

**EXTENDED ABSTRACT**

## **Calibration and Evaluation of SCS Method for Estimating Flood Runoff in Pasekohak Watershed**

M. Adeli<sup>1</sup> and Z. Mohammadi<sup>2\*</sup>

1- Ph.D. Candidate of Hydrogeology, Department of Earth Science, Shiraz University.

2\* - Corresponding Author, Associate Professor of Hydrogeology, Department Of Earth Science, Shiraz University (*zmohammadi@shirazu.ac.ir*).

Received: 6 February 2016

Revised: 19 April 2017

Accepted: 23 April 2017

**Keywords:** : Pasekohak Watershed, Runoff, SCS Method, Curve Number (CN), Remote Sensing.  
**DOI:** 10.22055/jise.2017.16921.1233.

### **Introduction**

The Curve Number (SCS-CN) method, one of the most widely used methods for estimating runoff in hydrology, has been developed by soil conservation services. The application of SCS equation in Iran may be mixed with considerable errors due to different climatological, geological, and hydrological characteristics. In addition, the other cause of error in this method is the relationship between Ia and S (Equation 2), which is experimental and has been taken from rainwater data in small laboratories (Anonymous, 1972). This relationship can be criticized in terms of the document and was examined in various studies of its accuracy and application (Bo et al., 2011, Shi et al., 2009, Baltas et al., 2007, Mishra et al., 2006, 2004, Hawkins et al., 2002). In order to calibrate the SCS equation and evaluation in empirical relations, Pasekohak catchment was selected. Pasekohak basin includes four sub-basins where flood runoff was gauged during five flood events. Curve Number (CN) for the sub-basins was estimated according to the remote sensing, geological maps, and field works. The real hydrograph for each event was compared with SCS hydrograph in HEC-HMS software, and the calibration and correction of SCS coefficients were conducted. The results suggest a correction coefficient of 0.92 for SCSLag, the average ratio of Ia/S is 0.044, which is completely different from 0.2 in SCS. The CN in the study area is 0.41 of CN provided by SCS.

### **Methodology**

In this study, in order to investigate the validity of the relations in the SCS method, the watershed of Pascukhak with an area of about 72 square kilometers located in the west of Shiraz was studied. This basin has 4 sub-basins and 5 measuring stations. 5 rainfall events were used for direct runoff measurement. flood discharge measurements were carried out several times in different events at each station. The runoff depth was also taken at intervals of 2 to 4 hours in all rainfall events at each station (Rating curve). in this research, AutoCAD software (extraction of precipitation data from relevant graphs), ArcGIS (geological map and slope distribution), ENVI (land use differentiation), and finally, HEC-HMS (for the comparison and calibration of real hydrograph and hydrograph derived from SCS) have been used. Using field studies in the study area and according to the geology map (the genus of the rock formations in the region) and the permeability of the alluvium from each formation and the relevant tables, soil hydrological groups in the Pascourt basin and sub-basin were determined (table 1). In order to determine the land used in the studied area, TM satellite images (12 / June / 1998) and the ENVI 3.4 (2006) software were used.

**Table 1- geological formations and related hydrological groups**

Formation	Hydrologic group
Gachsaran	C
Bakhtiyari Conglomerate	C
Bakhtiyari Conglomerate	A
Alluvial	
Gachsaran Alluvial	B
Razak	C
Asmari	B
gorpeiy	C

### Results and Discussion

Using the data above, the hydrologic groups of the soil and the percentage of each hydrological group were determined in the study area. Finally, the amount of CN in moisture conditions II was determined for the Peschuk basin and sub-basin (table 2). The calibration of the SCS method was performed based on the calculated and observed hydrographs for each rainfall event using the HEC-HMS software. Possible sources of error in the SCS method can be referred to as the IA / S ratio. This ratio is ascertained experimentally and equals to 0.2. Also, in the SCS method, the time factor does not play an important role. This means that the precipitation intensity is not considered. Thus, in this research, the IA / S ratios for the basin and sub-basins were determined and we tried to investigate the role of time (rainfall intensity) by drawing different factors in comparison with rainfall intensity. Therefore, changes in CN, SCS Lag, and Ia values have been studied and compared with rainfall intensity.

**Table 2- Estimated CN (humidity condition II) for Pasekohak basin and sub basins**

Basin /sub basin	CN
Pasekohak basin	70
Pasekohak sub basin	60
Maroon sub basin	72
Gazdan-Maroon sub basin	72
Maroon-Maroon sub basin	70

The results obtained in this study indicate that the calibrated SCS Lag values vary at different stations, and the average value obtained from the SCS Lag calibrated to SCS Lag from SCS is 0.92. thus, we can use Equation 1 to obtain the actual SCS Lag value

$$SCSLag_o = SCSLag_{SCS} \times 0.92 \quad (1)$$

The amount of initial abstraction in this study was lower than those predicted by the SCS method in all sub-basins. The average Ia / S value obtained in this study is 0.44, according to 2:

$$I_a = 0.044 \times S \quad (2)$$

This equation can be used instead of the SCS experimental relationship. Given the CN estimated by the SCS method, and the average of actual CN obtained for each sub-basin, the correction coefficient as equation 3 will be used for converting the estimated to the observation CN

$$CN_o = CN_{SCS} \times 0.41 \quad (3)$$

### Conclusions

The results showed that the calibrated SCS Lag values vary at different stations, and the average value obtained from the SCS Lag calibrated to SCS Lag from SCS is 0.92. The amount of initial abstraction in this study was lower than those predicted by the SCS method in all sub-basins. The

average  $I_a / S$  value obtained in this study is 0.44. Given the CN estimated by the SCS method and the average of actual CN obtained for each sub-basin, the correction coefficient could be 0.41 for converting the estimated to the observation CN. This research was carried out in the Pesekohak watershed and its results are valid for this basin. It is suggested that similar research be carried out in the same climatic conditions in order to ascertain the accuracy of the relationships, and then the results obtained from this study could be used in similar basins in terms of lithology, soil type, and physiography characteristics.

### References

- 1- Baltas, E.A., Dervos, N.A. and Mimikou, M.A., 2007. Determination of the SCS initial abstraction ratio in an experimental watershed in Greece. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 11(6), pp.1825-1829.
- 2- Bo, X.I.A.O., Qing-Hai, W.A.N.G., Jun, F.A.N., Feng-Peng, H.A.N. and Quan-Hou, D.A.I., 2011. Application of the SCS-CN model to runoff estimation in a small watershed with high spatial heterogeneity. *Pedosphere*, 21(6), pp.738-749.
- 3- Hawkins, R.H., Jiang, R., Woodward, D.E., Hjelmfelt, A.T., Van Mullem, J.A., and Quan, Q.D., 2002, July. Runoff curve number method: examination of the initial abstraction ratio. In *Proceedings of the Second Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Las Vegas, US Geological Survey, Lakewood, Colorado*.
- 4- Jain, M.K., Mishra, S.K., Suresh Babu, P. and Venugopal, K., 2006. On the  $I_a$ - $S$  relation of the SCS-CN method. *Hydrology Research*, 37(3), pp.261-275.
- 5- Mishra, S.K., Jain, M.K. and Singh, V.P., 2004. Evaluation of the SCS-CN-based model incorporating antecedent moisture. *Water resources management*, 18(6), pp.567-589.
- 6- Mishra, S.K., Sahu, R.K., Eldho, T.I. and Jain, M.K., 2006. An improved  $I_a$   $S$  relation incorporating antecedent moisture in SCS-CN methodology. *Water Resources Management*, 20(5), pp.643-660.
- 7- SCS, U., 1972. National engineering handbook. *Hydrology Section*, 4.
- 8- Shi, Z.H., Chen, L.D., Fang, N.F., Qin, D.F. and Cai, C.F., 2009. Research on the SCS-CN initial abstraction ratio using rainfall-runoff event analysis in the Three Gorges Area, China. *Catena*, 77(1), pp.1-7.
- 9- Woodward, D.E., Hawkins, R.H., Jiang, R., Hjelmfelt, A.T.J. and Van Mullem, J., 2003, June. Runoff curve number method: examination of the initial abstraction ratio. In *World Water & Environmental Resources Congress 2003 and Related Symposia*.





## واسنجی و ارزیابی روش SCS در برآورد سیلاب در حوضه آبریز پسکوهک

مجتبی عادل<sup>۱</sup> و زرغام محمدی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی دکتری آشناسی، بخش علوم زمین دانشگاه شیراز.

۲- نویسنده مسئول، دانشیار گروه آشناسی بخش علوم زمین، دانشگاه شیراز zmmohammadi@shirazu.ac.ir

پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۳

بازنگری: ۱۳۹۶/۱/۳۰

دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷

### چکیده

روش SCS-CN از جمله روش‌های پرکاربرد و معمول در هیدرولوژی برای تخمین روان‌آب می‌باشد که توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا ارائه شده است. استفاده از این روش در حوضه‌های ایران به دلیل تفاوت‌های اقلیمی، هیدرولوژی و زمین‌شناسی می‌تواند با درصدی از خطا همراه باشد. در این مطالعه کارایی روش SCS و ارزیابی روابط تجربی آن در حوضه معرف پسکوهک انجام شد. در پنج واقعه بارش، اندازه‌گیری روان‌آب در چهار زیرحوضه و خروجی اصلی حوضه انجام گرفت. مقدار CN با استفاده از مطالعات سنجش از دور، نقشه‌های زمین‌شناسی و بازدیدهای صحرائی تعیین گردید. سپس با ترسیم هیدروگراف واقعی حاصل از واقعه بارش و مقایسه آن با هیدروگراف حاصل از روش SCS در نرم‌افزار HEC-HMS، کالیبراسیون و تصحیح ضرایب SCS انجام گرفت. نتایج نشان می‌دهد که مقدار ضریب تصحیح برای SCSLag برابر با ۰/۹۲ می‌باشد. مقدار میانگین Ia/S در حوضه پسکوهک برابر با ۰/۰۴۴ می‌باشد که اختلاف زیادی با مقدار ۰/۲ معادله SCS دارد. ضریب تصحیح برای تبدیل CN در حوضه مورد مطالعه برابر با ۰/۴۱ برآورد شده است.

**کلید واژه‌ها:** رواناب، هیدروگراف، روش SCS، شماره منحنی، سنجش تصاویر ماهواره‌ای.

### مقدمه

ورودی به این روش اندک و نسبتاً ساده می‌باشد، بسیاری از مدل‌های حوضه آبریز از قبیل کریمز (Knisel, 1980)، ایپک (Sharpley, 1990) و اسوات (Arnold and Williams, 1995) و غیره از این روش استفاده می‌کنند. مهمترین کاربرد روش SCS تخمین مقدار روان‌آب در هیدروگراف سیلاب‌ها و یا میزان دبی اوج سیلاب‌ها می‌باشد (Anonymous, 1972). برای یک واقعه طوفان ساده رابطه بین بارش، روان‌آب و نگره داشت در هر نقطه (بارشی که به روان‌آب تبدیل نمی‌شود) از منحنی تجمعی را می‌توان به صورت زیر بیان کرد.

$$P = I_a + F + Q \quad (1)$$

$$I_a = 0.2S \quad (2)$$

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \quad (3)$$

در این روابط P: مقدار بارش برحسب اینچ، Ia: مقدار جذب اولیه، F: نفوذ تجمعی به استثنای Ia، S: بیشترین پتانسیل نگره داشت بعد از شروع روان‌آب و Q: مقدار رواناب می‌باشد. مقدار S در معادله (۳) از رابطه زیر به دست می‌آید:

تخمین روان‌آب سطحی برای ارزیابی توانایی تولید روان‌آب در یک حوضه و همچنین در طراحی سازه‌های آبی از قبیل آب‌بند پل‌ها و غیره ضروری می‌باشد. دو روش معمول برای تعیین دبی طراحی در موقعیت‌های فاقد آمار وجود دارد: مدل‌های بارش-روان‌آب، که از خصوصیات حوضه آبریز و بارش به منظور تخمین جریان استفاده می‌کنند و طریقه دیگر، استفاده از روش‌های رگرسیونی است (Karrabi et al., 2015). روش‌های متعددی برای تخمین و اندازه‌گیری روان‌آب وجود دارد که برخی از آن‌ها عبارتند از: روش منحنی نفوذ، روش گرین-امپت، روش کلارک، روش آشنایدر، روش شرمن-موکاس، فرمول‌های تجربی و روش سازمان حفاظت خاک آمریکا. روش شماره منحنی سازمان حفاظت خاک آمریکا که توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا ایجاد شده است از جمله روش‌های معمول در هیدرولوژی می‌باشد که برای حوضه‌هایی که فاقد داده‌های اندازه‌گیری روان‌آب می‌باشند، به کار می‌رود (Alizadeh, 2005). همچنین این روش قادر است در هر حوضه آبخیز شهری، طبیعی و مختلط به کار رود. از دیگر مزایای این روش این است که می‌توان این روش را برای حوضه‌های فاقد و یا واجد آمار و داده‌های روان‌آب به کار برد (Neshat and Sedghi, 2006). با توجه به اینکه داده‌های

و کالیبراسیون ضرایب روش SCS ۳- اصلاح رابطه تجربی Ia/S براساس داده‌های واقعی سیلاب در حوضه مورد مطالعه.

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (۴)$$

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

حوضه مورد مطالعه پسکوهک با مساحتی حدود ۷۳ کیلومتر مربع در جنوب ایران و در غرب شیراز واقع شده است (شکل ۱). این حوضه دارای چهار زیرحوضه اصلی می‌باشد که برای هر کدام از این زیرحوضه‌ها یک ایستگاه اندازه‌گیری در نظر گرفته شده است و یک ایستگاه اندازه‌گیری روان‌آب نیز در خروجی کل حوضه پسکوهک قرار دارد.

به‌طور کلی پنج ایستگاه اندازه‌گیری در این حوضه وجود دارد (شکل ۲) که این ایستگاه‌ها از پایین‌دست به بالادست عبارتند از: ۱- ایستگاه علی‌آباد ۲- ایستگاه مارون ۳- ایستگاه پسکوهک ۴- ایستگاه مارون - مارون ۵- ایستگاه گزدان - مارون مقدار مساحت و محیط هریک از زیرحوضه‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است. ایستگاه هیدرومتری علی‌آباد با مشخصات جغرافیایی  $29^{\circ}, 44', 13''N$  و  $52^{\circ}, 18', 13''E$  مهم‌ترین ایستگاه اندازه‌گیری در منطقه مورد مطالعه می‌باشد، زیرا این ایستگاه نقطه خروجی حوضه پسکوهک می‌باشد و تمام روان‌آب حاصله پس از رسیدن به شاخه اصلی رودخانه از این نقطه خارج می‌شود. به عبارت دیگر این ایستگاه جمع‌آوری کننده‌ی روان‌آب حاصله از چهار ایستگاه دیگر مربوط به زیرحوضه‌ها می‌باشد. این ایستگاه هیدرومتری با ارتفاعی معادل ۲۰۱۲ متر، پایین‌ترین نقطه ارتفاعی حوضه آبگیر پسکوهک می‌باشد. در این ایستگاه یک دستگاه لیمنوگراف وجود دارد که سطح آب را به‌صورت خودکار برداشت می‌کند. این ایستگاه همچنین مجهز به اشل برای اندازه‌گیری سطح آب، و پل تلفریک برای مواقع سیلابی که نمی‌توان به‌صورت مستقیم در رودخانه اندازه‌گیری انجام داد، می‌باشد.

روش ضریب شماره منحنی (CN) براساس جداول استاندارد است که بر مبنای شرایط اقلیمی، رطوبتی و پوشش گیاهی حوضه‌های آزمایشگاهی آمریکا و برای استفاده داخلی تنظیم شده است (Hawkins et al., 2002). استفاده از این جداول به‌خاطر اعمال نظرات کارشناسی و عدم تطابق شرایط اولیه‌ی ارایه شده در جداول استاندارد با شرایط ایران، همواره می‌تواند با خطای زیادی همراه باشد. مطالعه‌های مختلف نشان داده است که تعیین شماره منحنی به این روش دارای عدم قطعیت می‌باشد (Abdullah, 2004). علاوه بر این از دیگر عوامل ایجادکننده خطا در این روش رابطه بین Ia و S (معادله ۲) است که به‌صورت تجربی بوده و از داده‌های بارش روان‌آب در حوضه‌های کوچک آزمایشی به‌دست آمده است (Anonymus, 1972). این رابطه می‌تواند از لحاظ سند و مدرک مورد انتقاد قرار بگیرد و در مطالعات گوناگونی صحت و کاربرد آن مورد بررسی قرار گرفت (Shi et Jain et al., 2006, Bo et al., 2011, Mishra et al., 2006, Baltas et al., 2007, al., 2009, and 2004). بنابراین در این مطالعه برای بررسی کارایی روش SCS و ارزیابی روابط تجربی آن از قبیل مقدار Ia/S حوضه معرف پسکوهک استفاده شده است. این حوضه کوچک در استان فارس و در غرب شیراز واقع شده است. حوضه پسکوهک دارای چهار زیرحوضه می‌باشد و هریک از زیرحوضه‌ها دارای یک ایستگاه اندازه‌گیری می‌باشد که اندازه‌گیری‌ها و مطالعات مربوطه در هر چهار زیرحوضه انجام گرفت. به‌طور کلی هدف از این مطالعه عبارت است از: ۱- بررسی روش SCS و ارزیابی کارایی آن در حوضه مورد مطالعه ۲- اصلاح

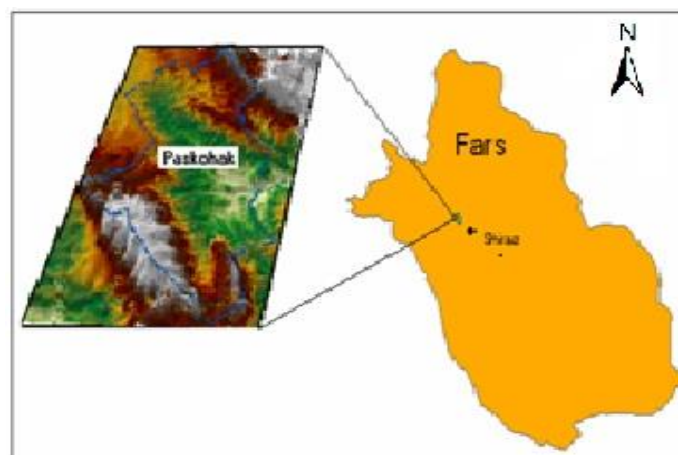


Fig. 1- Geographical location of paskohak Watershed

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه پسکوهک

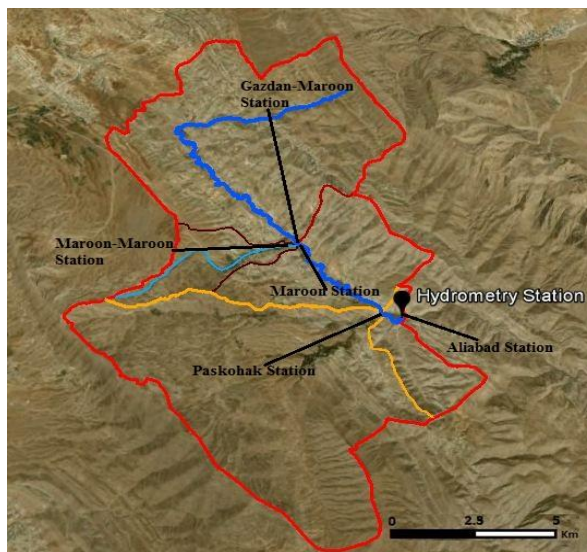


Fig. 2- Location of hydrometry stations in pasekohak watershed

شکل ۲- موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری در حوضه پسکوهک

جدول ۱- خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه و زیرحوضه‌های مورد مطالعه

Table 1- Hydrological characteristics of the studied watersheds

Basin /sub basin	area (km <sup>2</sup> )	perimeter (km)	Time of concentration(h) SCS method	Time of concentration(h) Bransby-williams method	Stream lengths(km)	Drainage density (km/km <sup>2</sup> )
Pasekohak basin	73	47	8.6	4.5	14	3.2
Pasekohak sub basin	29	26.5	3.75	2.5	-	-
Maroon sub basin	40	33	6.7	4	-	-
Gazdan-Maroon sub basin	5	11.8	2.14	3.2	-	-
Maroon-Maroon sub basin	24	24.3	5.3	1.6	-	-

در تمامی ایستگاه‌ها برداشت شد. در نهایت با توجه به این داده‌ها منحنی‌های دبی-اشل مربوط به هر ایستگاه رسم گردید. در شکل (a-3) منحنی دبی اشل مربوط به ایستگاه هیدرومتری علی-آباد نشان داده شده است. با رسم دبی‌های به‌دست آمده در محور عمودی، در مقابل زمان که در محور افقی قرار می‌گیرد، هیدروگراف مربوط به هر واقعه بارش برای هر ایستگاه تهیه شد. پس از به‌دست آوردن هیدروگراف واقعی مربوط به هر واقعه بارش در هر ایستگاه، هیدروگراف‌های مصنوعی توسط روش SCS برای هر واقعه بارش برای هر ایستگاه برآورد شد تا بتوان این دو هیدروگراف را با هم مقایسه کرد. روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) به این صورت می‌باشد که در ابتدا باید با توجه به خصوصیات حوضه از لحاظ پوشش گیاهی، نوع کاربری اراضی، گروه هیدرولوژیکی خاک و شرایط رطوبتی پیشین، شماره منحنی (CN) را برای حوضه مشخص کرد و با توجه به این شماره منحنی مقدار پتانسیل نگهداشت (S) را به‌دست آورد و در نهایت با توجه به رابطه اصلی روش SCS مقدار روان‌آب حاصله از یک واقعه بارش را برآورد کرد

#### داده‌های مورد استفاده

##### داده‌های بارش

آمار و اطلاعات مربوط به بارش در حوضه پسکوهک از باران‌سنج ثابت موجود در منطقه استخراج شده است. به دلیل اختلاف ارتفاع زیاد در حوضه پسکوهک، منحنی بارش-ارتفاع برای این حوضه ترسیم گردید و با توجه به ارتفاع هر ایستگاه ضریب تصحیحی برای بارش در هر ایستگاه برآورد شده است و مقدار بارش در زیرحوضه‌های مختلف که دارای ارتفاع متوسط مختلفی نسبت به محل ایستگاه باران‌سنج موجود می‌باشند، برآورد شده است. وقایع بارش اندازه‌گیری شده و خصوصیات هر یک از این وقایع در جدول (۲) ارائه شده است.

##### داده‌های روان‌آب

در هر ایستگاه، اندازه‌گیری‌های دبی روان‌آب چندین بار در وقایع مختلف توسط مولینه در شرایط مختلف آب و هوایی انجام شده است. داده‌های مربوط به عمق روان‌آب (اشل) نیز به‌صورت بازه‌های زمانی ۲ تا ۴ ساعته و به صورت شبانه روزی در هر واقعه

جدول ۲- وقایع بارش اندازه گیری شده و خصوصیات کلی آن‌ها  
Table 2- General characteristics of the measured rainfall events

Rainfall event	Total rainfall (mm)	Time (Min)	Intensity (mm/h)	Total Rainfall at 5 days before (mm)
2011 November 22	37	630	3.5	22
2011 November 30	30	1384	1.3	16
2012 January 13	40	930	2.5	73
2012 February 1	162	2360	4.12	2
2012 February 17	38	2215	1.03	13

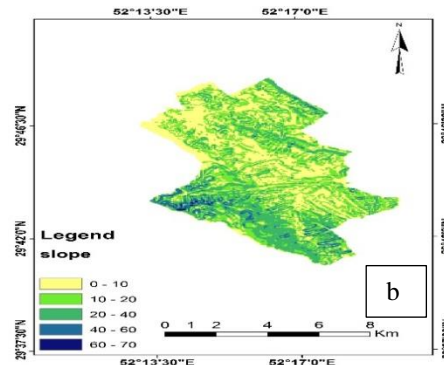
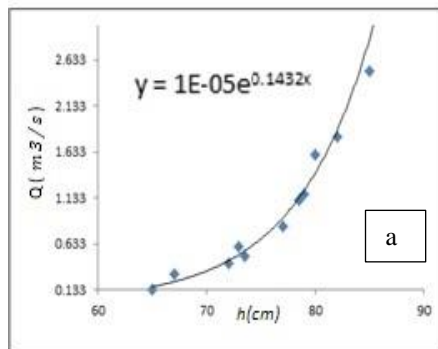


Fig. 3-(a) Rating curve for Aliabad station, (b) Slope map of Paskohak watershed

شکل ۳- (a) نمودار دبی- اشل ایستگاه علی آباد. (b) نقشه شیب حوضه پسکوهک

برای بررسی شیب در حوضه مورد مطالعه پسکوهک نقشه شیب این حوضه توسط نرم افزار ArcGis تهیه شد (شکل ۳-ب). همان‌طور که در شکل پیداست، جناح راست حوضه که در واقع همان زیر حوضه پسکوهک می‌باشد، دارای شیب بیشتری نسبت به سایر مناطق حوضه می‌باشد. مقدار شیب در بعضی ارتفاعات در این ناحیه به ۷۰ درجه می‌رسد. در قسمت‌های مرکزی حوضه (در مسیر آبراهه اصلی) مقدار شیب بسیار اندک می‌باشد و در بیشتر نواحی مقدار شیب بین صفر تا شش درجه متغیر می‌باشد.

#### تعیین گروه‌های هیدرولوژیک و تعیین مقادیر CN در حوضه مورد مطالعه

در این بخش از مطالعه، در ابتدا جهت تعیین کاربری اراضی از تصویر ماهواره‌ای سنجنده TM در تاریخ 12/June/1998 و از نرم افزار ENVI 3.4 (2006) استفاده شد. سپس به منظور تفکیک کاربری اراضی در حوضه آبخیز پسکوهک از سه کاربری اراضی استفاده شد. (شکل ۴ a و b) که عبارتند از: ۱- باغ‌های میوه ۲- زمین‌های کشاورزی ۳- اراضی بایر (پوشش خاک و سنگ).

در منطقه مورد مطالعه سه نوع کاربری اراضی وجود دارد بنابراین با به دست آوردن مساحت مربوط به دو نوع کاربری اراضی (زمین‌های کشاورزی و باغ‌های میوه) می‌توان مقدار باقی مانده ناحیه را به عنوان کاربری سوم (زمین‌های بایر) در نظر گرفت. نتایج حاصل از مطالعات سنجنش از دور که در واقع همان تفکیک کاربری و تعیین مساحت و این که یک کاربری خاص چند درصد از حوضه را پوشش می‌دهد، در جدول (۳) ارائه شده است.

#### نرم افزارهای مورد استفاده

در این مطالعه در گام اول از اطلاعات ثبت شده در گراف‌های باران سنج ثبات استفاده شد. اطلاعات خام گراف‌ها در نرم‌افزار AutoCAD به مقدار بارش مربوط به هر واقعه تبدیل شد. متحنی‌های دبی اشل مربوط به هر یک از زیرحوضه‌ها نیز در EXCEL ترسیم گردید. برای تهیه نقشه زمین‌شناسی، توزیع شیب، توزیع ارتفاع و نقشه آبراهه‌ها در حوضه مورد مطالعه و زیرحوضه‌های آن از نرم‌افزار ARCGIS استفاده شد. تفکیک کاربری اراضی در حوضه مورد مطالعه نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار ENVI انجام شد. در نهایت برای مقایسه و کالیبراسیون هیدروگراف واقعی و هیدروگراف حاصل از SCS نیز از نرم‌افزار HEC-HMS استفاده شد.

#### نتایج و بحث

##### فیزیوگرافی حوضه

خصوصیات فیزیوگرافی حوضه و زیرحوضه‌های مورد مطالعه، در جدول (۱) ارائه شده است. حوضه مورد مطالعه پسکوهک با مساحتی حدود ۷۳ کیلومتر مربع جزو حوضه‌های کوچک به‌شمار می‌آید. طول حوضه پسکوهک (طول آبراهه اصلی) حدود ۱۴ کیلومتر برآورد شد. در حوضه مطالعاتی پسکوهک، توزیع ارتفاعات در زیرحوضه‌های مختلف به صورت متوازن نمی‌باشد. کمترین ارتفاع در این حوضه مربوط به نقطه خروجی است که دارای ارتفاعی حدود ۲۰۱۲ متر می‌باشد و بیشترین ارتفاع مربوط به زیرحوضه پسکوهک است که بالاترین عدد ارتفاعی آن حدود ۲۹۵۰ متر می‌باشد.

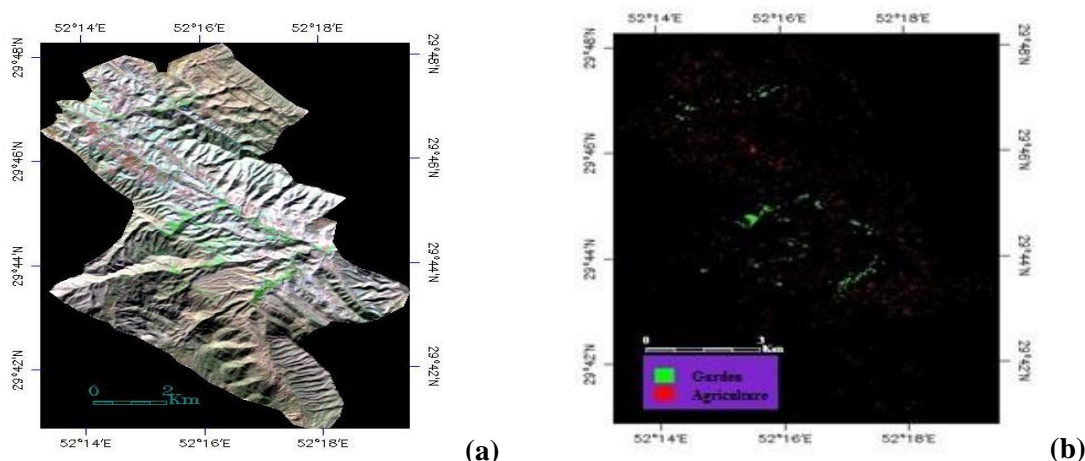


Fig. 4- (a) Satellite image of Pasekohak watershed:RGB:742, (b) Land use (agriculture, gardens and unutilized lands)

شکل ۴- (a): محدوده حوضه آبخیز پسکوهک در تصویر ماهواره‌ای با ترکیب رنگی RGB:742. (b): تفکیک کاربری اراضی (زمین کشاورزی، گیاه یا باغ‌های میوه و زمین‌های بایر)

### جدول ۳- تفکیک کاربری اراضی در حوضه پسکوهک و زیرحوضه‌های آن

Table 3- land use in Pasekohak watershed (basin and sub basins)

Basin /sub basin	Land use	Percent (%)
Pasekohak basin	agriculture	0.6
	garden	0.5
	Incult	98.9
Pasekohak sub basin	agriculture	0.3
	garden	0.7
	Incult	99
Maroon sub basin	agriculture	1.3
	garden	0.7
	Incult	98
Gazdan-Maroon sub basin	agriculture	0.3
	garden	0.7
	Incult	99
Maroon-Maroon sub basin	agriculture	2
	garden	0.5
	Incult	97.5

سخت نسبت به سازندهای سخت دیگر، گروه هیدرولوژیکی B لحاظ گردید و برای برخی دیگر از قسمت‌های حوضه مانند آبرفت‌های سازند گچساران که با توجه به جنس سنگ‌شناسی و خاک‌شناسی آن، مقدار نفوذپذیری بیشتری نسبت به گروه C و نفوذپذیری کمتر نسبت به گروه A دارند، گروه هیدرولوژیکی B در نظر گرفته شد. بنابراین در زیرحوضه‌هایی که دارای تنوع کمی در سنگ‌شناسی می‌باشند طبیعی است که تنوع گروه هیدرولوژیکی نیز محدود باشد. این عمل برای حوضه پسکوهک و هر یک از زیرحوضه‌های آن انجام گرفت (جدول ۴) و در نتیجه گروه‌های هیدرولوژیکی و مساحت مربوط به هر گروه در تمام زیرحوضه‌ها تعیین گردید (جدول ۵).

با استفاده از بررسی‌های میدانی در منطقه و با توجه به نقشه زمین‌شناسی و جنس سنگ‌شناسی سازندهای موجود در منطقه و میزان نفوذپذیری آبرفت‌های حاصل از هر سازند و جداول مربوطه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در حوضه پسکوهک و زیرحوضه-های آن تعیین گردید، به‌صورتی که برای سازند گچساران در منطقه به دلیل جنس رس و مارن بودن آن گروه C و برای سازند کنگلومرای بختیاری نیز با توجه به نفوذپذیری کم آن گروه هیدرولوژیکی C در نظر گرفته شد. آبرفت‌های سازند کنگلومرای بختیاری به دلیل نفوذپذیری بالا و دانه درشت بودن آبرفت، در گروه هیدرولوژیکی A طبقه‌بندی شدند. برای سازند آسماری نیز با توجه به بازدیدهای صحرائی و بارز نبودن پدیده‌های کارستیک و با توجه به بالا بودن مقدار نفوذ این سازند



جدول ۴- سازندهای زمین‌شناسی و گروه‌های هیدرولوژیکی مربوطه

Table 4- Geological formations and related hydrologic groups

Formation	Hydrologic group
Gachsaran	C
Bakhtiyari Conglomerate	C
Bakhtiyari Conglomerate Alluvial	A
Gachsaran Alluvial	B
Razak	C
Asmari	B
Gorpeiy	C

جدول ۵- گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و مساحت مربوط به هر گروه در حوضه و زیرحوضه‌های مورد مطالعه

Table 5- Different soil hydrologic groups and the area of each group in the basin and sub-basins

Basin /sub basin	Hydrologic group	Area(%)
Pasekohak basin	A	18
	B	27
	C	55
	D	-
Pasekohak sub basin	A	23
	B	-
	C	77
	D	-
Maroon sub basin	A	12
	B	18
	C	70
	D	-
Gazdan-Maroon sub basin	A	14
	B	-
	C	86
	D	-
Maroon-Maroon sub basin	A	20
	B	-
	C	80
	D	-

امکان شبیه‌سازی فرایند بارش- روان‌آب در حوضه‌های آبریز را فراهم می‌آورد.

واسنجی روش SCS براساس قیاس هیدروگراف‌های محاسبه شده و مشاهده‌شده در هر واقعه بارش انجام شد. میزان نزدیک شدگی منحنی‌ها و قرابت آن‌ها با بررسی مقادیر تابع هدف و تغییر در پارامترهای Initial loss و SCS Lag، CN در نهایت عمل واسنجی برای هر زیر حوضه و نقطه خروجی حوضه و در هر پنج واقعه انجام گردید (شکل ۵ و ۶). مقادیر پارامترها در جداول (۷) و (۸) نشان داده شده است و نتایج نهایی تمامی واسنجی‌ها به‌صورت میانگین در جدول (۹) ارائه گردیده است.

با توجه به درصد مربوط به هر نوع کاربری اراضی و گروه و درصد مربوط به هر گروه هیدرولوژیکی و همچنین مقدار CN برای هر یک از گروه‌های هیدرولوژیکی و کاربری اراضی مربوط به آن، مقدار CN وزنی برای حوضه پسکوهک و زیرحوضه‌های آن تعیین گردید (جدول ۶).

#### تخمین هیدروگراف سیلاب با استفاده از مدل HEC-HMS

سیستم مدل‌سازی هیدرولوژی HEC-HMS که توسط مرکز مهندسی هیدرولوژی انجمن مهندسين آمریکا تهیه شده است،

جدول ۶- مقدار CN تخمینی (شرایط رطوبتی II) برای حوضه پسکوهک و هر یک از زیرحوضه‌های آن  
**Table 6- Estimated CN (humidity conditionII) for Pasekohak basin and sub basins**

Basin /sub basin	CN
Pasekohak basin	70
Pasekohak sub basin	60
Maroon sub basin	72
Gazdan-Maroon sub basin	72
Maroon-Maroon sub basin	70

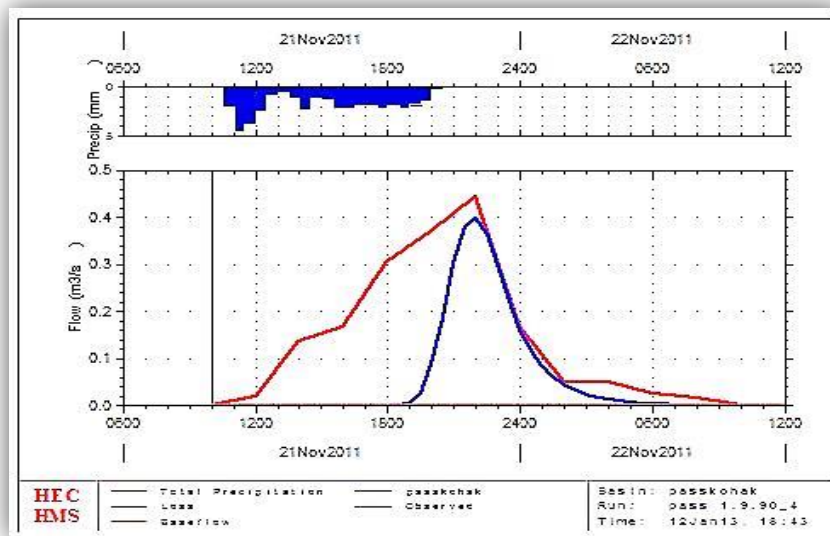


Fig. 5- SCS hydrograph and the measured hydrograph (November 22, 2011)  
 شکل ۵- هیدروگراف حاصل از روش SCS و هیدروگراف واقعی (واقعه ۹۰/۹/۱)

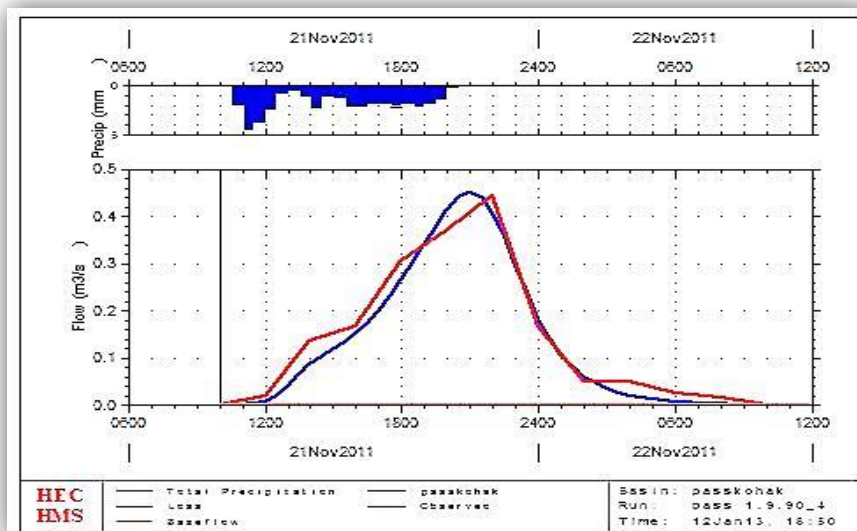


Fig. 6- Calibration of hydrograph obtained from the SCS method and actual hydrograph (2011 November 22)  
 شکل ۶- واسنجی هیدروگراف حاصل از روش SCS و هیدروگراف واقعی (واقعه ۹۰/۹/۱)

جدول ۷- مقادیر مربوط به هیدروگراف حاصل از روش SCS و هیدروگراف واقعی (واقعه ۹۰/۹/۱)

Table 7- Hydrograph characteristics obtained from the measured and SCS method (2011 November 22)

	Volume (mm)	Peak flow(cms)	Time to peak
simulated	0.2	0.3	21 Nov 22:00
observed	0.4	0.4	21 Nov 22:00
%difference	-58	-10	-

	value
CN	60
initial abstraction	33.8
SCS lag	135
Fun.valu	0.9

جدول ۸- مقادیر مربوط به واسنجی هیدروگراف حاصل از روش SCS و هیدروگراف واقعی (واقعه ۹۰/۹/۱)

Table 7- Values obtained from calibration of the measured hydrograph and SCS method (2011 November 22)

	Volume (mm)	Peak flow(cms)	Time to peak
simulated	0.4	0.45	21 Nov 21:00
observed	0.4	0.44	21 Nov 22:00
%difference	-6.8	1.46	-

	value
CN	15
initial abstraction	1
SCS lag	135
Fun.valu	0.03

جدول ۹- میانگین نتایج عددی به دست آمده برای حوضه و زیر حوضه‌های مورد مطالعه

Table 9- Average of numerical results obtained for the basin and sub-basins

Basin /sub basin	Average of CN (SCS)	Average of Observed CN	Average of Ia (SCS)	Average of Ia (Calibration)	Average of SCSlag (SCS)	Average of SCSlag (Calibration)	Average of Ia/S
Pasekohak basin	70	24	24.6	6.94	321	232	0.007
Pasekohak sub basin	60	32	38.3	7.5	156.2	150.4	0.035
Maroon sub basin	72	26	22.5	11	255.8	232.4	0.0518
Gazdan-Maroon sub basin	72	23	22.5	13.7	203	192	0.06
Maroon-Maroon sub basin	70	37	24.44	7.74	80	88	0.039

برابر با ۰/۲ می‌باشد. با توجه به مطالب فوق انتظار می‌رود که نتایج مربوط به برآورد CN در این تحقیق نیز تحت تاثیر پارامترهایی همچون شدت بارش قرار گرفته باشد. همچنین در روش SCS فاکتور زمان دارای نقش مهمی نیست و این بدان معنی است که شدت بارش در نظر گرفته نمی‌شود، ولی در این مطالعه سعی شد با رسم فاکتورهای مختلف در مقابل شدت بارش به بررسی نقش زمان (شدت بارش) پرداخته شود. از این رو

#### بررسی نقش عوامل مختلف بر روی مقادیر CN

در روش SCS برای تعیین مقدار CN در یک حوضه از جداول استاندارد که بر مبنای شرایط اقلیمی، رطوبتی و پوشش گیاهی در حوضه‌های آمریکا تنظیم شده‌اند، استفاده می‌شود. مطالعه‌های مختلف نشان داده است که تعیین CN به این روش دارای عدم قطعیت می‌باشد. از دیگر منابع احتمالی خطا در روش SCS می‌توان به مقدار نسبت Ia/S اشاره کرد که در روش SCS براساس مشاهدات واقعی بهترین مقدار برای این نسبت

می‌باشد. با توجه به اینکه هر سه فاکتور CN، Ia و SCSlag دارای دو روند متفاوت در برابر مقدار بارش می‌باشند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رفتار حوضه در وقایع با شدت کمتر از ۲ میلی‌متر با رفتار حوضه در وقایع با شدت بیشتر از ۲ میلی‌متر متفاوت می‌باشد. مقدار اختلاف CN مشاهده‌ای و محاسباتی در مقابل شیب حوضه دارای ضریب همبستگی نسبتاً بالایی می‌باشد (شکل Y-C) و نشان می‌دهد که با کاهش شیب مقدار اختلاف بین CN مشاهده‌ای و CN محاسباتی بیشتر می‌شود و یا به عبارت دیگر مقدار اختلاف بین CN مشاهده‌ای و CN محاسباتی در حوضه‌های با شیب کمتر بیشتر می‌باشد. زیرا با افزایش شیب در حوضه‌های با جنس سنگ‌شناسی مشابه مقدار روان‌آب بیشتر و در نتیجه CN واقعی افزایش یافته و بنابراین اختلاف بین CN مشاهده‌ای و محاسبه‌ای کمتر می‌باشد، همان‌طور که در (شکل Y-C) نشان داده شده است، زیرحوضه پسکوهک و مارون-مارون، که دارای شیب بیشتر نسبت به بقیه حوضه می‌باشند، دارای اختلاف کمتر نسبت به زیرحوضه‌های دیگر می‌باشند. اختلاف کمتر بین CN مشاهده‌ای و CN محاسباتی در حوضه پسکوهک را هم‌چنین می‌توان به جنس سنگ‌شناسی تقریباً متفاوت آن نسبت داد.

تغییرات مقادیر CN، SCSLag و Ia در مقابل شدت بارش مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

همان‌طور که در شکل (b-Y) پیداست، به‌طور کلی با افزایش شدت بارش مقدار CN افزایش یافت زیرا با افزایش شدت، فرصت برای نفوذ کمتر و در نتیجه مقدار روان‌آب افزایش می‌یابد که این خود منجر به افزایش CN می‌شود. نکته دیگری که از این شکل می‌توان برداشت کرد، این است که مقدار CN در این مطالعه با توجه به شدت بارش دارای دو روند متفاوت می‌باشد، به‌صورتی که در بارش‌های با شدت کمتر از ۲ میلی‌متر دارای روند متفاوت با بارش‌های با شدت بیشتر از ۲ میلی‌متر می‌باشد. این تفاوت می‌تواند در اثر مقدار بارش‌های قبل از واقعه‌ی بارش مورد نظر در حوضه باشد زیرا در هر دو واقعه‌ای که شدت کمتر از ۲ میلی‌متر داشته‌اند، مقدار بارش در ۱۵ روز گذشته در این وقایع بیشتر از ۶۰ میلی‌متر بوده است. مقدار Ia نیز با افزایش شدت بارش افزایش نسبی داشته است (شکل b-Y) که این موضوع می‌تواند در اثر افزایش مقدار بارش باشد، زیرا در بارش‌های با شدت بیشتر در حوضه، مقدار بارش نیز بیشتر بوده است. همان‌طور که در شکل (d-Y) نشان داده شده است مقدار SCSLag در برابر شدت بارش به‌طور کلی یک روند افزایشی داشته است و دارای دو روند متفاوت

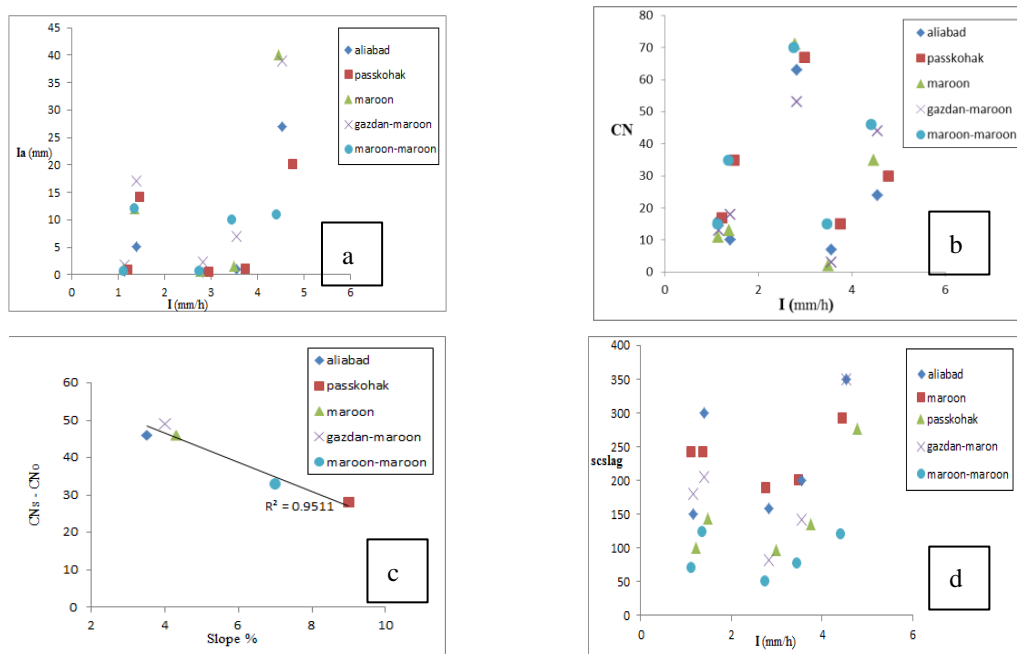


Fig. 7- (a), (b) Variation of the observed CN versus rainfall Intensity, (c) difference of the observed and estimated CN versus slope variation in the study area, (d) variation of the observed scsrag versus rainfall Intensity

شکل ۷- (a): تغییرات Ia مشاهده‌ای در مقابل شدت بارش. (b) تغییرات CN مشاهده‌ای در مقابل شدت بارش. (c) اختلاف CN محاسبه‌شده و مشاهده‌ای در مقابل تغییرات شیب در حوضه مورد مطالعه. (d) تغییرات scsrag مشاهده‌ای در مقابل شدت بارش

همان‌طور که در شکل (a و b) نیز نشان داده شده است، مقدار روان‌آب واقعی با روان‌آب محاسبه‌شده در نمودار حاصل از  $Ia/s$  برابر با ۰/۴۴ همبستگی بهتری نسبت به نمودار  $Ia/s$  برابر با ۰/۲ نشان داده است که این خود می‌تواند دلیلی بر تأیید این رابطه باشد.

با توجه CN محاسبه‌شده به روش SCS و CN میانگین به‌دست آمده برای هر زیرحوضه در جدول (۱۰)، می‌توان ضریب تصحیحی برای تبدیل CN محاسبه‌شده به مشاهده‌ای را به صورت معادله (۷) به کار برد.

$$CN_o = CN_{SCS} \times 0.41 \quad (7)$$

### نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که مقدار میانگین به‌دست‌آمده از نسبت SCSLag کالیبره شده به SCSLag مشاهده‌ای برابر با ۰/۹۲ بوده که در نتیجه می‌توان برای به‌دست‌آوردن مقدار SCSLag واقعی از معادله (۵) استفاده کرد. مقدار جذب اولیه به‌دست‌آمده در این تحقیق در همه حوضه‌ها مقدار کمتری را نسبت به مقادیر پیش‌بینی شده توسط روش SCS نشان داد. با توجه به مقدار  $Ia/S$  به‌دست‌آمده در وقایع متفاوت و برای زیرحوضه‌های مختلف و با میانگین گرفتن از کل مقادیر برآوردشده، مقدار ۰/۴۴ به‌دست آمد که می‌توان آن را جایگزین رابطه تجربی SCS کرد که در آن مقدار  $Ia/S$  برابر با ۰/۲ برآوردشده است.

### اصلاح ضرایب SCSLag و $Ia/S$ برای حوضه مورد مطالعه

نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار scslag کالیبره‌شده در ایستگاه‌های متفاوت متغیر بوده و مقدار میانگین به‌دست‌آمده از نسبت SCSLag کالیبره‌شده به SCSLag حاصل از SCS برابر با ۰/۹۲ بوده که در نتیجه می‌توان برای به‌دست‌آوردن مقدار SCSLag واقعی از معادله (۵) استفاده کرد:

$$SCSLag_o = SCSLag_{SCS} \times 0.92 \quad (5)$$

از دیگر منابع احتمالی خطا در روش SCS می‌توان به مقدار نسبت  $Ia/S$  اشاره کرد که در روش SCS براساس مشاهدات واقعی بهترین مقدار برای این نسبت برابر با ۰/۲ می‌باشد (Anonymous, 1972). در این مطالعه مقدار  $Ia$  در تمامی وقایع بارش و در هریک از زیرحوضه‌ها به‌صورت مقدار بارش از زمان شروع بارندگی تا زمان شروع روان‌آب در هیدروگراف واقعی سیلاب در نظر گرفته شد.  $Ia$  یا مقدار جذب اولیه به‌دست‌آمده در این مطالعه به‌طور کلی و در همه حوضه‌ها مقدار کمتری را نسبت به مقادیر پیش‌بینی شده توسط روش SCS نشان داد. با توجه به مقدار  $Ia/S$  به‌دست‌آمده برای زیرحوضه‌های مختلف و در وقایع متفاوت و با میانگین گرفتن از کل مقادیر برآورد شده، مقدار ۰/۴۴ به‌دست آمد که در نتیجه می‌توان رابطه  $Ia$  مقابل  $S$  را به‌صورت زیر نوشت:

$$I_a = 0.044 \times S \quad (6)$$

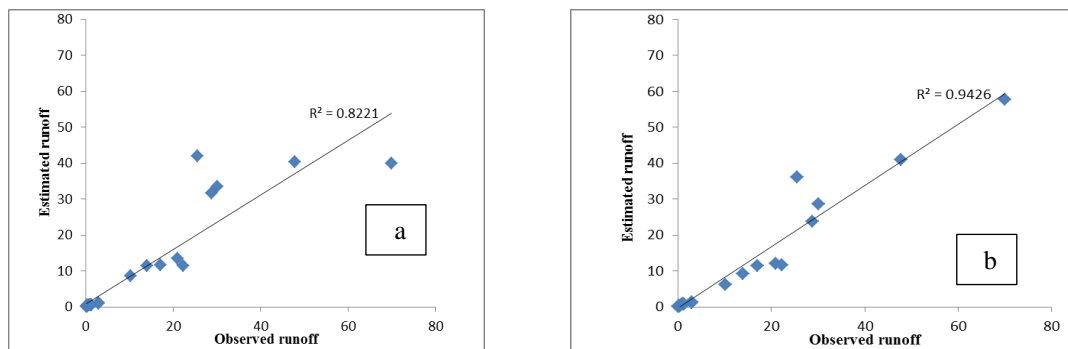


Fig. 8- (a) Estimated runoff versus observation runoff ( $Ia/S=0.2$ ), (b) estimated runoff versus observation runoff ( $Ia/S=0.044$ )

شکل ۸- (a): نمودار روان‌آب تخمینی براساس  $Ia/s=0.044$  در مقابل روان‌آب واقعی. (b) نمودار روان‌آب تخمینی براساس  $Ia/s=0.2$  در مقابل روان‌آب واقعی

جدول ۱۰- میانگین به‌دست‌آمده برای هر زیرحوضه و CN محاسبه‌شده توسط SCS

Table 1- Average of Actual CN and CN from SCS for Sub basins

Basin /sub basin	CN (SCS)	Actual CN	Correction coefficients for CN from SCS
Pasekohak basin	70	24	0.34
Pasekohak sub basin	60	32	0.53
Maroon sub basin	72	26	0.36
Gazdan-Maroon sub basin	72	23	0.32
Maroon-Maroon sub basin	70	37	0.53

در حوضه‌های مشابه از لحاظ جنس سنگ‌شناسی و جنس خاک و خصوصیات فیزیوگرافی یکسان استفاده کرد. بهتر است که تحقیقاتی مشابه با این تحقیق در نقاط مختلف کشور که دارای خصوصیات زمین‌شناسی و پوشش گیاهی متفاوتی می‌باشند، نیز انجام گیرد تا جداول CN مربوط به حوضه‌های ایران تهیه و تکمیل گردد و به روابطی جامع و مناسب و قابل کاربرد در تمامی شرایط اقلیمی کشور دست یافت و در نهایت بتوان تخمین درست‌تری از سیلاب در حوضه‌های مختلف ایران به‌دست آورد.

### تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت مالی کمیته تحقیقات شرکت آب منطقه‌ای فارس و معاونت پژوهشی دانشگاه شیراز انجام شده است که از آن‌ها نهایت تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

ضریب به‌دست‌آمده برای نسبت Ia/S در این مطالعه بسیار نزدیک به مقدار ۰/۰۵ ارایه‌شده توسط Hawkins et al., (2002) و هم‌چنین مقدار ۰/۰۵ در مطالعه Shi et al., (2009) و یا مقدار ۰/۰۸ به‌دست آمده توسط Mishra et al., (2006) می‌باشد. بنابراین می‌توان رابطه Ia در مقابل S را به‌صورت معادله (۶) بیان کرد. با توجه به محاسبه‌شده به روش SCS، و CN میانگین به‌دست‌آمده برای هر زیرحوضه می‌توان ضریب تصحیحی ۰/۴۱ را برای تبدیل CN محاسبه شده به مشاهده‌ای به‌کار برد (معادله ۷).

این تحقیق در حوضه معرف پسکوهک انجام شد و نتایج آن برای این حوضه صحت دارد. ولی پیشنهاد می‌شود که تحقیقاتی مانند این تحقیق در شرایط اقلیمی مشابه انجام شود تا به صحت روابط پی برد و در نهایت بتوان از نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق

### References

- 1- Abdullah, R., 2004. Calibration of the Conservation Services (SCS) Method in Peninsular Malaysia Sungai Tasoh Catchment, Negeri Perlis, University of Sains Malaysia. *International Conference on Managing Rivers in the 21 st century*.
- 2- Alizadeh, A., 2005. Principles of applied hydrology, Ferdowsi University of Mashhad, 500 p. (In Persian).
- 3- Anonymous, 1972. National Engineering Handbook, Hydrology, Section 4. *United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service (Chapters 4-10)*.
- 4- Arnold, J. G., Williams, J. R., Srinivasan, R., King, K. W. and Griggs, R. H. 1995. SWAT: Soil Water Assessment Tool. Texas A&M University, Texas Agricultural Experimental Station, Blackland Research Center, Temple.
- 5- Baltas, E.A., Dervos, N.A. and Mimikou, M.A., 2007. Determination of the SCS initial abstraction ratio in an experimental watershed in Greece. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 11(6)*, pp.1825-1829.
- 6- Bo, X.I.A.O., Qing-Hai, W.A.N.G., Jun, F.A.N., Feng-Peng, H.A.N. and Quan-Hou, D.A.I., 2011. Application of the SCS-CN model to runoff estimation in a small watershed with high spatial heterogeneity. *Pedosphere, 21(6)*, pp.738-749.
- 7- Hawkins, R.H., Jiang, R., Woodward, D.E., Hjelmfelt, A.T., Van Mullem, J.A. and Quan, Q.D., 2002, July. Runoff curve number method: examination of the initial abstraction ratio. In *Proceedings of the Second Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Las Vegas, US Geological Survey, Lakewood, Colorado*.
- 8- Jain, M.K., Mishra, S.K., Suresh Babu, P. and Venugopal, K., 2006. On the Ia-S relation of the SCS-CN method. *Hydrology Research, 37(3)*, pp.261-275.
- 9- Karrabi, E., Majdzadeh Tabatabai, M. and Ghoreishi Najaf Abadi, S.H., 2015. Effect of Geometric Characteristics of Rivers on Design Discharge in Arid and Semiarid Rivers. *Irrigation Sciences and Engineering, 39(1)*, pp.109-119. (In Persian).
- 10- Knisel, W.G., 1980. CREAMS: a field scale model for Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems [USA]. *United States. Dept. of Agriculture. Conservation research report (USA)*.

- 
- 11-Mishra, S.K., Jain, M.K. and Singh, V.P., 2004. Evaluation of the SCS-CN-based model incorporating antecedent moisture. *Water resources management*, 18(6), pp.567-589.
  - 12-Mishra, S.K., Sahu, R.K., Eldho, T.I. and Jain, M.K., 2006. An improved I a S relation incorporating antecedent moisture in SCS-CN methodology. *Water Resources Management*, 20(5), pp.643-660.
  - 13-Nadoshani, S., 2005. Hydrological modeling system, *Dibagaran Tehran*, (InPersian).
  - 14-Neshat, A., Sedghi, H., 2006. To Evaluation the Rate of Run Off Hydrographs of Floods in Bagh Malek Watershed Basin of Khozestan Using SCS Abstraction Parameters and HEC-HMS Model. *Agricultural Sciences*, 12(4) , pp.787-798. (In Persian) .
  - 15-Sharpely, A.N., 1990. EPIC-erosion/productivity impact calculator: 1, Model Documentation. *USDA Techn. Bull.* 1759, 235.
  - 16-Shi, Z.H., Chen, L.D., Fang, N.F., Qin, D.F. and Cai, C.F., 2009. Research on the SCS-CN initial abstraction ratio using rainfall-runoff event analysis in the Three Gorges Area, China. *Catena*, 77(1), pp.1-7.