

کاربرد ژئومورفولوژی در نقشه برداری

سعید خدائیان ، دانشگاه شهید بهشتی

امروزه علوم مختلف با یکدیگر مرتبط بوده و لازم و ملزوم هم هستند ، به طوری که اگر بخواهیم دانشی را بررسی و تحقیق کنیم باید ارتباط آن را با دانشهای نزدیک و مشابه نیز مورد توجه قرار دهیم ، از این نقطه نظر در بررسی دانش " نقشه برداری " لازم است که ارتباط این علم را با دانشهایی دیگر از جمله : جغرافیا ، زمین شناسی ، ریاضی ، فیزیک و نجوم نیز مطالعه کنیم .

با توجه به این اصل هدف از ارائه این مقاله ، بیان همبستگی و پیوند بین ژئومورفولوژی و نقشه برداری و کاربرد متقابل آنهاست .

مقدمتاً^۱ ضروری به نظر می رسد که درباره ژئومورفولوژی که علمی جدید و نوپا بوده و به ویژه در کشور ما بسیار ناشناخته است ، به اختصار مطالبی گفته شود .

ژئومورفولوژی واژه‌ای است یونانی که از سه حرف *Geo* به معنی زمین ، *Morpho* به معنی شکل و *Logos* به معنی شناسایی ترکیب شده است . به این ترتیب باید دانست که در این علم اشکال مختلف سطح زمین مورد بررسی قرار می گیرد . این علم از زمانهای دور به وسیله جغرافیدانان یونانی بدون آن که عنوان مشخصی داشته باشد شناخته شده بود که بعدها در دوره رنسانس لئوناردو داوینچی^۱ و برنارد پالیسی^۲ در گسترش آن کوشیدند . خلاصه آن که پژوهشهای علمی ژئومورفولوژی در اواخر قرن هیجدهم و آغاز و کاربرد آن در اوایل قرن نوزدهم از طرف مهندسان هیدرولیک که مأمور ایجاد کانالهای آبی بودند و همچنین ژئومورفولوژی دینامیک در تنظیم طرحهای ایمنی و حفاظت راهها از طرف مهندسان عمران ناحیه‌های مورد توجه قرار گرفت . مطالعات پراکنده‌ای که بعدها دانشمندان در این علم کردند به وسیله پروفیسور ویلیام موریس دیویس^۳ تثبیت

معروف ، تکمیل گردید و با ارائه تئوری سیکل فرسایش^۴ ژئومورفولوژی وارد مرحله جدیدی شد .

دیویس که در حدود سال ۱۸۹۰ تئوری خود را عنوان کرد به تجزیه و تحلیل کیفی عوارض سطح زمین پرداخت ، اغلب ژئومورفولوگهای بعدی نظریه دیویس را دنبال کردند . برای چندین دهه طبقه بندی و توصیف اشکال سطح زمین به صورت سنتی و کلاسیک و بدون معیارهای کمی انجام می شد . اما در حال حاضر تئوری دیویس مورد انتقاد قرار گرفته و ژئومورفولوژی با استفاده از روشهای علمی در مسیری جدید قدم گذاشته است . امروزه میدان عمل ژئومورفولوژی همانند تمام زمینه‌های جغرافیا دگرگون شده و تغییر یافته است ، اکنون تحلیل کمی مسائل با استفاده از روشهای آماری ریاضی به صورت امری مادی در ژئومورفولوژی جلوه گر شده و محققین در جستجوی آن هستند تا ارتباطی را که آنها مشاهده می کنند به شکل مدلهای ریاضی بیان نمایند و اشکال نا هموارها را با توجه به مطالعات آماری بررسی کنند . در حال حاضر ژئومورفولوژی به مثابه یکی از شاخه های جغرافیای طبیعی و در ارتباط بسیار نزدیک با علم زمین شناسی مطرح می باشد . در ژئومورفولوژی از تخریب عوارض روی زمین توسط عناصر اقلیمی و فرسایش و اشکال ناشی از آن بحث می گردد و روش مطالعه آن مبتنی بر مشاهده و تجربه است . هر ژئومورفولوگ در ابتدا به مطالعه و مشاهده مستقیم بر روی زمین می پردازد و در این کار از نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی و همچنین عکسهای هوایی و اخیراً " عکسهای ماهواره ای استفاده می کند و در این مطالعه و بررسی تمام اشکال روی زمین و خصوصیات ظاهری و ساختمانی و نا هموارها و نیز جنس سنگها را ثبت و یادداشت کرده و از انواع آنها نمونه برداری می کند و بعداً " نتیجه " کار را از آزمایشگاه دریافت می نماید .

ژئومورفولوگ بعد از مشاهده نتایج آزمایشگاهی به تفسیر و توضیح پستی و بلندیهای زمین و عوارض سطحی می پردازد و سعی می کند عواملی را که باعث ایجاد وضع توپوگرافی شده اند بیان نماید .

ژئومورفولوژی شامل سه بخش عمده " ژئومورفولوژی قاره ها ، ژئومورفولوژی سواحل و ژئومورفولوژی دریاهاست که هر کدام خود موضوع وسیعی هستند .

تهیه و ترسیم نقشه های ژئومورفولوژی در تکامل و پیشرفت این دانش بسیار موثر بوده و امروزه نقشه های ژئومورفولوژی نقش مهمی در بسیاری از طرحهای عمرانی و پژوهشی به عهده دارند . این نقشه ها سطح زمین را به طور دقیق نمایش می دهند و عواملی را که در گذشته و حال در تکامل نا هموارها دخالت داشته اند مشخص می کنند . نقشه های ژئومورفولوژی شکل ظاهری^۵ ، ابعاد و میزان شیب^۶ ، منشأ^۷ ، و سن^۸ عوارض روی زمین را در اختیار می گذارند . تهیه این نقشه ها با مشاهده بر روی زمین و بر اساس نقشه های توپوگرافی مینا و بر روی زمینهای که نا همواری و شبکه آنها را نشان می دهد ، انجام می گیرد و در آنها عناصر توپوگرافی طوری ترسیم می گردند که خصوصیات ظاهری را بیان نمایند . در نقشه های فوق پدیده های مختلف مورفولوژی با علائم اختصاری نمایش داده می شوند و برای

تهیه آنها از نقشه‌های زمین‌شناسی و عکسهای هوایی نیز استفاده می‌گردد. نقشه‌های ژئومورفولوژی امروزه در خاکشناسی، حفاظت مراتع، آب‌میزداری، کشاورزی، حفاظت مناطق مسکونی، کنترل سیلابها، مقابله با فرسایش، محیط‌زیست، آشناسی و سایر طرحهای عمرانی و پژوهشی کاربرد فراوان دارند.

با توجه به مطالبی که گفته شد ارتباط ژئومورفولوژی با نقشه برداری را به روشنی می‌توان دریافت. همان طور که می‌دانیم نقشه عبارت است از تصویر قلم تمام یا قسمتی از سطح کره زمین (موازی روی زمین) بر روی سطح مستوی (معمولا سطح کاغذ) با رعایت یک سلسله قراردادها. در این مورد باید گفت که نقشه خوب نقشه‌ای است که وضع و حالات نقاط روی آن شبیه به وضع و حالات همان نقاط بر روی زمین باشد.

با نگاهی به نقشه‌های توپوگرافی با اشکال و علائمی مانند خط الرأس، خط القعر، خط تغییر شیب، دامنه، گردنه، پرتگاه، گودال، پشته، باطلای و مواردی نظیر اینها زیاد برمی‌خوریم که هر کدام موازی سطح زمین هستند که در شرایط مختلف اقلیمی، ساختمانی و زمین‌شناسی شکل گرفته‌اند. بنابراین برای شخص نقشه بردار که در کلیه شاخه‌های این علم فعالیت دارد، شناخت مورفولوژی زمینی که از آن نقشه تهیه می‌کند و آگاهی از نحوه پیدایش و تحول و تکامل آنها، می‌تواند او را در تصویر نمودن هرچه بهتر طبیعت و پیداده کردن پدیده‌ها بر روی صفحه کاغذ و تفسیر موازی سطح زمین راهنمایی و کمک کند. در واقع ژئومورفولوژی برای نقشه بردار به منزله ابزار مجسمه‌سازی است که می‌تواند به وسیله آن پستی و بلندیهای زمین را به خوبی نشان دهد. شناخت پدیده‌های سطح زمین برای کارتوگراف ضروری است. او باید آنچه را که مشاهده می‌کند در ترسیم نقشه توجیه نماید و برای آنکه نقشه‌اش رسا و گویا باشد، لازم است که به نحوی با اصول و مبانی ژئومورفولوژی آشنا گردد.

متخصصین فتوگرامتری و دست‌اندرکاران عکسهای هوایی و اخیراً عکسهای ماهواره‌ای برای اینکه طبیعت را به خوبی درک کنند و زمین مورد نظر را شناسایی نمایند بهتر است از دانش ژئومورفولوژی بهره گیرند تا در ضمن مشاهده، موازی و اشکال حاصله در طبیعت را شناخته و بایکدیگر مقایسه کنند. ژئومورفولوژی سواحل و ژئومورفولوژی دریاها مخصوصاً در هیدروگرافی (آبنگاری) کاربرد فراوان دارند و امروزه برای تهیه یک نقشه از کف دریاچه، دریا و اقیانوس باید از توپوگرافی بستر کاملاً آگاهی داشت. نقشه‌های باتی متریک^۹ که توپوگرافی کف دریاها را به وسیله خطوط هم عمق نشان می‌دهند در امر کشتیرانی و اقتصاد دریایی اهمیت به سزایی پیدا کرده‌اند و در حال حاضر دست‌اندرکاران تهیه اینگونه نقشه‌ها همگام با ژئومورفولوگها جهت‌گیری جدیدی به این موضوع داده‌اند. بنابراین امروزه ژئومورفولوژی بیش از هر علمی از علوم زمین پیوندی نزدیک با شاخه‌های مختلف دانش نقشه‌برداری پیدا کرده است.

بدون تردید همان‌طور که ژئومورفولوژی در نقشه‌برداری کاربرد

رد متقابل^{۱۰} نیز از این علم بهره می‌گیرد که اینک بهیچ‌نشیانی یادی که در ژئومورفولوژی حاصل شده مدبرین نقشه برداری است. شاید بیان این موضوع جانب توجه باشد که در بعضی موارد در مورد پرسشها و ابهاماتی که مدت‌ها از طرف ژئومورفولوگها و زمین‌شناسان مطرح بود قدم اول به وسیله نقشه برداران برداشته شد. سؤالاتی مانند: "کوههای بزرگی چون آلپ و هیمالیا چگونه بوجود آمده‌اند؟"، "آیا کوهها فقط موازی سطحی زمین‌اند یا آن‌که ساختمان داخلی زمین را منعکس می‌کنند؟"، "آیا نواحی کوهستانی همواره بصورت کوهستان بوده‌اند؟" و "آیا زمین زیر کوهها با زمین زیر نواحی سطح یا اقیانوسها تفاوت دارد؟" پرسشهایی بودند که همیشه دانشمندان جغرافیا و زمین‌شناسان را به خود مشغول کرده بود ولی پاسخی برای آنها نمی‌یافتند. اما نقشه برداران به شکلی دور از انتظار اولین قدم را در حل معما برداشتند. آنها در حین نقشه برداری با تفودولیت متوجه شدند که شاقول در دشت به طور قلم قرار می‌گیرد ولی وقتی نقشه برداری در محلی نزدیک کوه انجام می‌شود شاقول از حالت قائم انحراف حاصل می‌کند. نقشه برداران در گذشته خود به این مسئله واقف بودند و با اندازه‌گیری حجم کوه و ضرب کردن آن در وزن مخصوص سنگهای آن، وزن کوه را به دست می‌آوردند و از روی آن مقدار انحراف شاقول را از خط قائم (اگرچه مقدار بسیار ناچیزی بود) اندازه می‌گرفتند. بعدها پیربوهگ^{۱۱} نقشه بردار فرانسوی از یک ستاره ثابت به عنوان مبنای استفاده کرد و به محاسبه مقدار زاویه انحراف^{۱۲} پرداخت. کار او و اقدامات نقشه برداران مورد توجه بسیار قرار گرفت و باعث شد که دانشمندان فرضیه‌هایی را برای توجیه این مسئله عنوان کنند و روز به روز واقعیتهای بیشتری در این مورد کشف نمایند. آنها دریافتند که وزن مخصوص سنگهای زیر کوه به مراتب کمتر از وزن مخصوص سنگهای زیر دشتهاست و از همین جا بود که دانشمندان به واقعیتهای دیگری مانند قانون تعادل ایزوستازی^{۱۳} دست یافتند.

به طور کلی می‌توان گفت که امروزه پژوهش و تحقیق درباره پدیده‌های سطح زمین و توضیح و تفسیر اشکال آن بدون نقشه و عکس هوایی تقریباً امکان ندارد. نقشه یکی از ابزار اصلی و ضروری مطالعات ژئومورفولوژی است. زیرا ژئومورفولوگها به کمک نقشه با توجه به وسعت دید و گستردگی منظری که نشان می‌دهد، می‌توانند ارتباط بین پدیده‌های مختلف زمین را در یک ناحیه مورد مطالعه دریابند. بنابراین باید گفت که ژئومورفولوژی در مراحل مختلف تهیه نقشه دخالت داشته و خود نیز عمده‌ترین استفاده‌کننده آن است.

اکنون که ارتباط نزدیک و اثرات متقابل ژئومورفولوژی و نقشه برداری را با یکدیگر دریافته‌ایم، سعی بر آن است تا در حد امکان درباره کاربرد ژئومورفولوژی در نقشه برداری به جزئیات بیشتری پرداخته و موارد استفاده از آن در شاخه‌های مختلف این دانش و مراحل عملی آن در روی زمین تا آنجا که به تصور آید توضیح

داده شود. بدین منظور همان طور که در مورد شناخت ژئومورفولوژی سخنی مختصر به میان آمد در اینجا نیز به طور خلاصه ابتدا به شرح مراحل تهیه نقشه و فعالیت‌های مختلف نقشه برداری و اهداف آن و همچنین ضرورت و اهمیت نقش سازنده آن به عنوان اساس تحولات در زمینه‌های مختلف علمی، فنی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و نظامی پرداخته و سپس در هر جا که لازم باشد اهمیت شناخت مورفولوژی زمین و توجه نقشه بردار و دست اندرکار تهیه نقشه به آن مطرح می‌گردد.

به طور کلی نقشه با سه روش تهیه می‌گردد:

- ۱- برداشت مستقیم زمینی،
- ۲- تبدیل از عکسهای هوایی،
- ۳- تالیفی.

۱- تهیه نقشه به روش مستقیم زمینی برای مناطق کوچک و محدود با مقیاس بزرگ مناسب است. در این روش اکیپ‌های ازمایی مجهز به وسایل نقشه برداری پدیده‌های موجود در روی زمین را مستقیماً بر روی برگ کاغذ منتقل می‌کنند.

۲- تهیه نقشه با استفاده از عکسهای هوایی امروزه متداولترین، سریعترین و با صرفه‌ترین طریقه است. این روش محدودیتی از نظر مقیاس ندارد و می‌توان از مناطق وسیعی که عملاً به روش مستقیم زمینی با دشواری همراه است و امکانات زیادی می‌طلبد به تهیه نقشه پرداخت. طریقه فوق خود شامل مراحل مختلفی است که شرح آنها از این مقال خارج می‌باشد.

۳- در روش تالیفی از روی نقشه‌های موجود به مقیاس کوچکتر نقشه دیگری تهیه می‌گردد.

باید توجه داشت که در دو روش مستقیم زمینی و تبدیل عکسهای هوایی باید نقاط بسیار دقیقی به نام نقاط کنترل^{۱۳} را در منطقه مشخص و اندازه‌گیری نمود. لازم به تذکر است که اخیراً با استفاده از عکسهای ماهواره‌ای پیشرفته‌هایی در زمینه تهیه نقشه انجام گرفته است.

برای اینکه بتوان کاربرد ژئومورفولوژی را در نقشه برداری بهتر نشان داد و توضیح مطالب در این رابطه آسانتر گردد، در اینجا فعالیت‌های نقشه برداری را با توجه به هدفی که دنبال می‌کنند به دو بخش عمده نقشه برداری در جهت تهیه نقشه‌های بزرگ مقیاس یا به اصطلاح موردی یا موضعی و نقشه برداری در جهت تهیه نقشه‌های کوچک مقیاس یا به اصطلاح بنیادی یا مبنایی تقسیم شده است^{۱۴}. البته باید گفت که اغلب فعالیت‌هایی که مشمول این دو بخش می‌گردند مانند ژئودزی، گراویمتری^{۱۵}، فتوگرامتری، هیدروگرافی، کارتوگرافی و غیره هر کدام خود موضوع بحثی مفصل و جداگانه‌ای بوده و شاخه‌های مختلف دانش نقشه برداری را تشکیل می‌دهند.

بیشتر فعالیت‌های نقشه برداری در تهیه نقشه‌های موردی و بزرگ مقیاس برای طرح‌های عمرانی انجام می‌گیرد. این طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی شامل راه‌سازی، خطوط انتقال نیرو، آبیاری و

زهکشی، شهرسازی، ایجاد قطب‌های صنعتی و کشاورزی، آبخیزداری، سدسازی، بهره‌برداری از معادن، گازرسانی، راه آهن و نظایر آنها می‌باشد. فعالیت‌های این بخش شامل مکتوبرداری، تهیه نقشه باروش فتوگرامتری با برداشت مستقیم زمینی از مناطق و مسیرهای مختلف و برخی فعالیت‌های دیگر است. تهیه نقشه‌های کاداستر^{۱۶} (ثبت املاک) را به علت اهمیت آنها اگرچه می‌توان جزو فعالیت‌های بنیادی نقشه برداری به حساب آورد. اما به دلیل داشتن مقیاس بزرگ در اینجا می‌توان از آنها نام برد. نقشه‌های کاداستر به منظور مشخص کردن حدود مساحت املاک، باغات، خانه‌ها، مزارع کشاورزی و سایر طرح‌های عمرانی تهیه می‌گردند. در بخش موردی شناخت توپوگرافی به نقشه بردار در ارائه بهتر تصویر زمین کمک زیادی می‌کند. زیرا عامل توپوگرافی می‌تواند در تمام فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی انسان نقش مهمی داشته باشد و لذا آن را باید به شکل صحیح و مطلوب بر روی نقشه نشان داد. شناسایی محیط طبیعی مانند مورفولوژی انواع دره‌ها، دامنه‌ها، شیب طبقاتی، تاق‌پس و ناودیسها، سطح اساس، حوضه آبریز و خلاصه اشکال ساختمانی زمین می‌توانند در تهیه نقشه‌های متناسب با طرح‌های عمرانی بسیار مؤثر باشد. اما کاربرد ژئومورفولوژی در امور بنیادی نقشه برداری و به ویژه در شناسایی و ساختمان نقاط ژئودزی و ترازبایی دقیق تجمعی پیدا می‌کند. اکنون لازم است فعالیت‌های نقشه برداری بنیادی را بدانیم.

نقشه برداری بنیادی شامل فعالیت‌هایی از قبیل ژئودزی و نجوم و ترازبایی دقیق و گراویمتری است. که این فعالیت‌ها با یکدیگر نقاط کنترل مورد نیاز نقشه‌های پوششی سراسری کشور را فراهم می‌سازند و همچنین مرصه^{۱۷} وسیعی را برای مطالعه و تحقیق در زمینه‌های گوناگون ایجاد می‌کنند. نقشه‌های پوششی، اغلب کوچک مقیاس و متوسط مقیاس بوده و می‌توانند تأمین کننده بخش مهمی از فعالیت‌های نقشه برداری موردی باشند و در این راستا قادر خواهند بود از اتلاف وقت و هز رفتن نیروهای متخصص و ابزار فنی مورد نیاز و بودجه مالی و همچنین دوباره‌کاریها معانعت به عمل آورند. تعیین شکل و اندازه زمین و مطالعه در حرکات پوسته خارجی آن، تعیین شکل ژئوئید^{۱۸}، مطالعات اقتصادی و اجتماعی، پژوهشهای مربوط به کشاورزی، جنگلداری، معادن، تحقیقات زمین شناسی، خاکشناسی و موضوعات متنوع دیگر از اهداف پژوهشی نقشه‌های پوششی می‌باشند. اکنون به روشنی معلوم است که نقشه‌های پوششی را می‌توان سرمایه ملی و بیانگر درجه رشد اقتصادی و اعتدال یک کشور به حساب آورد. به همین دلیل برای تهیه این نقشه‌ها باید برنامه‌ریزی دقیق و از پیش حساب شده‌ای داشت و با تدارکات و تجهیزات فنی کافی و متخصصین ماهر به این امر عظیم همت گماشت و برای رسیدن به مقصود از تمامی کسانی که به نحوی می‌توانند در این زمینه مؤثر و مفید باشند استفاده کرد. ناگفته نماند که هیدروگرافی (آبنگاری) نیز از جمله فعالیت‌های مربوط به نقشه برداری

بنیادی است. اینک به شرح مختصر هریک از فعالیت‌های این بخش پرداخته و سپس درجای خود نقش ژئومورفولوژی به طور خلاصه ذکر می‌گردد.

ژئودزی عبارت است از تعیین تعدادی از نقاط با مختصات معلوم، در یک سیستم بی‌شوی برای ایجاد شبکه ژئودتیک یک سرزمین. به زبان ساده‌تر ژئودزی عبارت است از تعیین شکل و ابعاد زمین. هدف شبکه ژئودزی در واقع ایجاد اسکلت و استخوان‌بندی جهت نقشه‌های عمومی یک کشور و اساس کلیه خدمات نقشه‌برداری به منظور تسریع در کار و صرفه‌جویی در وقت و هزینه مالی است. نقاط ژئودزی با علاقم بتنی و ملائم مخصوص دیگر بر روی زمین مشخص می‌گردند و برحسب دقت به درجاتی تقسیم می‌شوند که البته منظور ما ژئودزی درجه ۱ است. جهت کنترل شبکه ژئودزی، مختصات جغرافیایی تعدادی از این نقاط به نام نقاط نجومی تعیین می‌گردد که خود موضوع مورد بحث نجوم موضعی است و از حوصله مطلب ما خارج می‌باشد. در ژئودزی درجه ۱، از جمله فعالیت‌هایی که برای ایجاد شبکه ژئودزی بر روی زمین صورت می‌گیرد به ترتیب می‌توان از شناسایی، ساختمان و بازسازی و مشاهدات و قرائت نقاط نام برد.

در مرحله شناسایی هدف انتخاب محل مناسب جهت تثبیت نقاط شبکه ژئودزیست. به طوری که این نقاط نسبت به هم دید داشته و از طریق گارتهای شناسایی با کروکی در هنگام نیاز به آنها دسترسی باشد. هر نقطه ژئودزی را یک ایستگاه یا پنج مارک 1A (BM) یا ربر اصلی 1A می‌گویند و برای هر ایستگاه حداقل سه رفرائس مارک 20 (RM) یا ربر فرعی باید انتخاب کرد. رفرائس مارکها نقاط کتبی هستند که ما را در یافتن دقیق محل ایستگاه هم در حالت مادی و هم هنگامی که ایستگاه به عللی خراب شده باشد، راهنمایی می‌کنند. در مرحله ساختمان ربرهای اصلی و فرعی با علائم بتنی و یا ملائم مخصوص دیگر بر روی زمین کار گذاشته می‌شوند. بازسازی ربرهایی که در گذشته تثبیت شده‌اند و امروزه به هر دلیلی صدمه دیده و یا نابود گردیده‌اند در مرحله ساختمان انجام می‌گیرد.

مرحله مشاهدات و قرائت شامل اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم و اندازه‌گیری طول بعضی از اضلاع شبکه ژئودزی و سایر مسائل مربوط به آن است. باید دانست که مراحل شناسایی، ساختمان و قرائت هر کدام روش کار و دستورالعمل 21 مخصوص به خود را دارند. نقاط ژئودزی معمولاً در مرتفع‌ترین نقطه یک منطقه کار گذاشته می‌شوند و بنابراین اندازه این ارتفاعات در مناطق مختلف متفاوت است. ناگفته نماند که ژئودزی در نواحی مسطح و بدون عارضه هم انجام می‌گیرد که این کار هزینه و وقت زیادی را شامل می‌شود.

در هریک از مراحل سه گانه ژئودزی شناخت توپوگرافی زمین برای نقشه‌برداران الزامی است ولی کاربرد ژئومورفولوژی در شناسایی و ساختمان نقاط ژئودزی بیشتر آشکار می‌گردد. چنانچه گفته شد نقاط ژئودزی بسیار اهمیت دارند و می‌توانند جزو سرمایه ملی و

فرهنگی یک کشور به حساب آیند، بنابراین یک‌شناسایی خوب جهت استقرار و حفاظت این نقاط نتایج مثبت و ارزنده‌ای در بر خواهد داشت. به هر صورت انتخاب نقاط باید طوری باشد که از فرسایش و تخریب به طوری دورمان باشند. موضوع فرسایش در ژئومورفولوژی یکی از مباحث اساسی و اصلی این علم را تشکیل می‌دهد. اگر نقشه‌بردار در موقع تعیین نقاط ژئودزی قوانین فرسایش و مراحل تخریب، حمل و رسوبگذاری را بدانند و به هوازنگی و انواع و علل آن آشنا باشد، مولعیت نقطه تثبیت شده مطلوبتر و بهتر خواهد بود.

آگاهی از اشکال مختلف چاه‌های ذرات یا سنگها بر روی دامنه‌ها مانند ریزش، غزش، لغزش، سولیفلوکسیون (جریان گل)، ریزش بهمین‌ها، و همچنین شرایط مؤثر در حرکت سنگها در حفظ و نگهداری این نقاط مؤثر است. اشکال ژئومورفولوژی دامنه‌های ماسه‌ای و دامنه‌های رسی و تپايز و تشخیص آنها، شکل‌بندی سنگهای متبلور و خصوصیات آنها یک کارستیک در رابطه با نقش ژئومورفولوژی اقلیمی مسائلی هستند که توجه به آنها در مرحله شناسایی ضروری است. تثبیت ایستگاههای ژئودزی بر روی کوههای آهکی، به ویژه در مپهن ما که بر پهنه وسیعی از آن انواع کلاسیک تشکیلات کارستیک وجود دارد در خور توجه است. زیرا آب به آسانی در طبقات آهکی به علت داشتن شکافها و درزهای کوچک نفوذ می‌کند و این نواحی به علت قابلیت انحلالشان به سرعت فرسوده و خورده می‌شوند. عمل انحلال در سنگهای نمکی و گچی شدیداً مؤثر است. آگاهی از ماهیت سنگها از لحاظ اشکال توپوگرافیک ایجاد شده و طبقه‌بندی و نحوه استقرار آنها، راهنمای خوبی برای نصب علائم نقاط ژئودزی است. مناطقی که در مسیر خطر زلزله است باید چاه‌هایی سنگها را در نظر گرفت. همچنین در مکانهایی که کانیهای تشکیل دهنده سنگهای آن باعث عدم دقت در مشاهدات و اندازه‌گیریها می‌شود مانند نواحی دارای سنگهای معدنی نظیر سنگ آهن، انتخاب نقاط باید با مطالعه و از روی حساب باشد. تخریب موضعی سنگها، نقش آبهای جاری، شکل‌بندی دامنه‌ها در اقلیم خشک و مرطوب و بسیاری از موضوعات دیگر ژئومورفولوژی را می‌توان در مرحله شناسایی و ساختمان و همچنین مشاهده و قرائت نقاط ژئودزی در نظر گرفت. یکی دیگر از فعالیت‌های نقشه برداری بنیادی، ترازبایی دقیق 22 و گزاهوچتری است. ترازبایی دقیق عبارت از تعیین ارتفاع تعدادی از نقاط از سطح ژئوئید و ایجاد شبکه ترازبایی دقیق، هدف شبکه ترازبایی ایجاد نقاط کنترل مورد نیاز نقشه‌های پوششی، مطالعه و بررسی تغییرات سطح دریا و ایجاد زمینه پژوهشی و علمی در مورد اندازه حرکات پوسته زمین در رابطه با مطالعات مربوط به علوم زمین مانند ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، خاکشناسی و علوم وابسته دیگر می‌باشد. نقاط ترازبایی با علائم بتنی بر روی زمین مشخص می‌گردند و معمولاً برحسب دقت به درجاتی تقسیم می‌گردند که در اینجا منظور

ترازیابی درجه ۱ (ترازیابی دقیق) است .

گروابتری یا ثقل‌سنجی یا گرانی‌سنجی عبارت است از اندازه‌گیری تغییرات ثقل در نقاط مختلف یک ناحیه . این اندازه‌گیریها می‌توانند مقدار جاذبه را برای تعیین شکل واقعی زمین مشخص نمایند . زیرا میزان ثقل در هر نقطه از سطح زمین در رابطه با ارتفاع ، عرض جغرافیایی ، اثر جزر و مد ، توپوگرافی محیط و پراکندگی وزن مخصوص سنگها تغییر می‌کند . بنابراین هدف گروابتری را اعمال تصحیحات ثقل بر روی شبکه ترازیابی دقیق جهت تعیین ژئوپید و تحقیقات علمی مربوط به آن و همچنین ایجاد شبکه گرانی‌سنجی است . شبکه ترازیابی دقیق اگر تصحیحات گرانی‌سنجی را نداشته باشد از اعتبار چندانی برخوردار نیست .

ایجاد شبکه ترازیابی درجه ۱ همانند ژئودزی مستلزم انجام مراحل شناسایی ، ساختمان و قرائت نقاط مورد نظر بر سطح زمین است . هر نقطه ترازیابی درجه ۱ را یک ایستگاه یا پنج مارک (BM) یا ریز اصلی می‌گویند و برای هر ایستگاه یک رفرانس مارک (RM) یا ریز فرعی انتخاب می‌گردد و مانند ژئودزی شناسنامه‌ای برای هر یک از ایستگاهها ترتیب داده شده و در آنها کلیه مشخصات ایستگاهها با کروکی ذکر می‌گردد . در مرحله ساختمان نیز نقاط BM و RM با علامت شبی و با توجه به روشی که معمول است بر روی زمین مشخص می‌گردند . در مرحله قرائت ، اختلاف ارتفاع بین نقاط با دقت زیاد و رعایت نکات فنی ضروری^{۲۲} اندازه‌گیری می‌شود . نقاط ترازیابی دقیق به جهت سهولت دسترسی به آنها و سایر مسائل فنی دیگر در مسیر جاده‌ها تثبیت می‌گردند .

نقاط ترازیابی دقیق مانند نقاط ژئودزی دارای اهمیت‌اند و برای حفاظت آنها دقت بسیار لازم است و باید طوری کار گذاشته شوند که از گزند عوامل طبیعی در امان باشند . به همین جهت بهتر است سیستم‌های فرسایش آب و هوایی که حاکم بر محیط طبیعی می‌باشند شناخته گردند . اگر مکان مورد نظر ما منطقه‌ای است با اقلیم خشک یا نیمه خشک ، برای حفاظت نقطه ترازیابی دقیق باید از چگونگی عمل آبهای هرز ، مکانیزم عمل سیل و تظاهر خاک در آنجا آگاه باشیم . زیرا یک مسیل کوچک و یا هرز آبی در شرایط جوی خاص می‌تواند باعث نابودی ایستگاه تثبیت شده گردد . در صورتی که ما بدانیم در نواحی بیابانی خزش و سولیفنوگسیون ظاهراً^{۲۳} نقشی ندارند و فرسایش آبهای جاری نیز چندان فعال نیست ، بلکه باد نقش غالب را دارد ، اینگونه اطلاعات مسلماً^{۲۴} در بهبود کار ما موثر خواهد بود . شناخت فرسایش بادی ، بادکندها ، رگها^{۲۴} ، پاردانگها ، تپه‌های ماسه‌ای ، برخانها و سایر اشکال تراکمی با دو منشأ و ملل و نحوه^{۲۵} جلوگیری آنها باعث می‌شود که نقطه مورد نظر ما در زیر خروارها ماسه مدفون نگردد . وقتی بدانیم که پوشش گیاهی چه تأثیری بر فرسایش دارد ؟ تخریب شیمیایی در مناطق جنگلی با اقلیم مرطوب چگونه است ؟ مکانیزم حرکت گل و ریزش واریزه‌ها در اینگونه مناطق چیست ؟ شیب توپوگرافیک چه تأثیری می‌گذارد ؟ یقیناً

می‌توانیم ایستگاه ترازیابی را در محل مطمئن‌تر و بهتری قرار دهیم استقرار نقاط ترازیابی دقیق در زمینهای ماسه‌ای ، بدلندها ، زمینهای کویری ، دشتهای سیلابی ، مناطق زلزله‌خیز ، گسل‌ها و سایر اشکال مورفولوژیک دیگر باید با مطالعه و دقت زیاد انجام گیرد ، ما در کلیه مراحل ترازیابی دقیق و گروابتری اگر مفاهیمی مانند نیروهای مؤثر در تغییرات زمین ، حرکات تکتونیکی ، جزر و مد ، تعادل ایزوستازی ، آنومالی ثقلی^{۲۵} ، سطح اساس و بسیاری از مفاهیم دیگر ژئومورفولوژی و علوم زمین را که با ترازیابی و گروابتری ارتباط دارند دریا بیم ، می‌توانیم هدف را توجیه کنیم . بنابراین ، توجه به این مطالب و مطالب دیگری که در مورد تشبیه نقاط ژئودزی قبلاً ذکر گردید ، در نحوه^{۲۶} صحیح استقرار نقاط ترازیابی دقیق می‌تواند بسیار مفید باشد .

از اهداف دیگر نقشه‌برداری بنیادی تهیه پوشش عکسی و نقشه‌های پوششی از کل کشور است . همان طوری که قبلاً^{۲۷} نوشته شد با استفاده از نقاط کنترلی که توسط شبکه‌های ژئودزی و نجوم و ترازیابی دقیق و گروابتری به دست می‌آید ، می‌توان با مقیاس مناسب از تمامی کشور عکسبرداری و نقشه‌های پوششی را به عنوان نقشه^{۲۸} مبنای تهیه کرد . تهیه نقشه‌های پوششی مستلزم عملیات ستادی و صحرائی و رعایت نکات فنی زیادی است که از جمله^{۲۹} این فعالیتها می‌توان طبقه بندی و بازنگری را ذکر کرد .

بعد از اینکه عکسهای پوششی با مقیاس مورد نظر تهیه گردید باید آنها را بر روی زمین گویا نمود تا پس از تکمیل اطلاعات و نامگذاری تبدیل به نقشه شده و مورد استفاده قرار بگیرد . در طبقه بندی ، نقشه‌بردار یا فرد طبقه‌بند ، تمامی عوارض روی زمین اعم از عوارض مصنوعی ساخت بشر یا پدیده‌های طبیعی را شناخته و تفکیک و نامگذاری می‌کند . طبقه‌بند بعضی از عوارض انسانی و طبیعی را با علائم مخصوص و استاندارد بر روی عکس نشان داده و برخی دیگر را نامگذاری می‌کند . طبقه‌بندی که مورفولوژی زمین را بداند و بتواند پدیده‌های موجود را مانند خط الرأس ، گردنه ، پشته ، خط القعر ، گودال ، آبریز ، بدلند ، برخان ، چشمه ، پرتگاه ، مسیل ، غار ، صخره ، مخروط افکنه ، کویر ، دماغه ، بیابان ، باتلاق ، حد ساحلی و بسیاری از اشکال توپوگرافیک را از یکدیگر تفکیک نماید ، مسلماً^{۳۰} نتایج کار او در نامگذاری و نمایاندن این عوارض بهتر و بیشتر خواهد بود . کما اینکه بسیاری از معایب و نقایص نقشه‌های توپوگرافی پوششی می‌تواند نتیجه^{۳۱} عدم آشنائی طبقه‌بند به مورفولوژی زمین مورد نظر باشد . به عنوان نمونه باید گفت که در نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ در برخی موارد شکل زمین و عوارض آن به طور علمی مشخص و نامگذاری شده است . در این نقشه‌ها گاهی به واژه^{۳۲} " زمینهای گسسته " برمی‌خوریم که از نظر ژئومورفولوژی مصطلح و شناخته شده نیست .

در بازنگری نقشه‌های تهیه شده و به هنگام کردن آنها در صورتی که شخص بازنگر مفاهیم و اصطلاحات ژئومورفولوژی را بداند

و با اشکال روی زمین آشنا باشد، می‌تواند اشتباهات اتفاقی را اصلاح کند و در نتیجه اطلاعات دقیقتری از منطقه به دست آورد.

هیدروگرافی یا آبتنگاری نیز، از فعالیت‌های نقشبرداری بنیادی و یکی از شاخه‌های مهم آن است. هیدروگرافی عبارت است از علم نمایش توپوگرافی کف دریاها و تعیین خط ساحلی اقیانوسها، دریاها و دریاچه‌ها و همچنین نمایان ساختن موانع موجود در آب‌هاست. مانند گشتیهایی که غرق شده و در کف دریا جای گرفته‌اند. در هیدروگرافی اندازه‌گیریهای عمق و مطالعات جزر و مدی و جریان‌ها دریاها و امواج و سایر خواص فیزیکی آب دریاها مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین موارد کف حوضه‌های آبرگیرها، سدها و رودخانه‌ها و میزان رسوب و حجم تخلیه آب آنها ارزیابی شده و از آنها نقشه تهیه می‌گردد. شکل سواحل و کف دریاها در اعماق کم و به ویژه در مصب رودخانه‌ها به علت جریان‌ها و جزر و مد و امواج به سرعت تغییر می‌یابد و به همین جهت یکی از ویژگیهای نقشه‌های دریایی کنترل و بازنگری مداوم این تغییرات است. نقشه‌هایی که از عملیات آبتنگاری تهیه می‌شود، می‌تواند جهت تعیین مسیرهای دریایی و کشتیرانی در آبهای مجاور سواحل، ایجاد بندر و اسکله‌ها، اکتشاف و بهره‌برداری از منابع دریاها، تجارت دریایی و تعیین مرزهای دریایی برای مقاصد نظامی مورد استفاده قرار گیرد و همچنین نیازهای پژوهشی و تحقیقاتی ژئومورفولوگها، زیست‌شناسان، زمین‌شناسان و سایر دانشمندان علوم دریایی را تأمین کند.

با توجه به مطالب بالا هیدروگراف لازم است که از مورفولوژی سواحل و کف دریاها در حد نیاز آگاه باشد تا بتواند به کمک این آگاهی اشکال مورد نظر را به نمایش بگذارد. شخص هیدروگرافی که عوامل فرسایش ساحلی توسط امواج و جریانهای دریایی و مورفولوژی حاصله از آنها مانند دریا پار، ایوان ساحلی^{۲۶} و غیره را بداند و به اشکال ساختمانی سواحل مانند پلاژ، رشته‌های ساحلی، کولاب، ریفهای سدی و دل‌تاشنا باشد و بتواند سواحل مرتفع و پست مانند سواحل مردابی (خلیجی)، سواحل ریا، سواحل یخچالی (فیورد)، سواحل شکست^{۲۷} و سواحل مرجانی، را از یکدیگر تشخیص دهد، پسینا" نقشهای مناسب از یک منطقه ساحلی برای ایجاد تأسیسات بندری، لنگرگاهها و امور کشتیرانی در آن منطقه تهیه می‌کند. برای تهیه نقشه‌های دریایی شناخت امواج و علل آنها، جزر و مد، جریان‌ها افقی و عمودی آنها، درجه غلظت و شوری، میزان دما، وزن مخصوص آب در لایه‌های مختلف، نقش بادهای منظم، اثر عوامل اقلیمی و نوع رسوبات مناطق کم ژرفا، ژرف و پر ژرفا مورد نیاز است. اگر هیدروگراف، مورفولوژی دشتاب (فلات قاره) دانسته قاره‌ای، پرتگاهها و کانیونهای دریایی را بداند، می‌تواند توپوگرافی بستر را بر روی نقشه بهتر نشان بدهد و در نتیجه نقشه او در بهره‌برداری از منابع دریا کمک بسیار موثری خواهد کرد. و بالاخره شناخت نسبی از ویژگیهای واحدهای بزرگ مورفولوژیکی در زیر آبها و نحوه پیدایش و پراکندگی آنها، حوضه‌های اقیانوسی و موضوعات

دیگر ژئومورفولوژی دریاها برای تهیه نقشه‌های دریایی موثر و مفید است. بنابراین شایسته‌است که در تمام مراحل فعالیت‌های هیدروگرافی نقش ژئومورفولوژی ساحلی و ژئومورفولوژی دریاها در مد نظر باشد. اکنون بعد از شناخت مختصر از کاربرد ژئومورفولوژی در نقشه‌برداری و شاخه‌های مختلف آن می‌خواهیم بدانیم که شعاع عمل و وسعت این ارتباط چگونه است؟ آیا اهمیت موضوع به حدی است که هر نقشه‌بردار باید خود یک ژئومورفولوگ باشد؟ واقعیت این است که امروزه با وسعت و گسترشی که هر یک از علوم دارند، به صرف داشتن روابط نزدیک به یکدیگر نمی‌توان به همه آنها کاملاً احاطه پیدا کرد. با وجود شاخه‌ها، گرایشها و تخصص‌های گوناگونی که هر دانشی برای خود دارد، حتی احاطه کامل به یک علم مقدور نیست. بنابراین باید دید اهمیت موضوع چقدر است و کاربرد ژئومورفولوژی با توجه به نوع فعالیت و هدفی که نقشه‌بردار دارد تا چه اندازه می‌تواند باشد؟

واضح است که در فعالیت‌های مربوط به نقشه‌برداری موردی که تهیه نقشه‌های بزرگ مقیاس مورد نظر می‌باشد و وسعت منطقه محدود است، شناخت مفاهیم کلی ژئومورفولوژی می‌تواند برای نقشه‌بردار کافی باشد، به طوری که نقشه‌بردار بتواند اشکال مختلف روی زمین را به راحتی از یکدیگر متمایز کرده و آنها را تشخیص دهد.

در فعالیت‌های مربوط به نقشه‌برداری بنیادی و تهیه نقشه‌های کوچک مقیاس و پوششی شناخت مورفولوژی زمین به ویژه در تثبیت نقاط ژئودزی و ترازهایی دقیق و عملیات مربوط به هیدروگرافی موضوع اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. البته باید گفت که در بعضی از طرحهای عمرانی مربوط به نقشه‌های بزرگ مقیاس و موردی مانند ایجاد شبکه راه آهن و خطوط انتقال نیرو، به ویژه در مناطق مرطوب و بیابانی آگاهی از ژئومورفولوژی همانند فعالیت‌های مربوط به نقشه‌های کوچک مقیاس ضرورت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که:

۱- نقشه‌بردارانی که در گروههای شناسایی و ساختمان نقاط ژئودزی و ترازهایی دقیق به منطقه اعزام می‌شوند، برای اینکه شناخت کاملی درباره محیط خود حاصل کنند قبلاً با میانسی ژئومورفولوژی آشنایی یافته و نسبت به آن آگاهی لازم را به دست آورند، به اندازه‌ای که بتوانند حداقل با فرایندهای بیرونی و درونی زمین آشنا گردند. در این زمینه اگرچه دستورالعملهایی داده شده است، اما با توجه به جوانب کار به نظر می‌رسد که به تنهایی برای حصول به مقصود کافی نباشد.

۲- طراحان و برنامه‌ریزان قبل از اجرای پروژه‌ها بهتر است با متخصصین ژئومورفولوژی و علوم وابسته به آن، با موسسات تحقیقاتی دانشگاهی مشورت کنند تا با برنامه‌ریزی صحیح بتوان به نتیجه مطلوب دست یافت.

لازم به تذکر است که از نقشه‌های زمین‌شناسی و همچنین نقشه‌های ژئومورفولوژی موجود اگرچه تعداد آنها اندک می‌باشد

می‌توان استفاده کرد. در این زمینه در موسسات وابسته به دانشگاهها اقداماتی انجام شده است که از آن جمله می‌توان از اطلس شیب ایران و بعضی از پروژه‌های در دست تهیه نام برد که از آنها می‌توان نابل از اجرای طرحهای نقشه برداری، اطلاعات دقیقی از مورفولوژی منطقه مورد نظر به دست آورد.

۳- در صورتی که در مراحل اجرای کار با مسائل پیش‌بینی نشده‌ای برخورد شود، با توجه به برنامه ریزیهای که قبلاً در این مراحل انجام گرفته، می‌توان از متخصصین ژئومورفولوژی بر روی زمین باری گرفت.

امید است که در آینده با توجه به تنوع ویژگیهای واحدهای مورفولوژیکی کشورمان و با توجه به اینکه در زمینه نقشه برداری به ویژه نقشه برداری بنیادی هنوز در آفاق گسترده تلاش گسترده‌ای باید انجام گیرد، به ضرورت هماهنگیهای لازم از طرف نقشه برداران و متخصصین علوم زمین به ویژه ژئومورفولوژی توجه گردد.

یادداشتها

1-Leonar de Devinci. 2-Bernard Palissy.
 3-William Morris Davis.
 4-The Denudation Cycle.
 دیویس با ارائه این تئوری تحول شکل ناهمواریها را در سیکل فرسایش از ابتدا تا انتها به دوره جوانی، بلوغ و پیری تقسیم کرد.
 5-Morphologic. 6-Morphometric. 7-Morphogenic.
 8-Morphochronologic. 9-Bathymetric
 10-Pierre Bouguer. کسی است که ریاست هیئت اکتشافی آگادمی سلطنتی فرانسه را در اندازه گیری طول یک درجه جغرافیایی در پرو به عهده داشت.
 11-Deviation Angel.
 12-Isostasy. تئوری ایزوستازی که توسط Airy دانشمند انگلیسی عنوان شد بیانگر این مطلب است که عوارض سطح کره زمین بر روی قسمتهای زیرین خود در حال تعادل اند.
 13-Controp Points. به نقاطی از سطح زمین که طول و عرض و ارتفاع آنها معلوم باشد نقاط کنترل می‌گویند.
 14- لازم به تذکر است که تقسیم بندی نقشه برداری به دو بخش موردی و بنیادی در جهت هدف و فعالیت است که این دو قسمت دنبال می‌کنند و از همای فوق اصطلاح اداری هستند و هم اکنون سازمان نقشه برداری کشور فعالیتهای خود را در این دو بخش متمرکز کرده است.
 15-Gravimetry. 16-Cadastr.
 17-Gebid. عبارت از شکلی است متأثر از نیروی گرانش زمین که راستای شکل در کلیه نقاط به سطح آن موافق است و به همین مناسبت موجب تعادل آبهای سطح زمین شده و مبنای اندازه گیری پستی و بلندیها می‌باشد.
 18-Bench mark. 19-Repere. 20-Refrence mark.

۲۱- برای آگاهی بیشتر رجوع کنید به: دستورالعمل شناسایی، بازسازی و ساختمان و مشاهدات نقاط درجه (ژئودزی ایران)، سازمان نقشه برداری کشور.
 22-Accurance Leveling.
 ۲۳- برای آگاهی بیشتر رجوع کنید به: دستورالعمل شناسایی، ساختمان و مشاهدات ایستگاههای تراز یابی دقیق، سازمان نقشه برداری کشور.
 24-Reg. 25-Gravity Anomaly.
 26-Wave Cut Platform. 27-Fracture Coast.

منابع

۱- گزارش شورای مشترک برنامه ریزی، ص ۲۲-۲۳.
 ۲- مهابنی ژئومورفولوژی، دکتر مقصود خدایم، ص پنج تا هفت.
 ۳- زمین شناسی سال اول - مرکز تربیت معلم، ص ۷۱-۶۹.
 ۴- دکتر جداری عیوضی، جمشید، جغرافیای آبها، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۵۹.
 ۵- دکتر جداری عیوضی، جمشید. پلی کبی نقشه های ژئومور- لوزی، دوره ۱، لیسانس، گروه جغرافیا، دانشگاه تهران.
 ۶- دریو، ماکس. مهابنی ژئومورفولوژی - اشکال ناهمواریهای زمین، ترجمه دکتر مقصود خدایم، انتشارات نیا، تبریز، چاپ اول ۱۳۶۶.
 ۷- سازمان نقشه برداری کشور. دستورالعمل شناسایی، بازسازی و ساختمان و مشاهدات نقاط درجه ۱ ژئودزی و تراز یابی دقیق.
 ۸- سازمان نقشه برداری کشور. گزارش شورای مشترک برنامه ریزی نقشه برداری کشور، شهریور ۱۳۶۱.
 ۹- دکتر کریمیان، ایرج. ژئومورفولوژی - ژئومورفولوژی، انتشارات مدرسه عالی نقشه برداری، سال ۱۳۵۰.
 ۱۰- هماریان، حسین و صداقت، محمود و چهارزی، علی بابا، زمین شناسی سال اول، مرکز تربیت معلم، رشته علوم تجربی، وزارت آموزش و پرورش، گروه زمین شناسی، دفتر تحقیقات و برنامه ریزی درسی.
 ۱۱- دکتر مهدوی، سعید. نقشه وسیله های اساسی و اصولی در مطالعات جغرافیایی، رشد آموزش جغرافیا، سال اول، شماره ۲.
 ۱۲- میلتنون - ب. ریرین. مقدمه ای بر گاویش ژئوفیزیکی، ترجمه دکتر شوتی، محمود دکتر عکاشه، بهرام و دکتر زمردیان، حسین و دکتر حسین زاده گویا، ناصر. دانشیاران موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۶۱۷.
 13-Moore W.G. The Penguin Dictionary of Geography-Sixth Edition.
 14-Strahler, Arthun, N. Physical Geography. Forth Edition. Wiley International Edition.
 15-The American Geological Institute. Dictionary of Geological Terms. Revised Edition, 1985.