انجمن علمی آبخیزداری ایران

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

بررسی کارایی سیستم اطلاعات جغرافیایی در برآورد ارتفاع رواناب با روش SCS-CN مطالعه موردی: حوضه باغان (جم و ریز)

زهره عبادی[۱]، سید زین العابدین حسینی[۲]، حسین ملکی نژاد[۳]، علی طالبی[۴] و رضا رونما[۵]

۱- دانشجو کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیزداری (حفاظت آب و خاک)، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد

۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، (نویسنده مسوول: zhosseini@yazd.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد

۴- استاد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد

۵- دانشجو دکتری آبخیزداری (حفاظت آب و خاک)، گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸

صفحه: ۶۷ تا ۷۷

چکیده

عوامل طبیعی و انسانی در چند دهه‌ی اخیر سبب افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی شده است، بنابراین مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی اهمیت بسیاری می‌یابد. در مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی می‌توان ذخیره بارش در حوضه و نفوذ آن به آبخوان و در نتیجه رابطه بین بارش و رواناب را عاملی بسیار مهم در مطالعات هیدرولوژی به حساب آورد. دراین پژوهش با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا – (روش شماره منحنی) اقدام به محاسبه‌ی ارتفاع رواناب درحوضه باغان (جم و ریز) شد. عامل اصلی در این روش برآورد مناسب شماره منحنی است که بر اساس کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک منطقه مورد مطالعه صورت می‌گیرد. پس از انتخاب بهترین توزیع آماری بارش روزانه با استفاده از مدل هیدرولوژیک Hyfran و همچنین تعیین شماره منحنی، درنهایت با محاسبه میزان نگهداشت سطحی، ارتفاع رواناب محاسبه گردید. نتایج حاصل از این پژوهش چنین نشان می‌دهد که با توجه به کوهستانی و پایین بودن میزان نفوذپذیری، منطقه مستعد افزایش سیلاب‌های شدید است، بنابراین شناسایی مناطق اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی و ذخیره سیلاب و هم چنین کاهش خسارات سیل ضروری است. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر کارآیی سیستم اطلاعات جغرافیایی در تخمین ارتفاع رواناب، همچنین افزایش ارتفاع رواناب با افزایش دوره بازگشت و کاهش احتمال وقوع بود.

واژه‌های کلیدی: افت سفره‌ی زیرزمینی، کاربری اراضی، مدیریت منابع آب، نفوذپذیری، Hyfran

مقدمه

استخراج بیش از حد آب‌های زیرزمینی در بسیاری از کشورهای جهان خصوصا کشورهای کم‌آبی مانند ایران به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک آن سبب افت سطح آب زیرزمینی شده است. هم‌اکنون تقاضای آب از منابع آب قابل استحصال تجاوز نموده و یا در حال گذر از این مرحله است، این افزایش تقاضا برای آب، استفاده از این منبع را به یک بحران تبدیل می‌کند و مساله ارزیابی و برنامه‌ریزی آب قابل استفاده را پیچیده می‌نماید (۲۵). در طول بحران جهانی آب برنامه‌ریزی برای نگهداری حفظ و حیات آب و استفاده مناسب وکافی این منابع از مهمترین طرح‌های توسعه برای هر کشور است بدون اطلاع صحیح و دقیق از منابع آب برنامه‌ریزی معنایی ندارد (۱۳). برنامه‌ریزی به موقع و اصولی رواناب می‌تواند برای حل مشکل کمبود آب آشامیدنی و کشاورزی و صنعت مخصوصاً خشک سالی بسیار مفید باشد (۱۶). 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. ذخیره‌رواناب در به حداقل رساندن هدر رفت آب یا تقویت منابع آبی در سیستم‌های حوضه آبخیز استفاده شده موثر است (۲۳). یکی از روش‌های هیدرولوژیکی در محاسبه رواناب روش SCS-CN است. SCS-CN روشی نسبتا آسان برای استفاده و ارائه نتایج قابل قبول است (۲۲). مبنای این مطالعه، ایجاد یک مدل‌هیدرولوژیکی مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی، با در نظر گرفتن خصوصیات ناهمگونی فیزیوگرافی‌خاک و کاربری‌زمین و تخمین‌رواناب سالانه است. با در نظر گرفتن نکات مذکور، روش SCS، یک روش توسعه یافته در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و قابل قبول در جوامع بین‌المللی است (۱۵). این روش تابعی از گروه هیدرولوژیکی‌خاک HSG و کاربری‌اراضی می‌باشدکه میزان نفوذپذیری یک حوضه را مشخص می‌کند، در واقع افزایش شماره منحنی به معنی کاهش نفوذ و افزایش رواناب می‌باشد و برعکس (۲۱). تیان و همکاران (۲۸) نتیجه گرفتند که روش شماره منحنی یک روش پرکاربرد برای طراحی زهکش در جاده‌های جنگلی می‌باشد. پژوهشگران دیگری از جمله عادلی و محمدی (۲) در حوضه‌های پسکوهک در غرب شیراز، Asadi (۵) در سد میناب، کرمی مقدم و همکاران (۱۸) در بالارود خوزستان، Das (۷) در راس غریب مصر از مدل SCS-CN و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای محاسبه ارتفاع رواناب و دبی اوج سیل استفاده کردند. حوضه مورد مطالعه دارای شیب زیاد، فقر پوشش گیاهی و تخریب مراتع است، در صورتی‌که افت سطح آب زیرزمینی ادامه یابد با بحران آبی مواجه خواهد شد. همچنین به علت گسترش توده سنگ‌های تبخیری به عنوان سنگ کف در دشت‌های منطقه، با افت سطح آب زیرزمینی روز به روز از کیفیت آب نیز کاسته خواهد شد. لذا با توجه به موارد فوق‌الذکر و نیازآبی منطقه و با عنایت

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]

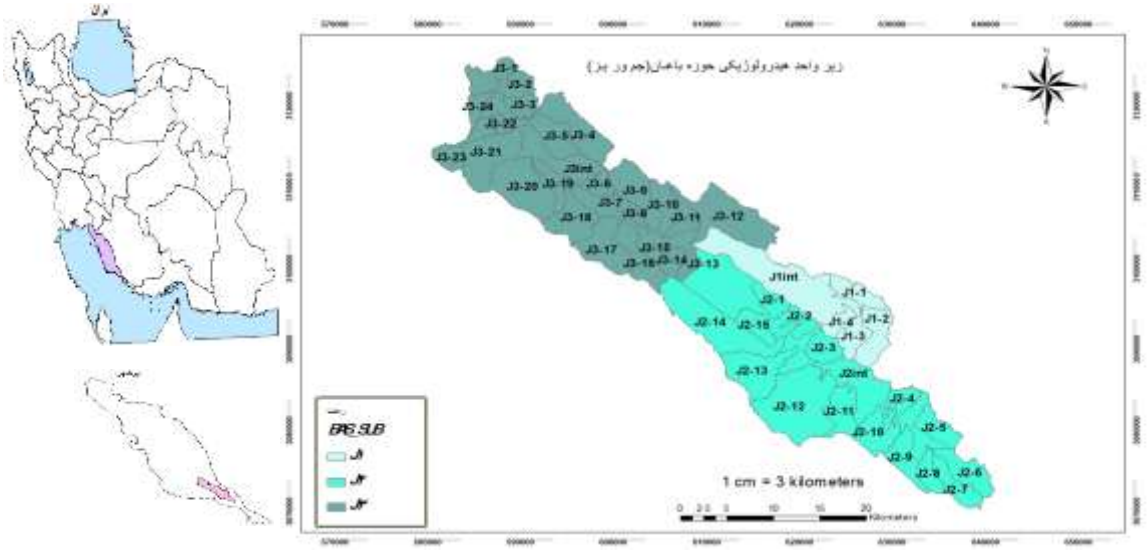
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]

به سیلاب‌ها و روان آب‌هایی که با حجم‌های قابل‌توجهی به خصوص در فصل‌زمستان اتفاق می‌افتد، انجام مطالعات دقیق در زمینه مهار و بهره‌وری از سیلاب‌های منطقه و یافتن مکان‌های مناسب برای تغذیه آب‌های زیرزمینی ضروری و حیاتی به نظر می‌رسد. هدف از این پژوهش محاسبه و تخمین ارتفاع رواناب با روش شماره منحنی از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

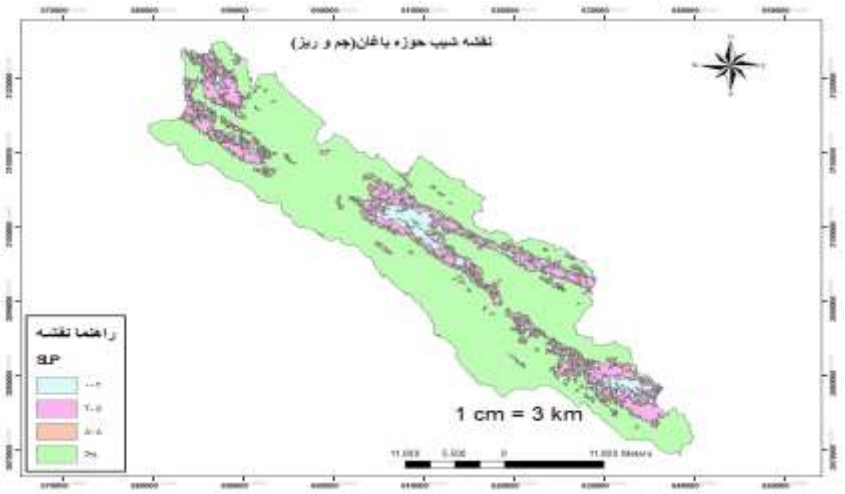
حوضه باغان (جم و ریز) با مساحت ۹۰۹۱۹/۲ هکتار در ۲۵ کیلومتری شمال کنگان و در۲۲۰کیلومتری شرق بندر بوشهر واقع شده است. محدوده‌ی مورد مطالعه از ۵۱درجه ۴۸دقیقه و ۳۲ ثانیه تا ۵۲ درجه ۲۵ دقیقه ۱۴ثانیه طول شرقی و ۲۷درجه ۴۴ دقیقه و ۲۸ثانیه تا ۲۸درجه ۱۴دقیقه و ۵۵ ثانیه عرض شمالی می‌باشد. رژیم بارندگی حوضه از نوع مدیترانه‌ای و میانگین بارندگی سالیانه ۳۰۸ میلی متر می‌باشد. اقلیم گرم و خشک، اقلیم غالب منطقه و رطوبت نسبی بین ۳۴تا۵۱ درصد در سال متغییر می‌باشد. این حوضه به سه زیرحوضه، ۴۶ واحد هیدرولوژیک تقسیم گردید. در منطقه مطالعاتی رودخانه‌های جم (J_2) و ریز (J_1) جریان دارند که در انتهای حوضه این دو شاخه به هم‌پیوسته و تحت نام رودخانه باغان (J_3) به سمت خروجی حوضه جریان می‌یابد و در نهایت به رودخانه مند واقع در خروجی حوضه می‌ریزد. جهت عمومی آب زیرزمینی از جنوب‌شرق به سمت شمال، شمال‌غرب منطقه است. بیشترین ارتفاع منطقه ۱۴۱۲/۷ متر در قسمت غرب و کمترین ارتفاع آن معادل ۵۲/۳ متر از سطح دریا در قسمت خروجی و شمال حوضه و دارای اختلاف ارتفاع ۱۳۶۰/۴ متر از سطح دریا می‌باشد. شکل ۱ موقعیت حوضه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه حوضه باغان (جم و ریز)
Figure 1. Geographical location of the studied area of The Baghan basin (Jam and Riz)

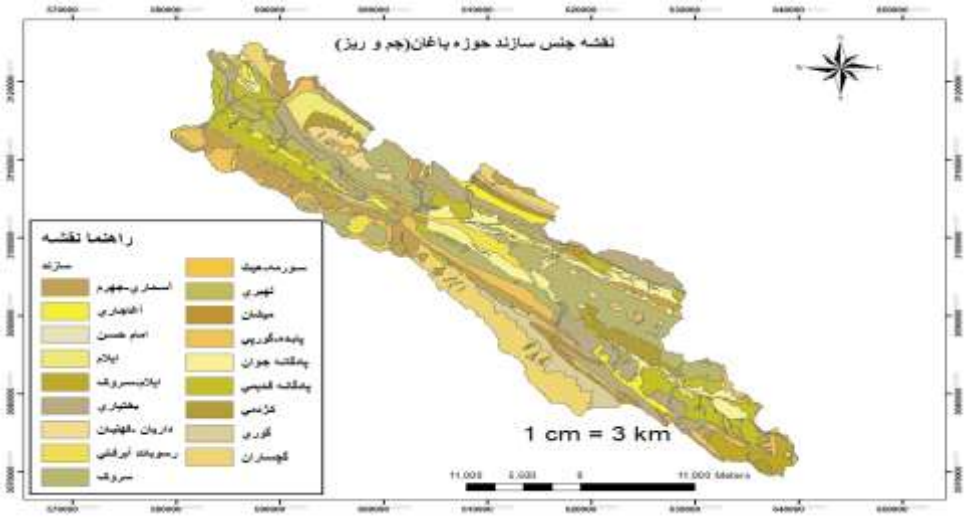
شیب حوضه نقش اساسی در میزان رواناب، مقدار نفوذ، شدت سیلاب‌ها و میزان فرسایش دارد (۲۹). هنگامی که میزان شیب زیاد شود سرعت جریان رودخانه نیز افزایش می‌یابد (۳۰). شیب غالب حوضه معادل ۳۰ تا ۶۰ درصد که بیشترین مساحت حوضه دراین طبقه شیب قرار گرفته است با عنایت به این که بیش از ۵۵ درصد از سطح حوضه، منطقه کوهستانی و دارای شیب نسبتاً بالایی در اکثر نقاط می‌باشد، در یک نگاه و دید کلی پتانسیل سیل‌خیزی بالایی برای حوضه متصور می‌شود. نقشه شیب حوزه مطابق شکل (۲) تهیه گردید.

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]



شکل ۲- نقشه شیب منطقه مورد مطالعه حوضه باغان(جم و ریز)
Figure 2. slope classification map of The Baghan basin (Jam and Riz)

حوضه مذکور در زون زمین شناسی زاگرس چین خورده یا زاگرس خارجی قرار گرفته است. کنگلومرا، ماسه سنگ‌ها، سیلتستون‌ها و شیل، گلسنگ از انواع سنگ‌های رسوبی آواری این حوضه آبخیز است و سنگ‌های دولومیت، آهک ، مارن و گچ از انواع سنگ‌های رسوبی شیمیایی این حوضه آبخیز هستند. سنگ‌های آذرین دگرگونی در این محدوده دیده نمی‌شوند. سنگ‌های رسوبی آواری کنگلومرا در سازندهای بختیاری و نهشته‌های پادگانه آبرفتی قدیمی، ماسه سنگ در سازند آغاجاری گلسنگ و سیلتستون نیز در همین سازند دیده می‌شود. شیل‌ها در سازندهای پابده،گورپی، کژدمی، گدون و کمی در سازند ایلام وجود دارند. مارن‌ها در سازندهای پابده – گورپی، گچساران، میشان، آغاجاری قابل مشاهده‌اند. دولومیت‌ها در سازندهای سورمه، فهلیان و جهرم، آسماری و آهک‌ها در سازندهای فهلیان، گدون، داریان، سروک و ایلام، آسماری جهرم و آهک گوری سازند میشان ملاحظه می‌شوند. گچ نیز در سازندهای حیث و گچساران و به طور فرعی و جزئی در سازند آغاجاری و لهبری وجود دارند.



شکل ۳- نقش جنس سازند حوضه مورد مطالعه باغان (جم و ریز)
Figure 3. Geological map (formation material) of Baghan basin (Jam and Riz)

روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور تخمین ارتفاع رواناب محدوده حوضه باغان (جم و ریز) مورد مطالعه قرار گرفت. در مقاله حاضر با بهره‌گیری از روش سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به محاسبه ارتفاع رواناب از طریق روش شماره منحنی گردید.

داده‌ها

برای انجام این مطالعه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، بازدیدهای صحرایی و نقشه‌های موجود، مشخصات فیزیوگرافی، خاک شناسی، کاربری اراضی برای حوضه محاسبه و نقشه‌های مربوط با استفاده از تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم شد. همه‌ی مولفه‌های مورد نیاز در این روش‌ها با استفاده از از نقشه‌های پایه و بازدیدهای صحرایی تهیه شد. برای محاسبه حداکثر بارش روزانه نیز از آمار بارندگی ۷ ایستگاه موجود در حوضه در طول دوره‌ی آماری (۱۳۹۹-۱۳۷۰) از سازمان هواشناسی کل کشور و اداره آب منطقه‌ای استان بوشهر تهیه و در محیط

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]

HYFRAN میزان ارتفاع بارش با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ سال محاسبه گردید.

روش‌ها

روش SCS-CN

در این روش با به کارگیری نقشه‌ی شماره‌ی منحنی و داده‌های بارش، پهنه‌هایی که پتانسیل تولید رواناب دارند تعیین می‌گردد. در این روش که بر اساس مشاهدات متعدد در حوضه‌های معرف و در اقالیم مختلف آمریکا بنا شده است ارتفاع رواناب ناشی از باران از رابطه‌ی (۱) به دست می‌آید که در مورد بارش‌های به صورت برف نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و آب پایه را نیز در بر نمی‌گیرد.

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

در این رابطه Q: ارتفاع رواناب بر حسب میلی متر و P: ارتفاع بارندگی ۲۴ساعته برحسب میلی متر وS: حداکثر توان نگهداری مربوط به ذخیره سطحی و نفوذ در خاک می باشد.

مقدار تلفات کل یا sتوسط رابطه ای با یک عامل بدون بعد به نام CN ارتباط می‌یابد (رابطه ۲).

(رابطه ۲) $S = \frac{25400}{CN} - 254$

در این رابطه S: میزان نگهداشت سطحی بر حسب میلی متر و CN: شماره منحنی بدون بعد است.

نرم‌افزار Hyfran Plus

نرم افزار هیدرولوژیک Hyfran Plus جهت محاسبه‌ی هیدروگراف سیلاب، محاسبه‌شدت بارش در دوره بازگشت‌های مختلف، روندیابی هیدروگراف سیل در مخزن و همچنین تعیین توزیع‌های فراوانی داده‌های اقلیمی و هیدرولوژیکی به کاربرده می‌شود. بیشترین کاربرد این نرم‌افزار در استفاده از روش‌های مطرح برازش داده‌ها و قابلیت محاسبه‌ها در دوره بازگشت‌های مختلف است، در واقع بیشتر محاسبه‌های آماری را انجام می‌دهد. مزیت‌های نرم‌افزار: بررسی آزمون‌های آماری، تنوع توزیع‌های آماری، استفاده از روش‌های مطرح در برازش داده‌ها، قابلیت محاسبات در دوره بازگشت‌های مختلف، کاربرد آسان (۳۳).

نتایج و بحث

هر یک از پارامترهای لازم برای محاسبه رواناب به صورت مجزا محاسبه می‌گردد:

بررسی کاربری اراضی

کاربری اراضی و پوشش زمین با تحت تاثیر قرار دادن میزان رواناب، فرسایش و تبخیر و تعرق روی پتانسیل آب‌های زیرزمینی تاثیر می‌گذارد. تفکیک و جداسازی کاربری‌های مختلف اراضی در منطقه مورد مطالعه براساس تفسیر عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و مطالعات صحرایی انجام گرفت که پس از انتقال نقشه آن به محیط GIS مساحت‌یابی گردید. وضعیت توپوگرافی، اقلیمی و خاک منطقه باعث شده که در منطقه ۶ نوع کاربری وجود داشته‌باشد (جدول ۱). وضعیت هیدرولوژیکی اراضی بیانگر توان ایجاد رواناب در یک منطقه بوده و توان کم نشانگر شرایط هیدرولوژیکی خوب است. وضعیت هیدرولوژیکی اراضی در سه حالت خوب، متوسط و ضعیف در نظر گرفته می‌شود (۲۹). مطابق شکل (۴) نقشه کاربری اراضی حوضه تهیه گردید.

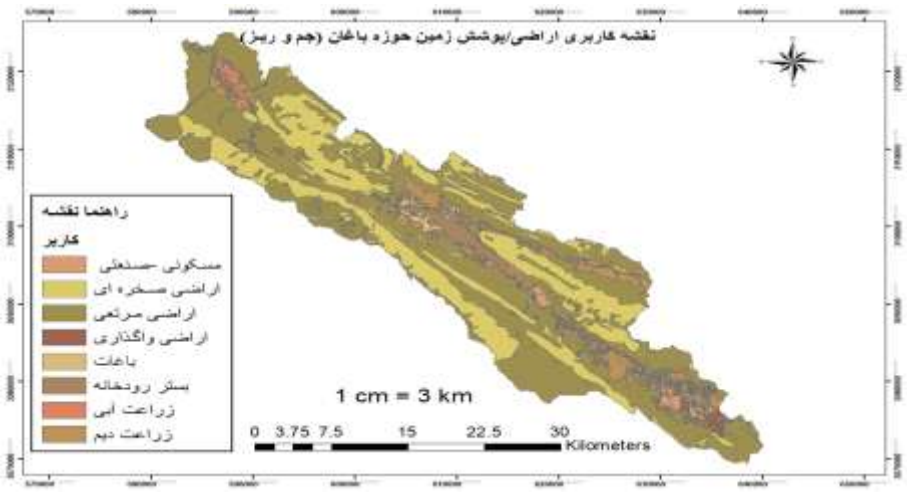
جدول ۱- طبقه‌بندی کاربری اراضی بر اساس وضعیت هیدرولوژیکی

Table 1. Land use classification based on hydrological status

نوع کاربری	مساحت (هکتار)	درصد مساحت	وضعیت هیدرولوژیکی اراضی
بستر رودخانه	۳۳۲۴/۲۶	۳/۶۵	خوب
مرتع	۴۸۹۵۹/۳۳	۵۳/۸۴	خوب
زراعت دیم	۶۷۶۹/۷	۷/۴۴	متوسط
زراعت آبی	۸۳۴/۷۳	۰/۹۱	متوسط
باغات	۱۶۲۵/۸۵	۱/۷۸	متوسط
اراضی واگذاری	۳۶۱/۹۵	۰/۳۹	متوسط
اراضی صنعتی- مسکونی	۱۵۶۲/۳۹	۱/۷۱	ضعیف
اراضی صخره ای	۲۷۴۸۰/۹۵	۳۰/۲۲	ضعیف

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]



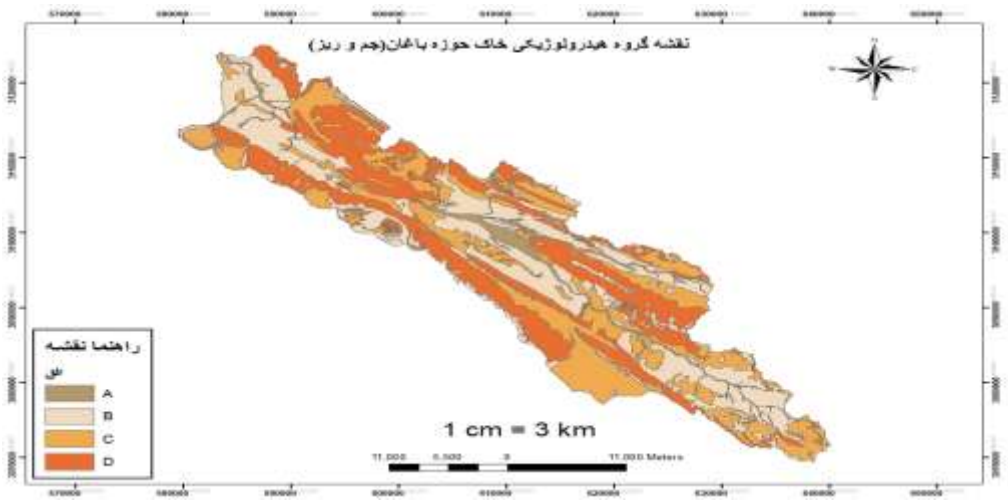
شکل ۴- نقشه کاربری اراضی حوضه باغان(جم و ریز)
Figure 4. Land use map of Baghan basin (Jam and Riz)

تهیه نقشه بافت خاک

خاک‌های مختلف توانایی ایجاد رواناب متفاوتی را دارند که این استعداد و توانایی متأثر از خصوصیات خاک از قبیل ساختمان خاک، بافت خاک، نوع و میزان خلل و فرج خاک، میزان سنگریزه و قلوه سنگ سطح و داخل خاک، عمق خاک و نوع لایهٔ محدودکننده می‌باشد. عموماً این توانایی را با یک عامل هیدرولوژیکی بیان می‌کنند. به این صورت که مقدار آن عبارت از حداقل سرعت نفوذپذیری خاک در حالت رطوبت طولانی مدت خاک است طبق تقسیم‌بندی سازمان حفاظت خاک آمریکا SCS تمامی خاک‌ها بر اساس پتانسیل ایجاد رواناب شامل چهار گروه اصلی هیدرولوژیکی A، B، C و D به شرح زیر می‌باشد. در جدول (۲) حداقل شدت نفوذپذیری خاک بر حسب گروه هیدرولوژیکی بیان گردیده است، که گروه A دارای بیشترین شدت نفوذپذیری و کمترین توانایی در تولید رواناب می‌باشد. حتی درشرایطی که خاک کاملا خیس باشد. بیشترین توانایی تولید رواناب مربوط به گروه D می‌باشد که در این منطقه ۳۱/۸۲درصد از اراضی را به خود اختصاص داده است. به طور کل غالب خاک منطقه مربوط به گروه C,D می‌باشد. نقشه بافت خاک مطابق شکل (۵) ترسیم گردید.

جدول ۲- حداقل شدت نفوذپذیری در گروه‌های هیدرولوژیکی خاک(۲۹)
Table 2. Minimum permeability intensity in soil hydrological groups (29)

علائم اختصاری	نفوذپذیری	مساحت (هکتار)	درصد مساحت	تونایی تولید رواناب
A	خیلی خوب	۳۳۴۳/۷۶	۳/۶۷	کم
B	متوسط	۲۹۷۶۳/۳۷	۳۲/۷۳	متوسط
C	کم	۲۸۸۷۵/۷۱	۳۱/۷۶	نسبتا زیاد
D	خیلی کم	۲۸۹۳۱/۳	۳۱/۸۲	خیلی زیاد



شکل ۵- نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک حوضه باغان(جم و ریز)
Figure 5. Soil texture map of Baghan basin (jam and Riz)

[Downloaded from dnrl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]

تحلیل حداکثر بارش۲۴ساعته

حداکثر بارش ۲۴ساعته یکی از متغیرهای مهم در تولید رواناب می‌باشد و اختلاف آن باعث تفاوت پتانسیل سیل خیزی حوضه‌ها می‌شود. در این پژوهش برای به دست آوردن حداکثر ارتفاع بارش با توجه به دوره بازگشت‌های مختلف ابتدا داده‌های حداکثر بارش ۲۴ساعته در یک سال، برای هر ایستگاه محاسبه گردید. این عمل برای ۳۰ سال آماری (۱۳۷۰- ۱۳۹۹) در محیط Hyfran به دست آمد، درنهایت پس از آزمون تمامی روش‌های آماری روش گمبل به عنوان مناسب ترین توزیع شناخته شد. مطابق جدول ۳ ارتفاع حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت‌های معین تهیه گردید. نتایج حاصل از این امر نشان می‌دهد که با افزایش دوره‌ی بازگشت میزان بارش هم زیاد و احتمال وقوع کم می‌شود.

جدول ۳- ارتفاع بارش برای زیرحوزه‌های باغان با دوره بازگشت‌های متفاوت
Table 3. Rainfall height for baghan sub-fields with different return periods

ارتفاع بارش	۲ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۲۵ ساله	۵۰ ساله	۱۰۰ ساله
J_1	۵۸/۳	۸۵/۵	۱۰۳	۱۲۶	۱۴۳	۱۶۰
J_2	۵۵/۲	۸۸	۱۱۰	۱۳۷	۱۵۷	۱۷۸
J_3	۵۲/۶	۷۹/۴	۹۷/۱	۱۱۹	۱۳۶	۱۵۲

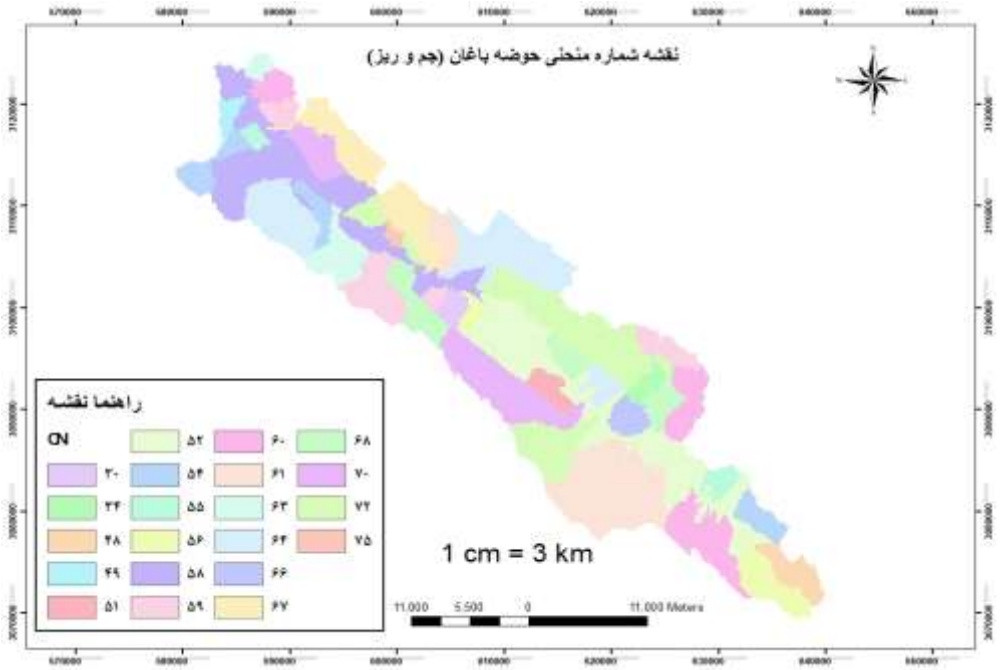
تخمین شماره منحنی

ارتباط میان پوشش حوضه و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک‌های حوضه باعث تشکیل شماره منحنی می‌شوند. CN شاخصی برای بیان پاسخ حوضه در مقابل بارش است، شماره منحنی از (۰-۱۰۰) متغیر بوده و اعدا بزرگتر نشان دهنده‌ی تولید رواناب بیشتر می‌باشند. مقدار CN با حداکثر پتانسیل نگهداشت سطحی (S) رابطه عکس دارد. اگر مقدار CN برابر ۱۰۰ باشد یعنی حوضه با پوشش نفوذپذیر که در آن S برابر صفر خواهد بود و بالعکس. با استفاده از جدول شماره (۴) مقادیر شماره منحنی با استفاده از نقشه کاربری اراضی و گروه‌بندی خاک، قابل محاسبه خواهد بود (۲۹). شماره‌ی منحنی در حوضه بین ۳۰ تا ۷۵ متغیر است که بیشترین شماره منحنی مربوط به زیرگروه هیدرولوژیکی J_{3-7} می‌باشد که نشان از نفوذپذیری کم این حوزه و احتمالاکوهستانی بودن منطقه می‌دهد و کمترین شماره‌منحنی مربوط به زیر حوضه J_{3-14} و J_{1-4} می‌باشد که نشان از نفوذپذیری خوب حوضه و احتمالا قرار داشتن در گروه هیدرولوژیکی A می‌باشد. نقشه‌ی شماره منحنی مطابق شکل (۶) تهیه گردید.

جدول ۴- تعیین مقادیر CN با استفاده از کاربری اراضی و گروه هیدرولوژیکی خاک(۲۹)
Table 4. Determination of CN values using land use and soil hydrological group (۲۹)

نوع بهره‌برداری از زمین	عملیات زراعی و یا کارهای اصلاحی	وضعیت هیدرولوژیکی	گروه هیدرولوژیکی خاک A	B	C	D
آیش			۷۷	۸۶	۹۱	۹۲
زراعت خطی	کشت خطی مستقیم	فقیر	۷۲	۸۱	۸۸	۹۱
	کشت خطی مستقیم	خوب	۶۷	۷۸	۸۵	۸۹
	کشت روی خطوط تراز	فقیر	۷۰	۷۹	۸۴	۸۸
	کشت روی خطوط تراز	خوب	۶۵	۷۵	۸۲	۸۶
	کشت روی خطوط ترازدر داخل تراسها	فقیر	۶۶	۷۴	۸۰	۸۲
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراز ها	خوب	۶۲	۷۱	۷۸	۸۱
غلات	کشت خطی ردیفی	فقیر	۶۵	۷۶	۸۴	۸۸
	کشت خطی ردیفی	خوب	۶۳	۷۵	۸۳	۸۷
	کشت روی خطوط تراز	فقیر	۶۳	۷۴	۸۲	۸۵
	کشت روی خطوط تراز	خوب	۶۱	۷۳	۸۱	۸۴
	کشت روی خطوط ترازدر داخل تراسها	فقیر	۶۱	۷۲	۷۹	۸۲
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراز ها	خوب	۵۹	۷۰	۷۸	۸۱
بقولات انبوه یا تناوب کشت علوفه	کشت خطی مستقیم	فقیر	۶۶	۷۷	۸۵	۸۹
	کشت خطی مستقیم	خوب	۵۸	۷۲	۸۱	۸۵
	کشت روی خطوط تراز	فقیر	۶۴	۷۵	۸۳	۸۵
	کشت روی خطوط تراز	خوب	۵۵	۶۵	۷۸	۸۳
	کشت روی خطوط ترازدر داخل تراسها	فقیر	۶۳	۷۳	۸۰	۸۳
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراسها	خوب	۵۱	۶۷	۷۶	۸۰
مرتع طبیعی یا کشت شده		فقیر	۶۸	۷۹	۸۶	۸۹
		متوسط	۴۹	۶۹	۷۹	۸۴
		خوب	۳۹	۶۱	۷۴	۸۰
	کشت روی خطوط تراز	فقیر	۴۷	۶۷	۸۱	۸۸
	کشت روی خطوط تراز	متوسط	۲۵	۵۹	۷۵	۸۳
	کشت روی خطوط تراز	خوب	۶	۳۵	۷۰	۷۹
چمن زار		خوب	۳۰	۵۸	۷۱	۷۸
بیشه زار و جنگل			۴۵	۶۶	۷۷	۸۳
بیشه زار و جنگل			۳۶	۶۰	۷۳	۷۹
مزارع شخصی		فقیر	۵۹	۷۴	۸۲	۸۶
جاده خاکی		متوسط	۷۲	۸۲	۸۷	۸۹
جاده شوسه			۷۴	۸۴	۹۰	۹۲

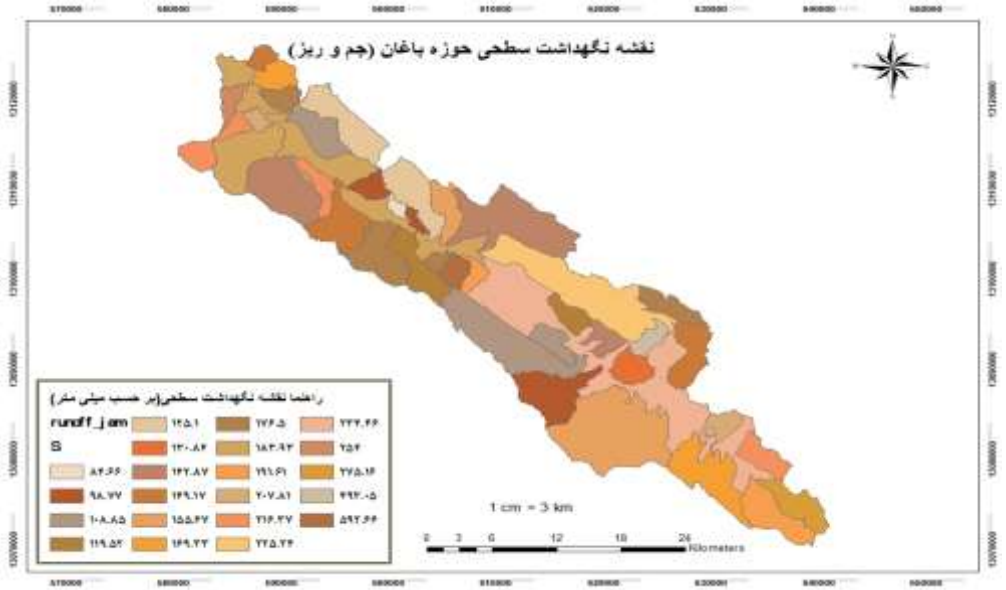
[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]



شکل ۶- نقشه‌ی شماره‌ی منحنی حوضه باغان (جم و ریز)
Figure 6. Curve number map of Baghan basin (Jam and Riz)

محاسبه میزان نگهداشت سطحی S

روش SCS اساسا یک روش تجربی است که بر اساس شماره منحنی می‌باشد. پس از تعیین مقدار شماره منحنی، مقدار نگهداشت سطحی از طریق رابطه (۲) بر حسب میلی متر به دست آمد، و مطابق شکل (۷) نقشه میزان‌نگهداشت سطحی رسم گردید. در این تصویر افزایش میزان S نشان‌دهنده میزان نفوذپذیری خوب حوضه می باشد.



شکل ۷- نقشه میزان نگهداشت سطحی حوضه باغان (جم و ریز)
Figure7. Surface maintenance map of Baghan basin(Jam and Riz)

برآورد ارتفاع رواناب

بحث رواناب و رابطه بارش-رواناب از مهمترین و اساسی‌ترین موضوع در هیدرولوژی آب‌های سطحی می‌باشد. زیرا که برآورد رواناب حاصل از بارش‌های جوی پایه و مبنای مطالعاتی بسیاری از طرح‌های مختلف توسعه و بهره‌برداری از منابع آب را تشکیل می‌دهد. برای تهیه نقشه‌ی پتانسیل رواناب با توجه به دوره برگشت‌های ۲-۱۰۰ سال ارتفاع رواناب در هر یک از زیرحوزه‌ها و حوزه اصلی کلاس‌بندی شد. برای این منظور ارتفاع رواناب برای هر دوره برگشت به ۴ کلاس خیلی‌خوب، خوب، متوسط، نامناسب تقسیم‌بندی می‌شود و هرزیرحوزه از نظر توان تولید رواناب در کلاس‌های نامبرده دسته‌بندی می‌شود. مطابق جدول (۵) میانگین ارتفاع

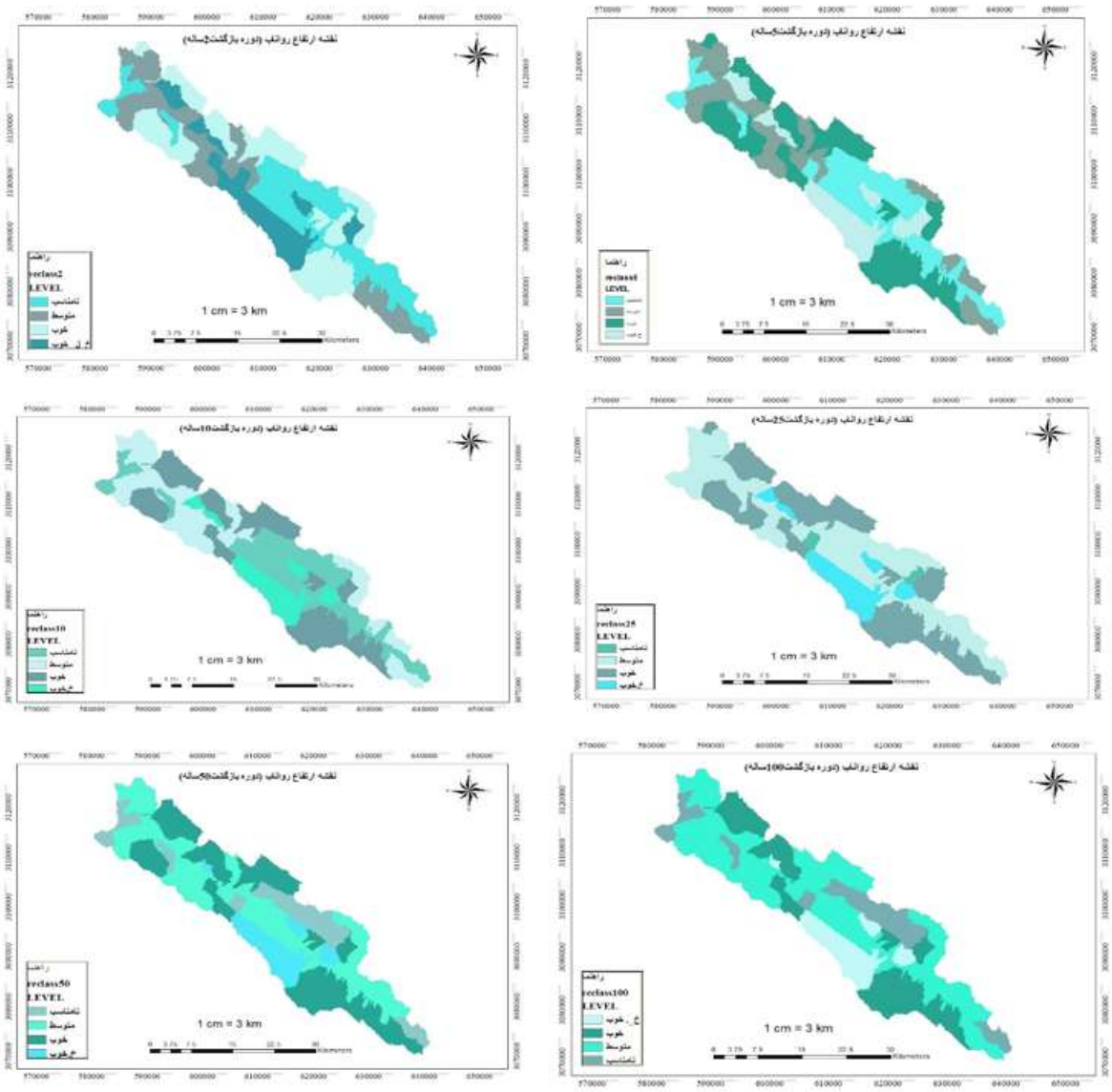
[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]

رواناب هر حوزه با دوره برگشت‌های مختلف نشان داده شده است. نقشه‌ی حاصل از رواناب با دوره بازگشت‌های مختلف مطابق شکل (۸) تهیه گردید. نتایج حاصل از برآورد ارتفاع رواناب با نتایج پژوهشگرانی چون عبدالحسینی (۱)، جوادی و همکاران (۱۶)، عالم و همکاران (۳)، میندج و همکاران (۳۴) انطباق دارد.

جدول ۵- کلاس‌بندی ارتفاع رواناب حوضه بر حسب میلی‌متر

Table 5. Classification of basin runoff (mm)

ارتفاع رواناب	۲ساله	۵ساله	۱۰ساله	۲۵ساله	۵۰ساله	۱۰۰ساله
J_1	۳ /۵۴	۱۰/۱۲	۱۶/۴۴	۲۶/۶۲	۳۵/۲۷	۴۴/۷۱
J_2	۳/۰۶	۱۳/۸	۲۴/۲۳	۳۹/۴۹	۵۲/۱۵	۶۶/۴۱
J_3	۳/۵۱	۱۱/۹۷	۱۹/۸۵	۳۱/۴۴	۴۱/۵۵	۵۱/۷۸



شکل ۸- نقشه ارتفاع رواناب حوضه باغان (جم و ریز)

Figure 8. The runoff map of the Baghan Basin (Jam and Riz)

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش تلفیق کارآیی سیستم اطلاعات جغرافیایی و شماره منحنی در برآورد ارتفاع‌رواناب در حوضه باغان (جم و ریز) مطالعه شد. میانگین بارش‌سالانه حوضه ۱۵۱/۱۳، میانگین وزنی شماره منحنی ۷۷/۷۱ می‌باشد. نتایج بررسی این پژوهش نشان می‌دهد که حدود ۷۰درصد از بارش‌های شدید این حوضه به رواناب تبدیل می‌شود. که حاکی از کوهستانی‌بودن و شیب‌زیاد حوضه‌ی‌آبریز است. بخش زیادی

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]

از حوضه دارای گروه‌هیدرولوژیکی C و D است که نفوذ پذیری کمی دارند بدین معنی حجم زیادی از بارش به رواناب تبدیل می‌گردد. شماره منحنی برای زیرحوضه J_{3-7} بیشتر از سایر مناطق می‌باشد که نشان‌دهنده پتانسیل بالای تولید رواناب در این قسمت از حوضه می‌باشد. با توجه به نقشه‌های ارتفاع رواناب نتایج نشان داد که با افزایش دوره بازگشت ارتفاع‌رواناب هم افزایش می‌یابد هم‌چنین با افزایش دوره بازگشت احتمال وقوع کاهش می‌یابد. به طوری که از بین سه زیر حوضه اصلی J2 بیشترین ارتفاع‌رواناب را در کلیه دوره‌های بازگشت به خود اختصاص می‌دهد لذا اولویت اصلی جهت کنترل سیلاب در این زیرحوزه می‌باشد. نتایج این پژوهش بیان می‌کند که سیستم اطلاعات جغرافیایی کارآیی و دقت مناسب جهت تخمین ارتفاع رواناب و مناطق مستعد سیل را دارا می‌باشد، بنابراین می‌توان از نقشه‌های به دست آمده از محیط GIS به عنوان اطلاعات پایه و مهم در مطالعه آبخیزداری استفاده کرد. بدین سبب با ایجاد سازه‌های مناسب تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی، آب سطحی را به درون زمین منتقل کرد و از بروز سیل و خسارات جلوگیری کرد و گامی بزرگ در جهت مدیریت منابع آب این منطقه با اقلیم خشک برداشت.

منابع

1. Abdolhosseini, H. 2015. Estimation of Runoff in Pardisan Watershed of Qom city by Using the GIS and SCS Method. M.Sc. University of Qom Faculty of Engineering, Qom, Iran, 150 pp (In Persian).
2. Adeli, M. and Z. Mohammadi. 2019. Calibration and evaluation of SCS method for estimating flood runoff in Pasekohak Watershed. rrigation Sciences and Engineering, 42(3): 1-15 (In Persian).
3. Alem, H., M. Fallahi and S. Nahas Farmanieh. 2019. Estimating Runoff Using SCS - CN Based On GIS: A Case Study (Shirvan,Bojnord, Faruj, Safiabad and Meshkan Cities). Journal of New Geological Findings, 13(26): 156-166 (In Persian).
4. Alizadeh, A. 2015. Principles of Applied Hydrology.41edn., 7th edition. Imam Reza International University, Mashhad, Iran. 942 pp (In Persian).
5. Asadi, M., I. Jabbari and H. Hesadi. 2020. Flood modeling in arid and semi-arid areas using HEC HMS model (Case Study: Esteghlal Minab Basin). Quant. Geomor. Resorce, 8(3): 17-33 (In Persian).
6. Azamirad, M., B. ghahreman and K. Esmaili. 2018. Investigation Flooding Potential in the Kashafrud watershed, MashhadThe Method SCS and GIS. Journal of Watershed Management Research, 9(17) :26-38 (In Persian)
7. Das, S. 2019. Geospatial mapping of flood susceptibility and hydro-geomorphic response to the floods in Ulhas basin, India. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 14: 60-74.
8. Detailed-executive studies of watershed management and aquifer management Baghan watershed (Jam and Riz) Groundwater Report Islamic Republic of Iran Oil Ministry Fajr Jam Gas Refining Company (In Persian).
9. Detailed-executive studies of watershed management and aquifer management Baghan watershed (Jam and Riz) Soil science and land capability report. Islamic Republic of Iran Oil Ministry Fajr Jam Gas Refining Company (In Persian).
10. Ghafari gilandeh, A., B. Sobhani and E. Ostadi Babakandi. 2016. Estimation of curve number and runoff height in Arc gis environment (Case study: Meshkinshahr city). Hydrogeomorphology, 1(9): 159-175 (In Persian).
11. Ghazavi, R., A.B. Valiand and S. Eslamian. 2012. Impact of Flood Spreading on Groundwater Level Variation and Groundwater Quality in an Arid Environment, Water Resources Management. 26(6): 1651-1663.
12. Groundwater unit of Bushehr Regional Water Department
13. Hasani, M., A. Malekian, M. Rahimi, K. Samiei and M.R. Hamushi. 2012. Study of efficiency of various bases fllows separation methods in arid and semi-arid rivers. Journal of dry region. 2:10-22.
14. Hejazi, A. and M. Mezbani. 2015. Estimation of maximum runoff height and flow values using curve number method (CN) (Case study: Sarab Darrehshahr catchment). Hydro geomorphology, 1(5): 63-81 (In Persian).
15. Jain, M.K. 1996. GIS based rainfall, runoff modelling for Hemavathi Catchment. CS (AR)- 22/96-97, NIH Roorkee.
16. Javadi, M.R., F. Mirdar haregani, and Z. Chatrsimab. 2011. Estimation of runoff height using curve number method in ArcGis software environmentArc CN-Runoff with tools (Case study: Azadroud watershed). Journal of Remote Sensing Application and GIS in Planning, 2(3): 55-62 (In Persian).
17. Kahkhamoghaddam, A. 2015. Integrating Landsat ETM+ and TRMM images for estimating of runoff volume and depth using SCS-CN model, A case study: Hirmand river basin.M.Sc. University zabol graduate school Faculty of Engineering Department of Civil Engineering. Zabol. Iran. 114 pp (In Persian).
18. Karami Moghadam, M. M. Moradi Motlagh, T. Sabzevari and R. Mohammadpour. 2021. Application of Remote Sensing and GIS Techniques in SCS-CN Model (Case Study: Balarood Basin, Khuzestan), Environment and water engineering, 7(11): 157-169 (In Persian).

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]

19. Report on detailed-executive studies of watershed management and aquifer management Baghan watershed (Jam and Riz), Islamic Republic of Iran Oil Ministry Fajr Jam Gas Refining Company (In Persian)
20. Sadeghi, I. and R. Gazavi. 2018. Identifying Potential Rain-Water Harvesting Sites using Analytical Hierarchy Proces and GIS Approach (Case study: Sudjan Catchment). Journal of Geography and Environmental Planning, 70(2): 1-12 (In Persian).
21. Shadeed, S. and M. Almasri. 2010. Application of GIS-based SCS-CN method in West Bank catchments, Palestine, Water Science and Engineering, 3(1): 1-13.
22. Schultz, G.A. 1993. Hydrological modeling based on remote sensing information. Advances in Space Research, 13(5): 149-166.
23. Sekar, I. and T.O. Randhir. 2007. Spatial assessment of conjunctive water harvesting potential in watershed systems, Journal of Hydrology, 334: 39-52.
24. Shahbazi, F. 2017. Zoning of Flooding Production Potential in Givi Chay Basin by Using of SCS Model. M.Sc. University of Tabriz Faculty of Geography and Planning, Tabriz, Iran, 163 pp (In Persian).
25. Soil Conservation Service. 1985. Hydrology, National Engineering Handbook, Washington, USDA;
26. Soleimanpour, S.M., M. Soufi, M.J. Rousta, S. Shadfar, L. Jowkar and H. Keshavarzi. 2019. Determination of the Influencing Factors on the Length Extension of Gullies in Ghazeian Watershed, Fars Province. Journal of Watershed Management Research,10(20): 72-82 (In Persian)
27. Study Unit of General Department of Natural Resources and Watershed Management of Bushehr Province
28. Tian, S., Amatya, D.M. Marion and D., et al. 2019. Estimations of precipitation intensity-duration-frequency and design discharges in four small forested watersheds in the Southeastern US. In Review. J. Hydrol. Eng.
29. Mahdavi, M. 2013. AppliedHydrology. 2125edn., 8th edition, university of the Tehran press, Tehran. Iran, 435 pp (In Persian).
30. Masoudian, M. 2009. The topographical impact on effectiveness of flood protection measures (Vol. 18): kassel university press GmbH.
31. Meteorological Organization of the whole country, www.irimo.ir
32. Mir Ali Mortezaei, M. 2016. Evaluation of scs method in estimating runoff in Imameh basin (area one of water and sewage in Tehran).M.Sc. Ministry of Science, Research and TechnologyShahid Beheshti University Faculty of Earth Sciences. Tehran. Iran. 209 pp (In Persian)
33. Mirzaii, A.A., Y. Yekani motlagh and GH. Sabe. 2014. Specialized water engineering software, Kian University Press.
34. Mind'je, R., L. Li, A.C. Amanambu, L. Nahayo, J.B. Nsengiyumva, A. Gasirabo and M. Mindje. 2019. Flood susceptibility modeling and hazard perception in Rwanda. International Journal of Disaster Risk Reduction, 101211.
35. Mohamadi, M., J. Mamizadeh, E. Ehsanzade. 2021. Comparison of Statistical and Empirical Models in Determining the Intensity-Duration-Frequency Rainfall Curves (Case Study: Ilam City), Scientific Journal of Water and Water Engineering, Iran, 11(41): 256-268 (In Persian).
36. Zounemat-Kermani, M. and M. Ganjalikhani. 2014. Hydrological Soil Groups Estimation in Ungaged Catchment. Journal ofWatershed Management Research, 7(14): 214-227 (In Persian).

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]

Evaluation of GIS Efficiency in Estimating Runoff Depth by SCS-CN Method Case Study: Baghan Basin (Jam and Riz)

Zohre Ebadi[1], Seyed Zeynalabedin Hosseini[2], Hossein Malekinezhad[3], Ali Talebi[4] and Reza Ruunama[5]

1- M.Sc. Student of Watershed Management Science and Engineering (Soil and Water Conservation), Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd
2- Assistant Professor ,Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, (Corresponding Author: Zhosseini@yazd.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd
4- Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd
5- PhD Student in Watershed Management (Water and Soil Protection), Department of Watershed Management, Noor Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modaress University
Received: 18 December 2021 Accepted: 7 February 2022

Abstract

Natural and human factors have caused the level of groundwater aquifers to decline in recent decades, so the management of groundwater resources is very important. In groundwater resources management, rainfall storage in the basin and its infiltration into the aquifer and consequently the relationship between precipitation and runoff can be considered a very important factor in hydrological studies. In this study, the height of runoff in Baghan basin (Jam and Riz) was calculated using the method of the US Soil Protection Organization (curve number method). The main factor in this method is the appropriate estimation of the curve number, which is based on land use and hydrological groups of soil in the study area. After selecting the best statistical distribution of daily rainfall using the Hyfran hydrological model and also determining the curve number, finally the runoff height was calculated by calculating the surface retention. The results of this study show that due to the mountainous and low permeability, the area is prone to severe floods, so it is necessary to identify areas for artificial feeding and flood storage projects as well as reduce flood damage. The results of this study showed the efficiency of GIS in estimating runoff height, as well as increasing runoff height by increasing the return period and reducing the probability of occurrence.

Keywords: Hyfran, Land management, Permeability, Underground aquifer decline, Water resources management

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.9.9]