ارزیابی و واسنجی مدل WMS/HEC-HMS در حوضه آبریز سد مهاباد

صابر ابراهیمیان[۱]، سید جمیل قادری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۰۱

چکیده:

کمبود آب که مردم ایران از قدیم با آن مواجه بوده‌اند، چنان پیچیدگی‌های فنی، فرهنگی و اقتصادی- اجتماعی به وجود آورده است که حتی استفاده علمی از این منابع را تحت‌الشعاع قرار داده است، لذا قبل از هر تصمیم‌گیری باید ابعاد این‌گونه مسائل از نظر هیدرولوژیکی شناخته شود. استفاده از روابط تجربی بارش-رواناب به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش‌ها در تخمین حجم رواناب خروجی از حوضه‌ها شناخته می‌شود. با توسعه کامپیوترها و قابلیت‌های محاسباتی و تصمیم‌گیری منطقی آن‌ها، محققین روش‌ها و متدهای جدیدی برای حل دقیق‌تر و بهینه‌تر مسائل و پدیده‌های مختلف توسعه داده‌اند. در این تحقیق فرآیند بارش- رواناب حوضه آبریز سد مهاباد با استفاده از مدل مفهومی HEC-HMS شبیه‌سازی‌شده است. فرآیند شبیه‌سازی با استفاده از روش‌های شماره منحنی SCS و مقدار اولیه و نرخ ثابت تلفات برای محاسبه میزان تلفات و روش‌های هیدروگراف واحد کلارک و هیدروگراف واحد اشنایدر جهت برآورد میزان رواناب انجام گرفته است و کارایی آن‌ها با استفاده از معیارهای آماری، مجذور میانگین مربعات خطای وزنی (PRMSE) و ضریب تبیین (R2) مورد ارزیابی قرار گرفته است. بررسی نتایج شبیه‌سازی حکایت از انطباق بهتر روش شماره منحنی SCS نسبت به روش نرخ ثابت و مقدار اولیه برای محاسبه میزان تلفات دارد.

واژه‌های کلیدی: بارش-رواناب، حوضه آبریز سد مهاباد، مدل HEC-HMS، هیدروگراف

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران- آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، مهاباد، ایران
Ebrahimiyansaber@yahoo.com (نویسنده مسئول)
[۲] استادیار گروه مهندسی عمران، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد، ایران
Ghaderi.jamil@gmail.com

مقدمه:

شناخت رفتار دینامیکی فرآیند بارش-رواناب یکی از اساسی‌ترین و پیچیده‌ترین مراحل در طراحی پروژه‌های آبی است. این فرآیند در تخمین جریان رودخانه‌ها، تولید انرژی، کنترل سیل، تنظیم نیازهای آبی و آبیاری، زهکشی، بازیافت، آبزی‌پروری و ... نقش ویژه‌ای دارد. هیچ‌کدام از مدل‌های آماری و مفهومی موجود جهت الگوسازی دقیق فرآیند بارش- رواناب با وجود روابط غیر خطی، عدم قطعیت و ویژگی‌های متغیر زمانی و مکانی در سیستم‌های گردش آبی، نتوانسته‌اند به‌عنوان یک مدل برتر و توانا شناخته شوند.

از گذشته‌های دور تحقیقات وسیعی راجع به مدل‌سازی فرآیند بارش در سطح حوضه و تبدیل آن به رواناب و سیل خروجی از حوضه انجام شده است. در این تحقیق تنها مطالعاتی که فرآیند بارش- رواناب را با استفاده از مدل HEC-HMS شبیه‌سازی نموده‌اند مورد بررسی قرار گرفته است. مدل HEC-HMS توسط انجمن مهندسین هیدرولوژی ارتش آمریکا در سال ۱۹۹۸ مطرح شده است که فرآیندهای بارش- رواناب در سطح حوضه را به روش مفهومی مدل‌سازی می‌نماید.

جعفر نیا و همکاران (۱۳۹۲) به برآورد سیلاب حوضه آبریز رودخانه تلار (زیر حوضه کسیلیان) با استفاده از مدل HEC-HMS پرداختند، در تحقیق حاضر با استفاده از مدل HEC-HMS سعی شد سیلاب واقع در بالادست ایستگاه هیدرومتری ولیکبن زیر حوضه کسیلیان واقع در استان مازندران برآورد گردد. برای کالیبره کردن مدل از داده های سیلاب اندازه‌گیری شده و هایتوگراف بارش منطقه استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که پیش‌بینی دبی اوج سیلاب در وقایع مختلف به روش SCS خطای اندکی داشته است. در مجموع مدل یاد شده توانایی بسیار خوبی در پیش‌بینی دبی اوج سیلاب منطقه دارد؛ بنابراین از این مدل می‌توان برای پیش‌بینی سیلاب منطقه استفاده گردد.

قادری و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از روش استنتاج فازی- عصبی تطبیقی و مقایسه آن با روش شبکه عصبی مصنوعی و مدل مفهومی HEC-HMS فرآیند بارش- رواناب را در حوضه آبریز رودخانه مهاباد شبیه‌سازی نمودند و بررسی نتایج نشان می‌دهد که مدل HEC-HMS، الگوی سیلاب‌های رخ داده در حوضه را با دقت تقریباً خوبی شبیه‌سازی نموده است و از این مدل می‌توان در طراحی‌های اولیه و بررسی اجمالی وضعیت منابع آب حوضه آبریز مهاباد استفاده نمود.

نوحه‌گر و همکاران (۱۳۹۱) مدل HEC-HMS و حساسیت آن در برآورد مشخصه‌های هیدروگراف سیلاب را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق جهت واسنجی پارامتر شماره منحنی، از آمار ۴ رگبار مشاهده‌ای و سیل همزمان آن‌ها استفاده شده است. نتایج نشان دادند که این مدل در خصوص پیش‌بینی دبی اوج و زمان مربوط به آن در خروجی حوضه واقع در ایستگاه هیدرومتری سرمقسم می‌تواند نتایج قابل قبولی را ارائه نماید اما مدل در برآورد حجم موفق نبود. نتایج آنالیز حساسیت مدل نشان داد که به محض اضافه کردن ۵ درصد به شماره منحنی حوضه و رسیدن به مقدار ۷۹/۲۷، دبی پیک سیل به شدت افزایش پیدا می‌کند. این نکته نشان داد که هر گونه عملیات کنترل سیلاب در محدوده مورد مطالعه، باید با مطالعه کافی و در جهت کنترل پوشش گیاهی صورت گیرد.

فتحی و همکاران (۱۳۹۱) روش‌های هیدروگراف واحد SCS و کلارک در برآورد هیدروگراف سیل حوضه آبریز ابوالعباس را ارزیابی نمودند. در این تحقیق از مفهوم هیدروگراف واحد مصنوعی در مدل‌سازی هیدروگراف سیل بهره گرفته شده است. دو مدل رواناب مستقیم شامل هیدروگراف‌های واحد SCS و کلارک در شبیه‌سازی هیدروگراف سیل بکار رفته است لذا با استفاده از ۱۵ سری داده‌های بارش رواناب ثبت شده در حوضه آبریز مورد مطالعه ابوالعباس و با به‌کارگیری مدل HEC-HMS به واسنجی این مدل‌ها پرداخته شد، جهت خطایابی از سه شاخص آماری میانگین خطای نسبی mare و متوسط جذب میانگین مربع خطاها RMSE و ضریب همبستگی R^2 استفاده شده است. بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که روش SCS نسبت به روش کلارک بهترین برازش را بین داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده دارا می‌باشد.

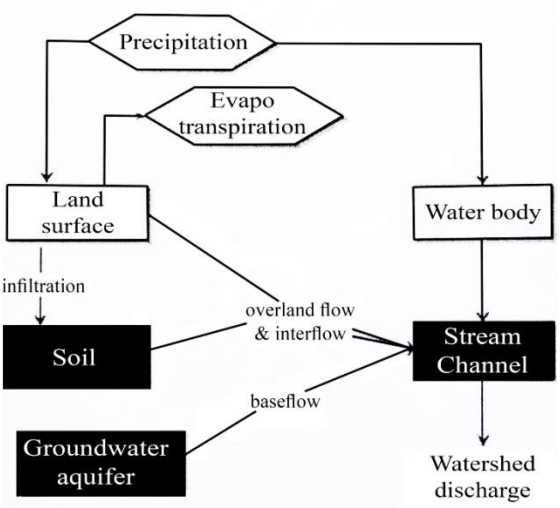
نوری و همکاران (۱۳۹۱) مدل HEC-HMS را در تخمین سیلاب حوضه‌های فاقد آمار مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه به تخمین سیلاب حوضه آبریز قروه واقع در استان کردستان، پرداخته شده است. در این راستا ۴ رگبار را که دارای هیدروگراف و هیتوگراف متناظر هم بودند، انتخاب و توسط نرم‌افزار HEC-HMS و با استفاده از روش تجربی SCS هیدروگراف سیل حوضه شبیه‌سازی شده و شماره منحنی، زمان تأخیر و میزان تلفات توسط نرم‌افزار مورد واسنجی قرارگرفته است. نتایج نشان می‌دهد که نرم‌افزار با توجه به واسنجی‌های صورت گرفته یک ابزار مفید جهت تخمین دبی اوج سیلاب در نقاط فاقد آمار حوضه‌های آبریز خواهد بود.

مواد و روش‌ها:

مدل HEC-HMS:

نرم‌افزار HEC-HMS[1] نسخه توسعه‌یافته HEC-1 از جمله نرم‌افزارهای مهندسی آب است که برای شبیه‌سازی فرآیندهای بارش رواناب در حوضه‌های آبریز به کار می‌رود. این نرم‌افزار در حل مسائل مختلف موجود در زمینه‌ی آب شامل منابع آب و هیدرولوژی، سیل‌های بزرگ و رواناب حوضه‌های آبریز طبیعی یا شهری کوچک کاربرد دارد. هیدروگراف‌های تولید شده توسط این نرم‌افزار به‌طور مستقیم یا در تلفیق با نرم‌افزارهای دیگر در مطالعه‌ها و پروژه‌های آبی از جمله منابع آب، زهکشی شهری، پیش‌بینی جریان، طراحی سرریز مخزن و بهره برداری از سیستم‌های منابع آب و غیره مورد استفاده قرار می گیرد.

در مدل HEC-HMS برای محاسبه رواناب از روش های مختلفی نظیر هیدروگراف واحد اشنایدر[2]، هیدروگراف واحد SCS، هیدروگراف واحد کلارک[3] و روش روندیابی مانند موج کینماتیک[4] سیلاب استفاده می شود. در شکل (۱) اصول مدل HEC-HMS در شبیه‌سازی فرآیند بارش- رواناب ارائه شده است، مدل HEC-HMS برای شبیه‌سازی هر کدام از مؤلفه های شکل (۱) مدل جداگانه ای را استفاده می نماید که این مدل ها عبارتند از مدل‌های محاسبه حجم رواناب، مدلهای محاسبه رواناب مستقیم، مدلهای جریان پایه، مدل‌های جریان رودخانه.



شکل (۱): اصول مدل HEC-HMS در شبیه‌سازی فرآیند بارش- رواناب

هیدروگراف‌های حاصل از تحلیل نرم افزار HEC-HMS یا مستقیماً در مسایل طراحی به‌کار برده می شود و یا در ارتباط با دیگر نرم‌افزارها برای مطالعات تکمیلی آبی، زهکشی شهری پیش‌بینی جریان، طراحی سرریز مخزن، کاهش آسیب سیلاب و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این مدل حوضه آبریز را به‌عنوان یک سیستم یکپارچه[5] با مؤلفه های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی نمایش می‌دهد، هر جزء مدل یک جنبه از فرآیند بارش- رواناب را در داخل بخشی از حوضه که معمولاً به‌عنوان زیر حوضه در نظر گرفته می شود، شبیه‌سازی می کند؛ به عبارت دیگر اجزاء مختلفی برای شبیه‌سازی سیستم فیزیکی حوضه ترکیب می‌شوند و هر جزء نماینده یکی از عوامل تبدیل بارش به رواناب در حوضه می باشد که از ترکیب اثر توأم عوامل مذکور هیدروگراف نهایی سیلاب حاصل خواهد شد.

روش‌های محاسباتی مؤلفه های حوضه

کلیه محاسبات مربوط به زیر حوضه‌ها را در مدل HEC-HMS می‌توان به سه گروه زیر تقسیم بندی نمود:

[1]Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System
[2]Snyder
[3] Clark
[4]Kinematic wave
[5]Lumped

الف) روش های محاسبه میزان تلفات حوضه یا زیر حوضه

در مدل HEC-HMS روش های محاسبه میزان تلفات در زیر حوضه‌ها یازده نوع می‌باشند، کاربر می‌تواند با انتخاب تنها یکی از آنها اقدام به محاسبه میزان تلفات نماید. در این تحقیق برای محاسبه میزان تلفات از دو روش شماره منحنی SCS[1] و شرایط اولیه و نرخ ثابت[2] استفاده شده است.

روش شماره منحنی SCS

سازمان حفاظت خاک آمریکا جهت محاسبه میزان رواناب روش SCS که تابعی از میزان بارش تجمعی، پوشش گیاهی، رطوبت خاک حوضه و کاربری اراضی می باشد را با استفاده از رابطه (۱) زیر ارائه نمود:

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

که در این رابطه:

R: ارتفاع رواناب حوضه بر حسب اینچ

P: ارتفاع بارندگی در لحظه t بر حسب اینچ

S: عامل مربوط به نگهداشت رطوبت در خاک است که مقدار آن بر حسب اینچ و واحد متریک به‌دست می آید

روش شرایط اولیه و نرخ ثابت تلفات

اساساً روش اولیه (نشان دهنده شرایط قبلی حوضه) و نرخ ثابت تلفات به این مفهوم است که مقدار حداکثر تلفات بارندگی در حوضه (F_c) در تمامی مراحل ثابت می باشد. در اینصورت اگر P_t ارتفاع متوسط بارندگی سطحی طی بازه زمانی خاص t و t+Δt فرض شود، بارش مازاد P_{et} در این بازه زمانی برابر رابطه (۲) خواهد بود:

$$P_{et} = \begin{cases} P_t - f_c & if \quad P_t > f_c \\ 0 & if \quad P_t \le f_c \end{cases} \qquad (۲)$$

در بخش نفوذ پذیر حوضه تا زمانی‌که بارش تجمعی بیشتر از میزان تلفات نشود و حجم مازاد بر تلفات تشکیل نشود، رواناب بوجود نخواهد آمد، بدین ترتیب بارش مازاد به‌صورت رابطه (۳) تعریف می‌گردد:

$$P_{et} = \begin{cases} 0 & if \ \Sigma p_i < I_a \\ P_t - f_c & if \ \Sigma p_i > I_a \ \ and \ \ P_t > f_c \\ 0 & if \ \Sigma p_i > I_a \ \ and \ \ P_t > f_c \end{cases} \qquad (۳)$$

که در این رابطه داریم:

I_a: میزان تلفات اولیه یا مقدار نفوذ اولیه

P_t: میزان بارش در زمان t

f_c: شدت تلفات در طول مدت بارش یا مقدار نفوذ یکنواخت، بر حسب اینچ بر ساعت (in/hr)

ب) روش های محاسبه مقادیر رواناب حوضه یا زیر حوضه

در نرم افزار HEC-HMS جهت محاسبه رواناب ناشی از بارش هفت روش که شامل مدل های تجربی و مفهومی اعم از هیدروگراف واحد، اجرای موج سینماتیک و روش شبه توزیع خطی می‌باشد، ارائه شده است که در هر کدام از زیر حوضه‌ها می توان از روش های مختلفی جهت محاسبه رواناب استفاده و یا این‌که یک روش مشابه را برای همه زیر حوضه‌ها انتخاب نمود. در این تحقیق از روش‌های هیدروگراف واحد SCS و هیدروگراف واحد کلارک جهت محاسبات مربوط به برآورد میزان رواناب بهره گرفته شده است.

روش هیدروگراف واحد SCS

این مدل که در سال ۱۹۸۶ توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا ارائه شد در واقع بر اساس داده‌های مشاهداتی حوضه‌های کوچک کشاورزی آمریکا به‌دست آمده است. در این روش مختصات نقاط هیدروگراف واحد بر مبنای جدول بدون بعدی که در آن مقادیر نسبت به زمان (t/t_p) در مقابل نسبت دبی هیدروگراف (Q/Q_p) درج شده است به‌دست می آید.

برای به‌دست آوردن مختصات نقاط هیدروگراف از روی t/t_p و Q/Q_p لازم است مقادیر t_p و Q_p در دست باشند تا از روی آن‌ها به کمک ارقام جدول مذکور مقادیر

[1] SCS Curve Number
[2] Initial and Constant Loss

t و Q به‌دست آید. Q_p و t_p از روابط (۴) و (۵) محاسبه می‌شوند:

$$Q_p = \frac{0.208A}{t_p} \quad (۴)$$

$$t_p = \frac{D}{2} + t_l \quad (۵)$$

که در این روابط:

Q_p: دبی اوج هیدروگراف واحد بر حسب مترمکعب

t_p: زمان رسیدن به دبی اوج

D: تداوم مورد نظر برای بارندگی بر حسب ساعت

t_l: زمان تأخیر حوضه بر حسب ساعت

در روش SCS مدت بارندگی D که هیدروگراف واحد برای آن ساخته می‌شود بستگی به زمان تمرکز داشته و از رابطه (۶) به دست می‌آید:

$$D = 0.133t_c \quad (۶)$$

روش هیدروگراف واحد کلارک

هیدروگراف واحد کلارک یک روش هیدروگراف واحد مصنوعی است که کاربر برای ایجاد یک هیدروگراف واحد لازم نیست که هیدروگراف های واحد مشاهداتی گذشته را مورد ارزیابی قرار دهد. در فرآیند تبدیل بارش مازاد به رواناب ذخیره کوتاه مدت آب حاصل از بارش تأثیر فراوانی دارد، ساختار این مدل با معادله پیوستگی (رابطه (۷)) شروع می‌شود:

$$\frac{ds}{dt} = I_t - Q_t \quad (۷)$$

که در آن:

$\frac{ds}{dt}$: تغییرات ذخیره نسبت به زمان

I_t: متوسط ورودی به ذخیره در زمان t

Q_t: متوسط خروجی از ذخیره در زمان t

در مدل مخزن خطی، ذخیره در زمان t به‌صورت رابطه (۸) بیان می‌شود:

$$S_t = R.Q_t \quad (۸)$$

S_t: ذخیره در زمان t

R: پارامتر ثابت مخزن خطی

از ترکیب و حل معادلات (۷ و ۸) رابطه (۹) حاصل می‌شود:

$$Q_t = C_A.I_t + C_B Q_{(t-1)} \quad (۹)$$

در این رابطه C_B و C_A ضرایب روندیابی هستند که از روابط (۱۰) و (۱۱) به دست می‌آیند:

$$C_A = \frac{\Delta t}{R + 0.5\Delta t} \quad (۱۰)$$

$$C_A = I - C_A \quad (۱۱)$$

متوسط جریان خروجی در زمان t عبارت است از رابطه (۱۲):

$$\overline{Q_t} = \frac{Q_{t-1} + Q_t}{2} \quad (۱۲)$$

در رابطه (۹) درصورتی‌که عرض جریان ورودی را رواناب ناشی از یک واحد بارش مازاد در نظر گیریم، عرض خروجی از این مخزن هیدروگراف واحد را تشکیل می‌دهد. در نرم‌افزار HEC-HMS محاسبات عرض‌های هیدروگراف تا هنگامی‌که مقدار حجم خروجی از ۰/۹۹۵ اینچ تجاوز نکند، ادامه می‌یابد سپس عرض‌های هیدروگراف با استفاده از ارتفاع وزنی تصحیح شده تا ارتفاع، معادل یک واحد گردد.

ج) روش‌های محاسبه دبی پایه، جریان پایه حوضه یا زیر حوضه

هیدروگراف های جریان سطحی دارای دو بخش مستقل دبی پایه و دبی رواناب ناشی از بارش می‌باشد. دبی پایه، جریان پایداری است که در اثر بارش‌های قبلی، جریان‌های تأخیری و زیرزمینی در حوضه ذخیره می‌شود. مدل‌های مفهومی متعددی وجود دارند که قادر به شبیه‌سازی و محاسبه مقدار ذخیره‌سازی و حرکت جریان‌های زیر زمینی در حوضه هستند، این مدل‌ها به مدل‌های دبی پایه معروف‌اند. در نرم‌افزار HEC-HMS سه مدل برای محاسبه دبی پایه ارائه شده است، که در این تحقیق از روش دبی پایه ثابت ماهانه[1] استفاده شده است.

اطلاعات کلی حوضه آبریز مهاباد و داده‌های مورد استفاده در این تحقیق

حوضه آبریز مهاباد در استان آذربایجان غربی و در جنوب دریاچه ارومیه واقع است و یکی از حوضه‌های آبریز

[1] Constant Monthly

دریاچه ارومیه است. این حوضه بین طول‌های شرقی ۴۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۴۶ دقیقه و عرض‌های شمالی ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه واقع است. مساحت این حوضه ۸۴۱ کیلومتر مربع و طول رودخانه اصلی آن ۶۱ کیلومتر است. دو رودخانه کوتر و بیطاس از مهم‌ترین رودخانه‌های این حوضه آبریز می‌باشند که در نهایت هر دو رودخانه وارد مخزن سد مهاباد می‌شوند و بعد از سد یکی شده و رودخانه مهاباد را تشکیل می‌دهند و پس از گذشتن از دشت مهاباد وارد دریاچه ارومیه می‌شود. این حوضه دارای دو ایستگاه هیدرومتری مهم قبل از سد مهاباد بنام‌های بیطاس و کوتر و دارای یک ایستگاه در خروجی حوضه بنام گردیعقوب می‌باشد.

در این تحقیق تمامی وقایع روزانه اتفاق افتاده در ایستگاه‌های باران سنجی و دبی متناظر آن‌ها در ایستگاه‌های بیطاس و کوتر در مهر و مومهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مدل‌های مربوط بر این اساس توسعه یافته‌اند. پس از تحلیل و تجزیه داده‌ها مشخص شد که سری داده در نهایت دقت مطلوبی داشته و ۸۰ درصد این داده‌ها برای آموزش و کالیبراسیون و ۲۰ درصد برای آزمایش استفاده شده‌اند.

نتایج و بحث:

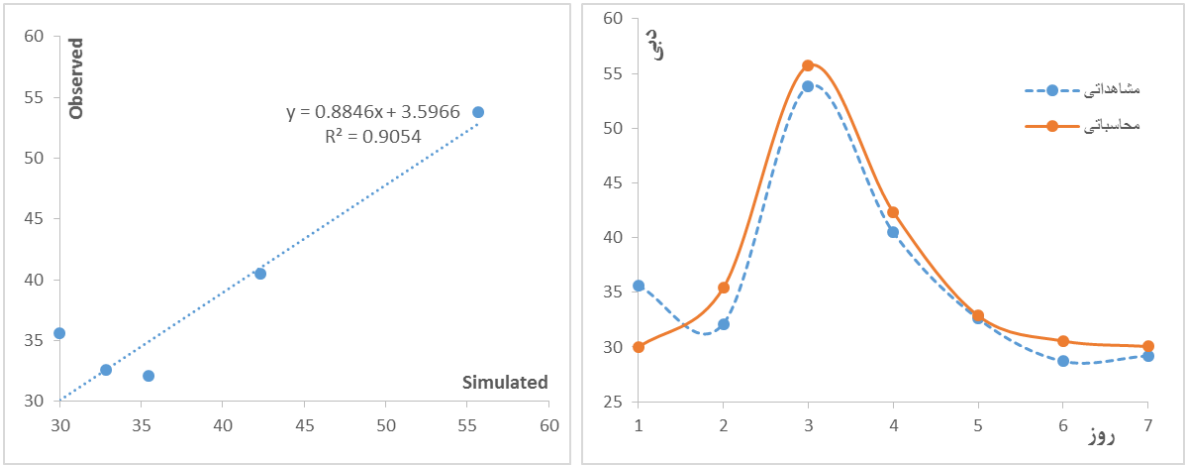
نتایج مدل HEC-HMS در مرحله کالیبراسیون

جهت کالیبراسیون مدل از داده‌های سیلاب و بارش ثبت‌شده در منطقه استفاده شده است، بدین منظور از ۲ سیل جهت کالیبراسیون مدل و تعیین مقادیر بهینه با بهره‌گیری از سه ترکیب مدلی جهت برآورد میزان رواناب و تلفات، استفاده شد. در شکل‌های (۲) الی (۷) نتایج مدل در مرحله کالیبراسیون و در مقایسه با سیلاب‌های مشاهداتی نشان داده شده است. سه ترکیب مدلی یاد شده شامل موارد زیر می باشند.

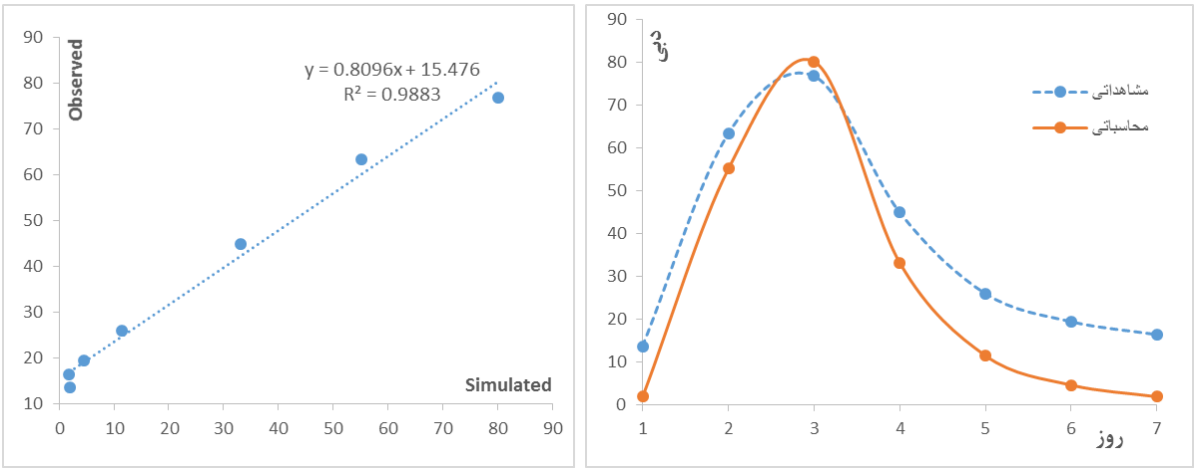
الف) روش شماره منحنی SCS برای محاسبه تلفات و روش هیدروگراف واحد SCS برای برآورد میزان رواناب

ب) روش شماره منحنی SCS برای محاسبه تلفات و روش هیدروگراف واحد کلارک برای برآورد میزان رواناب

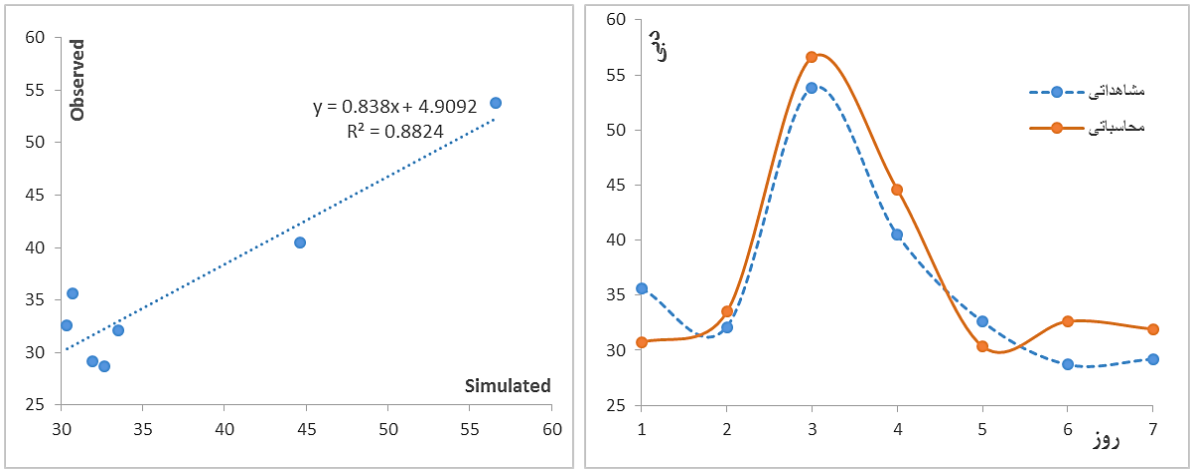
ج) روش شرایط اولیه و مقدار ثابت برای محاسبه تلفات و روش هیدروگراف واحد کلارک برای برآورد میزان رواناب



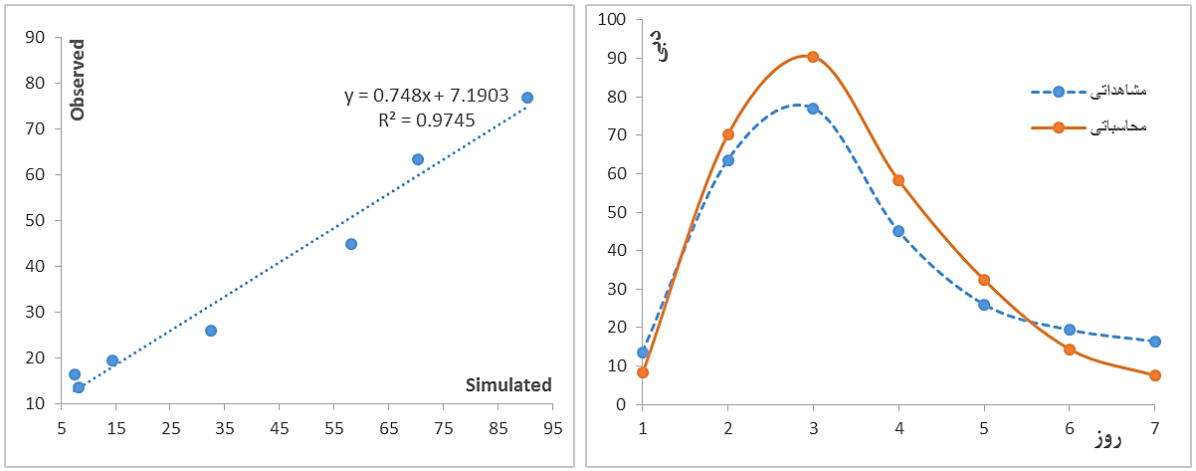
شکل (۲):مقایسه نتایج محاسباتی در ترکیب مدلی (الف) با داده‌های مشاهداتی در سیلاب اول (۱۸-۱۲ اردیبهشت ماه ۱۳۸۰)



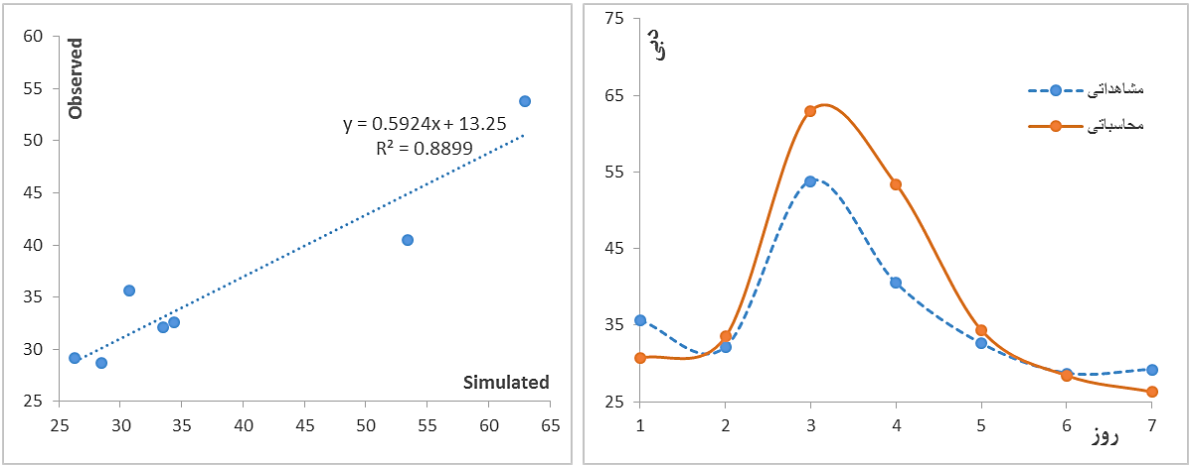
شکل (۳):مقایسه نتایج محاسباتی در ترکیب مدلی (الف) با داده‌های مشاهداتی در سیلاب دوم (۲۳-۱۷ بهمن ماه ۱۳۸۹)



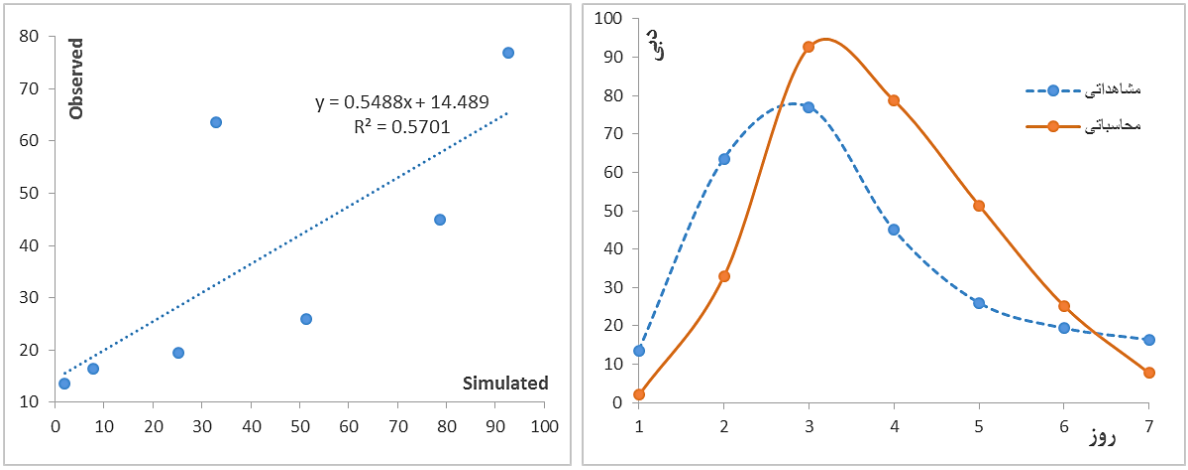
شکل (۴):مقایسه نتایج محاسباتی در ترکیب مدلی (ب) با داده‌های مشاهداتی در سیلاب اول (۱۸-۱۲ اردیبهشت ماه ۱۳۸۰)



شکل (۵):مقایسه نتایج محاسباتی در ترکیب مدلی (ب) با داده‌های مشاهداتی در سیلاب دوم (۲۳-۱۷ بهمن ماه ۱۳۸۹)



شکل (۶):مقایسه نتایج محاسباتی در ترکیب مدلی (ج) با داده‌های مشاهداتی در سیلاب اول (۱۸-۱۲ اردیبهشت ماه ۱۳۸۰)



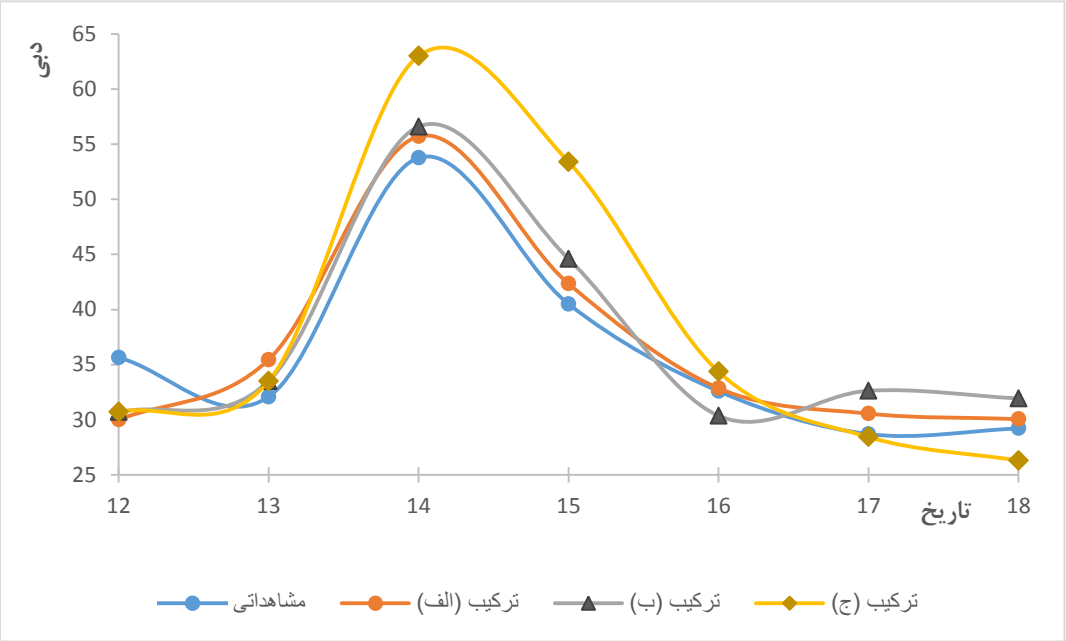
شکل (۷):مقایسه نتایج محاسباتی در ترکیب مدلی (ج) با داده‌های مشاهداتی در سیلاب دوم (۲۳-۱۷ بهمن ماه ۱۳۸۹)

مقایسه نتایج سه ترکیب مدلی

به‌منظور بررسی کارایی سه ترکیب بکار رفته در این تحقیق دبی محاسباتی دو سیلاب که با مدل HEC-HMS شبیه‌سازی شده‌اند با دبی مشاهداتی در جداول (۱) و (۲) و شکل‌های (۸) و (۹) مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته‌اند.

جدول (۱): مقایسه نتایج سه ترکیب مدلی در سیلاب اول

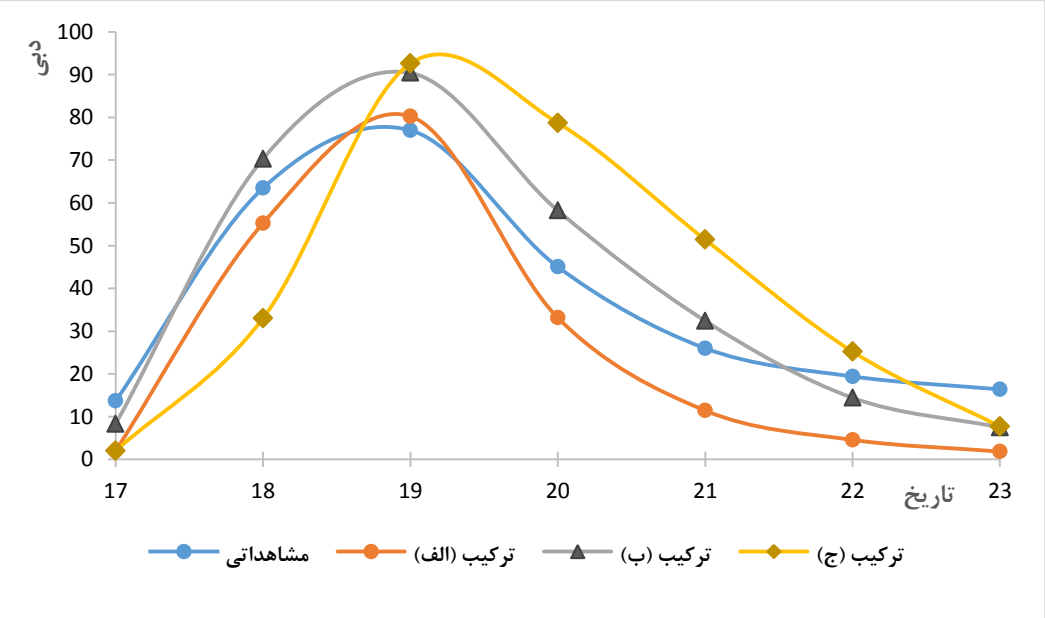
تاریخ وقوع سیل		دبی مشاهداتی (مترمکعب بر ثانیه)	دبی محاسباتی (مترمکعب بر ثانیه)			اختلاف (درصد)		
ماه-سال	روز		ترکیب (الف)	ترکیب (ب)	ترکیب (ج)	ترکیب (الف)	ترکیب (ب)	ترکیب (ج)
1380-2	12	35.64	30	30.7	30.7	-15.82	-13.76	-13.76
1380-2	13	32.08	35.447	33.5	33.5	10.50	4.36	4.36
1380-2	14	53.77	55.712	56.6	63	3.61	5.20	17.10
1380-2	15	40.5	42.34	44.6	53.4	4.54	10.12	31.85
1380-2	16	32.59	32.865	30.36	34.36	0.84	-6.87	5.40
1380-2	17	28.7	30.556	32.63	28.43	6.47	13.69	-0.94
1380-2	18	29.21	30.058	31.93	26.3	2.90	9.35	-9.93



شکل (۸):مقایسه مقادیر دبی مشاهداتی و محاسباتی توسط سه ترکیب مدلی در سیلاب اول

جدول (۲): مقایسه نتایج سه ترکیب مدلی در سیلاب دوم

تاریخ وقوع سیل		دبی مشاهداتی (مترمکعب بر ثانیه)	دبی محاسباتی (مترمکعب بر ثانیه)			اختلاف (درصد)		
ماه-سال	روز		ترکیب (الف)	ترکیب (ب)	ترکیب (ج)	ترکیب (الف)	ترکیب (ب)	ترکیب (ج)
1389-11	17	13.65	2	8.3	2	-85.3	-38.97	-85.29
1389-11	18	63.45	55.2	70.3	33	-13.0	10.71	-48.03
1389-11	19	76.97	80.2	90.4	92.6	4.2	17.40	20.26
1389-11	20	45.03	33.118	58.2	78.7	-26.5	29.33	74.89
1389-11	21	25.99	11.4	32.4	51.4	-56.0	24.62	97.69
1389-11	22	19.4	4.6	14.4	25.2	-76.5	-25.77	29.90
1389-11	23	16.37	1.8	7.5	7.7	-88.9	-54.27	-53.05



شکل (۹):مقایسه مقادیر دبی مشاهداتی و محاسباتی توسط سه ترکیب مدلی در سیلاب دوم

همان‌گونه که از مقایسات فوق مشاهده می‌شود از آنجا که ضرایب تبیین ترکیب مدلی (الف)، (روش شماره منحنی SCS برای تلفات و روش هیدروگراف واحد SCS برای محاسبه میزان رواناب) در سیلاب اول برابر $R^2=0.9054$ و در سیلاب دوم برابر $R^2=0.9883$ است، در مقایسه با ترکیب مدلی (ب)، (روش شماره منحنی SCS برای تلفات و روش هیدروگراف واحد کلارک برای محاسبه میزان رواناب)، که در آن $R^2=0.8824$ برای سیلاب اول و $R^2=0.9745$ برای سیلاب دوم است به مراتب از دقت شبیه‌سازی بیشتری برخوردار می‌باشد و نتایج محاسباتی به نتایج مشاهداتی منطبق‌تر است. همچنین مدل‌سازی فرآیند بارش- رواناب با استفاده از ترکیب مدلی (ج)، (روش شرایط اولیه و نرخ ثابت برای تلفات و روش هیدروگراف واحد کلارک برای محاسبه میزان رواناب) دارای ضریب تبیین $R^2=0.8899$ در سیلاب اول و $R^2=0.5701$ در سیلاب دوم است، که با مقایسه نتایج این ترکیب مدلی با سایر ترکیب‌ها می‌توان گفت، ترکیب (ج) نتایج دور از انتظاری را ارائه می‌دهد. ازاین‌رو ترکیب مدلی (الف) بهترین برازش را نتیجه خواهد داد.

نتایج:

آنچه از بررسی نتایج نمودارها، هیدروگراف‌ها و جداول حاصل از آن‌ها بیش از سایر موارد به چشم می‌آید وابستگی شدید نتایج و داده‌های شبیه‌سازی شده محاسباتی توسط مدل به داده‌ها و اطلاعاتی است که توسط کاربر به مدل معرفی می‌شود، از این رو هر چه این داده‌ها از دقت و صحت بیشتری برخوردار باشند خروجی اطلاعات محاسباتی نیز دقیق‌تر، دارای خطای کمتر و نهایتاً به نتایج مشاهداتی منطبق‌تر خواهند بود. بر این اساس می‌توان گفت که ترکیب مدلی روش شماره منحنی SCS برای محاسبه میزان تلفات با روش هیدروگراف واحد SCS برای محاسبه میزان رواناب نتایج بهتر و دقیق‌تری را ارائه خواهد داد.

با همه این تفاصیل کلیه عملیات شبیه‌سازی و مدل‌سازی به توانایی هیدرولوژیست یا کاربر آن مدل و همچنین دقت داده‌ها و پارامترهای وارد شده به مدل بستگی دارد و عدم دسترسی به برخی از پارامترها عملاً شبیه‌سازی با ترکیبات مدلی متفاوت جهت محاسبه رواناب، تلفات و دبی پایه و ... را غیر ممکن می سازد و آنرا تنها به روش هایی محدود می‌کند که داده های مورد نیاز در حوضه مورد مطالعه کم و بیش در دسترس باشد.

منابع:

۱. جعفر نیا، ج و ص.امامقلی زاده.۱۳۹۲. برآورد سیلاب حوضه آبریز رودخانه تلار (زیر حوضه کسیلیان) با استفاده از مدل HEC-HMS، کنفرانس ملی مدیریت سیلاب، تهران.

۲. فتحی، ن.، غ. بارانی، م. رهنما و ف.رادمنش. ۱۳۹۱. ارزیابی روش‌های هیدروگراف واحد SCS و کلارک در برآورد هیدروگراف سیل حوضه آبریز ابوالعباس، نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳. قادری، س.ج.، م.ا. عنایتی سردره و ص. ابراهیمیان. ۱۳۹۱. شبیه‌سازی فرآیند بارش- رواناب با استفاده از روش استنتاج فازی- عصبی تطبیقی و مقایسه آن با روش شبکه عصبی مصنوعی و مدل مفهومیHEC-HMS حوضه آبریز رودخانه مهاباد. سومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۴. نوحه گر، ا.، ن. قشقایی زاده و ا. حلی ساز. ۱۳۹۱. واسنجی و اعتبار یابی مدل HEC-HMS و آنالیز حساسیت آن در برآورد مشخصه‌های هیدروگراف سیلاب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز جاماش استان هرمزگان)، همایش ملی علوم مهندسی آب و فاضلاب، کرمان، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته.

۵. نوری، ف. و ج. بهمنش. ۱۳۹۱. ارزیابی مدل WMS/HEC-HMS در پیش‌بینی سیلاب حوضه آبریز قروه. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد نوزدهم، شماره چهارم.

Evaluation and Calibration of the HEC-HMS/WMS model in Mahabad dam's basin

Saber Ebrahimiyan[1], Seyed Jamil Ghaderi[2]

Abstract

Lack of water which Iranians have faced it from the old times, it has created such a technical, cultural and socio-economical complicacies that even the scientific exploitation of these resources are affected, hence before any decision making, the hydrological dimensions of these should be explored. Using of empirical relation of the rainfall - runoff is known as one of the simplest way in calculating the outlet runoff volume of the basins. By the development of the computers and their calculating and logical decision abilities, researchers have developed more accurate and more efficient methods for different problems and phenomena. In this research rainfall- runoff process of Mahabad dam basin is simulated by the HEC-HMS conceptual model. The simulating process is done by using the SCS curve number and Initial and Constant Loss methods for calculating the loss rate, and Clark unit hydrograph and Snyder unit hydrograph for calculating the runoff rate, and their performance was evaluated using statistical criteria, Peak-weighted Root Mean Square Error (PRMSE) and correlation coefficient (R2). Reviewing the Simulation results indicate a better adaptation of the SCS Curve Number method in compare to Initial and Constant Loss method.

Keywords: HEC-HMS model, Hydrograph, Mahabad Dam Basin, Rainfall - Runoff

[1] Master of Water-Civil Engineering, Young Researchers and Elite Club, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran
Ebrahimiyansaber@yahoo.com
[2] Assistant Professor of Civil Engineering Department, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran
Ghaderi.jamil@gmail.com