جغرافیا (فصلنامه بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال یازدهم، شماره ۳۸، پاییز ۱۳۹۲

برآورد و پهنه‌بندی رواناب ناشی از بارشهای حداکثر ۲۴ ساعته با استفاده از روش SCS-CN (حوضه سد یامچی اردبیل)

امیر صفاری[۱]، عزت‌اله قنواتی[۲]، ابراهیم بهشتی جاوید[۳] و هاشم حسینی[۴]

چکیده

روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) که به شماره منحنی (CN) معروف است یکی از روش‌های متداول در برآورد مستقیم رواناب حاصل از بارش‌های ۲۴ ساعته است. این روش با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاک، وضعیت هیدرولوژیکی زمین و نیز کاربری آن، مقدار رواناب حاصله از یک بارش را در بخش‌های مختلف حوضه برآورد می‌کند. در این مقاله با استفاده از روش فوق مقدار رواناب حاصل از بارش‌های ۲۴ ساعته برای حوضه سد یامچی (اردبیل) تهیه شده و فاکتورهای تأثیرگذار در تولید رواناب در بخش‌های مختلف حوضه مورد بررسی قرار گرفته‌است. در این تحقیق از آمار بارش‌های ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله استفاده شده است. همچنین با استفاده از تلفیق لایه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، نوع کاربری و وضعیت هیدرولوژیکی، لایه شماره منحنی (CN) به دست آمد که با استفاده از روابط موجود در مدل، مقدار نگهداشت سطحی خاک و نفوذ برای حوضه محاسبه و در نهایت مقدار رواناب تولیدی حوضه برآورد شد. نتایج تحقیق نشان داد که بیشترین پتانسیل تولید رواناب در بخش‌های شمالی و غربی حوضه است که با کاربری بایر و نفوذپذیری پایین مشخص شده‌اند. همچنین برآورد حجم بارش‌های تبدیلی به رواناب برای چند دوره نشان داد که با افزایش طول دوره، درصد بیشتری از بارش به رواناب تبدیل می‌شود. برای مثال مقدار رواناب تولیدی از کل بارش در دوره بازگشت ۵ ساله از ۳۹ درصد به ۵۵ درصد در دوره ۱۰۰ ساله می‌رسد.

کلیدواژگان: رواناب، شماره منحنی (CN)، سد یامچی، مدل سازمان حفاظت خاک امریکا.

۱. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه خوارزمی
۲. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه خوارزمی
۳. کارشناس ارشد ژئومرفولوژی
۴. کارشناس ارشد ژئومرفولوژی

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

برآورد پتانسیل تولید رواناب در یک حوضه به جهت برنامه‌ریزی در حفاظت خاک و فرسایش و نیز مدیریت حوضه‌های آبخیز از لحاظ تولید رواناب و رسوب بسیار حائز اهمیت است (زی‌هواشی[1] و همکاران، ۲۰۰۹). روش‌های مختلفی برای محاسبه رواناب بر اساس بارندگی توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار گرفته است که بیشتر این روش‌ها به روابط آماری بین رواناب و بارندگی استوار است (خیام و مولوی ۱۳۸۳، ۷۶–۷۸). مدل سازمان حفاظت خاک آمریکا روشی است که عمق رواناب تولیدی در یک حوضه یا منطقه را برآورد می‌کند. مدل فوق در سه دهه اخیر موضوع بیشتر مباحث در هیدرولوژی بوده است (آر. کی. ساهو[2] و همکاران، ۲۰۱۰). این مدل ساده بوده و قابل استفاده در حوضه‌هایی است که فاقد اندازه‌گیری‌های هیدرومتری هستند (پنس و هاوکینس،[3] ۱۹۹۶). با استفاده از این مدل می‌توان حوضه را از لحاظ پتانسیل تولید رواناب پهنه‌بندی کرد و اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با مدیریت حوضه‌های آبخیز به دست آورد. تهیه این نوع از اطلاعات در نواحی کوهستانی و مناطقی که فاقد ایستگاه‌های هیدرومتری هستند می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. در واقع مقدار تولید رواناب در یک منطقه تحت‌تاثیر عوامل مختلفی است که رواناب تولیدی در یک بخش از آن، انعکاسی از ویژگی‌های هیدرولوژیکی حوضه است و می‌تواند به شناخت بهتر حوضه و مدیریت بهتر منابع آب و خاک آن منجر شود. تولید بالای رواناب در یک منطقه می‌تواند در صورت مهیا بودن سایر شرایط به وقوع سیل منجر شده و خسارات جبران‌ناپذیری را باعث شود. در کشور ما با توجه به ویژگی‌های بارشی که برخواسته از نوع اقلیم حاکم بر آن است رخداد سیل در بیشتر مناطق به صورت امری اجتناب‌ناپذیر قلمداد شده و همه ساله در گوشه و کنار کشور، شاهد وقوع این پدیده هستیم.

بیشتر روش‌های برآورد رواناب بر پایه روش‌های نموداری و استفاده از فرمول‌های تجربی، تحلیل آماری داده‌های سیلاب، تفکیک حوضه به تعدادی زیر حوضه، داده‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی[4] و مدل‌های ریاضی رایانه‌ای و بیشتر از دیدگاه تولید سیل در

1. Zhi-HuaShia
2. R.K.Sahu
3. Ponce,V.M.,Hawkins,R.H
4. Geography Information System

Archive of SID

www.SID.ir

حوضه‌ها می‌باشد. از جمله کارهای انجام شده در این زمینه می‌توان به کار زی‌هواشی و همکاران در سال ۲۰۰۹ اشاره کرد که میزان رواناب و کاهش اولیه بارش را برای منطقه‌ای از بیجینگ[1]، با استفاده از روش شماره منحنی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS)[2] انجام دادند (زی‌هواشی و همکاران ، ۲۰۰۹). ساهو و همکاران در سال ۲۰۱۰ تحقیقی را در ۷۶ حوضه کشاورزی کوچک در کشور امریکا انجام دادند. در این تحقیق مدل اولیه SCS-CN با سایر متغیرهای موجود مورد مقایسه قرار گرفت و در نهایت یک مدل بهبود یافته‌شده توسط آنها ارائه شد (ساهو و همکاران، ۲۰۱۰). سیناکوندان[3] و همکاران (۲۰۰۳) اقدام به تهیه نقشه خطر سیل برای رودخانه پاری در مالزی نمودند. با توجه به مشاهدات میدانی، آنها نتیجه‌گیری کردند که سیستم اطلاعات جغرافیایی محیط مناسبی را برای تهیه نقشه خطر سیل ایجاد می‌کند. از کارهایی که در سالهای اخیر در این زمینه در ایران انجام شده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: علی نشاط و صدقی در سال ۱۳۸۵ با استفاده از مدل سازمان حفاظت خاک آمریکا و مدل HEC-HMS میزان رواناب را برای حوضه آبخیز باغ ملک در خوزستان انجام دادند (علی نشاط و صدقی، ۱۳۸۵). زهره مریانجی و معروفی (۱۳۸۴) به بررسی رواناب ناشی از بارش حداکثر ۲۴ در حوضه آبریز قره چای با استفاده از روش SCS و کاربرد در سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند (زهره مریانجی و معروفی، ۱۳۸۴) پورخلیل (۱۳۸۳) جهت پیش‌بینی و برآورد سیلاب در حوضه آبخیز نکا از مدل CN[4] استفاده کرد. در این مطالعه با استفاده از مدل پیشنهادی سازمان حفاظت خاک امریکا، میزان رواناب تولیدی از طریق تعیین بارش مازاد، به منظور پیش‌بینی حجم آب قابل استحصال ناشی از سیلاب‌ها در حوضه سد یامچی برای برنامه‌ریزی در زمینه مدیریت منابع آب منطقه، مورد بررسی قرار گرفته است.

معرفی محدوده مورد مطالعه

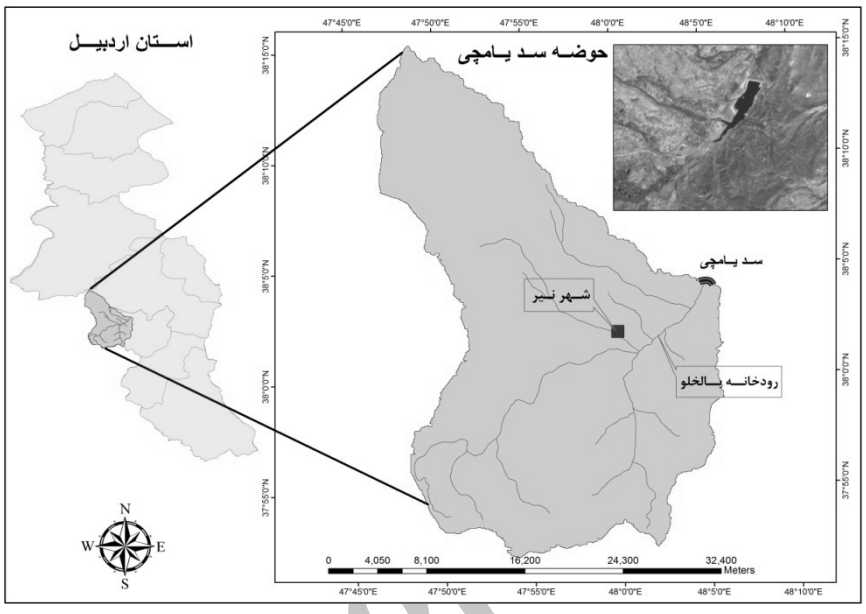
حوضه سد یامچی بخش‌های بالایی رودخانه بالخلو در استان اردبیل را در بر می‌گیرد. این رودخانه در پایین‌دست خود از شهر اردبیل می‌گذرد و در دشت اردبیل به رودخانه قره‌سو

1. Beijing
2. oil Conservation Service
3. Sinnakaudan
4. Curve Number

Archive of SID

www.SID.ir

می‌پیوندد. سد یامچی تأمین‌کننده ۶۵ میلیون مترمکعب آب در سال در بخش کشاورزی و ۲۰ میلیون مترمکعب آب در سال برای مصارف شهری اردبیل است. حوضه این سد در شهرستان نیر در موقعیت ″۳۰ ′۴ °۴۸ تا ″۴۷ ′۴۶ °۴۷ شرقی و″۱۶ ′۵۲ °۳۷ تا ″۷ ′۱۶ °۳۸ شمالی قرار گرفته است. مساحت حوضه در حدود ۷۰۳ کیلومترمربع می‌باشد (شکل ۱)



شکل ۱: نقشه موقعیت حوضه سد یامچی

سر شاخه اصلی این حوضه رودخانه بالخلی است که از گردنه بالخلی در جنوب‌غربی شهرستان نیر حد فاصل دو رشته کوه «بزقوش» و سبلان سرچشمه گرفته و در نهایت با الحاق به رودخانه «قره سو» درشمال اردبیل تخلیه می‌شود.

مواد و روش تحقیق

اجرای مدل SCS-CN بر اساس اطلاعات پایه که ویژگی‌های حوضه را لحاظ کاربری و وضعیت اقلیمی و هیدرولوژیکی نشان دهد، استوار است. در اولین مرحله از تحقیق نقشه‌های توپوگرافی منطقه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ زمین مرجع شده و مرز حوضه از طریق منحنی‌های تراز و شبکه زهکشی مشخص شد. با مشخص شدن محدوده مورد مطالعه، ایستگاه‌های باران‌سنجی

Archive of SID

www.SID.ir

و اقلیمی داخل محدوده و یا پیرامون آن برای تهیه لایه هم‌باران برای دوره بازگشت‌های ۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله مورد استفاده قرار گرفتند. برای تهیه لایه CN به اطلاعاتی از قبیل کاربری زمین، وضعیت هیدرولوژیکی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک نیاز است که در ادامه به صورت اجمالی در مورد نحوه تهیه هر کدام بحث شده است. برای بدست آوردن داده‌های بارش از آمار ۷ ایستگاه اقلیمی و باران‌سنجی استفاده شده است. جدول شماره ۱ مشخصات این ایستگاه‌هارا نشان می‌دهد.

جدول۱: ایستگاه‌های اقلیمی و بارانسنجی

ایستگاه	x	y	ایستگاه	X	y
نیر	۳۸، ۵۹، ۴۷	۳۸ ،۰۲،۰۲	یامچی علیا	۱۱، ۰۲، ۴۸	۰۲، ۰۵، ۳۸
سرعین		۳۸ ۹ ۰۰	شمس آباد	۴۸،۱۴،۵۲	۳۸،۰۰،۱۲
تک بلاغ	۵، ۵۳، ۴۷	۳۸،۰۱،۱۸	اردبیل	۲۰، ۴۸	۱۳، ۳۸
پل الماس	۱۹، ۱۱، ۴۸	۳۸، ۰۸، ۱۶			

تعیین دوره آماری مشترک و استخراج بارش حداکثر سالانه

با توجه به سال‌های آماری ثبت شده در ایستگاه‌ها، دوره آماری ۲۶ ساله از سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۵ به عنوان دوره آماری مشترک در نظر گرفته شد. در ادامه پس از تهیه آمار بارش روزانه از سازمان‌های (سازمان هواشناسی استان اردبیل، وزارت نیرو) مربوطه حداکثر بارش روزانه از بین داده‌ها ثبت شده برای هر ماه از سال استخراج شد به این ترتیب دوازده بارش حداکثر برای هر سال آماری بدست آمد که از میان آن‌ها بارشی که بیشترین مقدار را دارا بود انتخاب و به عنوان بارش حداکثر آن سال در نظر گرفته شد.

آزمون همگنی داده‌های بارش

همگنی به معنی این است که داده‌های مربوط به یک جامعه آماری تصادفی مشخص باشند. برای این کار روش‌های مختلف نموداری و غیره وجود دارد که از مهم‌ترین روش‌های نموداری

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان به روش جرم مضاعف[1] اشاره کرد. روش‌های گرافیکی به دلیل آنکه معیار کمی برای بیان حالت همگنی و غیرهمگنی ندارند روش‌های کاملی به شمار نمی‌آیند (علیزاده، ۱۳۸۶، ۵۶۳). روش ران تست[2] روش ساده غیرنموداری برای تعین همگنی داده‌ها می‌باشد که در اینجا از این روش استفاده شده است و با توجه به نتایج (جدول ۲) به‌دست آمده و جدول حدود مجاز، تصادفی بودن داده‌ها برای تک‌تک ایستگاه‌ها تأیید شد.

جدول۲: نتایج آزمون همگنی داده‌ها

ایستگاه	داده بالای میانگین a	داده پایین‌تر از میانگین b	دامنه	حدود مجاز
نیر	۱۳	۱۳	۱۲	۲۰–۸
سرعین	۱۱	۱۵	۹	۱۹–۸
تک بلاغ	۱۳	۱۳	۱۴	۲۰–۸
پل الماس	۱۳	۱۳	۱۴	۲۰–۸
یامچی علیا	۱۱	۱۵	۱۲	۱۹–۸
شمس آباد	۱۳	۱۳	۹	۲۰–۸
اردبیل(سینوپتیک)	۱۱	۱۵	۱۲	۱۹–۸

یکی از کاربردهای آمار در هیدرولوژی این است که با استفاده از آن قادریم برخی از داده‌های گم و ثبت نشده را با استفاده از آمار ایستگاه‌های هم‌جوار بازسازی کنیم. در این جا با استفاده از روش رگرسیون خطی برای سال‌های آماری که دارای آمار ناقص بودند بازسازی داده صورت گرفت. برای تعیین حداقل طول دوره آماری با توجه به سطح آماری قابل قبول برای تحقیق از روش پیشنهادی معکوس استفاده شد. در این روش حداقل سال آماری مورد نیاز با استفاده از رابطه ۳ تعیین می‌شود.

$$Y = [(4.30T)$$

- Y= حداقل قابل قبول برای داده‌ها
- T= مقدار T استیودنت در سطح اعتماد ۹۰ درصد به ازای درجه آزادی (۶ –۷)

1. Double mass
2. run test

Archive of SID

www.SID.ir

- R= نسبت مقدار متغیر در دوره بازگشت ۱۰۰ سال به مقدار آن در دوره بازگشت ۲ سال

به این ترتیب که با به دست آوردن دوره بازگشت بارش ۱۰۰ ساله و ۲ ساله و قرارگیری آن در فرمول، آزمون برای تک‌تک ایستگاه‌ها انجام شد. جدول (۳) نتیجه آزمون را نشان می‌دهد که حداقل دوره آماری را برای هر ایستگاه نشان می‌دهد. بر اساس جدول و با توجه به ۲۶ سال دوره آماری در نظر گرفته شده کفایت داده برای ایستگاه‌های منتخب تأیید شد.

جدول۳: کفایت دوره آماری

ایستگاه	Y	ایستگاه	Y
نیر	۱۵ سال	شمس‌آباد	۹ سال
سرعین	۸ سال	اردبیل (سینوپتیک)	۱۲ سال
تک بلاغ	۱۰ سال	یامچی علیا	۹ سال
پل الماس	۱۲ سال		

تحلیل داده‌ها

حداکثر بارش‌های روزانه در سال

اگر در یک ایستگاه هواشناسی آمار بارش‌های روزانه را در نظر بگیریم یک روز (۲۴ ساعت) از سال وجود دارد که بیشترین بارش را نسبت به سایر روزها داشته است که آن را حداکثر بارش روزانه در ۲۴ ساعت می‌گویند. حداکثرهای بارش ۲۴ ساعته را می‌توان تجزیه و تحلیل آماری کرد تا بر اساس آن بتوان میانگین حداکثر بارش روزانه و مقدار تخمینی آن را در دوره‌های برگشت مختلف محاسبه کرد (علیزاده، ۱۸۰،۱۳۸۶). برای تهیه این آمار با توجه به دوره آماری مشترک بین ایستگاه‌ها مقادیر موردنظر استخراج شد و همچنین برای سال‌های بدون آمار عمل بازسازی و تخمین داده صورت گرفت. جدول (۴) حداکثر بارش روزانه را در طی دوره آماری به همراه سال وقوع آن نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴: حداکثر بارش روزانه

ایستگاه	حداکثر بارش	سال وقوع	ایستگاه	حداکثر بارش	سال وقوع
نیر	۹۱/۵	۱۳۸۳	شمس آباد	۴۶	۱۳۷۸
سرعین	۵۸/۶	۱۳۶۲	اردبیل(سینوپتیک)	۶۳	۱۳۷۴
تک بلاغ	۷۶	۱۳۷۴	یامچی علیا	۴۷/۵	۱۳۸۰
پل الماس	۶۵	۱۳۷۳			

با استفاده از آمار ایستگاه‌ها، حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته برای حوضه در دوره‌های بازگشت مختلف تهیه شد. برای انجام این کار از توزیع گامبل تیپ۱ یا توزیع حد نهایی استفاده شده است. جدول (۵) مقدار بارش هر ایستگاه را در دوره‌های بازگشت مختلف نشان می‌دهد.

جدول۵: حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره برگشت‌های مختلف (برحسب mm)

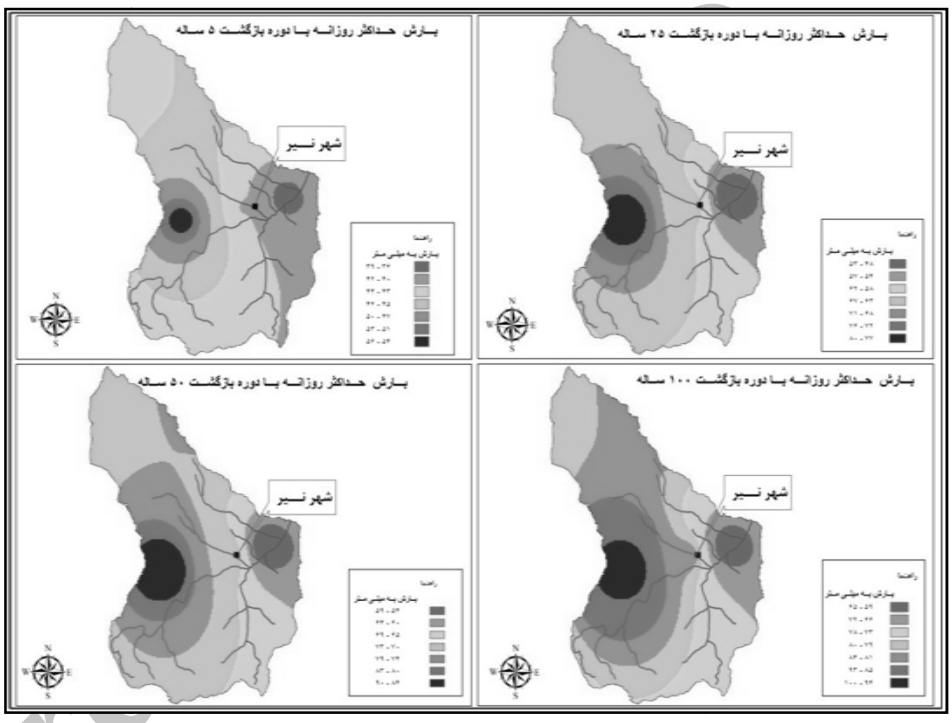
دوره برگشت / ایستگاه	۵	۲۵	۵۰	۱۰۰
اردبیل (سینوپتیک)	۳۵/۶	۵۳/۴	۶۰/۸	۶۸/۱
سرعین (هواشناسی)	۴۴/۲۷	۵۹/۴	۶۵/۶	۷۱/۸
نیر (باران‌سنجی)	۴۱/۳۴	۶۳/۷	۷۲/۹	۸۲/۱
تک بلاغ (باران‌سنجی)	۵۶/۵۴	۸۰	۹۰	۹۹/۶
پل الماس (باران‌سنجی)	۴۰	۵۷/۸	۶۵/۲	۷۲/۶
یامچی علیا (باران‌سنجی)	۳۵/۵	۴۸/۴	۵۳/۷	۵۹
شمس آباد (باران‌سنجی)	۳۴	۴۷	۵۲/۲	۵۷/۵

حداکثر بارش ۲۴ ساعته یکی از متغیرهای مهم و موثر در تولید رواناب در هر حوضه می‌باشد و اختلاف در میزان بارش ۲۴ ساعته حوضه‌ها باعث می‌گردد که حوضه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی و تولید رواناب تفاوت زیادی با یکدیگر داشته باشند، پس از اینکه بارش‌های

Archive of SID

www.SID.ir

حداکثر برای دوره‌های بازگشت مختلف تهیه شد در محیط نرم‌افزار ArcGIS با توجه به اینکه حداقل خطا برای داده‌های بارش با توان دوم صورت می‌گیرد (قهرودی،۱۳۸۴:ص ۲۲-۱۶) به همین خاطر از بین انواع روش‌های درون‌یابی، داده‌ها با استفاده از روش IDW[1] درون‌یابی شدند. در نهایت نقشه‌هم باران سالانه با دوره بازگشت‌های مختلف، برای حوضه تهیه شد. شکل۲ پهنه‌های هم باران را با دوره بازگشت ۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله نشان می‌دهد. طبق نقشه‌ها بیشترین بارشها مربوط به بخش‌های غربی حوضه می‌شود که برای دوره‌های بازگشت مختلف بارش متفاوتی را دریافت می‌کنند وکمترین مقدار بارش را جنوب‌شرقی و شرق حوضه دریافت می‌کند.



شکل۲: پهنه‌بندی بارش‌های حداکثر برای دوره بازگشت ۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله

1. Inverse distance weighted

www.SID.ir

تهیه لایه CN و ضریب نگهداشت سطحی حوضه (S)

لایه شماره منحنی CN نقش تعیین کننده‌ای در تعیین پتانسیل تولید رواناب در یک منطقه دارد. جهت تهیه این لایه به اطلاعاتی از قبیل خاک منطقه، کاربری اراضی وتراکم پوشش گیاهی حوضه احتیاج داریم. برای تهیه نقشه کاربری زمین از تصاویر ماهواره‌ای و همچنین نقشه کاربری استان اردبیل مربوط به سازمان منابع طبیعی استان استفاده شده‌است. شکل (۳) وضعیت حوضه را از لحاظ کاربری نشان می‌دهد. طبق نقشه بیشترین و کم‌ترین مساحت حوضه را به ترتیب کاربری زراعت دیم وکاربری مسکونی به خود اختصاص می‌دهند.

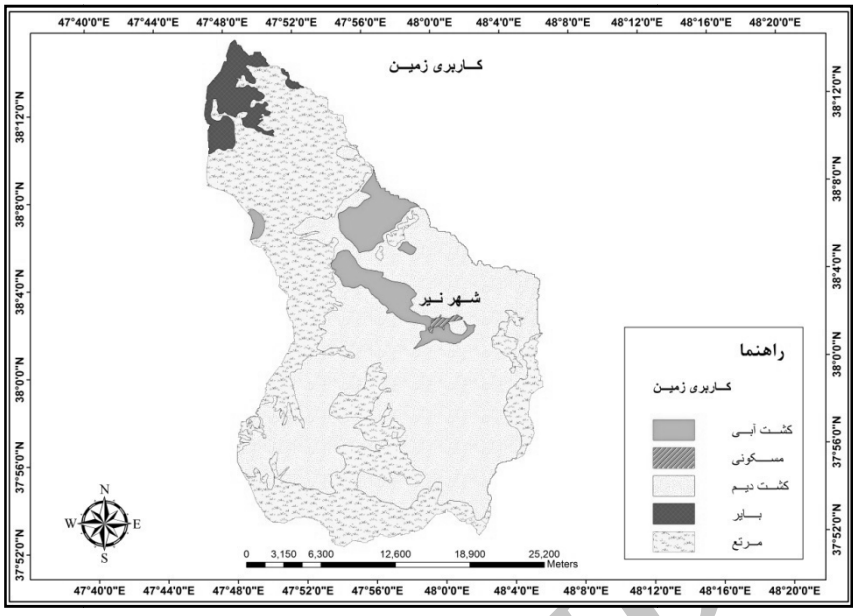
لایه تراکم پوشش گیاهی

نقشه تراکم پوشش گیاهی به عنوان یکی از پارامترهای تاثیر گذار در تهیه نقشه شماره منحنی می‌باشد. در تهیه این لایه از باندهای ۳ و ۴ تصاویر ماهواره لندست (۲۰۰۶) استفاده شده‌است. در همین راستا شاخص پوشش گیاهی (NDVI) در نسخه۱۰ نرم‌افزار ArcGIS بر روی تصاویر اجرا شده و لایه تراکم پوشش گیاهی به دست آمد (شکل ۴). رابطه ۲ نحوه اجرای این شاخص را نشان می‌دهد.

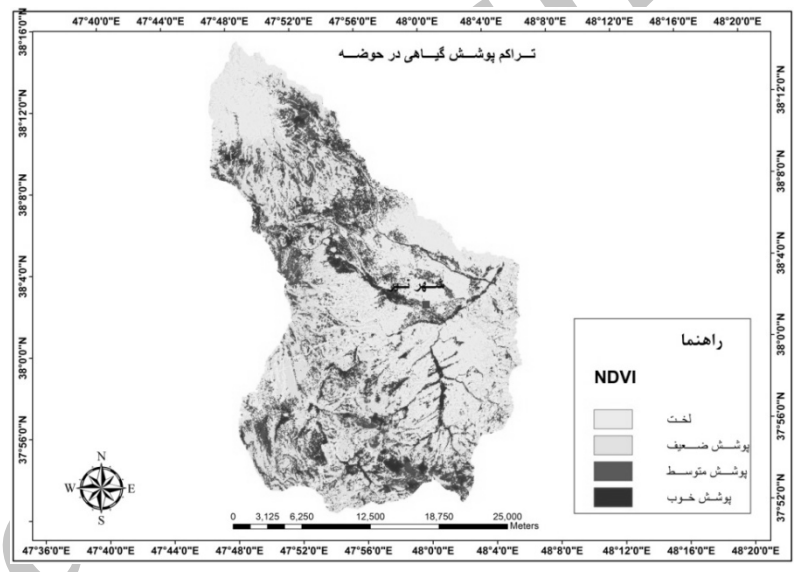
رابطه۲: $NDVI= (NIR- RED)/ (NIR+ RED)$

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳: نقشه کاربری زمین



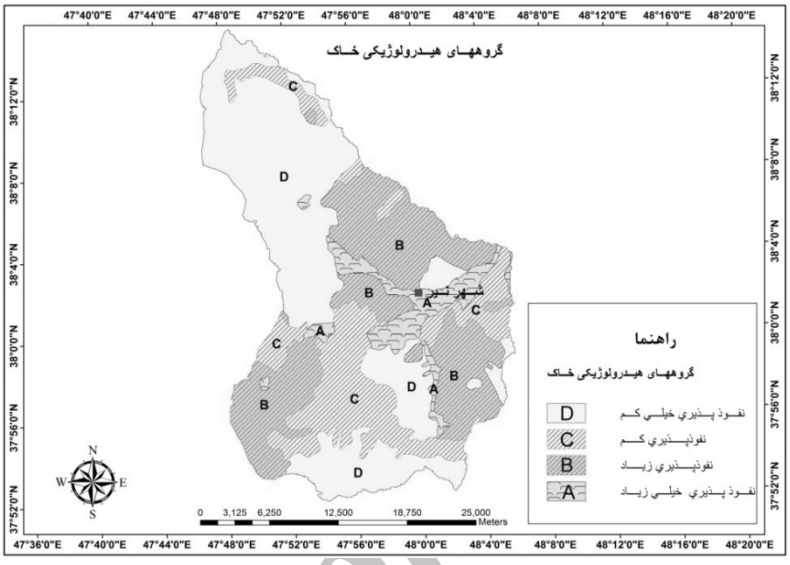
شکل۴: نقشه تراکم پوشش گیاهی در حوضه (شاخص NDVI)

طبق شکل (۴) بیشترین تراکم پوشش‌گیاهی را مناطق حاشیه رودخانه‌ای و دامنه ارتفاعات دارا هستند و در مناطق مرتفع مثل ارتفاعات بالایی سبلان به کمترین مقدار خود می‌رسد.

www.SID.ir

لایه گروههای هیدرولوژیکی خاک

برای تهیه نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک از اطلاعات مربوط به مطالعات ارزیابی منابع، قابلیت اراضی و خاک‌شناسی مربوط به مطالعات توجیهی حوضه آبریز قره‌سو استفاده شده‌است (شکل ۵).



شکل۵: نقشه گروههای هیدرولوژیکی خاک

این لایه شامل چهار گروه هیدرولوژیکی می‌شود که گروه A دارای بیشترین نفوذپذیری و گروه D دارای کمترین نفوذپذیری است.

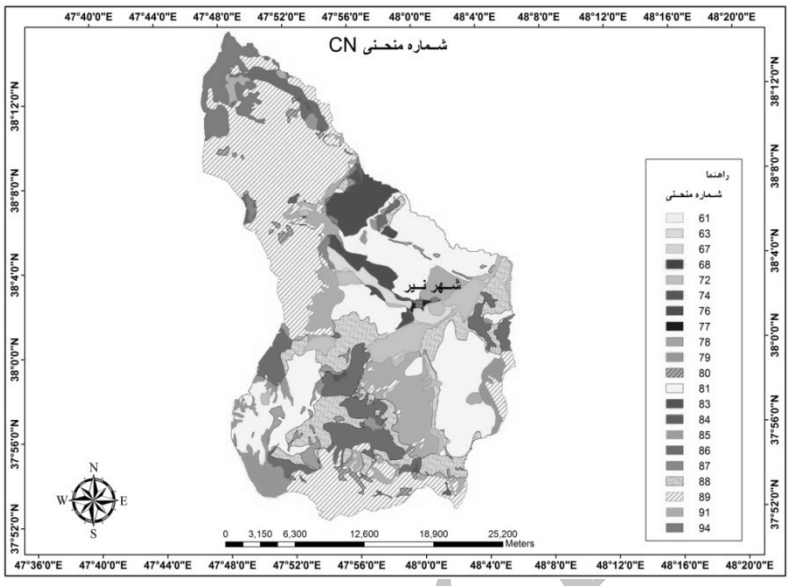
در نهایت با داشتن سه لایه فوق نقشه شماره منحنی حوضه تهیه شد (شکل۶). بعد از این مرحله با استفاده از رابطه ۳ نقشه مقدار نفوذ حداکثر در منطقه تهیه شد این لایه در واقع مقدار بارانی را که در زمین نفوذ می‌کند را نشان می‌دهد. طبق شکل (۷) بیشترین مقدار نفوذ برابر با ۱۶۲/۴ میلی‌متر مربوط می‌شود به زمین‌های کشاورزی با کشت آبی و باغات که گروه هیدرولوژیکی A را دربر می‌گیرند. در این رابطه S مقدار نفوذ را به میلی‌متر و CN شماره منحنی را نشان می‌دهد

Archive of SID

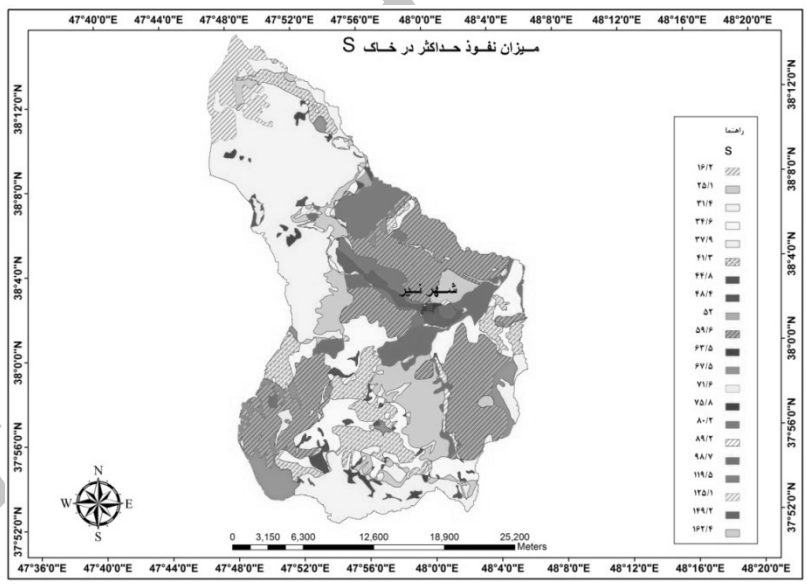
www.SID.ir

رابطه۳:

$$s = 25.4(\frac{1000}{CN} - 10)$$



شکل۶: نقشه CN حوضه



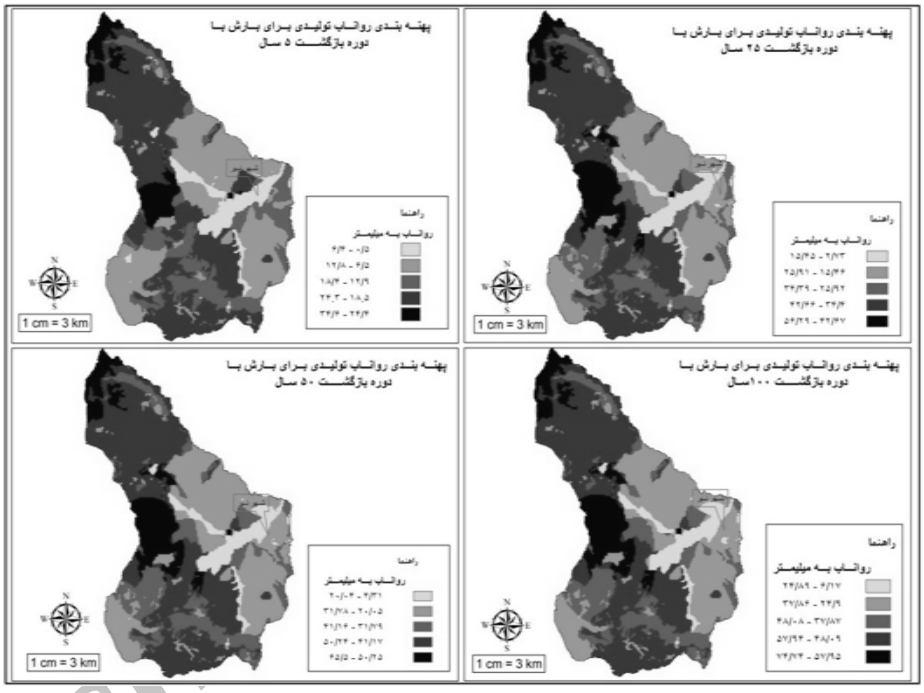
شکل۷: نقشه میزان نفوذ حداکثر (S)

www.SID.ir

برای اینکه بتوانیم مقدار رواناب تولید شده در هر بخش از حوضه را محاسبه و پهنه‌بندی کنیم از رابطه ۴ استفاده می‌کنیم (مهدوی ۱۳۸۴: ص ۱۵۲). در این رابطه P بارش را به میلی‌متر، S مقدار نفوذ را به میلی‌متر و Q مقدار رواناب را به میلی‌متر نشان می‌دهد.

$$Q = \frac{(p - 0.2s)^2}{p + 0.8s}$$ رابطه ۴

برای این‌کار لایه نفوذ بارش (S) و بارش را با استفاده از رابطه ۴ در محیط نرم‌افزار Arc Map تلفیق کرده و نقشه‌های رواناب با دوره‌های بازگشت مورد نظر را بدست آوردیم (شکل ۸).



شکل۸: نقشه‌های پهنه‌بندی رواناب با دوره‌های بازگشت مختلف

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی رواناب، بیشترین رواناب تولیدی در منطقه مربوط به نواحی غربی حوضه است که از لحاظ بارشی نیز بیشترین بارش‌ها را دریافت می‌کند. همچنین ارتفاعات بالایی سبلان در قسمت شمالی حوضه به دلیل پوشش ضعیف گیاهی و دارا بودن

www.SID.ir

گروه هیدرولوژیکی D که در بین سایر گروهها هیدرولوژیکی تولیدکننده بیشترین رواناب است نیز از لحاظ تولید رواناب بیشترین مقدار را داراست. به طور معمول نواحی از حوضه که گروه هیدرولوژیکیD را دارا هستند دارای بیشترین رواناب تولیدی بوده و حجم قابل توجهی از بارش‌ها را به رواناب مبدل می‌کنند. در مقابل کاربری مرتع در نواحی این گروه از خاکها به عنوان عامل تعدیل کنند ظاهر شده و مقدار رواناب تولیدی را کاهش داده‌است. برای مثال در بخشهای انتهایی شمال حوضه در منطقه این نوع خاک‌ها که با کاربری بایر همراه است مقدار تولید رواناب به بیشترین حد خود می‌رسد در صورتی که در نواحی جنوبی‌تر آن به دلیل تغییر کاربری زمین به پوشش مرتعی از مقدار رواناب تولیدی کاسته شده و به حد متوسط تولید رواناب می‌رسد. پس از تهیه نقشه پهنه‌بندی رواناب، حوضه مورد مطالعه بر اساس پتانسیل تولید رواناب به پنج طبقه تقسم شد. نتایج بدست آمده از پهنه‌بندی رواناب در منطقه نشان می‌دهد که نسبت رواناب تولیدی به حجم بارش در حوضه با افزایش دوره بازگشت افزایش می‌یابد به طوریکه مقدار آن از ۳۹ درصد در دوره بازگشت ۵ ساله به ۵۵ درصد در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله می‌رسد. جدول (۶) حجم رواناب تولیدی، حجم کل بارش حوضه و نگهداشت سطحی خاک را برای دوره‌های بازگشت مختلف نشان می‌دهد. بررسی نقشه رواناب نشان می‌دهد نواحی که با گروههای هیدرولوژیکی D و C مشخص شده‌اند بیشترین رواناب را تولید می‌کنند و بیشتر در بخش‌های شمالی و جنوبی حوضه واقع شده‌اند. کمترین تولید رواناب مربوط به بخش‌های شرقی و جنوب‌غربی حوضه است که عمدتا با زمین‌های کشاورزی و گروه هیدرولوژیکی A و در برخی موارد B مشخص شده که دارای بیشترین نفوذپذیری در بین سایر گروه‌ها هستند.

جدول۶: حجم رواناب وبارش در حوضه برای دوره بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت	حجم بارش (میلیون مترمکعب)	حجم نگهداشت سطحی (میلیون مترمکعب)	حجم رواناب تولیدی (میلیون مترمکعب)	درصد رواناب به کل بارش
۵ ساله	۲۸/۲	۱۷/۲	۱۱	٪۳۹
۲۵ ساله	۴۴/۸	۲۲/۹	۲۱/۹	٪۴۹
۵۰ ساله	۵۰/۵	۲۳/۸	۲۶/۷	٪۵۲
۱۰۰ ساله	۵۶/۱	۲۵	۳۱/۱	٪۵۵

Archive of SID

www.SID.ir

روی‌هم گذاری نقشه رواناب با لایه بارش و لایه‌های گروه هیدرولوژیکی خاک، کاربری و پوشش گیاهی نشان می‌دهد که الگوی غالب در نقشه رواناب بیش از همه از لایه گروههای هیدرولوژیکی خاک تأثیر پذیرفته است و لایه کاربری زمین در رتبه بعدی قرار دارد. نقشه‌های به‌دست آمده برای چهار دوره موردنظر تقریباً دارای الگو و پهنه‌بندی یکسانی هستند و تنها از لحاظ مقادیر رواناب تولیدی با هم دارای تفاوت هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

کتابشناسی

۱. پورخلیل، روح‌الله. (۱۳۸۳) "پیش‌بینی و برآورد سیلاب با استفاده از مدل CN در حوضه آبخیز نکاء با استفاده از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS)" دانشگاه تبیت معلم ۱۳۸۳؛

۲. خیام، مقصود؛ مولوی، احد (۱۳۸۳)، "تحلیل‌های کمی رواناب حوضهٔ آبریز سعیدآباد چای" مجلهٔ جغرافیا و توسعه، شماره۳. زاهدان. پژوهشکدهٔ علوم زمین و جغرافیا. ۷۶-۷۸؛

۳. سایت سازمان هواشناسی کشور www.irmo.ir؛

۴. علیزاده، امین (۱۳۸۶)، "اصول هیدرولوژی کاربردی"، انتشارات آستان قدس رضوی؛

۵. قهرودی تالی، منیژه،"سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در محیط سه بعدی" تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم؛

۶. مریانجی، زهره؛ معروفی، صفر (۱۳۸۴)، "بررسی رواناب ناشی از بارش حداکثر ۲۴ ساعته در حوضه آبریز قره‌چای با استفاده از روش SCS و کاربرد GIS" پژوهش کشاورزی زمستان ۱۳۸۴; ۵ (۳): ۷۱-۸۳؛

۷. مهدوی، محمد، "هیدرولوژی کاربردی جلد اول"، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۲۶۱؛

۸. نشاط، علی؛ صدقی، حسین،"برآورد میزان رواناب با استفاده از روش سازمان HEC-HMS و مدل (SCS) حفاظت خاک در حوضه آبخیز باغ ملک -استان خوزستان" مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی ۱۳۸۵ سال دوازدهم، شماره (۴)؛

۹. وزارت نیرو، سازمان آب منطقه‌ای اردبیل، آمار هواشناسی ایستگاههای منطقه؛

10. Zhi-HuaShia, Li-DingChen, Nu-FangFang, De-FuQin, Chong-FaCa. Research of the SCS-CN initial abstraction ratio using rainfall-runoff event analysis in the Three Gorges Area, China. Catena77 (2009)1–7;
11. R.K.Sahu ,S.K.Mishra ,T.I.Eldho. Comparative evaluation of SCS-CN-inspired models in applications to classified datasets. Agricultural Water Management 97(2010) 749–756;
12. Sinnakaudan، S.K. Ghani A.A. Ahmad، S.S.and Zakria، Flood risk mapping for pari River. N.A (2003);
13. Ponce,V.M.,Hawkins,R.H.,1996.Run off curve number: Hasit reached maturity?J. Hydrol.Eng.-ASCE1 (1), 11–19.

Archive of SID

www.SID.ir