

میزان فرسایش خاک و رسوبدهی معادل با میزان سیلاب در حوضه فارسبان با استفاده از GIS

داریوش ابوالفتحی کارشناس ارشد ژئومورفولوژی
مهرداد کیانی کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی

چکیده

موضوع این تحقیق بررسی فرسایش خاک و رسوبدهی در حوضه آبخیز فارسبان یکی از حوضه‌های گاماسیاب با توجه به روش PSIAC می‌باشد که در آن ۱۳ ایستگاه مورد مطالعه قرار گرفته، نرم‌افزارهای مورداستفاده در زمینه تهیه و تفسیر نقشه‌های منطقه ARCVIEW و برای تجزیه و تحلیل یا دامنه‌های آب و هوا، کاربری اراضی، پوشش گیاهی عامل فرسایش سطحی، زمین‌شناسی، فرسایش رودخانه‌ای و با توجه به پهنه‌بندی فرسایش نتیجه می‌گیریم که فرسایش خاک در این حوضه نسبتاً بالاست و نقشه فرسایش به صورت کلاس‌های مختلف طبقه‌بندی شده است و به ترتیب از خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم، یا جزئی و سپس با استفاده از فرمول $os=38/75e 1333r$

میزان تولید رسوبدهی سالانه برحسب کیلومتر مکعب در کیلومتر مربع به دست آمده است در میان فاکتورهای شرح داده شده فاکتور فرسایش سطحی و نوع خاک و پوشش گیاهی به ترتیب بیشترین اثر را داشته است ..

این روش برای اولین بار در سال ۱۳۵۲ در حوضه آبخیز استفاده شده با توجه به دقت خوب آن در مقایسه با سایر روش‌ها و مدل‌های تجربی در بعضی حوضه‌های داخلی چون هلیل‌رود- مارون، دوخواهران مورد استفاده قرار گرفت و اخیراً مطالعات زیادی انجام گرفته است و روش مناسبی برای تخمین فرسایش و رسوب می‌باشد .

واژه‌های کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی ، PSIAC ، ARCVIEW

فارسبان، رسوبدهی، فرسایش .

مقدمه

فرسایش خاک عبارت از فرسودگی و از بین رفتن مداوم خاک سطح زمین توسط آب و باد هرچند این پدیده‌ها طبیعی بوده، و جلوگیری از آنها امکان‌پذیر نمی‌باشد لیکن می‌توان با شناخت فنی و مطالعات موردی در حوضه از روش‌های کمی استفاده کرد و تا حدی از سرعت و شدت فرسایش آن کاست در غیر این صورت مشکلات و معضل از دست دادن میلیاردها تن خاک و میلیاردها مترمکعب آب نابودی جامعه گیاهی و گسسته شدن جامعه روستایی و عشایری را به دنبال خواهد داشت. عدم آگاهی آبخیز از اثرات مخرب فرسایش که بطور عمده می‌توان از افت حاصل‌خیزی خاک، کاهش آب‌های زیرزمینی، ایجاد سیل‌های خطرناک و طوفان‌های ماسه‌ای پرشدن سریع مخازن سدها و ... نام برد.

هدف از این مطالعه کاستن از فرسایش خاک است که در این زمینه نقش انسان بعنوان عامل اصلی در کنار سرمایه و تکنیک بسیار مهم است، سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزار قدرتمندی برای کار براساس داده‌های مکانی می‌باشد و امکان انجام آنالیزهای پیچیده با مجموعه داده‌های مختلف مکانی و غیرمکانی به صورت توأم از مهم‌ترین قابلیت‌های GIS است که باروش دیگر مانند روش دستی و سنتی غیرقابل اجراست.

مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه

منطقه موردنظر در بخش جنوب غربی استان همدان واقع گردیده است و جز حوضه سیاسی نهاوند می‌باشد. منطقه فارسپان نهاوند یکی از زیر حوضه‌های گاماسیاب جزء حوضه کرخه واقع در استان همدان است این منطقه در شمال غربی نهاوند بین عرض شمالی ۳۴/۱۲ تا ۳۴/۲۰ و طول شرقی ۴۷/۵۵ تا ۴۸/۶

قرار دارد حداکثر ارتفاع آن ۳۲۱۰ متر از سطح دریا و مساحت کلی حوضه ۱۳/۳۵ هکتار می‌باشد که زیر حوضه A و B مستقیم می‌شود طول آبراهه اصلی در حوضه A برابر ۱۴/۳ و در حوضه B برابر با ۱۲/۳ کیلومتر است، ضریب تراکم زه‌کشی زیر حوضه برابر با ۱/۴۸ و در زیر حوضه b برابر ۱/۳۶ بود که شکل هر دو حوضه مستطیل می‌باشد، متوسط حداکثر بارندگی روزانه ۴۹/۸ میلی‌متر و تعداد بارندگی ۶ ساعته با دوره برگشت ۲ ساله ۸/۹ میلی‌متر برآورد گردیده است. شیب متوسط حوضه ۱۴/۰۲a و برای حوضه b ۲۳/۰۵ و متوسط حوضه ۱۸ می‌باشد.

روش مورد مطالعه و مدل‌بندی

داده‌های مورد نیاز که شامل اطلاعات زمین‌شناسی سطحی- خاک، آب و هوا، روان آب، پستی و بلندی، پوشش گیاهی و کاربرد اراضی وضعیت فعلی فرسایش رودخانه‌ای جمعاً ۹ فاکتور را شامل می‌شود این داده‌ها هر کدام از طریق شیوه خاص خود و از مدل ویژه‌ای به دست می‌آیند پس به هر کدام از این فاکتورها با نقشی که در فرسایش دارند و به خاطر ویژگی مدل psiac وزنی که از ۱۰- تا ۱۰ یا ۰ تا ۲۵ متغیر است به آنها داده می‌شود و سپس این داده‌ها را با یک شیوه ساده جمع‌بندی نموده و عدد بدست آمده که دامنه تغییرات آن از ۰ تا ۱۰۰ خواهد بود بیان ضریب فرسایش منطقه است. بر مبنای داده‌های تهیه شده می‌توان برای منطقه مدلی را پیشنهاد نمود تا نتیجه صحیحی به دست آید. جهت انجام صحیح مدل فرسایش با استفاده از نرم‌افزار arcview ابتدا نقشه‌های اسکن شده و فایل‌های رقومی نقشه‌ها توسط نرم‌افزار فوق خوانده شد و با استفاده از روش رقومی‌سازی تمام پدیده‌های نقطه‌ای، خطی، پلی گنی مورد نیاز رقومی شدند و عملیات شبکه بر روی آنها اعمال گردید.

فرمول مورد استفاده برای تهیه نقشه پهنه بندی فرسایش به صورت زیر است:

$$P = X_1 + 16/67(2) + 0/2(3) + 0/3(4) + 0/33(5) + 0/02(6) + (20 - 0/02(7) + 0/25(8) + 1067(9))$$

تهیه لایه های اطلاعاتی

برای تهیه لایه های اطلاعاتی ذکر شده با توجه به منابع اطلاعاتی به شرح زیر عمل شده است:

الف) بهره گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه لایه های اطلاعاتی شامل شیب، زمین شناسی

ب) بهره گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه لایه های اطلاعاتی شامل کاربرد اراضی و سنگ شناسی و نقشه پوشش گیاهی

جدول شماره ۱: عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب با نمرات مربوط در روش PSIAC

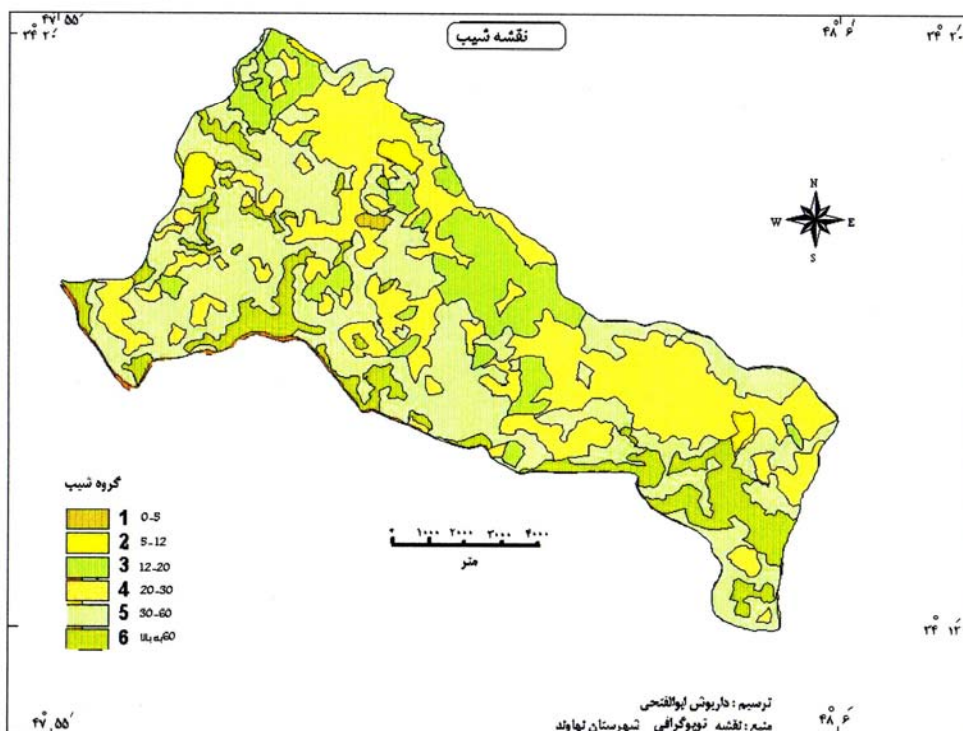
ردیف	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب	نمرات مشخص کننده تاثیر عوامل در فرسایش خاک و تولید رسوب
۱	زمین شناسی سطحی surface geology	۰-۱۰
۲	خاک Soil	۰-۱۰
۳	آب و هوا climat	۰-۱۰
۴	روان آب Run off	۰-۱۰
۵	پستی و بلندی Topography	۱۰-۲۰
۶	پوشش زمین Ground cover	۱۰ تا -۱۰
۷	استفاده از زمین Land Usc	۱۰ تا -۱۰
۸	وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه آبخیز Up land erosion	۰-۲۵
۹	فرسایش رودخانه ای و حمل رسوب Channel erosion and sediment transport	۰-۲۵

۱- تهیه نقشه شیب

برای تهیه نقشه محدوده مورد مطالعه از نقشه توپوگرافی نهانند با مقیاس ۱:۴۰۰۰ استفاده شده است و خطوط تراز از نقشه‌های توپوگرافی رقومی شدند پس از رقومی نمودن خطوط تراز مدل رقومی ارتفاعی حوضه تهیه و نقشه شیب را در حوضه فارسبان بدست آمد که با توجه به اهمیت آن نمره (وزن) بین ۰ تا ۲۰ داده شده است.

جدول ۲: تعیین پستی و بلندی در فرسایش خاک و تولید رسوب

کم (۰)	متوسط (۱۰)	زیاد (۲۰)
<p>- مناطق با شیب آرام (کمتر از ۵ درصد)</p> <p>- دشت آبرفتی گسترده</p>	<p>- فلات‌ها با شیب متوسط (کمتر از ۲۰ درصد)</p> <p>- گسترش متوسط مناطق سیل‌گیر با واحدهای فیزیوگرافی بادبزی شکل</p>	<p>- مناطق با شیب تند (بیشتر از ۳۰ درصد)</p> <p>- ارتفاع زیاد، پستی و بلندی زیاد</p> <p>- بسترهای با شیب تند و در حال عمیق تر شدن پستی و بلندی‌ها</p>

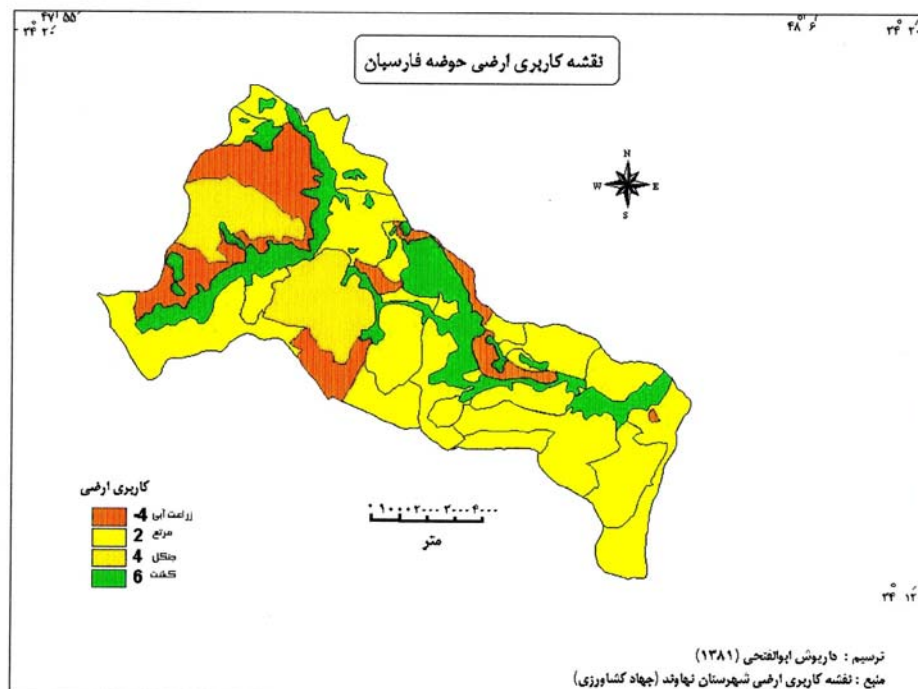


۲- تهیه نقشه قابلیت اراضی

برای تهیه نقشه قابلیت اراضی محدوده موردنظر از یک برگ نقشه منابع و قابلیت اراضی شهرستان نهاوند جدول (۲) نحوه امتیازدهی، بامقیاس $\frac{1}{50000}$ استفاده شده است. جدول (۳) نحوه امتیازدهی به عامل شیب سطح حوضه را نشان می‌دهد.

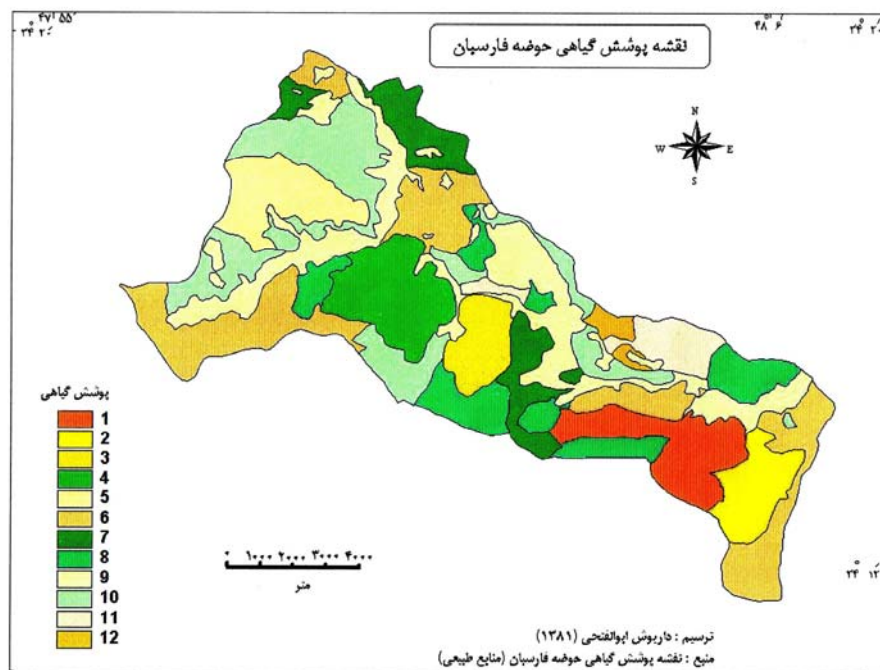
جدول ۳: نحوه امتیازدهی به عامل شیب سطح حوضه

کم (۱۰-)	متوسط (۰)	زیاد (۱۰)
<ul style="list-style-type: none"> - زمین بایر - میزان چرای محدود - بدون جاده یا معبر 	<ul style="list-style-type: none"> - کمتر از ۲۵ درصد کشت شده است - کمتر از ۵۰ درصد تحت چرای متوسط باشد - کمتر از ۵۰ درصد پوشش گیاهی جنگلی بتازگی قطع شده باشد - وجود جاده و دیگر ابنیه 	<ul style="list-style-type: none"> - بیش از ۵۰ درصد تحت کشت - تقریباً تمام سطح تحت چرای متراکم - بقایای گیاهی تمام سطح به تازگی سوزانده شده باشد - پوشش جنگلی بتازگی بریده شده باشد - بریدگی‌های عبور جاده موجود باشد



۳- تهیه نقشه پوشش گیاهی

برای تهیه نقشه پوشش گیاهی محدوده موردنظر از نقشه پوشش گیاهی شهرستان نهاوند با وزن‌دهی پوشش گیاهی از ۱۰ تا ۱۰- استفاده شده است.

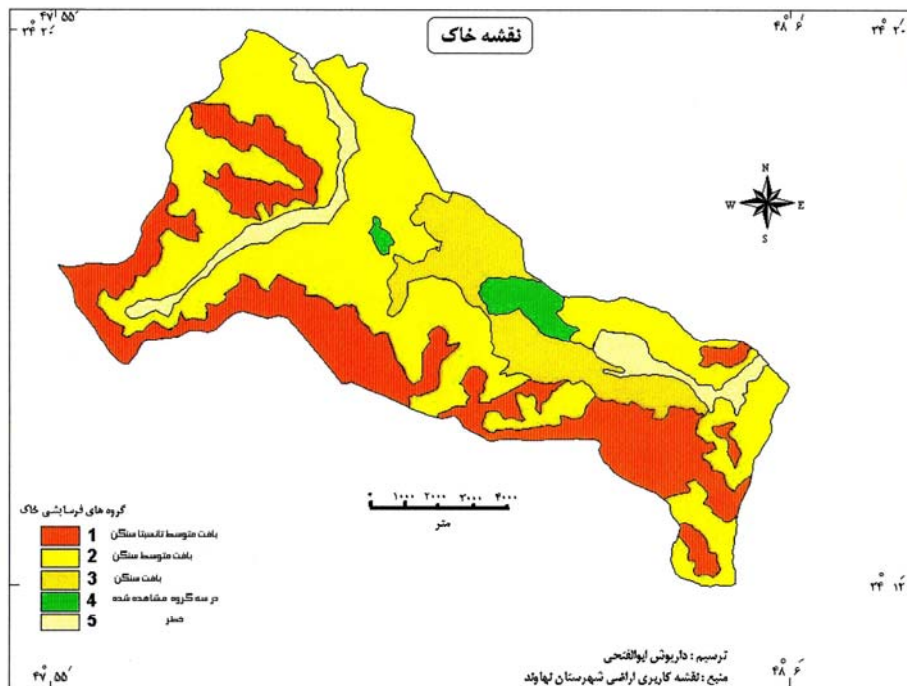


۴- تهیه نقشه خاک

برای تهیه نقشه محدوده موردنظر از نقشه $\frac{1}{250000}$ کاربری اراضی اداره آب و خاک استان همدان استفاده شده است که سری خاک در محدوده موردنظر تشخیص داده شده و وزن‌دهی از ۱۰-۰ می‌باشد.

جدول ۴: نحوه تعیین امتیاز عامل خاک در تولید رسوب

کم (۰)	متوسط (۵)	زیاد (۱۰)
<ul style="list-style-type: none"> - دارای درصد زیادی از تخته سنگ - تخته‌سنگ‌هایی با ساختمان محکم - بالابودن مقدار مواد آلی خاک 	<ul style="list-style-type: none"> - بافت متوسط - دارای قطعات تخته سنگی پراکنده - لایه‌های آهکی - بافت قلوه سنگی 	<ul style="list-style-type: none"> - بافت ریز با پراکندگی زیاد، شور، قلیایی دارای قابلیت انبساط و انقباض زیاد - بافت شنی - بافت شنی، لومی از جنس گرانیت



تهیه نقشه زمین‌شناسی

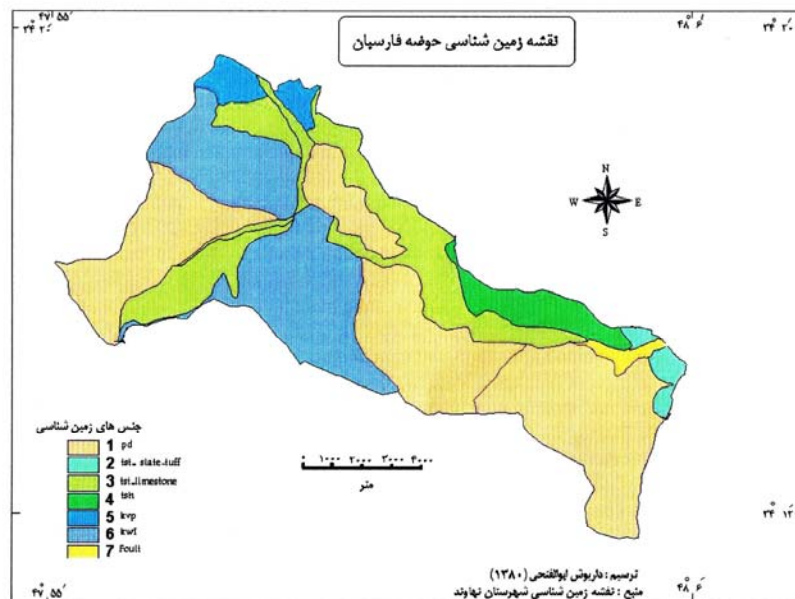
برای تهیه نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد نظر از نقشه زمین‌شناسی شهرستان نهاوند با مقیاس $\frac{1}{100000}$ سری ۵۶۵۸ استفاده شده است. منطقه مورد نظر تقریباً در مرکز کمربند چین‌خورده زاگرس و منطقه دگرگون‌سندج-سیرجان واقع شده است.

تهیه نقشه سنگ‌شناسی

برای تهیه نقشه سنگ‌شناسی محدوده مورد نظر از نقشه زمین‌شناسی شهرستان نهاوند استفاده شده است.

شناخت ویژگی‌های زمین‌شناسی سطحی حوضه آبخیز برای ارزیابی فرسایش و رسوب‌زایی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد میزان فرسایش در سطح سنگ و تولید رسوب را می‌توان تحت‌تأثیر دو عامل اساسی در نظر گرفت:

- ۱- عوامل دینامیکی مانند آب، هوا، شرایط جغرافیای ناحیه و زمین‌ساخت ناحیه.
- ۲- عوامل استاتیکی که به لیتو لوژی منطقه وابسته هستند. برای تعیین مقدار عامل زمین‌شناسی سطحی در هر یک از اجزای واحد اراضی و واحدهای هیدرولوژیک مساحت تحت اشغال هر گروه در آنها مشخص و متوسط مقدار عامل زمین‌شناسی سطحی که بین ۱۰ تا ۰ باشد از طریق میانگین وزنی محاسبه می‌شود.



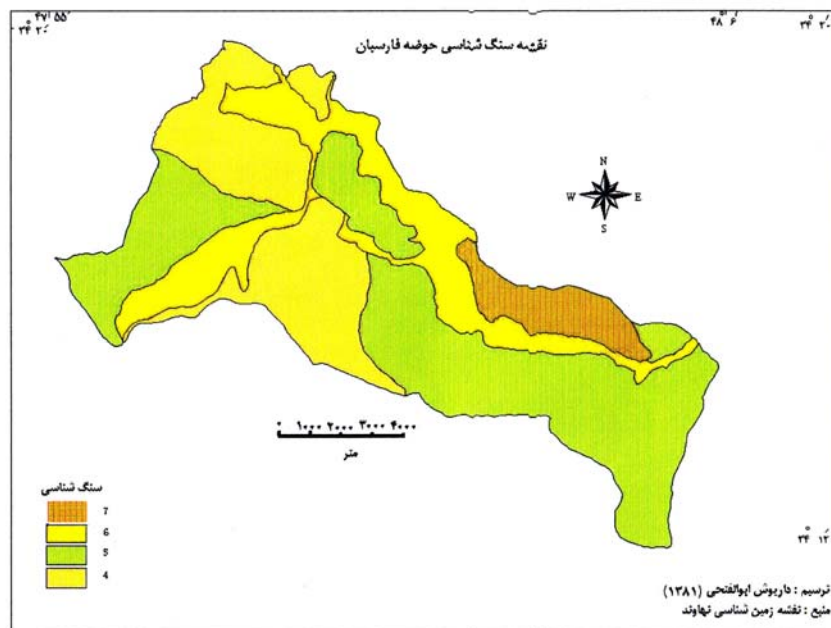
تهیه نقشه سنگ‌شناسی

برای تهیه نقشه سنگ‌شناسی محدوده موردنظر از نقشه زمین‌شناسی شهرستان نهاوند استفاده شده است. شناخت ویژگی‌های زمین‌شناسی سطحی حوضه آبریز برای ارزیابی فرسایش و رسوب‌زایی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. میزان فرسایش در سطح سنگ و تولید رسوب را می‌توان تحت تأثیر دو عامل اساسی در نظر گرفت.

۱- عوامل دینامیکی

۲- عوامل استاتیکی

برای تعیین مقدار عامل زمین‌شناسی سطحی در هر یک از اجزاء واحد اراضی و واحدهای هیدرولوژیک مساحت تحت اشغال هر گروه در آنها مشخص و متوسط مقدار سنگ‌شناسی سطحی بین صفر تا ۱۰ می‌باشد از طریق میانگین وزنی محاسبه می‌شود.



ترسیم: داریوش ابوالفتحی (۱۳۸۱)
منبع: نقشه زمین‌شناسی نهاوند

عامل فرسایش سطحی

برای بررسی نقش عامل فوق در تولید رسوب، فرسایش سطحی موجود در حوضه آبخیز مانند فرسایش بارانی، فرسایش ورقه‌ای، فرسایش شیاری و فرسایش خندقی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بدلیل اهمیت این عامل در تولید رسوب امتیاز آن بین ۰ تا ۲۵ تغییر می‌کند، در صورتی که در سطح زمین هیچ‌گونه فرسایشی مشاهده نشود امتیاز ۰ و در صورتی سطح زمین درگیر فرسایش‌های از نوع شیاری و خندقی باشد امتیاز ۲۵ منظور می‌گردد که از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$X8 = 25 \text{ s-s-f}$$

در حوضه فارسبان فرسایش عموماً آبراهه‌ای می‌باشد.

عامل فرسایش رودخانه‌ای

آخرین عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در روش PSIAC فرسایش رودخانه‌ای انتقال رسوب می‌باشد در این عامل دو پدیده فرسایش کناره‌ای و حمل رسوب توسط سیلاب مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. در روش PSIAC با توجه به این که در هر حوضه آبخیز، فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب می‌تواند سهم زیادی از رسوب‌زایی را به خود اختصاص دهد. بنابراین این عامل امتیاز از ۰ تا ۲۵ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵: نحوه امتیازدهی به عامل وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز رانشان می دهد

کم (۵)	متوسط (۱۰)	زیاد (۲۵)
- عدم وجود فرسایش - فرسایش کم	- وجود انواع مختلف فرسایش در حدود ۲۵ درصد سطح اراضی - فرسایش بادی با رسوبگذاری در نه‌رهای آب - فرسایش متوسط	- وجود فرسایش خندقی، شیاری و توده‌ای در بیش از ۵۰ درصد سطح اراضی - بالابودن میزان فرسایش

عامل روان آب

اصولاً در این روش توصیه شده است عوامل آب و هوا و هرز آب دو عامل متغیر و مرتبط باشند. بنابراین درجه رسوب‌دهی عامل روان آب با توجه به عامل آب و هوا تعیین و در محاسبه وارد می‌شود در روش PSIAC عامل روان آب بین ۱۰ تا ۰ متغیر می‌باشد عدد صفر برای حوضه‌های آبخیزی است که دارای نفوذپذیری بسیار خوبی بوده و عدد ۱۰ برای حوضه‌های آبخیز است که نفوذپذیری آنها کم است آبدهی سالانه آن ۶۳۳ لیتر و متوسط آبدهی سالانه ۲/۵ لیتر در ثانیه می‌باشد و روان آب‌های ناشی از ذوب برف و جریان‌های سطحی معادل ۱۴ میلیون مترمکعب است.

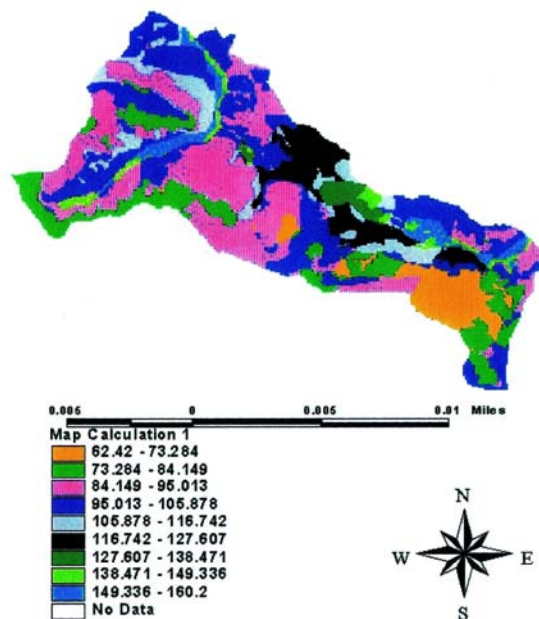
برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب

برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب پس از تعیین امتیاز ۹ عامل در نظر گرفته شده است در مدل psiac و به دست آوردن مجموع نمرات آنها به منظور تعیین میزان فرسایش و رسوب‌زایی و جلوگیری از هرگونه اشتباه که در عمل

وزن‌دهی (نمره) عامل دارد از رابطه بین درجه رسوبدهی و میزان تولید رسوب به شرح زیر استفاده بعمل می‌آید.

که در آن qs : میزان رسوبدهی سالانه بر حسب مترمکعب در کیلومترمربع R : درجه رسوبدهی یعنی مجموعه امتیازات عوامل مختلف در نظر گرفته شده در مدل $psiac$ رابطه فوق با درجه همبستگی $r=9964\%$ از نظر آزمون در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

باید در نظر داشت که میزان فرسایش خاک و تولید رسوب محاسبه شده $psiac$ مجموعه رسوبدهی هر واحد مطالعاتی مورد نظر می‌باشد: زیرا در این روش فرسایش خاک و رسوب‌زایی هر واحد تحت عنوان با رسوب نامیده می‌شود که مجموعه با بار معلق و کف می‌باشد که با در دست داشتن وزن مخصوص متوسط رسوب معلق و بارکف و توان وزن رسوب سالانه را بر حسب تن در کیلو مترمربع می‌توان برآورد نمود.



جدول ۶: تعیین میزان تولید رسوب سالانه و کلاس بندی فرسایش خاک در روش

PSIAC

کلاس رسوب دهی	شدت رسوب دهی	تولید رسوب مترمکعب	سالانه یک متر در مایل مربع	نمرات نشان دهنده شدت رسوب دهی
V	خیلی زیاد	>۱۴۶۹	>۳	>۱۰۰
IV	زیاد	۴۷۶-۱۴۲۹	۱-۳	۷۵-۱۰۰
III	متوسط	۲۳۸-۴۷۶	۱-۵٪	۵۰-۷۵
II	کم	۹۵-۲۳۸	۰.۵-۲٪	۲۵-۵۰
I	خیلی کم	<۹۵	<۰.۲٪	۰-۲۵

نتایج

باتوجه به نقشه تهیه بندی و برآورد رسوب که برحسب مترمربع در مترمکعب کلاس بندی شده می توان نتیجه گیری کرد که اگر مناطقی که شیب تند و پوشش گیاهی کمتر، جنس سنگ ها از نوع شیست، اسلیت، فرسایش سطحی آبراهه های و یا شیاری، و فرسایش رودخانه کناری را دارا باشند فرسایش پذیری بیشتر است. در قسمت جنوبی این حوضه شیب تندتر اما با توجه به پوشش گیاهی نسبتاً متوسط و تشکیلات آهکی اثر فرسایش آن کم است، خاک منطقه دارای بافت متوسط و سنگین است که در قسمت جنوبی حوضه با توجه به شیب بیشتر در معرض فرسایش پذیری قرار دارد. بارندگی در منطقه مورد مطالعه در حدود ۵۵ میلیمتر است و هنگام بارندگی قسمت شمالی حوضه به علت پوشش گیاهی کمتر نفوذپذیری کمتری دارد که باعث سیل هرز آب شده و میزان فرسایش رابالامی برد. قطر قطرات باران نیز هنگام برخورد با زمین نقش مهمی در فرسایش دارد که در جایی که پوشش گیاهی کمتر است بدون مانع به خاک برخورد کرده فرسایش را

شدیدتر می‌کند. عامل فرسایش سطحی که بیشتر از نوع آبراهه‌ای و شیاری می‌باشد در قسمت شمالی حوضه بیشتر دیده می‌شود عامل فرسایش رودخانه‌ای در نواحی که بستر بر روی سنگ‌های مقاوم آهکی یا آذرینی واقع شده، بستر عریض‌تر شده و فرسایش بستر چندان محسوس نمی‌باشد. اما در اغلب نقاط در حاشیه رودخانه رسوب آهکی واریزه‌ای وجود دارد که شدیداً تحت‌تاثیر فرسایش کناره‌ای و آثاری بصورت دندانه‌ای در کنار رودخانه گویای موضوع می‌باشد. در یک جمع‌بندی کلی در میان موارد شرح داده شده فرسایش رودخانه‌ای، سطحی، خاک، بارندگی آب و هوایی، و شیب به ترتیب بیشترین تاثیر را داشته. فرسایش و میزان تولید رسوب سالانه خیلی بالا می‌باشد که لازم است برای کاهش آن اقدام نماییم.

پیشنهادهات

- ۱- در قسمت جنوبی حوضه از چرای بیرویه جلوگیری شود.
- ۲- در قسمت شمالی که پوشش گیاهی تنک می‌باشد دامداری به صورت مدار بسته انجام گیرد.
- ۳- در شمال حوضه، توسعه پوشش گیاهی ایجاد جنگل‌های مصنوعی و نشاءکاری مورد توجه قرار گیرد.
- ۴- جلوگیری از قطع پوشش گیاهی و درخت‌ها
- ۵- در دامنه‌ها و سراشیبی‌ها شخم زمین در جهت عمود بر شیب باشد.
- ۶- ایجاد تراس‌بندی
- ۷- ایجاد بانکت‌بندی
- ۸- احداث سدهای خشکه‌چین و بندهای کوچک در آبراهه‌ها تأسیس گردد.
- ۹- استفاده از کود حیوانی به جای کود شیمیایی انجام شود.

منابع ماخذ

- ۱- آمار و بارندگی ایران، قسمت دوم، حوضه آبخیز خلیج فارس و دریای عمان، وزارت نیرو و سازمان تحقیقات منابع آب (تماب) معاونت مطالعات آب‌های سطحی دوره (۷۳- ۱۳۴۸).
- ۲- محمدی، محمد، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات تهران، جلد اول، تیرماه (۱۳۷۱).
- ۳- نقشه توپوگرافی نهاوند $\frac{1}{50000}$ سری ۵۶۵۷ ثبت I، سازمان جغرافیای نیرو مسطح (۱۳۵۵).
- ۴- تلوری، عبدالرسول، شناخت فرسایش کناری رودخانه در دشت‌های رسوبی، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- ۵- رفاهی، حسینقلی، فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۷۵).
- ۶- نقشه توپوگرافی $\frac{1}{250000}$ همدان در سری ۵۵ برگ ۳۲۵.
- ۷- نقشه زمین‌شناسی نهاوند $\frac{1}{100000}$ سری ۵۶۵۸ توسط آقایان محمدیان، حسینی‌دوست مهدوی علوی.
- ۸- باقرزاده کریمی، بررسی کارایی مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب و تکنیک علمی سنجش از دور GIS.
- ۹- ابوالفتحی، داریوش، میزان فرسایش خاک و برآورد رسوب با روش پسیاک در حوضه فارسبان با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۸۲.
- 10-Leeber, m, 1999, sediment to loyyand sedimen t tray basin, fiet pub lisl black weel scince.
- 11-Tucker, m,198I, sedimentary petrology: An introluction: black well scientific pub London.