دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

تخمین گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در حوزه‌های فاقد داده‌ی اندازه‌گیری شده

محمد ذونعمت کرمانی[۱] و معین گنجعلیخانی[۲]

۱- دانشیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، (نویسنده مسوول: ganjalikhani@agr.uk.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۲

چکیده

در بسیاری از پروژه‌های کنترل سیل، آبخیزداری و توسعه منابع آب محاسبات مربوط به دبی رودخانه بسیار حائز اهمیت است که این امر نیازمند مدل‌سازی جامع هیدرولوژیکی در منطقه است. ضرورت آگاهی از وضعیت منابع آب و نزولات جوی در حوزه‌های آبریز مختلف برای اجرای طرح‌های آبی از یک سو و عدم وجود شبکه قابل قبولی از ایستگاه‌های اندازه‌گیری پارامترهای هواشناسی و هیدرومتری از سوی دیگر، اهمیت استفاده از روش‌های غیرمستقیم برای استفاده از حجم رواناب در حوزه‌های آبریز را بیش از پیش آشکار می‌سازد. افزون بر این، طراحی سازه‌های آبی مورد نیاز رودخانه‌ها از جمله پل و آب‌بند، نیازمند پیش‌بینی سیلاب‌های عظیم منطقه است. در همین راستا و در پژوهش حاضر تعیین گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوزه آب‌بخشا واقع در بردسیر کرمان که یکی از اساسی‌ترین شاخص‌ها برای تخمین حجم و پیک سیلاب منطقه است، مورد بررسی قرار گرفت. در حوزه مذکور، به استثنا یک زیرحوزه، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در دسترس نبوده که در ابتدا این مقادیر با استفاده از نقشه شیب منطقه تخمین اولیه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک انجام شد که بررسی‌های آتی تطابق ۸۷ درصدی مقادیر تخمین زده شده با مقادیر اندازه‌گیری شده در زیرحوزه با داده‌های موجود را بیان می‌دارد. در ادامه، هشت سیلاب تک رخداد با توجه به داده‌های تخمین زده شده و مشاهداتی بارش- رواناب با استفاده از نرم افزار HEC-HMS مدل‌سازی شد و واسنجی مدل با به کارگیری روش چهار تابع هدف برای پارامترهای شماره منحنی و ضریب K مربوط به روندیابی به روش ماسکینگام انجام پذیرفت. در انتها به منظور ارزیابی مدل واسنجی شده، شبیه‌سازی چهار سیلاب تک رخداد با توجه به آزمون‌های نکویی برازش NOF و EF مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصله، روش RMSE به عنوان بهترین تابع هدف انتخاب شد و بهینه‌سازی‌های مورد نظر بر اساس آن انجام گرفت. در مجموع، با توجه به در دسترس نبودن شماره منحنی خاک و نتایج خوب مدل مورد استفاده، می‌توان این روش را شیوه مناسبی برای محاسبه حجم سیلاب‌ها در مراحل اولیه طرح‌های مطالعاتی دانست.

واژه‌های کلیدی: گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، حوزه آب‌بخشا، HEC-HMS، شماره منحنی خاک، CN

مقدمه

در بسیاری از پروژه‌های کنترل سیل، آبخیزداری و توسعه منابع آب محاسبات مربوط به دبی رودخانه بسیار حائز اهمیت است که این امر نیازمند مدل‌سازی جامع هیدرولوژیکی منطقه است.

جهت انجام این مدل‌سازی‌ها، در دسترس بودن داده‌های مکانی و زمانی قابل قبولی از قبیل توپوگرافی، پوشش گیاهی و جنس خاک، بارندگی سطح حوزه و هم چنین داده‌های هیدرومتری منطقه ضروری می‌باشد. ضرورت آگاهی از وضعیت منابع آب و نزولات جوی در حوزه های آبریز مختلف برای اجرای طرح‌های آبی از یک سو و عدم وجود شبکه قابل قبولی از ایستگاه‌های اندازه‌گیری پارامترهای هواشناسی و آب‌شناسی از سوی دیگر اهمیت استفاده از روش‌های غیرمستقیم برای محاسبه حجم رواناب در حوزه‌های آبریز را بیش از پیش آشکار می‌سازد. از سوی دیگر، طراحی سازه‌های آبی مورد نیاز رودخانه‌ها از جمله پل و آب‌بند، نیازمند پیش‌بینی سیلاب‌های عظیم منطقه است؛ لذا افزایش دقت در محاسبه این سیلاب‌ها باعث کاهش هزینه‌های ساخت یک سازه و هم چنین کاهش خسارت وارده به آن سازه در صورت بروز سیلاب می‌شود.

در این راستا تحقیقاتی توسط محققین داخل و خارج کشور صورت پذیرفته است. مک‌کول و اگت (۱۳) به پیش‌بینی تغییر الگوی کاربری اراضی در حوزه Kitatis در ایالت واشینگتن طی سال‌هال ۲۰۱۵، ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ پرداختند.

نتایج حاکی از قابلیت مدل HEC-HMS در پیش‌بینی الگوهای مختلف به ویژه در طراحی شهری و کاهش خسارات سیل که در حوزه‌های شهری از اهمیت به سزایی برخوردار است، را دارا است. داسیلوا و همکاران (۷) با بکارگیری مدل HEC-HMS اقدام به شبیه‌سازی هیدرولوژیکی حوزه‌ی رودخانه‌ی کلانی در سریلانکا کردند و که نتایج حاصله از شبیه‌سازی حاکی از دقت بالای مدل مذکور داشت. در تحقیقی دیگر، ژان و همکاران (۲۱) با ارائه افزونه ArcCN-Runoff در محیط ArcGIS اقدام به تخمین شماره منحنی خاک نمودند. این افزونه توانایی کاهش قابل ملاحظه زمان را در محاسبات مربوط به شماره منحنی خاک را دارا می‌باشد. هم چنین سانترا و همکاران (۱۹) با به کارگیری افزونه ArcSWAT در محیط ArcGIS توانستند با دقت بالایی فرآیند بارش رواناب را در منطقه چیلیکا واقع در شرق هند شبیه‌سازی کنند. بررسی‌های صورت گرفته نشان‌دهنده‌ی تبدیل ۶۰ درصدی بارش به رواناب در این منطقه بود.

در پژوهشی دیگر سبزواری و همکاران (۱۸) با به کارگیری سامانه ArcGIS و مدل HEC-HMS اقدام به شبیه‌سازی فرآیند بارش-رواناب در حوزه آبریز کسیلیان که فاقد آمار ثبت شده بود، نمودند. نتایج مدل حاکی از دقت

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]

مناسب این تخمین بود. میزان خطای تخمین پیک سیلاب در تک‌رخدادهای مورد بررسی، به طور متوسط بین ده تا ۱۵ درصد بود که مقادیر قابل قبولی می‌باشند. جهانگیر و همکاران (۹) با بهره‌گیری از شبکه عصبی مصنوعی فرآیند بارش-رواناب را برای حوزه معرف کاره شبیه‌سازی نومده و نتایج را با مدل HEC-HMS مقایسه کردند. نتایج نشان‌دهنده‌ی این موضوع بودند که گرچه در سطح ۹۹ درصد، تفاوت معنی‌داری میان دو روش وجور نداشت اما مقایسه عملکرد شبکه و مدل به کار رفته نشان داد که در تمام پارامترها دقت روش شبکه عصبی مصنوعی از مدل HEC-HMS بیش‌تر بود. شاهوردی و سامانی (۱۸) اقدام به واسنجی خودکار پارامترهای حوزه آبریز مهران در استان هرمزگان با استفاده از الگوریتم ژنتیک نمودند. نتایج نشان داد که تلفیق الگوریتم ژنتیک و روش اشنایدر برای پیش‌بینی مشخصات حوزه‌ها روش مناسبی بوده و با استفاده از این روش، هیدروگراف مشاهده‌ای و تابع هدف می‌توان مشخصات حوزه را به دست آورد. تحقیقات دیگری نیز توسط محمودیان و همکاران (۱۲)، خلیقی (۱۰) و بشارتی (۲) صورت گرفته که همگی دلالت بر توانایی بالا مدل HEC-HMS در شبیه‌سازی تک رخدادهای بارش رواناب دارند.

یکی از مشکلاتی که محققین در تحقیقات مرتبط با محاسبه و پیش‌بینی سیلاب با آن روبرو هستند، عدم وجود مجموعه داده‌های کافی هیدرولوژیکی می‌باشد. از مهم‌ترین پارامترهای مورد نیاز در برآورد سیلاب یک منطقه، مقدار شماره منحنی مربوط به خاک آن می‌باشد. تعیین شماره منحنی معمولاً از طریق علاوه بر صرف هزینه و وقت زیاد، نیازمند کالیبره کردن مجدد می‌باشد (۱۶،۵). یکی از روش‌های تخمین این داده‌ها استفاده از سایر ویژگی‌ها و خصوصیات منطقه می‌باشد. دلیری و همکاران (۶) با استفاده از ویژگی‌های ژئومورفولوژیک منطقه و شیب آن توانستند گروه‌های هیدرولوژیکی خاک را با دقت مناسبی تخمین زده و در نهایت شماره منحنی خاک منطقه را با تلفیق گروه هیدرولوژیک خاک با نقشه کاربری اراضی به دست آوردند.

در پژوهش حاضر تعیین گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوزه آب‌بخشا واقع در بردسیر کرمان که یکی از اساسی‌ترین شاخص‌ها برای تخمین حجم و پیک سیلاب منطقه است، مورد بررسی قرار گرفته است. در حوزه مذکور، به استثنا یک زیر حوزه، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در دسترس نبوده که در ابتدا این مقادیر با استفاده از روش پیشنهادی دلیری و همکاران (۵) که بر اساس شیب منطقه و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی آن می‌باشد، تخمین اولیه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک انجام شد که تطبیق خوبی با دقت متوسط ۸۷ درصدی با مقادیر اندازه‌گیری شده در زیرحوزه با داده‌های معلوم داشت. سپس با استفاده از مقادیر تخمین زده شده‌ی گروه‌های هیدرولوژیک خاک و نقشه کاربری اراضی شماره منحنی زیرحوزه‌ها محاسبه و در نهایت این مقادیر با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS واسنجی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه و داده‌های مربوطه

حوزه آبریز آب‌بخشا با مساحتی بالغ بر ۱۰۲۱ کیلومتر مربع در شهرستان بردسیر از استان کرمان واقع شده است. این منطقه دارای اقلیمی نیمه‌خشک می‌باشد که متوسط بارش سالانه آن ۲۱۲ میلی‌متر می‌باشد. در شکل یک موقعیت جغرافیایی این منطقه قابل مشاهده می‌باشد.

داده‌های ذیل که مربوط به حوزه آبریز آب‌بخشا طی سال‌های آب ۸۵-۸۴ تا ۹۲-۹۱ می‌باشد.

۱- دبی خروجی مشاهداتی روزانه که در خروجی حوزه ثبت شده است.

۲- تبخیر و تعرق روزانه ثبت شده در هفت ایستگاه که به مقدار متوسط ماهانه تبدیل شدند.

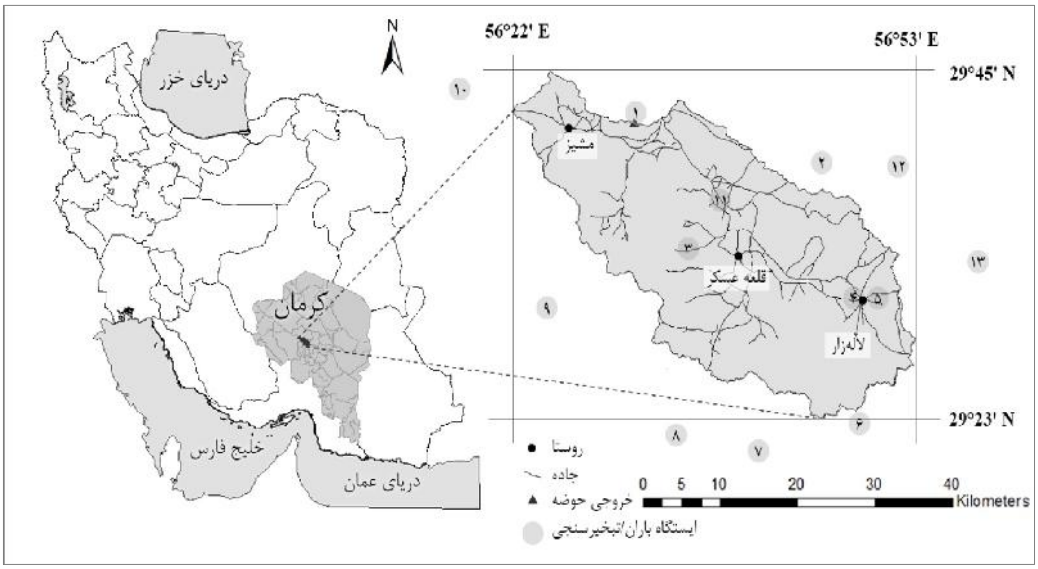
۳- بارش روزانه ثبت شده در نه ایستگاه داخل و خارج حوزه ایستگاه‌های مذکور در شکل یک نشان داده شده است. هم‌چنین جدول یک مقدار متوسط بارش و تبخیر سالانه را نشان می‌دهد. این داده‌ها پس از تصحیحات لازم مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱- ایستگاه‌های باران سنجی و تبخیرسنجی حوزه آبریز آب‌بخشا

Table 1. Rain gauge and evaporative gauge stations in Abbakhsha watershed

شماره	نوع	ایستگاه	متوسط سالانه (mm)
۱	باران‌سنجی	گدار زارچوئیه	۱۱۹/۴
۱	تبخیرسنجی	گدار زارچوئیه	۸۳/۲
۲	باران‌سنجی	سنگ صیاد	۱۸۲/۲
۳	باران‌سنجی	بیدخون	۲۸۶/۹
۴	باران‌سنجی	لاله زار	۱۸۳/۱
۴	تبخیرسنجی	لاله زار	۷۷/۵
۵	باران‌سنجی	جعفر آباد	۱۴۹/۳
۶	باران‌سنجی	رابر	۲۲۸/۰
۶	تبخیرسنجی	رابر	۸۵/۸
۷	باران‌سنجی	تلخه چار	۲۷۷/۳
۸	باران‌سنجی	کیسکان	۲۰۲/۷
۹	باران‌سنجی	چهارطاق	۲۷۱/۲
۱۰	تبخیرسنجی	آب تنگوئیه	۱۱۱/۲
۱۱	تبخیرسنجی	علی آباد	۷۷/۷
۱۲	تبخیرسنجی	چاری	۹۷/۸
۱۳	تبخیرسنجی	هفت کوسک	۷۳/۹

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]



شکل ۱- نقشه موقعیت حوزه و ایستگاه‌های باران‌سنجی و تبخیر سنجی
Figure 1. Location maps of watershed and rain gauge and evaporation gauge stations

در ادامه داده‌های مورد نیاز ابتدا وارد محیط ArcGIS شده سپس با هم تلفیق و بر مبنای سیستم مختصات WGS1984 مرجع‌دهی شدند. سپس شبکه جریان با استفاده از نقشه DEM حوزه بهینه‌سازی شد. این کار توسط الحاقیه HEC-GeoHMS طی فرآیندی که به نام Terrain Preprocessing شناخته می‌شوند صورت گرفت. اهمیت استفاده از نقشه DEM با تفکیک‌پذیری بالا از آنجاست که در صورت عدم قابلیت تفکیک‌پذیری بالا، مسیر جریان ساخته شده با مسیر اصلی اختلاف زیادی داشته و بالطبع حوزه به طور صحیح ترسیم نمی‌شود.

تهیه نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک

به دلیل عدم دسترسی به گروه های هیدرولوژیکی خاک حوزه‌های مذکور به استثناء یک زیرحوزه از هر کدام، این اطلاعات به وسیله روش ابداعی توسط دلیری و همکاران (۵) تخمین زده شدند که محاسبات بر اساس شیب منطقه و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی منطقه می‌باشد. دسته‌بندی گروه‌های هیدرولوژیکی خاک بر اساس روش ذکر شده در جدول دو آورده شده است (۵). لازم به ذکر است که شیب ذکر شده در جدول بر اساس نوع خاک منطقه متفاوت است.

پس از تهیه نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و با در اختیار داشتن نقشه کاربری، شماره منحنی نفوذ مربوط به هرکدام از زیرحوزه‌ها در محیط نرم‌افزاری ArcGIS تهیه و آماده‌سازی‌های لازم جهت ورود به محیط HEC-HMS با استفاده از افزونه HEC-GeoHMS صورت گرفت. گام‌های طراحی مدل در شکل دو مشاهده می‌شود. هم چنین عکس هوایی منطقه، نقشه‌ی کاربری اراضی و سایه روشن منطقه به ترتیب در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ قابل مشاهده است.

جدول ۲- تعیین گروه هیدرولوژیکی خاک با توجه نوع رخسار و شیب
Table 2. Soil hydrologic group determination based on geomorphologic facieses and slope

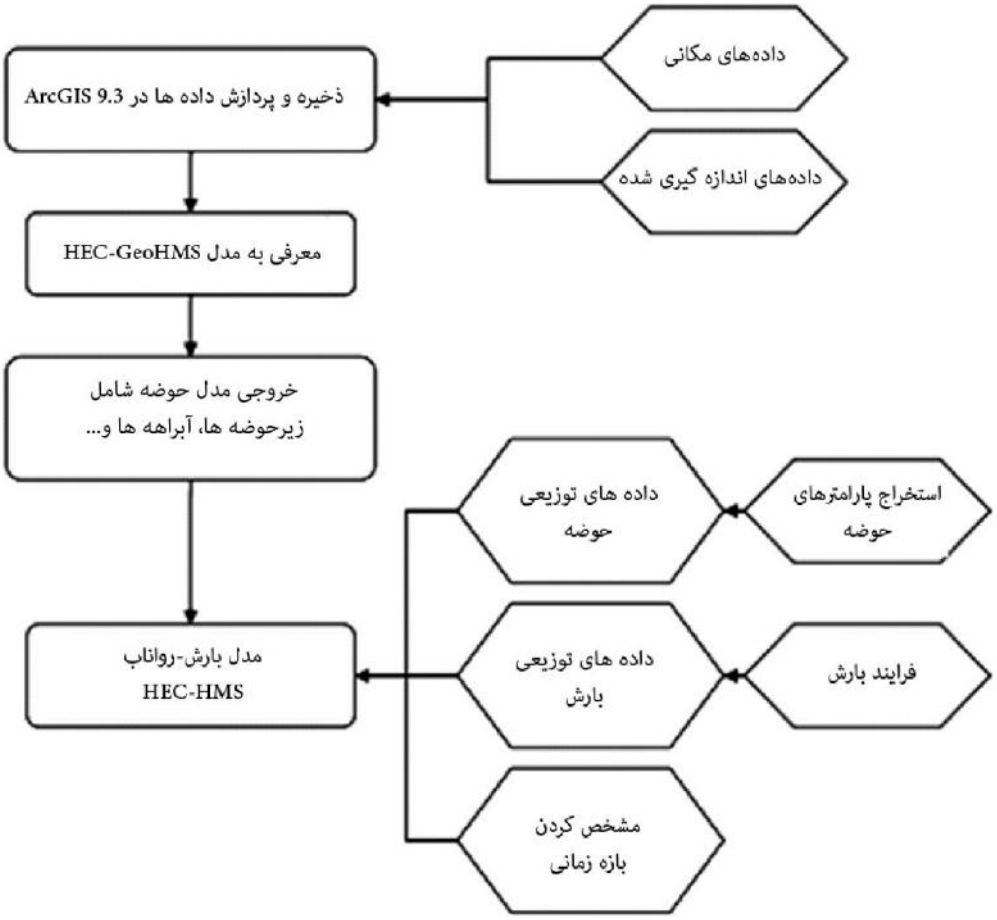
نوع رخسار	گروه‌های هیدرولوژیکی خاک			
	A	B	C	D
دامنه منظم با شیب کمتر از S٪	*			
دامنه منظم با شیب بیشتر از S٪		*		
فرسایش آبراهه‌ای، سطحی، شیاری، بدلند و لغزش			*	
فرسایش انحلالی در اقلیم‌های مرطوب و سرد		*		
توده‌سنگی بدون درز و شکاف				*
توده‌سنگی درز و شکاف‌دار و بیرون‌زدگی سنگی			*	

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]

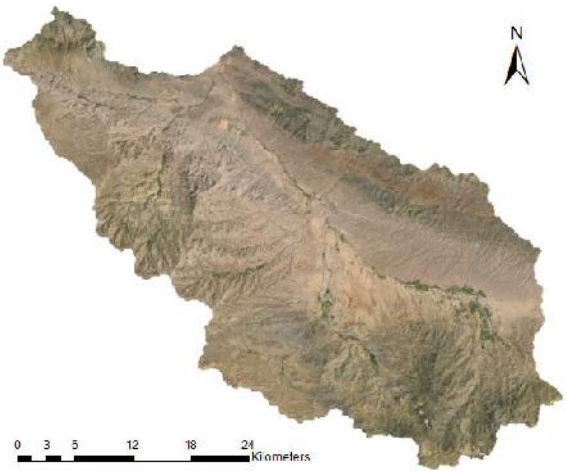
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]



شکل ۲- گام‌های طراحی مدل
Figure 2. The design steps of the model

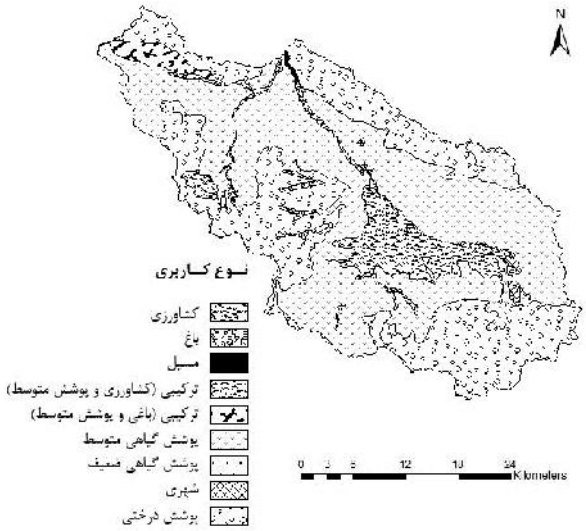


شکل ۳- عکس هوایی منطقه مورد مطالعه
Figure 3. Aerial photo of the study area

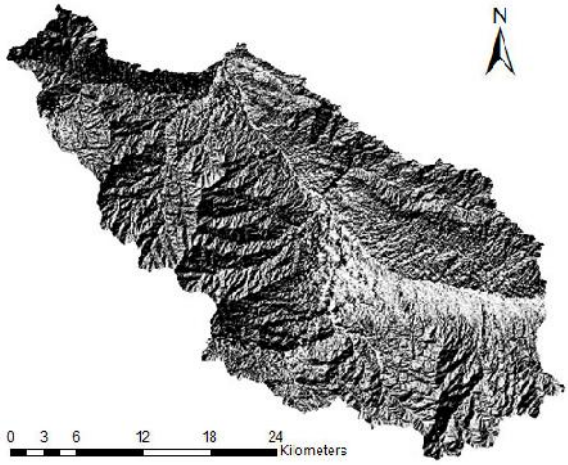
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه
Figure 4. Landuse map of the study area



شکل ۵- نقشه سایه روشن منطقه مورد مطالعه
Figure 5. Hillshade map of the study area

مدل‌سازی هیدرولوژیکی

مدل HEC-HMS نسخه ۳/۵ توسط مهندسان ارتش آمریکا توسعه داده شده است. این مدل برای شبیه‌سازی بارش رواناب حوزه‌هایی با شبکه آبراهه درختی طراحی شده است (۱۴). مدل ذکر شده نیازمند پارامترهای مختلفی برای روش‌های مختلفی که جهت مدل‌سازی حوزه به کار می‌رود، دارد. انتخاب این روش‌ها معمولاً بر اساس دقت مدنظر و محدودیت داده‌های موجود صورت می‌پذیرد. جدول سه نشان‌دهنده‌ی روش‌های مربوط به قسمت‌های مختلف مدل‌سازی حوزه می‌باشد. شکل شش نیز مدل ساخته شده از دو حوزه را در محیط HEC-HMS نشان می‌دهد.

مدل‌سازی نفوذ

روش شماره منحنی SCS[1] اساساً یک روش تجربی است که بر اساس شماره منحنی خاک (CN) می‌باشد. پارامتر CN[2] بر اساس کاربری پوشش اراضی، گروه‌های خاک، و شرایط هیدرولوژیکی خاک محاسبه می‌شود. روش SCS-CN به طور عمده برای تخمین رواناب حاصل از بارش در مدل‌سازی هیدرولوژیکی حوزه‌ها کاربرد دارد (۳). دلیل استفاده از این مدل در این تحقیق عمدتاً این بوده که این روش در نرم‌افزارهای مدیریت منابع آب تحت ویندوز از قبیل ArcGIS پردازش آسان‌تری دارند. در این تحقیق از روش ذکر شده، برای مدل‌سازی تک رخدادهای هیدرولوژیکی استفاده شد. تمرکز مدل‌سازی تک رخداد بر روی درک چگونگی پاسخ سیستم به یک تک بارش و مشخص کردن پارامترهای هیدرولوژیکی وابسته به آن است (۴). مدل SCS-CN را می‌توان با استفاده از روابط زیر تشریح کرد (۲۰):

1- Soil Conversation Services
2- Curve Number

$$R = \frac{P_e^2}{P_e + S}$$ رابطه (۱)

که در آن R: رواناب تجمعی، P: بارش تجمعی، P_e: بارش تجمعی مؤثر (P_e >0 در غیر این صورت R=0)، S: حداکثر نگهداشت خاک، I_a: ذخیره اولیه خاک، α: ضریب ذخیره اولیه خاک و CN: شماره منحنی خاک می‌باشد. مقدار پیش‌فرض α=0.2 می‌باشد. که معادله یک به صورت زیر در می‌آید:

$$P_e = P - I_a$$ رابطه (۲)

$$I_a = \sim S$$ رابطه (۳)

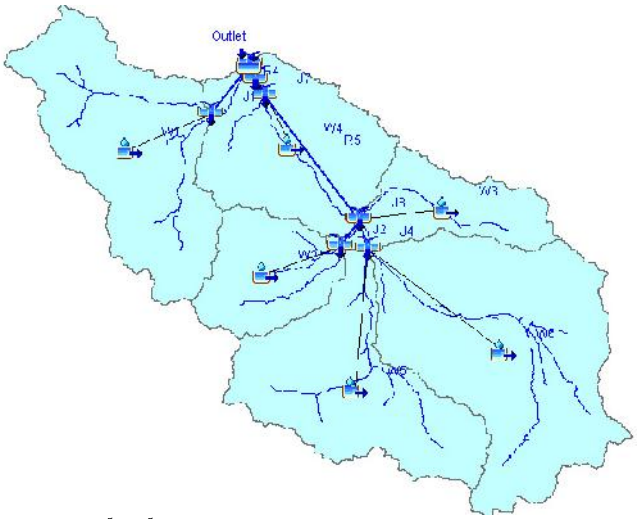
$$S = \frac{2.540}{CN} - 25.4$$ رابطه (۴)

$$R = \frac{(P - 508/CN + 5.08)^2}{P + 2023/CN - 20.32}$$ رابطه (۵)

جدول ۳- روش‌های مربوط به قسمت‌های مختلف مدل‌سازی حوزه

Table 3. Related methods of different parts of the watershed modelling

پارامتر مد نظر	روش مورد استفاده
بارش	پلی‌گون تیسن
نفوذ	شماره منحنی SCS
تبدیل بارش به رواناب	هیدروگراف واحد SCS
روندیابی	ماسکینگام
جریان پایه	دبی ثابت ماهانه



شکل ۶- مدل ساخته شده در محیط HEC-HMS حوزه آبریز آب‌بخشا

Figure 6. The designed model of the Abbakhsha in HEC-HMS

مدل‌سازی بارش-رواناب

برای تبدیل بارش به رواناب از روش هیدروگراف واحد[1] SCS و یا SCS-UH استفاده شد. در روش SCS-UH پارامتر دبی پیک یک پارامتر بدون است. این روش به صورت زیر بیان می‌شود (۲۰).

$$U_P = 2.08\frac{A}{T_P}$$ رابطه (۶)

که پارامتر U_p: دبی پیک، A: مساحت حوزه و T_p: زمان رسیدن به اوج می‌باشد. در این معادله زمان رسیدن به اوج به صورت زیر بیان می‌شود:

$$T_P = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag}$$ رابطه (۷)

که در آن Δt: زمان بارش تجمعی و t_{lag}: زمان تأخیر حوزه می‌باشد. در صورت معلوم بودن زمان تأخیر، بر اساس معادله هفت، T_p: را محاسبه می‌گردد و با استفاده از معادله شش U_p را به دست می‌آید. پس از محاسبه‌ی T_p و U_p، معادله شکل بدون بعد به خود می‌گیرد. برای حوزه‌هایی که در آن‌ها زمان تأخیر اندازه گیری نشده است می‌توان آن را با استفاده از زمان تمرکز T_c تخمین زد.

$$t_{lag} = 0.6t_c$$ رابطه (۸)

در نهایت هیدروگراف واحد از جدول بدون بعد که در آن مقادیر نسبت زمان (t/t_p) در مقابل نسبت دبی هیدروگراف (U/U_p) داده شده است، به دست می‌آید (۱).

مدل‌سازی روندیابی

برای روند یابی سیلاب در رودخانه‌ها از روش ماسکینگام استفاده شد. مدل روندیابی ماسکینگام از تقریب تفاضل محدود معادله‌ی پیوستگی استفاده می‌کند (۲۰).

$$\left(\frac{I_{t-1} + I_t}{2}\right) - \left(\frac{O_{t-1} + O_t}{2}\right) = \left(\frac{S_t + S_{t-1}}{\Delta t}\right)$$ رابطه (۹)

در این مدل، ذخیره به دو صورت ذخیره‌ی منشوری و ذخیره‌ی تیغه‌ای می‌باشد. ذخیره‌ی منشوری حجمی از آب

1- Unit Hydrograph

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]

است که به وسیله‌ی تراز سطح آب پروفیل جریان ماندگار آب مشخص می‌شود، در حالی که ذخیره‌ی تیغه‌ای حجم اضافه‌ای از آب است که زیر پروفیل موج سیلاب قرار می‌گیرد. در زمان افزایش تراز سطح سیلاب، ذخیره‌ی تیغه‌ای مثبت است و به ذخیره‌ی منشوری اضافه می‌شود و در زمان فروکش سیلاب ذخیره‌ی تیغه‌ای منفی است که از ذخیره‌ی منشوری کسر می‌شود.

مقدار حجم ذخیره‌ی منشوری برابر است با میزان دبی خروجی، O، ضرب در مدت زمان گذر آب از رودخانه، K. در مقابل، مقدار حجم ذخیره‌ی تیغه‌ای برابر با حاصل ضرب اختلاف دبی ورودی و خروجی در ضرب در مدت زمان گذر آب از رودخانه می‌باشد. بنابراین مدل ماسکینگام میزان ذخیره را به صورت زیر بیان می‌کند.

$$S_t = KO_t + KX\left(I_t - O_t\right) = K\left[XI_t + (1-X)O_t\right]$$ رابطه (۱۰)

که در معادله‌ی بالا، K: ضریب متناسب با مدت زمان گذر آب از رودخانه و X: یک ضریب بدون بعد می‌باشد ($0 \le X \le 0.5$).

کمیت $XI_t + (1-X)\,Ot$ همان میزان دبی می‌باشد. اگر ذخیره‌ی کانال از پایین دست کنترل شود، مانند مخازن سدها، مقدار X برابر صفر خواهد بود که در این صورت معادله ده به صورت S=KO در خواهد آمد که یک مدل خطی مخزن می‌باشد. اگر X=0.5 باشد، وزن داده شده به دبی ورودی و خروجی یکسان خواهد بود و نتیجه‌ی آن یک موج پخش شونده‌ی یکسان خواهد بود که در طول رودخانه حرکت می‌کند.

با ترکیب معادلات نه و ده به معادله‌ی ۱۱ خواهیم رسید که با معلوم بودن مقادیر K و X می‌توان مقدار O_t را محاسبه کرد (۱۵).

رابطه (۱۱)

$$O_t = \left(\frac{\Delta t - 2KX}{2K(1-X) + \Delta t}\right) I_t + \left(\frac{\Delta t - 2KX}{2K(1-X) + \Delta t}\right) I_{t-1} + \left(\frac{2K(1-X) - \Delta t}{2K(1-X) + \Delta t}\right) O_{t-1}$$

به دلیل این که در این بازه آبی به رودخانه اضافه و یا از آن کاسته نمی‌شود و عرض رودخانه کم و رودخانه دارای شیب متوسط است برای تمامی شبیه سازی‌ها ضریب X برابر ۰/۳ در نظر گرفته شد (۱۶). برای پارامتر K در ابتدا مقدار متوسط ۰/۳ در نظر گرفته شد که در انتها واسنجی شد و مقدار بهینه آن به دست آمد.

واسنجی مدل

بهینه‌سازی پارامترهای حوزه از طریق چهار تابع هدف میانگین ریشه مربعات خطا، مجموع قدر مطلق باقیمانده‌ها، خطا در درصد حجم و لگاریتم میانگین ریشه مربعات خطا است صورت گرفت. بعد از مشخص نمودن مقادیر اولیه برای پارامتر مورد نظر، هیدروگراف بهینه‌سازی شده و مقدار تابع هدف را محاسبه می‌شود. در صورت برآورده نشدن تابع هدف مقادیر دیگری برای پارامترهای مورد نظر در سعی و خطای بعدی در نظر گرفته می‌شود و تا زمان برآورده شدن تابع هدف این عمل تکرار می‌شود (۱۱).

تابع هدف Peak-Weighted Root Mean Square (RMS) Error

این روش، روش میانگین ریشه مربعات خطا است. این تابع مقدار وزنی بیش‌تری را برای خطاهای بزرگ‌تر و مقادیر وزنی کمتری را برای خطاهای کوچک‌تر در نظر می‌گیرد و در مجموع وزن کلی بیش‌تری را برای خطاهای نزدیک به دبی اوج در نظر می‌گیرد. در این تابع یک ضریب وزنی بر اساس میانگین دبی برای اصلاح ریشه‌ی میانگین مربعات محاسبه می‌شود. این ضریب زمانی که مقدار دبی از دبی میانگین بیشتر باشد بزرگ‌تر از یک و در صورتی که کوچک‌تر از دبی میانگین باشد بین ۰.۵ تا یک در نظر گرفته می‌شود (۸). تابع هدف مزبور به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$Z = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(Q_0(t) - Q_s(t))^2 \frac{Q_0(t) + Q_A}{2Q_A}}{n}}$$ رابطه (۱۲)

در رابطه بالا Z: مقدار تابع هدف، $Q_0(t)$: دبی مشاهداتی در هر زمان t، $Q_s(t)$: دبی محاسباتی در هر زمان t، Q_A: دبی میانگین مشاهداتی و n: تعداد داده‌های مشاهداتی است.

تابع هدف Sum of Absolute Residuals

در این تابع هدف نیز مانند تابع هدف قبل، مقادیر وزنی بیشتری را برای خطاهای بزرگ‌تر و مقادیر وزنی کوچک‌تری را برای خطاهای کوچک‌تر در نظر می‌گیرد. این تابع، مجموع مربعات اختلاف‌های بین دبی‌های مشاهداتی و محاسباتی را محاسبه می‌کند (۱۷). این تابع هدف به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Z = \sum_{t=1}^{n}(Q_0(t) - Q_s(t))^2$$ رابطه (۱۳)

پارامترهای موجود در این رابطه مانند رابطه قبل محاسبه می‌شود.

تابع هدف Percent Error Volume

در این تابع هدف، مقادیر وزنی مساوی برای اختلاف‌های کوچک و بزرگ بین داده‌های محاسباتی و مشاهداتی در نظر گرفته می‌شود. این تابع هدف، مجموع قدر مطلق اختلاف‌های بین دبی‌های محاسباتی و مشاهداتی را محاسبه می‌کند. این تابع هدف به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Z = \sum_{t=1}^{n}\left|Q_0(t) - Q_s(t)\right|$$ رابطه (۱۴)

پارامترهای موجود در این رابطه مانند رابطه قبل محاسبه می‌شود.

1- Unit Hydrograph

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]

تابع هدف RMS log Error

در این تابع هدف مانند RMSE مقدار وزنی بیش‌تری برای خطاهای بزرگ‌تر و مقادیر وزنی کمتری برای خطاهای کوچک‌تر در نظر گرفته می‌شود. با این تفاوت که به جای استفاده از اختلاف دبی‌های مشاهداتی و محاسباتی، از اختلاف بین زمان‌های محاسباتی و مشاهداتی استفاده می‌شود (۱۷).

اعتبارسنجی مدل

برای انجام آزمون نکویی برازش از دو آزمون NOF[1] و EF[2] بین مقادیر مشاهداتی و محاسباتی استفاده شد که مقادیر آن‌ها به ترتیب به صورت زیر می‌باشد (۱۵).

رابطه (۱۵)

$$NOF = \frac{1}{\overline{Q}_{obs}} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}$$

رابطه (۱۶)

$$EF = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Q_{obs,i} - Q_{sim,i}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} \left(Q_{obs,i} - \overline{Q}_{obs}\right)^2}$$

که در این معادلات $Q_{obs,i}$: دبی مشاهداتی، $Q_{sim,i}$: دبی محاسباتی، $\overline{Q}_{obs}$: میانگین دبی مشاهداتی و n: تعداد نقاط داده‌های مشاهداتی یا محاسباتی می‌باشد. شایان ذکر است که در صورتی که مقادیر NOF و EF به‌ترتیب صفر و یک باشد، دبی‌های مشاهداتی و محاسباتی با هم برابرند.

نتایج و بحث

همان‌گونه که در جدول دو مشاهده می‌گردد، تعیین گروه‌های هیدرولوژیکی خاک نیازمند شیب منطقه و هم‌چنین وضعیت فرسایش منطقه می‌باشد. با توجه به بازدیدهای میدانی صورت گرفته، بجز در مسیر رودخانه‌ها، سطح حوزه مورد فرسایش قرار نگرفته بود و با توجه به ناچیز بودن مساحت رودخانه‌ها نسبت به کل مساحت حوزه‌ها، از در نظر گرفتن وجود فرسایش در سطح منطقه صرف‌نظر گردید. هم‌چنین با توجه به اینکه در صورت وجود فرسایش خاک در گروه هیدرولوژیک C و یا D قرار می‌گیرد، عدم وجود گروه هیدرولوژیک C و D در زیر حوزه‌ای که گروه‌های هیدرولوژیک آن موجود بودند، موجب تایید این نکته می‌باشد. جهت تعیین شیب مناسب به عنوان نشان‌دهنده مرز گروه هیدرولوژیک A و B نقشه‌ی مربوط به شیب خاک برای بیشتر و کمتر از شیب‌های شش، هشت، الی ۲۴ در صد برای کل دو حوزه ترسیم شد. به عبارت دیگر به عنوان مثال در مرحله اول شیب کمتر از شش درصد در گروه هیدرولوژیکی A و بیشتر از شش درصد در گروه هیدرولوژیکی B دسته‌بندی گردید و با توجه به این که اطلاعات مربوط به یک زیرحوزه در هر کدام از حوزه‌ها معلوم بود، میزان خطا محاسبه شد.

جدول ۴- درصد دقت تعیین گروه‌های هیدرولوژیک خاک در شیب‌های مختلف

Table 2. The percentage accuracy of hydrological soil group detection in different slopes

درصد شیب	A	B
۶	۵۲/۳۶	۴۸/۶۲
۸	۶۵/۸۷	۵۵/۵۷
۱۰	۷۶/۶۵	۶۳/۳۴
۱۲	۷۹/۸۳	۶۹/۸۲
۱۴	۸۲/۹۴	۷۵/۶۵
۱۶	۸۷/۲۶	۷۹/۴۶
۱۸	۹۱/۸۳	۸۳/۴۰
۲۰	۸۵/۲۸	۷۸/۶۹
۲۲	۸۱/۴۱	۷۳/۵۲
۲۴	۷۶/۲۶	۶۷/۶۳

با توجه به این که بالاترین دقت مربوط به شیب ۱۸ درصد بود، دسته‌بندی گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوزه بر اساس شیب‌های مذکور انجام پذیرفت. نقشه مربوط به این گروه‌بندی‌ها در شکل هفت قابل مشاهده است.

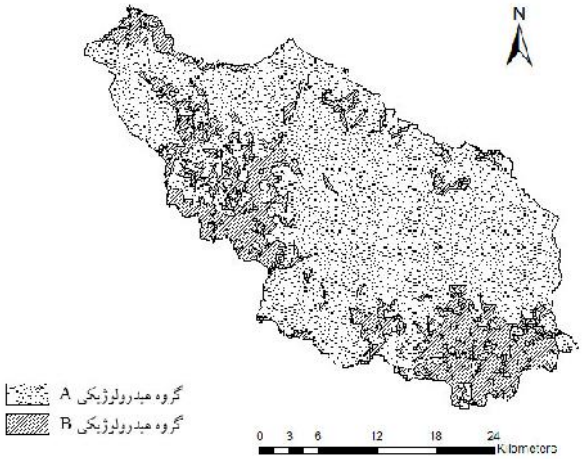
1- Normalized Objective Function

2- Modeling Efficiency

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]



شکل ۷- نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی تخمینی حوزه آبریز آب بخشا
Figure 7. Estimated hydrological group map of Abbakhsha watershed

با تلفیق نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و نقشه کاربری اراضی و تهیه نقشه شماره منحنی خاک، و هم چنین بهره‌گیری از سایر پارامترهای هیدرولوژیک حوزه، شبیه‌سازی رواناب سطح حوزه صورت پذیرفت. ثبت داده‌های رواناب حوزه به صورت روزانه صورت گرفته بود، در نتیجه شبیه‌سازی‌های انجام شده نیز به صورت یک روزه صورت گرفت و انتخاب بارش برای شبیه‌سازی و واسنجی به فاکتورهای مهمی چون مشخصه‌های بارش (شدت، مدت و غیره)، ویژگی‌های حوزه (اندازه، کاربری اراضی و غیره) و کامل بودن داده‌های ثبت شده‌ی بارش و دبی می‌باشد همان‌طور که در جدول پنج مشاهده می‌شود، هشت بارش برای واسنجی انتخاب و چهار بارش برای ارزیابی کنار گذاشته شد که مقادیر مربوط به دو آزمون نکویی برازش برای چهار تابع هدف ذکر شده در این جدول قابل مشاهده می‌باشند.

جدول ۵- مقادیر آزمون نکویی برازش برای چهار تابع هدف
Table 5. Goodness of fit test values for four objective functions

تاریخ رویداد	توضیحات	تابع هدف ۱		تابع هدف ۲		تابع هدف ۳		تابع هدف ۴	
		NOF	EF	NOF	EF	NOF	EF	NOF	EF
16feb2006	واسنجی	۰/۰۷۹	۰/۲۲۵	۰/۰۸۱	۰/۱۸۲	۰/۲	۰/۰۹۳	۰/۰۹۳	۰/۱۸۱
10feb2007	واسنجی	۰/۲۹۴	۰/۱۴۸	۰/۴۶۸	۰/۱۴۸	۰/۷۲۱	۰/۰۱۶	۰/۳۴	۰/۱۳۴
26mar2007	ارزیابی	۰/۴۳۶	۰/۸۵۸	۰/۴۳۶	۰/۸۵۸	۰/۵۱۸	۰/۸	۰/۷۴۷	۰/۵۸۴
05jan2008	واسنجی	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۳۴۶	۰/۱۳۱	۰/۶۲۶	۰/۰۸۵	۰/۱۴	۰/۱۴۲
01mar2009	ارزیابی	۰/۴۷۵	۰/۶۶۱	۰/۶۴۳	۰/۳۷۹	۰/۵۴۵	۰/۵۵۴	۰/۷۰۵	۰/۲۵۴
29mar2009	واسنجی	۰/۲۶۱	۰/۹۲۹	۰/۱۹	۰/۹۶۲	۰/۱۳۱	۰/۹۸۲	۰/۶۴۴	۰/۵۷۴
04apr2009	واسنجی	۰/۱۶۸	۰/۳۱۸	۰/۱۱۶	۰/۳۲۹	۰/۱۵۶	۰/۴۱	۰/۱۸۵	۰/۱۷۲
12feb2010	واسنجی	۰/۲۲۳	۰/۴۷۵	۰/۵۲۴	۰/۳۱۴	۰/۳۵۱	۰/۵۵۱	۰/۶۴۷	۰/۰۹۲
01mar2010	واسنجی	۰/۴۲۶	۰/۷۳۶	۰/۲۵۴	۰/۸۴۱	۰/۵۴۱	۰/۴۱۲	۰/۲۸۷	۰/۳۵۱
18mar2011	ارزیابی	۰/۳۸۷	۰/۵۵۸	۰/۳۹	۰/۷۶۱	۰/۶۱۴	۰/۰۸۷	۰/۶۵۴	۰/۳۸۷
07apr2011	واسنجی	۰/۲۸۴	۰/۸۵۸	۰/۲۴۱	۰/۵۶	۰/۲۱۴	۰/۶۳۴	۰/۱۲۹	۰/۵۸۱
22feb2012	ارزیابی	۰/۲۱	۰/۶۹۷	۰/۴۷۱	۰/۷۹	۰/۵۸۷	۰/۲۸۷	۰/۵۱۳	۰/۴۱۷
مقدار متوسط خطا		۰/۲۸	۰/۵۵	۰/۳۵	۰/۵۲	۰/۴۳	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۳۲

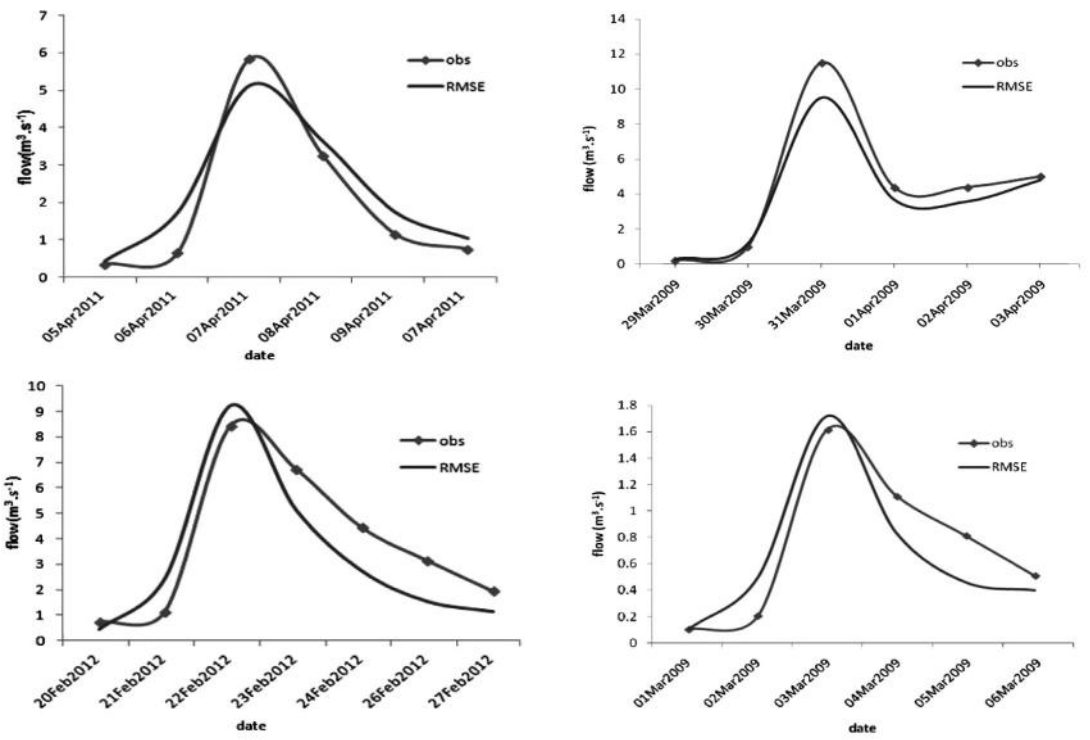
با توجه به نتایج مشاهده شده می‌توان تابع RMSE (تابع هدف یک) را به عنوان بهترین تابع این حوزه در نظر گرفت. جدول شش نشان‌دهنده‌ی مقادیر دبی پیک مشاهداتی و محاسباتی بر اساس روش فوق می‌باشد. هم‌چنین در شکل هشت چهار هیدروگراف که دو مورد مربوط به واسنجی شده و دو مورد مربوط به ارزیابی به وسیله‌ی روش RMSE می‌باشد، مشاهده می‌شود.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]



شکل ۸- به ترتیب هیدروگراف مربوط به دو تک‌رخداد واسنجی و هیدروگراف مربوط به دو تک‌رخداد ارزیابی
Figure 8. Hydrographs of the two events of calibration and evaluation, respectively

جدول ۷- سمت راست: مقادیر تصحیح شده‌ی CN، سمت چپ: مقادیر تصحیح شده‌ی K
Table 7. Right panel: the revised values of CN; left panel: the revised values edited of K

زیرحوزه	شماره منحنی اولیه	شماره منحنی تصحیح شده	رود	K اولیه	K تصحیح شده
W1	۶۱/۲۳	۵۸/۵۱۲	R1	۰/۳	۰/۰۱۶
W2	۴۶/۹۱۳	۴۶/۲۱۳	R2	۰/۳	۰/۰۱۶
W3	۵۴/۵۰۵	۷۸/۲۲۷	R3	۰/۳	۰/۰۱۶
W4	۵۷/۴۴۹	۵۴/۹۷۱	R4	۰/۳	۰/۱۶۸۴
W5	۶۰/۵۶۵	۶۶/۱۴۵	R5	۰/۳	۰/۱۸۴۱
W6	۶۲/۱۷۷	۴۲/۱۲۹	R6	۰/۳	۰/۰۱۶
–	–	–	R7	۰/۳	۰/۰۸۷
–	–	–	R8	۰/۳	۰/۰۷۹۶

با توجه به نتایج حاصل از جدول هفت برای مقادیر اولیه و تصحیح شده شماره منحنی نشان می‌دهد که کم‌ترین میزان تغییر در زیرحوزه W_2 با مقادیر اندازه‌گیری شده مربوط به گروه هیدرولوژیک خاک می‌باشد (۴۶/۹ در برابر ۴۶/۲). هم چنین بیش‌ترین میزان تغییر مربوط به زیرحوزه W_6 است که بزرگ‌ترین و دورترین زیرحوزه مربوط به حوزه اصلی می‌باشد (شکل ۶). تفاوت قابل توجه در نتایج جدول ۷ برای ضریب K قبل و بعد از تصحیح مبین این مطلب است که استفاده از مقدار اولیه K برابر با ۰/۳ در تحقیق حاضر بیشتر از حد معمول بوده است. ضریب K را می‌توان مبین زمان طی کرده آب در طول بازه (Reach) دانست (۱). با توجه به اینکه طول بازه‌های رود مشخص شده به جز در R_4 و R_5 بسیار کوتاه بوده، و در نتیجه باید انتظار مقادیر کوچکی را برای K در این بازه‌ها داشت که موضوع را به وضوح می‌توان در جدول ۷ مشاهده نمود.با توجه به نتایج حاصله از این تحقیق می‌توان به توانایی مدل HEC-HMS در مدل‌سازی سیلاب پی برد که صحت این امر با عنایت به یافته‌های حاصل از پژوهش سایر محققین مورد تایید قرار می‌گیرد (۲،۴،۹،۱۲). هم‌چنین با توجه به اظهارات دلیری و همکاران (۵) ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی منطقه را در تخمین اولیه گروه‌های هیدرولوژیگی خاک می‌توان مورد استفاده قرار داد که با نتایج حاصل از این تحقیق همسو می‌باشد.

با توجه به اینکه یکی از اساسی‌ترین مشکلات پیش رو محققین در زمینه مطالعات هیدرولوژیکی، فقدان مجموعه جامع و کاملی از داده‌های هیدرولوژیکی می‌باشد، تخمین این داده‌ها بر اساس سایر ویژگی‌های منطقه بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این راستا استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی نقش بسزایی دارد. علی‌الخصوص که ارتباط بین این سیستم‌ها و سیستم‌های مدل سازی هیدرولوژیکی در حال افزایش است. در پژوهش حاضر گروه‌های هیدرولوژیکی خاک

حوزه آب‌بخشا با استفاده از داده‌های مربوط به شیب منطقه تخمین زده شدند و پس از تهیه نقشه شماره منحنی خاک جهت واسنجی انجام محاسبات هیدرولوژیکی به سیستم مدل سازی هیدرولوژیکی انتقال یافت. در حوزه مذکور، داده‌های مربوط به گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در پنج زیرحوزه از شش زیرحوزه دردسترس نبود. جهت تعیین شیب مناسب به عنوان نشان‌دهنده مرز گروه هیدرولوژیک A و B نقشه‌ی مربوط به شیب خاک برای بیشتر و کمتر از شیب‌های شش، هشت و الی ۲۴ در صد برای کل حوزه ترسیم گردید و پس از مقایسه نتایج با داده‌های مربوط به زیر حوزه‌ای که گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در آن موجود بود، شیب ۱۸ درصد با دقت متوسط ۸۷ درصد به عنوان مرز گروه هیدرولوژیک A و B انتخاب شد. در ادامه با انتقال مدل ساخته شده به محیط HEC-HMS و واسنجی مدل با استفاده از هشت تک‌رخداد سیلاب و هم چنین ارزیابی آن بوسیله چهار تک‌رخداد دیگر، کالیبراسیون لازم صورت پذیرفت. مقادیر خطای محاسبه شده مربوط به هیدروگراف‌های سیلاب منطقه صحت این امر را مورد تایید قرار می‌دهند. با توجه به عدم وجود شبکه قابل قبولی از ایستگاه‌های اندازه‌گیری پارامترهای هواشناسی و آب‌شناسی و هم چنین فقدان مجموعه اطلاعات جامع و کاملی از خصوصیات هیدرولوژیکی حوزه‌های سطح کشور، استفاده از روش‌های غیر مستقیم در تخمین اولیه سیلاب منطقه را می‌توان مدنظر قرار داد.

منابع

1. Alizadeh, A. 2011. Principle of Applied Hydrology. Mashhad: Emam Reza University (In Persian).
2. Basharati, T. 2007. Spatial Prioritization of Flood plane in Rudak Catchment Using HEC-HMS Model. M.Sc. Thesis, University of Sari, 882 pp (In Persian).
3. Bennett, T.H. 1998. Development and Application of a Continuous Soil Moisture Accounting Algorithm for the Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System (HEC-HMS): University of California, Davis. 18 pp.
4. Chu, X. and A. Steinman. 2009. Event and Continuous Hydrologic Modeling with HEC-HMS. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 135: 119-124.
5. Daliri, F., H. Seraji, S. Kholghi and H. Ahmadi. 2011a . Soil Hydrologic Group Detection Based on Geomorphologic Facieses and Slope (Case Study: Taleghan Watershed, Iran). Journal of Desert, 16: 69-75.
6. Daliri, F., H. Seraji, S. Kholghi and H. Ahmadi. 2011b . Soil Hydrologic Group Detection For Flood Discharge Estimation. Proceedings of the 4th Conference of Iran Water Resources Management, University of Amirkabir, 16 pp (In Persian).
7. De Silva, M. Weerakoon and S. Herath. 2014. Modeling of Event and Continuous Flow Hydrographs with HEC–HMS: Case Study in the Kelani River Basin, Sri Lanka. Journal of Hydrologic Engineering, 19: 800-806.
8. Fleming, M. and V. Neary. 2004. Continuous Hydrologic Modeling Study with the Hydrologic Modeling System. Journal of Hydrologic Engineering, 9: 175-183.
9. Jahangeer, A.R., M. Raeini Sarjaz and M.Z. Ahmadi. 2009. Comparison of Artificial Neural Networks (ANN) Simulation of Rainfall-Runoff Process with HEC-HMS Model in Kardeh Watershed. Journal of Soil and Water, 22: 72-84 (In Persian).
10. Khalighi, Sh. 2005. Assessment of the Extent Landuse Change and Hydrologic Characteristics of Surface water in Barnandouzchai Catchment. Ph.D. Thesis, Tehran University, 15 pp (In Persian).
11. Knebl, M.R., Z.L. Yang, K. Hutchison and D.R. Maidment. 2005. Regional Scale Flood Modeling Using NEXRAD Rainfall, GIS and HEC-HMS/RAS: A Case Study for the San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event. Journal of Environmental Management, 75: 325-336.
12. Mahmoudin, M., M. Majdzadeh and A. Yousofi. 2003. Using HEC-HMS in River Engineering (Case Study: Kar & Sivand River). Proceedings of the 6th International Conference of River Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, 13 pp (In Persian).
13. McColl, C. and G. Aggett. 2007. Land-use Forecasting and Hydrologic Model Integration for Improved Land-Use Decision Support. Journal of Environmental Management, 84: 494-512.
14. Meselhe, E., E. Habib, O. Oche and S. Gautam. 2009. Sensitivity of Conceptual and Physically Based Hydrologic Models to Temporal and Spatial Rainfall Sampling. Journal of Hydrologic Engineering, 14: 711-720.
15. Olivera, F. 2001. Extracting Hydrologic Information from Spatial Data for HMS Modeling. Journal of Hydrologic Engineering, 6: 524-530.
16. 16. Razavi, A., M. Majdzadeh and S. Mousavi Nadoushani. 2007. CN Value Detection Using GIS & RS and Flood Estimating if Ungaged Catchment. Proceedings of the 2nd Conference of Iran Water Resources Management, Isfahan University of Technology, (In Persian).
17. Refsgaard, J.C. and J. Knudsen. 1996. Operational Validation and Intercomparison of Different Types of Hydrological Models. Water Resources Research, 32: 2189-2202.
18. Sabzevari, T., R. Ardeanian, A. Shamsaei and A. Talebi. 2009. Hydrograph Estimation of Ungaged Catchments using GIS & HEC-HMS. Journal of Water Engineering, 2: 1-11 (In Persian).
19. Santra, P. and D. Bhabani Sankar. 2013. Modeling Runoff from an Agricultural Watershed of Western Catchment of Chilika Lake Through ArcSWAT. Journal of Hydro-environment Research, 7: 261-269.
20. United States Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (USACE-HEC). (2000). Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual. Davis, Calif. 124 pp.
21. Zhan, X. and H.M. Lang. 2004. ArcCN-Runoff: an ArcGIS tool for Generating Curve Number and Runoff Maps. Environmental Modelling & Software, 19: 875-879.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]

Hydrological Soil Groups Estimation in Ungaged Catchment

Mohammad Zounemat-Kermani[1] and Moein Ganjalikhani[2]

1- Associate Professor, Shahid Bahonar University of Kerman
2- Graduated M.Sc., Shahid Bahonar University of Kerman, (Corresponding author: ganjalikhani@agr.uk.ac.ir)
Received: May 7, 2014 Accepted: September 24, 2014

Abstract

In many floods controlling, watershed-management and water-resources projects, estimating of river flow-rate is important and needs a comprehensive hydrological modeling of flow-rate evaluation. Need for enlightening the status of water-resources and precipitation in different watersheds and the lack of networks of hydro-meteorological gauging stations, reveal the importance of estimating the runoff volume in watersheds. In addition, designing of hydro-structures on rivers such as bridges and weirs are in need of forecasting related floods of the territory. In this research explores discovering of the hydrological soil groups of Ab-Bakhsha watershed in Bardisr in Kerman province for evaluating the flood peak and volume. There is soil group data just for one sub-basin therefore; the watershed suffers from lack of hydrological soil group data. For that reason, slope maps evaluate the hydrological soil group which shows the 87% accordance with the available data. To continue, the HEC - HMS software modeled eight flood events using estimated data and rainfall-runoff observation. Four target-functions calibrated the model for curve number and coefficient K in Muskingum method. In the end, to evaluating the calibrated model, four flood events by NOF and EF goodness of fit tests were simulated. According to the results, the RMSE method as the best target-function used for optimizations. In general based on the lack of information about the soil curve number and promising results of this model, one can knows this method as a proper method for calculating the flood volume in preliminary study plans.

Keywords: Ab-Bakhsha watershed, CN, Curve number, HEC-HMS, Soil hydrological groups

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.21.3]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.227]