تعیین سهم مشارکت مؤلفه‌های هیدروگراف در جریان رودخانه‌ای برخی از ایستگاه‌های هیدرومتری استان اردبیل

ابراهیم عسگری[۱]، رئوف مصطفی‌زاده[۲]، اباذر اسمعلی‌عوری[۳]

تاریخ ارسال ۱۳۹۶/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۰۷/۱۶

چکیده

تفکیک اجزای هیدروگراف جریان امکان تحلیل دبی جریان پایه، حجم سیلاب و تعیین سهم آب‌های زیرزمینی در تداوم جریان رودخانه را فراهم می‌سازد. روش تحلیل منحنی فروکش از روش‌های قابل قبول و پرکاربرد در تفکیک اجزای هیدروگراف جریان رودخانه‌ای است و استخراج منحنی فروکش شاخص در تفکیک مؤلفه‌های هیدروگراف امکان تعیین سهم مؤلفه‌های مختلف جریان را فراهم می‌نماید. روش ساده تفکیک اجزای هیدروگراف بر اساس تحلیل منحنی فروکش سری‌های زمانی دبی می‌تواند به تشخیص و بیان کمی نسبت هریک از اجزای هیدروگراف جریان کمک نماید. هدف پژوهش حاضر تعیین سهم مؤلفه‌های جریان سطحی، جریان زیرسطحی و جریان پایه و ارزیابی تغییرات زمانی آن در تعدادی از ایستگاه‌های استان اردبیل می‌باشد. بدین منظور از داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری و مجموعه HydroOffice در قالب برنامه‌های RC و FlowComp برای تحلیل منحنی‌های فروکش و تفکیک اجزای هیدروگراف جریان استفاده گردید. بر اساس نتایج، مقادیر درصد میانگین مولفه‌های جریان در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه شامل رواناب سطحی، رواناب زیرسطحی و دبی پایه به‌ترتیب برابر ۲۰/۴۱، ۲۹/۴۵ و ۵۰/۱۴ درصد می‌باشد. بر اساس نتایج، بیش‌ترین درصد دبی پایه مربوط به ایستگاه ویلادرق (۷۹ درصد) و کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه کوزه‌توپراقی (۳۴ درصد) است. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد مؤلفه رواناب زیرسطحی مربوط به ایستگاه‌های ننه‌کران و ارباب‌کندی با مقادیر به‌ترتیب ۴۰ و ۱۰ درصد می‌باشد. مقدار حداکثر و حداقل سهم مؤلفه رواناب سطحی جریان مربوط به ایستگاه کوزه‌توپراقی (۳۳ درصد) و هیر (۶ درصد) می‌باشند. براساس نتایج تغییرات زمانی سالانه در سهم مؤلفه‌های هیدروگراف جریان، تشخیص یک روند غالب افزایش یا کاهش در مولفه‌های جریان برای همه ایستگاه‌ها ممکن نیست. هم‌چنین بیش‌تر مقدار و سهم مشارکت به‌ترتیب مربوط به مؤلفه‌های دبی پایه، رواناب زیرسطحی و رواناب سطحی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تفکیک جریان، دبی پایه، رواناب زیرسطحی، رواناب سطحی، منحنی فروکش

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۰۹۱۴۹۲۳۳۵۵۹، ebrahim.asgari90@yahoo.com
[۲] استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۰۹۱۴۴۸۱۵۷۴۳، raoofmostafazadeh@uma.ac.ir (نویسنده مسئول)
[۳] دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۰۹۱۴۴۵۳۸۶۲۳، abazar.esmali@gmail.com

مقدمه

تفکیک اجزای هیدروگراف[1] جریان امکان تحلیل دبی جریان پایه[2]، حجم سیلاب و نیز سهم آب‌های زیرزمینی در جریان پایه را فراهم می‌سازد. از طرف دیگر، جریان پایه بخش مهمی از جریان رودخانه‌ها را تشکیل می‌دهد که آن را می‌توان بخشی از جریان آب‌های زیرزمینی در نظر گرفت (قنبرپور و همکاران، ۱۳۸۷). از طرفی افزایش جمعیت و محدودیت منابع آب سطحی و زیرزمینی، مدیریت بهینه در بهره‌برداری از منابع آب را امری ضروری نموده است، بنابراین تعیین سهم مؤلفه‌های جریان رودخانه می‌تواند در مدیریت منابع آب کمک نماید (جاویدان و بهره‌مند، ۱۳۹۴). رودخانه‌ها و نهرها به‌دلیل تبادل آبی، با آب‌های زیرزمینی در چرخه هیدرلوژیکی نقش مهمی دارند. مشارکت حوضه در تولید رواناب سطحی به مقدار بارش، تبخیر و تعرق و ویژگی‌های منطقه شامل توپوگرافی، مورفولوژی، زمین‌شناسی، ظرفیت ذخیره، رطوبت خاک، پوشش گیاهی و کاربری اراضی بستگی دارد (سمیعی و ملکیان، ۱۳۸۹). بر اساس زمان واکنش و مشارکت در رواناب خروجی، هیدروگراف جریان را شامل (جریان سریع، حدواسط، طولانی) به‌شمار می‌آورند. در یک تقسیم‌بندی جزئی‌تر، مولفه‌های جریان به بخش‌های ۱) بارش کانالی، ۲) رواناب ناشی از سطوح نفوذناپذیر ۳) رواناب سطحی ناشی از جریان اشباع، ۴) جریان زیرقشری، ۵) جریان پایه کم عمق و ۶) جریان پایه عمیق تفکیک می‌شوند. بیلان آب در واقع، مطالعه میزان ورود و خروج، هدررفت به‌صورت‌های مختلف و ذخیره آب از هنگام ورود به سیستم آبخیز به‌صورت بارش، رواناب، تبخیر و تعرق و ذخیره آب در خاک و فرآیندهای موثر بر آن را شامل می‌شود که اطلاع از آن ابزار لازم و اساسی در مدیریت اصولی حوزه آبخیز است (برخورداری، ۱۳۹۳). تجزیه هیدروگراف جریان در ایستگاه‌های هیدرومتری می‌تواند برآورد مناسبی از میزان تغذیه آب زیرزمینی ارائه نماید (Eckhardt, 2008). یک بخش مهم در یک هیدروگراف، رواناب مستقیم[3] حاصل از بارش بوده که تاثیر این مؤلفه بر روی دبی خروجی به‌سرعت قابل مشاهده است و عامل مهمی در تشکیل سیلاب و ایجاد فرسایش به شمار می‌آید (Owuor et al. 2016). رواناب مستقیم می‌تواند ناشی از رواناب سطحی، ذوب برف سریع، جریان زیرسطحی سریع و بارش مستقیم بر روی رودخانه[4] باشد (مصطفی‌زاده و شیخ، ۱۳۹۰). دومین بخش هیدروگراف، جریان زیرسطحی[5] یا زیرقشری است که در مسیر تقریباً افقی لایه‌های خاک و سطح مشترک لایه سنگی زیرین حرکت می‌کند (مهدوی، ۱۳۸۱؛ گلپایگانی و قنبرپور، ۱۳۸۶). جریان زیرسطحی خود به دو مؤلفه سریع و تاخیری[6] تقسیم‌بندی می‌شود (Raghunath, 2006). بخش دیگر هیدروگراف جریان را آب‌پایه تشکیل می‌دهد که از فروکش آب زیرزمینی[7] یا سایر منابع به رودخانه تخلیه می‌شود (Erickson and Stefan, 2008)؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۵). این مؤلفه شامل جریان حاصل از تخلیه آب‌های زیرزمینی، جریان حاصل از ذخیره ساحلی، جریان زیرسطحی تاخیری می‌باشد. (Rutledge, 1998؛ ارفع‌نیا و سامانی، ۱۳۸۴). تعیین جریان پایه می‌تواند در ارزیابی کیفیت آب، جریان‌های کمینه، واسنجی و اعتبارسنجی مدل‌های هیدرولوژیکی به‌کار گرفته شود (Eckhardt, 2008). پوشش گیاهی حاشیه رودخانه نیز از طریق تبخیر و تعرق ممکن است در دبی پایه اثرگذار باشد (Erickson and Stefan, 2008؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۵). برنامه‌ها و روش‌های کامپیوتری متعددی برای تجزیه و تحلیل خشکسالی‌های هیدرولوژیکی (Tallaksen and Van lanen, 2004) آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی (Kullman, 2000)؛ (Malik, 2007)، جداسازی اجزای رواناب (Malik, 2010) و ... توسعه داده شده است (Lamb and Beven, 1997)؛ (Rutledge, 1998؛ Posavec et al. 2006. تفکیک جریان

[1] Hydrograph Separation
2 Base Flow

[3] Surface Flow
4 Channel Preciptation
5 Subsurface Flow
6 Prompt & Delayed Interflow
7 Groundwater Recession

پایه(یکی از گام‌های اصلی در تعیین هیدروگراف سیل به‌شمار می‌رود ((Deitch and Dolman, 2017). یکی از کاربردهای تجزیه هیدروگراف تعیین مقدار متوسط تلفات بارش در طول بارندگی و برآورد میزان بارش موثر است (سیدکابلی و آخوندعلی، ۱۳۸۸). تهیه هیدروگراف واحد آب‌های زیرزمینی و نیز تعیین سهم جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها از دیگر کاربردهای تجزیه هیدروگراف می‌باشد (Smakhtin, 2001؛ جاویدان و بهره‌مند، ۱۳۹۴). روش‌های متعددی برای جداسازی اجزای هیدروگراف جریان رودخانه توسعه یافته است(McCuen, 1989) ؛ (Hanzel et al. 1998 تلاش‌ها در جهت توسعه روش‌های عددی و برنامه‌های کامپیوتری برخی از محدودیت‌های روش‌های دستی و گرافیکی را رفع نموده است و زمان موردنیاز برای تفکیک را کاهش داده است (White and Soloto, 1990). روش‌های متعددی برای تفکیک هیدروگراف جریان ارائه شده است که می‌توان به روش‌های ایزوتوپی و ژئوشیمیایی (Nathan and McMahon, 1990)، روش دبی ثابت[1] (McCuen, 1989)، روش شیب ثابت[2] (مهدوی، ۱۳۸۱)، روش مقعر[3] (گلپایگانی و قنبرپور، ۱۳۸۶)، روش تحلیل شاخه خشکیدگی یا تجزیه تحلیل منحنی فروکش[4] (Bates and Davies, 1988)؛ (McCuen, 1989)()، روش فیلتر عددی برگشتی[5] (RDF) (مهری و همکاران، ۱۳۹۶) اشاره نمود. مجموعه نرم‌افزارهای کاربردی HydroOffice در گروه هیدرولوژی و آب‌های زیرزمینی دانشگاه براتیسلاوا اسلواکی در سال ۲۰۰۱ ایجاد و توسعه پیدا کرده است. این مجموعه نرم‌افزاری شامل تعدادی زیربرنامه کاربردی در زمینه‌های تحلیل منحنی فروکش، تداوم جریان، کیفیت آب می‌باشد. از قابلیت‌های اصلی این مجموعه نرم‌افزاری می‌توان به پردازش و تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، تجزیه و تحلیل‌های آماری و هیدرولوژیکی، ارزیابی‌های خشکسالی‌ها، تجزیه و تحلیل اجزا رواناب و ... اشاره نمود. تجزیه و تحلیل منحنی فروکش در مطالعه هیدرولوژی آبخیز و تعیین واکنش رواناب یک حوزه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. روش‌های آنالیز منحنی فروکش معادلات جریان‌های پایه، روش‌های مخزن‌های خطی و رابطه‌های تجربی هستند (Aksoy and Dakova, 1998؛ Aksoy and Bayazit, 2000). منحنی فروکش در بسیاری موارد توسط یک معادله نمایی توصیف می‌شود که با مفهوم مخزن‌های خطی در جایی که تخلیه مستقیما با ذخیره در مخزن متناسب است برابر می‌باشد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۵).

منحنی فروکش کم‌شیب در حوزه‌هایی با مشارکت بالای آب‌های زیرزمینی و منحنی فروکش شیب‌دار مربوط به حوزه‌هایی با ذخایر کم‌تر آب‌های زیرزمینی معمول است (Tallaksen, 1995). استخراج منحنی فروکش شاخص در تفکیک مؤلفه‌های هیدروگراف امکان تعیین سهم مؤلفه‌های مختلف جریان را فراهم می‌نماید. روش ساده تفکیک اجزای هیدروگراف بر اساس تحلیل منحنی فروکش سری‌های زمانی دبی می‌تواند به تشخیص و بیان کمی نسبت هریک از اجزای هیدروگراف جریان کمک نماید (Gregor and Malik, 2012a).

در راستای اهمیت مؤلفه‌های جریان پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره شده است. سمیعی و ملکیان (۱۳۸۹) به‌منظور تفکیک هیدروگراف جریان به دو بخش رواناب مستقیم و دبی پایه از روش فیلتر عددی و روش مدل PART در ایستگاه سفید استان فارس با طول دوره آماری ۱۴ سال (۱۳۸۵-۱۳۷۲) استفاده کردند و نتیجه گرفتند که روش فیلتر عددی و مدل PART در برآورد جریان پایه همبستگی بالائی (r=۰/۸۲) با هم دارند. عالیشوندی و همکاران (۱۳۹۰) با هدف تفکیک جریان پایه از رواناب مستقیم در رودخانه بابا حاجی، حوزه مهارلو از مدل رایانه‌ای PART در یک دوره زمانی ۱۵ ساله استفاده کردند. نتایج ایشان نشان داد که سهم دبی پایه حدود ۷۳ درصد از جریان رودخانه است و میزان همبستگی

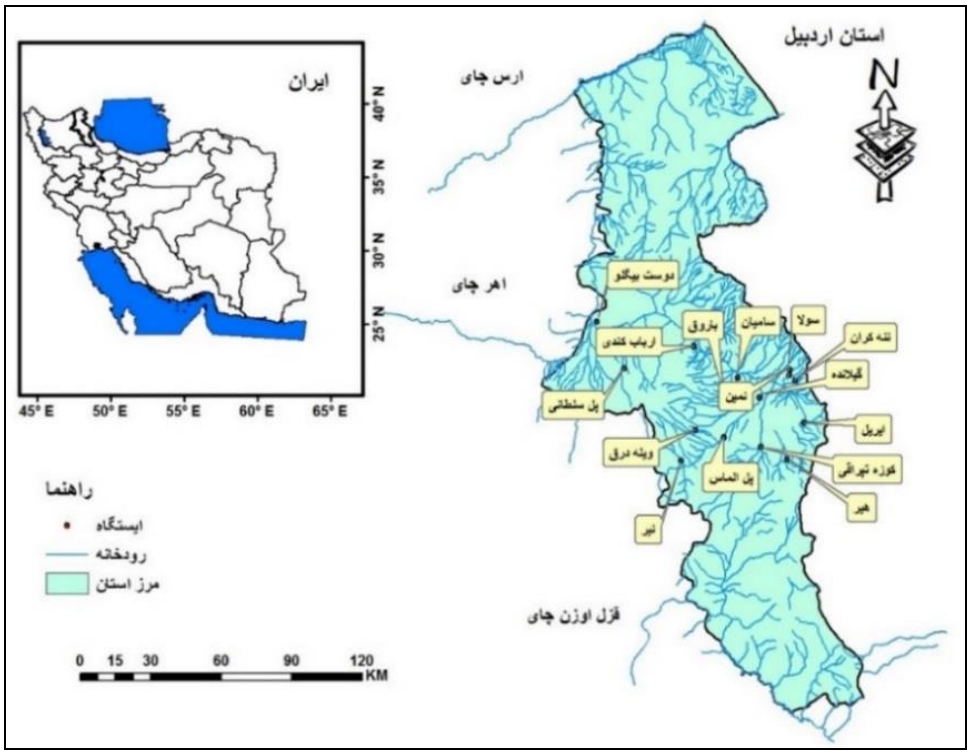
1 Constant Discharge Method
2 Constant Slope Method
3 Concave Method
4 Recession Analysis Method
5 Recursive Digital Filter Method

جریان پایه با جریان رودخانه بالا می‌باشد. ماچلیکا و همکاران (۲۰۱۱) برآورد دبی پایه را با استفاده از دو مدل BFI+3.0 و FlowComp2.0 در شرایط فقدان آب زیرزمینی مقایسه نمودند و بر استفاده از داده‌های اقلیمی در تفکیک جریان تاکید کردند (Machlica et al. 2011). لی و همکاران (۲۰۱۲) ویژگی‌های اجزای هیدروگراف یک حوزه آبخیز رودخانه تاموشی در تایوان را با مدل سه مخزن ردیفی و یک مخزن موازی مشخص نمودند. نتایج ایشان نشان داد که در رویدادهای یک اوجه زمان‌های اوج اجزای هیدروگراف یک تابع توانی افزایشی از زمان اوج بارندگی هستند، دبی اوج اجزای هیدروگراف نسبت خطی با رواناب کل دارد، و نسبت رواناب سریع و آهسته به ترتیب حدود ۸۳٪ و ۱۷٪ کل رواناب است، مقدار کل مؤلفه رواناب سریع ۵۲٪ و رواناب آهسته ۲۷٪ از کل رواناب می‌باشد (Li et al. 2012).

مالیک و وجتکووا (۲۰۱۲) از تحلیل منحنی فروکش برای تخمین درجه کارستی شدن و ارزیابی پرآبی/کم آبی در اطراف ۹ چشمه‌های کارستی بخشی از آبخوان اسلواکی را استفاده نمودند. ایشان برای هر چشمه، معادلات مختلف تخلیه هیدروگراف بر اساس جریان آب زیرزمینی ارائه نمودند. نتایج نشان داد که مجموع حجم جریان چشمه‌های سطحی و زیرزمینی باعث تشابه منحنی‌های فروکش جریان‌های نامنظم در زیررژیم‌ها شده است (Malik and Vojtkova, 2012). چنگ و همکاران (۲۰۱۳) شکل و ویژگی‌های اجزای هیدروگراف حوزه آبخیز Wu-to در تایوان را با داده‌های بارندگی و دبی مورد ارزیابی قرار دادند. از مدل ۳ مخزن ردیفی با یک مخزن موازی جهت مدل‌سازی استفاده شد و نتایج حاصله نشان داد که زمان‌های پیک اجزای هیدروگراف همبستگی غیرخطی مثبتی با زمان اوج بارش دارند، دبی اوج اجزای هیدروگراف با هیدروگراف جریان رودخانه نسبت خطی دارد (Cheng et al. 2013). جاویدان و بهره‌مند (۱۳۹۴) به‌منظور تفکیک مولفه‌های جریان سیل توسط مدل هیدرولوژیکی-توزیعی WetSpa در حوزه آبخیز زیارت گرگان، از داده‌های بارش، تبخیر و تعرق و دما (از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰) به‌عنوان داده ورودی مدل استفاده کردند نتایج نشان داد که در یک واقعه سیل ۹۷ درصد سیل را آب پایه تشکیل داده و تاثیر جنگل و پوشش گیاهی بر هر یک از این سه مولفه متفاوت است. در مجموع بر اساس سوابق تحقیق، تعیین میزان مشارکت مؤلفه‌های مختلف هیدروگراف و تغییرات زمانی آنها در مطالعات چندان مورد توجه قرار نگرفته است لذا هدف تحقیق حاضر تعیین سهم مؤلفه‌های جریان سطحی، جریان زیرسطحی و جریان پایه در تعدادی از ایستگاه‌های استان اردبیل می‌باشد. در همین راستا ارزیابی تغییرات زمانی مؤلفه‌های هیدروگراف جریان از دیگر اهداف تحقیق حاضر می‌باشد.

جدول (۱): مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب استان اردبیل

کد ایستگاه	ایستگاه	رودخانه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	دبی متوسط (مترمکعب بر ثانیه)	سطح حوزه (کیلومتر مربع)
S1	ارباب کندی	قره‌سو	۴۸-۰۱-۵۸	۳۸-۲۹-۴۱	۱۱۱۶	۲/۱۳	۴۸۰۰
S2	باروق	شهریورچای	۴۸-۱۰-۰۶	۳۸-۱۸-۱۷	۱۴۱۰	۰/۱۷۹	۹۴
S3	دوست‌بیگلو	قره‌سو	۴۷-۳۲-۱۸	۳۸-۳۳-۰۲	۷۸۰	۷/۳۵	۷۳۱۱
S4	گیلانده	بالیخلوچای	۴۸-۲۱-۴۳	۳۸-۱۸-۲۶	۱۳۳۲	۲/۲	۱۶۳۸
S5	هیر	هیرچای	۴۸-۳۰-۲۸	۳۸-۰۴-۵۵	۱۵۷۵	۰/۳	۱۷۸
S6	ایریل	سقزچای	۴۸-۳۴-۳۰	۳۸-۱۳-۲۳	۱۳۷۵	۰/۲۵	۷۶
S7	کوزه تپراقی	قوری‌چای	۴۸-۲۲-۰۱	۳۸-۰۷-۲۸	۱۳۹۴	۰/۹۱	۸۱۲/۵
S8	نمین	نمین‌چای	۴۸-۲۹-۰۶	۳۸-۲۵-۴۵	۱۴۵۹	۰/۰۹	۴۴
S9	ننه کران	نرگس‌چای	۴۸-۳۱-۳۲	۳۸-۲۲-۱۷	۱۳۵۰	۰/۰۸	۸
S10	نیر	نیرچای	۴۷-۵۹-۳۸	۳۸-۰۲-۰۲	۱۶۲۴	۱/۲۲	۲۵۶
S11	پل الماس	بالیخلوچای	۴۸-۱۱-۱۹	۴۸-۰۸-۱۶	۱۴۴۰	۳/۰۴	۱۰۷۰
S12	پل سلطانی	خیاوچای	۴۷-۴۱-۳۹	۳۸-۲۳-۵۶	۱۴۲۰	۰/۸۱	۹۸
S13	سامیان	قره‌سو	۴۸-۱۴-۴۸	۳۸-۲۲-۵۳	۱۲۹۰	۵/۳	۴۰۰۴
S14	سولا	سولاچای	۴۸-۲۹-۰۴	۳۸-۲۳-۱۴	۱۳۵۲	۰/۱۷	۴۰
S15	ویلادرق	ویلادرق‌چای	۴۸-۰۳-۱۹	۳۸-۱۰-۳۸	۱۸۰۰	۰/۰۷	۸



شکل (۱): موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در ایران و استان اردبیل

روش تحقیق

در پژوهش حاضر به‌منظور تعیین سهم هریک از مؤلفه‌های هیدروگراف جریان از دو نرم‌افزار مجموعه HydroOffice استفاده شده است. نرم‌افزار RC1[1]، برای پردازش و تحلیل ضریب فروکش که با استفاده از پیوند الگوریتم ژنتیک و روش‌های هوش مصنوعی و ۱۳ مدل ضریب فروکش پرکاربرد محاسبه می‌گردد (Gregor and Malik, 2012b). اصول تفکیک مؤلفه‌های هیدروگراف بر اساس منحنی فروکش اصلی می‌باشد. روش تفکیک و تجزیه مؤلفه‌های هیدروگراف نیازمند مطالعات دقیق منحنی فروکش (خشکیدگی) هریک از سیستم‌های هیدرولوژیکی یا آبخوان برای تعیین منحنی فروکش اصلی به عنوان بهترین نماینده می‌باشد (Gregor and Malik, 2012a). برای انجام تحقیق حاضر ابتدا داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های منتخب تهیه شده پس از آماده سازی وارد نرم‌افزار RC شد. پس از تعیین منحنی‌های فروکش مربوط به دوره‌های مختلف هر ایستگاه و واسنجی منحنی‌های فروکش، منحنی فروکش اصلی با استفاده از فرآیندهای تکراری و الگوریتم‌های ژنتیک مختلف تعیین و پس از واسنجی منحنی فروکش اصلی مقادیر Q و k برای هر ایستگاه در زیررژیم‌های مختلف تعیین گردیدند. مقادیر فوق برای اجرای نرم‌افزار FlowComp[2] مورد استفاده قرار خواهد گرفت. نرم‌افزار FlowComp جهت جداسازی مؤلفه‌های رواناب براساس تحلیل منحنی فروکش کاربرد دارد که این اطلاعات از نتایج حاصل از نرم‌افزار RC بدست می‌آید. روش تفکیک اجزای هیدروگراف با استفاده از فرآیند تکرار شونده که متشکل از چندین معادله خطی و نمایی می‌باشد توسط مالیک (۲۰۱۰) توسعه داده شده است. این روش با استفاده از مجموعه‌ای از معادلات نمایی و خطی عمل می‌کند (Gregor and Malik, 2012a). سپس نرم‌افزار FlowComp اجرا و داده‌های دبی روزانه آماده شده وارد این نرم‌افزار گردید. پس از این مرحله مقادیر Q و α باید برای نرم‌افزار FlowComp تعریف شوند که این مقادیر از نتایج و خروجی نرم‌افزار RC بدست آمده است. پس از اجرای نرم‌افزار FlowComp، نرم‌افزار خروجی‌هایی

[1] Recession Curve

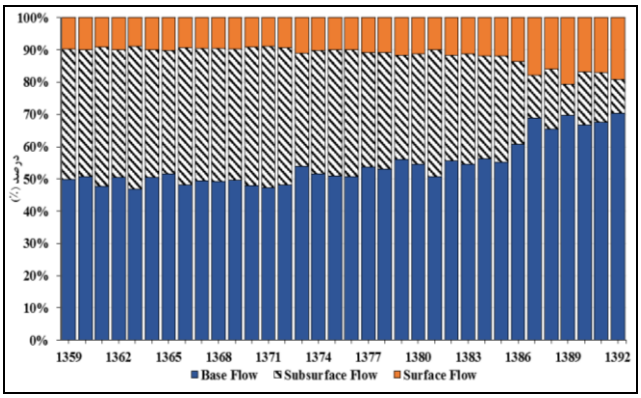
2 Flow Component

به‌صورت جداول و نمودار (هم به‌صورت سالانه و هم برای طول دوره‌ی آماری) بدست می‌دهد که در این نتایج مقادیر هر یک از اجزای هیدروگراف (شامل رواناب سطحی، زیرسطحی و دبی پایه) به‌صورت مقدار کمی تعیین و بر روی نمودار نیز به‌تفکیک قابل تشخیص است. در ادامه با استفاده از خروجی‌های نرم‌افزار FlowComp درصد مؤلفه‌های هیدروگراف جریان در هر سال و در کل طول دوره آماری برای ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه شده است سپس در کل ایستگاه‌های مورد مطالعه متوسط مقادیر هریک از مؤلفه‌های جریان بر اساس آمار دراز مدت ارائه شده است.

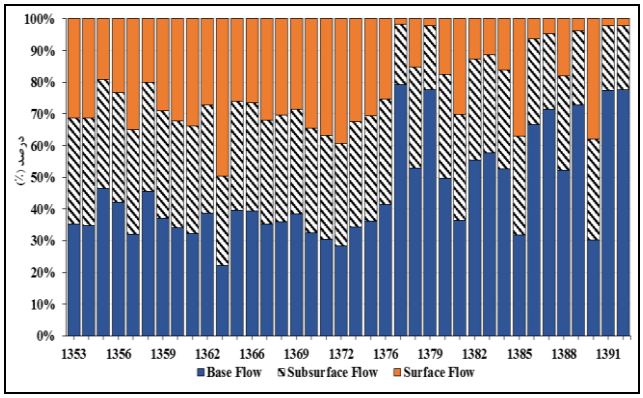
نتایج و بحث

تغییرات زمانی هر یک از مؤلفه‌های هیدروگراف جریان در سه ایستگاه گیلانده (الف)، کوزه‌توپراقی (ب) و نیر (ج) در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه در شکل ۲ ارائه شده است

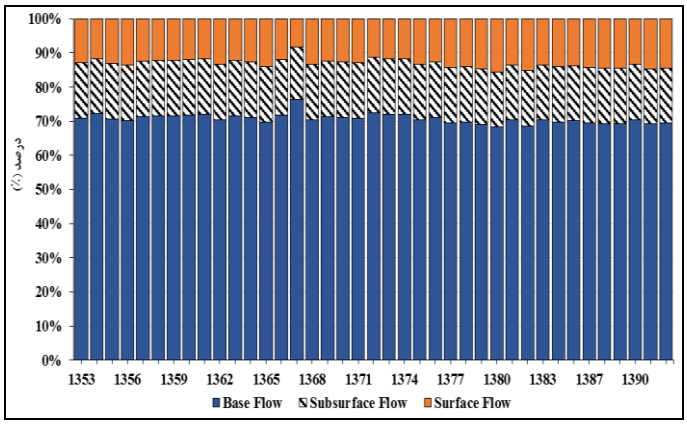
.



شکل (۲) الف: تغییرات زمانی مؤلفه‌های هیدروگراف در جریان رودخانه‌ای در ایستگاه گیلانده

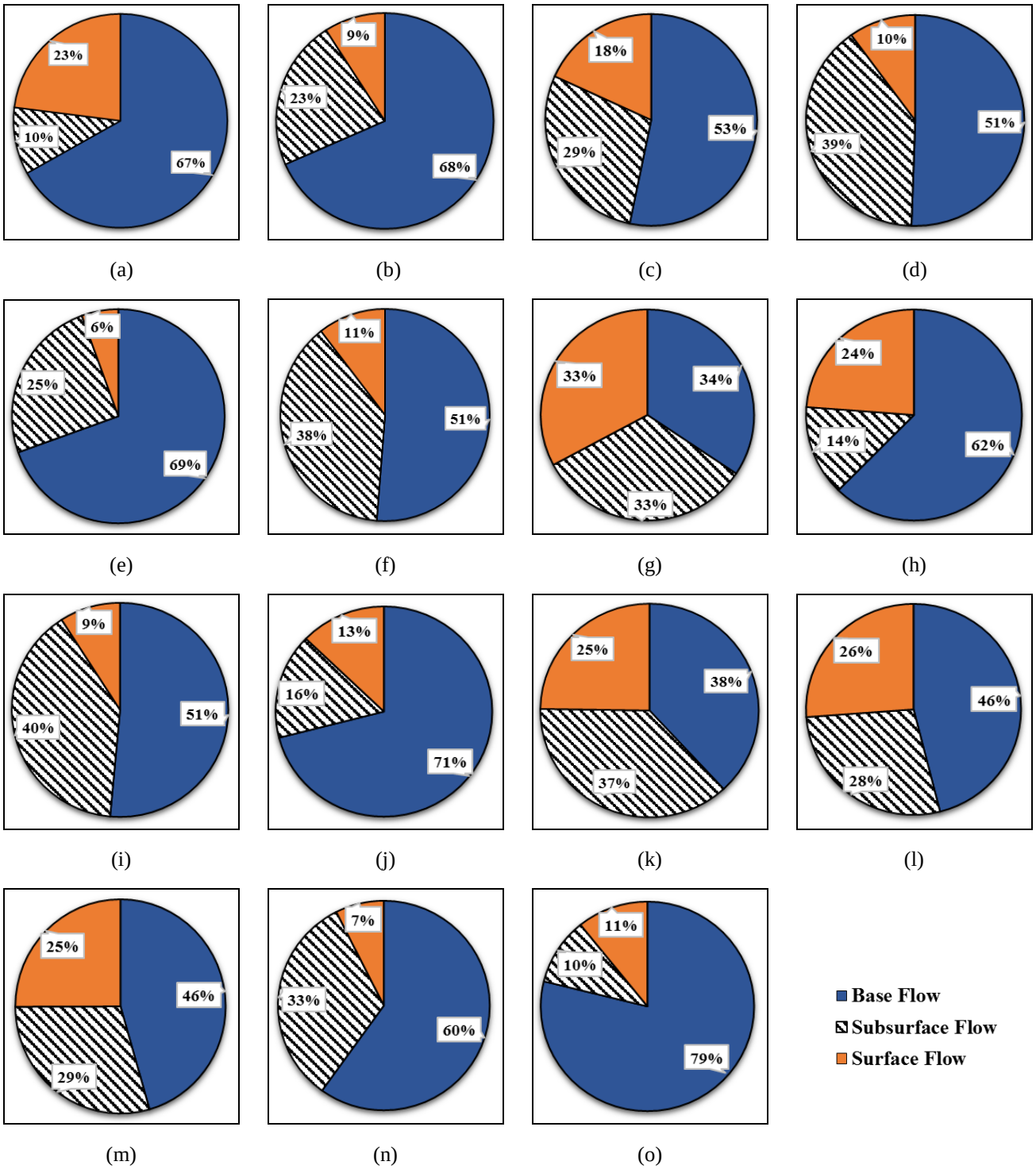


شکل (۲) ب: تغییرات زمانی مؤلفه‌های هیدروگراف در جریان رودخانه‌ای در ایستگاه کوزه‌توپراقی



شکل (۲) ج: تغییرات زمانی مؤلفه‌های هیدروگراف در جریان رودخانه‌ای در ایستگاه نیر

تعیین سهم مولفه‌های جریان در زمان‌های مختلف، امکان درک تغییر فرآیند تولید رواناب و نیز تغذیه منابع آب زیرزمینی را فراهم می‌نماید. قابل ذکر است که عوامل متعدد اقلیمی (نوع و میزان بارندگی)، انسانی (تغییر کاربری اراضی) و مدیریتی (بهره‌برداری از منابع آب) می‌تواند سهم مشارکت مولفه‌های جریان را تغییر دهد. تعیین دقیق علت تغییرات مولفه‌های جریان نیازمند مطالعات جامعی است که بتواند همه عوامل فوق را مدنظر قرار دهد. در تحقیق حاضر، رواناب سطحی در طول دوره‌ی آماری در ایستگاه گیلانده (شکل ۲-الف) دارای روند افزایشی بوده است. نوع تغییرات در سهم مولفه‌های جریان می‌تواند راهنمای مناسبی در جستجوی علت بروز تغییرات باشد. افزایش رواناب سطحی را می‌توان به تغییر کاربری به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی که به مرور زمان تولید رواناب را در سال‌های اخیر تشدید کرده است نسبت داد. در ایستگاه کوزه‌توپراقی (شکل ۲-ب) رواناب سطحی در طول دوره‌ی آماری دارای تغییر کاهشی می‌باشد این روند تغییر کاهشی ممکن است به‌دلیل بهره‌برداری بیش از حد از رواناب سطحی رودخانه در بخش‌کشاورزی در سال‌های اخیر باشد. روند تغییرات رواناب سطحی در ایستگاه نیر (شکل ۲-ج) تقریبا ثابت می‌باشد، تغییرات کم میزان بارندگی در سال‌های مختلف کم‌بارش و پربارش را می‌توان دلیل این امر بیان نمود. قابل ذکر است که احداث سدهای متعدد بر روی رودخانه‌ها، رژیم طبیعی جریان را تغییر داده و خود می‌تواند یکی از دلایل تغییر سهم مولفه‌های جریان در زمان‌های مختلف باشد. درصد سهم هر یک از مؤلفه‌های هیدروگراف جریان در طول دوره‌ی آماری در ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۳ ارائه گردیده است.

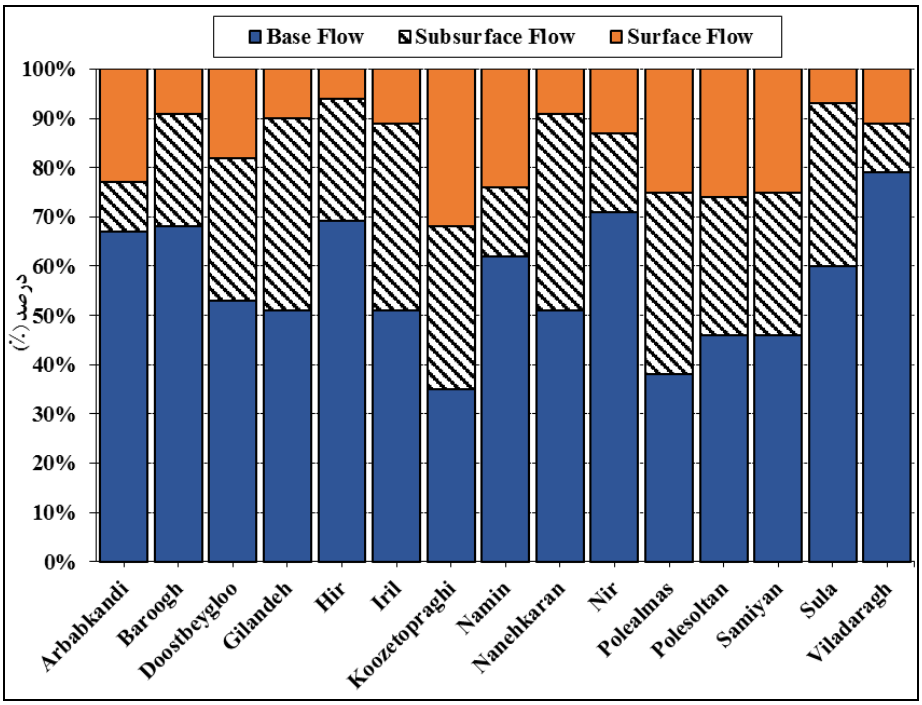


b (ارباب‌کندی)، aشکل (۳): درصد سهم هریک از مؤلفه‌های جریان در طول دوره‌ی آماری در ایستگاه‌های مورد مطالعه: l (پل‌الماس)، k (نیر)، j (ننه‌کران)، i (نمین)، h (کوزه‌توپراقی)، g (ایریل)، f (هیر)، e (گیلانده)، d (دوست‌بیگلو)، c(باروق)، (ویلادرق).o (سولا)، n (سامیان)، m(پل‌سلطانی)،

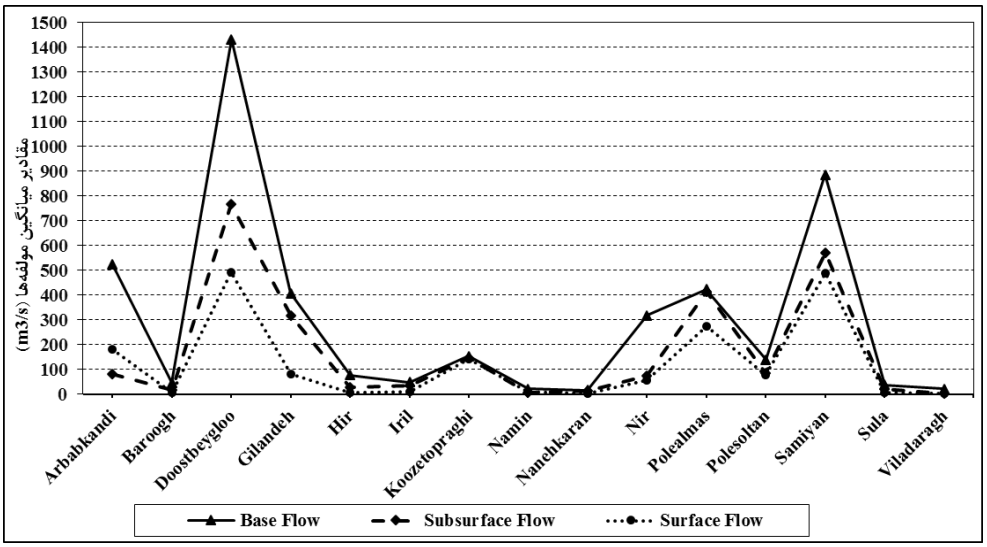
سهم مولفه‌های جریان در آبخیزهای مختلف از خصوصیاتی مانند نوع بارش، شکل حوضه، شیب، کاربری اراضی و نوع خاک تاثیر می‌پذیرد. در بیش‌تر ایستگاه‌های مورد مطالعه کاربری اراضی بالادست از نوع مرتع خوب می‌باشد همین عامل باعث شده است تا درصد مؤلفه دبی‌پایه در اکثر ایستگاه‌ها نسبت به

سایر مؤلفه‌ها بیش‌تر باشد (شکل ۳) که در بین ایستگاه‌ها بیش‌ترین درصد دبی‌پایه را ایستگاه ویلادرق (۷۹ درصد) و کم‌ترین درصد این مؤلفه را ایستگاه کوزه‌توپراقی (۳۴ درصد) دارا می‌باشد. پس از دبی‌پایه در اکثر ایستگاه‌ها بیش‌ترین درصد سهم مربوط به مؤلفه رواناب زیرسطحی می‌باشد. کاربری‌های مرتعی در اغلب ایستگاه‌ها و پوشش گیاهی موجود در آن مناطق فرصتی برای تشکیل رواناب سطحی زیاد نمی‌دهد بنابراین مقداری از رواناب به‌صورت زیرسطحی جریان می‌یابد. ایستگاه ننه‌کران بیش‌ترین درصد (۴۰ درصد) و ایستگاه‌های ارباب‌کندی و ویلادرق (۱۰ درصد) کم‌ترین درصد مؤلفه رواناب زیرسطحی را دارند. در اکثر ایستگاه‌ها کم‌ترین درصد مؤلفه‌ها مربوط به مؤلفه رواناب سطحی است. در این خصوص می‌توان بیان نمود که واکنش هیدرولوژیک اکثر حوزه‌های مورد مطالعه آهسته بوده و در این خصوص کاربری مرتعی و پوشش گیاهی مناسب بالادست و جلوگیری از تشکیل رواناب سطحی باعث شده است تا درصد این مؤلفه نسبت به سایر مؤلفه‌ها در بیش‌تر ایستگاه‌ها کم‌تر باشد. در بین ایستگاه‌ها، ایستگاه کوزه‌توپراقی بیش‌ترین درصد (۳۳ درصد) و ایستگاه هیر کم‌ترین درصد (۶ درصد) مؤلفه رواناب سطحی را دارا می‌باشند.

درصد سهم مشارکت و مقادیر میانگین هر یک از مؤلفه‌های هیدروگراف جریان در طول دوره‌ی آماری در ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۴ ارائه شده است.



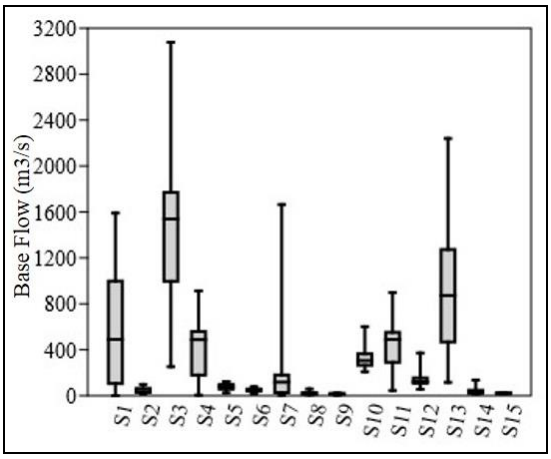
شکل (۴) الف: درصد سهم مشارکت مؤلفه‌های هیدروگراف جریان در دوره‌ی آماری در ایستگاه‌های مورد مطالعه



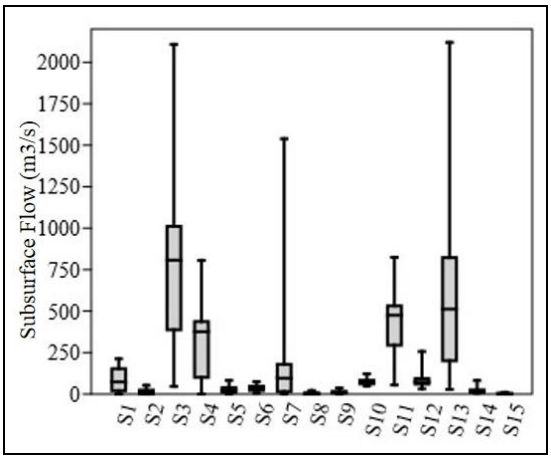
شکل (۴) ب: مقادیر میانگین مؤلفه‌های هیدروگراف جریان در دوره‌ی آماری در ایستگاه‌های مورد مطالعه

بیش‌ترین درصد سهم مشارکت (شکل ۴ الف) در اکثر ایستگاه‌ها مربوط به مؤلفه دبی‌پایه است، کاربری مرتعی‌ای که در بیش‌تر ایستگاه‌ها وجود دارد می‌تواند دلیل این امر باشد. دو ایستگاه دوست‌بیگلو و سامیان در ارتفاع کم‌تر نسبت به سایر ایستگاه‌ها بوده و در محدوده پایین‌دست قرار گرفته‌اند همین امر باعث شده است تا مقدار میانگین هر سه مؤلفه به‌ویژه دبی‌پایه در این دو ایستگاه از سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر باشد و کم‌ترین مقدار میانگین مؤلفه‌ها در دو ایستگاه نمین و ننه‌کران قابل مشاهده است بارش کم و به‌تبع آن دبی کم در این دو ایستگاه به نسبت سایر ایستگاه‌ها را می‌توان دلیل این امر بیان نمود (شکل ۴ ب).

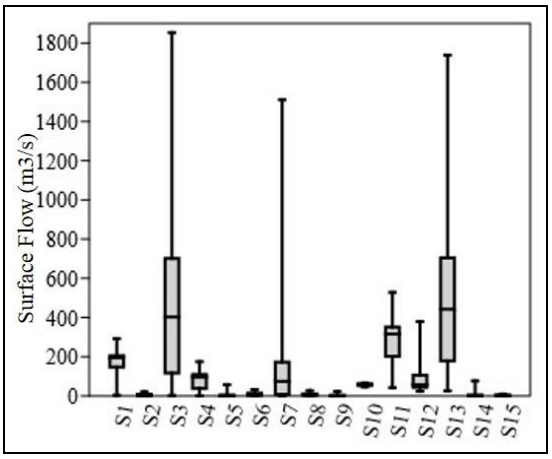
تمرکز، پراکندگی و دامنه تغییرات مقادیر میانگین مؤلفه‌های هیدروگراف جریان ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل (۵) الف: مقایسه مقادیر میانگین دبی‌پایه ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب با نمودار جعبه‌ای



شکل (۵) ب: مقایسه مقادیر میانگین رواناب زیرسطحی ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب با نمودار جعبه‌ای



شکل (۵) ج: مقایسه مقادیر میانگین رواناب سطحی ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب با نمودار جعبه‌ای

یش‌ترین پراکندگی و دامنه تغییرات در مقادیر میانگین مؤلفه دبی‌پایه (شکل ۵ الف) مربوط به ایستگاه ارباب‌کندی و کم‌ترین در مقادیر میانگین دبی‌پایه مربوط به ایستگاه ویلادرق می‌باشد و در شکل ۵ (ب) بیش‌ترین پراکندگی و دامنه تغییرات در مقادیر میانگین مؤلفه رواناب زیرسطحی در ایستگاه‌های دوست‌بیگلو و سامیان بوده و کم‌ترین در ایستگاه ویلادرق مشاهده شده است و بیش‌ترین پراکندگی و دامنه تغییرات در مقادیر میانگین مؤلفه رواناب سطحی (شکل ۵ ج) در ایستگاه دوست‌بیگلو و کم‌ترین این مقادیر در ایستگاه ویلادرق می‌باشد. سرعت واکنش آبخیز در تبدیل بارش به رواناب و نیز فصلی یا دائمی بوده جریان رودخانه بر دامنه تغییرات مولفه‌های جریان تاثیر قابل توجهی می‌گذارد که نیازمند مطالعات بیش‌تری در جهت درک این ارتباطات است.

نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش بهره‌برداری از منابع آب و نیز محدودیت منابع آب سطحی و زیرزمینی، تفکیک و تعیین سهم هریک از مؤلفه‌های هیدروگراف جریان در مدیریت منابع آب موجود دارای اهمیت است لذا این تحقیق با هدف تعیین میزان مشارکت هریک از مؤلفه‌های جریان سطحی، جریان زیرسطحی و دبی پایه هیدروگراف و تغییرات زمانی آنها در تعدادی از ایستگاه‌های استان اردبیل انجام شد. بر اساس نتایج، تنوع رفتار و تغییرات سهم مؤلفه‌های مختلف جریان در طول زمان می‌تواند برآیند اثر عوامل متعدد اقلیمی و بهره‌برداری انسان باشد. تغییرات زمانی مؤلفه‌ها که در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفته است می‌تواند در تعیین استراتژی‌های مدیریتی مرتبط با مدیریت کیفیت آب در فصول کم‌آبی مورد استفاده قرار بگیرد. در ایستگاه‌هایی مانند: گیلانده و پل الماس که مؤلفه رواناب سطحی در سال‌های اخیر افزایش پیدا کرده است در خاک‌های اشباع از آب، بارندگی با شدت کم تا متوسط، جریان سریع، بارش کانالی، جریان زیرقشری در ایجاد رواناب تاثیر دارند دلیل آن‌را می‌توان در تغییر کاربری اراضی و توسعه مناطق مسکونی شهری و روستایی که سطوح غیرقابل نفوذ بیش‌تری را در این مناطق ایجاد کرده‌اند. از طرف دیگر ممکن است با افزایش تعداد وقایع سیلابی در دوره‌های اخیر باعث افزایش رواناب سطحی مرتبط باشد. البته بخشی از این تغییرات را می‌توان با کاهش بارش برف و افزایش بارندگی‌ها به‌صورت باران و در نتیجه جریان سریع رواناب و فرصت کم برای نفوذ آب در این مناطق توجیه نمود. دامنه تغییرات در سهم مؤلفه‌های جریان در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که بیش‌ترین دامنه تغییرات به ترتیب مربوط به مؤلفه دبی پایه، جریان زیرسطحی و رواناب سطحی بوده است. با توجه به نتایج تحقیق، در بیش‌تر ایستگاه‌های مورد مطالعه مؤلفه دبی پایه بیش‌ترین و پس از دبی پایه بیش‌ترین درصد و مقدار جریان مربوط به مؤلفه رواناب زیرسطحی است. در این راستا در اکثر مطالعات انجام شده مثل: مطالعه ارفع‌نیا و سامانی (۱۳۸۲)، قنبرپور و همکاران (۱۳۸۷)، تیموری و همکاران (۱۳۹۰)، عالیشوندی و همکاران (۱۳۹۰)، رضائی‌حصاری و همکاران (۱۳۹۰)، سمیعی و تلوری (۱۳۹۰) و ولدریوفال و وویسا (۲۰۱۰) به مقادیر بالای مؤلفه‌ی دبی پایه اشاره کرده‌اند در حالی که به‌نظر می‌رسد که بخشی از دبی پایه تفکیک شده در این مطالعات مربوط به جریان زیرسطحی باشد که از مؤلفه دبی پایه تفکیک نشده است. تفکیک مؤلفه جریان زیرسطحی از مؤلفه دبی پایه از موارد قابل توجه در پژوهش حاضر

می‌باشد که امکان تفکیک دقیق هر یک از مؤلفه‌ها را میسر نموده است. در تحقیق حاضر سهم مولفه‌های مختلف جریان در ایستگاه‌های مورد مطالعه مشخص شده است و تغییرات مولفه‌های در طول زمان می‌تواند در شناسایی عوامل موثر بر واکنش حوضه مورد استفاده قرار گیرد. مقادیر سهم دبی پایه به‌دست آمده در تحقیق حاضر در دامنه ۳۴ تا ۷۹ درصد است که نسبت به درصد مولفه‌های دیگر (دامنه مولفه رواناب زیرسطحی ۱۰ تا ۴۰ درصد و دامنه رواناب سطحی ۶ تا ۳۳ درصد) درصد بالایی را شامل می‌شود، این در حالی است که Li et al. (2012) مقدار ۱۷ درصد را برای سهم دبی پایه در آبخیز Wu-to در تایوان گزارش نموده‌اند. باید اشاره شود که منطقه مورد مطالعه تحقیق ایشان پرشیب و کوهستانی بوده و نیز ذکر شده است که میزان بارندگی متوسط سالانه برابر ۲۸۶۵ میلی‌متر است و بیش‌تر به‌صورت بارش‌های مولد سیل بوده است. بر اساس مقادیر سهم مؤلفه رواناب سطحی در ایستگاه‌های مختلف می‌توان در خصوص رفتار تولید سیل و نیز مهار آب‌های سطحی در آبخیز برنامه‌ریزی نمود. هم‌چنین مقادیر مؤلفه‌های دبی پایه و زیرسطحی اطلاعات مفیدی در خصوص وضعیت مدیریت کیفیت آب و نیز تداوم جریان در فصول کم‌آبی و پایداری اکوسیستم رودخانه‌ای ارائه خواهد داد. برنامه‌ریزی بر اساس اطلاعات حاصل از نتایج این روش انجام می‌گیرد دارای دقت بیش‌تری نسبت به سایر روش‌های تفکیک اجزای هیدروگراف باشد. در مجموع در ایستگاه‌های مورد مطالعه، بیش‌تر مقدار و سهم مشارکت به‌ترتیب مربوط به مؤلفه‌های دبی پایه، رواناب زیرسطحی و رواناب سطحی برآورد شده است.

منابع

ارفع‌نیا، ر. و ن. سامانی. ۱۳۸۴. ترسیم منحنی جدایش هیدروگراف رودخانه در حوضه آبریز کارستی زاینده رود. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، جلد ۵، شماره ۳، ص ۶۰۰-۵۸۵.

برخورداری، ج. ۱۳۹۳. ارزیابی مدل توزیعی بیلان آبی ماهانه در برآورد رواناب حوضه در مناطق خشک با استفاده از GISو RS (مطالعه موردی حوزه آبخیز یزد-اردکان). پژوهش‌های آبخیزداری، شماره ۱۰۵، ص ۲۶-۱۶.

تیموری، م.، م.ر. قنبرپور، م. بشیر گنبد، م. ذوالفقاری و س. کاظمی‌کیا. ۱۳۹۰. مقایسه شاخص جریان پایه در روش‌های مختلف تجزیه هیدروگراف جریان در تعدادی از رودخانه‌های استان آذربایجان غربی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۵، شماره ۵۷، ص ۲۲۸-۲۱۹.

جاویدان، ن. و ع.ا. بهره‌مند. ۱۳۹۴. تفکیک مولفه‌های جریان سیل توسط مدل هیدرولوژیکی-توزیعی WetSpa در حوزه آبخیز زیارت گرگان. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۵، ص ۲۴۶-۲۳۳.

رضائی‌حصاری، م.، ع.م. آخوند علی، ح. زارعی و ق. فلکی ایلخچی. ۱۳۹۰. مقایسه روش‌های تفکیک جریان پایه از جریان سطحی و برآورد شاخص جریان پایه در آبراهه (مطالعه موردی حوضه آبخیز دار). سومین همایش ملی مهندسی عمران، اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر.

سمیعی، م. و آ. ملکیان. ۱۳۸۹. مقایسه روش‌های جداسازی جریان با استفاده از فیلتر عدد برگشتی و مدل PART. ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری و چهارمین همایش ملی فرسایش و رسوب، نور.

سیدکابلی، ح. و ع.م. آخوندعلی. ۱۳۸۸. ارزیابی روش‌های تلفات باران در شبیه‌سازی هیدروگراف سیل (مطالعه موردی: حوضه آبریز کسیلیان). آب و خاک، جلد ۲۳، شماره ۳، ص ۱۰۹-۹۸.

صادقی، ع.، ا. بیجاری و ا. خونسرد. ۱۳۹۵. مروری بر روش‌های آنالیز نمودارهای هیدروگراف و روش‌های جداسازی دبی پایه در حوضه‌های آبریز. اولین همایش سراسری مباحث کلیدی در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی ایران، ۲۳ اردیبهشت، گرگان.

عالیشوندی، ب.، ا. فخیره، ع.ر. مقدم‌نیا و م. سمیعی. ۱۳۹۰. تفکیک جریان پایه از رواناب مستقیم بر روی هیدروگراف رودخانه بابا حاجی، حوزه آبخیز مهارلو. هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، ۷ و ۸ اردیبهشت، دانشگاه صنعتی اصفهان.

قنبرپور، م.ر.، م. تیموری و 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، سال دوازدهم، شماره ۴۴، ص ۱۰-۱.

گلپایگانی، ف. و م.ر. قنبرپور. ۱۳۸۶. بررسی روش‌های تفکیک اجزاء هیدروگراف و کاربرد آن در هیدرولوژی. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران مدیریت حوزه‌های آبخیز، کرج، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

مصطفی‌زاده، ر. و و.ب. شیخ. ۱۳۹۰. برآورد میزان بارش مستقیم بر روی رودخانه‌ها و پهنه‌های آبی ایران. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۸، شماره ۲، ص ۲۲۷-۲۲۱.

مهدوی، م. ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، ۴۴۰ص.

مهری، س.، ر. مصطفی‌زاده، ا. اسمعلی عوری، و ا. قربانی. ۱۳۹۶. تغییرات زمانی و مکانی شاخص جریان پایه در رودخانه‌های استان اردبیل. فیزیک زمین و فضا، ص ۱۰-۱.

Aksoy, H. and M. Bayazit. 2000. A daily intermaittent streamflow simulator. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 24: 265-276.

Aksoy, H. and S. Dakova. 1998. Recession curve of the hydrograph. Seminaire International Annuel du Groupe AMHY de FRIEND, Istanbul, turquie, pp. 43-53.

Bates, B.C. and P.K. Davies. 1988. Effect of base flow separation procedures on surface runoff models. Journal of Hydrology, 103(3-4): 309-322.

Cheng, Ch.D., Sh.J. Cheng, J.Ch. Wen and J.H. Lee. 2013. Time and flow characteristics of component hydrographs related to rainfall-streamflow observations. Journal of Hydrologic Engineering, 18: 675-688.

Deitch, M.J. and B. Dolman. 2017. Restoring summer base flow under a decentralized water management regime: constraints, opportunities, and outcomes in Mediterranean-climate California. Water. 9(1): 1-21.

Eckhardt, D. 2008. Compartion of base flow indices, White were calculated with seven different base flow separation methods. Journal of Hydrology, 352: 168-173.

Erickson, T.O. and H.G. Stefan. 2008. Base flow analysis of the Upper Vermillian River. Dakota County, Minnesota, St. Anthony Falls Laboratory Report 507, 55 pp.

Gregor, M. and P. Malik. 2012a. FlowComp 2.0: User's Manual. HydroOffice (Software for hydrology & hydrogeology), 1-13.

Gregor, M. and P. Malik. 2012b. RC 4.0: User's Manual. HydroOffice (Software for hydrology & hydrogeology), 1-36.

Hanzel, V., D. Bodiš, V. Böhm, P. Bujalka, J. Fides, O. Franko, K. Hyánková and J. Jetel. 1998. Geologicky´ slovník—Hydrogeológia. [In Slovak] (Geological dictionary-hydrogeology) Geologická sluz˘ba Slovenskej republiky, Vydavatel˘stvo Diony´za Štúra, Bratislava, 301p.

Kullman, E. 2000. New methodics for solution of protection and protection zones of the groundwater sources in rock environment with karst-joint and joint permeabilities. Podzemna voda, 6(2): 31-41.

Lamb, R. and K. Beven. 1997. Using interactive recession curve analysis to specify a general catchment storage model. Hydrology and Earth System Sciences, 1(1): 101-113.

Li, Y.J., Sh.J. Cheng, T.L. Pao and Y.J. Bi. 2012. Relating hydrograph components to rainfall and streamflow: a case study from northern Taiwan. Hydrological Sciences Journal, 57(5): 860-877.

Machlica, A., O. Horvat and M. Fendekova. 2011. Comparison of base flow estimation using two hydrological models and some hydrological programs in the terms of groundwater drought assessment. Geophysical Research Abstracts, Vol. 13, EGU 2011-6960, 2011.

Malik, P. 2007. Assessment of regional karstification degree and groundwater sensitivity to pollution using hydrograph analysis in the Velka Fatra Mts., Slovakia. Water resources and environmental problems in Karst. Environmental Geology, 51: 707-711.

Malik, P. 2010. Hydrograph separation into flow components using parameters of the master recession curve. Podzemna voda, 16(1): 113-124.

Malik, P. and S. Vojtkova. 2012. Use of recession-curve analysis for estimation of karstification degree and its application in assessing overflow/underflow conditions in closely spaced karstic springs. Environmental Earth Sciences, 65: 2245-2257.

McCuen, R.H. 1989. Hydrologic analysis and design. Prentice Hall, pp. 355-360.

Nathan, R.J. and T.A. McMahon. 1990. Evaluation of automated techniques for base flow and recession analyses. Water Resources Research, 26(7): 1465-1473.

Owuor, S.O., K. Butterbach-Bahl, A.C. Guzha, M.C. Rufino, D.E. Pelster, E. Díaz-Pinés and L. Breuer. 2016. Groundwater recharge rates and surface runoff response to land use and land cover changes in semi-arid environments. Ecological Processes, 5(16):1-21.

Posavec, K., A. Bacˇ ani and Z. Nakic´. 2006. A visual basic spreadsheet macro for recession curve analysis. Ground Water, 44(5): 764-767.

Raghunath, H.M. 2006. Hydrology: Principles-Analysis-Design. Published by New Age International (P) Ltd., Publishers, 477 p.

Rutledge, A.T. 1998. Computer programs for describing the recession of ground-water discharge and for estimating mean ground-water recharge and discharge from streamflow records: update. Water-resources investigation report 98-4148, U.S. Geological Survey, pp. 43.

Smakhtin, V.U. 2001. Estimating continuous monthly baseflow time series and their possible application in the context of the ecological reserve. Water SA, 27(2): 213-217.

Tallaksen, L.M. 1995. A review of base flow recession analysis. Journal of Hydrology, 165: 349-370.

Tallaksen, L.M. and H.A.J. van Lanen. 2004. Hydrological drought, processes and estimation methods for streamflow and groundwater. Developments in water science, vol 48. Elsevier Science B.V, Amsterdam, pp. 579.

White, K. and R.A. Soloto. 1990. Baseflow frequency characteristics of selected Pennsylvania streams. U.S Geological Survey Water Resources Investigations Report 90-4160, 66p.

Determining the Contributions of River Flow Hydrograph Components in some River Gauge Stations of Ardabil Province

Ebrahim Asgari[1], Raoof Mostafazadeh[2], Abazar Esmaliouri[3]

Abstract

Separation of flow hydrograph components can be used to analysis of base flow, flood runoff amount and contribution of groundwater flow in sustaining river flow regime. Flow recession analysis method is acceptable and widely used in separation of river hydrograph and extraction of the master recession curve in the separation of hydrograph components allows for the estimation of the contribution of different flow components. The simple method of separating hydrograph components based on the analysis of the recession curve of the flow time series can be used to determine the ratio of each component of the flow hydrograph. This study aimed to determine the contribution of surface, sub-surface and base flow and assessing their temporal changes in some river stations of Ardabil province. Thus, the daily discharge data and HydroOffice software packages were used through RC and FlowComp programs to recession curve analysis and hydrograph separation, respectively. According to the results, the average values of surface, sub-surface and base flow components over the studied stations were 20.41, 29.45, and 50.14 percent, respectively. The results showed that the highest percentage of base flow component is determined in Viladaragh station (79%) and lowest base flow amount was observed in Kozetopraghi station (34%). The highest and lowest percentage of subsurface runoff component were calculated for Nanekran and Arbabkandi with 40% and 10%, respectively. The maximum amount of surface runoff component is related to Kozetopraghi (33%) and Hir (6%) stations. Identifying a dominant increase or decrease pattern in flow components is not possible according to the results of temporal changes in the contribution of hydrograph components. Also, the highest amount and contribution of flow hydrograph is related to base flow, sub-surface flow, and surface runoff components.

Keywords: Flow separation, Base flow, Sub-surface flow, Surface runoff, Recession curve.

[1]M.Sc student of Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; Email: ebrahim.asgari90@yahoo.com
[2] Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (*Corresponding Author; Email: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir)
[3] Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; Email: abazar.esmali@gmail.com