گزارش کوتاه علمی

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد نوزدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۱
http://jwsc.gau.ac.ir

ارزیابی مدل WMS/HEC-HMS در پیش‌بینی سیلاب حوضه آب‌ریز قروه

فریده نوری[۱]، *جواد بهمنش[۲]، بایرامعلی محمدنژاد[۲] و حسین رضایی[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی سازه‌های آبی، دانشگاه ارومیه، [۲]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۱

چکیده

مدل‌های بارش- رواناب مانند سیستم مدل‌سازی حوضه آب‌ریز (WMS) ابزاری مناسب برای شبیه‌سازی هیدرولوژیک حوضه‌های آب‌ریز می‌باشد. در این پژوهش پارامترهای مختلف و مؤثر در مدل‌سازی هیدرولوژیک حوضه آب‌ریز قروه مورد مطالعه قرار گرفته است. ۵ هایتوگراف بارش و هیدروگراف‌های متناظر با آن‌ها انتخاب شد. با استفاده از زیرمدل HEC-HMS و روش‌های سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) و اشنایدر، هیدروگراف سیل حوضه شبیه‌سازی شده و سپس مورد واسنجی و صحت‌سنجی قرار گرفت. نتایج در مرحله صحت‌سنجی نشان داد که روش SCS در شبیه‌سازی دبی اوج هیدروگراف با داده‌های مشاهداتی تطابق بهتری دارد.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی، واسنجی، صحت‌سنجی، اشنایدر، SCS

*مسئول مکاتبه: j.behmanesh@urmia.ac.ir

مقدمه

اساس کار مدل‌های هیدرولوژیک بر پایه روابط بین بارش- رواناب استوار است و به این منظور در این مدل‌ها از معادله‌های ریاضی و همچنین خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آب‌ریز استفاده می‌شود (وایسمن و لویس، ۲۰۰۲). نقطه اوج هیدروگراف سیل درحوضه آب‌ریز در طراحی بیش‌تر سازه‌های آبی مانند سرریزها، مجاری فاضلاب‌های شهری، طرح‌های کنترل سیلاب و برنامه‌ریزی مهندسی اهمیت فراوانی دارد (مهدوی، ۲۰۰۹؛ سیلویرا و همکاران، ۲۰۰۰). در یک پژوهش با استفاده از مدل HEC-HMS[1]، اثر بارش در تولید رواناب حوضه بگماتی در ویتنام بررسی شد و نتایج به‌دست آمده از واسنجی و شبیه‌سازی آن نشان داد که اوج سیلاب شبیه‌سازی شده تطابق بسیار خوبی با مقدار مشاهداتی دارد (کافل و همکاران، ۲۰۰۷). برخورداری و همکاران (۲۰۰٦) روش‌های تهیه هیدروگراف واحد مصنوعی را در برآورد سیلاب حوضه آب‌ریز سیخوران استان هرمزگان مورد ارزیابی قرار دادند و در بیش‌تر موارد روش اشنایدر از تطابق بهتری برخوردار بود. نتیجه کار آن‌ها و پژوهش‌های مشابه نشان داد که روش اشنایدر در حوضه‌های کوهستانی پرشیب و روش SCS[2] و مثلثی در حوضه‌های دشتی و کم‌شیب برآورد بهتری را ارایه می‌دهد. در این پژوهش مدل WMS/HEC-HMS[3] برای پیش‌بینی و استخراج هیدروگراف‌های سیل حوضه آب‌ریز قروه استفاده شده است. هدف از این پژوهش ارزیابی روش‌های بارش- رواناب در حوضه آب‌ریز قروه و بررسی اهمیت کاربرد آن‌ها در حوضه‌های بدون آمار آب‌دهی می‌باشد. بر این اساس بهترین روش هیدروگراف واحد که بیش‌ترین تطابق را با هیدروگراف‌های مشاهداتی داشته باشد، پیشنهاد خواهد شد.

مواد و روش‌ها

حوضه آب‌ریز قروه واقع در جنوب‌شرقی استان کردستان و یکی از زیرحوضه‌های حوضه آب‌ریز قزل‌اوزن می‌باشد. این حوضه بین طول‌های ٤۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳٤ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی واقع شده است. از نقشه

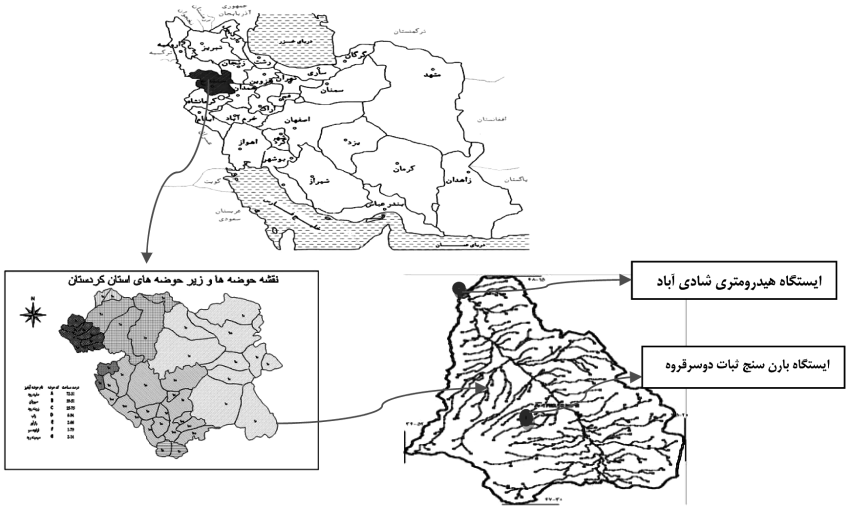
1- Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System
2- Soil Conservation Services
3- Watershed Modeling System

توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور مدل رقومی‌ارتفاعی (DEM[1]) منطقه مورد مطالعه استخراج و با استفاده از مدل WMS/TOPAZ[2] آب‌راهه‌ها و شبکه جریان ترسیم گردید، سپس مرز حوضه مشخص و سایر مشخصه‌های فیزیکی و توپوگرافی حوضه و رودخانه‌ها استخراج شد که نتایج در جدول ۱ آمده است. شکل ۱ نمایشی از زیرحوضه موردنظر می‌باشد. در طی دوره آماری ۲۵ ساله از سال ۸۸-۱۳٦٤، ۵ رگبار به‌طوری‌که سیل هم‌زمان آن موجود باشد برای استخراج هیدروگراف شبیه‌سازی شده انتخاب گردید که ٤ مورد آن برای واسنجی ضرایب روش‌های هیدروگراف واحد و یک مورد دیگر برای صحت‌سنجی مدل مورد استفاده قرار گرفته است. از داده‌های ایستگاه هیدرومتری شادی‌آباد در خروجی حوضه برای واسنجی مدل استفاده شد. نمونه‌ای از هیدروگراف مشاهداتی به‌همراه منحنی تجمعی بارش در شکل ۲ آمده است. مدل HEC-HMS علاوه‌بر تخمین مقادیر رواناب ناشی از بارش‌های اتفاق افتاده، این امکان را به کاربر می‌دهد تا اهداف موردنظر خود را بدون رخداد طبیعی و برای دوره بازگشت‌های مختلف مورد نیاز طرح شبیه‌سازی نموده و هیدروگراف سیل طرح را پیش‌بینی نماید (بیگلی و موگلن، ۲۰۰۳). در این مطالعه روش شماره منحنی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) برای محاسبه تلفات و تولید بارش مازاد، روش دبی ثابت ماهانه برای شبیه‌سازی دبی پایه و روش SCS و اشنایدر برای تبدیل بارش مازاد به رواناب به‌کار برده شده است.

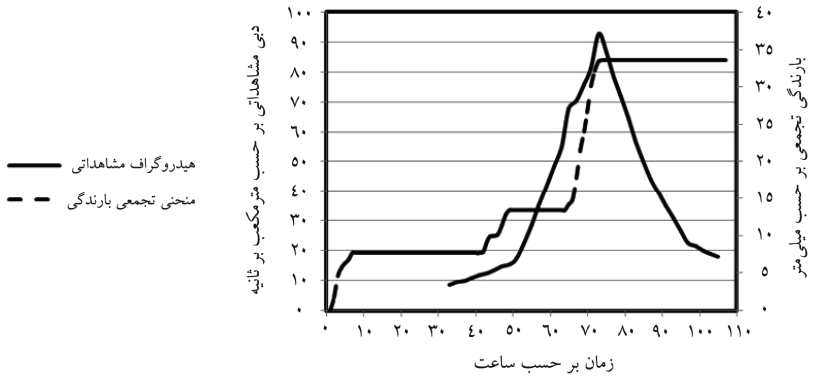
جدول ۱- مشخصات فیزیوگرافی حوضه آب‌ریز قروه.

مساحت حوضه آب‌ریز (کیلومترمربع)	محیط حوضه آب‌ریز (متر)	طول بلندترین آب‌راهه (متر)	شیب آب‌راهه اصلی (درصد)	فاصله خروجی از مرکز ثقل حوضه (متر)	حداکثر ارتفاع حوضه (متر)	حداقل ارتفاع حوضه (متر)
۱۷۸۲	۲۸۹۹۸۰	۹۱۷۳٤	۸/۱٦	٤٤٦٤۷	۳۱۸۸	۱۵۲۲

1- Digital Elevation Model
2- Topographic Parameterization Program



شکل ۱- موقعیت و شکل زیرحوضه قروه و ایستگاه‌های موجود در محدوده مورد مطالعه.



شکل ۲- منحنی تجمعی بارش به همراه هیدروگراف سیل هم‌زمان آن در رگبار ۸۶/۲/۷.

برای تخمین اولیه شماره منحنی از داده‌های مشاهداتی استفاده شده است. متوسط پارامترهای واسنجی شده به‌عنوان مقادیر بهینه پارامترها به مدل معرفی گردید براساس مدل واسنجی شده، پیش‌بینی بارش- رواناب حوضه آب‌ریز منطقه طرح انجام شد. هیدروگراف به‌دست آمده از مدل با

هیدروگراف مشاهداتی مقایسه و میزان مطابقت دو هیدروگراف مورد ارزیابی قرار گرفته است.

نتایج و بحث

برای به‌دست آوردن CN[1] یکی از روش‌ها استناد به مشاهده‌ها و شرایط هیدرولوژیک مرتبط با وقوع سیلاب برآوردی از روش SCS-CN می باشد که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج به‌دست آمده از برآورد مقادیر اولیه شماره منحنی (CN) از روی حجم سیلاب مشاهداتی با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا در جدول ۲ ارایه شده و نیز نتایج مربوط به مرحله واسنجی نیز در جدول‌های ۳ و ٤ آمده است. در ضمن نمونه‌ای از نمودار هیدروگراف مشاهداتی به همراه شبیه‌سازی شده از هر دو روش در شکل ۳ ارایه شده است. برای ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌های به‌دست آمده از واسنجی، مدل برای یک رگبار خاص (رگبار مورخ ۱۳۸٦/۲/۷) اجرا شد که نتایج آن در جدول ۵ و شکل ٤ نشان داده شده است.

جدول ۲- برآورد اولیه شماره منحنی (CN) با استفاده از داده‌های مشاهداتی از روش SCS.

تاریخ وقوع	حجم کل رواناب (مترمکعب)	مساحت کل حوضه (کیلومترمربع)	رواناب (میلی‌متر)	ارتفاع بارندگی (میلی‌متر)	نگهداشت حوضه (میلی‌متر)	شماره منحنی
۷۰/۱/۳	۷۵۸۲۳۲	۱۷۸۲/۱	۰/٤۳	۱۵/۳	٥٦/۱۲	۸۱/۹
۷۰/۱/۲۸	٦۷٥۰۰	۱۷۸۲/۱	۰/۰٤	۲۱/۰۸	۹۹/٥۳	۷۱/۸
۷٥/۱/۲٤	٤۲۸۷۷۸۰	۱۷۸۲/۱	۲/٤۱	۳٤/۰۲	۹٦/۹۷	۷۲/۳۷
۷۷/۱/۷	۷٤٥۹۹۲	۱۷۸۲/۱	۰/٤۲	۱۳/۸	٥۰/۲۸	۸۳/٤۷

جدول ۳- مقایسه نتایج هیدروگراف مشاهداتی و محاسبه شده توسط مدل با استفاده از روش SCS.

تاریخ وقوع رگبار	شماره منحنی بعد از واسنجی	زمان تأخیر (دقیقه)	تلفات اولیه (میلی‌متر)	دبی اوج مشاهداتی (مترمکعب بر ثانیه)	دبی اوج محاسبه شده (مترمکعب بر ثانیه)	درصد خطا	حجم رواناب مشاهداتی (هزار مترمکعب)	حجم رواناب محاسبه شده (هزار مترمکعب)	درصد خطا
۷۰/۱/۳	۸۲/۸	٦۰٥	۱۰/٥٥	۲۷/۱۲	۲۷/۰٥	۰/۲٥	۷۳۹٥	٥۲۲۷	۲۹/۳
۷۰/۱/۲۸	۷۲/۸	۷۲۰	۱۸/۹۸	٤/۲٥	٤/۲٤	۰/۲۳	۷٦۷	٦۸٦	۱۰/٦
۷٥/۱/۲٤	۷۰/۳	۸٤۰	۲۱/٤٦	٥۲/٥۳	٥۲/۰۰	۱	۹٥۷۳	۷٥۹٦	۲۰/۷

1- Curve Number

۷۷/۱/۷	۸٤/۷	۷٤٦	۹/۱۷	۱٦/۲	۱٦/۰٦	۰/۸۷	۱٦۲٤	۱۱۹۰	۲٦/۷

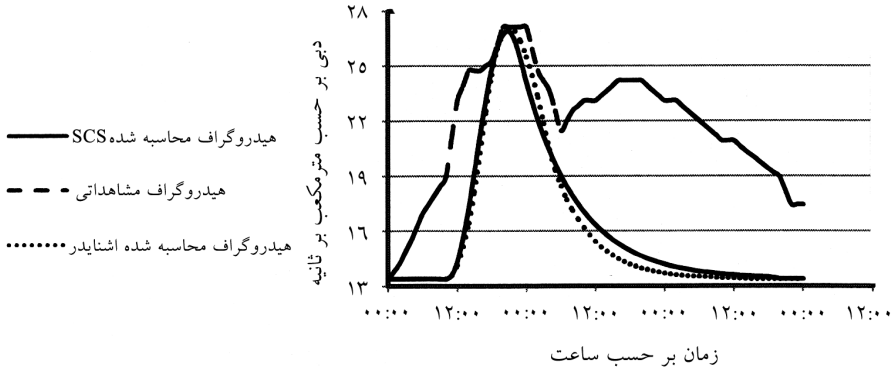
جدول ٤- مقایسه نتایج هیدروگراف مشاهداتی و محاسبه شده توسط مدل با استفاده از روش اشنایدر.

تاریخ وقوع رگبار	شماره منحنی	زمان تأخیر (دقیقه)	تلفات اولیه (میلی‌متر)	C_P	دبی اوج مشاهداتی (مترمکعب بر ثانیه)	دبی اوج محاسبه شده (مترمکعب بر ثانیه)	درصد خطا	حجم رواناب مشاهداتی (هزار مترمکعب)	حجم رواناب محاسبه شده (هزار مترمکعب)	درصد خطا
۷۰/۱/۳	۸۳/۲	۳٦۰	۱۰	۰/٦۳	۲۷/۱۲	۲٦/۸۸٦	۰/۸٦	۷۳۹۵	٥۲۸۹	۲٦/٤۷
۷۰/۱/۲۸	۷۳/٥	٦٤۸۰	۱۸	۰/٥۷	٤/۲	٤/۲۲٦۷	۰/٥٥	۷٦۷	۷۲۸	٥/۰۳
۷٥/۱/۲٤	۷۱	٦۳٦	۲۱	۰/٤۸	٥۲/٥۳	٥۲/٥۱۳	۰/۰۳	۹٥۷۳	۷۸۷۳	۱۷/۷٦
۷۷/۱/۷	۸۷	۱۲۰۰	۸	۰/٥٤	۱٦/۲	۱٦/۰٤٤	۰/۹٦	۱٦۲٤	۱٤۳۱	۱۱/۸۷

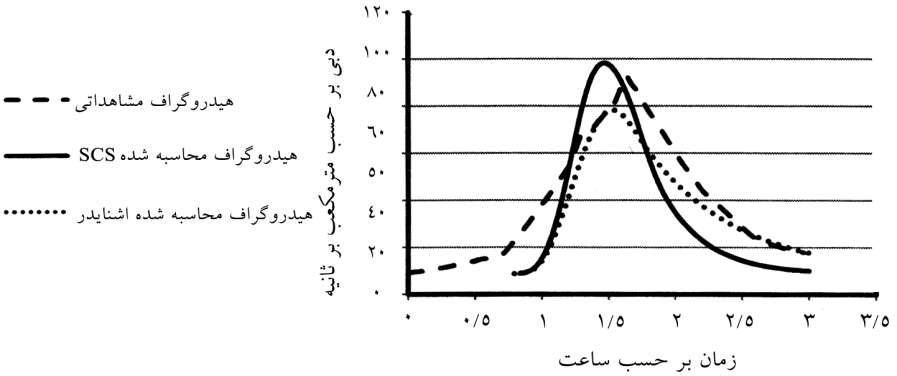
جدول ٥- نتایج هیدروگراف مشاهده‌ای و محاسبه‌ای از روش SCS و اشنایدر در مرحله صحت‌سنجی.

تاریخ وقوع رگبار	روش برآورد هیدروگراف	شماره منحنی	زمان تأخیر (دقیقه)	تلفات اولیه (میلی‌متر)	دبی اوج مشاهداتی (مترمکعب بر ثانیه)	دبی اوج محاسبه شده (مترمکعب بر ثانیه)	درصد خطا
۸٦/۲/۷	SCS	۷۷/٦٥	۷۳۷	۱٥/۰٤	۹۲/٦	۹۸/۱٤٤	٥/۹
	اشنایدر	۷۸/٤۲	۸٦٤	۱٤/۲۳	۹۲/٦	۷۸/۲۱	۱٥/٥۳

در روش SCS برای این‌که پارامترهای بیش‌تری به‌ویژه شماره منحنی حوضه در نظر گرفته می‌شود، نتایج بهتری به‌دست می‌آید. با توجه به اختلاف دبی اوج هیدروگراف سیل محاسبه شده نسبت به مشاهده شده در مرحله صحت‌سنجی ۵/۹ درصد و ۱۵/۵۳ درصد به‌ترتیب برای روش‌های SCS و اشنایدر، نشان می‌دهد که روش SCS مطابقت بهتری با شرایط هیدرولوژیکی حوضه داشته و نتایج مناسب‌تری را ارایه می‌نماید. با توجه به این‌که این حوضه به‌صورت یک حوضه دشتی می‌باشد، نتایج این مطالعه با نتایج پژوهش‌های کافل و همکاران (۲۰۰۷) و برخورداری و همکاران (۲۰۰٦) مطابقت دارد. ولی با توجه به آن‌که برای حجم رواناب خطای بین ۳۰-۵ درصد می‌باشد می‌توان بیان داشت که نتایج واسنجی و ارزیابی مدل در مورد حجم ناشی از رواناب قابل‌قبول نمی‌باشد.



شکل ۳- هیدروگراف مشاهداتی و محاسبه شده بعد از واسنجی با روش اشنایدر و SCS در رگبار ۷۰/۱/۳.



شکل ٤- مقایسه هیدروگراف محاسبه شده با مشاهداتی در مرحله صحت‌سنجی برای رخداد ۸٦/۲/۷ با روش اشنایدر و SCS.

همان‌طورکه از شکل پیداست در مرحله واسنجی هر دو روش تقریباً نتایج یکسانی دارند، ولی در مرحله صحت‌سنجی روش SCS هیدروگراف آن سریع‌تر به اوج رسیده و مقدار برآوردی آن بیش‌تر است که این می‌تواند در پیش‌بینی وقایع سیل دارای اهمیت باشد. بنابراین از روی نتایج این پژوهش و پژوهش مشابه انجام گرفته در مناطق دیگر می‌توان استنباط نمود که روش SCS نزدیک‌ترین برآورد را

از دبی اوج واقعی در بیش‌تر مناطق ارایه می‌نماید.

نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که شماره منحنی برآورد شده از روش SCS-CN و همچنین از طریق واسنجی مدل با استفاده از روش‌های SCS و اشنایدر بین ۸٦-۷۰ می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که حوضه آب‌ریز قروه در مجموع یک حوضه با نفوذپذیری کم می‌باشد. دلیل تغییر CN در وقایع مختلف سیلاب را می‌توان بروز شرایط مختلف در زمان وقوع سیلاب به‌خصوص تغییر شرایط و شدت بارندگی دانست که روش SCS و اشنایدر توان تحلیل بر روی آن را ندارد. همچنین مشخص گردید که فرض تلفات اولیه برابر S ۰/۲ برای حوضه آب‌ریز قروه مناسب می‌باشد. در مرحله صحت‌سنجی روش SCS با درصد خطای کم‌تری مقدار دبی اوج را برآورد می‌کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که روش SCS برای برآورد سیلاب در این حوضه و حوضه‌های بدون آمار مشابه بهتر است. از طرفی روش SCS دارای مقبولیت جهانی بوده و بیش‌تر از روش اشنایدر مورد استفاده قرار گرفته است. در این پژوهش از شاخص درصد خطا در دبی اوج جریان برای مقایسه استفاده شد علت استفاده از درصد خطای دبی اوج به‌عنوان تابع هدف بهینه‌سازی در روش واسنجی اهمیت تخمین دقیق‌تر دبی پیک در پروژه‌های مهار سیلاب می‌باشد.

سپاسگزاری

از شرکت آب منطقه‌ای کردستان که در انجام این پژوهش نهایت همکاری را با نویسندگان مقاله داشته است سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1.Barkhordari, J., Talvari, A., Giasi, N., and Rastegar, H. 2006. Investigation of Application and Evaluation of Unit Hydrograph in Flood Estimation in Sykhoran Watershed in Hormozgan Province. J. Res. and Cons. 71: 57-65. (In Persian)

2.Beighley, R.E., and Moglen, G.E. 2003. Adjusting measured peak discharges from an urbanized watershed to reflect a stationary land use signal. Water Resources Research, 39: 1093-1104.

3.Kafle, T.P., Hazarika, M.K., Karki, S., Shrestha, R.M., Sharma R., and Samarakoon, L., 2007. Basin scale rainfall-runoff modeling for flood forecasts.

5th Annual Mekong flood Forum. Vietnam.

4.Mahdavi, M. 2009. Applied Hydrology. Second Volume. Tehran Univer. Press, 437p. (In Persian)
5.Silviera, L.F., Charboanier, F., and Genta, L. 2000. The antecedent soil moisture condition. Hydrol. Sci. J. 45: 3:3-12.
6.Viessman, JR.W., and Lewis, G.L. 2002. Introduction to Hydrology. 5th ed. Harper Collins, 612p.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 19(4), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Evaluation of WMS/HEC-HMS model in flood forecasting of Ghorve watershed

F. Nouri[1], *J. Behmanesh[2], B.A. Mohammadnezhad[2] and H. Rezaei[2]
[1]M.Sc. Student, Dept. of Water Structure Engineering, Urmia University,
[2]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Urmia University
Received: 10/10/2011; Accepted: 07/22/2012

Abstract

Rainfall-runoff models such as Watershed Modeling System (WMS) are suitable tools for watersheds hydrological simulation. In this research, different and effective parameters in hydrological modeling of Ghorve watershed were studied. Five storm Hyetographs and corresponding hydrographs were selected. Using the HEC-HMS sub model and SCS and Snyder methods, flood hydrograph was simulated and then calibrated and validated. The results in validation phase showed that for simulation of peak discharge, the SCS method has better agreement compared to observed data.

Keywords: Simulation, Calibration, Validation, Snyder, SCS

* Corresponding Author; Email: j.behmanesh@urmia.ac.ir