

# تحلیل هیدروژن و فلوژیکی حوضه نجی

## با تأکید بر فرسایش و رسوب

دکتر ابراهیم طهمینی

استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

دکتر حسن حسینی

استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

عواطفی‌نژاد

استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

### چکیده

حاکمکنی از مفهوم این عوامل تولید است که در زمان فصلی و اقلیمی است که آب و هوا در سطح زمین صورت می‌گیرد و به واسطه آن فرسایش‌های سطحی صورت می‌گیرد. فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین مسائل و مشکلاتی است که امروزه با آن مواجه هستیم. ظهور فناوری‌های نوین و راه‌های نوین در دسترس مهندسان و زمین‌شناسان و سایر رشته‌ها در زمینه‌های زمین‌شناسی و فرسایش خاک، راه‌های نوین و پیشرفته‌تری را برای مطالعه و بررسی فرسایش و رسوب در حوضه‌های وسیع و در سطح وسیع در این تحلیل ضمن بررسی‌های میدانی، استفاده از داده‌های میدانی از جمله نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، منابع و قابلیت‌های پوشش گیاهی، آمارهای اقلیمی و آب‌شناسی‌های هواشناسی، و رسوبشناسی، هم‌اکنون با استفاده از تکنیک‌های نوین و تصاویر ماهواره‌ای و GIS در حوضه‌های وسیع و استفاده از مدل‌های عددی استفاده شده و با بررسی عواملی که در فرسایش خاک مؤثر است، رسوب و فرسایش در واحدهای هیدروژنیکی صورت گرفته و نقشه‌های اقلیمی و رسوبشناسی و رسوب‌شناسی در این حوضه‌ها تهیه شده است.

واژه‌های کلیدی: هیدروژن، رسوب، فرسایش، رسوب‌شناسی، رسوب‌شناسی، رسوب‌شناسی، رسوب‌شناسی.

### مقدمه

توجه به حوضه‌های تخریبی زه‌کشی به عنوان یکی از مباحث تجزیه و تحلیل اشکال سطحی زمین و به صورت فرایند- پاسخ، از اواخر قرن بیستم به صورت جدی مطرح شده است. حوضه‌نجی در ارتباط با حجم آب جاری و ظرفیت حوضه و همبستگی داخلی آن به شکل یک سیستم و تأثیری که روی فرسایش و رسوب دارد، قابل بررسی است و می‌توان بر مبنای آن شکل‌شناسی هندسی حوضه زه‌کشی نجی و با تأکید بر رسوب‌شناسی زمین کرد. با توجه به این که مدت زمان لازم برای تولید خاک بسیار طولانی است، فرسایش خاک موجب از بین رفتن منابع طبیعی می‌گردد. لذا بررسی تخریب و فرسایش خاک و نهشته‌های سطحی و عوامل مؤثر بر آن از

### اهمیت ویژه‌ای برخوردار است

اهمیت این موضوع با مقایسه مدت زمان لازم برای تولید خاک نسبت به مدت زمان فرسایش آن بیشتر می‌شود، به طوری که بنا به نظر بنت (Bennet) در یک زمین زبرکشت که اصول همه جاتبه خاکداری در آن رعایت می‌شود ۳۰۰ سال طول می‌کشد تا ۲۵ میلیون متر خاک تشکیل شود (احمدی ۱۳۷۸). این در حالیست که بعضی عوامل قادرند خاک‌های چندین صدساله فراهم شده را در کمتر از چند دقیقه تخریب کنند. بر همین اساس در تحقیق حاضر سعی می‌شود تا وضعیت فرسایش و تولید رسوب و عوامل مؤثر بر آن بررسی و راهکارها و پیشنهادات مؤثر نیز ارائه شود.

### مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این مقاله بر پایه روش تحلیلی و بررسی‌های میدانی استوار است. مطالعات در سه مرحله کتابخانه‌ای، مطالعات میدانی و تجزیه و تحلیل یافته‌ها انجام شده است. در مرحله نخست و در مطالعات کتابخانه‌ای تحقیقاتی که قبلاً صورت گرفته، جمع‌آوری و دسته‌بندی شده و ضمن تطبیق و مقایسه بین آنها، سعی شده مطالبی استخراج شود که بیشتر جنبه کاربردی داشته و با موضوع تحقیق هماهنگی لازم را داشته باشند. در جهت پیشبرد تحقیق مورد نظر اطلاعات آماری و اسناد و مدارک جغرافیایی اعم از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، خاک، پوشش گیاهی و کاربری اراضی مورد بررسی قرار گرفته است. از تصاویر ماهواره‌ای (IRS) و عکس‌های هوایی به طور منظم استفاده و داده‌ها استخراج و بررسی شده و طی عملیات میدانی کنترل‌های لازم صورت گرفته است. در ادامه لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از نرم‌افزار GIS در محیط ilwits تهیه و سپس با ادغام آن‌ها به بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی اقدام شده است. مدل و تکنیک مورد استفاده در تحقیق حاضر جهت تبیین وضعیت فرسایش و تولید رسوب در هر یک از واحدها، مدل پسیاک اصلاح شده که به عنوان ابزار اصلی تحقیق مدنظر فراز گرفته است. در نهایت به تهیه نقشه فرسایش پذیری حوضه اقدام و نتایج حاصله تجزیه و تحلیل شده‌اند. لازم به ذکر است که در تمامی مراحل تحقیق متغیرهای مورد نیاز مدل بر اساس شاخص‌ها و معیارهای استاندارد، با ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی حوضه



در حین کارهای میدانی تطبیق یافته و کنترل شده است.

### مجموعه سردخانه‌ها

ماه‌ها یعنی دی و بهمن به ۱۷۸ می‌رسد. بروز پدیده یخبندان چه از لحاظ اکولوژیکی و چه لیستولوژیکی جایز اهمیت فراوانی است. براساس اطلاعات موجود یخبندان طی ۷ ماه از سال انجام می‌گیرد. در مجموع ۱۰۰ روز یخبندان برای مریوان ثبت شده است. بروز یخبندان تقریباً در تمام روزهای ماه ثبت شده و به تناسب سال حتی در خرداد نیز پدیده یخبندان روی داده است. متوسط بارش در ایستگاه مریوان ۹۹۷/۶ میلی‌متر در سال است. این مقدار بارش با متوسط بارش اروپا تقریباً یکسان است. آن چه که در این رابطه متفاوت است، توزیع ناموزون بارش در طول ماه‌های سال است. توزیع فصلی نشان می‌دهد که نزدیک به ۴۹/۵٪ بارش سالانه در فصل زمستان فرو می‌ریزد که بخش عمده‌ای از آن به صورت برف است. فصل پاییز ۳۱/۷٪ و بهار با ۱۸٪ بارش سالانه را به خود اختصاص داده‌اند. تنها حدود ۰/۵٪ بارش سالانه در فصل تابستان رخ می‌دهد. بدین ترتیب می‌توان گفت که حوضه‌نچی در فصل تابستان با خشکی نسبتاً زیادی همراه است. میزان تبخیر سالانه ۱۸۹۱ میلی‌متر برآورد شده است. به این ترتیب فاصله میزان بارش و میزان تبخیر و تعرق در ماه‌های گرم سال به شدت افزایش پیدا می‌کند.

### هیدرولوژی

مساحت حوضه آبخیزنچی ۱۲۲/۲۲ کیلومتر مربع محاسبه شده است. طول کل زهکشی‌های طبیعی دائمی و فصلی ۱۲۵/۲۹ کیلومتر و طول رودخانه اصلی این حوضه ۱۶/۸ کیلومتر می‌باشد. حوضه آبخیزنچی در تقاطع خروجی رودی چهارم را به خود اختصاص داده است که از به هم پیوستن شاخه‌های سوم به هم بوجود آمده است (نقشه ۲).

زمان تمرکز حوضه ۱/۹ ساعت می‌باشد. با توجه به شرایط دیگر حوضه مانند شیب، جنس زمین و بارش‌های رنگاری می‌توان انتظار وقوع سیلاب را در حوضه‌نچی داشت. ارتفاع متوسط کل حوضه ۱۶۷۰/۹ متر و داری شیب متوسط ۳۱/۱۸ درصد است.

**هیدروگراف متوسط آینده سالانه در ایستگاه نچی** ما توجه به مساحت حوضه‌نچی ۳۶/۹ میلیون مترمکعب می‌باشد و از طرف دیگر با توجه به وجود فضاقت قابل توجه آبرفت نفوذپذیر در رودخانه‌ی قزلچمسو، وجود جریانات زیرسری نیز در رودخانه محرز است<sup>(۱)</sup>. میانگین آینده سالانه ایستگاه نچی ۱/۱۶ مترمکعب در ثانیه برآورد شده است. حجم ریزش‌های جوی حوضه‌نچی ۱۲۳/۷۸ میلیون مترمکعب و حجم رواناب سالانه در ایستگاه نچی ۳۶/۹ میلیون مترمکعب برآورد شده است که ۲۵ درصد حجم ریزش‌های جوی سالانه به صورت رواناب از حوضه خارج می‌گردد.

میانگین سالانه دبی در رودخانه قزلچمسو ۱/۱۶ مترمکعب در ثانیه محاسبه شده است. در سال‌های پرباری میانگین دبی سالانه تا ۲/۳۳ مترمکعب در ثانیه (سال آبی ۷۶-۷۷) اندازه‌گیری شده و در سال‌های کم آبی میانگین دبی سالانه تا ۰/۰۹۶ مترمکعب در ثانیه (سال آبی ۷۹-۸۰) کاهش پیدا کرده است. حداکثر دبی لحظه‌ای ۲۷۲ مترمکعب در ثانیه (سال آبی

حوضه‌ی نچی یکی از زیر حوضه‌های رود زاب کوچک می‌باشد و در قلمرو حوضه آبریز خلیج فارس قرار دارد. رودخانه اصلی آن قزلچمسو می‌باشد که از شرق به غرب جریان داشته و در حوالی روستای حاو از مرز ایران خارج شده و وارد خاک عراق می‌شود. حوضه‌ی نچی در غرب کشور، در استان کردستان، در مرز ایران و عراق و در ۱۱ کیلومتری شمال شهر مریوان مریوان واقع شده است. از نظر موقعیت ریاضی این حوضه در بین طول جغرافیایی (۲۶° ۷' ۲۱") و (۲۶° ۱۵' ۵۵") شرقی و عرض جغرافیایی (۳۴° ۱۱' ۳۵") و (۳۵° ۲۳' ۳۰") شمالی قرار گرفته است.

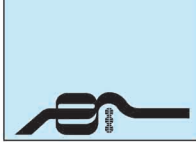
### زمین شناسی

حوضه‌نچی جزء کوچکی از قلمرو شمالی زون ساختمانی سنترج-سیرجان می‌باشد. و توسط عوامل حاکم بر این منطقه کنترل می‌گردد. حوضه‌نچی جزء بخش شمالی این زون محسوب می‌شود و فازهای مهم گوهزایی کرتاسه پایانی و در خود ثبت نموده و در نیمه اول سنوزوئیک توده‌های نفوذی متعددی در آن شکل گرفته است. در این زون دگرسی‌های اصلی بین کرتاسه پایانی و سنوزوئیک شناخته شده است. جنبش‌های خشکی زاب کرتاسه بالا با ماگماتیسم نسبتاً شدیدی دنبال شده است. چنانچه حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر سنگ‌های آتشفشانی پورفیبری و آندزیتی در رسوب‌های کرتاسه شمال و شمال‌شرقی حوضه دیده می‌شود. کهن‌ترین سازند (تَشکیلات) حوضه متعلق به کرتاسه زیرین یا رسازه شیلی و سیلستون دگرگون شده می‌باشد. اسکلت اصلی ناهمواری‌های منطقه که از سازندهای کرتاسه تخرابی و بالایی به صورت سنگ‌های شیلی و آهک‌های ملبور تشکیل شده است. به کرات تحت تأثیر حرکات زمین ساخت متعدد سنوزوئیک قرار گرفته و استخراج‌بندی ناهمواری‌های فعلی را تشکیل داده است (نقشه ۱).

### اقلیم

بررسی‌های اقلیمی در حوضه‌نچی براساس داده‌های ایستگاه‌های کلیماتولوژی، باران سنجی و تبخیرسنجی موجود در منطقه انجام گرفته است. بررسی وضعیت عناصر اقلیمی یعنی دما، بارش، شمسیت و باد در ایستگاه‌های موجود نشان می‌دهد که عناصر اقلیمی در محدوده مطالعاتی تغییرات قابل توجهی دارند.

میانگین دمای سالانه در حوضه ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد است. دی ماه با میانگین حدود ۰/۲ درجه سردترین ماه و تیر با ۲۷/۳ درجه سانتی‌گراد گرمترین ماه است. بین شرایط دمایی در ماه‌های گرم و سرد تفاوت‌های نسبتاً شدیدی وجود دارد که نسبت به اثرات آن بر روی شرایط رویش و تقویم زراعی باید توجه داشت. متوسط شمسیت سالانه در حوضه‌نچی ۵۳٪ است. این میزان در خشک‌ترین ماه یعنی مرداد به ۲۹٪ و در مرطوب‌ترین



سیل خیز نیست. همچنین با توجه به این که قسمتی از بارش حوضه در ارتفاعات به صورت برف می‌باشد و پوشش گیاهی غنی در این قسمت‌ها مانع از جریان سریع آبراهه و سیل می‌شود، گفتنی است که برف‌ها در فصل بهار به آرامی ذوب می‌شوند و در نقاط پایین دست به صورت چشمه‌هایی در می‌آیند.

– **مواد رسوبی:** منشاء رسوبات غیر پیوسته (منفصل) حوضه شامل کلیه رسوبات آبرفتی دوران چهارم که در حال حاضر به صورت نازک تا ضخیمی در پایکوه‌ها (مخروط افکنه‌ها) و سطح دامنه‌ها (مخروط‌های واریزه‌ای) و یا حاشیه رودها به چشم می‌خورند که براساس منشاء، محل استقرار و توزیع مکانی آن‌ها به سه افق رسوبات پایکوهی، آبرفت‌ها و نهشته‌های رودخانه‌ای تقسیم می‌شوند.

– **رسوبات پایکوهی:** این رسوبات، واریزه‌هایی به شکل آبرفت می‌باشند که بر سطح دامنه‌ها، کوه‌ها و پای دامنه‌ها دیده می‌شوند. جنس آن‌ها از ذرات رسی با مخلوطی از قطعات سنگی است که به صورت واریزه‌های کوهپایه‌ای تشکیل گردیده‌اند. منشاء این رسوبات در قسمت‌های شمالی حوضه از آندزیت‌ها بوده که گسترش آن به دلیل مرتفع بودن کوه‌ها و پوشش سطحی ثابت نمی‌باشد. در حالی که در مرکز و اطراف آبراهه‌های اصلی داخل حوضه از جنس شیل است.

– **آبرفت‌ها:** قدیمی‌ترین آبرفت‌های حوضه رسوبات دانه ریزی است که در طی زمان‌های طولانی میان دره‌های پهن بین دو روستای سیف بالا و محمده انباشته شده‌اند و چون ورود و خروج آبرفت‌های جدید به این مناطق نیازمند زمانی طولانی می‌باشد، لذا اکثر رسوبات این دره به خاک تبدیل شده است و ذرات درشت بندرت در آن دیده می‌شود. زمین‌های کشاورزی اغلب بر روی این رسوبات قرار دارد. این رسوبات از همگنی بیشتری نسبت به واریزه‌های کوه‌ها و دامنه برخوردار است و قطعات درشت در آن بندرت دیده می‌شود.

– **نهشته‌های رودخانه‌ای:** شکل دیگری از رسوبات منفصل که فقط در خروجی حوضه و خط‌القعر رودخانه اصلی قابل مشاهده می‌باشد، رسوباتی است که حداقل قطر دانه‌های آن در حد ماسه است و درشت‌ترین آن‌ها گاهی نیم‌متر قطر دارد. انرژی و دبی آب در این قسمت از حوضه به حدی زیاد است که ذرات کوچک خاکی مانند رس و لای و سیلت را با خود می‌شوید و اثری از آن‌ها در حوضه به جای نمی‌گذارد. این رسوبات به صورت محدود در اطراف و کف مسیر رودخانه‌های حوضه قرار دارند. تجمع این گونه رسوبات بر اثر سیلاب‌های سالیانه می‌باشد که مقادیر فراوانی از رسوبات دانه ریز و درشت را با خود حمل نموده و پس از رسیدن به این محل و کاهش شیب، رسوبات دانه درشت بر جای مانده‌اند.

### برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب

با استفاده از روش پسیاک تأثیر و نقش ۹ عامل مهم و مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه‌ی آبخیز با توجه به شدت و ضعف هر عامل، از طریق امتیازدهی عددی ارزیابی گردید.

۷۶-۷۷) آمار برداری شده است. بررسی مقادیر میانگین‌های سالانه دبی نشان می‌دهد که رودخانه قزلچه‌سو نوسانات زیادی در میانگین دبی و حداکثر لحظه‌ای آن دارد. این نوسانات از یک طرف دلالت بر ویژگی‌های سیل‌خیزی داشته و از طرف دیگر نشان از قدرت فرسایش شدید دارد.

دبی رودخانه تابعی از متغیر بارش در منطقه است که امکان ذخیره آب در لایه‌های زیرین و یا جریان سطحی آن را باعث می‌شود. در ماه‌های اسفند و فروردین که میزان بارندگی به حداکثر خود می‌رسد، دبی رودخانه نیز به بیشترین مقدار خود می‌رسد. با شروع اردیبهشت یکباره کاهش محسوسی در مقدار بارش و به تبع آن در مقدار دبی مشاهده می‌شود. کاهش شدید بارش از خرداد تا مهرماه با افت شدید دبی در این ماه‌ها همراه است که نشان دهنده وجود همبستگی کامل میان این دو پدیده طبیعی است. براساس آمار بارندگی‌های موجود، ما کزیمم ریزش‌های سالیانه در ماه‌های دی و بهمن تا اسفند در حوضه صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر دبی حداکثر ماهانه ایستگاه نچی با تأخیری در حدود یک ماه نسبت به حداکثر ریزش‌ها را دارد. این تأخیر نشان می‌دهد که درصد زیادی از بارندگی در دامنه‌های بلند حوضه آبخیز به صورت برف انباشته شده که به تدریج ذوب شده و جریان رودخانه را افزایش داده است.

### استعداد سیل‌خیزی حوضه

هر چند که شیب توپوگرافی زیاد در ابتدای حوضه کمک شایانی به افزایش سرعت آب می‌کند، لیکن با توجه به بررسی‌های به عمل آمده مهم‌ترین مسئله‌ای که استعداد سیل‌خیزی حوضه را بالا برده مساحت زیاد شیل‌ها با نفوذپذیری بسیار کم و در حد غیرقابل نفوذ است. این سازند بدون این که آب را در خود نفوذ دهد تماماً آن را به بیرون از حوضه منتقل می‌کند. لذا امتیاز منفی شیل‌ها این است که استعداد سیل‌خیزی حوضه را به مقدار بسیار زیادی بالا برده و با توجه به این که سنگ‌های با نفوذپذیری کم در تمامی حوضه از مساحت چشمگیری برخوردارند لذا منطقه از استعداد سیل‌خیزی زیادی برخوردار است. شبکه هیدروگرافی حوضه نیز که به صورت همگرایی تمامی آب‌های حاصل از نزولات را با هم جمع کرده و در یک آبراهه به نام قزلچه‌سو ریخته که این عمل موجب تجمع زیاد آب‌های سطحی در مدت زمان معینی می‌شود که سبب افزایش استعداد سیل‌خیزی منطقه می‌گردد. گسل‌های حوضه نیز که منطبق بر مسیر آبراهه‌های اصلی می‌باشند به زهکشی طبیعی کمک شایانی نموده‌اند.

شایان ذکر است سایر سنگ‌های حوضه یعنی آندزیت‌ها و آهک‌ها نقش چندانی در پایین آوردن استعداد سیل‌خیزی منطقه ندارند زیرا آندزیت‌ها خود در شیب تند قرار گرفته‌اند و نیز آهک‌ها که از نفوذپذیری خوبی برخوردارند مساحت ناچیزی از کل حوضه را در برمی‌گیرند. همچنین شیب بالای حوضه کمک شایانی به افزایش سرعت آب‌های جاری نموده است که در صورت افزایش بارندگی در مدت زمان کوتاه وقوع سیل را در بر خواهد داشت. با وجود این که حوضه استعداد سیل‌خیزی بالایی دارد، اما بررسی‌های میدانی و داغ آب رودخانه نشان می‌دهد که حوضه‌نچی چندان



### جدول ۱: پارامترها و روش امتیازبندی مدل جدید پسیاک

(مفصلی و محمودی ۱۳۸۳)

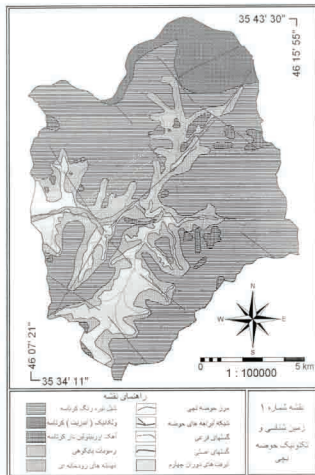
شرح معادله	معادله	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب
$Y_1$ امتیاز عامل زمین‌شناسی و $X_1$ شاخص فرسایش زمین‌شناسی سطحی است که براساس نوع سنگ، سختی شکستگی و میزان هوازدگی تعیین می‌شود.	$Y_1 = X_1$	۱- زمین‌شناسی سطحی
$X_2$ امتیاز رسوبدهی در روش پسیاک و $X$ عامل فرسایش پذیری خاک است که از مشخصه‌های درصد سیلت درصد ماسه درصد ماده‌ی آلی، ساختمان خاک و قابلیت نفوذ استفاده می‌شود.	$X_2 = 16.67X$	۲- خاک
که در آن $X_3$ امتیاز عامل آب و هوا و $P_2$ مقدار بارندگی $P$ ساعتی با دوره‌ی بازگشت $T$ سال، بر حسب میلی‌متر می‌باشد که با استفاده از اطلاعات آمار هواشناسی معطبه می‌گردد.	$X_3 = 0.2 P_2$	۳- بارش جوی
که در آن $X_4$ امتیاز عامل روان آب در روش پسیاک است. ارتفاع رواناب سدانه بر حسب میلی‌متر $RDP$ (بی وزنه پیک بر حسب مترمکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع می‌باشد که از تقسیم دبی بیک سیلاب به مساحت حوضه بدست می‌آید.	$X_4 = 0.2(0.03R + 500P) = 0.006R + 100P$	۴- روان آب
که در آن $X_5$ درجه‌ی رسوب دهی و $S$ شیب متوسط بر حسب درصد می‌باشد.	$X_5 = 0.33S$	۵- توپوگرافی (شیب)
که در آن $X_6$ امتیاز عامل پوشش زمین و $Pb$ درصد تراشی لغت و فاقد پوشش می‌باشد.	$X_6 = 0.2 Pb$	۶- پوشش گیاهی زمین
$X_7$ امتیاز درجه‌ی رسوبدهی عامل نحوه‌ی استفاده از تراشی و $Pc$ مقدار تاج پوششی بر حسب درصد.	$X_7 = 20 - 0.2 P_c$	۷- استفاده از تراشی
که در آن $X_8$ امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش و $SSR$ امتیاز عامل سطحی خاک می‌باشد که با استفاده از روش BLM و با در دست داشتن ارقام عامل روش مدیریت تراشی، امتیاز وضعیت فعلی فرسایش در مورد هر یک از اجزای واحد تراشی از رابطه فوق محاسبه می‌گردد.	$X_8 = 0.25 SSR$	۸- وضعیت فرسایش در سطح حوضه‌ی آبخیز
که در آن $X_9$ امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و $SSRQ$ نمره‌ی نهایی فرسایش خندقی یا عامل سطحی خاک در روش مدیریت تراشی می‌باشد.	$X_9 = 1.67 SSRQ$	۹- فرسایش آبراهه‌ای و انتقال رسوب

### جدول ۲: امتیازات نهایی فرسایش در زیر حوضه‌های نجیب با استفاده از مدل پسیاک

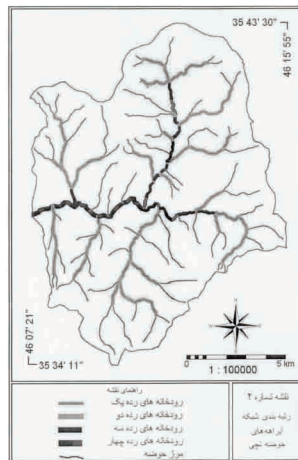
ردیف	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب	زیرحوضه انجیران	زیرحوضه گاگل	زیرحوضه دره وان	امتیاز نهایی در حوضه
۱	زمین‌شناسی سطحی	۹/۶	۶/۱	۶/۲	۵/۶
۲	خاک	۶/۵	۷	۶/۳	۶/۶
۳	بارش جوی	۴	۷	۸	۷
۴	روان آب	۵	۶	۷	۶/۱۷۸
۵	توپوگرافی (شیب)	۱۱/۶	۹/۸	۹/۵	۱۱/۳
۶	پوشش گیاهی زمین	-۱	-	۱	-۲
۷	استفاده از تراشی	۳	۲	۱	-۳
۸	وضعیت فرسایش در سطح حوضه‌ی آبخیز	۱۳/۵	۱۶/۵	۱۱/۷۵	۱۶/۵
۹	فرسایش آبراهه‌ای	۱۱/۷	۱۳/۴	۱۵/۱	۱۳/۴
	امتیازات نهایی	۶۰/۹	۶۷/۸	۷۲/۹	۶۵/۶

گیرد. این طبقه در اطراف حوضه بویژه در قسمت‌های جنوبی حوضه یافت می‌شود.

**گروه سه:** در این گروه، فرسایش متوسط است. جدا شدن و جابجایی ذرات خاک به میزانی است که اجرای برنامه‌های حفاظت اولویت داشته و برای استفاده از اراضی محدودیت زیادی وجود دارد. این گروه بیشترین وسعت حوضه را در بردارد و در بیشتر قسمت‌های حوضه پراکنده شده است.



**نقشه ۱: زمین‌شناسی و تکتونیک حوضه‌نچی**



**نقشه ۲: رتبه‌بندی شبکه آبراه‌های حوضه‌نچی**

**گروه چهار:** در این کلاس فرسایش زیاد است. میزان انتقال خاک زیاد بوده و استفاده از اراضی کاملاً کنترل می‌شود. اجرای عملیات حفاظت خاک و مواد اصلاح اراضی معمولاً هزینه‌ی زیادی دارد. کنترل فرسایش خاک و اقداماتی برای حفاظت خاک و آب در چهارچوب طرح‌های حفاظتی اولویت می‌یابد و ضروری است. در اطراف آبراه‌های حوضه بویژه در اطراف روستاهای گاگل و انجیران فرسایش زیاد دیده می‌شود.

**گروه پنج:** در این گروه فرسایش خیلی زیاد است. خاک‌ها به طور کلی شسته شده و سنگ مادر معمولاً در آن‌ها نمایان است. به نحوی که امکان استقرار گیاه بسیار مشکل است. در بعضی موارد شیب زیاد، حساسیت خاک و تخریب پوشش و عوامل دیگر باعث به وجود آمدن شرایطی شبیه هزار دره‌ها شده است. قسمت‌های کوچکی از حوضه در میان گروه فرسایش زیاد

سرانجام با در نظر گرفتن مجموع اعداد به دست آمده برای عوامل مختلف، میزان رسوبدهی حوضه برآورد شد. حاصل نهایی امتیازهای مربوط به عامل‌های نه‌گانه در هر یک از اجزای واحد اراضی بیانگر شدت فرسایش خاک و میزان رسوب زایی در آن واحد می‌باشد. پس از تعیین امتیاز عامل‌های نه‌گانه و به دست آوردن مجموعه نمرات آن‌ها به منظور تعیین میزان فرسایش و رسوب زایی در حوضه ژئومورفولوژیکی و در هر یک از اجزای واحد اراضی از جدول شماره یک استفاده می‌شود. همچنین با استفاده از آن امتیازات نهایی فرسایش در زیر حوضه‌های نچی با استفاده از مدل پسیاک محاسبه شده است. (جدول ۲) اما به منظور اعمال دقت بیشتر و پرهیز از اشتباه در عمل برآورد فرسایش و تولید رسوب از رابطه‌ی بین درجه‌ی رسوبدهی و میزان تولید رسوب به شرح زیر استفاده به عمل

می‌آید. (مقیمی و محمودی ۱۳۸۳)

$$Qs = 38.77e^{0.053R} \text{ که در آن:}$$

Qs: میزان رسوبدهی سالانه برحسب مترمکعب در کیلومتر مربع؛ e:

عدد نپر ۲/۷۱۸

R: درجه‌ی رسوبدهی یعنی مجموع امتیازات عوامل مختلف در نظر

گرفته شده در مدل پسیاک است.

رابطه‌ی فوق با درجه‌ی همبستگی  $r=0.9964$  از نظر آزمون آماری در

سطح یک درصد معنی دار می‌باشد. (رفاهی ۱۳۷۵ ص ۲۵۳) میزان رسوبدهی سالانه حوضه نچی ۱۲۵۴ مترمکعب در کیلومتر مربع می‌باشد که در کلاس رسوبدهی و فرسایش زیاد قرار می‌گیرد.

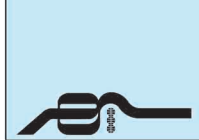
**جدول ۳: تعیین میزان فرسایش و رسوب‌زایی در حوضه**

نمرات نشان دهنده شدت رسوبدهی	تولید رسوب سالانه (مترمکعب در کیلومتر)	شدت رسوبدهی	کلاس رسوبدهی و فرسایش
بیشتر از ۱۰۰	بیشتر از ۱۴۲۹	خیلی زیاد	پنج
۱۰۰ تا ۷۵	۱۴۲۹ تا ۴۷۶	زیاد	چهار
۷۵ تا ۵۰	۴۷۶ تا ۲۳۸	متوسط	سه
۵۰ تا ۲۵	۲۳۸ تا ۹۵	کم	دو
۲۵ تا ۰	کمتر از ۹۵	خیلی کم	یک

همچنین با توجه به جدول شماره ۳ میزان فرسایش و رسوب زایی در حوضه تعیین و در پنج گروه زیر دسته‌بندی شد و به تهیه فرسایش و رسوب حوضه اقدام شد. (نقشه ۳)

**گروه یک:** شمال اراضی بدون فرسایش و یا با فرسایش جزئی خاک است. در این قسمت (حوضه) میزان خاک جابجا شده غیر قابل توجه و در حد مجاز است. قسمت‌هایی از شمال شرقی حوضه در این گروه قرار می‌گیرند.

**گروه دو:** در این طبقه میزان فرسایش کم است و ضرورت دارد که در برخی از عرصه‌ها اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و آب مورد بررسی قرار



ایجاد کرده که به آن فرسایش شیاری-آبی می‌گویند؛ که بیشتر در دامنه‌هایی که دارای بافت ریزدانه است، مشاهده می‌شود.

انسان به عنوان یکی از عوامل تغییر دهنده مورفولوژی زمین با احداث جاده‌های متعدد، تبدیل نمودن اراضی جنگلی و مرتعی به اراضی کشاورزی، تخریب طبیعت، شهرسازی، چرای بی رویه دام‌ها، قطع اشجار برای مصرف و سوخت و... مطرح بوده است. بزرگ‌ترین عواملی که در طول ادوار گذشته توانسته‌اند از فرسایش و تغییرات ناگهانی مورفولوژی سطح زمین جلوگیری کنند جنگل‌ها و مراتع بوده‌اند که با افزایش بی‌رویه جمعیت و چرای بیش از حد دام و... خود نیز از بین رفته‌اند. در پایان می‌توان گفت که تغییرات ناگهانی مورفولوژی‌ها در حوضه بندرت دیده می‌شود و آهنگ این تغییرات تدریجی است.

### پیشنهادات

پیشنهادات در مورد حوضه‌نچی در دو قسمت پیشنهادات مطالعاتی و پیشنهادات اجرایی قابل بحث و بررسی هستند.

#### پیشنهادات مطالعاتی

- تدوین برنامه‌های آموزشی و ترویجی در حوضه، جهت آگاهی بیشتر کشاورزان و دامداران.
- مطالعه کیفیت آب و خاک و روش‌های بهره‌برداری صحیح از آن به منظور توسعه اقتصادی منطقه.
- مطالعات در زمینه ایجاد یک سدآبی کوچک به منظور استفاده از نیروی برق و آب آن برای انجام پروژه‌های پرورش ماهی و توریستی در حوضه.

#### پیشنهادات اجرایی

##### الف - عملیات مکانیکی

- توسعه تاکستان و سایر درختان مثمر مانند بادام همراه با بانکت‌بندی، ترانس‌بندی در کنترل آب‌های سطحی که در حفظ رطوبت خاک و کاهش فرسایش و رسوب مؤثر هستند.
- احداث سد رسوبگیر در آبراه‌های اطراف روستاهای دره و ران، انجیران و گاگل.
- کنترل آب رودخانه از طریق احداث سدخاکی و یا انحراف آن برای آبیاری دشت‌های زراعی.
- انجام عملیات آبخیزداری در مناطقی که خاک دارای بافت ریزدانه است.
- هدایت سیلاب‌ها بر روی اراضی کم‌بازده و کم‌ک به افزایش حاصلخیزی آن.
- اصلاح شیوه آبیاری و حفر چاه نیمه‌عمیق و عمیق بویژه در اراضی روستاهای سیف و محمده.

##### ب - عملیات بیولوژیکی

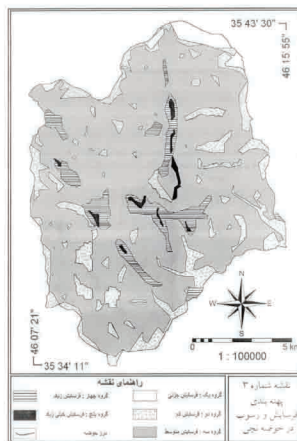
- کاشت درختان جنگلی و گیاهان متناسب با شرایط اقلیمی حوضه به منظور نفوذ آب و جلوگیری از سیل و فرسایش که هر چند این روش بسیار مناسب

در این گروه قرار دارد که باید مورد توجه خاص و برنامه‌ریزی ویژه‌ای قرار گیرد.

### جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

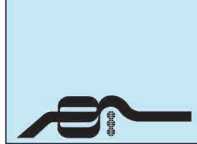
توزیع ناموزون بارش در حوضه اثرات اکولوژیکی بسیار شدیدی بر روی گیاهان و شرایط رویشی منطقه بر جای می‌گذارد که تنک شدن تدریجی جنگل‌ها و تحمل یک دوره سخت خشکی توسط گیاهان از پیامدهای آن است. بارندگی منطقه از تیپ زمستانه با حدود ۸۰ درصد کل بارندگی سالانه می‌باشد که از نظر رویش گیاهان جنگلی چندان مطلوب نیست. در نتیجه با جنگل‌هایی مواجه هستیم که بسیار تنک‌اند. تراکم بارش در مقاطع کوتاه زمانی گاهی باعث سیل خیزی شدید و طغیان رودها در حوضه شده و در نتیجه قدرت تخریبی زیادی در رودخانه‌ها بوجود می‌آید. در چنین شرایطی آب رودخانه‌ها با قدرت فرسایشی زیادی در دامنه‌ها و بستر رودها جاری شده و مواد فرسایشی زیادی را با خود حمل کرده و بر جای می‌گذارند.

سازندهای آهکی و آندزیتی حوضه، به دلیل مقاومت زیاد در مقابل عوامل فرسایشی به صورت توده‌های بلوکی و واریزه‌های درشت و قلوه سنگی تخریب شده‌اند، در حالی که در مناطقی که شیل‌ها وسعت بیشتری دارند، بدلیل رسوب‌زایی فراوان فرسایش بیشتری را موجب می‌شوند. عارضه گیلویی در حوضه، یکی از فاکتورهای مهم تجمع برف و در نهایت وقوع بهمین در حوضه می‌باشد. لذا در قسمت‌هایی که دارای شیب زیاد است باید از نظر آبخیزداری اقدامات مورد لزوم صورت بگیرد، چراکه عمدتاً پوشش روی دامنه به صورت قطعات درشت و منفصل بوده و گاهی توسط پوشش قارچ مانند و یا پوشش ضعیف گیاهی محافظت می‌شوند.



نقشه ۳: پهنه‌بندی فرسایش و رسوب در حوضه‌نچی

تخریب مکانیکی در این مناطق شدید بوده و واریزه‌ها در جهت شیب تا جایی که نیروی ثقل اجازه می‌دهد روی دامنه‌ها به طرف پایین حرکت کرده است و بر اثر تخریب و فرسایش شدید هیچ‌گونه خاکی در سطح آن دیده نمی‌شود. در دامنه‌های مقعر که جهت شیب توپوگرافی آن دارای همگرایی درونی است بر اثر بارش باران‌های شدید در زمان کوتاه، شیاری در سطح خاک روی دامنه‌ها ایجاد شده است و این شیاری نوعی فرسایش خاص را



و دائمی است ولی باید توجه کرد در مناطقی که شدت فرسایش بالا است ابتدا باید با روش‌های مکانیکی از شدت فرسایش کم کرد و سپس به انجام عملیات بیولوژیکی دست زد.

#### اقدامات مدیریتی در حوضه که خود شامل موارد ذیل می‌باشد:

- تأمین سوخت روستائیان و جلوگیری از بوته کنی و سوزاندن درختان.
- آشنا کردن روستائیان با روش‌های جدید شخم و آبیاری و کشت محصولات که نیاز آبی کمتری دارند.
- تأمین سوخت زمستانه روستائیان به منظور جلوگیری از بوته کنی.
- اعمال مدیریت و برنامه‌ریزی اصولی در مورد مراتع از نظر کنترل چرای دام در مراتع.
- با توجه به وضع موجود منطقه و پوشش گیاهی فعلی باید گفت که اجرای عملیات سازه‌های بسیار کارسازتر از عملیات بیولوژیک است و لذا کافی است که دره‌ای با تکیه گاه‌های مناسب که در تمام حوضه به وفور یافت می‌شود در نظر گرفت و عملیات بندهای گابیونی را اجرا نمود. تمام آبراهه‌های موجود در حوضه برای احداث انواع بندها و سد‌های گابیونی (کوتاه و بلند) و سایر سازه‌های دیگر مورد تأیید بوده و از نظر زمین‌شناسی محدودیتی وجود ندارد. بر اثر چرای مفرط دام و قطع سرشاخه‌های درختان برای تأمین علوفه دام، در چند سال اخیر فرسایش به شدت افزایش پیدا کرده است.

#### منابع و مآخذ

- ۱- ابرلندر، تنو دور؛ رودخانه‌های زاگرس از دیدگاه ژئومورفولوژی، ترجمه رجیبی، م. و عباس نژاد انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۷۹.
- ۲- اسکندری، پارتیشیا؛ مقدمه‌ای بر مراحل مختلف فرسایش، حمل و ته‌نشست مواد رسوبی، مه‌اب قدس، شماره ۳۳، تابستان ۱۳۸۲.
- ۳- اصغری مقدم، محمد رضا؛ کاربرد تصاویر ماهواره‌ای ای. تی. ام در مطالعات ژئومورفولوژی، مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره ۵۹، سال ۱۳۷۶.
- ۴- اسانپور، محمد تقی؛ فرسایش و رسوب، واقعیت‌ها و رهیافت‌ها، پژوهش و سازندگی، سال ۱۳ شماره ۴۷، ۱۳۷۹.
- ۵- باقرزاده کریمی، م؛ بررسی کارایی مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۲.
- ۶- حکیم خانی، ش؛ مروری بر مطالعات و پایان‌نامه‌های انجام شده بر روی مدل پسیاک در ایران، سمینار دوره دکتری آبخیزداری دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.
- ۷- دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها؛ مجموعه مقالات دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، مرکز انتشارات کمیسیون ملی یونسکو در ایران، خرم‌آباد، ۱۳۷۹.
- ۸- رامشت، محمدحسین؛ کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی و عمران ناحیه‌ای، قومس، ۱۳۷۳.
- ۹- رجایی، عبدالحمید؛ ژئومورفولوژی کاربردی در برنامه‌ریزی و عمران ناحیه‌ای، قومس، ۱۳۷۳.
- ۱۰- زمردیان، محمدجعفر؛ ژئومورفولوژی ایران، فرآیندهای ساختمانی و دینامیک

درونی (۱)، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۱.

- ۱۱- زمردیان، محمدجعفر؛ ژئومورفولوژی ایران، فرآیندهای اقلیمی و دینامیک بیرونی (۲)، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۱.
  - ۱۲- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ نقشه توپوگرافی ۱:۵۰/۰۰۰، مریوان و چناره، ۱۳۷۵.
  - ۱۳- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی؛ مجموعه گزارش‌های طرح توسعه اقتصادی اجتماعی استان کردستان، ۱۲ جلد، ۱۳۷۲.
  - ۱۴- سیف، عبدالله؛ مدیریت محیطی حوضه‌های آبی از دیدگاه سیستمی و آمایشی، همایش توانمندی‌های جغرافیای در برنامه‌ریزی‌های توسعه، ۱۲ و ۱۳ دیماه، واحد دانشگاه آزاد مشهد، ۱۳۸۰.
  - ۱۵- علمی زاده، هیوا؛ هیدروژئومورفولوژی حوضه‌نچی با تأکید بر رسوب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
  - ۱۶- علیزاده، امین؛ هیدروژئولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۸۱.
  - ۱۷- غازی، ایران؛ روش تحلیل حوضه‌های رودخانه‌ای، مجله علمی سیستان و بلوچستان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۷۵.
  - ۱۸- غازی، ایران؛ مدیریت پایدار حوضه رودخانه‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، ۱۳۸۰.
  - ۱۹- کوک، آریو و دورکمب، جی‌سی؛ ژئومورفولوژی و مدیریت محیط (۲ جلد)، ترجمه گودرزی نژاد، انتشارات سمت، ۱۳۷۸.
  - ۲۰- محمودزاده، احمد؛ بررسی رابطه رسوب تولیدی و کاربری زمین، جنگل و مرتع، شماره ۳۶، ۱۳۷۶.
  - ۲۱- مخدوم، مجید؛ شالوده آمایش سرزمین، دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.
  - ۲۲- معتمد، احمد؛ رسوب‌شناسی، دو جلد، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.
  - ۲۳- مقیمی، ابراهیم و محمودی، فرج‌ا...؛ روش تحقیق در جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، نشر قومس، ۱۳۸۳.
  - ۲۴- مهدوی، محمد؛ هیدروژئولوژی کاربردی، ۲ جلد، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.
  - ۲۵- وزارت نیرو، اداره آب‌های سطحی؛ آمار ایستگاه‌های کلیما تولوژی، باران سنجی و تبخیرسنجی مریوان، گاران سرچشمه ونچی.
- 26- Ghazi, Iran; Water Resource Management and Planning Challenges of the thil Development Plan. in iran:
- 27- Ghayoor, Hassan ali: Prediction of Peak runoff from Utemperate Area, Water resources management. Rainfall in Academic Publication Nether Lands No5pp 63-84, Kluwer 199.

#### پی‌نوشت

- ۱- بررسی‌های انجام شده توسط وزارت نیرو میزان جریانات زیرزمینی را در حدود ۱۰ میلیون مترمکعب در سال برآورد نموده است. همچنین میزان مصرف آب توسط بخش کشاورزی، از حدود ۱۳ میلیون مترمکعب در سال بالغ می‌گردد. بنابراین میزان متوسط آبگذاری در ایستگاه‌نچی بعد از کسر جریانات زیر سطحی و برداشت‌های بالادست به حدود ۱۳/۶ میلیون مترمکعب بالغ می‌گردد.