

نشریه علمی - پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشکده جغرافیا)، سال ۱۷، شماره ۴۳، بهار ۱۳۹۲، صفحات ۹۱-۷۱

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۱۲/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۳۰

بررسی میزان روان آب و رسوب در رخنمون‌های مارنی استان آذربایجان شرقی

احد حبیب‌زاده^۱

محمد رضا نیک‌جو^۲

حمیدرضا پیروان^۳

چکیده

واحدهای مارنی در قلمروی حوضه‌های آبخیز استان آذربایجان شرقی گسترش قابل ملاحظه داشته، و موجب انواع ناهنجاری‌های طبیعی از جمله فرسایش خاک، انواع رخساره‌های فرسایشی (سطحی، شیار - گالی) و رسوب‌زایی بالا در حوضه‌ها هستند. در این پژوهش ابتدا نقشه زمین‌شناسی استان رقومی شده و نقشه سنگ‌شناسی تهیه گردید. پس از آن نواحی رخنمون مارنی با توجه به سازندهای زمین‌شناسی استخراج شدند. بر این اساس سه واحد مارنی شامل مارن ائوسن، مارن کرتاسه و مارن میوسن تعیین گردید سپس نقشه اقلیم و نقشه شیب استان در سیستم GIS و نرم‌افزار ILWIS قطع داده شدند و در نهایت نقشه نهایی مارن‌های استان و واحدهای کاری تعیین گردیدند. میزان روان آب و رسوب‌زایی مارن‌ها بر روی پهنه‌های مارنی با استفاده از باران‌ساز صحرایی اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که بیشترین رواناب و رسوب جمع آوری شده مربوط به مارن میوسن می‌باشد که حداکثر رسوب جمع‌آوری شده با مقدار ۱۴۵ گرم بر لیتر در فرسایش خندقی و در شیب ۱۰-۳۰ درصد اتفاق افتاده است. حداقل رسوب و روان آب جمع‌آوری شده مربوط به مارن کرتاسه به خصوص در فرسایش سطحی بوده که مقدار آن ۰/۹۴ گرم بر لیتر می‌باشد.

۱- دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی) دانشگاه تبریز، کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی.

Email:nikjoo1347@gmail.com.

۲- استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.

۳- استادیار مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.

ضریب هبستگی شیب توپوگرافی با مقدار روان‌آب برابر با ۰/۴۷۹ بوده و از نظر آماری ارتباط آنها با هم کاملاً معنی‌دار هستند. ضریب هبستگی ساده بین روان‌آب با مقدار رسوب برابر ۰/۴۵۲ بوده و ارتباط آنها باهم خیلی معنی‌دار است. ضریب هبستگی بین مقدار رسوب ناشی از فرسایش خاک توسط باران‌ساز با کربن آلی و مواد خنثی شونده برابر با ۰/۳۷۴- و ۰/۳۸۲- بوده و ارتباط معنی‌دار دارند.

واژگان کلیدی: روان‌آب، رسوب، رخنمون، مارن، آذربایجان شرقی.

مقدمه

فرسایش خاک از مهم‌ترین معضلات زیست محیطی، کشاورزی و تولید غذا در جهان به شمار می‌آید. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود، خاک‌ها به تدریج فرسایش یافته، حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند. فرسایش نه تنها سبب فقیر شدن خاک و متروک شدن مزارع می‌گردد، و از این راه خسارات زیاد و جبران‌ناپذیری بجا می‌گذارد، بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها، مخازن، سدها، بنادر و کاهش ظرفیت آبیگری آنها نیز سبب زیان‌های فراوان می‌گردد. بنابراین نباید مسأله حفاظت خاک را کوچک و کم‌اهمیت شمرد. امروزه حفاظت خاک و مبارزه با فرسایش از ضروری‌ترین اقدامات هر کشور می‌باشد. مناطق مارنی فرسایش‌پذیرترین نواحی در برابر عوامل فرسایش هستند و در مناطق خشک بیشترین سهم منشاء رسوبات را به خود اختصاص می‌دهند. این خاک‌ها در اغلب نقاط ایران به رنگ‌های مختلفی چون خاکستری، قرمز و سبز دیده می‌شوند. خصوصیات عمده این خاک‌ها نفوذپذیری کم، فقدان یا فقیر بودن پوشش گیاهی و ایجاد اشکال فرسایشی بدلندی در آنها می‌باشد. رخنمون‌های مارنی در حوضه‌های آبخیز کشور همواره مشکل‌ساز بوده و یکی از مهم‌ترین منابع تولیدکننده رسوب به حساب می‌آیند. انواع فرسایش سطحی، شیبی و خندقی و تونلی در این اراضی به وقوع می‌پیوندد. مطالعاتی که در داخل و خارج کشور در خصوص رسوبدهی حوضه‌های آبخیز صورت گرفته، نقش اساسی سازندهای مارنی را در تولید رسوب بارز ساخته است.

فرسایش‌پذیری مارن‌ها بستگی به فاکتورهای محیطی همچون توزیع باران و فاکتورهای ذاتی آنها دارد. براساس مطالعات پایه‌ای انجام یافته معلوم شده که وجود ترکیباتی مانند مواد آلی، اکسیدهای آهن و آلومینیم باعث پایداری مارن‌ها و یون‌های سدیم موجب متلاشی شدن ذرات رسی و تشدید فرسایش می‌شوند. بنابراین نسبت تغییرات سدیم شاخص خوبی جهت پخش‌شدگی ذرات مارن و رس است. طبقات مارنی ضمن ایجاد گل آلودگی آب‌ها، به دلیل دارا بودن کاتیون‌های قلیایی محلول مانند Na^+ و K^+ و آنیون‌هایی چون SO_4^{--} می‌تواند به شدت کیفیت آب را تحت تأثیر قرار داده و آن را غیرقابل استفاده نماید. شوری بسیاری از رودخانه‌های کشور ناشی از طبقات مارنی حاوی لایه‌های گچ و نمک می‌باشد.

با توجه به این که مارن‌ها حوضه‌های آبخیز کشور از نظر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و ژئومورفولوژیکی متفاوت می‌باشند و تأثیر این عوامل بر شدت و نوع فرسایش امری حتمی است. با شناخت دقیق عوامل موثر می‌توان با انجام آزمون‌های محدود، حساسیت پهنه‌های مارنی حوضه‌های آبخیز را شناسایی نمود. هدف از اجرای این پژوهش اندازه‌گیری مستقیم میزان رسوبدهی مارن‌ها به کمک باران‌ساز صحرایی قابل حمل، تعیین شاخص‌های فرسایش‌پذیری و بر آورد رسوبدهی اراضی مارنی در شیب‌های مختلف دامنه‌های رخنمون‌های مارنی استان بوده است. در حوضه‌های آبخیز استان آذربایجان شرقی از جمله در حوضه آجی‌چای و جنوب شرق استان، حوالی شهرستان‌های میانه - هشتروند پهنه‌های مارنی با گسترش زیاد به چشم می‌خورد. که احداث سد شهید مدنی حوضه آجی‌چای و اجرای مسیر آزاد راه تبریز- زنجان در این رخنمون‌ها ضرورت تحقیقات در زمینه مارن‌ها را دو چندان می‌نماید.

پیشینه تحقیق

در زمینه تشکیلات مارنی کارهای تحقیقاتی و مطالعاتی متعددی صورت پذیرفته که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد.

عروس محله و همکاران (۱۳۷۸: ۸) با بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی مارن و اشکال فرسایش ایجاد شده دریافته‌اند که فرسایش ورقه‌ای در مارن‌های غیرپخش‌شونده و فرسایش خندقی و شیاری در انواع پخش‌شونده شایع است. سدیم بالا، SAR زیاد، شوری، کلر، Ph و Mg، از مهم‌ترین علل فرسایش‌پذیری مارن دانسته شده است.

عروس محله و همکاران (۱۳۷۸: ۸) در طرح شناخت و طبقه‌بندی مارن‌ها و بدلندها در حوضه آبخیز و فرقان، با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی، مارن‌ها را طبقه‌بندی کرده، چنین اظهار نموده‌اند، که از میان متغیرهای فیزیکی و شیمیایی، فقط متغیرهای شیمیایی در طبقه‌بندی فرسایشی مارن از لحاظ رسوب‌زایی اهمیت دارند و لذا اقدامات اصلاحی جهت کاهش تولید رسوب را به بهسازی وضعیت شیمیایی مارن‌ها معطوف داشته است.

امیری و همکاران (۱۳۸۸: ۳۹۵) ارتباط بین میزان فرسایش با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی در مارن‌های همدان به کمک آنالیزهای آماری بررسی نمودند و نتیجه‌گیری کردند که از بین ۲۳ متغیر فیزیکی و ۱۵ متغیر شیمیایی تنها ۹ متغیر فیزیکوشیمیایی با میزان تلفات خاک رابطه معنی‌دار و خطی نشان می‌دهد که نشانه خمیری، درصد رس و نسبت رس به ترتیب مهم‌ترین متغیرها برای ارزیابی میزان تلفات خاک از مارن‌های منطقه می‌باشند.

سلماسی (۱۳۸۶: ۴) ارزیابی نقش خصوصیات فیزیکی- شیمیایی مارن‌های حوضه آبی‌چای در ایجاد اشکال مختلف فرسایش آبی را مورد تحقیق قرار داد، نتایج نشان داد که از بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده، pH، گچ و درصد شن نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار در بین اشکال مختلف فرسایش داشته‌اند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌دار pH در بین فرسایش‌های توده‌ای و هزاردره‌ای، درصد شن در بین فرسایش‌های خندقی و هزاردره‌ای و مقدار گچ در بین فرسایش‌های شیاری، خندقی، نیز هزار دره‌ای و خندقی وجود دارد.

شکل‌آبادی و همکاران (۱۳۸۲: ۱۳) با استفاده از باران‌ساز مصنوعی میزان تولید رواناب و رسوب را در روی خاک‌های با مواد مادری متفاوت اندازه‌گیری نموده و نتیجه‌گیری کردند که خاک‌های ناشی از آندزیت سبز رنگ و با منشأ رسوبی آذرینی دارای بیشترین رواناب و

همچنین بیشترین رسوب هستند و حداقل مقدار رسوب را برای سنگ‌های گرانودیوریتی و آبرفتی بدست آوردند.

سوزانه و همکاران (۱۹۹۹: ۴۵) در تحقیقی مشخص نمودند که بیشترین گالی در رسوباتی دیده شده که سدیم محلول (ESP) و نسبت جذب سدیم (SAR) بالایی دارند. در گالی‌ها این دو پارامتر می‌تواند یک شاخص مهم در میزان پخشیدگی خاک باشد.

بوما (۱۹۹۸: ۱۰۵) پارامترهایی نظیر SAR، EC، درصد کلسیت و مینرالوژی رسی در نمونه‌های مارن سفید، قهوه‌ای و خاکستری بدلدنی را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفت که پارامترهای EC و SAR ارتباط بالایی با فرسایش‌پذیری بدلدنها داشته‌اند. کربنات کلسیم در مارن‌های سفید سبب پایدار شدن این نوع مارن‌ها نسبت به انواع خاکستری و قهوه‌ای شده است.

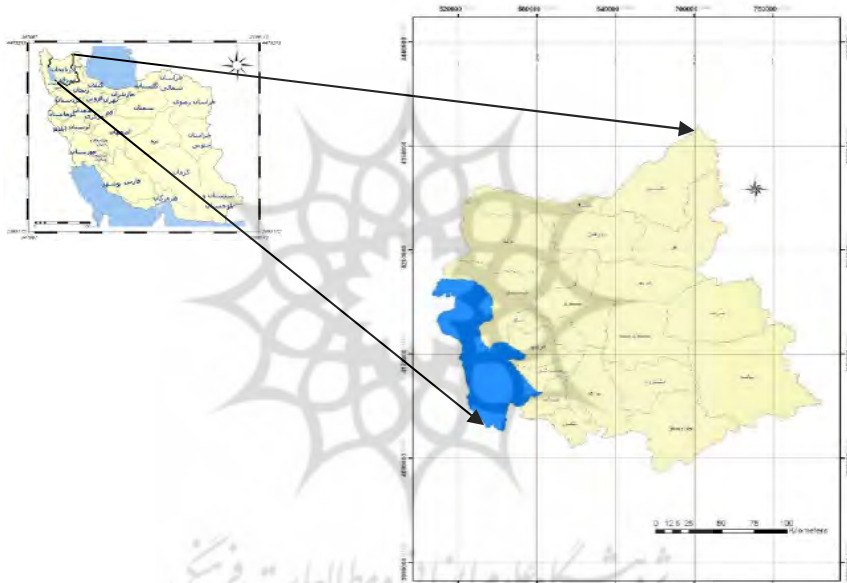
محمد (۲۰۰۰: ۱۹۳) نقش کانی‌های رسی را در پایداری خاک‌های مارنی در مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای خلیج فارس، امارات متحده عربی بررسی و نتیجه گرفته که آهک در تثبیت خاک‌های مارنی می‌تواند موثر باشد (۷).

پورمتین (۲۰۰۲: ۵) انواع فرسایش در مارن‌های ایران را بررسی نموده و ضمن اشاره به رسوب‌زایی این خاک‌ها بخصوص در سدهای سفیدرود، پانزده خرداد و ساوه، اشکال فرسایشی ایجاد شده در این مناطق را بررسی نموده است. ایشان در طرح خود غالب اشکال فرسایشی در مارن را فرسایش ورقه‌ای، شیاری و بدلدن اشاره نموده است. همچنین در مناطقی مارن از نسبت SAR بالا برخوردار هستند فرسایش خندقی توسعه یافته است (۸).

با نگاهی گذرا به سابقه تحقیق می‌توان دریافت که هنوز مطالعات جامعی بر روی فرسایش‌پذیری مارن‌ها به انجام نرسیده است. با توجه به اهمیت موضوع و تنوع اقلیمی و ژئومورفولوژیکی مارن‌های ایران، ضروری به نظر می‌آید که تحقیقات جامع و کاملی در این مورد می‌بایست صورت پذیرد. این مقاله به قسمتی از این تحقیقات در بخش بررسی روان آب - رسوب در نهشته‌های مارنی مناطق مختلف ژئومورفولوژیکی استان می‌پردازد.

موقعیت منطقه مطالعاتی

استان آذربایجان شرقی با مساحتی حدود ۴۵۶۸۱/۱ کیلومتر مربع در شمال غربی ایران و در موقعیت جغرافیایی ۳۶° ۴۵' تا ۳۹° ۲۶' عرض شمالی و ۴۵° ۵' تا ۴۳° ۴۵' طول شرقی قرار دارد. آذربایجان شرقی در محدوده دو حوضه آبریز اصلی از حوضه‌های اصلی دوازده‌گانه کشور بر اساس تقسیم‌بندی مهندسین مشاور جامع آب کشور قرار دارد (شکل ۱).



شکل (۱) موقعیت استان آذربایجان شرقی

مواد و روش‌ها

روش تحقیق بکار گرفته شده در این پژوهش از نوع آماری - تحلیلی مبتنی بر داده‌های میدانی می‌باشد. بدین منظور ابتدا با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ اقدام به تهیه نقشه رقومی سنگ‌شناسی سطحی منطقه مطالعاتی گردید. سپس نقشه محدوده‌رخمون‌های مارنی استان با استفاده از نقشه‌های رقومی تهیه شده استخراج شد. پس از آن نقشه رقومی اقلیم در سه کلاس اقلیمی و با توجه به روند گسترش مارن‌ها تهیه گردید. همچنین نقشه

رقومی شیب در پنج کلاس فرسایشی با استفاده از نقشه DEM¹ تهیه شد. نقشه‌های فوق جهت تعیین واحدهای کاری در سیستم GIS² قطع داده شدند، و در نهایت نقاط مورد مطالعه جهت بررسی‌های رواناب- رسوب و واحدهای کاری عملیات صحرائی تعیین گردید. سپس با استفاده از باران‌ساز دستی قابل حمل در کوهستان اقدام به ایجاد بارش و جمع‌آوری رواناب و رسوب گردید که پس از انتقال به آزمایشگاه مورد اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌های

از نظر ژئومورفولوژی ساختمانی منطقه مطالعاتی شامل بخشی از رشته کوه‌های البرز مرکزی و آذربایجان است، و قدیم‌ترین سازندهای زمین‌شناسی در محدوده جغرافیایی استان مربوط به پرکامبرین بوده و شامل سازند کهر در منطقه تسوج و سازند سلطانیه در جنوب شرقی ملکان می‌باشد. گسترش رخنمون‌های پالئوزوئیک کمتر بوده و عمده نهشته‌های استان مربوط به دوران مزوزوئیک به خصوص سنگ‌های آهکی و مارنی کرتاسه و دوران سنوزوئیک با رسوبات تبخیری دوره میوسن است. جدول ۱ درصد و مساحت سازندها و شکل ۲ نقشه سازندهای زمین‌شناسی را نشان می‌دهد.

سازندهای مارنی

با اینکه تعریف مشخصی از مارن و سازندهای مارنی وجود ندارد، ولی می‌توان گفت که مارن^۳ واژه‌ای است با معانی مختلف که به مواد آهکی-رسی ته نشست شده همزمان در داخل حوضه‌های آبریز شیرین و دریایی اطلاق می‌گردد. نقشه سازندهای مارنی بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی و لیتولوژی سطحی، استخراج می‌گردد که بر این اساس سه لایه مارنی شامل مارن کرتاسه، مارن میوسن و مارن ائوسن بدست آمد که نقشه آن در شکل ۳ آمده است. همچنان که در نقشه ملاحظه می‌گردد، مارن‌های کرتاسه در نواحی شمالی

1- Digital Elevation map
2- geographic Information System
3- Marl

استان گسترش یافته و مارن‌های ائوسن در شمال غرب استان نهشته شده‌اند. مارن‌های میوسن که دارای بیشترین گسترش در استان می‌باشند، اغلب در نواحی مرکزی و جنوب شرقی در امتداد شمال غرب - جنوب شرق گسترش نشان می‌دهند.

الف) سازند مارنی کرتاسه: آهک‌های بیومیکراتیک^۱ با لایه‌بندی متوسط تا توده‌ای و میان لایه‌های مارنی ژیبس‌دار گسترده‌ترین واحد لیتولوژیکی کرتاسه را تشکیل می‌دهند. این واحد بیشتر در جنوب رودخانه ارس و محدوده شهرستان‌های کلیبر و خاروانا گسترش دارد. بررسی کانی‌شناسی و شیمیایی نمونه‌های برداشت شده نشان می‌دهد که این مارن‌ها در محدوده مارن‌های کلسیتی و کلریتی می‌باشد.

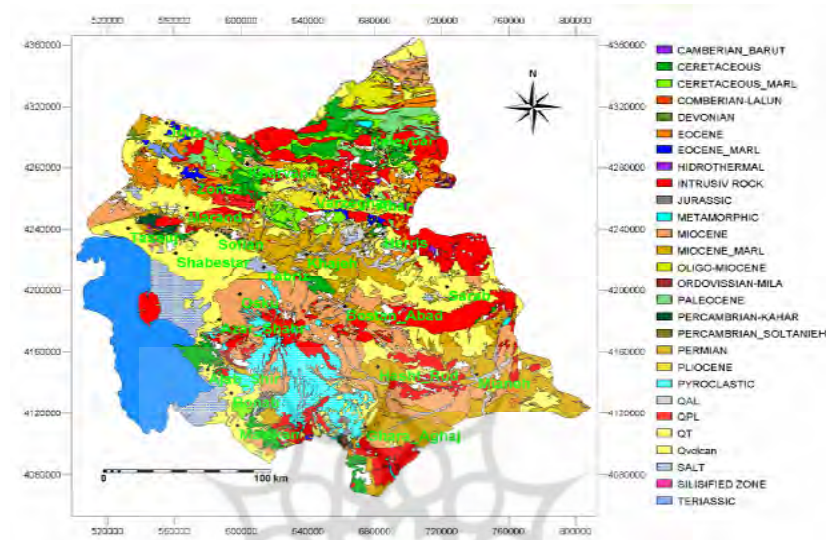
ب) سازند مارنی ائوسن: شرایط کولابی و خشکی حوضه رسوبی ائوسن فوقانی سبب تشکیل رخساره مارن‌های سبز خاکستری همراه با رگچه‌های گچ با میان لایه‌های ماسه و شیل شده است. بیشترین گسترش این رسوبات در مناطق جلغا و زنوز می‌باشد

ج) سازند مارنی میوسن: در نواحی مرکزی نقشه زمین‌شناسی با امتداد شرقی - غربی یکسری نهشته‌های مارنی الوان مشاهده می‌گردد که لیتولوژی آنها شامل تناوبی از مارن - آهک، شیل، ماسه سنگ و در برخی موارد حاوی ژیبس بین تشکیلاتی می‌باشد. کانی‌شناسی این مارن‌ها عمدتاً از مونتموریلونایت تشکیل یافته و منشاء اصلی رسوب‌زایی در حوضه آبریز آجی‌چای (تلخه‌رود) می‌باشد.

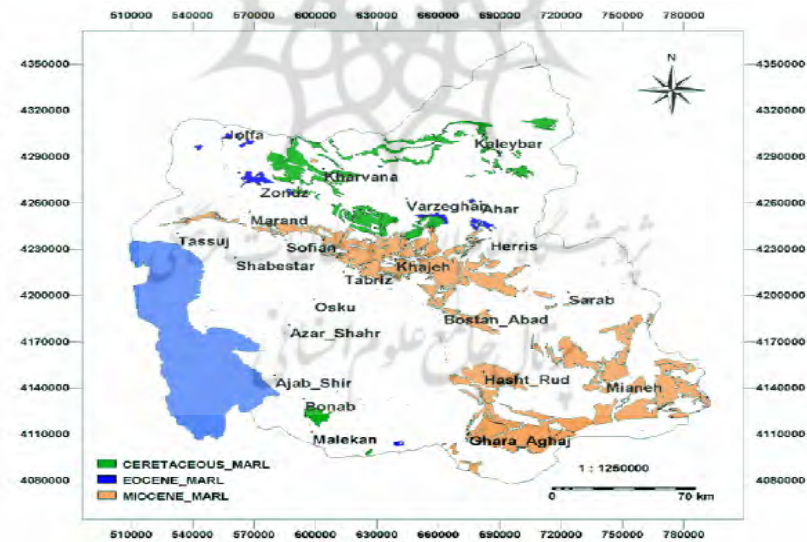
جدول (۱) درصد و مساحت سازندهای مارنی استان

مارن‌های دوره زمین‌شناسی	درصد	مساحت (هکتار)
EOCENE_MARL	۱/۰۸	۳۶۲۵
CERETACIOS_MARL	۲۰/۸۹	۶۹۸۲۵
MIOCENE_MARL	۷۸/۰۲	۲۶۰۷۲۵

1- Biomicritic



شکل (۲) نقشه سازندهای زمین‌شناسی آذربایجان شرقی



شکل (۳) نقشه پراکنش مازنی استان

ویژگی‌های اقلیمی

حاکمیت اقلیم نیمه‌خشک در استان باعث شده که رودخانه‌ها از لحاظ میزان آبدهی در طول سال از نوسانات قابل توجهی برخوردار باشند، بطوری که تمام رودخانه‌ها و مسیل‌های استان در فصل بهار دارای آب ناشی از نزولات بهاری و ذوب تدریجی برف ارتفاعات و در تابستان به علت عدم بارندگی و نبود ذخایر برفی در ارتفاعات به حداقل می‌رسند. بطوری که با شروع فصل پائیز و بارش‌های پراکنده به تدریج جریان‌ات سطحی در رودخانه افزایش می‌یابند. به دلیل کوهستانی بودن منطقه و اقلیم حاکم بر آن، در بخش وسیعی از ارتفاعات در فصل سرما نزولات جوی به شکل برف می‌باشد.

خصوصیات توپوگرافی

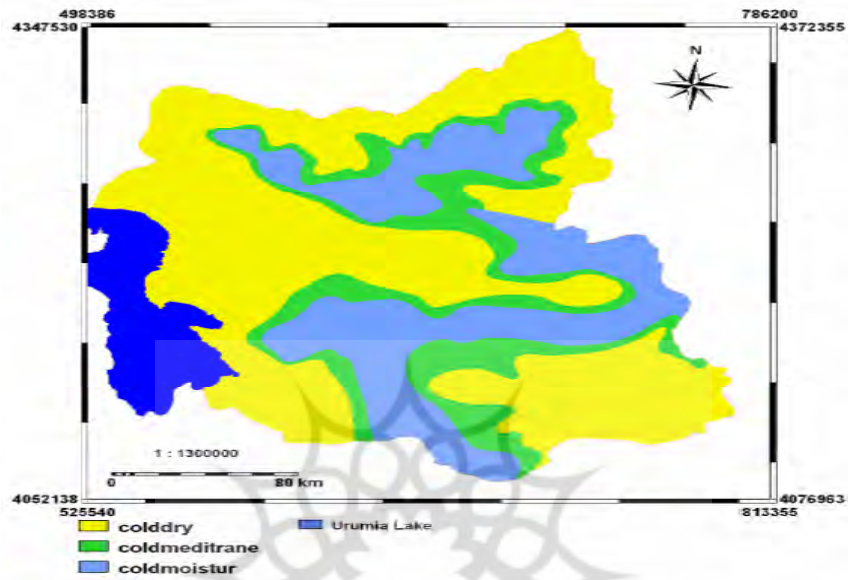
استان آذربایجان شرقی در گوشه شمال غربی فلات ایران و در محدوده دو حوضه آبریز اصلی از حوضه‌های اصلی دوازده‌گانه کشور بر اساس تقسیم‌بندی مهندسین مشاور جامع آب کشور قرار دارد. اغلب رشته کوه‌های منطقه از جمله سهند، میشو و مورو در جهت شرقی - غربی کشیده شده‌اند. ارتفاع عمومی استان نیز از ۱۶۰ در حاشیه ارس تا ۳۷۰۷ متر از سطح دریا در رشته کوه‌های سهند متغیر است. سه حوضه آبریز اصلی موجود در استان شامل ارس، قزل‌اوزن (سفید رود) و حوضه آبریز دریاچه ارومیه می‌باشد.

اقلیم پهنه‌های ماری استان

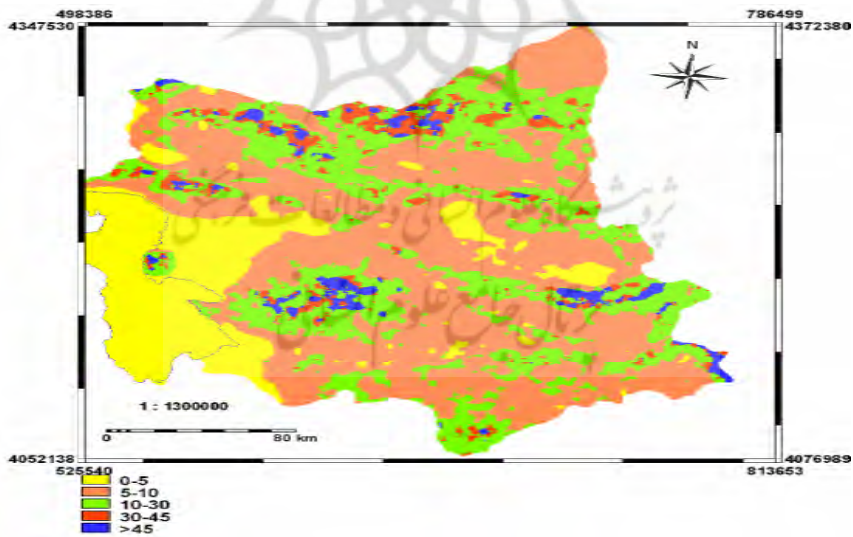
نقشه اقلیم استان آذربایجان شرقی با استفاده از روش دومارتن تهیه گردید. سپس با توجه به گسترش لایه‌های ماری نقشه اقلیم استان در سه لایه سرد خشک، سرد مدیترانه‌ای و سرد مرطوب تهیه شد که شکل ۴ این نقشه را نشان می‌دهد.

نقشه شیب استان

نقشه شیب استان با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و تهیه نقشه Dem استان در ۵ کلاس با توجه به دستورالعمل طرح ملی تهیه گردید. این نقشه شامل کلاس‌های ۰-۵، ۵-۱۰، ۱۰-۳۰، ۳۰-۴۵ و بیشتر از ۴۵ می‌باشد که در شکل ۵ آمده است.



شکل (۴) نقشه اقلیم استان



شکل (۵) نقشه شیب استان

تهیه واحدهای کاری مارن در استان

پس از استخراج نقشه محدوده‌های مارنی، نقشه رقومی اقلیم و نقشه شیب استان این سه نقشه با هم در سیستم GIS قطع داده شدند که در شکل ۶ آمده است. در نهایت نقاط نمونه‌برداری تعیین گردید. سپس عملیات صحرایی به منظور تعیین پهنه‌های مارنی جهت نصب باران ساز و برآورد میزان روان آب و رسوب انجام شد. جهت بحث و بررسی‌های کمی پیرامون مقدار هدررفت خاک در واحدهای مارنی از باران‌ساز مصنوعی دستی استفاده شد، این باران‌ساز در پروژه‌های حفاظت خاک، تعیین فرسایش خاک در خاک‌های مختلف کاربرد دارد و با توجه به مشکلات حمل شبیه‌سازهای باران بزرگ از این مدل استفاده گردید. این شبیه‌ساز کاملاً استاندارد بوده و شامل سه قسمت می‌باشد:

- یک آب‌پاش برای ایجاد دوش استاندارد با یک فشارسنج
- نگهدارنده برای آب‌پاش به عنوان سپر باد در صحرا
- فریم استیل به منظور جلوگیری از حرکت‌های جانبی آب

نتایج میزان روان‌آب و رسوب اندازه‌گیری شده در جدول ۲ ارائه شده است. چنانکه مشاهده می‌شود، بیشترین رواناب و رسوب جمع‌آوری شده مربوط به مارن میوسن است که حداکثر رسوب جمع‌آوری شده با مقدار ۱۴۵ گرم بر لیتر در فرسایش خندقی و در شیب ۱۰-۳۰ درصد اتفاق افتاده است. پس از آن فرسایش شیاری با ۱۳۰/۸ گرم بر لیتر و فرسایش سطحی با ۱۲۸ گرم بر لیتر در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بررسی‌های بعدی با انجام آزمایشات XRD^1 نشان داد که مارن‌های میوسن استان اغلب دارای رس غالب از نوع مونت موریلونیت هستند و خاصیت آماس‌پذیری شدید این نوع از رس‌ها باعث روان شدن و رسوبزایی بیشتر آنها گردیده است.

حداقل رسوب و رواناب جمع‌آوری شده مربوط به مارن کرتاسه به خصوص در فرسایش سطحی بوده که مقدار آن ۰/۹۴ گرم بر لیتر می‌باشد. همچنین در شکل ۷ نمودار همبستگی بین رواناب - رسوب رسم گردیده است. مشاهده می‌شود که در بعضی مناطق نمونه‌برداری

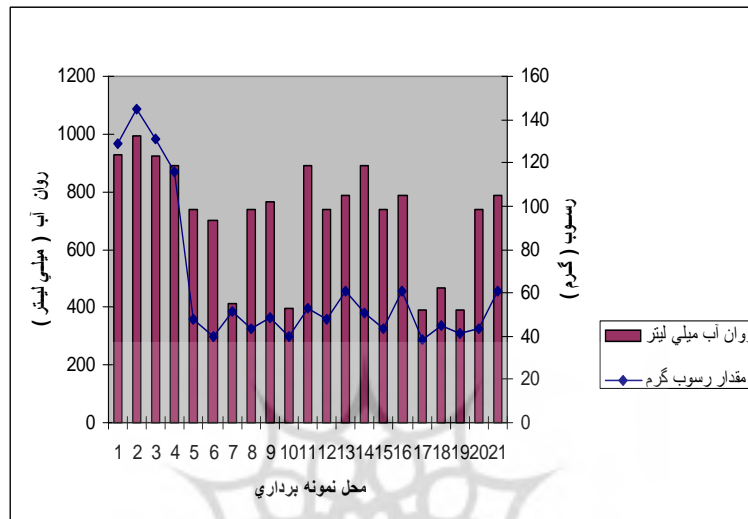
جدول (۲) آمار رسوب و رواناب واحدهای مارنی

سازند مارنی	کلاس فرسایشی	شیب توپوگرافی به درصد	ارتفاع رواناب میلی لیتر	مقدار رسوب گرم بر لیتر
کرتاسه	خندقی	۳۰-۱۰	۱۱۴۵	۲۶/۸
کرتاسه	خندقی	۷۴۵	۸۲۰	۲۰/۴
کرتاسه	خندقی	۱۰-۵	۷۵۸	۲۵/۴
میوسن	خندقی	۱۰-۵	۷۰۰	۴۶/۳
میوسن	خندقی	۵-۰	۳۹۰	۳۸/۷
ائوسن	سطحی	۱۰-۵	۶۶۲	۴۳/۳
کرتاسه	سطحی	۳۰-۱۰	۵۰۸	۳/۶
کرتاسه	سطحی	۳۰-۱۰	۱۱۴۵	۲۶/۸
کرتاسه	سطحی	۴۵-۳۰	۳۰۰	۰/۹۴
ائوسن	سطحی	۳۰-۱۰	۴۳۸/۵	۷/۱
کرتاسه	سطحی	۱۰-۵	۷۵۸	۲۵/۴
کرتاسه	سطحی	۳۰-۱۰	۹۵۸	۱۱/۱
کرتاسه	سطحی	۷۴۵	۸۲۰	۲۰/۴
میوسن	شبیاری	۱۰-۵	۷۰۰	۴۶/۳
میوسن	شبیاری	۳۰-۱۰	۹۴۰	۱۳۰/۸
میوسن	سطحی	۳۰-۱۰	۹۴۰	۱۳۰/۸
میوسن	سطحی	۱۰-۵	۷۱۰	۴۷/۲
میوسن	سطحی	۵-۰	۳۹۰	۳۸/۷
میوسن	سطحی	۱۰-۵	۷۴۰	۴۷/۶
میوسن	سطحی	۳۰-۱۰	۹۲۵	۱۲۷/۹
میوسن	خندقی	۳۰-۱۰	۹۳۰	۱۲۸/۸
میوسن	خندقی	۳۰-۱۰	۹۹۵	۱۴۵
میوسن	خندقی	۳۰-۱۰	۹۲۵	۱۳۰/۸
میوسن	سطحی	۳۰-۱۰	۸۹۰	۱۱۵/۷
میوسن	شبیاری	۱۰-۵	۷۴۰	۴۷/۶
میوسن	شبیاری	۱۰-۵	۶۹۸	۳۹/۶۵

۵۱/۶۵	۴۱۲	۵-۰	شیاری	میوسن
۴۸/۷	۷۶۵	۱۰-۵	شیاری	میوسن
۳۹/۸	۳۹۷	۵-۰	شیاری	میوسن
۵۳	۸۹۰	۱۰-۵	شیاری	میوسن
۶۱	۷۸۹	۱۰-۵	شیاری	میوسن
۶۱	۷۸۹	۱۰-۵	سطحی	میوسن
۳۸/۷	۳۹۰	۵-۰	شیاری	میوسن
۴۴/۷	۴۶۸	۵-۰	سطحی	میوسن

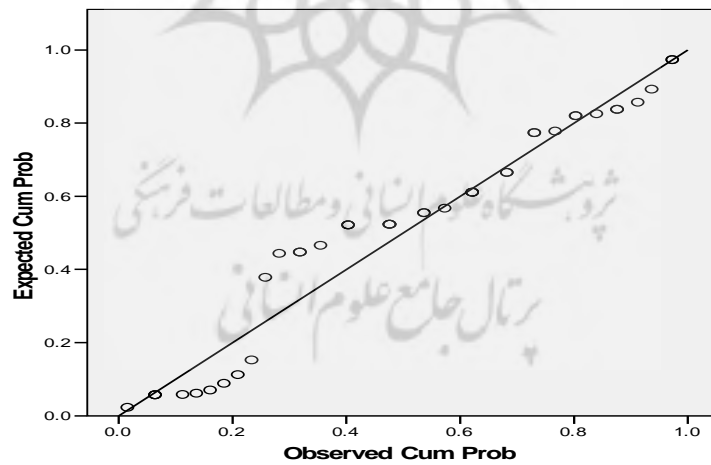
جدول (۳) آمار توصیفی متغیرهای واحدهای مازنی

بیشترین	کمترین	حدود اطمینان در سطح ۹۵٪		خطای معیار	انحراف معیار	میانگین	تعداد	کد کلاس	متغیر
		حد پایین	حد بالا						
۵	۱	۳/۷۷۳۹	۱/۷۷۶۱	۰/۴۱۱۸	۱/۱۶۴۹	۲/۷۵	۸	۱	شیب
۳	۱	۲/۱۸۱۴	۱/۵۱۱۰	۰/۱۵۳۸	۰/۵۵۴۷	۱/۸۴۶	۱۳	۲	
۵	۱	۲/۹۱۷۴	۱/۹۸۲۶	۰/۲۲۳۳	۰/۹۹۸۶	۲/۴۵	۲۰	۳	
۱۱۴۵	۳۹۰	۱۰۲۲/۷۸	۶۴۲/۹۶۹	۸۰/۳۱۱۱	۲۲۷/۱۵۴۰	۸۳۲/۸۷	۸	۱	رواناب
۹۴۰	۳۹۰	۸۱۲/۴۸۴۰	۵۸۶/۷۴۷	۵۱/۸۰۲۹	۱۸۶/۷۷۸۰	۶۹۹/۶۱	۱۳	۲	
۱۱۴۵	۳۰۰	۸۱۰/۳۳۹۰	۶۰۰/۰۸۰	۵۰/۲۲۸۷	۲۲۴/۶۲۹۰	۷۰۵/۲۱	۲۰	۳	
۱۴۵	۲۰/۴	۱۱۵/۶۶۷۰	۲۴/۸۸۳۵	۱۹/۱۹۶۱	۵۴/۲۹۴۷	۷۰/۲۷	۸	۱	رسوب
۱۳۰/۸	۳۸/۷	۶۸/۲۷۰۹	۳۹/۳۲۹۱	۶/۶۴۱۶	۲۳/۹۴۶۷	۵۳/۸	۱۳	۲	
۱۳۰/۸	۰/۹۴	۶۴/۸۱۰۶	۲۹/۳۳۳۴	۸/۴۷۵۰	۳۷/۹۰۱۷	۴۷/۰۷	۲۰	۳	



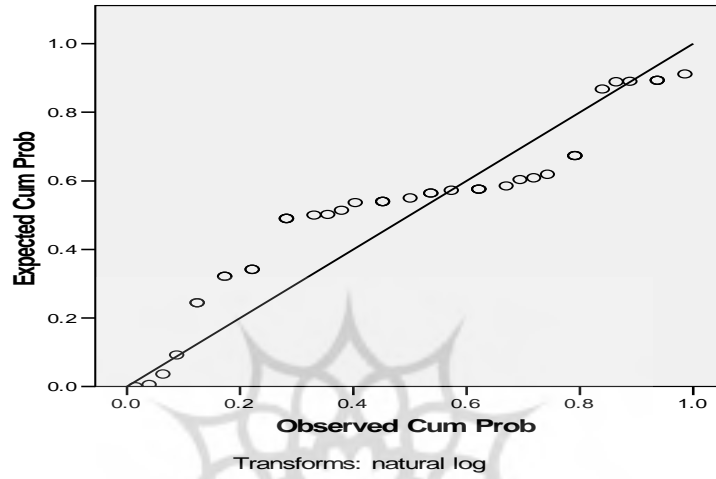
شکل (۷) نمودار همبستگی رواناب و رسوب

Normal P- P Plot of runoff



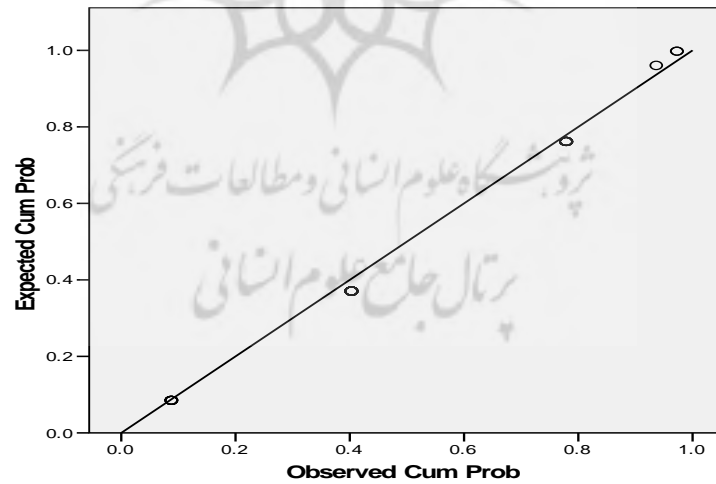
شکل (۸) نمودار همگن سازی رواناب

Normal P- P Plot of sediment



شکل (۹) نمودار همگن‌سازی رسوب

Normal P- P Plot of slopgee



شکل (۱۰) نمودار همگن‌سازی شیب

جدول (۴) تجزیه واریانس متغیرهای شیب، رواناب و رسوب

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
شیب	بین گروه	۲	۲/۳۶۸	۲/۷۹۹	۰/۰۷۳
	درون گروه	۳۸	۰/۸۴۶		
	کل	۴۰	-----		
روان آب	بین گروه	۲	۱۰۸۸۴۷/۲۷۵	۱/۱۹۰	۰/۳۱۵
	درون گروه	۳۸	۴۵۷۵۰/۸۹۹		
	کل	۴۰	-----		
رسوب	بین گروه	۲	۳۰۷۶/۵۳۹	۱/۰۶۶	۰/۳۵۴
	درون گروه	۳۸	۱۴۴۲/۳۹۶		
	کل	۴۰	-----		

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که:

ضریب همبستگی شیب توپوگرافی با مقدار روان آب ، بیکرنات، درصد اشباع (SP)، به ترتیب برابر با ۰/۴۷۹، ۰/۴۲۴، ۰/۵۷۱- بوده و از نظر آماری ارتباط آنها باهم کاملاً معنی دار هستند.

ضریب همبستگی ساده بین رواناب با مقدار رسوب و اسیدیته به ترتیب برابر ۰/۴۵۲ و ۰/۳۳۴- بوده و ارتباط آنها باهم معنی دار است.

ضریب همبستگی مقدار رسوب ناشی از فرسایش خاک توسط باران‌ساز با کربن آلی و مواد خنثی‌شونده برابر با ۰/۳۷۴- و ۰/۳۸۲- بوده و ارتباط معنی دار دارند.

میزان رسوب و روان آب همبستگی کاملی باهم نشان می‌دهند و در مواردی که با وجود رواناب زیاد، رسوب کمتر جمع شده است مربوط به شیب زیاد و پوشش گیاهی خوب است (شکل ۷).

بررسی‌ها نشان داد که اغلب مارن‌های کرتاسه در شمال و شمال شرقی استان پراکنده می‌باشند.

با توجه به بررسی خصوصیات مارن‌ها مشاهده گردید که مارن‌های میوسن به علت دارا بودن املاح گچی و نمکی بیشترین سهم را در فرسایش و تولید رسوب دارند و در حوضه‌های رسوبی همچون آجی‌چای به وضوح به چشم می‌خورد.

بین مقدار رواناب- رسوب ارتباط معنی‌دار به خصوص در مارن‌های میوسن وجود دارد.

پوشش گیاهی از عوامل کنترل‌کننده رسوب بوده و این عامل بیشتر در مارن‌های کرتاسه نقش دارد.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- ۱- امیری، منوچهر و همکاران (۱۳۸۸)، «بررسی ارتباط میزان فرسایش با ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی در مارن‌های همدان به کمک آنالیزهای آماری»، *یازدهمین کنگره علوم خاک ایران-گرگان*، ص ۳۹۵.
- ۲- حبیب‌زاده، احد و همکاران (۱۳۸۹)، «گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی و طبقه‌بندی شاخص‌های فرسایش‌پذیری مارن‌های استان آذربایجان شرقی»، مرکز تحقیقات خشکسالی و کم‌آبی.
- ۳- رفاهی، حسینقلی (۱۳۷۵)، «فرسایش آبی و کنترل آن»، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴- شکل‌آبادی، محسن و همکاران (۱۳۸۲)، «تولید رواناب و رسوب در خاک‌های با مواد مادری متفاوت در حوضه آبخیز گل‌آباد اردستان»، *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ش ۲، ص ۸۵-۱۰۰.
- ۵- ضیائی، حجت‌الله (۱۳۸۰)، «اصول مهندسی آبخیزداری»، مشهد، دانشگاه امام رضا (ع)، ص ۵۴۲.
- ۶- قدیمی عروس‌محله، فریدون و همکاران (۱۳۷۸)، «بررسی منشاء مارن‌های تفرش»، *پژوهش و سازندگی*، ش ۴۴، ص ۸-۱۱.
- ۷- قدیمی عروس‌محله، فریدون و همکاران (۱۳۷۹)، «بررسی عوامل موثر بر تشدید و گسترش فرسایش ورقه‌ای و شیاری در حوضه آبخیز قمرود»، *پژوهش و سازندگی*، ش ۴۹، ص ۴۲.
- 8- A.M.O. Mohamed (2000), "The Role of Clay Minerals in Marly Soils on its Stability" *Engineering Geology*, 57 (2000)193-203.
- 9- Artemi.Creda.(2002),"The Effect of Season and Parent Material on Water Erosion on Highly Eroded Soils in Eastern Spain" *Jornal of Arid Environments*, (2002)52:319-337.
- 10- Bennet, H.H. (1939), "*Soil Conservation*" Mc-Grawe Hill Book Company.

- 11- Bouma, A. (1998), "Investigation of Relationships between Measured Field Indicators and Erosion Processes on Badland Surface at Petrer, Spain", *SSSA*, 25:105-109.
- 12- Meyer, L.D. (1994), "*Rainfall Simulators for Soil Erosion Research*", pp.83-104 In: R.Lal (Ed.) *Soil Erosion Research Methods* 2nd ed. St. Lucie Press and Soil and Water Conserve, Soc., Ankeny, Iowa, USA.
- 13- Ramos, M.C.S. Nacci and I.Pla. (2000), "Soil Sealing and its Influence on Erosion Rates for Some Soil in the Mediterranean Area", *Soil Sci.* 165: 398-403.
- 14- Suzanne, V. et.al. (1999), "Some Physical and Chemical Properties of Sediments Exposed in Gully in Northern KwaZulu-Natal, South Africa", *Hughes University of Natal, Soil Science*, 155: 45-50.