

شناخت ظرفیت های آبی استان زنجان در برنامه ریزی استحصال آب باران

مجید حسینی^۱، فرود شریفی^۲ دادور لطف اله زاده^۲، بهرام محمدی گلرنگ^۲

- ۱- عضو هیات علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
- ۲- عضو هیات علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
- ۳- عضو هیات علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
- ۴- عضو هیات علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

mjhossaini@gmail.com

چکیده

شناخت ظرفیت های آبی استان زنجان و تقاضا برای آب از مولفه های اصلی تصمیم گیری برای مدیریت منابع، آبخیزها و پدیده هایی نظیر خشک سالی به شمار می رود. در فضای مدیریت منابع آبهای سطحی و ریسک خشک سالی کشور، همچنان فقدان یک سامانه که تصمیم گیران را در اتخاذ تصمیمات درست و به موقع پشتیبانی کند، کاملاً مشهود است. برای ایجاد چنین سامانه ای، لازم است اقدامات اساسی در خصوص شناخت موضوع و ظرفیت های داده های کشور مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند. در مقاله پیش رو شبیه سازی هیدرولوژیکی با هدف ایجاد بانک اطلاعاتی مشتمل بر پارامترهای فیزیکی حوزه، دست یابی به بارش و تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از مدل های AWBM و SFBM انجام شده است که حاکی از کارایی مناسب هر دو مدل در منطقه مرطوب نیمه مرطوب زنجان می باشد. نتایج حاصل از شبیه سازی مدل AWBM در برآورد رواناب سطحی ماهانه حاکی از وجود منابع آبی سطحی بسیار خوبی در منطقه می باشد. حداقل متوسط جریان سطحی ۱.۸۳ و حداکثر ۱۲.۶۰ متر مکعب می باشد که بترتیب در ماه های مرداد و فروردین رخ می دهد. بیشترین میزان دبی متوسط مربوط به زیر حوزه شماره ۱۲۲۵ با دبی ۵۴.۵۹ متر مکعب می باشد. این منابع غنی آبهای سطحی استان مدیران منابع آب منطقه را در استحصال جریان سطحی که بخش عمده آن ناشی از باران می باشد، ترغیب می نماید.

واژگان کلیدی:

استحصال آب باران، استان زنجان، جریان سطحی، مدل های شبیه سازی هیدرولوژیکی

مقدمه

شناخت ظرفیت های آبی و تقاضا برای آب از مولفه های اصلی تصمیم گیری برای مدیریت منابع، آبخیزها و پدیده هایی نظیر خشک سالی به شمار می رود. در فضای مدیریت منابع آبهای سطحی و ریسک خشک سالی استان، همچنان فقدان یک سامانه که تصمیم گیران را در اتخاذ تصمیمات درست و به موقع پشتیبانی کند، کاملاً مشهود است. برای ایجاد چنین سامانه ای، لازم است اقدامات اساسی در خصوص شناخت موضوع و ظرفیت های داده های استان مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند. وجود و سهولت دسترسی به اطلاعات مختلف و به صورت نقشه های رقومی یکی از نیازهای پایه در مطالعات مختلف از جمله آبخیزداری است. به همین منظور، لازم است یک مرز واحد برای تمامی لایه های مختلف اطلاعاتی به صورت پایه در نظر گرفته شود که در این تحقیق روش تقسیم بندی و کدگذاری تماب مورد استفاده قرار گرفت. روشهای غیرمستقیم متعددی برای شبیه سازی

سامانه های طبیعی، برآورد دقیقتر، جامع و انجام محاسبات پیچیده تر با استفاده از رایانه ابداع شده است. یکی از این روش ها، مدل سازی یا شبیه سازی هیدرولوژیکی است. مدل نماینده ساده ای از کل سامانه حوضه و به عبارتی نمایانگر بخشی از واقعیت های موجود در یک سامانه است. مدل های هیدرولوژیکی ابزار مهم در مطالعه بیلان آبی، کیفیت و کمیت رواناب، رسوب، تغییر اقلیم و فرآیندهای هیدرولوژیکی حوضه ها، هستند. این مدل ها قادر به شبیه سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی سطح زمین به منظور بهبود مدیریت منابع آب هستند. در این راستا ۱۵ مدل هیدرولوژیکی سازگار با نرم افزار ArcGIS مورد ارزیابی قرار گرفت و مزایا و معایب هر یک در جداولی خلاصه شده است (حسینی، ۲۰۱۱).

مدل های شبیه سازی بارش رواناب یکی از روش های تخمین رواناب و ابزاری مناسب برای مطالعه فرآیندهای هیدرولوژیکی و ارزیابی منابع آبی هستند (Lang و همکاران، ۱۹۹۹) دو کاربرد مهم مدل های بارش رواناب، پیش بینی سیلاب و شبیه سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی است (Holz, 2001, Sharifi, 1997). در دهه های گذشته، مدل های متعددی به وسیله محققین ارائه شده است. تعداد از مدل های ارائه شده در مناطق مرطوب بیش از مناطق خشک و نیمه خشک بوده است، چون در مناطق خشک فقط داده های ثبت شده سیلاب های فصلی و ناگهانی موجود است (Lang و همکاران، ۱۹۹۹). صحت و دقت هر مدل بستگی به مفروضات مدل دارد، لذا امکان تهیه مدل هایی با دقت های متفاوت وجود دارد (افشار، ۱۳۶۴). هر مدل بسته به ساده یا پیچیده بودن، نیاز به یکسری داده های ورودی و خروجی برای واسنجی و نیاز به یکسری داده های خروجی مشاهده ای برای بررسی درستی ساختمان مدل دارد (تلوری، ۱۳۷۵).

هدف مدل های هیدرولوژیکی ساده سازی برای توضیح پارامترهای اساسی سامانه و به قیمت صرف نظر کردن از جزئیات است (Anderson و Woessner, 1985). در این ارتباط، مدل های هیدرولوژیکی براساس تعداد پارامترهایی که برای شبیه سازی مد نظر قرار می دهند نیز می توانند به مدل های ساده و پیچیده ای تبدیل شوند. معمولا براساس نیاز و هدف مطالعات و پژوهش ها باید از این مدل ها استفاده کرد، چون در ارتباط با واسنجی و عدم قطعیت های موجود نتایج تحت تاثیر قرار می گیرد. Risser و همکاران (۲۰۰۵) اعتقاد دارند اگر مقدار تلفات و انتقال آب زیرزمینی درون حوضه کم باشد، جریان پایه را می توان تقریب مناسبی از تغذیه دانست. جریان پایه مقدار آبی است که از آب زیرزمینی با سایر منابع به رودخانه تخلیه می شود. همچنین Meyer (2005) نیز میزان جریان پایه طولانی مدت را به عنوان نمایانه ای از میزان تغذیه آب زیرزمینی در حوضه های وسیع می داند. در پژوهش های انجام شده به وسیله Dolezal و Kvitek (2004)، به جداسازی مؤلفه های رواناب مستقیم، جریان زیرزمینی و جریان پایه از جریان رودخانه به منظور برآورد سهم نیترا در هر مؤلفه از کل بار نیترا رودخانه پرداختند.

در حوزه آبخیز کارده، نادر صفت و سعیدیان (۱۳۸۹) پژوهش هایی را انجام داد. مطالعات سیل خیزی در حوضه یادشده از طریق تعیین تراوایی و پتانسیل ایجاد رواناب در سازندهای زمین شناسی صورت گرفت. آن ها با استفاده از نرم افزار GIS و در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، نقشه زمین شناسی حوضه را تهیه نموده، جنس سنگ ها، نوع سازندهای زمین شناسی و وسعت آن ها را در منطقه مشخص کرده و از روی نقشه زمین شناسی، نقشه تراوایی سازندها را تهیه کردند. در مرحله بعد، پس از تعیین پارامترهای نگهداشت سطحی و میانگین بارندگی سالیانه حوضه، نقشه پتانسیل ایجاد رواناب تهیه شد. در نهایت، با مقایسه نقشه تراوایی سازندها و نقشه پتانسیل ایجاد رواناب، نقشه سیل خیزی تهیه شد. در نتیجه، در این نقشه میزان تراوایی سنگ ها مشخص شد و سنگ ها از نظر سیل خیزی الویت بندی شدند.

دبی پایه بخش مهمی از جریان رودخانه‌ها را تشکیل می‌دهد که آن را می‌توان تقریبی از جریان آب‌های زیرزمینی قلمداد نمود (Holtschlag 1998; Smakhtin 2001). از سوی دیگر، برخی از پژوهشگران نشان دادند که دبی پایه می‌تواند برای تخمین میزان متوسط آب‌های زیرزمینی نیز به‌کار رود (Mau و Hoos 1990; Winter و Rutledge و 1997). علاوه بر این، دبی پایه در تحلیل بیلان آبی و بررسی پاسخ هیدرولوژی حوزه‌های آبخیز حائز اهمیت است.

در گذشته تجزیه سری زمانی دبی روزانه به اجزاء آن با استفاده از روش‌های دستی (گرافیکی) صورت می‌گرفت، برای این منظور داده‌های دبی جریان در یک نمودار نیمه لگاریتمی (دبی روی محور قائم با مقیاس لگاریتمی و زمان روی محور افقی با مقیاس حسابی معمولی) ترسیم می‌شد و سپس جداسازی گرافیکی اجزاء جریان بر اساس مشخصه‌های فروکش متفاوت انجام می‌گرفت (Boughton, 1988). روش گرافیکی دشوار و بسیار زمان‌بر بوده، علاوه بر این نیازمند تمرین، افزایش مهارت و تجربه بالای مهندس مربوطه بوده است. به همین دلیل با ظهور رایانه و امکان تهیه الگوریتم‌های کامپیوتری و به تبع آن افزایش سرعت و دقت در محاسبات، تمایل به استفاده از کامپیوتر برای این منظور بسیار زیاد شد. پژوهشگرانی نظیر (Boughton 1988) و Daniel و Rutledge (1994) روش‌هایی را به منظور اتوماتیک نمودن فرآیند تفکیک دبی پایه ابداع نمودند.

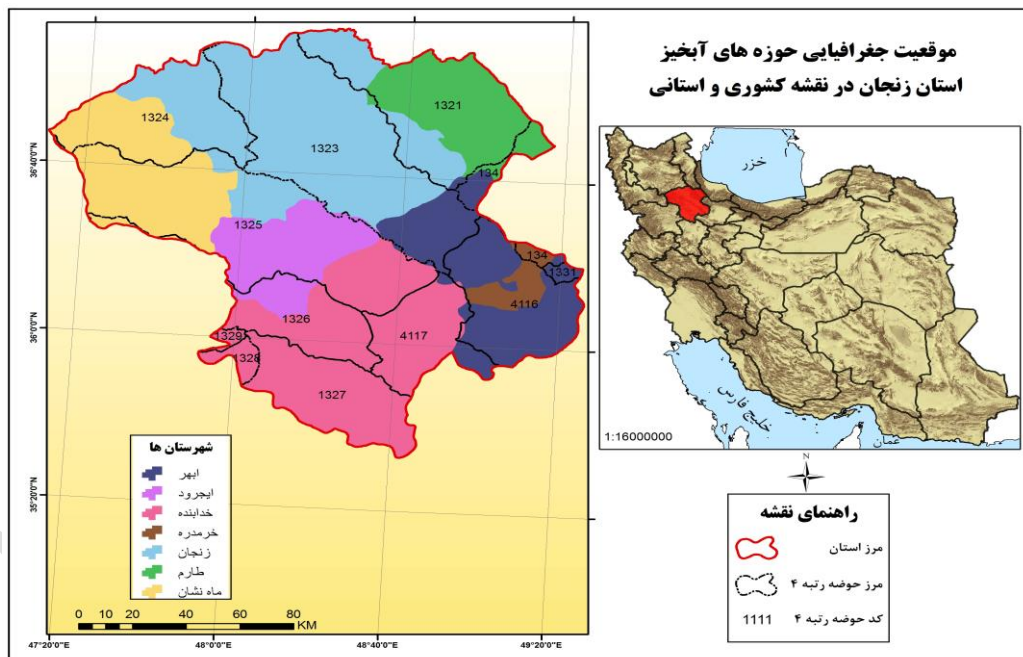
در پژوهش حاضر، شبیه‌سازی در حوزه‌های آبخیز درجه چهار کشور در سطح استان با استفاده از اطلاعات زمین شناسی، فیزیوگرافی، بارندگی، تبخیر و دبی انجام و تحلیل خواهد شد. استخراج پارامترهای فیزیکی مدل، تبدیل اطلاعات نقطه‌ای بارندگی به اطلاعات منطقه‌ای با استفاده از روش‌های مختلف و معمول، تحلیل اطلاعات تبخیر و محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و تجمیع اطلاعات در یک بانک اطلاعاتی به منظور شبیه‌سازی هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز درجه چهار و برآورد ظرفیت جریانهای سطحی در این استان از اهداف اصلی این پروژه محسوب می‌شود.

معرفی منطقه طرح

محل انجام تحقیق در ۴۵ کیلومتر شمال خرم آباد در حوزه هنام از توابع شهرستان الشتر در روستای پرسک اولیا می‌باشد. منطقه دارای دیم زارهای فراوان و غالب کشت منطقه گندم و به صورت دیم می‌باشد. متوسط بارندگی محل اجرای طرح ۴۸۰ میلی لیتر بوده که از نظر زمانی و مکانی توزیع نامناسب دارد. دارای آب هوای نیمه گرم می‌باشد. در حد فاصل $48^{\circ}12'31''$ تا $48^{\circ}28'49''$ طول شرقی و $33^{\circ}45'8''$ تا $33^{\circ}51'50''$ عرض واقع شده است. مساحت این حوضه برابر $140/16$ کیلومتر مربع معادل 14016 هکتار می‌باشد. بلندترین نقطه ارتفاعی با ارتفاع 3560 متر از سطح دریا در شرق حوضه و پایین ترین نقطه با ارتفاع 1480 متر در غرب و در بخش خروجی حوضه واقع شده است. حداکثر و حداقل مطلق هر ماه و میانگین دراز مدت رودخانه هنام را از سال 1366 تا 1384 را با استفاده از داده‌های متوسط دبی ماهانه جریا و میزان متوسط جریان سالانه 444 لیتر در ثانیه است. حداقل دبی متوسط ماهانه 333 در مهر ماه و حداکثر آن 672 لیتر در ثانیه در ماه اردیبهشت می‌باشد. برای بررسی خصوصیات دمایی منطقه از ایستگاه هواشناسی الشتر به عنوان تنها ایستگاه سینوپتیک که در داخل حوضه قرار دارد، استفاده شده. این شاخص‌ها شامل میانگین دما، میانگین حداکثرهای دما، میانگین حداقل‌های دما، حداکثر مطلق دما و حداقل مطلق دما می‌باشد.

مواد و روش‌ها

حوزه های آبخیز استان زنجان شامل رودخانه قزل اوزن با سطح حوزه ۱۷۳۲۸ کیلومتر مربع و رودخانه شورکات و خرارود با وسعت ۴۸۳۶ کیلومتر مربع می باشد که متوسط خروجی آب سالانه استان در ایستگاه گیلوان رودخانه قزل اوزن ۳ میلیارد و ۸۴۰ میلیون متر مکعب و در رودخانه ابهر رود ۷۸ میلیون متر مکعب و خرارود ۵۰ میلیون متر مکعب می باشد. رودخانه های استان شامل رود خانه قزل اوزن، زنجان رود، سجاس رود، رود ایجرود، شورکات (ابهر رود) رود انگوران چای می باشد. استان به طور متوسط حدود ۱۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. پست ترین نقطه داخل آن با ارتفاع ۳۰۰ متر در منطقه گیلوان از توابع طارم بوده و بلندترین قله آن با ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متر در کوه های تخت سلیمان در ارتفاعات شهرستان ماه نشان واقع شده است. قیز قالاسی با ارتفاع ۳۲۱۴ متر در بخش انگوران شهرستان ماه نشان واقع شده و از بلند ترین قله های استان زنجان به شمار می آید (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

رطوبت خاک:

محاسبه رطوبت خاک با استفاده از سنجش از دور از شاخص بارش پیشین به وسیله Morland و همکاران (۲۰۰۰) مورد بررسی قرار گرفت. آن ها برای محاسبه API از معادلات Saxton و Lents (1967) استفاده و منحنی های هم API را برای ۱۱ باران سنج ترسیم نمودند. Leon و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از مدل API، مدل AGNB را در انتاریوی جنوبی و اسنچی نمودند و روشی را برای انتخاب شرایط رطوبتی پیشین (AMC) براساس API ارائه دادند.

تداوم جریان:

با استفاده از منحنی تداوم جریان (FDC) که به عنوان یک نماد کلی در مدیریت حوضه می باشد، خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه ها تعیین شد. در پژوهش حاضر علاوه بر پارامترهای فیزیوگرافی، از پارامترهای اقلیمی و زمین شناسی نیز استفاده شد در این رابطه، ۲۱ پارامتر به منظور انتخاب عوامل مؤثر بر منحنی تداوم جریان مورد استفاده قرار گرفت.

توزیع مکانی بارش:

نقشه توزیع مکانی بارندگی در یک منطقه و یا حوزه آبخیز هنوز یکی از سوالات ضروری پژوهش های است. چنین نقشه‌هایی امکان درک بهتر از تغییرات متغیر بارندگی را در منطقه مورد مطالعه فراهم می‌آورد. معمول‌ترین این روش‌ها، روش پلی‌گون تیسن، میان‌یابی کریجینگ، عکس فاصله وزن‌دار، اسپلاین و روش رگرسیون با ارتفاع می‌باشد که در این پژوهش از روش کریجینگ برای توزیع مکانی بارش استفاده شد.

دبی پایه:

برای تعیین دبی پایه از شاخص دبی پایه (BFI) استفاده شد. این شاخص یک نسبت بدون بعد می‌باشد که به وسیله آنستیتوی هیدرولوژی (۱۹۸۰) تعریف شده است. برای محاسبه BFI ابتدا دبی پایه از روان‌آب سطحی تفکیک و سپس، از تقسیم حجم دبی پایه بر حجم کل روان‌آب برای هر سال و یا برای کل دوره مشاهدات به دست آمد. شاخص BFI به صورت پارامتری مؤثری در مدل‌سازی بارش روان‌آب به کار می‌رود. همچنین، این شاخص را میتوان به عنوان مشخصه یک حوضه برای مقایسه خصوصیات جریان در حوضه‌های مختلف به کار برد (شریفی، ۱۹۹۶). شاخص BFI به طور کلی بیانگر این مطلب است که چه درصدی از دبی پایه در تشکیل روان‌آب مشارکت دارد.

تخمین شروع رواناب:

به منظور تخمین شروع رواناب و تفکیک بارش به بارش موثر و تلفات از شاخص API با توجه به شدت بارندگی تخمینی منطقه استفاده شده است. شاخص API اولین بار به وسیله Linsley و Kohler در دهه ۱۹۴۰ برای پیش‌بینی سیلاب در ایالات متحده به کار گرفته شد. از آن‌جا که شاخص API دارای مبنای آماری ساده و کاربردی است، لذا مدل‌های زیادی براساس این شاخص برای تفکیک بارش به بارش موثر و تلفات ارائه شده است (Hartman و همکاران ۱۹۹۹). لازم به توضیح است که زمانی که در روش API برای وقایع منفرد به کار گرفته شود، اندازه‌گیری بارش در دوره زمانی روز قبل به عنوان معیاری به عنوان رطوبت پیشین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این پژوهش شبیه سازی رواناب با دو مدل AWBM و SFBM انجام شده است. در مدل AWBM که در سال ۱۹۹۳ به وسیله Boughton تکمیل شد، یکی از انواع مدل‌های بارش روان‌آب است که قادر است روان‌آب را از بارش روزانه یا ساعتی محاسبه نماید. کاربرد نتایج نوع روزانه مدل در مطالعات مدیریت و استحصال آب و نتایج نوع ساعتی برای محاسبات طراحی سیل است. مدل AWBM بر اساس نظریه جریان از سطوح جزئی اشباع که مشابه نظریه جریان سطحی اشباع است، توسعه داده شده است. به طور کلی در مدل با در نظر گرفتن سه سطح ذخیره در یک حوزه آبخیز اقدام به شبیه سازی ضریب روان‌آب می‌شود. به طور کلی بیلان آب در هر سطح ذخیره طور مستقل محاسبه میگردد. به این ترتیب در مدل AWBM بیلان آب در هر مساحت جزئی در هر مرحله زمانی (روز یا ساعت) محاسبه می‌شود. به نحوی که در هر مرحله بارش با توجه به ذخیره رطوبتی در هر یک از سطوح سه گانه ذخیره آب (رطوبت) در خاک و با لحاظ مقدار تبخیر و تعرق بیلان آب بدست می‌آید.

سامانه در حقیقت توصیفی از یک مجموعه است که یک عده داده‌ها (ورودی‌ها) وارد آن می‌شود و سپس در داخل سامانه تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار گرفته، به صورت بازده (خروجی) از سامانه خارج می‌شود. داده‌های ورودی در یک سامانه هیدرولوژی می‌تواند نزولات باشد که در داخل سامانه تحت تاثیر فرآیندهای مختلفی از قبیل تبخیر و تعرق، نفوذ پذیری سطحی و عمقی، تولید جریان‌های زیر قشری و زیرزمینی و غیره قرار گرفته، در نهایت به صورت بهره جریان‌های سطحی و به عنوان بازده سامانه تبدیل می‌شود. در پژوهش حاضر به منظور برآورد رواناب جریان سطحی از مدل SFBM استفاده شد.

در خصوص استفاده از متوسط باران منطقه، تعداد ۱۵۰۰ ایستگاه باران-سنجی در منطقه مورد مطالعه قرار گرفت که از این تعداد، برخی دارای آمار ناقص بودند و برخی نیز تعطیل شده بودند که از این تعداد ۷۵۰ ایستگاه که دارای آمار بالای ۱۰ سال داشتند استفاده گردید. به دلیل وسعت منطقه و تغییرات بارندگی، کلیه واحدها به ۱۲ ناحیه همگن (بر اساس تحلیل خوشه ای) تقسیم بندی شد.

نتایج و بحث

نتایج

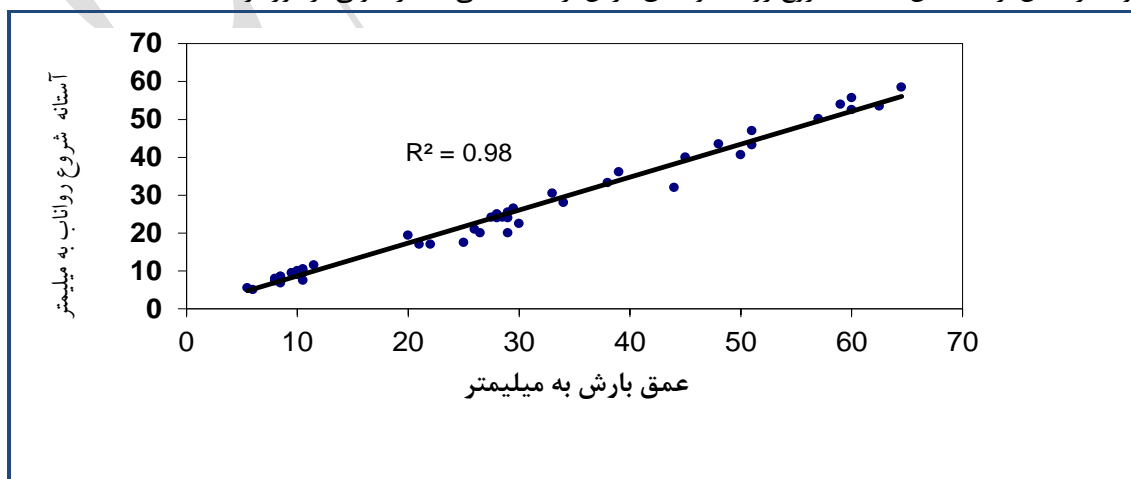
در تحقیق حاضر به منظور دستیابی به ویژگی های هندسی حوزه های آبخیز استان زنجان (رتبه ۴) از منحنی تداوم جریان (FDC) استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۱ آورده شده است (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج ویژگی های هندسی حوزه های آبخیز استان زنجان (رتبه ۴)

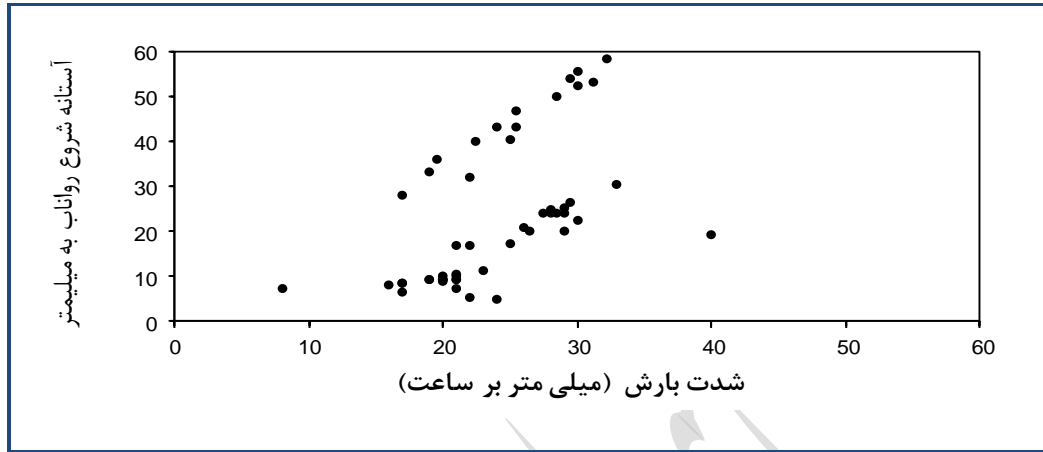
شیب حوزه	ضریب	طول	عرض	ضریب	مساحت	محیط	ارتفاع حوزه (متر از سطح دریا)			کد حوزه	
							میانگین	حداکثر	حداقل		
درجه	%	شکل	مستطیل معادل	مستطیل معادل	گراویتیوس	کیلومتر مربع	کیلومتر	میانگین	حداکثر	حداقل	
19.5	34.9	0.39	76.3	29.7	1.25	2263.4	211.9	1486.7	2743	295	134
14.0	24.0	0.12	58.5	7.0	1.81	408.9	131.0	1341	2743	0	1225
10.4	17.2	0.19	155.1	30.1	1.52	4673.4	370.5	1958	2743	1201	1323
5.1	8.2	0.19	137.6	26.3	1.53	3623.1	327.9	1992	2477	1519	1327
18.8	34.2	0.12	155.1	18.1	1.83	2810.9	346.5	1684	3658	352	1331

آستانه شروع رواناب

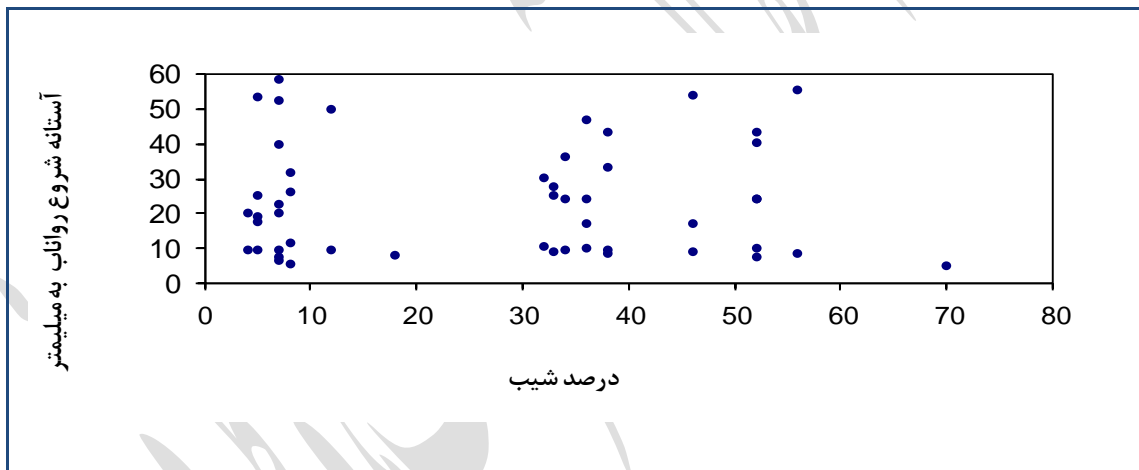
با استفاده از شبیه ساز باران و خصوصیات هندسی حوزه روابط بین آستانه شروع رواناب به عنوان متغیر تابع با متغیرهای مستقل همچون عمق بارش، شدت بارش، در صد شیب، در صد پوشش، در صد شن و در صد رس ترسیم و بصورت چشمی تحلیل شد (شکل های ۲ تا ۷). اشکال مذکور حاکی از روابط خوبی بین آستانه شروع رواناب و متغیرهای مستقل وجود دارد. این ارتباط بین آستانه شروع رواناب و عمق بارش از همبستگی بسیار خوبی برخوردار است ($R^2=0.98$).



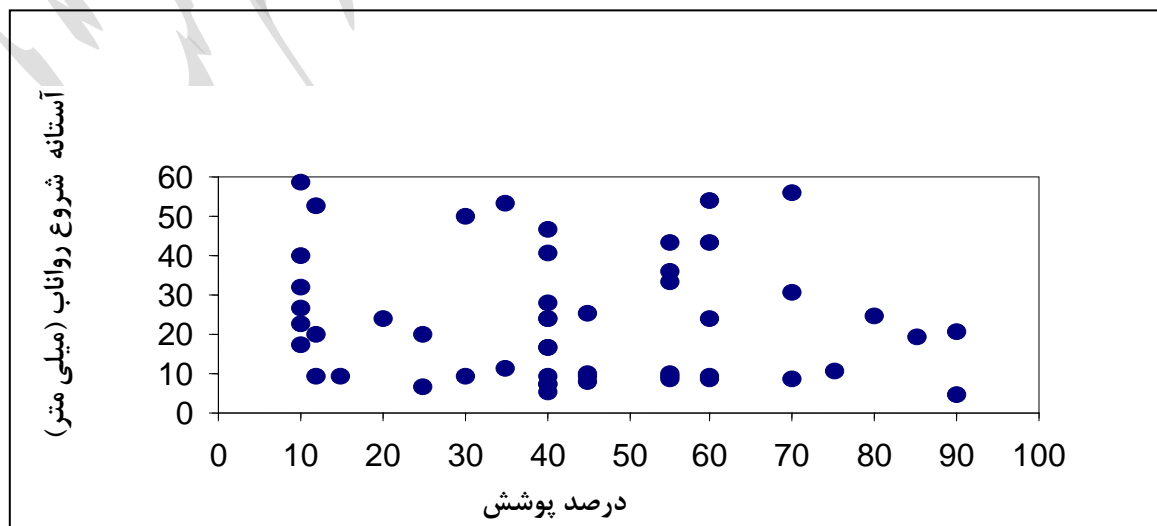
شکل ۲: رابطه بین عمق بارش - آستانه شروع رواناب



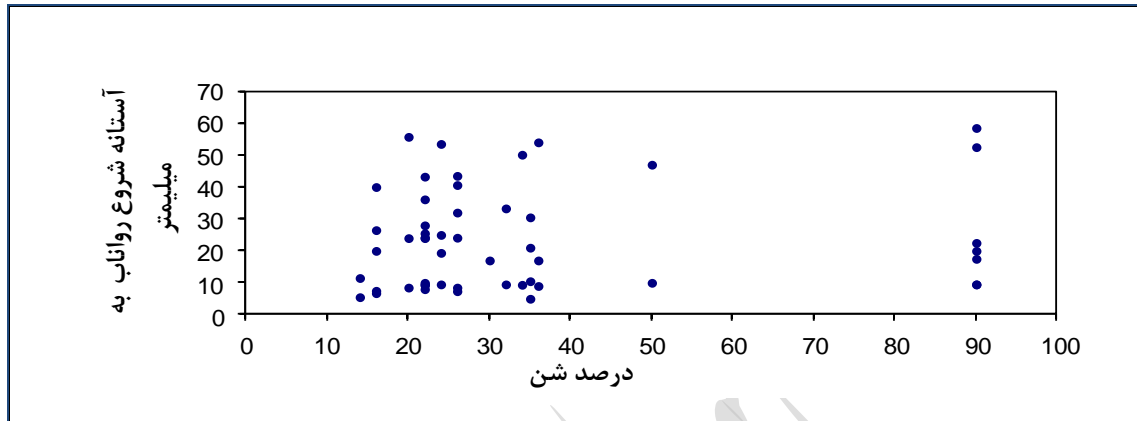
شکل ۳: رابطه بین شدت بارش - آستانه شروع رواناب



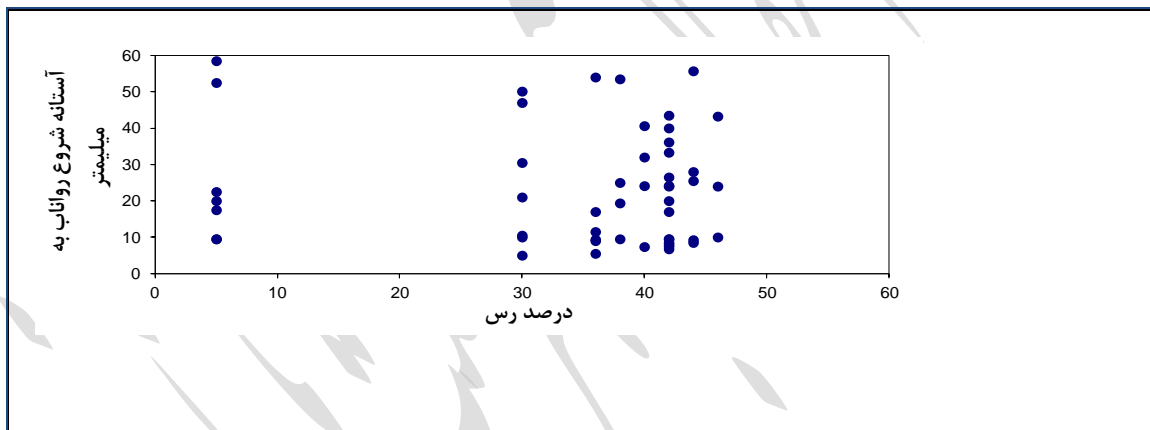
شکل ۴: رابطه بین آستانه شروع رواناب و شیب



شکل ۵: رابطه بین درصد پوشش گیاهی - آستانه شروع رواناب



شکل ۶: رابطه بین درصد شن - آستانه شروع رواناب



شکل ۷: رابطه بین درصد رس - آستانه شروع رواناب

برای بررسی میزان تاثیر هر یک از متغیرهای عمق بارش، شدت بارش، عمق رواناب، درصد رس، درصد شن، درصد پوشش گیاهی و درصد شیب بر آستانه شروع رواناب از ضرایب همبستگی بین آستانه شروع رواناب و این متغیرها استفاده شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. باتوجه به این جدول مشخص می شود که متغیرهای موثر در آستانه شروع رواناب به ترتیب اهمیت عبارتند از: عمق بارش، شدت بارش، درصد پوشش، درصد شن، درصد رس و درصد شیب.

جدول ۲: جدول ضرایب همبستگی بین آستانه شروع رواناب و متغیرهای مستقل

متغیر	شیب	پوشش گیاهی	شن	رس	عمق بارش	شدت بارش
آستانه شروع رواناب	-0.006	-0.127	0.119	-0.085	0.992	0.056

محاسبه CN در حوزه های آبخیز استان زنجان

در این فصل، مقادیر CN برای حوضه ها محاسبه شد. برای ایجاد سهولت در محاسبات و تحلیل ها با استفاده از روش میانگین وزنی مقادیر CN در حوضه های ۳۰ گانه تمام محاسبه و با استفاده از این مقادیر نمودارها و جداول ترسیم شد.

شماره منحنی مربوط به هر حوضه در مساحت همان حوضه ضرب و سپس مجموع این اعداد بر کل مساحت حوضه تقسیم شد (۳).

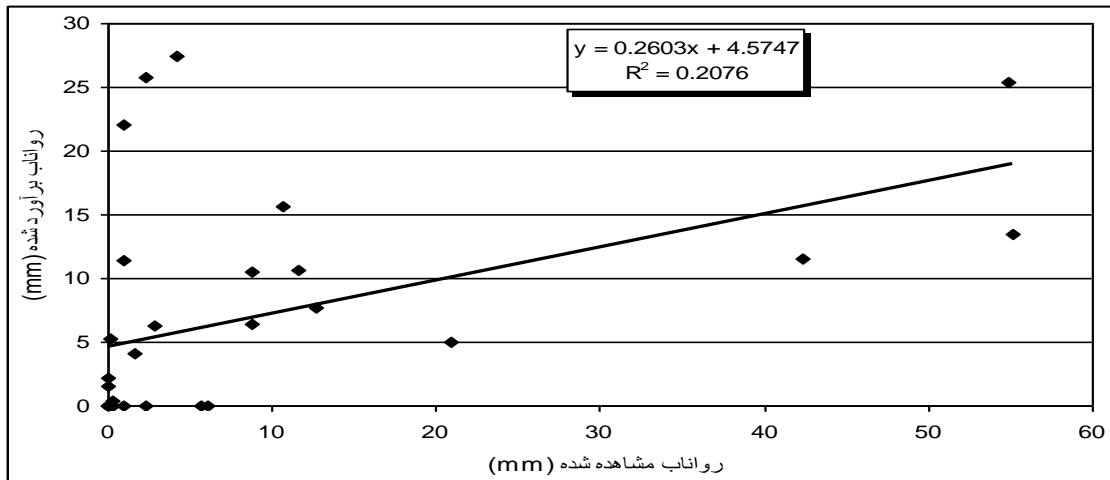
جدول ۳: مقدار CN در ماه های سال به تفکیک مساحت و زیر حوضه

Km ² مساحت	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	کد حوضه رتبه ۴
464.97	35.68	41.13	42.29	40.24	41.60	53.66	67.46	72.82	67.84	45.39	30.29	29.41	134
10.89	15.84	21.37	22.91	19.90	16.67	20.74	32.77	43.77	39.19	31.44	16.19	12.76	1225
2812.14	35.84	41.89	43.88	42.40	44.35	58.60	76.56	83.01	76.77	48.51	31.43	28.92	1321
10.11	32.46	39.93	41.83	40.87	43.21	59.69	75.44	82.23	74.79	43.83	26.94	23.99	1322
4529.55	34.44	44.12	46.33	46.93	54.45	82.75	98.02	96.52	83.71	50.71	32.87	23.31	1323
2227.27	33.39	39.01	42.14	41.56	46.09	65.95	81.60	84.07	73.04	44.31	32.77	26.46	1324
4701.12	26.21	31.95	34.64	33.79	38.16	58.44	66.42	69.97	59.42	34.20	24.93	20.07	1325
1446.68	29.60	35.79	39.05	37.64	41.80	61.75	73.14	80.03	67.19	39.33	28.94	23.47	1326
1779.65	41.04	53.76	55.41	57.98	68.76	94.75	100.00	100.00	91.07	50.59	34.20	27.55	1327
197.42	26.04	30.90	33.64	31.37	33.34	44.65	63.99	69.10	57.54	35.34	25.58	21.75	1328
79.88	35.20	43.79	47.54	48.97	55.51	85.63	98.20	97.81	84.41	50.06	33.89	24.86	1329
87.74	30.45	37.33	39.07	36.97	39.82	55.81	73.21	73.24	58.66	35.02	24.60	23.28	1331
22.53	25.54	33.22	35.92	35.06	34.26	48.97	77.63	75.84	64.79	33.98	15.66	16.17	3032
2021.37	28.83	34.01	37.28	36.42	42.52	61.90	77.88	75.52	69.19	42.87	24.10	22.97	4116
1390.24	34.69	38.13	42.06	41.48	48.26	67.18	86.13	87.00	86.00	59.86	32.04	32.54	4117
1.53	33.03	36.37	39.55	39.00	45.50	72.35	88.30	87.18	84.29	56.27	33.30	29.01	4122

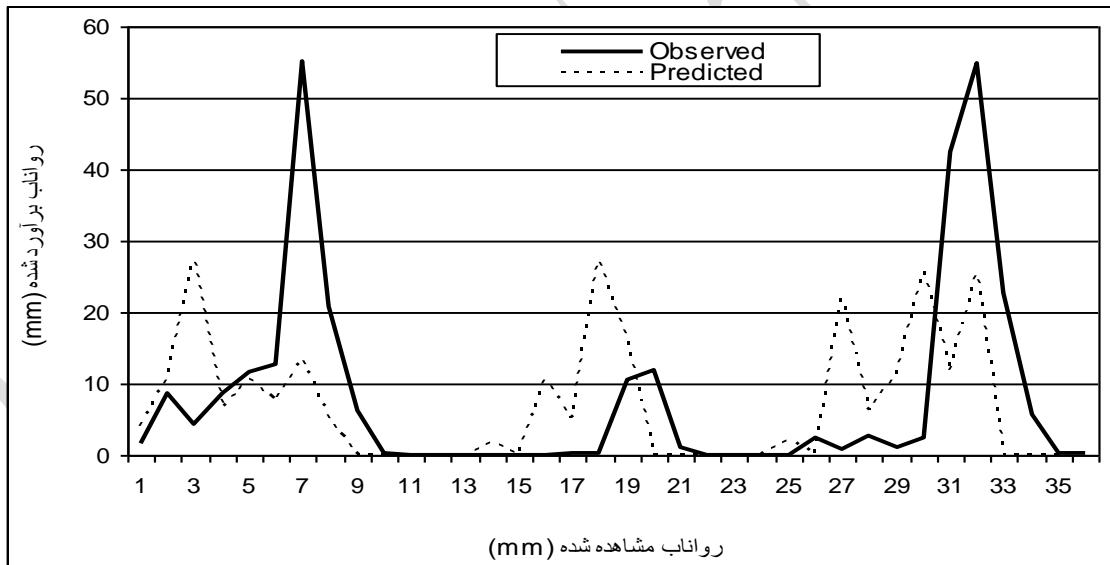
واسنجی و اعتبارسنجی مدل

واسنجی و اعتبارسنجی مدل به دو روش AWBM و SFBM انجام شد که نتایج روش AWBM در ذیل آمده است. برای این منظور از داده های هواشناسی، هیدرولوژی و برخی ویژگی های فیزیکی حوضه آبخیز کردند، تنها حوضه معرف در منطقه غرب استفاده شده است. مقادیر پارامترهای بهینه شده حوضه آبخیز کردند در جدول (۴) ارائه شده است. مقادیر KI و KG نشان دهنده تبدیل بارش به رواناب زیر قشری و دبی پایه می باشد. مقادیر H, WETH, WETS, WET برابر صفر می باشد که نشان دهنده توان تبخیر بالای حوضه می باشد. اگر چه مقدار SMAX کمتر از شرایط فیزیکی حوضه برآورد شده است.

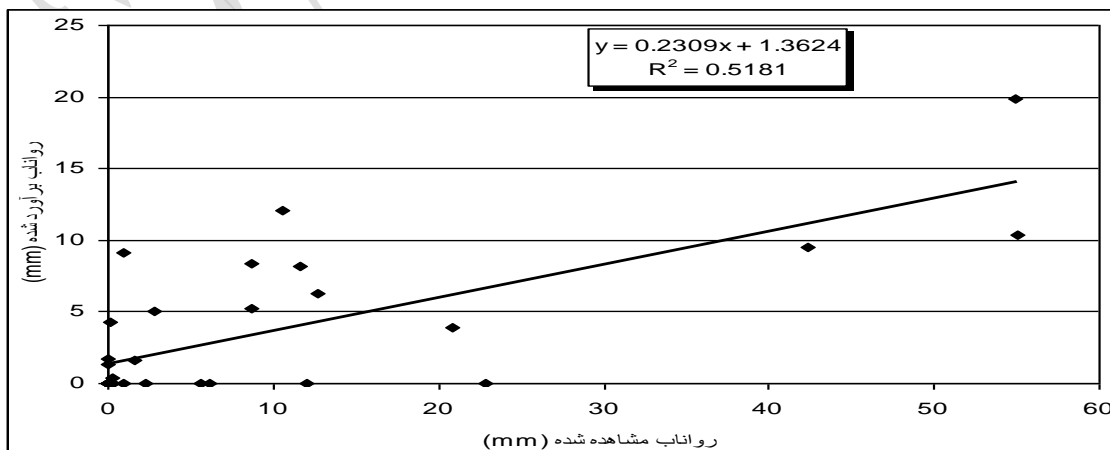
جدول ۵ نتایج کالیبراسیون مدل در حوضه آبخیز کردند را نشان می دهد. نتایج کالیبراسیون قابل قبول است و تفاوت دبی برآوردی و مشاهده ای کم می باشد. روابط رگرسیونی و هیدروگراف شبیه سازی شده در شکل های ۸ و ۹ ارائه شده است. نتایج دوره اعتبار سنجی در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که ضریب همبستگی مرحله اعتبار سنجی بسیار بالاست و با دقت بیشتر و خطای کمتر طول دبی برآوردی را شبیه سازی نموده است. اگرچه این دبی از دبی برآوردی مرحله کالیبراسیون کمتر می باشد. روابط رگرسیونی و هیدروگراف جریان های شبیه سازی شده و مشاهده ای در شکل های ۱۰ و ۱۱ ارائه شده است.



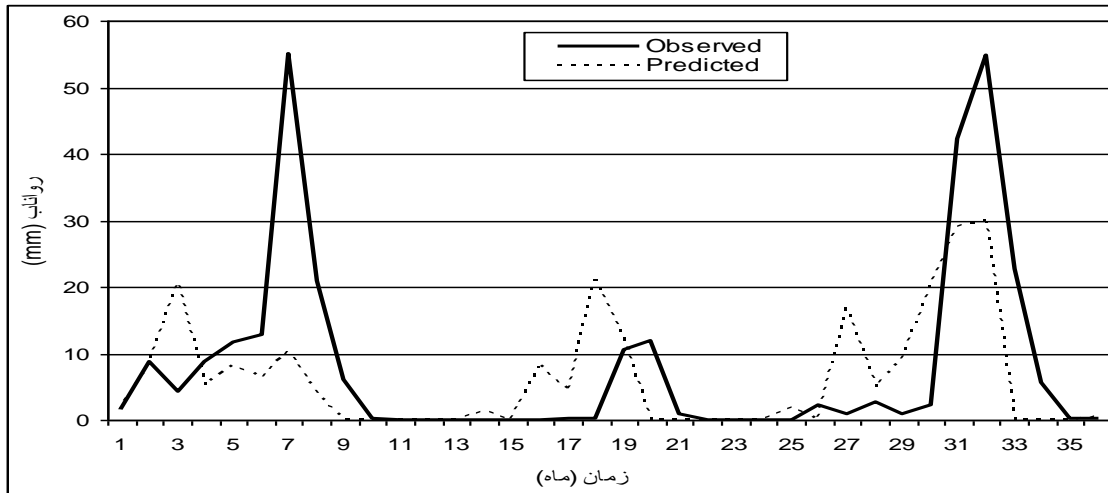
شکل ۸: رابطه بین رواناب مشاهده شده و برآورد شده دوره واسنجی مدل در حوضه کرد



شکل ۹: مقایسه رواناب مشاهده شده و برآورد شده دوره واسنجی مدل در حوضه کرد



شکل ۱۰: رابطه بین رواناب مشاهده شده و برآورد شده دوره اعتبارسنجی مدل در حوضه کرد



شکل ۱۱: مقایسه رواناب مشاهده شده و برآورد شده دوره اعتبارسنجی مدل در حوضه کرد

جدول ۴: مقادیر بهینه شده پارامترهای مدل در حوضه های معرف

H	SD I	BEP	WET H	WET S	DEE P	CE P	SMA X	WE T	BTHR U	ATHR U	KG	KI	حوزه معرف
0	0	0.0595	0	0	0	0	21	0.4	0.54	0	0.0001	0.0059	کرد

جدول ۵: نتایج حاصل از واسنجی مدل در حوضه (معرف)

$\sum Q_a(mm)$	$\sum Q_e(mm)$	$\Delta \sum e(mm)$	SSQ	SDQa	SDQe	R(%)	E(%)	حوزه معرف
289.27	250.62	-13.36	7149	17.79	11.01	44.7	20	کرد

جدول ۶: نتایج حاصل از اعتبارسنجی مدل در حوضه های معرف

$\sum Q_a(mm)$	$\sum Q_e(mm)$	$\Delta \sum m(mm)$	SSQ	SDQa	SD Qe	R(%)	E(%)	حوزه معرف
289	194.01	32.93	6833	17.07	8.17	71.4	51	کرد

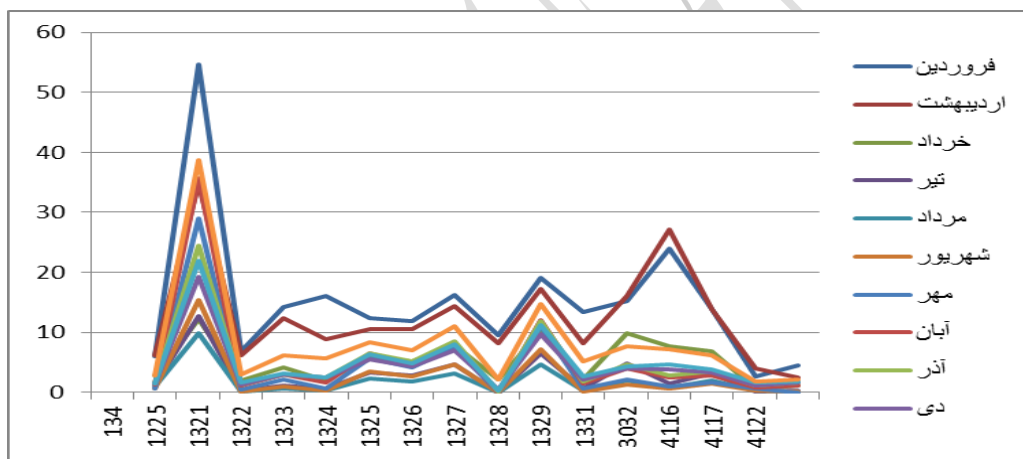
رواناب ماهانه و سطح پوشش حوزه های استان زنجان

مقادیر رواناب ماهانه و سطح پوشش حوزه های استان زنجان طبق جدول ۷ می باشد. شکل شماره ۱۲ مقادیر رواناب سطحی را به تفکیک ماه های مختلف سال برای حوزه های ۱۶ گانه رتبه ۴ نشان می دهد که حداقل متوسط جریان سطحی ۱.۸۳ و حداکثر ۱۲.۶۰ متر مکعب می باشد که بترتیب در ماه های مرداد و فروردین رخ می دهد. بیشترین میزان دبی متوسط مربوط به زیر حوزه شماره ۱۲۲۵ با دبی ۵۴.۵۹ متر مکعب می باشد.

جدول ۷: رواناب ماهانه و سطح پوشش حوزه های استان زنجان (متر مکعب بر ثانیه و کیلومتر مربع)

کد حوزه رتبه ۴	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مساحت (کیلومتر مربع)
134	6.08	6.26	2.90	1.37	0.92	0.63	0.70	1.32	1.55	1.49	1.50	2.83	464.97
1225	54.59	34.92	12.29	12.67	9.95	15.42	29.02	35.71	24.46	19.25	22.03	38.64	10.89

2812.14	3.08	1.60	1.38	1.34	1.13	0.51	0.14	0.10	0.34	1.99	6.13	6.83	1321
10.11	6.25	3.19	2.96	3.07	2.99	2.08	1.02	0.64	1.09	4.14	12.42	14.17	1322
4529.55	5.73	2.52	2.56	2.44	1.60	0.73	0.26	0.27	0.68	2.00	8.92	16.13	1323
2227.27	8.41	6.40	5.54	6.55	6.45	5.74	3.57	2.33	3.37	5.78	10.59	12.38	1324
4701.12	7.09	4.89	4.33	5.18	4.91	4.12	2.60	1.88	2.80	5.20	10.58	11.94	1325
1446.68	10.98	8.03	7.03	8.52	8.41	7.46	4.75	3.21	4.62	7.79	14.48	16.20	1326
1779.65	2.13	0.27	0.44	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.10	8.12	9.51	1327
197.42	14.66	11.22	9.75	11.96	12.12	11.13	7.15	4.65	6.53	10.25	17.26	19.16	1328
79.88	5.26	2.75	2.24	1.91	1.52	0.62	0.23	0.27	0.66	2.24	8.21	13.38	1329
87.74	7.75	4.29	4.04	4.72	3.99	2.15	1.37	1.96	4.81	9.87	16.16	15.24	1331
22.53	7.15	4.71	3.88	2.77	2.52	1.06	0.66	0.78	1.56	7.62	27.08	23.96	3032
2021.37	6.16	3.85	3.31	3.49	2.83	1.67	1.56	2.04	3.09	6.87	13.87	13.97	4116
1390.24	1.81	1.59	1.21	1.19	0.87	0.65	0.33	0.25	0.18	0.68	4.08	2.71	4117
1.53	2.09	1.87	1.71	1.63	1.23	0.05	0.09	0.18	0.26	1.11	2.56	4.56	4122



شکل ۱۲: رواناب سطحی زیر حوضه های ۱۶ گانه استان زنجان

پارامترهای فیزیکی مدل، تبدیل اطلاعات نقطه ای بارندگی به اطلاعات منطقه‌ای با استفاده از روش‌های مختلف و معمول، تحلیل اطلاعات تبخیر و محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و جمع داده ها در یک بانک داده به منظور استفاده در پروژه های مدیریت منابع آب و برنامه ریزی در نقاط مستعد استحصال آب باران جمع آوری شد.

نتیجه گیری

شبیه‌سازی در حوزه‌های آبخیز درجه چهار کشور در منطقه اقلیمی مرطوب- نیمه‌مرطوب با استفاده از اطلاعات زمین شناسی، فیزیوگرافی، بارندگی، تبخیر و دی در این پروژه پژوهشی انجام و تحلیل شد. نتایج حاصل نشان می دهد که دو مدل SFBM و AWBM در برآورد رواناب سطحی از کارآیی خوبی برخوردار است. استخراج پارامترهای فیزیکی مدل، تبدیل اطلاعات نقطه ای بارندگی به اطلاعات منطقه‌ای با استفاده از روش‌های مختلف و معمول، تحلیل اطلاعات تبخیر و محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و جمع داده ها در یک بانک داده به منظور شبیه‌سازی هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز درجه چهار و برآورد ظرفیت جریان‌های سطحی در این منطقه از اهداف اصلی بوده است. بنابر این شناخت ظرفیت های آبی منطقه زنجان خصوصا جریان سطحی منطقه می تواند در برنامه ریزی مدیریت منابع آب و استحصال رواناب های

سطحی نقش مهمی را ایفا نماید. در این تحقیق میزان رواناب سطحی کلیه زیر حوضه های رتبه ۴ استان به صورت ماهانه تهیه و در جدول شماره ۷ نشان داده شده است. نتایج پژوهش های انجام شده تاکنون، جریان پایه را به عنوان منبعی برای تغذیه آب های زیرزمینی قلمداد کرده و از روان آب و سازند زمین شناسی برای تعیین میزان سیل خیزی استفاده کرده است. در پژوهش حاضر با توجه به سازندهای زمین شناسی، عامل زمین شناسی با دادن ارزش به این عوامل به دست آمد که نشان دهنده میزان نفوذپذیری سنگ ها است. سپس، ارتباط این عوامل با جریان پایه به دست آمده است.

Recognition of Water Capacity in Zanjan Province for Management of Rain Water Harvesting

Majid Hosseini¹, Foroud Sharifi, Dadvar Lotfolazade, Bahram Mohammadi Golrang

1) mjhossaini@gmail.com

Abstract:

Recognition of water capacity in Zanjan province and water demand is the main components for water resources management, watersheds and other phenomena such as drought. In case of surface runoff managing and drought risk in country, lack of a system that supports decision-makers in a correct and timely decision, it is obvious. To create such a system, it is necessary to recognize the capacity of the data underlying the countries surveyed and evaluated. In this paper hydrological simulations with the aim of creating a database containing the physical parameters of the field, is to achieve a precipitation and evapotranspiration. Both AWBM and SFBM model confirmed with good efficiency in semi-wet wet area Zanjan. The results of model simulations by AWBM in monthly period show suitable surface runoff in the region. The minimum and maximum average of surface runoff is 1.83 and 12.60 cubic meters that take place on August and April respectively. Highest discharge depends on watershed No. 1225 with 54.59 cubic meters. This reach surface runoff encourages water resources managers for rain water harvesting that take place in form of rain in region.

Keywords: Rain Water Harvesting, Zanjan Province, Surface Runoff, Hydrologic Modeling

منابع

۱. افشار، ع. ۱۳۶۴. هیدرولوژی مهندسی، چاپ مرکز نشر دانشگاهی، ۴۵۹ صفحه.
۲. تلوری، ع. ۱۳۷۵. مدل های هیدرولوژی به زبان ساده، چاپ موسسه پژوهش های جنگل ها و مراتع، ۱۱۸ صفحه.
۳. نادر صفت، م. ح و ف. سعیدیان. ۱۳۸۹. مطالعه روند سیل خیزی در حوزه های آبخیز از طریق بررسی تراوایی و پتانسیل ایجاد رواناب در سازندهای زمین شناسی، مطالعه موردی در حوزه آبخیز کارده- استان خراسان رضوی. فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا. ص ۱۶۳ تا ۱۹۸.
4. Anderson, M.P., Woessner, W.W, 1992. Applied ground water modeling, simulation of flow and advection transport. Academic Press, San diego, 381 pp.
5. Boughton, W. C. (1993), A Hydrograph-Based Model for Estimating the Water Yield of Ungauged Catchments, Inst. Eng. Australia, Nat. Conf. Publ. 93/14, pp. 317-324.
6. Boughton, W.C. 1988. Partitioning streamflow by computer. The Institution of Engineers. Civil Engineering Transactions. Australia. 285-290.
7. Dolezal, F. and T. Kvitek. 2004. The role of recharge zones, discharge zones, springs and tile drainage systems in peneplains of central European highlands with regard to water quality generation processes. Phys. and Chem.Earth, 29: 775-785.
8. Hartman. H.C., R. Bales and S. Sorooshian. 1999. Weather, climate and hydrologic forecasting for the southwest U. S., The Climate Assessment Project for the Southwest (CLIMAS), Working Paper Series: WP2-99, Tucson, Arizona, USA, 172pp.

9. Holtschlag, D.J. and J.R. Nicholas. 1998. Indirect ground-water discharge to the Great Lakes. U.S. Geological Survey Open-File Report 98-579.
10. Holz, A., B. Connelly, D. Braatz, T. Hogue and D. Boyle. 2000. Comparing Various Methods for the Regionalization of Model Parameters in the Sacramento Soil Moisture Accounting Model and Snow Accumulation and Ablation Model, North Central River Forecast Center, National Weather Service, Chanhassen, Minnesota, USA, 6pp.
11. Hoos, A.B. 1990. Recharge rates and aquifer hydraulic characteristics for selected drainage basins in middle and east Tennessee. U.S. Geological Survey, Water-Resources Investigations Report 90-4015.
12. Hosseini, M. 2011. Effect of Land use Changes on Water Balance and Suspended Sediment Yield of Taleghan Catchment, Iran. PhD Thesis, UPM, Serdang, Malaysia.
13. Lang, J.A., P. Schick and C. Leibundgut. 1999. A Noncalibrated rainfall-runoff model for large, arid catchments. *Water Resource Research*, 35(7):2126-2177.
14. Leon, L.F., W.G. Booty, G.S. Bowen and D.C.L. Lam. 2000. Calibration of the AGNPS Model for Duffins Greek Watershed in Southern, Canada, 18pp.
15. Linsley, R.K., M.A. Kohler and J.L.H. Paulhus. 1949. *Applied hydrology*, McGraw-Hill, New York.
16. Mau, D.P. and T.C. Winter. 1997. Estimating groundwater recharge from stream flow hydrographs for a small mountain watershed in a temperate humid climate, *Groundwater*, 35(2):291-304.
17. Meyer, S.C. 2005. Analysis of base flow trends in urban streams, northeastern Illinois, USA. *Hydrogeology Journal*, 13: 871-885.
18. Morland, L.C., D.I.F. Grimes, G. Dugdale and T.J. Hewison. 2000. The estimation of land emissivities at 24GHz to 157 GHz using remotely sensed aircraft data. *Remote Sensing of Environment*, 73: 323-336.
19. Risser, D.W., R.W. Conger, J.E. Ulrich and M.P. Asmussen. 2005. Estimates of Ground-Water Recharge Based on Stream flow- Hydrograph Methods: Pennsylvania, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, Open-File Report 2005-1333.
20. Rutledge, A.T. and C.C. Daniel. 1994. Testing an automated method to estimate groundwater recharge from stream flow records. *Groundwater*, 32(2): 180-189.
21. Saxton, K.E. and A.T. Lents. 1967. Antecedent retention index predict soil moisture. *Proc. Am. Soc. Civil Eng.*, 93: 223-241.
22. Sharifi, F. 1997. Evaluation of three continuous rainfall-runoff models, a new approach. *Proceedings of the 8th International Conference on Rainwater Catchments Systems*, 416-432.
23. Smakhtin, V.U. 2001. Estimating continuous monthly baseflow time series and their possible applications in the context of the ecological reserve. *Water SA.*, 27(2): 213-217.