

رسوب خیزی و هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز سیلاخور (بروجرد)

خسرو سیلانی
دبیر جغرافیا - بروجرد

بروجرد - دورود حدود ۱۴۸۰ متر است. سرچشمه های اصلی رودخانه سیلاخور و سراب آهکی گله رود و سراب سفید هستند مراجعه کنید به: (نقشه هیدروژئولوژی حوضه) که هر دو از تشکیلات آهکی شمال غرب و غرب روستای و نائی و ارتفاعات گرین و میش پرور سرچشمه می گیرند و پایاب آن در ایستگاه رحیم آباد در ارتفاع ۱۴۹۵ متری جنوب حوضه واقع شده است. این رودخانه، یعنی سراب سفید و گله رود، پس از دریافت شاخه های دیگری در دورود، به دشت بروجرد در محل تپه چغا به یکدیگر وصل می شوند و رودخانه باغ شاه را تشکیل می دهند. این رودخانه که در جهت شمال غربی جنوب شرقی جریان دارد، در جنوب بروجرد، آب سراب های از قبیل چشمه چنارستان، کیوره، بوریاباف، چگنی کش و سراب شور را دریافت می کند و پس از عبور از منطقه نیزاری و بانالاهی موسوم به بیسه دالان (این بیسه خود در واقع یک مخزن طبیعی جمع کننده کلیه زه آب های سطحی و زیرزمینی است)، در جنوب روستای رحیم آباد (خروجی حوضه) یا دورودخانه آب سرده و دلی آباد که از ارتفاعات جنوبی دشت، یعنی مناطق آب سرده و ورکوه سیر چشمه می گیرند و همچنین، با رودخانه بیاتون که از ارتفاعات شرقی شروع می شود، تلاقی می کند و از مجموع آنها، رودخانه سیلاخور به وجود می آید. حوضه آبریز رودخانه سیلاخور با دورود حوضه بالا دست خود (گله رود و سراب سفید)، شمالی ترین زیر حوضه آبریز رودخانه دز محسوب می شود.

۱. موقعیت و وسعت حوضه رودخانه سیلاخور (دشت بروجرد - دورود):

دشت های اشترنجان و بروجرد و حوضه آبریز رودخانه سیلاخور که در محدوده شهرستان بروجرد واقع شده است، در شمال شرقی استان لرستان بین ۲۸-۴۸° تا ۳۳-۴۹° طول شرقی و بین ۳۰-۳۳° تا ۱۰-۲۴° عرض شمالی قرار گرفته است. دشت سیلاخور که از روستای گلچهران بروجرد تا دریندازنا ادامه دارد، دارای مساحت کل ۳۳۴۰ کیلومتر مربع است، ولی مساحت حوضه آبریز دشت های اشترنجان و بروجرد و نواحی مجاور آن که مورد مطالعه تحقیق حاضر قرار دارد، جمعاً بالغ بر ۱۱۲۵ کیلومتر مربع است. این حوضه از طرف شمال در مجاورت حوضه آبریز دشت ملایر و از جنوب به حوضه آبریز رودخانه ماربره و از شرق و شمال شرقی به حوضه آبریز داخلی اراک و ماربره و از غرب و جنوب غربی به حوضه آبریز هررود و دشت چغلووندی محدود می شود. بلندترین نقطه آن از سطح دریا، کوه گرین با ارتفاع ۳۶۲۵ متر و کوه میش پرور با ارتفاع ۳۲۷۸ متر و ارتفاع پست ترین نقطه آن، حدود ۱۴۵۰ متر (جنوب شهر بروجرد) و ارتفاع متوسط دشت اشترنجان حدود ۱۷۶۰ متر و دشت

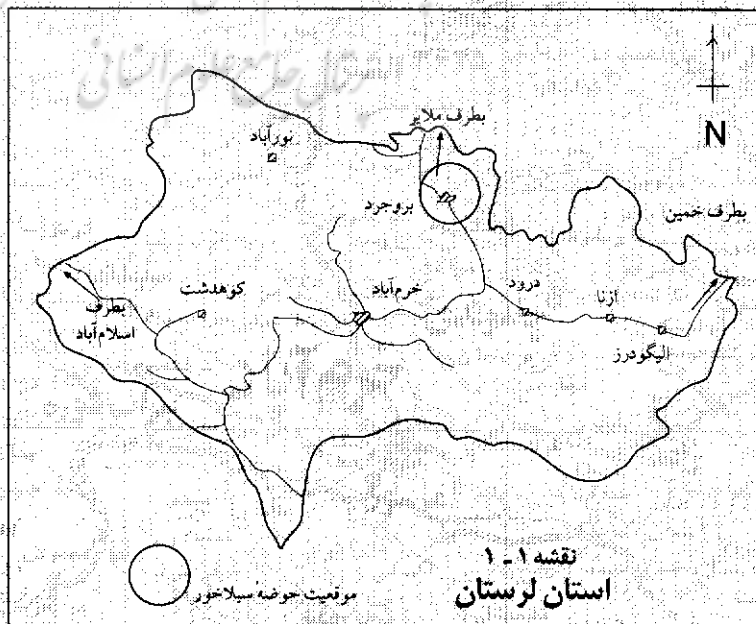
۲. توپوگرافی حوضه رودخانه سیلاخور

حوضه آبریز سیلاخور واقع در دشت بروجرد، از لحاظ پستی و بلندی ها شامل سه قسمت مهم به شرح زیر است: (نقشه توپوگرافی حوضه سیلاخور).

۱-۲: کوه های مرتفع یا زاگرس خرد شده

این ارتفاعات در راستای شمال غربی - جنوب شرقی در قسمت های غرب و جنوب غربی حوضه مورد مطالعه قرار دارند و همسو با زاگرس چین خورده، از یک منسله ارتفاعات بلند و دیواره ساز تشکیل یافته اند. زاگرس خرد شده در این قسمت بیشترین ارتفاعات را در خود جای داده است که عبارتند از: گرین ۳۶۲۵ متر، میش پرور ۳۲۷۸ متر، کوه شاه تشین ۲۹۴۴ متر، چاله خوک ۲۶۳۴ متر و باغ پشم ۲۴۲۵ متر. این ارتفاعات بلند نقش مهمی را در اقلیم حوضه دارا هستند.

از نظر زمین شناسی، جنس سنگ های زاگرس مرتفع بیش تر از نوع آهک، آهک های دولومیتی، آهک های آرژیلیتی و کمی دولومیت است. این سنگ ها در مقابل فرسایش، به ویژه آب های دارای گاز کربنیک





(CO₂) آسیب پذیر هستند، زیرا گاز کربنیک موجود در بارش های جوی کربنات کلسیم موجود در آن‌ها را به بی کربنات محلول تبدیل (تجزیه) می کند:



در نتیجه، مقدار زیادی از این کربنات‌ها در اثر نوع فرسایش جابه‌جا می‌شوند. ایجاد حفره‌ها و غارهای کارستی (کارستیگاسیون)، از جمله غارونانی، و به طور کلی شکل‌های کارسته، از آثار این نوع فرسایش هستند. در اثر چین خوردگی‌ها و فشارهای تکنویکی، طبقات آهکی این منطقه خرد می‌شوند و آب در آن‌ها نفوذ می‌کند.

آب در این درزها و شکاف‌ها جریان می‌یابد. و با انحلال سنگ‌ها، درزها و شکاف‌ها را توسعه می‌دهد تا به طبقات غیر قابل نفوذ می‌رسد و روی طبقه غیر قابل نفوذ، سطح آب زیرزمینی ایجاد می‌کند. گسل‌ها و شکستگی‌های بزرگ و زیادی که در منطقه غربی وجود دارند (گسل‌های رورانده زاگرس، آبسرد، ورکوه، دورود، قلعه حاتم، و نائی، سراب سفید، برآفتاب، گله رود، سراب چوله، مجیدآباد، کفرگاه و میش پرور)، در مخازن آب‌های زیرزمینی قطع شدگی به وجود می‌آورند و در نتیجه، چشمه‌های آهکی در امتداد این گسل‌ها به صورت چشمه‌های کارستیک و سراب‌ها (وکلوزین) ظهور می‌کنند که منبع تغذیه کننده اکثر رودخانه‌های غرب حوضه مورد مطالعه هستند. مهم‌ترین چشمه‌های منطقه عبارتند از:

۲-۲. کوه‌ها و تپه‌هایی با ارتفاع متوسط و یا قله‌های گرد و مدو

در شمال و شمال شرق و شرق حوضه مورد مطالعه، با روندی مشابه روند زاگرس خرد شده گسترش دارند که از لحاظ زمین‌شناسی جزو پیکره دگرگونه (زون سنندج - سیرجان) محسوب می‌شوند. حداکثر ارتفاعات گرانیتهی این قسمت شامل کوه‌های سردره با ارتفاع ۲۵۴۶ متر و کوه سه کورا با ارتفاع ۲۳۱۰ متر و ارتفاع متوسط آن‌ها بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ متر است. از نظر زمین‌شناسی و چینه‌شناسی، در منطقه دگرگون شده از تریاس فوقانی تا ژوراسیک، رسوبگذاری بدون وقفه ادامه داشته و رسوباتی با رخساره تخریبی برجای گذاشته شده‌اند.

سنگ‌های این منطقه عمدتاً از سنگ‌های دگرگونی به همراه سنگ‌های آذرین و در ردیفی از سنگ‌های رسوبی - آتشفشانی و اسلیت تشکیل شده‌اند که در رخساره شیست سبز دگرگون شده قابل مشاهده‌اند. آثار فازهای

دگرگونی در این سنگ‌ها به صورت‌های تجزیه، تبلور، شیب‌زنی، چین خوردگی و دگر شکلی قابل تشخیص هستند. این سنگ‌ها علاوه بر دگرگونی ناحیه‌ای در مجاورت گرانیته‌های نفوذی دچار دگرگونی مجاورتی نیز شده‌اند که میزان این دگرگونی به تبع اختلاف فشار و حرارت و خیس سنگ‌های میزبان متفاوت است؛ به طوری که در سنگ‌های آهکی، از مرمرهای کاملاً متبلور تا مرمریت‌های کم‌تر دگرگون شده و در شیست‌های منطقه، از گنایس تا شیل تقریباً غیر دگرگون شده قابل تشخیص هستند. تزریق توده گرانیته با ترکیب گرانیته - گرانودیوریت در میان اسلیت‌های تیره موجب تشکیل هاله دگرگونی شده که این هاله در نزدیک توده، شامل هورنفلس، آندالوزیت، شیست و در شعاع دورتر، شیست و شیست‌های لکه دار است (رجوع کنید به: نقشه زمین‌شناسی حوضه سیلاخور).

این زون تحت تاثیر دو فاز کوهزایی، یکی در ژوراسیک، یعنی سیمیرین پسین و دیگری اواخر کرتاسه، یعنی فاز کوهزایی لارامید قرار گرفته است که این دو فاز سبب ایجاد گرانیته و شیست‌های لکه دار و هورنفلس به عنوان سنگ‌های دگرگونی مجاورتی شده‌اند. از جمله سنگ‌های این قسمت، آهک‌های کریستالین پر مین هستند که ارتفاعات مشرف بر روستای کفش گیران را تشکیل می‌دهند. علاوه بر این می‌توان از واحد آهکی کریستالین تریاس (تپه چغا)، با تولید بروجد در روستای گوشه محسن ابن علی و شیست‌های لکه دار شمال بروجد نام برد که سن آن‌ها به ژوراسیک می‌رسد و هاله دگرگونی را تشکیل داده‌اند. به منظور شناسایی کانی‌های سنگین در بخش سنندج - سیرجان، تعداد ۴۰ نمونه رسوب، هر نمونه ۵۰۰ گرم، برای آزمایش کانی سنگین بر حسب گرم در تن از آبراه‌های درجه سوم در نزدیکی

نام چشمه	دبی بر حسب لیتر در ثانیه
۱ کر توتل	۵۶۰
۲ سراب و نائی	۱۲۸۰
۳ سراب دروغ زنه	۱۹۰
۴ سراب جانیزه	۶۹
۵ سراب کیوره	۲۳۰
۶ سراب شور	۱۵۹
۷ سراب بوریا باف	۷۳
۸ سراب آب سرده	۳۱۰

از ترکیبهای گرانیتی برداشت شده است. شایع‌ترین اجزای تشکیل دهنده کانی‌های سنگین همانند عیارند از کانیات: آندالوزیت، کزیت، گیلستیت، زینبل، آپاتیت، پیریت، اسفن، تورمالین، ایلمنیت، اپیدوت، بیروست و آمفیبول.

از نظر زمین‌شناسی ماسخه‌ای را با توجه به تکونیک صفحه‌ای و برخورد پلیت عربی به پلیت ایران و فرورفتن به زیر ایران مرکزی، آرام آرام زاگرس ظاهر شده است. همچنین در بخش جلویی سیر خراسان، به علت فشار زیاد، بخشی از زاگرس دچار دگر ریشی شده است که زاگرس خرد شده نامیده می‌شود. در همین بخش نیز در راندگی یا تراست زاگرس تشکیل می‌شود. در ضمن، مرز مشترک تراست و ایران مرکزی از زون استندج - سیرجان اثری تأثیر از فشارها نبوده است که ابتدا باعث فوران‌های آتشفشانی شده و به تدریج سنگ‌های مافوقی (گرایت زین) را حاد کرده است. با تولیدهای کوچک و بزرگ از جنس گرایت، گرایت دیوریت، و گیماتیت و دایک‌های اسیدی و بازی در شمال بروجرد مؤید این مطلب است. فراتادگی فاصله زاگرس خرد شده و استندج - سیرجان، محلی برای سرازیر شدن آب‌ها و حمل رسوبات گردیده که با پراشیدن و مسطح شدن چاله اولیه، دشت سیلاخور و در نتیجه دشت بروجرد حاصل شده است.

۲-۳. دشت‌های هموار و نواحی مسکونی

از جمله دشت‌های ایران، دشت توره زن و دشت بروجرد - دورود (سیلاخور) که بین دو واحد کوهستانی واقع شده‌اند و ارتفاع متوسط آن‌ها بین ۱۶۰۰-۱۵۰۰ متر متغیر است. در مورد تحول و گسترش و نسبت این دشت‌ها به اختصاص می‌توان گفت که با توجه به تکونیک عمومی منطقه و جنس سنگ‌ها و عملکرد عوامل فرسایش اراضی دشتی در حوضه مورد مطالعه متحول و از نظر وسعت زیاد هستند. عمل گسترش دشت‌ها به علت عوامل زیر است:

۱. نشست تدریجی کف دشت، به علت عملکرد گسل‌های حاشیه دشت‌ها که باعث بالا آمدن و پائین افتادن کف دشت شده است. زمین‌های بالا آمده و قری افتاده در حقیقت هورست و گرابن‌هایی را تشکیل داده‌اند.
۲. تخریب و فرسایش تدریجی دامنه‌ها، مخروط‌الکنه‌ها و تپه‌های حاشیه دشت که باعث توسعه تدریجی حاشیه دشت‌ها می‌شود.
۳. تجمع و تراکم بیش تر آب‌رفت‌ها در کف دشت در اثر تخریب و فرسایش ارتفاعات اطراف.
۴. تخریب و فرسایش تپه‌های میانی دشت که اغلب جنس آن‌ها کتلنگر مرایا مزریه است.
۵. تسطیح تدریجی توپوگرافی ملایم زمین‌های دشت در اثر فرسایش ناشی از آب‌های جاری.
۶. فعال بودن منطقه از لحاظ تکتونیکی و تخریب و انحلال تشکیلات زمین‌شناسی توسط جریان‌های آبی.

مهم‌ترین دشت منطقه، دشت آبرفتی سیلاخور (بروجرد - دورود) است که یکی از دشت‌های مهم گربستان و غرب کشور محسوب می‌شود و از نظر منابع آب‌های زیرزمینی و کشاورزی، اهمیت به سزایی دارد. ولی مقادیر نامتجانم توان‌های محیطی و استعدادهای بالقوه‌ای که در زمینه منابع آب و خاک و مرتع و معدن دارد (چهارمین استان برپایش ایران و در بین

استان معینی کشور)، در طرح برنامه‌ریزی‌های جامع و آمایش سرزمین مورد توجه کنونی قرار نگرفته است. نگاهی به نقشه سطح توپوگراف استان‌های کشور این مسئله را تأیید می‌کند، زیرا در مناطقی نظیر تهران، مشهد، اصفهان و چند قطب رشد دیگر توسعه یافته و به‌سوی می از تمرکز وسایع‌مانده، متأسفانه به مناطق بسیار دیگر، مانند استان لرستان و منطقه مورد پژوهش یعنی دشت بروجرد - دورود، در طرح‌های عمرانی و آمایشی توجه کافی نشده است و به صورت مناطق راکد در مقیاس توسعه ملی بر جای مانده‌اند. این بی‌توجهی مشکلاتی اساسی را در رسیدن به نوعی تعادل منطقه‌ای در سطح ملی نشان می‌دهد که باید برای رفع این مشکلات و عدم تعادل‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، از طرف مسؤولان محترم اقدامات لازم و ضروری صورت گیرد.

در دشت بروجرد - دورود، مطالعات ژئوفیزیکی، ضخامت زیاد مواد آبرفتی را در بخش جنوبی (۱۰۰ متر) نشان می‌دهد. این ضخامت زیاد آبرفت در مقایسه با بخش شمالی (۴۰ متر) بسیار قابل توجه است. این رسوبات آبرفتی مهم‌ترین منابع آب‌ها و سفره‌های زیرزمینی را در دشت تشکیل می‌دهند. وضعیت آب‌های زیرزمینی از نظر کمی و کیفی در دشت یکسان نیست و تحت تأثیر عواملی مانند بارش‌های جوی، عیس سازندها، وضعیت فرار گرفتن دانه‌ها و اندازه آن‌ها، موقعیت سنگ کف^۹، توپوگرافی موربولوژی منطقه و عوامل دیگری، تفاوت دارد.

همچنین، عوامل تکتونیکی از قبیل چین خوردگی‌ها، شکستگی‌ها و گسل‌ها، درزها و شکاف‌ها، شیب لایه‌ها و حامل کاربید سیلیکات‌ها در سازندهای آهکی پیشرفت داشته‌اند و حفره‌ها، غارها و تونل‌ها سبب ذخیره آب در سفره‌های زیرزمینی شده‌اند. مطالعات رسوب‌شناسی ناحیه که بر اساس تفسیر منحنی سیکل فرسایشی رودخانه به روش موریس دیوس^{۱۰} و تفسیر منحنی گرانولوژی با استفاده از مدل هولتیروم^{۱۱} صورت گرفت، منشأ تخریبی بودن آن‌ها را نشان می‌دهد؛ به گونه‌ای که در آن، سکانس ریزه شونده به طرف بالا دیده می‌شود و گسل دورود سبب پائین افتادگی دشت در این قسمت شده است.

در دشت بروجرد - دورود وظیفه زهکشی به عنوان برآب‌ترین رودخانه، به عهده گله رود است که از لحاظ تقسیم بندی ژنتیکی، به عنوان یک آبراهه کانسکونت در نظر گرفته می‌شود. این رودخانه در بخشی از مسیر نقش تغذیه کننده و در بخشی دیگر، نقش آیدهی را دارد که با توجه به گسل‌های کوتاه‌تر می‌توان این محل‌ها را شناسایی و در کشاورزی از آن‌ها به عنوان منابع آبی استفاده کرد. اندر پی جویی منابع آبی با توجه به زردی‌گرام گسل‌ها، امتداد N2°OE پیشنهاد می‌شود^{۱۲}. همچنین، پی جویی بهتر و دقیق‌تر برای کشف معادن تالک و فلدسپات در مجاورت نوده‌های آذرین (گرایت گوشه محسن این علی) امری است الزامی و ضروری که باید به آن توجه شود.^{۱۳}

در مورد احداث سد مخزنی گله رود که در دست مطالعه است باید گفت که با توجه به نابرابری در بسیاری از واحدهای سنگی و سنگ چینه‌ای در آن، وجود گسله‌های بی‌شمار در نزدیکی تکیه‌گاه‌های در نظر گرفته‌شده و همچنین شیب‌های تند توپوگرافی، سطح وسیعی از منطقه در معرض خطر فرافشان، ریزش سنگ‌ریزه‌ها، زمین لغزها (جنوب روستای ونایی) و عدم پایداری شیب‌ها قرار دارد و بنا به علت وجود گسله ونایی به شدت درزه، شکافدار و

ژئومورفولوژی حوضه سیلاخور



راهنما
LEGEND

علامت لیئولوژی		علامت تکتونیک و ژئومورفولوژی	
	گرانیت پورفیر		گل
	گرانیت - گرانوپورفیر		شیب ۱۰۰-۳۰۰
	کوارتز پورفیر		شیب ۳۰-۳۰۰
	گرانوپورفیر آفته		زمین لغزه
	شیل و ماسه سنگ (نلیت)		کاره تراص
	دگرگونی همیری		مخروط انک
	هورمون فلس و شپست		آبرفت قدیم و تراسهای بلند
	دولومیت		طبقات برگشته
	دولومیت سفید		پرنگاه
	مجموعه وادیولاریتی		
	آبگیر (کفه زمین)		آبرفتهای جوان، دشت
	آبرفتهای جوان، دشت		علامت توپوگرافی
	نقاط مرتفع (متر) ۱۰۰		چشمه
	چشمه		جریان رود
	جریان رود		جاده

Scale : ۱ : ۵۰۰۰۰۰

ترسیم: سیلاتی

هیدرولوژی حوضه سیلاخور



	چشمه
	رودخانه دائمی
	رودخانه فصلی
	مرز حوضه اصلی
	مرز حوضه فرعی
	آبگیر
	ایستگاه هیدرومتر

Scale : ۱ : ۵۰۰۰۰۰

ترسیم: سیلاتی

برشی شده است و پهنه‌های برشی و مغانکی در آن ایجاد شده است. در نتیجه، محل‌های در نظر گرفته شده برای سد باید بیش‌تر مورد توجه مطالعاتی و تحقیقات ژئوفیزیکی و بررسی‌های ژئوتکنیکی قرار گیرند (نقشه ژئومورفولوژی حوضه سیلاخور).

۳. آب و هوای حوضه دشت سیلاخور

حوضه مورد مطالعه از نظر ساختار عام آب و هوایی و در مقیاس جهانی، در کمربند آب و هوایی نیمه خشک واقع شده و عوامل متعددی با عملکردهای متفاوت، از جمله ارتفاع نقاط، عرض جغرافیایی، جهت چین خوردگی‌ها و مورفولوژی درون منطقه‌ای موجب تفاوت‌هایی جزئی در نقاط مختلف آن شده‌اند. مثلاً در ارتفاعات غرب حوضه و ایستگاه ونائی، خطوط همباران ۱۰۰۰ میلی متری هم دیده می‌شود، در حالی که در ارتفاعات شرقی، به لحاظ کاهش ارتفاع و واقع شدن در دامنه‌های بادپناهی، خطوط همباران ۵۰۰ میلی متری دیده می‌شود. و رژیم بارندگی اساساً از نوع مدیترانه‌ای است که از طریق یک فصل پر باران منطبق بر ایام سرد سال، تحت تأثیر پداهای غربی و فرود مدیترانه‌ای و فصل خشک و طولانی منطبق بر شرایط پایداری و استقرار پر فشار جنب مناری، مشخص می‌شود.

میانگین متوسط دمای سالانه حوضه ۱۲/۸۵ درجه سانتی گراد و حداکثر مطلق دما برای ایستگاه بروجرد در تیرماه، ۳۹/۳ درجه سانتی گراد و گرم‌ترین ماه سال تیرماه است که میانگین دمای متوسط برای ایستگاه بروجرد ۲۶/۲ درجه سانتی گراد است. حداقل مطلق دما در بهمن ماه ۱۲/۵- درجه سانتی گراد و حداکثر تعداد روزهای یخبندان مشاهده شده براساس توزیع نرمال، ۱۰۱ روز است.

متوسط بارش سالانه حوضه ۵۳۸/۵ میلی متر و حداکثر تعداد روزهای بارانی سالانه در ایستگاه بروجرد ۶۰ روز و در ایستگاه ونائی ۶۷ روز تعیین شده است. شدت و عملکرد فصل مرطوب و خشک سال در سطح حوضه، تابع عمق و نفوذ و عملکرد توده‌های مدیترانه‌ای است. در دوره سرد سال، عوامل آب و هوایی برون حاره مانند بادهای غربی، و سیلکون‌ها و جوناپدیدار (باروکلینیک) و هوای متقلب، و در دوره گرم سال، شرایط جو باروتزیوئیک و هوای پایدار در سطح حوضه غلبه دارد. بخش عمده بارندگی ۵۰ درصد سالانه در دوره سرد سال و بیش‌ترین بارش در ارتفاعات شمال غربی و غرب حوضه و کم‌ترین بارش در ارتفاعات شرقی حوضه نازل می‌شود. کاهش گرادبان درجه حرارتی هوا براساس مطالعات صورت گرفته، شیب دمای متوسط و متوسط حداکثر و حداقل به ترتیب برابر ۶/۵ و ۶/۳ و ۶ درجه سانتی گراد در هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع است. رابطه بارندگی با ارتفاع در حوضه، یک رابطه خطی است که معادله آن چنین است:

(نقشه همباران حوضه سیلاخور)

$$P = -578/3 + 312/2L_n \frac{H}{\phi}$$

(ϕ عرض جغرافیایی)

$$r = 0.978$$

۶ ضریب همبستگی این معادله برابر است با:

توده‌های هوایی کم فشار و مرطوب که از دریای سرخ یا خلیج فارس

عبور می‌کنند، از دیگر منابع باران زایی در سطح حوضه هستند که در مقیاس زمانی و مکانی عملکرد محدودتری دارند. در دوره خشکی هوا که به علت استقرار پرفشار آروبر می‌باشد بارندگی در حد صفر است. در نتیجه گرم شدن هوای مجاور سطح زمین و کاهش ظرفیت نگهداری رطوبت و افت شدید بارندگی مؤثر، بر وسعت و شدت عملکرد تبخیر به ویژه در اراضی کم ارتفاع و پست و دشت حوضه افزوده می‌شود و میزان تبخیر و تعرق حوضه بیش از بارش سالیانه است. به سبب گرمایی هوای تبخیر شدید، مقادیر قابل توجهی از منابع آبی حوضه تلف می‌شود.

۴. بررسی فرسایش حوضه و رسوب خیزی آن با استفاده از

روش‌های تجربی و ریاضی

مفهوم فرسایش از دیدگاه جغرافیدانان و زمین شناسان و خاک شناسان متفاوت است، ولی در برنامه‌ریزی‌های ملی و منطقه‌ای و حتی جهانی، بیش‌تر به جنبه فرسایش از دیدگاه مسائل خاک‌شناسی و کشاورزی توجه می‌شود. در حوضه سیلاخور، انواع فرسایش از قبیل بارانی، ورقه‌ای یا صفحه‌ای، شیبی، خندقی یا گودالی یا آبکند، سیلابی، کنار رودخانه‌ای، بدلند، توده‌ای، خاک یا زمین لغزه مشاهده می‌شود که در نتیجه، مقادیر زیادی از خاک‌های مرغوب کشاورزی توسط روخانه‌های حوضه تریاری می‌شود و در واقع به تبت مخزن سد در انتقال می‌یابند. به همین دلیل، ضرورت استفاده از راه‌ها و روش‌های آبخیزداری و جلوگیری از فرسایش خاک از قبیل ترانس‌بندی، بانکت، ایجاد سد خشکچه چین و توبه پوشش گیاهی، و جلوگیری از انهدام مراتع، از مهم‌ترین اقداماتی است که توسط مسؤولان باید صورت گیرد.

مسئله فرسایش جنبه جهانی دارد. «طبق تحقیقات به عمل آمده توسط سازمان خواربار جهانی (F.A.O)، هر ساله بیش از ۷۵ میلیارد تن خاک از سطح کره زمین فرسایش می‌یابد.» «براساس آخرین مطالعاتی که در سال ۱۳۷۰ در ایران صورت گرفته، میزان فرسایش خاک در ایران حدود ۲ میلیارد تن برآورد شده است که سالانه خسارت مالی معادل ۲۰۰ میلیارد تومان را به دنبال دارد.»

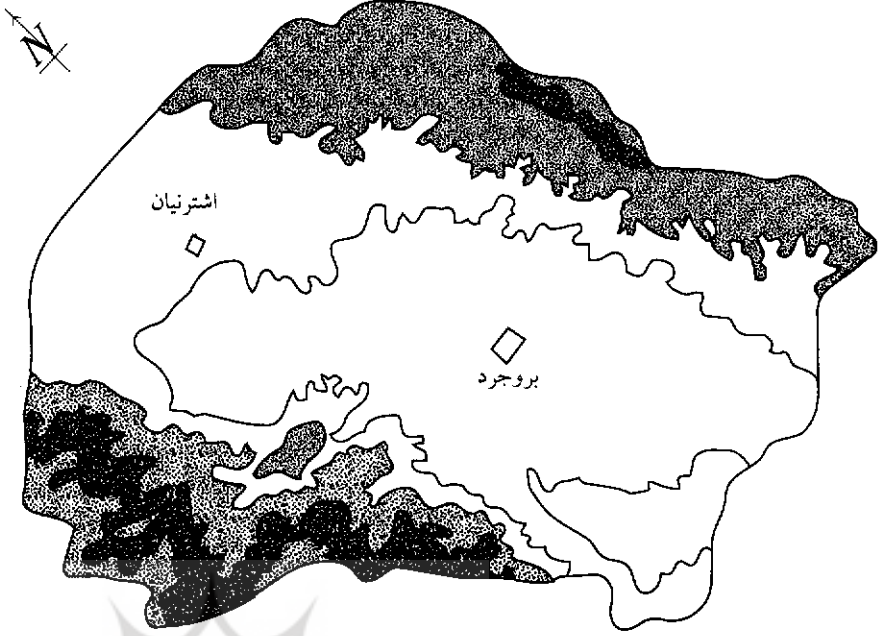
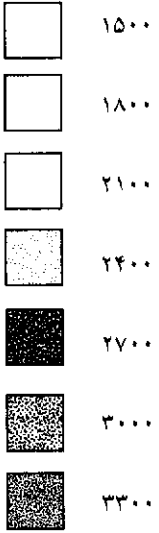
«مسئله فرسایش خاک در تمام کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه، به عنوان یک مشکل اساسی وجود دارد. با توجه به این که دستیابی کشورها به خودکفایی کشاورزی، از جمله در کشور خودمان ایران، حائز اهمیت است، در برنامه‌ریزی‌های ملی و منطقه‌ای باید به مسائل فرسایش خاک‌ها و حفاظت آن‌ها توجه لازم به عمل آید.»

«سراسر حوضه آبخیزدشت سیلاخور سالیان درازی است که بنا به دلایل متعدد، در معرض فرسایش قرار دارد. علت عمده آن است که بیش از ۸۵ درصد اراضی زراعتی و مرتعی دشت شیب بیش‌تر از ۲۰ درصد دارند. البته عوامل دیگر طبیعی و انسانی در این تخریب و فرسایش نقش دارند، که براساس نقشه حوضه آبخیزدشت، در بعضی از نقاط ۱۰ تن و بعضی نقاط دیگر ۲ تا ۶ تن در هکتار است؛ به طوری که جمعاً سالانه حجمی برابر با یک میلیون تن از خاک‌های حوضه با سطحی برابر ۴۸۰ هکتار فرسایش دارد.»

بنابراین، به منظور اجرای برنامه‌های حفاظت خاک، تعیین روش‌های مبارزه با فرسایش و کاهش رسوب زایی، همچنین محاسبه و طراحی دقیق حجم سدها در احداث سدهای مخزنی، ضرورت دارد که حجم کلی میزان تولید رسوب سالانه در هر حوضه آبریزی محاسبه و ارزیابی شود. برای

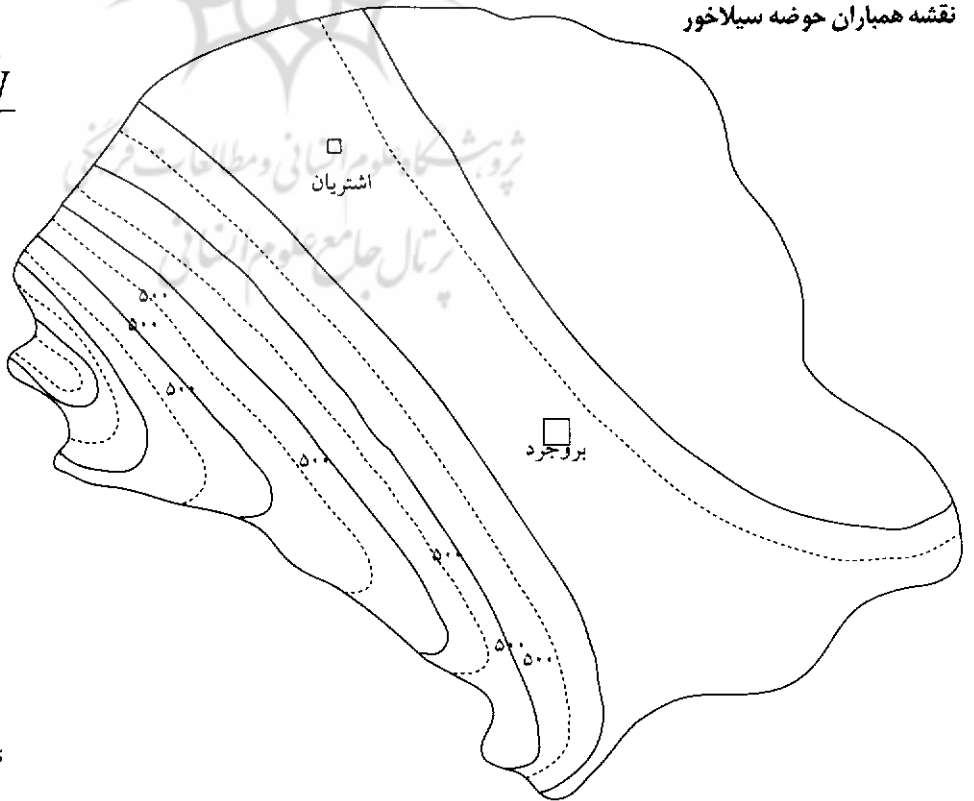
توپوگرافی حوضه سیلاخور

راهنما
نقاط مرتفع بر حسب متر



ترسیم سیلانی
Scale : ۱ : ۵۰۰۰۰۰

نقشه همباران حوضه سیلاخور



ترسیم سیلانی
Scale : ۱ : ۵۰۰۰۰۰

تعیین فرسایش خاک و تجدید رسوب، روش های تجربی زیادی وجود دارند. از جمله: روش حبه سیاه، معادله جهانی فرسایش خاک، روش F.A.O، روش موس گرا، روش فوریت، روش مورگان-فینی، روش استلک، روش هیدروفیزیک، روش E.P.M. و روش P.S.I.A.C. اینجانب در پایان نامه تحصیلی خود، هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز رودخانه سیلاخور (بروجرد)، با روش های کمی و ریاضی و آماری و با توجه به شاخص های مورفومتری و شاخص محاسبات فیزیوگرافی و ژئومتری به دست آمده برای حوضه مورد مطالعه و همچنین برای این که مقایسه ای تطبیقی با اعداد ارائه شده از طرف دیگران فرسایش ۱۰ تن یا ۶ تن در هر هکتار) انجام داده ام، از روش P.M.E منبع ژئومورفولوژی کاربردی دکتر حسن احمدی استفاده کرده ام که در ادامه به ذکر آن می پردازم:

$$WSP = T.H.\pi.Z$$

که در آن:

WSP = میزان فرسایش خاک بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال

T = ضریب درجه حرارت که از رابطه:

$$T = \left(\frac{1}{1.0} + 0.1\right)^2$$

محاسبه می شود. در این رابطه:

۱ = درجه حرارت متوسط سالانه حوضه به سانتی گراد

π = عدد پی برابر ۳/۱۴

Z = ضریب شدت فرسایش در روش E.P.M. که از رابطه:

$$Z = X_p.Y$$

به دست می آید و در آن:

X_p = ضریب استفاده از زمین

Y = ضریب حساسیت خاک به فرسایش

برای تعیین ضریب استفاده از زمین می توان از دو طریق استفاده کرد:

الف) استفاده از فرمول:

$$X_p = (\phi + I)^2$$

که در آن: φ = ضریب فرسایش

I = شیب متوسط حوضه آبریز

X_p = ضریب استفاده از زمین

ب) استفاده از روش آمریکایی

طبق تحقیقات و بررسی های انجام شده در کشور آمریکا، ضریب استفاده از X_p از ۰/۱ تا ۱ متغیر است. همچنین، مقادیر ضریب فرسایش (φ) در رخیله یا واحدکاری نیز در جدول فرج شده و مقادیر آن نیز از ۰/۱ تا ۱ متغیر است. بعد از تعیین شدت فرسایش می توان با استفاده از جدول، وضعیت فرسایش را در حوضه آبریز به صورت کیفی طبقه بندی کرد. (جدول ۲)

علاوه بر رابطه $Z = Y.X_p(\phi + I)^2$ ، برای محاسبه شدت فرسایش از نمودارهای مخصوصی نیز می توان استفاده کرد.

با توجه به مطالب و روابط ریاضی بالا، می توان برای حوضه مورد مطالعه نوشت:

$$T = \left(\frac{12/18.5}{1.0} + 0.1\right)^2 = 1/176$$

متوسط بارندگی حوضه بر حسب میلی متر
P = ۵۳۸/۵ mm

$$Z = X_p \times Y \quad X_p = (\phi + I)^2 \phi$$

مقدار φ از جدول با توجه به نوع فرسایش استخراج می شود که در این جا با توجه به تخریب مکانیکی، فرسایش رودخانه ای برای حوضه مورد مطالعه ما ۰/۳ در نظر گرفته می شود. I شیب متوسط حوضه است که به دو روش می توان آن را محاسبه کرد:

الف) روش هورتون:

$$S = \frac{H_{el}}{A} \times 100$$

ب) از رابطه:

$$S = \frac{(H_{max} - H_{min})}{\sqrt{A}} \times 100$$

شیب متوسط حوضه مورد نظر ۱۰ درصد محاسبه شده است. بنابراین می توان نوشت:

$$X_p = (0.3 + 0.1)^2 = 0.3 + \sqrt{0.1} = 0.6$$

مقدار Y، یعنی ضریب حساسیت خاک به فرسایش، از جدول استخراجی می شود. برای حوضه مورد مطالعه، خاک های کوهستانی مربوط به زاگرس خورده شده (غرب حوضه) و سنگ های آذرین سخت و دیگر گونی (شری حوضه) در نظر گرفته شده است.

$$Y = 0.8 + 0.25 = 1.05$$

که میانگین آن برابر است با: $Y = 1/0.5 + 2 = 0.5$

بنابراین مقدار Z برابر است با: $Z = 0.6 \times 0.5 = 0.3$

برای محاسبه فرسایش ویژه از فرمول زیر استفاده می کنیم:

$$WSP = T.H.\pi.Z^2$$

H = متوسط بارندگی سالانه یا همان

$$WSP = 1/176 \times 538/5 \times 3/14 \times (0.3)^2 = 1073/7$$

متر مکعب در کیلومتر مربع در سال، فرسایش ویژه حوضه

حالا از فرمول زیر، ضریب رسوبدهی حوضه را محاسبه می کنیم:

$$RU = \frac{WSP \times D}{L + 1}$$

در این فرمول:

RU = ضریب رسوبدهی

P = طول محیط حوضه بر حسب کیلومتر

L = طول بزرگ ترین آبراهه بر حسب کیلومتر

D = اختلاف ارتفاع حوضه به کیلومتر که خود از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$D = D_{av} - D_0$$

در این رابطه:

D_{av} = ارتفاع متوسط حوضه به متر

D₀ = ارتفاع نقطه خروجی حوضه

جدول ۲. طبقه بندی شدت فرسایش (احمدی، سال ۱۳۷۴)

شدت فرسایش	ارزش متوسط Z	ارزش حد Z	طبقه بندی فرسایش
خیلی شدید	۱/۲۵	Z > ۱	۱
شدید	۰/۸۵	۱ > Z > ۰/۷۱	۲
متوسط	۰/۵۵	۰/۷ > Z > ۰/۴۱	۳
کم	۰/۲	۰/۴ > Z > ۰/۲	۴
خیلی کم	۰/۱	۰/۱۹ > Z	۵

یعنی ضریب رسوبدهی بستگی به وضعیت توپوگرافی، شکل و مساحت حوضه دارد. بنابراین می توان نوشت:

$$RU = \frac{2(135000 \times (1971 \times 1490)^2)}{40 + 10 = 50 \text{ km} = 50000 \text{ m}} = 0/64$$

$$RU = 0/64$$

حالا به محاسبه رسوب ویژه حوضه می پردازیم:

$$GSP = WSP \times RU$$

متر مکعب در کیلومتر مربع در سال

$$GSP = 1072/7 \times 0/64 = 687/168$$

و در آخرین مرحله محاسبه، میزان کل رسوب

سالانه حوضه را از فرمول زیر به دست می آوریم:

$$GS = GSP \times S$$

در این رابطه:

GS = مقدار کل رسوب بر حسب متر مکعب در سال در کیلومتر مربع

GSP = مقدار رسوب ویژه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال

S = مساحت حوضه آبریز بر حسب کیلومتر مربع

$$GS = 687/168 \times 1125 = 773/64$$

مقدار کل رسوب بر حسب متر مکعب در سال

و اگر چگالی یا جرم حجمی رسوب را ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب

در نظر بگیریم، کل رسوب برابر است با:

$$d = \frac{M}{V} \rightarrow 1/2 = \frac{M}{773/64} \rightarrow M = 927676/8$$

کل رسوب کیلوگرم در سال

$$927676/8 + 1000 = 927/6$$

کل رسوب بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال

یعنی در سطح حوضه مورد مطالعه (تا ایستگاه رحیم آباد)، سالانه

در هر کیلومتر مربع ۹۲۷/۶ تن خاک شسته می شود و مورد فرسایش

قرار می گیرد. به عبارت دیگر، فرسایش در حوضه به طور متوسط ۲/۹

تن در هر هکتار است.

بنابراین، با توجه به این که دشت سیلاخور و حوضه آبریز مربوط

به آن یکی از شمالی ترین و مهم ترین حوضه های آبریز سد دز در استان

خوزستان است و همان طور که محاسبات نشان داد، رودخانه های این

حوضه در سال مقادیر زیادی مواد رسوبی را حمل می کنند و در واقع به

پشت سد دز می برند و در بعضی از گزارش های موجود در استان به رقم

یک میلیون تن رسوب در سال اشاره شده است که در واقع یک میلیون

تن آب از گنجایش سد دز می کاهد، می توان گفت: «تا سال ۱۳۸۲ که

مدت ۴۱ سال از شروع و بهره برداری سد دز می گذرد، جمعاً حدود

۴۱ میلیون متر مکعب پشت سد رسوبگذاری شده که در نتیجه، ۴۱۰۰

هکتار از آبیاری سد جهت زمین های کشاورزی کاسته شده است (سالانه

حدود ۱۰۰ هکتار). اگر ارزش محصولات کشاورزی به دست آمده از

هر هکتار به طور متوسط ۲۰۰ هزار ریال در سال باشد:

$$4100 \times 200000 = 820/000/000$$

۸۲۰ میلیون ریال خسارت در امر کشاورزی وارد آمده است. «۱۵»
در نتیجه، خطری که تولید آب و برق شبکه های آبیاری و آبرسانی
این سد عظیم را از طریق پر شدن مخزن آن از گل و لای ناشی از فرسایش
تهدید می کند، بسیار جدی است و باید توجه زیادی به امر برنامه های
آبخیزداری و منابع طبیعی در سطح حوضه آبریز دشت سیلاخور کرد.

زیر نویس

1. Crushed-Zone

۲. آفین، مهندسین مشاور طرح تأمین آب و شبکه آبیاری و زهکشی دشت بروجرد - دورود، اسفندماه ۱۳۶۳.

۳. نقشه زمین شناسی بروجرد به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور

۴. یوسفی یگانه، بیژن. رسوب شناسی رودخانه گلرود بروجرد. پایان نامه فوق لیسانس دانشگاه تهران. ۱۳۷۱.

5. Bed Rock

6. Hujtstrom

۷. یوسفی یگانه، وضعیت ژئولوژیکی و زمین شناسی ساختمانی و سنگ شناسی بروجرد، ۱۳۷۱.

۸. ویژگی های زمین شناسی بروجرد، تابستان ۱۳۷۱.

۹. رفاهی، حسین قلی. فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۷۵.

۱۰. محمدی، محمد. فرسایش خاک در حوضه آبریز دشت سیلاخور. سمینار علمی تحقیقی دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد. ۱۳۷۳.

۱۱. مشت، م. ح. کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه اصفهان. ۱۳۷۵.

۱۲. پیرحیاتی، حسین. تحلیلی بر مسائل آبخیزداری و منابع طبیعی در مدیریت دشت سیلاخور. نخستین سمینار علمی تحقیقی کشاورزی بروجرد دشت سیلاخور. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد. ۱۳۷۳.

۱۳. احمدی، حسن. ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش آبی). جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۷۴.

۱۴. مهدوی، محمد. هیدرولوژی کاربردی. جلد اول. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۷۷.

۱۵. عابدی فرد، شهناز. ویژگی های کشاورزی دشت سیلاخور. پایان نامه کارشناسی جغرافیا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری. ۱۳۷۱.