فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹٤، شماره پیاپی ۱۱۹

لیلا منتصری، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار L. Montaseri
دکترمحمدعلی زنگنه اسدی، دانشیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار Dr.M. A. Zangane
دکترابوالقاسم امیراحمدی، دانشیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار Dr.A. Amir Ahmadi
L.montaseri@gmail.com

دانش بومی کاربرد عوارض ژئومورفولوژی (آب‌رنگ کردن) و نقش آن در حفظ آب و خاک

چکیده

کمبود آب همواره یکی از مهم‌ترین موانع در روند توسعه کشاورزی در اقلیم‌های خشک و کم‌باران بوده است. در طول زمان کشاورزان در قالب دانش بومی خود روش‌های متعددی را جهت مقابله با کمبود آب و پیامدهای ناشی از آن ابداع کرده و توسعه داده‌اند. امروزه در مدیریت منابع آب روستایی، برای مقابله اثربخش‌تر با کمبود آب لازم است تا دانش بومی مورد توجه جدی قرار گیرد. تلفیق دانش بومی هر منطقه با دانش نوین می‌تواند بهترین گزینه در بهره‌برداری از منابع آب و خاک قلمداد شود. در این پژوهش به معرفی و بررسی یکی از روش‌های بومی حفظ آب و خاک در شرق کشور به نام "آب‌رنگ کردن" و کاربرد مستقیم عوارض ژئومورفولوژی تپه‌های مارنی در روستای کلاته سادات شهرستان داورزن از استان خراسان رضوی پرداخته شده است. در این تحقیق با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، تهیه مدل‌های رقومی منطقه با نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، مشاهده میدانی و برداشت نمونه آب و رسوب، مصاحبه با کشاورزان محلی، آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی و تحلیل آماری در نرم‌افزار "SPSS" اثرات مثبت یا منفی این روش و نقش عوارض ژئومورفولوژی در حفظ آب و خاک بررسی می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که این روش، بهترین روش بومی- اقتصادی حفظ رطوبت و ترمیم بافت خاک اراضی کشاورزی و عامل انتقال آب از اراضی نفوذپذیر مخروط‌افکنه‌ای به اراضی کشاورزی پایین‌دست می‌باشد. با توجه به دلایل آماری و بررسی تحقیقات دیگر در این زمینه، آب‌رنگ کردن نه‌تنها سبب بروز تغییرات قابل توجه در کیفیت آب رودخانه و تضعیف کیفیت آب کشاورزی منطقه نمی‌شود، بلکه باعث تغییر بافت و ترکیبات خاک، حاصلخیزی اراضی کشاورزی و نیز کاهش هدررفت ناشی از تبخیر و نفوذ به آبخوان با کیفیت پایین می‌گردد.

واژگان کلیدی: دانش بومی، عوارض ژئومورفولوژی، آب‌رنگ کردن، کلاته سادات، تپه‌های مارنی.

مقدمه

ژئومورفولوژی علم شناخت اشکال ناشی از فرآیندهای درونی و بیرونی در سطح زمین است. هر یک از این عوارض ژئومورفولوژی به نوبه خود ممکن است محدودیت‌ها و فوایدی برای بشر داشته باشد. البته بعضی از عوارض در نگاه اول ممکن است تنگناهایی داشته باشند، اما گاهی اوقات می‌توان با درایت خاصی از این عوارض به نفع طبیعت و بشر سود جست. مسلماً بارزترین جلوه طبیعی در بخش گسترده‌ای از کشور ما وجود اراضی گسترده خشک می‌باشد که علت اصلی آن موقعیت جغرافیایی ایران و استقرار آن بر روی کمربند خشک جهانی و شرایط اقلیم جنب حاره‌ای است (فال‌سلیمان و صادقی، ۱۳۹۰: ۱). موضوع خشکی و خشکسالی سبب گردیده است تا مردم بومی به فکر چاره‌جویی و ارائه راه‌حلی برای کاهش اثرات زیانبار آن باشند. بازشناسی نظام‌های سنتی مدیریت بر منابع آب که بر پایه مشارکت و همکاری ذی‌نفعان استوار بوده است، شاید بتواند راهگشای برنامه‌ریزان برای مدیریت جدید این منبع تجدیدپذیر باشد (شیخی، ۱۳۹۰: ۱). در نگرش مدیریتی، دانش بومی می‌تواند به‌عنوان ابزاری مهم در برنامه‌ریزی توسعه و مدیریت منابع آبی به کار گرفته شود. بنابراین ضرورت دارد، دانش بومی نقاط مختلف جمع‌آوری و کارایی آن‌ها سنجیده شود و به‌عنوان یک الگوی عملی مقابله با خشکسالی و فرسایش خاک مدنظر قرار گیرد (بشری و همکاران، ۱۳۹۱: ۵). مدیریت سنتی چون بر اساس آزمون و خطا شکل گرفته، زمان آزموده است و از آنجا که در بطن محیط طبیعی، اجتماعی و فرهنگی اجتماع محلی تکامل یافته و بر اساس احساس نیاز اجتماعات محلی ایجاد شده به جزئی از فرهنگ، عرف و آداب و رسوم اجتماع محلی تبدیل شده است (علیزاده اقدم و همکاران، ۱۳۹۰: ۱).

شواهد نشان می‌دهد در گذشته در بسیاری از زمینه‌های کاری، روش و دانش بومی از گستردگی و اهمیت زیادی برخوردار بوده که با پیشرفت علم و جایگزینی دانش نوین به جای دانش بومی به مرور روش‌های جدید جایگزین روش‌های قدیمی شده‌اند و به‌نظر می‌رسد تلفیق دانش بومی با دانش روز می‌تواند برای دست‌یابی به توسعه پایدار کشاورزی نتیجه‌بخش باشد. در سال‌های اخیر، تمایل برای بازیابی دانش سنتی مدیریت خاک جهت ترکیب با شیوه‌های مدرن حفاظت خاک افزایش یافته است (داترویچ[1]، ۲۰۱۳: ۱). در منطقه نیمه‌خشک لسی در شمال‌غربی چین، از شن و ماسه به‌عنوان مالچ استفاده می‌کنند. قدمت این روش سنتی به دوره سلسله چینگ در حدود ۳۰۰ سال پیش در این منطقه که وانگ‌وسان امروزی نام دارد، برمی‌گردد. مالچ شن و ماسه و یا شن به‌تنهایی، باعث حفظ آب کمیاب، تغییر فرآیند هیدرولوژیکی، بهبود بهره‌وری خاک، کاهش تبخیر و رواناب، صرفه‌جویی در مصرف خاک و آب، بهبود نفوذ و درجه حرارت خاک، کنترل فرسایش بادی و آبی و افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک می‌شود. با این حال با توسعه کشاورزی مدرن، این روش بومی نیز تغییر و در حال فراموش شدن است (یان لی[2]، ۲۰۰۳: ۱۰۵و۱۰۶).

1. Dotterweich
2. Yan Li

هم‌چنین در زمینه رسوب‌خیزی مارن‌ها پژوهش‌هایی توسط بنیتو[۳] و همکاران (۱۹۹۱) در اسپانیا، انگلند[۱] (۱۹۷۱) در جنوب داکوتای آمریکا، بوفالو[۲] و نهون[۳] (۱۹۹۲) در فرانسه صورت گرفته است که نتایج این بررسی‌ها حساسیت بسیار شدید مارن‌ها به فرسایش را نشان می‌دهد (صمدی‌تبریزی و همکاران، ۱۳۸۹: ۷۹). قدمت روش‌های بومی مدیریت آب و خاک در دنیا، از جمله ایران به ۳ تا ۵ هزار سال پیش می‌رسد. علی‌رغم توسعه روش‌های نوین هنوز این روش‌ها در مناطق مختلف کارایی دارند (بشری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱). کشور ما یکی از قدیمی‌ترین مناطق جهان است که از دیرباز جهت استفاده از منابع آب و خاک، ضوابط و معیارهای مناسبی داشته و در هر نقطه از این سرزمین متناسب با شرایط اقلیمی، اجتماعی، فرهنـگی و سنت‌های رایج کشاورزی، مدیـــریت بهره‌برداری سنتی از منابع آب حاکم بوده است (فلاح‌رستگار و همکاران، ۱۳۹۰: ۱).

در خصوص سابقه روش کاهش نفوذپذیری آب با خاک و گل‌آلودگی می‌توان گفت که در معدن دوک آهن در گلندیل زیمبابوه، حوضچه‌هایی اندود شده با خاک رس وجود دارد. لایه‌های خاک رس متراکم معمولاً به عنوان آستر برای محدود کردن نفوذ زهکشی اسید معدن به محیط اطراف از مناطق مهار یا حوضچه و جلوگیری از انتقال آلودگی اسیدیته به آب‌های زیرزمینی و خاک اطراف استفاده می‌شود (مپندا[۴] و همکاران، ۲۰۰۷: ۱۳۶۶). تلفات نفوذ آب از تالاب‌های ساخته شده، پناهگاه حیات وحش، تالاب‌های فاضلاب، حوضچه‌های جمع‌آوری رواناب و دیگر سطوح آبگیری مهندسی آب یا اکوسیستم‌های آبی با سطح آب‌های زیرزمینی عمیق را می‌توان با آستر مصنوعی (پلاستیکی، زمین‌فشرده و...) و یا با فرآیندهای طبیعی مانند تجمع رسوب، فرآیندهای میکروبیولوژیکی و شیمیایی به حداقل رساند. تجمع رسوب را می‌توان با اضافه کردن دوغاب خاک یا ورود آب گل‌آلود افزایش داد. با این کار یک پوشش لایه‌لایه ایجاد می‌شود که بیشترین کنترل را بر نفوذ انجام می‌دهد. علاوه بر این اضافه کردن کربنات سدیم به آب، نفوذ را به بیشترین حد ممکن کاهش می‌دهد. برنامه‌های کاربردی مصنوعی دوره‌ای یا طبیعی جریان مواد رسوب در حفظ نرخ نفوذ در سطح مطلوب لازم است؛ اما فرآیندهای طبیعی ممکن است ارزان‌تر و پایدارتر از اقدامات مصنوعی باشد (بوور[۵] و همکاران، ۲۰۰۱: ۲۳۳و۲۳۸). در استان خراسان جنوبی یکی از روش‌های سنتی جهت مقابله با کم‌آبی در زیرمجموعه‌های بخش کشاورزی، گل‌آلود کردن آب به‌صورت خاکریزی مسیر جوی‌های سنتی آب است (فال‌سلیمان و صادقی، ۱۳۹۰: ۵). امرانی پازا[۶] و همکاران (۱۹۹۸) با مطالعه‌ای در حوضه جنوب‌شرقی گرانادای اسپانیا، با تجزیه و تحلیل ۱۷۱ نمونه گرفته شده از خاک متراکم نئوژن از لبه جنوب‌شرقی حوضه گرانادا و انجام آزمون‌های استاندارد طبقه‌بندی خاک برای اهداف مهندسی به این نتیجه رسیدند که مارن به دلیل انعطاف‌پذیری و محتوای کربنات بالا و خواص ژئوتکنیکی آن، به‌عنوان بستر در سدها مناسب است. بوور و

---

۳. Engelend
5. Bufalo
6. Nahon
4. Mapanda
5. Bouwer
6. Amrani Paaza

همکاران (۲۰۰۱) در مقاله‌ای با عنوان آب‌بندی کف حوضچه با آب گل‌آلود با انجام آزمایش‌های ستون خاک و روش سنجش تراکم فشردگی بر روی ستون‌هایی از لایه‌های شن و ماسه دریافتند که می‌توان با اضافه کردن دوغاب خاک یا ورود آب گل‌آلود تجمع رسوب را جهت کاهش تلفات آب، افزایش داد. آجوا[1] و تروت[2] (۲۰۰۶) گزارش کردند که افزایش ذرات رس و سیلت ریز منجر به کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود. شلایس[3] و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه صحرایی سه سد مخزنی در مناطق کوهستانی کشور سوئیس به این نتیجه رسیدند که جریان گل‌آلود، مهم‌ترین عامل در تشدید رسوب‌گذاری این مخازن بوده است (ظهیری و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۴۵). وایتوورد[4] و قاضی‌فرد (۲۰۰۹) در مقاله‌ای با عنوان اثرات غشایی در پوشش رسی شیب داخلی محل‌های دفن زباله به این موضوع اشاره دارد که در حفره‌های دفن زباله برای مهار انتقال آلودگی به سمت خارج و آب‌های زیرزمینی، شیب داخلی حفره را با خاک رس می‌پوشانند که این پوشش به عنوان آستر و غشاء نیمه‌تراوا عمل می‌کند. عابدینی و خانی (۱۳۹۰) در بررسی گل‌آلود کردن آب قنات بلده فردوس[5]، با تحلیل پارامترهای کمی و کیفی آب به مطالعه اثرات گل‌آلود کردن بر مقدار آب و تأثیر آن بر خاک و محصولات کشاورزی و تغییر ماهیت آب پرداختند. نمونه‌های گرفته شده (قبل و بعد از گل‌آلودسازی) و همچنین نمونه اشباع تهیه شده از خاک گل‌آلودسازی برای تعیین پارامترهای کیفی با روش‌های استاندارد مورد آزمایش قرار گرفت و نمودارهای شولر و ویل کاکس نیز تهیه شد. نهایتاً به این نتیجه رسیدند که آب پس از گل‌آلودسازی دچار تغییر زیان‌بار نشده، مقدار هدایت الکتریکی آن افزایش قابل توجهی نیافته و با افزایش املاح مفید برای گیاه و البته پایین‌تر از حد غیرمجاز روبرو می‌شود و این‌که گل‌آلود کردن به پارامترهای مورد نیاز آب کشاورزی لطمه نمی‌زند. همچنین این فرآیند هیچ مانعی به لحاظ پارامترهای کیفی به آب، برای مصرف شرب ایجاد نمی‌کند. با توجه به چنین پیشینه‌ای، به‌نظر می‌رسد که دانش بومی هر منطقه، جای مطالعه و بررسی علمی دارد تا بتوان ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین روش را برای هر منطقه جهت حفظ منابع طبیعی و به‌خصوص آب و خاک آن برگزید.

کمبود آب و خشکی به‌خصوص در فصول گرم و کم‌باران، یکی از پدیده‌های اجتناب‌ناپذیر سرزمین ایران است. آب و خاک دو عامل اصلی حیات می‌باشند که امروزه در اثر استفاده نادرست، شاهد فرسایش خاک و هدررفت و آلودگی منابع آبی هستیم. بررسی‌های موجود نشان می‌دهد که زمین‌های زراعی بعد از مدتی کوتاه حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند. بنابراین کاربرد روش‌هایی به‌صرفه به منظور کاهش سرعت این روند، کاهش مصرف انرژی و کاهش فرسایش آبی و بادی مطلوب به نظر می‌رسد. این پژوهش به معرفی

1. Ajwa
2. Trout
3. Schleiss
4. Whitworth

۵. در قنات بلده فردوس استان خراسان جنوبی که قدمت آن به قبل از اسلام و دوره ساسانی برمی‌گردد؛ با استفاده از خاک رس موجود در منطقه جهت کمتر اتلاف شدن آب در اثر نفوذ در مسیر و کاهش میزان تبخیر آب، توسط اشخاصی که "تیره‌گر" نامیده می‌شوند، طبق یک روش دیرینه آب را گل‌آلود (گلوک) می‌کنند (عابدینی و خانی، ۱۳۹۰: ۱).

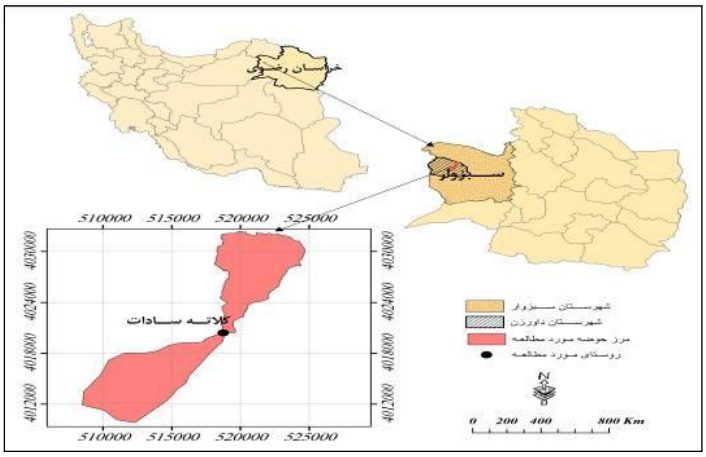
و بررسی یکی از روش‌های سنتی حفظ آب و خاک در روستای کلاته سادات شهرستان داورزن در غرب شهرستان سبزوار از استان خراسان رضوی می‌پردازد که در اصطلاح محلی به آن " آب‌رنگ کردن" می‌گویند. هم‌چنین تأثیرگذاری مثبت یا منفی این روش و نیز تپه‌های مارنی در حفظ آب و خاک و کیفیت آب و خاک کشاورزی بررسی می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی مؤثر بودن این روش در واقعیت امر، اثبات کارایی مفید بعضی عوارض به ظاهر غیرمفید ژئومورفولوژی، ارتباط بین نقش عوارض ژئومورفولوژی و دیگر علوم، مفید بودن دانش ژئومورفولوژی در آبادانی و توسعه و احیاء دانش بومی و هویت فرهنگ اجدادی و سنتی این سرزمین به خصوص شمال شرق کشور که با وجود دارا بودن سوابق تاریخی و فرهنگی بسیار غنی، همواره متأثر از اوضاع خاص جغرافیایی و در اوج کاستی‌ها از حداقل امکانات، حداکثر بهره‌وری را داشته‌اند. از آن‌جایی که منطقه مورد مطالعه در شمال شرق ایران و جزء نواحی خشک و نیمه‌خشک از نظر اقلیم‌شناسی است و اراضی کشاورزی روستاهای پایین‌دست تحت تأثیر فرسایش شدید بادی می‌باشند؛ وجود تپه‌های مارنی و رسی موجود در منطقه برای کاهش اثرات منفی فرسایش بادی و آبی با افزایش چسبندگی خاک به‌عنوان راهکاری هر چند سنتی، مطلوب به نظر می‌رسد. چه بسا همین روش‌های سنتی جرقه‌ای برای روشنایی مسیر علمی استحصال شیوه‌های مدرن و اصولی در بعد وسیع و برای زمان طولانی باشد.

داده‌ها و روش پـژوهش

موقعیت منطقه مورد مطالعه

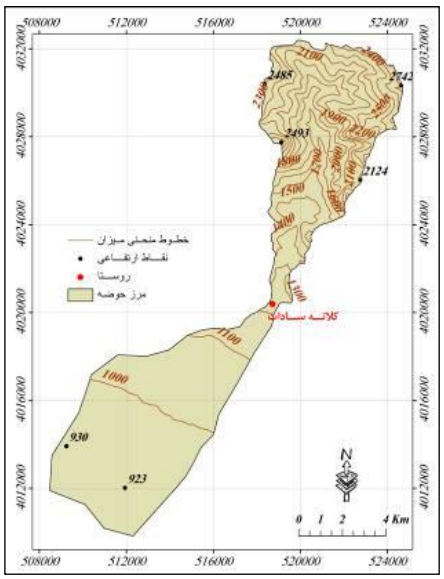
محدوده مورد مطالعه بین دو طول شرقی ″۳۹ ´۰۵ °۵۷ تا ″۳۱ ´ ۱۶ °۵۷ و عرض‌های ″۵۹ ´۱۳ °۳۶ تا ″۱۲ ´ ۲۶ °۳۶ شمالی با مساحت ۹۵/۸۳ کیلومترمربع واقع شده است. حوضه آبخیز کلاته سادات از زیر حوضه‌های رود کال‌شور سبزوار در دامنه جنوبی رشته‌کوه جغتای و ارتفاعات کوه‌سفید می‌باشد. طبق تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز 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). 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).

هم‌چنین این محدوده از نظر توپوگرافی به دو واحد کلی کوهستان در بخش‌های شمالی با تغییرات بسیار شدید و دشت در نواحی جنوبی با تغییرات اندک تقسیم می‌شود (شکل ۲). بر اساس خطوط تراز توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی حوضه کلاته سادات به متر (شکل ۳) و نقشه شیب حوضه به درصد در محیط نرم‌افزاری "GIS" تهیه شد (شکل ۴).

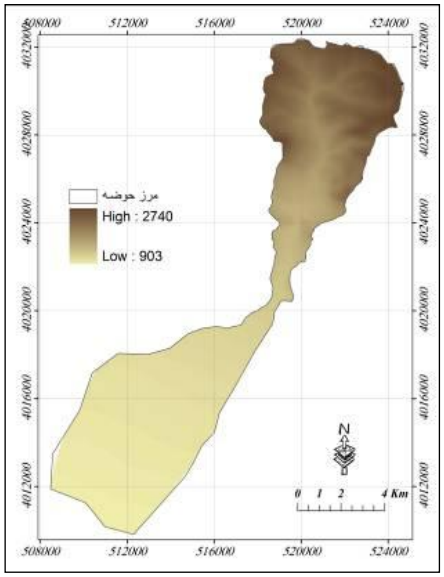


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز کلاته سادات

بر طبق این مدل، متوسط ارتفاع حوضه ۱۸۲۲ متر است. شیب توپوگرافی حوضه آبخیز مورد مطالعه از شمال‌شرق به جنوب‌غرب می‌باشد. شیب غالب حوضه، بیشتر از ۲۵ درصد و کمترین شیب، شیب کمتر از ۵ درصد است. این حوضه از نظر تقسیمات زمین‌شناسی جزء زون ایران مرکزی است که قسمتی از دامنه جنوبی رشته‌کوه شرقی-غربی منطقه موسوم به رشته‌کوه جغتای است که از مناطق افیولیت ملانژی در ایران محسوب می‌گردد و از دو بخش زمین‌شناسی شامل بخش افیولیتی (کالروملانژی) کرتاسه و بخش آتشفشانی و رسوبی دوره ترشیاری تشکیل شده است (شکل ۵).

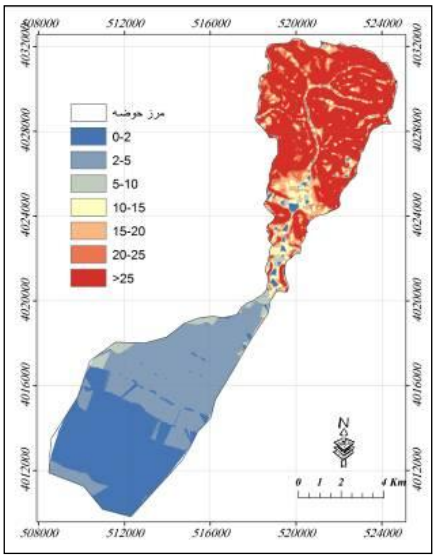


شکل ۲-نقشه توپوگرافی حوضه آبخیز کلاته سادات

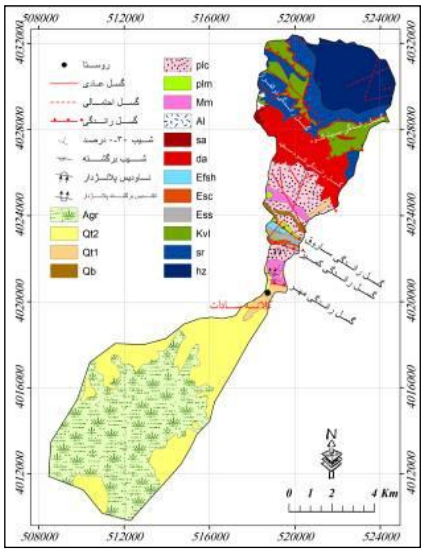


شکل ۳- مدل رقومی ارتفاعی حوضه آبخیز کلاته سادات

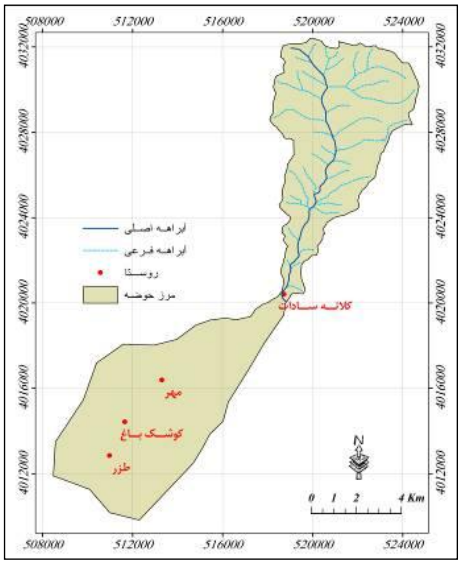
واحد کوهستانی در شمال حوضه توسط مجموعه افیولیتی و سنگ‌های مقاوم آتشفشانی مربوط به فازهای کوهزایی آلپ در دوره‌های کرتاسه و ائوسن و زمین‌های کم‌ارتفاع دشت جنوبی با مارن‌های نئوژن و نهشته‌های جوان، چهره‌سازی شده است. روستای کلاته سادات نیز بر روی یک مخروط‌افکنه و پادگانه جوان و کم‌ارتفاع واقع شده است.



شکل ٤- نقشه شیب حوضه آبخیز کلاته سادات



شکل ٥- نقشه زمین‌شناسی حوضه آبخیز کلاته سادات



شکل ٦- موقعیت حوضه آبخیز کلاته سادات و روستاهای زیرمجموعه آن

سیستم فرسایش آب‌های روان به‌عنوان فرآیند غالب در ایجاد زمین‌شکل‌هایی نظیر ستیغ‌ها، فرسایش شیاری، بدلند، فرسایش خندقی (گالی)، پادگانه‌های آبرفتی و مخروط‌افکنه‌ها نقش مهمی در ساخت و پرداخت چهره زمین در سطح حوضه مورد مطالعه ایفا نموده است. فرسایش آبی بر سطح سازندهای حساس به فرسایش، حجم عظیم آبرفت و مواد سیلابی را در منطقه بوجود آورده است. بارزترین شاهد سیلاب در منطقه مخروط افکنه و دشت سیلابی است. روستای کلاته سادات بر روی مخروط‌افکنه و اراضی کشاورزی پایین‌دست و روستاهای مهر و کوشک‌باغ و طزر بر روی دشت سیلابی قاعده مخروط‌افکنه واقع شده‌اند (شکل ۶).

این پژوهش مبتنی بر روش‌های ترکیبی اسنادی- تجربی است که در ابتدا منطقه مورد مطالعه شناسایی و محدوده حوضه آبخیز بر اساس نقشه‌های توپوگرافی مشخص شد. در این میان از تصاویر ماهواره‌ای و

نرم‌افزار" گوگل ارث[1]"، نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه، کتب، مقالات و گزارش‌های علمی سال‌های اخیر پیرامون این موضوع استفاده شد. هم‌چنین در تکمیل کار از مشاهده میدانی و مصاحبه با کشاورزان محلی، برداشت نمونه‌های آب و رسوب و آزمایش‌های تعیین اسیدیته[2]، هدایت الکتریکی[3]،گرانولومتری، کلسیمتری، کمپلکسومتری، فلیم‌فتومتری، اسپکترومتری و در این راستا از نرم‌افزارهای اکسل[4]، جی‌آی‌اس و اس‌پی‌اس‌اس، جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شده است. در گرانولومتری و کلسیمتری به‌ترتیب فراوانی مواد رسوبی در قطرهای مختلف و درصد آهک رسوب به‌منظور آنالیز خاکشناسی تعیین گردید. برای تعیین غلظت دو یون کلسیم و منیزیم از کمپلکسومتری یا تیتراسیون استفاده شد. با استفاده از روش فلیم‌فتومتری و اسپکترومتری مقدار غلظت سدیم، پتاسیم و آهن نمونه‌های آب را تعیین کردیم. هم‌چنین اسیدیته و سپس هدایت الکتریکی نمونه‌ها نیز بر حسب میکروموس بر سانتی‌متر و با دستگاه هدایت‌سنج در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری گردید. نسبت جذبی سدیم[5] و هم‌چنین درصد سدیم محلول[6] را نیز از معادله‌های زیر محاسبه نمودیم:

$$SAR = Na/\sqrt{0.5 \times (Ca + Mg)} \quad (۱$$

$$SSP = Na/Ca + Mg + Na + K \times 100 \quad (۲$$

(مهدوی، ۱۳۸۶: ۳۲۹و ۳۳۱).

نهایتاً نمودارهای شولر و ویل‌کاکس به‌ترتیب جهت تعیین کیفیت آب شرب و کشاورزی تهیه شد. سپس راستی‌آزمایی کلیه نتایج آزمایشگاهی در نرم‌افزار "اس‌پی‌اس‌اس" توسط ضریب همبستگی پیرسون و آزمون من-ویتنی مورد آزمون قرار گرفت.

یافته‌های پژوهش

عمده‌ترین عارضه ژئومورفولوژی و موضوع اصلی این پژوهش در حوضه آبخیز کلاته سادات، "تپه‌های مارنی" روستای کلاته سادات و تأثیر این مارن[7]ها بر آب و خاک منطقه است. با توجه به آثار فرسایشی به‌نظر می‌رسد که مارن‌های آجری رنگ[8] حوضه کلاته سادات، از نوع تبخیری و با منشأ دریاچه‌ای باشد و جزء حوضه‌های نئوژن-کواترنر زون ایران مرکزی است که هنوز هم در حال فرونشینی تدریجی می‌باشد. تپه‌های مارنی نئوژن با سیمای خندقی و هزاردره‌ای، از بارزترین و مهم‌ترین سازندهای زمین‌شناسی موجود در

1. Google Earth
2. PH
3. EC
4. Excell
5. SAR
6. SSP

۷. مخلوط رس و کربنات کلسیم که میزان رس یا کربنات آن بین ۳۵ تا ۶۵ درصد است، پس از سخت شدن تبدیل به سنگ مارن می‌گردد (موسوی حرمی، ۱۳۷۹: ۴۷۴).

۸. مارن‌ها بسته به مواد مختلف موجود در آن‌ها به رنگ‌های گوناگون دیده می‌شوند. مثلاً پیریت باعث رنگ آبی، سولفور آهن رنگ سیاه مایل به آبی، اکسید آهن رنگ قرمز و در صورت وجود مواد آلی موجب سیاه‌رنگ شدن مارن‌ها می‌شود (احمدی، ۱۳۷۸: ۷۰).

حوضه مورد مطالعه است که در فعالیت‌های کشاورزی این حوضه بسیار مؤثر می‌باشد. ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی خاص روستای کلاته سادات و اراضی پایین‌دست آن و قرارگیری بر روی مخروط‌افکنه و دشت سیلابی می‌تواند بر روی فعالیت‌های کشاورزی و به‌خصوص آبیاری آن مؤثر باشد. آبرفت‌های بادبزنی (مخروط‌افکنه‌ای) معمولاً دارای مواد شنی و سنگریزه‌ای هستند که بعضاً دارای تخلخل فراوان بوده و به‌خوبی زهکشی می‌شوند. خاک‌هایی که منشأ آن‌ها چنین رسوباتی است، در صورتی که آبیاری و تقویت شوند، معمولاً حاصلخیزند. اراضی کشاورزی و باغات حاصلخیز روستاهای کلاته سادات، مهر، کوشک باغ و طزر در حقیقت نمونه هدف پژوهش ماست که نتیجه مثبت عمل آب‌رنگ کردن در خاک آن آشکار است.

رودخانه کلاته سادات یک خشکرود در شرق کشور است که بواسطه رگبارهای تگرگ و باران، سیلابی شده و به طرف قسمت‌های پایین‌دست جریان می‌یابد. جریان‌های بیابانی عامل ایجاد بادهای خشک و تشدید فرسایش خاک در منطقه می‌باشد. بادهای شدید بر اراضی پایین‌دست تأثیر گذاشته و خاک نرم و ریزدانه را با خود می‌برد و شن و ماسه بر جای می‌ماند و این امر باعث فرسایش و تخریب بافت خاک بخصوص در اراضی کشاورزی می‌گردد و بالطبع رطوبت در خاک حفظ نمی‌شود و به‌سرعت در خاک درشت‌دانه نفوذ می‌کند. از آنجایی‌که رودخانه کلاته سادات در محل مخروط‌افکنه واقع شده و هر قدر به سمت دشت پیش رویم، از میزان تخلخل و نفوذپذیری خاک کاسته می‌شود، لذا آب رودخانه در اراضی روستای کلاته سادات نفوذ کرده و زهکش می‌گردد و آب کافی به اراضی پایین‌دست نخواهد رسید. چون این منطقه یک منطقه کم‌آب و خشک است، لذا وجود یک جریان آب سطحی برای آبیاری اراضی بسیار حیاتی است. آب نفوذ کرده در بالادست مخروط‌افکنه به دلیل شیب توپوگرافی به سمت پایین‌دست حرکت می‌کند، اما نوع سازند زمین‌شناسی این منطقه و عبور آب از تشکیلات تبخیری، کیفیت آن‌را نامطلوب می‌نماید. آب موجود در پایین‌دست، وارد رسوبات ریزدانه و نفوذناپذیر می‌شود که هم از لحاظ کیفی و هم دسترسی قابل استفاده نیست و در شرایط بسیار خوش‌بینانه در صورت حفر چاه آبدهی نخواهد داشت. لذا استفاده بهینه از جریان آب سطحی موجود در منطقه از لحاظ علمی و معیشتی بسیار منطقی‌تر و اقتصادی‌تر از آب زیرزمینی برای کشاورزان این ناحیه است. روشی که سالیان سال در این منطقه انجام می‌شود و کشاورزان تمام روستاهای مجاور این رودخانه از آن رضایت کامل را دارند.

با آغاز فصل بهار و افزایش دما اکثر گیاهان رشد و فعالیت حیاتی خود را آغاز می‌کنند، اما گاهی کمبود آب رشد طبیعی گیاه را مختل می‌نماید. در نتیجه باید با روش‌هایی سودمند از حداقل آب موجود حداکثر استفاده را کرد و از هدررفت آن جلوگیری کنیم تا آب محدود مدت زمان بیشتری در اختیار گیاه بماند. لذا جهت حفظ رطوبت خاک، باید بافت درشت‌دانه خاک را که در نتیجه فرسایش بادی منطقه آسیب دیده است، با بافت ریزدانه ترمیم کنیم که این امر با ذرات کوچک و کلوئیدی مارن میسر می‌گردد. با این روش نیاز به آبیاری سریع و مستمر وجود ندارد و در مصرف آب نیز صرفه‌جویی می‌شود. میزان درصد عناصر موجود در

مارن، می‌تواند در بهبود بافت، ترکیبات خاک و کشاورزی یک منطقه و یا تضعیف آن مؤثر باشد. ترکیبات سدیم و پتاسیم موجود در ذرات مارن، سبب انتشار ذرات رس و هوموس در خاک و پر شدن خلل و فرج خاک و ترمیم بافت خاک می‌گردد. از طرفی وجود کلسیم و منیزیم نیز باعث انعقاد کلوییدها و پایداری ساختمان خاک می‌شود.

عمل آب‌رنگ کردن و یا همان گل‌آلود کردن آب در بالادست رودخانه کلاته سادات توسط مارن‌های موجود در تپه‌های کلاته سادات و توسط یکی از اهالی همین روستا انجام می‌گیرد، تا آب آغشته به مارن‌های ریزدانه و آجری‌رنگ به پایین‌دست رودخانه برسد و زمین‌های زراعی آن منطقه را سیراب کند. این روش با جدا کردن شاخه‌ای از رودخانه اصلی در بالادست و چرخاندن آن روی تپه‌های مارنی و حرکت آب روی خطوط منحنی تراز و ایجاد شیارهایی هر چند ساعت یک‌بار در جهت شیب در فصول گرم و کم‌باران از فرودین تا مهر ماه توسط فردی که به "رنگ‌پاش" معروف است، انجام می‌گیرد. البته اگر بارندگی کم باشد، به تشخیص خود بانیان این امر تا ماه آذر حتی دی نیز ادامه می‌یابد. این کار با یک نظم خاص و به صورت متوالی روزی ۳ بار به مدت یک ساعت در ساعات خاصی از صبح، ظهر و بعدازظهر انجام می‌شود. در فصول پرباران کم و بیش به صورت طبیعی تپه‌های مارنی دچار فرسایش آبی می‌شوند؛ لذا در فصول بارندگی این کار یا صورت نمی‌گیرد یا کمتر انجام می‌گردد. هم‌چنین در این ایام که بارندگی زیاد است، راه کانال آب‌رسان به اراضی پایین‌دست را می‌بندند تا سیلاب موجب خسارت به اراضی کشاورزی نگردد. آب رودخانه به علت وجود ذرات مارن، گل‌آلود شده و این آب گل‌آلود ضمن نفوذ در کف بستر رودخانه و زمین‌های زراعی، خلل و فرج موجود را پر می‌کند و لایه‌ای با قابلیت نفوذ کم بوجود می‌آورد و در زمین‌های زراعی با کنار هم قرار دادن ذرات خاک باعث چسبندگی و حفظ آب و خاک در مقابل گرما و وزش بادهای منطقه می‌شود. مکانیسم روش "آب‌رنگ کردن" بی‌شباهت با مکانیسم بندسار و سیستم پخش سیلاب نیست. اهمیت این روش در ارتباط با منابع خاکی، بیشتر به این دلیل است که ته‌نشینی مواد معلق با کیفیت خوب روی بافت درشت‌دانه، ساختمان خاک و نفوذپذیری را تقویت و حاصلخیزی را افزایش می‌دهد. بین این روش و نفوذپذیری خاک رابطه معکوس وجود دارد. آب‌رنگ کردن و افزایش رسوب موجب کاهش نفوذپذیری خاک می‌گردد.

پس از بازدید میدانی از موقعیت تپه‌های مارنی و شیارهای ایجاد شده بر روی آن، محل عملیات آب‌رنگ کردن، محل الحاق آب زلال و آب گل‌آلود و مزارع آبیاری شده توسط آب گل‌آلود (شکل ۷) از ۷ نقطه نمونه آب برداشت شد (جدول ۱). سپس به آزمایشگاه منتقل و اسیدیته، هدایت الکتریکی، سختی کل، میزان کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، آهن و درصد رسوب هر کدام از نمونه‌ها نیز آنالیز گردید. هم‌چنین از دو نقطه حاشیه رودخانه، نمونه رسوب برداشت و در آزمایشگاه، آزمایش گرانولومتری وکلسیمتری بر روی آن انجام گردید. موقعیت برداشت نمونه‌های آب و رسوب در حوضه کلاته سادات در شکل ۸ ارائه شده است.

شکل ۷- ردیف بالا: تپه‌های مارنی نئوژن و شیارهای ایجاد شده بر روی آن. ردیف وسط: محل عملیات آب‌رنگ کردن و ایجاد شیار. ردیف پایین: محل الحاق آب گل‌آلود و زلال (سمت راست)، مزارع پایین‌دست حوضه در روستای کوشک باغ و سطح آجری‌رنگ خاک (سمت چپ).

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی محل برداشت نمونه‌های آب از رودخانه کلاته سادات

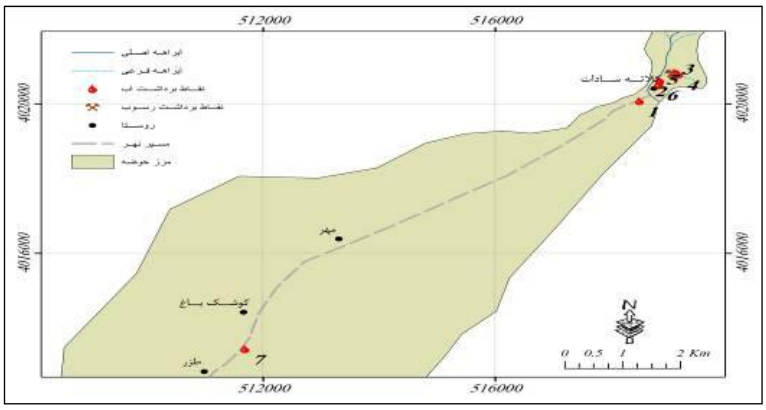
شماره نمونه	مشخصات ظاهری	ارتفاع (متر)	عرض جغرافیایی (یوتی‌ام[1])	طول جغرافیایی (یوتی‌ام)
۱	* آب گل‌آلود- بعد از الحاق- ورود به مزارع کلاته سادات	۱۲۱۰	۴۰۲۰۰۷۶	۵۱۸۴۸۴
۲	آب زلال- قبل از گل‌آلودکردن- جزء شاخه اصلی	۱۲۳۱	۴۰۲۰۶۱۶	۵۱۸۸۳۸
۳	آب زلال- شاخه اصلی- درمحل تپه‌های مارنی	۱۲۵۸	۴۰۲۰۸۲۱	۵۱۹۰۸۶
۴	آب گل‌آلود- در محل تپه‌های مارنی و سرچشمه گل‌آلودگی	۱۲۵۲	۴۰۲۰۷۹۱	۵۱۹۱۶۰
۵	آب گل‌آلود- کمی قبل از محل الحاق	۱۲۲۵	۴۰۲۰۵۱۴	۵۱۸۸۱۶
۶	آب زلال- کمی قبل از محل الحاق	۱۲۲۲	۴۰۲۰۵۱۷	۵۱۸۸۱۵
۷	آب گل‌آلود- بعد از الحاق-روستای کوشک باغ- مزارع پایین‌دست	۹۷۱	۴۰۱۳۴۴۳	۵۱۱۶۸۸

* در حقیقت نمونه‌های ۱، ۴، ۵ و ۷ نمونه‌های هدف پژوهش ما هستند و نمونه‌های ۲، ۳ و ۶ به عنوان شاهد انتخاب شده‌اند.

نتیجه گرانولومتری نشان داد که این رسوب یک نوع رسوب رودخانه‌ای نامنظم و مربوط به جریانات شدید سیلابی است. محاسبه اندیس کلاسمان رسوب نیز این موضوع را تأیید کرد. این رسوبات دانه درشت با

1. UTM

بافت ناهمگن و زاویه‌دار هستند و جورشدگی و گردشدگی آن‌ها کم است. آزمایش کلسیمتری نیز وجود آهک را در نمونه‌های رسوب منطقه تأیید کرد (جدول ۲).



شکل ۸- موقعیت برداشت نمونه‌های آب و رسوب در حوضه آبخیز کلاته سادات

جدول ۲) مشخصات نمونه رسوب‌های برداشت شده از محل تپه‌های مارنی کلاته سادات

شماره نمونه رسوب	مشخصات ظاهری	ارتفاع (متر)	عرض جغرافیایی (یوتی‌ام)	طول جغرافیایی (یوتی‌ام)
۱	آجری رنگ و ریزدانه	۱۲۵۲	۴۰۲۰۸۱۱	۵۱۹۱۰۹
۲	ورقه‌ای و شکننده	۱۲۴۷	۴۰۲۰۸۰۳	۵۱۹۱۳۳

در آزمایشگاه شیمی سختی‌کل[1] آب و سختی کلسیم و منیزیم نمونه‌ها نیز بر حسب میلی‌گرم بر لیترکربنات کلسیم با آزمایش کمپلکسومتری اندازه‌گیری شد. آزمایش کمپلکسومتری (تیتراسیون) نشان داد که نمونه گل‌آلود شماره ۱ و نمونه‌های زلال شماره ۲، ۳ و ۶ آب سخت هستند و سختی خوبی دارند و نمونه‌های گل‌آلود شماره ۴، ۵ و ۷ آب خیلی سخت هستند. به‌عبارتی غلظت کلسیم و منیزیم در نمونه آب‌های گل‌آلود بیشتر از آب‌های زلال بود. بر اساس آزمایش فلیم‌فتومتری مقدار سدیم و پتاسیم در نمونه‌های گل‌آلود شماره ۴، ۵ و ۷ به نسبت دیگر نمونه‌ها بیشتر است (اما در حد بحرانی و آسیب‌پذیر نیست). آزمایش اسپکترومتری و تعیین میزان آهن نشان داد که در نمونه آب گل‌آلود شماره ۷ که در محل اراضی کشاورزی است، غلظت آهن بیشتر است. اسیدیته نمونه‌ها به دلیل وجود عناصر قلیایی (سدیم، پتاسیم و...) و قلیایی خاکی (کلسیم، منیزیم و...) بیشتر به سمت قلیایی شدن پیش می‌رود؛ به‌عبارتی اسیدیته نمونه‌های آب برداشتی از رودخانه کلاته سادات جهت استفاده در حد مطلوب و قلیایی می‌باشد و تفاوتی بین نمونه آب‌های زلال و گل‌آلود وجود ندارد. پس از آزمایش هدایت الکتریکی طبق تقسیم‌بندی ویل‌کاکس[2]، شوری نمونه‌های ۱، ۲،

1. TH

۲. تقسیم‌بندی ویل‌کاکس: کم (۲۵۰-۱۰۰)، متوسط (۲۵۰-۷۵۰)، زیاد (۲۲۵۰-۷۵۰)، خیلی زیاد (۲۲۵۰ <) (علیزاده، ۱۳۹۲: ۸۹۵).

۳، ۵ و ۶ متوسط و شوری نمونه‌های ۴ و ۷ زیاد است؛ به‌عبارتی شوری در محل سرچشمه گل‌آلودی و محل اراضی کشاورزی بیشترین است.

طبق تقسیم‌بندی درصد سدیم محلول[1] و نسبت جذبی سدیم[2] تمام نمونه‌ها در وضعیت خیلی خوبی هستند و سدیم موجود در نمونه‌ها کم است. محاسبه میزان درصد و غلظت رسوب در نمونه آب‌های برداشتی، نشان داد که بیشترین درصد رسوب مربوط به نمونه شماره ۴ است که در سرچشمه گل‌آلودی قرار دارد و کمترین درصد رسوب مربوط به نمونه‌های ۲ و ۳ است که در سرشاخه‌های اصلی آب زلال واقع شده است. به‌عبارتی افزایش درصد رسوب باعث افزایش گل‌آلودگی و بالعکس می‌شود. با توجه به آن‌که مواد معلق، رنگ آب را تغییر داده و آن‌را گل‌آلود می‌کنند، غلظت مواد معلق را گل‌آلودگی می‌گویند که به میلی‌گرم یا گرم بر لیتر نشان داده می‌شود. نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی نمونه آب‌های برداشتی از رودخانه کلاته سادات در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- نتایج آزمایشات فیزیکوشیمیایی بر روی نمونه آب‌های برداشتی از رودخانه کلاته سادات

درصد رسوب	میلی‌اکی‌والانت در لیتر		میکروموس بر سانتی‌متر	اسیدیته	میلی‌گرم بر لیتر			میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم			شماره نمونه
	درصد سدیم محلول	نسبت جذبی سدیم	هدایت الکتریکی		آهن	پتاسیم	سدیم	سختی منیزیم	سختی کلسیم	سختی کل	
۰/۲۷	۰/۲۷۲	۰/۰۰۷	۵۵۲/۰	۷/۸۹	۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	۰/۲۱	۱۲۴/۰	۴۰/۰	۱۶۴/۰	۱
۰/۰۰	۰/۲۰۶	۰/۰۰۵	۴۹۹/۰	۸/۰۷	۰/۰۲۴	۰/۰۰۲	۰/۱۶	۱۱۶/۰	۴۸/۰	۱۶۴/۰	۲
۰/۰۰	۰/۲۴۸	۰/۰۰۶	۵۰۲/۰	۷/۷۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۱۷	۱۱۸/۰	۳۲/۰	۱۵۰/۰	۳
۲/۱۲	۰/۳۰۸	۰/۰۱۰	۷۶۹/۰	۷/۷۱	۰/۰۲۷	۰/۰۱۲	۰/۳۴	۱۶۴/۰	۷۶/۰	۲۴۰/۰	۴
۱/۰۸	۰/۳۰۷	۰/۰۰۹	۶۶۸/۰	۷/۹۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۳۱	۱۵۲/۰	۶۸/۰	۲۲۰/۰	۵
۰/۰۱	۰/۱۶۷	۰/۰۰۴	۵۱۱/۰	۸/۰۰	۰/۰۳۴	۰/۰۱۰	۰/۱۲	۱۲۸/۰	۲۸/۰	۱۵۶/۰	۶
۰/۱۴	۰/۵۰۹	۰/۰۱۵	۹۹۸/۰	۷/۷۷	۰/۰۳۷	۰/۰۱۰	۰/۵۰	۱۵۰/۰	۶۰/۰	۲۱۰/۰	۷

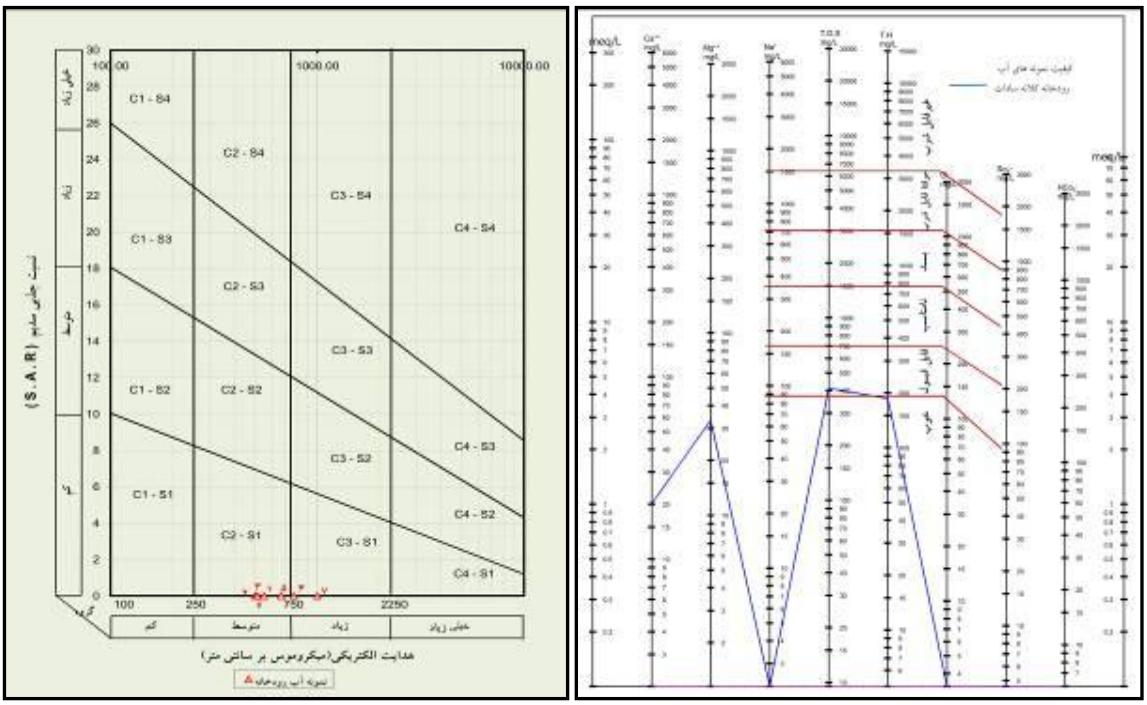
پس از اندازه‌گیری‌های کمی عناصر موجود در نمونه آب رودخانه و محاسبه پارامترهای لازم، کیفیت آن جهت مصارف شرب و آبیاری بررسی گردید. طبق نمودار شولر، کیفیت آب رودخانه کلاته سادات جهت مصرف شرب در وضعیت مطلوب و حتی سختی کل آن نیز در وضعیت خوبی است. نمودار ویل‌کاکس

---

۱. آب‌ها از نظر درصد سدیم محلول در ۵ گروه زیر قرار می‌گیرند:
عالی (SSP < ۲۰)، خوب (۲۰ < SSP < ۴۰)، قابل قبول (۴۰ < SSP < ۶۰)، مشکوک (۶۰ < SSP < ۸۰) و بد (۸۰ < SSP) (علیزاده، ۱۳۹۲: ۸۹۴).

۲. رابطه میزان سدیم موجود در آب و SAR به صورت زیر تعریف شده است:
(۰ < SAR < ۱۰) سدیم کم، (۱۰ < SAR < ۱۸) سدیم متوسط، (۱۸ < SAR < ۲۶) سدیم زیاد و (۲۶ < SAR) سدیم خیلی زیاد (مهدوی، ۱۳۸۶: ۳۲۹).

نیز نشان می‌دهد که نمونه‌های آب شماره ۱، ۲، ۳، ۵ و ۶ جزء آب‌های خوب و نمونه‌های شماره ۴ و ۷ جزء آب‌های متوسط جهت آبیاری اراضی کشاورزی است (شکل ۹).



شکل ۹- نمودار شولر (سمت راست)، نمودار ویل‌کاکس (سمت چپ)

پس از نتایج تجربی بواسطه آزمایش‌های مختلف بر روی نمونه‌های آب رودخانه کلاته سادات، بررسی تأثیر آن‌ها بر یکدیگر و بر کل پژوهش امری بدیهی است. بر این اساس این سؤال پیش می‌آید که آیا بین میزان درصد رسوب و متغیرهای اساسی کیفیت آب رابطه‌ای وجود دارد؟ و آیا گل‌آلودگی می‌تواند بر متغیرهای اساسی کیفیت آب تأثیر بگذارد؟ لذا رابطه بین میزان رسوب و هدایت الکتریکی، اسیدیته، سختی کل، درصد سدیم محلول و نسبت جذبی سدیم و هم‌چنین تأثیر گل‌آلودگی برکیفیت آب در نرم‌افزار "اس‌پی‌اس‌اس" مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا آمار توصیفی و فراوانی، درصد فراوانی، درصد تجمعی و توزیع هیستوگرام داده‌ها را بررسی کردیم. سپس میانگین متغیرهای شیمیایی در دو آب زلال و گل‌آلود با یکدیگر مقایسه شدند (شکل ۱۰).

از آن‌جا که داده‌ها کمی و عددی هستند، لذا با ضریب همبستگی پیرسون روابط بین آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس ضریب همبستگی پیرسون بین میزان درصد رسوب و متغیرهای کیفی آب (هدایت الکتریکی، اسیدیته، سختی کل، درصد سدیم محلول و نسبت جذبی سدیم)، رابطه خطی معناداری در جهت مستقیم (۰/۸۴ = ضریب همبستگی[1]) و در سطح خطای ۰/۰۵ با متغیر سختی کل نشان داد (۰/۰۵ > سطح

1. r

معناداری[1]). برای اطمینان بیشتر از عدم وجود رابطه در مورد بقیه متغیرها، داده‌های پرت را حذف و مجدداً ضریب همبستگی آن‌ها را برآورد نمودیم؛ که در این مورد رابطه معناداری بین میزان رسوب و هدایت الکتریکی در جهت مستقیم (۰/۹۹ = ضریب همبستگی) و در سطح خطای ۰/۰۱ حاصل شد (۰/۰۵ > سطح معناداری). به عبارتی افزایش یا کاهش میزان رسوب یا همان گل‌آلودگی آب بر میزان سختی‌کل و هدایت الکتریکی و شوری آن مؤثر است. در مورد بقیه متغیرها نیز، هیچ رابطه خطی بین آن‌ها و میزان درصد رسوب وجود ندارد (۰/۰۵ < سطح معناداری) و این به آن معنی است که گل‌آلودگی در افزایش یا کاهش آن‌ها نقشی ندارد (جدول ۴).

جدول ٤- نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین میزان درصد رسوب با متغیرهای کیفی آب

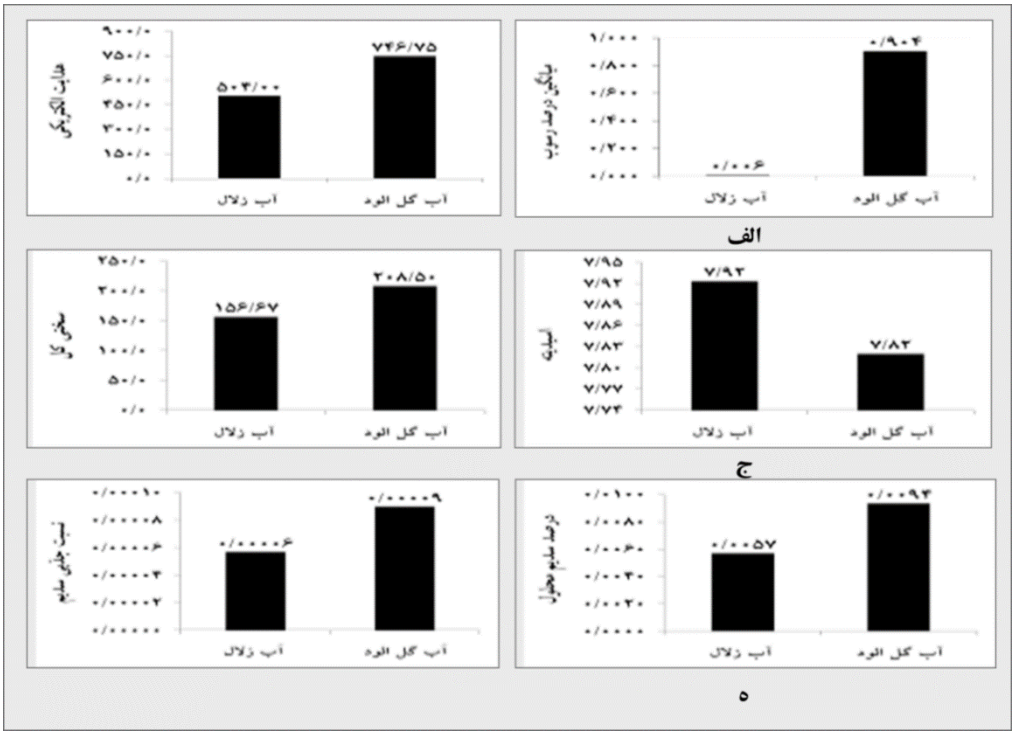
	هدایت الکتریکی	اسیدیته	سختی‌کل	درصد سدیم محلول	نسبت جذبی سدیم	هدایت الکتریکی(مجدد)
ضریب همبستگی	۰/۳۵	-۰/۴۰	۰/۸۴*	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۹۹**
سطح معناداری	۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۰۱	۰/۵۰	۰/۴۴	۰/۰۰

برای مقایسه تأثیر گل‌آلودگی بر کیفیت آب از آزمون من-ویتنی استفاده شد. نتایج آزمون من-ویتنی و مقایسه توزیع متغیرهای اساسی کیفیت آب (هدایت الکتریکی، اسیدیته، سختی‌کل، درصد سدیم محلول، نسبت جذبی سدیم و درصد رسوب) در دو آب زلال و گل‌آلود نشان داد که تنها توزیع درصد رسوب، هدایت الکتریکی و سختی‌کل با هم اختلاف معنادار دارند (۰/۰۵ > سطح معناداری) و در بقیه متغیرها تفاوتی وجود ندارد (۰/۰۵ < سطح معناداری). به‌عبارتی می‌توان گفت که گل‌آلودی در میزان توزیع درصد رسوب، هدایت الکتریکی و سختی‌کل آب مؤثر بوده است و بقیه متغیرها بواسطه گل‌آلودگی تغییر قابل‌توجهی نداشته‌اند (جدول ۵).

جدول ٥- نتایج آزمون من-ویتنی در دو آب زلال و گل‌آلود

	درصد رسوب	هدایت الکتریکی	اسیدیته	سختی‌کل	درصد سدیم محلول	نسبت جذبی سدیم
سطح معناداری	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۴۸	۰/۰۵	۰/۴۸	۰/۴۶

1. P-value



شکل ۱۰- مقایسه متغیرهای شیمیایی در دو نمونه آب زلال و گل‌آلود رودخانه کلاته سادات (الف) میانگین درصد رسوب، (ب) هدایت الکتریکی، (ج) اسیدیته، (د) سختی کل، (ه) درصد سدیم محلول، (و) نسبت جذبی سدیم.

نتیجه‌گیری

تپه‌های مارنی کلاته سادات بر اثر فرسایش انسانی در فصول گرم و کم‌باران، رسوب بسیار زیادی از مارن را به درون رودخانه می‌فرستد که مسلماً کیفیت آب را تغییر می‌دهد. نتایج آزمایش‌ها و تحلیل آماری آن‌ها نشان داد که گل‌آلودگی در میزان سختی کل (غلظت کلسیم و منیزیم) و شوری آب تأثیر گذاشته است. میزان سدیم و پتاسیم نیز در آب گل‌آلود نسبت به آب زلال بیشتر است؛ اما تأثیر و افزایش آن، طبق نتایج میزان درصد سدیم محلول و نسبت جذبی سدیم در آزمون من-ویتنی و ضریب همبستگی چندان قابل توجه و بحرانی نیست. در نمونه‌های گل‌آلود به مارن، میزان درصد رسوب و مواد کلوئیدی بیشتر از آب زلال است. مواد کلوئیدی و دانه‌ریز مارن در آب گل‌آلود رودخانه، به‌تدریج در بستر رودخانه رسوب و در فضای خالی و خلل و فرج خاک اراضی کشاورزی پایین‌دست ته‌نشین می‌شود. سدیم و پتاسیم موجود در ذرات مارن آب گل‌آلود، باعث انتشار و پراکندگی ذرات خاک و پر شدن خلل و فرج، کاهش تخلخل و نفوذپذیری و تضعیف نیروی ثقل در هدایت آب شده و رطوبت مدت زمان بیشتری در اختیار گیاه می‌ماند. هم‌چنین کانی‌های رسی موجود در مارن و وجود کلسیم و منیزیم نیز سبب انعقاد بسیاری از کلوییدهای رسی و هوموسی شده و با حفظ رطوبت و ترمیم بافت درشت‌دانه خاک، چسبندگی و مقاومت آن در مقابل فرسایش بادی، افزایش می‌یابد. از طرفی افزایش کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم در آب گل‌آلود باعث

افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی[1]، فعالیت شیمیایی خاک و نیز افزایش درصد اشباع کاتیون‌های بازی[2] در خاک می‌گردد که بیانگر حاصلخیزی و مواد غذایی کافی در خاک است. با بررسی نتایج اسیدیته نمونه آب‌های برداشتی و نیز نمونه شماره ۷ مشخص شد که گل‌آلودی آب تأثیری در اسیدیته آن نداشته و با روش آب‌رنگ کردن قلیائیت خاک تغییر نمی‌کند. به‌دلیل اقلیم منطقه، فرآیند آبشویی عملکرد بسیار محدودی دارد؛ لذا انحلال و انتقال ذرات مارن کند شده و در نتیجه کلوئیدهای مارن در خاک باقی مانده، حالت ارتجاعی خاک حفظ شده و نفوذپذیری و تخلخل به نسبت در حد پایین نگه داشته می‌شود تا آب مدت زمان بیشتری در اختیار گیاه بماند و هدررفت آن کاهش یابد. کاتیون‌های بازیک نیز هم‌چنان در خاک باقی مانده و حاصلخیزی خاک حفظ می‌شود. طبق نمودار شولر و ویل‌کاکس و طبقه‌بندی درصد سدیم محلول و نسبت جذبی سدیم کیفیت آب شرب و کشاورزی رودخانه کلاته سادات و حتی سختی کل آن در وضعیت مطلوب و خوبی است و سدیم موجود در نمونه‌ها کم است.

بنابراین آب‌رنگ کردن سبب بروز تغییرات قابل توجه در کیفیت آب رودخانه و تضعیف کیفیت آب کشاورزی منطقه نمی‌شود، بلکه با حفظ قلیائیت خاک، باعث حاصلخیزی اراضی کشاورزی و ترمیم بافت خاک می‌گردد. اهمیت این روش، از آن جهت است که علی‌رغم دخالت انسان در فرسایش طبیعی خاک، بخشی از طبیعت از خطر نابودی مصون می‌یابد و هم‌چنین می‌توان از مارن‌ها در مناطق مشابه اقلیم کلاته سادات که با کمبود آب و بحران خاک مواجه هستند، استفاده کرد. از این‌رو مارن‌ها به‌عنوان میراث زمین‌شناسی و نماد ژئومورفولوژی، علاوه بر نقشی که در صنعت و ساختمان‌سازی دارند، می‌توانند عاملی طبیعی، مؤثر و اقتصادی برای حفظ آب و خاک و کاهش‌دهنده اثرات مخرب فرسایش و هدررفت منابع آب و خاک محدود در مناطق خشک و کم‌آب محسوب شوند.

منابعو مآخذ

۱- احمدی، حسن (۱۳۷۸)، ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش آبی) (جلد۱) (چاپ۳). تهران: دانشگاه تهران، ص۷۰.

۲- بشری، مهدی؛ کاوسی، سیده مائده؛ دلفاردی، صادق (۱۳۹۱) ، روش‌های سنتی استحصال آب باران در سیستان و بلوچستان. اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد، صص۵-۱.

۳- شیخی، داوود (۱۳۹۰) ، مدیریت آب و تعمیرات و نگهداری ابنیه در نظام سنتی مدیریت آب در نواحی روستایی (مطالعه موردی: دشت شراء استان مرکزی). همایش بین‌المللی دانش سنتی مدیریت منابع آب، یزد، ص۱.

۴- صمدی‌تبریزی، امیر؛ پیروان، حمیدرضا؛ معتمد، احمد (۱۳۸۹) ، بررسی ویژگی‌های مهندسی مارن‌های منطقه سیاه‌کوه و گچ‌آب. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۳ (۲)، صص۸۵-۷۸.

1. C.E.C
2. P.B.S

۵- ظهیری، عبدالرضا؛ شفاعی‌بجستان، محمود؛ دهقانی، امیراحمد (۱۳۹۰) ، برآورد حجم رسوب ناشی از جریان‌های گل‌آلود در مخزن سد دز. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۸ (۱)، صص ۱۶۲-۱۴۳.

۶- عابدینی، علی‌اصغر؛ خانی، محمدرضا (۱۳۹۰) ، بررسی نقش گل‌آلوده کردن آب قنات بلده فردوس در جلوگیری از هدررفتن آب و اثرات آن بر کیفیت آب، خاک و محصولات کشاورزی. همایش بین المللی دانش سنتی مدیریت منابع آب، مرکز بین المللی قنات و سازه‌های تاریخی آبی، یزد، صص۱۰-۱.

۷- علیزاده، امین (۱۳۹۲)، اصول هیدرولوژی کاربردی (چاپ ۳۶). مشهد: دانشگاه امام رضا، صص۸۹۵-۸۹۴.

۸- علیزاده‌اقدم، محمدباقر؛ حاجیلو، فتانه؛ علیزاده‌اقدم، فیروزه (۱۳۹۰). درس‌هایی از نظام مدیریت سنتی آب رودخانه چای‌سویی در منطقه کشکسرای شهرستان مرند در آذربایجان شرقی. همایش بین‌المللی دانش سنتی مدیریت منابع آب، یزد، ص۱.

۹- فال‌سلیمان، محمود؛ صادقی، حجت‌اله (۱۳۹۰)، روش‌های سنتی مقابله با خشکسالی و کم آبی در مناطق خشک کشور (دانش و تجربیات بومی استان خراسان جنوبی). همایش بین‌المللی دانش سنتی مدیریت منابع آب، یزد، صص۵-۱.

۱۰- فلاح‌رستگار، عبدالرضا؛ یوسفی، مریم؛ هزارخانی، مهرناز (۱۳۹۰)، نقش مدیریت سنتی و مدرن آب در مشارکت مردمی در مراحل برنامه‌ریزی، احداث و بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی. همایش بین‌المللی دانش سنتی مدیریت منابع آب، یزد، ص۱.

۱۱ - مهدوی، محمد (۱۳۸۶) ، هیدرولوژی کاربردی (جلد ۲) (چاپ ۶). تهران: دانشگاه تهران، صص۳۳۱-۳۲۹.

۱۲- موسوی‌حرمی، رضا (۱۳۷۹) ، رسوب‌شناسی. مشهد: آستان قدس رضوی، ص۴۷۴.

۱۳- وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، معاونت نظارت راهبردی و امور نظام فنی (۱۳۹۱)، (نشریه شماره ۳۱۰)، دستورالعمل تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز و محدوده‌های مطالعاتی در سطح کشور. تهران: معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، صص۷-۵.

14. Ajwa, H.A., Trout, T.J. (2006), Polyacrylamide and water quality effects on infiltration in sandy loam soils. Soil Science Society of America Journal, 70(2), pp.643-650.
15. Amrani Paaza, N.El., Lamas, F., Irigaray, C., Chacon, J. (1998), Engineering geological characterization of Neogene marls in the Southeastern Granada Basin, Spain. Engineering Geology, 50(1-2), pp.165-175.
16. Benito, G., Gutierrez, M., Sancho, C. (1991), Erosion pattern in rill and interrill areas in badland zones of the middle Ebro Basin (NE-Spain). In Soil erosion studies in Spain,pp. 41-54.
17. Bouwer, H., Ludke, J., CRice, R. (2001), Sealing pond bottoms with muddy water. Ecological Engineering, 18(2), pp. 233-238.
18. Bufalo, M., Nahon, D. (1992), Erosional process and Mediterranean badlands: A new erosivity index for predicting sediment yield from gully erosion. Geoderma, 52,pp. 133-147.
19. Dotterweich, M. (2013). The history of human-induced soil erosion: Geomorphic legacies, early descriptions and research, and the development of soil conservation-A global synopsis. Geomorphology, 201,pp. 1-34.
20. Engelend, G.B. (1971), Runoff process and slope development in badland national moment South Dakota. Journal of Hydrology, 18(1), pp.55-79.
21. Mapanda, F., Nyamadzawo, G., Nyamangara, J., Wuta, M. (2007), Effects of discharging acid-mine drainage into evaporation ponds lined with clay on chemical quality of the surrounding soil and water. Physics and Chemistry of the Earth, 32(15-18), pp.1366-1375.
22. Schleiss, A.J., De Cesare, G., Althaus, J.J. (2008), Reservoir sedimentation and sustainable development. International Conference on Erosion, Transport and Deposition of Sediments, Switzerland.
23. Whitworth, T.M., Ghazifard, A. (2009), Membrane effects in clay-lined inward gradient landfills. Applied Clay Science, 43(2), pp.248-252.
24. Yan Li, x. (2003), Gravel–sand mulch for soil and water conservation in the semiarid loess region of northwest China. Catena, 52(2),pp. 105-127.