Archive of SID

تخمین رواناب با استفاده از روش SCS-CN بر اساس سیستم اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی (شهرستان‌های شیروان، بجنورد، فاروج، صفی‌آباد و مشکان)

حسین عالم [*۱]، محمود فلاحی [۲] و صبا نحاس فرمانیه [۳]

۱ و ۲- گروه علوم‌زمین، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شیراز، شیراز

۳- گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شیراز، شیراز

نویسنده مسئول: hosseinalem22@gmail.com *

دریافت: ۹۷/۴/۲۱ پذیرش: ۹۸/۴/۲۹

چکیده

پیش‌بینی و تعیین رواناب سطحی حوضه‌های آبریز مهم‌ترین فرآیند در مطالعات هیدرولوژی است. متدولوژی سازمان حفاظت خاک آمریکا – شماره منحنی SCS-CN، برای تخمین رواناب، به‌کاربرده می‌شود. این روش، یکی از روش‌های بررسی توزیع مکانی رواناب در هیدرولوژی است. در این روش، عامل اصلی مورد استفاده برای محاسبه رواناب، شماره‌ی منحنی است. انتخاب شماره منحنی (CN)، بر اساس کاربری زمین و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک (HSG) منطقه مورد مطالعه، صورت می‌گیرد. از آنجایی‌که توزیع فضایی برآورد شماره منحنی، توسط روش‌های معمولی بسیار دشوار و زمان‌بر خواهد بود، روش GIS -CN (سیستم اطلاعات جغرافیایی) برای حوضه‌های آبریز شیروان، بجنورد، فاروج، صفی‌آباد و مشکان مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از ترکیب نقشه‌های کاربری زمین و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، شماره منحنی حاصل برای کل حوضه حدود ۴۵ تا ۹۳ با میانگین ۷۸ به دست آمد. متوسط عمق رواناب سالانه با روش SCS-CN برای میانگین بارش از ۲ تا ۱۹ اینچ قابل‌تغییر بود. نتایج به‌دست‌آمده با رواناب اندازه‌گیری شده در حوضه همخوانی داشت.

واژه‌های کلیدی: رواناب، روش SCS-CN، حوضه‌های آبریز، سیستم اطلاعات جغرافیایی

۱- مقدمه

آب یکی از الزامات حیاتی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی هر جامعه است. در منطقه‌ی شیروان، بجنورد، فاروج، صفی‌آباد و مشکان، بخش عمده‌ای از منابع تأمین آب، به رواناب ناشی از بارش اختصاص‌یافته است. در طول زمان، سامانه‌های طبیعی زهکشی و حوضه‌های آبخیز منطقه، تغییرات زیادی متحمل شده‌اند. ایجاد پروژه‌های برق‌آبی، تونل‌های آبی مختلف آبیاری، ساخت مخازن، مناطق کاشت با گونه مختلف گیاهی و جایگزینی مراتع طبیعی با زمین‌های کشاورزی، رژیم هیدرولوژیکی منطقه را تغییر داده است. به‌طورکلی، می‌توان گفت، منطقه‌ی مورد مطالعه از لحاظ تأمین آب شرب و کشاورزی با مشکل روبرو شده است. درنتیجه، انجام این مطالعه، برای بررسی و تعیین رژیم هیدرولوژیکی منابع آب منطقه الزامی است. در واقع برای مدیریت بهتر آب در حوضه‌های منطقه، رابطه بین بارش و رواناب باید بررسی شود. بارش و رواناب، اجزای اصلی مطالعات هیدرولوژیکی منابع اصلی آب منطقه است.

روش‌های کامپیوتری بر اساس خصوصیات فیزیکی حوضه و توزیع فضایی هیدرولوژیکی، توانایی محاسبه‌ی فاز رواناب را برای یک رخداد باران دارا هستند (به‌ون و همکاران، ۱۹۷۹). یکی از این روش‌های هیدرولوژیکی در محاسبه رواناب روش SCS-CN است. SCS-CN روشی نسبتاً آسان برای استفاده و ارائه نتایج قابل قبول است (شولتز، ۱۹۹۳). در این روش با استفاده از یک فرمول تجربی ساده و جداول و منحنی مربوطه، به‌راحتی میزان رواناب محاسبه می‌شود. در این روش، CN عامل اساسی برآورد رواناب است (بونتا، ۱۹۹۷). افزایش شماره منحنی (CN[۱]) به معنای افزایش رواناب و کاهش نفوذ؛ درحالی‌که کاهش شماره منحنی به معنای کاهش رواناب و افزایش نفوذ هست (ژان و هانگ، ۲۰۰۴). شماره منحنی، تابع

[1] curve number

www.SID.ir

Archive of SID

کاربری و گروه هیدرولوژیک خاک (HSG[2]) است. این روش توانایی ادغام تأثیر پارامتر کاربری زمین در محاسبه رواناب بارش را دارا است. روش SCS-CN فراهم‌کننده‌ی یک‌راه سریع برای برآورد محاسبه‌ی تغییرات رواناب با توجه به تغییر کاربری زمین است (ژان و هانگ، ۲۰۰۴). مزیت اصلی روش SCS دقت پیش‌بینی آن است. ضعف عمده آن، نیاز به تخصص فنی بالا، صرف زمان زیاد و تلاش فراوان هست. این روش، توانایی تقسیم حوضه‌های آبریز اصلی به تعدادی شبکه‌های کوچک‌تر را دارا است، در نتیجه رواناب می‌تواند در هرکدام از این شبکه‌ها به‌طور مستقل بررسی شود (دوبایا و لرنمایر،۱۹۹۷). در واقع به‌منظور واسنجی و اعتبارسنجی رواناب کل خروجی حوضه، می‌توان رواناب هر پیکسل را مسیریابی و بررسی کرد. پس‌ازآن که این روش، برای ناحیه، کالیبره و کامل شد، قادر است برای تمام شبکه‌بندی‌های مکانی موجود در حوضه، میزان رواناب را حتی اگر فاقد آمار باشد، محاسبه کند. تنها محدودیت این روش، تعمیم بارش‌های اندازه‌گیری شده در یک نقطه به تمام نقاط شبکه به‌صورت یکنواخت است.

مبنای این مطالعه، ایجاد یک مدل هیدرولوژیکی مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[3])، با در نظر گرفتن خصوصیات ناهمگونی فیزیوگرافی خاک و کاربری زمین، و تخمین رواناب سالانه است. با در نظر گرفتن نکات مذکور، روش SCS-CN، یک روش توسعه‌یافته در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و قابل‌قبول در جوامع بین‌المللی است (جان، ۱۹۹۶). این اطلاعات بنیادی، با ارزیابی حجم رواناب منطقه، بستری مناسب را در توسعه مدیریت منابع آب و طراحی سازه‌های هیدرولوژیکی منطقه، فراهم می‌کند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- ویژگی‌های عمومی منطقه

منطقه مورد مطالعه بین عرض جغرافیایی ´۵۶ °۵۶ تا ´۳۰ °۵۸ شرقی و طول جغرافیایی ´۳۰ °۳۷ تا ´۵۱ °۳۶ شمالی قرار دارد (شکل ۱). این منطقه ازنقطه‌نظر ریخت‌شناسی، هر دو شکل دشت و ارتفاعات را شامل می‌شود، بدین‌صورت که پست‌ترین نقطه در ارتفاع حدود ۹۲۸ متر از سطح دریا قرار دارد. ارتفاعات منطقه،گستره وسیع‌تری از شمال غرب تا جنوب شرق، با بیشینه ارتفاع ۳۰۲۶ متر از سطح دریا را شامل می‌شوند. شهر شیروان با ارتفاع ۱۰۹۵ متر از سطح دریا در مرکز منطقه مورد مطالعه قرار دارد (نقشه توپوگرافی استان خراسان). از نظر آب و هوایی، نیمه شمالی منطقه تابستان‌های معتدل و نسبتاً مرطوب، و زمستان‌های نسبتاً سرد دارد و گرمای هوا در تابستان از ۴۰ درجه فراتر نمی‌رود. نیمه جنوبی منطقه نیز به دلیل مجاورت با دشت اسفراین تابستان‌های نسبتاً گرم و خشک دارد، آن‌چنان‌که گرمای هوا در تابستان به ۴۵ درجه می‌رسد. میانگین بارش سالانه ۲۷۵ میلی‌متر در سال است. میانگین دمای هوا در فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۹۴، به ترتیب ۱۰/۳ و ۱۸/۲ درجه سانتی‌گراد بوده، که در مقایسه با سال ۱۳۹۳، خنک‌تر شده است هرچند، در مقایسه با دوره آماری بلندمدت گرم‌تر گردیده است. بر اساس روش‌ها و طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی، محدوده موردمطالعه، نیمه‌خشک، با زمستان‌های سرد است.

۲-۲- ویژگی‌های زمین‌شناختی و ساختاری منطقه

از نظر ساختاری، محدوده مورد مطالعه به‌جز بخش کوچکی در گوشه جنوب شرقی که در محدوده ایران مرکزی قرار دارد، به پهنه‌های ساختاری کپه‌داغ و بینالود تعلق دارد. این منطقه، در اثر یک تنش فشارشی در امتداد شمال- شمال‌شرق و جنوب- جنوب‌غرب قرار گرفته است که ابتدا موجب کوتاه‌شدگی و چین‌خوردگی شده، و با روند افزایش فشار، گسل‌های راندگی را در برخی نقاط ایجاد کرده است. بیش‌تر گسل‌ها از نوع امتدادلغز با مؤلفه‌های واژگون و گاه نرمال هستند هرچند، تعدادی از گسل‌های راندگی نیز شناخته شده‌اند که با چین‌خوردگی همراه شده و سنی بیش‌تر از گسل‌های امتدادلغز[4] دارند (آقانباتی، ۲۰۰۴).

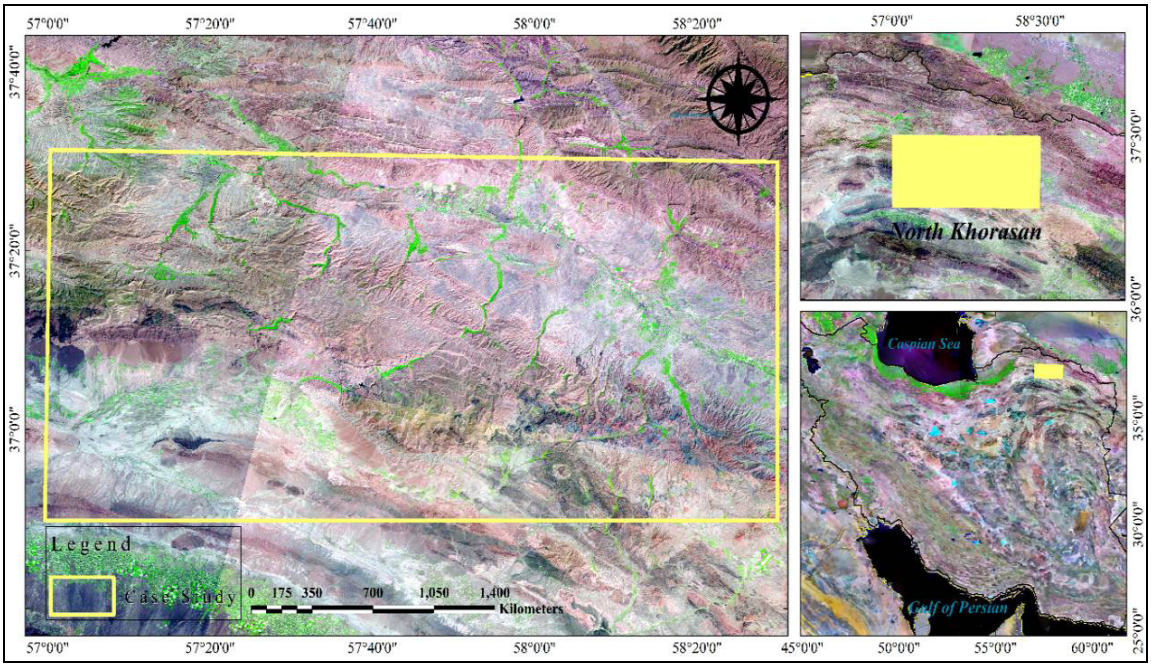
تشکیلات زمین‌شناختی منطقه به دوران دوم، دوره نئوژن در دوران سوم، و نیز دوران چهارم زمین‌شناختی (یعنی زون کپه‌داغ) تعلق دارد (شکل ۲). از مجموعه‌های آهکی گوناگون، چشمه‌های کارستی نظیر گلیان، خسرویِ، گرماب، زوارم، چهل‌چشمه، بشوری، ولی بیک، سمن دین، سولوچشمه و اسطرخی رخنمون دارند.

[2] Hydrological soil group
[3] Geographics Information System
[4] Strike slip fault

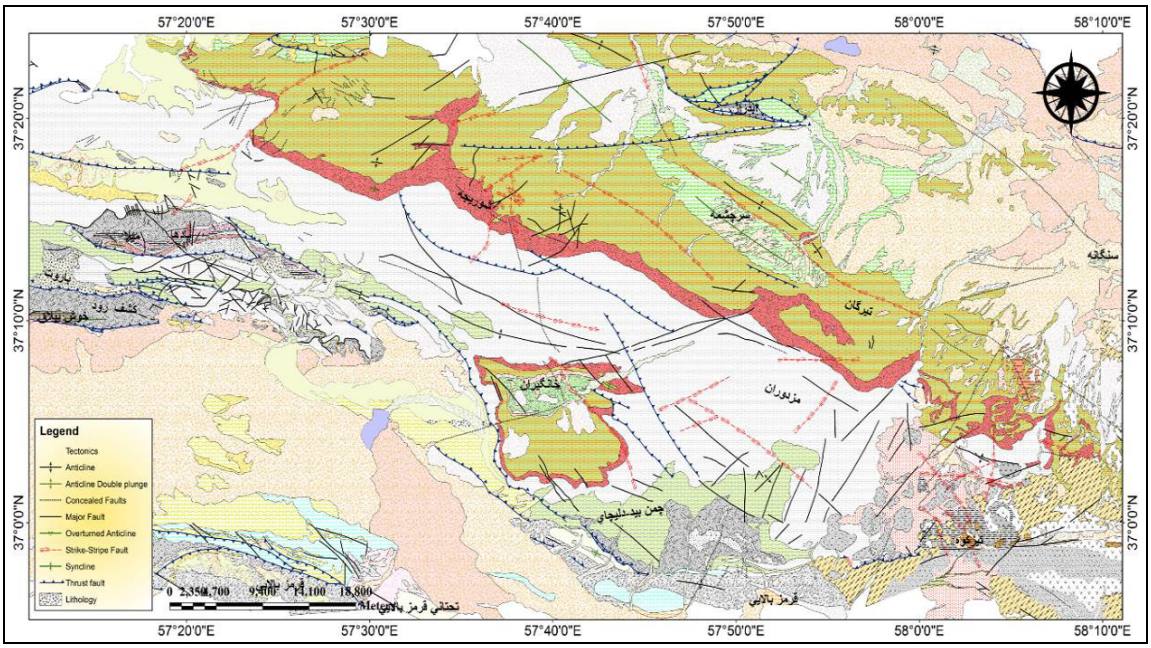
www.SID.ir

Archive of SID

رسوب‌گذاری پالئوزوئیک و تریاس در نیمه جنوبی ورقه در قلمرو زون بینالود قرار دارد اما با شروع دریای ژوراسیک، رسوب‌گذاری تا پایان کرتاسه در هر دو منطقه کپه‌داغ و بینالود به‌طور یکنواخت ادامه داشته است. ازاین‌رو، تفاوت چشمگیری میان رسوبات ژوراسیک و کرتاسه در کپه‌داغ و بینالود دیده نمی‌شود، به‌نحوی‌که مشاهدات صحرایی نشان می‌دهد که سازندهای رخنمون یافته پالئوزوئیک بینالود در زیر منطقه کپه داغ نیز ادامه دارند (آقانباتی،۲۰۰۴).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲. نقشه‌ی ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی محدوده خراسان شمالی (بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شیروان، بجنورد، فاروج، صفی‌آباد و مشکان برگرفته از سازمان زمین‌شناسی کشور)

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۳- روش کار

در این مطالعه اصول روش کار استفاده از داده‌های آماری، تحلیل داده‌های مکانی و هم‌چنین استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه شماره منحنی در مدل SCS با فن سیستم اطلاعات جغرافیایی است، که در مرحله بعد با به‌کارگیری معادلات روش SCS و نقشه شماره منحنی و لایه بارش، پهنه‌هایی که پتانسیل ایجاد رواناب دارند، در مقیاس هر پیکسل تعیین می‌گردد، در نتیجه رواناب می‌تواند در هرکدام از این شبکه‌ها به‌طور مستقل بررسی شود. در واقع به‌منظور واسنجی و اعتبارسنجی رواناب کل خروجی حوضه، می‌توان رواناب هر پیکسل را مسیریابی و بررسی کرد.

روش SCS بر اساس مشاهدات متعدد در حوضه‌های معرف و در اقلیم‌های مختلف آمریکا ارائه شده است. در این روش، ارتفاع رواناب (Q) ناشی از باران (P)، با توجه به تلفات مربوط به برگاب، نفوذ و ذخیره سطحی (S) محاسبه می‌گردد. البته درصورتی‌که بارش کمتر از تلفات اولیه باشد، ارتفاع رواناب صفر در نظر گرفته می‌شود، اما هنگامی‌که بارش بیش از تلفات اولیه باشد، در آن صورت از رابطه ۱ استفاده می‌شود.

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \qquad (۱)$$

در این رابطه P بارش برحسب اینچ و S تلفات برحسب اینچ و Q ارتفاع رواناب تولید شده برحسب اینچ در یک دوره یک‌ساله است.

از این رابطه در حوضه‌هایی که تمام و یا بخشی از بارش سالیانه از نوع برف هست و حوضه‌هایی که بخشی از دبی رودخانه‌ها مربوط به دبی پایه هست نمی‌توان استفاده کرد. هم‌چنین حجم رواناب به‌صورت ارتفاع رواناب هر پلی‌گون ضربدر مساحت آن پلی‌گون قابل محاسبه خواهد بود، که در اینجا با توجه به استفاده از مدل رستری شبکه‌بندی پیکسلی GIS، نیازی به این کار نیست و رواناب به ازای هر واحد پیکسل (۵ در ۵ متر) قابل محاسبه است. مقدار تلفات کل یا S، توسط رابطه ۲ و با یک عامل بدون بعد بنام شماره منحنی ، بیان می‌گردد.

$$S = \frac{1000}{CN} \quad 10 \qquad (۲)$$

که در آن، S برحسب اینچ بوده و مقادیر CN بین صفرتا ۱۰۰ متغیر است.

۳- بحث و نتایج

در زیر هریک از پارامترهای لازم برای محاسبه رواناب به‌صورت جداگانه ارزیابی می‌گردد.

۳-۱- نقشه‌ی کاربری زمین

پس از ادغام چهار باند تصویر ماهواره‌ای سنجنده Awifs از منطقه مورد مطالعه، طبقه‌بندی کاربری زمین با استفاده از ابزار کامپوزیت در نرم‌افزار آی دریسی[1] ایجاد شد. با طبقه‌بندی نقشه‌ی کاربری زمین، تفسیر بصری از منطقه مورد مطالعه با استفاده از ویژگی‌های تصویر انجام شد و در نهایت نقشه‌ی کاربری زمین برای استفاده، آماده گردید. دقت نقشه‌ی کاربری زمین از طریق مشاهدات میدانی، تأیید شده است.

بر اساس نقشه کاربری اراضی، منطقه مورد مطالعه به ۱۷ کلاس طبقه‌بندی شد. طبقه‌بندی دقیق نقشه کاربری اراضی در شکل ۳ نشان داده شده است.

۳-۲- نقشه خاک

نقشه خاک منطقه مطالعاتی پس از مطالعه دقیق پروفیل خاک آماده شد. انواع خاک بر اساس واحدهای فیزیوگرافی شامل خصوصیات زمین‌شناسی، توپوگرافی و کاربری زمین، به ۶۳ نوع مختلف خاک تقسیم‌بندی شدند. سپس نقشه خاک به گروه‌های هیدرولوژیک خاک طبقه‌بندی شد. چهار گروه هیدروژئولوژیکی خاک در حوضه آبخیز منطقه وجود دارد، در شکل ۴ نشان داده شده است. بر اساس توانایی خاک‌های مختلف برای نفوذ، خاک را به ۴ گروه خاک‌های هیدرولوژیکی تقسیم شده است که آن‌ها به شرح زیر تعریف‌شده است:

گروه خاک هیدرولوژیکی نوع A (پتانسیل رواناب کم): خاک با سرعت نفوذ بالا حتی زمانی که کاملاً مرطوب است. این خاک‌ها دارای نرخ بالای انتقال آب‌اند (سرعت نفوذ نهایی بیش‌تر از ۰/۳ in/h است).

گروه خاک هیدرولوژیکی نوع B: خاک‌هایی با سرعت نفوذ متوسط که کاملاً مرطوب هستند. این خاک‌ها یک نرخ متعادل انتقال آب‌دارند (نرخ نفوذ نهایی ۰/۰۵ تا ۰/۱۵ in/h است).

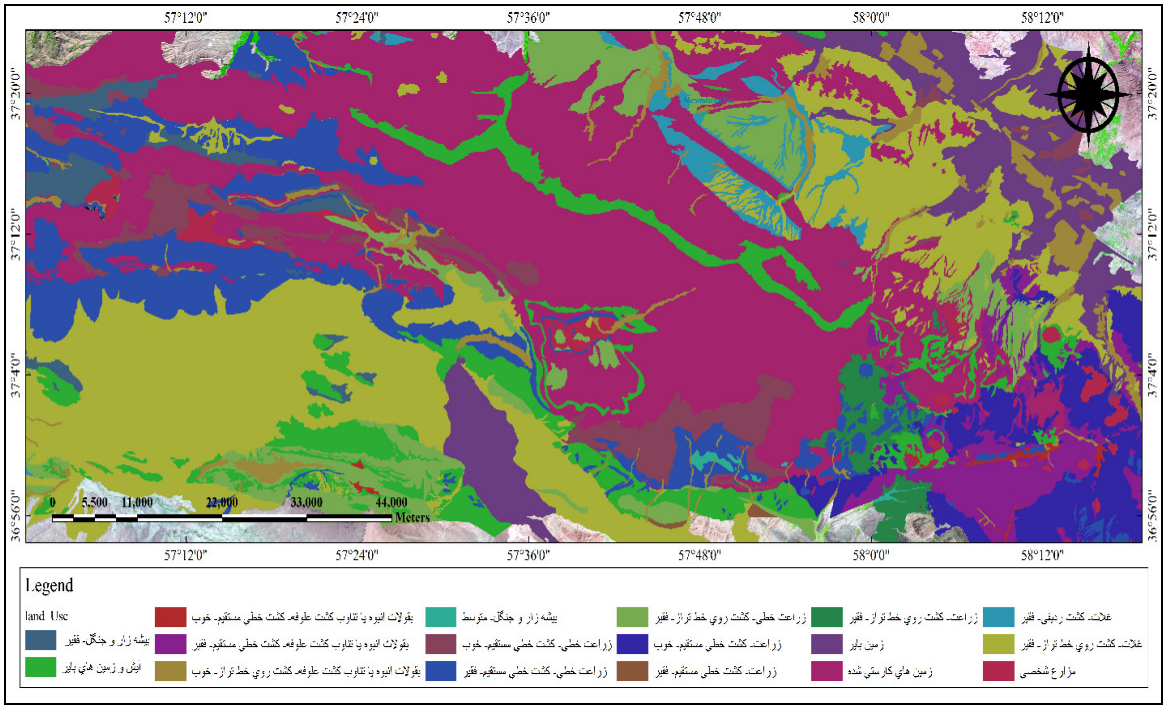
[1] IDRISI

www.SID.ir

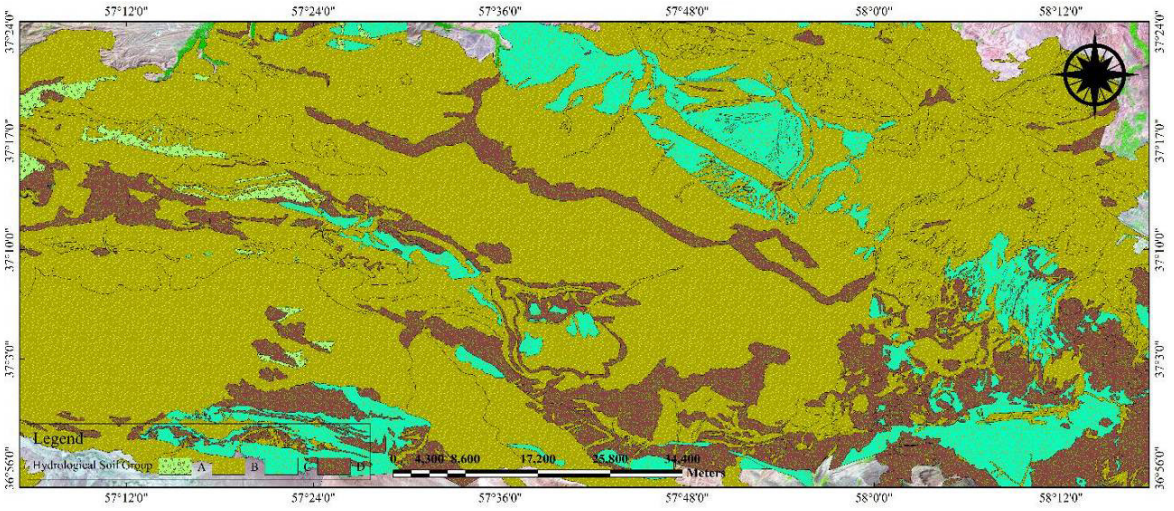
Archive of SID

گروه خاک‌های هیدرولوژیکی نوع C: خاک با سرعت نفوذ کند زمانی که کاملاً مرطوب است. این خاک‌ها یک نرخ انتقال آب کند دارند (نرخ نفوذ نهایی بین ۰/۰۵ تا ۰/۱۵ in/h است)

گروه خاک‌های هیدرولوژیکی نوع D (پتانسیل رواناب بالا): خاک‌ها با نرخ نفوذ خیلی کند کاملاً مرطوب هستند. این خاک‌ها یک نرخ بسیار کند انتقال آب دارند (نرخ نهایی نفوذ کمتر از ۰/۰۵ in/h است).



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی تهیه شده از چهار باند تصویر ماهواره‌ای سنجنده Awifs



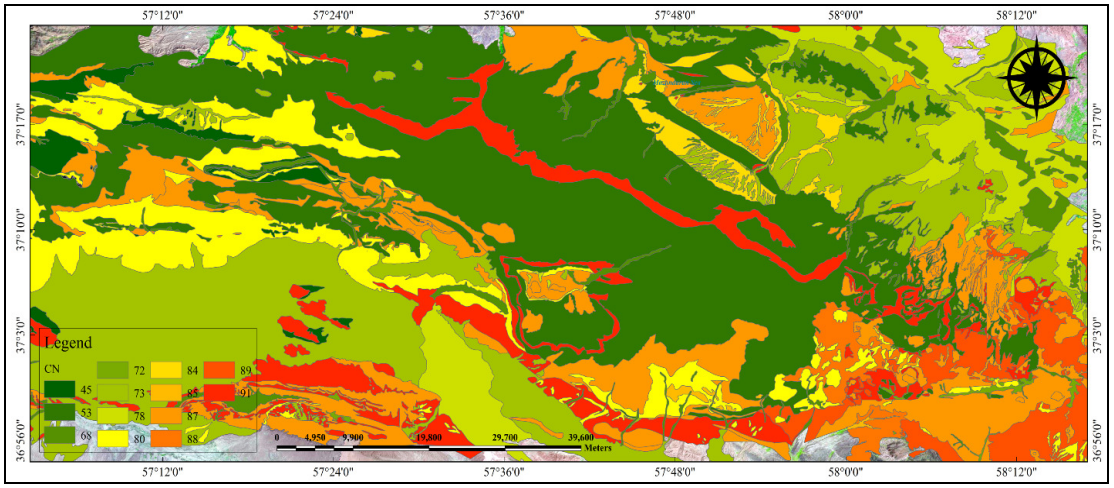
شکل ۴. نقشه‌ی گروه‌های هیدرولوژیکی خاک

۳-۳- تولید شماره منحنی

با استفاده از جدول شماره ۱، مقادیر شماره منحنی با استفاده از نقشه کاربری اراضی و گروه‌بندی خاک، قابل محاسبه خواهد بود (مهدوی، ۱۳۸۷). مقادیر CN محدوده‌ای بین ۰ تا ۱۰۰ را در برمی‌گیرد، به‌طوری‌که مقادیر بالاتر CN، با پتانسیل بالاتر تولید رواناب همراه است. مقادیر شماره منحنی برای هر پیکسل در شکل شماره ۵ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. مقادیر CN به‌دست‌آمده

جدول ۱. تعیین مقادیر CN با استفاده از کاربری زمین و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک (مهدوی، ۱۳۸۷)

نوع بهره‌برداری زمین	عملیات زراعی و یا کارهای اصلاحی	وضعیت هیدرولوژیکی	گروه‌های هیدرولوژیکی خاک			
			A	*B*	*C*	*D*
آبش و زمین‌های بایر			۷۷	۸۶	۹۱	۹۴
زراعت خطی	کشت خطی مستقیم	فقیر	۷۲	۸۱	۸۸	۹۱
	کشت خطی مستقیم	خوب	۶۷	۷۸	۸۵	۸۹
	کشت روی خط تراز	فقیر	۷۰	۷۹	۸۴	۸۸
	کشت روی خط تراز	خوب	۶۵	۷۵	۸۲	۸۶
غلات	کشت ردیفی	فقیر	۶۵	۷۶	۸۴	۸۸
	کشت ردیفی	خوب	۶۳	۷۵	۸۳	۸۷
	کشت روی خط تراز	فقیر	۶۳	۷۴	۸۲	۸۵
	کشت روی خط تراز	خوب	۶۱	۷۳	۸۰	۸۴
بقولات انبوه یا تناوب کشت علوفه	کشت خطی مستقیم	فقیر	۶۶	۷۷	۸۵	۸۹
	کشت خطی مستقیم	خوب	۵۸	۷۲	۸۱	۸۵
	کشت روی خط تراز	فقیر	۶۴	۷۵	۸۳	۸۵
	کشت روی خط تراز	خوب	۵۵	۶۹	۷۸	۸۳
چمن‌زار		خوب	۳۰	۵۸	۷۱	۷۸
بیشه‌زار و جنگل		فقیر	۴۵	۶۶	۷۷	۸۳
بیشه‌زار و جنگل		متوسط	۳۶	۶۰	۷۳	۷۹
مزارع شخصی			۵۹	۷۴	۸۲	۸۶
جاده خاکی			۷۲	۸۲	۸۷	۸۹
جاده شوسه			۷۴	۸۴	۹۰	۹۲
زمین‌های کارستی شده			۴۵	۵۳	۶۰	۶۷

۳-۴- محاسبه تلفات (S)

تلفات 'S' نیز با جایگزینی مقدار سلولی هر پیکسل CN در رابطه ۲ و توسط ابزار محاسبه رستر در سیستم اطلاعات جغرافیایی محاسبه شد (شکل ۶).

۳-۵- محاسبه میزان بارش

بر اساس میانگین بارش ۳۰ ساله (۱۳۶۳ تا ۱۳۹۳) در ایستگاه‌های باران‌سنجی موجود در منطقه (جدول ۲)، و با داشتن ارتفاع هر ایستگاه، نمودار بارش_ارتفاع برای

www.SID.ir

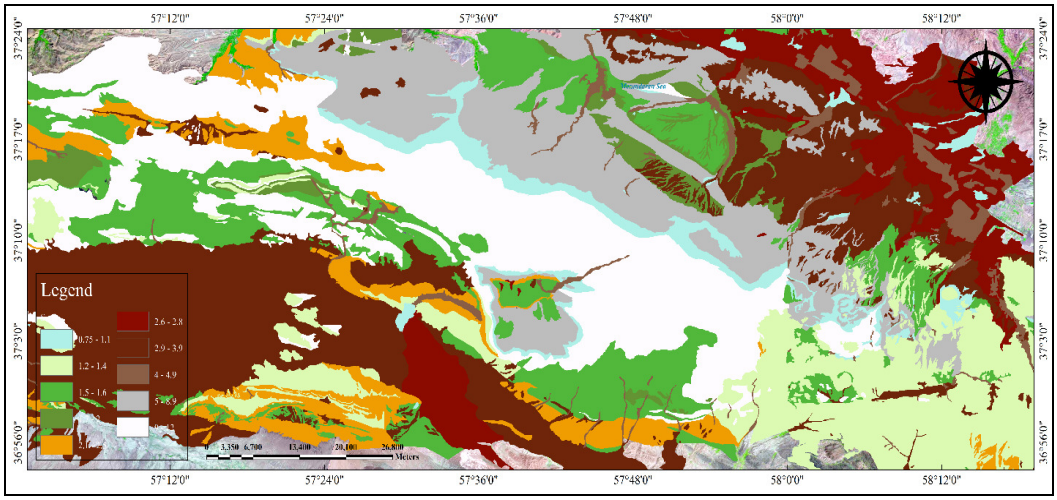
Archive of SID

این ایستگاه‌ها رسم گردیده است (نمودار ۱). رابطه‌ی ۳ از خط برازش این نقاط به‌دست‌آمده است.

$$Y = 0.0058X + 3.3039 \quad (۳)$$

در این رابطه، x متغیر ارتفاع برحسب متر، و y متغیر بارش (اینچ) بر اساس میزان ارتفاع است.

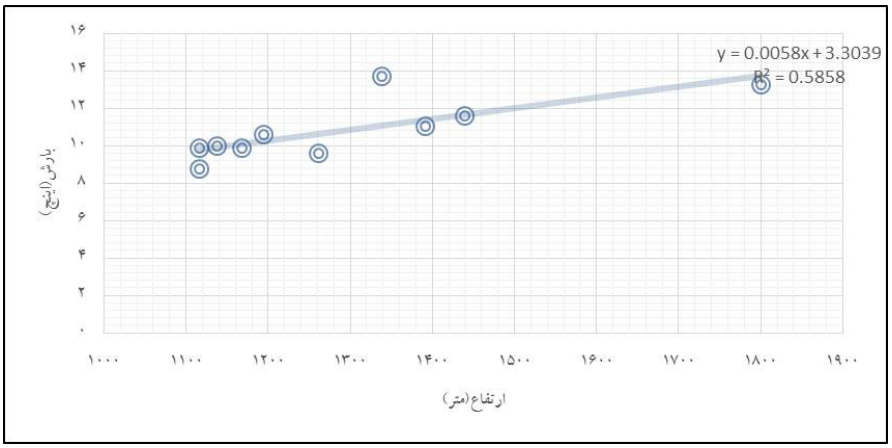
با قرار دادن معادله فوق در محیط نرم‌افزار GIS و ابزار محاسبه رستر و معرفی متغیر X به‌عنوان نقشه رقومی ارتفاع (شکل ۷)، متغیر Y به‌عنوان نقشه رقومی خروجی میزان بارش در منطقه با دقت ۵ متر تهیه‌شده است (شکل ۸).



شکل ۶. مقادیر S به‌دست‌آمده برای هر پیکسل محدوده مطالعاتی

جدول ۲. اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های باران‌سنجی خراسان شمالی

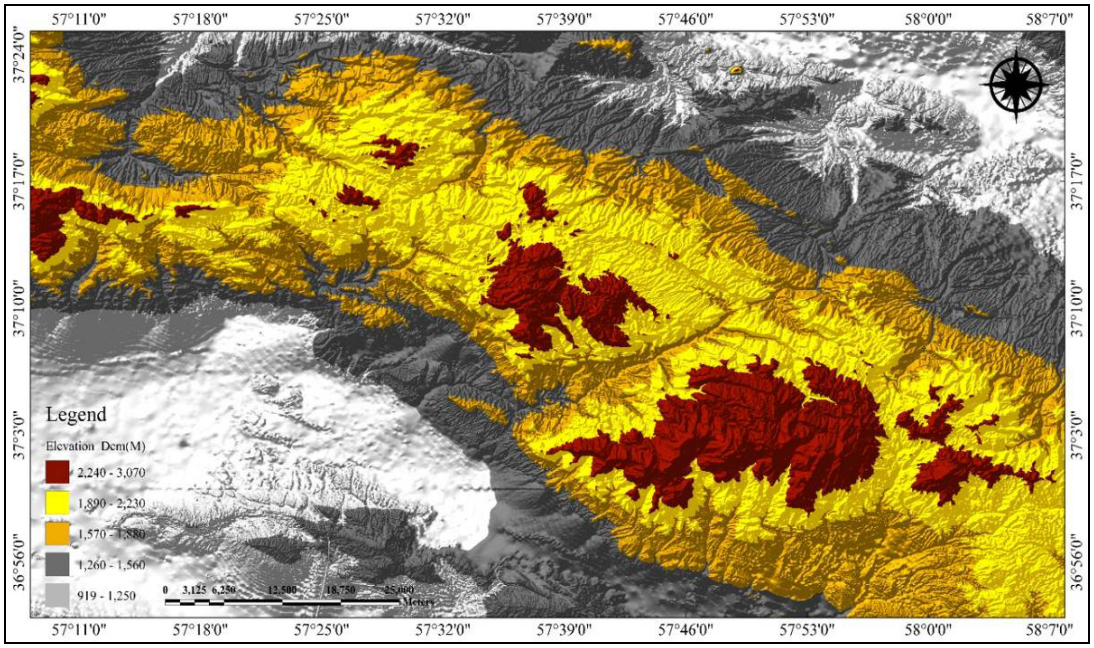
نام ایستگاه	نام رود	Y	X	ارتفاع (m)	میزان بارش (Inch)
چری	چری	۳۷۱۰۳۷	۵۸۰۹۰۹	۱۳۳۸	۱۳.۷
سه یک آب شیروان	اترک	۳۷۲۴۵۱	۵۷۵۵۵۶	۱۱۳۸	۱۰
اسدلی	اترک	۳۷۱۷۳۱	۵۷۲۱۳۴	۱۸۰۰	۱۳.۳
بش قار داش	اترک	۳۷۲۴۴۰	۵۷۱۷۰۶	۱۱۱۶	۹.۹
فاروج	اترک	۳۷۱۴۱۰	۵۸۱۳۱۰	۱۱۹۴	۱۰.۶
شورک	شورا	۳۷۲۲۳۳	۵۷۴۱۴۳	۱۱۶۸	۹.۹
بیدوازاسفراین	اسفراین	۳۷۰۴۰۳	۵۷۳۰۳۴	۱۲۶۲	۹.۶
رویین عراقی	عراقی	۳۷۱۱۱۵	۵۷۲۵۲۲	۱۳۹۱	۱۱
خوش اسفراین	کال شور جاجرم	۳۷۰۷۴۷	۵۷۲۰۲۶	۱۱۱۶	۸.۷
نوشیروان	بیدواز	۳۷۰۴۳۷	۵۷۳۶۲۲	۱۴۴۰	۱۱.۶



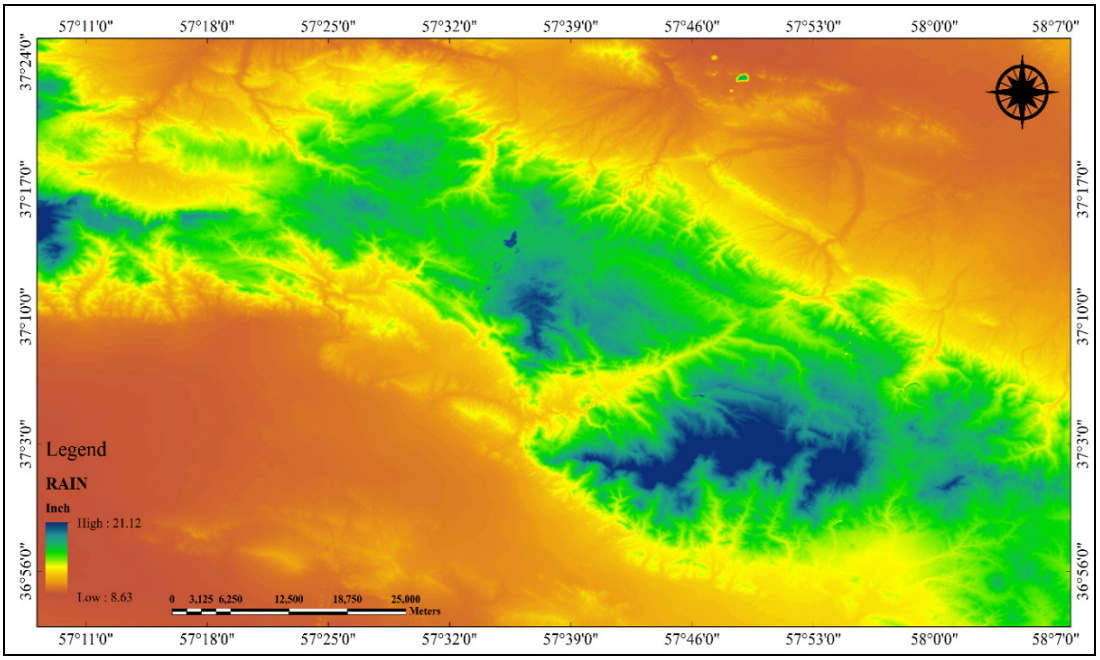
نمودار ۱. رابطه‌ی ارتفاع – بارش محدوده‌ی مطالعاتی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. نقشه ارتفاع رقومی ۵ متری منطقه (تهیه‌شده از داده‌های اتوکد در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی)



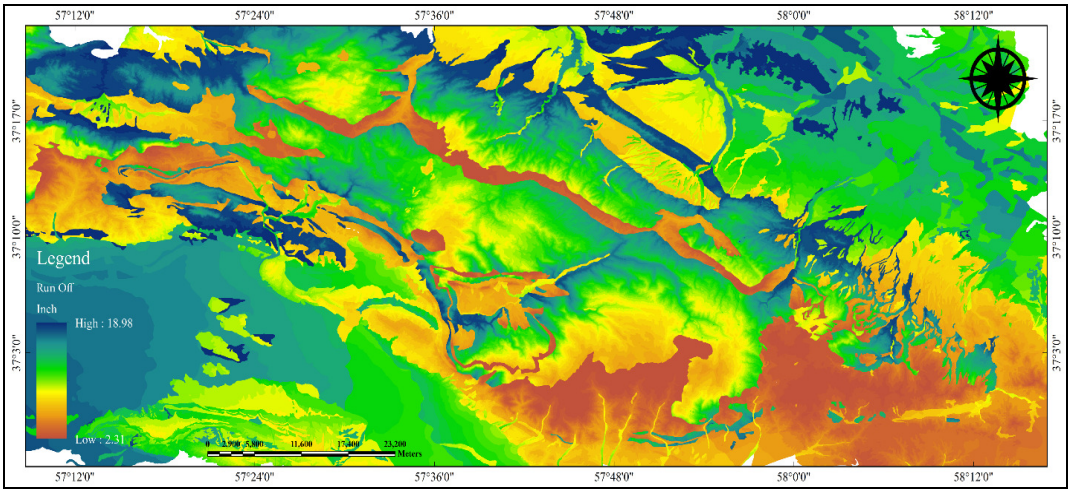
شکل ۸. نقشه رستری بارش محدوده مطالعاتی

۳-۶- محاسبه رواناب سطحی

محاسبه‌ی رواناب سطحی با استفاده از مقادیر موجود لایه‌های ایجاد شده‌ی شماره منحنی، تلفات یا نگهداشت ویژه S، و مدل رقومی بارش محدوده‌ی مطالعاتی، با استفاده از معادله عمومی تعیین رواناب در روش SCS (رابطه ۱) با استفاده از ابزار محاسبه رستر صورت گرفت (شکل ۹). که در آن Q میزان رواناب ایجاد شده برحسب اینچ طی یک سال بارش در مقیاس شبکه‌بندی ۵ در ۵ متر (دقت رستر بارش منطقه‌ی مطالعاتی) است. در واقع بجای حوضه‌بندی که همواره همراه با خطاست، به ازای هر واحد ۵ متر مربعی، رواناب یک‌ساله قابل محاسبه خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹. برآورد رواناب یک‌ساله به ازای شبکه‌های ۵ در ۵ مترمربعی

۴- نتیجه‌گیری

روش SCS-CN مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی، روشی کاربردی برای حفاظت کمی و کیفی منابع آب حوضه‌های آبخیز است. این روش، تخمینی دقیق و سریع از رواناب هر منطقه‌ی مطالعاتی است. در این مطالعه، میانگین بارش سالانه ۱۲/۳ اینچ ۳۰ ساله، برای محاسبه رواناب استفاده شده است. میانگین رواناب تولید شده از این میزان بارش، ۸/۶۶ اینچ بود. این نتیجه نشان می‌دهد که ۳۰ درصد بارش باران به داخل زمین نفوذ می‌کند و ۷۰ درصد بارش باران به رواناب تبدیل می‌شود. این امر به دلیل ناحیه‌ی کوهستانی حوضه آبریز رخ می‌دهد، ارتفاع حوضه آبریز ۹۱۹ تا ۳۰۶۷ متر بالاتر از سطح دریا است. هم‌چنین وسعت ناحیه‌ی کارستی شده منطقه بالاست که خود عامل در نفوذ بیش‌تر و کاهش رواناب است. توزیع فضایی مقدار CN از ۴۵ تا ۹۱ متغیر است. در اینجا مقادیر ۴۵، با زمین‌های کارستی شده و ۹۱ در ارتباط آیش و زمین‌های بایر با گروه هیدرولوژیکی D و هم‌چنین زمین‌های شهری است. با توجه به ظرفیت نفوذ بالای محیط کارستی، رواناب کم و در سطح سخت زمین‌های بایر، رواناب بالا خواهد بود. به‌تبع، با توجه به اینکه، این روش توانایی تقسیم حوضه‌های آبریز اصلی به تعدادی شبکه‌های کوچک‌تر را دارا است، در نتیجه قادر است رواناب را، در هرکدام از این شبکه‌ها به‌طور مستقل بررسی کند و درواقع به‌منظور واسنجی و اعتبارسنجی رواناب کل خروجی حوضه، می‌توان رواناب هر پیکسل را مسیریابی و بررسی کرد. در نتیجه درجایی که نفوذ آب بسیار کمتر است، رواناب سطحی بیش‌تر خواهد شد و به جریان پایه به رودخانه می‌پیوندد که ممکن است باعث بروز سیل و فرسایش شدید خاک شود. رواناب تخمینی نشان داد که حوضه آبخیز منطقه‌ی مطالعاتی، پتانسیل رواناب سطحی بسیار خوبی دارد، با توجه به این امر که محدوده مطالعاتی دارای اقلیمی نیمه‌خشک است. ازاین‌رو، با استفاده از خروجی نرم‌افزار GIS و نقشه‌ی تولید شده به ازای هر واحد شبکه‌ای ۵ در ۵ مترمربع، قادر است مناطق با خروجی بالای رواناب را شناسایی کند، در نتیجه با ایجاد سازه‌های مناسب تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی، آب سطحی را به درون زمین منتقل کرد و از بروز سیل و بروز خسارات جلوگیری کرد و گامی بزرگ در جهت مدیریت منابع آب این منطقه‌ی با اقلیم خشک برداشت.

منابع

آقانباتی، ع (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۷ ص.

مهدوی، م (۱۳۸۷) هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۲ ص.

Beven, K. J., & Kirkby, M. J (1979) A physically based, variable contributing area model of basin hydrology/Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. Hydrological Sciences Journal, 24 (1): 43-69.

Bonta, J. V (1997) Determination of watershed curve number using derived distributions. Journal of irrigation and drainage engineering, 123 (1): 28-36.

www.SID.ir

Archive of SID

Dubayah, R., & Lerrenmaier, D (1997) Combing Remote Sensing and Hydrological Modeling for Applied Water and Energy Balance Studies. In NASA EOS Interdisciplinary Working Group Meeting, San Diego, CA.

Jain, M. K (1996) GIS based rainfall, runoff modelling for Hemavathi Catchment. CS (AR)-22/96-97, NIH Roorkee.

Schultz, G. A (1993) Hydrological modeling based on remote sensing information. Advances in Space Research, 13 (5): 149-166.

Zhan, X., & Huang, M. L (2004) ArcCN-Runoff: an ArcGIS tool for generating curve number and runoff maps. Environmental Modelling & Software, 19 (10): 875-879.

www.SID.ir

Archive of SID

Estimating Runoff Using SCS - CN Based On GIS: A Case Study (Shirvan, Bojnord, Faruj, Safiabad and Meshkan Cities)

H. Alem[1*], M. Fallahi[2] and S. Nahas Farmanieh[3]

1, 2- Dept., of Earth Sciences, Faculty of Sciences, Shiraz University, Shiraz
3- Dept., of Mathematics, Faculty of Sciences, Shiraz University, Shiraz

*hosseinalem22@gmail.com

Recieved: 2018/7/12 Accepted: 2019/7/20

Abstract

The prediction and determination of surface runoff in catchment areas is the most important process in hydrological studies. United state soil conservation servies Methodology - The SCS-CN curve number is used to estimate runoff. This method is one of the methods for investigating the spatial distribution of runoff in hydrology. In this method, the main factor used to calculate runoff is the number of the curve. The selection of the curve number (CN) is based on land use and soil hydrologic groups (HSGs) of the study area. As the spatial distribution of the curve number estimation is difficult and time consuming by conventional methods, the CN-GIS (Geographic Information System) method was used for the Shirvan, Bojnurd, Farouk, Safiabad and Meshkan catchment areas. Using the combination of land use maps and soil hydrological groups, the resulting curve number for the whole basin was about 45 to 93 with a mean of 78. The average annual runoff depth of the SCS-CN method was 2 to 19 inches for the average rainfall. The results were consistent with the runoff measured in the basin.

Keywords: Runoff, SCS-CN method, drainage basin, Geographic Information System.

www.SID.ir