پهنه‌بندی حساسیت سیل‌خیزی حوضه آبریز گاوه‌رود با استفاده از GIS

دکتر منوچهر فرجزاده
استادیار دانشگاه تربیت مدرس
عبدا... نصرتی
کارشناس ارشد سنجش از دور GIS

چکیده

از مهم‌ترین مسائلی که در مدیریت آبخیزداری حوضه‌های آبریز مطرح است محاسبه میزان شدت سیل‌خیزی زیر حوضه‌ها می‌باشد. این مطالعه در تعیین اولویت اقدامات آبخیزداری نقش اساسی دارد. به طور یقین شناسایی عوامل موثر در میزان شدت سیل‌خیزی می‌تواند در برآورد شدت سیل‌خیزی حوضه‌های فاقد آمار هیدرومتری نیز بسیارکارآمد باشد. هدف مقاله حاضر شناسایی عوامل موثر در شدت سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز گاوه‌رود در غرب کشور بوده است. نتیجه حاصل از تعیین حساسیت سیل‌خیزی در پهنه‌بندی زیر حوضه‌های مورداستفاده قرار می‌گرفته و هریک از آن‌ها از نظر قابلیت تولید رواناب طبقه‌بندی شده‌اند. برای داده‌های موردنیاز این تحقیق علاوه بر تهیه داده‌های موجود از روش‌های سنجش از دور برای تولید نقشه شاخص پوشش گیاهی استفاده شده است. پس از تهیه اطلاعات و تزریق آن‌ها به کامپیوتر از روش‌های مختلف تحلیل GIS برای اخذ نتایج استفاده شده است .

واژگان کلیدی : سیل‌خیزی - سیستم اطلاعات جغرافیایی –آبخیزداری- گاوه‌رود

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مقدمه

از مسائل مهمی که در هنگام انجام عملیات آبخیزداری مطرح می‌باشد تعیین اولویت اقدامات برای کنترل فرسایش و کاهش سیل در زیر حوضه‌های یک حوضه آبریز می‌باشد. یعنی با توجه به حساسیت ویژه حوضه در مقابل عوامل فرسایشی سعی می‌شود ابتدا عملیات آبخیزداری در روی آن متمرکز شده و به تدریج به سایر زیر حوضه‌ها تسری پیدا کند. به طورقطع عوامل متعدد شناخته شده‌ای در وقوع حجم سیلاب تاثیرگذار هستند. از جمله این عوامل مساحت، شیب، شکل، زمان تمرکز، شرایط زمین‌شناسی، ویژگی‌های بارش، ویژگی‌های پوشش گیاهی و ... را می‌توان ذکر کرد (۱). ولی با تاثیرشرایط مختلف نمی‌توان یکی از عوامل فوق را به عنوان ملاک تعیین حساسیت قرار داد؛ به طورمثال اگر مساحت را به عنوان مهم‌ترین عامل تولید روان‌آب محسوب کنیم در عمل ملاحظه می‌شود که شرایط و ویژگی‌های درونی درمواردی تاثیر بیشتری دارند و همین شرایط باعث می‌شود که برخی در زیر حوضه‌ها علی‌رغم وسعت زیاد به دلیل ویژگی‌های خاص محیطی از جمله شیب کمتر و پوشش گیاهی کم تراکم از روان‌آب کمتری برخوردار باشند . موقعیت زیر حوضه‌ها نیز از جمله عواملی است که در مقایسه با سایر عوامل می‌تواند تاثیر بیشتری روی تولید روان‌آب داشته باشد (۲) .

در مجموع عواملی که در میزان تولید روان‌آب تاثیرگذار هستند می‌توانند در گروه عوامل پایدار همچون مساحت، شیب و عوامل ناپایدار همچون پوشش گیاهی، نوع خاک طبقه‌بندی شوند. عوامل پایدار در طول زمان ثابت بوده ولی عوامل ناپایدار در نتیجه نحوه بهره‌برداری‌ها می‌تواند تغییراتی را داشته باشد که روی حجم روان‌آب تاثیر زیادی خواهدداشت (۳). با توجه به مسائل فوق مشخص

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

است که توجه به عوامل درونی زیر حوضه‌ها، نقش اساسی در تعیین حساسیت آن‌ها دارد و برای تعیین حساسیت آن‌ها با استفاده از کلیه عوامل تاثیرگذار می‌باید پهنه‌بندی را انجام داد .

قائمی و همکاران (۴) در مطالعه خود به چهار متغیر محیطی و وزن‌دهی اشاره کرد و حساسیت سیل‌خیزی زیرحوضه‌های حوضه کرخه را مشخص نموده‌اند. موحددانش و دین‌پژوه با استفاد از رابطه مساحت و دبی حداکثر سیلاب زیر حوضه‌های شرق دریاچه ارومیه را پهنه‌بندی نمودند (۵) .

در مطالعه حاضر سعی شده است با بهره‌گیری از روش سنجش از دور ابتدا داده‌های موردنیاز برای مدل سیل‌خیزی تهیه شود و سپس با تشکیل پایگاه اطلاعاتی در محیط GIS با استفاده از روش‌های تحلیل GIS ، روابط بین لایه‌های اطلاعاتی در ارتباط با شدت سیل‌خیزی موردمطالعه قرار گیرد. برای همین منظور از روش‌های مختلف تحلیل چندمتغیره استفاده شده و با محاسبه بهترین مدل، پهنه‌بندی حساسیت سیل‌خیزی با توجه به مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار شناسایی شده صورت گرفته است. این مطالعه در حوضه آبریز گاوه‌رود در غرب انجام شده است .

ویژگی‌های منطقه موردمطالعه

حوضه آبخیز گاوه‌رود از زیر حوضه‌های حوضه سیروان در غرب ایران بوده که بین ۴۷ تا ۴۸ درجه طول شرقی و ۳۵ تا ۴۵ درجه عرض شمالی در جنوب استان کردستان و شمال استان کرمانشاه واقع گردیده است (شکل ۱). اصلی‌ترین شبکه جاری این حوضه، رودخانه گاوه‌رود با جهت جنوب شرقی - شمال غربی می‌باشد .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

از نظر توپوگرافی این حوضه جزء حوضه‌های کوهستانی محسوب شده که حداکثر ارتفاع آن قله بیر با ارتفاع ۳۲۶۲ متر و ارتفاع حداقل آن ۱۵۰۰ متر در محل خروجی حوضه می‌باشد .

از نظر زمین‌شناسی منطقه از زون‌های سنندج - سیرجان (شامل سنگ‌های متامورفیک و گدازه‌های متبلور ژوراسیک)، زون خردشده زاگرس (شامل نهشته‌های جوان و فلیش) تشکیل شده است. قدیمی ترین سازند شناخته شده مربوط به دوره ژوراسیک و جدیدترین آن آبرفت‌های جوان کواترنری می‌باشد .

از نظر اقلیمی، منطقه عموماً دارای آب و هوای نیمه خشک و سرد می‌باشد،که دارای زمستان‌های سرد و توام با ریزش برف و یخبندان و تابستان‌های معتدل است. رژیم بارندگی منطقه مدیترانه‌ای بوده و قسمت اعظم بارش در فصول سرد سال اتفاق می‌افتد. متوسط بارش سالانه در حوضه سیروان ۴۵۰ میلی‌متر می‌باشد .

حوضه سیروان با مساحت ۲۰۹۲ کیلومترمربع دارای ۲۳ زیرحوضه است. در ۴ زیر حوضه از مجموع ۲۳ زیر حوضه ایستگاه‌های هیدرومتری وجود داشته که به صورت مستمر داده‌های جریان از جمله دبی حداکثر سیلابی در آنها ثبت می‌شود. در مطالعه حاضر به منظور در اختیارداشتن ارقام دبی حداکثر سیلاب با استفاد از مدل منطقه‌ای، میزان دبی حداکثر سیلابی برای تمام زیر حوضه‌ها برآورد شده است که مبنای محاسبات ارائه مدل سیل‌خیزی زیر حوضه‌ها را تشکیل داده است .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

تشکیل پایگاه اطلاعاتی

برای محاسبه مدل ابتداء پایگاه اطلاعاتی متشکل از سه نوع داده زیر تهیه و به کامپیوتر داده شد .

۱- داده‌های فیزیوگرافیک

برای اندازه‌گیری این داده‌ها، ابتدا نقشه توپوگرافی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه و پس از تعین مرز حوضه و زیر حوضه‌ها با استفاده از رقومی‌کننده به کامپیوتر داده شد. پس از ایجاد توپولوژی، مساحت و محیط و طول آب‌راه اصلی برای هریک از زیر حوضه‌ها به تفکیک محاسبه شده و از طریق آن‌ها ضریب گراولیوس و زمان تمرکز آن‌ها محاسبه گردید. برای محاسبه میزان شیب زیرحوضه‌ها پس از ساخت مدل رقومی ارتفاع از طریق واسطه‌یابی منحنی‌های میزان ، نقشه شیب تهیه گردید .

۲- داده‌های اقلیم‌شناسی

پس از جمع‌آوری داده‌های ایستگاه‌های کلیماتولوژی برای دوره آماری ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۴ شمسی، با واسطه‌یابی خطی بین نقاط ایستگاه‌ها، نقشه فضایی بارش متوسط سالیانه، مجموع بارش‌های ماه‌های پرباران (اسفند، فروردین، اردیبهشت) و حداکثر بارش ۲۴ ساعته محاسبه گردید. نقشه‌های تهیه شده در این مرحله نشان می‌دهد که قسمت اعظم زیر حوضه‌های بارشی بین ۴۰۰ تا ۵۳۰ میلمتر را دریافت می‌دارند. حداکثر بارش ۲۴ ساعته نیز در زیر حوضه‌ها حداقل ۶۱ و حداکثر ۸۴ میلمتر می‌باشد .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

۳- ویژگی‌های محیطی

نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ که از طرف سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه و وارد پایگاه اطلاعاتی گردید. برای تهیه نقشه پوشش گیاهی از تصویر سنجنده TM[۱] ماهواره لندست سال ۱۹۹۸ میلادی با استفاده از شاخص NDVI[۲] استفاده شد. این نقشه نشان می‌دهد که تراکم پوشش گیاهی در زیر حوضه‌ها از پراکندگی تا بسیارمتراکم برخوردار می‌باشد .

با توجه به این‌که یکی از عوامل مهم در تولید روان‌آب، میزان CN[۳] یا عدد منحنی زیر حوضه‌ها می‌باشد (۶). با ترکیب لایه‌های خاک شناسی و پوشش گیاهی نقشه عدد منحنی نیز تهیه شده و به پایگاه اطلاعاتی اضافه گردید.

۴- تحلیل داده‌ها

به منظور شناسایی عوامل موثر تاثیرگذار بر میزان سیلاب، پس از تهیه همه لایه اطلاعاتی، ارزش‌های وزنی برای هریک از زیر حوضه‌ها با استفاده از توابع تحلیلی GIS استخراج گردید. مطالعه روابط بین لایه‌های اطلاعاتی از طریق مدل‌های رگرسیون چندمتغیره گام بعدی بوده است که در این مرحله دبی حداکثر سیلابی زیرحوضه‌ها به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده و متغیرهای کمیت‌پذیر جمع‌آوری شده از جمله عدد منحنی، مقدار بارش ماه‌های پرباران، زمان تمرکز، مساحت و محیط و ... به عنوان متغیرهای مستقل وارد محاسبات گردید. در انجام محاسبات رگرسیون چندمتغیره از روش‌های متعددی

۱- Thematic Mapping

۲ - Normalized Difference Vegetation

۳ –Curve Number

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

استفاده می‌شود که به روش‌های انتر [۱]، مرحله‌ای[۲]، عقب‌گرد[۳] و جلوگرد[۴] از معمول‌ترین آنها به شمار می‌روند (۷). در هریک از این روش‌ها، سعی می‌شود متغیرهای اصلی طی مراحلی در ارتباط با میزان ضریب رگرسیون که نشان‌دهنده وجود ارتباط بین متغیر وابسته و متغیر مستقل موردمطالعه است انتخاب شود. یعنی طی این مرحله، متغیرهایی به صورت متوالی به مدل اضافه یا کم می‌شود. معیار اصلی برای واردشدن یا خارج‌شدن یک متغیر بر اساس میزان تغییرات $R^۲$ چندمتغیر می‌باشد. در مطالعه حاضر کلیه متغیرهای کمیت به مدل وارد شده و متغیرهای کیفی شامل لایه‌های زمین‌شناسی و پوشش گیاهی با استفاد از نتایج لایه خروجی موردتحلیل کیفی قرار گرفته و ارتباط آن‌ها با وقوع سیلاب مشخص شده است. پس از آزمون روش‌های مختلف با توجه به ضرایب رگرسیون پارشیال و آنالیز واریانس، مدل نهایی برای محاسبه سیلاب ویژه زیر حوضه‌ها به صورت رابطه شماره ۱ محاسبه شده است .

$$Sf = ۰/۲۰۸۷ + x_۱ - ۰/۰۰۰۵۳۸ + x_۲ - ۰/۰۲۶۱۲ \qquad (۱)$$

که در آن sf میزان دبی حداکثر سیلابی به متر مکعب در ثانیه در واحد سطح $x_۱$ نشان‌دهنده متغیر مساحت و $x_۲$ بیانگر زمان تمرکز زیر حوضه‌ها می‌باشد. با استفاده از این رابطه و لایه مساحت تمرکز، میزان سیلاب ویژه برای هریک از زیر حوضه محاسبه شده است. میزان دبی حداکثر سیلاب ویژه در زیر حوضه‌ها متغیر است که حداقل آن در زیر حوضه شماره ۱۱ و حداکثر آن در زیر حوضه شماره ۱

[۱]-Enter

[۲]-Stepwise

[۳] - Back ward

[۴] - Fore ward

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

قابل مشاهده است. ارقام محاسبه شده در ۴ گروه از کم تا خیلی زیاد طبقه‌بندی شده است .

بحث و نتیجه‌گیری

برای آزمون، دقت، نقشه تهیه شده بر مبنای رابطه محاسبه شده، با نقشه تهیه شده بر مبنای داده‌های اندازه‌گیری شده سیلاب مقایسه گردید. نتایج حاصله بیانگر وجود ارتباط فضایی خوب بین این دو نقشه است (R=۰/۸۶۰) از این‌رو مدل به دست آمده قابل اطمینان بوده و می‌توان فقط با استفاده از دو متغیر ساده فیزیوگرافی یعنی مساحت و زمان تمرکز میزان سیلاب را در زیر حوضه‌های فاقد آمار محاسبه نمود و از این طریق اولویت سیل‌خیزی آن‌ها تعیین شود. جدول شماره ۱بیانگر دبی سیلاب برآوردشده و مشاهده شده در زیرحوضه‌های موردمطالعه می‌باشد. نتایج حاصل از محاسبه شدت سیل‌خیزی و پتانسیل تولید روان‌آب در زیر حوضه‌ها نشان می‌دهد که در زیر حوضه‌های غربی به علت زمان تمرکز کمتر ، شیب زیاد و نفوذپذیری کمتر لایه‌های سطحی و همچنین پوشش گیاهی تنک از شدت یا حساسیت سیل‌خیزی بیشتری برخوردار هستند. برای مطالعه تاثیر پوشش گیاهی، میزان همبستگی بین این لایه‌ها با نقشه دبی سیلابی محاسباتی بررسی شده است که بیانگر وجود ارتباط منفی معنی‌دار بین آن‌ها است. (R = ۰/۳۶۱۸) یعنی در زیرحوضه‌هایی با پوشش گیاهی متراکم‌تر مقدار روان‌آب کمتری تولید شده و در زیرحوضه‌هایی با پوشش گیاهی تنک این حالت بر عکس می‌باشد. همچنین برای بررسی ارتباط بین سازندهای زمین‌شناسی و شدت که شدت سیل‌خیزی با استفاده از تحلیل جدول‌های توافقی مشخص شد که پتانسیل تولید روان‌آب در زیرحوضه‌هایی با تشکیلات نفوذناپذیری بیشتر بوده و بالعکس .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول شماره ۱ – دبی سیلابی مشاهده شده و محاسباتی در زیر حوضه های مورد مطالعه (m^3/s)

شماره زیر حوضه	دبی محاسباتی	دبی مشاهداتی
۱	۳,۴۹	۳,۹۵
۲	۲,۷۵	۲,۹۸
۳	۲,۹۵	۳,۰۲
۴	۲,۴۵	۲,۶۱
۵	۱,۹۲	۲,۰۶
۶	۱,۶۴	۲
۷	۱,۹۹	۱,۹۸
۸	۱,۶۳	۱,۷۹
۹	۱,۶۳	۱,۹۵
۱۰	۱,۸۴	۱,۹۲
۱۱	۱,۵۲	۱,۹۵
۱۲	۲,۸۶	۱,۹۷
۱۳	۲,۱۷	۲
۱۴	۲,۶۹	۲,۴۲
۱۵	۲,۱۷	۲
۱۶	۲	۱,۶۶
۱۷	۱,۸	۱,۹۹
۱۸	۲,۴۷	۱,۹۹
۱۹	۲,۱۸	۲
۲۰	۲,۲۰	۲,۲۹
۲۱	۱,۶۹	۱,۹۷
۲۲	۲,۴۳	۲,۶۹
۲۳	۲,۳۲	۲,۳۷

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

منابع و ماخذ

۱- علیزاده، امین، اصـول هیـدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ سوم، ص ۳۵، ۱۳۷۹ .

۲- خسروشاهی، محمد، تعیین نقش حوضه‌های آبخیز در شدت سـیل‌خیـزی حوضـه، رسـاله دکترای دانشگاه تربیت مدرس ، ۱۳۸۰ .

۳- قائمی، هوشنگ، سعید، شمس، علی، مدل سیل‌خیزی در زیر حوضـه‌هـای کرخـه، مجلـه نیوار، انتشارات سازمان هواشناسی کشور، شماره ۳۲، ۱۳۷۶ .

۴- موحد دانش، علی‌اصغر، دین‌پژوه، یعقوب، کاربرد روش کریگر در تخمین سیلاب‌های شرق دریاچه ارومیه، مجله نیوار، انتشارات سازمان هواشناسی کشور، شماره ۴۰، ۱۳۷۷ .

۵- مهدوی، محمد، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، ص ۳۹، ۱۳۷۸ .

۶- شرکت آمارپردازان، راهنمای کاربران SPSS، جلددوم، انتشارات حامی، چاپ اول، ۱۳۷۷.

7. Laronne J . B . , The variation of water surface and it s significant for bed load transport during flood in gravel – bed streams , gourals of hydrologic research , vlo .۳۶ , NO. ۲ , ۱۹۹۸

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]