دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هفدهم، شماره‌ی ۵۷
بهار ۱۳۹۶، صفحات ۴۸-۳۱

عطا صفری[۱]
*فریدون سلیمانی[۲]
محمود حبیب نژاد روشن[۳]

اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر فرسایش و شناسایی بازه‌های حساس آبراهه‌ها به فرسایش با استفاده از بازدیدهای میدانی و عملیات صحرایی (مطالعه موردی: حوزه آبریز بابلرود، استان مازندران)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۰۶

چکیده

فرسایش پدیده‌ای اجتناب ناپذیر بوده و نمی‌توان آن را کاملاً از بین برد ولی فعالیت‌های انسان می‌تواند موجب تشدید و یا کاهش آن شود. حوزه آبخیز بابلرود واقع در استان مازندران از این امر مستثنی نبوده و با توجه به وسعت، توپوگرافی، زمین‌شناسی، وجود کاربری‌های مختلف ناشی از دخالت‌های آبخیزنشینان حوضه، نیازمند بررسی و مطالعه مقوله فرسایش خاک و همچنین، مدیریت بهینه کاربری اراضی به‌طور جدی می‌باشد. لذا در این تحقیق، جهت پهنه‌بندی شدت فرسایش حوزه آبخیز مورد نظر، از مدل EPM که چهار عامل ضریب فرسایش حوزه آبخیز (ψ)، ضریب استفاده از زمین (Xa)، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوضه (I) را بررسی می‌کند، استفاده گردید. از آنجایی که عوامل مؤثر مختلف، تأثیر و درجه اهمیت متفاوتی در فرسایش دارند هر یک از پارامترها با توجه به نسبت اهمیت به کلاس‌های متفاوتی طبقه‌بندی و مطابق مدل فوق در محیط GIS عملیات استاندارد سازی بر روی لایه‌های مزبور اعمال گردید و لایه‌های تهیه شده در مدل EPM، با هم تلفیق و نقشه پهنه‌بندی شدت فرسایش تهیه شد، سپس با توجه به نتایج مدل و مقدار رسوب برآورد شده، اولویت‌بندی

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران.
*۲- دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران، اهواز. (نویسنده مسئول) E-mail: frsolaimani@gmail.com
۳- گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

زیرحوضه‌ها انجام پذیرفت. برای ارزیابی نتایج مدل EPM، از داده‌های مشاهده‌ای (٤٣ سال آمار ایستگاه رسوب‌سنجی قران تالار) استفاده گردید که بین پارامترهای مقادیر برآورد شده و داده‌های مشاهده‌ای مقدار ضریب همبستگی ۰/۹۱ بوده و صحت نتایج مدل را تأیید نمود. همچنین با استفاده از آزمون t جفتی نتایج مدل با داده‌های مشاهده‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت که در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. جهت شناسایی و تعیین بازه‌های حساس در آبراهه‌ها از نظر فرسایش‌پذیری و تولید رسوب از نتایج مدل مذکور، بازدیدهای میدانی و تکنیک GIS بهره گرفته شد که از ۱۵۰ بازه حساس شناسایی شده در منطقه، تعداد کثیری را زیرحوضه بابلک به خود اختصاص داده است. به‌طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق در حوزه آبخیز بابلرود نشان می‌دهد که زیرحوضه بابلک به دلیل شرایط توپوگرافی و سازندهای حساس و خاک‌های با نفوذ پذیری کم دارای بیش‌ترین مقدار فرسایش و تولید رسوب و بیش‌ترین تعداد بازه‌های حساس است.

کلید واژه‌ها: اولویت‌بندی فرسایش، بابلرود، بازه‌های حساس آبراهه‌ای، داده‌های مشاهده‌ای، EPM، GIS.

مقدمه

تحلیل و برآورد میزان فرسایش و رسوب، تهیه نقشه شدت فرسایش، بررسی عوامل خطر فرسایش خاک و ارائه راهکارهای مدیریتی با توجه به روند فزآینده فرسایش خاک، مساحت وسیع اراضی و گاهی صعب‌العبور بودن مناطق، با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی امری ضروری به نظر می‌رسد (جهان سیر، ۱۳۸۰: ٦؛ شرستا، ۲۰۰۱: ۷). فرسایش در مقیاس حوزه آبخیز، متنوع و ناهمگون بوده و در نتیجه ارزیابی آن مشکل است (نیرینگ و همکاران، ۱۹۹۹: ۲). این مشکل با استفاده از مدل‌های برآورد کننده فرسایش تا اندازه‌ای قابل حل است (لوفافا و همکاران، ۲۰۰۳: ۳). تدوین و اجرای مؤثر برنامه‌های کنترل فرسایش، نیاز به درک کامل فرآیندهای فرسایش خاک، دقت در اندازه‌گیری و برآورد شدت آن، شناخت عمیق مسئله و در نهایت کنترل علمی آن دارد (توی و همکاران، ۲۰۰۲: ۲). محدودیت ثبت آمار و پراکنش نامناسب ایستگاه‌های رسوب‌سنجی ضرورت استفاده از مدل‌های تجربی را ایجاب می‌نماید (دهزاد و همکاران، ۱۳۸۷: ۵).

پوزش‌شیرازی و همکاران (۱۳۷۹: ۱۳)، در تحقیقی با عنوان کاربرد مدل کامپیوتری ANSWERS[4] برای محاسبه رواناب و تخمین فرسایش و رسوب در اراضی شیب‌دار کشاورزی حوزه آبخیز گرگانرود به این نتیجه دست یافتند که فرسایش خاک پیش‌بینی شده توسط مدل مذکور با مقدار فرسایش مشاهده‌ای مطابقت مناسبی نداشته و عدد ارائه شده توسط مدل تا ۵/۲ برابر بیش‌تر از مقدار واقعی برآورد گردیده است. سلیمانی و بیات (۱۳۸٤: ۱)، در مطالعه‌ای تحت عنوان به‌کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در ارزیابی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل MPSIAC[5] در حوضه سفیدآب هراز، با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست TM و کاسموس به این نتیجه رسیدند که میزان رسوب ویژه

4- Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation
5- Modified Pacific Southwest Inter – Agency Committee

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

حدود ٤ تن در هکتار در سال بوده که با داده‌های مشاهده‌ای ۳/۱ درصد اختلاف داشته است. بهرامی و رحیمی (۱۳۸۷: ۱)، حجم رسوب ناشی از فرسایش را در حوزه آبخیز رودخانه کردشیخ به روش‌های تجربی EPM، MPSIAC و فورنیه برآورد کردند که برای این روش‌ها به‌ترتیب مقدار فرسایش ۲٤٤/۹٤، ۵۳۳/٦۷ و ۲۰۷/۹۱ تن در کیلومتر مربع در سال بوده است و در نهایت مدل MPSIAC را به دلیل استفاده از پارامترهای بیش‌تر (۹ عامل) به عنوان مدلی مناسب معرفی کردند. محسنی و همکاران (۱۳۹۰: ۱)، در مطالعه‌ای دقت و کارایی ٤ مدل EPM[6]، MPSIAC، ژئومرفولوژی و هیدروفیزیکی را برای برآورد فرسایش و رسوب ارزیابی کرده و بیان نمودند که مدل ژئومرفولوژی با اختلاف نسبی ۳/۳٦ درصد (۷۱۱/۲۵ تن در سال) مناسب‌ترین مدل می‌باشد. صفامنش و همکاران (۲۰۰٦: ۱۲)، از روش‌های تجربی PSIAC و MPSIAC برای ارزیابی خطر فرسایش در حوزه آبخیز زرگه استفاده کردند و اظهار داشتند که در روش MPSIAC مقدار ٦۱٪=r^2 می‌باشد و با این روش کلاس فرسایشی در منطقه مورد مطالعه، متوسط ارزیابی شد و نتایج نشان داد که فاکتور مؤثر در تعیین فرسایش، اقلیم می‌باشد.

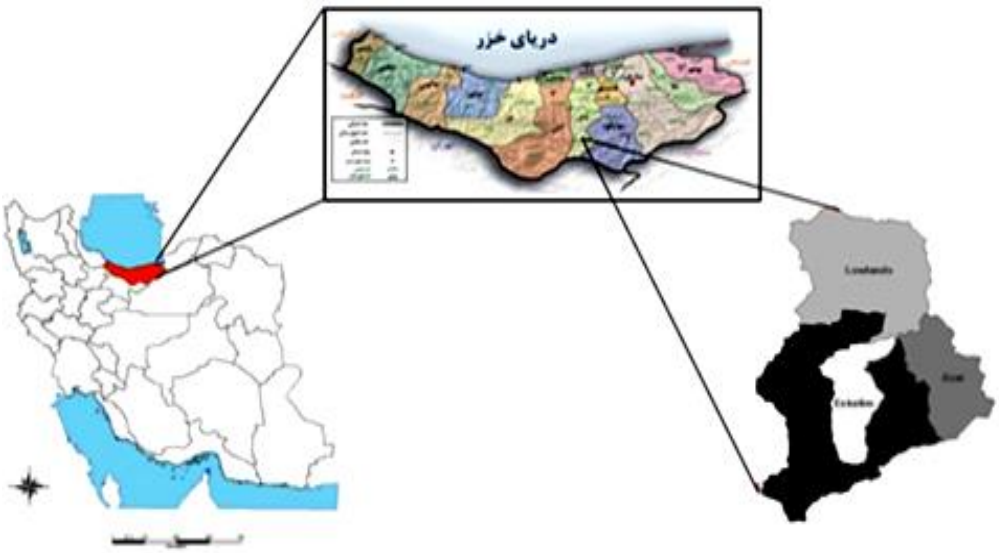
بخش اعظم حوزه آبریز بابلرود از تناوب شیل با ماسه سنگ زغال‌دار (سازند شمشک) و سازند آبرفتی حساس پوشیده شده است که به دلیل فرسایش‌پذیری بالا و به تبع آن تولید مقدار زیاد رسوب، توجه به این حوضه و انجام عملیات آبخیزداری مناسب، ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این تحقیق، اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر فرسایش‌پذیری و تولید رسوب از طریق مدل تجربی EPM بوده که جهت اطمینان از صحت نتایج و همچنین ارزیابی مدل، مقادیر برآورد شده با داده‌های مشاهده‌ای حاصل از ٤۳ سال آمار ایستگاه رسوب سنجی قران تالار از طریق آزمون t جفتی و ضریب همبستگی مقایسه گردید. در مرحله بعد، پس از تهیه نقشه شدت فرسایش در محیط GIS، بازه‌های حساس به فرسایش در آبراهه‌ها با استفاده از نرم افزار ArcGIS و همچنین بازدیدهای میدانی تعیین و شناسایی گردید و در نهایت عوامل مؤثر در فرسایش و تولید رسوب در حوضه بابلرود به‌ترتیب اهمیت تعیین شد.

– منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز بابلرود مشتمل بر زیرحوضه‌های آذر رود، کارسنگ، اسکلیم، بابلک و منطقه پایین‌دست می‌باشد. کل مساحت محدوده مورد مطالعه بالغ بر ۵۱۷۲۵ هکتار می‌باشد که بین ۵۲ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ۳٦ درجه و ۲ دقیقه تا ۳٦ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. حداقل ارتفاع حوضه آبریز ۵۵ متر در بخش شمالی آن و اراضی کشاورزی پایین‌دست و حداکثر آن ۳۳۱۷ متر در منتهی الیه جنوب‌غربی و ارتفاعات کوه نارگلی واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه ۸۲۱/۸ میلی‌متر می‌باشد. در حوضه آبریز مورد مطالعه، سنگ‌های دوران دوم بیش‌ترین گسترش را در سطح حوضه دارند و رسوبات دوران اول تنها در مساحت بسیار محدودی در کنار گسل راندگی شمال البرز در مرکز حوزه آبخیز قرار دارند (طرح جامع مدیریت منابع آب و خاک البرز، ۱۳۸۷). موقعیت منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱) نشان داده شده است.

6- Erosion Potential Method

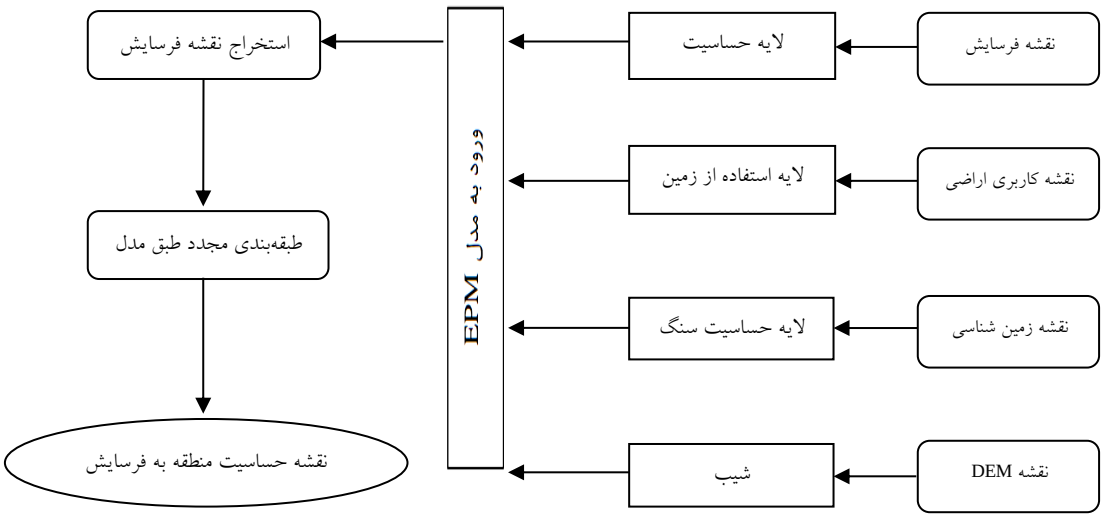
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان مازندران

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر، به منظور بررسی و برآورد فرسایش در منطقه مورد مطالعه، از مطالعات فیزیوگرافی، هیدرولوژی، هوا و اقلیم، خاک‌شناسی و زمین‌شناسی، نقشه‌های پایه موجود، بازدیدهای میدانی به منظور تعیین بازه‌های حساس به فرسایش و امتیازدهی به برخی از عوامل ورودی مدل مورد استفاده و نرم‌افزارهای مورد نیاز نظیر ArcGIS استفاده و به‌کار گرفته شد. برای تهیه نقشه شدت فرسایش و به تبع آن اولویت‌بندی فرسایش‌پذیری زیرحوضه‌ها در این تحقیق، از روش EPM استفاده شده است؛ که در زیر به شرح این مدل پرداخته شده است. در (شکل ۲) فلوچارتی از مراحل انجام تحقیق مربوط به تهیه نقشه نهایی شدت فرسایش نشان داده شده است.



شکل ۲: مراحل انجام تحقیق

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- مدل EPM

محاسبه میزان فرسایش بر اساس این روش به صورت رابطه ۱ ارائه گردیده است:

رابطه (۱) $W_{sp} = T.H.Z^{3/2}.\pi$

در رابطه فوق W_{SP}: فرسایش ویژه بر حسب مترمکعب در کیلومترمربع در سال، H: متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی‌متر، Z: ضریب شدت فرسایش، T: ضریب درجه حرارت می باشد. T از طریق رابطه ۲ به‌دست می‌آید:

رابطه (۲) $T = \left(\frac{t}{10} - 0.10\right) 1/2$

در این رابطه T: میانگین دمای سالیانه بر حسب درجه سانتی‌گراد است. همچنین ضریب شدت فرسایش با استفاده از رابطه ۳ به‌دست می‌آید:

رابطه (۳) $Z = YX_a(\psi + I^{0.5})$

در رابطه فوق Y: ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش، Xa: ضریب استفاده از زمین، ψ: ضریب فرسایش، I: شیب متوسط حوزه آبخیز برحسب درصد می باشد.

- تشکیل لایه‌های ورودی برای تهیه نقشه حساسیت در روش EPM بر اساس تکنیک‌های RS و GIS

۱- ضریب استفاده از زمین (Xa)

برای تعیین ضریب استفاده از زمین در روش امریکایی، از نقشه کاربری اراضی استفاده شد. سپس با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست ETM^+ با قدرت تفکیک ۳۰ متر، صحت نقشه و بهبود آن مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵). لذا، مقادیر Xa برای زیرحوضه‌های آذررود، کارسنگ، اسکلیم، بابلک و اراضی پست با توجه به روش فوق و بررسی کاربری‌های موجود، به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۳، ۰/۳۱، ۰/۳۵ و ۰/۳٤ به‌دست آمده و در مدل مورد نظر لحاظ گردید.

۲- ضریب فرسایش حوزه آبخیز (ψ)

در این قسمت از جدول استاندارد، تفسیر تصاویر ماهواره‌ای منطقه، اطلاعات موجود در گزارش‌های پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی و بازدیدهای زمینی برای تعیین ضریب فرسایش استفاده گردید. لذا با توجه به عوامل موجود در جدول مربوطه و اطلاعات موجود در گزارشات فوق و بعد از ترکیب با نقشه‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی، مقادیر ضریب فرسایش در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه مورد مطالعه، محاسبه و نقشه آن ترسیم شد

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

(شکل ٦). بدین ترتیب، مقادیر **ψ** برای زیرحوضه‌های آذررود، کارسنگ، اسکلیم، بابلک و اراضی پست با بررسی مطالعات مورد استفاده فوق و نقشه‌های موجود، به ترتیب ۰/۲، ۰/۲۸، ۰/۳۱، ۰/۳۹ و ۰/۳۵ به‌دست آمده و در مدل به‌کار گرفته شد.

۳- شیب متوسط حوزه آبخیز (I)

برای تعیین این لایه از DEM[۷] یا مدل رقومی ارتفاع منطقه مورد مطالعه استفاده شد. سپس با استفاده از نرم افزار ArcGIS شیب منطقه تعیین و برای هر واحد هیدرولوژیک، شیب متوسط محاسبه و با به توان ۰/۵ رساندن، وارد مدل گردید (شکل ۷).

٤- ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)

جهت تهیه این لایه نقشه زمین شناسی حوضه به ده کلاس، طبقه‌بندی شد که کلاس یک مربوط به سست‌ترین سنگ‌ها با امتیاز ۲ و کلاس ده مربوط به مقاوم‌ترین آن‌ها با امتیاز ۰/۲۵ است (شکل ۸).

برای تهیه نقشه شدت فرسایش ابتدا برای هریک از عوامل تعیین کننده مقدار ضریب شدت فرسایش (Z) یعنی ضریب استفاده از زمین (Xa)، ضریب فرسایش (ψ)، ضریب حساسیت خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوضه آبخیز (I) نقشه جداگانه‌ای تهیه شد و سپس از روی هم گذاری این نقشه‌ها، نقشه شدت فرسایش تولید شده است. در این لایه‌ها هر پیکسل ارزش عددی خود را دارد؛ و از مجموع ارزش این پیکسل‌ها و میزان لایه‌های مختلف با توجه به رابطه ۳، نقشه شدت فرسایش تهیه گردید. این نقشه نمایانگر نحوه اثر سیستم‌های فرسایشی در حوضه بوده و نقاط حساس و آسیب‌پذیر در معرض خطر فرسایش را نشان می‌دهد که می‌توان از آن برای الویت‌بندی مناطق جهت اجرای عملیات کنترل فرسایش و رسوب استفاده نمود.

یافته‌ها و بحث

- نتایج مدل EPM

نتایج حاصل از محاسبات انجام شده برای مدل EPM در منطقه مورد مطالعه در (جدول ۱) و نقشه پهنه‌بندی شدت فرسایش بر اساس این مدل در (شکل ۹) نشان داده شده است. همان‌طور که از نتایج مدل و مقادیر فرسایش و تولید رسوب موجود در جدول زیر مشخص است، حوزه آبریز مورد مطالعه از نظر فرسایش و تولید رسوب شرایط مساعدی نداشته و برخی از زیرحوضه‌های آن شامل اسکلیم و بابلک از وضعیت فرسایشی نامناسب و بالایی برخوردار می‌باشند.

7- Digital Elevation Model

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۱- نتایج محاسبات انجام شده جهت برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از روش EPM در حوزه آبریز بابلرود

واحد هیدرولوژیک	Ψ	Xa	Y	I	Z	T	H	Ru	رسوب ویژه (ton/km²/y)	فرسایش ویژه (ton/km²/y)	رسوب سالانه (ton/y)	فرسایش سالانه (ton/y)	وضعیت فرسایش
آذر رود	۰/۲	۰/۲۵	۰/۸٤	۰/۳۸	۰/۱۷۲	۱/۱۸	۸۷۰	۰/۸۷۱	۲۳۹/۰٤٤	۲۷٤/٤۷۹	۱۹۰٤۸/۷۹۹	۲۱۰۰۳/۱۸٤	I
کارسنگ	۰/۲۸	۰/۳	۰/۸۸	۰/۳۷	۰/۲۳۵	۱/۱۱	٦۹۰	۱/۰۳۳	۳۳۹/۰٤۲	۳۲۷/۱۱۲	۲٤۲۲۰/۳۲۹	۲۲٤۹۸/٦۰۵	II
اسکلیم	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۸۹	۰/٤	۰/۲٦۰	۱/۱۵	۷۵۸/۵	۰/۹۵۱	٤۱٤/۳۳۲	٤۳۵/۷۱٤	۲٦۸۷۹/۸۱۳	۲۷۱۲۷/۵۲۵	IV
بابلک	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۹٤	۰/٤۳	۰/۳٤٤	۱/۰۷	٦۱۹/۱	۱/۰۹۸	۵۵۳/۳۱۳	۵۰۳/۹۵۹	۸۵۹۹۹/۷۵۹	۷۵۱۹۰/۷۹۲	IV
اراضی پست	۰/۳۵	۰/۳٤	۰/۸۵	۰/۲۱	۰/۲۳٤	۱/۲۷	۱۰٦۸/۷	۰/٦۳۹	۳٦۹/٤۰۸	۵۷۷/۹۰۸	۷۹۷۸۸/۱٦۳	۹۲۸۵۲/۵۰۲	I
کل حوضه	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۸۸	۰/۳٤	۰/۲۵۷	۱/۱٦	۸۲۱/۸	۰/۸۷٦	۳۸۳/۰۲۸	٤۲٤/۰۳۵	٤۷۱۸۷/۳۷۳	٤۷۷۳٤/۵۲۲	I

- نتایج آزمون‌های آماری

۱- آزمون t جفتی

نتایج حاصل از این آزمون که با استفاده از نرم افزار SPSS18 انجام گردید، در (جدول ۲) ارائه شده است. همان‌طور که قابل ملاحظه است رقم سطح معنی‌دار بیش‌تر از ۰/۰۵ بوده، در نتیجه در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری بین داده‌های مشاهده‌ای و نتایج مدل EPM وجود ندارد و صحت نتایج مدل تایید می‌گردد.

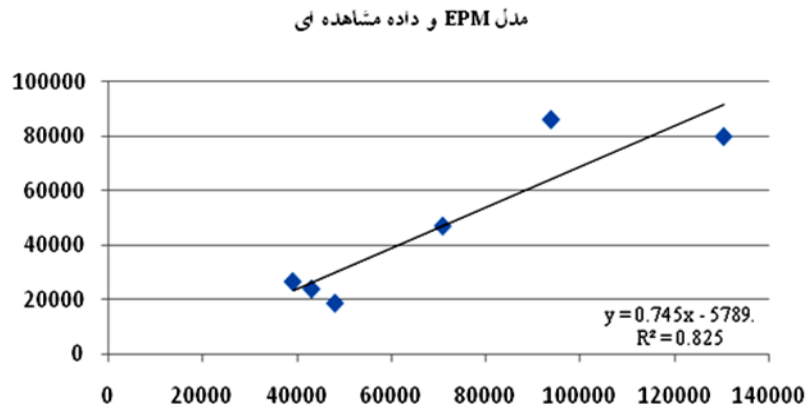
جدول ۲- نتایج آماری آزمون t جفتی برای مدل EPM با داده‌های مشاهده‌ای در حوزه آبریز بابلرود

مدل مورد آزمون	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار اختلاف میانگین	درجه آزادی	فاصله اطمینان ۹۵٪		آماره t	سطح معنی‌دار
					حد پایین	حد بالا		
EPM	٤۷۱۸۷/۳۷	۳۲۷۹۰/۵۳	۱٤٦٦٤/۳۷	٤	-٦٤۵۵۳/۳٦	۱٦۸۷٦/۲۷	-۱/٦۲٦	۰/۱۷۹

۲- ضریب همبستگی (r)

منحنی و معادله رگرسیونی و همچنین مقدار r^2 حاصل از نتایج مدل EPM با داده‌های مشاهده‌ای که با استفاده از نرم افزار Excel انجام پذیرفت، در (شکل ۳) نشان داده شده است که نتایج حاکی از تأیید اعتبار مدل مذکور با مقدار r^2 معادل ۰/۸۲۵ و مقدار r معادل ۰/۹۱ می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

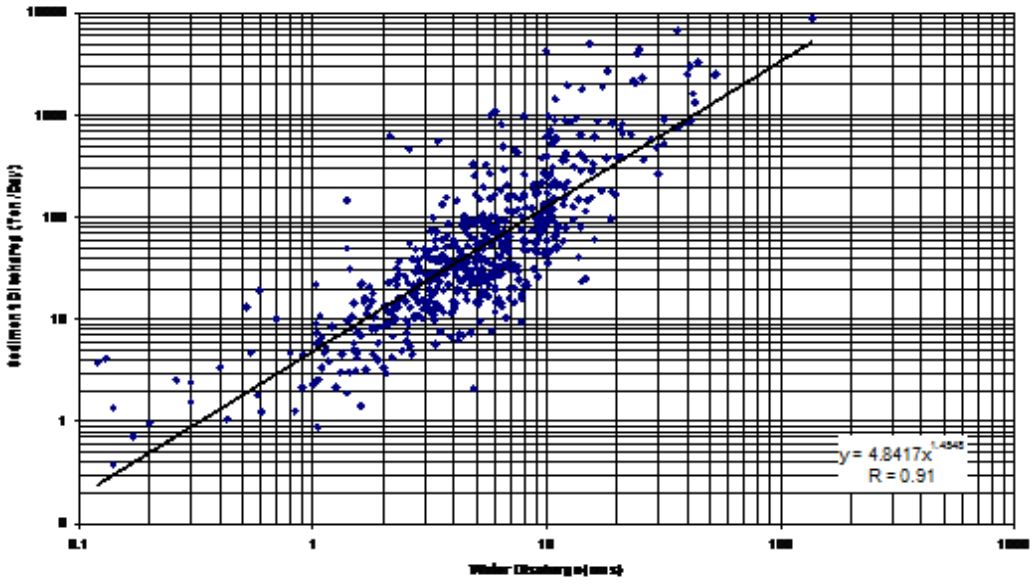


شکل ۳: نمودار همبستگی بین نتایج مدل EPM و داده‌های مشاهده‌ای

- تعیین مقادیر مشاهده‌ای میزان رسوب تولید شده با استفاده از ایستگاه رسوب‌سنجی

در این تحقیق از ٤٣ سال (۱۳۸۵-۱۳٤۳) آمار ایستگاه رسوب‌سنجی قران تالار استفاده گردید. یکی از روش‌های متداول محاسبه تولید رسوب معلق رودخانه‌ها استفاده از روش منحنی سنجه رسوب -دبی روزانه جریان است. ابزار لازم برای رسم منحنی سنجه رسوب، دبی جریان و دبی رسوب متناظر با آن است.

با داشتن دبی مشاهده‌ای و دبی رسوب مشاهده‌ای، منحنی سنجه رسوب رسم گردید. در نهایت، نمودار دبی آب دبی- رسوب به همراه معادله مربوطه و ضریب همبستگی آن برای حوضه آبریز بابلرود به‌دست آمد، که نتیجه آن در (شکل ٤) آمده است، همچنین مقادیر رسوب و فرسایش اندازه‌گیری شده برای حوضه مورد مطالعه در (جدول ۳) نشان داده شده است (AILWMP، 2008).



شکل ٤: منحنی سنجه رسوب حوزه آبریز بابلرود (AILWMP، 2008)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۳- مقادیر رسوب کل و فرسایش کل اندازه‌گیری شده در ایستگاه قران تالار حوزه آبریز بابلرود

واحد هیدرولوژیک	مساحت (کیلومتر مربع)	منحنی سنجه رسوب	
		رسوب کل (تن در سال)	فرسایش کل (تن در سال)
آذر رود	۷٦/۵۲	٤۸۱۷۵/۲۷	۱٤۲۲۷۷/۸۳
کارسنگ	٦۸/۵۷	٤۳۱۸۸/۸۲	۱۲٦۸۷٦/٦٦
اسکلیم	٦۲/۲٦	۳۹۲۱۸/۰۹	۱۱۲۸۲۵/۳٤
بابلک	۱٤۹/۲	۹۳۹٦۵/۲۳	۲۸۹۱۲۳/۷۸
اراضی پست	۱٦۰/٦۷	۱۳۰۵۸۲/۱۸	۳۸۱۹۳۰/۹۱
کل حوضه	۵۱۷/۲۵	۷۱۰۲۵/۹۱۸	۲۱۰٦۰٦/۹۰٤

- الویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر میزان فرسایش و تولید رسوب

بر اساس نتایج به‌دست آمده از روش EPM، میزان رسوب‌دهی هر یک از زیرحوضه‌های بابلرود بر حسب تن در هکتار در سال به‌دست آمد. با توجه به ارزش عددی هر یک از ارقام و همچنین با توجه به نقشه شدت فرسایش تولید شده، الویت‌بندی هر یک از زیرحوضه‌ها تعیین و در (جدول ٤) آمده است.

جدول ٤- الویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر فرسایش و تولید رسوب با استفاده از روش EPM در حوزه آبریز بابلرود

اولویت‌بندی	نام زیرحوضه	رسوب ویژه (ton/ha/y)	فرسایش ویژه ($m^3/km^2/y$)
۱	بابلک	۵/۵۱	٤۲۳/٦۱
۲	اسکلیم	٤/٤۳	۳۵۷/۹۱
۳	اراضی پست	٤/۰۳	٤۸٤/۰۱
٤	کارسنگ	۳/۵٦	۲۷۱/٤۳
۵	آذر رود	۲/٦۲	۲۳۲

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- شناسایی بازه‌های حساس آبراهه‌ها به فرسایش

پس از تعیین نقاط حساس به کمک نقشه شدت فرسایش به‌دست آمده از روش EPM، آبراهه‌های حساس و بازه‌های در معرض خطر فرسایش مشخص شده که با روی هم‌گذاری لایه اطلاعاتی آبراهه‌ها و لایه اطلاعاتی شدت فرسایش و همچنین بازدیدهای میدانی انجام پذیرفته است. لازم به ذکر است که قبل از روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS، کلیه آبراهه‌های موجود در نقشه مورد بازبینی قرار گرفته و تا حد زیرشاخه‌های فرعی کوچک، با استفاده از منحنی‌های تراز و خطوط توپوگرافی تکمیل شدند. به طور کلی ۱۵۰ بازه فرسایشی در منطقه مورد مطالعه بر اساس شیب، نوع و جنس خاک، زمین شناسی، مواد محموله آبراهه‌ها و همچنین مشاهدات میدانی شناسایی شده که با شماره‌های ۱ تا ۱۵۰ نامگذاری گردیدند. موقعیت بازه‌های حساس در (شکل ۱۰) نشان داده شده است.

- تعیین مشخصات بازه‌های حساس

در گام بعدی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و شیب، در محیط GIS اقدام به محاسبه مشخصات این بازه‌ها گردید این مشخصات شامل طول بازه، حداقل و حداکثر ارتفاع، شیب متوسط وزنی و مساحت حوزه آبخیز بالادست می‌باشد که در (جدول ۵) ارائه شده است.

جدول ۵- مشخصات بازه‌های حساس شناسایی شده در حوزه آبریز بابلرود

شماره	طول (m)	مساحت (ha)	حداقل ارتفاع (m)	حداکثر ارتفاع (m)	شیب (٪)	شماره	طول (m)	مساحت (ha)	حداقل ارتفاع (m)	حداکثر ارتفاع (m)	شیب (٪)
۱	۳۲۳/۷۳	۵/٤۷	۵٦۰/۸۰	۷۰۸/٦۵	۳٤/۸٦	۳۷	۵۷۲/۵٤	٦۷۷/٤۳	۲۱۷۸/۲۰	۲۲۷۸/٦۸	۱۳/۵٦
۲	۵۱۲/۲۳	۸/٤۳	۵٦۰/۸۰	۷۳۱/۹۷	۲٤/۸۰	۳۸	۷۹۱/۷٦	۳۲/٦٤	۲۱۷۸/۲۰	۲۵۱۹/۵۱	۳۷/۹۷
۳	۲۷۷/۲۳	۱۷/۷۳	۵۰۲/۸۵	۵٦۰/۸۰	۱٤/۸۹	۳۹	۳۵۲/۰۳	۷۲۹/٦۲	۲۱۲٤/۳۷	۲۱۷۸/۲۰	۹/۵۹
٤	۲۹۵/۲۵	۳/۹۱	۵۹۳/۳۲	۷۳۳/۰۸	۲۹/۳۲	٤۰	٤۹٤/٦۸	۱٤/۷٤	۲۱۲٤/۳۷	۲۳۱۵/٦۵	۲٦/٤۹
۵	۳٦۳/۰٦	۱۰/۸٤	۵۹۳/۳۲	۷۱٤/۹۱	۲۰/۳٦	٤۱	۳۹٦/۹۵	۹۸٤/۷۷	۲۰٦۹/۱۷	۲۱۲٤/۳۷	۱۲/۸۲
٦	۳۵۵/۷۷	۲٤/۱٦	۵۱٦/۳۸	۵۹۳/۳۲	۱۷/۷٦	٤۲	٦۲۱/۱٤	۲۵/٤۱	۲۵۰۸/۳۸	۲۷۹۱/۸۸	۳۷/۸۸
۷	۲۳۹/٦۸	۳/٦۷	٦٤۰/۷۳	۷٤۱/۵۲	۲۷/۹۸	٤۳	۵۹٦/۸۸	۲۳/۵۹	۲۵۰۸/۳۸	۲۷٦۰/۱۵	۳۵/۱۵
۸	۱۹۵/۵۳	۳/۲۱	٦۸۷/۰۹	۷٤۸/۹۱	۲۲/٦٤	٤٤	۷۱۵/۷٤	۱۳٤/۷۲	۲۳۱۱/۸۱	۲۵۰۸/۳۸	۲۲/٦۸

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ادامه جدول ۵- مشخصات بازه‌های حساس شناسایی شده در حوزه آبریز بابلرود

شماره	طول (m)	مساحت (ha)	حداقل ارتفاع (m)	حداکثرارتفاع (m)	شیب (٪)	شماره	طول (m)	مساحت (ha)	حداقل ارتفاع (m)	حداکثرار تفاع (m)	شیب (٪)
۹	۲۸۹/۴۶	۷/۳۴	۶۸۷/۰۹	۷۹۵/۵۶	۲۷/۲۰	۴۵	۳۷۸/۸۰	۲۲/۰۱	۲۳۱۱/۸۱	۲۴۷۸/۲۶	۲۸/۷۷
۱۰	۶۱۰/۶۵	۳۵/۳۳	۵۱۹/۰۳	۶۸۷/۰۹	۲۲/۶۴	۴۶	۱۰۵۸/۶۴	۲۳۲/۵۱	۲۰۶۹/۱۷	۲۳۱۱/۸۱	۱۸/۲۴
۱۱	۴۳۷/۱۰	۱۰/۵۲	۵۶۴/۳۳	۷۶۸/۳۳	۳۵/۰۱	۳۷	۵۷۲/۵۴	۶۷۷/۴۳	۲۱۷۸/۲۰	۲۲۷۸/۶۸	۱۳/۵۶
۱۲	۲۷۷/۱۳	۶/۳۹	۵۹۲/۷۹	۶۸۱/۶۲	۲۲/۰۸	۳۸	۷۹۱/۷۶	۳۲/۶۴	۲۱۷۸/۲۰	۲۵۱۹/۵۱	۳۷/۹۷
۱۳	۳۹۸/۸۴	۱۱/۱۳	۵۷۹/۱۰	۷۴۰/۳۰	۲۴/۷۷	۳۹	۳۵۲/۰۳	۷۲۹/۶۲	۲۱۲۴/۳۷	۲۱۷۸/۲۰	۹/۵۹
۱۴	۳۶۷/۶۹	۴/۵۳	۱۸۸۳/۱۳	۲۰۰۸/۱۸	۲۴/۲۳	۴۰	۴۹۴/۶۸	۱۴/۷۴	۲۱۲۴/۳۷	۲۳۱۵/۶۵	۲۶/۴۹
۱۵	۳۳۶/۵۱	۵/۷۸	۱۴۴۳/۱۳	۲۰۲۴/۲۴	۲۹/۳۲	۴۱	۳۹۶/۹۵	۹۸۴/۷۷	۲۰۶۹/۱۷	۲۱۲۴/۳۷	۱۲/۸۲
۱۶	۳۸۹/۲۶	۸/۷۵	۱۸۹۳/۳۶	۲۰۷۲/۳۲	۳۱/۸۲	۴۲	۶۲۱/۱۴	۲۵/۴۱	۲۵۰۸/۳۸	۲۷۹۱/۸۸	۳۷/۸۸
۱۷	۵۰۳/۸۵	۱۳/۴۷	۲۰۱۳/۳۸	۲۱۵۰/۸۶	۲۱/۰۳	۴۳	۵۹۶/۸۸	۲۳/۵۹	۲۵۰۸/۳۸	۲۷۶۰/۱۵	۳۵/۱۵
۱۸	۲۱۸/۵۱	۹/۲۵	۲۴۰۲/۰۵	۲۵۱۳/۳۴	۳۶/۷۷	۴۴	۷۱۵/۷۴	۱۳۴/۷۲	۲۳۱۱/۸۱	۲۵۰۸/۳۸	۲۲/۶۸
۱۹	۵۹۳/۵۳	۱۸/۹۱	۲۲۶۴	۲۵۰۷/۰۷	۲۸/۰۱	۴۵	۳۷۸/۸۰	۲۲/۰۱	۲۳۱۱/۸۱	۲۴۷۸/۲۶	۲۸/۷۷
۲۰	۳۳۸/۳۱	۱۰/۲۱	۲۲۶۴	۲۴۰۸/۸۵	۳۴/۸۵	۴۶	۱۰۵۸/۶۴	۲۳۲/۵۱	۲۰۶۹/۱۷	۲۳۱۱/۸۱	۱۸/۲۴
۲۱	۱۰۵/۵۸	۴۳/۷۶	۲۱۹۷/۶۷	۲۲۶۴	۳۱/۰۹	۴۷	۳۹۰/۷۶	۹۹۴	۱۹۹۳/۳۹	۲۰۶۹/۱۷	۱۳/۶۶
۲۲	۶۷۰/۸۵	۴۷/۰۵	۲۰۸۵/۶۳	۲۳۱۷/۲۳	۲۵/۴۳	۴۸	۵۶۱/۰۴	۵۹/۲۲	۲۵۷۸/۶۸	۲۷۹۹/۹۸	۳۴/۱۲
۲۳	۷۴۰/۹۷	۴۰/۱۲	۲۰۸۵/۶۳	۲۳۹۰/۵۱	۳۵/۵۳	۴۹	۱۳۵۶/۲۰	۹۰/۱۶	۲۵۷۸/۶۸	۲۹۲۹/۹۳	۲۲/۶۸
۲۴	۴۵۶/۹۸	۱۷/۴۶	۱۹۹۲/۱۷	۲۲۴۲/۹۷	۴۱/۸۷	۵۰	۹۲۰/۷۵	۴۰۴/۳۸	۲۳۴۹/۳۰	۲۵۷۸/۶۸	۲۰/۹۵
۲۵	۳۷۴/۱۶	۲۲/۳۴	۲۶۳۰/۹۱	۲۷۳۴/۹۹	۲۰/۱۹	۵۱	۱۳۵۰/۶۴	۸۸/۵۶	۲۳۸۱/۴۵	۲۸۰۰/۳۳	۲۶/۹۹
۲۶	۶۱۸/۶۸	۳۶/۶۲	۲۶۳۰/۹۱	۲۸۹۱/۰۴	۳۷/۵۴	۵۲	۷۵۶/۶۷	۷۲/۳۱	۲۳۴۹/۳۰	۲۶۲۵/۲۷	۲۷/۰۹
۲۷	۶۳۲/۰۷	۵۰/۹۶	۲۵۷۱/۶۸	۲۷۰۰/۲۲	۱۶/۵۲	۵۳	۶۶۹/۱۱	۲۳/۴۱	۲۳۰۰/۰۲	۲۶۰۳/۸۹	۳۷/۳۰
۲۸	۳۴۶/۲۲	۱۲۴/۳۷	۲۵۷۱/۶۸	۲۶۳۰/۹۱	۱۰/۰۵	۵۴	۴۱۲/۰۶	۵۲۱/۷۳	۲۲۷۸/۳۸	۲۳۴۹/۳۰	۱۷/۲۱
۲۹	۵۷۹/۱۸	۳۴/۱۸	۲۵۲۰/۹۰	۲۷۳۴/۶۵	۳۲/۱۳	۵۵	۸۱۷/۶۴	۲۹/۴۳	۲۲۷۸/۳۸	۲۵۱۷/۳۲	۲۵/۴۲
۳۰	۶۱۷/۹۹	۲۲۴/۸۹	۲۴۴۰/۲۶	۲۵۷۱/۶۸	۲۱/۷۳	۵۶	۲۳۰/۱۹	۱۰/۳۴	۲۲۷۰/۲۷	۲۳۳۱/۵۶	۱۱/۳۲
۳۱	۱۱۴۴/۸۶	۱۲۵/۳۴	۲۴۴۰/۲۶	۲۷۴۰/۱۱	۲۲/۷۴	۵۷	۵۲۷/۹۰	۷۰۹/۱۷	۲۱۹۴/۰۹	۲۲۷۸/۳۸	۱۴/۵۸
۳۱	۵۵۰/۲۷	۱۷/۷۴	۲۳۶۷/۰۱	۲۵۲۰/۴۵	۲۳/۹۱	۵۸	۴۰۸/۵۷	۱۴/۵۴	۲۱۹۴/۰۹	۲۳۹۰/۹۹	۳۶/۹۶
۳۲	۵۵۰/۲۷	۱۷/۷۴	۲۳۶۷/۰۱	۲۵۲۰/۴۵	۲۳/۹۱	۵۹	۳۱۴/۲۷	۱۱/۷۷	۲۶۶۱/۸۴	۲۷۹۴/۸۵	۳۴/۶۴
۲۷	۶۳۲/۰۷	۵۰/۹۶	۲۵۷۱/۶۸	۲۷۰۰/۲۲	۱۶/۵۲	۶۰	۳۱۵/۲۹	۱۵/۱۵	۲۶۶۱/۸۴	۲۷۲۱/۷۹	۱۵
۲۸	۳۴۶/۲۲	۱۲۴/۳۷	۲۵۷۱/۶۸	۲۶۳۰/۹۱	۱۰/۰۵	۶۱	۶۶۸/۰۷	۸۸/۲۴	۲۴۷۸/۱۴	۲۶۶۱/۸۴	۲۴/۶۴
۲۹	۵۷۹/۱۸	۳۴/۱۸	۲۵۲۰/۹۰	۲۷۳۴/۶۵	۳۲/۱۳	۶۲	۶۰۷/۱۱	۱۹/۸۷	۲۴۷۶/۱۴	۲۶۲۱/۴۵	۱۸/۴۵
۳۰	۶۱۷/۹۹	۲۲۴/۸۹	۲۴۴۰/۲۶	۲۵۷۱/۶۸	۲۱/۷۳	۶۳	۹۱۵/۴۵	۱۴۵/۷۹	۲۱۸۰/۳۱	۲۴۷۶/۱۴	۳۱/۰۴
۳۱	۱۱۴۴/۸۶	۱۲۵/۳۴	۲۴۴۰/۲۶	۲۷۴۰/۱۱	۲۲/۷۴	۶۴	۵۵۰/۱۲	۷۷۲/۸۵	۲۰۸۹/۸۱	۲۱۹۴/۰۹	۱۱/۰۹
۳۲	۵۵۰/۲۷	۱۷/۷۴	۲۳۶۷/۰۱	۲۵۲۰/۴۵	۲۳/۹۱	۶۵	۴۶۵/۶۱	۳۵/۷۰	۲۰۸۹/۸۱	۲۳۰۷/۳۰	۳۷/۲۲
۳۴	۴۸۳/۶۶	۲۴/۹۹	۲۳۰۹/۶۸	۲۵۱۵/۰۷	۳۴/۱۰	۶۶	۹۲۳/۶۳	۱۸۷۰/۸۸	۱۹۷۵/۸۹	۲۰۸۹/۸۱	۱۰/۶۲
۳۵	۲۷۱/۳۰	۵۸۴/۱۸	۲۲۷۸/۶۸	۲۳۰۹/۶۸	۱۰/۹۸	۶۷	۱۳۵۳/۰۴	۷۱/۸۶	۱۹۷۵/۸۹	۲۳۷۱/۹۳	۱۶/۴۱
۳۶	۹۷۸/۲۰	۶۹/۲۶	۲۲۷۸/۶۸	۲۷۰۱/۵۳	۳۶/۸۰	۶۸	۵۱۳/۳۹	۲۰۱۴/۵۸	۱۸۸۹/۱۹	۱۹۷۵/۸۹	۱۰/۸۷

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

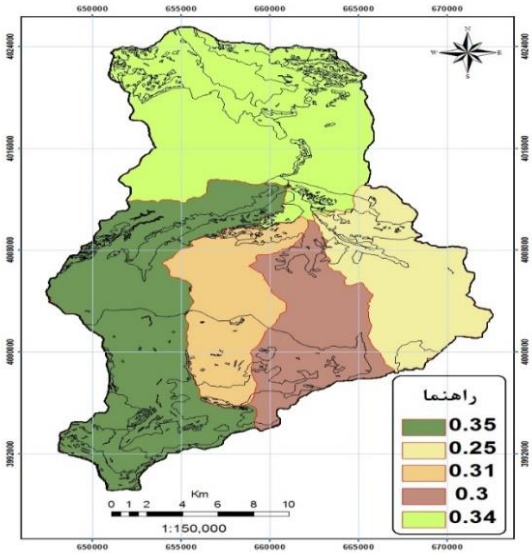
ادامه جدول ۵- مشخصات بازه‌های حساس شناسایی شده در حوزه آبریز بابلرود

شماره	طول (m)	مساحت (ha)	حداقل ارتفاع (m)	حداکثرارتفاع (m)	شیب (٪)	شماره	طول (m)	مساحت (ha)	حداقل ارتفاع (m)	حداکثرارتفاع (m)	شیب (٪)
۶۹	۹۶۲/۵۱	۳۹/۰۱	۱۸۸۹/۱۹	۲۳۶۳/۷۵	۴۳/۰۶	۱۱۱	۱۱۵۹/۰۴	۴۰/۹۸	۱۵۷۳/۲۶	۱۸۵۲/۳۷	۲۰/۹۰
۷۰	۳۶۸/۹۵	۲۴۰۱/۱۲	۱۸۸۴/۰۲	۱۸۸۹/۱۹	۱/۱۶	۱۱۲	۳۵۶/۴۷	۱۱/۵۵	۱۵۹۸/۱۹	۱۶۶۸/۲۷	۱۴/۵۲
۷۱	۲۸۸/۵۴	۱۲/۰۳	۲۴۷۲/۰۷	۲۶۰۶/۵۸	۳۹/۶۶	۱۱۳	۲۴۵/۴۸	۹/۴۹	۲۰۶۷/۵۲	۲۱۴۱/۶۹	۱۹/۲۹
۷۲	۷۴۴/۸۷	۲۵/۷۵	۲۴۷۲/۰۷	۲۷۳۵/۲۷	۲۹/۱۵	۱۱۴	۶۶۴/۸۸	۹۱/۲۱	۲۲۹۹/۷۲	۲۴۲۰/۰۷	۱۴/۳۵
۷۳	۱۰۸۰/۸۲	۱۵۷/۲۸	۲۱۰۹/۶۷	۲۴۷۲/۰۷	۲۸/۹۲	۱۱۵	۱۹۹/۳۸	۲۰/۷۶	۲۲۹۹/۷۲	۲۳۶۰/۳۰	۱۹/۸۰
۷۴	۸۶۹/۳۷	۳۷/۰۵	۲۱۰۹/۶۷	۲۵۲۳/۲۵	۴۲/۱۵	۱۱۶	۴۴۱/۶۹	۱۰۹/۴۰	۲۱۱۷/۷۹	۲۲۹۹/۷۲	۳۲/۶۳
۷۵	۷۱۹/۸۸	۱۸۰/۵۶	۱۸۸۴/۰۲	۲۱۰۹/۶۷	۲۳/۳۲	۱۱۷	۴۶۰/۵۲	۲۷/۷۳	۲۱۱۷/۷۹	۲۳۳۱/۲۱	۳۱/۳۴
۷۶	۳۴۶/۹۸	۱۱/۷۸	۱۹۸۷/۱۷	۲۱۹۰/۹۴	۵۰/۰۶	۱۱۸	۲۵۷/۲۷	۹/۸۰	۲۷۱۶/۵۷	۲۷۸۰/۹۱	۱۳/۲۱
۷۷	۱۹۰۲/۷۶	۱۵۵/۰۶	۱۹۸۷/۱۷	۲۶۳۵/۰۳	۲۶/۵۱	۱۱۹	۶۴۸/۰۱	۱۷/۸۰	۲۷۱۶/۵۷	۲۸۵۰/۱۴	۱۵/۷۲
۷۸	۳۸۴	۱۹۴/۴۸	۱۸۸۴/۰۲	۱۹۸۷/۱۷	۱۳/۷۷	۱۲۰	۱۱۲۴/۵۷	۹۷/۶۶	۲۴۸۵/۷۵	۲۷۱۶/۵۷	۱۹/۰۹
۷۹	۸۸۶/۱۹	۴۳/۵۰	۲۴۷۱/۰۲	۲۷۱۳/۵۱	۲۴/۷۷	۱۲۱	۱۰۶۹/۴۳	۳۰/۷۹	۲۴۸۵/۷۵	۲۷۴۸/۰۳	۲۲/۲۶
۸۰	۱۲۰۶/۹۹	۱۰۴/۷۸	۲۴۷۱/۰۲	۲۷۲۴/۶۱	۲۰	۱۲۲	۱۱۶۴/۷۷	۱۴۴/۴۲	۲۰۴۵/۳۴	۲۴۸۵/۷۵	۳۲/۵۸
۸۱	۶۳۴/۳۴	۲۷۹/۶۲	۲۳۱۶/۷۲	۲۴۷۱/۰۲	۲۱/۱۴	۱۲۳	۳۹۴/۱۲	۱۱/۵۴	۲۶۷۰/۶۵	۲۷۳۹/۵۹	۱۲/۴۳
۸۲	۱۱۸۷/۴۸	۴۸/۰۶	۲۳۱۶/۷۲	۲۶۹۹/۵۴	۲۸/۷۲	۱۲۴	۴۱۱/۰۸	۲۰/۵۴	۲۶۷۰/۶۵	۲۷۵۷/۱۹	۱۷/۲۸
۸۳	۱۷۷۸/۳۴	۹۲۷/۰۴	۲۰۴۳/۶۱	۲۳۱۶/۷۲	۱۲/۵۹	۱۲۵	۲۵۶/۸۰	۷۴/۷۳	۲۶۳۶/۹۱	۲۶۷۰/۶۵	۱۳/۱۴
۸۴	۱۵۷۷/۲۲	۶۶/۵۹	۲۰۷۸/۳۵	۲۵۳۲/۷۷	۲۶/۳۸	۱۲۶	۱۸۵۳۴	۳۱/۴۲	۲۶۳۶/۹۱	۲۷۴۳/۸۷	۱۵/۷۵
۸۵	۵۵۱/۶۱	۳۱/۳۶	۲۳۷۷/۳۱	۲۵۵۲/۰۸	۲۵/۰۸	۱۲۷	۱۲۹/۷۳	۴/۵۵	۲۶۲۹/۹۴	۲۶۵۴/۷۳	۵/۰۸
۸۶	۴۴۰/۱۶	۲۵/۹۲	۲۳۷۷/۳۱	۲۴۸۴/۱۹	۱۹/۷۸	۱۲۸	۴۶۸/۳۷	۱۳۴/۸۴	۲۶۲۲/۱۸	۲۶۳۶/۹۱	۳/۱۴
۸۷	۸۷۹/۲۶	۳۹/۸۸	۲۱۹۱/۶۵	۲۴۵۱/۹۶	۲۵/۹۳	۱۲۹	۲۳۴/۲۷	۳/۸۱	۲۷۱۳/۲۶	۲۷۸۱/۹۸	۱۸/۰۵
۸۸	۹۴۱/۰۳	۲۲۰/۹۶	۲۰۷۸/۳۵	۲۳۷۷/۳۱	۲۲/۱۱	۱۳۰	۱۵۴/۰۶	۲/۴۷	۲۷۱۳/۲۶	۲۷۴۴/۴۹	۱۲
۸۹	۱۶۴/۲۵	۲۹۳/۴۷	۲۰۴۳/۶۱	۲۰۷۸/۳۵	۱۵/۵۳	۱۳۱	۱۹۱/۷	۳/۸۶	۲۷۰۲/۱۳	۲۷۴۸/۷۹	۱۳/۶۲
۹۰	۸۳۲/۶۸	۳۳/۵۹	۲۰۴۳/۶۱	۲۳۴۴/۶۶	۲۹/۹۶	۱۳۲	۴۶۵/۷۴	۳۶/۱۳	۲۶۴۳/۴۹	۲۷۱۳/۲۶	۱۱/۹۱
۹۱	۳۹۹/۳۵	۱۱۰۲/۷۶	۱۹۹۱/۹۵	۲۰۴۳/۶۱	۷/۲۷	۱۳۳	۴۵۱/۱۳	۱۴/۷۰	۲۶۴۳/۴۹	۲۷۴۵/۹۱	۱۷/۹۸
۹۲	۱۹۰۱/۰۵	۱۲۰/۶۰	۱۹۹۱/۹۵	۲۶۲۳/۷۰	۳۰/۰۷	۱۳۴	۱۶۲/۳۴	۳۹/۹۸	۲۶۲۲/۱۸	۲۶۴۳/۴۹	۶/۷۳
۹۳	۵۴۲/۰۱	۶۳/۴۲	۲۱۲۹/۶۶	۲۳۶۳/۲۸	۳۳/۴۷	۱۳۵	۹۱/۳۵	۱۳۶/۳۵	۲۶۱۸/۱۷	۲۶۲۲/۱۸	۲/۵۹
۹۴	۲۱۹/۳۷	۶/۶۵	۲۰۹۶/۴۹	۲۱۹۱/۳۵	۲۹/۲۷	۱۳۶	۳۸۸/۹۷	۱۹/۹۹	۲۶۱۷/۱۷	۲۶۵۰/۲۴	۵/۵۷
۹۵	۲۰۲/۰۱	۲/۰۱	۲۰۶۸/۶۷	۲۱۲۰/۹۷	۱۸/۶۹	۱۳۷	۵۷۳/۴۶	۱۸/۷۶	۲۶۱۸/۱۷	۲۶۹۴/۵۹	۹/۱۲
۹۶	۵۴۵/۰۴	۲۶/۸۴	۲۰۸۷/۸۸	۲۲۹۹/۹۳	۳۳/۳۷	۱۳۸	۱۷۸/۶۲	۳/۰۸	۲۶۲۴/۲۹	۲۶۴۴/۶۵	۵/۹۶
۹۷	۵۰۲/۵۷	۹/۳۳	۲۰۹۵/۰۴	۲۲۹۹/۷۶	۳۳/۹۱	۱۳۹	۸۳۴/۵۲	۲۶۳/۰۹	۲۵۴۴/۲۹	۲۶۱۸/۱۷	۶/۳۷
۹۸	۱۰۹۴/۹۶	۶۰/۳۸	۱۹۸۵/۰۲	۲۳۶۹/۹۲	۳۲/۲۴	۱۴۰	۳۵۴/۷۳	۹/۰۸	۲۷۴۸/۶۹	۲۸۰۸/۵۸	۱۳/۳۵
۹۹	۶۲۱/۳۰	۲۳/۱۴	۱۹۸۵/۰۲	۲۲۶۲/۹۶	۳۹/۶۰	۱۴۱	۴۷۹/۷۵	۸/۹۵	۲۷۴۸/۶۹	۲۸۴۲/۷۹	۱۵/۱۸
۱۰۰	۶۳۶/۶۴	۲۲/۴۳	۲۰۹۱/۵۵	۲۳۷۱/۷۱	۳۵/۲۲	۱۴۲	۴۶۱/۶۳	۳۳/۳۳	۲۵۸۱/۱۲	۲۷۴۸/۶۹	۲۲/۴۳
۱۰۱	۲۹۱/۲۳	۸/۹۴	۲۲۳۳/۷۱	۲۳۸۶/۲۸	۳۶/۵۰	۱۴۳	۴۳۴/۷	۱۰/۹۸	۲۵۴۴/۲۹	۲۶۵۰/۰۷	۱۸/۱۹
۱۰۲	۲۵۸/۹۳	۸/۴۹	۲۲۳۳/۷۱	۲۳۵۵/۰۶	۳۱/۷۸	۱۴۴	۴۱۸/۹۹	۲۹۹/۸۵	۲۴۸۱/۷	۲۵۴۴/۲۹	۱۱/۸۲

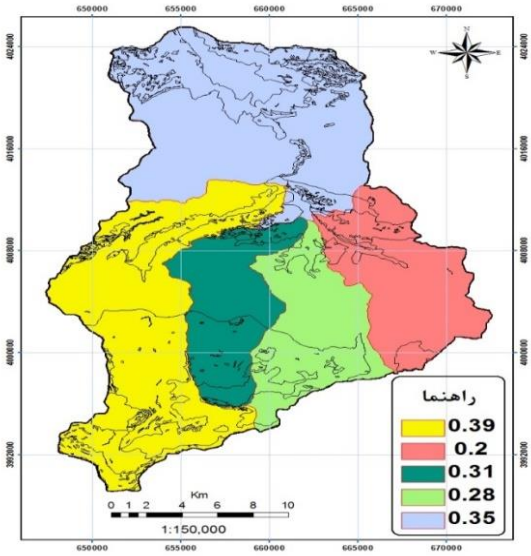
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ادامه جدول ۵- مشخصات بازه‌های حساس شناسایی شده در حوزه آبریز بابلرود

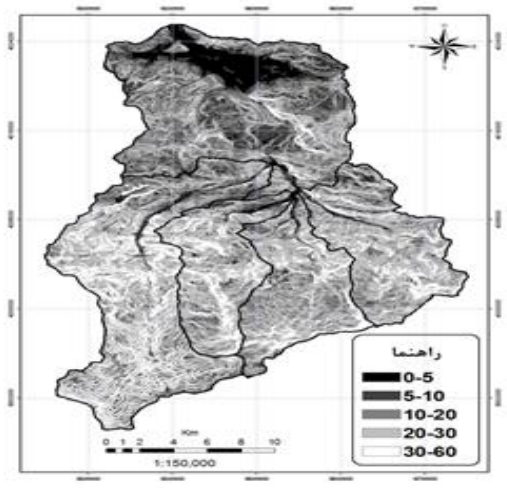
۱۰۳	۱۱۵/۳۲	۲۸/۴۲	۲۱۶۷/۹۷	۲۲۳۳/۷۱	۳۳/۲۳	۱۴۵	۳۲۸/۷۳	۷/۹۸	۲۵۲۷/۵۸	۲۶۱۹/۸۹	۱۹/۹۱
۱۰۴	۲۸۲/۱۹	۸/۲۳	۲۱۶۷/۹۷	۲۳۲۹/۷۷	۴۵/۴۹	۱۴۶	۲۷۵/۹۴	۹/۰۴	۲۵۲۷/۵۸	۲۵۶۲/۲۴	۷/۵۳
۱۰۵	۳۲۶/۰۶	۴/۹۸	۲۰۸۵/۹۰	۲۳۰۳/۲۲	۴۹/۳۰	۱۴۷	۱۴۴/۷۸	۲۰/۳۶	۲۴۸۱/۷	۲۵۲۷/۵۸	۲۰/۲۸
۱۰۶	۳۴۱/۸۵	۵۷//۶۰	۲۰۰۳/۰۴	۲۱۶۷/۹۷	۳۵/۶۷	۱۴۸	۳۰۹/۷۳	۳۱۵/۷۴	۲۴۲۹/۵۲	۲۴۸۱/۷	۱۰/۶۴
۱۰۷	۵۷۳/۰۵	۱۵/۷۹	۲۰۰۳/۰۴	۲۳۱۸/۳۸	۴۷/۱۷	۱۴۹	۴۹۵/۷۲	۱۳/۳	۱۸۹۵/۸۳	۲۱۳۱/۶۳	۳۵/۱۸
۱۰۸	۳۰۹/۱۶	۱۲/۸۳	۱۶۳۸/۲۴	۱۶۹۶/۳۷	۱۲/۸۷	۱۵۰	۷۳۳/۳۱	۱۳/۲۳	۱۸۹۵/۸۳	۲۱۶۲/۹۸	۲۸/۱۲
۱۰۹	۹۷۵/۶۷	۲۶/۰۷	۱۶۳۸/۲۴	۱۸۵۳/۷۷	۱۷/۹۰						
۱۱۰	۱۹۴۲/۶۹	۱۰۴/۸۹	۱۵۹۸/۵۸	۲۰۲۱/۵۲	۱۹/۶۴						



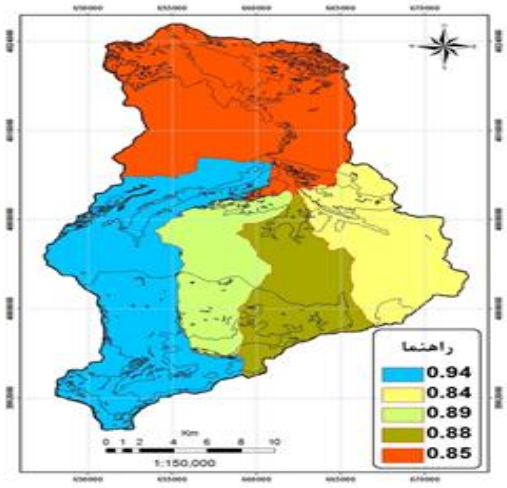
شکل ۵: نقشه ضریب استفاده از زمین (Xa)



شکل ۶: نقشه ضریب فرسایش حوضه (ψ)

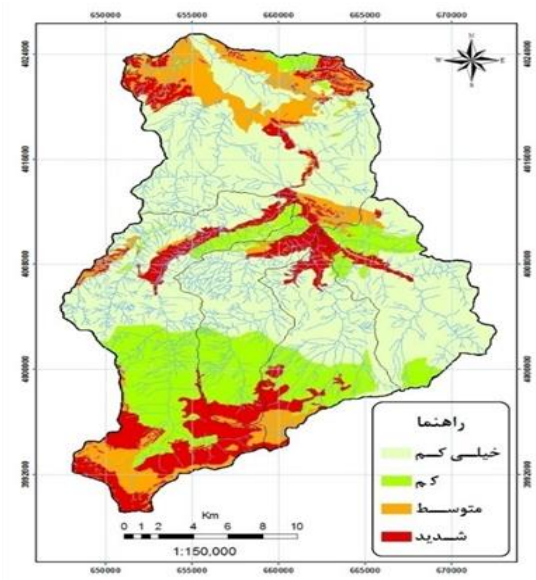


شکل ۷: نقشه شیب متوسط حوضه (I)



شکل ۸: نقشه ضریب حساسیت به فرسایش (Y)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۹: نقشه پهنه‌بندی شدت فرسایش (مدل EPM)



شکل ۱۰: موقعیت بازه‌های حساس در منطقه مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از مدل EPM، پهنه‌بندی شدت فرسایش و رسوبدهی در حوزه آبریز بابلرود انجام پذیرفت. پس از تلفیق لایه‌های تهیه شده در مدل EPM، نقشه پهنه‌بندی شدت فرسایش تهیه و با توجه به نتایج مدل و مقدار رسوب برآورد شده، اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها انجام شد. به منظور ارزیابی و حصول اطمینان از نتایج مدل EPM، مقادیر برآورد شده با داده‌های مشاهده‌ای (۴۳ سال آمار ایستگاه قران تالار) مقایسه و با استفاده از آزمون t جفتی و ضریب همبستگی مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق نتایج آماری به‌دست آمده، مقادیر برآورد شده توسط مدل مورد آزمون با داده‌های مشاهده‌ای در سطح اطمینان ۹۵٪ فاقد اختلاف معنی‌دار بوده و همچنین با ضریب همبستگی ۰/۹۱، صحت نتایج مدل تأیید گردید که با یافته‌های راستگو و همکاران (۱۳۸۵: ۱) و بهرامی و رحیمی (۱۳۸۷: ۱) مبنی بر تأیید نتایج مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب نظیر EPM و MPSIAC، مطابقت و همخوانی دارد.

قابل ذکر است که نتایج حاصل از مدل‌سازی همواره با یک عدم قطعیت همراه بوده که این عدم قطعیت می‌تواند ناشی از ساختار مدل، ورودی‌ها، پارامترهای مدل و همچنین به دلایل پیش‌بینی نشده باشد. تست مدل و آنالیز عدم قطعیت برای توسعه و فهم خروجی مدل، صحیح بوده و باید مورد بررسی قرار گیرد که این امر با یکسری عوامل محدود کننده همراه می‌باشد. عوامل محدود کننده در تست مدل و آنالیز عدم قطعیت شامل دسترسی به داده‌ها از نظر مقدار کافی داده و قدرت تفکیک مناسب زمانی و مکانی و همچنین قابلیت اطمینان برای مقایسه خروجی مدل می‌باشد. عدم قطعیت اصلی در این مطالعه، استفاده از مدل تجربی فرسایش جاده‌ای خارج منطقه‌ای می‌باشد که برای مناطق با ویژگی‌ها و شرایط متفاوت با ایران توسعه یافته است؛ اما داده‌های پایش در این تحقیق در دسترس بوده و از طریق مشاهدات مستقیم و برداشت‌های میدانی دقیق استخراج و به‌کار گرفته شدند. در نتیجه عدم قطعیت در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

کاربرد مدل به‌کار رفته در منطقه مورد مطالعه می‌تواند تا حدودی کاهش یافته باشد. چرا که در این مطالعه سعی گردیده که منابع عدم قطعیت مرتبط با اندازه‌گیری داده‌های ورودی و پارامترهای مدل، دارای حداقل خطا باشند و در این راستا داده‌هایی که طی بازدید صحرایی برداشت گردید حتی‌الامکان با دقت کامل و با استفاده از ابزار دقیق اندازه‌گیری شد. با این وجود برخی از داده‌های لازم برای مدل، از نقشه‌های موجود استخراج گردید که خطاهای موجود در آن‌ها می‌تواند سبب ایجاد عدم قطعیت در نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل شود.

به‌طور کلی در تحقیق حاضر، با در نظر گرفتن جمیع جهات و طبق اولویت‌بندی انجام گرفته، زیرحوضه بابلک دارای بیشترین رسوب تولیدی در بین سایر زیرحوضه‌ها است (نتایج روش EPM) که این ناشی از عامل توپوگرافی می‌باشد. این عامل، همان کوه‌های نارگلی در قسمت بالادست حوضه است که انواعی از فرسایش‌های مختلف در آن مشهود و سطح زمین دارای پوشش کم و حتی بدون پوشش نیز می‌باشد. همچنین قسمت‌های بالادست حوضه دارای خاک با گروه هیدرولوژیکی C (با نفوذ کم‌تر و تولید رواناب بیش‌تر) است در حالی که بخش‌های دیگر حوضه دارای خاک با گروه هیدرولوژیکی B (نفوذ بیش‌تر و تولید رواناب کم‌تر) می‌باشند که این خود می‌تواند دلیلی بر مقدار فرسایش و تولید رسوب بیش‌تر در زیرحوضه بابلک باشد. فرسایش در اراضی مسطح ابتدای حوضه، اواسط و انتهای حوضه دارای سه عامل متفاوت می‌باشد، در بخش مسطح ابتدای حوضه به علت تجمع جمعیت انسانی و دامی، استفاده‌های مختلف از اراضی، خصوصاً چرای دام‌ها از پوشش زیر اشکوب، لگدکوب کردن و فشرده کردن ساختمان خاک منجر به افزایش پتانسیل هرزآب شده که این مسئله فرسایش سطحی را در این ناحیه باعث شده است. در بخش‌های میانی حوضه که از شیب تند با دامنه‌های طولانی برخوردار است به رغم وجود پوشش انبوه جنگل، رواناب قابل توجهی در زمان بارش‌های شدید ایجاد می‌شود که موجب ایجاد فرسایش شیاری قابل توجهی گردیده است. در مناطق بالادست و انتهای حوضه بروز فرسایش شیاری، زمانی شدت می گیرد که ذوب برف به سرعت صورت گرفته و رواناب ناشی از ذوب برف به هنگام عبور از دامنه‌های کم پوشش با خاک‌های حساس به فرسایش موجب توسعه شدید فرسایش شیاری می‌گردد. بطور کلی عوامل اصلی ایجاد فرسایش در حوزه آبریز بابلرود شامل موارد مشروحه زیر می‌باشد:

۱- عوامل طبیعی (بالا آمدن رشته کوههای البرز و شیب‌های زیاد).

۲- عامل انسانی (تغییرات کاربری اراضی، احداث جاده، چرای بیش از حد دام‌ها و لگدکوبی خاک که باعث سفت شدن خاک، کاهش نفوذپذیری و افزایش هرزآب خواهد شد).

۳- شرایط خاص لیتولوژیک منطقه.

٤- وجود سازندهای آبرفتی حساس از دیگر عوامل مهم هستند که رودخانه‌های اصلی بیش‌تر تحت تأثیر بوده و در زیر حوضه بابلک از شدت بیش‌تری برخوردار است. همچنین، تعداد ۱۵۰ بازه فرسایشی در آبراهه‌های این حوضه شناسایی شده است که بخش اعظم این بازه‌ها در زیر حوضه بابلک قرار دارد. از مباحث بالا این چنین می‌توان نتیجه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

گرفت که زیر حوضه بابلک به دلیل شرایط توپوگرافی مستعد فرسایش، سازندهای حساس به فرسایش، خاک‌های با گروه هیدرولوژیکی C، عوامل طبیعی و انسانی دارای بیش‌ترین مقدار تولید رسوب است که بیش‌تر بازه‌های حساس شناسایی شده را نیز این زیرحوضه به خود اختصاص داده است؛ بنابراین به منظور کاهش هدر رفت خاک و کنترل فرسایش در این زیرحوضه، باید اقدامات و راهکارهای مدیریتی و همچنین عملیات آبخیزداری لازم و مناسب صورت گیرد. از جمله می‌توان به مدیریت چرا، تعیین کاربری‌های مناسب در هر منطقه، افزایش پوشش گیاهی (عملیات‌های بیولوژیکی) و در نهایت استفاده از عملیات‌های سازه‌ای مناسب به خصوص در آبراهه‌ها و بازه‌های حساس مشخص شده، اشاره نمود.

به‌طور کلی، همان‌طور که در قبل‌تر نیز به آن اشاره شد، بخش اعظم حوزه آبریز بابلرود از سازند شمشک و سازند آبرفتی حساس پوشیده شده است که به دلیل فرسایش‌پذیری بالا و تولید مقدار زیاد رسوب، نیازمند توجه بیش‌تر و مدیریت بهتر بوده و لذا انجام عملیات آبخیزداری مناسب (در اولویت اول عملیات بیولوژیکی و در شرایط حاد فرسایشی نظیر بازه‌های حساس و فرسایشی شناسایی شده، استفاده از عملیات ترکیبی بیولوژیکی و مکانیکی متناسب با شرایط موجود)، ضروری به نظر می‌رسد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

- احمدی، ح (۱۳۸٦)، «***ژئومورفولوژی کاربردی***»، جلد اول، فرسایش آبی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

- برزو، آ؛ ممیزی، م. ر؛ نیک اندیش، ع. ع (۱۳۸۷)، «مقایسه سه روش EPM، MPSIAC و PSIAC در برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه چهل‌چشمه استان فارس»، ***فصلنامه دانش کشاورزی ایران***، شماره ۱، صص ۱۹-۲۹.

- بهرامی، م؛ رحیمی، ع (۱۳۸۷)، «برآورد حجم رسوب ناشی از فرسایش در حوضه آبریز رودخانه کرد شیخ به روش‌های تجربی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی»، ***فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی***، شماره ۲، صص ۸۹-۸۲.

- پوزش‌شیرازی، م؛ رفاهی، ح. ق؛ شاهویی، ص (۱۳۷۹)، «کاربرد مدل کامپیوتری ANSWERS برای محاسبه رواناب و تخمین فرسایش و رسوب در اراضی شیب‌دار کشاورزی حوزه آبخیز گرگان رود و مقایسه آن با سایر روش‌های متداول»، ***مجله علوم کشاورزی ایران***، شماره ۳، صص ٦٤٠-٦٢٧.

- جهان‌سیر، ر (۱۳۸۰)، «بررسی تأثیر عوامل خطر فرسایش خاک (عوامل مدل FAO) در میزان فرسایش با استفاده از GIS در حوزه آبخیز زیارت»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گرگان.

- دهزاد، ب؛ شکیباحسینی اصل، ع. ر. ا؛ مشگین، خ (۱۳۸۷)، «پهنه‌بندی فرسایش در استان گلستان با مدل EPM در محیط GIS»، ***فصلنامه چشم انداز جغرافیایی***، شماره ۷، صص ۷۲-٦۱.

- راستگو، س؛ قهرمان، ب؛ ثنایی‌نژاد، ح؛ داوری، ک؛ خداشناس، س. ر (۱۳۸۵)، «برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز تنگ کنشت با مدل‌های تجربی MPSIAC و EPM به کمک GIS»، ***علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی***، شماره ۱۰ (۱)، صص ۱۰٤-۹۱.

- سلیمانی، ک؛ بیات، ف (۱۳۸٤)، «به‌کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در ارزیابی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل MPSIAC در زیر حوضه سفیدآب هراز»، ***تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۷٦، صص ۱۲۲-۱۰۷.

- ضیائی، ح. ا؛ هنیا، ع (۱۳۸۰)، «***اصول مهندسی آبخیزداری***»، مشهد، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ٥٤٨ ص.

- علیزاده، ا (۱۳٦۸)، «***فرسایش و حفاظت خاک***»، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی، ۲٥۸ ص.

- فهمی، ه؛ عبدی‌نیا، د (۱۳۸٥)، «کاربرد خوشه‌سازی فازی در پهنه‌بندی فرسایشی»، ***تحقیقات منابع آب ایران***، شماره ۱ (٤)، صص ۲۹-۱۸.

- محسنی، ب؛ قدوسی، ج؛ احمدی، ح؛ طهماسبی، ر (۱۳۹۰)، «ارزیابی دقت و کارایی مدل‌های EPM، MPSIAC، ژئومورفولوژی و هیدروفیزیکی در برآورد فرسایش و رسوب»، ***جغرافیا و توسعه***، شماره ۲۲، صص ۱۲۷-۱۰۷.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- معاونت آبخیزداری استان مازندران، طرح جامع مدیریت منابع آب و خاک البرز، (۱۳۸۷)، طرح جامع مدیریت منابع آب و خاک البرز.

- Daroussin, J., King, D., (2001), "Mapping erosion risk for cultivated soil in france", ***Catena***, 46: 207-220.

- Lufafa, A., Tenywa, M. M., Isabirye, M., Majaliwa, M. J. G., Woomer, P. L., (2003), "Prediction of soil erosion in a Lake Victoria basin catchment using a GIS based Universal Soil Loss Model", ***Agri Systema***, 76: 883-894.

- Nearing, M. A., Govers, G., Norton, L. D., (1999), "Vrariability in soil erosion data from replicated plots", ***Soil Sci. Sco. Am. J***, 63: 1829-1835.

- Sheresta, M. K., (2001), "Soil erosion modeling using remote sensing and GIS, Case study of Jhikhu Khola watershed", ***Nepal***.

- Safamanesh, R. A., Sulaiman, W. N., Ramli, M. F., (2006), "Erosion risk assessment using an empirical model of pacific south west inter Agency committee method for zarge watershed", ***Journal of Spatial Hydrology***, 6 (2): 1-14.

- Toy, T. J., Foster, G. R., Renard, K. G., (2002), "***Soil erosion Processes, Prediction, Measurement and control***", John Wiley and sons, Newyork, 338pp.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]