نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال هجدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷

تعیین شماره منحنی و برآورد پتانسیل تولید رواناب حوضه آبخیز حصارک

دریافت مقاله: ۹۶/۸/۲۵ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۳/۱۹

صفحات: ۱۵۰-۱۳۳

محمد مهدی حسین زاده: دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران[۱].
M_hosseinzadeh@sbu.ac.ir
کاظم نصرتی: دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
K_nosrati@ sbu.ac.ir
سپیده ایمنی : کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
Sepide.sbu@gmail.com

چکیده

یکی از روش های برآورد ارتفاع رواناب، روش شماره منحنی (CN) است که نشانگر رفتار هیدرولوژیکی حوضه است. داده ها و اطلاعات مورد نیاز از نقشه توپوگرافی۱:۲۵۰۰۰ و نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ توسط سازمان زمین شناسی کشور استفاده شد. از نرم افزار SMADA برای محاسبه بارشهای کوتاه مدت در دوره بازگشت‌های مختلف و از نرم افزار Arc GIS برای تهیه نقشه شماره منحنی با تلفیق نقشه های پوشش گیاهی، کاربری اراضی و گروه هیدرولوژیک خاک با استفاده از جدول سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) استفاده گردید و سپس نقشه ارتفاع رواناب حوضه حصارک تهیه شد. هدف از این مطالعه تعیین شماره منحنی و برآورد ضریب رواناب و حداکثر دبی اوج سیل با استفاده از روش SCS در حوضه حصارک و پهنه بندی پتانسیل تولید رواناب در حوضه آبخیز می باشد. نتایج تحقیق نشان داد که وضعیت هیدرولوژیکی اراضی و گروه های هیدرولوژیکی خاک در سطح حوضه مهم ترین پارامتر تعیین کننده CN بوده و بر روی رواناب تأثیرگذار است. بیشترین پتانسیل تولید رواناب در پایین دست حوضه است که با کاربری اراضی شهری مشخص شده است. همچنین میانگین وزنی شماره منحنی‌های بدست آمده برای هر زیرحوضه نشان داد، در زیرحوضه چپ‌دره با شماره منحنی ۸۸ و میانگین رواناب ۲۸/۱۵ میلیمتر بیشترین حجم رواناب، زیرحوضه دوچناران با شماره منحنی ۸۹/۳ و میانگین رواناب ۲۴/۵۴ میلیمتر و زیرحوضه تقاطع دو شاخه با شماره منحنی ۹۰/۱ و میانگین رواناب ۱۷/۳۶ میلیمتر کمترین حجم رواناب احتمالی و پتانسیل سیلخیزی را دارد. اما به طور کلی پتانسیل تولید رواناب در این حوضه نسبتاً بالا می‌باشد. بیشترین مقدار شماره منحنی رواناب در شرایط رطوبتی زیاد در منطقه مورد مطالعه ۹۹ و کمترین مقدار ۷۸ است.

کلیدواژگان: شماره منحنی، روش SCS، رواناب، Arc GIS، حوضه آبخیز حصارک.

۱. نویسنده مسئول: تهران، ولنجک، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه جغرافیای طبیعی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

مقدمه

حوضه آبخیز به صورت یک سیستم باز عمل می‌کند که بارش وارد شده به آن به صورت تبخیر، رواناب و آب زیرزمینی خارج می‌شود. پیش بینی و تعیین میزان کمی فرآیندهای تولید رواناب و انتقال آن به نقطه خروجی حوضه آبخیز از اهمیت خاصی برخوردار است. جریان رواناب در سطح زمین باعث پایین رفتن سطح آب زیرزمینی، مسائل اجتماعی از جمله مهاجرت جمعیت، فرسایش و کاهش حاصلخیزی خاک، رسوب گذاری در مخازن و کاهش کیفیت آب رودخانه ها می باشد (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۵). در مناطقی که پتانسیل بالای رواناب دارند، انواع رخساره های فرسایشی اعم از آبراهه‌ای، شیاری و خندقی در دامنه کوه ها و حتی در سطح زمین های کم شیب نیز به سهولت اتفاق می افتد (حسین زاده، ۱۳۹۱: ۳). تولید بالای رواناب در یک منطقه در صورت مهیا بودن شرایط، به وقوع سیل منجر شده و باعث خسارات جبران ناپذیری می شود. بر اساس مطالعات انجام شده در ۵۰ سال اخیر حدود ۳۷۰۰ واقعه سیل در کشور گزارش شده است که حدود ۵۳ درصد آن در سال های اخیر روی داده است. عواملی چون خصوصیات حوضه، بهره برداری غیر اصولی انسان از طبیعت، ویژگی های فیزیکی و هیدرولوژیکی حوضه به لحاظ تأثیرگذاری به مؤلفه هایی نظیر روند تولید، حرکت و نحوه تجمیع رواناب از اهمیت ویژه ای برخوردار است. برآورد پتانسیل تولید رواناب در یک حوضه جهت برنامه ریزی در حفاظت خاک و فرسایش و نیز مدیریت حوضه‌های آبخیز از لحاظ تولید رواناب و رسوب بسیار حائز اهمیت است (صفاری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۰۲). به همین منظور مدل های هیدرولوژیکی و روش های مختلفی برای برآورد ارتفاع رواناب وجود دارد. در این میان روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) که به شماره منحنی (CN)[1] معروف است، با در نظرگرفتن ویژگی های خاک، وضعیت هیدرولوژیکی زمین و نیز کاربری اراضی و شرایط رطوبت قبلی خاک مقدار رواناب حاصل از یک بارش را در بخش های مختلف حوضه برآورد می کند و نیاز به تعیین شماره منحنی(CN) دارد (مهدوی، ۱۳۹۰: ۱۱۳). گروه هیدرولوژیکی خاک، نوع کاربری اراضی، پوشش گیاهی، اندازه گیری های حفاظت خاک و وضعیت رطوبت خاک پیشین، خصوصیات اصلی مورد استفاده حوضه آبخیز برای به دست آوردن شماره منحنی رواناب می باشند. در زمینه تعیین شماره منحنی و برآورد ارتفاع رواناب یک حوضه آبخیز نیز پژوهش هایی صورت گرفته است مانند: لویس[2] و همکاران (۲۰۰۰)، میزان رواناب یک حوضه جنگلی را در ایالت کالیفرنیا از طریق سه شیوه مختلف (رابطه دایکن، روش کوک و روش شماره منحنی) تعیین و مقایسه نمودند. جون [3]و همکاران (۲۰۰۱)، تأثیرات رشد شهرنشینی در از بین بردن پوشش گیاهی و افزایش رواناب منطقه شنزه در چین را با استفاده از مدل SCS- CN مورد بررسی قرار دادند و به یک رابطه معنی داری دست یافته اند. فودی[4] و همکاران (۲۰۰۴)، جهت تعیین نقاط سیل خیز حوضه های در صحرای شرقی کشور مصر از داده های ماهوارهای لندست جهت تعیین کاربری اراضی حوضه استفاده کردند. سپس دبی خروجی از حوضه و زیرحوضه های آبخیز آن را برای یک رگبار فرضی شدید شبیه سازی نمودند. اینسی تکل[5] و همکاران (۲۰۰۶)، اعداد شماره منحنی را برای حوضه گوونس در

1 - Curve Number
2 - Lewis, et al
3 - Jun, et al
4 - Foodi, et al
5 - Inci Tekeli, et al

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

هندوستان با استفاده از ابزارهای RS و GIS مشخص کردند و همچنین برای تعیین تراکم پوشش گیاهی نیز از شاخص NDVI استفاده نمودند و اثرات تغییر شماره منحنی ها را روی دبی سیلاب حوضه آبریز مشخص کردند. ساهو[1] و همکاران (۲۰۱۰)، تحقیقی را در ۷۶ حوضه کشاورزی کوچک در کشور آمریکا انجام دادند. در این تحقیق مدل اولیه SCS-CN با سایر متغیرهای موجود مورد مقایسه قرار گرفت و در نهایت یک مدل بهبود یافته شده توسط آنها ارائه شد. ایکسائو[2] و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از مدل SCS-CN برای حوضه لیداگو چین میزان رواناب را با اصلاح Ia/S (تلفات اولیه:Ia و حداکثر پتانسیل نگهداشت: S) به‌دست آوردند و بیان کردند که با اصلاح مقدار Ia/S عملکرد مدل برای منطقه مورد مطالعه به خصوص بارش بیش از ۵۰ میلیمتر بهبود یافته است. سولیس و والینتز[3](۲۰۱۲)، مقادیر شماره منحنی را در دو سیستم ناهمگن در منطقه لیکورم ایالات متحده آمریکا براساس داده‌های بارش و رواناب محاسبه کرده و بیان کردند که برآورد شماره منحنی در دو سیستم دقت قابل قبولی داشته است. همچنین مطالعات انجام شده توسط چندین محقق مانند کادام[4] و همکاران (۲۰۱۲)، میشرا[5] و همکاران (۲۰۰۴)، سراونان و منجولا[6] (۲۰۱۵)، وینیترا و یشودها[7] (۲۰۱۶)، بهورا [8]و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه هند، با استفاده از روش SCS-CN در محیط GIS رواناب را برآورد کردند. کوالیک و والگا [9](۲۰۱۵)، با انجام مطالعه‌ای در چهار حوضه کشاورزی کوچک در لهستان با استفاده از توابع مجانبی نتیجه گرفتند که بین مقدار شماره منحنی مشاهداتی با مقدار بارش ارتباط قوی وجود دارد. ساتیشکومار[10] و همکاران (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای میزان رواناب شمال هند را با استفاده از روش SCS-CN در محیط GIS برآورد کردند. براساس نتایج بدست آمده آنها کاربرد این مدل و روش را برای تخمین رواناب در منطقه مورد مطالعه خود تایید نمودند. ملکیان و همکاران (۱۳۸۳)، روش شماره منحنی را در حوضه آبخیز لیقوان در شمال غرب ایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که روش شماره منحنی به دلیل خطای بسیار زیاد در برآورد دبی اوج، بدون انجام فرآیند منطقه‌ای نمودن، قابل توصیه برای حوضه آبخیز مورد مطالعه و نواحی مشابه نمی‌باشد. مریانجی و معروفی (۱۳۸۴)، با استفاده از روش SCS و GIS، رواناب ناشی از بارش ۲۴ ساعته در حوضه آبخیز قره چای را مطالعه کردند. قهرودی تالی (۱۳۸۵)، به ارزیابی مدل CN-SCS در تخمین رواناب حوضه آبریز سد امیر کبیر (کرج) پرداخته است و به این نتیجه رسید که استفاده از مدل وزنی در محاسبه شماره منحنی این امکان را فراهم می سازد که تمام عوامل مؤثر در تولید رواناب در نظر گرفته شود و در نتیجه تخمین صحیح تری از رواناب ناشی از بارندگی به دست می‌آید. حیدری زاده (۱۳۸۹)، توسعه روش SCS با مفهوم روش منطقی در برآورد پیک سیلاب را برای حوضه هلیلان انجام داده است. ثروتی و بهزاد (۱۳۹۰)، در مقاله ای توان سیلخیزی حوضه های آبخیز زیلکی و فیره رود را با استفاده از روش SCS مطالعه

1 - Sahoo, et al
2- Xiao
4- Soulis and Valiantzas
5- Kadam, et al
5 - Mishra, et al
6 - Saravanan and Manjula
7 - Vinithra and Yeshodha
8 - Bhura, et al
9 - Kowalik and Walega
10 - Satheeshkumar

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

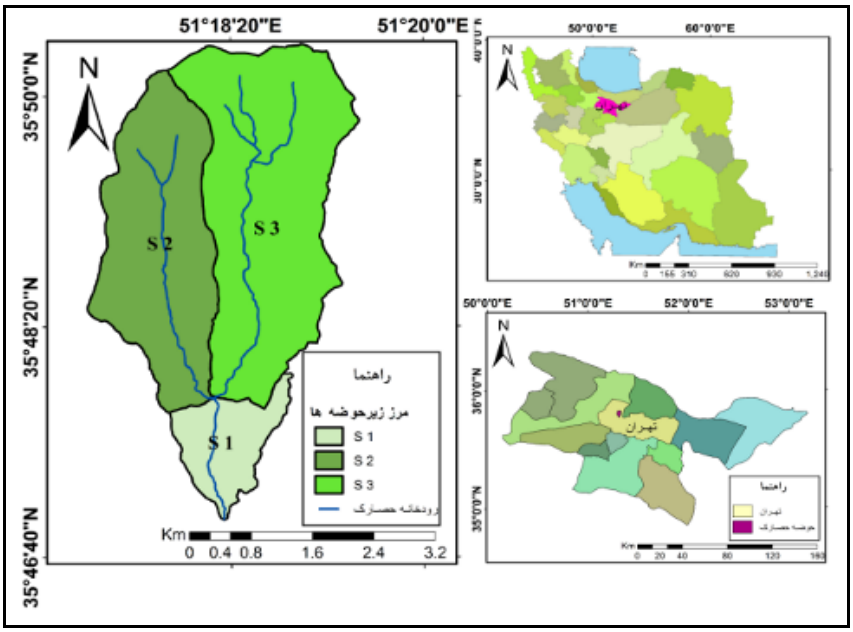
کردند. نتایج نشان داد که توان سیلخیزی حوضه آبخیز فیره رود نسبت به حوضه زیلکی بیشتر می باشد. حسین زاده (۱۳۹۱)، برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه‌ای در منطقه کجور نوشهر، البرز شمالی را مورد بررسی قرار داده است. او نشان داد که اراضی جنگلی دارای کمترین و اراضی مرتعی و دیمی دارای بیشترین توان تولید رواناب هستند. حجازی و مزبانی (۱۳۹۴)، مقادیر ارتفاع و دبی حداکثر رواناب با استفاده از روش شماره منحنی (CN) در حوضه آبریز سراب دره شهر برآورد کردند. نتایج نشان داد که از بین پارامترهای مورد استفاده در زیرحوضه‌ها، دو پارامتر فیزیوگرافی (مساحت و تراکم زهکشی) تأثیر بیشتری در پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ی آبریز سراب دارند. مصطفی زاده و همکاران (۱۳۹۶)، شماره منحنی رویدادهای بارش و رواناب و تغییرات آن را با مؤلفه‌های بارش در حوضه آبخیز جعفرآباد تعیین نمودند. نتایج نشان داد که میانگین مقادیر شماره منحنی در فصل‌های تابستان و زمستان حدود ۶۰ و در فصل‌های بهار و پاییز به‌ترتیب ۵۰ و ۵۶ می‌باشد. با برقراری ارتباط بین شماره منحنی با خصوصیات بارش در نمودارهای سه متغیره، مقدار بالای شماره منحنی در بارش‌هایی با شدت بیشتر از ۱۰ میلی‌متر در ساعت و مقدار بیش از ۴۰ میلی‌متر برآورد شد. همچنین در رخدادهایی با ضریب رواناب ۸۰-۴۰ درصد، مقدار شماره منحنی برآورد شده بالای ۷۰ بود. بنابراین هدف این پژوهش، تعیین شماره منحنی و برآورد ضریب رواناب و حداکثر دبی اوج سیل با استفاده از روش SCS و فرمول های موجود در واحدهای مختلف تشکیل دهنده حوضه آبخیز حصارک و همچنین پهنه بندی پتانسیل تولید رواناب در حوضه آبخیز می باشد. در راستای این مطالعه ضرورت شناخت ویژگی‌های محیطی مؤثر بر رواناب و وقوع سیل احساس می‌شود.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز حصارک، حوضه ای کوهستانی در شمال غرب استان تهران در ´´۳۰ ´۱۹ °۵۱ تا´۱۷ °۵۱ طول شرقی و ´۵۱ °۳۵ تا ´۴۶ °۳۵ عرض شمالی واقع شده است. این منطقه از غرب به حوضه آبخیز کن و از شرق به حوضه آبخیز فرحزاد محدود می شود و مساحت آن ۱۳/۸۷ کیلومترمربع است. رودخانه حصارک مسیل اصلی این منطقه است که از کوه بندعیش به ارتفاع ۲۷۶۶ متر سرچشمه گرفته است و پس از عبور از روستای حصارک و بزرگراه آیت الله کاشانی در امتداد جنوب از اراضی شهران و جنت آباد گذشته و در محل اتوبان تهران- کرج به مسیل برگردان غرب می ریزد و در نهایت به رودخانه کن می پیوندد. از نظر هیدرولوژیکی رودخانه حصارک دارای دو شاخه اصلی به نام های چپ دره و دوچناران است که یک یال اصلی به ارتفاع حداکثر ۲۴۰۵ متر در وسط آن قرار می گیرد. شکل(۱).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]



شکل (۱). موقعیت منطقه مورد مطالعه

از نظر زمین شناسی، حوضه آبخیز حصارک در ناحیه زمین شناختی البرز مرکزی واقع شده و جنس سنگ ها اغلب توف سبز با میان لایه های آهک و شیل با میان لایه های ماسه سنگ است. متوسط بارندگی سالانه ۴۰۹/۹ میلیمتر می‌باشد. حداکثر بارش های ماهانه ۱۰۲/۶۴ میلیمتر در اسفند ماه می‌باشد و حداقل بارش ۷/۹۹ میلیمتر در مرداد ماه رخ می‌دهد. متوسط دما در تابستان و زمستان به ترتیب، ۱۵/۶۵ و ۴/۲۸ درجه سانتیگراد می‌باشد.

جهت برآورد رواناب حاصل از بارندگی در حوضه حصارک از روش SCS استفاده شده است. در روش SCS، ارتفاع رواناب حاصله از یک بارندگی به صورت روابط (۱و ۲) محاسبه می‌شود که در مورد بارش های به صورت برف نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد و آب پایه را نیز در بر نمی گیرد و در آن:

رابطه (۱)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

رابطه (۲)

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

Q= ارتفاع رواناب (بر حسب میلیمتر)

P= حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته (بر حسب میلیمتر)

S= حداکثر توان نگهداری و نفوذ در خاک (بر حسب میلیمتر)

در رابطه ۲، CN شماره منحنی مربوط به مقدار نفوذ آب در خاک حوضه می باشد که مقدار آن بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است. مقدار S با نوع پوشش، نحوه بهره برداری از اراضی و وضعیت سطح خاک از نظر نفوذپذیری

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

متفاوت می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که از کل تلفات بالقوه حوضه یا S به طور متوسط، حدود ۰/۲ آن قبل از شروع جریان رواناب به صورت تلفات اولیه عمل کرده و ۰/۸ بقیه آن در طول بارش، صرف نفوذ سطحی و عمقی در خاک می‌گردد. برای تعیین پتانسیل تولید رواناب با این روش نیاز به نقشه ها و اطلاعات زمین شناسی و خاک شناسی، کاربری اراضی و گروه های هیدرولوژیک خاک منطقه است.

گروه هیدرولوژیک خاک

ابتدا ۲۰ نمونه خاک از عمق ۲۰ سانتیمتری از نقاط مختلف حوضه آبخیز حصارک به طور تصادفی برداشته شد. سپس به منظور تعیین بافت خاک، نمونه ها مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفتند. در نهایت بر اساس بافت خاک و دو پارامتر نفوذپذیری جدول(۱) و آبگذری[1] ، جداول(۲ و ۳) ویژگی خاک مشخص و بر اساس آن گروه هیدرولوژیک خاک تعیین گردید. در واقع میزان نفوذ با ضرب عمق خاک نمونه‌ها در ضریب نفوذپذیری تعیین گردید.

جدول(۱). میزان نفوذ بر اساس بافت خاک

بافت	آب بر اینچ (cm)خاک
شن، شن لومی	۰/۰۵
شن ریز لومی، لوم شنی درشت، بافت تقریبا شنی (گراول)	۰/۱۰
لوم شنی، لوم رسی و شنی، لوم شنی ریز، رس سیلتی، رس شنی، رس	۰/۱۵
لوم، لوم سیلتی، سیلت، لوم رسی و سیلتی، لوم رسی	۰/۲۰

آبگذری نیز با توجه به جدول (۲) و نوع بافت خاک تعیین شد. سپس بر پایه جدول (۳) با توجه به دو پارامتر کلاس آبگذری و عمق خاک نمونه برداری شده، مقادیر مورد نیاز برای مرحله بعد تعیین می شود.

جدول (۲). تعیین افق سطحی آبگذری خاک با توجه به نوع بافت خاک

نفوذ پذیری	بافت
خیلی آرام	رس سیلتی، رس، رس شنی
آرام	رسی، رس شنی، رس سیلتی
آرام متوسط	رسی، رس سیلتی یا رس شنی، لوم رسی و سیلتی، لوم رسی
متوسط	لوم سیلتی، لوم، لوم رسی و شنی، لوم رسی و سیلتی
سریع متوسط	لوم شنی درشت تا متوسط، لوم شنی ریز، لوم شنی خیلی متغیر
سریع	ریز، شن، شن ریز لومی، بافت ریز لومی
خیلی سریع	شن درشت یا متوسط، بافت تقریبا شنی (گراولی)

1 -Permeability

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

جدول (۳). تعیین کلاس آبگذری خاک

آبگذری در افق های سطحی	کاهش آبگذری در افق های زیرین	رتبه بندی آبگذری نیمرخ خاک			
		عمق کمتر از ۱۰اینچ	عمق بین۱۰ تا ۲۰ اینچ	عمق بین ۲۰ تا ۴۰ اینچ	عمق بیشت ر از ۴۰ اینچ
خیلی سریع یا سریع (بیش از ۵ اینچ در ساعت)	کم یا بدون کاهش				۱ یا ۲
	کاهش متوسط	۵ تا ۷	۳ یا ۴	۲ یا ۳	۱ یا ۲
	کاهش فاحش	۱۰	۸ تا ۱۰	۴ تا ۸	۱ یا ۳
نسبتاً سریع (۲/۵ تا ۵ اینچ برساعت)	کم یا بدون کاهش				۱ تا ۳
	کاهش متوسط	۶ تا ۸	۴ یا ۵	۳ یا ۴	۱ تا ۳
	کاهش	۱۰	۸ تا ۱۰	۵ تا ۷	۳ یا ۴
متوسط (۰/۸تا ۲/۵ اینچ در ساعت)	کم یا بدون کاهش				۵ یا ۶
	کاهش متوسط	۷ یا ۸	۶ یا ۷	۵ یا ۶	۵ یا ۶
	کاهش	۹ یا ۱۰	۷ یا ۸	۶ یا ۷	۵ یا ۶
نسبتاً آرام (۰/۲ تا ۰/۸ اینچ بر ساعت)	کم یا بدون کاهش				۷ یا ۸
	کاهش متوسط	۸ یا ۹	۷ یا ۸	۷ یا ۸	۷ یا ۸
	کاهش	۹ یا ۱۰	۸ یا ۹	۷ یا ۸	۷ یا ۸
کم و خیلی آرام (کمتر از ۰/۲ اینچ بر ساعت)	کم یا بدون کاهش				۹ یا ۱۰
	کاهش متوسط	۹ یا ۱۰	۹ یا ۱۰	۹ یا ۱۰	۹ یا ۱۰
	کاهش	۹ یا ۱۰	۹ یا ۱۰	۹ یا ۱۰	۹ یا ۱۰

سپس مجموع مقادیر مربوط به نفوذپذیری و آبگذری محاسبه می شود (رابطه ۳). با توجه به مقدار مجموع نفوذپذیری و آبگذری، گروه هیدرولوژیک خاک بر اساس جدول (۴) مشخص می شود (نصرتی، ۱۳۹۳ و نصرتی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۱۹).

رابطه (۳) نفوذپذیری+ آبگذری= گروه هیدرولوژیک خاک(HSG)

جدول (۴). تعیین گروه هیدرولوژیک خاک

شاخص HSG	توصیف	گروه خاک
۰ -۵	پتانسیل خیلی کم تولید رواناب	A
۶ -۱۰	پتانسیل کم تولید رواناب	B
۱۱ -۱۵	پتانسیل متوسط تولید رواناب	C
> ۱۶	پتانسیل زیاد تولید رواناب	D

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

در ادامه برای تهیه نقشه گروه هیدرولوژیک خاک از روش درون یابی[1] پایه شعاعی[2] که دارای کم ترین خطا و بیشترین دقت در درون یابی گروه های هیدرولوژیک نمونه های خاک منطقه است، استفاده گردید (جدول ۵).

جدول (۵). معیارهای آماری بررسی عملکرد و دقت مدل های میان یابی گروه‌های هیدرولوژیک نمونه های خاک حوضه آبخیز حصارک

روش	IDW*	تابع پایه شعاعی(RBF)	کریجینگ		
			دایره ای	کروی	گوسین
میاگین	-۰/۲۴	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱
RMSE	۲/۵۶	۲/۰۴	۲/۸۳	۲/۸	۲/۶۷
میانگین خطای استاندارد شده	۰	۰	۳/۱۹	۳/۱۸	۳/۱۶
میانگین استاندارد شده	۰	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
ریشه میانگین مربعات استاندارد(RMSS)	۰	۰	۰/۹	۰/۸۹	۰/۸۶

* توان مدل: ۲/۳۵

عوامل مهم دیگر در تعیین CN مشخص کردن انواع پوشش، کاربری اراضی و شرایط رطوبتی اولیه خاک در سطح حوضه آبخیز است. اگر توان تولید رواناب در یک منطقه کم باشد، بیانگر این است که شرایط هیدرولوژیک خوب است (مهدوی، ۱۳۹۰: ۱۵۳).

از نظر وضعیت رطوبت پیشین خاک، منطقه در گروه سوم (با توجه به متوسط حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته ایستگاه های مجاور منطقه که مقدار آن ۵۸ میلیمتر در بهمن ماه استخراج گردید، لذا رطوبت پیشین خاک حوضه در فصل خواب با بیش از ۲۸ میلیمتر تعیین شد) قرار گرفت و مقدار رطوبت خاک زیاد می باشد.

به منظور تعیین شماره منحنی (CN) برای مجموعه های خاک و پوشش گیاهی، در ابتدا نقشه های وضعیت بهره‌برداری از اراضی و گروههای هیدرولوژیک خاک در محیط نرم افزار Arc GIS با عمل (Intersect) با همدیگر تلفیق شدند. از ترکیب لایه های کاربری و گروه های هیدرولوژیکی خاک، نقشه شماره منحنی (CN) بدست آمد. شکل (۴).

در صورتی که شرایط حوضه از نظر عوامل مؤثر بر CN یکنواخت نباشد، مقدار میانگین وزنی CN برای کل حوضه محاسبه می گردد.

بعد از تعیین ارتفاع رواناب سطحی ناشی از رگبار، دبی حداکثر (اوج سیل) با استفاده از رابطه (۴) بدست آمد:

$$QP = \frac{2.083\ A.R}{0.6TC+\sqrt{TC}}$$ رابطه (۴)

که در آن A مساحت حوضه به کیلومترمربع، R ارتفاع رواناب به سانتیمتر، Tc زمان تمرکز به ساعت و Qp دبی اوج (حداکثر) رواناب به مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. در این پژوهش برای محاسبه زمان تمرکز از روش

1 - Interpolation
2 - Radial Basis

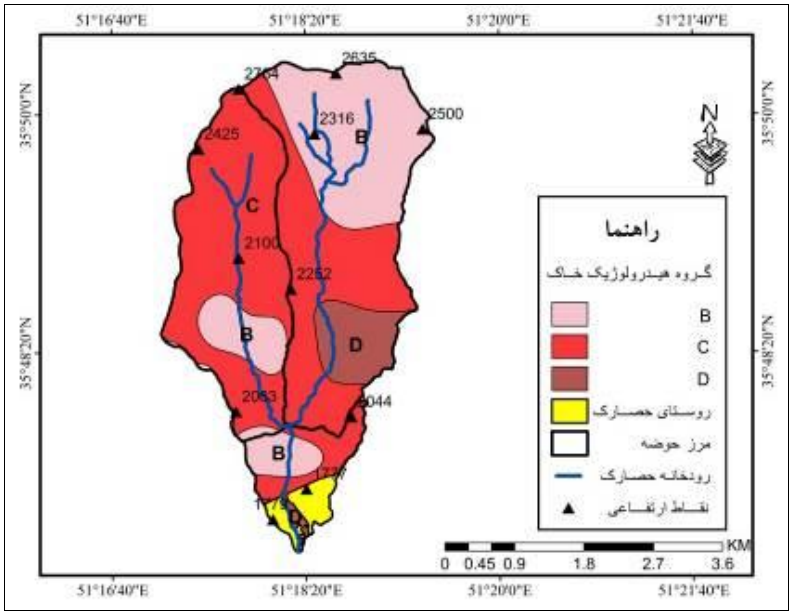
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

کرپیچ[1] به واسطه‌ی تأیید عملکرد آن توسط سازمان جنگل ها و مراتع استان تهران در منطقه مورد مطالعه، استفاده شده است و مقدار آن برای حوضه آبخیز حصارک ۰/۳۵ساعت محاسبه گردیده است.

نتایج

آنالیز پارامترهای موثر در روش SCS

گروه‌های هیدرولوژیک خاک در حوضه حصارک براساس نتایج حاصل از انجام آزمایش‌های نفوذپذیری، ۲۰ نمونه خاک برداشته شد و مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفت وسپس گروه هیدرولوژیک خاک ها با استفاده از جداول(۱تا ۴) تعیین گردید. براساس نقشه گروه هیدرولوژیک خاک، حوضه حصارک دارای سه گروه خاک شامل B، C و D می باشد که از نظر وسعت و گستردگی گروه C دارای بیشترین مساحت می‌باشد که پتانسیل تولید رواناب نسبتاً بالایی دارد. شکل (۲). با تطبیق نقشه گروه هیدرولوژیک خاک و نقشه زمین شناسی حوضه می‌توان بیان نمود لایه های سنگی توف سبز توده‌ای و رسوبات کواترنری در گروه هیدرولوژیک D قرار می‌گیرند و سنگ های خاکستری توف سبز و شیل با میان لایه های ماسه سنگ در گروه هیدرولوژیک C و سنگ های ماسه سنگ توفی و کنگلومرا در گروه هیدرولوژیک B جای دارند. جدول (۶).



شکل (۲). نقشه گروه هیدرولوژیک منطقه مورد مطالعه

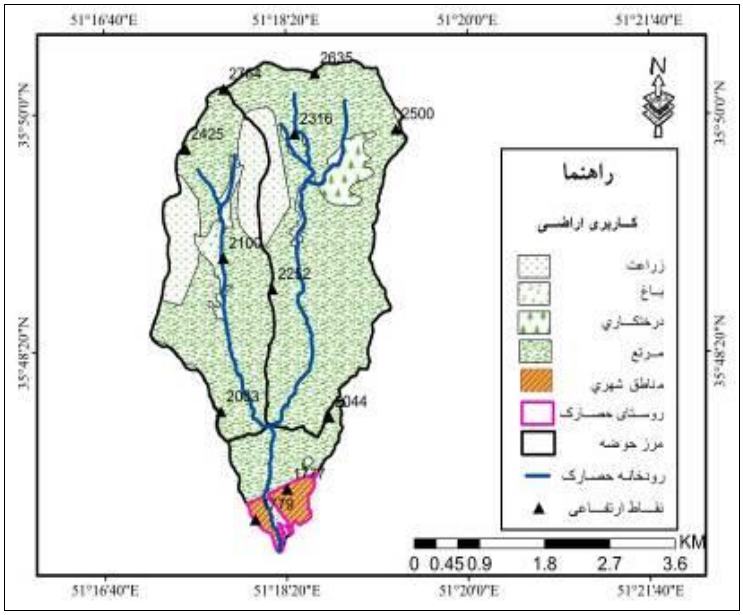
1 - Kirpich

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

جدول (۶). معیار طبقه بندی گروه های هیدرولوژیک خاک حوضه مورد مطالعه

گروه هیدرولوژیک خاک	نرخ نفوذ	B	C	D
		متوسط	کم	بسیار کم
ویژگی	توانایی تولید رواناب	متوسط	نسبتاً زیاد	خیلی زیاد
	مساحت (کیلومترمربع)	۴/۴۳	۸/۱۴	۱/۲۹

نقشه کاربری اراضی حوضه حصارک، شکل (۳) با استفاده از بازدیدهای میدانی و اطلاعات کسب شده از سازمان جنگل ها و مراتع و آبخیزداری استان تهران تهیه گردید (سازمان جنگل ها و مراتع استان تهران، ۱۳۹۰) جدول (۷).



شکل (۳). نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه (مأخذ: سازمان جنگل ها و مراتع استان تهران)

جدول(۷). مساحت کاربری های موجود در حوضه‌ی حصارک

نوع کاربری	مساحت (Km^2)	نوع کاربری	مساحت (Km^2)
مناطق شهری	۰/۴	زراعت	۱/۶
درختکاری	۰/۴۴	باغ	۰/۵۴
مراتع	۱۰/۸۸		

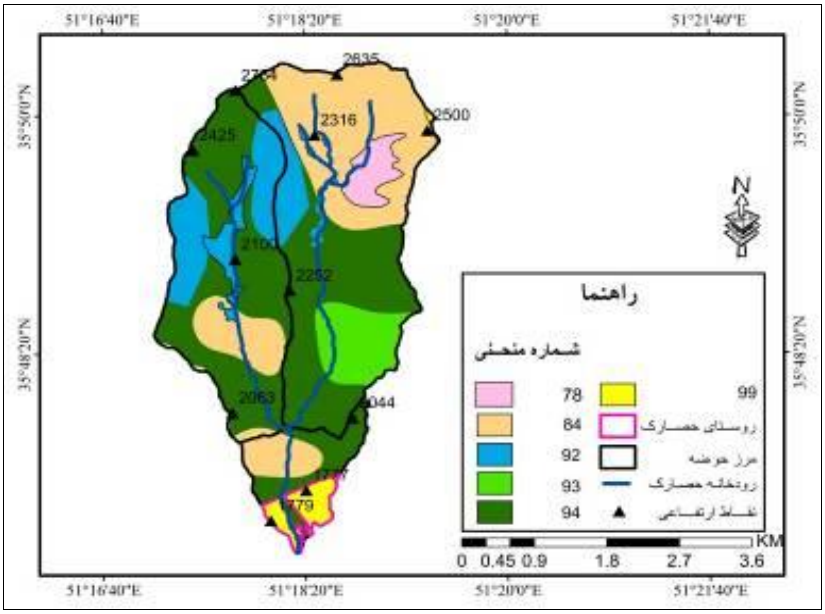
بیشترین مساحت حوضه متعلق به کاربری مرتع با تراکم متوسط که ۱۰/۸۸ کیلومترمربع از مساحت حوضه را شامل می‌شود و در گروه‌های هیدرولوژیکی B، C و D که از لحاظ رواناب دارای پتانسیل متوسط، نسبتاً بالا و

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

بسیار بالا هستند قرار دارد. کاربری زمین های زراعی با تراکم خوب و باغ در رتبه های بعدی قرار می‌گیرند و آنها نیز در گروه هیدرولوژیک C قرار دارند.

وضعیت هیدرولوژیکی اراضی، بیانگر توان ایجاد رواناب در یک منطقه بوده و چنانچه این توان کم باشد، شرایط هیدرولوژیکی خوب می‌باشد. وضعیت هیدرولوژیکی اراضی در سه حالت ضعیف، متوسط و خوب در نظر گرفته می‌شود. از نظر وضعیت هیدرولوژیکی حوضه مورد مطالعه از نظر مراتع، زمین های زراعی و پوشش جنگلی (درختکاری) به دو وضعیت متوسط و خوب تقسیم شده است که ۱۱/۳۲ کیلومترمربع مساحت دارای وضعیت هیدرولوژیکی متوسط و ۲/۱۴ کیلومترمربع در وضعیت هیدرولوژیکی نسبتاً خوب قرار دارد.

از جدول های مربوط به شماره منحنی و با در نظر گرفتن وضعیت رطوبتی خاک در حالت سوم، برای هر محدوده شماره منحنی (CN) استخراج و نقشه CN تهیه شده است. جدول(۸) و شکل (۴).



شکل (۴). نقشه شماره منحنی منطقه مورد مطالعه

جدول (۸). مقادیر شماره منحنی حوضه آبخیز حصارک

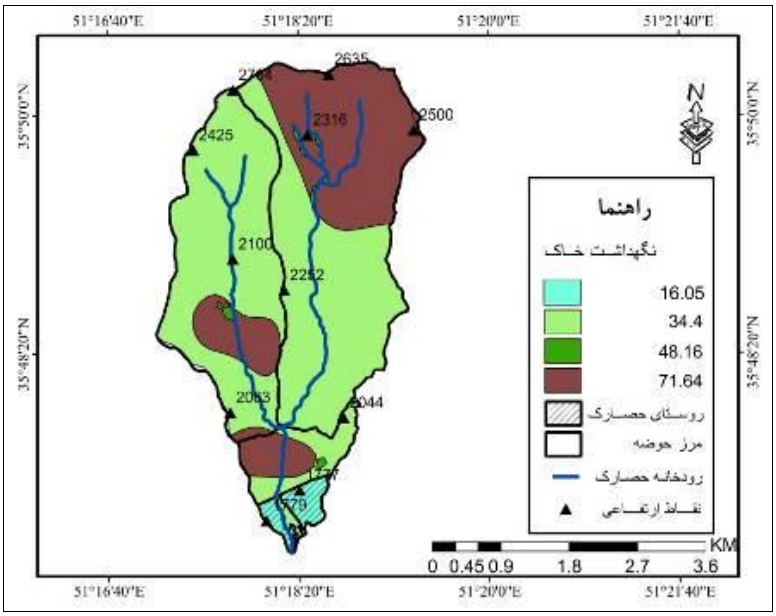
گروه خاک / کاربری	A	B	C	D	میانگین CN	CN اصلاح شده برای گروه رطوبتی III			
درختکاری(پوشش جنگلی)	۳۶	۶۰	۷۳	۷۹	۶۲	۵۶	۷۸	۸۷	۹۱
صخره	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹
زراعت	۶۵	۷۵	۸۲	۸۶	۷۷	۸۲	۸۸	۹۲	۹۴
رخنمون سنگی	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹
مرتع	۴۹	۶۹	۷۹	۸۴	۷۰	۶۹	۸۴	۹۱	۹۳
باغ	۵۹	۷۴	۸۲	۸۶	۷۵	۷۷	۸۸	۹۲	۹۴
مناطق شهری	۷۷	۸۵	۹۰	۹۲	۸۶	۸۹	۹۴	۹۶	۹۷

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

تعیین شماره منحنی و مقادیر S حوضه آبخیز حصارک

در مرحله بعد با ترکیب لایه های کاربری اراضی و گروه های هیدرولوژیکی خاک، نقشه شماره منحنی (CN) بدست آمد. بر اساس نقشه شماره منحنی (CN)، حوضه حصارک دارای شماره منحنی ۷۸ تا ۹۹ است. اراضی شهری دارای بالاترین ارزش شماره منحنی و پوشش جنگلی متوسط دارای کم ترین میزان CN در حوضه حصارک است. بنابراین قسمت های پایین دست دارای CN بالاتری نسبت به بالادست حوضه می‌باشد. همچنین مقادیر CN به صورت میانگین برای هر کدام از زیر حوضه ها مشخص شده و در مساحت تحت پوشش آن ضرب شده است که در نهایت مجموع حاصلضرب ها به مساحت کل تقسیم شده و شماره منحنی متوسط برای هر زیرحوضه محاسبه شده است. زیر حوضه چپ دره CN وزنی ۸۸، زیر حوضه دوچناران CN وزنی ۸۹/۳ و زیر حوضه مربوط با تقاطع دو شاخه CN وزنی ۹۰/۱ را دارا می‌باشند.

بعد از تهیه نقشه CN در این مرحله از پژوهش از طریق رابطه $S = \frac{25400}{CN} - 254$ و مقادیر بدست آمده از CN حوضه، مقدار S یا همان حداکثر توان نگهداری مربوط به ربایش[1] و نفوذ در خاک محاسبه شد. مقدار S حوضه از ۱۶/۰۵ تا ۷۱/۶۴ میلیمتر متغیر است. شکل (۵).



شکل (۵). نقشه نگهداشت سطحی خاک منطقه مورد مطالعه

بعد از تهیه نقشه CN و S حوضه آبخیز، برای تعیین حداکثر بارندگی۲۴ ساعته زیرحوضه‌ها از داده های بارش روزانه ۲۰ ایستگاه بارانسنجی و تبخیرسنجی واقع در مجاور حوضه آبخیز حصارک استفاده شده است. جدول

1 - Interception

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

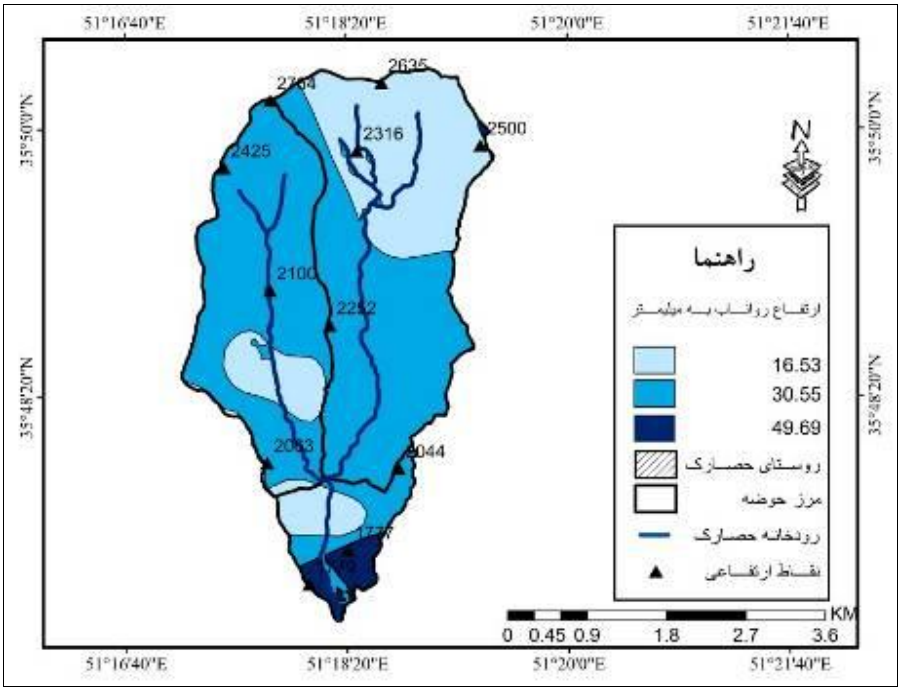
(۹) و حداکثر بارندگی۲۴ ساعته طی دوره آماری (۱۳۹۲- ۱۳۷۹) برای هر ایستگاه مشخص و سپس مقادیر آنها از طریق روش IDW [1] به کل حوضه تعمیم داده شد و متوسط بارش وزنی برای هر زیرحوضه محاسبه گردید (جدول (۱۰) و شکل (۶).

جدول (۹). حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته (میلیمتر) در ایستگاه های منتخب اطراف حوضه (دوره آماری ۱۳۹۲- ۱۳۷۹)

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (M)	بارش ۲۴ ساعته (Mm)
سنگان	۵۱/۲۳	۳۵/۸۶	۲۱۰۰	۳۸/۵۹
درکه	۵۱/۳۸	۳۵/۸	۱۷۰۰	۳۸/۳۷
سد کرج	۵۱/۰۸	۳۵/۹۵	۱۶۱۳	۳۷
کندسفلی	۵۱/۶	۳۵/۸	۱۹۵۰	۳۷/۳۳
شمشک	۵۱/۴۹	۳۶	۲۷۰۰	۵۴/۰۴
آهار	۵۱/۴۶	۳۵/۹۳	۲۱۰۰	۴۹/۰۸
راحت آباد	۵۱/۶	۳۵/۸	۲۳۸۴	۴۹
فشم	۵۱/۵۳	۳۵/۹۳	۱۹۴۰	۴۸/۱۲
شهرستانک	۵۱/۳۳	۳۵/۹۵	۲۱۹۳	۴۵/۹۱
کیگا	۵۱/۳۲	۳۵/۸۶	۲۰۴۲	۴۸/۵
بیلقان	۵۱	۳۵/۸	۱۳۸۲	۲۷/۶۱
رندان	۵۱/۲۸	۳۵/۸۸	۲۰۲۶	۳۷/۳
کشار	۵۱/۲۳	۳۵/۸۱	۱۷۳۳	۳۵/۲۷
امامه	۵۱/۵۸	۳۵/۹۱	۲۲۴۸	۵۵/۱۶
افجه	۵۱/۷	۳۵/۸۵	۱۷۹۰	۵۲/۲۹
آب سطحی	۵۱/۱۸	۳۵/۶۸	۱۲۴۰	۲۸/۷۴
عباسپور	۵۱/۳۸	۳۵/۷	۱۴۸۲	۳۶/۳۱
رودک	۵۱/۵	۳۵/۸	۱۷۱۴	۵۱/۲۹
سعیدآباد	۵۱/۱۸	۳۵/۶۸	۱۱۲۵	۲۴/۴۴
رودبار قصران	۵۱/۵	۳۵/۸	۱۹۰۰	۶۱

1 - Inverse Distance Weighting

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]



شکل(۶). نقشه ارتفاع رواناب (میلیمتر) حوضه آبخیز حصارک براساس روش IDW

جدول (۱۰). مساحت و ضریب رواناب در واحدهای تولیدکننده رواناب

ارتفاع رواناب(mm)	مساحت(Km^2)	ضریب رواناب(درصد)	دبی اوج(M^3/S)	گروه هیدرولوژیک خاک
۱۶/۵۳	۴/۳۴	۲۸/۵	۱/۷	B
۳۰/۵۵	۹/۱	۵۲/۶۷	۶/۶۹	C
۴۹/۶۹	۰/۴۱	۸۵/۶۷	۰/۴۹	D

علاوه بر این مقادیر بارش ۲۴ ساعته در دوره بازگشت های مختلف با استفاده از نرم‌افزار اسمادا[۲۳] محاسبه گردید و توزیع پیرسون تیپ III به عنوان مناسب ترین توزیع با بیشترین برازش تعیین شد. جدول (۱۱).

جدول (۱۱). احتمال وقوع بارندگی برای دوره بازگشت‌های مختلف

ردیف	دوره بازگشت	مقدار پیش‌بینی	احتمال وقوع	انحراف استاندارد
۱	۲	۳۲/۸۶	۰/۵	۳/۸۳
۲	۵	۴۴/۹	۰/۸	۶/۱۹
۳	۱۰	۵۳/۵۹	۰/۹	۹/۳
۴	۲۰	۶۱/۷۵	۰/۹۶	۱۵/۷
۵	۵۰	۷۴/۸۳	۰/۹۸	۹۳/۲۲
۶	۱۰۰	۸۴/۸	۰/۹۹	۳۱/۹۷

23 -Smada

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

مطالعات میدانی و پیمایش صحرایی، آثار و شواهد دبی لبالبی حاشیه کانال و داغآب سیلاب‌های بیشینه ثبت و براساس سطح مقطع آبراهه، دبی حداکثر محاسبه و با رواناب برآوردی مدل‌ها مقایسه شدند. علاوه بر این مقادیر دبی برآورد شده در این مطالعه با مقادیر اندازه‌گیری شده توسط سازمان جنگل ها و مراتع استان تهران انطباق دارد (شرکت جهاد و تحقیقات آب و انرژی، ۱۳۹۴: ۸۳- ۸۰).

پس از به دست آوردن مقادیر بارش ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت های مختلف، جدول (۱۱) و مقادیر نفوذ، با استفاده از رابطه ۱، ارتفاع رواناب و دبی اوج سیلاب برای حوضه مورد مطالعه در دوره بازگشت های مختلف محاسبه شد. جدول (۱۲). همچنین دبی حداکثر با استفاده از رابطه (۴) برای گروه‌های مختلف هیدرولوژیک اراضی جنگلی (در گروه هیدرولوژیک خاک B)، اراضی مرتعی (در گروه هیدرولوژیک خاک C) و اراضی شهری (در گروه هیدرولوژیک خاک D) محاسبه گردید. بیش ترین مقادیر و دبی حداکثر منطبق بر اراضی شهری با گروه هیدرولوژیک خاک D می باشد. جدول (۱۲). جدول (۱۱) نشان دهنده مقادیر دبی حداکثر با دوره بازگشت های مختلف بر حسب متر مکعب بر ثانیه است.

جدول (۱۲). برآورد ارتفاع رواناب و دبی اوج حوضه آبخیز حصارک در دوره بازگشت های مختلف

ارتفاع رواناب mm	مساحت (Km^2)	حداکثر بارش ۲۴ ساعته	ضریب رواناب درصد	دبی اوج M^3/S	دوره بازگشت
۳/۸	۴/۳۴	۳۲/۸۶	۱۱/۵۶	۰/۳۱	۲
۱۱/۱۷	۹/۱		۳۳/۹۹	۲/۴۵	
۲۵/۱۴	۰/۴۱		۷۶/۵	۰/۲۵	
۹/۱۴	۴/۳۴	۴۴/۹	۲۰/۳۵	۰/۹۵	۵
۱۴/۹	۰/۰۸		۳۳/۱۸	۰/۰۲	
۱۹/۹۶	۹/۰۲		۴۴/۴۵	۴/۱۹	
۳۶/۸۳	۰/۴۱		۸۲/۰۲	۰/۳۶	
۱۳/۸۹	۴/۳۴	۵۳/۵۹	۲۵/۹۱	۱/۳۸	۱۰
۲۰/۹۷	۰/۰۸		۳۹/۱۳	۰/۰۳	
۲۶/۸۹	۹/۰۲		۵۰/۱۷	۵/۷۴	
۴۵/۳۵	۰/۴۱		۸۴/۲۶	۰/۴۵	
۱۸/۸۸	۴/۳۵	۶۱/۷۵	۳۰/۵۷	۱/۹۱	۲۰
۳۳/۷۱	۲/۹۶		۵۴/۵۹	۲/۳۹	
۵۳/۳۹	۶/۵۴		۸۶/۴۶	۸/۴۹	
۲۷/۷	۴/۳۴	۷۴/۸۳	۰/۳۷	۲/۸۷	۵۰
۳۷/۴۹	۰/۰۸		۵۰/۱	۰/۰۷	
۴۵/۱۱	۹/۰۲		۶۰/۲۸	۹/۹۴	
۶۶/۳۳	۰/۴۱		۸۸/۶۴	۰/۶۶	
۳۴/۹۴	۴/۳۴	۸۴/۸	۴۱/۲	۳/۶۱	۱۰۰
۴۵/۸۱	۰/۰۸		۵۴/۰۲	۰/۰۸	
۵۴/۰۵	۹/۰۲		۶۳/۷۳	۱۱/۹۳	
۷۶/۲۲	۰/۴۱		۸۹/۸۸	۰/۷۶	

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

نتیجه گیری

رابطه بارندگی - رواناب متأثر از پارامترهای اقلیمی و فیزیکی حوضه آبخیز مانند تغییرات زمانی بارندگی، شیب، ارتفاع، پوشش گیاهی، رطوبت خاک، آبهای زیرزمینی و ... است.

حوضه آبخیز حصارک، حوضه‌ای کوهستانی در شمال غرب استان تهران و در ناحیه زمین شناختی البرز مرکزی، بر نهشته های کواترنری با سنگ بستر سازند کرج واقع شده است. از نظر زمین شناسی جنس سنگ ها اغلب توف سبز با میان لایه های آهک و شیل با میان لایه های ماسه سنگ است که نسبتاً حساس به فرسایش‌اند. خاک کم عمق و شیب زیاد باعث تکوین پوشش گیاهی متراکم، در حوضه مورد مطالعه شده است، و می‌توان قدرت و سرعت جریانات سطحی در بخش های مختلف حوضه آبخیز حصارک را مشاهده کرد. نتایج تحقیق نشان داد که نوع کاربری اراضی و پوشش گیاهی در سطح حوضه آبخیز مهمترین پارامتر تعیین کننده نفوذ بوده و بر روی رواناب و به تبع آن بر روی دبی اوج حوضه تأثیرگذار است. بر اساس مطالعات انجام شده و با توجه به نقشه پتانسیل تولید رواناب حوضه آبخیز حصارک (شکل ۶)، در پوشش جنگلی با مقدار شماره منحنی ۷۴، نگهداشت سطحی ۷۱/۶۴ میلیمتر و بارش ۲۴ ساعته ۳۲/۸۶ میلیمتر (با دوره بازگشت ۲ ساله)، ارتفاع رواناب ۳/۸ میلیمتر بوده و دارای کم ترین پتانسیل تولید رواناب می‌باشد و مناطق شهری پایین دست حوضه مورد مطالعه با شماره منحنی ۹۹ و نگهداشت سطحی ۱۶/۰۵ میلیمتر و بارش ۲۴ ساعته ۳۲/۸۶ میلیمتر (با دوره بازگشت ۲ ساله)، نیز ارتفاع رواناب ۲۵/۱۴ میلیمتر یعنی بیشترین پتانسیل تولید رواناب را دارا می‌باشند. در تحقیقی که توسط صفاری و همکاران در حوضه سد یامچی (اردبیل) انجام شد، نشان داد که بیشترین پتانسیل تولید رواناب در بخش های شمالی و شرقی حوضه است که کاربری بایر و نفوذپذیری پایین می باشد. همچنین برآورد حجم بارش های تبدیلی به رواناب برای چند دوره نشان داد که رواناب تولیدی از کل بارش در دوره بازگشت ۵ ساله از ۲۹ درصد به ۵۵ درصد در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله می رسد (صفاری و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۰۲- ۲۱۷). در نتیجه در حوضه آبخیز حصارک همانند حوضه سد یامچی، نوع پوشش گیاهی و نفوذپذیری در تولید رواناب حوضه تأثیرگذار می باشد. با توجه به اینکه بیش تر سطح منطقه، مراتع کم تراکم می‌باشد و سهم این نوع کاربری به دلیل نفوذ کم، در ایجاد رواناب زیاد است، به همین دلیل باید اقدامات اساسی برای جلوگیری از ایجاد رواناب و سیل در مواقع بارندگی صورت گیرد. از جمله اقدامات اساسی در راستای افزایش نفوذ آب، استقرار سیستم جمع آوری آب باران و عملیات کنتورفارو همراه با افزایش پوشش گیاهی از طریق بذرپاشی و بوته کاری گیاهان مرتعی ضروری است. اجرای این اقدامات اصلاحی می‌تواند شرایط را برای گسترش پوشش گیاهی و کاهش رواناب حوضه آبخیز مساعدتر کند. بنابراین نوع کاربری اراضی مهم ترین پارامتر بر روی رواناب حوضه می‌باشد و در یک دید کلی بخش‌های میانی و پایینی حوضه، به دلیل اینکه پوشش گیاهی مرتع ضعیف و سطوح آسفالته می‌باشد، بیشترین رواناب منطقه را ایجاد می‌کنند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

منابع

حجازی، اسدالله؛ مزبانی، مهدی (۱۳۹۴)، **برآورد مقادیر ارتفاع و دبی حداکثر رواناب با استفاده از روش شماره‌ی منحنی (CN) مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبریز سراب دره شهر**)، نشریه هیدروژئومورفولوژی، **۵**: ۶۳- ۸۱.

حسین زاده، محمد مهدی (۱۳۹۱)، **برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه ای در منطقه کجور نوشهر- البرز شمالی**، فصل نامه علمی پژوهشی پژوهش های فرسایش محیطی، **۷**: ۱۷-۱.

حیدری زاده، مجید (۱۳۸۹)، **توسعه روش SCS با مفهوم روش منطقی در برآورد پیک سیلاب**، اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب، تهران، ۳۸- ۲۴.

ثروتی، محمدرضا؛ بهزاد، اردوان (۱۳۹۰)، **برآورد پتانسیل سیلاب با تأکید بر ویژگی‌های ژئومورفولوژیک در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روش SCS**، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، **۸(۳۰)**: ۳۳-۴۷.

سازمان جنگل ها و مراتع استان تهران (۱۳۹۰)، **نقشه کاربری اراضی**، شمال تهران، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰.

شرکت جهاد تحقیقات آب و انرژی (۱۳۹۴)، **طرح جامع احیاء منابع طبیعی اراضی مشرف به منطقه ۵ شهرداری تهران**، گزارش هیدرولوژی.

صفاری، امیر؛ قنواتی، عزت الله؛ بهشتی جاوید، ابراهیم و حسینی، هاشم (۱۳۹۱)، **برآورد پهنه بندی رواناب ناشی از بارش ۲۴ ساعته با استفاده از روش SCS- CN حوضه سد یامچی اردبیل**، فصلنامه بین المللی انجمن جغرافیایی ایران، **۱۱(۲۸)**: ۲۱۷- ۲۰۱ .

قهرودی تالی، منیژه (۱۳۸۵)، **ارزیابی مدل SCS-CN در تخمین رواناب (مطالعه موردی: حوضه سد امیر کبیر کرج)**، مجله علمی- پژوهشی جغرافیا و توسعه، پژوهشکده علوم زمین، **۷** :۱۹۸- ۱۸۵.

گودرزی، محمدرضا؛ ذهبیون، باقر؛ مساح برانی، علیرضا و کمال، علیرضا (۱۳۹۱)، **مقایسه عملکرد سه مدل SWAT, IHACRES, SIMHYD در شبیه سازی رواناب حوضه قره سو**، مجله مدیریت آب و آبیاری، **۲(۱)**: ۴۰- ۲۵.

مریانجی، زهره؛ معروفی، صفر (۱۳۸۴)، **بررسی رواناب ناشی از بارش حداکثر ۲۴ ساعته در حوضه آبریز قره چای با استفاده از روش SCS و کاربرد GIS**، مجله پژوهش کشاورزی، **۵**: ۸۳- ۷۱.

مصطفی زاده، رئوف؛ میرزایی، شهناز و ندیری، پریا (۱۳۹۶)، **تعیین شماره منحنی از رویدادهای بارش و رواناب و تغییرات آن با مؤلفه‌های بارش در یک حوضه آبخیز جنگلی**، نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، **۴**: ۱۵- ۲۸.

ملکیان، آرش؛ محمد، محسنی ساروی و محمد، مهدوی (۱۳۸۴)، **برآورد دبی حداکثر سیل با استفاده از روش های مختلف شماره منحنی (مطالعه موردی البرز مرکزی)**، مجله منابع طبیعی، **۵۸**: ۳۲۴- ۳۱۵.

مهدوی، محمد (۱۳۹۰)، **هیدرولوژی کاربردی**، جلد ۲، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۴ صفحه.

نصرتی، کاظم (۱۳۹۳)، **جزوه درسی خاک و منابع ارضی**.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]

نصرتی، کاظم؛ احمدی، محمود؛ ثروتی، محمدرضا و مزبانی، مهدی (۱۳۹۲)، **تعیین عوامل مؤثر بر سیل خیزی حوضه آبخیز دره شهر براساس مناطق همگن هیدرولوژیک**، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال ۳(۸): ۱۳۶- ۱۱۹.

Bhura CS et al .2015. **Estimation of surface runoff for Ahmedabad urban area using SCS–CN method and GIS, IJSTE.** Int J Sci Technol Eng. **1(11):**2349–2784.

Foody G.M. Ghoneim E.M. and Arnell W.N. 2004. **Predicting Location Sensitive to Flash Flooding in Arid Environment.** Journal of Hydrology. **292**: 48-58

Inci Tekeli, Y., Akguül, S., Dengiz, O. and Aküzüm, T. 2006, **Estimation of flood discharge for small watershed using SCS curves number and geographic Information System.** River basin flood management journal, pp: 527-538.

Jun, Shopo, Yuan. Y., Jing, Zh, 2001. **The effect of landuse/ cover change on surface Runoff in Shenzheh Region,** china, Institute of Resouecess ScienceBeigining normal university, 100875, Beijing.

Kadam A et al .2012. **Identifying potential rainwater harvesting sites of a semi-arid, Basaltic Region of Western India, using SCS–CN method.** Water Resour Manag 26:2537–2554.

Kowalik, T and A. Walega. 2015. **Estimation of CN parameter for small agricultural watersheds using asymptotic functions**. Water. **7**:939-955.

Oak 22- Lewis, D., M. J. Singer and K. W. Kate. 2000. **Applicability of SCS curve number method for a California Woodlands Watershed,** Journal of Soil and Water Conservation, Second Quarter, 48-55.

Mishra SK, Jain MK Singh VP .2004. **Evaluation of the SCS–CN-based model incorporating, antecedent moisture.** Water Resour Manag. **18**:567–589.

R.K.Sahu ,S.K.Mishra ,T.I.Eldho. 2010, **Comparative evaluation of SCS-CN**-inspired.

Satheeshkumar, S. Venkateswaran, S. Kannan, R. 2017, **Rainfall–runoff estimation using SCS–CN and GIS approach in the Pappiredipatti watershed of the Vaniyar sub basin, South India,** Modeling Earth Systems and Environment, **3(24):** 1- 8.

Saravanan S, Manjula R .2015. **Geomorphology based semi-distributed approach for modeling rainfall-runoff modeling using GIS**. Aquat Proc. **4:**908–916.

Soulis, K. X and J. D. Valiantzas. 2012. **SCS-CN parameter determination using rainfall-runoff data in heterogeneous watershed-the two-CN system approach**. Hydrol. Earth. Syst. Sci. **16**: 1001-1015.

Vinithra R, Yeshodha L .2016. **Rainfall–runoff modelling using SCS–CN method: a case study of Krishnagiri District, Tamilnadu.** Int J Sci Res. **5(3):**2319–7064

Xiao, B., Q. H. Wang., J. Fan., F. P. Han and Q. H. Dai. 2011. Application of the SCS-CN model to runoff estimation in a small watershed with high spatial heterogeneity. Pedosphere. 21(6): pp 738-749.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.51.9.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.51.133]