



ارزیابی عملکرد روش تحلیل عاملی در اولویت‌بندی سیل‌خیزی زیرحوضه‌های دامنه شمالی الوند همدان

هادی نظری پویا

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان
(نویسنده مسؤول): hnpoya@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۸
صفحه: ۴۹ تا ۶۱

چکیده

شناسایی و تعیین پتانسیل سیل و اولویت‌بندی درجه سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها از دیدگاه مدیریت حوزه‌های آبخیز، پروژه‌های کنترل سیلاب و آبخیزداری از اهمیت فراوانی برخوردار است. در بسیاری از حوزه‌های آبخیز، بررسی و تعیین میزان تأثیر هر یک از عوامل در ایجاد سیلاب خروجی، بهویژه در زیرحوضه‌ای فاقد ایستگاه هیدرومتری اغلب با مشکلات زیادی مواجه است. هدف این پژوهش بررسی پارامترهای مؤثر در موقع سیلاب در زیرحوزه‌های آبخیز کوشک‌آباد و مقایسه دو روش تحلیل عاملی و روش استدلالی در اولویت‌بندی سیل می‌باشد. حوزه آبخیز کوشک‌آباد در قسمت مرکزی استان همدان، از نظر هیدرولوژیکی بخش اصلی حوضه آبریز روودخانه قره‌چای را تشکیل می‌دهد که جریان آن پس از طی مسیری طولانی به دریاچه قم می‌ریزد. در این پژوهش جهت تعیین پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها و اولویت‌بندی آنها، در مرحله اول پس از استخراج ویژگی‌های اقلیمی و فیزیوگرافی زیرحوضه‌ها، ابتدا با استفاده از روش تحلیل عاملی نقشه پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها تهیه و ترسیم گردید. سپس با استفاده از روش فرمول استدلالی در تخمین ضربی رواناب، شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها نیز با در نظر گرفتن عوامل مؤثر در ضربی رواناب حوضه از قبل، شبیه، کاربری اراضی و وضعیت خاک منطقه تعیین گردید و نقشه پتانسیل و اولویت‌بندی سیلاب زیرحوضه‌ها تهیه و ترسیم گردیدند. مقایسه نتایج حاصل از دو روش نشان می‌دهد که نقشه پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها با استفاده از روش تحلیل عاملی انطباق زیادی با نقشه پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها به روش فرمول استدلالی دارد. همچنین نتایج نهایی اولویت‌بندی در هر دو روش مشخص نمود که زیرحوضه‌های ابرو، یلغان، مریانچ و دره مرادیک با شدت سیل‌خیزی زیاد تا نسبتاً زیاد در اولویت اول تا چهارم قرار دارند و زیرحوضه‌های سیا کمر و قره آقاج با شدت سیل‌خیزی نسبتاً کم تا کم در اولویت هشتم تا دهم قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل عاملی، سیل‌خیزی، روش استدلالی، ضربی رواناب، فیزیوگرافی

می‌تواند به عنوان یکی از رویکردهای عمدۀ در کاهش شدت سیل مورد توجه قرار گیرد. با توجه به اینکه در بیشتر حوزه‌های آبخیز کشور، وقوع سیل و خسارت‌های ناشی از آن دارای روند افزایشی است، لذا اجرای پروژه‌های کنترل سیل و مدیریت جامع آبخیزها امری ضروری و حیاتی می‌باشد. با توجه به علل مختلف بروز سیل، می‌توان با اعمال روش‌ها و راهکارهای علمی و عملی، از وقوع سیلاب پیش‌گیری نموده و در سیلاب‌هایی که توانایی پیشگیری از رخداد آن نیست با انجام تدبیر مختلف، از جمله پنهان‌بندی سیل و تعیین کاربری مناسب برای مناطق سیل‌گیر، خسارت‌های ناشی از آن را کاهش داد (۲۴). روش‌هایی که برای تعیین مناطق سیل‌خیز استفاده شده، بیشتر بر اساس روابط تجربی، تحلیل آماری داده‌های سیلاب، استفاده از داده‌های سنجش از دور، سیستم اطلاعات گرافیکی و مدل‌های ریاضی رایانه‌ای بارش-رواناب بوده است. شناسایی عوامل تأثیرگذار بر پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌های آبخیز و پنهان‌بندی آنها از نظر قابلیت تولید رواناب اغلب به کمک مدل‌های هیدرولوژیکی و روش‌های آماری انجام می‌گیرد. از طرف دیگر به دلیل فقدان اطلاعات کافی در بسیاری از حوزه‌های آبخیز مدل‌های توزیعی را محدودتر نموده است. برای مدیریت حوزه‌های آبخیز و جلوگیری از بروز ناسازگاری در اقدامات طراحی شده در سطح حوزه آبخیز روشی نیاز است که حجم زیادی از

مقدمه

در اغلب طرح‌های هیدرولوژیکی، شناخت عوامل مؤثر بر سیلاب و تعیین میزان تأثیر آنها جهت مهار و کنترل سیل لازم و ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه عملکرد هیدرولوژیکی حوضه‌های آبخیز متأثر از عوامل متفاوتی می‌باشدند لذا هر یک از عوامل در ارتباط با هم بر میزان رواناب خروجی مؤثر هستند. ویژگی‌های فیزیکی حوزه‌ی آبخیز از قبیل شکل حوضه، شبیه، شبکه‌ای آبراهه‌ای و ناهموار زمین، همراه با ویژگی‌های هیدرولوژیکی مانند بارندگی، ذخیره برگاب و چالاب، تبخیر و تعرق و نفوذپذیری و اقدامات ناشی از فعالیت‌های انسانی، در بروز و تشدید سیلاب و کاهش یا افزایش میزان خسارت‌های ناشی از آن دخالت دارند. بررسی و شناخت این عوامل و همچنین تعیین مناطق مولد سیل و اولویت‌بندی آنها در هر منطقه‌ای، از اصول اولیه مهار سیلاب و کاهش خطرات ناشی از آن است (۱۵). از مهم‌ترین اهداف مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کاهش سیلاب و کنترل فرسایش، بویژه حفاظت خاک است. در بسیاری از مناطق جهان اندازه و تکرار سیل رو به افزایش است و خسارت‌های ناشی از آن، لزوم چاره‌اندیشی و مقابله با این پدیده را در راستای مدیریت حفاظت آب و خاک آشکار می‌کند. بررسی شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌های یک حوزه آبخیز و تعیین نواحی مستعد از نظر تولید سیل و عوامل تأثیرگذار بر شدت آن

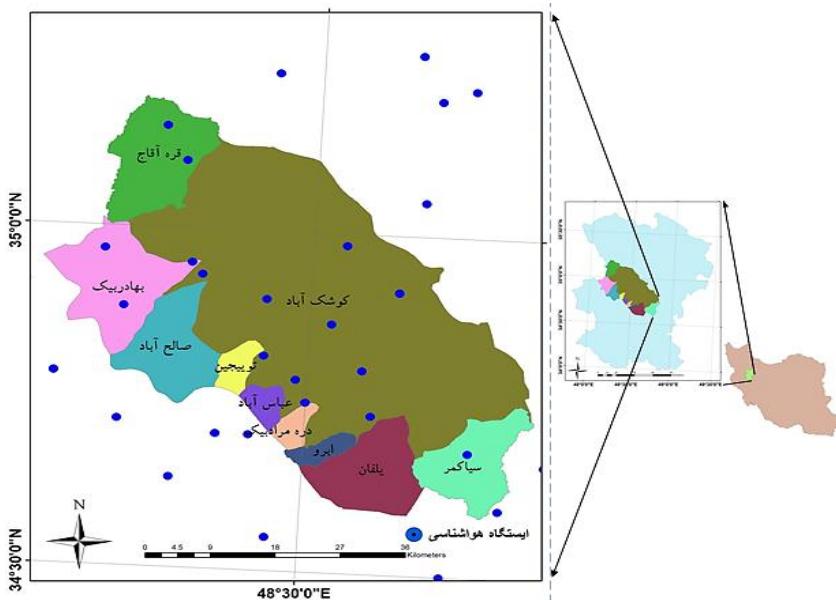
کنگانچم بررسی کردن و نقشه پهنه‌بندی سیل‌خیزی را در حوزه آبخیز کنگانچم تهیه و ترسیم نمودند. براساس این پژوهش، حوزه آبخیز کنگانچم در استان ایلام به ۲۹۶ زیرحوضه تقسیم گردید. آنها ابتدا با استفاده از نرم افزار ArcGIS ۲۸، پارامتر ژئومتری، فیزیوگرافی، اقلیمی را برای زیر حوضه‌ها استخراج نمودند. سپس با استفاده از روش تحلیل عاملی و تحلیل خوشای نقشه پتانسیل سیل زیرحوضه‌ها را تهیه و ترسیم کردن. آنها منطقه مورد مطالعه را به ۵ دسته، سیل‌خیزی زیاد، نسبتاً زیاد، متوسط، نسبتاً کم و کم تقسیم نمودند. حبیب‌نژاد روشن و همکاران^(۹) در تجزیه و تحلیل جریان‌های حداقل در حوزه‌های آبخیز نیمه‌خشک شمال شرق خراسان رضوی از روش آماری تحلیل عاملی جهت انتخاب متغیرهای مستقل استفاده نمودند. نتایج آنها نشان داد که از ۱۶ پارامتر ورودی، ۳ ویژگی شامل، مساحت، متوسط بارش سالیانه و درصد سازند نفوذپذیر، به عنوان مهم‌ترین عوامل خشکسالی هیدرولوژیک به شمار می‌آیند. اعظمی راد و همکاران^(۴) پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز کشف‌رود را در مشهد بر اساس روش SCS در محیط GIS بررسی نمودند و پس از محاسبه متوسط وزنی ارتفاع رواناب در هر زیرحوزه آبخیز به منظور پهنه‌بندی سیل‌خیزی، دی‌حاکثر سیل ناشی از بارش مؤثر را برآورد نمودند و در نهایت نقشه پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز کشف‌رود را ترسیم نمودند. کاراندیش و همکاران^(۱۲) با استفاده از مدل HEC-HMS شدت سیل‌خیزی حوزه آبخیز کارون را مورد بررسی قرار دادند سپس عوامل مؤثر بر شیوه‌سازی سیلاب را بررسی نمودند. نتایج تحقیق آنها مشخص نمود که شدت سیل‌خیزی زیر حوضه‌ها لزوماً تابع مساحت آنها نیست و عوامل دیگری همچون موقعیت زیر حوضه‌ها نسبت به خروجی و همچنین عوامل طبیعی و اقلیمی در میزان قابلیت تولید دی‌زیرحوضه‌ها مؤثرند. اولویت‌بندی شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌های منطقه در تحقیق آنها نشان داد که از نظر سهم مشارکت در دی‌خروجی، زیرحوضه‌ای بارز و ذکر آباد و از نظر سهم مشارکت زیرحوضه‌ها در واحد سطح، زیرحوضه‌ای بارز و سولکان از میان هشت زیرحوضه متناسب بزرگی در رتبه‌های اول و هفتم قرار دارند. سلمانی و همکاران^(۲۱) با استفاده از مدل HEC-HMS تعیین نمودند که روش شماره منحنی مناسب‌ترین شاخص سیل‌خیزی در حوزه آبخیز سد جیرفت می‌باشد و بر این اساس نقشه مکان‌بایی مناطق حساس به سیل را تهیه نمودند. رحمتی و همکاران^(۱۵) کارایی مدل WetSpa را در شیوه‌سازی مدل بارش-رواناب در حوزه‌های آبخیز نیمه‌خشک و کوهستانی بررسی نمودند. آنها تعیین نمودند که این مدل در تخمین رواناب حاصل از بارش کارایی مناسبی دارد. مرور منابع مشخص می‌کند که هر یک از عوامل مؤثر بر رخداد سیلاب، سهم متفاوتی در میزان خطر وقوع سیل در سطح حوزه‌های آبخیز دارند. به طوری که می‌توان این عوامل را با توجه به میزان اهمیت هر یک، اولویت‌بندی کرد. ضرورت برآورد دقیق سیلاب و افزایش میزان دقت در برآوردها و تعیین عوامل عمده و مؤثر بر رواناب در پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌های آبخیز امری ضروری و

داده‌ها و اطلاعات، بهویژه خصوصیات اقلیمی، خاک، کاربری اراضی و پوشش گیاهی را در شبیه‌سازی‌ها به کار برد^(۱۳). بر این اساس پژوهش‌هایی که تا کنون انجام شده است عوامل مختلفی را در بروز سیلاب مورد بررسی قرار داده‌اند که تاثیر هر یک در هر منطقه یا حوزه آبخیز به گونه‌ای خاص عمل می‌کند. همچنین اغلب تحقیقاتی که انجام شده است از روش تحلیل عاملی و روش‌های هیدرولوژیکی بهویژه روش استدلالی در تجزیه و تحلیل شدت سیل‌خیزی حوزه‌های آبخیز به صورت مجزا استفاده نموده‌اند.

تفقیان و فرازجو^(۱۹) در تحقیقی شدت سیل‌خیزی و میزان مشارکت زیرحوضه‌ها را در سیل خروجی کل حوزه آبخیز در محل سد گلستان بررسی و تعیین نمودند. آنها با استفاده از روش واکنش سیل واحد در مدل HEC-HMS، زیر حوزه‌های آبخیز سد گلستان را از نظر میزان سیل‌خیزی اولویت‌بندی کردن و مشخص نمودند که زیرحوضه‌های با مساحت بیشتر تأثیر چندانی در سیل خروجی حوزه آبخیز ندارند، بلکه اثر عوامل مختلف دیگری از قبیل موقعیت مکانی زیرحوضه‌ها و روندیابی نیز می‌تواند مؤثر باشد. روغنی و همکاران^(۱۷) به منظور مکان‌بایی سطوح مؤثر بر دبی اوج سیل، سطوح هم‌پیماشیز حوزه آبخیز را در سطح منطقه مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که بخش میانی حوزه آبخیز تأثیر بیشتری در دبی اوج سیلاب خروجی دارد. شعبانی و همکاران^(۲۰) پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز نکا را با استفاده از GIS و مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS بررسی نمودند و پس از تعیین مناطق مولد سیل به روش SCS، سهم هر یک از زیرحوضه‌ها را در سیل خروجی کل حوزه آبخیز تعیین نمودند. قنواتی و فرج‌زاده اصل^(۷) برای تأثیرگذاری فیزیوگرافیک حوزه‌های آبخیز رودخانه‌های زهره و خیرآباد، از روش تحلیل عاملی جهت کاهش تعداد متغیرهای فیزیوگرافی و هیدرولوژی استفاده نمودند. آنها به کمک این روش ۲۹ متغير مورد بررسی را به ۴ عامل اصلی کاهش دادند. بهره‌مند و محمودی^(۵) توزیع مکانی توان سیل‌خیزی زیر حوزه‌های آبخیز را در حوزه آبخیز سد لیان با در نظر گرفتن ویژگی‌های کاربری اراضی، پوشش زمین، وضعیت خاک و شبیه زمین تعیین نمودند. آنها مقادیر ضریب رواناب را با استفاده از جداول کربکای و چو محاسبه نمودند و وضعیت سیل‌خیزی حوزه آبخیز را در لیان را با استفاده از ترسیم نقشه ضریب رواناب مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که شبیه زیاد، عامل اصلی افزایش ضریب رواناب و پتانسیل سیل‌خیزی در حوزه آبخیز بوده است. عبدی و رسولی^(۱) جهت پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز زنجان‌رود، پس از تهیه لایه‌های مختلف از قبیل، شماره منحنی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، نقشه پتانسیل تولید رواناب را در منطقه تهیه و ترسیم کردند. قنواتی و همکاران^(۸) در پژوهش خود پس از برآورد ضریب رواناب در حوزه آبخیز بالخ‌لوچای عوامل مهم سیل‌خیزی را در حوزه آبخیز تعیین نمودند و نقشه پتانسیل خیزی حوزه آبخیز بالخ‌لوچای را ترسیم نمودند. کمال امیدوار و کیانفر^(۱۴) پتانسیل سیل‌خیزی را در حوزه آبخیز

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
 محدوده مورد بررسی بین طول ۴۸ درجه و ۷ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه ۱۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است.

اجتناب ناپذیر است. به همین منظور در این پژوهش با استفاده از دو روش تحلیل عاملی و روش استدلالی (مطابق دستورالعمل مدل Wetspa) پتانسیل تولید رواناب در زیرحوزه‌های آبخیز کوشک‌آباد استان همدان تعیین و نقشه اولویت‌بندی سیل تهیه و ترسیم گردید.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد بررسی و ایستگاه‌های هواشناسی در استان همدان
 Figure 1. Location of study area and climatology stastions in Hamedan province

تأثیرگذار در میزان رواناب خروجی زیرحوضه‌ها که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند شامل: دمای متوسط سالیانه، ضریب خشکی دومارتن، مساحت و محیط حوضه، ارتفاع متوسط، ارتفاع حداقل، ارتفاع حداکثر، شماره منحنی، ضریب گراویلیوس، طول و عرض مستطیل معادل، شبیه متوسط حوزه آبخیز، طول آبراهه اصلی و آبراهه‌های با رتبه ۱ تا ۵ بر مبنای روش استرال می‌باشند. (جدول ۱).

در انجام تحقیق جهت استخراج متوسط سالیانه بارندگی و دمای زیرحوضه‌ها معادله گرادیان بارندگی و دمای منطقه (رابطه ۱ و ۲) با استفاده از آمار و اطلاعات ۳۳ ایستگاه هواشناسی سینوبیتیک، کلیماتولوژی، تبخیرسنگی و باران‌سنگی، وابسته به سازمان هواشناسی و وزارت نیرو (شکل ۱) تهیه شد. بر این مبنای نقشه منحنی هم‌باران زیرحوزه‌های آبخیز مورد نیاز بررسی با استفاده از معادله گرادیان ارتفاعی بارندگی منطقه (رابطه ۱) در محیط GIS تهیه و ترسیم گردید.

$$(رابطه ۱) P = -145.9 + 0.256 * H$$

در این رابطه P : متوسط سالیانه بارندگی بر حسب میلی‌متر و H : ارتفاع از سطح دریا به متر است.

همچنین متوسط سالیانه درجه حرارت زیرحوزه‌های آبخیز مورد نیاز بررسی با استفاده از نقشه منحنی هم‌دمای سالیانه بر مبنای رابطه ۲ محاسبه و استخراج گردید.

$$(رابطه ۲) T = 19.8 - 0.0047 * H$$

از نظر هیدرولوژیکی بخش اصلی حوضه آبریز رودخانه قره‌چای را تشکیل می‌دهد که جریان آن پس از طی مسیری طولانی به دریاچه قم می‌ریزد. مساحت این حوضه بالغ بر ۲۴۰ کیلومتر مربع بوده و ۱۲/۷ درصد از مساحت استان همدان را تشکیل می‌دهد و از دو بخش ارتفاعات و دشت تشکیل شده است، (شکل ۱). وسعت منطقه دشت ۸۸۰ کیلومترمربع و وسعت ارتفاعات مشرف بر آن ۱۵۷۹ کیلومترمربع است. خروجی حوزه در ناحیه شمالی شرقی آن اراضی کوشک‌آباد واقع است. اقلیم غالب منطقه در قسمت دشت نیمه‌خشک سرد و در ارتفاعات اقلیم سرد مرطوب و فراسرد می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه آن ۳۲۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه آن ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد است. از نظر تقسیمات زمین‌شناسی کشور، محدوده مورد مطالعه جزء زون سندنج- سیرجان محسوب می‌گردد و علامت مشخصه آن با تولیت گرانیتی الوند می‌باشد که هسته ارتفاعات جنوبی حوضه را تشکیل داده است. ارتفاعات شمال غرب و غرب حوضه عمدتاً از سنگ‌های دگرگونی تشکیل گردیده‌اند (۲۳).

در این پژوهش جهت بررسی اطلاعات اقلیمی منطقه، ابتدا نقشه‌های هم‌باران، هم‌دما و اقلیم زیرحوضه‌ها تهیه و ترسیم گردیدند سپس اطلاعات اقلیمی استخراج گردیدند. همچنین برخی از اطلاعات مورد نیاز فیزیوگرافی زیرحوضه‌ها با استفاده از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰ توپوگرافی استان همدان استخراج گردیدند. بر این اساس برخی از مهم‌ترین عوامل مهم

به منظور تعیین و استخراج مقادیر شماره منحنی در هریک از زیرحوضه‌ها، پس از تهیه و ترسیم نقشه شماره منحنی زیرحوزه‌های آبخیز منطقه شکل (۲)، مقادیر شماره منحنی با استفاده از روش وزنی استخراج گردید.

پس از استخراج پارامترهای اقلیمی و فیزیوگرافی، در نهایت با استفاده از دو روش، روش تحلیل عاملی و روش استدلالی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوزه‌های آبخیز مورد بررسی قرار گرفتند.

در این رابطه T : متوسط سالیانه درجه حرارت به درجه سانتی‌گراد H : ارتفاع از سطح دریا به متر است.

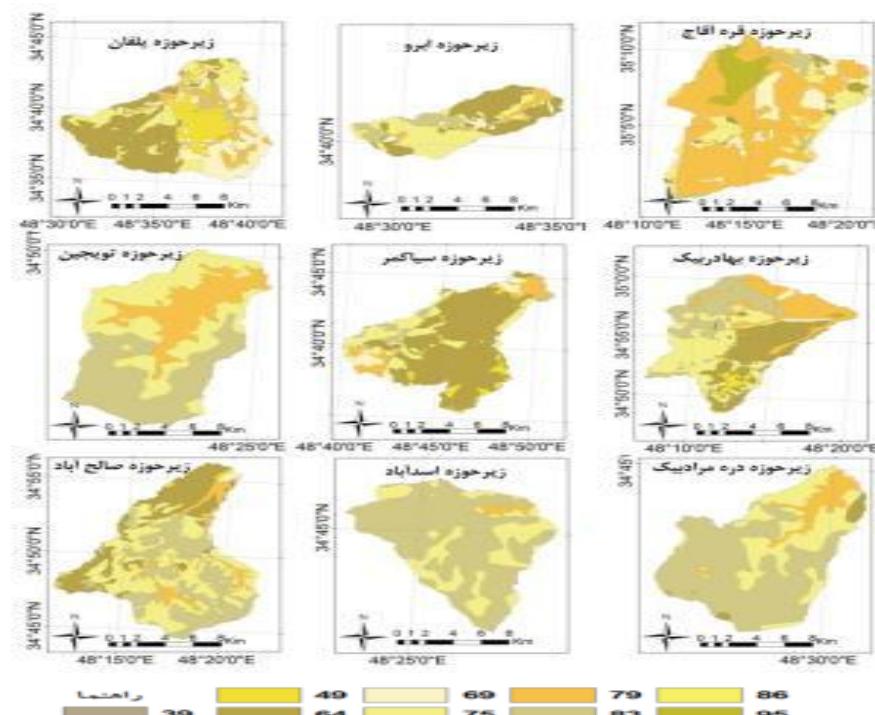
همچنین جهت بررسی تأثیر عامل اقیم در هریک از زیرحوضه‌ها، نقشه‌های منحنی هم‌دما و هم‌باران در محیط GIS تلفیق شدند و طبق رابطه ۳ مبنای تعیین شاخص ضربی خشکی دومارتن در هریک از زیرحوزه‌های آبخیز قرار گرفتند. (رابطه ۳)

$I = P/(T+10)$
در این رابطه I : ضربی خشکی دومارتن، P : بارندگی سالیانه بر حسب میلی‌متر و T : متوسط سالیانه درجه حرارت به درجه سانتی‌گراد است (۲).

جدول ۱- برخی از معیارهای مورد بررسی در شناسایی توان سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها

Table 1. Some of the parametres used to identifying flood potential in sub-basin

کوشک آباد	سیا کمر	ابرو	عباس آباد	بلغان	درجه مرادیک	بهادر بیگ	قره آفاج	مریانج	صالح آباد	حوزه آبخیز
۲۴۰۶	۱۴۷/۳	۲۸/۳	۲۹/۴	۱۶۳/۳	۲۷/۴	۲۲/۵	۱۹۱/۲	۳۲/۷	۱۷۱/۲	مساحت اکیلومترمربع
۱۸۲	۵/۵	۲۵	۲۸/۴	۱۷/۷	۲۷/۴	۹/۹	۷/۷	۲۴/۷	۱۵/۴	شیب متوسط/ارصد
۲۸۲	۹۰	۳۵	۳۲	۸۰	۳۲	۱۰۲	۹۵	۳۳	۹۳	محیط /اکیلومتر
۱/۴	۰/۶	۱/۲	۱/۱	۰/۵	۱/۲	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۵	تراکم زهکشی
۱/۶	۱/۲	۱/۹	۱/۷	۱/۸	۱/۷	۱/۹	۱/۹	۱/۶	۲	ضریب گراولیوس
۰/۹	۰/۶	۰/۳	۰/۸	۰/۷	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۳	ضریب شکل
۷۹/۵	۲۰/۸	۱۰/۹	۱	۲۳/۵	۹	۳۷/۹	۲۱/۲	۱۱/۶	۲۴/۷	طول آبراهه اصلی /کیلومتر
۱/۱	۰/۸	۰/۶	۱	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۸	۰/۶	نسبت کشیدگی
۱۱۴/۷	۳۹/۴	۱۴/۹	۱۳/۲	۳۳/۶	۱۳/۳	۴۳/۹	۴۰/۹	۱۳/۴	۴۲/۸	طول مستطیل معادل/کیلومتر
۱۹/۷	۳/۵	۱/۸	۲/۱	۴/۶	۱/۹	۴/۸	۴/۴	۲/۳	۲/۳	عرض مستطیل معادل/کیلومتر
۱۶۷۷/۶	۱۱۲/۸	۱۷/۹	۸/۸	۹۲/۷	۱۴/۶	۱۵۵/۲	۱۵۳	۱۹/۶	۹۵/۸	طول آبراهه رتبه ۱/کیلومتر
۷۳	۶۸	۷۵	۷۶	۷۳/۷	۷۰/۵	۲۲/۲	۲۰/۲	۳۵/۷	۲۸/۸	CN
۱۸/۳	۲۰/۷	۳۸	۳۸	۳۴/۶	۳۸/۸	۲۲/۲	۲۰/۲	۳۵/۷	۲۸/۸	اقلیم (ضریب خشکی دامارت)
۱۰/۶	۹/۷	۶/۵	۶/۵	۷/۲	۶/۴	۹/۷	۹/۸	۶/۹	۸/۵	دما/درجه سانتیگراد
۸/۳	۸	۰/۹	۰/۹	۲/۲	۱/۸	۴/۲	۲/۶	۱	۲/۳	زمان تمکز/ ساعت



شکل ۲- نقشه شماره منحنی زیرحوزه‌ها
Figure 2. Maps of Curve Number in sub-basins

تعیین می‌گردد (۵). با توجه به اینکه ضریب رواناب بالقوه حوضه را می‌توان بعنوان یک شاخص مهم در تحلیل سیل خیزی در نظر گرفت، لذا در این بررسی نیز بر پایه روش محاسباتی ضریب رواناب بالقوه در مدل توزیعی WetSpa، نقشه پتانسیل ضریب رواناب تهیه و مبنای بررسی شدت سیل خیزی حوضه قرار گرفته است. بر این اساس در ابتدای امر نقشه‌های تیپ خاک، شب و کاربری اراضی در محیط ArcMap تهیه گردیدند سپس با استفاده از جداول چو و کرکبای مقادیر ضریب رواناب متناسب با خصوصیات تیپ خاک، کاربری اراضی و شب حوزه آبخیز استخراج گردیدند. در نهایت با تلفیق نقشه‌های کاربری اراضی، خاک و شب در ArcMap، نقشه‌های پتانسیل ضریب رواناب حوزه‌های آبخیز مورد بررسی تهیه و ترسیم گردیدند. با توجه به اینکه سه عامل شب، خاک و کاربری اراضی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در میزان ضریب رواناب به شمار می‌آیند لذا تهیه نقشه ضریب رواناب بر اساس این عوامل می‌تواند به عنوان مبنای و معیار مناسبی جهت پاسخ هیدرولوژیکی حوضه به شمار آیند.

نتایج و بحث

اولویت‌بندی و تعیین درجه سیل خیزی به روش تحلیل عاملی

پس از تهیه و استخراج ۲۷ متغیر اقلیمی و فیزیوگرافیکی در ۱۰ زیرحوزه آبخیز مورد بررسی، و استاندارسازی آنها، ابتدا با استفاده از روش آماری تحلیل عاملی موردن تجزیه تحلیل قرار گرفتند. در این راستا پس از تهیه ماتریس همبستگی بین متغیرها، به منظور افزایش میزان مناسب آماره KMO ماتریس همبستگی به روش Anti-Image گردید. در نهایت پس از تجزیه عاملی موردن تجزیه هر عامل در هریک از زیرحوضه‌ها تعیین گردیدند. پس از اینکه متغیرها و عوامل موردن بررسی با استفاده از روش تحلیل عاملی عامل‌سازی شدند، معیارهایی هم که دارای رابطه‌ای قوی بودند حول یک محور قرار گرفتند. معیارهای با همبستگی بیش از ۰/۵۰، یک عامل و معیارهایی هم که دارای همبستگی منفی بالا بودند، عامل دوم را تشکیل دادند. طبق نتایج اولیه بدست آمده مقدار KMO برای ۲۷ عامل موردن بررسی ۰/۲۲ به دست آمد که حد قابل قبول نبود. به همین منظور جهت افزایش مقدار KMO، با انجام روش Anti-Image تعداد متغیرها به ۸ متغیر کاهش یافت و مقدار KMO نیز به حد قابل قبول ۰/۸۲ رسید. به این ترتیب تعداد عواملی که واریانس بالایی دارند تعیین گردیدند. در واقع وزن محورها در توضیح واریانس نشان می‌دهد که، با چرخش عامل‌ها بیش از ۹۲ درصد واریانس‌ها بین عوامل قابل توضیح است که رقم کاملاً مطلوبی است، جدول شماره ۲. با توجه به مقادیر ویژه و درصد واریانس در جدول ۲ می‌توان گفت که بعد از محور عاملی دوم به بعد به علت اینکه میزان تاثیر و واسطگی بین متغیرها به ترتیج کاهش می‌یابد لذا سایر عوامل یعنی عامل‌های دوم به بعد نقش ضعیف و کمتری در توضیح واریانس نشان می‌دهند.

روش تحلیل عاملی

یکی از رویکردهای عمده در این روش کاهش تعداد متغیرها و ابعاد داده‌ها می‌باشد. به عبارتی در این روش می‌توان اهمیت و وزن هر عامل را تعیین نمود و تعداد زیادی از متغیرها را به یک یا چند عامل کاهش داد. در واقع در این روش به منظور مقایسه داده‌ها و متغیرها ضروری است که در ابتدای امر داده‌ها بی‌بعد و استانداردسازی شوند. همچنین جهت یکسان نمودن تاثیر هر یک از متغیرهای مورد بررسی باستی اعداد هر کمیت به گونه‌ای تغییر نماید که دارای میانگین صفر و واریانس ۱ باشد. در این صورت وزن اعداد با هر واحدی بی‌بعد شده و هر متغیر تأثیر خود را در محاسبات خواهد داشت. پس از استانداردسازی و بی‌بعد نمودن اعداد، ماتریس ضرایب همبستگی متغیرها تهیه می‌شود که مبنای تعیین میزان رابطه بین متغیرها قرار می‌گیرد. جهت تعیین میزان تاثیر هر یک از متغیرها مقدار آماره KMO محاسبه می‌گردد. در صورت کم بودن این مقدار می‌توان مقدار آن را با حذف برخی از متغیرها به حد قابل قبول افزایش داد. به طور کلی اجرای تحلیل عاملی در صورتی قابل انجام خواهد بود که مقدار ضرایب همبستگی متغیرها تهیه می‌شود که مبنای بررسی میزان رابطه بین متغیرها قرار می‌گیرد. جهت تعیین میزان تاثیر هر یک از متغیرها مقدار آماره KMO محاسبه می‌گردد. در صورت کم بودن این مقدار می‌توان مقدار آن را با حذف برخی از متغیرها به حد قابل قبول افزایش داد. به طور کلی اجرای تحلیل عاملی در صورتی قابل انجام خواهد بود که مقدار (Olkin Kaiser-Meyer) KMO به حد قابل قبول برسد (۰/۹۰ بسیار عالی، ۰/۸ مناسب، ۰/۷ متعادل، ۰/۶ متوسط، کوچکتر از ۰/۵ نامناسب). معیار KMO ساختاری است برای مقایسه مقادیر ضرایب همبستگی ساده و جزئی بر روی کلیه متغیرها که طبق رابطه ۴ محاسبه می‌گردد:

$$(Rabte ۴) \quad KMO = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n a_{ij}^2}$$

که در آن r_{ij} : ضریب همبستگی ساده بین متغیرهای a_{ij} و $r_{i,j}$: ضریب همبستگی جزئی متغیرهای i و j به شرط ثابت بودن سایر متغیرهای است. مقادیر بزرگ KMO دلالت بر تایید تجزیه عاملی دارد (۲۲).

پس از این مرحله که شرایط جهت انجام تحلیل مناسب تعیین گردید، باستی تعداد عامل‌ها تعیین و جهت تفسیر روابط بین آنها چرخش عامل‌ها صورت گیرد. در نهایت مقادیر امتیاز هر عامل به منظور بررسی هریک از متغیرها مشخص می‌گردد.

روش استدلالی

این روش از جمله روش‌های مناسب در برآورد دی پیک سیلاب می‌باشد. در این روش حداکثر جریان سطحی تابعی از شدت بارندگی در زمان تمرکز حوزه آبخیز، ضریب رواناب و مساحت حوزه آبخیز می‌باشد. رابطه کلی این روش به صورت رابطه ۵ می‌باشد:

$$(Rabte 5) \quad Q = CIA$$

Q: حداکثر ضریب رواناب بر حسب متر مکعب بر ثانیه، C: ضریب رواناب، I: حداکثر شدت بارندگی A: مساحت حوزه آبخیز بر حسب هکتار (۲).

طبق این روش از مهم‌ترین عواملی که در ضریب رواناب حوضه مؤثر است شب، کاربری اراضی و وضعیت خاک منطقه می‌باشد که این عوامل اغلب در ارزیابی وضعیت سیل حوزه‌های آبخیز در قالب رابطه‌های متعددی به ویژه روش استدلالی نقش اصلی و تعیین کننده‌ای دارند. در روش استدلالی مقدار C از طریق جدول معروف چو و کرکبای

جدول ۲- مقادیر ویژه و درصد واریانس هر یک از عامل‌ها با استفاده از ۸ ویژگی زیرحوضه‌ها

Table 2. Eigenvalues and percentage of variance of each factor using 8 characteristics of the sub-basins

واریانس تجمعی	درصد واریانس	محورهای عاملی	ریشه پنهان ماتریس همبستگی	محورهای عاملی
۸۳/۸	۸۳/۸	۱	.۶/۷۰۷	
۹۲/۷	۸/۹	۲	.۰/۷۱۴	
۹۹/۲	۶/۴	۳	.۰/۵۱۹	
۹۹/۷	۰/۵	۴	.۰/۰۴۰	
۹۹/۹	۰/۲	۵	.۰/۰۱۷	
۹۹/۹۸	۰/۰۲	۶	.۰/۰۰۲	
۹۹/۹۹	۰/۰۱	۷	.۰/۰۰۱	
۱۰۰	۰/۰۰۲	۸	.۰/۰	

بارندگی، اقلیم و نوع کاربری مرتع و در محور دوم مقدار شماره منحنی به عنوان مهم‌ترین متغیرها جهت تجزیه تحلیل نهایی تعیین شدند.

پس از کاهش تعداد عامل‌ها، با محاسبه همبستگی بین عامل‌ها و همچنین چرخش واریماکس، ۸ متغیر در قالب دو محور تعیین شدند (جدول ۳). در محور اول شیب، دما،

جدول ۳- ماتریس بارهای عاملی ۸ متغیر فیزیوگرافی و طبیعی زیرحوضه‌ها

Table 3. Factor loading matrix of 8 physiographic and natural sub-basin variables

متغیر	عامل اول	عامل دوم
بارش	.۰/۹۰	.۰/۴۳۱
اقلیم	.۰/۹۱	.۰/۴۲۱
شماره منحنی	.۰/۲۱۳	.۰/۸۹۹
کشاورزی	-.۰/۹۴۷	-.۰/۲۶۲
دما	-.۰/۸۹۰	-.۰/۴۴۵
شیب	.۰/۸۲۱	.۰/۵۴۵
طول آبراهه اصلی / کیلومتر	.۰/۴۹۵	-.۰/۶۶۰
مرتع	.۰/۹۵۶	.۰/۲۳۲

نقشه‌های تیپ خاک (دریافتی از بخش خاک‌شناسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان)، شیب و کاربری اراضی (دریافتی از سازمان مدیریت برنامه‌ریزی استان همدان) جهت هریک از زیرحوضه‌های آبخیز در محیط GIS استخراج و تهیه و ترسیم گردیدند. در استناد به نقشه تیپ خاک، درصد مساحت تحت پوشش تیپ‌های خاک زیرحوضه‌های آبخیز تعیین و استخراج گردید. نتایج محاسبات در شکل ۴ ارائه شده است. همان‌طور که در شکل ۴ مشخص است در زیر حوزه آبخیز یلفان بیشترین درصد سطح پوشش از نوع لومی با نفوذپذیری کم می‌باشد و در زیر حوزه آبخیز صالح‌آباد، تیپ خاک شنی لومی بیش از ۸۲ درصد مساحت زیر حوزه آبخیز را در بر می‌گیرد که دارای نفوذپذیری زیاد می‌باشد.

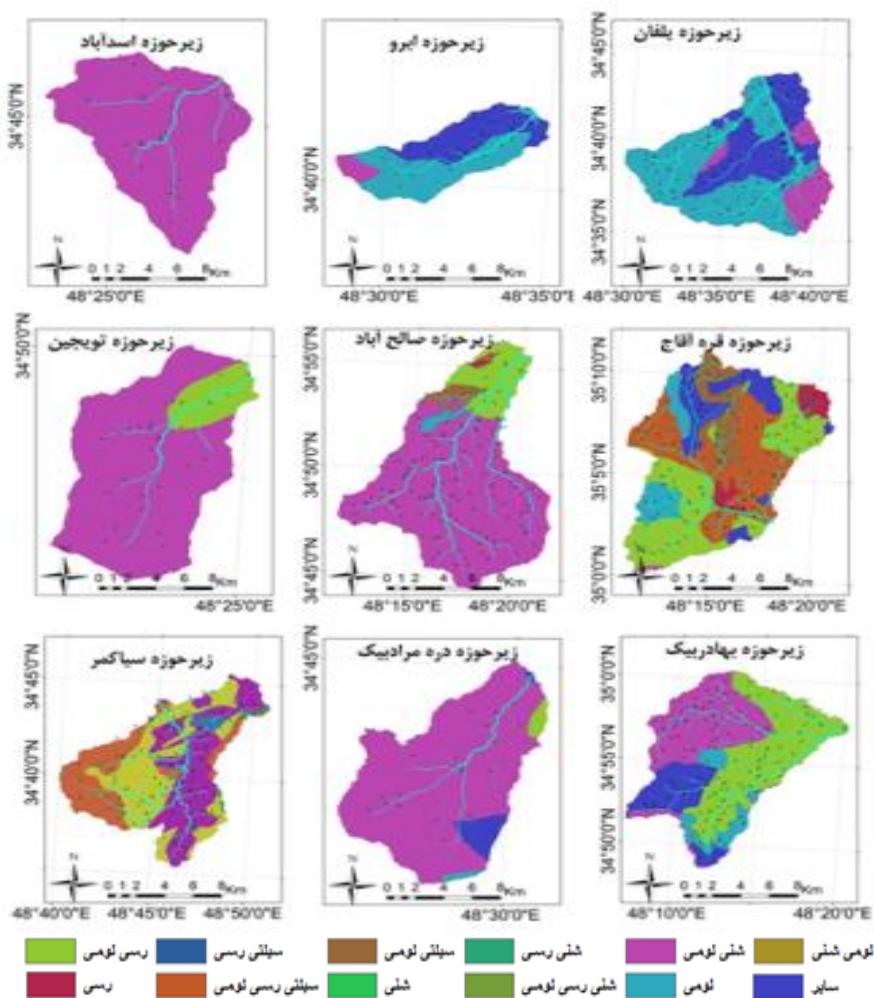
با توجه به عامل اول، شیب، بارندگی، اقلیم، و نوع کاربری مرتتعی، زیر حوزه آبخیز ابرو با سیل خیزی زیاد و زیرحوزه آبخیز قره آقاج با سیل خیزی کم مشخص گردیدند. طبق عامل اول نشان می‌دهد، رابطه‌ای مستقیم بین شدت سیل خیزی با اقلیم، شیب و نوع کاربری مرتع، وجود دارد. بر این مبنای اولویت‌بندی سیل زیرحوضه‌ها در قالب جدول شماره ۴ به دست آمد.

اولویت‌بندی و تعیین پتانسیل سیل خیزی به روش استدلالی

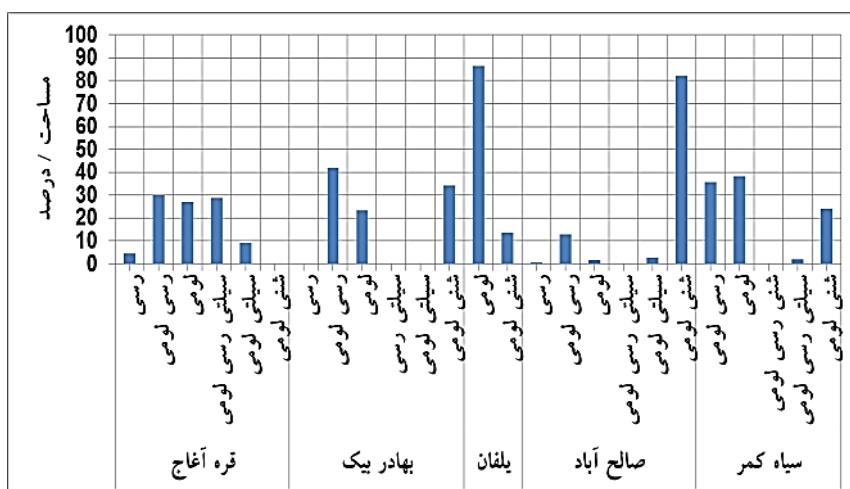
بر اساس روش استدلالی، ضریب رواناب بالقوه حوزه آبخیز تابع مشخصات خاک، نوع بهره‌برداری از زمین، کاربری اراضی و میزان شیب حوزه آبخیز می‌باشد. بر این اساس جهت تهیه نقشه پتانسیل ضریب رواناب در ابتدای امر

جدول ۴- رتبه‌بندی سیل خیزی زیرحوضه‌ها با استفاده از روش تحلیل عاملی
Table 4. Flood Prioritizing in sub-basins using Factor Analysis Method

نام زیر حوضه	وضعیت سیل خیزی	امتیاز عامل‌ها	اولویت سیل خیزی
ابرو	زیاد	۱/۰۳	۱
بهادریگ	متوسط	-۰/۵	۷
دره‌مرادیک	نسبتاً زیاد	۰/۸۷	۳
سیاکمر	نسبتاً کم	-۰/۷۷	۸
صالح‌آباد	متوسط	-۰/۳۸	۶
عباس‌آباد	نسبتاً زیاد	۰/۷۲	۴
قره‌آقاج	کم	-۱/۹۷	۹
مریابچ	متوسط	۰/۱	۵
یلغان	نسبتاً زیاد	۰/۹	۲



شکل ۳- نقشه ویژگی‌های تیپ خاک در زیرحوزه‌های آبخیز
Figure 3. Map of soil type characteristics in the sub- basins



شکل ۴- درصد مساحت تحت پوشش تیپهای خاک در برخی از زیر حوزه‌های آبخیز
Figure 4. The percentage of area covered by soil types in some of the sub-basins

زیر حوزه‌های آبخیز بهویژه در زیرحوزه آبخیز بهادریک و قره آفاج شبیه بالای ۱۰ درصد بین ۴۰ تا ۴۷ درصد مساحت تحت پوشش حوزه آبخیز را در تحت پوشش قرار داده است.

همچنین طبق محاسبات مربوط به مساحت تحت پوشش شب در طبقات مختلف شب زیرحوزه‌های آبخیز بر اساس شکل ۵ می‌توان گفت که در زیر حوضه یلغان، بیش از ۹۰ درصد مساحت آن دارای شبیب بالای ۱۰ درصد است. در سایر

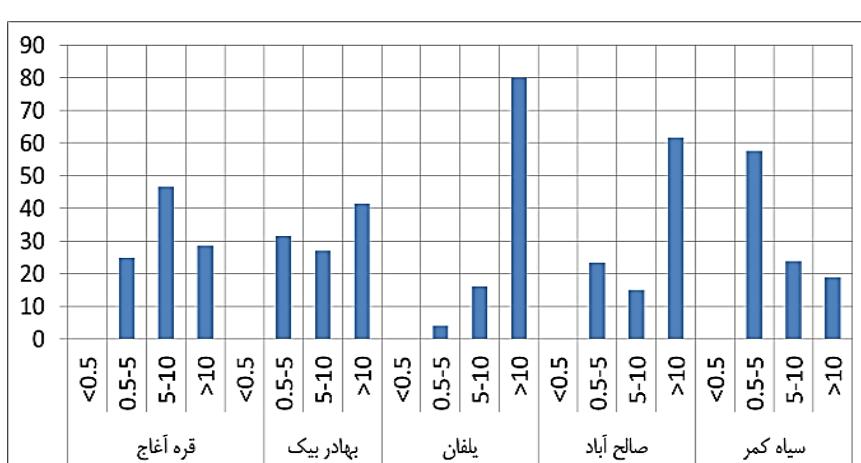
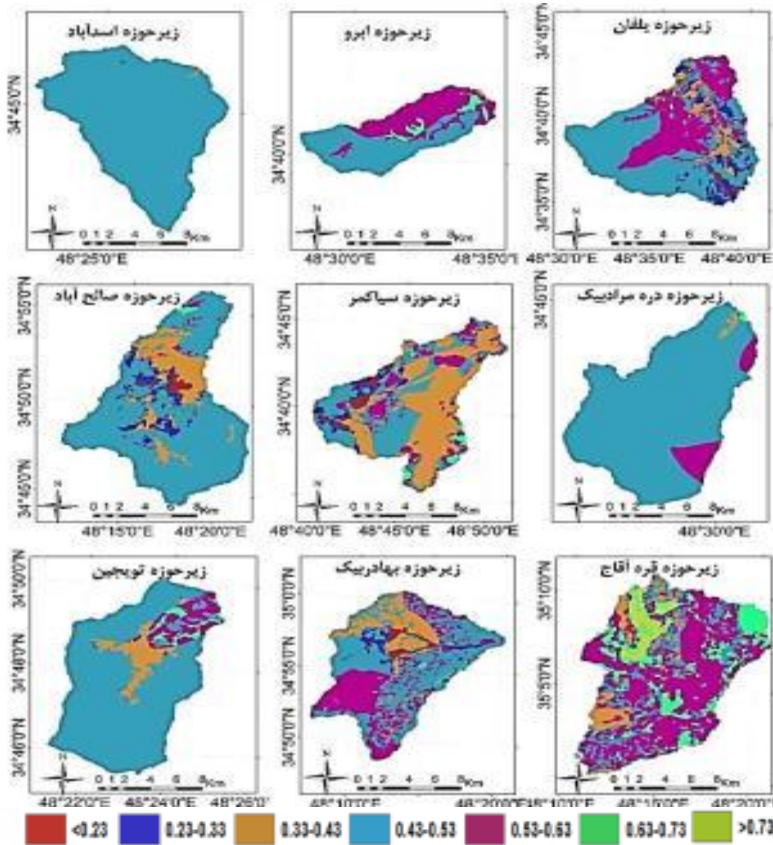


Figure 5. The percentage of slop area in some of sub-basins

ویژگی‌های تیپ خاک، کاربری اراضی و شبیب زیرحوزه‌های آبخیز تهیه و ترسیم گردیدند (شکا، ۶).

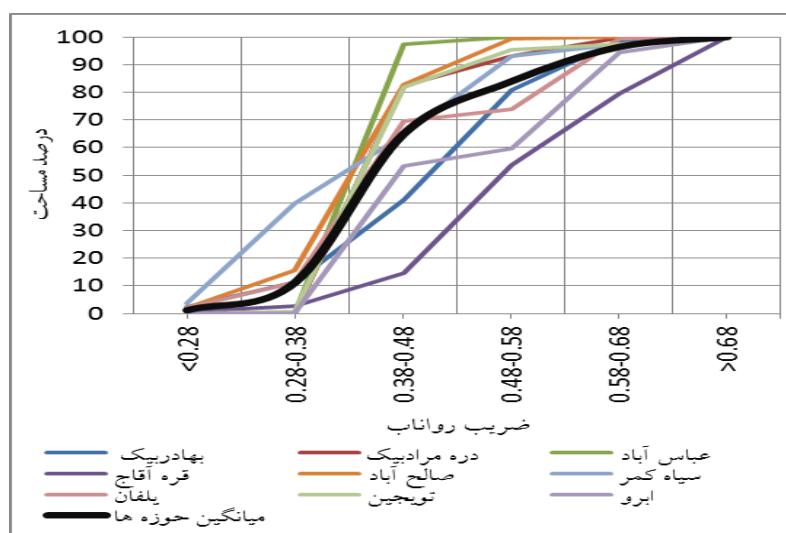
بر این مبنای پس از تهیه و ترسیم نقشه‌های پایه موردنیاز، نقشه‌های پتانسیل ضربی رواناب کلیه زیرحوزه‌های آبخیز محدود رس، با استفاده از جداول، حم و کیاب، متناسب با



شکل ۶- نقشه ضریب رواناب بالقوه در زیرحوضه‌های آبخیز
Figure 6. Potential runoff coefficient map in sub- basins

زیرحوضه آبخیز عباسآباد ۹۷ درصد از مساحت آن دارای ضریب رواناب بالقوه بالای ۰/۳۸ است، در صورتیکه با همین مقدار ضریب رواناب یعنی ضریب رواناب بالقوه بالای ۰/۳۸ زیرحوضه‌های آبخیز بهادریک و قره‌آقاج بهترتب دارای مساحت تحت پوشش ۴۱ و ۱۴ درصد می‌باشند.

نتایج بررسی نقشه ضریب رواناب بالقوه زیرحوضه‌ها به روش استدلایلی و ترسیم منحنی‌های ضریب رواناب با مساحت در زیرحوضه‌های آبخیز نشان می‌دهد که درصد مساحت تحت پوشش ضریب رواناب بالقوه در هریک از زیرحوضه‌های آبخیز متفاوت است، همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است در



شکل ۷- منحنی‌های ضریب رواناب با مساحت در زیرحوضه‌ها
Figure 7. Runoff coefficient curves with area in sub- basins

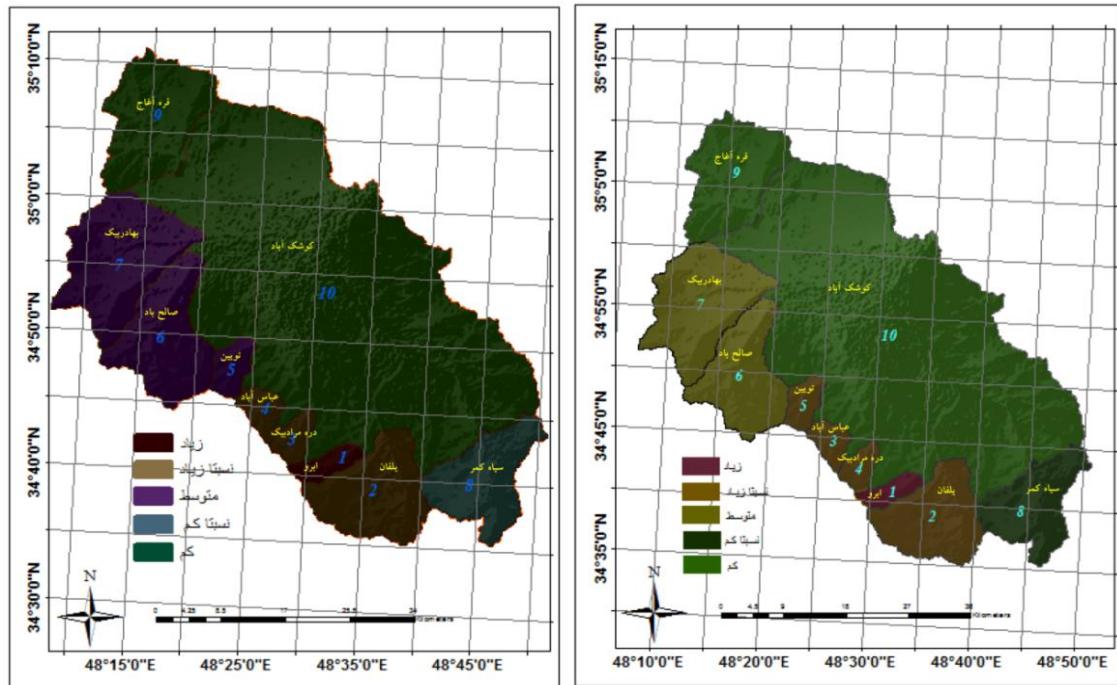
نقشه ضریب رواناب این عوامل هیچ‌گونه تأثیری در تهیه نقشه مذکور نداشته باشد. لذا در این پژوهش جهت بررسی و رفع این مشکل، عوامل فیزیوگرافی حوضه نیز به روش تحلیل عاملی مورد بررسی قرار گرفته و با نقشه ضریب سیل خیزی سنجش و مورد ارزیابی قرار گرفته است. تحقیقات فراوانی در زمینه دقت ضریب رواناب برآورده با استفاده از روش استدلالی و تلفیق لایه‌های خاک، کاربری اراضی و شیب صورت گرفته است که اغلب به عنوان لایه‌های اصلی و پایه در مدل WetSpa در شبیه‌سازی بارش- رواناب بررسی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به عنوان نمونه رحمتی (۱۵) با استفاده از مدل WetSpa به بررسی ضریب رواناب حاصل از مقادیر مشاهده‌ای و شبیه‌سازی بارش- رواناب می‌پردازد که تعیین می‌کند مدل از دقت بالایی در تخمین رواناب حاصل از بارش در سطح حوضه برخوردار است. همچنین نتایج اغلب بررسی‌ها نشان می‌دهند که تهیه نقشه ضریب رواناب بالقوه به روش فرمول استدلالی از دقت زیادی برخوردار است. نتایج پژوهش‌های بهره‌مند و همکاران (۴)، زینی وند (۲۶)، یعقوبی و بهره‌مند (۲۵) آذین مهر و همکاران (۳) همگی نشان دهنده توانایی بالای این روش در شبیه‌سازی بارش- رواناب می‌باشد.

به طور کلی در این پژوهش وضعیت ضریب رواناب بالقوه زیرحوضه‌های کوشک آباد به روش استدلالی و تحلیل عاملی تعیین و نقشه‌های اولویت‌بندی سیل در زیرحوضه‌ها تهیه و ترسیم شدن. نتایج نشان می‌دهد اولویت‌بندی حاصل از تهیه نقشه ضریب رواناب زیرحوضه‌ها طبق هر دو روش، انطباق فراوانی دارند و می‌توان با استفاده از روش عاملی و داشتن آمار و اطلاعات اولیه، فیزیوگرافی و اقلیمی در هر حوزه آبخیز، وضعیت سیل خیزی را تعیین نمود. به عبارتی این روش می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های معتبر و مهم در اولویت‌بندی سیل خیزی بهویژه در زیر حوضه‌های فاقد ایستگاه هیدرومتری مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی روش شماره متنحنی نیز بررسی و به صورت تک واقعه در هر حوضه میزان ضریب رواناب تعیین و با سایر روش‌ها مورد ارزیابی قرار گیرند.

اجرای پژوهش‌های کنترل سیلان و مدیریت جامع آبخیزها در جهت کاهش فرسایش و حفظ منابع آب امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد. لذا اولویت‌بندی و تعیین درجه سیل خیزی حوزه‌های آبخیز در این راستا می‌تواند الگوی‌های مناسبی را در جهت کنترل و کاهش خطرات سیل بویژه در راستای توسعه پایدار در هر منطقه ارائه نماید.

به طور کلی با استناد به دو روش تحلیل عاملی و روش استدلالی در ارزیابی سیل و تعیین درجه سیل خیزی هر یک از زیرحوضه‌ها نقشه اولویت‌بندی سیل زیرحوضه‌ها با استفاده از دو روش تهیه و ترسیم گردیدند (شکل ۸).

مقایسه دو نقشه شدت سیل خیزی با استفاده از روش تحلیل عاملی و روش استدلالی در شکل (۸) نشان می‌دهد که با استثنای زیرحوزه آبخیز دره مرادیک و عباس‌آباد در سایر زیرحوضه‌ها، اولویت‌بندی یکسان بوده و از انطباق زیادی برخوردار است. به این صورت که در روش تحلیل عاملی زیرحوزه‌های آبخیز دره مرادیک و عباس‌آباد به ترتیب دارای اولویت ۳ و ۴ است ولی در روش استدلالی در اولویت ۴ و ۳ قرار دارند. در سایر زیر حوزه‌های آبخیز مورد بررسی شدت سیل خیزی و اولویت‌بندی کاملاً یکسان و مشابه می‌باشند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که با استناد به هر دو روش زیرحوزه‌های آبخیز ابرو، یلغان، مریانچ و دره مرادیک در اولویت اول تا چهارم با شدت سیل خیزی زیاد تا نسبتاً زیاد قرار دارند و زیرحوزه‌های آبخیز سیاکمر، قره آفاج و کوشک آباد (دشت- همدان بهار) در اولویت هشتم تا دهم با شدت سیل خیزی نسبتاً کم تا کم قرار دارند. پتانسیل ضریب رواناب زیرحوضه سیاکمر با توجه به روش استدلالی در اولویت ۹ قرار دارد که با توجه به شکل ۲ و ۳ نشان می‌دهد که تنها ۲۰ درصد از مساحت حوضه دارای شیب بالای ۱۰ درصد است و حدود ۲۳ درصد از خاک آن از نوع شنی لومی می‌باشد که دارای قابلیت نفوذپذیری مناسبی بوده که می‌تواند به عنوان عامل مهمی در کاهش سیل حوزه آبخیز به شمار آید. به هر حال ضروری به نظر می‌رسد که هر گونه عملیات کنترل سیل و اقدامات آبخیزداری، ابتدا در زیرحوزه‌های آبخیز ابرو، یلغان، مریانچ و دره مرادیک، متناسب با شرایط خاک و شیب حوضه‌ها صورت گیرد سپس سایر زیرحوزه‌های آبخیز که در اولویت‌های پایین تر قرار دارند از نظر کنترل سیل و حفاظت، مورد توجه قرار گیرند. در محاسبه ضریب رواناب بالقوه به روش استدلالی سه عامل شیب، کاربری اراضی و تیپ خاک شرکت دارند. با توجه به اینکه این عوامل مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده سیل خیزی در عرصه یک زیرحوضه به شمار می‌آیند لذا تعیین میزان تأثیر هریک از این عوامل می‌تواند معیار مهمی در شناسایی و کاهش سیل باشد. البته در حوزه‌های آبخیز عوامل و پارامترهای دیگری نیز شامل مساحت، ضریب گراویلیوس، تراکم زهکشی و ضریب شکل و بسیاری دیگر از متغیرهای فیزیوگرافی بر سیل خیزی ممکن است مؤثر باشند که در روش فرمول استدلالی در تهیه



شکل ۸- نقشه اولویت‌بندی سیلاب زیرحوزه‌های آبخیز با استفاده از روش تحلیل عاملی (تصویر سمت چپ) و روش استدلای (تصویر سمت راست)

Figure 8. Flood prioritization map of sub-basins using Factor Analysis method (left image) and Rational method (right image)

منابع

- Abdi, P. and M. Rasouli. 2001. Zoning of Zanjan River flood plain using GIS, Proceedings of the Conference on the Recognition of Watershed Problems and Providing Appropriate Solutions in the Karoun and Zayandehrud Basin, Natural Resources and Affairs Research Center Livestock in Chaharmahal and Bakhtiari province, (In Persian).
- Aizadeh, A. 1995. Principal of applied hydrology, (In Persian).
- Azin Mehr, A., A. Bahremand and A. Kabir. 2012. Simulation of the effect of land use change scenarios on hydrograph of Dinour watershed using a distributed hydrological model. WetSpa M.Sc. Grassland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of Rangeland Watershed, 150 pp (In Persian).
- Azamirad, M., B. ghahreman and K. Esmaili. 2018. Investigation Flooding Potential in the Kashafrud watershed, Mashhad the Method SCS and GIS. Journal of Watershed Management Research, 9(17): P.26-38 (In Persian).
- Bahremand, A. and I. Mahmoodi. 2012. An Investigation of Locational Distribution of Flood Capacity in Latian Watershed Based on the Analysis of the Runoff Coefficient Iranian. Journal of Watershed Management Science and Engineering, 6(19) 29-36: (In Persian).
- Bahremand, A. 2006. Simulating the effects of reforestation on floods using spatially distributed Hydrologic modeling and GIS, Phd thesis, Department of Hydrology and Hydraulic Engineering Vrije Universities Brussels, Belgium 150 pp.
- Ghanavati, E., A. Safari and E. Beheshti Javid and E. Mansourian. 2014. Flood Risk Zonation Using Compilation CN Model and AHP by GIS (Case Study: River BasinBalekhlo). Jurnal of Management System, 7(25): 67-80 (In Persian).
- Ghanati, E., A. Saffari, E. Beheshti Javid and E. Mansourian. 2014. Scaling potential of flooding by combining the hydrological model of CN and AHP in GIS environment Case study: Balekh Lo River Basin Journal of Physical Geography, 7(52): 67-80 (In Persian).
- Habibnejad Roshan, M., M. Ebrahimi, K. Solaimani and M. Vafakhah. 2018. Low Flow Analysis in Arid and Semi- Arid Areas of Northeastern of Khorasan Razavi Province. Journal of Watershed Management Research, 9(17) (In Persian).

10. Hayirezadeh, M., G. Maleki and H. Amounia. 2012. Zoning the Potential of Flood Risk in the Mudagh Chay Basin using the ANP Model. Quantitative Geomorphology Studies, 3: 56-39 (In Persian).
11. Yaghobzadeh, F. and A.R. Bahremand. 2011. River Flow Simulation Using Spatial Distributed Hydrological Model- WetSpa in Chehel Chay Watershed in Golestan Province. Journal Water and Soil Conservation, 18(3): 185-205 (In Persian).
12. Karandish, F., K. Ebrahimi and J. Porhemat. 2013. Investigation of the flooding severity of Karoon sub-basins and its effective factors in the management of integrated and semi-distributed flood management. Journal of Water and Irrigation Management, 3(2): 1-12 (In Persian).
13. Nazari Pouya, H., P. Kardvani and A. Faraji Rad. 2016. Evaluation and Evaluation of the Performance of IHACRES and SWAT Hydrological Models in Water Fluid Simulation. Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards, Second Year, 2: 99-112 (In Persian).
14. Omidvar, K. and A. Kianfar. 2004. The zoning of the flood potential of the Kajancham basin. Physical Geography Research, 72: 90-73 (In Persian).
15. Rahmati, H., A. Ansari, N. Ziae and H. Zainy Vand. 2017. Evaluation of WetSpa Model for Runoff Precipitation Simulation in Semi-Dry and Mountainous Basins Case Study: Basin of Bar Areh. Irrigation Science and Engineering, 4(2): 69 (In Persian).
16. Razavi, A. 2008. Principles of Water Resources Determination, First Edition, Publication of Water and Power Industry University, Tehran (In Persian).
17. Roghani, M., M. Mahdavi and A. Ghafouri. 2003. Introduction a Method of Locating Effective Area on Flood Peak Flow for Planning Flood Containment and Reduce its Damages in Basins. Research and construction, 6: 48-57 (In Persian).
18. Safari, A., F. De Smedt and F. Moreda. 2009. WetSpa model application in the Distributed Model Inter comparison Project (DMIP2). Journal of Hydrology, 418: 78-89.
19. Saghafeyan, B. and H. Farazjou. 2007. Determination of flood producing areas and flood priority classification of Golestan Dam hydrological units. Iranian Journal of Engineering and Watershed Management, 1(1): 1-11 (In Persian).
20. Shabani, B.A., A. Emadi and R. Fazlvali. 2016. Investigating the Potential of Flooding of the Watershed Area and Determining the Flood Generation Areas. Case Study: Neka Watershed. Journal of Watershed Management Research. Seventh Year, 8(14): 20-28 (In Persian).
21. Soleimani, S., F.S. Soltani Kupai and A. Salajekgeh. 2013. Selection of Proper Flood Index Using HEC-HMS Rainfall/Runoff Model RS and GIS Techniques Case Study: Jiroft Dam Field. Journal of Watershed Management Research, 4(8): 90 -105 (In Persian).
22. Spss 6.0 for windows. 1998. ISBN: 964-91621-6-X
23. Tehrani. Kh. 1998. Iran Geology. Payame Noor Publications, 344 pp.
24. Vahabi, J. 1998. The Zonation of Flood Hazards Using Remote Sensing and Geographic Information System in Talegan Watershed. M.A Thesis of Tarbiat Modares University.
25. Yaqubi, F. and A. Bahremand. 2010. Generating the map of potential runoff coefficient for Chehelchay river basin using the WetSpa Model. Proceedings of the 6th National Watershed Sciences and Engineering Conference and 4th National Erosion and Sediment Conference.
26. Zeinivand, H. 2009. Development of spatially distributed hydrological WetSpa modules for snowmelt, soil erosion and sediment transport. Phd Thesis, Department of Hydrology and HydraulicEngineering, Vrije iversiteit Brussel (VUB), Brussels, Belgium.

Evaluation of Factor Analysis Method in Prioritizing Flood in Northern Sub-basins of Alvand Hamedan

Hadi Nazariouya

Assistant Professor of Watershed Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

(Coressponding Aothur: hnpoya@yahoo.com)

Received: July 9, 2018

Accepted: December 29, 2018

Abstract

Identifying and determining the flood potential and prioritizing of the flood discharge in the sub-basins is very important in terms of watershed management, flood control and watershed management projects. In many watersheds, it is difficult to investigate and determine the impact of each of the factors and even upstream sub-basins on creating an outlet flood, especially in the sub-basins without hydrometric station. The purpose of this study was to investigate the effective parameters in the occurrence of flood in the sub-basins of Koshkabad watershed and compare the two methods of Factor analysis and rational method for flood priority. Koshkabad Basin is located in the central part of the Hamedan province and hydrologically is the main part of the Gharachay basin that it flows into the Qom lake. In this study, to determine the potential of flood sub-basins and their prioritization, First, extracted of climatic and physiographic features in sub-basins, then provided flood potential map in the sub-basins using factor analysis method. Also, using the Rational method for estimating run off coefficient, flood intensity in the sub-basins was determined by considering the effective factors in the runoff coefficient of the area including slope, landuse and soil condition and were prepared Potential map and prioritization of flood sub-basins. Comparison results of the two methods shows that the potential map of the factor analysis method is very identical to the map of the flood potential map in the Rational method. The final results of prioritization in both methods indicated that the Abaro, Yelfan, Mary anadg and Dareh Moradbik sub-basins with Severe and very heavy flood Are in the first to fourth priority and Siakamar, Qaraachy and Koshkabad sub-basins with a relatively low to low flood intensity are in priority from eighth to tenth priority.

Keywords: Factor Analysis, Flooding, Rational method, Runoff coefficient, Physiography