

بررسی رواناب ناشی از بارش حداکثر ۲۴ ساعته در حوضه آبریز قره‌چای با استفاده از روش SCS و کاربرد GIS

زهره مریانجی^۱ و صفر معروفی^۲

چکیده

در این مطالعه، حجم آب قابل استحصال رواناب‌های بخشی از حوضه آبریز قره‌چای، از طریق تعیین بارش مازاد مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور بر اساس بارندگی‌های حداکثر ۲۴ ساعته، نقشه مدل رقومی و گرادیان بارش، نقشه هم‌باران منطقه (برای دوره‌های بازگشت مختلف) تهیه شد. سپس با توجه به نفوذپذیری خاک‌های منطقه، نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی (با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای) و انقطاع آن‌ها در سامانه GIS، نقشه CN منطقه تهیه گردید. در مرحله بعد با تلفیق نقشه‌های هم‌باران روش SCS، میزان رواناب ناشی از بارش رگبار مولد آن محاسبه شد و پهنه‌هایی که پتانسیل ایجاد رواناب مشابهی دارند، تعیین گردیدند. در همین رابطه و به منظور بررسی رواناب‌های منطقه، هفت کلاس عمق جریان انتخاب گردید، که شامل جریان‌های کمتر از ۲۰ میلی‌متر تا بیشتر از ۱۲۰ میلی‌متر بوده و تغییرات بین کلاس‌ها نیز ۲۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد و احتمال وقوع هر یک از کلاس‌ها برای دوره‌های بازگشت ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله محاسبه گردید. نتایج به دست آمده بیانگر انطباق بسیار زیاد بین نقشه مدل رقومی و عمق جریان می‌باشد. با حرکت از مناطق مرتفع به طرف مناطق پست حوضه، سطوح با عمق رواناب کمتر افزایش می‌یابند که با ضریب جریان بلندمدت حوضه نیز مطابقت دارد. همچنین بدون توجه به دوره بازگشت، با افزایش عمق جریان، مقادیر سطوح کلاس‌های مختلف رواناب به صورت نمایی کاهش می‌یابد. ضمناً به استثنای کلاس ۲۰ میلی‌متر، در بقیه کلاس‌ها، میزان سطوح مربوطه با دوره بازگشت رابطه مستقیم داشته و ترتیب نزولی از دوره بازگشت ۲۰۰ به ۲۵ ساله می‌باشد. در خصوص جریان‌های کمتر از ۲۰ میلی‌متر، رابطه میزان رواناب و سطوح آنها، معکوس می‌باشد. این امر نشان دهنده آن است که رواناب‌های کمتر از ۲۰ میلی‌متر که در حدود ۵۰ درصد سطح منطقه را در بر می‌گیرند، عمدتاً مربوط به جریان‌های نرمال و غیر طغیانی هستند که تقریباً در اغلب موارد در منطقه جاری می‌شوند، ولی در بقیه کلاس‌ها که عمق جریان افزایش می‌یابد، نقش جریان‌های طغیانی بیشتر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی رواناب سطحی، روش SCS، حوضه آبریز قره‌چای

۱. مری مرکز تحقیقات هواشناسی همدان

۲. استادیار گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

مقدمه

همه ساله مبالغ هنگفتی صرف اجرای طرح‌های زیربنائی منابع آب نظیر سدهای انحرافی و مخزنی به منظور مهار سیلاب‌ها و بهره‌برداری از آن‌ها می‌شود. یکی از مهم‌ترین بخش‌های اینگونه طرح‌ها، تعیین ظرفیت سرریزهای خروجی، جهت حذف خطرات جانی ناشی از اجرای آن‌ها می‌باشد. از سوی دیگر اغلب اینگونه مناطق که طرح‌های توسعه منابع آب در آن‌ها اجرا می‌شود، غالباً فاقد اطلاعات و آمار لازم در زمینه رژیم هیدرولوژیک رودخانه و آبراهه مورد نظر می‌باشند.

در کشور ما همه ساله سیل خسارات زیادی را به بار می‌آورد. بررسی‌های به‌عمل آمده بیانگر تعداد ۳۷۰۰ مورد خسارت سیل در دهه ۱۳۵۰ می‌باشد (خسروشاهی، ۱۳۷۶). از سوی دیگر به دلیل آنکه اقلیم کشورمان در اکثر مناطق، خشک و نیمه خشک است و خشکسالی‌های دو دهه اخیر خسارت زیادی به منابع آب‌های زیرزمینی وارد کرده است، برنامه‌ریزی در خصوص مهار و ذخیره سیلاب‌ها امری حیاتی می‌باشد. در این رابطه اجرای دقیق طرح‌های کنترل سیلاب و شناسایی و اولویت‌بندی مناطق سیل‌خیز موجود در حوضه‌های آبریز، نخستین گام می‌باشد.

برآورد حجم آب جریان‌های سیلابی ممکن است با توجه به روش‌های تجربی، استفاده از داده‌های باران‌سنجی و یا مستقیماً بر اساس داده‌های مربوط به اندازه‌گیری جریان در ایستگاه‌های آب‌سنجی تحلیل گردد. چنانچه این تخمین‌ها به‌طور دقیق صورت نگیرد، ممکن است ظرفیت طراحی کمتر از مقادیر واقعی محاسبه شود و در نتیجه در دوره‌هایی باعث آب‌گرفتگی آب‌گذر، پل، جاده و خطوط راه آهن شده و مخاطرات مالی و جانی را در بر داشته باشد. برعکس، در صورتی که احجام مربوطه بیش از ظرفیت موجود برآورد گردد، ممکن است باعث صرف هزینه زیاد شده و غیراقتصادی شدن طرح را در بر داشته باشد. از سوی دیگر این امر می‌تواند باعث اختلال در برنامه‌ریزی بهره‌برداری از منابع آب نیز گردد. بنابراین

محاسبه دقیق احجام سیلاب‌ها با توجه به استانداردهای تعیین شده، از اهمیت زیادی برخوردار است.

امروزه با پیشرفت فناوری کامپیوتر و استفاده از آن در شاخه‌های مختلف علوم از یک‌سو و ابداع سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی از سوی دیگر، با تلفیق اطلاعات مختلف فضایی و غیرفضایی، می‌توان مناطق و پهنه‌های مختلف را از دیدگاه‌های متفاوت طبقه‌بندی و ارزیابی نمود. به عنوان نمونه، مطالعات پهنه‌بندی سیلاب را که توسط وهابی (۱۳۷۶)، موسوی (۱۳۸۱) و مطیعی و باربد (۱۳۸۱) صورت گرفته است، می‌توان ذکر نمود.

مطیعی و باربد (۱۳۸۱) به منظور پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه سفیدرود (در استان گیلان) در مقابل سیلاب‌های احتمالی و پهنه‌بندی آنها از نرم افزارهای ArcView GIS و HEC-RAS استفاده نمودند. همچنین موسوی (۱۳۸۱) چند روش مختلف را به منظور برآورد دبی سیلابی، مورد مقایسه قرار داد که از بین آنها مدل HEC-HMS بدلیل در نظر گرفتن پارامترهای مختلفی نظیر مساحت، شماره منحنی، ضریب نگهداشت سطحی، تلفات اولیه، زمان‌های تمرکز و تأخیر، نسبت به روش تحلیل منطقه‌ای نتایج بهتری در بر داشته است. مولائی (۱۳۸۱) نیز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، ترکیب پیچیده‌ای از فاکتورهای مختلف را دسته‌بندی نموده و نهایتاً نقشه‌های پایه با دقت زیاد و هزینه کم تهیه نمود. همچنین طاهری و لندی (۱۳۸۴) با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه شماره منحنی را در حوضه آبریز رودزرد (خوزستان) به منظور برآورد حجم رواناب تهیه نمودند.

استفن (۲۰۰۲)، پهنه‌بندی سیل‌های رودخانه یلواستون علیا را در ایالت مونتانا آمریکا مورد مطالعه قرار داد و کلیه سیل‌های بوقوع پیوسته در طی سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ را بررسی نمود. تت و همکاران (۱۹۹۹) پهنه‌بندی رودخانه را با استفاده از

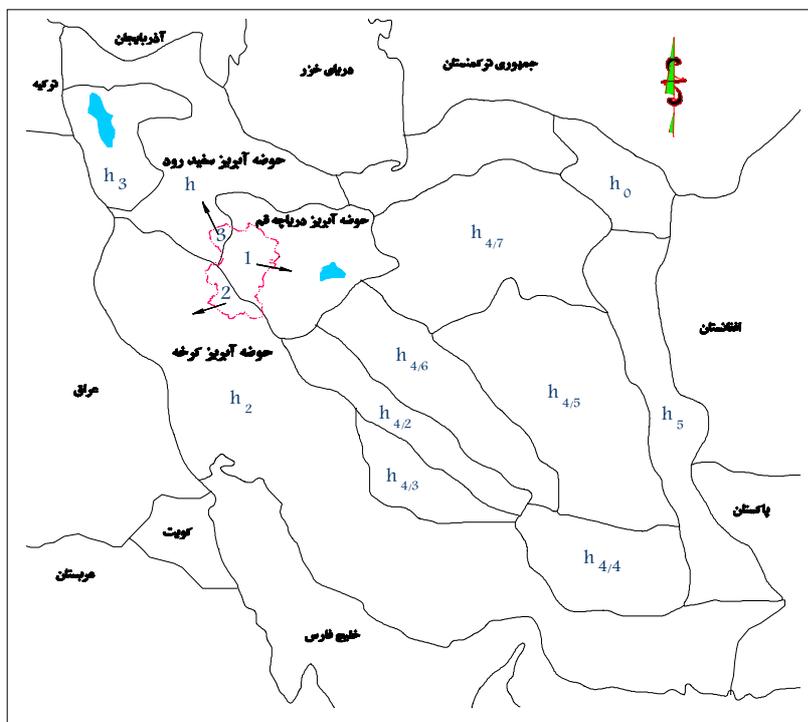
مواد و روش‌ها

۱. منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز مرکزی (رودخانه قره‌چای) که در استان‌های همدان و مرکزی قرار دارد، بزرگ‌ترین حوضه آبریز استان همدان به شمار می‌آید (شکل ۱). وسعت این حوضه که رودخانه اصلی آن از جانب شمال شرقی استان خارج می‌گردد، در حدود ۱۱۵۶۸ کیلومترمربع می‌باشد، که ۵۴ درصد کل مساحت این استان را شامل می‌شود. در محدوده استان همدان، حوضه آبریز قره‌چای زیرحوضه اصلی حوضه آبریز مرکزی می‌باشد. این حوضه دارای رودخانه‌های متعددی در سطح این استان است که جریان‌های ناشی از بارش استان را به‌سوی دریاچه نمک قم هدایت می‌کنند. تغییرات ارتفاعی در این حوضه بین ۳۵۰۰ (مشرف به قله الوند) و ۱۵۰۰ متر در محل خروجی حوضه (عمرآباد) می‌باشد.

مدل HEC-RAS و محیط Arcview GIS مورد بررسی قرار دادند. به طور کلی علی‌رغم موارد فوق‌الذکر، مطالعات بسیار محدودی در زمینه پهنه‌بندی رواناب در سطح حوضه آبریز صورت گرفته است. در این رابطه می‌توان به تحقیق کوئین و همکاران (۱۹۹۱)، اندرنی و وود (۲۰۰۱) و همچنین ملیس و همکاران (۲۰۰۳) که در زمینه مدل‌سازی و پهنه‌بندی جریان سطحی در حوضه‌های آبریز می‌باشد، اشاره نمود.

در مطالعه حاضر، رواناب‌های بخشی از حوضه آبریز قره‌چای که در استان همدان قرار دارد، از طریق تعیین میزان رواناب (بارش مازاد) به منظور پیش‌بینی حجم آب قابل استحصال ناشی از سیلاب‌ها و همچنین برنامه‌ریزی در زمینه مدیریت منابع آب منطقه، مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱: موقعیت حوضه آبریز قره‌چای در استان همدان (حوضه ۱) نسبت به دیگر حوضه‌های آبریز این استان (حوضه‌های ۲ و ۳) و حوضه‌های آبریز اصلی کشور

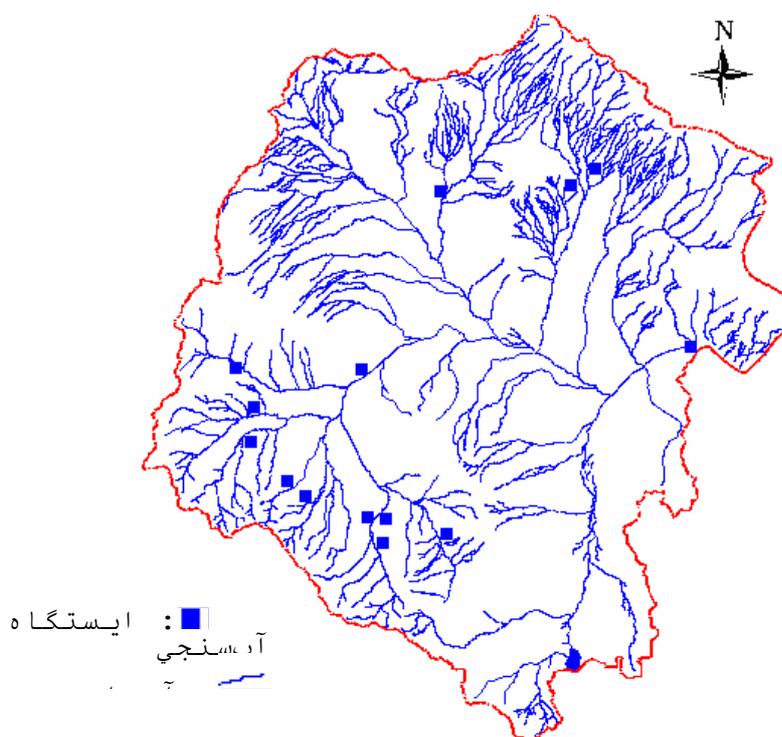
۲. ایستگاه‌های هواشناسی منطقه و طول دوره آماری آنها

برای انجام این تحقیق از آمار و اطلاعات ده ایستگاه مختلف هواشناسی به منظور بررسی تغییرات میزان بارندگی در کل منطقه استفاده شد، در این رابطه ابتدا طول دوره آماری متفاوت ایستگاهها که عمدتاً مربوط به تأسیس آنها در سال‌های مختلف می‌باشد، به یک پایه زمانی مشترک تبدیل شده و سپس اقدام به تکمیل آمارهای ناقص دوره آماری گردید. طول دوره آماری این تحقیق ۲۲ سال می‌باشد (۸۲-۱۳۶۱). انتخاب این دوره، با توجه به اینکه ایستگاه‌های مورد نظر (در طی دوره مذکور) دارای بیشترین مقدار آمار بودند، صورت گرفته است.

۳. تجزیه و تحلیل داده‌ها

قبل از هر گونه پردازش داده‌ها، ابتدا آزمون‌های مختلفی روی داده‌های موجود صورت گرفت، که به شرح زیر می‌باشند:

علی‌رغم وسعت بسیار زیاد این حوضه، فقط ۱۶ ایستگاه آب‌سنجی (هیدرومتری) در آن وجود دارد که تعدادی از آنها نیز اخیراً نصب شده‌اند که دارای طول دوره آماری کوتاه مدت می‌باشند (شکل ۲). البته در این حوضه ایستگاه‌های دارای دوره آماری بلندمدت و مناسب نیز وجود دارند، ولی تعداد آنها با توجه به وسعت حوضه، اندک است. میزان حجم جریان خروجی حوضه آبریز قره‌چای از استان همدان، در حدود ۲۸ درصد کل رواناب‌های این استان است. از نظر اقلیمی بر اساس روش آمبرژه، تمام ایستگاه‌های این حوضه در ناحیه خشک و نیمه خشک سرد قرار دارند. با توجه به آمار ایستگاه‌های باران‌سنجی منطقه قره‌چای، تغییرات بارندگی سالیانه در سطح این حوضه بین ۲۱۸/۷ و ۴۷۱/۵ میلی‌متر می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه این حوضه با توجه به منحنی‌های هم‌باران ۲۸۹ میلی‌متر است (مهندسین مشاور حکمتان آب، ۱۳۸۳).



شکل ۲: نقشه شبکه آبراه‌های و موقعیت ایستگاه‌های آب‌سنجی حوضه آبریز قره‌چای (مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰)

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه

نام	نوع	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
نوژه	سینوپتیک	۴۸°۴۱'	۳۵°۱۲'	۱۶۷۹
اکباتان	تحقیقاتی	۴۸°۳۲'	۳۴°۵۲'	۱۷۳۰
درگزین	اقلیم‌شناسی	۴۹°۴'	۳۵°۲۱'	۱۸۷۰
سولان	باران‌سنجی	۴۸°۲۶'	۳۴°۴۹'	۱۹۸۰
صالح‌آباد	باران‌سنجی	۴۸°۲۰'	۳۴°۵۷'	۱۷۰۰
آق تپه	باران‌سنجی	۴۸°۴۱'	۳۴°۴۴'	۱۶۷۰
کوريجان	باران‌سنجی	۴۸°۳۸'	۳۵°۳'	۱۸۰۲
نشر	باران‌سنجی	۴۸°۵۲'	۳۴°۴۱'	۱۶۷۰
کیتو	باران‌سنجی	۴۸°۹'	۳۵°۱۹'	۲۱۰۰
تویسرکان	باران‌سنجی	۴۸°۲۷'	۳۴°۳۳'	۱۹۷۰

آزمون همگنی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که این ایستگاه‌ها دارای همگنی کافی می‌باشند. همچنین آزمون توالی با توجه به جدول حدود مجاز تغییرات در سطح اعتماد ۹۵ درصد صورت گرفت و فرض‌های تصادفی و همگنی داده‌ها به اثبات رسید که نتایج مربوطه در جدول ۲ ارائه شده است

بازسازی داده‌های ناقص: پس از انجام آزمون‌های مورد نیاز، در خصوص بازسازی و تکمیل داده‌های ناقص اقدام گردید. در همین رابطه از روش همبستگی بین ایستگاه‌ها (به دلیل کارآئی بالا و دقت مناسب آن)، استفاده گردید. در این روش، بعد از به‌دست آوردن آمار ایستگاه مبنا (به عنوان متغیر مستقل) و ایستگاه فاقد آمار (به عنوان متغیر وابسته)، داده‌های مورد نظر، با استفاده از نرم افزار SPSS، و بر اساس به‌روش همبستگی خطی مورد بازسازی قرار گرفتند.

۴. تحلیل بارش‌های حداکثر ۲۴ ساعته و ترسیم

منحنی‌های هم‌باران

پس از بازسازی و تکمیل داده‌های ایستگاه‌های مورد نظر، به‌منظور برآورد مقادیر بارندگی‌های حداکثر ۲۴ ساعته ایستگاه‌های منطقه، ابتدا بیشترین

آزمون کفایت داده‌ها: آزمون کفایت داده‌های موجود (طول دوره آماری ۲۲ ساله انتخابی) بر اساس روش ماکوس^۱ برای حداقل دوره آماری (با توجه به سطح آماری مورد نظر و همگنی داده‌ها) مورد بررسی قرار گرفت (مهدوی، ۱۳۸۰). در همین رابطه، ابتدا مقدار بارندگی برای هر ایستگاه به ازای دوره‌های برگشت ۲ و ۱۰۰ سال، با استفاده از قانون احتمالاتی لگاریتم نرمال محاسبه شد و سپس با توجه به روش سعی و خطا و کاربرد جدول t-test (در سطح اعتماد ۹۰ درصد و درجه آزادی ۶)، حداقل دوره آماری محاسبه گردید که بین ۹ تا ۱۳ در نوسان بود (مهدوی، ۱۳۷۳؛ یحیی زاده، ۱۳۸۰). بنابراین حداقل آمار مورد نیاز در این ایستگاه‌ها نمی‌بایست کمتر از ۱۳ سال باشد و با توجه به طول دوره آماری انتخابی (۲۲ ساله)، کفایت داده‌ها مورد تأیید قرار گرفت.

آزمون همگنی داده‌ها: برای انجام آزمون همگنی داده‌ها، از روش‌های جرم مضاعف^۲ و آزمون توالی^۳ استفاده گردید (علیزاده، ۱۳۸۲). با توجه به این روش، برای کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه، به تفکیک

1. Mackus
2. Double mass
3. Run test

برای مناطق وسیعی نظیر حوضه قره‌چای، توأم با خطا می‌باشد. در این تحقیق به دلیل عدم وجود باران‌نگار در کلیه ایستگاه‌های منطقه، بارش ۲۴ ساعته ثبت شده مورد استفاده قرار گرفت.

جهت کاربرد روش SCS، ابتدا نقشه نمایه خصوصیات حوضه (شماره منحنی) تهیه شد. در این رابطه ابتدا با توجه به نفوذپذیری خاک‌های منطقه، نقشه‌های گروه‌های هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست^۶ TM، تهیه شد. سپس از انقطاع دو نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک در محیط نرم افزار Arcview GIS، نقشه CN منطقه تهیه گردید.

۶. پهنه‌بندی رواناب به هنگام جریان‌های سیلابی

پس از تهیه نقشه CN، با تلفیق نقشه‌های هم‌باران در روش SCS، میزان رواناب منطقه (بارش مازاد) ناشی از بارش رگبار مولد آن، برای دوره‌های بازگشت مختلف، در سطح ایستگاه‌های منطقه محاسبه گردید. سپس به منظور تهیه پهنه‌هایی که پتانسیل ایجاد رواناب مشابهی دارند، از نرم افزار ILWIS استفاده گردید. در این خصوص به منظور بررسی هرچه دقیق‌تر رواناب‌های مختلف منطقه، هفت کلاس عمق جریان در نظر گرفته شد که شامل جریان‌های کمتر از ۲۰ میلی‌متر تا بیشتر از ۱۲۰ میلی‌متر بوده و تغییرات بین کلاس‌ها نیز ۲۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. سپس برای این کلاس‌ها، در دوره‌های بازگشت مختلف، مناطق هم‌جریان محاسبه و مشخص شدند.

نتایج و بحث

۱. برآورد بارش‌های حداکثر ۲۴ ساعته

با توجه به روش ذکر شده در قسمت مواد و روش‌ها، نتایج تحلیل حداکثر بارندگی‌های ۲۴ ساعته در جدول ۳ ارائه شده است.

مقادیر بارندگی‌های ۲۴ ساعته سالانه (در طول دوره آماری) ایستگاه‌های مورد مطالعه استخراج شد. سپس به کمک نرم افزار HYFA توزیع‌های مختلف آماری بر این داده‌ها برازش داده شدند. که بر اساس کمترین مقدار میانگین انحراف نسبی^۱ و میانگین مربع انحراف نسبی^۲، توزیع لوگ نرمال سه پارامتری (با برآورد پارامترها به روش حداکثر درست‌نمایی^۳)، مناسب‌ترین توزیع آماری منطبق بر آمار بارندگی‌های حداکثر ۲۴ ساعته تشخیص داده شد. سپس با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاعی^۴ (شکل ۳) و گرادیان بارش در هر دوره بازگشت، نقشه هم‌باران منطقه برای دوره‌های بازگشت مختلف تهیه شد.

۵. کاربرد روش SCS به منظور پهنه‌بندی رواناب

سیل در سطح حوضه آبریز

به منظور تهیه نقشه مناطق هم‌پتانسیل از نظر میزان خطر سیل‌خیزی، از روش SCS که مبتنی بر انباشت آب روی زمین می باشد، استفاده گردید. روابط مربوط به این روش به شرح زیر می‌باشد:

$$R = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (1)$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (2)$$

در این روابط:

R: ارتفاع رواناب، اینچ

P: ارتفاع بارش در هر دوره بازگشت، اینچ

S: ضریب نگهداشت سطحی حوضه، اینچ

CN: شماره منحنی^۵، بدون بعد

در این روش اگرچه استفاده از بارش‌های ۶ ساعته پیشنهاد شده است، ولی در صورت عدم وجود بارش ۶ ساعته، می‌توان از داده‌های بارش ۲۴ ساعته نیز استفاده نمود (علیزاده، ۱۳۸۲). ضمناً استفاده از ضرایب ثابت به منظور تبدیل بارش روزانه به ۶ ساعته

1. Mean Relative Deviation (MRD)
2. Mean Square Relative Deviation (MSRD)
3. Maximum likelihood
4. Digital Elevation Model (DEM)
5. Curve Number (CN)

6. Landsat

7. Thematic Mapper (TM)

۲. نقشه‌های پهنه‌بندی رواناب ناشی از سیل در

دوره‌های برگشت مختلف

در شکل ۴، مقادیر سطوح مربوط به کلاس‌های مختلف رواناب در دوره‌های بازگشت مختلف، ارائه شده است. این نمودار بیانگر آن است که (بدون توجه به دوره بازگشت)، میزان سطوح هم‌جریان به‌صورت غیرخطی (نمایی) در بین کلاس‌های مختلف کاهش می‌یابد. به‌طور متوسط (در دوره‌های بازگشت مختلف)، سطوح هم‌جریان در بین کلاس‌های ۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰، ۶۰-۸۰، ۸۰-۱۰۰ و بیشتر از ۱۲۰ میلی‌متر، به‌ترتیب ۰/۴، ۱، ۲/۱، ۴/۴، ۱۱/۸، ۳۴/۶، ۴۵/۸ درصد کل حوضه می‌باشند. ضمناً به استثنای کلاس ۰-۲۰ میلی‌متر، در بقیه کلاس‌ها میزان سطوح مربوطه با دوره بازگشت رابطه مستقیم داشته و ترتیب نزولی آن‌ها از دوره بازگشت ۲۰۰ به ۲۵ ساله می‌باشد.

با توجه به روش ذکر شده (در قسمت قبل)، نقشه‌های سطوح هم‌پتانسیل از نظر عمق رواناب ناشی از یک سیل، در دوره‌های بازگشت مختلف تهیه گردید که در شکل ۵ الی ۸، برای دوره‌های بازگشت ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله ارائه شده‌اند. بررسی این نقشه‌ها بیانگر انطباق بسیار زیاد بین نقشه مدل رقومی ارتفاعی منطقه (شکل ۳) و میزان عمق جریان می‌باشد. همچنین با حرکت از جانب مناطق مرتفع حوضه (مناطق جنوبی و شمالی حوضه) به‌طرف مناطق پست و دشت آن (مناطق میانی حوضه)، سطوح با عمق رواناب کمتر (۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ میلی‌متر)، افزایش می‌یابند. این امر کاملاً با تغییرات ضریب جریان^۱ بلندمدت در حوضه آبریز قره‌چای مطابقت دارد (مهندسين مشاور حکمتان آب، ۱۳۸۳).

در خصوص جریان در کلاس کمتر از ۲۰ میلی‌متر (۰-۲۰)، رابطه میزان رواناب در دوره‌های

بازگشت مختلف و سطح مربوطه، به‌صورت معکوس می‌باشد و با کاهش دوره بازگشت، میزان سطح مربوطه افزایش می‌یابد. این امر نشان دهنده آن است که رواناب‌های کمتر از ۲۰ میلی‌متر که به‌طور متوسط در حدود ۴۶ درصد سطوح منطقه را در بر می‌گیرند، عمدتاً مربوط به جریان‌های نرمال و غیرطغیانی هستند که تقریباً در اغلب موارد در سطح منطقه جاری می‌شوند. ولی در بقیه کلاس‌ها که عمق جریان افزایش می‌یابد، نقش جریان‌های طغیانی بیشتر می‌گردد.

در جدول شماره (۴)، درصد مساحت‌های مربوط به کلاس‌های مختلف رواناب، نسبت به دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ارائه شده است. این مقایسه بیانگر آن است که در کلیه کلاس‌های رواناب (به استثنای کلاس ۰-۲۰)، جریان‌های با دوره‌های بازگشت ۲۵ و ۵۰ ساله، به‌طور متوسط ۶۳ درصد سطح رواناب ۱۰۰ ساله را دارا می‌باشند. در صورتی که در کلاس ۰-۲۰، سطوح مربوط به دوره‌های بازگشت ۲۵ و ۵۰ ساله گسترش بیشتری داشته و در حدود ۱۴۸ درصد آن می‌باشند.

بطور کلی تغییرات مکانی رواناب محاسبه شده در این مطالعه مشابه نتایج بدست آمده از تحقیق آقای ملیس و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد. با توجه به نتایج تحقیق ایشان که تأثیر پوشش اراضی را در پاسخ سه زیرحوضه^۲ در شمال فلوریدا مطالعه کرده‌اند، تغییرات کلاس‌های رواناب ناشی از بارش طراحی، بر اساس روش^۳ NRCS-CN و سامانه GIS (ESRI ArcView) تعیین گردید. میزان عمق جریان برای سلول‌های شبکه‌بندی شده هر زیرحوضه محاسبه شد. نتایج بدست آمده تغییرات شدید رواناب سطحی را با توجه به تغییرات بهره‌برداری و پوشش اراضی نشان می‌دهد.

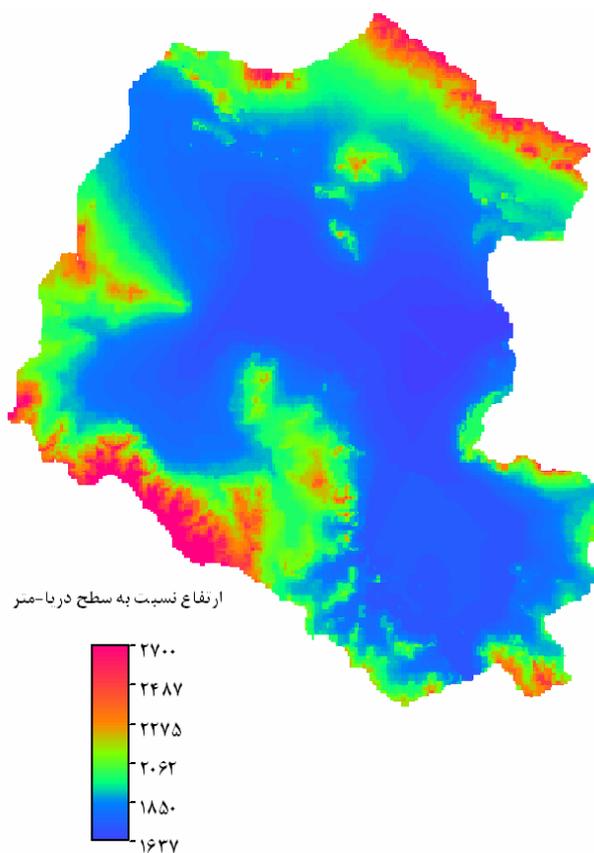
2. Etonia, Econ, S-65A

3. Natural Resources Conservation Services Curve Number

1. Coefficient of runoff (C)

جدول ۳: پیش‌بینی حداکثر بارش ۲۴ ساعته (میلی‌متر) در دوره‌های بازگشت مختلف

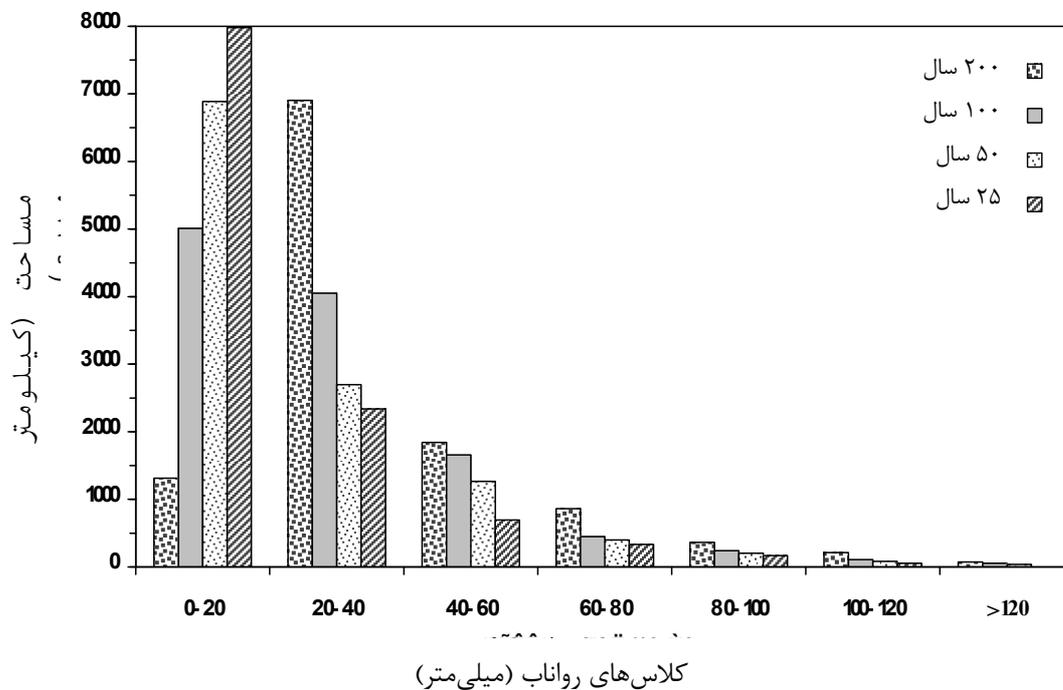
نام ایستگاه	دوره بازگشت (سال)			
	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵
نوزه	۷۱	۶۴	۵۸	۵۱
اکباتان	۸۰	۷۳	۶۶	۵۸
درگزین	۶۴	۵۹	۵۳	۴۸
تویسرکان	۷۰	۶۴	۵۹	۵۳
کوریجان	۱۰۱	۹۰	۸۱	۷۰
صالح‌آباد	۹۴	۸۴	۷۵	۶۶
سولان	۷۹	۷۳	۶۷	۶۱
کیتو	۹۲	۸۴	۷۶	۶۷
نشر	۶۵	۵۹	۵۴	۴۹
آق‌تیپه	۶۲	۵۷	۵۱	۴۵



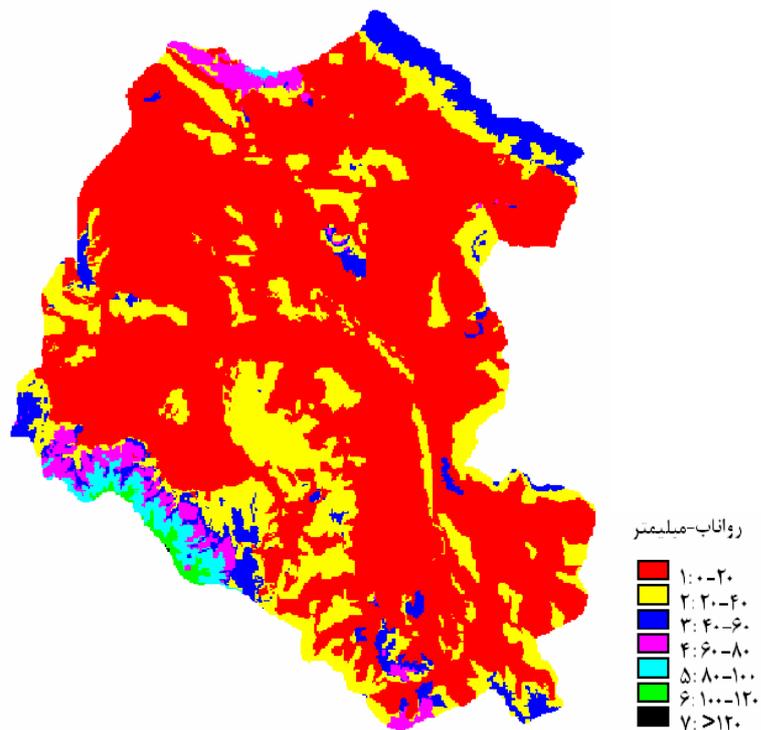
شکل ۳: نقشه مدل رقمی ارتفاعی حوضه آبریز قره‌چای، تهیه شده در محیط ILWIS (مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰)

جدول ۴: درصد مساحت رواناب برای دوره‌های بازگشت مختلف نسبت به دوره بازگشت ۱۰۰ ساله

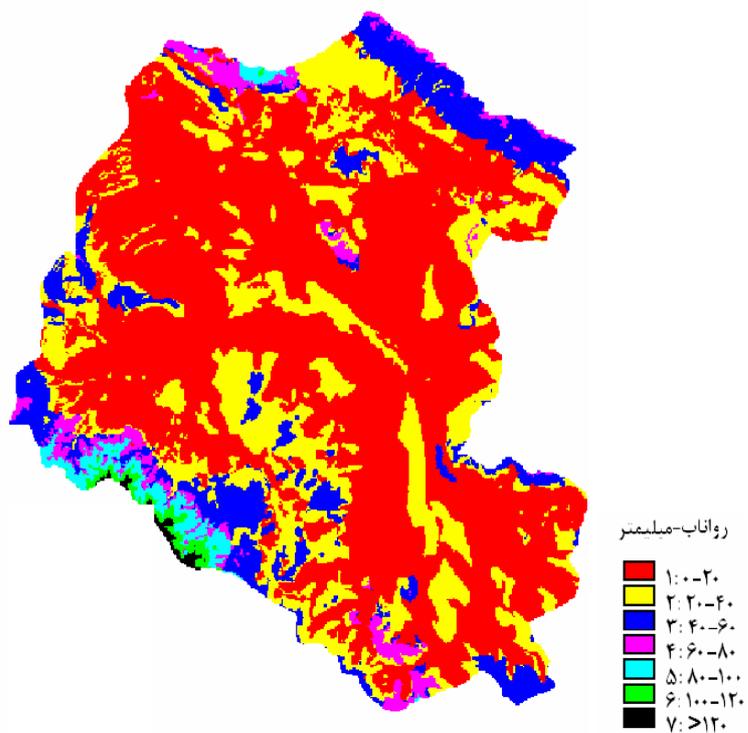
کلاس‌های مختلف رواناب (میلی‌متر)							دوره بازگشت (سال)
>۱۲۰	۱۰۰-۱۲۰	۸۰-۱۰۰	۶۰-۸۰	۴۰-۶۰	۲۰-۴۰	۰-۲۰	
۱	۵۱	۶۹	۷۴	۴۲	۵۸	۱۵۹	۲۵
۶۸	۷۶	۸۵	۸۸	۷۶	۶۷	۱۳۷	۵۰
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳۲	۱۹۷	۱۵۱	۱۹۲	۱۱۱	۱۷۱	۲۶	۲۰۰



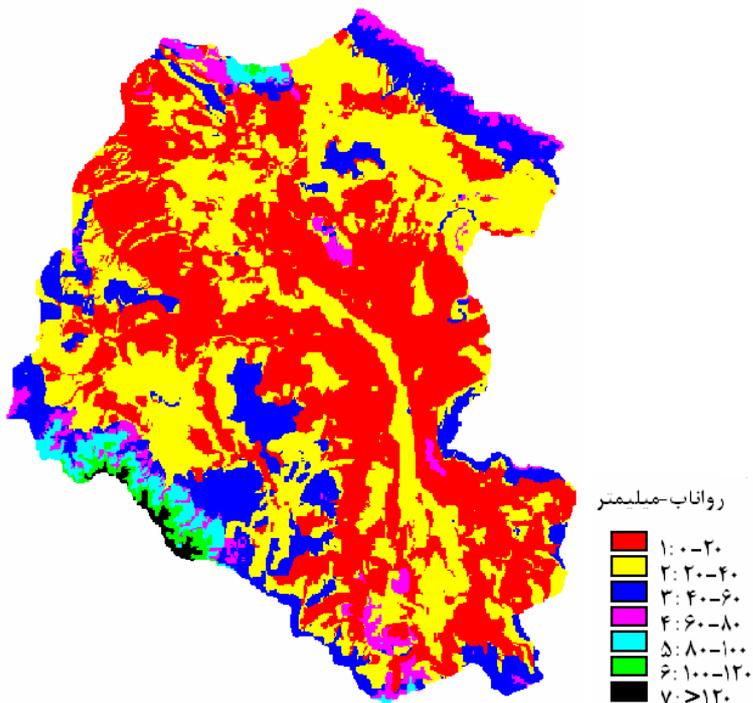
شکل ۴: مقادیر سطوح مربوط به کلاس‌های رواناب در دوره‌های بازگشت مختلف



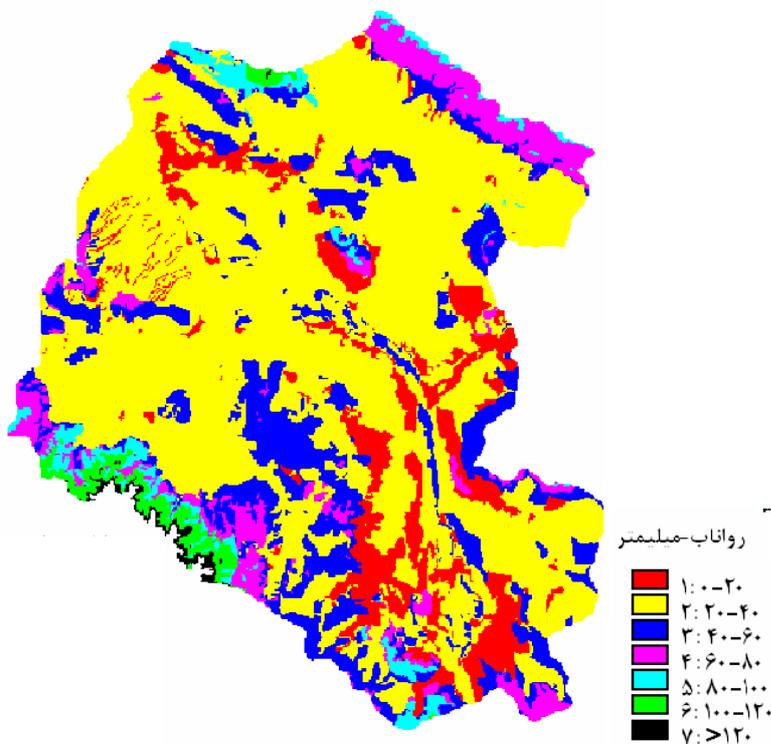
شکل ۵: پهنه‌بندی کلاس‌های مختلف رواناب ناشی از سیل با دوره بازگشت ۲۵ ساله (مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰)



شکل ۶: پهنه‌بندی کلاس‌های مختلف رواناب ناشی از سیل با دوره بازگشت ۵۰ ساله (مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰)



شکل ۷: پهنه‌بندی کلاس‌های مختلف رواناب ناشی از سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله (مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰)



شکل ۸: پهنه‌بندی کلاس‌های مختلف رواناب ناشی از سیل با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله (مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰)

منابع

- جلیل وهابی، ج. ۱۳۷۶. پهنه‌بندی خطر سیل با به‌کارگیری سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز طالقان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- خسروشاهی، ف. ۱۳۷۶. بهسازی و اصلاح مسیر رودخانه‌ها. کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها، انجمن هیدرولیک ایران.
- طاهری، م. و لندی، ا. ۱۳۸۴. کاربرد تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تهیه شماره منحنی جهت برآورد حجم رواناب. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز. عبدالله‌زاده، ک. و عبدالله‌زاده، ی. ۱۳۷۹. آمار و احتمالات، انتشارات آبیژ.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۲. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات استان قدس رضوی، چاپ شانزدهم با تجدید نظر.
- مطیعی، ه. و باربد، م. ۱۳۸۱. پهنه‌بندی سیلاب در حوضه‌های آبخیز با ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های ریاضی. ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ص ۱۳۶۷-۱۳۷۴.
- موسوی، ا. ۱۳۸۱. پهنه‌بندی سیل‌خیزی حوزه آبخیز چهل‌گری استان کردستان با استفاده از سیستم GIS مدل HEC-HMS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- مولائی، ع. ۱۳۸۱. تعیین شماره منحنی با استفاده از GIS، ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ص ۱۱۳۹-۱۱۴۴.
- مهدوی، م. ۱۳۷۳. آمار و روش تجزیه و تحلیل داده‌ها در جغرافیا، انتشارات قمس.
- مهدوی، م. ۱۳۸۰. هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران.
- مهندسین مشاور حکمتان آب، ۱۳۸۳. مطالعات امکان‌یابی و بررسی پتانسیل‌های بهره‌برداری از آب‌های سطحی استان همدان، جلد هشتم، جمع‌بندی گزارش مطالعات.
- Endreny T. A. and Wood, E. F. 2001. Representing elevation uncertainty in runoff modelling and flowpath mapping. *Hydrological Processes*, 15: 2223-2236.
- 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): 1-28.
- Quinn, P., Beven, K., Chevallier, P. and Planchon, O. 1991. The prediction of hill slope flow paths for distributed hydrological modelling using digital terrain models. *Hydrological Processes*, 5: 59-79.
- Stephen, R. 2002. Hydrologic Investigation by the US Geological Survey Following the 1996 and 1997 Floods in the Upper Yellowstone River, Montana. *American Water Resources Association 19th Annual Montana, Section one*, pp. 1-18.
- Tate, E. C., Olivera, F. and Maidment, D. 1999. Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ArcView GIS. Centre For Research in Water Resources (CRWR), Report No. 99-1, 223 pp.

Investigation of runoff flow created by maximum 24 hours rainfall in Ghara-Chay basin using SCS method and GIS application

Maryanaji¹, Z. and Marofi², S.

Abstract

In this study, a part of the floods water volumes of Ghara-Chay basin located in Hamadan province was investigated using excess rainfall determination. In this regard, digital elevation model, rainfall gradient and isohyetal map of the basin were prepared using the maximum daily rainfall of the meteorological stations of the region for different return periods. Then, based on the soil infiltrations and satellite images, the soil hydrological groups and land use maps were produced. Finally, by overlaying the prepared maps, the curve number maps were developed. The depths of direct runoff from the storm generations were computed using the SCS method. The overland flow plan of each storm was developed by conversion and combination of all the information maps in the GIS. A classification consisting 7 runoffs category which was included the runoff depth less than 20 mm to higher than 120 mm was considered. The difference between the classes was 20 mm. Frequency of each class was calculated from 25 to 200 year return periods. The results confirmed a high relationship between the digital elevation model and the runoff depth maps. They showed that the overland flow decreases from high lands toward plain of the basin that is exactly coherent with the long term flow coefficient of the basin. An exponential decreasing trend was identified between the runoff depth and the area of each class. In exception of the class which was less than 20 mm, the area of each class was directly related to return periods from 200 to 25 years. In the class less than 20 mm, the inverse relationship between the surface and return periods showed that the runoffs with an area about 50% of the total area of basin, are the normal runoffs that occur frequently, but in the rest of the classes, which flow depth increase, non-flooding flows play a major role.

Keywords: Overland flow mapping, SCS method, GIS, Ghara-Chay basin

1. Instructor of Hamadan Meteorological Reserch Center

2. Assistant Professor, Department of Irrigation, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University