نقشه های ژئومورفولوژی . تاریخچه . ضرورت و کاربرد

دکتر سیاوش شایان
استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس

غلامرضا زارع
دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس

شهرام امیری
دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

ژئومورفولوژی علم بررسی و شناخت ناهمواری‌های سطح زمین است. ژئومورفولوژی بهترین مبنا را برای طبقه‌بندی زمین به دست می‌دهد. یکی از خروجی‌های کار ژئومورفولوژیست‌ها تهیه نقشه ژئومورفولوژی است که حاصل تلاش‌های تحقیقاتی در مدت زمان طولانی می‌باشد. تهیه این نقشه‌ها همواره از اصول و روش‌هایی تبعیت می‌کند. بدیهی است در سال‌های اخیر با استفاده از شیوه‌های جدید و دستکاری رایانه‌ای همچون GIS اقدام به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی می‌کنند. مسئله مهم درباره نقشه‌های ژئومورفولوژی بحث استانداردسازی است که از نکات قابل توجه بوده و در این زمینه اقداماتی صورت گرفته است. هدف از تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیک، ثبت اطلاعات مربوط به اشکال سطح زمین، مواد، خاک و سنگ، فرایندهای سطح زمین و در برخی موارد سن زمین شکل‌ها است. بدین منوال آنها مبنایی را برای ارزیابی زمین به وجود می‌آورند که در زمینه بسیاری از مسائل محیطی مفید است. بنابراین نقشه های ژئومورفولوژی نه تنها مبنای علمی و تحقیقی برای پژوهشگران مختلف بوده بلکه به عنوان یک ابزار جهت توسعه پایدار و پیشرفت تلقی می گردد. آشنایی با آن، نحوه ی ترسیم و تحولات آن، ضرورت و جنبه کاربردی بودن آن حائز اهمیت می باشد.

واژه‌های کلیدی: ژئومورفولوژی، نقشه‌های ژئومورفولوژی، GIS، استانداردسازی، کاربرد نقشه‌های ژئومورفولوژی.

مقدمه

ترسیم و نمایش قسمتی از ناهمواری‌ها و عوارض طبیعی یا انسانی سطح زمین بر روی ورقه‌ای از کاغذ یا هر سطح دیگر را نقشه گویند *(شایان،۲۳۲،۱۳۸٤)* جغرافیدانان از ابتداء نقشه را وسیله وابزار کار خود تلقی کردند و این بدان معنی است که انتقال برخی مفاهیم و حقایق و اندیشه‌های جغرافیایی فقط با سیستم‌های کلامی و نوشتاری ممکن نبوده یا دست کم جغرافیدانان را غنی نمی‌کرده است *(رامشت،۱۳۸۵،٤)* نقشه در جغرافیا برای بیننده فضایی را به وجود می‌آورد تا او بتواند روابط فضایی بین پدیده‌ها را درک کند *(رامشت،۱۳۸۵،٦)* نقشه‌ها اشکال زمین یا گروهی از اشکال که پدیده‌های توپوگرافیکی کلی‌تری بوده را نمایش می‌دهند و غالباً بر اساس برطرف نمودن بعضی از نیازهای بخصوص به وجود می‌آیند. ممکن است که آنها در مقیاس‌های مختلف برای برنامه‌ریزان، زمین‌شناسان و گردشگران تولید شوند *(Clles et al،۱۹۸۲)*.

تهیه وبه‌کارگیری نقشه در انواع و مقیاسهای مختلف، برای توسعه هر کشور، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است *(کریم زاده ،۱۳۸۱)* محیط اطراف ما برای زندگی و فعالیتمان، اساسی است. بنابراین شناخت و درک درباره این محیط، عناصر و فرایندهای آن، برای جلو بردن توسعه منطقی اهمیت زیادی دارند. ما می‌توانیم به‌وسیله مطالعه چشم‌انداز اطرافمان، از فرایندهای گذشته و فعال به شناخت دست بیابیم *(Gustavsson ;2005)*.زمانی که برنامه توسعه ناحیه‌ای مطرح می‌شود، برنامه‌ریزان باید از جزئیات محیط‌های طبیعی آن ناحیه شناخت داشته باشند *(Oya,1983)*.

وسیله‌ای که نتایج مطالعات را به طور ساده و تا حدودی دقیق و کامل عرضه نماید بسیار ضروری است *(رجایی،۱۳۸۲،۲۸۲)*. نقشه‌های ژئومورفولوژی یک منبع قدیمی برای ضبط اطلاعات چشم‌اندازها هستند *(Seijmonsbergen, 2008)*. نقشه‌های ژئومورفولوژیکی در زمره بهترین ابزارها برای شناختن و درک کردن چهارچوب حرکتی سطح زمین بوده، به کارورز اجازه تعیین نهایی و تهیه نقشه تحولی چشم‌اندازهای فعلی ناحیه که بررسی شده و تنظیم کردن پیشگویی عقلانی درباره گرایش‌های آینده آن را می‌دهد *(Dramis,2009)*. نقشه‌های ژئومورفولوژیکی وسایل علمی مهم هم برای تحقیق و هم برای کارهای برنامه‌ریزی را بررسی می‌کند، عموماً به دلیل پیچیدگی ارائه و اطلاعات آنها، اسنادی با استفاده محدود هستند *(Oliveira et al ,2009)*.

طرح مسئله

ژئومورفولوژی علمی است با توانایی‌های مهندسی که با استفاده از تکنیک‌ها و ابزارهایی قادر به برنامه‌ریزی محیطی می‌باشد. ماهیت ژئومورفولوژی با توجه به اینکه شاخه‌ای از جغرافیا بوده، دارای نگرش سیستمی بوده و در پژوهش‌های خود همیشه دو عنصر انسان و محیط را مورد توجه قرار می‌دهند. یکی از توانمندی‌های ژئومورفولوژیست‌ها، تهیه و ترسیم نقشه‌های ژئومورفولوژی برای مناطق مختلف با اهداف متفاوت می‌باشد. این نقشه‌ها نوعی روش تحقیق بوده و همچنین می‌توانند ابزاری برای تحقیقات سایر محققین و علوم باشند. به عبارت دیگر می‌توانند زیر بنای علمی جهت تحقیقات بنیادی و کاربردی باشند. آگاهی از چگونگی و نحوه‌ی تهیه و ترسیم آن، تحولات و پیشرفت‌های آن و ... امری ضروری است.

روش تحقیق

انتخاب روشی مناسب، صحیح و مرتبط با پژوهش از مزیت‌های آن است. در این پژوهش از طریق مطالعه کتابخانه‌ای، اسناد و مدارک مربوط به موضوع، اقدام به گردآوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز شده است. سپس با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی به بررسی، تجزیه و تحلیل و دسته‌بندی

یافته‌ها پرداخته و در پایان اقدام به نتیجه‌گیری شده است.

ژئومورفولوژی و نقشه‌کشی زمین

در ابتدای بحث لازم است پیرامون ژئومورفولوژی تعریف و تبیین جامع داشته باشیم. ژئومورفولوژی یک علم مابین زمین‌شناسی و جغرافیا و تقریبا مرتبط با مهندسی عمران بوده که بر هم کنش بین اقلیم، هیدرولوژی و فرایندهای تکتونیکی سطح زمین را مطالعه می‌کند. مفاهیم پایه‌ای در ژئومورفولوژی شامل بزرگی و فراوانی فرایندها، مقیاس به خصوص لندفرمها و فرایندها، مقیاس‌های زمانی(زمان تأخیر، زمانهای واکنش، زمانهای انعکاسی، زمانهای آرام) تنظیم، تعادل و مواریث تاریخی است. ژئومورفولوژی علم تجزیه و تحلیل کمی سطح زمین بوده که یک روش مدرن و کارتوگرافیکی – تحلیلی برای ارائه توپوگرافی زمین عریان با استفاده از دستکاری رایانه‌ای عوارض مرتفع زمین است. ژئومورفولوژی یک رشته میان رشته‌ای است که ازعلوم ریاضی، علوم زمین و به‌تازگی علوم رایانه‌ای استنتاج شده است– ***(Bohner et al,2009)***بنابراین ژئومورفولوژی علمی است که اشکال سطحی زمین و فرایندهای به وجود آورنده و تجدید نیمرخ آنها را بررسی می‌کند ***(Gustavsson,2005)***. دربسیاری از کارهای مدیریت محیط، مهمترین و مفیدترین کمک و مشارکت ژئومورفولوژیست‌ها تهیه نقشه زمین (terrain map) است. این موضوع به ویژه در جایی نمود پیدا می‌کند که اطلاعات مربوط به توزیع زمین شکل‌ها، خاک‌ها و مواد سنگی یا عوارض پدیدآمده از فرایندهای سطحی، مورد نیاز باشد. تهیه چنین نقشه‌هایی در بسیاری از طرح‌های مهندسی، برنامه‌ریزی و مدیریت زمین کاربرد و فواید زیادی در بر داشته است ***(کوک و همکاران۱۳۷۷،٤۰)***.تحلیل ژئومورفولوژی یک منطقه معین، که نقشه‌های ژئومورفولوژی این تحلیلها را به صورت فضایی نشان می‌دهند، کلید پژوهش‌های مربوط به علوم زمین بوده و در این رابطه نقشه‌هایی که ترسیم می‌شود یک سند علمی در کارهای اجرایی است، چرا که نقشه‌های ژئومورفولوژی دید کامل و سریع از شکل‌های مختلف ناهمواری‌های پوسته خارجی زمین و فرایندهایی که موجبات پیدایش این شکل‌ها در رابطه با سازندهای زمین‌شناسی و اقلیم‌شناسی است به دست می‌دهند***(رجبی،۱۳۸۰)***.

پیشینه نقشه‌های ژئومورفولوژی

اولین نقشه‌ها توسط ماپ ماکرس در بابل ٤۵۰۰ سال قبل از میلاد تولید شده و برای توصیف چشم‌اندازها از روش برآمدگی استفاده کرده و این روش همراه با علائمی برای پوشش گیاهی و هیدرولوژی بوده سپس برای چندین هزار سال به کار برده می‌شده است. بعد از آن در قرن ۱۸ ناهمواری‌ها با روش هاشور نشان داده شدند. سپس در قرن ۱۹ با روش خطوط منحنی میزان، که گاهی اوقات با یک ناهمواری مشخص همراه بود،نشان داده می‌شدند ***(Gustavsson,2005)***. اساساً در قرن ۱۹ توضیح لندفرم‌ها همراه با نقشه‌های جغرافیایی همراه بود***(Rao,1978)***. نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی سنتی از زمانی که عکس‌های هوایی موجود بودند، شروع شد. اولین نقشه ژئومورفولوژیکی در سال ۱۹۱٤ آماده شد***(Rao,2002)***. این نقشه را پاسارگ پزشک آلمانی برای ناحیه‌ی استیدرمبا به مقیاس ۱:۲۵۰۰ تهیه کرده است***(رجائی،۱۳۶۹)***. در فاصله سال‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰ کوشش‌ها و پیشنهادهای متعددی برای تولید نقشه‌های ژئومورفولوژی صورت گرفت اما این کار متوقف گردید***(Gustavsson,2005)***. اما درخواست‌های اصلی برای پوشش سراسری از طرف برنامه‌ریزان و مهندسان کشاورزی بعد از جنگ جهانی دوم بود. هر چند یک سیستم نقشه‌کشی قانونی، صرفا در طی ۱۹۵۰سال مطرح شد***(Rao,2002)***. تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی به مفهوم امروزی در دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی به وسیله هلندی‌ها آغاز شد و هدف آنها بیشتر برای برنامه‌ریزی‌های اقتصادی بود***(رامشت،۱۳۸۵،۱۰٤)***. تحول و گسترش آن نیز در زمان بعد از جنگ، که نیاز به آن بیش از پیش احساس میشد، با تانی و به کندی بدون بهره‌گیری از متدولوژی منطقی صورت گرفته است. به طوری که شولی در سال ۱۹۵٤ با مشارکت بومر به تهیه نقشه ژئومورفولوژی حوضه‌ی پاریس اقدام کرده است که بیشتر بر مبنای تک نگاری ناحیه استوار است تا پژوهش‌های بنیادی. در استرالیا نیز ارگان‌هایی مانند (c.s.i.r.o) بعداز جنگ جهانی دوم با استفاده از روش فیزیوگرافی اقدام به تهیه نقشه‌هایی از واحدهای ژئومورفولوژی کردند***(رجایی،۱۳۶۹)***. این سازمان روش‌های مطالعه مقدماتی سرزمین‌های بکر و کمتر مطالعه شده را بر عهده داشته و موفق به ارائه یک طرح طبقه‌بندی شده مناسب جهت کشاورزی شده است. این سیستم مطالعاتی معیارهای منطقه‌ای مطلوبی را برای مقاصد مهندسی در استرالیا ارائه داده و مناطق متعددی با این روش مطالعه شده است.

در روش(c.s.i.r.o) نیز چشم‌اندازها واحدهایی تلقی می‌شوند که از نظر زمین‌شناسی و فرم‌شناسی دارای مشابهت‌هایی هستند و این اصول مبنای برنامه‌ریزی آمایش سرزمین قرار می‌گیرند***(رامشت،۱۳۷۵،۱۷۱)*** نقشه‌های ژئومورفولوژی برای عمران و آمایش حوضه‌های رودخانه‌ای کیراس در فرانسه در پی جاری شدن سیل و تولید خسارت‌های سنگین در سال ۱۹۷۵، توسط ژان تریکار تهیه شد. این نقشه‌ها شامل جزئیات نیز بوده و مقیاس آنها ۱:۵۰۰۰ است. چواکا و همکاران (۲۰۰۸) از عکس‌های هوایی جهت تولید نقشه‌ی منطقه ریباگورزای پیرنه اسپانیا که در عرض‌های میانی با ارتفاع خیلی زیاد قرار گرفته، استفاده نمودند. می (۲۰۰۸) با استفاده از ترکیب تصاویر ماهواره‌ای لندست و کورونا نقشه منطقه کوابرادا دی پورماماراکا، جوجویی، در شمالغرب آرژانتین را تولید نمودند.

برای نخستین بار نقشه ژئومورفولوژی ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰در زمره مجموعه‌ای از نقشه‌های منطقه خاور نزدیک در دانشگاه توبینگن آلمان در سال ۱۹۹۰ توسط ثروتی با همکاری بوشه و گرونرت تهیه و منتشر گردید. این نقشه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، مقالات و کتب محدود درباره ژئومورفولوژی و تاحدودی مطالعات روی زمین تهیه گردید. این نقشه توسط ثروتی ترجمه و در سال۱۳۷۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح چاپ و منتشر گردید ***(ثروتی،۱۳۸۱،٦۷)*** در حال حاضر نقشه‌های ژئومورفولوژی به عنوان روشی در ارزیابی منابع طبیعی از سوی محققان یونسکو پذیرفته شده و مورد بهره برداری قرار می‌گیرد ***(رامشت،۱۳۸۵،۱۰۷)***.

ضرورت تولید نقشه‌های ژئومورفولوژی و کاربرد آن

ترسیم اشکال و نهشته‌ها و پی بردن به فرایندهای یک چشم‌انداز، کار بسیار پیچیده‌ای می‌باشد. از یک طرف در چالش‌های مربوط به شناسایی فرایندهای آنها، گستره فضایی و زمانی آنها (شامل دامنه فعالیت) و سنگ‌های پایه‌ای لایه‌های زیرین(هم در میدان و تجزیه وتحلیل نیمکت‌های مستقر سراسری) و از طرف دیگر پیاده‌سازی نمایش کارتوگرافیکی قابل اجرا، این وضعیت را دشوار نموده است. نقشه‌های ژئومورفولوژیکی عمومی غالباً بر اساس نیاز به درک سیر تکاملی یک قسمت از چشم‌اندازها و یک نیاز برای پیش‌بینی روندهای تحولی در آینده طراحی می‌شوند. بنابراین یک وسیله تحقیقی اساسی در برداشتی صحیح از آنها می‌شوند. نقشه‌کشی

ژئومورفولوژیکی کاربردی نسبت به تحول ناحیه تحت پژوهش ملاحظه دارد. ولو اینکه برای اهداف معین محدودیت بیشتری دارند. از یک سو، هنگامیکه جمعیت شهری دنیا بیشتر از جمعیت روستایی گردید و با اثرات تراکم بالای جمعیت انسانی، همپوشانی تراکم جمعیت با محیط شکننده، نشاندهنده نیازهای ضروری برای توسعه ارتباط میان برنامه‌ریزان اراضی و علوم زمین برای جلوگیری از بازخوردهای منفی برنامه‌ریزی نامنظم اراضی و تغییر شکل آن می‌باشد.

در این طرح نتایج بررسی‌های ژئومورفولوژی کاربردی می‌تواند یک نقش حساس در اجازه عدم کارشناسی صحیح در شناخت خطرها و بحران‌های بررسی نادرست در یک قلمرو را ایفا کند. ارائه طرح‌های بلند مدت مختلف یک ابزار بسیار مؤثر برای گسترش تجزیه و تحلیل علمی بوده و منجر به افزایش آگاهی مدیران و طبقه‌های اجتماعی می‌شود. از طرف دیگر، نیازهای علمی جوامع زمین به پیگیری بیشتر تحقیقات عمومی حتی در گسترش شناخت ما از برهم‌کنش فرایندهای سطحی زمین و شکل‌گیری لندفرم‌های بعدی خواهند شد ***(paron et al,2008)***. با توجه به اینکه شناسایی و گویا کردن مورفوژنز و مورفودینامیک در حقیقت لازمه هر گونه کار عمرانی می‌باشد، بنابراین تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی حائز اهمیت بسیار زیاد است *(ثروتی،۱۳۸۱،۶۷)*. نقشه‌های ژئومورفولوژیکی مهمترین منابع اطلاعاتی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی، کشاورزی، جنگلداری، طراحی و احیای سکونتگاه‌ها، ایجاد خطوط حمل و نقل، مهندسی آب هستند. همچنین آنها برای اکتشاف معادن، معماری و نگهداری چشم‌اندازها نقش مهمی داشته و بخشی از برنامه‌ریزی کاربردی چشم‌اندازها هستند ***(Rao, 1978)***.

تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیک در زمینه مدیریت محیط به سه دلیل عمده صورت می‌گیرد. ۱) برای قادر ساختن ژئومورفولوژیست در تفهیم و درک بهتر چشم انداز قبل از این که توصیفی ارائه نماید. ۲) برای ثبت و به نقشه در آوردن ویژگی‌های چشم‌انداز مربوط به پروژه در دست اقدام ۳)برای ارائه یک مبنای اساسی جهت تهیه نقشه‌های مشتق و دارای هدف خاص*(کوک و همکاران، ۱۳۷۷،۸۷)*. نقشه‌های ژئومورفولوژی در صورتی که برمبنای مطالعات دقیق تهیه شده باشند، برای بازسازی مناطق آسیب دیده و یا ویران شده در اثر بروز پدیده‌های طبیعی مانند طغیان رودخانه‌ها، زلزله و غیره وسیله کار بسیار مناسبی به شمار می‌روند. زیرا منشاء خسارات وارده با دقت تمام مطالعه شده و علل ژئومورفولوژی و مکانیسم‌هایی که موجد آن است مورد بررسی و شناسایی قرار می‌گیرند*(رجایی،۱۳۸۲، ۲۸۹)*. نقشه‌های تخصصی ژئومورفولوژی علاوه بر نمود اطلاعات فوق بیانگر سیر تکوین و تحولات اراضی در طول زمان می‌باشند و اطلاعات مبنایی در ارتباط با خواص فیزیکی مواد سطحی را منعکس می‌سازند. نقشه‌های موضوعی در ژئومورفولوژی برای مقاصد متعددی از جمله کشاورزی و... تهیه می‌شود*(رامشت،۱۳۸۵،۱۰٤)*. همچنین می‌توان به کاربرد نقشه‌های ژئومورفولوژی در علومی همچون خاکشناسی، هیدرولوژی، اکولوژی، برنامه‌ریزی عمران ناحیه‌ای، عمران و توسعه روستایی، برنامه‌ریزی شهری و غیره اشاره کرد *(رجایی،۱۳٦۹)*.

نقشه‌های توپوگرافی

نقشه‌های توپوگرافی در مطالعات ژئومورفولوژی از اسناد اساسی هستند. در این نقشه‌ها، ویژگی‌های ارتفاعی مکان‌ها به وسیله منحنی‌های میزان به تصویر کشیده می‌شود. ضمناً ارتباطی نیز بین فرم خطوط منحنی میزان و اشکال زمینی یا لندفرم‌ها و فرایندهای ژئومورفولوژیک به وجود آورنده آنها وجود دارد *(رجبی،۱۳۸۷)*. نقشه‌های توپوگرافی در جغرافیا با چهار روش برجسته و هاشور، رنگ و تکنیک منحنی میزان تهیه می‌شوند *(رامشت،۱۳۸۵،٦)*. از مطالعه نقشه توپوگرافیکی لندفرمهای زیادی با اندازه‌های مختلف می توان تشخیص داد. همچنین ممکن است که اگر متن کلی آن معلوم باشد از نظر پیدایش نیز مورد تفسیر قرار بگیرند ***(Gustavsson ; 2005)***. نقشه‌های توپوگرافی امروزی که با خطوط تراز به نمایش مجازی ناهمواری‌ها می‌پردازد همواره مورد تجزیه و تحلیل ژئومورفولوژیست‌ها بوده و آنان کوشیده‌اند فرم و هیبت کلی عوارض را به نحوی مجازی در آیینه مجموعه خطوط تراز منعکس ببینند*(رامشت،۱۳۸۵،۱٤)*. روش معمول آن است که محققان نقشه‌های توپوگرافی را مبنا و بستر نمایش اطلاعات ژئومورفولوژی خود قرار می‌دهند *(رامشت،۱۳۸۵،۲۸)*.

نقشه‌های ژئومورفولوژی

نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی در برابربا نقشه‌کشی زمین‌شناسی یک تکنیک نسبتاً جدید محسوب می‌شود. دلیل آن این است که خود علمی جوانتر از زمین‌شناسی است ***(Rao,1978)***. نقشه‌های ژئومورفولوژیکی، نقشه‌های موضوعی اساسی هستند و بنابراین باید نقشه‌خوان به عنوان بخش مهمی از فرایند ارتباط که توسط ساختار نقشه تثبیت شده است در نظر گرفته شود ***(Oliviera et al,2009)***.یک نقشه ژئومورفولوژی پدیده‌های سطحی یا لندفرم ها را به تصویر می‌کشد که فرایندهای زمین‌شناسی بر سطح زمین را ثبت می کند ***(klawon et al,2003)***. ارکان و عناصری که در یک نقشه ژئومورفولوژی در مرحله اول شناسایی و سپس به صورت نمادین نمایش داده می‌شود عبارتند از: ۱)سطوح ارضی ۲)ژئوفرمها (پدیده‌های ارضی) ۳)مواد مادری ٤) فرایندهای ایجادکننده فرمها ۵)زمان *(رامشت،۱۳۸۵،۱۱۳)*. در نقشه‌های ژئومورفولوژی هدف غایی محقق مشخص کردن سیستم‌های فرم‌زا و فرایندهای حاکم بر مناطق است. با ترسیم یک نقشه ژئومورفولوژی ضمن مشخص کردن پدیده‌های ارضی و نحوه توزیع فضایی آنها فرایندی را که سبب ایجاد چنین فرمهایی می شود نیز در نقشه منعکس می‌گردد و در نهایت بیننده می‌تواند حدود قلمرو سیستم‌های شکل‌زا در منطقه را تحدید حدود کند *(رامشت ،۱۳۸۵، ۱۰٤)*. یک نقشه ژئومورفولوژی ایده‌آل باید اطلاعاتی درباره مورفولوژی(پیدایش)، مورفومتری (ابعاد و جهت شیب)، مورفوژنز (منشا، تکوین) و مورفوکرنولوژی، مرفودینامیک هر شکل را ارائه دهد ***(Seijmonsbergen, 2008, Rao,2002)***.

۱) مورفوگرافی(مورفولوژی): پیدایش، ترکیب و غیره، چشم‌اندازها را نشان داده و به شرح کیفی و عناصر هندسی، لندفرم‌ها اشاره می‌کند.

۲) مورفومتری: ابعاد و مقدار شیب لندفرم‌ها را نشان داده و اساساً به کمیت عناصر: ارتفاع، ناهمواری‌ها و جهت شیب، حریم لندفرمها، زاویه و طول کشیدگی عناصر کارتوگرافیکی(گسل های منقطع، شعبه‌های شبکه زهکشی) سطح پوشیده شده توسط نماهای تسطیح شده زمین در اثر فرسایش، لندفرم های کارستی و آتشفشانی و غیره اشاره می‌کند.

۳)مورفوژنز: منشاء هر لندفرم را که بیان فرایندهای پیدایشی مربوطه، سیستم‌های شکل‌زای شبیه‌سازی ریاضی که زمان شکل‌گیری ناهمواری‌ها را نشان داده، می پردازد.

٤)مورفوکرونولوژی: سن هر لندفرم شامل: سن نسبی و مطلق، همبستگی رسوبات، دسته‌بندی لندفرمها و رابطه مبنی بر شکل و عمر را نشان می‌دهد.

۵)مورفودینامیک: فرایندهای فعال کنونی لندفرم‌ها، یا آنهایی که ممکن است در آینده فعال شوند را نشان می‌دهد. این اشاره به تمامی فرایندهای دینامیکی دارد که ناهمواری‌های زمین را به وجود آورده و معمولاً به عنوان تراس‌ها شناخته شده و همچنین به باقی مانده فرایندهای دینامیکی گذشته و لندفرم های موروثی اشاره

می‌کند *(pavlopoulos et al,2009)*. نقشه‌های ژئومورفولوژی از نظر موضوع در چهار گروه قابل طرح است:۱) نقشه‌های شکل سطحی ۲) نقشه‌های مواد سطحی ۳) نقشه‌های فرایندهای سطحی ٤)نقشه‌های سن اشکال ناهمواری

نقشه‌های ژئومورفولوژیکی تفضیلی ممکن است که دارای خصوصیات همانند نقشه‌هایی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ در تحقیقات کوچک نواحی بوده و معمولاً ۵ نوع مشخص هستند.

۱)نقشه‌های ژئومورفولوژیکی پایه‌ای که تمامی اشکال را بر اساس خصوصیات ظاهری (مورفومتری و مورفوگرافیکی) پیدایش و سن، ثبت می‌کنند.

۲)نقشه‌های ژئومورفولوژیکی عمومی کاربردی، که نقشه‌های پایه‌ای عمومی بوده که آن بر اساس نیازهای طراحان پس آورد می‌شود.

۳) نقشه‌های ژئومورفولوژیکی پایه‌ای جزیی که خصوصیات منحصر به فرد ناهمواری‌ها، اشکال گروهی یا اشکال منفرد را ارایه می‌دهد.

٤)نقشه‌های ژئومورفولوژیکی کاربردی جزیی، در ترکیب با نقشه‌های ژئومورفولوژیکی جزیی پایه‌ای با تأکید ویژه برطبق نیازهای طراحان میباشند.

۵)نقشه‌های ژئومورفولوژیکی خاص، ممکن است ترکیبی از پدیده‌های متنوع نقشه ذکر شده در بالا باشند و مطابق با نیازمندی‌های خاص گردآوری می‌شوند.

کار گردآوری نقشه‌های ژئومورفولوژیکی تفضیلی را می‌توان در چهار مرحله‌ی اصلی تقسیم نمود .

۱)طراحی پروژه‌ها جهت نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی که شامل تمامی کارهای لازم برای تعیین نمودن روندهای فعالیت، مشخص نمودن محدوده برای انجام نقشه‌کشی و یک خلاصه‌ی کوتاه از تحقیق، تعریف مشکلات، ارزیابی موجود، نقشه‌های توپوگرافی، دقت و درجه جزئیات، موجودی داده‌های زیر سطحی و یک طرح عملیاتی می‌باشد.

۲)مرحله مقدماتی: برای مثال کارهای مربوط به جمع‌آوری مواد، مطالعه ادبیات موضوع، عکس‌های هوایی و نقشه‌ها، گردآوری نقشه‌ها و نیمرخ‌های مورفومتری و مورفوگرافیکی، استخراج نقشه‌هایی برای ثبت داده‌های مختلف مورد نیاز و اسناد نقشه‌ای برای ثبت نقاط مستند است.

۳)روش نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی: در این مرحله تقریباً از نیمی از کل تحقیق کاسته شده و مرحله اصلی کار انجام می‌شود؛ که شامل آماده شدن نقشه پراکندگی و اشکال ناهمواری منفرد و تعیین کردن حدودشان، مشخص کردن تکوین اشکال، تعیین مراحل شکل‌گیری ناهمواری‌ها و مشخص نمودن سن ناهمواری‌ها می‌باشد.

٤) جزئیات آزمایشگاهی مواد که شامل گردآوری نقشه و گزارش نهایی- تجزیه و تحلیل دانه‌بندی و مورفومتری و همانند آن است *(Vozenilek ,2000)*.

آن چه ژئومورفولوژیست‌ها برای تعریف اشکال و فرم‌های ارضی ارائه می دهند بیشتر متوجه ویژگی‌های خطوط، سطوح و نقاط است *(رامشت،۱۳۸۵،۱۰)*. در مورد سطوح، تبیین شیب، تقعر و تحدب و نحوه تغییر آنها اهمیت خاصی دارد و چنین ویژگی‌هایی از آن‌ها در نقشه‌های ژئومورفولوژی نمایش داده می شود. شیب سطوح از جمله ویژگی‌های آن است که معمولاً میزان آن برای هر سطح متفاوت است. آن چه در نمایش ویژگی‌های شیب در نقشه‌های ژئومورفولوژی اهمیت دارد تنها شیب خود صفحه نیست بلکه نحوه اتصال این صفحه با صفحه‌ی مجاور است. که حامل بار اطلاعاتی خاص از جمله تغییر ناگهانی یا تدریجی شیب و ... بوده که معمولاً با نماد خاصی بر روی نقشه‌های ژئومورفولوژی نمایش داده می‌شود *(رامشت ،۱۱،۱۳۸۵)*.

در طبقه‌بندی فرم‌ها در یک نقشه ژئومورفولوژی به دو طیف فرمی دقت می‌شود: الف) فرم سطوح ارضی ب) ژئوفرمها. فرم سطوح ارضی در مقیاس منظر مطرح است. در حالی که پدیده‌های ژئومورفیک غالباً در مقیاس لندفرم قرار می‌گیرند *(رامشت ،۵۵، ۱۳۸۵)*. در نقشه‌های ژئومورفولوژی معمولاً زمان به دو دوران کواترنر و قبل از آن تقسیم می‌شود، چون تحولات اقلیمی کواترنر برای ژئومورفولوژیست‌ها اهمیت بیشتری دارد*(رامشت ،۱۰۰،۱۳۸۵)*.

اقدامات تهیه نقشه ژئوموفولوژی: ۱)تعیین محدوده، هدف و مقیاس، ۲) فرم سطوح ارضی ۳) ژئوفرم‌ها ٤) مواد مادری ۵) فرایندها ٦) زمان *(رامشت، ۱۳۸۵،۱٤٤)*. نقشه‌های ژئومورفولوژی از نظر موضوع در چهار گروه قابل طرح است: ۱) نقشه‌های شکل سطحی ۲) نقشه‌های مواد سطحی ۳) نقشه‌های فرایندهای سطحی ٤)نقشه‌های سن اشکال ناهمواری. هدف از ترسیم نقشه های مواد سطحی ثبت خصوصیات سنگ بستر و رگولیت است. معمولاً ترسیم فرایند اصلی در روی نقشه به ندرت انجام می‌پذیرد. اغلب نقشه‌های شکل سطحی و یا مواد سطحی و یا هر دو به عنوان نماینده‌ای از فرایند در نظر گرفته می‌شود. برای مثال لغزش زمین به عنوان یک فرایند روی نقشه ترسیم نمی شود ولی یک زمین لغزه به عنوان پدیده حاصله می‌تواند نمایش داده شود و یا سیلاب به عنوان یک فرایند در روی نقشه ترسیم نمی‌شود ولی حدود فوقانی سیلاب‌های گذشته و یا حواشی دشت سیلابی در نقشه رسم می‌گردد. بنابراین در این نوع سیستم نقشه‌کشی نقشه دلالت بر فرایند دارد ولی در واقع در روی نقشه پاسخ فرایند مشخص شده است. این مطلب برای اشکال تمامی سیستم مورفوژنز شامل اشکال ساحلی، یخچالی، پریگلاسیر، بیابانی و غیره صدق می‌کند. تشخیص سن اشکال زمینی از مشکل‌ترین موارد در ژئومورفولوژی است البته به جزء مواردی که شواهد ویژه همانند تعیین سن از طریق کربن ۱٤ شواهد فسیلی یا باستانشناسی وجود داشته باشد. این مطلب به خصوص زمانی بیشتر صادق است که وسعت منطقه مورد مطالعه زیاد بوده و همچنین چشم انداز از پیچیدگی خاصی برخوردار باشد. ولی نکته قابل توجه این است که برای اهداف مدیریت محیطی که اغلب مطالعات با این هدف انجام می پذیرد، شناخت مواد سطحی و فرایندهای فعال مهمتر از شناسایی سن مطلق است به جزء در مناطقی که احتمال تکرار حوادث روی داده(همانند سیلاب)- وجود داشته باشد. در این صورت شناخت بزرگی، بسامد و... حوادث لازم خواهد بود *(رجبی،۱۳۸۰)*. برای اکثر کارهای عملی و اهداف مربوط به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیک در وهله نخست بررسی محل یا طرح مساله در میدان ضروری است. اما فرصت‌های دیگری نیز وجود دارند، به ویژه هنگامی که رویکردهای دیگر می‌توانند اطلاعات مفید و گاهی بی‌نظیر فراهم آورند. برای مثال منابع سنجش از دور که دامنه آنها از تصاویر ماهواره‌ای تا عکس‌های هوایی گسترده است غالباً اطلاعات مهمی را فراهم می‌آورند که تهیه آنها با وسایل دیگر آسان نیست. کارایی آن عبارتند از: ۱) تصویر نواحی غیر قابل دسترس در میدان ۲)ثبت تغییرات زمانی و سوابق تاریخی اوضاع گذشته ۳) تهیه نمای سینوپتیک ٤) کسب داده‌ها از طریق فیلم‌ها یا سنجده‌های ویژه در بخش غیر قابل رؤیت *(کوک و همکاران،۱۳۷۷،۷۹)*. در زمینه انتخاب طرح‌های مربوط به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیک، وارستاپن(۱۹۷۰)دستورالعمل‌های مفیدی ارائه داد: ۱)روش تهیه این نقشه‌ها باید انعطاف پذیر باشد، تا مؤلف امکان اظهارنظر در اتخاذ مناسبترین علائم برای ناحیه مربوطه را داشته باشد. ۲) این نقشه‌ها باید تا حد ممکن ساده باشند (برای خنثی نمودن مشکلات کارتوگرافی و برای اجتناب از هزینه‌های گزاف چاپ) ۳) روش تهیه نقشه‌ها باید در تمام مقیاس‌ها قابل اجراء باشد. ٤) نقشه‌های عمومی ژئومورفولوژیک باید از طریق نقشه‌های هدفدار کاربردی تکمیل شوند. ۵) برای تعیین و نمایش واحدهای اصلی و ژنتیک زمین شکل باید از رنگ استفاده کرد (نسبت به سنگ‌شناسی، یا شرح تاریخی وقایع، همانند بعضی دیگر از طرح‌های نقشه کشی). *(کوک و همکاران ،۱۳۷۷،۱۲۰)*.

مقیاس در نقشه های ژئومورفولوژی

از جمله ویژگی‌های مهم هر نقشه در حالت اعم ونقشه‌های ژئومورفولوژی در حالت اخص، ویژگی‌های مقیاس است،که از اهم مسائل در امر تهیه و ترسیم نقشه به شمار می‌آید. در رابطه با نقشه‌های ژئومورفولوژی دو عامل تعیین کننده در خصوص نوع مقیاس آنها وجود دارد که یکی از آنها پیچیدگی های چشم انداز و ماهیت توپوگرافی مناطق است و عامل دوم هدف نهایی از ترسیم و تهیه‌ی نقشه می‌باشد. طبقه‌بندی مختلفی از نظر مقیاس برای نقشه‌های ژئومورفولوژی ارائه شده که یک طبقه‌بندی مربوط به مجمع جهانی زمین‌شناسی مهندسی وهانسن است . مطابق این تفکیک انواع نقشه‌ها بر حسب مقیاس عبارتند از : ۱)نقشه‌های اجمالی ۱:۱۰۰۰۰۰و کوچکتر ۲) نقشه‌های متوسط مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ – ۱:۵۰۰۰۰ ۳)نقشه‌های بزرگ مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ – ۱:۵۰۰۰ ٤)نقشه‌های تفضیلی ۱:۵۰۰۰ – ۱:۲۰۰۰ ۵)طرح‌های مکانی ۱:۲۰۰۰ *(رجبی،۱۳۸۰)*. مقیاس در نمایش داده‌های ژئومورفولوژی نقش مهمی دارد و حتی در نوع خطوطی که برای نمایش پدیده‌ها به کار می‌رود تأثیر خواهد گذاشت *(رامشت،۱۰۱،۱۳۸۵)*. بدیهی است با کوچک شدن مقیاس، سطح نمایش نقشه کاهش می‌یابد و عوارض دچار باز فشردگی و تداخل می شوند. در این حالت گویایی و خوانایی عوارض از بین خواهد رفت *(کریم زاده،۱۳۸۱)*. بنابراین هر پدیده‌ای را نمی‌توان در نقشه‌های ژئومورفولوژی با مقیاس دلخواه نشان داد و همواره باید بین مقیاس و ابعاد پدیده‌های ژئومورفولوژی تناسب خاصی وجود داشته باشد*(رامشت،۱۰۱،۱۳۸۵)*. در نواحی پیچیده‌تر نظیر آنهایی که به میزان زیادی تقطیع شده‌اند، تهیه نقشه باید در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ باشد. در نواحی با تقطیع کمتر، مقیاس‌های کوچکتر می‌توانند برای ثبت شیب‌های موجود کافی باشند. انتخاب مقیاس نقشه به حداکثر دقت مورد نیاز بستگی دارد که آن نیز به نوبه خود به ضخامت خطوط رسم شده برای نمایش مرزهای شیب وابسته است *(کوک و همکاران،۱۳۷۷،۶۵)*. در روی نقشه‌های با مقیاس کوچک ۱:۵۰۰۰۰ و کمتر موضوعاتی که گسترش آنها از چند کیلومتر تجاوز نماید، نشان داده می‌شوند. بنابراین در روی این گونه نقشه‌ها عموماً اشکالی را که بیشتر با ساختمان زمین در ارتباط باشد، نشان می دهند. اشکال مربوط به تأثیر نیروهای خارجی، مانند دره‌ها و سایر اشکال نظیر سیرک و ... معمولاً در روی نقشه‌های کوچک به ویژه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ نشان داده نمی‌شود *(رجایی،۱۳۶۹)*. در صورتی که نقشه‌های ژئومورفولوژیکی تفضیلی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و بزرگتر با روشی مشخص برای بسیاری از کشورهای اروپایی آماده شده‌اند*(Rao,1978)*. در کارهای مطالعاتی در مقیاس منطقه‌ای مناسبترین مقیاس یک پنجاه هزارم است*(رامشت،۱۰۲،۱۳۸۵)*. بنابراین نقشه‌های ژئومورفولوژیکی بسته به نیازمندی‌ها در مقیاس‌های مختلف تولید می‌شوند.

علائم و نشانه‌ها در نقشه های ژئومورفولوژی

نمایش کارتوگرافیکی اطلاعات ژئومورفولوژیکی،بعضی از چالش‌های مشخص را مطرح می‌کند. برای اصلاح کردن خوانایی نقشه‌های ژئومورفولوژیکی، یک روشی که پیچیدگی عناصر کارتوگرافیکی کاهش داده، رویکرد مساعد «طراحی ـ سؤالی» است که فرایندهای کمتری را در یک نقشه در یک زمان نشان می دهد. در این روش نقشه برای کاربر، خواناتر شده و می‌تواند نیازهای اساسی جهت بهبودی برنامه‌ریزی اراضی را آسان کرده و اثرات مؤثرتری بر مدیریت اراضی می‌گذارد. همچنین این موضوع نیاز برای افزایش گفتگوی بین رشته‌ای میان ژئومورفولوژیستها و سایر متخصصان را بیان می‌کند. رویکرد دیگر، اقتباس از تجزیه و تحلیل رقومی اخیر و تکنیک‌های تجسمی می‌باشد. افزایش قدرت رایانه‌ای(هر دوی سخت‌افزار و نرم افزار) نه فقط استفاده از تکنیک‌های طرح‌ریزی سطح بالا را اجازه داده، همچنین تجسم نتایج در روش‌ها است که، می‌تواند یک پل بهتر بین تولیدکنندگان و نقشه‌های ژئومورفولوژیکی و کاربران نهایی را به وجود آورد. توسعه کاربردGIS، واقعیت مجازی، شبکه‌های حسگرا محیطی، سنجش از دور و تجزیه و تحلیل ویژه یک مثال گویا در این زمینه است*(paron et al,2008)*.

جدول ۱: علائم مورد استفاده در نقشه های ژئومورفولوژیکی، اقتباس از *Pavlopous et al ,2009*

نقشه‌های ژئومورفولوژی برپایه راهنماهای با محتوای فشرده می‌باشند که معمولاً سرشار از اطلاعات زمین‌شناسی طبیعی بوده و از یک دامنه وسیعی از نشانه‌ها، بافت‌ها و رنگ‌ها برای نشان دادن پدیده‌های ژئومورفولوژیکی بهره می‌گیرند *(Oliviera et al,2009)*.

در نقشه‌های ژئومورفولوژی همه اطلاعات مربوط به سطوح با سمبل‌های ویژه بر روی نقشه منعکس می‌شود به صورتی که بعد از پایان عملیات شناسایی و ضبط و ترسیم این اطلاعات ما با نقشه‌ی خاصی مواجه خواهیم بود *(رامشت،۵۷، ۱۳۸۵)*. به طور کلی چهار دسته از اطلاعات به صورت نماد در نقشه‌های ژئومورفولوژی به کار می‌رود که عبارتنداز: اطلاعات مربوط به رخساره و مواد مادری، فرایندها، فرم‌های سطحی، پدیده‌های ژئومورفیک. در نمادین کردن اطلاعات نقشه‌های ژئومورفولوژی به غیر از نمادها از رنگ نیز استفاده می شود. معمولا رنگ‌ها برای بیان فرایندها به کار می‌رود. مثلا رنگ زرد برای فرایند سیستم‌های بادی، رنگ آبی برای نمایش فرایندهای آبی و ... به کار می‌رود *(رامشت،۱۰۲،۱۳۸۵)*. در جدول شماره ۱ نشانه‌های به کار رفته در نقشه‌های ژئومورفولوژی آورده شده است.

جدول ۲: رنگ های به کارگرفته در نقشه های ژئومورفولوژی

(Gustavsson et al,2006)

تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیکی رقومی

نقشه‌ها تولید شده بر طبق این سیستم جدید می‌تواند به آسانی در GIS رقومی، تجزیه و تحلیل و بازتولید شود. تأکیدات مهم منحصر کننده ذهنیت تبدیل رقومی به وسیله ذخیره ردیف داده‌ای دست نخورده بوده و این در صورتی است، که یک فرصت برای باز تفسیر و شناسایی تعدادی مناظر چشم‌اندازها باشد.

برطبق *(Voznilek; 2000)* پایگاه داده GIS باید در بردارنده چهار نوع از داده های ژئومورفولوژی:۱)داده‌برداری برای ارائه پدیده‌ها ۲)داده رستری برای تصاویر ۳) شبکه‌های نامنظم مثلثی(TINs) برای سطوح و ٤) آدرس و اجازه دهنده‌ها برای تعیین موقعیتهای جغرافیایی. در یک پایگاه داده‌GIS، از دو طریق داده‌ها ایجاد می‌شوند : لایه‌ها و اشیاء. روش استفاده از لایه بیشتر رایج بوده و یک تاریخ طولانی در مواریث از نقشه‌های موضوعی که پدیده‌های مختلف برای یک ناحیه را نمایش می‌دهند، دارد. در این ساختار، داده‌ها در لایه‌های موضوعی مشخص شده ، هر ارائه یک ویژگی در نواحی مشابه دارد. در رویکرد شئی، که نسبتاً جدید بوده، ساختارهای داده مانند اشیاء و گروه‌هایی از اشیاء است.

بدین جهت داده‌ها در داخل لایه‌ها مشخص نبوده، اما اشیاء در کلاس هایی گروه‌بندی و مرتب‌بندی می‌شوند. مزیت این رویکرد این است که به درستی جهان واقعی را منعکس نموده، اما عیب آن مشکلات مربوط به ساخت GIS عملی است. بسته به هدف، اطلاعات انتخابی در نقشه GIS می‌تواند، جدا و برای چهار رنگ ارائه در نقشه‌های موضوعی فرآورده کرده، که هر کدام نوع خاصی از داده را پوشش می‌دهند. برای مثال نقشه‌های مورفوژنیک یا مخاطرات طبیعی را می‌توان نام برد. هرچند هنگامی که آنها با باز تولید، به نقشه‌های ژئومورفولوژی خوانا که جنبه علمی کاملی از ژئومورفولوژی را پوشش داده، امروزه نرم افزار GIS محدودیتهایی در ترسیم طرح‌بندی دارد. دلیلش این است که ترسیم اساساً مبنی بر استفاده از رنگ‌های پوششی بوده، ولو اینکه بتوان از یک تنوع خطوط و بعلاوه نشانه‌ها استفاده نمود. نرم افزاری همچون ESRI MAPLEX، امکان طراحی پوشش توسط فرد(انتخابی) و الگوها را عرضه داشته ولیکن نیازمندی‌ها گسترش بیشتری دارند قبل از اینکه ترکیب فعلی مجموعه داده آسان شود. برای مثال پیدایش و لیتولوژی در داخل یک الگوی رنگها ترکیب می شوند.

نسخه GIS ارائه شده در این مقاله در یک محیط ARC GIS ESRI گسترش (توسعه) یافته است. زیرا این سیستم به طور گسترده استفاده شده و اجازه پیشرفت داده‌های دستی را می دهد. داده برداری که در نقشه GIS در انطباق با ارایه چند ضلعی عناصر لندفرم‌ها بوده، در نقشه‌های ژئومورفولوژیکی پایه ای میدانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هرچند به بعضی انطباق‌های دیگر نیز نیاز است. نشانه‌ها و یا خطوطی که فرآیندهای ژئومورفولوژیکی در نقشه باید نواحی را پوشش دهند، ارائه می‌شود. سپس این نواحی شامل اطلاعاتی درباره فرآیند و ارتباط با بعضی لندفرم‌ها و فرایندهای دیگر بوده، زمانی که در نقشه اصلی به وسیله نشانه‌ها ارائه می‌گردند. برای مثال خندق های کوچک ممکن است با داده‌های چندضلعی شده منتقل شوند. دیگر نشانه ها ممکن است به عنوان داده نقطه‌ای رقومی شده می‌توانند مستثنی شوند. اطلاعات هیدرولوژیکی و پیدایش(زیرساخت)نیز به عنوان بردارهایی که شکل چند ضلعی‌ها، خطوط و نقاط داشته، رقومی می‌شوند.

انطباق دیگر این است که مرزهای مشخص بین عناصر لندفرمی همیشه طراحی می‌شوند. آنگاه هر، چند ضلعی، خط یا نقطه با جداول داده‌ای که داده‌ی اضافی موجود هر کدام درباره پدیده‌های ویژه بوده، مرتبط می‌گردد. سپس در سیستم نقشه‌کشی جدید، اطلاعات جداگانه‌ای درباره مورفومتری، مورفوگرافی، سنگ شناسی، پیدایش، فرایندها و هیدرولوژی در پایگاه اطلاعات GIS به راحتی به نقشه اصلی تبدیل شده و در نقشه GIS داده‌ها در داخل داده‌های مشخص خود برای موفولوژی سنگی و غیر سنگ شده (non lithinfid)، پیدایش، فرایندها و هیدرولوژی، گروه‌بندی می‌شوند. بنابراین این انتقال به محیط GIS دربردارنده حداقل تغییر به عنوان مقایسه‌ای نسبت به سیستم نقشه‌کشی پایه‌ای میدانی است.

در افزودن به اطلاعات قدیمی نقشه پایه‌ای میدانی اطلاعاتی همچون برای سنگ بستر /ساختار، پیدایش(ساختار) و یک مدل رقومی ارتفاعی اضافه شده‌اند (DEM)، که شامل خطوط ارتفاعی رقومی بوده یا داده‌های رستری تفضیلی است. DEM توانایی روان ساختن شبکه نامنظم مثلثی داشته که یک دید عالی از سطح زمین ارائه می‌دهد. برای ارائه تفضیلی و تجزیه و تحلیل توپوگرافی آنها غالباً به توانایی تولید تقریبی به دست داده و بعلاوه جهت درونیابی سطوح دیگر از گرافیک کامپیوتری یا روش آماری(KRIGINING) استفاده خواهد شد. در این متن مهمترین مسئله جهت ادامه کار ذهن این است که انواع مختلف چشم‌اندازها نیازمند گرافیکی متفاوت هستند. در افزودن به اطلاعات خلاصه شده فوق، پایگاه داده GIS مخزن اطلاعات درباره زیر سطحی خواص همچون توالی چینه‌شناسی و ستون‌های لیتولوژیکی است.

این اطلاعات افزوده شده در پایگاه داده برای موقعیت‌های معیار جغرافیایی و پدیده‌ها همچون جداول مجموعه‌ای یا اشکال برونزد(-POP

UP)روی نقشه رقومی حالت پیوندی دارد. برای دستیابی کاربر به یک نگاه کاملاً جامع به داده چشم‌اندازها نقشه ژئومورفولوژی اصلی شامل مواردی همانند یک تصویر رستری، تصاویر رستری اضافی همانند عکس‌های هوایی ارتوگرافیکی بوده که همچنین می‌تواند در بردارنده تجزیه و تحلیل، همبستگی ها و تمایلات جهت مقاصد باشند ***(Gustavsson,et al,2006)***.

استانداردسازی نقشه‌های ژئومورفولوژی

مسئله اساسی نقشه‌های ژئومورفولوژی از گذشته تاکنون، استاندارد شدن علائم مورد استفاده در این نقشه‌هاست. استاندارد نشدن این علائم تاکنون دلایل متعددی داشته است که از مهمترین آنها یکسان نبودن اصطلاحات و واژه‌های ژئومورفولوژی در سطح بین‌المللی، تنوع و فراوانی اشکال ژئومورفولوژی، عدم توسعه نقشه‌های ژئومورفولوژی به عنوان گروهی از نقشه‌های مورد بحث در کارتوگرافی موضوعی و مهمتر از آن، عدم استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژی به عنوان یک ابزار اساسی و کارآمد در برنامه‌ریزی‌های محیطی را می‌توان نام برد.***(یمانی،۱۳۸٤)***

بعد از جنگ جهانی دوم بعضی کوشش‌ها در جهت ایجاد استانداردهایی بین‌المللی صورت گرفت. در خلال برگزاری هجدهمین کنگره اتحادیه بین المللی جغرافیدانان در ریودوژانیرو در سال ۱۹۵٦، دو عقیده تولید نقشه‌های ژئومورفولوژی پیشنهاد شد و این امر منتج به ایجاد زیر کمیسیونی در IGU برای نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی شد***(Gustavsson;2005)***.

در نوزدهمین کنگره اتحادیه بین‌المللی جغرافیا که در استکهلم سوئد در سال ۱۹٦۰ میلادی برگزار گردید از پروفسور کلیماسکی (هلند) دعوت به عمل آمد که کمیته‌ای به منظور تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی و استاندارد کردن علائم آن تشکیل دهد. این کمیته در داخل کمیسیون ژئومورفولوژی کاربردی آن مؤسسه، به ریاست تریکار تشکیل گردید و فعالیت خود را از سال ۱۹٦۲ میلادی آغاز کرد. ***(یمانی،۱۳۸٤)*** در این کمیسیون مقرر گردید که یک نقشه ژئومورفولوژیکی باید نتیجه نقشه‌کشی در یک میدان باشد. مقیاس آن بایستی بین ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰ بوده، باید یک تصویر کامل از مورفولوژی چشم‌اندازها را نمایش دهد.

اصول این کمیسیون IGU برای تسهیل نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی ایجاد یک همکاری نزدیک بین دو عقیده بود تا اینکه این کار باعث توسعه در ایجاد نقشه‌های ژئومورفولوژی شد. تفاوت عقاید تقریباً معلول ویژگی‌های متفاوت ژئومورفولوژی و روش‌های علمی مختلف بود. فرانسوی‌ها، چک اسلواکی‌ها و مجارستانی‌ها نقشه‌های ژئومورفولوژیکی را بر اساس عناصر ساختمانی لیتولوژیکی ترسیم می‌کنند، که اطلاعات زیادی درباره ارتباط بین لندفرمها و لایه‌های زیرین می‌دهند. اما تقریباً در بازسازی توسعه چشم‌اندازها بلااستفاده بودند. از طرف دیگر نقشه‌های ژئومورفولوژیکی لهستانی‌ها، روس‌ها، رومانی‌ها و آلمان‌ها، برپایه لندفرمها بود.

اطلاعات زیادی درباره صفت و توسعه ناهمواری‌ها می‌دهند، اما ارتباط با ساختارهای زمین‌شناسی را نمایش نمی‌دهد .همکاری و هم ترازی بین این دو روش، باعث تولید نقشه‌هایی می‌شود که دارای اطلاعات محدود زمین‌شناسی و بعضی اطلاعات ساختمانی – لیتولوژیکی و در مواردی نیز اطلاعات ساختمانی هستند ***(Gustavsson;2005)***.

در سال ۱۹٦۸ میلادی زیر کمیسیون تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی تفضیلی را که بر پایه تجربیات پژوهشگران چندین کشور اروپایی تهیه شده بود، در بیست و یکمین کنگره بین‌المللی این اتحادیه که در دهلی نو برگزار گردید ارائه نمود. در سال ۱۹۷۱ میلادی اولین آئین‌نامه و دفترچه راهنمای علائم ژئومورفولوژی به وسیله کمیته تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی اتحادیه بین‌المللی جغرافیا منتشر گردید. در بین سال‌های ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۵ کمیسیون مطالعات ژئومورفولوژی این اتحادیه فعالیت‌های خودش را در استاندارد کردن نقشه‌های ژئومورفولوژی متوسط مقیاس(۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰) ادامه داد. اعضای این کمیسیون عمدتاً از کشورهای روسیه، ایتالیا، آلمان، لهستان، کانادا، سوئیس و انگلستان بودند.

سرانجام این کمیسیون اطلاعات خود را تکمیل کرده و پس از بازنگری علائم آنها را به صورت اطلاعات روزآمد در قالب مجموعه‌ای از علائم ژئومورفولوژیک برای نقشه‌های متوسط مقیاس ارائه نمود. با استفاده از این علائم بسیاری از کشورهای اروپایی و ... اقدام به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیک بزرگ مقیاس و متوسط مقیاس نموده‌اند***(یمانی،۱۳۸٤)***. در زیر یک نقشه نسبتاً استاندارد آورده شده است .

نقشه و راهنمای استاندارد ژئومورفولوژیک از یک منطقه کوهستانی

(Asselen et al,2006)

نتیجه گیری

نقشه تصویری از همه یا قسمتی از کره زمین روی یک سطح مستوی است که به نسبت معینی کوچک شده و عوارض و پدیده‌های مختلف به طور انتخابی و با توجه به هدفی خاص و با علائمی ویژه روی آن نشان داده می شوند. نقشه‌ها از نظر موضوع، اندازه، محتوا و روش ترسیم متنوع هستند. معمولاً خروجی کارهای تحقیقاتی و پژوهشی از مناطق در جغرافیا به صورت نقشه‌ای نمایان می گردد .

یکی از این نقشه‌ها، نقشه‌های ژئومورفولوژی بوده که نتیجه زحمات هفته‌ها، ماه ها و یا حتی سالیان زیاد یک یا گروهی از محققان ژئومورفولوژیست بوده است.

نقشه‌های ژئومورفولوژی در حالت کلی تهیه شده، همانند نقشه‌های زمین‌شناسی، خاکشناسی و غیره جزو اسناد زیر بنایی و علمی محسوب می گردند. همچنین این نقشه‌ها را می‌توان به عنوان اسنادی تاریخی دانست، زیرا از طریق آنها به تغییرات و تحولات یک پدیده یا یک مکان در یک بازه زمانی خاص می‌توان پی برد.

نقشه‌های ژئومورفولوژی در اصل نوعی نقشه موضوعی هستند که ترسیم آنها متکی به مهارت و فن نقشه‌کشی است. این نقشه‌ها ویژگی‌های پیکرشناسی و شکل ناهمواری‌ها را توسط علائم ویژه نشان می‌دهند. نقشه‌های ژئومورفولوژی بر اساس اطلاعات و توصیف منطقی و علمی اعمال ژئومورفولوژی تهیه می

شوند.

این نقشه‌ها از روی مشاهدات مستقیم روی زمین و با استفاده از عکس های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی و سایر اطلاعات که از تصاویر ماهواره‌ای به دست می‌آیند، ترسیم می‌گردد. بنابراین نقشه‌های ژئومورفولوژی تشریحی از نتیجه تحقیقات بنیادی می‌باشد. نقشه‌های ژئومورفولوژی، اشکال مختلف سطح کره زمین و فرآیندهای تشکیل دهنده آنها یعنی محصول عملکرد نیروهای ژئودینامیک درونی و بیرونی را بر روی این سطح نشان می‌دهند. به عبارت دیگر نقشه‌های ژئومورفولوژی عملکرد برآیند نیروهای ژئودینامیک درونی و بیرونی بر روی کره زمین را که همان کره ناهمواری می‌باشد، نمایش می‌دهند.

نقشه‌های ژئومورفولوژی، مورفوگرافی، مورفومتری، مورفوکرنولوژی اشکال سطح زمین و به ویژه مورفوژنز و مورفودینامیک حاکم برآن اشکال را گویا می‌کنند. این نقشه‌ها ارتباط پدیده‌های مورفودینامیک با مورفوژنز را مشخص می‌کنند. نقشه‌های ژئومورفولوژی تشریحی فهرست کافی از داده‌های مورد مشاهده را از یک فضای معین فراهم می‌آورد.

این داده‌ها، در رابطه با ویژگی‌های ساختمانی، پیدایش مکانی و زمانی، فراهم شده و روی نقشه نشان داده می‌شوند. بنابراین از روی این نقشه‌ها اغلب موضوعات ژئومورفولوژی را از آنالیز آماری و فرکانس پدیده‌ها گرفته تا روابط منطقی بین آنها، می‌توان استنباط نمود. در نقشه‌های ژئومورفولوژی معمولاً زمان به دو دوران کواترنر و قبل از آن تقسیم می‌شود، چون تحولات اقلیمی کواترنر برای ژئومورفولوژیست‌ها اهمیت بیشتری دارد. در نقشه های ژئومورفولوژی به جای تشکیلات زمین‌شناسی، رخساره‌های زمین شناسی منعکس می‌گردد، زیرا عامل اصلی در فرمزایی، رخساره‌ها و تفاوت حساسیت آنها در برابر عوامل شکل‌زاست و اسامی تشکیلات که معمولاً برگرفته از مکان بازشناسی شده آنها است نقشی در این تحول ندارد.هدف از تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی ارائه اطلاعات کامل و تفضیلی در تمام موضوعات ژئومورفولوژی است.

این اطلاعات شامل ویژگی‌های لیتولوژیک زمین، تأثیرات ساختمانی- (ساختمان زمین‌شناسی)، عناصر مختلف اشکال سطحی و فرایندها، سن و تکامل مورفولوژیکی عناصر مختلف ژئومورفولوژیکی و ... است. نقشه‌های ژئومورفولوژی مبنای خوبی برای تهیه نقشه‌های شیب دامنه هستند و این می‌تواند هم برای برنامه‌ریزان و هم برای مهندسان با ارزش باشد. با توجه به توسعه روز افزون بهره‌برداری از منابع در مبحث کاربری اراضی، آمایش سرزمین و مطالعات ژئومورفولوژیک در خصوص حوضه‌های آبریز، استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژی امری اجتناب‌ناپذیر است. هرنوع فعالیت انسانی و بهره‌برداری از محیط مستلزم پایداری زمینی است که این فعالیت‌ها بر روی آن استقرار می‌یابند. بنابراین شناخت ویژگی‌های سطحی زمین امری الزامی به شمار می‌رود و نقشه‌های ژئومورفولوژی مهم‌ترین ابزار کارآمد در این زمینه محسوب می‌شوند.

این مسئله در سال‌های اخیر به ویژه در راستای طرح‌های آمایش سرزمین و مطالعات حوضه‌های آبخیز محسوستر است. البته نقشه‌های تولید شده با مقیاس‌های مختلف منبعی برای ارزیابی خطر و مخاطره‌های طبیعی هستند. آنها یک نقش اصلی را در مدیریت زمین و برنامه‌ریزی، ارزیابی مخاطرات محیطی و پیشگیری از اتفاقات فاجعه‌آمیز ایفا می‌کنند. به طور کلی می‌توان گفت که نقشه‌های ژئومورفولوژی در پژوهش‌های علمی و برنامه‌ریزی‌های عمرانی، ناحیه‌ای و حتی کشوری کاربرد دارند. براساس نقش بسیار مهمی که این نقشه‌ها در پژوهش‌های علمی و در قلمرو عمران‌های مختلف دارند، انجمن بین‌المللی جغرافیا مدت‌هاست که کمیسیون ژئومورفولوژی کاربردی را به وجودآورده و سازمان یونسکو به ویژه بخش کارتوگرافی، آنرا که به صورت زیر کمیسیون نقشه‌کشی ژئومورفولوژی فعالیت دارد، مورد حمایت جدّی خود قرار داده است.

از خروجی‌های این زیر کمیسیون می‌توان به تدوین رساله‌های تخصصی نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی، ایجاد پایگاه داده‌های منابعی مقالات، یک گروه استانداردسازی علائم کارتوگرافیکی، (و ابزارهای GIS مربوطه) و نشریه آموزشی _ فنی درباره " کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی اراضی و پیشگیری مخاطرات طبیعی " که مطابق مفاد سال بین‌المللی سیاره زمین انتشار یابد و ... نام برد. البته زیر کمیسیون اقدام به چاپ مجله‌ای به نام Journal of Map نموده است. که کارهای صورت گرفته در زمینه نقشه‌های ژئومورفولوژی را به صورت مقاله به چاپ می رساند. تهیه این نقشه‌ها در رابطه با مقیاس و وسعت منطقه مورد مطالعه همواره با مشکلاتی توأم خواهد بود. مقیاس در تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی یکی از مهمترین اصول بوده، زیرا کیفیت و محتوای آن را تعیین می‌کند. به عبارت دیگر مقیاس شاخص ارزش هندسی آن را تعیین می‌کند. در ارزیابی آن در وهله‌ی اول مقیاس آن بررسی می‌شود. همچنین وسعت مکانی که باید با عرض و طول معین نشان داده شوند، مقیاس را مشخص می‌نماید.

هر قدر مقیاس بزرگتر بوده، جزئیات بیشتری را نشان خواهد داد. همچنین میزان دقت اطلاعات کمی که از طریق اندازه‌گیری‌های مختلف از روی نقشه‌های ژئومورفولوژی به دست می‌آیند با مقیاس رابطه مستقیم دارند. بنابراین نقشه‌های متعددی با مقیاس‌های مختلف در زمینه ژئومورفولوژی تهیه می‌شود که این نقشه‌ها از نظر سبک و طرح‌های تهیه و حتی حجم اطلاعات نمایش داده شده از کشوری به کشور دیگر متفاوت است ودر واقع هیچ شیوه‌ی موافق در تهیه و ترسیم نقشه‌های ژئومورفولوژی وجود ندارد. موضوع دیگری که باید در نقشه‌های ژئومورفولوژی به آن توجه نمود، مسئله استفاده از علائم و نشانه‌ها جهت نمایش اطلاعات آن است. نمایش معلومات به وسیله علائم و نشانه در نقشه‌های ژئومورفولوژی بزرگترین حسن آن بوده، به طوری که اگر جهت نمایش پدیده‌ها از علائم استاندارد و ساده و ... استفاده شود، قلمرو کاربردی نقشه وسعت یافته و کاربران مختلف به خوبی از اطلاعات آن بهره مند خواهند شد.

درک آن برای بیننده آسان‌تر و راحت‌تر بوده و نیازی به تفسیر زیاد ندارند. البته به سبب تنوع عوارض ژئومورفولوژیکی و تنوع نقشه‌ها از نظر مقیاس و متفاوت بودن روش تهیه هنوز در سطح بین‌المللی استانداردی در این زمینه وجود ندارد و به کار بردن علائم تا حدود زیادی بستگی به هنر، ذوق و اصول فردی یا مؤسسه‌ای که اقدام به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی می‌کند، دارد.

بدیهی است با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری در سال‌های اخیر به عنوان اساسی‌ترین ابزارهای تحقیق در مطالعات محیطی، نقشه‌های ژئومورفولوژی را نیز می‌توان در قالب این نرم‌افزارها تهیه نمود.

علیرغم مسائل و مشکلات متعدد در این زمینه کشورهای زیادی اقدام به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیکی نموده‌اند و به پیشرفتهای قابل ملاحظه‌ای رسیده‌اند. اما با این وجود هنوز در کشور ما، به دلایلی همچون انجام کارها و مطالعات میدانی و کمبود ابزارهای لازم در این زمینه، حمایت نشدن این کار از طرف مرکز یا سازمانی، کمبود منابع مالی و اعتباری، عدم تمایل دیگر متخصصان به استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژی در کارهای زیربنایی و عمرانی در کشور، پهناور بودن کشور ایران و ... کار یا اقدام خاصی در این زمینه صورت نگرفته است. فقط در لابلای پایان‌نامه و مقالات به طور پراکنده

گاهاً نقشه‌های ژئومورفولوژی از بعضی نقاط یا مناطق مشاهده می‌شود. انتظار می‌رود در آینده‌ای نزدیک در کشورما نیز مسایل و مشکلات مربوط به تهیه این نقشه‌ها برطرف گشته و به عنوان یک ابزار و سندی ارزشمند و مفید در کارهای عمرانی و توسعه‌ای جهت پیشرفت کشور اهمیت داده شده و مورد استفاده قرار گیرند.

منابع و مآخذ

۱) ثروتی، محمدرضا،۱۳۸۱، ژئومورفولوژی منطقه‌ای ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی.

۲) رامشت، محمدحسین، ۱۳۸۵، نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، انتشارات سمت.

۳) رامشت، محمدحسین، ۱۳۷۵، کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی، انتشارات دانشگاه اصفهان.

٤) رجایی، عبدالحمید،۱۳۸۲،کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط ، چاپ دوم ، نشر قومس.

۵)رجایی، عبدالحمید، ۱۳٦۹، نقشه‌های ژئومورفولوژی و کاربرد آن در پژوهش‌های علمی وبرنامه‌ریزی عمران ناحیه‌ای، مجله ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز.

٦)رجبی، معصومه، ۱۳۸۷، تجزیه وتحلیل لندفرم‌ها بر اساس عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی، فصلنامه سپهر دوره هفتم شماره شصت و هفت.

۷)رجبی، معصومه،۱۳۸۰، نقشه‌کشی در ژئومورفولوژی، فصلنامه سپهر دوره دهم شماره چهلم.

۸) شایان، سیاوش، ۱۳۸٤، فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی، انتشارات مدرسه چاپ چهارم.

۹) شایان، سیاوش، ۱۳۸۸، جزوه درس تهیه و تفسیر نقشه‌های ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰)کریم‌زاده، غلامرضا،۱۳۸۰، تالیف نقشه‌های توپوگرافی، مجله نقشه‌برداری، شماره ۵۵، سال سیزدهم.

۱۱) کوک، آر.یو و همکاران، ۱۳۷۷، ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، جلد اول،ترجمه دکتر شاپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت.

۱۲)یمانی، مجتبی، ۱۳۸٤، اطلاعات نقشه‌های ژئومورفولوژی تفضیلی، فصلنامه سپهر، دوره چهاردهم، شماره ۵۳.

13) Asselen S.van et al, 2006, Export-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM, Geomorphology.

14) Bohner, Jurgen et al, 2009, Developments in soil science vol . 33 ,Elsevier.

15) Clles, Bengt et al, The geomorphology of surtsey island in 1980 , 1982, department of physical geography , Uppsala university, Sweden.

16) Chueca,J , et al,2008, Geomorphological map of the Alta ribagorza(Centeral Pyrenees, Spain),journal of Maps.

17)Dramis, Francesco, 2009, Geomorphological mapping for a sustainable development , journal of map.

18) Gustavsson, marcus, 2005, Development of a detailed geomorphological mapping system and geodatabase in Sweden,licentiate thesis,supervised by else kolstrup and arir c . seijmonsbergen.

19)Gustavsson, marcus et al,2006, A new symbol-and-gis based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development ,geomorphology.

20) Klawon, Jeanne et al, 2003, Geomorphic map Arizona,us department of the interior bureau of reclamation,fluvial hydraulic & geomorphology team.

21) May,J-H,2008, A geomorphological map of the Quebrada de Purmamarca, Jujuy, NW Argentina, journal of Maps.

22) Paron, paolo et al ,2008,Applied geomorphological mapping , journal of map.

23) Pavlopoulos, Kosmas et al ,2009,Mapping geomorphilogical environment, springer.

24) Oliveira, Fabiano Antonio de et al ,2009, Semi_detailed map of northeneastern santa catarina state, brazil _ the garuva sheet, journal of map.

25)Oya, Masahico, 1983 ,A geomorphological survey map padang city and surrounding area in west Sumatra showing classification of flood stricken areas ,international cooperation agency,Tokyo,japan.

26) Rao,d.p, 1978, Utility of landsat coverage in small scale geomorphological mapping-some examples from india , Jour.ind.soc.photo-int.vol.vi.no.2.

27) Rao,d.p,2002, Remote sensing application in geomorphology,Joupnal of tropical ecology,international society for tropical ecology.

28) Seijmonsbergen, Harry,2008, Digital geomorphological information for alpine hazard studies using laser altimetry data altimetry data and gis with an example from Vorarlberg, Austria , interpravent- conference proceedings,vol 2.

29) Vozenilek, Vit ,2000, Spatial database for geomorphological mapping by gps techniques , journal of geographica ,Palacky University,Olomouc.