پهنه‌بندی فرسایش خاک در حوضه آبخیز آلازارچای با استفاده از مدل پسیاک

موسی عابدینی [۱*]، افشین پناهی [۲] ، فریبا اسفندیاری [۳] ، الهامه پورقاسمی [٤]

*۱- دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی (گرایش ژئومورفولوژی)

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی(گرایش ژئومورفولوژی)

۳- دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی(گرایش ژئومورفولوژی)

٤- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی (گرایش اقلیم‌شناسی)

ایمیل نویسنده مسئول: Abedini@uma.ac.ir

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۲/۱۳ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۳/٦

چکیده

خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشوری و تامین کننده غذای بشر است. مطالعه مسئله فرسایش خاک و به ویژه ارزیابی عوامل و پارامترهای موثر ضروری است. حوضه رودخانه آلازارچای یکی از حوضه‌های فرعی رودخانه بالهاری است. در این مطالعه، با تقسیم حوضه به سه زیر حوضه حمزه خانلو ، آلیله و قوزلو ، مقدار فرسایش و رسوب با استفاده از روش‌های PSIAC و MPSIAC بررسی شدند.داده‌های لازم در قالب لایه‌های اطلاعاتی وارد محیط GIS شده و با ترکیب آن‌ها نقشه پهنه‌بندی فرسایش و تولید رسوب آماده شد. در نهایت، با بررسی نه عامل موثر فرسایش خاک، حوضه از نظر شدت رسوب به دو طبقه متوسط و زیاد تقسیم شده و میزان رسوب سالیانه آن برآورد شده است. در این راستا، حوضه حمزه خان از نظر شدت رسوب در مدل PSIAC در کلاس رسوب‌دهی زیاد بوده و زیر حوضه آلیله و قوزلو در طبقه رسوب متوسط قرار دارند. رسوب ویژه کل حوضه ٤۲۷/۵۳ متر مکعب در کیلومتر مربع، زیر حوضه حوضه حمزه خان ٦۷٤/٦۰، زیر حوضه آلیله ٤۳۵ و زیر حوضه‌ی قوزلو ۳۰۸ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال است. با این حال، در مدل MPSIAC، حوضه حمزه‌خان در طبقه یا شدت رسوب متوسط و زیر حوضه‌های آلیله و قوزلو در طبقه رسوب یا شدت کم قرار داشتند. نتایج نشان می‌دهد که میزان رسوب در روش PSIAC تقریباً دو برابر میزان فرسایش در مدل MPSIAC است. از بین عوامل نه‌گانه، کاربری اراضی و وضعیت فعلی فرسایش رودخانه با بالاترین نمره نقش مهمی در تولید رسوب دارند.

کلمات کلیدی

" آبخیز آلازارچای"، " فرسایش خاک"، " مدل ام پسیاک"، رسوب

۱- مقدمه

فرسایش خاک، یک فرآیند طبیعی است که سطح از دست رفتگی خاک توسط عوامل محیطی مختلف نظیر آب و هوا، خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی را موجب می‌شود (عابدینی و همکاران، ۱٤۰۲: ۱۱۵). امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان، اهمیت مطالعات فرسایش خاک به عنوان یکی از مهمترین مسائل بخش توسعه‌ی پایدار کشاورزی و تولید غذا و عوارض زیست محیطی آن، بیشتر آشکار می‌باشد. فرسایش خاک به دلیل اثرات زیست محیطی و اقتصادی آن یک معضل جدی جهانی است که بسیاری از اکوسیستمهای طبیعی و انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (عابدینی و همکاران، ۱٤۰۱: ۱۰٦). مسأله‌ی فرسایش خاک و تخریب زمین یکی از مهمترین مسائل در علوم طبیعی است که ارزیابی پیامدهای زیست محیطی و اقتصادی آن به داده‌های کمی نیاز دارد. درضمن فرسایش خاک و آثار مخربی در بلند مدت بر اکوسیستم‌های طبیعی و نیز تحت مدیریت انسان دارد. فرسایش خاک موجب کاهش حاصلخیزی و بازده خاک، تأثیر نامطلوب بر کیفیت و کمیت روانآب‌ها، کاهش بازدهی سدها و کانال‌های آبیاری و تولید مواد غذایی دارد (عابدینی، ۱٤۰۰: ۱۰۰).یکی از مهم‌ترین دلایل افزایش فرسایش خاک عدم آگاهی از ارزش اقتصادی این موهبت اکوسیستم است. در دهه‌های اخیر، فرسایش خاک توسط رواناب (WSE) به یک مشکل جدی در سراسر جهان تبدیل شده است، زیرا نسبت منابع طبیعی و جمعیت به شدت در حال کاهش است. خاک سطحی اولین قسمتی است که در معرض فرسایش قرار می‌گیرد و مقدار مواد مغذی خاک در این سطح بسیار کاهش می‌یابد. این کاهش باعث کاهش مواد آلی (نیتروژن، فیف و پتاسیم) و سایر عناصر ضروری برای رشد محصولات زراعی (کلسیم، منیزیم و غیره) می‌شود (آریافر، ٤:۱۳۹٤). شناخت مناطق مختلف یک حوضه‌ی آبریز از نظر وقوع فرسایش و شدت آن همواره یکی از مهم‌ترین اهداف کارشناسان منابع طبیعی بوده است (عابدینی و همکاران، ۱٤۰۱: ٤۹).در حوضه آلازارچای سازندهای حساس به فرسایش، کاربری نامناسب اراضی، بافت خاک، شرایط توپوگرافی منطقه و ... عواملی هستند که با ایجاد فرسایش در سطح حوضه مذکور، به عنوان مسئله‌ی مهم در توسعه کشاورزی و

حفاظت منابع طبیعی است. در این مطالعه تلاش گردیده تا با استفاده از مدل PSIAC؛ به مطالعه مقادیر فرسایش خاک در حوضه آبخیز رودخانه آلازارچای پرداخته شود و در نهایت بخش‌های مستعد برای فرسایش در نقاط مختلف حوضه تفکیک و مشخص گردند. نبی پی لشکریان[۱] (۲۰۰۰) اقدام به بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر میزان فرسایش و رسوب کردند. نامبردگان با استفاده از مدل‌های MPSIAC و EPM، رسوب ویژه حوضه را در شرایط کاربری اراضی فعلی و آتی (متناس با استعداد اراضی) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل از این دو مدل نشان داد که در صورت اصلاش و احیای پوشش گیاهی و استفاده از اراضی بر استعداد خاک‌ها، فرسایش ویژه در مدل MPSIAC ۹,۲۳ درصد و در EPM، به میزان ۲۲.۹۸ درصد کاهش می‌یابد. تتزلاف[۲] و همکاران (۲۰۱۱) دست به ابداع مدلی زدند که با استفاده از آن توزیع متوسط فرسایش خاک و نرخ انتقال رسوب به آب های سطحی در آلمان مرکزی را برآورد کردند که نتیجه بدست آمده چنین بود که خطای برآورد با استفاده از مدل ابداعی، ۱/۷ تن بر هکتار در سال نسبت به شواهد دبی سنجی منطقه است. عرب‌آمری[۳] (۲۰۱۵) به برآورد رسوب و فرسایش با تکنیک نرم‌افزار GIS و با استفاده از مدل پسیاک در حوضه آبریز سردشت واقع در استان چهارمحال بختیاری پرداخت. نامبرده به این نتیجه رسید که عامل پوشش زمین و کاربری اراضی با بیشترین امتیاز (۱۵/۲٤) و عامل آب و هوا با کم‌ترین امتیاز (٤/۱۱) را در میزان رسوب حوضه مورد مطالعه داشتند و به‌طور کلی حوضه در طبقه فرسایش بالا قرار دارد. نتایج حاصل از مدل نشان می‌دهد که در حال حاضر این مدل برای حوضه مورد مطالعه موثر می‌باشد. رحمانی و همکاران (۲۰۲۱) کاربرد فناوری GIS در پهنه‌بندی و برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آجی چای را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مقایسه مقدار فرسایش در تعیین دقت روش‌ها نشان داد که روش MPSIAC نسبت به دو روش دیگر برای برآورد فرسایش و تولید سالانه بارش در شرایط طبیعی و اقلیمی حوضه مورد مطالعه مناسبتر است. عابدینی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی میزان فرسایش خاک و رسوب دهی در حوضه ی آبخیز مشکین‌چای به روش EPM پرداختند. نتایج نشان داد که، سه عامل مهم توپوگرافی، لیتولوژی و تغییرات کاربری اراضی در کنترل فرسایش و رسوب نقش مهمی ایفا نموده‌اند همچنین فرسایش ویژه ۲۱۵۵۳/۳ متر مکعب در سال، به دست آمد که نشان‌دهنده‌ی فرسایش خیلی شدید در حوضه‌ی آبخیز مورد مطالعه استامانی (۱۳۹۳)، به مدل‌سازی فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آق‌سو با استفاده از روش اصلاح شده PSIAC و GIS پرداخته است. مطالعات نشان می‌دهد که رسوب و بار رسوبی خاص حوضه آقسو و زیر حوضه‌های آن در مدل PSIAC اندکی بیش از دو برابر بار رسوبی و رسوبی خاص حوضه و زیر حوضه‌های آن در مدل MPSIAC قابل قبول تر است. رمضانی و همکاران (۱۳۹٦) نقش پارامترهای محیط طبیعی در فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبریز سد برنجستانک را به دو روش MPSIAC و EPM مورد مطالعه قرار داد. مقایسه مقادیر بدست آمده بین این دو روش نشان داد که میزان رسوب سالیانه در حوضه به روش MPSIAC برابر با ۲۲۱/۹۹ متر مکعب در کیلومتر و نرخ فرسایش خاص ٤۲٦/۹ متر مکعب در سال است. با روش EPM ، میزان فرسایش ویژه ۳٦۳/۷۱ متر مکعب در کیلومتر در سال و مقدار رسوب کل حوضه در سال ٦٤٥۹.٥٤ متر مکعب برآورد شده است. در نهایت، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که مدل آزمایشی MPSIAC دقیق تر از مدل آزمایشی EPM است زیرا از پارامترهای بیشتری استفاده می‌کند. علی بابالو (۱۳۹۹) به برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب با استفاده از مدل پسیاک اصلاح شده (MPSIAC) و ارتباط آن با شاخص‌های ژئومورفومتری در حوضه آبخیز کوزه توپراقی استان اردبیل پرداخت. نامبرده در این تحقیق به این نتیجه رسید که، مقدار فرسایش خاک برای کل حوضه بین ۰ تا ٦۲/ ۵۷ تن در هکتار در سال متغیر می‌باشد. همچنین براساس نتایج به‌دست آمده از تحلیل پارامترهای مربوط به فرسایش در مدل MPSIAC نشان داد که شاخص‌های استفاده شده در رابطه با فرسایش خاک، به‌خصوص شاخص قدرت جریان، به‌عنوان عامل تاثیرگذار نسبت به سایر پارامترهای دیگر می‌باشد. اصغری و همکاران (۱٤۰۰) به بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز گیوی چای و تاثیر آن بر فرسایش با استفاده از سنجش از دور و GIS پرداختند. عابدینی (۱٤۰۰) به بررسی کمی فرسایش خندقی و رسوبدهی با استفاده از شاخص‌های فرسایندگی باران، مورفومتری و رگرسیون خطی در حوضه آبخیز هرزندچای پرداخت. نتایج تحقیق نشانگر میزان بالای فرسایش خاک و توسعه خندق‌ها در حوضه مورد تحقیق است.عابدینی و همکاران (۱٤۰۱) به بررسی ارتباط شاخص‌های پوشش گیاهی و ژئومورفیک با مقادیر فرسایش و رسوب در حوضه آبریز کوزه توپراقی با

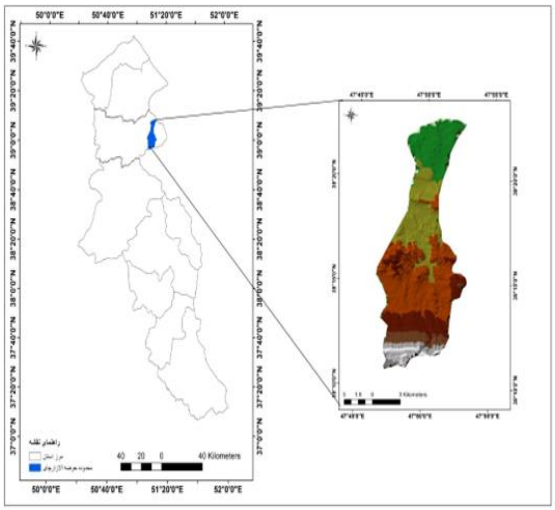
[۱] -Na bipey lashkaryan
[۲]-Tetzlaff
[۳] -Arabameri

استفاده از مدل پسیاک اصلاح شده (MPSIAC)، پرداختند. نتایج نشان داد که، ارتباط میان مقادیر فرسایش و رسوب در زیرحوضه‌های مورد مطالعه معنی‌دار است. علاوه براین، مقدار فرسایس و رسوب با مقادیر شیب نیز دارای رابطه‌ی معکوس و معنی‌دار هستند.همچنین عابدینی و همکاران (۱۴۰۱) به پهنه‌بندی فرسایش حوضهٔ آبریز رزن با استفاده از مدل‌های منطق فازی، EPM و BLM در محیط GIS پرداختند.

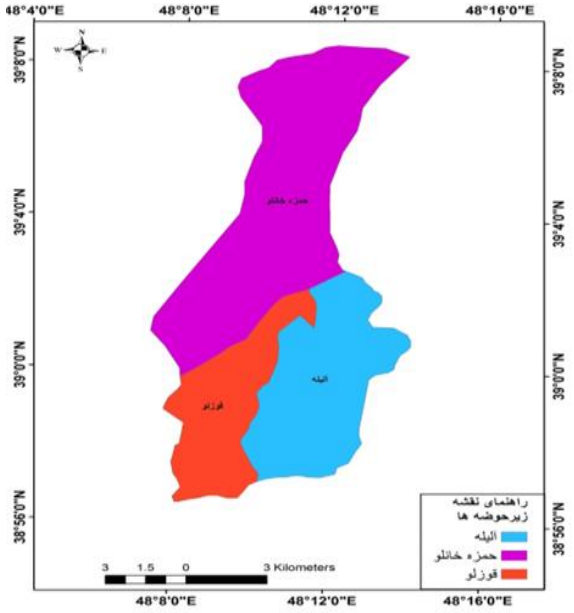
۲- روش انجام تحقیق

- محدوده مورد مطالعه

حوضه رودخانه آلازارچای یکی از حوضه‌های فرعی رود بلغار است. این حوضه با مساحت حدود ۱۲۰ کیلومتر مربع بین مختصات '۱۰ ، °۴۸ تا '۶ ، °۴۸ طول شرقی و '۵۸ ، °۳۸ تا '۳ ، °۳۹ عرض شمالی شمالی در شرق گرمی واقع شده است که در نقشه شماره (۱) نشان داده شده است. این رودخانه از ارتفاعات کوه‌های تالش واقع در مرز ایران و جمهوری آذربایجان سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه که یک رودخانه فصلی است، پس از دریافت آب از چند رودخانه کوچک دیگر فصلی در نزدیکی روستای تپه باشی وارد رودخانه بلغار می‌شود. حداقل ارتفاع حوضه ۴۰۰ متر در انتهای حوضه و حداکثر آن ۱۲۸۰ متر در قسمت جنوبی است و جهت شیب اصلی حوضه‌های جنوبی و شمالی است که آبراهه اصلی حوضه به دنبال این شیب جریان می‌یابد. به قسمت جنوبی شامل ارتفاعات زیاد و حدود ۷۰٪ مساحت حوضه و قسمت شمالی آن ارتفاع کمی دارد و بیشتر زمین‌های کشاورزی بوده و حدود ۳۰٪ مساحت حوضه را پوشش می‌دهد.



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز آلازارچای.



شکل ۲- نقشه پایه حوضه آبخیز آلازاچای

داده‌ها و روش تحقیق

به منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات زیر از سازمان‌های مربوطه، اقدامات لازم صورت گرفته شده است:

۱- نقشه‌های توپوگرافی، حوضه‌ی مورد مطالعه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰-.

۲- نقشه‌های زمین‌شناسی، منطقه مورد مطالعه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰.

۳ -داده‌ها و آمار هواشناسی حوضه مورد مطالعه (آب و هواشناسی استان اردبیل).

٤ -نرم‌افزارهای excel برای تهیه نمودارها و تجزیه و تحلیل داده‌ها.

٥ -نرم‌افزارهای Arc GIS و Arc view برای تهیه نقشه‌ها.

در مراحل مختلف مطالعه حاضر، از نرم‌افزارهای آماری و گرافیکی برای تهیه و ترسیم جداول، نمودارها، نقشه‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. اساسی‌ترین جنبه مطالعه حاضر شناسایی واحدهای کار ژئومورفولوژیکی حوضه مطالعه بود. بدین منظور ابتدا با استفاده از نرم افزار Arc Map اطلاعات موجود در نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی دیجیتالی شد. در مرحله بعد، نقشه‌های زمین ساختی، سنگ شناسی، هیدروگرافی، جهت و شیب با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد. با توجه به حجم زیاد اطلاعات و به منظور افزایش دقت کار، لایه‌های اطلاعاتی برای شناسایی واحدهای کاری با استفاده از نرم افزار Arc Map ادغام شده‌اند. از دیگر نرم‌افزارهای مورد استفاده در این تحقیق می‌توان به نرم‌افزارهای گرافیکی Surfer و Excell اشاره کرد که به ترتیب در تهیه نقشه‌ها و مشخصات، جداول و تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده

قرار گرفته‌اند. هدف از این مطالعه ارزیابی فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز آلازارچای می‌باشد. بدین منظور، پس از شناسایی حوضه‌های آبریز مورد مطالعه، به برآورد میزان رسوب با استفاده از مدل تجربی PSIAC روش با استفاده از GIS مستلزم این است که برای هر عامل موثر در فرسایش، یک لایه اطلاعاتی تهیه شود. لذا در این تحقیق با استفاده از نرم افزار arc gis ۱۰،۲ حوضه را به ۳ واحد هیدرولوژیکی مشخص تقسیم‌بندی (شکل۲) و عوامل MPSIAC را با توجه به واحدهای هیدرولوژیکی بررسی می‌نماییم.

۳-نتایج

تعیین درجه رسوب‌دهی زیرحوضه‌ها :

پس از مشخص شدن ارزش کمی، عوامل نه‌گانه در روش جدید پسیاک در حوضه‌ی آبریز مورد مطالعه، اعداد نهایی با هم جمع شدند و بدین ترتیب درجه رسوب‌دهی زیر حوضه و کل حوضه تعیین شد. سپس با استفاده از معادله زیر درجات رسوب‌دهی بدست آمده و به رسوب ویژه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع و در سال تبدیل شد. پس از می‌پردازیم. در این روش با توجه به شدت و ضعف هر عامل، عددی به آن نسبت داده می‌شود. سرانجام با در نظر گرفتن مجموع اعداد بدست آمده برای عوامل مختلف، میزان رسوبدهی حوضه برآورده می‌شود. این تعیین و محاسبه هر یک از نه عامل مورد مطالعه در روش MPSIACبرای هر زیر حوضه، به منظور تعیین میزان فرسایش هر زیر حوضه، شناسایی موثرترین عامل در تولید رسوب و شناسایی واحدهای بحرانی از نظر رسوب تولید لازم است میزان رسوب‌گذاری هر یک از این واحدها را محاسبه کرد. برای این منظور، نمره کل نه عامل در هر واحد محاسبه شده و میزان رسوب آن واحد در جدول (۱) مشخص شده است.با اعمال نتایج حاصل از جدول (۱) جهت برآورد و طبقه‌بندی شدت و درجه رسوب‌دهی در حوضه آبخیز آلازارچای می‌توان گفت که زیر حوضه حمزه‌خان، آلیله و قوزلو به ترتیب در درجه رسوب‌دهی۸۰/۹۲، ۶۸/۴۹ و ۷۳/۲۲ قرار دارند جدول ۲ نتایج این محاسبات را نشان می‌دهد.

جدول ۱: داده‌های لازم برای محاسبه میزان رسوب‌دهی در حوضه آلازارچای

زیر حوضه‌ها	عامل زمین-شناسی	عامل خاک	عامل آب و هوا	عامل رواناب	عامل توپوگرافی	عامل پوشش زمین	عامل کاربری اراضی	عامل وضعیت فعلی فرسایش	عامل فرسایش رودخانه‌ای	درجه رسوب‌دهی (متر مکعب در کیلومتر مربع)
حمزه‌خان	۷/۵۸	۱۰/۰۵	۵/۷۲	۳/۵٤	۳/۷۰	۱/۹٦	۱٦/۷۵	۱۵	۱٦/۷	۸۰/۹۲
آلیله	۷/۰۳	٤/۸۳	٦/۱۲	۲/۵۳	۷/٤۷	۱/۷۰	۱٤/۲۹	۱٤/۵	۱۰/۰۲	٦۸/٤۹
قوزلو	٦/۸٦	۷/۳۰	٦/۰۹	٤/۵۸	۷/٦۸	۱/۵۹	۱۵/۵۲	۱۵/۲۵	۸/۳۵	۷۳/۲۲
مجموع	۲۱/٤۷	۲۲/۱۸	۱۷/۹۳	۱۰/٦۵	۱۸/۸۵	۵/۲۵	٤٦/۵٦	٤٤/۷۵	۳۵/۰۷	۲۲۲/٦۳

جدول۲: امتیاز عامل کاربری اراضی در زیر حوضه ها.

ردیف	زیر حوضه ها	درصد تاج پوشش	امتیاز عامل نحوه استفاده از زمین
۱	حمزه خانلو	۸۱/۱۵	۱٦/۷۵
۲	آلیله	۲۸/۵۵	۱٤/۲۹
۳	قوزلو	۲۲/٤	۱۵/۵۲

-برآورد میزان رسوب توسط مدل پسیاک و ام پسیاک در حوضه آبخیز آلازارچای:پس از تعیین نمره ۹ عامل موثر بر فرسایش خاک و تولید رسوب در روش PSIAC و محاسبه میزان رسوب‌گذاری هر واحد، به منظور اعمال دقت بیشتر و جلوگیری از اشتباهات درون‌یابی و برون‌یابی برای برآورد میزان تولید رسوب از رابطه موارد زیر استفاده می‌شود:

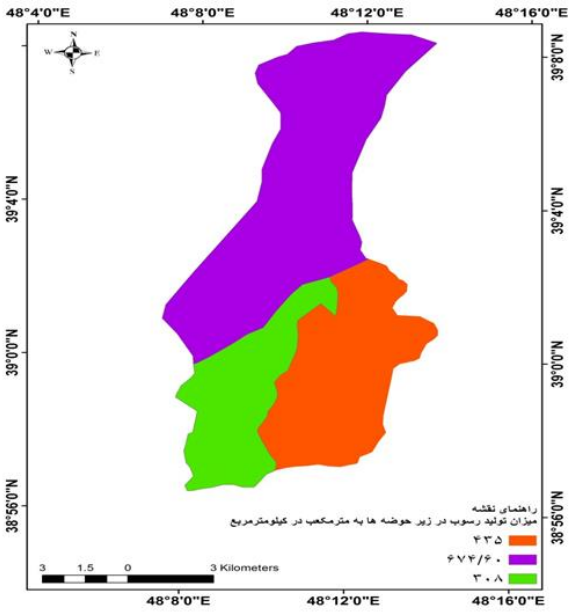
$$Qs = ۳۸,۷۷e^{۰,۰۳۵۳R}$$

میزان رسوب سالیانه بر متر مکعب در کیلومتر مربع = Qs

درجه رسوب‌دهی مجموع امتیازات عوامل نه‌گانه مدل = R MPSIAC

عدد نپرین ۲/۷۱۸۲۸۱۸۲۸ = e

نتایج برآورد میزان رسوب از مدل PSIAC نشان می‌دهد که کمترین میزان برآورد رسوب ۳۰۸ متر مکعب در هکتار در سال مربوط به حوضه قوزلو با کاربری جنگلی و بیشترین میزان رسوب برآورد شده ٦٧٤.٦٠ متر مکعب در هکتار در سال برای زیر حوضه حمزه‌خانلو با کاربری زراعی است .با توجه به جدول (۳)، نتایج به دست آمده از میزان فرسایش نشان حوضه آبخیز آلازارچای نشان داد که اراضی با فرسایش زیاد در زیر حوضه حمزه‌خان ، و اراضی با فرسایش متوسط در زیر حوضه‌های آلیله و قوزلو دیده می‌شود شکل (۳). جدول شماره (۳)، بیانگر شدت فرسایش، درجه رسوب‌دهی، میزان رسوب‌دهی حوضه آبخیز آلازارچای می‌باشد.



۳: نقشه میزان فرسایش در زیرحوضه های آلازارچای.

جدول ۳: تعیین میزان رسوب و کلاس فرسایش در زیر حوضه آبخیز آلازارچای.

عنوان	حمزه‌خان	آلیله	قوزلو	کل حوضه
مساحت (کیلومتر مربع)	٦٠/٧١	٣٥/٥٨	٢٤/٤٢	١٢٠/٧١
درجه رسوب‌دهی (متر مکعب در کیلوتر مربع) PSIAC	٨٠/٩٢	٦٨/٤٩	٧٣/٢٢	٢٢٢/٦٣
مقدار تولید رسوب (متر مکعب در کیلوتر مربع) PSIAC	٦٧٦/٥٠	٤٣٤/٩٩	٣٠٨	٤٧٢/٥٣
مقدار تولید رسوب (متر مکعب در کیلوتر مربع)MPSIAC	٣٤٢/٥٠	٢١٨/٩٤	١٥٣/٩٦	٢٣٨/٤٧
شدت رسوب گذاری در مدل PSIAC	زیاد	متوسط	متوسط	زیاد
شدت رسوب گذاری در مدل MPSIAC	متوسط	کم	کم	کم
کلاس رسوب گذاری در مدل PSIAC	IV	III	III	IV
کلاس رسوب گذاری در مدل MPSIAC	III	II	II	II

٤- نتیجه‌گیری

در ارزیابی فرسایش خاک و تولید رسوب حوضه آلازارچای، در بین عوامل موثر بر فرسایش خاک در مدل MPSIAC، عامل کاربری اراضی با امتیاز ٤٦/٥٦ در اولویت اول و پوشش زمین با امتیاز ۵/۲۵ اولویت آخر قرار دارد. سایر عوامل (زمین‌شناسی، خاک، توپوگرافی، آب و هوا، رواناب، وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای) به ترتیب با امتیازهای (۲۱/٤٧، ۲۲/۱۸، ۱۸/۸۵، ۱۷/۹۳، ۱۰/٦٥، ٤٤/۷۵، ۳۵/۰۷) در اولویت‌های بعدی قرار دارند. همچنین پس از امتیازدهی نه عامل موثر بر فرسایش خاک با استفاده از محاسبات، رسوب ویژه به متر مکعب بر کیلومتر مربع در سال در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل‌های PSIACو MPSIAC بدست آمد. در نهایت، طبقه و شدت رسوب حوضه و زیر حوضه‌های آن با استفاده از جدول (۳) برای تعیین میزان رسوب و طبقه فرسایش خاک تعیین شد.نتایج نشان داد که میزان فرسایش حوضه آبخیز آلازار بر اساس مدلPSIAC ، در زیر حوضه حمزه‌خان ٦٧٤.٦٠ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال،

زیر حوضه آلیله ٤٣٤.٩٩ و در زیر حوضه قوزلو ۳۰۸ متر مکعب بر کیلومتر مربع در سال می‌باشد. عامل اصلی بالا بودن میزان رسوب در زیرحوضه حمزه خانلو، پادگانه‌های آبرفتی و مخروط افکنه‌ها می‌باشد. که باعث گردیده در برابر فرسایش حساس شده و به مرور باعث تشکیل و انباشت رسوب در سطح منطقه شود همچنین نتایج بدست آمده از دو مدل گویای آن است که رسوب و بار رسوبی ویژه حوضه و زیر حوضه‌های آن در مدل PSIAC دو برابر بار رسوبی و رسوب ویژه حوضه و زیرحوضه‌های آن در مدل MPSIAC است. میزان رسوب ویژه کل حوضه در مدل PSIAC، ٤٧٢/٥٣ اما در مدل MPSIAC ، ۲۳۸/٤۷ متر مکعب بر کیلومتر مربع در سال می‌باشد. تفاوت‌هایی در کلاس و شدت رسوب این دو مدل در کل حوضه و زیرحوضه‌های آن وجود دارد. در مدل PSIAC زیرحوضه حمزه‌خان در کلاس رسوب‌دهی زیاد (IV) و زیرحوضه‌های آلیله و قوزلو در کلاس رسوب‌دهی متوسط (III)قرار گرفتند در حالی که این طبقه در حوضه آلازارچای و زیرحوضه‌های آن در مدل MPSIAC در طبقه رسوب III و II قرار دارند، که شدت فرسایش و رسوب‌گذاری زیرحوضه حمزه‌خان متوسط و در زیر حوضه‌های آلیله و قوزلو کم است .

منابع

- آریافر، ندا.، ۱۳۹٤. برآورد GIS پایه میزان فرسایش و رسوب حوضه‌ی آبریز لیقوان چای با استفاده از مدل MPSIAC، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز، تبریز.

- امانی، نرگس.، ۱۳۹۳. مدلسازی فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه‌ی آبخیز رودخانه‌ی آقسو با استفاده از روش پسیاک اصلاح شده و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیل، اردبیل.

- جوادی علی بابالو، سجاد.، ۱۳۹۹. مدل‌سازی فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه‌ی آبخیز رودخانه‌ی آق‌سو با استفاده از روش پسیاک اصلاح شده و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیای طبیعی، گرایش ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی.

- محمدزاده گلانی، فاطمه.، ۱۳۹۳. برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبریز گاوی با استفاده از مدل MPSIAC در محیط GIS، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز.

- رمضانی، بهمن.، ابراهیمی، هدی.، حق پرست مژدهی، لیلا.، ۱۳۹٦. نقش پارامترهای محیط طبیعی در میزان فرسایش و تولید رسوب به دو روش MPSIAC و EPM (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سد برنجستانک)، مهندسی جغرافیایی سرزمین، دوره اول، شماره ۲، ص ٥۹-٤۹.

- عابدینی، موسی.، ابوالفتحی، داریوش.، رئیسی، مریم.، ۱٤۰۱. پهنه‌بندی فرسایش حوضهٔ آبریز رزن با استفاده از مدل‌های منطق فازی، EPM و BLM در محیط GIS، نشریه جغرافیا و توسعه، ۲۰(٦۸)، ص٨٦-٦۲.

- عابدینی، موسی، ۱٤۰۰. بررسی کمی فرسایش خندقی و رسوبدهی با استفاده از شاخصهای فرسایندگی باران، مورفومتری و رگرسیون خطی در حوضه آبخیز هرزندچای، تخریب و احیا اراضی طبیعی، سال دوم، شماره ۳، صص ۱۰۰-۱۱۱.

- عابدینی، موسی.، شبرنگ، شنو.، اسمعلی، اباذر، ۱۳۹۲. EPM بررسی میزان فرسایش خاک و رسوب دهی در حوضه ی آبخیز مشکینچای به روش، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۰، صص ۱۰۰-۸۷.

- عابدینی، موسی.، جوادی، سجاد.، مصطفی‌زاده، رئوف.، پاسبان، امیر حسام، ۱٤۰۱. ارتباط شاخصهای پوشش گیاهی و ژئومورفیک با مقادیر فرسایش و رسوب در حوضه آبریز کوزه توپراقی، هیدروژئومورفولوژی، شماره‌ی ۳۲، سال نهم، صص ۱۲۸-۱۰٥.

- عابدینی، موسی.، بهرام‌نیا، فریده.، مصطفی‌زاده، رئوف.، پاسبان، امیرحسام، ۱۴۰۲. بررسی تاثیر تغییرات کاربری اراضی در یک دوره بیست سال بر میزان فرسایش و رسوب حوضه رضی‌چای، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال دوازدهم، شماره ۴۵، صص ۱۳۳-۱۴۴.

- Arabameri, A. ۲۰۱۵. Sediment and Erosion Estimation by Geographical Data System Using PSIAC (Case Study: Sardasht). Elixir International Journal, ۸۰: ۱۳۶۱-۳۱۳۶۵.
- Na bipey lashkaryan, S. ۲۰۰۰. A stady on the effect of land use on soil erosion and sediment production in massoleh watershed, Guilan. M. sc thesis of Gorgan univercity of Agricultural sciences and natu ral Resources. ۱۲۱p.
- Rhmani, A.A,. AmiraAhmadi, A,.Dost. A.۲۰۲۱. Application of GIS technology in zoning and estimation of soil erosion and sediment production in Aji Chay watershed. Geographic spase, **۲۰(۷۲۱۲۳-۱۳۷.**

Soil erosion zoning in Alazar Chay watershed using PSYAC

Mousa Abedini, Afshin Panahi ,Fariba Esfadyari , Elhameh pourghasemi

١. Professor in Geomorphology, Department of physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran
٢. . MSc., Department of physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran
٣. . Professor in Geomorphology, Department of physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran
٤. MSc., Department of physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran

Introduction

Soil erosion is a natural process that causes soil loss due to various environmental factors such as climate, soil, topography and vegetation (Abedini et al., ١٤٠٢: ١١٥). Nowadays, due to the ever-increasing population of the world, the importance of soil erosion studies as one of the most important issues in the sustainable development of agriculture and food production and its environmental effects is more obvious. Due to its environmental and economic effects, soil erosion is a serious global problem that affects many natural and human ecosystems (Abedini et al., ١٤٠١: ١٠٦).The issue of soil erosion and land degradation is one of the most important issues in natural sciences, the evaluation of its environmental and economic consequences requires quantitative data. In addition, soil erosion has long-term destructive effects on natural and human-managed ecosystems. Soil erosion causes a decrease in soil fertility and productivity, has an adverse effect on the quality and quantity of runoff, and reduces the efficiency of irrigation dams and canals and food production (Abedini, ١٤٠٠: ١٠٠). One of the most important factors in increasing soil erosion is the lack of awareness of the economic value of this ecosystem gift. In recent decades, soil erosion by runoff (WSE) has become a serious problem worldwide, as the ratio of natural resources to population is drastically decreasing. The surface soil is the first part that is exposed to erosion and the amount of nutrients in the soil is greatly reduced. This reduces organic matter (nitrogen, phosphorus and potassium) and other elements needed for the growth of crops (calcium, magnesium, etc.) (Ariafar, ٢٠١٤: ٤).In the Alazarcha basin, the formation is sensitive to erosion, inappropriate use of land, texture, topographical conditions of the area, etc. are factors that cause erosion at the basin level, as an important issue in the development of agriculture and protection of natural resources. In this study, searches using the PSIAC model; The studies of soil erosion in Alazarchai River watershed are carried out and finally, the parts prone to erosion in different parts of the basin are separated and identified.

Methodology

In order to collect the following data and information from the relevant organizations, necessary measures have been taken:

١– Topographic maps of the studied area with a scale of ١:٥٠٠٠٠.

٢– Geological maps of the studied area with a scale of ١:١٠٠,٠٠٠.

٣– Meteorological data and statistics of the studied area (climate and meteorology of Ardabil province).

٤–Excel software for preparing charts and data analysis.

٥– Arc GIS and Arc view software for map preparation.

In different stages of this research, statistical and graphic software have been used to prepare and draw tables, charts, maps and data analysis. The most basic aspect of the present study was the identification of geomorphological working units of the studied basin. For this purpose, the

information in geological and topographical maps was digitized using Arc Map software. In the next step, tectonic, lithology, hydrography, direction and slope maps were prepared using ArcGIS software. Due to the large volume of information and in order to increase the accuracy of work, information layers have been integrated to identify work units using Arc Map software. Other software used in this research include Surfer and Excell graphic software, which were used in the preparation of maps and specifications, tables and data analysis, respectively. The purpose of this study is to evaluate erosion and sediment production in Alazarchai watershed. For this purpose, after identifying the study basins, we estimate the amount of sediment using the PSIAC experimental model. In this method, according to the strength and weakness of each factor, a number is assigned to it. Finally, taking into account the sum of the numbers obtained for different factors, the sedimentation rate of the basin is satisfied. This method using GIS requires that an information layer be prepared for each effective factor in erosion. Therefore, in this research, using arc gis ۱۰,۲ software, we divide the watershed into ۳ separate hydrological units (Figure ۲) and examine the MPSIAC factors according to the hydrological units.

Conclusion

In the assessment of soil erosion and sediment production in Alazarchai basin, among the factors affecting soil erosion in the MPSIAC model, the land use factor with a score of ٤٦,٥٦ is the first priority and the land cover is the last priority with a score of ٥,٢٥. Other factors (geology, soil, topography, weather, runoff, current state of erosion and river erosion) are in the next priorities with scores (٢١,٤٧, ٢٢,١٨, ١٨,٨٥, ١٧,٩٣, ١٠,٦٥, ٤٤,٧٥, ٣٥,٠٧) respectively. Also, after scoring nine factors affecting soil erosion using calculations, the specific sediment in cubic meters per square kilometer per year was obtained in each of the sub-basins of the study area using PSIAC and MPSIAC models. Finally, the level and intensity of sedimentation of the basin and its sub-basins were determined using Table (۳) to determine the level of sedimentation and soil erosion level. The results showed that according to the PSIAC model, the erosion rate of the Alazar watershed is ٦٧٤,٦٠ cubic meters per square kilometer per year under the Hamza Khan basin, ٤٣٤,٩٩ cubic meters per square kilometer under the Alilah basin, and ٣٠٨ cubic meters per square kilometer per year under the Quzlu basin. The main reason for the high amount of sediment in the Hamza Khanlu sub-basin is alluvial defenses and alluvial cones. which caused it to become sensitive to erosion and eventually cause the formation and accumulation of sediment in the area.Also, the results obtained from the two models show that the specific sediment and sediment load of the basin and its sub-basins in the PSIAC model is twice the sediment load and specific sediment of the basin and its sub-basins in the MPSIAC model. The amount of specific sediment of the entire basin in the PSIAC model is ٤٧٢,٥٣, but in the MPSIAC model, it is ٢٣٨,٤٧ cubic meters per square kilometer per year. There are differences in the class and intensity of sedimentation of these two models in the entire basin and its sub-basins. In the PSIAC model, Hamze Khan sub-basin is in high sedimentation class (IV) and Alileh and Qozlu sub-basins are in medium sedimentation class (III), while this class in Alazarchai basin and its sub-basins are in sedimentation class III and II in the MPSIAC model, which The intensity of erosion and sedimentation in Hamza Khan sub-basin is moderate and in Alileh and Quzlo sub-basins it is low.

Keywords: Alazarchai watershed; soil erosion; PSIAC model; sediment