشه زیر پوشه‌های Polygon, Line, Point را ایجاد کنید و کلیه عوارض پلی‌گونی، خطی و نقطه‌ای موجود در نقشه را با فرمت shp در آنها قرار دهید.

۱. زیرپوشه عوارض پلی‌گونی

در این زیرپوشه shape file های زیر را ایجاد (و یا در صورت وجود) و در آن قرار دهید:

- Shape file حد رنگ واحدهای زمین‌شناسی-معدنی به نام Geology.shp.
- Shape file لژاند نقشه زمین‌شناسی-معدنی به نام Legend.shp.
- Shape file مقاطع زمین‌شناسی-معدنی به نام Section.shp.
- Shape file شهرها و روستاها Residential_area.shp.

۲. زیرپوشه عوارض خطی

- Shape file انواع گسله‌ها، محورهای تاکدیس و ناودیس، انواع شیب و امتداد، چین خوردگیها، به نام Structure.shp
- Shape file رودخانه‌ها و آبراهه‌ها، انواع جاده‌ها، راه آهن و خطوط انتقال نیرو به نام Geography.shp

۳. زیرپوشه عوارض نقطه‌ای

- Shape file نقاط نمونه برداری، محل فسیل، معادن و اندیسها، نقاط ارتفاعی و سایر نقاط موجود دیگر به نام نقشه (به طور مثال Tehran_point_feature.shp)

❖ پوشه‌ای به نام **Legend** بسازید. در این پوشه زیرپوشه‌های Polygon, Line, Point ایجاد می‌شود که شامل فایل‌های با فرمت lyr (در نرم افزار ArcGis) بوده و جهت تعیین استاندارد رنگ، ضخامت و موارد دیگر عوارض پلی گونی، خطی و نقطه ای موجود در نقشه می‌باشد.

(a) فرمت استاندارد عوارض پلی گونی در زیرپوشه Polygone

در این فایل الگوها و رنگ‌های به کار برده شده جهت حد رنگ نقشه زمین شناسی به نام Geo_unit.lyr تعریف شود.

(b) فرمت استاندارد عوارض خطی در زیرپوشه Line

در این فایل الگوها و رنگ‌های به کار برده شده جهت انواع گسله‌ها، انواع محورهای تاقدیس و ناودیس، انواع شیب و امتداد، چین خوردگیها و سایر ساختارها به نام Structure.lyr تعریف شود.

همچنین لازم است در این فایل الگوها و رنگ‌های به کار برده شده جهت رودخانه‌ها و آبراهه‌ها، انواع جاده‌ها، راه آهن، خطوط انتقال نیرو و سایر عوارض جغرافیایی به نام Geography.lyr تعریف شود.

(c) فرمت استاندارد عوارض نقطه ای در زیرپوشه point

در این فایل سیمبولها و رنگ‌های به کار برده شده جهت انواع نقاط نمونه برداری به نام Sample.lyr تعریف شود. در این فایل سیمبولها و رنگ‌های به کار برده شده جهت نقاط معادن و اندیسها به نام Mine.lyr تعریف می‌شود.

❖ پوشه‌ای به نام **Report** بسازید و در آن گزارش نقشه را قرار دهید.

❖ پوشه‌ای به نام **Plot** بسازید و در آن Plot file ساخته شده از نقشه و فایل آماده چاپ را قرار دهید.

❖ در شاخه اصلی فایل پروژه را با اسم نقشه و با فرمت **mxid** قرار دهید (مثلا Tehran.mxd).

۲-۵- رقومی نمودن نقشه و ساماندهی اطلاعات

برای رقومی سازی نقشه زمین شناسی از نرم افزار AutoCAD map 2۰۰۰ استفاده کنید. مراحل اصلی کار

به شرح زیر است:

❖ نقشه زمین شناسی دست رنگ را با وضوح تصویر ۳۰۰ dpi اسکن کنید و فایل حاصل را به نام

نقشه زمین شناسی با فرمت jpg ذخیره کنید (مثلا Tehran.jpg).

❖ لایه های اطلاعاتی لازم را جهت رقومی سازی عوارض مختلف تعریف کنید.

کلید لایه های اطلاعاتی قبل از شروع کار رقومی سازی باید تعریف شوند و سپس هر عارضه در لایه

مربوط به خود رقومی شود. جهت یکسان بودن اسم لایه ها در نقشه های مختلف، کلید لایه ها در یک

فایل تعریف شده و در اختیار کاربر قرار گیرد. ممکن است تعداد لایه های تعریف شده بیش از تعداد

عوارض موجود در نقشه باشد که باید در انتهای کار رقومی سازی این لایه ها حذف شوند. فهرست

لایه ها لازم به ترتیب نوع عوارض پلی گونی، خطی و نقطه ایی به شرح زیر است:

(a) لایه های لازم برای عوارض پلی گونی

این عوارض حتماً باید به صورت محدوده های بسته رسم شوند و شامل موارد زیر است:

• لایه ایی به نام Rock unit boundary بسازید و در آن مرز واحدهای سنگی را رسم کنید.

• لایه ایی به نام Town بسازید و در آن محدوده شهرهای اصلی را رسم کنید.

• لایه ایی به نام Village بسازید و در آن محدوده روستاها را رسم کنید.

(b) لایه‌های لازم برای عوارض خطی

- لایه ایی به نام Landslide بسازید و در آن محدوده زمین لغزش‌ها را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Frame بسازید و در آن چهار گوش نقشه با چهار نقطه را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Major Fault بسازید و در آن خطوط گسل‌های اصلی را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Minor Fault بسازید و در آن خطوط گسل‌های فرعی را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Thrust Fault بسازید و در آن خطوط گسل‌های رانندگی را رسم کنید.
ترسیم گسل‌های این لایه در صورتی که دارای علامت (مثلث) رو به بالا باشد از چپ به راست و در حالت عکس از راست به چپ شروع شود.
- لایه ایی به نام Reverse Fault بسازید و در آن خطوط گسل‌های معکوس را رسم کنید.
ترسیم گسل‌های این لایه در صورتی که دارای علامت (شانه) رو به بالا باشد از چپ به راست و در حالت عکس از راست به چپ شروع شود.
- لایه ایی به نام Inferred Fault بسازید و در آن خطوط گسل‌های احتمالی را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Strike slip Fault بسازید و در آن خطوط گسل‌های امتداد لغز را رسم کنید.
در مورد گسل‌های این لایه برای مشخص کردن راست گرد یا چپ گرد بودن گسل یک نقطه به محل علامت گسل، به گسل Snap می‌شود.
- لایه ایی به نام Anticline axes بسازید و در آن خطوط محور تاقدیس‌ها را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Syncline axes بسازید و در آن خطوط محور ناودیس‌ها را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Strike and Dip بسازید و در آن شیب و امتداد‌های موجود در نقشه را رسم کنید.

- لایه ایی به نام Structural section بسازید و در آن برش های زمین شناسی را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Bedding بسازید و در آن خطوط لایه بندی های نمایش داده شده در نقشه را رسم کنید.
- لایه ایی به نام First class road بسازید و در آن جاده های درجه یک را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Second class road بسازید و در آن جاده های درجه دو را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Third class road بسازید و در آن جاده های درجه سه را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Animal track بسازید و در آن جاده های پیاده رو را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Railway بسازید و در آن خطوط راه آهن را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Escarpment بسازید و در آن پرتگاهها را رسم کنید.
- لایه ایی به نام River بسازید و در آن رودخانه های اصلی و فرعی را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Drainage بسازید و در آن آبراهه ها را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Qanat بسازید و در آن خطوط قنات را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Image بسازید و در آن تصویر نقشه زمین شناسی را جهت رقومی سازی قرار دهید.

(c) لایه های لازم برای عوارض نقطه ای

- لایه ایی به نام Mine in operation بسازید و در آن نقاط معادن فعال را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Abandoned mine بسازید و در آن نقاط معادن غیرفعال و متروک را رسم کنید.
- لایه ایی به نام Ore indication بسازید و در آن آثار و نشانه های معدنی را رسم کنید.

- لایه ایی به نام Fossil locality بسازید و در آن نقاط مربوط به محل گردآوری فسیل را رسم کنید.

- لایه ایی به نام Spring بسازید و در آن نقاط مربوط به چشمه‌ها را رسم کنید.

- لایه ایی به نام Elevation point بسازید و در آن نقاط ارتفاعی را رسم کنید.

❖ عوارض نقشه را در لایه‌های مربوط به خود رقمی نمایید.

❖ مختصات جغرافیایی منطقه را بر روی نقشه رقمی مشخص کنید. جهت ایجاد یکپارچگی هندسی و

به دلیل بزرگ مقیاس بودن نقشه‌ها از سیستم تصویر UTM و بیضوی WGS 84 استفاده شود.

❖ از عوارض پلی‌گونی در نرم افزار Arc Gis توپولوژی بسازید. این عوارض عبارتند از:

- لایه حد رنگی واحد‌های زمین‌شناسی-معدنی

- لژاند نقشه

- برش‌های زمین‌شناسی-معدنی

- هر عارضه پلی‌گونی دیگر موجود در نقشه

نکته ۱: در صورت موجود بودن عوارض دیگر (پلی‌گون، خطی و یا نقطه‌ای) در نقشه که لایه آن تعریف

نشده باشد، لایه ای با نام آن عارضه ایجاد و عوارض را در آن رسم کنید.

نکته ۲: جهت رقمی‌سازی ابتدا باید کلیه گسله‌ها در لایه‌های مربوطه رسم شود سپس حد رنگی واحدها

رسم شده و در مناطقی که مرز واحدها گسله است از گسل رسم شده استفاده شود و مرز گسله در لایه حد

واحدهای سنگی مجدداً رسم نشود.

نکته ۳: مختصات دادن به نقشه حتماً پس از اتمام رقمی‌سازی تمامی عوارض و فقط یک بار انجام شود.

۳-۵- تعریف فیلدهای اطلاعاتی

فیلدهای زیر را در پوشه‌های کاوريج (Coverage) نقشه زمین‌شناسی، لژاند و مقاطع زمین‌شناسی تعریف و اطلاعات مربوطه را وارد این جدول‌ها ایجاد کنید:

❖ فیلدی به نام **Geo_unit** بسازید. در این فیلد نام مختصر واحد زمین‌شناسی را مشابه لژاند نقشه بنویسید. فیلد از نوع string در نرم افزار Arcview و از نوع Text در نرم افزار ArcGis می‌باشد و تعداد کاراکتر مورد نیاز آن ۲۰ می‌باشد.

لازم به ذکر است در تایپ کد واحدهای سنگی بزرگ و کوچک بودن آنها دقیقاً به صورت موجود در لژاند رعایت شود. جهت کدگذاری سازندها نکات مربوط به دستورالعمل ۳-۲-۶ را رعایت کنید. در شناسه واحدهای که دارای زیر نویس یا بالا نویس میباشند اول قسمت پایین و بعد قسمت بالای شناسه با حروف کوچک تایپ شوند. نواحی مسکونی در این فیلد به نام Residential_area نوشته شوند.

❖ فیلدی به نام **Describe** بسازید. این فیلد همانند فیلد قبل است ولی تعداد کاراکتر مورد نیاز ۲۵۰ می‌باشد. در این فیلد توصیف واحد زمین‌شناسی را مشابه لژاند بنویسید. به نکات زیر توجه کنید:

- حروف اول توصیف بزرگ تایپ شود.
- اسم سازندها بزرگ تایپ شود.
- نام نواحی مسکونی در این فیلد تایپ شود.

❖ فیلدی به نام **Formation** بسازید. تعداد کاراکتر مورد نیاز این فیلد ۵۰ می‌باشد. در این فیلد اسم سازند زمین‌شناسی را با حروف بزرگ تایپ کنید.

❖ فیلدی به نام **Age_Era** بسازید. تعداد کاراکتر مورد نیاز این فیلد ۳۰ می‌باشد. دوران زمین‌شناسی مربوط به هر واحد به طور کامل در آن تایپ شود. حرف اول سن بزرگ تایپ شود. در صورت

وجود دو دوران حرف اول هر دوران بزرگ تایپ شود و بین آنها با خط تیره جدا شود (به طور

مثال Paleozoic-Mesozoic).

❖ فیلدی به نام **Age_period** بسازید. تعداد کاراکتر مورد نیاز این فیلد ۳۰ می باشد. دوره

زمین شناسی مربوط به هر واحد را به طور کامل در آن تایپ کنید. حرف اول سن بزرگ باشد و در

صورت وجود دو دوره حرف اول هر دوره بزرگ تایپ شود و بین آنها با خط تیره جدا شود (به

طور مثال Eocene-Oligocene).

۶- کتابنگاری

آدابی، محمد حسین و کریم پور، محمد حسن (۱۳۸۱). نامگذاری و طبقه بندی جامع سنگهای رسوبی، آذرین و دگرگونی جهت دانشجویان و پژوهشگران علوم زمینی و مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران.

استاندارد اطلاعات توپوگرافی رقومی-مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰، ۱۳۷۷، نگارش ۲/۳، جلد اول، کمیته استانداردهای اطلاعات توپوگرافی رقومی، سازمان نقشه برداری کشور.

استاندارد اطلاعات توپوگرافی رقومی-مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰، ۱۳۷۷، نگارش ۲/۳، جلد دوم، کمیته استانداردهای اطلاعات توپوگرافی رقومی، سازمان نقشه برداری کشور.

استاندارد اطلاعات توپوگرافی رقومی-مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰، ۱۳۷۷، نگارش ۲/۳، جلد سوم، کمیته استانداردهای اطلاعات توپوگرافی رقومی، سازمان نقشه برداری کشور.

استاندارد اطلاعات توپوگرافی رقومی-مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰، ۱۳۷۷، نگارش ۲/۳، جلد چهارم، کمیته استانداردهای اطلاعات توپوگرافی رقومی، سازمان نقشه برداری کشور.

آسیابانها، عباس (۱۳۷۴). بررسی میکروسکوپی سنگهای آذرین و دگرگونی، مولف: دیوید شلی، انتشارات دانشگاه امام خمینی.

آرنوف، ا.، ۱۳۷۵، سیستم های اطلاعات جغرافیایی (ترجمه مدیریت سیستم های اطلاعات جغرافیایی سازمان نقشه برداری کشور)، انتشارات سازمان نقشه برداری کشور.

درویش زاده، علی و آسیابانها، عباس (۱۳۷۰). ماگماها و سنگهای ماگمایی مبانی پترولوژی آذرین، مولف: اریک ا. ک. میل موس، انتشارات دانشگاه تهران.

دستورالعمل های تپ نقشه برداری، دستورالعمل های تهیه نقشه در مقیاس های ۱:۱۰۰ تا ۱:۱۰۰،۰۰۰، ۱۳۷۱، نشریه شماره ۲-۱۱۹، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه.

دستورالعمل‌های تپ نقشه‌برداری، دستورالعمل‌های تهیه نقشه در مقیاس‌های ۱:۲۰,۰۰۰ تا ۱:۱۰,۰۰۰، ۱۳۷۱،

نشریه شماره ۳-۱۱۹، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه.

سپاهی گرو، علی اصغر (۱۳۷۹). رده بندی و نامگذاری سنگها (آذرین، دگرگونی و رسوبی)، انتشارات نور

علم.

سرابی، فریدون. ایران پناه، اسد و زرعیان، سیروس (۱۳۶۸). سنگ شناسی جلد ۱ و ۲، انتشارات دانشگاه تهران.

موسوی حرمی، رضا و محبوبی اسداله (۱۳۷۰). سنگ شناسی رسوبی، انتشارات آستان قدس رضوی.

موسوی حرمی، رضا (۱۳۶۷). رسوب شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی.

هوشمند زاده، عبدالرحیم (۱۳۷۱). پتروژنز سنگهای دگرگونه، مولف: هلموت گ. ف. وینکلر، انتشارات دانشگاه

شیراز.

Bordaric, B., Journeay, M., Tulwar, S. and Boisvert, E. (1999). Cordlink Digital library, Geological Map Data Model Version 5.2, 28P.

Cox, K.G. Bell, J.D. and Pankhurst, R.J. (1979) The Interpretation of Igneous Rocks, Allen and Unwin, London. 450pp.

Folk, R.L. (1962) Spectral subdivision of limestone types. In: Classification of Carbonate Rocks (Ed. By W.E. Ham), pp. 62-84. □□□. □□. □□□. □□□□□□.

Geol. 1.

Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W. and Streckeisen, R. et al. (1986) A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. J. Pet., 27, 754-50.

Le Maitre, R.W. (ed.) (1989) A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms, Blackwell, Oxford. 193pp.

- Middlemost, E. A. K. (1972) A simple classification of
Pettijohn, F. J. (1975) Sedimentary Rocks, Harper & Row. New York, 628pp.
Pettijohn, F. J., Potter, P. E. & Siever, R. (1987) Sand and sandstone.
Springer-Verlag, New York, 553pp.
- Schmid, R. (1981) Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic
deposits and fragments: recommendations and suggestions of the
IUGS Subcommittee on the systematics of Igneous Rocks. *Geology*
9, 41-5.
- Shelley, D. (1993) Igneous and metamorphic rocks under the microscope
, Chapman & Hall, 445pp.
- Streckeisen, A. (1974) Classification and nomenclature of plutonic rocks,
Geol. Rundsch., 63(2), 773-86.
- Streckeisen, A. (1979) Classification and nomenclature of volcanic rocks,
lamprophyres, carbonatites, and melilitic rocks: recommendations and
suggestions of the IUGS Subcommittee on the systematics of
Igneous Rocks. *Geology* 7, 331-5.
- Tucker, M.E., 1991, Sedimentary petrology: An introduction: Blackwell
Scientific Publ., London. 252 P.
- Winker, Helmut G. F. (1967) Petrogenesis of metamorphic rocks, Springer-
Verlag. New York, 334pp.
- Woolley, A.R. and Kempe, D.R.C. (1989) Carbonatites: nomenclature, average
chemical compositions, and elemental distribution. In
Carbonatites: Genesis and Evolution (ed. K. Bell), Unwin Hyman,
London, pp. 1-14.

برای هر یک از دست‌اوردها یک مرجع جهت راهنمای مطالعات ارائه شود.

- ۱- پیش‌نوشتار ۱
- ۳- مراحل تهیه نقشه زمین‌شناسی ناحیه‌ای ۱:۲۵,۰۰۰ ۳
- ۳-۱- گردآوری اطلاعات پایه، پردازش اولیه و برنامه‌ریزی ۶
- ۳-۱-۱- گردآوری اطلاعات پایه ۶
- ۳-۱-۲- ساماندهی و پردازش اولیه مدارک پایه ۷
- ۳-۱-۴- برنامه‌ریزی و انتخاب گروه کارشناسی ۱۵
- ۳-۱-۵- تهیه گزارش مقدماتی ۱۶
- ۳-۲- عملیات صحرائی ۱۷
- ۳-۲-۱- روش برداشتهای زمین‌شناسی در صحرا ۱۷
- ۳-۲-۲- گذرهای پیمایش و تعداد نقاط اطلاعاتی ۱۸
- ۳-۲-۳- شیوه مطالعه واحدهای سنگی و رسوبی در صحرا ۲۱
- ۳-۲-۴- روش برداشت عوارض زمین‌شناسی ساختمانی در صحرا ۳۶
- ۳-۲-۵- گزارش پایان عملیات صحرائی ۳۹
- ۳-۳- نمونه‌برداری و مطالعات آزمایشگاهی: ۳۹
- ۳-۳-۱- روشهای مطالعه آزمایشگاهی و تعداد نمونه ۳۹
- ۳-۳-۲- دستورالعمل نمونه‌برداری از واحدهای سنگی، رسوبات منفصل و مواد معدنی ۴۰
- ۳-۳-۴- شماره گذاری نمونه‌ها ۴۴
- ۳-۳-۵- انتخاب روش مطالعات آزمایشگاهی ۴۵
- ۳-۳-۶- گزارش مطالعات آزمایشگاهی ۴۷
- ۴- تهیه نقشه و گزارش زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ ۴۸

- ۴-۱-۴-۱-۱-۴۸ نقشه تهیه اجزای نقشه زمین شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ و شیوه جانمایی آنها.....
- ۴-۱-۴-۱-۱-۴۹ گستره نقشه.....
- ۴-۱-۴-۱-۲-۵۲ راهنمای واحدهای سنگی نقشه یا لژاند.....
- ۴-۱-۴-۱-۲-۱-۵۲ واحدهای سنگی با سن مشخص.....
- ۴-۱-۴-۱-۲-۲-۵۳ واحد سنگی با سن نامشخص.....
- ۴-۱-۴-۱-۲-۳-۵۳ واحدهای سنگی فاقد رخنمون در سطح نقشه.....
- ۴-۱-۴-۱-۲-۴-۵۵ لژاند پهنه‌های ساختاری مختلف.....
- ۴-۱-۴-۱-۲-۵-۵۵ نام گذاری و کد گذاری واحدهای سنگی.....
- ۴-۱-۴-۱-۳-۵۸ برش های زمین شناسی.....
- ۴-۱-۴-۱-۴-۶۰ نشانه‌های عمومی (زمین شناسی و غیرزمین شناسی).....
- ۴-۱-۴-۱-۵-۶۱ نام نقشه، مقیاس و شکل‌های راهنما.....
- ۴-۲-۴-۱-۶۲ روش تهیه گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۲۵,۰۰۰.....
- ۴-۲-۴-۱-۶۲ مشخصات روی جلد گزارش.....
- ۴-۲-۴-۲-۶۲ چکیده.....
- ۴-۲-۴-۳-۶۲ مقدمه (پیش نوشتار).....
- ۴-۲-۴-۴-۶۳ جغرافیا.....
- ۴-۲-۴-۵-۶۳ ریخت شناسی (geomorphology).....
- ۴-۲-۴-۶-۶۳ زمین شناسی.....
- ۴-۲-۴-۷-۶۶ زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک.....
- ۴-۲-۴-۸-۶۷ زمین شناسی اقتصادی.....

۶۷ کتابنگاری ۴-۲-۹
۶۸ آماده‌سازی و ارائه اطلاعات
۶۸ ۵-۱- مدلهای داده‌های نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰
۷۱ ۵-۱- ایجاد ساختار رقومی
۷۴ ۵-۲- رقومی نمودن نقشه و ساماندهی اطلاعات
۷۸ ۵-۳- تعریف فیلهای اطلاعاتی
۸۰ کتابنگاری