

بررسی تاثیر مولفه‌های بارش بر شاخص جریان پایه در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک

رحیم کاظمی^۱، باقر قرمز چشمه^۲

۱- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

ra_hkazemi@yahoo.com

۲- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

شناخت روابط بین مولفه‌های بارش با جریان پایه می‌تواند موجب دستیابی به اطلاعاتی در خصوص آب در دسترس، به‌منظور استفاده در بهینه‌سازی طرح‌های مرتبط با کنترل، استحصال و بهره‌برداری از منابع آب شود. در این تحقیق ابتدا نقشه مناطق اقلیمی کشور به روش دومارتن با لایه مرز حوضه‌های رتبه چهار کشور تقاطع داده و حوضه‌های واقع در مناطق اقلیمی خشک و نیمه‌خشک تفکیک شد. سپس با بررسی داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های آب‌سنجی، تعداد حداقل ۳۰ ایستگاه از هر منطقه اقلیمی با آمار مناسب و دوره مشترک آماری سال‌های ۱۳۵۵-۱۳۹۰ انتخاب شد. در مرحله بعد با بررسی داده‌های بارش نظیر داده‌های دبی روزانه، میانگین بلندمدت تعداد روزهای بارانی هر حوضه محاسبه شد. شاخص جریان پایه با استفاده از داده‌های روزانه جریان به روش فیلتر رقومی دو پارامتره استخراج شد. روابط بین شاخص جریان پایه و تعداد روزهای بارانی و بارش متوسط سالانه در مناطق مختلف اقلیمی محاسبه و نتایج تحلیل و تفسیر شد. نتایج نشان داد که در مجموع حدود ۸۲٪ از حوضه‌های منتخب واقع در مناطق اقلیمی خشک و ۶۸٪ از حوضه‌های واقع در اقلیم نیمه‌خشک، میانگین سهم مشارکت جریان‌های زیرسطحی در جریان‌های رودخانه‌ای بیش از ۵۰ درصد است. همبستگی بین بارش متوسط سالانه با جریان پایه در مناطق خشک و نیمه‌خشک یک رابطه منفی را به نمایش گذاشته است. بالاترین ضریب تبیین بین تعداد روزهای بارانی و شاخص جریان پایه، برابر با ۰/۵۷ و متعلق به حوضه‌های مناطق نیمه‌خشک و کمترین ضریب تبیین به میزان ۰/۱۴ به حوضه‌های منطقه اقلیمی خشک تعلق دارد. در جمع‌بندی نتایج این پژوهش قابل ذکر است که با شناخت ظرفیت‌های آب پایه و طبقه‌بندی حوضه‌ها از منظر آب پایه‌ی در دسترس و قابل استحصال، شرط اولیه و لازم برای مدیریت بهینه منابع آب پایه در جهت اهداف مدیریت جامع منابع حوضه میسر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بارش سالانه، پیش‌بینی، تعداد روزهای بارانی، شاخص جریان پایه، اقلیم خشک و نیمه‌خشک

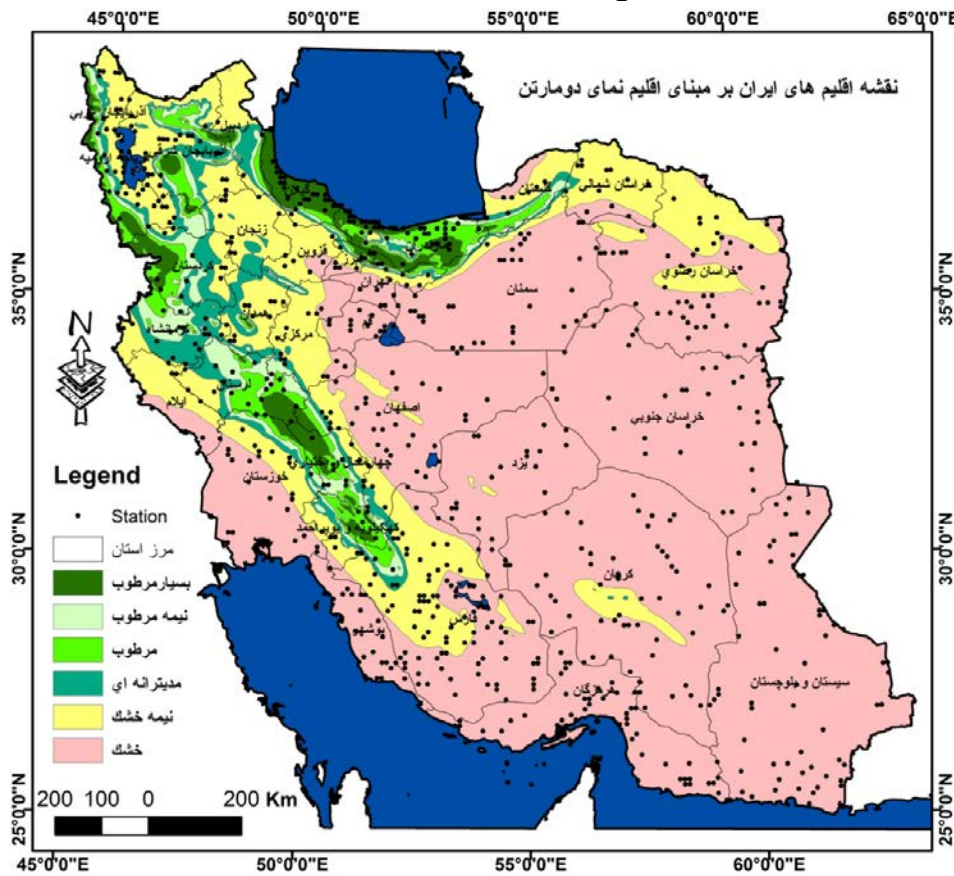
مقدمه

شناخت ظرفیت‌های آبی حوزه‌های آبخیز، پیش‌نیاز مدیریت بهینه طرح‌های مرتبط با کنترل، استحصال و بهره‌برداری از منابع آبی است. در این میان جریان پایه، مولفه مهمی از ظرفیت‌های آبی حوضه است که به لحاظ تداوم، ثبات و پایداری، قابل برنامه‌ریزی و مدیریت است. همچنین شناخت توزیع زمانی و مکانی آن و آگاهی از روابط و توابع موثر بر آن در اقلیم مختلف، می‌تواند به مدیریت منابع آب در شرایط کم‌آبی کمک کند. پیش‌بینی روابط و توابع بین مولفه‌های جریان و ویژگی‌های بارش از نظر زمانی و مکانی متغیر است و به علت این تغییرات، پیش‌بینی‌های هیدرولوژیکی در حوضه‌های فاقد آمار با عدم قطعیت‌های بالایی همراه است (Wagener و همکاران، ۲۰۱۳). از نظر (Westerberg و همکاران، ۲۰۱۱) بهبود و توسعه پیش‌بینی‌ها در حوضه‌های فاقد آمار نیازمند فهم و درک برهم‌کنش بین مولفه‌های حوضه و پاسخ هیدرولوژیکی در اقلیم مختلف است. یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های هیدرولوژیکی که در پژوهش‌های مختلف بر آن تأکید شده، شاخص جریان پایه^۱ (BFI) است. شاخص جریان پایه، یک نسبت بدون بعد است که از نسبت دبی پایه به کل رواناب برای هر مقطع زمانی یا کل دوره آماری به دست می‌آید (Nathan و McMahon، ۱۹۹۰). از نظر (Peña-Arancibia و همکاران، ۲۰۱۰) مشخصه‌های هیدرولوژیکی حوزه‌ها مانند جریان پایه، توسط پارامترهای هیدروکلیماتولوژیکی و فیزیکی مختلف قابل برآورد است. مشخصه‌های هیدروکلیماتولوژیکی عمدتاً شامل بارش، دما، تبخیر و تفرق است و عوامل فیزیکی شامل پارامترهای فیزیوگرافی و ثابت حوزه بوده و ممکن است پارامترهای زمین‌شناسی و خاک‌شناسی از دیدگاه هیدروژئولوژی نیز مورد استفاده قرار گیرد (Nathan و McMahon، ۱۹۹۲). اطلاع از میزان جریان پایه برای مقاصد متعددی مانند مدیریت منابع آب، حفاظت اکوسیستم‌های آبی، تولید انرژی، حمل و نقل و پیش‌بینی جریان‌های کمینه اهمیت دارد (Gustard و همکاران، ۲۰۰۴ و Tallaksen و همکاران، ۲۰۰۴). پژوهش‌های متعددی مبتنی بر آنالیز منطقه‌ای برای ایجاد مدل‌های برآورد (BFI) با استفاده از مشخصه‌های هیدرولوژیکی، کلیماتولوژی و فیزیوگرافی حوزه‌های آبخیز انجام شده است که از جمله می‌توان به پژوهش‌های انجام شده توسط (Santhi و همکاران، ۲۰۰۸) و (Krakauer و Temimi، ۲۰۱۱) و Beck و همکاران، ۲۰۱۳ اشاره کرد. اطلاعات روابط بین شاخص جریان پایه و مولفه‌های اقلیمی در خصوص حوزه‌های فاقد آمار در دسترس نیست، بنابراین فرآیند شناخت روابط بین شاخص جریان پایه و سایر مولفه‌ها در اقلیم مختلف برای انتقال روابط پارامترهای حوزه‌های دارای آمار به حوزه‌های فاقد آمار مورد نیاز است (Tague و همکاران، ۲۰۰۸). روش‌های متعددی برای جداسازی جریان پایه از جریان رودخانه توسعه یافته است که توسط (Tallaksen، ۱۹۹۵) در سه گروه روش‌های گرافیکی، فیلترینگ و روش‌های مبتنی بر ردیاب‌های شیمیایی طبقه‌بندی شده است. جداسازی جریان پایه به روش گرافیکی اغلب زمان بر و غیر دقیق است و نتایج بدست آمده به وسیله متخصصین مختلف یکسان نمی‌باشد. روش‌های مبتنی بر ردیاب‌ها دقیق و قابل اعتماد است ولی زمان‌بر و مستلزم صرف وقت و هزینه زیادی می‌باشد. روش‌های مبتنی بر الگوریتم‌های رقومی و فیلترینگ، علاوه بر سهولت و قابلیت تشخیص مناسب در تعیین دبی پایه، حساسیت بالایی نسبت به پارامترها دارد. همچنین به دلیل قابلیت اتوماتیک کردن، مشکلات ناشی از عدم همخوانی نتایج تا حدودی برطرف شده است. به دلیل پیچیدگی و نامشخص بودن میزان واقعی مشارکت دبی پایه در رواناب و همچنین هزینه بر بودن روش‌های مبتنی بر ردیاب‌ها، محققین بسیاری نسبت به ارزیابی و مقایسه روش‌های مختلف تفکیک هیدروگراف جریان اقدام نموده‌اند و الگوریتم‌های رقومی مختلفی را پیشنهاد داده‌اند. در این پژوهش از روش فیلتر رقومی برگشتی دوپارامتره برای استخراج شاخص جریان پایه استفاده شده است. این روش به وسیله محققین مختلفی از جمله (Neff و همکاران، ۲۰۰۵)، تیموری و همکاران، ۲۰۰۸)، تیموری و همکاران، ۲۰۱۱)، و کاظمی و شریفی، ۲۰۱۷)، کاظمی و اسلامی، ۲۰۱۳) توصیه شده است. با بررسی‌های به عمل آمده تا کنون مطالعات جامعی در خصوص بررسی نقش پارامتر تعداد روزهای بارانی برای پیش‌بینی شاخص جریان پایه در حوضه‌های فاقد آمار در سطح منطقه‌ای و استانی در کشور ایران مشاهده نشد. شاخص جریان پایه به علت تأثیرات عوامل مختلف مانند اقلیم، کاربری اراضی، خاک، پوشش، توپوگرافی و زمین‌شناسی از نظر زمانی و مکانی متغیر است. لذا شناخت و تحلیل تغییرات زمانی و مکانی عوامل موثر بر شاخص جریان پایه در اقلیم مختلف کشور، موجب دستیابی به اطلاعاتی برای مدل‌سازی شاخص جریان پایه، تفسیر دقیق‌تر شرایط هیدرولوژیکی حوضه، شناخت ظرفیت‌های آبی و استفاده در مدیریت بهینه منابع آب حوضه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

ویژگی و موقعیت منطقه تحقیق

منطقه مورد پژوهش در حوضه‌های رتبه چهار در گستره کشور ایران و در دو منطقه اقلیمی شکل (۱) شامل: ۷۴ حوضه واقع در اقلیم خشک در مرکز کشور و محدوده استان کرمان، حداقل ارتفاع ۵۴۳ متر از سطح دریا مربوط به حوضه با کد ۴۵۵ و حداکثر ۳۱۰۴ متر مربوط به حوضه با کد ۴۹۱۲۵۳ و محدوده مساحت حوضه‌های مورد بررسی در این اقلیم از ۲۸۷ تا ۲۶۱۱۳۲ کیلومتر مربع است و محدوده شیب متوسط حوضه‌ها از ۲۱ تا ۳۰/۹۸ درصد است. ۴۷ حوضه واقع در اقلیم نیمه خشک محدوده استان فارس، حداکثر ارتفاع ۲۷۶۹ متر مربوط به حوضه با کد ۴۳۱۳۲۱ و حداقل ۱۱۴۵ متر از سطح دریا مربوط به حوضه با کد ۴۳۱۳۲۴ و محدوده مساحت حوضه‌های مورد بررسی در این اقلیم از ۱۶۲ تا ۲۹۰۵ کیلومتر مربع است و محدوده شیب متوسط حوضه‌ها از ۲ تا ۲۵ درصد است. کد حوضه‌های مورد استفاده در هر منطقه اقلیمی در جدول (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- نقشه اقلیم منطقه مورد پژوهش بر اساس روش دومارتن (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۷)

جدول ۱- کد حوضه‌های مورد استفاده در پژوهش

کد	نوع اقلیم
۴۶۵۱-۴۵۴۲-۴۶۶۶-۲۷۱۵۴-۲۷۱۵۵-۲۷۱۵۶-۲۸۲۳۲-۲۸۲۴۲-۲۸۲۴۳-۴۵۵-۴۶۹-۴۴۳۲-۴۴۴۱-۴۴۴۲-۴۴۴۴-۴۵۱۱-۴۵۱۴-۴۵۲۱-۴۴۴۳-۴۴۴۳۲-۴۵۱۲۲-۴۵۱۲۳-۴۵۱۳۱-۴۵۱۳۲-۴۵۱۳۳-۴۵۱۳۴-۴۵۱۴۱-۴۵۱۴۲-۴۵۱۴۳-۲۸۲۴۴-۲۸۲۴۵-۴۴۲۴۳-۴۴۴۳۱-۴۶۶۱۲-۴۶۶۱۱-۴۶۶۲۱-۴۶۵۲۱-۴۶۶۱۳-۴۶۵۲۲-۴۶۵۲۳-۴۶۵۲۴-۴۶۵۲۵-۴۶۵۳۱-۴۶۵۳۳-۴۵۱۴۵-۴۵۱۵۳-۴۶۶۱۱-۴۶۶۱۲-۴۶۶۱۳-۴۶۶۱۴-۴۶۶۱۵-۴۶۶۱۶-۴۶۶۱۷-۴۶۶۲۱-۴۶۶۲۲-۴۶۶۳۳-۴۶۶۳۱-۴۶۷۷۱-۴۹۱۲۲-۴۹۱۲۳-۴۹۱۲۴-۴۹۱۳۲-۴۹۱۳۳-۴۹۱۳۴-۴۹۱۳۵-۴۴۲۴۲۱-۴۹۱۲۵۱-۴۹۱۲۵۲-۴۹۱۲۶۱-۴۹۱۲۶۲-۴۹۱۲۶۳	خشک
۴۳۲۲-۴۳۲۳-۴۳۲۴-۲۴۲۶۱-۲۴۲۶۲-۲۵۲۲۴-۲۵۲۲۵-۲۵۲۳۳-۲۵۲۳۴-۲۵۲۳۵-۲۵۲۳۷-۲۶۱۳۴-۲۶۱۳۵-۲۶۱۳۶-۲۶۱۶۲-۲۶۱۶۳-۲۶۱۷۲-۲۶۱۷۳-۲۶۱۷۴-۲۶۱۷۵-۲۶۱۷۶-۴۳۱۳۷-۴۳۲۱۱-۴۳۲۱۲-۴۳۲۱۳-۴۳۲۱۴-۲۶۱۶۵۱-۲۶۱۶۶۱-۲۶۱۷۱۱-۲۶۱۷۱۲-۴۳۱۱۱۳-۴۳۱۳۲۱-۴۳۱۳۲۳-۴۳۱۳۲۴-۴۳۱۳۲۵-۴۳۱۳۲۶-۴۳۱۳۳۱-۴۳۱۳۳۲-۴۳۱۳۳۳-۴۳۱۳۴۱-۴۳۱۳۴۲-۴۳۱۳۵۱-۴۳۱۳۵۲-۴۳۱۳۶۱-۴۳۱۳۶۲-۴۴۲۴۲۲	نیمه خشک

روش پژوهش

ابتدا نقشه مناطق اقلیمی کشور به روش دومارتن با لایه مرز حوضه‌های رتبه چهار کشور تقاطع داده شد. و حوضه‌های واقع در مناطق اقلیمی خشک و نیمه‌خشک تفکیک شد. سپس با بررسی داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های آب‌سنجی، تعداد حداقل ۳۰ ایستگاه با آمار مناسب و دوره مشترک آماری سال‌های ۱۳۵۵-۱۳۹۰ از هر منطقه اقلیمی انتخاب شد. سپس با بررسی داده‌های بارش متناظر با دوره مشترک آماری، تعداد روزهای بارانی هر حوضه محاسبه شد. سپس شاخص جریان پایه با استفاده از داده‌های روزانه جریان به روش فیلتر رقومی دو پارامتره استخراج شد. روابط بین شاخص جریان پایه و تعداد روزهای بارانی و بارش متوسط سالانه در اقلیم خشک و نیمه خشک محاسبه و نتایج تحلیل و تفسیر شد.

جداسازی جریان آب‌پایه: جداسازی جریان پایه، طی فرآیند تفکیک هیدروگراف جریان و با شناسایی نقطه شروع و خاتمه رواناب مستقیم قابل انجام است. نقطه شروع نقطه‌ای است که جریان، روند صعودی پیدا می‌کند و نقطه خاتمه، زمانی است که لگاریتم شاخه نزولی در برابر زمان به خط راست تبدیل می‌شود. روش‌های مختلفی به منظور تفکیک هیدروگراف جریان توسعه یافته و در پژوهش‌های گذشته مورد استفاده قرار گرفته است. در این پژوهش، تفکیک هیدروگراف جریان و استخراج جریان پایه و محاسبه شاخص مربوطه با استفاده از الگوریتم فیلتر رقومی برگشتی دو پارامتره و پس از بررسی و آماده‌سازی داده‌های روزانه جریان و کالیبراسیون مدل و به دست آوردن مقادیر صحیح پارامترهای مدل، انجام شد.

فیلتر رقومی برگشتی دو پارامتره: روش فیلتر رقومی برگشتی برای تحلیل و پردازش سیگنال‌های با فرکانس بالا از فرکانس پایین معرفی شده است، فیلتر رقومی برگشتی دو پارامتره با الگوریتم ذیل، اولین بار توسط (Boughton, ۱۹۹۳) و با رابطه (۱) معرفی شد.

$$Q_b(i) = \frac{K}{1+C} Q_b(i-1) + \frac{C}{1+C} Q(i) \quad Q_b(i) \leq Q(i) \quad (1)$$

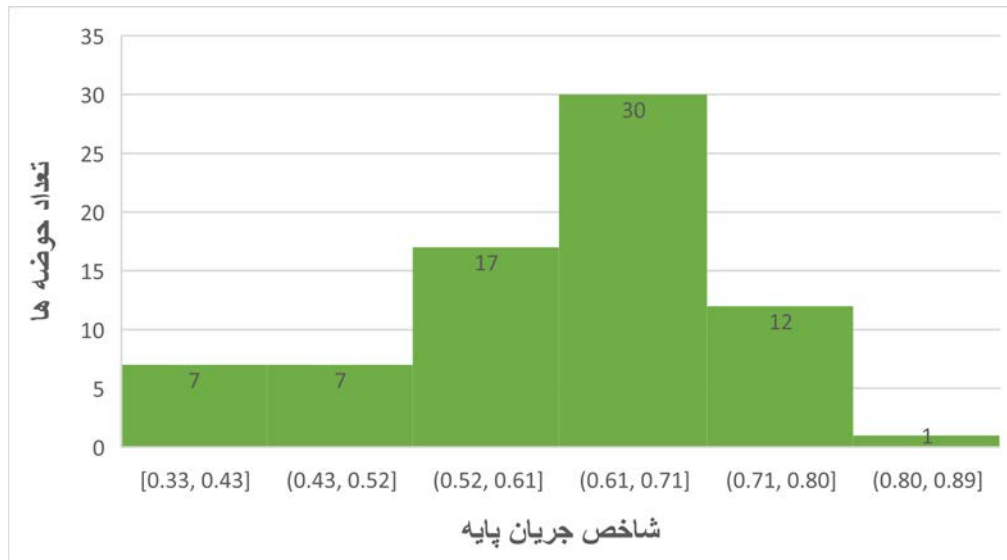
K : پارامتر فیلتر، قابل تعیین به وسیله ثابت‌افت منحنی هیدروگراف است. این پارامتر برابر است با شیب شاخه نزولی منحنی هیدروگراف، که در این روش مقدار ۰/۹۷۵ به دست آمده است. پارامتر C پارامتری است که با تغییر آن، شکل جداسازی تغییر می‌کند و قابلیت کالیبراسیون مدل را تامین می‌کند. با استفاده از قابلیت نمایش گرافیکی نرم‌افزار و به کار بردن مقادیر مختلف پارامتر و کالیبراسیون آن، مقدار پارامتر بهینه مورد نیاز $C=0/5$ انتخاب شده است.

$Q_b(i-1)$ جریان پایه فیلتر شده برای زمان قبل از i ، $Q(i)$: جریان اصلی رودخانه برای زمان i ، $Q_b(i)$ جریان پایه فیلتر شده، برای زمان i ام.

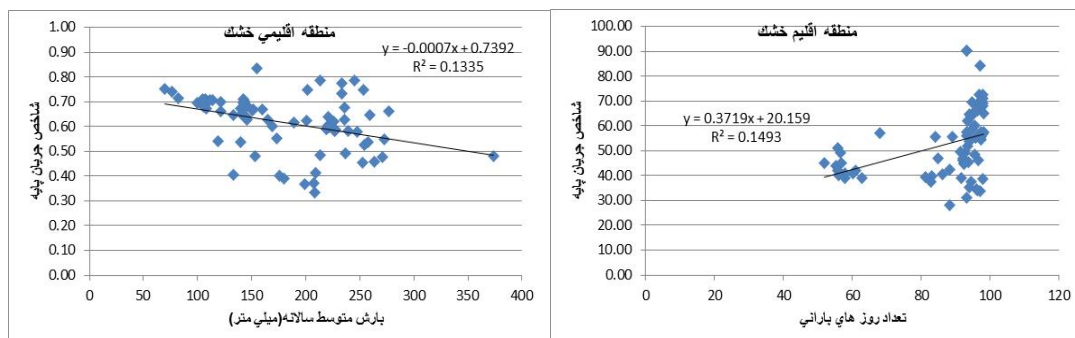
نتایج و بحث

منطقه اقلیمی خشک: نتایج نقشه‌های حاصل از تقاطع مرز حوضه‌ها با نقشه اقلیم نشان داد که این منطقه اقلیمی دارای بیشترین گستره در جغرافیای کشور است و کل مناطق مرکز، جنوب، شرق و جنوب شرق را پوشش داده است. حوضه‌های واقع در این منطقه تقریباً ۵۸/۳۱ درصد حوزه‌های آبخیز درجه چهار کشور را شامل می‌شود. برای این پژوهش تعداد ۷۴ حوضه انتخاب شد. توزیع مقادیر شاخص جریان پایه سالانه مستخرج از روش تفکیک استفاده شده در این پژوهش در حوضه‌های اقلیم خشک، در شکل (۲) نشان داده شده است، حداکثر شاخص جریان پایه در این منطقه برابر با ۰/۸۴ و متعلق به ایستگاه ۲۸۲۴۵ و حداقل آن نیز به میزان ۰/۳۳ به ایستگاه ۴۵۱۳۲ مربوط است. میانگین شاخص جریان پایه در این منطقه به میزان ۰/۶۱ است و نشان‌دهنده این است که بیشتر از ۶۰ درصد آب‌های سطحی در این منطقه از آب‌های زیرزمینی و زیرسطحی منشاء می‌گیرد. همانطور که از شکل (۲) قابل دریافت است، شاخص جریان پایه بیش از ۴۱٪ حوضه‌ها در محدوده (۰/۱۶-۰/۱۷) و ۲۳٪ در محدوده (۰/۱۵-۰/۱۶) و ۱۶٪ در محدوده (۰/۱۸-۰/۱۷) و ۱۸٪ در محدوده (۰/۱۳-۰/۱۵) و یک درصد نیز بالاتر از ۰/۸ واقع شده‌اند. در مجموع حدود ۸۲٪ از حوضه‌ها دارای شاخص جریان پایه بیش از ۰/۵۰ می‌باشند. بالا بودن میانگین این شاخص بیانگر این است که در حوضه‌های واقع در اقلیم خشک، آب‌های زیرسطحی نقش بیشتری در تامین جریان‌های سطحی دارند. رابطه همبستگی بین بارش متوسط سالانه با شاخص جریان پایه در حوضه‌های این اقلیم

یک همبستگی ضعیف با روند منفی را به نمایش گذاشته است (شکل ۳). همچنین رابطه بین پراکنش زمانی بارش‌ها با شاخص جریان پایه در این اقلیم یک رابطه ضعیف ولی صعودی است (شکل ۴). این دو رابطه موید نقش و رابطه متفاوت و غیر قابل پیش‌بینی بین پارامترهای بارش با جریان پایه نسبت به سایر اقلیم است و تفسیر کارشناسی، نقش بیشتر آب‌های زیرزمینی در تامین جریان‌های سطحی را تقویت و تایید می‌کند.



شکل ۲- توزیع شاخص جریان پایه سالانه (در حوضه‌های اقلیم خشک)

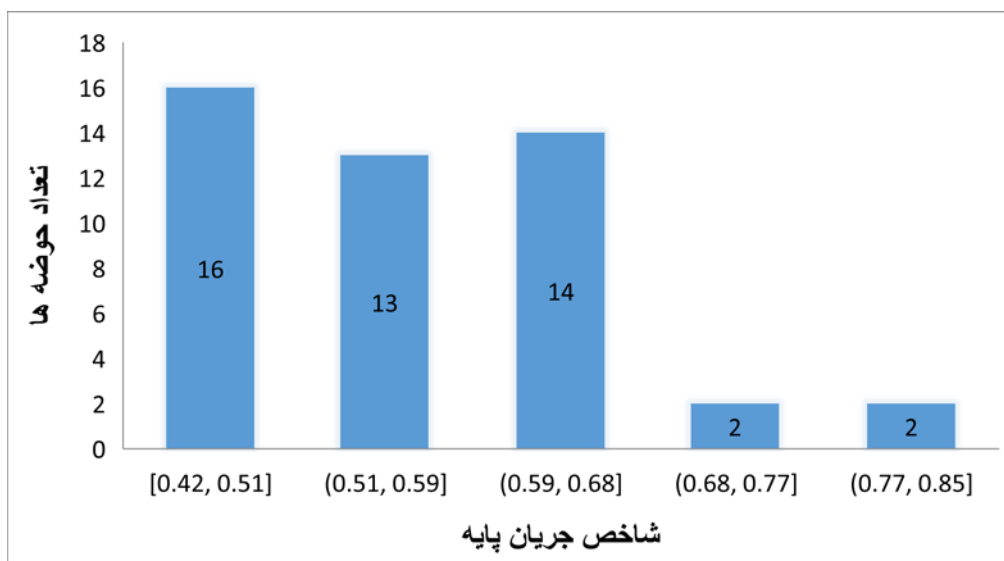


شکل ۳- رابطه بارش متوسط سالانه و شاخص جریان پایه

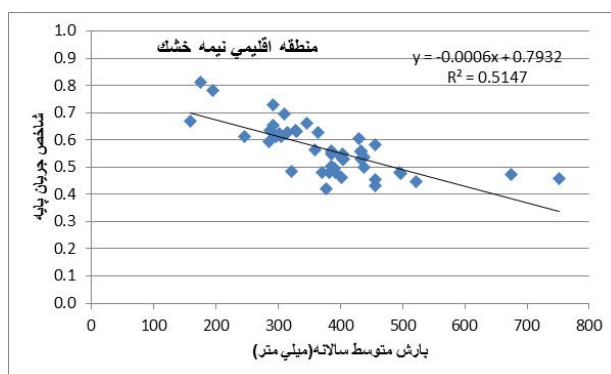
شکل ۴- رابطه تعداد روزهای بارانی و شاخص جریان پایه

منطقه اقلیمی نیمه‌خشک: نتایج خروجی تقاطع نقشه‌های اقلیم و حوضه‌ها نشان داد که این منطقه اقلیمی در گستره شمال شرق، غرب و شمال غرب کشور پراکنده است و بخش‌هایی از استان‌های خراسان شمالی و رضوی، گلستان، فارس، مرکزی، همدان، قزوین، زنجان، آذربایجان شرقی و غربی، ایلام، لرستان و کرمانشاه گسترش دارد. حدود ۲۳/۷۵ درصد از حوضه‌های کشور در این اقلیم واقع شده است و تعداد ۴۷ حوضه دارای آمار مناسب و دوره مشترک برای تحلیل انتخاب شد. حداکثر شاخص جریان پایه در این منطقه به میزان ۰/۸۱ مربوط به حوضه ۲۶۱۶۶۱ و حداقل مربوط به حوضه با کد ۴۳۲۳ و به میزان ۰/۴۲ است. میانگین شاخص جریان پایه به میزان ۰/۵۷ نشان‌دهنده سهم بیش از ۵۰ درصدی منابع زیرزمینی و زیرسطحی در تامین جریان‌های سطحی در این منطقه اقلیمی است. توزیع مکانی مقادیر شاخص جریان پایه در حوضه‌های منطقه نیمه‌خشک در شکل (۵) ارائه شده است. حدود ۳۴٪ از کل حوضه های منتخب در این منطقه اقلیمی در بازه (۰/۵-۰/۴) و ۲۸٪ در بازه (۰/۵۱-۰/۵۹) و ۳۰٪ در بازه (۰/۵۹-۰/۶۸) و مابقی بالاتر از ۰/۶۸ قرار دارند و در مجموع حدود ۶۶٪ حوضه‌ها دارای شاخص جریان پایه بالاتر از ۰/۵۰ می‌باشند. رابطه همبستگی بین بارش متوسط سالانه با شاخص جریان پایه در حوضه‌های واقع در این منطقه اقلیمی یک روند نسبتاً شدید نزولی است (شکل ۶) و نشان‌دهنده این است که در این منطقه بارش متوسط سالانه شاخص مناسبی برای تحلیل روند جریان پایه نیست، و در تفسیر روابط باید به نقش و

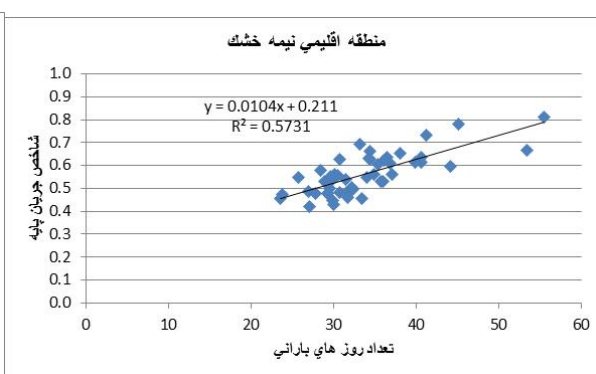
سهم منابع آب زیرزمینی بیشتر توجه شود. ولی رابطه بین تعداد روزهای بارانی با جریان پایه یک رابطه مناسب با ضریب تعیین ۰/۵۷ بیانگر این است که پراکنش زمانی بارش‌ها و تعداد روزهای بارانی، پارامتر مناسبی برای تحلیل وضعیت جریان پایه در این منطقه است (شکل ۷).



شکل ۵- توزیع شاخص جریان پایه سالانه در حوضه‌های اقلیم نیمه خشک



شکل ۶- رابطه بارش متوسط سالانه و شاخص جریان پایه



شکل ۷- رابطه تعداد روزهای بارانی و شاخص جریان پایه

نتیجه‌گیری

نتایج کلی نشان داد که در تمامی حوضه‌های واقع در مناطق اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، میانگین سهم مشارکت جریان‌های زیر-سطحی و زیرزمینی در جریان‌های رودخانه‌ای بیش از ۵۰ درصد است. علیرغم رابطه همبستگی ضعیف پارامتر بارش متوسط سالانه و تعداد روزهای بارانی با جریان پایه در حوضه‌های واقع در مناطق خشک، رابطه پارامتر تعداد روزهای بارانی با جریان پایه در تمامی حوضه‌های منتخب مناطق اقلیمی نیمه‌خشک یک رابطه مناسب با ضریب تبیین بیش از ۰/۵۰ می‌باشد. و نشان‌دهنده این است که پارامتر تعداد روزهای بارانی و بارش متوسط سالانه می‌تواند به‌عنوان یک پارامتر پیش‌بینی کننده جریان پایه در تحلیل‌های منطقه‌ای در حوضه‌های واقع در مناطق نیمه‌خشک و شناخت ظرفیت‌های آبی آن مورد استفاده قرار گیرد. در جمع‌بندی نتایج این پژوهش قابل ذکر است که با شناخت ظرفیت‌های آب پایه و طبقه‌بندی حوضه‌ها از منظر آب پایه‌ی در دسترس و قابل استحصال، شرط اولیه و لازم برای مدیریت بهینه منابع آب پایه در جهت اهداف مدیریت جامع منابع حوضه میسر می‌گردد.

منابع:

- قنبر پور، م.، تیموری، م.، ش.، غلامی، ۱۳۸۷. مقایسه روش‌های برآورد دبی پایه بر اساس تفکیک هیدروگراف جریان (مطالعه موردی

- حوزه آبخیز کارون). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(۴۴): ۱-۱۳.
- کاظمی، ر.، داودی، ح.، سلطانی، م.، ج.، و ا. سررشته داری. ۱۳۹۲. بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر شاخص جریان پایه، مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۵(۱): ۸-۱۱.
 - کاظمی، ر.، و ع.، اسلامی. بررسی نقش سازندهای زمین شناسی و پارامترهای هیدرولوژیکی بر شاخص جریان پایه، مطالعه موردی: ناحیه خزری. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۲(۲): ۸۵-۹۳.
 - کاظمی، ر.، و ف. شریفی. ۱۳۹۶. بررسی و ارائه روابط منطقه ای شاخص جریان پایه در حوضه های همگن استان کرمان. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۹(۱): ۹۷-۱۰۷.
 - کاظمی، ر.، پر همت، ج.، و ف. شریفی. ۱۳۹۷. بررسی و تعیین عوامل مؤثر بر شکل منحنی تداوم جریان در اقلیم های مختلف ایران. پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۲۵(۱): ۸۵-۱۰۵.
 - Beck, H.E., A.I.J.M. van Dijk, D.G. Miralles, R.A.M. de Jeu, L.A. Bruijnzeel, T.R. McVicar and J. Schellekens. 2013. Global patterns in base flow index and recession based on streamflow observations from 3394 catchments. *Water Resources Research*, 49(12): 7843-7863.
 - Boughton, W.C. 1993. A hydrograph-based model for estimating the water yield of ungauged catchments. In: *Hydrology and Water Resources Conference*, Institution of Engineers, Australia, National Conference Publication no. 93/14, 317-324.
 - Gustard, A., Young, A. R., Rees, G. & Holmes, M. G. R. 2004. Operational hydrology. In: *Hydrological drought: Processes and Estimation Methods for Stream flow and Groundwater* (ed. by L. M. Tallaksen & H. A. J. van Lanen), 455-484. *Developments in Water Science* 48, Elsevier, Netherlands.
 - Krakauer, N.Y. and M. Temimi. 2011. Stream recession curves and storage variability in small watersheds. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15: 2377-2389.
 - Nathan, R.J. and T.A. McMahon. 1992. Estimating low flow characteristics in ungauged catchments. *Water Resources Management*, 6: 85-100.
 - Nathan, R.J., and McMahon, T.A. 1990. Evaluation of automated techniques for base flow and recession analyses. *J. Water Resour. Res.* 26: 1465-1473.
 - Neff, B.P., S.M. Day, A.R. Piggott and L.M. Fuller. 2005. Base flow in the Great Lakes basin. *Scientific Investigations Report 2005-2517*. Reston, VA: US Geological Survey.
 - Peña-Arancibia, J.L., A.I.J.M. Van Dijk, M. Mulligan, and L.A. Bruijnzeel. 2010. The role of climatic and terrain attributes in estimating baseflow recession in tropical catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14: 2193-2205.
 - Santhi, C., Allen, P.M., Muttiah, R.S., Arnold, J.G., and Tuppap, P. 2008. Regional estimation of base flow for the conterminous United States by hydrologic landscape regions. *J. Hydrol.* 351: 139-153.
 - Tague C, Grant GE, Farrell M, Choate J, and Jefferson A (2008) Deep groundwater mediates stream flow response to climate warming in the Oregon Cascades. *Climate Change* 86: 189-210.
 - Tallaksen, L.M. 1995. A review of base flow recession analysis. *J. Hydrol.* 165: 1-4. 349-370.
 - Tallaksen, L.M. and Lanen, H.A.J. van. 2004. Introduction. In: *Hydrological Drought – Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater* (ed. by L.M. Tallaksen & H.A.J. van Lanen), *Developments in Water Sciences* 48, Elsevier Science B.V., Amsterdam, the Netherlands, 3-17.
 - Wagener, T., Blöschl, G., Goodrich, D., Gupta, H., Sivapalan, M., Tachikawa, Y., Troch, P., and Weiler, M. 2013. A synthesis framework for runoff predictions in ungauged basins, in: *chapt. 2, Runoff Predictions in Ungauged Basins*, edited by: Blöschl, G., Sivapalan, M., Wagener, T., Viglione, A., and Savenije, H., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 11-28, 2013.
 - Westerberg, I.K., Guerrero, J.L., Younger, P.M., Beven, K.J., Seibert, J., Halldin, S., Freer, J.E., and Xu, C.Y. 2011. Calibration of hydrological models using flow-duration curves. *J. Hydrol. Earth Syst. Sci.* 15: 2205-2227.