

با توجه به اطلاعاتی که در مورد تبدیل بارش به رواناب ارائه می‌دهد، توجه مسئولین، سیاست‌گذاران و دست‌اندرکاران در راستای مدیریت منابع آب، توسعه پایدار و در نهایت توجه به بهبود زندگی ساکنین حوزه آبخیز را می‌طلبد.

واژه‌های کلیدی: بارش - رواناب، تغییرات زمانی شماره منحنی، حوزه آبخیز بار - اریه

تغییرات ماهانه، فصلی و سالانه شماره منحنی و رواناب در حوزه آبخیز بار - اریه نیشابور

محبوبه معتمدنیا^۱ و سید مسعود سلیمان‌پور^۲
تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۲۵

چکیده

برآورد رواناب حاصل از بارش‌های جوی و درک کمی فرآیندهای مختلف تولید آن به‌عنوان یکی از مباحث مهم و بنیادی در دانش هیدرولوژی به‌شمار می‌رود. از آن‌جا که عوامل متعددی روی رواناب در حوزه آبخیز آن تأثیرگذار گذاشته، تخمین آن مساله پیچیده‌ای است. لذا برآورد آن اساس بسیاری از پژوهش‌ها، مطالعات و طرح‌های مختلف توسعه، بهره‌برداری از منابع آب و سازه‌های آبی را تشکیل می‌دهد. با توجه به موارد ذکر شده از داده‌های بارش و دبی حوزه آبخیز بار - اریه نیشابور واقع در استان خراسان رضوی به‌منظور بررسی تغییرات زمانی از روش شماره منحنی استخراج شده از سرویس حفاظت خاک آمریکا استفاده شد. بدین‌منظور از داده‌های بارش و دبی ایستگاه بار - اریه در یک بازه زمانی ۵۶ سال و در مقیاس روزانه رواناب و مقدار شماره منحنی در سه حالت رطوبت پیشین در حالت کم، متوسط و زیاد خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار متوسط شماره منحنی برای ماه‌های فروردین و بهمن برابر با ۹۳ و ۷۶ درصد به‌دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان متوسط رواناب مربوط به ماه فروردین و شهریور با مقدار عددی ۱۲/۴۵ و ۰/۱۲ میلی‌متر در دوره آماری مورد بررسی محاسبه شد. علاوه بر این که حداکثر، حداقل و میانگین مقدار شماره منحنی در تابستان و پاییز برابر با ۹۳، ۹۱ و ۹۲ و ۸۵، ۸۱ و ۸۳ درصد و در بهار و زمستان برابر با ۸۱ و ۷۹ و ۷۸، ۷۶ و ۷۷ درصد در حوضه مورد بررسی به‌دست آمد. با توجه به تغییرات زمانی و مکانی شماره منحنی و اهمیت این شاخص

مقدمه

رواناب یکی از مؤلفه‌های اصلی بارش در حوزه‌های آبخیز می‌باشد که تابع عوامل گوناگونی از قبیل فیزیکی و هیدرولوژیکی حوزه بوده و با تغییر شدت و مقدار بارش، تغییر می‌کند. علاوه بر این با سپری شدن مدت زمانی از شروع بارندگی آغاز شده و میزان تولید و تشکیل رواناب و ضریب رواناب، در هر رخداد بارندگی به ویژگی‌های بارندگی، ویژگی‌های خاک و هم‌چنین پوشش سطح خاک بستگی دارد [۳، ۱۷ و ۲۲] اهمیت رواناب به حدی است که در برنامه‌ریزی‌های منابع آبی و مدیریت حوزه‌های آبخیز اهمیت داشته و به‌طوری‌که به همراه فرسایش خاک دو مشکل عمده در مدیریت و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی و حوزه‌های آبخیز محسوب می‌شوند [۲، ۳ و ۲۳]. برآورد دبی اوج و رواناب در مناطق دارای آمار محدود یا فاقد آمار مانند اکثر حوزه‌های ایران یکی از مهم‌ترین مسائل در تصمیم‌گیری‌های منابع آبی است. علی‌رغم اهمیت بالای موضوع به دلیل عدم وجود آمار و یا داده‌ها با طول دوره آماری مناسب استفاده از فرمول‌های تجربی در چنین مواردی می‌تواند مناسب و کارگشا باشد [۱۱ و ۱۶]. برآورد رواناب در حوزه آبخیز با توجه به عوامل متعددی که روی آن تأثیرگذار بوده مساله پیچیده‌ای است و لذا برآورد آن اساس بسیاری از پژوهش‌ها، مطالعات و طرح‌های مختلف توسعه، بهره‌برداری از منابع آب و سازه‌های آبی را تشکیل می‌دهد [۲۳]. در این میان از بین روش‌های مختلف برآورد رواناب روش شماره منحنی ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا^۳ روش شناخته شده‌ای است. برای تعیین شماره منحنی رواناب عواملی از قبیل ویژگی‌های خاک، کاربری اراضی، پوشش گیاهی در نظر گرفته می‌شود [۱۴]. لوییز و همکاران [۱۰] میزان رواناب یک حوضه جنگلی را در ایالت کالیفرنیا از طریق سه روش متفاوت برای تخمین شماره منحنی در یک دوره ۱۷ ساله تعیین و نتایج را با یک

۱- نویسنده‌ی مسئول و کارشناس آبخیزداری اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان بهاباد، یزد، ایران. پست الکترونیک:

Email: mmotamednia@yahoo.com

۲- استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

3. Natural Soil Conservation Service (SCS-CN)

دیگر مقایسه نمودند. نتایج نشان داد برای تعیین شماره منحنی روش احتمالات اغلب رواناب را بیش از حد پیش‌بینی می‌کند و بنابراین نسبت به روش حفاظت خاک آمریکا از دقت کم‌تری برخوردار است. علاوه بر این در حوضه مذکور احتمالاً جریان‌های منفرد و جانبی در تولید رواناب مؤثر بوده که با هیچ یک از تکنیک‌های شماره منحنی به حساب نمی‌آیند. می‌لی‌سی و همکاران [۱۲] برای تعیین عمق رواناب در زیرحوضه کیسیمی^۱ در آمریکا از روش حفاظت خاک آمریکا استفاده کردند. نتایج نامبردگان نشان داد که تغییر کاربری اراضی در طی دوره زمانی ۲۰ ساله، سبب تغییر در توزیع مکانی شماره منحنی و حجم رواناب شده است. اینستیکلی و همکاران [۸] برای تعیین اعداد شماره منحنی در حوزه آبخیز کوچک گوونس^۲ با مساحت ۱۶/۲ کیلومترمربع در کشور ترکیه از تکنیک سنجش از دور^۳، سامانه اطلاعات جغرافیایی^۴ و همچنین برای تعیین تراکم پوشش گیاهی از شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی^۵ و در دوره آماری ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ انجام دادند. سپس اثرات تغییرات شماره منحنی‌ها را روی دبی حداکثر سیلاب بر حوزه آبخیز مشخص نمودند. نتایج نشان‌دهنده اهمیت بالای کاربری اراضی و تراکم پوشش گیاهی جهت تخمین صحیح شماره منحنی در حوزه آبخیز مذکور بود. شی و همکاران [۳۵] در پژوهشی میزان نگهداشت اولیه به روش حفاظت خاک آمریکا در سه منطقه در کشور چین با استفاده از ۲۹ رویداد بارش-رواناب را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نامبردگان نشان داد که رابطه بین رواناب مشاهده‌ای با مقدار تخمینی با توجه به مقدار اولیه نگهداشت اولیه برابر با ۰/۲۰، دارای ضریب همبستگی برابر با ۰/۷۷ و با ضریب نکه داشت اصلاح شده برابر با ۰/۸۰ می‌باشد. این نتایج نشان‌دهنده اهمیت اصلاح ضریب مذکور با توجه به شرایط موجود در هر حوزه آبخیز می‌باشد. زایو و همکاران [۴۲] با استفاده از روش حفاظت خاک آمریکا برای حوضه لوئیس پلاتیو^۶ در کشور چین میزان رواناب را با اصلاح مقدار تلفات اولیه به حداکثر پتانسیل نگهداشت به دست آوردند و بیان کردند که با اصلاح این نسبت عملکرد مدل برای منطقه مورد مطالعه به‌خصوص بارش بیش از ۵۰ میلی‌متر بهبود یافته است. سولیس و والیانناز [۳۷] مقدار شماره منحنی را در دو سامانه غیرهمگن در منطقه‌ای در ایالات متحده آمریکا براساس داده‌های بارش و رواناب محاسبه کرده و اذعان نمودند که ضمن تغییرپذیری زمانی شماره منحنی در دو سامانه از دقت خوبی برخوردار بود. باناسیلک و همکاران [۱] برای تعیین مقدار شماره منحنی و بررسی کارایی روش مذکور از روش حفاظت خاک آمریکا در مناطق فاقد آمار استفاده کردند. ایشان از داده‌های ثبت شده بارش و رواناب در حوضه شهری در جنوب غربی ورشو در کشور لهستان استفاده نمودند.

1. Kissimme
2. Guvenc
3. Remot Sensing (RS)
4. Geographic information system (GIS)
5. Normalized difference vegetation index (NDVI)
6. Loess Plateau

برای همین از تعداد ۳۹ رویداد بارش-رواناب در طول ۴ سال دوره آماری از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۲ استفاده نمودند. نتایج پژوهش مذکور حاکی از تغییرپذیری مقادیر شماره منحنی برای بارش‌های سنگین از ۶۷ تا ۷۴ درصد در صورت طبقه‌بندی رویداد بارش-رواناب بوده است. کوالیک و والگا [۹] برای بررسی امکان‌پذیری استفاده از توابع مجانب برای تخمین روش شماره منحنی، پژوهشی در چهار حوضه کشاورزی کوچک در کشور لهستان انجام دادند. نتایج ضمن تاکید بر وجود ارتباط قوی بین مقدار شماره منحنی با مقدار بارش، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار مقدار شماره منحنی محاسباتی توسط روش حفاظت خاک آمریکا با مقدار مشاهده‌ای در حوضه مذکور بوده است. سانیش کومار و همکاران [۲۵] در پژوهشی میزان رواناب در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ را با استفاده از روش حفاظت خاک آمریکا با استفاده از ابزار سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز پاپیردپاتی^۷ در قسمت جنوبی هند جنوبی^۸ برآورد کردند. بر اساس نتایج به دست آمده ایشان، کاربرد روش مذکور برای تخمین رواناب در حوزه آبخیز مورد مطالعه تأیید شده و توانسته به خوبی شماره منحنی را برآورد کند. شاموت و همکاران [۳۳] اقدام به پیش‌بینی شماره منحنی و رواناب در حوزه آبخیز زرقا^۹ در کشور اردن با استفاده از حفاظت خاک آمریکا و مدل HEC-1 پرداختند. مدل‌ها با توجه به توزیع کاربری اراضی، آبی، جنگل و باغ، چمن و بوته‌ها، محصولات کشاورزی، مناطق شهری، و اراضی لخت با مقدار عددی ۰/۳، ۹/۳، ۷۱، ۷، ۴ و ۸/۴ درصد تهیه شد. نتایج نشان می‌دهد که مقدار شماره منحنی برابر با ۵۹، ۷۸ و ۸۹ در شرایط خشک، نرمال و مرطوب است و در دوره پوشش گیاهی دوره برابر با ۵۲، ۷۲ و ۸۶ به‌ترتیب برای شرایط خشک، نرمال و مرطوب در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۱ است. نتایج حاکی از عملکرد بالای روش حفاظت خاک آمریکا در برآورد شماره منحنی در حوزه آبخیز مذکور داشته است. شریفی و همکاران [۳۴] به ارزیابی ضریب رواناب ناشی از بارش در حوزه آبخیز کسپلیان و محاسبه آن با استفاده از روش حفاظت خاک آمریکا پرداختند. نتایج نشان داد که تغییرات شماره منحنی با استفاده از روش مذکور بسیار حساس است. هم‌چنین با مقایسه‌ی روش منطقی و شماره منحنی دریافتند که روش شماره منحنی در مقایسه با روش منطقی دارای نتایج بهتری بود. قهرودی‌تالی [۴] اقدام به بررسی رواناب در حوزه آبخیز سد امیرکبیر با استفاده از ابزار سامانه‌های اطلاعاتی جغرافیایی روش حفاظت خاک آمریکا، در دوره‌ی زمانی ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۳ و بر اساس روش درون‌یابی معکوس فاصله^{۱۰} برای بارندگی نمود. نتایج نشان داد که استفاده از مدل وزنی در محاسبه‌ی شماره منحنی سبب در نظرگرفتن تمامی عوامل مؤثر در تولید رواناب حوزه آبخیز مذکور شده است و در نتیجه تخمین درست‌تری از رواناب ناشی از بارندگی به دست می‌آید. رضوی و

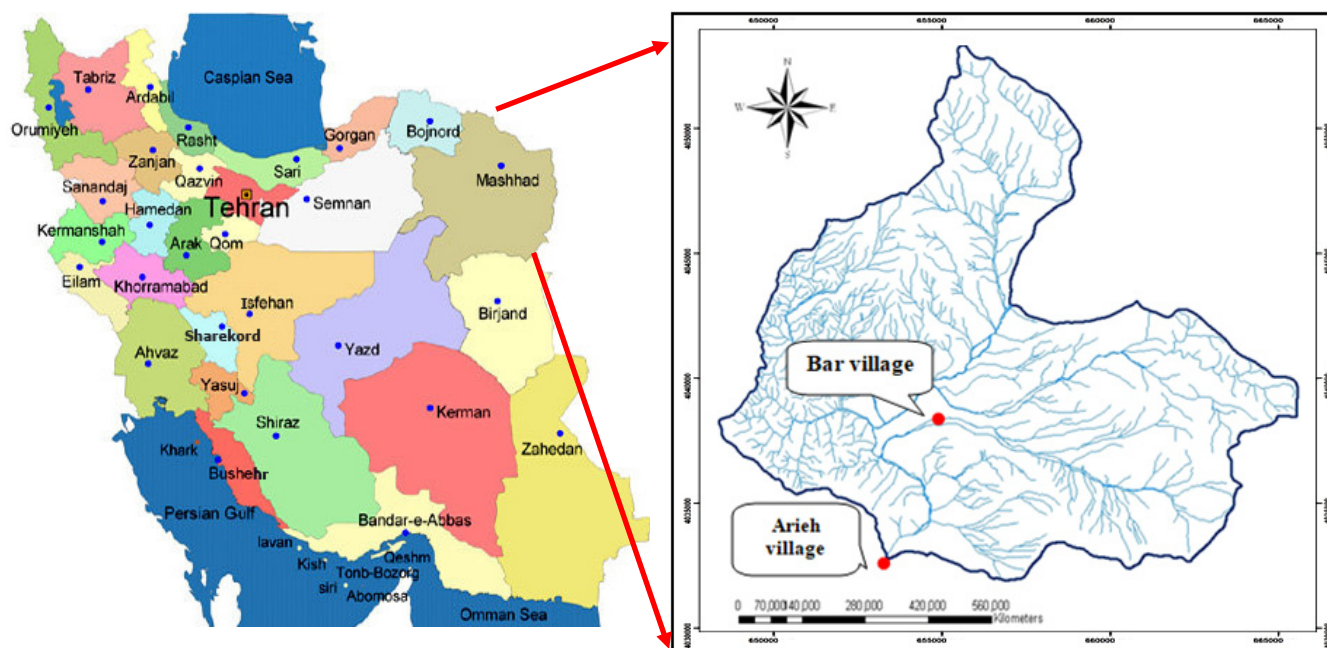
7. Pappireddipatti
8. Dharmapuri
9. Zarqa
10. Inverse Distance Weight (IDW)

که وضعیت هیدرولوژیکی اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در سطح حوضه مهم‌ترین پارامتر تعیین کننده شماره منحنی به شمار رفته و بیش‌ترین پتانسیل تولید رواناب در قسمت پایین‌دست حوضه است که با کاربری اراضی شهری مشخص شده است. با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت بررسی شماره منحنی در برآورد رواناب به وسیله‌ی روش حفاظت خاک آمریکا، اقدام به بررسی آن در حوزه آبخیز بار-اریه نیشابور شد. حوضه مذکور از جمله حوزه‌های مهم در استان خراسان به دلیل وجود سد اریه بوده و هم‌چنین به دلیل ویژگی‌های فیزیکی در رابطه با سیلاب‌های تولیدی با معضلات خاصی مواجه است. لذا برآورد رواناب از اهمیت بالایی در این حوزه برخوردار می‌باشد [۱۶ و ۳۹] و هم‌چنین به واسطه موجودیت داده‌ها در مقیاس روزانه با دوره زمانی طولانی مدت می‌تواند از نقطه قوت این پژوهش به شمار می‌رود.

مواد و روش‌ها منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه حوزه‌ی آبخیز بار- اریه نیشابور دارای مساحت ۱۱۱ کیلومتر مربع بوده که در جنوب غربی سلسله جبال بینالود قرار گرفته است (شکل ۱). از شمال به حوزه آبخیز بازه سرحصار و منطقه هفت چاه، از جنوب به حوزه‌ی آبخیز طاغان، از شرق به حوزه‌ی آبخیز فریزی و از غرب به حوزه‌ی آبخیز بقیع محدود می‌شود [۱۶]. این منطقه در ۸۲ کیلومتری شمال غربی مشهد واقع است. حوزه آبخیز مذکور در حد واسطه ۲۷°۳۸' تا ۳۶°۳۲' عرض شمالی و ۴۶°۴۰' تا ۵۸°۴۹' طول شرقی قرار دارد. متوسط ارتفاع حوزه آبخیز ۲۲۲۶ متر، حداکثر ارتفاع حدود

همکاران [۲۱] به منظور بررسی فرضیه افزایش دقت روش حفاظت خاک آمریکا در تخمین ارتفاع رواناب از طریق جای‌گذاری بارش در زمان تمرکز به جای مقدار کل بارش و بارش ۲۴ ساعته در رابطه اصلی، رگبارهای واجد اطلاعات همزمان بارش-رواناب در دو حوزه‌ی آبخیز کسلیان و خانمیرزا انتخاب و مقدار رواناب ناشی از هر رگبار پس از تعیین خصوصیات مختلف آن‌ها و نقشه شماره منحنی حوزه‌ها برآورد و با مقادیر مشاهداتی مقایسه نمودند. نتایج حاصل از کاربرد مدل بدون واسنجی نشان دهنده تطابق ضعیف رواناب‌های مشاهداتی و تخمینی در هر دو حوزه آبخیز بوده است. نتایج نشان دهنده افزایش ضریب همبستگی بین رواناب آب تخمینی با لحاظ بارش در زمان تمرکز و رواناب مشاهداتی در حوزه‌های آبخیز مذکور داشت. حجازی و مزبانی [۶] مقادیر ارتفاع و دبی حداکثر رواناب را با استفاده از روش حفاظت خاک آمریکا در حوزه آبخیز سراب دره شهر برآورد کردند. نتایج نشان داد که از بین پارامترهای مورد استفاده در زیرحوضه‌ها، دو پارامتر فیزیوگرافی مساحت و تراکم زهکشی تأثیر بیش‌تری در پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز مذکور داشته است. مصطفی‌زاده و همکاران [۱۸] اقدام به تعیین شماره منحنی ۴۳ رویداد بارش-رواناب و تغییرات آن در فصول مختلف و بارش در حوزه آبخیز جعفرآباد در استان گلستان نمودند. نتایج نشان داد که میانگین مقادیر شماره منحنی در فصل‌های تابستان و زمستان حدود ۶۰ درصد و برای فصل‌های بهار و پاییز به ترتیب ۵۰ و ۵۶ درصد می‌باشد. حسین‌زاده و همکاران [۷] به بررسی و تعیین شماره منحنی، برآورد ضریب رواناب و حداکثر دبی اوج سیلاب با روش حفاظت خاک آمریکا و پهنه‌بندی پتانسیل تولید رواناب در حوزه آبخیز حصارک پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد



شکل ۱: موقعیت حوزه آبخیز بار- اریه نیشابور در کشور

۲۸۶۱ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوزه‌ی آبخیز و در محل ایستگاه آب‌سنجی ۱۵۸۰ متر می‌باشد. روستای بار با شکل بسیار کشیده و بزرگ، در نزدیکی خروجی حوزه‌ی آبخیز واقع شده است [۱۶ و ۳۹].

روش تحقیق

بسیاری از محققان از جمله رضوی و همکاران [۲۱]، زایو و همکاران [۴۲]، واعظی و همکاران [۴۱]، باناسیلک و همکاران [۱]، کوالیک و ولگا [۹]، حجازی و همکاران [۶]، ساتیشکومار و همکاران [۲۵]، شاموت و همکاران [۳۳] برای تخمین رواناب از روش شماره منحنی استفاده می‌کنند. از آن‌جا که شرایط یک منطقه با منطقه دیگر متفاوت بوده و عوامل بسیار متعددی روی آن تأثیرگذار است، لذا در پژوهش حاضر مقادیر شماره منحنی به صورت معکوس یعنی با استفاده از داده‌های مشاهداتی بارش-رواناب به دست آمده است. در روش حفاظت خاک آمریکا که بر اساس مشاهدات متعدد در حوزه‌های معرف و اقلیم‌های مختلف آمریکا بنا شده است، ارتفاع رواناب ناشی از باران از رابطه (۱) محاسبه می‌شود که قابل ذکر است این رابطه بارش‌های به صورت برف و همچنین آب پایه را در نظر نمی‌گیرد [۳۰ و ۳۱]. جهت محاسبه پارامتر ارتفاع حداکثر توان نگهداری مربوط به ریزش و نفوذ در خاک و ذخیره سطحی یا همان مقدار تلفات کل^۱ از طریق جایگذاری مقدار برابر با ۰/۲ در رابطه (۱) به دست می‌آید که در رابطه (۲) شکل نهایی آن ارائه شده است [۵، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷].

$$Q = \frac{(P - h)^2}{P - h + S} \quad (1)$$

$$S = 5 \left[(P + 2Q) - \sqrt{Q(4Q + 5P)} \right] \quad (2)$$

$$CN = \frac{25400}{S + 254} \quad (3)$$

با استفاده از مقدار پارامتر مذکور می‌توان یک عامل بدون بعد که همان شماره منحنی بر حسب میلی‌متر می‌باشد را محاسبه کرد (رابطه ۳). ذکر این نکته حائز اهمیت است که با توجه به این‌که این پارامتر براساس شماره منحنی محاسبه می‌شود و شماره منحنی خود نیز تابعی از گروه‌های هیدرولوژیک خاک، نوع کاربری اراضی، بارش پیشین و وضعیت هیدرولوژیک است، لذا موارد مذکور در مقدار اولیه نگه‌داشتن یا تلفات اولیه^۲ که شامل گیرش گیاهی، اشباع خاک و ذخیره چالابی می‌باشد، در گرفته می‌شود [۱۸ و ۲۰]. همچنین مقادیر شماره منحنی براساس جدول‌های استاندارد که در شرایط مختلف و برای انواع کاربری‌های اراضی ارائه شده است، محاسبه می‌شود. برای انجام این پژوهش احتیاج به داده‌های بارش و دبی است که از داده‌های ایستگاه آب‌سنجی بار-اریه واقع در خروجی حوضه از سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۸۵ (۵۶ سال) و در مقیاس روزانه با مراجعه به سازمان آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی و سازمان تحقیقات منابع آب ایران و

همچنین تحقیقات پیشین [۳۹] جمع‌آوری شده و بررسی اولیه روی کمیت و کیفیت داده‌ها صورت گرفت. برخی از خصوصیات آماری داده‌های مورد استفاده در حوزه بار-اریه در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به داده‌های موجود، حجم سیلاب و ارتفاع رواناب برای تمامی داده‌ها در دوره آماری مذکور به دست آمد [۱۳ تا ۱۵ و ۴۲]. پس از آن با توجه به رابطه (۲)، مقدار تلفات کل محاسبه و تعیین شماره منحنی در حالت‌های مختلف رطوبت پیشین خاک در سه وضعیت رطوبت کم، متوسط و زیاد خاک با استفاده از جدول مورد استفاده هیدرولوژی صورت گرفت [۲۶ تا ۳۱].

Q ارتفاع رواناب به میلی‌متر، P ارتفاع بارندگی به میلی‌متر، S ارتفاع حداکثر توان نگهداری مربوط به ریزش و نفوذ در خاک و ذخیره سطحی (تلفات کل) به میلی‌متر و CN بدون بعد است [۱۴، ۲۶ تا ۳۱].

نتایج

با توجه به آن‌چه که در روش کار ارائه شده است، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تغییرات زمانی شماره منحنی در حوزه آبخیز بار-اریه نیشابور به دلیل اهمیت بالای آن در تخمین رواناب می‌باشد. برای تخمین شماره منحنی و ارتفاع رواناب از ۵۶ سال داده روزانه باران و دبی استفاده شد. خصوصیات آماری داده‌های باران، دبی و رواناب محاسباتی در جدول ۱ آورده شده است. همچنین شکل‌های ۲ تا ۶ تغییرات زمانی شماره منحنی در مقیاس‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه، برای سه حالت متفاوت رطوبت‌های پیشین خاک در سال‌ها و ماه‌های مختلف نشان می‌دهد. در نهایت با توجه به موارد مطرح شده میزان متوسط شماره منحنی حوضه و متوسط ارتفاع رواناب در ماه‌های مختلف سال در دوره آماری ۱۳۳۰ تا ۱۳۸۵ در شکل ۵ ارائه شده است.

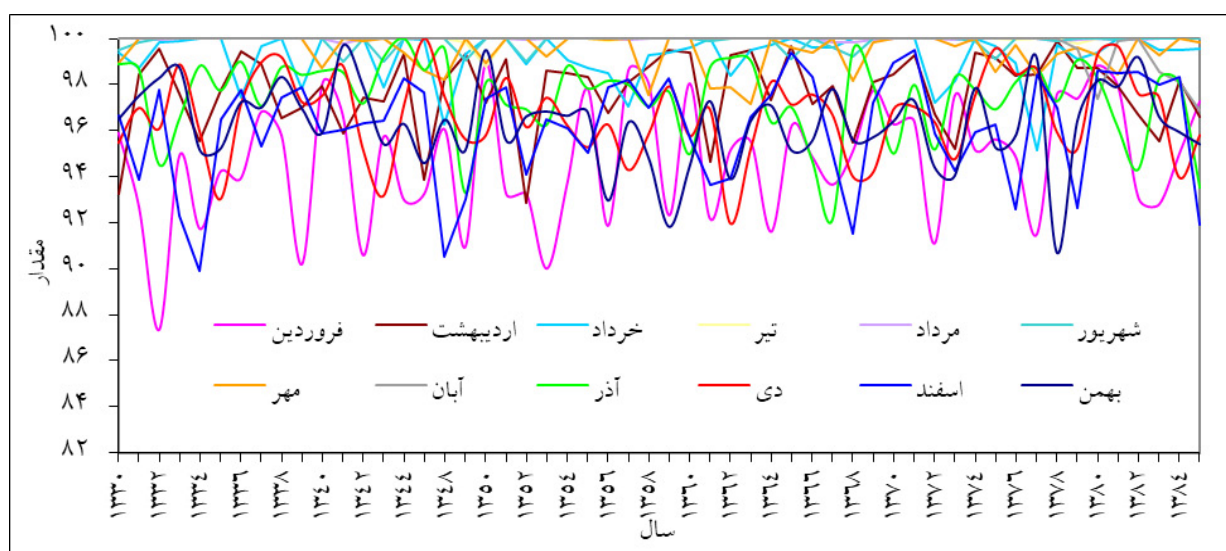
با توجه به جدول ۱ مشخص می‌شود که بیش‌ترین مقدار حداکثر بارندگی برابر با ۵۵ و ۵۳ میلی‌متر در دی، بهمن و اسفندماه و بعد از آن مربوط به ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد با مقدار ۵۰، ۴۶ و ۵۰ می‌باشد بیش‌ترین میزان حداکثر دبی مربوط به فروردین، اردیبهشت و خردادماه (فصل بهار) با مقدار عددی ۳۷ و ۲۷/۱۴ مترمکعب بر ثانیه و بیش‌ترین میانگین دبی هم در مربوط به فروردین، اردیبهشت و خرداد ماه با مقدار عددی ۱/۹۴، ۱/۸۶ و ۰/۹۳ متر مکعب بر ثانیه در دوره آماری ۱۳۳۰ تا ۱۳۵۵ در حوزه آبخیز مذکور به دست آمده است. علاوه بر این بیش‌ترین میزان رواناب متوسط در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خردادماه بوده که برابر با ۱/۵۱، ۱/۴۵ و ۰/۷۳ میلی‌متر بوده در حالی که حداکثر رواناب مربوط به همین ماه‌ها به جز خرداد و به جای آن اسفندماه با مقدار عددی ۲۸/۸۰، ۲۱/۳۵، ۲۰/۶۷ میلی‌متر بوده است. در مجموع نشان‌دهنده وجود حداکثر بارش به ترتیب در فصل زمستان، بهار، پاییز و تابستان در حوزه آبخیز بار-اریه نیشابور می‌باشد.

1. Potential Maximum Retention (S)

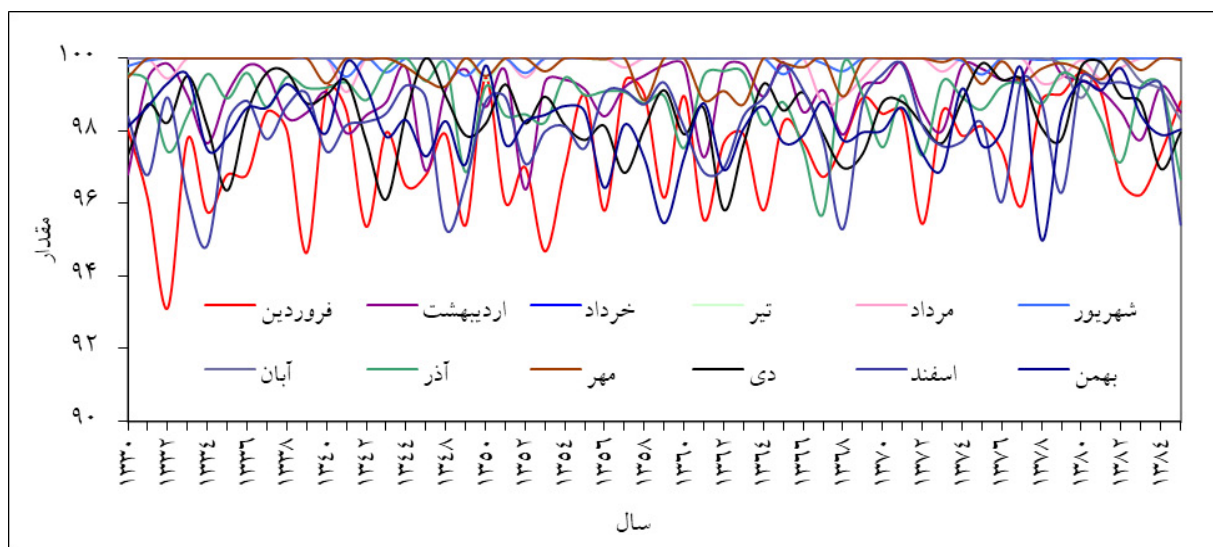
2. Initial abstraction (Ia)

جدول ۱: خصوصیات آماری داده‌های بارش، دبی و رواناب درحوزه آبخیز بار-اریه نیشابور در استان خراسان رضوی

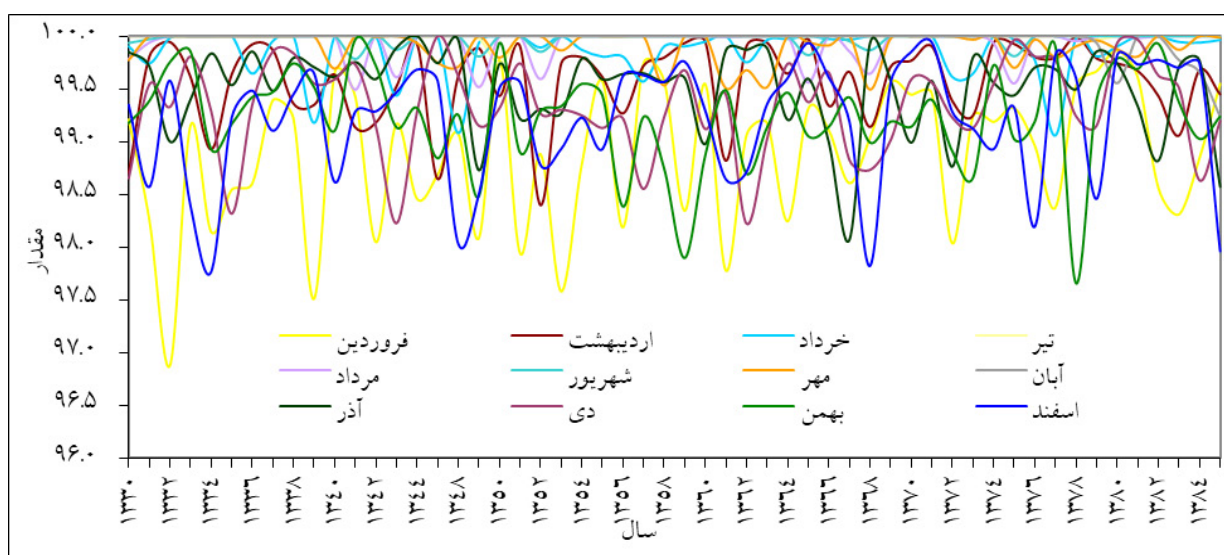
آماره	ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
حداقل	باران (میلی متر)	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳
	رواناب (میلی متر)	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲
حداکثر	باران (میلی متر)	۵۰/۰۰	۴۶/۶۰	۵۰/۰۰	۲۱/۰۰	۱۰/۰۰	۱۱/۰۰	۲۴/۰۰	۳۰/۵۰	۳۸/۰۰	۵۵/۰۰	۵۳/۰۰	۵۳/۰۰
	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	۳۷/۰۰	۲۷/۱۴	۱۶/۰۶	۴/۳۰	۲/۶۵	۲/۵۰	۲/۰۵	۶/۶۵	۵/۳۰	۴/۵۰	۶/۵۹	۲۶/۵۵
	رواناب (میلی متر)	۲۸/۸۰	۲۱/۳۵	۱۲/۵۰	۳/۳۵	۲/۰۶	۱/۹۵	۱/۶۰	۵/۱۸	۴/۱۳	۳/۵۰	۵/۴۱	۲۰/۶۷
میانگین	باران (میلی متر)	۲/۵۶	۱/۶۷	۰/۵۵	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۱۱	۱/۴۲	۱/۸۸	۲/۱۶	۲/۵۷
	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	۱/۹۴	۱/۸۶	۰/۹۳	۰/۳۵	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۴۳	۰/۹۰
	رواناب (میلی متر)	۱/۵۱	۱/۴۵	۰/۷۳	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۶۹
انحراف معیار	باران (میلی متر)	۵/۸۰	۴/۵۱	۲/۷۲	۰/۷۴	۰/۵۷	۰/۶۴	۱/۴۴	۱/۰۹	۳/۹۲	۴/۸۷	۵/۴۹	۵/۹۱
	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	۲/۳۴	۱/۹۳	۱/۰۴	۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۴۰	۰/۵۵	۱/۳۱
	رواناب (میلی متر)	۱/۸۲	۱/۵۰	۰/۸۱	۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۳۰۱	۰/۴۳	۱/۰۱
ضریب تغییرات (%)	باران (میلی متر)	۲۲۶/۱	۲۶۹/۸	۴۹۶/۶	۹۳۰/۸	۸۴۶/۰	۹۸۳/۴	۶۰۲/۲	۹۹۵/۳	۲۷۵/۸	۲۵۸/۷	۲۵۴/۴	۲۳۰/۵
	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	۱۲۰/۶	۱۰۳/۸	۱۱۱/۴	۱۰۸/۷	۱۳۸/۴	۱۵۴/۶	۱۲۸/۸	۱۲۴/۲	۱۰۳/۰	۱۱۶/۷	۱۲۷/۸۸	۱۴۷/۲
	رواناب (میلی متر)	۱۲۰/۶	۱۰۳/۸	۱۱۱/۴	۱۰۸/۷	۱۳۸/۴	۱۵۴/۶	۱۲۸/۸	۱۲۴/۲	۱۰۳/۰	۱۱۶/۷	۱۲۷/۸۸	۱۴۷/۲



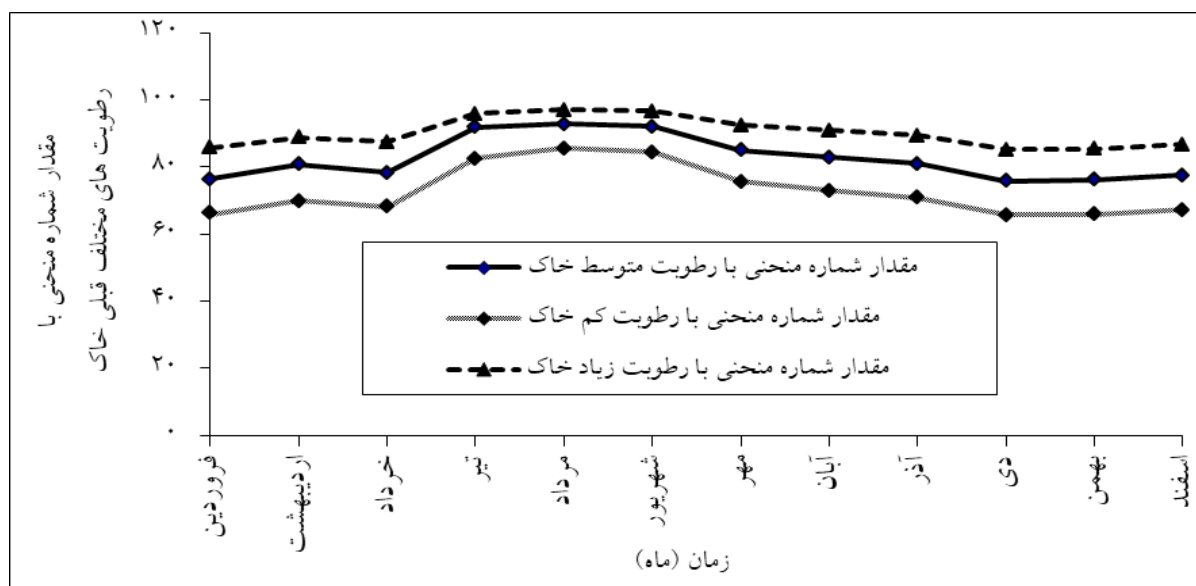
شکل ۲: تغییرات زمانی شماره منحنی برای رطوبت پیشین خاک (رطوبت کم)



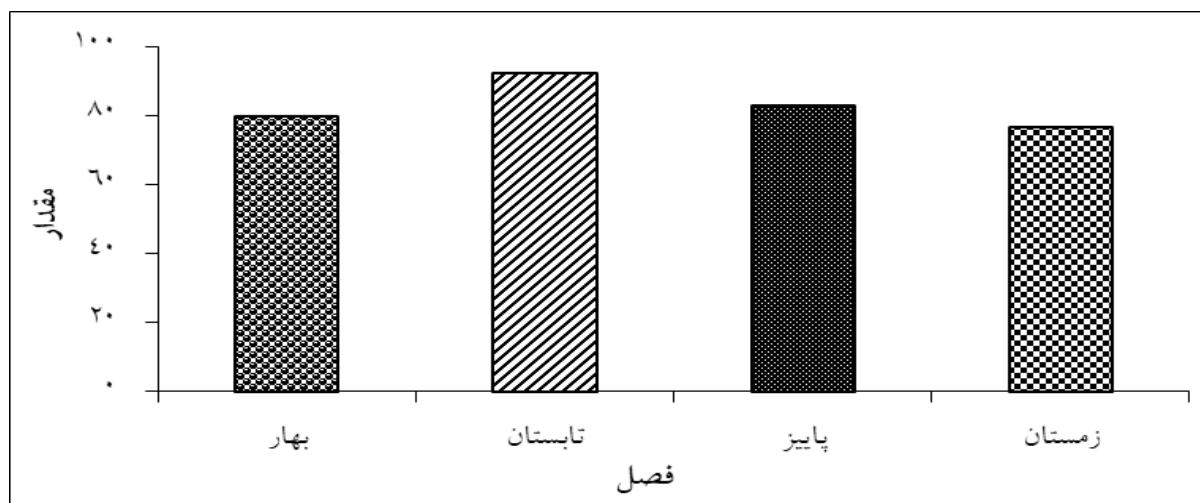
شکل ۳: تغییرات زمانی شماره منحنی برای رطوبت پیشین خاک (رطوبت متوسط)



شکل ۴: تغییرات زمانی شماره منحنی برای رطوبت پیشین خاک (رطوبت زیاد)



شکل ۵: تغییرات ماهانه شماره منحنی برای حوزه آبخیز بار-اربه نیشابور در حالت های مختلف رطوبت پیشین خاک



شکل ۶: تغییرات فصلی شماره منحنی برای رطوبت پیشین خاک (رطوبت متوسط)

بحث و نتیجه‌گیری

با نگاه دقیق به جدول (۱) گر چه فصل بهار و در هر سه ماه آن متوسط بارندگی کم‌تر از فصل زمستان و تمامی ماه‌های این فصل بوده اما روان آب بیش‌تری به دست آمده که می‌تواند دلالت بر نقش مؤثر نوع بارش و دمای متوسط منطقه در روابط بارش-رواناب داشته باشد که با اصول اولیه مطالعات هیدرولوژی و انجام شده توسط سینگ [۳۶]، سوبرامانیا [۳۸]، سین [۳۲] و توسلی و همکاران [۳۹] مطابقت دارد. هم‌چنین با نگاهی به جدول مذکور مشخص می‌شود که کم‌ترین میزان بارندگی برابر با صفر است در حالی که دبی آن صفر نمی‌باشد که می‌تواند ناشی از تخلیه آب پایه به خصوص در فروردین اشاره کرد که توسلی و همکاران [۳۹] در حوزه آبخیز بار و معتمدنیا و همکاران [۱۶] در حوزه آبخیز امامه نیز به آن اشاره کردند. با توجه به جدول (۱) رواناب در حوضه بار-اریه دارای تغییرات زیاد بوده به طوری‌که حداقل رواناب در مرداد و شهریور بوده و بیش‌ترین میزان رواناب هم مربوط به فروردین می‌باشد که می‌تواند ناشی از جریانات حاصل از ذوب برف باشد. با توجه به نتایج (شکل‌های ۵ و ۶) مشخص می‌شود که بیش‌ترین میزان شماره منحنی برآورد شده توسط روش SCS-CN مربوط به فصل تابستان و پاییز با مقدار عددی ۹۲/۳۷ و ۸۵/۰۲ و کم‌ترین آن مربوط به فصل زمستان و بهار برابر با ۷۹/۷۴ و ۷۶/۶۵ در حوزه آبخیز بار به دست آمده است. نتایج نشان داد که حداکثر، حداقل و میانگین مقدار شماره منحنی در تابستان و پاییز برابر با ۹۳، ۹۱، ۹۲ و ۸۵، ۸۱ و ۸۳ درصد و در بهار و تابستان برابر با ۸۱، ۷۹، ۷۸ و ۷۶، ۷۷ درصد در حوضه مورد بررسی به دست آمد. با توجه به شکل‌های ۲ تا ۴ بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار متوسط شماره منحنی برای فروردین و دی برابر با ۹۳ و ۷۶ به‌دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان متوسط رواناب مربوط به فروردین و شهریور با مقدار عددی ۱۲/۴۵ و ۰/۱۲ میلی‌متر در دوره آماری مورد بررسی محاسبه شد. علاوه بر این، فصل

تابستان دارای شماره منحنی بیش‌تری بوده که با نتایج مصطفی‌زاده و همکاران [۱۸] در حوزه آبخیز جعفرآباد استان گلستان همخوانی دارد. یکی از مسائلی که وجود دارد این بوده که در فصل تابستان میزان بارندگی و بالتبع آن رواناب حاصل از آن کم می‌باشد و میزان شماره منحنی کم می‌باشد. شماره منحنی نشان‌دهنده مقدار رواناب حاصل از بارندگی است به طوری‌که مقدار عددی برابر با ۱۰۰ نشان‌دهنده این بوده که تمامی بارندگی به رواناب تبدیل شده در حالی که مقدار بارندگی در این حوزه در این فصل بسیار کم می‌باشد. علت آن را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که با توجه به جداول ارائه شده در منابع و کتاب‌های هیدرولوژی [۱۴، ۲۶ تا ۳۱] به دلیل کثرت عدم بارندگی در ماه‌های این فصل و وجود عدد صفر در این فصل لذا در مورد روش مذکور مقدار S برابر با صفر شده و در این صورت میزان شماره منحنی برابر با ۱۰۰ می‌شود. این مساله تأیید کننده ضعف روش حفاظت خاک آمریکا و برآورد شماره منحنی با استفاده از جدول جدول مذکور بوده که معتمدنیا و همکاران [۱۵]، کوالیک و والگا [۹]، رضوی و همکاران [۲۱]، مصطفی‌زاده و همکاران [۱۸] به آن نیز اشاره کرده‌اند. مقدار زیاد بودن شماره منحنی در فصل پاییز هم به دلیل وجود بارندگی‌های فراوان با شدت‌های زیاد در این منطقه است که در تحقیقی که توسلی و همکاران [۳۹] در این حوزه داشته‌اند همخوانی دارد. کم بودن شماره منحنی در فصل بهار با نظرات تدلا و همکاران [۴۰] هم‌راستا می‌باشد. در نهایت تغییرات زمانی ماهانه و فصلی مقادیر شماره منحنی و در دوره‌های رویشی مختلف گیاه در تحقیقاتی از قبیل تدلا و همکاران [۴۰]، سولیس و والیاناز [۳۷]، مصطفی‌زاده و همکاران [۱۸] و حسین‌زاده و همکاران [۷] هم‌راستا بوده است. اما با تحقیقات ساتیسکومار و همکاران [۲۵]، شاموت و همکاران [۳۳]، شریفی و همکاران [۳۴] مبنی بر عملکرد بالای روش حفاظت خاک آمریکا هم‌خوانی ندارد.

9. Kowalik T., Walega A. 2015. Estimation of CN parameter for small agricultural watersheds using asymptotic functions. *Water*, 7:939-955.

10. Lewis D., Singer M. J. and Tate K.W. 2000. Applicability of SCS curve number method for a California Oak woodlands watershed. *Journal of Soil and Water Conservation*, 226-230.

11. Malekian, A., Mohseni Saravi, M., and Mahdavi M., 2005. Applicability of the USDA-NRCS Curve Number Method for Runoff Estimation, *Iranian Journal. Natural Resource*, 57(4): 620-633 (In Persian).

12. Melesse A. M., Graham W. D. and Jordan J. D. 2003. Spatially distributed watershed mapping and modelling: GIS-based storm runoff response and hydrograph analysis: part 2. *Journal of Spatial Hydrology*, 3 (2): 325-338.

13. Mishra S. K., Jain M. K., Pandey R. P. and Singh V. P. 2005. Catchment area-based evaluation of the AMC-dependent SCS-CN-based rainfall-runoff Models. *Journal of Hydrology*, 19(14): 2701-2718.

14. Mishra S. K., Jain M. K., Suresh Babu P., Venugopal K. and Kaliappan S. 2008. Comparison of AMC-dependent CN-conversion Formulae. *Water Resources Management*, 2008; 22: 1409-1420.

15. Moatamednia M., Nohegar A., Malekian A., Karimi Zarchi K. and Tavasoli A. 2015. Performance of Different Models for Curve Number Estimation (Case study: Bar Watershed in Khorasan Razavi Province, Iran) *Ecopersia*, 3(3): 1031-1049.

16. Moatamednia M., Nohegar A., Malekian Asadi H., Tavasoli A., Safari. M. and Karimi Zarchi K. 2015. Daily river flow forecasting in a semi-arid region using two data-driven, *Desert*, (20-1):11-21.

17. Moatamednia, M., Sadeghi, S. H. R., 2010. Development and Analysis of Discharge Rating Curve in Kojour Educational Forest Watershed in Different Time Scales, *Iran Watershed Management Science and Engineering*, 3(9): 17-26.

18. Mostafazadeh, R., Mirzaei, S. H. and Nadiri, P. 2018. Curve Number Determination using Rainfall and Runoff Data and its Variations with Rainfall Components in a Forested Watershed, *Journal Water and Soil Science (Science & Technology Agriculture and Natural Resource)*, 21(4): 15-28. (In Persian)

19. Motamednia, M., Nohegar, A., Malekian, A. and Saberi Anari, M. 2018. Effect of various structures and inputs on the estimation of daily discharge of Amameh watershed, *Journal of Range and Watershed Management*, 70(4): 1045-1066.

20. Raghunath H.M. 2006. *Hydrology: Principles, Analysis and Design*, New Age International, 335pp.

21. Razavi, S. L., Sadeghi, S. H. R. and Mahdavi, M. 2010. Increasing the precision of the estimation of the SCS model by replacing the total amount of precipitation with precipitation during the concentration of the Khanmirza basin and Kasaliyan basin, *Proceedings of the 6th National Conference on Watershed Management and 4th National Conference on Erosion and Sediment*, 8th and 9th May

تحقیق موجود با هدف بررسی تغییرات زمانی شماره منحنی با استفاده از روش سرویس حفاظت خاک آمریکا در حوزه آبخیز بار-اریه نیشابور به دلیل اهمیت بالای آن در تخمین رواناب و با استفاده از داده‌های بارش و دبی در یک دوره زمانی ۵۶ ساله و در مقیاس روزانه در رطوبت‌های پیشین در سه حالت کم، متوسط و زیاد خاک صورت گرفت. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار متوسط شماره منحنی برای فرودین و دی برابر با ۹۳ و ۷۶ به‌دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان متوسط رواناب مربوط به فروردین و شهریور با مقدار عددی ۱۲/۴۵ و ۰/۱۲ میلی‌متر در دوره آماری مورد بررسی محاسبه شد. علاوه بر این نتایج نشان داد که حداکثر، حداقل و میانگین مقدار شماره منحنی در تابستان و پاییز برابر با ۹۳، ۹۱، ۹۲ و ۸۵، ۸۱ و ۸۳ درصد و در بهار و تابستان برابر با ۷۹، ۸۱ و ۸۰ و ۷۶ و ۷۷ درصد در حوزه مورد بررسی به دست آمد. با توجه به نتایج مشخص شد که روش SCS-CN در حوزه مذکور از عملکرد پایینی برخوردار بوده است به طوری‌که ضرورت کالیبره کردن مقدار اولیه ذخیره سطحی و شماره منحنی در حوزه مذکور و در مقیاس رگبار از پیشنهادهای این تحقیق بوده و ضرورت آن تأکید می‌شود.

منابع

1. Banasik K. A., Krajewski A., Sikorska., and Hejduk L. 2014. Curve number estimation for a small urban catchment from recorded rainfall-runoff events. *Environmental Protection*, 40(3): 75-86.
2. Burylo M., Dutoit T., and Rey F. 2014. Species traits as practical tools for ecological restoration of Marley eroded lands. *Restoration Ecology*. 22(5): 633-640.
3. Castillo V. M., Gomez-Plaza A. and Martinez-Mena M. 2003. The role of antecedent soil water content in the runoff response of semiarid catchments, a simulation approach. *Journal of Hydrology*, 284(1): 114-130.
4. Ghohroudi Tali, M., 2006. Assessment of SCS-CN Model in Runoff Estimation Case Study: Amir-Kabir (Karaj) Dam Watershed, *Geography and Development Iranian Journal*, 4(7): 185-198.
5. Hawkins R.H. 1993. Asymptotic determination of runoff curve numbers from data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE*, 119(2):334-345.
6. Hejazi, A., Mezban, M., 2017. The Estimation of Runoff Volume and Maximum Discharge by Using Curve Number (CN) Method (Case Study in Darrehshahr Drainage Basin), *Hydrogeomorphology Journal*, 2(5): 63-81 (In Persian).
7. Hoseinzadeh, M. M., Nosrati, K. and Imeni S., 2019. Determining Curve Number and Estimating Runoff Yield in HESARAK Catchment, *researches in Geographical Sciences*, 18 (51):133-150 (In Persian).
8. Inci Tekeli Y., Akgüül S., Dengiz O. and Aküzüm T. 2006, Estimation of flood discharge for small watershed using SCS curves number and geographic Information System. *River Basin Flood Management Journal*, 2(1): 527-

34. Sharifi, M., Rafahi, H. G. H., and Moeze-ardalan, M. 1996. Evaluation of Run off Coefficient in Kissilian Basin, Iranian Journal of Agriculture Science, 27(3): 63-79.
35. Shi Z. H., Chen L. D., Fang N.F. Qin D. F. and Cai C. F. 2009. Research on the SCS-CN initial abstraction ratio using rainfall-runoff event analysis in the three Gorges area, China, Catena, 77: 1-7.
36. Singh V.P. 1992. Elementary Hydrology, Eastem Economy Edition, India.
37. Soulis K. X. and Valiantzas J. D. 2012. SCS-CN parameter determination using rainfall-runoff data in heterogeneous watershed-the two-CN system approach. Hydrology and Earth System Sciences, 16: 1001-1015.
38. Subramanya K. 2001. Engineering Hydrology, Tata McGraw-Hill.
39. Tavasoli, A., Sadeghi, S. H. R. and Moradi, H. R., 2010. Simulating Intra-Storm Variation of Runoff Coefficient using Precipitation Components for Neyshabour Bar Watershed, Iran, Iran – Watershed Management Science & Engineering, 4 (10): 21-33 (In Persian).
40. Tedela N. H., McCutcheon S. C., Campbell J. L., Swank W. T., Adams M. B. and Rasmussen T. C., 2012. Curve number for nine mountainous Eastern United States watersheds: seasonal variation and forest cutting. Journal of Hydrology Engineering, 17: 1199-1203.
41. Vaezi, A., Abbasi, M. 2012. Efficiency of the SCS-CN Method in Estimating Runoff in Taham Cahi Watershed, North West of Zanjan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 16(61): 209-219(In Persian).
42. Xiao B. Q. H., Wang J., Fan F. P., Han and Dai Q. H. 2011. Application of the SCS-CN model to runoff estimation in a small watershed with high spatial heterogeneity. Pedosphere, 21(6): 738-749.
43. Yaghoubzadeh M., Akbarpour, A., Barani, Gh. A. and Etebari, B. 2010. Evaluation of runoff curve number method by Remote Sensing and HEC-HMS model (Case study: Birjand Mansourabad watershed), Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 7(2): 73-89 (In Persian).
- 2010, Department of Watershed Management, Faculty of Resources Natural Sciences and Marine Science Tarbiat Modarres University, 8 p (In Persian).
22. Rubio J. L., Forteza J., Andreu V. and Cerni R. 1997. Soil Profile characteristics influencing runoff and soil erosion after Forest fire, a case study (Valencia, Spain). Soil Technology. 11(1): 67-78.
23. Sadeghi S. H. R., Gholami L., Sharifi Moghadam E., Khaledi Darvishan A., and Homae M. 2015. Scale effect on runoff and soil loss control using rice straw mulch under Laboratory Conditions. Solid Earth, 6(1): 1-8.
24. Sadeghi, S. H. R., Moatamednia, M., 2010. Development and Analysis of Discharge Rating Curve in Kojour Educational Forest Watershed in Different Time Scales, Iran-Watershed Management Science and Engineering, 3(9): 17-26 (In Persian).
25. Satheeshkumar S., Venkateswaran S. and Kannan R. 2017. Rainfall-runoff estimation using SCS-CN and GIS approach in the Pappiredipatti watershed of the Vaniyar sub basin, South India, Modeling Earth Systems and Environment, 3(24): 1- 8.
26. SCS. Hydrology. 1956. National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, DC.
27. SCS. Hydrology. 1964. National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington.
28. SCS. Hydrology. 1971. National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, DC.
29. SCS. Hydrology. 1972. National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, DC.
30. SCS. Hydrology. 1985. National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, DC.
31. SCS. Hydrology. 1993. National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, DC.
32. Sen Z. 2008. Instantaneous runoff coefficient variation and peak discharge estimation model, Journal Hydrologic Engineering, 13(4):270-277
33. Shammout M. W., Shatanawi M. and Nelson J. 2018. Curve number applications for restoration the Zarqa river basin, Sustainability. 10(3), 586-597.



Abstract

Monthly, Seasonal and Annual Variations of Curve Number and Runoff in Bar-Ariyeh NishabourM. Motamednia¹ and S.M. Soliemanpour²

Received: 2019/07/27 Accepted: 2020/05/14

Estimating runoff from atmospheric precipitation and its quantitative understanding of various production processes is considered as one of the important issues in hydrology knowledge. Since runoff in the watershed, due to several factors influencing it, is a complex issue, therefore, it is estimated that many researches, studies and various plans for development, use of water resources and hydrostructure. According to the above mentioned it was used, rain and discharge daily data of the Bar-Ariyeh area of Razavi Korasan province were used to estimate runoff from the extracted number curve method from the Natural Soil Conservation Service (SCS-CN). For this purpose, rainfall and discharge data of Bar and Ariyeh stations during the period of 56 years and in the daily scale, the value of the curve number in the three conditions of previous moisture in low, medium and high antecedent moisture conditions of soil was evaluated. The results showed that the maximum, minimum and average values of the curve number in summer and autumn were 93, 91, 92 and 85, 81, 83 percent, and in the spring and summer were 81, 79, 80 and 78, 76 and 77 percent in The domain was studied. The highest and lowest monthly average number of curve number for April and January were 93 and 76 respectively. In addition, the maximum and minimum amount of runoff was calculated for April and September with a numerical value of 12.45 and 1.29 mm in the statistical period.

Keywords: Bar- Ariyeh watershed, Curve number, Rainfall-Runoff, Temporal variation

1- Corresponding Author and watershed management expert of Bahabad Natural Resources and Watershed Management Department, Yazd, Iran. E-mail: mmotamednia@yahoo.com

2- Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.