

برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در دوره بازگشت‌های مختلف برای حوزه مومن‌آباد سمنان با استفاده از روش‌های تجربی

عفت محمدی^۱، هدیه احمدپری^۲، اردلان ذوالفقاران^۳، مهدی گل‌افشانی^۴

۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد منابع آب دانشگاه زابل

۲-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران

۳-عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران (نویسنده مسئول)

۴-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران

چکیده

تعیین پارامترهای هیدرولوژیکی حوزه آبخیز مثل ارتفاع و دبی اوج از منظر آبخیزداری، عملکرد سازه‌های هیدرولیکی و جنبه اقتصادی طرح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور برآورد ارتفاع رواناب و دبی اوج در حوزه‌های آبخیز و فرسایش آبراهه‌ای حاصل از آن روش‌های تجربی و مدل‌های ریاضی مختلفی وجود دارد. در این پژوهش جهت برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در دوره بازگشت‌های مختلف برای حوزه مومن‌آباد سمنان از روش‌های تجربی هورتون، فولر، جاستین، کتاین، شماره منحنی و استدلالی استفاده شده است. نتایج روش استدلالی نشان می‌دهد که با افزایش دوره بازگشت مقادیر برآوردی ارتفاع، حجم و دبی رواناب نیز در حوزه مومن‌آباد سمنان افزایش پیدا می‌کند که دلیل آن را می‌توان به افزایش مقدار C متناسب با افزایش دوره بازگشت ارتباط داد. مقادیر برآورد شده ارتفاع، حجم و دبی رواناب توسط روش فولر و هورتون در همه دوره بازگشت‌های مورد مطالعه بیشتر از روش استدلالی است. مقادیر برآورد شده ارتفاع و حجم رواناب توسط روش جاستین بیشتر از روش کتاین است. مقادیر برآورد شده ارتفاع، حجم و دبی رواناب با روش شماره منحنی در مقایسه با مقادیر به دست آمده با روش استدلالی کمتر است که علت اصلی آن تاثیر نگهداشت اولیه، که در روش شماره منحنی به آن توجه می‌شود، می‌باشد. از آنجایی که هر یک از روش‌های مورد مطالعه برای منطقه خاصی با خصوصیات فیزیکی و اقلیمی خاص ارائه شده‌اند، بهتر است در صورتی از این روابط استفاده شود که برای تعیین دقیق ارتفاع و دبی اوج رواناب آمار کافی وجود نداشته باشد. همچنین برای استفاده از این روابط باید واسنجی انجام شود. بنابراین در پروژه‌های اجرایی بهتر است با اندازه‌گیری‌های دقیق صحرایی و توجه به درجه آبراهه، مقطع آبراهه و شیب آبراهه به همراه بررسی‌های تجربی اقدام به محاسبه ارتفاع و دبی اوج رواناب نمود.

واژه‌های کلیدی: استدلالی، شماره منحنی، هورتون، فولر، جاستین، کتاین

۱-مقدمه

در سال‌های اخیر پدیده سیل یکی از رویدادهای هیدرواقليمی و از جدی‌ترین بلایای طبیعی است که جوامع بشری را مورد تهدید قرار می‌دهد. فراوانی وقوع سیل در چند دهه اخیر باعث شده است که اکثر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب‌های ادواری و مخرب قرار گیرد و تلفات جانی و مالی آن بنحو چشمگیری افزایش یابد. از دلایل افزایش سیلاب‌های مخرب می‌توان به کاهش نزولات جوی جامد و تغییر آن به مایع در اثر تغییرات اقلیمی از جمله افزایش میانگین دمای هوا در دهه‌های اخیر اشاره نمود. مزید بر این، به دلیل تخریب شدید منابع طبیعی چه به صورت بهره‌برداری بی‌رویه از جنگل‌ها و مراتع و چه به شکل تغییر کاربری اراضی و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی نامناسب یا ساخت بی‌رویه‌ی مناطق مسکونی، سبب شده که سیلاب‌ها سال به سال چه از دیدگاه تعداد وقوع و چه از دیدگاه شدت خسارات، افزایش یابند. که این عوامل، بررسی روند دبی رودخانه‌ها، بارندگی روی حوضه‌های آبریز، سیلاب‌های منطقه و هیدروگراف سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف، را به امری مهم تبدیل نموده است [۱]. بنا به اهمیت موضوع، تاکنون پژوهش‌های ارزشمندی در مورد فرآیند هیدرولوژیکی صورت گرفته است که در اینجا به شرح برخی از آنها پرداخته شده است. آرمین و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش‌های تجربی در حوزه آبخیز شهری مادوان در استان کهگیلویه و بویراحمد پرداختند. در این پژوهش، برای برآورد دبی اوج سیل از سه روش فولر، هورتون و استدلالی که بر مبنای سطح حوضه ارائه شده‌اند، استفاده شده است. نتایج نشان داد که با مقایسه دبی‌های بدست آمده با دبی ایستگاه هیدرومتری پاتاوه از بین روش‌های مذکور، روش فولر برای برآورد دبی اوج سیل در حوضه‌های مشابه پیشنهاد می‌گردد. البته این محققین گزارش کردند که استفاده از این روش‌ها را باید محدود به شرایطی ساخت که آمار و اطلاعات کافی برای تجزیه و تحلیل دقیق در دسترس نباشد [۲]. دستورانی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی کارایی برخی روش‌های برآورد دبی اوج لحظه‌ای با استفاده از داده‌های دبی روزانه پرداختند. در این تحقیق از روابط تجربی فولر، سنگال، و فیل-استینر و همچنین روش شبکه عصبی مصنوعی برای بررسی امکان برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای با استفاده از آمار دبی حداکثر روزانه برای دوازده ایستگاه (در نیمه شمالی و غربی کشور) استفاده شده است. نتایج نشان داد که هر چند نتایج روش‌های تجربی پس از واسنجی به مقدار قابل توجه‌ای بهتر شدند، ولی روش شبکه عصبی مصنوعی نسبت به روش‌های تجربی در برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای با استفاده از آمار دبی حداکثر روزانه، برتری دارد. بر اساس این نتایج می‌توان مشکل کوتاه بودن دوره آماری مربوط به داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای در ایستگاه‌ها را برطرف کرد، که این مسئله تاثیر قابل توجهی در بهینه‌سازی طراحی‌ها و برآوردهای مرتبط خواهد داشت [۳]. حسین‌زاده (۱۳۹۱) به بررسی ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه‌ای در منطقه کجور نوشهر-البرز شمالی پرداختند. در این تحقیق به برآورد ضریب رواناب و دبی اوج سیل با استفاده از روش شماره منحنی در واحدهای مختلف تشکیل دهنده حوزه فیروزکلای کجور و همچنین پهنه‌بندی توان تولید رواناب و وقوع فرسایش آبراهه‌ای در حوزه پرداخته شده است. بعد از تهیه نقشه CN و S حوزه، به منظور محاسبه حجم رواناب تولید شده در منطقه، بارش‌های کوتاه مدت برای دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از توزیع پیرسون تیپ III محاسبه گردید. نتایج نشان داد که اراضی جنگلی دارای کمترین و اراضی مرتعی دارای بیشترین توان تولید رواناب و وقوع فرسایش آبراهه‌ای و همچنین از کمترین میزان نفوذ برخوردار هستند. در واقع بخش‌های میانی حوزه، دارای بیشترین رواناب و مستعد فرسایش و تشکیل خندق در منطقه می‌باشند. پس از تعیین ارتفاع رواناب سطحی حوزه، دبی اوج در کلاس هیدرولوژیک D قرار دارد [۴]. مهدوی و همکاران (۱۳۸۳) به بررسی حساسیت تعدادی از روش‌های تجربی هیدرولوژیکی در برآورد دبی اوج نسبت به سطح حوزه در برخی از حوزه‌های آبخیز ایران پرداختند. نتایج نشان داد که در حوزه دریای خزر در دوره بازگشت‌های کمتر (۲، ۵ و ۱۰) مدل تجربی برمنر مناسب بوده ولی در بیشتر دوره‌ها مدل تجربی مورفی مناسب بوده است. در حوزه خلیج فارس و دریای عمان مدل تجربی دیکن که به شکل توانی است به طور کلی مناسب‌تر بوده است و مدل گری برای دبی اوج سیلابی دارای دوره بازگشت‌های پایین (۲، ۵ و ۱۰) در حوزه‌های آبخیز ایران مناسب‌تر بوده است. در حوزه دریاچه ارومیه تمام مدل‌ها به جز مدل گری و سپس مدل برمنر مناسب بوده است. در حوزه کویرهای مرکزی ایران مدل مورفی برای دوره بازگشت‌های پایین‌تر (۲، ۵ و ۱۰) مناسب و مدل کرامر در دوره بازگشت‌های بالاتر (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰) مناسب بوده است. عموماً مدل رگرسیونی توانی برای

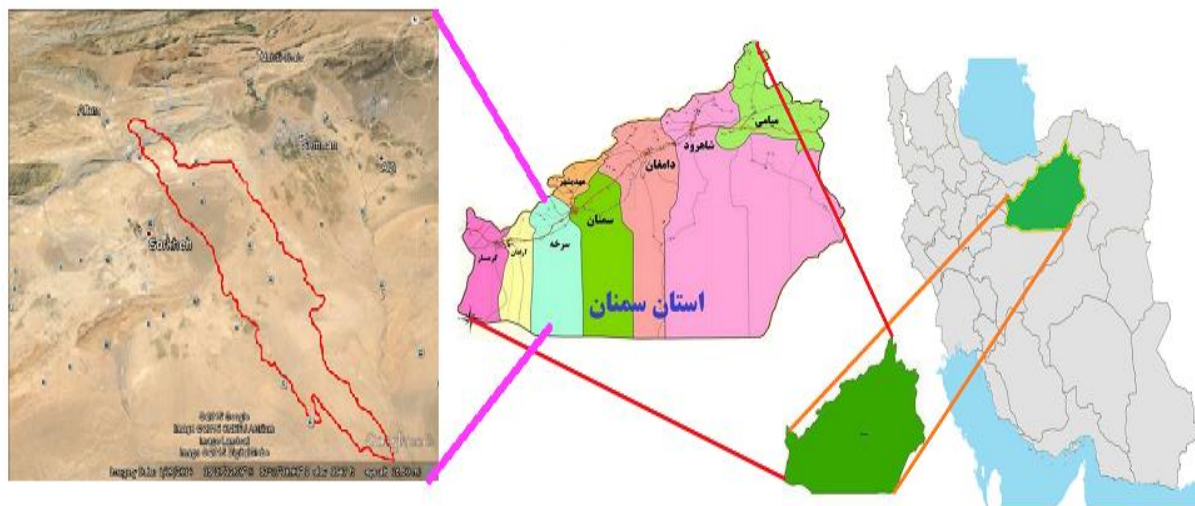
تخمین دبی اوج از سطح حوزه‌ها برای کل حوزه‌های ایران مناسب‌تر بوده و برای چهار حوزه به تفکیک و جداگانه مدل رگرسیونی درجه سه مناسب بوده است. از بررسی حساسیت سطح سطح در برآورد دبی اوج مشاهده می‌شود که برای تخمین درست‌تری از دبی اوج با روابط تجربی در کل کشور بهتر است این روابط در حوزه‌هایی با سطح بین ۱۴۰۰، ۲۴۰۰ کیلومتر مربع استفاده شود [۵]. ملکیان و همکاران (۱۳۸۳) به بررسی کارایی روش شماره منحنی در برآورد عمق رواناب پرداختند. در این تحقیق روش شماره منحنی در حوزه آبخیز معرف ليقوان مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. به این منظور ابتدا از طریق جداول استاندارد و با توجه به عواملی نظیر پوشش گیاهی، نحوه استفاده از اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک، شماره منحنی حوضه محاسبه شد. در مرحله بعد شماره منحنی جریان براساس روش احتمال فراوانی وقایع بارش - رواناب تعیین گردید. روش دیگری که در این حوضه مورد آزمایش قرار گرفت روش مجانبی بود که با استفاده از این روش نیز شماره منحنی محاسبه شد. برای مقایسه مقدار کارایی سه روش یادشده، مقدار دبی اوج مشاهداتی به عنوان مبنا در نظر گرفته شد و مقدار دبی اوج برآورد شده و مقادیر درصد خطا نسبت به دبی اوج مشاهداتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش مجانبی، شماره منحنی و دبی اوج را با دقت بالاتر و خطای کمتری برآورد می‌نماید. همچنین روش احتمال فراوانی وقایع مشاهداتی شماره منحنی و رواناب را به مقدار قابل قبولی برآورد نموده و خطای آن نیز پایین است ولی روش استاندارد SCS به دلیل دارا بودن خطای بسیار زیاد در برآورد دبی اوج بدون انجام فرایند منطقه‌ای نمودن قابل توصیه برای حوضه مورد مطالعه و نواحی مشابه نیست [۶]. بیگی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی ارتفاع و دبی اوج رواناب در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش‌های تجربی در حوزه ماربره استان ایلام پرداختند. در این مطالعه به منظور محاسبه پارامترهای هیدرولوژیکی در حوزه ماربره استان ایلام از روش‌های شماره منحنی و استدلالی استفاده شده است. ارتفاع رواناب با استفاده از روش‌های جاستین، لیسی، تورک، کوتاین و شماره منحنی انجام گرفته است. در روش شماره منحنی دبی اوج سیل برای دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شده است. مقدار پارامترهای هیدرولوژیکی در روش شماره منحنی بیشتر است که با توجه به اینکه حوزه موردنظر دارای شیب زیاد است و میزان نفوذپذیری خاک کم است و با توجه به فقیر بودن مراتع از نظر پوشش، سبب افزایش ارتفاع رواناب و به دنبال آن افزایش دبی شده است. با توجه به بازدیدهایی که از منطقه به عمل آمد عدم وجود انواع سازه‌های مکانیکی مهار فرسایش و رسوب مشاهده گردید که با توجه به وضعیت حوزه مورد نظر نیاز است که سازه‌های مکانیکی بیشتری احداث گردد [۷]. زارع و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روابط تجربی برای حوزه‌های کوچک در حوزه آبخیز تولبانه گرگان پرداختند. در این تحقیق برای برآورد دبی اوج سیل از پنج روش فولر، کریگر، دیکن، علی نواز و رایوس که بر مبنای سطح حوزه ارائه شده‌اند، استفاده گردید. انتخاب نهایی روش با توجه به کمترین مقدار مجموع مربعات باقیمانده (R.S.S) و رد یک روش با توجه به R.S.S بالا انجام می‌شود. همچنین نرم‌افزار اسمادا جهت انتخاب توزیع آماری مناسب بکار گرفته شد. نتایج نشان داد که از بین روش‌های مورد استفاده روش دیکن دارای کمترین خطا (R.S.S) و روش کریگر دارای بیشترین خطا است. بنابراین از بین روش‌های مذکور، روش دیکن برای برآورد دبی اوج سیل در حوزه‌های مشابه پیشنهاد می‌گردد. البته استفاده از این روش‌ها را باید محدود به شرایطی ساخت که آمار و اطلاعات کافی برای بررسی و تحلیل دقیق در دسترس نباشد [۸]. هدف از انجام این پژوهش، برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در دوره بازگشت‌های مختلف برای حوزه مومن‌آباد سمنان با استفاده از روش‌های تجربی است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق حوضه مومن‌آباد است که در جنوب غرب شهرستان سمنان و حوالی روستای صوفی‌آباد شهرستان سرخه استان سمنان قرار دارد (شکل ۱). این حوزه در زون ۳۹ واقع شده است و فاصله آن تا مرکز شهرستان سمنان ۲۵ کیلومتر و تا شهر سرخه حدود ۱۲ کیلومتر است. مساحت این حوزه ۱۷۵۴۸/۹۵ هکتار و محیط آن ۹۵/۴۳۱ کیلومتر است.

این حوزه بین طول جغرافیایی "۸۸° ۹' ۵۳" تا "۵۴° ۲۵' ۵۳" شرقی و عرض جغرافیایی "۳۱° ۳۵' ۳۵" تا "۳۱° ۱۹' ۳۵" شمالی قرار گرفته است.



شکل ۱- موقعیت حوزه مورد مطالعه در استان سمنان

۲-۲- روش انجام پژوهش

ابتدا از حوزه مومن آباد بازدید و اطلاعات اولیه از این حوزه کسب شد. سپس با مطالعات انجام شده در گروه‌های دیگر نظیر گروه فیزیوگرافی، هوا اقلیم، زمین شناسی، خاک شناسی و پوشش گیاهی اطلاعات مورد نیاز از آنها استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اطلاعات مربوط به منابع آب سطحی از سازمان هواشناسی و منابع آب شهرستان سمنان اخذ شد. با استفاده از اطلاعات اخذ شده دبی و حجم رواناب این حوزه محاسبه گردید. اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel و GIS 10.3 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این پژوهش جهت برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در دوره بازگشت‌های مختلف برای حوزه مومن آباد سمنان از روش‌های تجربی هورتون، فولر، جاستین، کتاین، شماره منحنی و استدلالی استفاده شده است.

۲-۳- روش استدلالی

این روش معمولاً در حوزه‌های کوچک با مساحت حداکثر ۵۰۰ هکتار به کار می‌رود و در آن فرض شده که باران با شدت ثابت و در تمامی حوزه می‌بارد. رابطه استدلالی به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$Q = \frac{1}{36.5} CIA \quad (1)$$

که در آن Q دبی اوج سیل به متر مکعب بر ثانیه با دوره بازگشتی برابر با دوره بازگشت رگبار؛ C ضریب رواناب سطحی است که در این مطالعه از جدول CHOW و با استفاده از نقشه کاربری اراضی و نقشه شیب و دوره بازگشت مورد نظر به دست آمده است. A مساحت حوزه به هکتار و I حداکثر شدت بارندگی به میلی‌متر بر ساعت است و در زمان تمرکز حوزه که با فرمول کریپیچ برابر ۵/۸ ساعت محاسبه شده است و با استفاده از منحنی IDF حوزه مورد مطالعه، شدت بارندگی در زمان تمرکز معین و با دوره بازگشت‌های مختلف به دست می‌آید.

۲-۴-روش هورتون

روش هورتون بر مبنای سطح حوزه ارائه شده است. برای محاسبه دبی در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش هورتون از رابطه (۲) استفاده می‌شود.

$$Q_p = 71.2(T)^{0.25}(A)^{-0.5} \quad (2)$$

که در آن A مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع؛ T دوره بازگشت سیل بر حسب سال و دبی بر حسب مترمکعب در ثانیه در کیلومتر مربع می‌باشد.

۲-۵-روش فولر

در این روش برای محاسبه دبی حداکثر سیل عامل تناوب نیز تا حدودی در نظر گرفته شده است. فرمول‌های تجربی فولر برای رسیدن به دبی حداکثر سیل به شرح رابطه (۳) و (۴) می‌باشد.

$$Q_p = Q_{\max}(1 + 2.66A^{-0.2}) \quad (3)$$

$$Q_{pt} = CA^{0.8}(1 + \beta \log T) \quad (4)$$

Q_p و Q_{\max} به ترتیب دبی اوج ۲۴ ساعته و دبی اوج لحظه‌ای مربوط به آن بر حسب متر مکعب بر ثانیه در دوره بازگشت T سال است. مقدار C ضریبی است که بستگی به شرایط اقلیمی و جغرافیایی و خصوصیات حوزه داشته و می‌توان آن را با استفاده از آمار ایستگاه‌های موجود در یک منطقه بدست آورد و در حوضه فاقد آمار به کار برد. مقدار این ضریب بین ۰/۲۶ و ۲/۷۷ بدست می‌آید. در حوزه مطالعاتی با توجه به شرایط منطقه برابر با ۱ در نظر گرفته شده است. A مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع و β ضریب طغیان منطقه‌ای بوده و برای منطقه مورد مطالعه ۰/۵ در نظر گرفته شده است.

۲-۶-روش جاستین

روش جاستین از روش‌هایی است که علاوه بر خصوصیات اقلیمی، ویژگی‌های فیزیوگرافی را نیز در محاسبات دخالت می‌دهد. علاوه بر آن این روش دارای یک ضریب منطقه‌ای است که محاسبه آن برای هر منطقه‌ای با توجه به آمار ایستگاه‌های هیدرومتری صورت می‌گیرد و لذا این فاکتور به دقت هرچه بیشتر برآوردها می‌انجامد. روش جاستین به صورت رابطه (۵) است.

$$R = 0.284 \cdot S^{0.155} \frac{P^2}{1.8 \cdot T^{0.82}} \quad (5)$$

که در این رابطه:

R =ارتفاع رواناب بر حسب cm

P =متوسط بارش منطقه بر حسب cm

T =متوسط درجه حرارت منطقه به سانتی‌گراد

S =شیب منطقه به درصد

متوسط بارش منطقه ۱۳۹/۷ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالانه منطقه ۱۹ درجه سانتی‌گراد و شیب متوسط منطقه ۴/۵۶ درصد برآورد شده است.

۲-۷-روش کتاین

یکی از روش‌های مرسوم و متداول استفاده از مفهوم کمبود جریان در قالب روش کتاین می‌باشد. در این روش از دو پارامتر درجه حرارت به عنوان نماینده تلفات آب و بارش به عنوان ورودی استفاده می‌گردد. روش کتاین به صورت رابطه‌های (۶)، (۷) و (۸) است.

$$D = P - \lambda P^2 \quad (6)$$

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14Q} \quad (7)$$

$$R = P - D = \lambda P^2 \quad (8)$$

که در این رابطه

D = کمبود جریان بر حسب متر

R = رواناب بر حسب متر

P = بارندگی بر حسب متر

T = درجه حرارت بر حسب سانتی‌گراد

تأثیر درجه حرارت متوسط سالانه در فرمول کتاین در شرایط یکنواختی توزیع بارندگی در کل سال اعمال می‌شود.

۲-۸-روش شماره منحنی

در این روش که بر اساس مشاهدات متعدد در حوزه‌های معرف و در اقلیم‌های مختلف آمریکا بنا شده است، ارتفاع رواناب ناشی از باران از رابطه (۹) بدست می‌آید که در مورد بارش‌های به صورت برف نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و آب پایه را نیز در بر نمی‌گیرد.

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad P > 0.2S \quad (9)$$

که در آن:

Q = ارتفاع رواناب

P = ارتفاع بارندگی ۲۴ ساعته

S = حداکثر توان نگهداری مربوط به اینترسپشن و نفوذ در خاک و ذخیره سطحی است.

مقدار S ، در رابطه با نوع پوشش و نحوه بهره‌برداری از اراضی و وضعیت سطح خاک از نظر نفوذ پذیری و داخل خاک از نظر انتقال می‌باشد. بارندگی‌های متوالی، مقدار S را کاهش داده و فرصتی به خاک برای هواخوردن و زهکشی و تبخیر و تفرق نمی‌دهند و در نتیجه برای S یک مقدار حداقل و یک مقدار حداکثر وجود داشته که بستگی به رطوبت قبلی خاک دارد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در حوزه‌های مختلف نشان داده که از کل تلفات بالقوه حوزه یا S ، به طور متوسط، حدود ۰/۲ آن قبل از شروع جریان یافتن هرز آب به صورت تلفات اولیه عمل کرده و ۰/۸ بقیه آن در طول بارش، صرف نفوذ سطحی و عمقی در خاک می‌گردد. بنابراین در هر مورد، چنانچه ارتفاع بارندگی کمتر از ۰/۲ S باشد فرض می‌شود که رواناب به وجود نخواهد آمد. مقدار تلفات کل یا S ، توسط رابطه (۱۰)، با یک عامل بدون بعد به نام CN (Curve number)، ارتباط می‌یابد. در این رابطه S بر حسب میلی‌متر است.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (10)$$

پس از تعیین مقدار CN ، مقدار S مشخص شده و با در نظر گرفتن بارندگی، ارتفاع رواناب محاسبه می‌شود. مقدار CN بین صفر تا ۱۰۰ متغیر است. در CN برابر صفر روانابی از بارندگی حاصل نیامده و در CN برابر ۱۰۰، تمامی بارش در سطح زمین جریان

یافته و ارتفاع رواناب برابر ارتفاع بارندگی خواهد بود. شماره منحنی CN به نوبه خود از روی مشخصات خاک، نوع بهره‌وری از زمین و شرایط رطوبت قبلی خاک به صورت زیر تعیین می‌گردد.

(۱) گروه هیدرولوژیک خاک‌های حوضه را با توجه به نفوذپذیری خاک‌ها مشخص کنید. در این رابطه حوضه به یکی از گروه‌های A، B، C یا D تقسیم می‌شود. برای این منظور می‌توان از ارقام جدول (۱) استفاده نمود.

(۲) از جدول (۲) نظر به نوع خاک و پوشش حوضه CN متوسط را به دست آورید.

(۳) CN در جدول (۲) برای وضعی است که خاک در وضعیت رطوبتی متوسط باشد. در غیر این صورت باید CN برای دو وضعیت خشک یا مرطوب تصحیح شود. در جدول (۳) با داشتن CN برای حالت متوسط می‌توان CN را برای شرایط خشک یا مرطوب اصلاح کرد.

پس از بررسی وضعیت خاک، نحوه بهره‌برداری از اراضی، نوع پوشش گیاهی و وضعیت آن در سطح هر یک از واحدهای کاری حوضه مومن‌آباد و با استفاده از جداول ۱، ۲ و ۳ در هر یک از واحدهای کاری برآورد می‌شود. پس از برآورد CN در هر واحد کاری به روش میانگین وزنی شماره منحنی CN به دست آمد و با استفاده از رابطه (۹) رواناب حاصل از بارش محاسبه شده است. لازم به ذکر است که در محاسبه ارتفاع رواناب با استفاده از روش شماره منحنی مقادیر بارندگی باید به صورت ۲۴ ساعته باشد که در این پژوهش، بارندگی‌های روزانه طی سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفته است. حجم رواناب را از حاصلضرب ارتفاع رواناب در مساحت حوزه به دست می‌آید. دبی نیز از تقسیم حجم رواناب به زمان حاصل می‌شود.

جدول ۱- طبقه‌بندی خاک‌های حوضه برحسب نفوذپذیری

گروه	A	B	C	D
حداقل نفوذ پذیری (میلی متر در ساعت)	7.5-11.5	3.8-7.5	1.3-3.8	0-1.3

جدول ۲- مقدار CN برای حوضه‌های مختلف با توجه به نفوذپذیری خاک (گروه‌های A، B، C، D) و پوشش سطح حوضه

D	C	B	A	خصوصیات پوشش سطح حوضه
۷۹	۷۳	۶۰	۳۶	پوشش جنگلی متوسط
۷۷	۷۰	۵۵	۲۵	پوشش جنگلی خوب
۸۴	۷۹	۶۹	۴۹	مراعات طبیعی با پوشش متوسط
۸۰	۷۴	۶۱	۳۹	مراعات طبیعی با پوشش خوب
۸۳	۷۸	۶۹	۵۵	اراضی کشاورزی زیر کشت حبوبات
۸۸	۸۴	۷۶	۶۵	اراضی کشاورزی زیر کشت غلات (ردیف‌های مستقیم)
۸۴	۸۱	۷۳	۶۰	اراضی کشاورزی زیر کشت غلات (ردیف‌ها به موازات خطوط تراز)
۹۱	۸۸	۸۱	۷۲	اراضی کشاورزی زیر کشت گیاهان ردیفی با ردیف‌های مستقیم با پوشش متوسط
۸۹	۸۵	۷۸	۶۷	اراضی کشاورزی زیر کشت گیاهان ردیفی با ردیف‌های مستقیم با پوشش خوب
۸۸	۸۴	۷۹	۷۰	اراضی کشاورزی زیر کشت گیاهان ردیفی با ردیف‌های به موازات خطوط تراز با پوشش متوسط
۸۶	۸۲	۷۵	۶۵	اراضی کشاورزی زیر کشت گیاهان ردیفی با ردیف‌های به موازات خطوط تراز با پوشش خوب
۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	پشت‌بام‌ها، پارکینگ‌ها و دیگر جاهای آسفالتی
۹۲	۹۰	۸۵	۷۷	مناطق مسکونی با ۶۵ درصد آسفالت
۸۴	۷۹	۶۸	۵۱	مناطق مسکونی با ۲۰ درصد آسفالت
۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	خیابان‌ها و جاده‌های آسفالتی
۸۹	۸۷	۸۲	۷۲	جاده‌های خاکی
۹۱	۸۹	۸۵	۷۶	جاده‌های شوسه

جدول ۳- تبدیل CN از شرایط متوسط به شرایط خشک و مرطوب

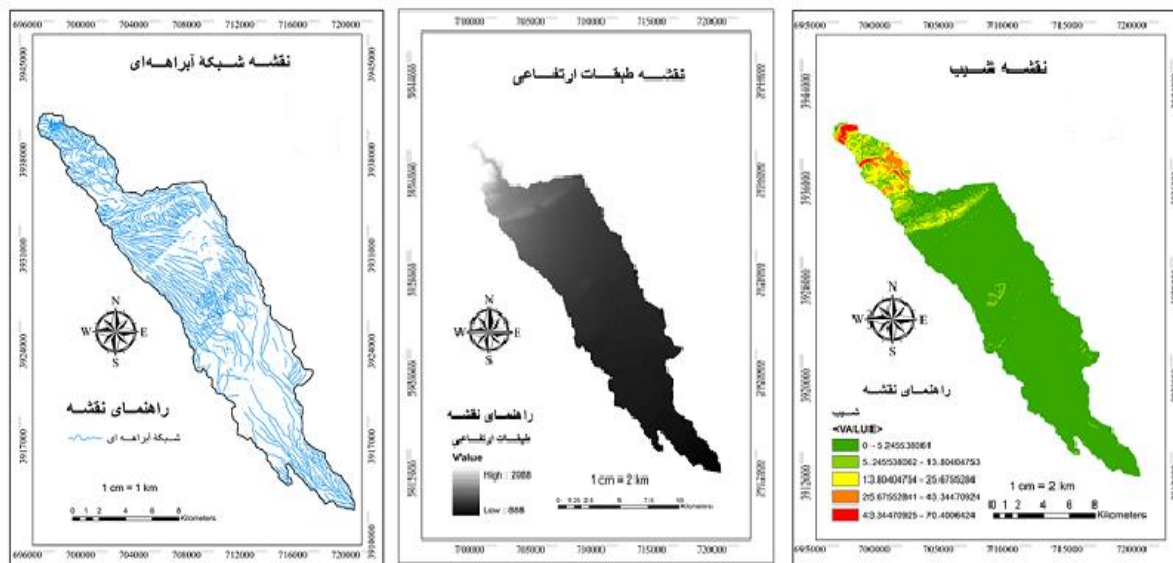
CN در وضعیت متوسط رطوبتی خاک	CN تصحیح شده
------------------------------	--------------

برای زمین خشک	برای زمین مرطوب	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۸۷	۹۹	۹۵
۷۸	۹۸	۹۰
۷۰	۹۷	۸۵
۶۳	۹۴	۸۰
۵۷	۹۱	۷۵
۵۱	۸۷	۷۰
۴۵	۸۳	۶۵
۴۰	۷۹	۶۰
۳۵	۷۵	۵۵
۳۱	۷۰	۵۰
۲۷	۶۵	۴۵
۲۳	۶۰	۴۰
۱۹	۵۵	۳۵
۱۵	۵۰	۳۰
۱۲	۴۵	۲۵
۹	۳۹	۲۰
۷	۳۳	۱۵
۴	۲۶	۱۰
۲	۱۷	۵
۰	۰	۰

۳- نتایج و بحث

۳-۱- فیزیوگرافی حوزه مومن آباد

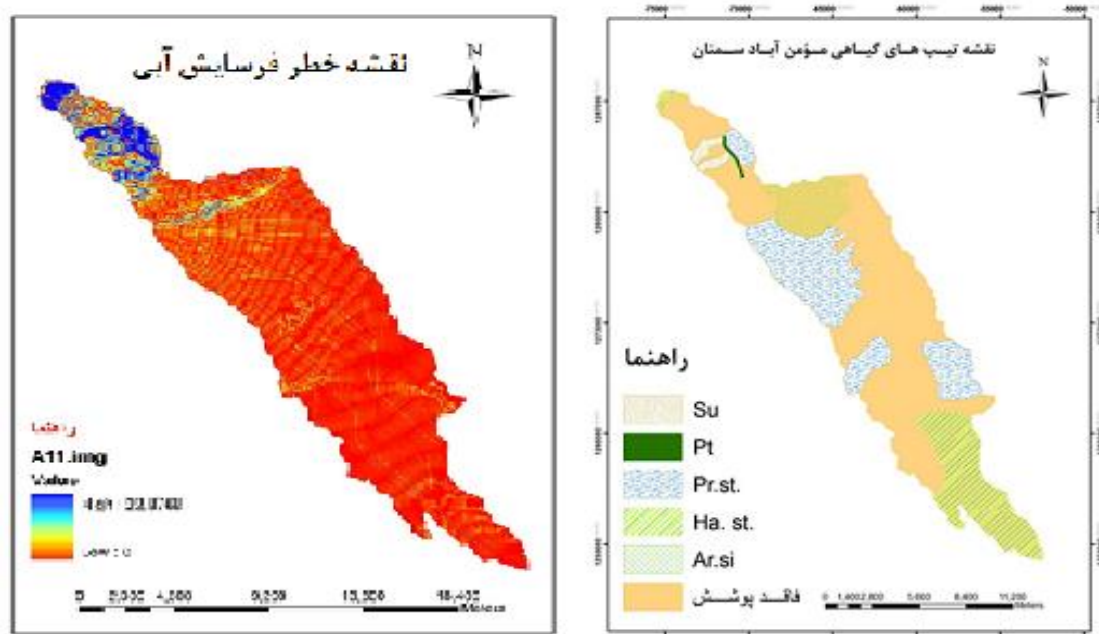
حوضه موردنظر دارای شکلی کشیده است (شکل ۱) و امتداد آن از شمال غربی که ارتفاعات و کوه‌های حوضه در این منطقه متمرکز شده‌اند و به جنوب شرقی متمایل می‌شود. هرچه از سمت شمال به جنوب حوضه حرکت کنیم، از میزان ارتفاعات کاسته می‌شود. نقشه جهت شیب نیز مبین همین رفتار ارتفاعی است (شکل ۲). به دلیل عدم وجود پراکندگی در ارتفاعی در سطح حوضه، تنها آبراهه‌های درجه ۱ و ۲ در حوضه مشاهده می‌شوند. شکل آبراهه‌های مذکور در ارتفاعات به صورت درختی و در مناطق پست و هموار به شکل موازی می‌باشد (شکل ۲). ارتفاع این حوزه از سطح دریا ۱۰۵۰ متر است. حداقل ارتفاع منطقه برابر ۸۹۱/۱۴ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۰۹۳/۲۷ متر است. میانگین وزنی ارتفاع این محدوده برابر ۱۴۹۲/۲۰۵ متر می‌باشد (شکل ۲). طول آبراهه اصلی در منطقه مورد مطالعه برابر با ۱۴۱/۵۴ کیلومتر می‌باشد (شکل ۲). شیب منطقه مطالعاتی از ۰ تا ۴/۷۰٪ متغیر است. همانطور که گفته شد، حوزه مطالعاتی در اکثر نقاط مسطح و یا دارای شیبی ملایم است که تغییرات ناگهانی شیب در بالادست حوضه که ارتفاعات وجود دارند، مشاهده می‌شود (شکل ۲). جهت شیب غالب حوزه از شمال به جنوب می‌باشد.



شکل ۲- نقشه شیب، مدل ارتفاعی رقومی و شبکه هیدروگرافی حوزه مومن آباد

۲-۳- وضعیت اقلیم، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و فرسایش آبی حوزه مومن آباد

متوسط بارش سالانه حوزه مومن آباد برابر ۱۳۹/۷ میلی‌متر است. میانگین دمای سالانه حوزه مومن آباد ۱۹ درجه سانتی‌گراد و بیشینه میانگین دمای ماهانه مربوط به تیرماه با میزان دمای ۳۱/۹ درجه سانتی‌گراد و کمینه آن مربوط به دی‌ماه با میزان ۴/۶ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. به طور کلی زمین‌شناسی حوزه مومن آباد از تنوع زیادی برخوردار نمی‌باشد. قدیمی‌ترین برونزدهای عرصه مورد بررسی از نظر سن مربوط به زیر دوره ائوسن می‌باشد. علاوه بر این، سطح زیادی از حوزه مومن آباد را رسوبات کواترنر تشکیل داده است، که در تمامی سطح عرصه پراکنش دارد. این تشکیلات شامل کفه‌های رسی، اراضی پست و تراس‌های رسوبی، نهشته‌های تبخیری گچ و آهک، مارن‌های سبز و خاکستری رنگ می‌باشد. رس و مارن به دلیل ساختار سنگ‌شناسی، حساس به فرسایش می‌باشد. از آنجا که بخش عمده‌ای از این حوزه را رسوبات مارنی و کفه‌های رسی و تراس‌های رسوبی تشکیل می‌دهند، می‌توان نتیجه گرفت که این حوزه کاملاً جوان بوده و از حساسیت بالایی به فرسایش آبی و بادی برخوردار می‌باشد. در حوزه مومن آباد شش تیپ گیاهی (شکل ۳) مشاهده شد که بیشترین مساحت مربوط به تیپ گیاهی *Prosopis stephaniana* و کمترین آن مربوط به *Pteropryum sp.* می‌باشد. وضعیت مرتع با توجه به روش‌ها و برآوردهای انجام شده خیلی ضعیف ارزیابی شد که نشان دهنده وجود پوشش گیاهی کم و فضای باز فوق‌العاده زیاد می‌باشد، به طوری که قسمت خیلی کمی از خاک توسط پوشش گیاهی حفظ شده و به علت اینکه گیاه کم است، لاشبرگ خیلی کمی تولید می‌گردد، بنابراین قسمت زیادی از خاک بدون پوشش گیاهی است. طبق تحقیقات گروه فرسایش آبی، میزان فرسایش سالیانه خاک در کل حوزه مومن آباد از ۰ تا ۲۲/۸۸ تن درهکتار در سال برآورد شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد فاکتور طول و درجه شیب و پوشش گیاهی بیشترین تاثیر را در برآورد فرسایش خاک داشته است. همچنین با توجه به شکل ۳ که نقشه حساسیت فرسایش آبی در هر واحدکاری را نشان می‌دهد می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین مقدار حساسیت به فرسایش جنوب و مرکز حوزه می‌باشد.



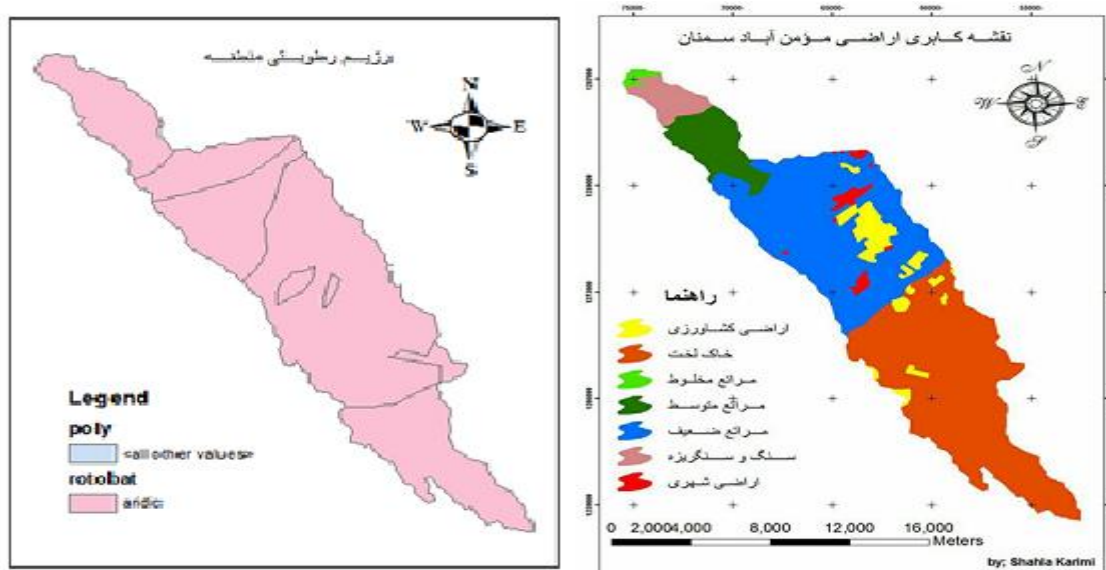
شکل ۳- نقشه تیپ گیاهی و خطر فرسایش آبی در حوزه مومن آباد

۳-۳- وضعیت بهره‌وری از زمین و وضعیت رطوبت پیشین در حوزه مومن آباد

وضعیت کاربری اراضی حوزه مومن آباد و مساحت هر کاربری در جدول (۴) آورده شده است و شکل (۴) موقعیت کاربری اراضی را نشان می‌دهد. طبق مطالعات به عمل آمده در منطقه مشخص شد که منطقه مورد نظر دارای رژیم رطوبتی اریدیک می‌باشد (شکل ۴).

جدول ۴- مساحت کاربری اراضی حوزه مومن آباد

کاربری اراضی	مراع مخلوط	اراضی کشاورزی	مراع ضعیف	مراع متوسط	سنگریزه‌ای	خاک لخت
مساحت	۱۱۸/۰۹۵	۹۶۲/۶۲۱	۶۵۲۰/۳۵۷	۱۴۰۶/۰۷۵	۷۰۶/۰۸۲	۷۵۲۱/۴۸۶



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی و رژیم رطوبتی در حوزه مومن آباد

۳-۴- نتایج روش‌های تجربی

امروزه به علت عدم توازن مسائل زیست‌محیطی و تخریب ناشی از فعالیت‌های انسان، مشکلات زیادی جهت مهار کردن سیلاب‌ها وجود دارد و هر ساله سیلاب‌ها، خسارت‌های زیادی به زمین‌های کشاورزی وارد کرده و تلفات جانی و زیان‌های مالی زیاد وارد می‌کنند. به همین دلیل لزوم تحقیق در امور مربوط به پیش‌بینی و کنترل سیلاب‌ها احساس و در این زمینه اقداماتی صورت گرفته است. در طراحی بیشتر سازه‌های آبی از قبیل سرریزها، مجاری فاضلاب‌های شهری، طرح‌های کنترل سیلاب و برنامه‌های مهندسی در حوزه‌های آبخیز، بیشترین دبی سیل اهمیت زیادی دارد. باتوجه به این که حوزه‌های آبخیز کوچک، معمولاً فاقد ایستگاه آبسنجی و یا دارای نواقص آماری هستند، نیاز به انتخاب روش‌های مناسب با توجه به شرایط و خصوصیات حوزه‌ها می‌باشد. انتخاب و صحت روش‌های انجام شده بستگی به نوع مشکل، اطلاعات موجود و مکانیزم رواناب دارد [۹]. در این پژوهش جهت برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در دوره بازگشت‌های مختلف برای حوزه مومن‌آباد سمنان از روش‌های تجربی هورتون، فولر، جاستین، کتاین، شماره منحنی و استدلالی استفاده شده است. جدول ۵ تا ۱۰ مقادیر برآوردی ارتفاع، حجم و دبی رواناب را در حوزه مومن‌آباد سمنان به روش استدلالی در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله نشان می‌دهد. این جدول‌ها نشان می‌دهند که با افزایش دوره بازگشت مقادیر برآوردی ارتفاع، حجم و دبی رواناب نیز در حوزه مومن‌آباد سمنان افزایش پیدا می‌کند که دلیل آن را می‌توان به افزایش مقدار C متناسب با افزایش دوره بازگشت ارتباط داد. جدول ۱۱ مقادیر برآوردی دبی اوج لحظه‌ای را در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله بر حسب متر مکعب بر ثانیه به روش هورتون را نشان می‌دهد. مقادیر برآورد شده دبی توسط روش هورتون در همه دوره بازگشت‌های مورد مطالعه بیشتر از روش استدلالی است. جدول ۱۲ مقادیر برآوردی دبی اوج ۲۴ ساعته و دبی اوج لحظه‌ای را توسط روش تجربی فولر بر حسب متر مکعب بر ثانیه را نشان می‌دهد. مقادیر برآورد شده دبی توسط روش فولر در همه دوره بازگشت‌های مورد مطالعه بیشتر از روش استدلالی و هورتون است. جدول ۱۳ مقادیر برآوردی ارتفاع، حجم و دبی رواناب را در ماه‌های مختلف سال برای حوزه مومن‌آباد به روش جاستین نشان می‌دهد. جدول ۱۴ مقادیر برآوردی ارتفاع و حجم رواناب را برای حوزه مومن‌آباد سمنان به روش کتاین نشان می‌دهد. جدول ۱۵ خلاصه‌ای از اطلاعات حوضه مومن‌آباد را برای برآورد ارتفاع رواناب به روش شماره منحنی نشان می‌دهد. جدول ۱۶ مقادیر برآوردی ارتفاع، حجم و دبی رواناب را در ماه‌های مختلف سال برای حوزه مومن‌آباد به روش شماره منحنی نشان می‌دهد. مقادیر برآورد شده با روش شماره منحنی در مقایسه با مقادیر به دست آمده با روش استدلالی کمتر است که علت اصلی آن تاثیر نگهداشت اولیه، که در روش شماره منحنی به آن توجه می‌شود، می‌باشد.

جدول ۵- برآورد خصوصیات رواناب به روش استدلالی با دوره بازگشت ۲ ساله در سطح حوضه

ماه	مساحت (متر مربع)	بارندگی (متر)	C دوساله	ارتفاع رواناب (متر)	حجم رواناب (متر مکعب)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)
فروردین	175480000	0.02025714	0.33	0.006684857	1173058.731	0.437969956
اردیبهشت	175480000	0.01594762	0.33	0.005262714	923501.1029	0.344795812
خرداد	175480000	0.00532381	0.33	0.001756857	308293.2914	0.115103529
تیر	175480000	0.00455714	0.33	0.001503857	263896.8514	0.098527797
مرداد	175480000	0.00147857	0.33	0.000487929	85621.70571	0.031967483
شهریور	175480000	0.00264524	0.33	0.000872929	153181.5057	0.057191422
مهر	175480000	0.00489286	0.33	0.001614643	283337.5286	0.109312318
آبان	175480000	0.00775714	0.33	0.002559857	449203.7314	0.173303909
آذر	175480000	0.01607381	0.33	0.005304357	930808.5914	0.359108253
دی	175480000	0.01610714	0.33	0.005315357	932738.8714	0.35985296
بهمن	175480000	0.02116667	0.33	0.006985	1225727.8	0.472888812
اسفند	175480000	0.02071429	0.33	0.006835714	1199531.143	0.478740079
سالانه	175480000	0.13692143	0.33	0.045184071	7928900.854	3.03876233

جدول ۶- برآورد خصوصیات رواناب به روش استدلالی با دوره بازگشت ۵ ساله در سطح حوضه

ماه	مساحت (متر مربع)	بارندگی (متر)	C پنج ساله	ارتفاع رواناب (متر)	حجم رواناب (متر مکعب)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)
فروردین	175480000	0.02025714	0.36	0.007292571	1279700.434	0.477785407
اردیبهشت	175480000	0.01594762	0.36	0.005741143	1007455.749	0.376140886
خرداد	175480000	0.00532381	0.36	0.001916571	336319.9543	0.125567486
تیر	175480000	0.00455714	0.36	0.001640571	287887.4743	0.107484869
مرداد	175480000	0.00147857	0.36	0.000532286	93405.49714	0.034873618
شهریور	175480000	0.00264524	0.36	0.000952286	167107.0971	0.062390643
مهر	175480000	0.00489286	0.36	0.001761429	309095.4857	0.119249802
آبان	175480000	0.00775714	0.36	0.002792571	490040.4343	0.18905881
آذر	175480000	0.01607381	0.36	0.005786571	1015427.554	0.391754458
دی	175480000	0.01610714	0.36	0.005798571	1017533.314	0.392566865
بهمن	175480000	0.02116667	0.36	0.00762	1337157.6	0.515878704
اسفند	175480000	0.02071429	0.36	0.007457143	1308579.429	0.522261905
سالانه	175480000	0.13692143	0.36	0.049291714	8649710.023	3.315013451

جدول ۷- برآورد خصوصیات رواناب به روش استدلالی با دوره بازگشت ۱۰ ساله در سطح حوضه

ماه	مساحت (متر مربع)	بارندگی (متر)	C ده ساله	ارتفاع رواناب (متر)	حجم رواناب (متر مکعب)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)
فروردین	175480000	0.02025714	0.38	0.007697714	1350794.903	0.504329041
اردیبهشت	175480000	0.01594762	0.38	0.006060095	1063425.512	0.397037602
خرداد	175480000	0.00532381	0.38	0.002023048	355004.3962	0.132543457
تیر	175480000	0.00455714	0.38	0.001731714	303881.2229	0.113456251
مرداد	175480000	0.00147857	0.38	0.000561857	98594.69143	0.036811041
شهریور	175480000	0.00264524	0.38	0.00100519	176390.8248	0.065856789
مهر	175480000	0.00489286	0.38	0.001859286	326267.4571	0.125874791
آبان	175480000	0.00775714	0.38	0.002947714	517264.9029	0.199562077
آذر	175480000	0.01607381	0.38	0.006108048	1071840.196	0.413518594
دی	175480000	0.01610714	0.38	0.006120714	1074062.943	0.414376135
بهمن	175480000	0.02116667	0.38	0.008043333	1411444.133	0.544538632
اسفند	175480000	0.02071429	0.38	0.007871429	1381278.286	0.551276455
سالانه	175480000	0.13692143	0.38	0.052030143	9130249.469	3.499180865

جدول ۸- برآورد خصوصیات رواناب به روش استدلالی با دوره بازگشت ۲۵ ساله در سطح حوضه

ماه	مساحت (متر مربع)	بارندگی (متر)	C ۲۵ ساله	ارتفاع رواناب (متر)	حجم رواناب (متر مکعب)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)
فروردین	175480000	0.02025714	0.42	0.008508	1492983.84	0.557416308
اردیبهشت	175480000	0.01594762	0.42	0.006698	1175365.04	0.438831033
خرداد	175480000	0.00532381	0.42	0.002236	392373.28	0.1464954
تیر	175480000	0.00455714	0.42	0.001914	335868.72	0.125399014
مرداد	175480000	0.00147857	0.42	0.000621	108973.08	0.040685887
شهریور	175480000	0.00264524	0.42	0.001111	194958.28	0.072789083
مهر	175480000	0.00489286	0.42	0.002055	360611.4	1.391247685
آبان	175480000	0.00775714	0.42	0.003258	571713.84	2.205686111
آذر	175480000	0.01607381	0.42	0.006751	1184665.48	4.570468673
دی	175480000	0.01610714	0.42	0.006765	1187122.2	4.579946759

6.018584877	1560017.2	0.00889	0.42	0.02116667	175480000	بهمن
0.609305556	1526676	0.0087	0.42	0.02071429	175480000	اسفند
20.75685639	10091328.36	0.057507	0.42	0.13692143	175480000	سالانه

جدول ۹- برآورد خصوصیات رواناب به روش استدلالی با دوره بازگشت ۵۰ ساله در سطح حوضه

ماه	مساحت (متر مربع)	بارندگی (متر)	C ۵۰ ساله	ارتفاع رواناب (متر)	حجم رواناب (متر مکعب)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)
فروردین	175480000	0.02025714	0.45	0.009115714	1599625.543	0.597231759
اردیبهشت	175480000	0.01594762	0.45	0.007176429	1259319.686	0.470176107
خرداد	175480000	0.00532381	0.45	0.002395714	420399.9429	0.156959357
تیر	175480000	0.00455714	0.45	0.002050714	359859.3429	0.134356087
مرداد	175480000	0.00147857	0.45	0.000665357	116756.8714	0.043592022
شهریور	175480000	0.00264524	0.45	0.001190357	208883.8714	0.077988303
مهر	175480000	0.00489286	0.45	0.002201786	386369.3571	0.149062252
آبان	175480000	0.00775714	0.45	0.003490714	612550.5429	0.236323512
آذر	175480000	0.01607381	0.45	0.007233214	1269284.443	0.489693072
دی	175480000	0.01610714	0.45	0.007248214	1271916.643	0.490708581
بهمن	175480000	0.02116667	0.45	0.009525	1671447	0.64484838
اسفند	175480000	0.02071429	0.45	0.009321429	1635724.286	0.652827381
سالانه	175480000	0.13692143	0.45	0.061614643	10812137.53	4.143766813

جدول ۱۰- برآورد خصوصیات رواناب به روش استدلالی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در سطح حوضه

ماه	مساحت (متر مربع)	بارندگی (متر)	C ۱۰۰ ساله	ارتفاع رواناب (متر)	حجم رواناب (متر مکعب)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)
فروردین	175480000	0.02025714	0.49	0.009926	1741814.48	0.650319026
اردیبهشت	175480000	0.01594762	0.49	0.007814333	1371259.213	0.511969539
خرداد	175480000	0.00532381	0.49	0.002608667	457768.8267	0.1709113
تیر	175480000	0.00455714	0.49	0.002233	391846.84	0.14629885
مرداد	175480000	0.00147857	0.49	0.0007245	127135.26	0.047466868
شهریور	175480000	0.00264524	0.49	0.001296167	227451.3267	0.084920597
مهر	175480000	0.00489286	0.49	0.0023975	420713.3	0.16231223
آبان	175480000	0.00775714	0.49	0.003801	666999.48	0.257330046
آذر	175480000	0.01607381	0.49	0.007876167	1382109.727	0.533221345
دی	175480000	0.01610714	0.49	0.0078925	1384975.9	0.534327122
بهمن	175480000	0.02116667	0.49	0.010371667	1820020.067	0.702168236
اسفند	175480000	0.02071429	0.49	0.01015	1781122	0.710856481
سالانه	175480000	0.13692143	0.49	0.0670915	11773216.42	4.512101641

جدول ۱۱- دبی اوج لحظه‌ای بر حسب متر مکعب بر ثانیه با روش هورتون

دوره بازگشت	2	5	10	25	50	100
دبی اوج لحظه‌ای	۶.۴	8.04	9.57	12.03	14.31	17.02

جدول ۱۲- دبی اوج ۲۴ ساعته و دبی اوج لحظه‌ای روش تجربی فولر بر حسب متر مکعب بر ثانیه

دوره بازگشت	2	5	10	25	50	100
-------------	---	---	----	----	----	-----

دبی اوج ۲۴ ساعته	71.6	84	93.4	105.8	115.2	124.5
دبی اوج لحظه‌ای	112.1	131.5	146.2	165.6	180.2	194.9

جدول ۱۳- متوسط آبدهی سالانه به روش جاستین در حوزه مومن‌آباد

ماه	میانگین بارندگی (سانتی‌متر)	میانگین دما	ارتفاع رواناب به متر	حجم رواناب به متر مکعب	دبی به متر مکعب بر ثانیه
فروردین	2.07	16.2	0.000643869	112986.1	0.042
اردیبهشت	1.63	22.3	0.000290029	50894.3	0.019
خرداد	0.54	27.5	0.00002581	4529.5	0.0016
تیر	0.46	32	0.00000161	2824.7	0.001
مرداد	0.15	33.4	0.00000164	287.7	0.0001
شهریور	0.27	29.8	0.00000596	1045	0.0003
مهر	0.5	23	0.00002646	4643.1	0.0017
آبان	0.79	15	0.00010128	17773	0.0066
آذر	1.64	7.3	0.00089688	157385.2	0.0587
دی	1.65	5.2	0.001274489	223647.3	0.0835
بهمن	2.1	6.1	0.001759869	308821.8	0.1153
اسفند	2.14	11.2	0.000995362	174666.1	0.06521
سالانه	13.97	19	0.025004072	4387715	0.3955

جدول ۱۴- محاسبه ارتفاع و حجم متوسط رواناب حوزه مومن‌آباد از روش کتاین

139.7	بارندگی (میلی‌متر)
19	درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)
0.28	Δ
0.133	کمبود جریان (متر)
0.006	ارتفاع رواناب (متر)
0.043	ضریب جریان
175.489	مساحت (کیلومتر مربع)
105.29	حجم متوسط رواناب (هزار متر مکعب)

جدول ۱۵- خلاصه اطلاعات حوضه مومن‌آباد برای برآورد ارتفاع رواناب به روش شماره منحنی

رطوبت پیشین خاک	اریدیک
گروه‌های هیدرولوژیکی خاک	D, C, B, A
نوع بهره‌برداری از راضی	زراعت، بایر
وضعیت هیدرولوژیکی	فقیر
CN	۸۰
S (میلی‌متر)	۶۳/۵

جدول ۱۶- ارتفاع، حجم و دبی رواناب تولید شده در حوزه مومن‌آباد

ماه	ارتفاع رواناب (میلی‌متر)	حجم رواناب (متر مکعب)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)
فروردین	24.4	65415.64	0.024397561
اردیبهشت	16.18	43385.71	0.016180488
خرداد	1.51	4057.66	0.00151122
تیر	4.87	13063.27	0.004873171
مرداد	0.01	35.53	1.26829E-05

0.000517073	1391.08	0.52	شهریور
0.002146341	5587.84	2.15	مهر
0.002639024	6867.63	2.64	آبان
0.014517805	37683.16	14.52	آذر
0.014114634	36647.34	14.11	دی
0.019345238	51445.39	19.35	بهمن
0.021433333	55091.29	21.43	اسفند

۴- نتیجه گیری

سیلاب از جمله پدیده‌های طبیعی است که هرساله خسارات جانی و مالی زیادی را در دنیا به بار آورده و مشکلات عدیده‌ای را بر سر راه توسعه‌ی اقتصادی و اجتماعی کشورها ایجاد می‌نماید. لذا جهت کاهش خسارات آن پرداختن به این پدیده خصوصاً برآورد دبی حداکثر سیلاب و شناسایی عوامل مؤثر بر آن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بطور کلی از جمله شیوه‌های برآورد دبی حداکثر سیل در حوضه‌های فاقد ایستگاه هیدرومتری، استفاده از روش‌های تجربی می‌باشد. این روش‌ها بر پایه‌ی یک یا چند عامل از عوامل مؤثر بر شکل‌گیری سیلاب استوار بوده و بعضاً برای مناطقی خاص با شرایط فیزیکی و اقلیمی ویژه ارائه شده‌اند. بنابراین برای به کارگیری روش‌های مذکور، بررسی و واسنجی ضرایب منطقه‌ای آنها ضروری می‌نماید. در واقع این ضرایب، منعکس کننده‌ی اثر عوامل زمینی و جوی در تبدیل بارش به رواناب و ایجاد دبی حداکثر لحظه‌ای می‌باشد [۱۰]. در این پژوهش جهت برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در دوره بازگشت‌های مختلف برای حوزه مومن‌آباد سمنان از روش‌های تجربی هورتون، فولر، جاستین، کتاین، شماره منحنی و استدلالی استفاده شده است. نتایج روش استدلالی نشان می‌دهد که با افزایش دوره بازگشت مقادیر برآوردی ارتفاع، حجم و دبی رواناب نیز در حوزه مومن‌آباد سمنان افزایش پیدا می‌کند که دلیل آن را می‌توان به افزایش مقدار C متناسب با افزایش دوره بازگشت ارتباط داد. مقادیر برآورد شده ارتفاع، حجم و دبی رواناب توسط روش فولر و هورتون در همه دوره بازگشت‌های مورد مطالعه بیشتر از روش استدلالی است. مقادیر برآورد شده ارتفاع و حجم رواناب توسط روش جاستین بیشتر از روش کتاین است. مقادیر برآورد شده ارتفاع، حجم و دبی رواناب با روش شماره منحنی در مقایسه با مقادیر به دست آمده با روش استدلالی کمتر است که علت اصلی آن تاثیر نگهداشت اولیه، که در روش شماره منحنی به آن توجه می‌شود، می‌باشد. نتایج مطالعات میدانی نشان می‌دهد که نقاط مرتفع در شمال حوزه مومن‌آباد می‌باشد که با توجه به آن می‌توان گفت که اکثر جریان‌های سیلابی از آنجا شروع می‌شود و به مناطق پایین دست می‌آید. پوشش ضعیف گیاهی منطقه سبب می‌شود که این جریان‌ها فرسایش به دنبال داشته باشد و خاک رویی را با خود ببرند. در نتیجه تجمع املاح در پایین دست را شامل می‌شوند که رشد را برای گیاهان دشوار می‌کند. برای جلوگیری از این امر پیشنهاد می‌شود در نقاط ارتفاعی آب‌های حاصل از بارندگی و ذوب برف‌ها را با روش‌های آبخیزداری و با مطالعه ساختمان زمین (ممکن است با انجام طرح آبخیزداری و عدم توجه به ساختمان زمین آن منطقه باعث ایجاد زمین لغزه یا جریان‌های توده‌ای شود). مدیریت گردند. همچنین می‌توان در پایین دست که خاک‌ها دارای عناصر زیادی است از گیاهانی که به شوری مقاوم‌اند مانند آرتیپلکس، گز، تاغ و ... استفاده کرد.

منابع

- فرزین، سعید؛ علی‌زاده صنمی، فروغ. (۱۳۹۶). مدل‌سازی و تحلیل تغییرات رژیم هیدرولوژیکی رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه گرگانرود، ایستگاه هیدرومتری تمر)، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۱(۳۷)، ۳۵-۴۵.
- آرمین، محسن؛ حاجی‌زاده، فرهمند؛ ولایتی نژاد، سیدعلی صالح؛ لطیف پور، آیت الله. (۱۳۹۵). برآورد دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش‌های تجربی در حوزه آبخیز شهری مادوان در استان کهگیلویه و بویراحمد، یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، یاسوج.

- ۳) دستورانی، محمدتقی؛ سلیمی کوچی، جمیله؛ طالبی، علی؛ عبقری، هیراد. (۱۳۹۰). بررسی کارایی برخی روش‌های برآورد دبی اوج لحظه‌ای با استفاده از داده‌های دبی روزانه، فصلنامه مرتع و آبخیزداری، ۶۴(۱)، ۳۷-۲۵.
- ۴) حسین‌زاده، محمدمهدی. (۱۳۹۱). برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه‌ای در منطقه کجور نوشهر- البرز شمالی. فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۲(۳)، ۱-۱۵.
- ۵) مهدوی، محمد؛ جمالی، علی‌اکبر؛ ایوب‌زاده، سیدعلی؛ وفاخواه، مهدی. (۱۳۸۳). بررسی حساسیت تعدادی از روش‌های تجربی هیدرولوژیکی در برآورد دبی اوج نسبت به سطح حوزه در برخی از حوزه‌های آبخیز ایران، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۷(۳)، ۴۰۳-۴۱۴.
- ۶) ملکیان، آرش؛ محسنی ساروی، محسن؛ مهدوی، محمد. (۱۳۸۳). بررسی کارایی روش شماره منحنی در برآورد عمق رواناب، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۷(۴)، ۶۲۱-۶۳۳.
- ۷) بیگی، حامد؛ راهدان، عباس؛ تمیزی‌فر، مهدی؛ رحیمی، مجید. (۱۳۹۷). برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش‌های تجربی (مطالعه موردی: حوزه ماربره استان ایلام)، چهارمین همایش بین‌المللی مهندسی کشاورزی و محیط زیست با رویکرد توسعه پایدار، شیراز.
- ۸) زارع، سلمان؛ حزبی، عبدالجلیل؛ جندقی، نادر؛ عباسی، محسن. (۱۳۸۸). برآورد دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روابط تجربی برای حوزه‌های کوچک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تولبانه گرگان)، همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی).
- ۹) یزدانی، محمدرضا؛ خوشحال، جواد؛ سلطانی، سعید. (۱۳۸۶). بررسی حساسیت روش ترسیمی SCS به پارامترهای ورودی برای تخمین دبی اوج سیلاب، چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران و مدیریت حوزه‌های آبخیز، کرج.
- ۱۰) دستورانی، محمدتقی؛ حیات‌زاده، مهدی؛ فتح‌زاده، علی؛ حکیم‌زاده، محمدعلی. (۱۳۹۳). بررسی کارایی روابط تجربی در برآورد دبی اوج سیلاب در مناطق بیابانی ایران مرکزی، مجله جغرافیا و توسعه، ۱۲(۳۶)، ۱۴۵-۱۶۰.