دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

مدل‌سازی منطقه‌ای و ارزیابی ضریب جریان در حوزه کرخه

جهانگیر پرهمت[1] و رحیم کاظمی[2]

۱- دانشیار، پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- مربی، پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،
(نویسنده مسوول: ra_hkazemi@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۰

چکیده

برآورد میزان ضریب جریان، که متأثر از عوامل مورفومتری، زمین‌شناسی و هیدرواقلیمی است، همواره یکی از موضوعات مهم در هیدرولوژی بوده و اطلاع از میزان آن، نقش به سزایی در برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع آب دارد. در این پژوهش، ابتدا با بررسی داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های آب‌سنجی و باران سنجی تعداد ۲۲ ایستگاه با آمار مناسب و دوره مشترک آماری سال‌های آبی۱۳۷۸-۱۳۵۳ انتخاب شد. همچنین با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس۱:۵۰۰۰۰ و تعیین موقعیت ایستگاه‌ها، محدوده مورد پژوهش مشخص و پارامترهای اولیه حوزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، استخراج شد. ضریب جریان با استفاده از روش جاستین محاسبه شد. سپس شاخص جریان پایه با استفاده از داده‌های روزانه جریان و پس از کنترل سری زمانی، به روش فیلتر رقومی برگشتی تک پارامتره، استخراج شد. واحدهای سنگ‌شناسی با استفاده از نقشه زمین‌شناسی رقومی شده، با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و بر اساس نظرات کارشناسی به دو طبقه عمده تقسیم و مساحت تحت پوشش هر واحد در هر حوزه محاسبه شد. تحلیل عاملی و همگن‌بندی با استفاده از ۱۵ پارامتر انجام و سپس ~~روابط~~ رگرسیونی در سطوح معنی‌داری کمتر از ۱ درصد استخراج شد. اعتبار روابط رگرسیونی با استفاده از آزمون استقلال خطاها، بررسی نرمال بودن خطاها و آماره دوربین- واتسون بررسی شد. همچنین میزان دقت مدل‌های برآوردی و نیز خطای برآوردی آنها براساس معیارهای ضریب تعیین، خطای استاندارد و میانگین خطای مطلق بررسی شد. در مجموع میزان خطای برآوردی برای رابطه منطقه همگن یک به میزان۱۷/۹۷ درصد و برای منطقه همگن دو به میزان ۲۷/۸۱ درصد به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: جریان پایه، فیلترهای رقومی، مدل‌های منطقه‌ای، واحدهای سنگ‌شناسی، همگن‌بندی

مقدمه

مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز نیازمند آگاهی از توزیع زمانی و مکانی جریان در تمام حوزه‌ها، اعم از حوزه‌های دارای آمار و فاقد آمار می‌باشد. تعمیم داده‌های حوزه‌های دارای آمار به حوزه‌های فاقد آمار، نیازمند پژوهش و بررسی روابط بین مؤلفه‌های جریان و پارامترهای ثابت حوزه می‌باشد. مشخصه‌های هیدرولوژیکی حوزه‌ها مانند ضریب جریان و سایر مؤلفه‌های جریان توسط پارامترهای فیزیکی مختلف، قابل برآورد است. مشخصه‌های فیزیکی عمدتاً، شامل پارامترهای فیزیوگرافی بوده و ممکن است، پارامترهای زمین‌شناسی از دیدگاه هیدروژئولوژی نیز مورد استفاده قرار گیرد. در این میان یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های هیدرولوژیکی که در پژوهش‌های مختلف بر آن تأکید شده، ضریب جریان[1] است (۸). ضریب جریان، نسبتی است که نشان‌دهنده بخشی از بارش است که به‌طور مستقیم به رواناب تبدیل می‌شود. مفهوم ضریب جریان برای اولین بار در ابتدای قرن بیستم مطرح شده است و درحال حاضر نیز به منظور استفاده در طراحی و محاسبات مهندسی و هم‌چنین به‌عنوان یک متغیر برای شناسایی و نمایش تولید رواناب درحوزه‌ها به کار می‌رود (۲۰،۱۲). کاربرد دیگر ضریب جریان در دستیابی به مدل‌های تحلیل فراوانی سیل می‌باشد که در آنها با استفاده از میزان بارندگی، فراوانی سیل برآورد می‌شود و در فهم و کنترل سیل در یک رژیم هیدرولوژیکی یا اقلیمی کاربرد دارد (۲۳). در دهه‌های اخیر، پژوهش‌های مختلفی در زمینه بررسی نقش عوامل فیزیوگرافی، هیدرولوژیکی، اقلیمی و زمین‌شناسی بر ضریب جریان، انجام شده است. اهمیت این ضریب، هم‌چنین در پژوهش‌های محققین مختلفی از جمله گوتچاگ و وینگارتنر (۹) کاسترو و همکاران (۶) مرز و همکاران (۱۴) و مرز و بلوشل (۱۵) مورد تایید قرار گرفته است. بعضی از پژوهشگران روابط بین ضریب جریان و درصد پوشش سطوح نفوذ ناپذیر حوزه را مورد تأکید قرار داده‌اند (۲). روابط بین ضریب جریان و شرایط اولیه رطوبت خاک حوزه توسط لانگوباردی و همکاران (۱۲) مورد بررسی قرار گرفت. ایشان به دلیل عدم امکان دسترسی به شرایط رطوبت خاک، از شاخص جریان پایه به‌عنوان یک پیش‌بینی کننده اولیه برای برآورد ضریب جریان، استفاده نموده‌اند. استناد ایشان برای استفاده از شاخص جریان پایه به‌عنوان عامل پیش‌بینی کننده ضریب جریان، وجود ارتباط بین رواناب با مساحت زمین‌های اشباع و همچنین ارتباط آن با آب موجود در خاک و جریانات زیرسطحی است (۱،۲). در خصوص امکان جایگزینی جریان پایه به جای رطوبت پیشین، پژوهش‌های میدانی به روش‌های ایزوتوپی وآنالیزهای شیمیایی توسط رایس و هورنبرگر (۱۹) انجام شده است. نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که جریان پایه رودخانه می‌تواند به‌عنوان یک مؤلفه جایگزین رطوبت پیشین مورد استفاده قرار گیرد. روابط بین ضریب جریان و پوشش گیاهی با استفاده از شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)[2] در دوره زمانی ۱۹۸۲-۱۹۹۹ و به‌منظور بررسی رفتار پوشش‌های مختلف در ضریب جریان توسط

1- Runoff Coefficient (RC)
2- Normalized Difference Vegetation Index

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]

کاریبلو و همکاران (۳) در برزیل مورد بررسی قرار گرفته و مشخصاً به روابط مستقیم بین شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده و ضریب جریان تأکید شده است. تغییرات مکانی- زمانی ضریب جریان توسط مرز و همکارن (۱۴) در ۳۳۷ حوزه استرالیا با مساحت ۸۰ تا ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع در دوره زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها نتیجه گرفتند که تغییرات مکانی ضریب جریان، همبستگی بالایی با بارش سالانه دارد ولی با نوع خاک و کاربری، همبستگی کمتری نشان می‌دهد. هم‌چنین نتیجه‌گیری نمودند که توزیع زمانی ضریب جریان در منطقه پژوهش قابل برازش با توزیع بتا است. بعلاوه، پارامترهای این توزیع، یک الگوی مکانی را نشان می‌دهد که منطبق بر شش منطقه اقلیمی استرالیا است. ایشان اظهار کردند که در هر منطقه اقلیمی ضریب جریان واقعه‌ای با عمق بارش واقعه و مقدار بارش پیشین افزایش می‌یابد اما اختلاف ضریب جریان بین مناطق مختلف اقلیمی بیشتر از میزان تغییرات آن در وقایع مختلف در یک منطقه اقلیمی است. در پژوهش سردان و همکاران (۴) به‌منظور بررسی اثر مقیاس در تولید رواناب، ۳۴۵ واقعه بارش-رواناب در سه حوزه با اندازه‌های مختلف در فرانسه، مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها نتیجه گرفتند که ضریب جریان با افزایش مساحت کاهش محسوسی را نشان می‌دهد. آنالیز منطقه‌ای ضریب جریان با توجه به مشخصه‌های حوزه و اقلیم در استرالیا توسط پاتیل و باردوسی (۱۷) انجام گرفته، ایشان نتیجه گرفتند که ضریب جریان ارتباط بسیار قوی با متوسط بارش سالانه، رطوبت پیشین خاک و تبخیر و تعرق واقعی دارد. ولی کاربری اراضی، نوع خاک و زمین‌شناسی ارتباط ضعیفی با ضریب جریان داشتند. تحقیق مشابهی هم توسط ویسری و مک اینتیر (۲۴) به‌منظور آنالیز منطقه‌ای ضریب جریان با تمرکز بر بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی در تعداد ۴۴ حوزه دارای آمار در شمال تایلند انجام شد و مشخصاً به ارتباط کاربری اراضی و رطوبت پیشین خاک و ضریب جریان اشاره کردند.

اثر مشخصه‌های مختلف هیدرولوژیکی و کلیماتولوژیکی حوزه بر ضریب جریان در ۱۵ حوزه توسط کوآنگ و لایتوری (۱۱) مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها بر خلاف نتایج منتشر شده پژوهش سردان و همکاران (۴) نتیجه گرفتند که اندازه حوزه تأثیر مهمی در ضریب جریان ندارد، ولی نرخ جریان با ضریب شکل، مستقماً ارتباط دارد و ۲۷٪ نوسانات ضریب جریان در منطقه مورد پژوهش را به شکل حوزه ربط داده و اعلام کردند که شیب تأثیری بر روی مؤلفه‌های جریان در حوزه‌ی مورد پژوهش ندارد. عوامل مؤثر بر ضریب جریان توسط جیودیس و همکاران (۸) در جنوب ایتالیا مورد بررسی قرار گرفته و مشخصاً روابط بین ضریب جریان و حداکثر پتانسیل نگهداشت خاک، تشریح و تأثیر شرایط رطوبت خاک قبل از بارش با استفاده از فاکتورهای اقلیمی بررسی شد. موسوی و همکاران (۱۶) برآورد ضریب جریان در حوزه‌های آبخیز دریای خزر را مورد مطالعه قرار داده و روشی استدلالی- احتمالی با دقت قابل توجه را معرفی و در بخشی از این حوزه‌ها استفاده نمود. در این پژوهش، با استفاده از نرم‌افزار TR[1] شدت‌های بارندگی ایستگاه‌های باران‌سنجی و دبی‌های حداکثر لحظه‌ای مشاهده شده مورد بررسی و تحلیل فراوانی قرارگرفته و ضرایب رواناب با دوره برگشت‌های مختلف محاسبه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مقادیر ضرایب رواناب به دست آمده کمتر از مقادیر داده شده در جداول تجربی مندرج در مراجع معتبر نظیر چاو و همکاران (۵) است، همچنین اظهارکردند که با افزایش دوره برگشت، ضریب رواناب افزایش می‌یابد. همچنین پرهمت (۱۸) برای بررسی مدل توزیع رواناب حاصل از ذوب برف، توزیع مکانی بارش را با استفاده از روش‌های زمین‌آمار بررسی کرد. در این رابطه روش‌های مختلفی در شبیه‌سازی توزیع مکانی بارش با به‌کارگیری معیارهای ارزیابی برای بارندگی در سه مقیاس روزانه، واقعه طوفان و سالانه مورد ارزیابی قرارگرفت. نتایج ارزیابی روش‌های مختلف نشان می‌دهدکه دو روش TPSS[2] و همبستگی، نسبت به برآورد بارندگی درسه مقیاس زمانی براساس معیارهای موجود مناسب‌تر از بقیه روش‌ها می‌باشد. براین اساس، نقشه توزیع مکانی بارندگی دردوره‌های منتخب در سال آبی ۷۶-۱۳۷۵ در سلول‌های ۳۰۰ متری از روش TPSS تهیه گردید. همچنین نقشه همباران سالانه با استفاده از نقشه‌های توزیعی فوق به‌دست آمد. روش‌های نوین شبکه عصبی برای پیش‌بینی رواناب با استفاده از داده‌های پوشش برف توسط صدیقی و همکاران در حوزه لتیان مورد استفاده قرار گرفت و دقت این روش با ضریب تبیین ۶۸ درصد مورد تاکید قرار گرفت (۲۱). روش‌های شبکه عصبی برای پیش‌بینی رواناب با استفاده از عامل بارش پیشین نیز توسط اسکندری نیا و همکاران مورد استفاده قرار گرفت و دقت با ضریب تعیین۹۸ درصد را گزارش کردند (۷). با بررسی‌های به عمل آمده تا کنون پژوهش مستقلی در خصوص بررسی تأثیر پارامترهای فیزیوگرافی و زمین‌شناسی بر ضریب جریان در داخل کشور مشاهده نشده است. با توجه به اینکه براساس نتایج پژوهش‌های جیودیس و مرز و همکاران (۱۴۰۸) ضریب جریان به‌علت تأثیرات عوامل مختلف مانند بارش، کاربری اراضی، خاک، اقلیم، پوشش، توپوگرافی و زمین‌شناسی از نظر زمانی و مکانی متغیر است، بر این اساس پژوهش در خصوص اثرات پارامترهای هیدرولوژیکی، اقلیمی، فیزیوگرافی و زمین‌شناسی، بر ضریب جریان در یک منطقه معین، می‌تواند موجب دستیابی به اطلاعاتی برای استفاده در مدیریت منابع آب حوزه شود. هدف از این پژوهش بررسی نقش هریک از عوامل مورفومتری، اقلیمی، هیدرولوژیکی و لیتولوژی حوزه در تعیین ضریب جریان در تعدادی از زیرحوزه‌های آبخیزکرخه است.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌ها و موقعیت منطقه

محدوده این پژوهش شامل تعداد ۲۲ زیرحوزه واقع در حوزه کرخه است که بین عرض جغرافیایی ۴۹َ، ۳۰ْ تا ۰۴َ، ۳۴ْ شمالی و طول جغرافیایی ۰۶َ، ۴۶ْ تا ۱۰َ، ۴۹ْ شرقی واقع شده است (شکل ۱). حوزه رودخانه کرخه یکی از رودخانه‌های رتبه دوم کشور است و مساحت آن برابر با ۵۱۸۰۶ کیلومتر مربع

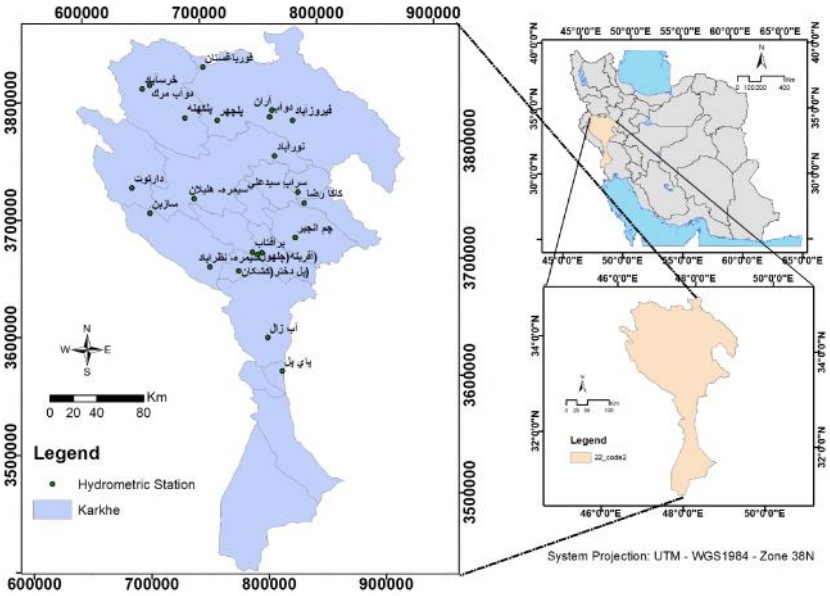
1- Technical Release

2- Thin Plate Smoothing Splines (TPSS)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]

است که ۳/۲ درصد از مساحت ایران را پوشش داده است. زیر حوزه‌های اصلی کرخه شامل سیمره، کشکان و زیر حوزه میانی منتهی به سد کرخه می‌باشد. منطقه مورد پژوهش متأثر از آب و هوای خشک، نیمه خشک، مرطوب و نیمه‌مرطوب است. در مجموع ۴۵/۱ درصد از منطقه دارای اقلیم خشک، ۲۸ درصد نیمه‌خشک و ۲۶/۹ درصد مرطوب و نیمه‌مرطوب می‌باشد. حداکثر بارش سالانه در دوره آماری مورد پژوهش به میزان ۵۵۶ میلی‌متر متعلق به حوزه کشکان و حداقل آن مربوط به حوزه کرخه در پای پل با ۴۵۳ میلی‌متر است (۱۸). سازندهای سخت کربناته دارای گسترش مناسب می‌باشند و حدود ۴۸ درصد سطح منطقه را پوشش می‌دهند. حداکثر پوشش سطحی سازندهای کربناته کارستی، متعلق به حوزه‌های کاکارضا و آب‌زال با پوشش سطحی ۴۵ درصد و حداقل آن مربوط به حوزه فیروزآباد با پوشش دو درصد می‌باشد. سازندهای سخت غیرکربناته عمدتاً شامل سنگ‌های دگرگونی زون سنندج- سیرجان، ولکانیک‌ها و توف‌های همراه، شیست‌های همدان، سازندهای متعلق به گروه بنگستان، گورپی و امیران، بختیاری، پابده، شهبازان، تله زنگ، کشکان و گروه فارس است و به‌طور متوسط ۳۲ درصد پوشش سطحی منطقه پژوهش را تشکیل داده‌اند. در این خصوص حداکثر پوشش سطحی آن در حوزه فیروز آباد با ۵۷ درصد پوشش سطحی است. سازندهای دوران چهارم عمدتاً شامل نهشته‌های آبرفتی، پادگانه‌های آبرفتی، مخروط‌افکنه‌ها و رسوبات رودخانه‌ای است. ویژگی‌های پایه حوزه‌های مورد پژوهش در جدول (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- منطقه مورد پژوهش
Figure 1. Study area

روش پژوهش

برای انجام پژوهش حاضر، ابتدا با بررسی داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های آب‌سنجی، و باران‌سنجی تعداد ۲۲ ایستگاه با آمار مناسب و دوره مشترک آماری سال‌های آبی ۱۳۷۸-۱۳۵۳ انتخاب شد. با توجه به اهمیت صحت و دقت آمار ایستگاه‌های دارای آمار کامل و بدون نیاز به بازسازی انتخاب شدند. همچنین با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و تعیین موقعیت ایستگاه‌ها، محدوده مورد پژوهش مشخص و پارامترهای اولیه حوزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، استخراج شدند. ضریب جریان با استفاده از روش جاستین محاسبه شد. سپس جریان پایه با استفاده از داده‌های روزانه جریان و پس از کنترل سری زمانی، توسط نرم‌افزار Hydro Office (۲۰۱۰) به روش فیلتر رقومی برگشتی تک‌پارامتره استخراج شد. واحدهای سنگ‌شناسی با استفاده از نقشه زمین‌شناسی رقومی شده با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و بر اساس نوع لیتولوژی به دو طبقه عمده تقسیم و مساحت تحت پوشش هر واحد در هر حوزه محاسبه شد. تحلیل عاملی و همگن‌بندی انجام و سپس روابط رگرسیونی در سطوح معنی‌داری کمتر از یک درصد تعیین شد. اعتبار روابط رگرسیونی با استفاده از آزمون استقلال خطاها، بررسی نرمال بودن خطاها و اجرای آزمون دوربین- واتسون بررسی شد. همچنین میزان دقت مدل‌های برآوردی و نیز خطای برآوردی آنها براساس معیارهای ضریب تعیین، خطای استاندارد و میانگین خطای مطلق بررسی شد.

روش محاسبه رواناب

برای محاسبه رواناب سالانه حوزه‌های فاقد آمار، روش‌های مختلفی وجود دارد که مناسب‌ترین آن‌ها روش جاستین است. جاستین جهت برآورد رواناب سالانه با استفاده از سه پارامتر بارندگی، درجه حرارت و شیب حوزه رابطه ای به شکل زیر را ارائه نمود (۱۰):

$$R = K.S^{0.155}\frac{P^2}{(1.8T+32)} \qquad (۱)$$

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]

که در آن:
R: رواناب سالانه به سانتی‌متر،K: ضریب منطقه‌ای، S: پارامتر فیزیوگرافیک که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S = \frac{H_{max} - H_{min}}{\sqrt{A}} \quad (۲)$$

Hmax: ارتفاع حداکثر حوزه به کیلومتر، Hmin: ارتفاع حداقل حوزه به کیلومتر، A:سطح حوزه به کیلومتر مربع، P: بارندگی سالانه به سانتی‌متر،T:متوسط درجه حرارت سالانه به درجه سانتی‌گراد

جدول ۱- مشخصه‌های حوزه‌های مورد پژوهش

Table 1. Characteristics of the studied Catchment

ایستگاه هیدرومتری	کدایستگاه	مساحت (km^2)	ارتفاع متوسط (m)	شیب متوسط حوزه (٪)	ضریب جریان (٪)
فیروزآباد	۲۱-۱۰۹	۸۶۹	۱۹۵۲	۱۷/۳	۱۴/۸
آران	۲۱-۱۱۳	۲۲۹۸	۱۷۸۰	۱۵/۵	۱۲/۸
دوآب	۲۱-۱۱۵	۸۰۲۶	۱۸۹۵	۱۵/۱	۱۶/۵
پل‌چهر	۲۱-۱۲۷	۱۰۲۰۸	۱۸۹۱	۱۷/۳	۲۶
خرس‌آباد	۲۱-۱۳۱	۱۴۳۴	۱۵۲۷	۸/۷	۶/۴
دوآب مرک	۲۱-۱۳۳	۱۲۹۴	۱۵۴۴	۱۳/۷	۳۱/۵
پل‌کهنه	۲۱-۱۴۱	۵۰۴۱	۱۵۶۷	۱۴/۲	۲۳/۸
قورباغستان	۲۱-۱۴۳	۵۳۰۹	۱۵۶۲	۱۴/۱	۲۴/۳
نورآباد	۲۱-۱۴۵	۶۲۱	۲۰۴۳	۱۶/۸	۴۷/۴
سیمره-هلیلان	۲۱-۱۴۷	۱۹۹۷۷	۱۷۵۲	۱۷/۵	۲۷/۱
دارتوت	۲۱-۱۵۷	۲۶۵۷	۱۵۵۱	۱۷/۶۱	۱۲/۳
سازبن	۲۱-۱۵۹	۲۶۱۲۸	۱۳۶۵	۲۰	۲۵/۷
کاکارضا	۲۱-۱۶۹	۱۱۳۰	۲۰۲۷	۲۴/۱	۵۹
سراب سیدعلی	۲۱-۱۷۱	۷۸۶	۲۱۰۴	۲۷/۴	۶۹/۱
چمانجیر	۲۱-۱۷۵	۱۶۳۰	۱۶۵۰	۲۰/۵	۳۳/۶
آفرینه (کشکان)	۲۱-۱۷۷	۶۸۴۲	۱۷۱۸	۲۳/۴	۳۷/۳
آفرینه (چلهول)	۲۱-۱۷۹	۸۰۸	۱۶۴۷	۲۳/۷	۲۳/۷
برآفتاب	۲۱-۱۸۱	۱۱۳۶	۱۳۷۳	۹/۳	۸/۹
پلدختر (کشکان)	۲۱-۱۸۳	۹۲۶۷	۱۶۳۲	۲۲/۴	۳۱/۵
آبزال	۲۱-۱۸۹	۶۰۰	۱۴۰۵	۳۴/۳	۸۱/۱
پاپیل	۲۱-۱۹۱	۴۲۱۹۱	۱۵۴۴	۱۹/۲۷	۲۷/۲
سیمره- نظراباد	۲۱-۴۱۱	۲۸۲۸۱	۱۶۳۰	۱۳/۱	۲۱/۶

تفکیک واحدهای زمین‌شناسی

با توجه به اهمیت لیتولوژی از منظر منابع آب و ویژگی‌های سنگ‌شناسی از دیدگاه، امکان نفوذ آب، ذخیره شدن و تأثیر بر ضریب جریان، تعداد ۶۴ واحد سنگ‌شناسی مختلف، را به دو دسته کلی به شرح ذیل تقسیم و درصد پوشش سطحی هر کدام در حوزه‌های مورد پژوهش تعیین شد.

سازندهای نفوذپذیر: نظر به اهمیت سازندهای آبرفتی از دیدگاه نفوذپذیری، تأثیر بر ضریب جریان و به‌دلیل ویژگی انحلال‌پذیری آن‌ها، از منظر امکان ایجاد پدیده کارست‌شدگی، کلیه واحدهای سنگ‌شناسی کربناته، سازندهای تبخیری و واحدهای آبرفتی کواترنر، تحت عنوان سازند های نفوذ پذیر و به‌عنوان یک پارامتر در نظر گرفته شد. سازندهای نفوذ ناپذیر: با توجه به تفاوت مشهود سازندهای سخت غیرکربناته با سازندهای کربناته از دیدگاه تأثیردر منابع آب‌های زیرزمینی، کلیه سازندهای سخت غیرکربناته، شامل رسوبی، دگرگونی و آذرین، در یک واحد، تحت عنوان سازندهای نفوذ ناپذیر تجمیع شد.

بررسی عوامل تأثیر گذار بر ضریب جریان

تجزیه وتحلیل عاملی به روش (PCA)[1] با استفاده از نرم‌افزار SPSS برای ۱۵متغیر فیزیوگرافی، اقلیمی و زمین‌شناسی در حوزه‌های منتخب به‌کار برده شد. متغیرهای مورد استفاده شامل ویژگی‌های مختلف حوزه، از جمله مساحت حوزه، طول رودخانه اصلی، ارتفاع متوسط، شیب حوزه، ضریب جریان، درصد پوشش سازندهای نفوذپذیر و کارستی، درصد پوشش سازندهای نفوذناپذیر، بارش متوسط سالانه، طول حوزه، چگالی زهکشی، NDVI، شیب رودخانه اصلی، دبی کل جریان پایه و درصد پوشش برف در اسفند ماه، می‌باشند.

با توجه به پیچیدگی نتایج حاصل از تحلیل عاملی، به‌منظور به حداکثر رساندن واریانس بارهای هر یک ازعامل‌ها، تسهیل درتفسیر ساختار عاملی و ایجاد استقلال در عامل‌ها، محورهای عاملی با روش واریماکس[2] دوران یافت. سپس با استفاده از روش مدل رگرسیونی، ماتریس امتیازات عاملی استخراج شد. برای خارج کردن متغیرهای غیر ضروری و توجه به همبستگی جزئی، ازماتریس همبستگی آنتی ایمیج[3] و آماره کفایت اندازه نمونه[4] (MSA) استفاده شد. به‌طوری که هر متغیر که دارای کمترین مقدار MSA بود، با در نظر گرفتن سطوح معنی‌داری ماتریس ضرایب همبستگی میان متغیرها، از مجموعه متغیرها حذف شدند. پس از انتخاب متغیرهای مهم، تجزیه عاملی براساس این متغیرها صورت گرفته و مهم‌ترین پارامترها به‌عنوان عوامل مستقل مشخص شد. سپس روابط بین عامل وابسته ضریب جریان (Rc) با سایر عوامل مستقل، با استفاده از روش رگرسیونی (رابطه ۳) در حالت‌های مختلف

1- Principal Component Analysis
2- Varimax Rotation
3- Anti-image
4- Measure of Sampling Adequacy

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]

خطی، توانی، نمایی و لگاریتمی مورد بررسی قرار گرفت و مناسبترین آن‌ها ارائه شد.

$$Rc = a\mathrm{Li} + \mathrm{bMr} + \mathrm{cHc} + \mathrm{d} \qquad (۳)$$

که در آن پارامترهای Li: عامل زمین‌شناسی، Mr: عامل مورفومتری، Hc: عامل هیدرواقلیمی و پارامترهای a ,b ,c ,d ضرایب ثابت رابطه می‌باشند.

تامین اعتبار رگرسیون‌ها

انجام هر رگرسیونی، مستلزم فرضیاتی از قبیل، مستقل بودن خطاها از یکدیگر، نرمال بودن توزیع خطاها و پایین بودن میزان هم‌خطی بین متغیرهای مستقل است و تا زمانی که این مفروضات برقرار نباشد، اعتبار رگرسیون خدشه دار خواهد بود.

آزمون استقلال خطاها

خطا عبارت است از تفاوت بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده. برای بررسی استقلال خطاها از همدیگر از آزمون دوربین–واتسون استفاده شد. اگر همبستگی بین خطاها را به P نشان دهیم در این صورت آماره دوربین–واتسون به کمک رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$DW=2(1- P) \qquad (۴)$$

اگر P=0 آنگاه مقدار آماره DW=2 خواهد بود که نشانه عدم همبستگی خطاها است.

اگر P=1 باشد آنگاه آماره DW=0 خواهد بود که نشان می‌دهد خطاها دارای خود همبستگی مثبت هستند.

اگر P=-1 باشد آنگاه مقدار آماره DW=4 خواهد بود که نشانه همبستگی منفی بین خطاها است.

از آنجایی که فرض H_0 بر عدم همبستگی بین خطاها تاکید دارد، چنانچه این آماره در بازه ۱/۵ تا ۲/۵ قرار گیرد، فرض H_0 پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت فرض H_0 رد می‌شود، یعنی بین خطاها همبستگی وجود دارد.

بررسی نرمال بودن خطاها

به منظور بررسی نرمال بودن خطاها، مقادیر استاندارد خطاها محاسبه و نمودار توزیع داده‌ها و نمودار نرمال آن‌ها رسم شد. توجه به میزان میانگین و انحراف معیار خطاها برای بررسی اعتبار روابط لازم است.

آزمون هم‌خطی

هم‌خطی وضعیتی است که نشان می‌دهد یک متغیر مستقل، تابعی خطی از بین سایر متغیرهای مستقل است. اگر هم‌خطی در یک معادله رگرسیون بالا باشد، بدین معنی است که بین متغیرهای مستقل همبستگی بالایی وجود دارد و ممکن است با وجود بالا بودن ضریب تعیین، مدل دارای اعتبار بالایی نباشد. به عبارت دیگر با وجود آن که مدل خوب به نظر می‌رسد، ولی دارای متغیرهای مستقل معنی‌داری نمی‌باشد.

نتایج و بحث

در نتیجه بررسی ماتریس همبستگی و جدول اشتراک استخراجی، متغیر طول رودخانه اصلی به‌دلیل همبستگی شدید داخلی با برخی عوامل و همچنین به علت اینکه مقدار اشتراک استخراجی آن کمتر از ۰/۵ بود از فرآیند تحلیل عاملی حذف شدند. آزمون تحلیل عاملی نشان داد که کلیه متغیرها در قالب ۵ عامل طبقه‌بندی می‌شوند که در مجموع در برگیرنده ۸۵/۹ درصد از واریانس داده‌ها می‌باشند.

عوامل طول حوزه، چگالی زهکشی، درصد پوشش برف در اسفند ماه و شیب رودخانه اصلی در قالب فاکتور اول، سازندهای نفوذپذیر و نفوذ ناپذیر از میان عوامل زمین‌شناسی در فاکتور دوم، شاخص جریان پایه، ارتفاع متوسط حوزه و بارش متوسط سالانه در فاکتور سوم، عامل مساحت حوزه در فاکتور چهارم و شیب حوزه و شاخص NDVI به‌عنوان مؤثرترین پارامترها شناخته شدند.

به‌منظور همگن‌بندی مناطق مورد نظر از تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. باتوجه به دندروگرام استخراج شده و بر اساس فاصله اقلیدوسی بین صفرتا ۵ حوزه‌ها به دوگروه همگن تقسیم شدند، اما در فاصله اقلیدسی بین صفر تا ۲۵ همه زیرحوزه‌ها به‌عنوان یک منطقه همگن تلقی می‌گردند. جهت اعتباریابی گروه‌های همگن، روش تابع تشخیص مورد استفاده قرارگرفت و بعد از چهار بار تعویض گروه‌ها بر مبنای ارزیابی مدل، میزان دقت مدل برابر ۱۰۰ درصد شد. شکل (۲) و جدول (۲) حوزه‌های واقع در هر یک از مناطق همگن را نشان می‌دهد.

جدول ۲- زیر حوزه‌های انتخابی واقع در هر یک از خوشه‌ها

Table 2. Selected Sub-basins in each of the clusters

شماره خوشه	نام ایستگاه
۱	فیروزآباد، آران، دوآب، پل‌چهر، خرس‌آباد، دوآب مرک، پل‌کهنه، قورباغستان، نورآباد، دارتوت، کاکارضا، سراب سیدعلی، چمانجیر، آفرینه (کشکان)، آفرینه (چلهول)، برآفتاب، پلدختر (کشکان)، آبزال.
۲	سیمره (هلیلان)، سازبن، پاپیل، سیمره (نظراباد).

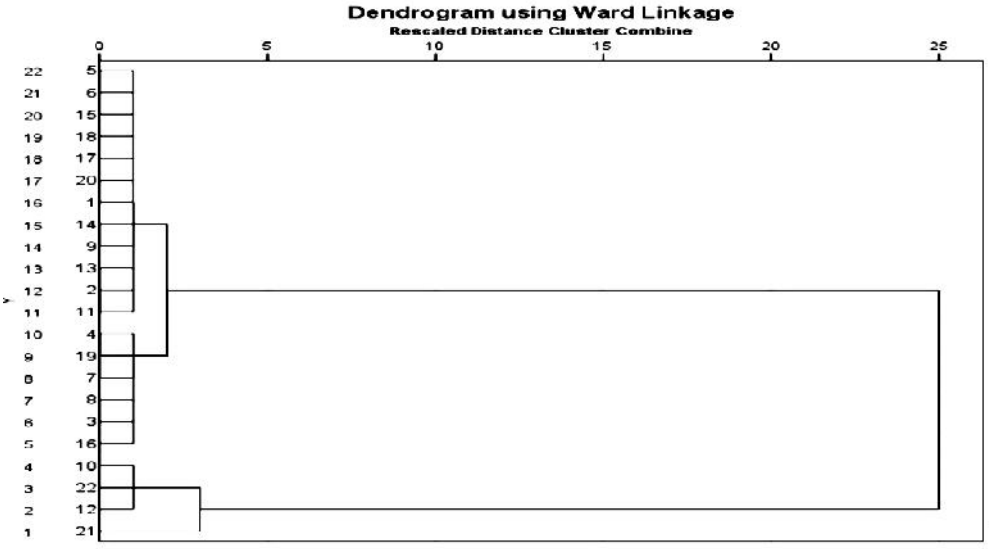
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]

جدول ۳- روابط برای زیر حوزه های خوشه یک و دو

Table 3. Relations for sub-basin of the first and second cluster

منطقه همگن	رابطه
یک	$Rc = 58.620 \times BFI - 0.001 \times A + 0.014 \times H + 3.128 \times S + 0.229 \times PE + 0.039 \times IPE - 0.028 \times P - 125.24$
دو	$Rc = 119.096 \times BFI - 0.001 \times A + 3.211 \times S - 0.129 \times CL + 92 \times DD - 13.724 \times SR - 130.738$



شکل ۲- نمودار خوشه‌ای براساس عوامل مستقل

Figure 2. Dendrogram based on independent factors

روابط رگرسیونی برآورد ضریب جریان

روابط استخراجی با دخالت زیرحوزه‌های هر منطقه، نشان داد که مقادیر ضریب جریان در برابر پارامترهای هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و هندسی حوزه، همبستگی معنی‌داری را در سطح کمتر از یک درصد دارد که به‌صورت مدل‌های رگرسیونی چند متغیره با استفاده از روش گام به گام[1] در جدول (۳) ارائه شده است.

با توجه به بررسی‌های انجام گرفته در اغلب تحقیقات، از جمله پژوهش‌های انجام شده توسط جودیس و همکاران (۸)، مرز و همکاران (۱۴)، لانگوباردی و همکاران (۱۲) و کاریلو و همکاران (۳) از ویژگی‌های مورفومتری حوزه و عوامل هیدرواقلیمی به‌عنوان عوامل مؤثر بر ضریب جریان، استفاده شده است. در این تحقیق علاوه بر موارد فوق، عامل‌های زمین‌شناسی و نیز شاخص‌جریان پایه و درصد پوشش برف، از دیدگاه تأثیر آن بر منابع آب سطحی، رطوبت خاک و تأثیر بر روی ضریب جریان، مد نظر قرار گرفت. نتایج با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی نشان داد که پنج عامل مستقل مؤثر بر ضریب جریان، ۸۵/۴۵ درصد از واریانس داده‌ها را پارامترهای مورد استفاده در روابط فوق: Rc: ضریب جریان، BFI: شاخص جریان پایه، A: مساحت حوزه، H: ارتفاع متوسط حوزه، S: شیب متوسط حوزه، PE: درصد پوشش سطحی سازندهای نفوذپذیر، IPE: درصد پوشش سازندهای نفوذناپذیر، P: بارش متوسط سالانه، CL: طول حوزه، DD: چگالی زهکشی، SR: شیب رودخانه اصلی توضیح می‌دهند. این به آن معناست که حدود ۱۴/۵۵ درصد از کل واریانس قابل تبیین نیست، که با بررسی متغیرهای اضافی در زمینه ویژگی‌های اقلیمی و غیراقلیمی، قابل افزایش است. وزن درصد تغییرات و عوامل طول حوزه، چگالی زهکشی، درصد پوشش برف و شیب رودخانه اصلی با مقدار ویژه ۴ در مرتبه اول تأثیرگذاری قرار دارند. طول حوزه، شیب رودخانه و چگالی زهکشی از طرق تسهیل در انتقال ورودی به حوزه بر روی ضریب جریان تأثیرگذار هستند. همچنین، درصد پوشش برف نیز از طریق مشارکت در افزیش جریان سطحی از طریق ذوب تدریجی برف، ایجاد تداوم در جریان پایه و نگهداری رطوبت خاک بر روی ضریب جریان مؤثر می‌باشد. در میان عوامل دسته اول، عامل شیب رودخانه بالاترین میزان تأثیرگذاری را دارد. عامل زمین‌شناسی با مقدار ویژه ۲/۴ به تنهایی در درجه دوم اهمیت قرارگرفت. میزان تأثیرگذاری بالای عامل زمین‌شناسی، بیانگر اهمیت سازندها و همچنین نوع تفکیک واحدهای زمین‌شناسی و تجمیع آن‌ها براساس رفتارهای

1- Stepwise

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]

هیدروژئولوژیکی است. در منطقه مورد تحقیق، سطوح تحت پوشش سازندهای کربناته به دلیل پتانسیل بالای کارست شدگی، تأثیر زیادی در تعیین میزان ضریب جریان دارد. کارست‌ها دارای دو نوع تأثیرگذاری منفی و مثبت در این خصوص هستند که تأثیرگذاری مثبت از منظر افزایش ضریب جریان به‌دلیل مشارکت بالای آب‌های زیرزمینی با منشاء کارست است. تأثیر منفی نیز به دلیل امکان جذب آب‌های سطحی و هدایت آن به سمت آب‌های زیرزمینی از طریق مجراهای کارستی می‌باشد. تاثیر منفی کارست در ضریب جریان توسط تحقیقات منتشر شده توسط ژانگ و همکاران (۲۵) نیز مورد تایید قرار گرفته است، در نتایج منتشر شده ایشان، ضریب جریان با افزایش سطح سازندهای کاستی کاهش پیدا می‌کند. جانمایی و تأثیرگذاری شاخص جریان پایه، ارتفاع متوسط حوزه و بارش متوسط سالانه که در مرتبه سوم قرار گرفته‌اند، به دلیل اینکه به‌طور غیرمستقیم میزان رطوبت پیشین در خاک را کنترل می‌کنند، قابل تفسیر و توجیه است. رابطه قوی بین جریان پایه و ضریب جریان توسط نتایج تحقیقات سردان و همکاران نیز گزارش شده است و نتایج پژوهش حاضر در تطابق با نتایج ایشان است. البته تاثیر بالای جریان پایه بر ضریب جریان در منطقه پژوهش با وجود گستره زیاد سازندهای کارستی و نقش آن در تامین جریان پایه قابل تفسیر است. اهمیت بارش سالانه نیز در تطابق با نتایج تحقیقات محققین مختلف از جمله مرز و همکاران (۱۴) می‌باشد، ولی میزان تاثیرگذاری آن متاثر از شرایط کارستی بودن منطقه است. عامل مساحت حوزه به تنهایی در مرتبه چهارم قرار گرفته است. اهمیت کم‌تر عامل مساحت و رابطه عکس مساحت با ضریب جریان در تحقیقات سردان و همکاران (۴) و پاتیل و باردوسی (۱۷) گزارش شده است که در تطابق با نتایج این پژوهش است. شیب حوزه و شاخص NDVI در رتبه پنجم با کمترین میزان تأثیرگذاری در بین عوامل مؤثر شناخته شدند. در حالی که بر اساس نتایج تحقیقات کوانگ و لایتور (۱۱) در منطقه مورد مطاله ایشان، شیب تاثیری بر ضریب جریان ندارد. ولی تاثیر مثبت NDVI توسط کاریلو و همکاران (۳) مورد تاکید قرار گرفته است. همراهی میزان شیب با عامل NDVI در منطقه تحقیق از این منظر که میزان پوشش گیاهی با سطوح شیب دار در حوزه‌ها ارتباط دارد، دارای ارزش تفسیری و تحلیلی ویژه‌ای است. افزایش پوشش گیاهی از طریق افزایش نفوذ، تأثیر منفی در ضریب جریان دارد و افزایش شیب به جهت تأثیر در کاهش نفوذ، دارای تأثیر مثبت است. علی‌ایحال به دلیل تأثیر متقابل متغیرها بر همدیگر و بر روی ضریب جریان و همچنین چند متغیره بودن تأثیرگذاری‌ها، تفسیرها فقط در قالب تحلیل‌های چند متغیره قابل طرح می‌باشد. از این روی در تحلیل چند متغیره به دلیل خنثی شدن تأثیرات عوامل توسط همدیگر، بسیاری از عوامل مؤثر، در ابتدای تحلیل عاملی نمایان می‌شوند، ولی نشانی از آن‌ها در روابط رگرسیونی به‌عنوان خروجی تحلیل دیده نمی‌شود.

به‌منظور اعتبارسنجی رگرسیون‌ها از سه روش آزمون استقلال خطاها، بررسی نرمال بودن خطاها و هم خطی استفاده شد. جدول (۴) خلاصه اجرای آزمون دوربین- واتسون را نشان می‌دهد. این خروجی‌ها آماره برآوردی توسط رگرسیون، خطاها (باقیمانده)، مقادیر برآوردی استاندارد شده و خطای (باقیمانده) استاندارد شده را نشان می‌دهد. مقدار آماره دوربین- واتسون در این پژوهش در فاصله ۱/۵ تا ۲/۵ قرار دارد و اعتبار استفاده از مدل‌ها را تایید می‌کند. شکل (۳) نمودار توزیع خطاها برای منطقه یک را نشان می‌دهد. با مقایسه نمودار توزیع فراوانی خطاها و نمودار توزیع نرمال، مشاهده می‌شود که توزیع خطاها تقریبا نرمال است. همچنین مقدار میانگین ارایه شده در سمت راست نمودار بسیار کوچک (نزدیک به صفر) و انحراف معیار آن نیز تقریبا یک است.

آزمون هم‌خطی نشان داد که فقط در یکی از متغیرهای مستقل (به دلیل پایین بودن بسیار زیاد مقادیر ویژه و بالا بودن شاخص وضعیت) بیانگر وجود مشکل در استفاده از رگرسیون مربوط به آن است. برای رفع این مشکل با بررسی فاصله انحراف معیار متغیرها از خط رگرسیون، مشخص شد که داده مربوطه نیز در فاصله کمتر از یک انحراف معیار از خط رگرسیون است و استفاده از آن خطای جدی در پیش‌بینی‌های مدل ایجاد نمی‌کند.

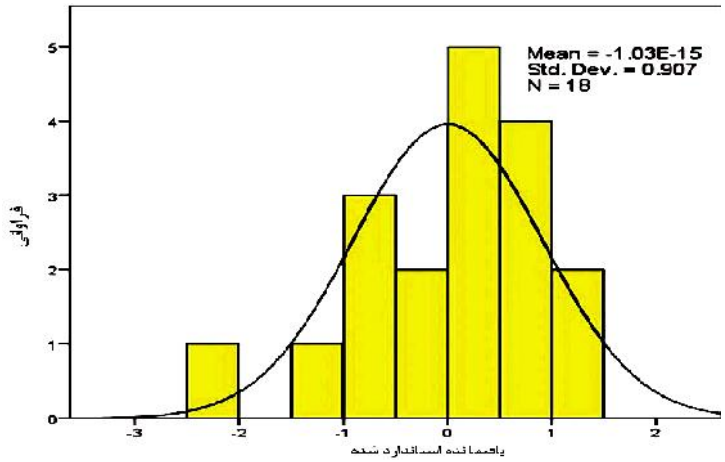
برای بررسی میزان خطای برآوردی رابطه منطقه یک، مقادیر مربوط به پارامترهای چهار حوزه واقع در منطقه دو به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس با اجرای رابطه مربوطه برای پارامترهای شاهد، در مجموع میزان خطای برآوردی برای رابطه منطقه یک به میزان ۱۷/۹۷ درصد به‌دست آمد. به همین روش با در نظر گرفتن چهار ایستگاه شاهد برای منطقه دو، میزان خطای رابطه منطقه دو به میزان ۲۷/۸۱ درصد به دست آمد. جمع‌بندی کلی نتایج آزمون تحلیل عاملی از یکسو و مشخصه‌های آزمون‌های آماری و میزان دقت مدل‌های برآوردی ازسوی دیگر، مؤید میزان اهمیت و تأثیر عوامل یاد شده و علاوه برآن قابلیت و کارایی مناسب مدل‌های استخراجی دراین پژوهش است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش مستخرج از طرح تحقیقاتی "تحلیل منطقه‌ای ضریب جریان در حوزه کرخه با کد شناسه ۸۴۰۰۳-۸۴۰۲-۰۲-۳۰۰۰۰۰-۰۰۳-۴ می‌باشد که در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری به انجام رسیده است. بدین وسیله از همراهی و مساعدت مسوولین محترم پژوهشکده تشکر به‌عمل می‌آید.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]



شکل ۳- نمودار توزیع نرمال برای منطقه یک
Figure 3. Normal distribution curve for the first zone

جدول ۴- خلاصه اجرای آزمون دوربین- واتسون
Table 4. Summary of Durbin-Watson test

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای برآورد استاندارد مدل	ضریب دوربین- واتسون
Rc (منطقه یک)	۰/۹۸۶	۰/۹۷۲	۰/۸۸۳	۷/۱۷۸۹	۱/۹۳۲
RC (منطقه دو)	۰/۹۸۰	۰/۹۶۱	.۰/۹۳۶	۵/۱۶	۲/۵

منابع

1. Beven, K.J. and M.J. Kirkby. 1979. A physically-based variable contributing-area model of catchment hydrology, Hydrological Science Bulletin, 24: 43-69.
2. Boughton, W.C. 1987. Evaluating Partial Areas of Watershed runoff, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE. 113: 356-366.
3. Carrillo, F., J.V. Soares, N.J. Ferreira and D.A. Rodriguez, 2006. Runoff coefficient and its relation to phytogeography in Brazil.Proceedings of 8 ICSHMO, Foz do Iguaçu, Brazil, April 24-28, 2006, INPE, pp: 229-233.
4. Cerdan, O., Y. Le Bissonnais, G. Govers, V. Leconte, K. Van Oost, A. Couturier, C. King and N. Dubreuil. 2004. Scale effects on runoff from experimental plots to catchments in agricultural areas in Normandy. Journal of Hydrology, (299): 4–14.
5. Chow, V.T., D.R. Maidment and L.W. Mays. 1988. Applied Hydrology, McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering. McGraw-Hill: New York. ISBN 0-07-010810-2. Xiii, 572 pp.
6. Dos Reis Castro, N.M., A.V. Auzet, P. Chevallier and J.C. Leprun. 1999. Land use change effects on runoff and erosion from plot to catchment scale on the basaltic plateau of Southern Brazil, Journal of Hydrological Process, 13: 1621-1628.
7. Eskandarinia1, A.R., H. Nazarpour, M.Z. Ahmadi, M. Teimouri and M.Z. Moshfegh. 2011. An investigation of antecedent precipitation index role in river flow forecasting using artificial neural network (Case Study: Bakhtiari River). Journal of Watershed Management Research, 2: 51-62 (In Persian).
8. Giudice, G.D., R. Padulano and G. Rasulo. 2013. Spatial prediction of the runoff coefficient in Southern Peninsular Italy for the index flood estimation, Hydrology and Earth System Sciences, 9: 4919-4941.
9. Gottschalk, L. and R. Weingartner. 1998. Distribution of peak flow derived from a distribution of rainfall volume and runoff coefficient, and a unit hydrograph, Journal of Hydrology, 208: 148-162.
10. Gupta, B.L. 1992. “Engineering Hydrology”, Second Edition, Estimation of Runoff, 4: 63-64.
11. Quang, B, T. and Laituri, M.J.2013. The effects of watershed characteristics on storm runoff relationships in Vietnam, Journal of Environmental Science and Water Resources, 2: 40 -52.
12. Longobardi, A., P. Villani, R.B. Grayson and A.W. Western. 2003. On the relationship between runoff coefficient and catchment initial conditions, in Proceedings of the International Congress on Modeling and Simulation of Australia and New Zealand, Townsville, Australia, 2: 867-872.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]

13. Manmohan, K.G. 2014. Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers, Part of the series Encyclopedia of Earth Sciences Series pp 952-953. Print ISBN 978-90-481-2641-5, Springer Netherlands.
14. Merz, R., G. Bloschl and J. Parajka. 2006. Spatio-temporal variability of event runoff coefficients, Journal of Hydrology, 331: 591-604.
15. Merz, R. and G, Bloschl. 2009. A regional analysis of event runoff coefficients with respect to climate and catchment characteristics in Austria, Water Resources Research, 45: 1-19.
16. Mousavi, S.F., J. Jamshidnezhad-Anbarany, S.S. Eslamian and N. Rostam-Afshar. 1999. Estimation of Runoff Coefficients for the Caspian-Sea Catchments. Journal of Water and Soil, 3: 1-19 (In Persian).
17. Patil, S. and A. Bardossy, 2006. Regionalization of runoff coefficient and parameters of an event based Nash-Cascade Model for predictions in ungauged basins. Geophysical Research Abstracts, 8: 74-75.
18. Porhemat, J. 2002. Snow melt runoff distribution model using remote sensing data, PhD, Islamic Azad University, Tehran, Iran, 261 pp (In Persian).
19. Rice, K.C. and G.M. Hornberger. 1998. Comparison of hydro chemical tracers to estimate source contributions to peak flow in a small forested, headwater catchment, Water Resources Research, 34: 1755-1766.
20. Rodríguez-Blanco, M.L., M.M. Taboada-Castro and M.T. Taboada-Castro. 2012. Rainfall–runoff response and event-based runoff coefficients in a humid area (northwest Spain). Hydrological Sciences Journal, 57: 445-459.
21. Sedighi, F., M. Vafakhah and M.R. Javadi. 2015. Application of artificial neural network for snowmelt – nun off (Case Study: Latyan Dam Watershed). Journal of Watershed Management Research, 6: 43-54 (In Persian).
22. Sherman, L. 1932. Stream flow from rainfall by unit hydrograph method, Engineering News Record, 108: 501-505.
23. Sivapalan, M., G, Bloschl, R. Merz and D. Gutknecht. 2005. Linking flood frequency to long-term water balance: Incorporating effects of seasonality, Water Resources Research, 41: 1-17.
24. Visessri, S. and McIntyre, N. 2016. Regionalization of hydrological responses under land-use change and variable data quality. Hydrological Sciences Journal, 61: 302-320.
25. Zhang, Z., X. Chen, Y. Huang and Y. Zhang. 2014. Effect of catchment properties on runoff coefficient in a karst area of southwest China. Hydrological Processes, 28: 3691-3702.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]

Regional Modeling and Evaluation of Runoff Coefficient in Karkhe Basin

Jahangir Porhemat[1] and Rahim Kazemi[2]

1- Associate Professor of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2- Scientific member of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, (Corresponding Author: ra_hkazemi@yahoo.com)
Received: November 4, 2015 Accepted: May 30, 2016

Abstract

Estimating the runoff coefficient that is influenced by morphometric, geologic and hydro climatologically factors are the most important issues in hydrology and information of its role in the planning and management of water resources is more important. In this research, twenty hydrometric stations with common period from 1974 to 1999were selected. Physiographic parameters of the catchments from the GIS environment were extracted. Run off coefficient was calculated and then base flow and related index were extracted from daily stream flow data using one parameter recursive digital filters .Lithological units using digital geological map, with the scale of 1: 250,000, based on expert opinion divided on two classes and area covered by each unit in each catchment were calculated. Factor analysis using 15 parameters were conducted and then the regional equations using linear regression at 1% significant level were determined. To compare and evaluate the accuracy and efficiency of the models, independence errors, colinerity and normal distribution of error were tested. Also the accuracy of the models and their estimation error using coefficient of determination, the standard error and the mean absolute error, were examined. Overall results showed that the estimated error rate for first homogeneous area 17.97 percent and for the second area 27.81 percent obtained.

Keywords: Base flow, Digital filters, Lithological units, Regional models, Run off Coefficient

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/jwmr.8.15.82]