

نقش ژئومورفولوژی در مدیریت منابع طبیعی با استفاده از روش تحلیل سیستم‌های ارضی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کلاته سادات سبزوار)

لیلا منتصری* - دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری.
ابوالقاسم امیر احمدی - دانشیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری.
محمدعلی زنگنه اسدی - دانشیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۱۴ تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۰۳/۰۳

چکیده

دانش ژئومورفولوژی نقش بسزایی در شناخت قابلیت‌ها و محدودیت‌های محیطی پیرامون ما دارد که در این میان استفاده از روش تحلیل سیستم‌های ارضی به‌عنوان یک راهکار ژئومورفولوژی مؤثر می‌باشد. از طریق این تکنیک مشخص می‌شود که هر قسمت از زمین به چه کاربری اختصاص پیدا می‌کند. این اقدام باعث حفظ آب و خاک در اراضی کشاورزی و مدیریت بهتر منابع طبیعی می‌شود. همچنین روش تحلیل سیستم‌های ارضی در مطالعات آمایش سرزمین نیز مطرح می‌گردد. در این مطالعه نقش دانش ژئومورفولوژی در شناسایی ویژگی‌های سرزمینی و مدیریت بهتر منابع طبیعی با استفاده از روش تحلیل سیستم‌های ارضی در حوضه آبی کلاته سادات سبزوار از استان خراسان رضوی بررسی می‌شود. بر این اساس، حوضه آبخیز مورد مطالعه به سه سیستم ارضی کوهستان، تپه و دشت تفکیک گردید که بیشترین مساحت حوضه را تپه ارضی با ۵۲/۰ کیلومتر مربع و کمترین را تپه ارضی با مساحت ۱۱/۲ کیلومتر مربع پوشش می‌دهد. تپه ارضی کوهستان نیز مساحت ۳۲/۴ کیلومتر مربع از سطح حوضه را اشغال کرده است. برای هر کدام از این سیستم‌های ارضی، واحدهای ارضی و جزء واحدهای کوچکتری تشخیص داده شد که هر کدام از این تقسیمات واحدی، ویژگی‌ها و مشخصات خاصی دارد. شناخت این مشخصات، جهت هرگونه پروژه عمرانی و کشاورزی در منطقه سودمند می‌باشد. در این میان قابلیت‌ها و محدودیت‌های هر بخش نیز جهت کاربری بهتر مشخص شد. در کل بیشترین مساحت حوضه آبخیز مورد مطالعه را مناطق پست و کم‌ارتفاع و دشت پوشش می‌دهد که نیاز به توجه بیشتر و مدیریت کارآمد حفظ آب و خاک را در این منطقه، روشن می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: ژئومورفولوژی، سیستم‌های ارضی، آمایش سرزمین، کاربری اراضی، کلاته سادات سبزوار.

مقدمه

ژئومورفولوژی در مقیاس وسیع با فعالیت انسان‌ها و مسائل آن‌ها مرتبط است و می‌تواند بسیاری از مشکلات برنامه‌ریزی عمران ناحیه‌ای را حل کرده و پاسخ‌های مناسب برای مسائل متعددی که در این رابطه عنوان می‌شود، فراهم آورد. یکی از تکنیک‌های دانش ژئومورفولوژی برای شناخت قابلیت‌ها و محدودیت‌های محیطی، روش تحلیل سیستم‌های ارضی^۱ یا تحلیل ارضی^۲ است. این روش، یک طبقه‌بندی علمی بر مبنای فرم ارضی و با ساختاری سلسله مراتبی^۳ است و بر رابطه زمین (لندفرم^۴) با قابلیت‌ها و محدودیت‌های ارضی تأکید دارد. در این روش هم‌چنین می‌توان به ارزیابی محدودیت‌های آمایش سرزمین در یک ناحیه دست یافت. موضوعی که به طور قطع در فرآیند برنامه‌ریزی، به اندازه قابلیت‌های یک ناحیه بستگی دارد و می‌تواند در بهره‌برداری بهینه از محیط یاری‌دهنده باشد. در این روش مشابهت‌های فرمی اساس طبقه‌بندی قرار می‌گیرد و ویژگی‌های ارضی ناشی از فرم در برابر موضوعی ارزیابی و به صورت قابلیت و محدودیت معرفی می‌شود (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۵۵ و ۱۵۴).

تفکیک سیستم‌های ارضی از دیرباز مورد توجه بسیاری از دانشمندان و متخصصان علوم زمین به‌خصوص ژئومورفولوژیست‌ها بوده است. (کریستین^۵ و همکاران، ۱۹۵۳) در پژوهشی در ناحیه توان ا سویل-بوون^۶ در شمال کوئینزلند^۷ استرالیا با شرح ویژگی‌های ارضی ناحیه، ارزیابی امکانات کشاورزی، ساحل منطقه و تعامل آب و هوا در ارتباط با زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، خاک و ویژگی‌های کشاورزی، این منطقه را به ۱۹ سیستم ارضی و ۷ گروه کاربری اراضی تقسیم کردند. (کریستین و استوارت^۸، ۱۹۵۳) در منطقه کاترین-داروین^۹ استرالیا با توجه به زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، نقشه‌برداری، خاک، پوشش گیاهی و کاربری ارضی، ۱۸ سیستم ارضی را تشخیص، نقشه‌برداری و نواحی آن‌را برآورد و پتانسیل‌های موجود را ارزیابی نمودند. (بوودن^{۱۰} و استابز^{۱۱}، ۱۹۶۳) برای مطالعه بچوانالند^{۱۲} شرقی (بوتسوانا^{۱۳}ی فعلی) در جنوب آفریقا سیستم‌های طبقه‌بندی زمین را توسط بخش منابع زمین و نقشه‌برداری منطقه‌ای مشترک المنافع علمی و سازمان پژوهش‌های صنعتی توسعه دادند. (وبستر^{۱۴} و بکت^{۱۵}، ۱۹۷۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان طبقه‌بندی زمین و ارزیابی با استفاده از عکس هوایی و مروری بر آثار اخیر در آکسفورد با

۱. Land System Approach (LSA)

۲. Terrain Analysis

۳. Hierarchy

۴. Land Form

۵. Christian

۶. Townsville- Bowen

۷. Queensland

۸. Stewart

۹. Katherine-Darwin

۱۰. Bawden

۱۱. Stobbs

۱۲. Bechuanaland

۱۳. Botswana

۱۴. Webster

۱۵. Beckett

انجام یک سری مطالعات در جنوب مرکزی انگلستان، طبقه‌بندی اراضی را بر اساس الگوهای تکرار شونده چشم‌اندازهای اراضی شرح دادند. همچنین جهت شنا سایی فرم‌های شکلی در سیستم‌های اراضی، یک مدل بلوک دیاگرام از سیستم اراضی برای نشان دادن روابط بین چشم‌اندازهای زمین و تفسیر عکس‌های هوایی مناطق نمونه ابداع کردند. (لورنس^۱ و همکاران، ۱۹۷۷) نیز در مقاله‌ای تحت عنوان استفاده از تفسیر عکس هوایی برای ارزیابی اراضی در ارتفاعات غرب اسکاتلند طبقه‌بندی یک منطقه آزمایشی به سیستم‌های اراضی متمایز (که نقشه برداری شده است) را به طور منطقی و آسان اثبات کردند. (میچل^۲ و هوارد^۳، ۱۹۷۸) در اردن نیز مطالعات شنا سایی سیستم‌های اراضی را با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و نقشه‌برداری انجام دادند. طرح طبقه‌بندی اراضی شالیکاری در سری‌لانکا^۴ توسط (پانابوک^۵ و سوما سیری^۶، ۱۹۸۰) با همکاری دکتر ف.ر. مورمان^۷ با مجموعه چهار دسته سیستم اراضی، زیر سیستم اراضی، مجموعه زمین شالیکاری و عناصر اراضی شالیکاری ایجاد شده است. (سوماسیری و همکاران، ۱۹۸۵) با استفاده از روش سیستم اراضی به روشن شدن زوایای بیشتری از خاک شالیکاری در سری‌لانکا کمک کردند. (سوماسیری و راتنایاکا^۸، ۱۹۸۸) ۱۱ سیستم اراضی و ۲۱ زیر سیستم را برای منطقه کندی^۹ سری‌لانکا شنا سایی کردند (دویت^{۱۰} و بکر^{۱۱}، ۱۹۹۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان یادداشت توضیحی در مورد نقشه سیستم‌های اراضی بوتسوانا در جنوب آفریقا، نقشه سیستم‌های اراضی بوتسوانا را بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ م استخراج از وزارت نقشه‌برداری و اراضی آماده کردند. (کازاکلیس^{۱۲} و کارتریس^{۱۳}، ۱۹۹۳) در مقاله‌ای تحت عنوان انواع کاربری اراضی: الگوها و روابط با عوامل غیر زنده چشم‌انداز در غرب کرت^{۱۴} یونان با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی ۱۹۸۹ و ۱۹۴۵ سیستم‌های اراضی را شرح داده و انواع عمده کاربری اراضی را که در هر سیستم اتفاق می‌افتد، بیان کردند و با روش تجزیه و تحلیل دستی، واحدهای اراضی هر سیستم را تعریف کردند. (پانابوک، ۱۹۹۶) در تحقیقی تحت عنوان محیط‌های خاک و کشاورزی - اکولوژیکی زیستی سری‌لانکا در طول دوره ۱۹۷۵-۱۹۷۲، بر اساس چارچوب اصلی راهنمای فیزیوگرافی برای اهداف ارزیابی اراضی منطقه مرطوب، پنج سیستم اراضی اصلی را که از ۴۷ منطقه مورفو-زیست محیطی تشکیل شده بود، شناسایی کرد. سیستم‌های اراضی بر اساس مناطق کشت-زیست محیطی و الگوی برجستگی‌های تکرار شونده و زیر سیستم‌های اصلی بر مبنای الگوی زهکشی و زمین‌های به نسبت مرتفع شالیکاری، هیدرولوژی،

۱. Lawrance

۲. Mitchell

۳. Howard

۴. Sri Lanka

۵. Panabokke

۶. Somasiri

۷. F.R. Moormann

۸. Ratnayake

۹. Kandy

۱۰. Dewit

۱۱. Bekker

۱۲. Kazaklis

۱۳. Karteris

۱۴. Crete

برجستگی‌های کوچک، خاک زمین مرتفع و مواد مادری خاک متمایز می‌شوند. با روش تحلیل سیستم ارضی، مهم‌ترین محدودیت‌های تولید از خاک‌های شالیکاری منطقه روشن شد. (کلینگ‌سیسن^۱ و همکاران، ۲۰۰۷) در پژوهشی تحت عنوان تجزیه و تحلیل ژئومورفومتریک چشم انداز با استفاده از یک نرم‌افزار سفارشی GIS به نام "لندفرم"، طبقه‌بندی نیمه‌خودکار عناصر لندفرم بر اساس ویژگی‌های توپوگرافی مانند در صد ارتفاع یا انحناء را معرفی می‌کند. این پارامترها از مدل ارتفاعی رقومی^۲ مشتق شده و به‌عنوان شاخص برای طبقه‌بندی عناصر لندفرم نظیر: قله‌ها، دشت‌ها، فرورفتگی و دامنه‌ها استفاده می‌شود. این پروژه تحقیقاتی توسط وزارت کشاورزی استرالیای غربی در مؤسسه و مزرعه مارسک^۳ در ۱۰۰ کیلومتری شمال شرق پرت^۴ در غرب استرالیا انجام شده است و در آن نتایج حاصل از یک الگوریتم مجموعه فازی کاربردی برای مقایسه شباهت بین نقشه‌های تولید شده توسط "لندفرم" و عکس‌های تفسیر شده توسط یک متخصص خاک همان منطقه را مورد بحث قرار می‌دهد. (تاگیل^۵ و جنس^۶، ۲۰۰۸) در مقاله‌ای تحت عنوان طبقه‌بندی خودکار لندفرم مبتنی بر GIS و توپوگرافی، پوشش زمین و ویژگی‌های زمین‌شناسی اراضی اطراف یازورن پولجه^۷ ترکیه با استفاده از آمار فضایی پیشرفته و الگوریتم‌های پردازش تصویر به طبقه‌بندی اشکال یک حوضه جهت مطالعات کشاورزی و فرسایش زمین پرداختند. (کپوتورتی^۸ و همکاران، ۲۰۱۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان طبقه‌بندی محیط زیست زمین و حفاظت از تنوع زیستی در سطح ملی ایتالیا با استفاده از نقشه‌های همگن و موضوعی رسم شده و ویژگی‌های بیولوژیکی و انسانی منطقه را مورد ارزیابی قرار دادند و ۳ ناحیه ارضی، ۲۴ سیستم ارضی و ۱۴۹ شکل ارضی نقشه‌برداری کردند و نشان دادند که چگونه واحدهای ارضی می‌تواند به عنوان چارچوبی قابل اعتماد برای تجزیه و تحلیل محیط زیست در مقیاس درشت استفاده شود و برای پیاده‌سازی استراتژی حفاظت ملی مفید واقع شود. (واکلاویک^۹ و همکاران، ۲۰۱۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان الگوهای اصلی نقشه‌برداری جهانی سیستم ارضی بر اساس ۳۲ شاخص توصیف شدت کاربری ارضی، شرایط محیطی، عوامل محیطی، اجتماعی و اقتصادی و استفاده از یک الگوریتم نقشه مشخص و دوازده الگوی اصلی نقشه‌برداری سیستم‌های ارضی در سال ۲۰۰۵ به مطالعه ماهیت نقشه‌برداری سیستم ارضی در سراسر جهان پرداختند. نتایج شباهت غیر منتظره در سیستم ارضی سراسر جهان (شرق اروپا، هند، آرژانتین و چین) با وجود تنوع سیستم‌های ارضی در مقیاس محلی (چین و هند) را نشان داد. (تورنر^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۶) در مقاله‌ای تحت عنوان علم سیستم ارضی و سیستم زیست محیطی اجتماعی در شبه‌جزیره یوکاتان^{۱۱}

۱. Klingseisen

۲. DEM

۳. Muresk

۴. Perth

۵. Tagil

۶. Jenness

۷. Yazoren Polje

۸. Capotorti

۹. Vaclavik

۱۰. Turner

۱۱. Yucatan

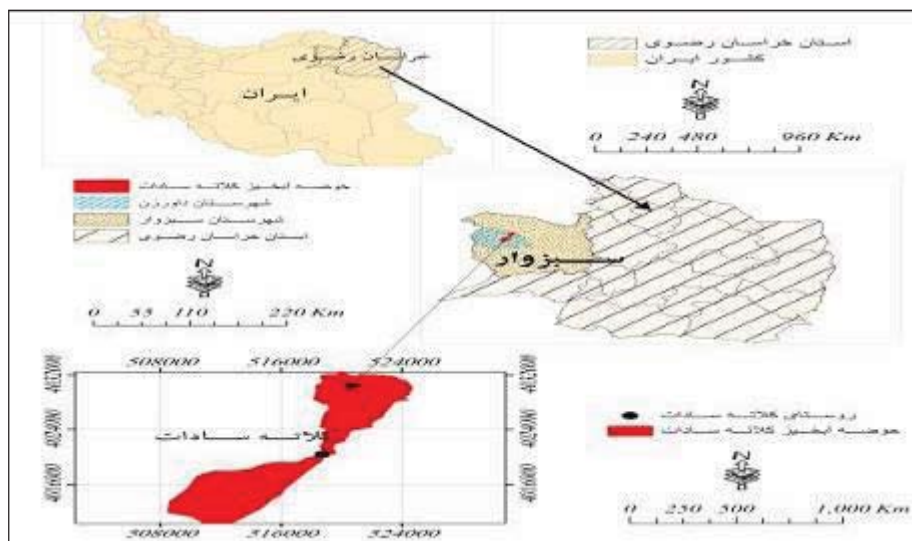
در جنوب مکزیک طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۸ به بیان پیچیدگی‌های علم سیستم ارضی با هدف درک، پیش‌بینی و طرح‌ریزی تغییر فضایی زمین و بررسی مکانیسم سیستم ارضی در اصلاحات و کاربری اراضی پرداختند. تاریخچه ارزیابی اراضی در ایران به سال ۱۳۳۳ برمی‌گردد؛ یعنی زمانی که نیاز به ارزیابی اراضی پایاب سدهای احداث شده برای کشاورزی آبی بوجود آمد (رامشت و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۹). (نوروزپور و رامشت، ۱۳۹۱) در بررسی پتانسیل‌های ژئواکوتوریسم دره جونقان با استفاده از روش تحلیل سیستم ارضی، مکان‌های متفاوت را بررسی و با استفاده از نرم‌افزار GIS مورد تفکیک قرار دادند. (افشاری و افشاری، ۱۳۹۲) در بررسی پتانسیل‌های ژئواکوتوریسم شهرستان سمیرم با استفاده از روش تحلیل سیستم ارضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، پدیده‌های جاذب گردشگری را شناسایی و مناطق مستعد گردشگری را مکان‌یابی نمودند. (رامشت و همکاران، ۱۳۹۳) در مقاله‌ای تحت عنوان تجزیه و تحلیل ساختاری سیستم‌های ارضی ژئومورفیک در حوضه میدان گل با استفاده از روش میدانی، واحدهای ارضی را از لحاظ شکل و جنس ارضی و کاربری بهینه از جمله کشاورزی، بررسی و تقسیم‌بندی کردند و کاربری صحیح از زمین‌های مختلف میدان گل با توجه به جنس آن‌ها مشخص شد.

هدف از این پژوهش در حوضه آبی کلاته سادات سبزوار، استفاده و شناخت بیشتر دانش ژئومورفولوژی و روش سیستم‌های ارضی در تحلیل قابلیت‌ها و محدودیت‌های این منطقه با اقلیم خشک است که نهایتاً از این نوع از مطالعات، می‌توان جهت بررسی آمایش سرزمین و مدیریت بهتر منابع طبیعی بهره‌جست تا از هدر رفت و فرسایش این منابع از جمله آب و خاک که در این نوع از اقلیم حیاتی است، پیشگیری به‌عمل آورد.

معرفی محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه بین دو طول شرقی "۳۹° ۰۵' ۵۷" تا "۳۱° ۱۶' ۵۷" و عرض‌های "۵۹° ۱۳' ۳۶" تا "۱۲° ۲۶' ۳۶" شمالی با مساحت ۹۵/۸۳ کیلومترمربع واقع شده است. حوضه آبخیز کلاته سادات از زیر حوضه‌های رود کال شور سبزوار در دامنه جنوبی رشته کوه جغتای و ارتفاعات کوه سفید می‌باشد^۱. حوضه مزبور به‌لحاظ موقعیت سیاسی متعلق به دهستان باشتین از بخش باشتین شهرستان داورزن در غرب شهرستان سبزوار در استان خراسان رضوی می‌باشد (شکل ۱).

^۱ طبق تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز ایران، حوضه آبخیز کلاته سادات جزء محدوده‌های مطالعاتی حوضه آبریز کویر مرکزی و نهایتاً حوضه آبریز فلات مرکزی، یکی از شش حوضه آبریز اصلی ایران محسوب می‌شود (وزارت نیرو، ۱۳۹۱: ۷).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

این منطقه دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد است (گنجی‌نیا، ۱۳۸۷: ۲۹) و از نظر تقسیمات اقلیمی بر اساس ضریب دومارتن، اقلیم منطقه از نوع خشک است (گنجی‌نیا، ۱۳۸۷: ۳۳). جریان‌های غرب و شمال در برخورد با توده هوای سرد سیبری باعث ریزش برف در زمستان و رگبارهای شدید در بهار و پائیزی می‌گردد و جریان‌های بیابانی عامل ایجاد بادهای خشک و تشدید فرسایش خاک در منطقه می‌باشد (گنجی‌نیا، ۱۳۸۷: ۲۹). رودخانه کلاته سادات بواسطه رگبارهای تگرگ و باران، سیلابی شده و به طرف قسمت‌های پایین دست جریان می‌یابد (گنجی‌نیا، ۱۳۸۷: ۴۲). از آنجایی که نقش پوشش گیاهی در کاهش یا افزایش تولید رواناب و بالطبع مقدار فرسایش حائز اهمیت است، مطالعات پوشش گیاهی منطقه نشان می‌دهد که حوضه مورد نظر طی چندین سال بهره‌برداری غلط از مراتع (چرای مفرط، چرای زودرس، شخم اراضی مرتعی، بوته‌کنی) و خشکسالی‌های دهه‌های اخیر، دچار تخریب پوشش گیاهی و به دنبال آن فرسایش خاک شده است (گنجی‌نیا، ۱۳۸۷: ۳۴-۳۵). منبع اصلی درآمدزای ساکنین منطقه، کشاورزی است که رکن اصلی اقتصاد حوضه را تشکیل می‌دهد و شامل زراعت، باغداری و دامداری می‌شود. در نواحی پست، دشت‌ها و کوهپایه به دلیل بهره‌مندی از منابع آب محصولات زراعی گندم، جو آبی و دیم و محصولات جالیزی یونجه و زیره کاشت می‌شود و در نواحی بلند و ارتفاعات، اغلب باغات میوه انگور و انار ایجاد شده است (گنجی‌نیا، ۱۳۸۷: ۵۹-۶۰).

مبانی نظری

به منظور گسترش امکانات در منطقه در یک روش سیستماتیک ارزیابی، اراضی منطقه را به واحدهایی طبقه‌بندی می‌کنند که سیستم‌های ارضی نامیده می‌شوند. یک سیستم ارضی به‌عنوان یک ناحیه یا گروهی از نواحی تعریف شده است که یک الگوی تکرارشونده توپوگرافی، خاک و پوشش گیاهی را معرفی می‌کند (کریستین و استوارت، ۱۹۵۳: ۹). طبقه‌بندی سیستم‌های ارضی یک زیربخش سلسله مراتبی از زمین با توجه به معیارهای تشخیصی فیزیوگرافی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و توپوگرافی است (دویت و بکر، ۱۹۹۰: ۲). یک سیستم ارضی، یک الگوی لندفرم از لحاظ جغرافیایی و ژئومورفولوژی مربوط به واحدهای ارضی کوچکتر (اشکال ارضی) است که در منطقه تکرار می‌شود (دویت و بکر، ۱۹۹۰: ۱۸).

اصطلاح واحد ارضی^۱ به عنوان یک اصطلاح کلی به هنگام اشاره به یک واحد همگن از زمین در نظر گرفته شده است (دویت و بکر، ۱۹۹۰: ۲). یک واحد ارضی عمدتاً دارای یک الگوی یکسان زمین شناسی، ژئومورفولوژی، توپوگرافی و مشخصه‌های تلفیقی خاک و پوشش گیاهی است. یک زیربخش دیگر مربوط به اشکال ارضی است که مشخصات تلفیقی خاک و پوشش گیاهی را نشان می‌دهد که ممکن است بعد از مقایسه نقشه خاک ملی و نقشه‌های پوشش گیاهی با نقشه سیستم‌های ارضی ایجاد شده باشد. گاهی اوقات ممکن است یک سطح بالاتر اضافی به نام ناحیه ارضی تشخیص داده شود که عمدتاً برای اهداف طبقه‌بندی در نظر گرفته نمی‌شود. این واحد به طور کلی بیانگر مناطق عمده آب و هوایی است که نفوذ بیشتری را در لندفرم و تشکیل خاک داشته است (دویت و بکر، ۱۹۹۰: ۳). طبقه‌بندی واحدهای زمین به کلاس و یا زیرکلاس بر اساس مناسب بودن آن برای اهداف کاربری‌های خاص یا عام تعریف شده است (پانابوک، ۱۹۹۶: ۲۰۴). طبقه‌بندی اکولوژیکی ارضی، واحدهای ارضی را بر اساس تجانس ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی در مقیاس‌های مختلف شناسایی می‌کند (کپوتورتی، ۲۰۱۲: ۱۷۴). واحد ارضی، یک تجلی از چشم‌انداز اکولوژی در یک سیستم همگن از زمین در مقیاس مورد بحث را شامل می‌شود. بررسی یک واحد ارضی، نقشه‌برداری بارزترین ویژگی‌های زمین نظیر لندفرم، خاک و پوشش گیاهی که قابل نقشه‌برداری باشد را مورد هدف قرار می‌دهد (زونولد، ۱۹۸۹: ۶۷).

طبقه‌بندی زمین، به سیستم‌های ارضی و اشکال ارضی، تا حد زیادی بر تفسیر عکس‌های هوایی تکیه دارد که به دو صورت توجیه می‌شود: ۱- به رسمیت شناختن الگوی تغییرات در یک سیستم ارضی و توضیحات آن با استفاده از نمودارها و عکس‌های هوایی مشروح و تسهیل شناسایی متمایز زیرحوضه در درون آن (اشکال یا عناصر) به خصوص توسط پرسنل با تجربه محلی. ۲- مفید بودن طبقه‌بندی برای نمایه‌سازی اطلاعات موجود در منابع طبیعی از جمله خاک که به عنوان لایه‌هایی برای نمونه‌برداری اقتصادی به هنگام اخذ اطلاعات جدید است (لورنس و همکاران، ۱۹۷۷: ۳۴۱).

کار در روش سیستم‌های ارضی به تکنیک‌های ترسیمی متکی است. مجموعه اطلاعات این دانش در نهایت به صورت نقشه‌ای تدوین و تألیف می‌شود و استفاده‌کنندگان با بهره‌مندی از اطلاعات حاشیه‌ای نقشه قادرند ضمن آشنایی با ویژگی‌های سطوح ارضی با قابلیت‌ها و محدودیت‌های هر یک از واحدها آشنا شوند (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۵۶).

روش تحقیق

این پژوهش مبتنی بر روش‌های ترکیبی اسنادی-تجربی است که به صورت کلی بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی شکل گرفته است. در ابتدا منطقه مورد مطالعه شناسایی و محدوده حوضه آبخیز بر اساس نقشه‌های توپوگرافی تعیین حدود گردید که در این میان از تصاویر ماهواره‌ای لندست از نرم‌افزار Google Earth و نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی منطقه استفاده شد. همچنین از مطالعات کتابخانه‌ای (مطالعه کتب، مقالات، گزارش‌های علمی سال‌های اخیر پیرامون این موضوع و پایان‌نامه‌ها و گزارشات کار شده در این منطقه)، مشاهدات میدانی، مصاحبه با کشاورزان محلی و تهیه مدل‌های رقومی منطقه با نرم‌افزار ArcGIS استفاده گردید. نهایتاً با جمع‌بندی کلیه مشاهدات و بررسی مدل‌های رقومی منطقه، با استفاده از روش تحلیل سیستم‌های ارضی، حوضه آبخیز مورد مطالعه را به چند سیستم ارضی و زیر سیستم تقسیم‌بندی نمودیم. به این ترتیب که پس از تهیه مدل رقومی ارتفاعی از منطقه با نرم‌افزار ArcGIS و بررسی خطوط ارتفاعی و توپوگرافی منطقه، نواحی کوهستانی و مرتفع، نواحی کم‌ارتفاع و دشت و نواحی تپه‌ماهوری تشخیص داده شد. سپس با توجه به نقشه‌های طبقات ارتفاعی، شیب، جهت شیب، شبکه

^۱ Land Unit

هیدروگرافی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، خاک و ژئومورفولوژی حوضه آبخیز، هر کدام از این سه سیستم اصلی را به واحدهای کوچکتری تقسیم کردیم. نهایتاً با توجه به ویژگی‌های فوق به صورت جزئی و فرم‌های ارضی شاخصی که بر اثر فرآیندهای مختلف در هر منطقه شکل گرفته، آن‌ها را به اجزای کوچکتری تفکیک نمودیم. سپس برای هر سیستم و اجزای آن بر اساس مطالعات اولیه، نقشه‌های تهیه شده و مشاهدات میدانی منطقه، به صورت جداگانه مشخصات کلی اعم از مساحت، شیب و نوع خاک، محدودیت‌ها و قابلیت‌های هر ناحیه بیان شد. سپس در این رابطه و با بررسی کلیه شواهد، پیشنهادهایی در زمینه استفاده بهینه از منابع طبیعی موجود در منطقه و پیشگیری از هدر رفت این منابع در جهت مدیریت سازنده و کارآمد حفظ منابع طبیعی ارائه گردید.

روش تحلیل سیستم ارضی، یک طبقه‌بندی علمی سرزمین بر پایه توپوگرافی، خاک و پوشش گیاهی در ارتباط با زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و آب و هوا است (استوارت و پری، ۱۹۵۳: ۵۵). پارامترهای مورد استفاده برای طبقه‌بندی سیستم‌های ارضی عبارتند از: فرآیند، ارتفاع، برجستگی، زمین‌شناسی غالب، الگوی زهکشی، فرکانس جریان، مشخصه نیمرخ طرح، موقعیت ژئومورفیک، چشم‌انداز غالب، مشخصه چشم‌انداز، نوع عارضه و ناحیه ارضی (بروس کینگ^۱، ۱۹۷۰: ۳۷). مرزهای یک سیستم ارضی، توسط الگوی توپوگرافی، خاک و پوشش گیاهی تعیین می‌شود. یک واحد ژئومورفولوژی را می‌توان به چندین سیستم ارضی تقسیم کرد؛ اما مرز یک سیستم ارضی به ندرت فراتر از مرزهای یک واحد ژئومورفولوژی منفرد گسترش می‌یابد. برای هر سیستم ارضی، اطلاعات مورد نیاز شامل: موقعیت مکانی، وسعت، توپوگرافی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، خاک، پوشش گیاهی، بارش، تأمین آب طبیعی، دسترسی، کاربری اراضی کنونی نظیر کشاورزی و دامی می‌باشد (کریستین و استوارت، ۱۹۵۳: ۸۰).

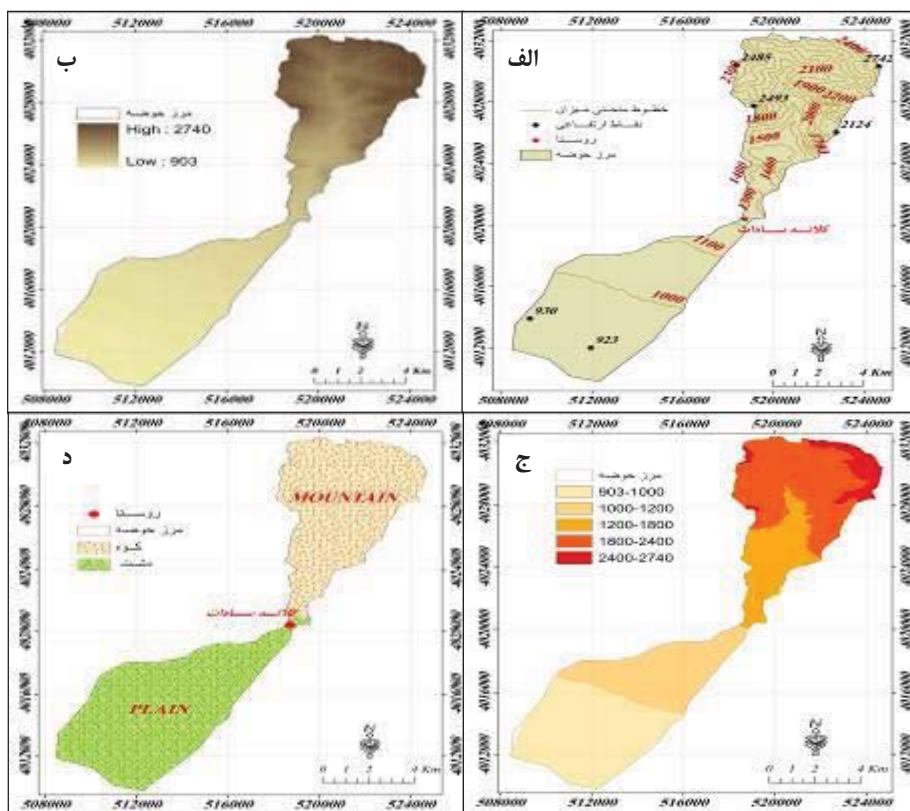
روش سیستم‌های ارضی به این صورت است که به دنبال تحدید حدود منطقه مطالعاتی بر روی نقشه توپوگرافی میان‌مقیاس و با توجه به اطلاعات اولیه به دست آمده در مورد ویژگی‌های فرمی و فیزیوگرافی شاخص منطقه، نسبت به تقسیم‌بندی مناطق به محدوده‌هایی که ویژگی‌های فیزیکی مشابه دارند، مبادرت می‌شود، به نحوی که هر ناحیه به واسطه یک تجانس خاص از ناحیه دیگر متمایز می‌گردد؛ اما باید توجه داشت که عامل ایجاد تجانس و تشابه‌های ارضی در مناطق متفاوت خواهد بود. اگرچه تفکیک سیستم‌ها بیشتر بواسطه تشابه یا تفاوت در فرم صورت می‌گیرد، اما بسیاری از فرآیندهای دیگر حاکم در هر سیستم مانند فرآیندهای فرسایشی یا تراکمی، نحوه نفوذ آب، نوع خاک و ... نیز از این ویژگی فرمی تبعیت می‌کند (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۷۰). شالوده این تقسیم‌بندی بر اساس ساختار سلسله مراتبی و تقسیمات واحدی است که در سه طیف سیستم ارضی، واحد ارضی و اجزاء واحد^۲ خلاصه می‌شود. از سیستم ارضی نیز با عنوان "چشم‌انداز" می‌توان نام برد. به عبارتی یک منطقه ممکن است یک یا چند چشم‌انداز (سیستم) ارضی داشته باشد و هر سیستم ارضی خود شامل چند واحد ارضی و هر واحد ارضی، شامل چند عنصر فرمی یا اصطلاحاً جزء واحد باشد (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۶۷-۱۶۹).

یافته‌ها و بحث

^۱. Bruce King

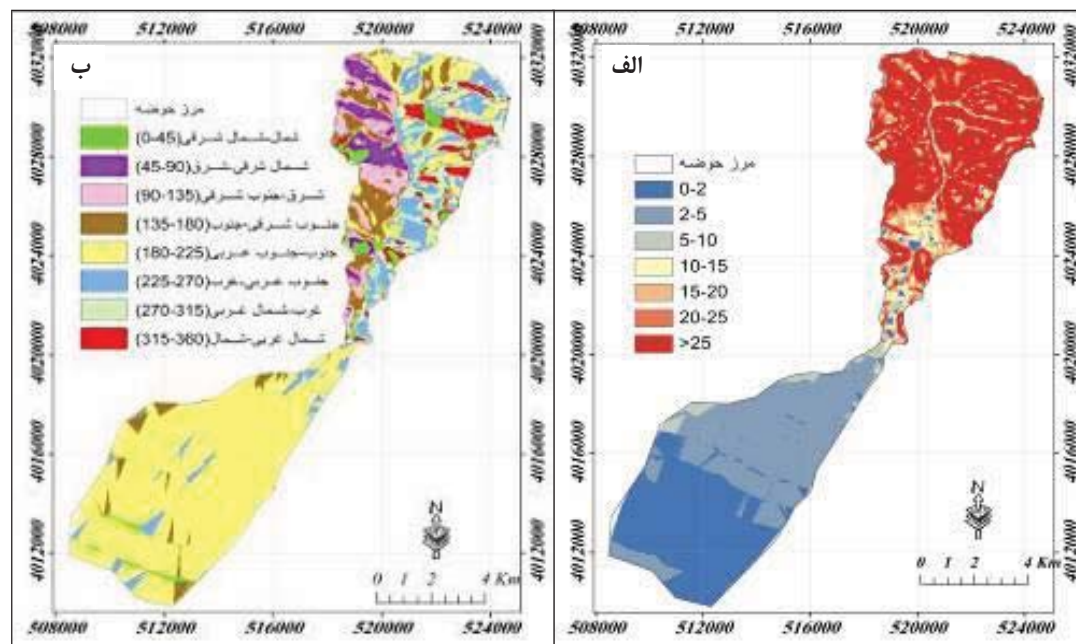
^۲. Unit Components

پس از تعیین حدود حوضه آبخیز مورد مطالعه، ابتدا نقشه وضعیت توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی و مدل طبقات ارتفاعی حوضه را در محیط نرم‌افزاری ArcGIS تهیه نمودیم. سپس با استفاده از خطوط توپوگرافی، محدوده کوه و دشت حوضه آبخیز را مشخص نمودیم که به ترتیب در شکل شماره (۲) ارائه شده است.



شکل ۲: الف: وضعیت توپوگرافی، ب: مدل رقومی ارتفاعی، ج: مدل طبقات ارتفاعی و د: وضعیت کوه و دشت حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

بطور کلی، تغییرات توپوگرافی در نواحی جنوبی اندک بوده و در بخش‌های شمالی بسیار شدید است و کاملاً تحت کنترل عوامل ساختمانی حاکم بر منطقه می‌باشد (شکل ۲-الف). بر اساس خطوط منحنی میزان، نقاط ارتفاعی و مرز حوضه، مدل رقومی ارتفاعی (شکل ۲-ب) و مدل طبقات ارتفاعی حوضه (شکل ۲-ج) تهیه شد. بر این اساس متوسط ارتفاع حوضه ۱۸۲۲ متر، حداقل ارتفاع ۹۰۳ متر و حداکثر ۲۷۴۰ متر است. بیشترین ارتفاع در شمال شرق و کمترین در محل خروجی در جنوب غرب حوضه است؛ در نتیجه شیب توپوگرافی حوضه از شمال شرق به جنوب غرب می‌باشد. منطقه مورد مطالعه از جهت ویژگی‌های توپوگرافی به دو بخش کلی کوهستان و دشت تقسیم می‌شود (شکل ۲-د). با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، مدل رقومی شیب حوضه به در صد و جهت شیب آن تهیه شد که در شکل شماره (۳) نشان داده شده است.



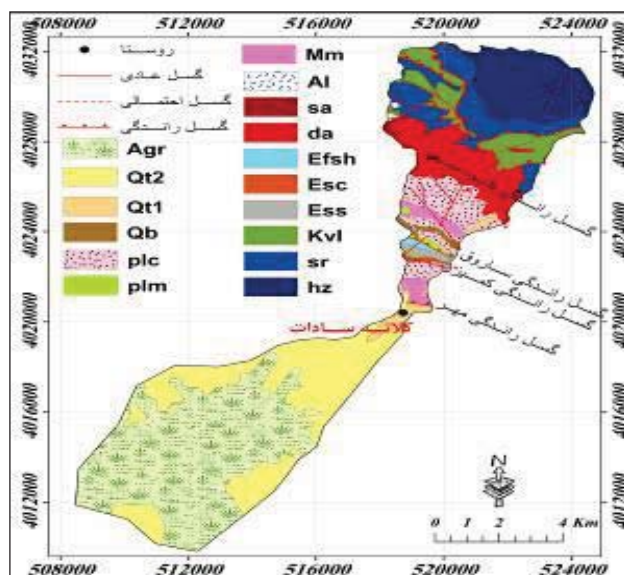
شکل ۳: الف: مدل رقومی شیب به درصد و ب: مدل رقومی جهت شیب حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

بر اساس شکل شماره (۳-الف) شیب غالب حوضه، شیب بیشتر از ۲۵ درصد و کمترین شیب، شیب کمتر از ۵ درصد است. بخش شمال شرقی حوضه شیب زیاد و بخش جنوب غربی آن کمترین شیب را دارد، به طوری که پر شیب‌ترین بخش حوضه، خط الرأس و نقاط ارتفاعی است که بالادست و محل سرچشمه رودخانه کلاته سادات می‌باشد و احتمال لغزش و یا ریزش دامنه در آن وجود دارد و کم‌شیب‌ترین بخش حوضه، ناحیه پایین‌دست و به سمت خروجی رودخانه و اراضی کشاورزی است. طبق مدل رقومی جهت شیب (شکل ۳-ب) بیشترین مساحت حوضه در جهت جنوب-جنوب‌غربی شیب دارد که نواحی پست حوضه را شامل می‌شود. از آنجایی که در نیمکره شمالی، دامنه‌های جنوبی به علت دریافت حرارت بیشتر، خشک و از پوشش گیاهی مطلوب فقیر هستند، این بخش از حوضه کلاته سادات نیز چنین ویژگی را دارد. همچنین یکی از کاربردهای نقشه جهت شیب، تعیین جهت جریان آب است. در قسمت بالادست حوضه، جهت شیب غالب نیمه سمت راست جنوب‌غربی و نیمه سمت چپ جنوب شرقی است و این دقیقاً مطابق با شیب توپوگرافی و مسیر آبراهه‌های قسمت مرتفع حوضه است. در قسمت پایین‌دست حوضه نیز، جهت شیب غالب جنوب‌غربی است که این جهت نیز همان جهت خروجی آبراهه‌ها و مطابق با شیب توپوگرافی است. در کل جهت شیب غالب حوضه کلاته سادات، جنوب‌غربی یعنی مسیر جریان رودخانه کلاته سادات به سمت خروجی است.

در ادامه با استفاده از اسکن نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ با شتین و رقومی کردن آن در محیط نرم‌افزاری ArcGIS مدل رقومی زمین‌شناسی حوضه نیز تهیه شد (شکل ۴). بر طبق این نقشه، قدیمی‌ترین عارضه مربوط به هارزبورژیت و مجموعه سنگ‌های اولترامافیک با سن کرتاسه و جدیدترین متعلق به مخروط‌افکنه و پادگانه‌های جدید و کم‌ارتفاع با سن کواترنری است. شمال حوضه و نواحی کوهستانی شامل دو بخش زمین‌شناسی افیولیتی (کالروملانژی)^۱ کرتاسه و

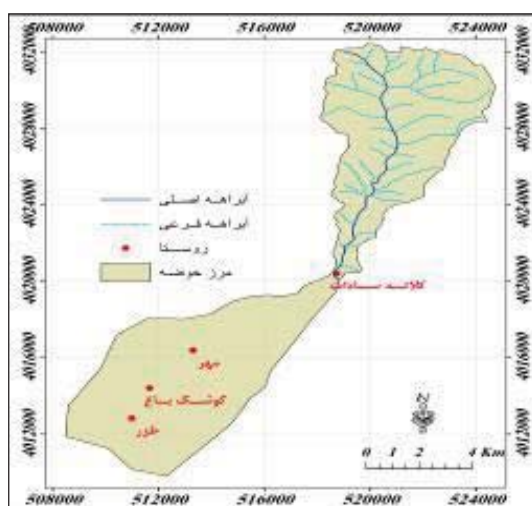
^۱ حوضه مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین‌شناسی در زون ایران مرکزی واقع شده و قسمتی از دامنه جنوبی رشته‌کوه شرقی-غربی منطقه موسوم به رشته‌کوه جغتای است که از مناطق افیولیت ملانژی در ایران محسوب می‌گردد.

بخش آتشفشانی- رسوبی دوره ترشیاری بویژه اتوسن است و بخش جنوبی حوضه و سرزمین‌های کم‌ارتفاع دشت‌های جنوبی در برگیرنده نهشته‌های ترشیاری و کوتاه‌تر است که با مارن‌های نتورن و نهشته‌های جوان چهره‌سازی شده است. روستای کلاته سادات نیز بر روی یک مخروط‌افکنه و پادگانه جوان و کم‌ارتفاع واقع شده است.



شکل ۴: نقشه زمین‌شناسی حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

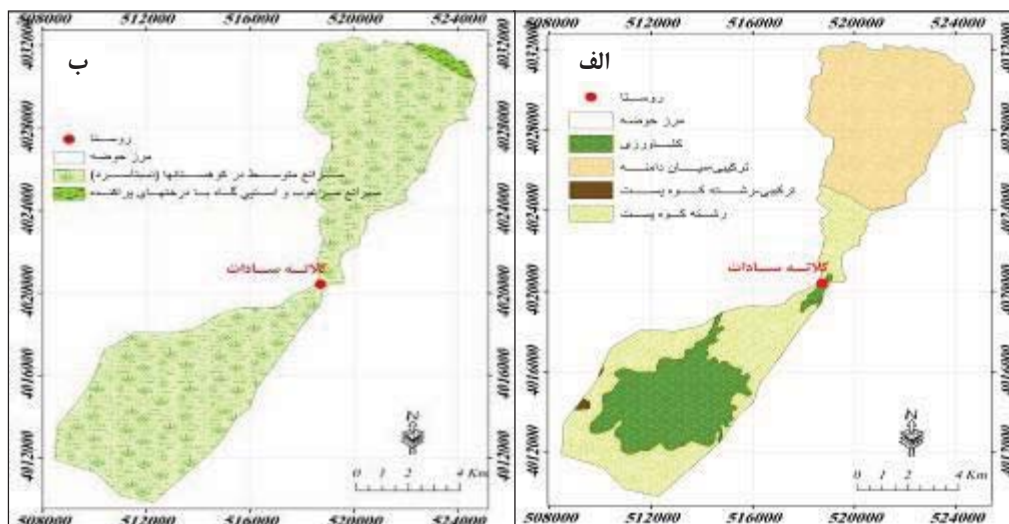
در ادامه با استفاده از نقشه خطوط توپوگرافی، نقاط ارتفاعی و مدل رقومی ارتفاعی حوضه در محیط نرم‌افزاری ArcGIS نقشه شبکه هیدروگرافی حوضه تهیه شد (شکل ۵). طبق این نقشه، سطح حوضه بوسیله یک آبراهه اصلی و آبراهه‌های متعدد فرعی زهکش شده است که در مجموع طول آبراهه اصلی برابر با ۱۱/۹ کیلومتر است.



شکل ۵: شبکه هیدروگرافی حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

رودخانه کلاته سادات ضمن عبور از مجاورت روستای کلاته سادات، در مسیر خود و در پایین‌دست قسمتی از اراضی روستاهای مهر، کوشک‌باغ و طزر را سیراب می‌نماید. این رودخانه یک خشک‌رود جزء حوضه آبریز کال‌شور سبزوار است که نهایتاً به چاله کویر مرکزی ختم می‌گردد. به جزء این رودخانه و تعدادی چشمه و قنات، آب دائمی دیگری در منطقه وجود ندارد و تنها منبع آب‌های سطحی منطقه، رواناب ناشی از بارندگی‌های سالانه است.

با استفاده از مدل رقومی کاربری اراضی کل کشور، در محیط نرم‌افزاری ArcGIS و با توجه به مرز حوضه آبخیز کلاته سادات، وضعیت کاربری اراضی حوضه از دو دیدگاه کلی و کشاورزی در شکل شماره (۶) به تصویر کشیده شده است.



شکل ۶: وضعیت کاربری اراضی حوضه آبخیز کلاته سادات؛ الف: از دیدگاه کلی و ب: از دیدگاه کشاورزی. (منبع: نگارندگان)

طبق شکل شماره (۶- الف) بیشترین مساحت را کاربری ترکیبی (میان دامنه)^۱ و کمترین را ترکیبی (رشته کوه پست)^۲ به خود اختصاص داده است. در قسمت مرتفع شمالی حوضه بیشتر اراضی را میان دامنه و در قسمت پست جنوبی زمین‌های کشاورزی شامل می‌شود. از دیدگاه صرفاً کشاورزی نیز حوضه مورد مطالعه به دو قسمت مراتع متوسط با ۹۸/۷ درصد و مراتع مرغوب و استپی با درخت‌های پراکنده با ۱/۳ درصد تفکیک می‌شود (شکل ۶- ب).

طبق سیستم جامع طبقه‌بندی خاک‌ها (CSCS)^۳ و فایل رقومی خاک کل کشور، در محیط نرم‌افزاری ArcGIS و با توجه به مرز حوضه آبخیز کلاته سادات، نقشه وضعیت خاک حوضه بررسی و در شکل شماره (۷) ارائه شده است.

طبق این نقشه، خاک اریدی سل^۴ بیشترین مساحت و رخنمون‌های سنگی^۵-اینتی سل^۶ کمترین مساحت را در این حوضه اشغال کرده است. قسمت اعظم بخش جنوبی و مناطق پست حوضه و اراضی کشاورزی پایین دست را خاک اریدی سل و بخش شمالی و مرتفع را خاک اینتی سل و اینسپتی سل^۷ تشکیل می‌دهد. روستای کلاته سادات نیز دارای خاک اینتی سل-اریدی سل است.

^۱. mix(modrange)

^۲. mix(poorange)

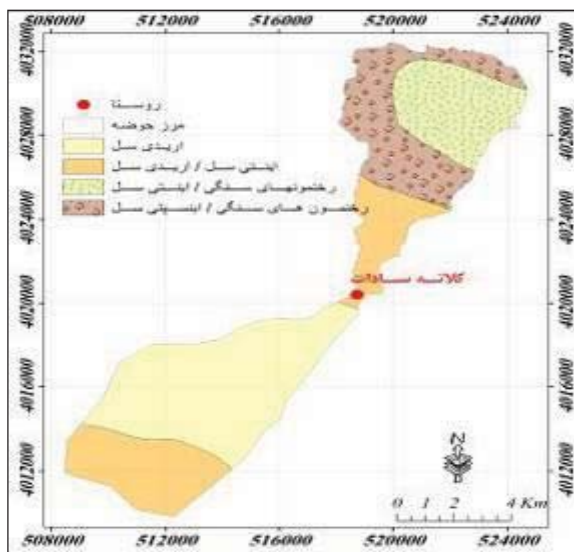
^۳. Comprehensive Soil Classification System

^۴. Aridisols: خاک‌هایی که بیشتر از ۶ ماه از سال خشک بوده، رطوبتی دریافت نمی‌کنند و در بخش عمده‌ای از سال رشد و ادامه حیات گیاهان بدون آبیاری میسر نیست و در محدوده اقلیم نیمه‌بیابانی و حاره‌ای خشک و فوق‌حاره‌ای تکوین یافته‌اند (رامشت، ۱۳۷۹: ۲۱۴-۲۱۲).

^۵. Rock Outcrops

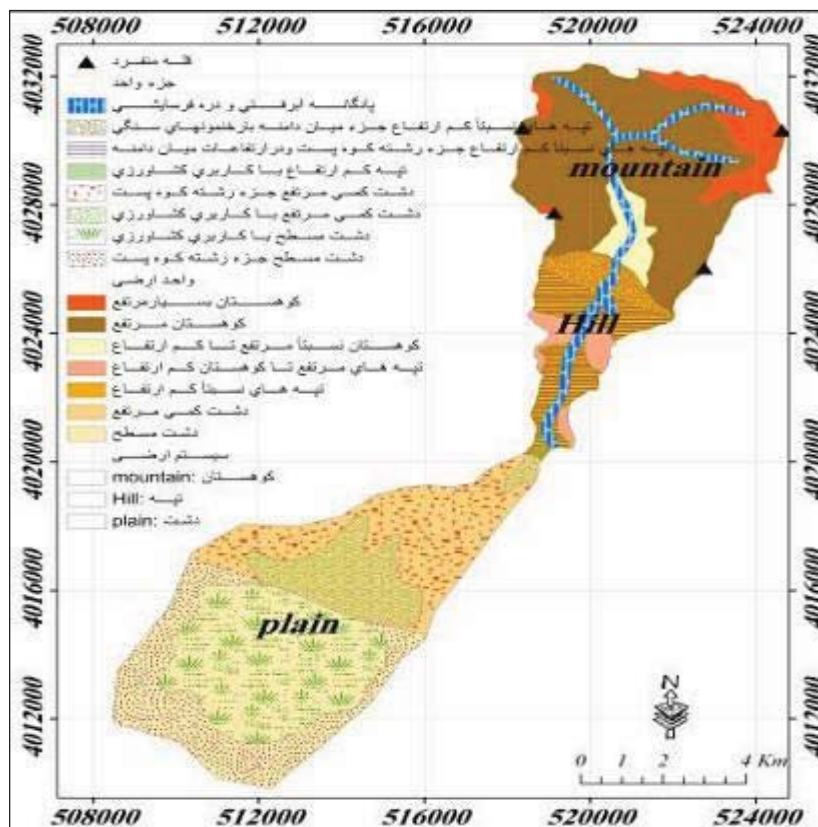
^۶. Entisols: خاک‌های جوانی که فاقد افق و هرگونه تکامل پروفیلی و ساخت هستند (رامشت، ۱۳۷۹: ۲۳۱).

^۷. Inceptisols: خاک‌هایی که دارای کانی‌های هوازده و قابلیت تعویض کاتیونی بالا هستند (رامشت، ۱۳۷۹: ۲۲۹).



شکل ۷: وضعیت نوع خاک حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

نهایتاً با توجه به کلیه اطلاعات فوق، در محیط نرم‌افزاری ArcGIS مدل‌های رقومی تهیه شده از حوضه را با یکدیگر ادغام و با توجه به خطوط توپوگرافی، سیستم (چشم‌انداز)‌های ارضی حوضه را مشخص کردیم. سپس در هر سیستم با توجه به شیب و توپوگرافی، واحدهای ارضی و در هر واحد بر مبنای توپوگرافی یا ژئومورفولوژی شاخص، اجزای واحد را مشخص نمودیم. مدل رقومی سیستم‌های ارضی حوضه آبخیز کلاته سادات در شکل شماره (۸) ارائه شده است.



شکل ۸: نقشه سیستم‌های ارضی حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

بر اساس این نقشه، حوضه آبخیز کلاته سادات از دیدگاه مطالعاتی سیستم‌های ارضی به سه تیپ (سیستم) ارضی کوهستان، تپه و دشت تقسیم می‌شود. هر کدام از این تیپ (سیستم) ها به نوبه خود به واحدها و اجزاء کوچکتری تفکیک می‌گردد. سپس برای هر سیستم ارضی با کلیه زیرمجموعه و اجزای آن، یک جدول تهیه کردیم که به اختصار مشخصات توپوگرافی اعم از مساحت و شیب هر بخش، مشخصات کلی، مشخصات خاک، محدودیت‌ها و قابلیت‌های آن را عنوان نموده‌ایم. در نهایت نیز برای هر بخش و جزء واحد با توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود پیشنهاداتی ارائه شده است (جدول ۱ تا ۳).

جدول ۱: خصوصیات سیستم‌ها و واحدهای ارضی کوهستان در حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

پیشنهادات	قابلیت‌ها	محدودیت‌ها و خطرات	مشخصات خاک	مشخصات	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	جزء واحد	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	واحد ارضی	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	نوع شیب	تیپ ارضی
-	دارای کانسارهای کرومیت (کانیهای بارزش دگرگونی)	عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد	اینسیتی سل	جزئی از میان دامنه با سنگ‌های آتشفشانی و افیولیتی با رخنمون‌های سنگی	-	-	قله منفرد	>۲۵	۴/۸	کوهستان بسیار مرتفع	>۲۵			کوهستان (mountain)
-	دارای کانسارهای کرومیت (کانیهای بارزش دگرگونی)	احتمال ریزش، لغزش، فرسایش و احتمال سقوط به دلیل وجود دره و عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد، فرسایش آبی توسط رواناب بالادست و ضخامت کم خاک	اینسیتی سل و اینتی سل	جزئی از میان دامنه با سنگ‌های آتشفشانی و افیولیتی با رخنمون‌های سنگی، مسیر رودخانه اصلی	-	-	پادگانه آبرفتی، دره فرسایشی، قله منفرد	>۲۵-۱۵	۲۵/۰	کوهستان مرتفع	>۲۵	۲۲/۴	محدب	
-	دارای کانسارهای کرومیت (کانیهای بارزش دگرگونی)	احتمال سقوط به دلیل وجود دره و عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد، فرسایش آبی توسط رواناب بالادست و ضخامت کم خاک	اینسیتی سل در پایین و اینتی سل در ارتفاعات	جزئی از میان دامنه با سنگ‌های آتشفشانی و افیولیتی با رخنمون‌های سنگی	-	-	پادگانه آبرفتی، دره فرسایشی	۲۵-۱۵	۲/۶	کوهستان نسبتاً مرتفع تا کم ارتفاع				

جدول ۲: خصوصیات سیستم‌ها و واحدهای ارضی تپه در حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

پیشنهادات	قابلیت‌ها	محدودیت‌ها و خطرات	مشخصات خاک	مشخصات	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	جزء واحد	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	واحد ارضی	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	نوع شیب	تیپ ارضی
بهره‌برداری بهینه از	وجود مارن (جهت گل اندود کردن بستر)	احتمال لغزش، فرسایش و عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد، احتمال ریزش به دلیل وجود کنگلومرا و ماسه‌سنگ	اینتی سل و اربدی سل	جزئی از رشته کوه پست با ساختمان رسوبی	-	-	گالی، بدلد و لغزش	۲۰-۲۵	۱/۹	تپه‌های مرتفع تا کوهستان کم ارتفاع				(Hill)
بهره‌برداری بهینه از مارن	وجود مارن (جهت گل اندود کردن بستر)	احتمال لغزش، گالی، فرسایش، هوازدگی و عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد، فرسایش آبی توسط رواناب بالادست و ضخامت کم خاک، احتمال ریزش به دلیل وجود کنگلومرا	اینسیتی سل	ساختمان رسوبی و در ارتفاعات آتشفشانی، مسیر رودخانه اصلی، وجود پادگانه آبرفتی و دره فرسایشی، لغزش، گالی و بدلد	۲۰-۲۵	۲/۶	تپه‌های نسبتاً کم ارتفاع جزء میان دامنه با رخنمون‌های سنگی			تپه‌های نسبتاً کم ارتفاع	۵-۲۵	۱۱/۲	مفر	
بهره‌برداری بهینه از مارن	وجود مارن (جهت گل اندود کردن بستر)	احتمال گالی، بدلد، فرسایش، هوازدگی و عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد، فرسایش آبی توسط رواناب بالادست و ضخامت کم خاک، احتمال ریزش به دلیل وجود کنگلومرا و ماسه‌سنگ	اینتی سل و اربدی سل	ساختمان رسوبی، مسیر رودخانه اصلی، وجود پادگانه آبرفتی و دره فرسایشی، گالی و بدلد	۱۰-۲۰	۶/۶	تپه‌های نسبتاً کم ارتفاع جزء رشته کوه پست و در ارتفاعات میان دامنه	۵-۲۰	۹/۲					
-	قابلیت کشاورزی و وجود مسکونی، مارن (جهت گل اندود کردن بستر)	فرسایش آبی توسط رواناب بالادست، احتمال فرسایش شیاری، خندقی (گالی) و بدلد	اینتی سل و اربدی سل	ساختمان رسوبی، مخروط‌افکنه، احتمال بدلد	۵-۱۰	۰/۱	تپه کم ارتفاع با کاربری کشاورزی							

جدول ۳: خصوصیات سیستم‌ها و واحدهای ارضی دشت در حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

پیشنهادات	قابلیت‌ها	محدودیت‌ها و خطرات	مشخصات خاک	مشخصات	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	جزء واحد	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	واحد ارضی	شیب (درصد)	مساحت (km ²)	نوع شیب	تیب ارضی
حفظ آب‌و خاک این ناحیه با بهترین روش‌ها	قابلیت مسکونی، کشاورزی و عمرانی، در قسمتهای بالاتر وجود مارن	خطر آب‌گرفتگی و سیلاب و فرسایش آبی زمین‌های زراعی	اریدی سل	ساختمان رسوبی و وجود مخروط‌افکنه و پادگانه‌های جوان و کم ارتفاع	۲-۵	۱۳/۲	دشت کمی مرتفع جزء رشته کوه پست	۲-۵	۲۱/۰	دشت کمی مرتفع	۵-۵	۵۲/۰	مستوی	دشت (Plain)
حفظ آب‌و خاک این ناحیه با بهترین روش‌ها	قابلیت مسکونی، کشاورزی و عمرانی	خطر آب‌گرفتگی و سیلاب و فرسایش آبی زمین‌های زراعی	اریدی سل	ساختمان رسوبی و وجود مخروط‌افکنه و پادگانه‌های قدیمی و مرتفع	۵-۵	۷/۸	دشت کمی مرتفع یا کاربری کشاورزی	۲-۵	۲۱/۰	دشت مسطح	۵-۵	۵۲/۰	مستوی	دشت (Plain)
حفظ آب‌و خاک این ناحیه با بهترین روش‌ها	قابلیت مسکونی، کشاورزی و عمرانی	خطر فرسایش بادی زمین‌های زراعی	اریدی سل و اینتی سل	ساختمان رسوبی و وجود مخروط‌افکنه و پادگانه‌های جوان و کم ارتفاع و دشت آبرفتی	۵-۵	۱۲/۴	دشت مسطح جزء رشته کوه پست	۲-۵	۲۱/۰	دشت مسطح	۵-۵	۵۲/۰	مستوی	دشت (Plain)
حفظ آب‌و خاک این ناحیه با بهترین روش‌ها	قابلیت مسکونی، کشاورزی و عمرانی	خطر فرسایش بادی زمین‌های زراعی	اریدی سل و اینتی سل	ساختمان رسوبی و وجود دشت آبرفتی	۲-۵	۱۸/۶	دشت مسطح یا کاربری کشاورزی	۲-۵	۲۱/۰	دشت مسطح	۵-۵	۵۲/۰	مستوی	دشت (Plain)

شکل شماره (۸) و جداول شماره (۱) تا (۳) نشان می‌دهد که حوضه آبخیز کلاته سادات از دیدگاه روش تحلیل سیستم‌های ارضی به ترتیب از شیب زیاد به شیب کم به سه سیستم اصلی کوهستان، تپه و دشت تفکیک شده است:

۱- سیستم (چشم‌انداز) ارضی کوهستان

نگاهی به اشکال شماره (۲) تا (۵) نشان می‌دهد که بخش شمالی حوضه، پر شیب‌تر و با فشردگی خطوط توپوگرافی همراه است و از آنجایی که اکثر قله مرتفع در بخش بالایی است، این ناحیه را کوهستان در نظر گرفتیم که ۳۲/۴ کیلومتر مربع از کل مساحت حوضه را به خود اختصاص داده است. این بخش، مجموعه افیولیتی حوضه را نیز شامل می‌شود؛ لذا عمده‌ترین ویژگی سیستم کوهستان در این حوضه، وجود کانسارهای کرومیت و بحث اقتصادی بودن سنگ‌های دگرگونی آن است. مجموعه افیولیتی کلاته سادات که در کوهستان جغتای و ارتفاعات سیاه‌کوه و کوه سفید (بخش شمالی ناحیه) آشکار شده‌اند، از دیدگاه زمین‌شناسی و اقتصادی دارای اهمیت است. در این حوضه سنگ‌های هارزبورژیتی-دونیتی سریانیتینی عموماً بستر اصلی و مناسب کانسارهای کرومیت می‌باشند و می‌توان معادن فعال و غیرفعال و اندیس‌های کرومیتی متعددی را یافت که مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند و یا در حال بهره‌برداری هستند. این سیستم در ادامه تحلیل ارضی خود به سه واحد ارضی: کوهستان بسیار مرتفع، کوهستان مرتفع و کوهستان نسبتاً مرتفع تا کم‌ارتفاع تقسیم می‌شود (جدول ۱). هر یک از این واحدهای ارضی شامل جزء واحدهای کوچکتری نیز هستند و مشخصات، محدودیت‌ها و قابلیت‌های خاص خود را دارند که عبارتند از:

- ۱-۱- واحد ارضی کوهستان بسیار مرتفع شامل جزء واحد قله منفرد.
- ۲-۱- واحد ارضی کوهستان مرتفع شامل جزء واحدهای پادگانه آبرفتی، دره فرسایشی و قله منفرد.
- ۳-۱- واحد ارضی کوهستان نسبتاً مرتفع تا کم‌ارتفاع شامل جزء واحدهای پادگانه آبرفتی و دره فرسایشی.

۱-۱- واحد ارضی کوهستان بسیار مرتفع که پر شیب‌ترین (>۲۵ درصد) عارضه در این حوضه است و شامل جزء واحد قله منفرد و مرتفع است، از جنس سنگ‌های آتشفشانی و افیولیتی با کاربری ترکیبی میان دامنه و رخنمون‌های سنگی با جنس خاک غالب اینسپتی سل است. طبق نقشه زمین‌شناسی حوضه (شکل ۴)، این قسمت از حوضه از جنس واحد هارزبورژیتی (hZ) مجموعه سنگ‌های اولترامافیک افیولیتی است که عمدتاً دچار دگرسانی و دگرشکلی می‌شوند و مرز این واحد با سایر سنگ‌ها کاملاً گسله و شدیداً خرد شده است. از جمله محدودیت‌های این بخش، احتمال وقوع ریزش و ضخامت کم خاک می‌باشد و به دلیل شیب و ارتفاع زیاد قابل سکونت و زراعت نیست. ریزش و لغزش یکی از اشکال

ژئومورفولوژی است که توسط حرکات توده‌ای و دامنه‌ای ایجاد می‌شود. فعالیت‌های تکتونیکی و گسل خوردگی نیز در جدایی قطعات سنگی و حرکت آن‌ها بر روی دامنه‌ها مؤثر بوده است. بعلاوه فقدان پوشش گیاهی نیز بر تسریع فرآیندهای دامنه‌ای مؤثر می‌باشد. اما این بخش دارای کانسارهای کرومیت (کانیهای بالارزش دگرگونی) است که جهت فعالیت معدن و بهره‌برداری اقتصادی مفید است. از جمله مصارف کرومیت می‌توان به تهیه فولادهای مرغوب و آلیاژهای آن، رنگ‌سازی، چرم‌سازی، سرامیک‌سازی و تهیه آجرهای نسوز اشاره کرد (معزز و شریفیان‌عطار، ۱۳۸۱، ص ۱۳۸).

۱-۲- واحد ارضی کوهستان مرتفع با شیب ۱۵ تا ۲۵ درصد شامل جزء واحدهای پادگانه آبرفتی، دره فرسایشی و قله منفرد می‌باشد. فرسایش آبی، رواناب و سیلاب، اشکالی نظیر ستیخ‌ها و پادگانه‌های آبرفتی را در این بخش از حوضه به وجود آورده است. پادگانه آبرفتی از جمله اشکال ژئومورفولوژی است که حاصل فرآیند سیستم فرسایشی آب‌های روان است و به صورت تشکیل دو پلکان و پادگانه رودخانه‌ای در مجاورت بستر رود مشهود است. واحدهای کم‌فرسایش‌پذیر آذرین و نهشته‌های آتشفشانی ستیخ‌ها و یال‌های مرتفعی ایجاد کرده‌اند. طبق نقشه زمین‌شناسی حوضه، این قسمت از حوضه شامل مجموعه سنگ‌های اولترامافیک افیولیتی (واحد هارزبورژی (hZ) و واحد سرپانتینیت (Sr))، ردیف آتشفشانی- رسوبی کرتاسه (واحد آمیزه آتشفشانی دگرگونی (K^{VI})) و ردیف آتشفشانی- رسوبی ائوسن فقط واحد کنگلومرا و ماسه سنگ (E^{Sc}) است. وجود گسلش و خردشدگی و تکتونیزه شدن از شاخص‌های اصلی سنگ‌های این ناحیه است. از نظر کاربری ارضی جزء ترکیبی میان دامنه با رخنمون‌های سنگی سنگ‌های آتشفشانی و افیولیتی و خاک اینسپتی سل و اینتی سل می‌باشد. از محدودیت‌های این بخش نیز احتمال ریزش، لغزش، فرسایش و سقوط به دلیل وجود دره و عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد، فرسایش آبی توسط رواناب بالادست و ضخامت کم خاک می‌توان نام برد. گسترش تالوس‌ها و آثار ریزش در پای دامنه‌های سنگی به‌ویژه در میان ساخت‌های آذرین و دگرگونی شمال حوضه و دامنه‌های شیب‌دار بخش میانی نشانه‌ای از تأثیر حرکات توده‌ای و دامنه‌ای در منطقه می‌باشد. فعالیت‌های تکتونیکی و گسل خوردگی در این بخش بر احتمال وقوع لغزش و وجود واریزه‌های سنگی می‌افزاید و از قابلیت‌های این ناحیه نیز وجود همان کانسارهای با ارزش دگرگونی و کرومیت است.

۱-۳- واحد ارضی کوهستان نسبتاً مرتفع تا کم‌ارتفاع با شیب بین ۱۵ تا ۲۵ درصد شامل جزء واحدهای پادگانه آبرفتی و دره فرسایشی با سنگ‌های آتشفشانی و افیولیتی و رخنمون‌های سنگی، کاربری ترکیبی میان دامنه و خاک اینسپتی سل در پایین و اینتی سل در ارتفاعات رخنمون است. طبق نقشه زمین‌شناسی حوضه، قسمت اعظم مساحت این ناحیه از ردیف آتشفشانی- رسوبی ائوسن و فقط واحد کنگلومرا و ماسه سنگ (E^{Sc}) است و تنها بخش کوچکی از شمال آن را واحد سرپانتینیت (Sr) شامل می‌شود. آبراهه اصلی از میانه این ناحیه عبور می‌کند و به دلیل سیلابی بودن رودخانه کلاته سادات، آثار فرسایش آبی نظیر ستیخ‌ها و پادگانه آبرفتی در مجاورت بستر رود مشهود است. محدودیت‌ها و قابلیت‌های این بخش نیز مانند واحد قبلی (واحد ارضی کوهستان مرتفع) می‌باشد. تفاوت آن با واحد قبلی، شیب کمتر و وجود آثار فرسایش آبی بیشتر نظیر پلکان و پادگانه‌های آبرفتی است.

۲- سیستم (چشم‌انداز) ارضی تپه

بعد از سیستم کوهستان، چشم‌انداز (سیستم) تپه با فشردگی کمتر خطوط توپوگرافی و شیب کلی ۵ تا ۲۵ درصد وجود دارد. مساحت این بخش ۱۱/۲ کیلومتر مربع از سطح حوضه است. عمده‌ترین ویژگی این بخش، وجود تپه‌های مارنی نئوزن است (شکل ۹). این تپه‌ها جزء حوضه‌های نئوزن-کواترنر زون ایران مرکزی و از نوع تبخیری با سیمای فرسایش شیاری، خندقی و هزار دره‌ای است و به دلیل وجود اکسید آهن در آن، آجری رنگ دیده می‌شوند. این تپه‌ها مهم‌ترین عارضه ژئومورفولوژی در حوضه آبخیز کلاته سادات است.



شکل ۹: تپه‌های مارنی نئوژن همرا با آثار فرسایش آبی شیاری و هزار دره‌ای در حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع نگارندگان)

سیستم تپه را بر اساس شیب توپوگرافی به دو واحد ارضی تپه‌های مرتفع تا کوهستان کم‌ارتفاع و تپه‌های نسبتاً کم‌ارتفاع تفکیک کردیم (جدول ۲). سپس هر یک از این دو واحد را به جزء واحدهای کوچکتری تقسیم نمودیم که به قرار زیر

قرار زیر

است:

۱-۲- واحد ارضی تپه‌های مرتفع تا کوهستان کم‌ارتفاع با شیب ۲۵-۲۰ درصد شامل جزء واحدهای گالی، بدلدن و لغزش است. این واحد جزئی از رشته کوه پست^۱ با ساختمان رسوبی و خاک اینتی سل و اریدی سل است. طبق نقشه زمین‌شناسی حوضه، این ناحیه جزء نهشته‌های آواری (رسوبات قاره‌ای) نئوژن شامل واحد مارنی میوسن (M^m)، واحد مارن پلیوسن (PI^m) و واحد کنگلومرای پلیوسن (PI^c) و اندکی از واحد بازالتی و آندزیت-بازالتی کواترنر (Q^b) که جزء نهشته‌های (رسوبات قاره‌ای) کواترنر است، می‌باشد. این لیتولوژی از نظر ژئومورفولوژی، بخشی از بدلدن را در امتداد رشته ارتفاعات ایجاد می‌نماید.

از جمله محدودیت‌های این واحد احتمال لغزش، فرسایش و عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد و احتمال ریزش و لغزش به دلیل وجود کنگلومرا و ماسه سنگ است. در حوضه کلاته سادات تقریباً در تمام سازندهای آتشفشانی و رسوبی آواری، هوازگی مکانیکی از نوع ترموکلاستی و در درجه بعدی کریوکلاستی پدیده غالب است. معمولاً در سازندهای مارنی نظیر PI^m ، M^m و... نیز هوازگی شیمیایی از نوع انحلال و در برخی موارد اکسیداسیون و هیدراتاسیون مشاهده می‌شود و در واحدهای آتشفشانی اغلب هیدرولیز رخ می‌دهد. لغزش در سازندهای مارنی به‌وفور یافت می‌شود. در سطح دامنه‌های مارنی و رسی جریان‌های سولی فولکسیون آثار فراوانی را بر جای گذاشته که در حمل و انتقال حجم بزرگی از رسوبات بر سطح دامنه مؤثر بوده است. در حوضه مورد مطالعه، از آنجایی که وقوع جریان‌های سیلابی پدیده‌ای قریب‌الوقوع است، لذا تشدید پدیده‌های فوق‌الذکر امری مسلم می‌باشد. در این واحد فرسایش آب‌های روان بر سطح سازندهای حساس به فرسایش نظیر مارن‌ها، اشکالی نظیر فرسایش شیاری، بدلدن و فرسایش خندقی (گالی) را بوجود آورده است.

از قابلیت‌های این واحد نیز وجود تپه‌های مارنی نئوژن است که در تولید سیمان و آجر استفاده می‌شود. همچنین جهت گل‌اندود کردن^۲ بستر رودخانه برای حفظ آب و خاک در برابر گرما و فرسایش بادی کاربرد دارد. از این تپه‌ها برای

۱. poorrange

۲. mud lined

عملیات آبرنگ کردن^۱ و یا همان گل‌آلود کردن آب در بالادست رودخانه کلاته سادات و گل‌اندود کردن بستر رودخانه استفاده می‌شود. آبرنگ کردن یکی از روش‌های سنتی حفظ آب و خاک در شرق کشور به خصوص خراسان و روستای کلاته سادات است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: عملیات آبرنگ کردن در بالادست رودخانه کلاته سادات. (منبع نگارندگان)

آب رودخانه به علت وجود ذرات مارن، گل‌آلود شده و این آب گل‌آلود ضمن نفوذ در کف بستر رودخانه و اراضی پایین دست، خلل و فرج موجود را پر کرده و لایه‌ای با قابلیت نفوذپذیری کم ایجاد می‌کند و مانع نفوذ آب در کف بستر رودخانه و اراضی می‌شود. در نتیجه در بافت درشت دانه بستر رودخانه و خاک اراضی باعث ترمیم بافت درشت خاک و نگهداشت آب در برابر گرما می‌گردد. هم‌چنین در اراضی کشاورزی با کنار هم قرار دادن ذرات خاک باعث چسبیده شدن آن و حفظ خاک در مقابل فرسایش و بادهای منطقه می‌شود (منتصری و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۶۳). در بازدیدی که از اراضی کشاورزی حوضه آبخیز کلاته سادات به عمل آمد، سطح آجری‌رنگ خاک مزارع و آب‌گل‌آلود آبیاری مشهود بود (شکل ۱۱). البته کشاورزی در این منطقه به دلیل کم‌آبی به صورت دیم‌کاری است، به همین دلیل حفظ آب در منطقه از الویت بالایی برخوردار است. بهره‌برداری بهینه از مارن در این واحد ارضی پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۱۱: مزارع روستای کوشک‌باغ در پایین دست حوضه و سطح آجری‌رنگ خاک. (منبع نگارندگان)

۲-۲- واحد ارضی تپه‌های نسبتاً کم‌ارتفاع با شیب ۵-۲۰ درصد شامل جزء واحدهای تپه‌های نسبتاً کم‌ارتفاع جزء میان دامنه با رخنمون‌های سنگی، تپه‌های نسبتاً کم‌ارتفاع جزء رشته کوه پست و در ارتفاعات میان دامنه و تپه کم‌ارتفاع با کاربری کشاورزی است.

۲-۲-۱- تپه‌های نسبتاً کم‌ارتفاع جزء میان دامنه با رخنمون‌های سنگی با مشخصات کلی ساختمان رسوبی و در ارتفاعات آتشفشانی، مسیر رودخانه اصلی، وجود پادگانه آبرفتی و دره فرسایشی، لغزش، گالی و بدلند و خاک اینسپتی‌سل است. از نظر زمین‌شناسی جزء واحد PI^c و نهشته‌های آواری (رسوبات قاره‌ای) نئوژن است. از محدودیت‌های این جزء واحد احتمال لغزش، گالی، فرسایش، هوازدگی و عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد، فرسایش آبی توسط رواناب بالادست و ضخامت کم خاک، احتمال ریزش به دلیل وجود کنگلومرا است و از قابلیت‌های آن وجود مارن جهت گل اندود کردن بستر رودخانه می‌باشد. در این زیربخش نیز بهره‌برداری بهینه از مارن پیشنهاد می‌گردد.

۲-۲-۲- تپه‌های نسبتاً کم‌ارتفاع جزء رشته کوه پست و در ارتفاعات میان دامنه با مشخصات کلی ساختمان رسوبی، مسیر رودخانه اصلی، وجود پادگانه آبرفتی، دره فرسایشی، ریزش، گالی، بدلند و خاک اینتی سل است. حرکات توده‌ای به شکل ریزش متأثر از جریان‌های هرزآبی و هوازدگی قطعات سنگی موجب تخلیه انبوهی از واریزه‌های سنگی در این منطقه شده است. به‌گونه‌ای که بر سطح بستر سیلابی و رود پوشیده از قلوه‌سنگ‌ها، تخته‌سنگ‌ها و رسوبات ریز و درهمی است که حاصل حرکت جریان‌های آبی بر سطح سازندهای مختلف‌المقاومت بوده است. این ناحیه به‌طور غالب جزء نهشته‌های آواری (رسوبات قاره‌ای) نئوژن شامل واحد M^m ، PI^m و PI^c است. محدودیت‌ها و قابلیت‌های این جزء واحد مشابه جزء واحد قبلی است.

۲-۲-۳- تپه کم‌ارتفاع با کاربری کشاورزی با مشخصات کلی ساختمان رسوبی، مخروط‌افکنه، بدلند و خاک اینتی سل و آریدی سل است. از نظر زمین‌شناسی، نهشته‌های (رسوبات قاره‌ای) کواترنر، واحد مخروط‌افکنه و پادگانه‌های قدیمی و مرتفع کواترنر (Q^{t1}) و واحد مخروط‌افکنه و پادگانه‌های جوان و کم‌ارتفاع (Q^{t2}) را شامل می‌شود. این نهشته‌های جوان عمدتاً از رسوبات مخروط‌افکنه پای کوهستان تشکیل شده و مجموعه‌ای از نهشته‌های آبرفتی سست و تحکیم نیافته را در فرودست ارتفاعات تشکیل می‌دهد. مخروط‌افکنه یکی از اشکال ژئومورفولوژی ناشی از سیستم فرسایش آب‌های روان است. روستای کلاته سادات نیز بر روی یک مخروط‌افکنه بنا شده است. فرسایش آبی توسط رواناب بالادست، احتمال فرسایش شیب‌ساری، خندقی (گالی) و بدلند از محدودیت‌های آن و قابلیت کشاورزی و مسکونی و وجود مارن (جهت گل اندود کردن بستر) از قابلیت‌های آن است.

۳- سیستم (چشم‌انداز) ارضی دشت

بعد از سیستم تپه، سیستم دشت را با شیب غالب ۰-۵ درصد و مساحت ۵۲ کیلومترمربع با دو واحد ارضی دشت کمی مرتفع و دشت مسطح مشخص نمودیم (جدول ۳). این بخش، بیشترین مساحت از سطح حوضه آبخیز کلاته سادات را اشغال کرده است و شاید مهم‌ترین بخش این حوضه از لحاظ مدیریت منابع طبیعی باشد. عمده‌ترین عارضه ژئومورفولوژی موجود در این سیستم، مخروط‌افکنه و دشت سیلابی است که از اجزای سه‌گانه جریان‌های سیلابی هستند. آثار فرسایش آبی، رواناب و سیلاب در این بخش، به‌خوبی قابل مشاهده است (شکل ۱۲).

۳-۱- واحد ارضی دشت کمی مرتفع شامل جزء واحدهای دشت کمی مرتفع جزء رشته‌کوه پست و دشت کمی مرتفع با کاربری کشاورزی است.

۳-۱-۱- دشت کمی مرتفع جزء رشته‌کوه پست با ساختمان رسوبی و وجود مخروط‌افکنه و پادگانه‌های جوان و کم ارتفاع و خاک آریدی سل، جزء واحد زمین‌شناسی (Q^{t2}) و زمین‌های زراعی (Agr) است. از جمله محدودیت‌های آن،

خطر آب‌گرفتگی، سیلاب و فرسایش آبی زمین‌های زراعی است. قابلیت مسکونی، کشاورزی و عمرانی دارد. حفظ آب و خاک در این ناحیه با بهترین روش‌های کارآمد توصیه می‌شود.



شکل ۱۲: قطعات سنگی بزرگ و آثار سیلاب در پایین‌دست و نواحی کم‌ارتفاع حوضه آبخیز کلاته سادات. (منبع: نگارندگان)

۳-۱-۲- دشت کمی مرتفع با کاربری کشاورزی با ساختمان رسوبی و وجود مخروط‌افکنه و پادگانه‌های قدیمی و مرتفع، خاک اریدی‌سل و جزء واحد زمین‌شناسی (Q^{t1}) است. محدودیت‌ها و قابلیت‌های آن مانند جزء واحد قبلی است.

۳-۲- واحد ارضی دشت مسطح شامل جزء واحدهای دشت مسطح جزء رشته‌کوه پست و دشت مسطح با کاربری کشاورزی است.

۳-۲-۱- دشت مسطح جزء رشته‌کوه پست با ساختمان رسوبی، وجود مخروط‌افکنه و پادگانه‌های جوان و کم‌ارتفاع و دشت آبرفتی، خاک اریدی‌سل و اینتی‌سل جزء نهشته‌های آبرفتی و زمین‌های زراعی (Agr) است. قابلیت‌های آن مانند جزء واحد قبلی است. از لحاظ محدودیت، فرسایش بادی نیز به‌عنوان یک خطر و محدودیت خاص این ناحیه، مشهود است. باد در حوضه آبخیز کلاته سادات صرفاً از آن‌جایی مهم است که بر اراضی پایین‌دست تأثیر گذاشته و خاک نرم و ریزدانه را با خود می‌برد و باعث فرسایش و تخریب بافت خاک بخصوص در اراضی کشاورزی می‌شود. کشاورزی در پایین‌دست حوضه به صورت دیم است و حفظ رطوبت در خاک گزینه مهمی است. با وزش باد خصوصاً بادهای شدید، رس و بافت ریزدانه خاک تخریب و بالطبع رطوبت در خاک حفظ نمی‌شود و به سرعت در خاک درشت‌دانه نفوذ می‌کند. جهت رفع این مشکل و برای حفظ آب و خاک در برابر فرسایش و وزش بادهای شدید از روش سنتی آب‌رنگ کردن و گل‌آلود کردن آب رودخانه توسط تپه‌های مارنی موجود در منطقه استفاده می‌شود.

۳-۲-۲- دشت مسطح با کاربری کشاورزی با ساختمان رسوبی و وجود دشت آبرفتی و زمین‌های زراعی (Agr) است. محدودیت‌ها و قابلیت‌های آن مانند جزء واحد قبلی (دشت مسطح جزء رشته‌کوه پست) است.

نتیجه‌گیری

با استفاده از روش تحلیل سیستم‌های ارضی و با توجه به ویژگی‌ها و خصوصیات طبیعی نواحی، می‌توان بر قابلیت‌ها و محدودیت‌های مناطق اشراف داشت. این اطلاعات ما را قادر می‌سازد که مکان‌های مناسب با اهداف اجرای طرح‌های توسعه را شناسایی و استقرار مکانی پروژه‌ها و قابلیت‌ها را معین و مشخص کنیم. با بررسی و مطالعات جامع و تعیین سیستم‌ها و واحدهای ارضی حوضه آبخیز کلاته سادات مشخص شد که این محدوده یک منطقه با سه سیستم متفاوت کوهستان، تپه و دشت است که هر کدام به واحدهای ارضی و نهایتاً جزء واحدهای کوچکتری تفکیک می‌شود. بیشترین مساحت حوضه آبخیز مورد مطالعه را مناطق پست و کم‌ارتفاع و دشت با ۵۲ کیلومتر مربع و بعد از آن به ترتیب تپ

ارضی کوهستان و تپه با مساحت ۳۲/۴ و ۱۱/۲ کیلومتر مربع اشغال کرده است. عمده‌ترین ویژگی سیستم کوهستان این حوضه، وجود کانسارهای کرومیت و بحث اکتصادی بودن سنگ‌های دگرگونی آن است. در سیستم تپه، وجود تپه‌های مارنی به‌عنوان بارزترین عارضه ژئومورفولوژی و بهره‌برداری بهینه از مارن، بسیار مورد توجه است و در سیستم دشت نیز حفظ آب و خاک این بخش با روش‌های بهینه و مقرون به‌صرفه به‌دلیل فرسایش بادی شدید اهمیت دارد. هر کدام از این سلسله مراتب و تقسیمات واحدی، مشخصات ویژه‌ای دارند که شناخت این مشخصات در ابعاد کوچک مطالعاتی، جهت هرگونه پروژه عمرانی و کشاورزی در منطقه سودمند است.

منابع

- افشاری، جیده و افشاری، جلیله، ۱۳۹۲، مکان‌یابی و بررسی پتانسیل‌های ژئواکتوریسم شهرستان سمیرم با استفاده از روش تحلیل سیستم اراضی (LSA)، دومین همایش ملی گردشگری و طبیعت‌گردی ایران، همدان.
- رامشت، محمدحسین، ۱۳۸۸، نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، چاپ سوم، انتشارات سمت، تهران.
- رامشت، محمدحسین؛ خوشرو، عبدالله و امینی، مهدی، ۱۳۹۳، تجزیه و تحلیل ساختاری سیستم‌های ارضی ژئومورفیک در حوضه میدان گل، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال هفتم، شماره ۲۵، صص. ۲۷-۴۲.
- رامشت، محمدحسین و سیف، عبدالله، ۱۳۷۹، جغرافیای خاک‌ها، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- گنجی‌نیا، ملیحه ۱۳۸۷، شناسایی اشکال آبی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، به راهنمایی آقای دکتر ابوالقاسم امیراحمدی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار.
- معزلسکو، ضرغام و شریفیان‌عطار، رضا، ۱۳۸۱، کانی‌شناسی غیر سیلیکات‌ها، جلد دوم، انتشارات واژگان خرد، تهران.
- منتصری، لیلا؛ زنگنه‌اسدی، محمدعلی و امیراحمدی، ابوالقاسم، ۱۳۹۴، دانش بومی کاربرد عوارض ژئومورفولوژی (آب‌رنگ کردن) و نقش آن در حفظ آب و خاک، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی‌ام، شماره ۴، صص. ۱۵۴-۱۷۱.
- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ باشتین، ۱۹۹۹، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- نوروزپور، نوشین و رامشت، محمدحسین، ۱۳۹۱، بررسی پتانسیل‌های ژئواکتوریسم دره جونقان با استفاده از روش تحلیل سیستم ارضی، نخستین همایش میراث زمین‌شناختی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.
- وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، معاونت نظارت راهبردی و امور نظام فنی، (نشریه شماره ۳۱۰)، ۱۳۹۱، دستورالعمل تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز و محدوده‌های مطالعاتی در سطح کشور، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، تهران، صص. ۷-۵.
- Bawden, M. G. and Stobbs, A. R., 1963, *The land resources of eastern Bechuanaland, Directorate of overseas surveys, forestry and land use section, London.*
- Bruce King, R., 1970, *A parametric approach to land system classification, Land Resources Division, Directorate of Overseas Surveys, Surbiton, Great Britain, Geoderma, Vol. 4, Iss. 1, pp. 37-46.*
- Capotorti, G., Guida, D., Siervo, V., Smiraglia, D. and Blasi, C., 2012, *Ecological classification of land and conservation of biodiversity at the national level: The case of Italy, Biological Conservation, Vol. 147, Iss. 1, pp. 174-183.*
- Chiristian, C. S., Paterson, S. J., Perry, R. A., Slatyer, R. O., Stewart, G. A. and Traves, D. M., 1953, *Survey of the Townsville- Bowen Region, North Queensland, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, Melbourne, Land Research Series No. 2.*
- Chiristian, C. S. and Stewart, G. A., 1953, *General Report on Survey of Katherine-Darwin Region, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia. Land Research Series No. 1.*

- Dewit, P. V. and Bekker, R. P., 1990, **Soil Mapping and Advisory Services Botswana, Explanatory note on the Land Systems Map of Botswana**, Food and Agriculture organization of the united nations, united nations development programme government of Botswana, Gaborone, South of Africa, pp. 2-30.
- Kazaklis, A. and Karteris, M., 1993, **Land use types: patterns and relationships with abiotic landscape factors in western Crete**, *Landscape and Urban Planning*, V. 24, Iss. 1, pp. 249-257.
- Klingseisen, B., Metternicht, G. and Paulus, G., 2007, **Geomorphometric landscape analysis using a semi-automated GIS-approach**. *Science Direct, Environmental Modelling & Software*, pp. 1-13.
- Lawrance, C. J., Webster, R., Beckett, P.H.T., Bibby, J. S. and Hudson, G., 1977, **The use of air photo interpretation for land evaluation in the Western Highlands of Scotland**, *Catena*, Vol. 4, Iss. 4, pp. 341-357.
- Mitchell, C. W. and Howard, J. A., 1978, **Land system classification - a case history: Jordan**, *AGLT Bulletin 2/78*, FAO, Rome.
- Panabokke, C. R., 1996, **Soils and Agro-Ecological Environments of Sri Lanka**, *Natural Resources Energy and Science Authority of Sri Lanka, Natural Resources Series No. 2*, pp. 87-205.
- Panabokke, C.R. and Somasiri, S., 1980, **The identification and chdracterization of the Ricelands of the wet zone of Sri Lanka and its application to rice research**, in *Rice Symposium 1980*, Department of Agriculture, pp. 137-158.
- Somasiri, S. and Ratnayake, R.M.K., 1988, **Wet and semi-wet rice lands in Sri Lanka, A classification and characterization of physical environments**, *Land and Water Use Division, Department of Agriculture Peradeniya 114p*.
- Somasiri, S. , Tinsley, R.L., Panabokke, C.R. and Moormann, F.R., 1985, **Evaluation of rice lands in Kandy district**, *Proc. Workshop. Cornell Univ. Ithaca. NY*.
- Stewart, G. A. and Perry, R. A., 1953, **The land systems of the Townsville- Bowen region**, *Land Research and Regional Survey Section, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, Canberra, Land Research Series No. 2*, pp. 55-68.
- Tagil, S. and Jenness, J., 2008, **GIS-Based Automated Landform Classification and Topographic, Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje, Turkey**, *Joumal of Applied Sciences*, Vol. 8, No. 6, pp. 910-921.
- Turner II, BL., Geoghegan, J., Lawrence, D., Radel, C., Schmook, B., Vance, C., Manson, S., Keys, E., Foster, D., Klepeis, P., Vester, H., Rogan, J., Roy Chowdhury, R., Schneider, L., Dickson, R. and Ogenva-Himmelberger, Y., 2016, **Land system science and the social environmental system: the case of Southern Yucatan Peninsular Region (SYPR) project**, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 19, pp. 18-29.
- Vaclavik, T., Lautenbach, S., Kuemmerle, T. and Seppelt, R., 2013, **Mapping global land system archetypes**, *Global Environmental Change*, Vol. 23, Iss. 6, pp. 1637-1647.
- Webster, R. and Beckett, P.H., 1970, **Terrain classification and evaluation using air photography: A review of recent work at Oxford**, *Photogrammetria*, Vol. 26, Iss. 2-3, pp. 51-75.
- Zonneveld, I. S., 1989, **The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications**, *Landscape Ecology*, Vol. 3, No. 2, pp. 67-86.