



# برآورد میزان رواناب با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک (SCS) و مدل HEC-HMS در حوضه آبخیز باغ ملک - استان خوزستان<sup>۱</sup>

علی نشاط

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

حسین صدقی

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

## چکیده

استفاده از روش ارائه شده به وسیله سازمان حفاظت خاک (SCS) در بررسی شرایط جذب و دفع آب در خاک و چگونگی شکل گیری هیدروگراف (آبنمود) سیلاب طرح برای سازه‌های هیدرولیکی، موضوع اصلی این تحقیق را تشکیل می‌دهد. در این راستا مجموعه عوامل اقلیمی که اثرات توأمان آنها به صورت شرایط بارندگی شدید (رگباری) وارد عمل می‌شود و نیز عوامل وابسته فیزیکی و پوشش گیاهی خاک که در تبدیل بارندگی به جریان سطحی (رواناب) نقش اساسی دارند، در یک منطقه جغرافیایی مشخص (مطالعه موردی حوضه آبخیز باغ ملک) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. یکی از روش‌هایی که به طور عمده برای بررسی چگونگی شکل‌گیری جریان سطحی (رواناب) در اثر بارندگی حاصله بر روی زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد روش موسوم به "SCS" می‌باشد. در این روش به طور عمده شرایط خاک و پوشش گیاهی آن در تبدیل بارندگی به رواناب توجه شده است. در این مطالعه چگونگی نتایج حاصل از برآورد مشخصه تبدیل بارندگی به بارندگی مازاد تحت عنوان شماره منحنی (CN) با دو روش مختلف مورد توجه و مطالعه قرار گرفته است. یکی از روش‌های برآورد (CN) استفاده از شاخص‌های خاک و پوشش گیاهی سطحی و روش دیگری استناد به مشاهدات و شرایط هیدرولوژیکی مرتبط با وقوع سیلاب برآوردی از روش (CN) می‌باشد که مورد تحلیل قرار گرفته است. از طرفی روند تشکیل جریان سطحی یا رواناب با استفاده از روش SCS و محاسبه بارندگی مازاد هیدروگراف‌ها نیز مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته و اختلاف موجود در چگونگی روند محاسباتی و مشاهده‌ای رواناب نیز مورد بررسی بوده است. با استفاده از پدیده "بارندگی - سیلاب" مشاهداتی نسبت به واسنجی مدل HEC-HMS اقدام و به وسیله آن (CN) محاسبه گردید که نتایج محاسبه از روش شماره منحنی، توسط مدل گفته شده با نتایج شماره منحنی مشاهده شده سازگاری نشان داده است.

واژه‌های کلیدی: بارندگی، رواناب، شماره منحنی (CN)، مدل HEC، HMS

۱ - این مقاله نتیجه طرح تحقیقاتی مشترک دانشگاه آزاد واحد کرمان و گروه تخصصی آبیاری واحد علوم و تحقیقات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی تهران است.

## مقدمه

پیش بینی و تعیین میزان کمی فرآیندهای تولید رواناب و انتقال آن به نقطه خروجی حوضه آبخیز از اهمیت خاصی برخوردار است. برای کنترل و هدایت رواناب و تخلیه جریان‌های سطحی در اراضی کشاورزی و انتقال آنها به محل مناسب و خارج از منطقه، مدل‌های متفاوتی توسط محققین، سازمان‌های مطالعاتی - تحقیقاتی در کشورهای مختلف جهان ارائه شده و مورد استفاده نیز قرار گرفته است [۱ و ۲].

در حال حاضر استفاده از مدل‌های (بارندگی - رواناب)<sup>۱</sup> در این زمینه کاربرد وسیعی یافته و روش استدلالی<sup>۲</sup> به تدریج جای خود را به مدل‌های که در آن نه تنها دبی حداکثر (اوج) بلکه رژیم جریان سطحی نیز در هر نقطه از محدوده مطالعاتی مورد محاسبه قرار می‌گیرد و جایگزین گردید [۶].

محاسبه حجم رواناب حاصل از بارندگی رگباری با استفاده از شماره منحنی (CN) یک روش شناخته شده بین‌المللی است. این روش در سال (۱۹۵۴) توسط سازمان حفاظت خاک (SCS)<sup>۳</sup> پیشنهاد گردید. نتایج کار بر روی آن نشان داد که مدل قادر است بر روی هر نوع حوضه آبخیز شهری، طبیعی، مختلط (ترکیبی از شهری و طبیعی) به کار رود. در ادوار بعدی از این روش برای محاسبه میزان نفوذ نیز استفاده گردید که روابط مورد استفاده در آن تا مقدار زیادی شبیه به رابطه هولتان<sup>۴</sup> (۱۹۷۵) می‌باشد. این روش همچنین در حوضه‌هایی که دارای آمار بارندگی و دبی نیز هستند قابلیت استفاده دارد. هدف این تحقیق در منطقه مطالعاتی از چند دیدگاه مدنظر بوده است.

الف) بررسی کارایی روش (SCS) در مورد یک محدوده مشخص جغرافیایی با شرایط جغرافیایی - اقلیمی که تا حدود زیادی معرف شرایط غالب منطقه وسیعی از کشور است. وضعیت خاص ژئومورفولوژی و فیزیوگرافی محدوده مطالعاتی و نیز موقعیت زیر حوضه‌های مشرف به آن از نقطه نظر سیلاب‌خیزی و تهدید اراضی کشاورزی توسط سیلاب‌های اراضی مرتفع و مجاور شرایط خاصی را به وجود آورده بود که باعث انتخاب این محدوده گردیده است از طرفی وجود مقادیری آمار ثبت شده بارندگی و دبی سیلاب به عنوان "هیتوگراف و هیدروگراف مشاهده‌ای" تا حدودی بر آزمون اعتبار کارایی روش (SCS) می‌افزاید.

ب) بررسی محدودیت‌های روش (SCS) و بیان نارسایی‌های آن و مروری بر تحقیقاتی که برای رفع این نارسایی‌ها و نیز تدقیق و تکمیل این روش به انجام رسیده است.

ج) ارزیابی "حساسیت‌های روش" نسبت به تغییرات عوامل موثر از جمله ارتفاع بارندگی، شماره منحنی (CN) و ضریب نگهداشت اولیه با توجه به این واقعیت که در درجه نخست آمار و اطلاعات موجود در کشور، تا حدودی در هیچ منطقه‌ای از کیفیت مطلوب و قابل قبولی برخوردار نیست و در درجه بعدی این عوامل تغییرات قابل توجهی دارند که باید حساسیت نتایج روش نسبت به این تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفته و میزان اثر هر کدام تعیین گردد.

د) کالیبره نمودن (واسنجی) یک مدل هیدرولوژیکی رایانه‌ای (HEC-HMS)<sup>۵</sup> برای منطقه مورد مطالعه و دستیابی به یک شماره منحنی (CN) واقعی برای منطقه که خود مبین خصوصیات خاک و عوامل پوششی گیاهی بومی و به عبارتی بیانگر پتانسیل تولید رواناب منطقه است، را بیان می‌کند.

1. Runoff – Rainfall Models  
2. Rational's Method  
3. Soil Conservation Service (SCS)  
4. Holtan  
5. Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System

#### ۴- مواد و روش‌ها

##### ۴-۱- رابطه شرمَن - موکاس

شرمن (۱۹۴۹) از جمله اولین پژوهشگرانی بود که طرح محاسبه رواناب با استفاده از آمار بارندگی را پیشنهاد نمود. براساس این ایده موکاس (۱۹۴۹) نتیجه گیری نمود که برآورد رواناب سطحی با داشتن اطلاعات زیر امکان پذیر است. ۱- شرایط خاک حوضه، ۲- نحوه کاربری اراضی، ۳- میزان بارندگی قبلی، ۴- دوام مدت بارندگی و مقدار بارندگی تجمعی، ۵- درجه حرارت متوسط سالیانه و زمان وقوع بارندگی

نامبرده کلیه عوامل گفته شده را به صورت یک رابطه نشان داد که معادله آن به صورت زیر است:

$$\log(b) = -1.427 - 1.99 \log(t) - 1.33 \log(D) + 0.23M - 1.05 \log(C) \quad (1)$$

که در آن: M: مقدار بارندگی حاصله در ۵ روز قبل (اینچ)، C: شاخص نوع عملیات پوشش اراضی، t: فاکتور فصل که تابعی از زمان و درجه حرارت می‌باشد، D: دوام مدت بارندگی (ساعت)، S: شاخص سرعت نفوذ آب به خاک (اینچ در ساعت) و مقدار رواناب از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = P[1 - (10)^{-bp}] \quad (2)$$

که در آن: Q: میزان رواناب مستقیم (اینچ)، P: ارتفاع بارندگی (اینچ) و b: ضریب رواناب بارندگی می‌باشد. موکاس (۱۹۴۹) با آزمایشاتی که انجام داد نتیجه گرفت که روابط (۱) و (۲) برای بارندگی‌هایی در سطح وسیع‌تر مطلوب‌تر از بارندگی‌های در سطح کوچک‌تر نتیجه می‌دهد همچنین برای بارندگی‌های کوتاه مدت مناسب‌تر است تا بارندگی‌های دراز مدت و برای حوضه‌های که پوشش ترکیبی دارند نتایج بهتری نسبت به حوضه تک پوششی حاصل می‌نماید [۸].

##### ۴-۲- معادله رواناب سازمان حفاظت خاک (SCS)

تا سال (۱۹۵۰) سازمان حفاظت خاک آمریکا معادله‌ای که بتوان با استفاده از اطلاعات قابل دسترسی برای کلیه نقاط کاربردی باشد، ارائه نموده بود. روابط بارندگی - رواناب به دست آمده توسط شرمَن و موکاس (۱۹۴۹) تا اندازه‌ای تعمیم یافته بود لیکن توجه کیفیت کاربردی نداشت. هدف سازمان مذکور (SCS) ارائه روشی بود که بر پایه آمار اندازه‌گیری "بارندگی - رواناب" نباشد و هدف ارائه روشی بود که با داشتن خصوصیات خاک حوضه و انتخاب بارش طرح، میزان بارش مازاد قابل محاسبه باشد. سازمان مذکور پس از تحقیقات لازم رابطه "بارندگی - رواناب" را به صورت زیر معرفی نمود:

اگر مقادیر تجمعی رواناب ناشی از بارندگی در مقابل بارندگی تجمعی در یک نمودار رسم شود، ملاحظه می‌گردد که به ازاء مقادیر بارندگی اولیه روانابی وجود نخواهد داشت و با مدتی تاخیر از زمان شروع بارندگی، رواناب پدید می‌آید. ارتباط بین پارامترهای مربوطه به شرح زیر است [۹]:

$$P = S + Q \quad (3)$$

$$S = I_a + F \quad (4)$$

$$P = I_a + F + Q \quad (5)$$

که در این رابطه: P: ارتفاع بارندگی حاصله بر حسب اینچ، S: حداکثر پتانسیل نفوذ تجمعی بر حسب اینچ  
Q: میزان رواناب ناشی از بارندگی بر حسب اینچ، I<sub>a</sub>: مقدار نگهداشت اولیه بر حسب اینچ، F: مقدار نفوذ تجمعی حاصل از بارندگی بر حسب اینچ.

برای مقادیر بارندگی حاصله بر روی سطح خاک حوضه آبخیز و مجموعه عوامل موثر گفته شده برای  $I_a$  مقدار آن از صفر تا  $S$  می‌تواند دامنه تغییر داشته باشد. به طوری که اگر در یک میزان بارندگی شرایط غرقابی به سرعت حاصل شود می‌توان اظهار داشت که تقریباً کلیه بارندگی حاصله به رواناب تبدیل گردیده و به زبان ریاضی روابط زیر را ارائه نمود.

$$\begin{aligned} I_a &\approx 0 \\ \rightarrow S = 0 &\rightarrow P \approx Q \\ F &\approx 0 \end{aligned} \quad (6)$$

با توجه به رابطه (۶) و با نگرش دقیق‌تر، ارتفاع بارندگی باریده شده ( $P$ ) می‌تواند حداکثر پتانسیل (توانمندی) رواناب نامیده شود. ویکتور و موکاس (۱۹۴۹) براساس فرضیاتی معادله زیر را ارائه داد:

$$\frac{F}{S'} = \frac{Q}{P} \quad (7)$$

که در آن:  $S'$  حداکثر پتانسیل نگهداشت در شرایطی که بازداشت اولیه در نظر گرفته نشود. تفاوت بین بارندگی و رواناب با در نظر نداشتن میزان نگهداشت اولیه برابر با مقدار نفوذ تجمعی ( $F$ ) می‌باشد و رابطه ساده زیر در این مورد قابل ارائه است.

$$F = P - Q \quad (8)$$

با فرض

$$I_a = 0.2S \quad (9)$$

معادله (۷) به معادله زیر تبدیل می‌شود.

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (10)$$

در مورد فرض ارائه شده در اشتقاق معادله (۹) باید اظهار داشت که ضریب  $S$  از صفر تا یک متغیر است. با قبول فرض به کار رفته در معادله (۹) مقدار رواناب به وسیله معادله (۱۰) قابل محاسبه است که در آن مقدار ارتفاع رواناب به دو عامل ارتفاع بارندگی ( $P$ ) و حداکثر پتانسیل نفوذ ( $S$ ) بستگی دارد. که ( $S$ ) به وسیله رابطه زیر به پارامتر دیگری به نام شماره منحنی ( $CN$ ) ارتباط داده شده است [۳، ۹، ۱۰ و ۱۱].

$$CN = \frac{1000}{10 + S} \quad (11)$$

۴-۲-۱- برآورد مقادیر شماره منحنی ( $CN$ )<sup>۱</sup>

یک مقدار معین ( $CN$ ) برای نوعی خاص خاک و پوشش بدین ترتیب حاصل می‌گردد که با رسم نقاط متناظر بر روی محور مختصات، محور افقی مقدار بارندگی و محور عمودی رواناب با مقیاس یکسان و با برازش بهترین خط از بین نقاط رسم شده منحنی مربوطه ( $CN$ ) برای خاک با پوشش مشخص به دست آمده است [۴ و ۹].

در توصیف مقادیر  $CN$  به دست آمده از این طریق موکاس (۱۹۴۹) اعلام می‌دارد که:

شماره منحنی ( $CN$ )، برای هر ترکیب پوششی و خاک مقادیر متوسطی هستند که خیلی دقیق نبوده و بیانگر حالت متوسطی برای یک حوضه می‌باشند، دلیل دقیق نبودن آنست که ضرورت دارد شدت بارندگی در تخمین ( $CN$ ) نادیده گرفته شود. البته برای

تعیین دقیق تر (CN) به دلیل پراکندگی نقاط در اطراف حالت متوسط زیاد می‌باشد و حد بالا و پایین پراکندگی نقاط به رطوبت پنج روز قبل خاک ارتباط داده شده است، بدین ترتیب سه مقدار (CN) برای یک خاک پیشنهاد گردیده است. دامنه تغییرات مقدار (CN) که یک عدد بدون بعد است بین صفر تا ۱۰۰ تغییر می‌کند. که CN صفر مربوط به خاکی است که بارندگی هیچگونه روانابی در آن ایجاد ننماید و (CN) برابر ۱۰۰ مربوط به خاکی است که کلیه مقادیر بارندگی به رواناب تبدیل شود و مقدار نفوذ برابر با صفر است. برای تعیین شماره منحنی (CN) سه عامل تعیین کننده بایستی مورد توجه قرار گیرد:

#### الف) خصوصیات خاک

در این رابطه سازمان حفاظت خاک (SCS) خاک‌ها را به چهار گروه هیدرولوژیک A, B, C و D (به ترتیب کاهش میزان نفوذپذیری) تقسیم بندی کرده است.

#### ب) شرایط قبلی رطوبت خاک:

همانطوری که قبلا نیز به آن اشاره شد به علت پراکندگی نقاط ترسیم شده، بارندگی رواناب یک حوضه به خصوص در محدوده CN (دو محدوده بالا و پایین) برای CN متوسط در نظر گرفته شده است که هر کدام به نوعی شرایط رطوبت قبلی ارتباط داده شده که عبارتند از: شرایط رطوبت پیشین یک (AMCI)، شرایط رطوبت پیشین دو (AMC II)، شرایط رطوبت پیشین سه (AMC III). البته این شرایط بر حسب بارندگی ۵ روز قبل در دو حالت فصل رویش گیاه (فصل رشد و فصل خواب) در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- طبقه بندی شرایط رطوبت خاک در حوضه [۲]

کلاس AMC	مقدار بارندگی در ۵ روز قبل از وقوع باران طرح	
	فصل خواب (میلی متر)	فصل رشد (میلی متر)
I	<۱۲/۵	<۳۵
II	۱۲/۵-۲۷/۵	۳۵-۵۲/۵
III	۲۷/۵	>۵۲/۵

#### ج) ترکیب پوششی خاک:

ترکیب پوششی خاک به سه حالت زیر تفکیک شده است.

۱- استفاده از زمین<sup>۱</sup>، ۲- نحوه تیمار نمودن اراضی<sup>۲</sup>، ۳- شرایط هیدرولوژیکی<sup>۳</sup> [۷و۴و۱].

#### ۳-۴- تکمیل و تدقیق روش ارائه شده به وسیله سازمان حفاظت خاک (SCS)

##### ۳-۴-۱- توسعه وضعیت رطوبت قبلی (پیشین) خاک

همانطوری که قبلا ذکر شد نظر به اهمیتی که رطوبت خاک در هنگام وقوع بارندگی و اثر آن به میزان نفوذپذیری خاک و در نتیجه در تولید رواناب دارد. در این روش سه وضعیت پیشین رطوبتی ذکر شده براساس میزان بارندگی ۵ روز قبل از وقوع بارندگی رگباری، CN حوضه تغییر می‌یابد. مشخصات شرایط مذکور در جدول شماره (۱) آمده است. در اثر تبدیل و یا تغییر در شرایط رطوبتی از یک حالت به حالت دیگر مقدار شماره منحنی (CN) نیز تغییر خواهد کرد. به همین دلیل روابطی برای تبدیل (CN) شرایط مختلف رطوبت پیشین به وسیله هاکینز (۱۹۷۸) به صورت زیر ارائه شده است [۵].

1- Land Use  
2 - Soil Treatment  
3 - Hydrological Conditions

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.334 - 0.01334CN_{II}} \quad (12)$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.4035 + 0.0059CN_{II}} \quad (13)$$

که در آن: CN با اندیس‌های ۱ و ۲ و ۳ معانی قبلی را دارند.

## ۵- نتایج و بحث

### ۵-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

زیر حوضه آب گلال به وسعت ۱۵۵/۱۵۵ کیلومترمربع برای مطالعه انتخاب شده و موقعیت آن در شکل (۱) مشخص گردیده است. با مختصات جغرافیایی ۳۰' و ۵۲' و ۴۹° تا ۱۰' و ۵۰' و ۵° طول شرقی و ۰' و ۳۰' و ۳۱° تا ۵۰' و ۴۰' و ۳۱° عرض شمالی یکی از زیرحوضه‌های اصلی حوضه آبخیز رودخانه زرد می‌باشد. حدود ارتفاعات این زیرحوضه از ۶۵۵ متر تا ۲۹۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. رواناب زیر حوضه آب گلال به همراه رواناب چهار زیر حوضه آل خورشید، ابوالعباس، دمدلی و تلخ رود از طریق رودخانه اصلی به نام رود زرد جمع‌آوری شده که این رودخانه در حقیقت یکی از سه سرشاخه اصلی رودخانه جراحی در استان خوزستان می‌باشد. دو سر شاخه دیگر رودخانه جراحی رودخانه مارون و آله می‌باشد. که پس از پیوستن به آب رود زرد تشکیل رودخانه جراحی را داده که این رودخانه در نهایت به خلیج فارس می‌ریزد [۲].



شکل ۱- نقشه زیر حوضه‌های فرعی حوضه رودخانه زرد (آب گلال)

### ۵-۲- اطلاعات و آمار موجود در حوضه اصلی رود زرد

در این حوضه دو ایستگاه هواشناسی وجود دارد که مجهز به باران‌سنج ثابت، طشتک تبخیر کلاس A، تجهیزات اندازه‌گیری درجه حرارت و سرعت باد است. ایستگاه هواشناسی باغ ملک به علت واقع شدن در محل خروجی زیرحوضه آب گلال مورد توجه این مطالعه بوده و آمار بارندگی آن مورد بررسی و استفاده قرار گرفته است و در ارتفاع ۶۷۵ متری از سطح دریا و مختصات جغرافیایی ۵۳' و ۴۹° طول شرقی و ۳۱' و ۳۱° عرض شمالی واقع شده است. مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری (آب‌سنجی) موجود در زیر حوضه رودزرد در جدول شماره (۲) آورده شده است.

جدول شماره ۲- مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه اصلی رود زرد [۲]

نام رودخانه	ایستگاه (آب سنجی)	سال تاسیس	مختصات جغرافیایی			تجهیزات ایستگاه	
			طول دقیقه - درجه	عرض دقیقه - درجه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	لیمنوگراف	پل تلفریک
رود زرد	ماشین هفتگل	۱۳۴۸	۴۹° ۴۳'	۳۵° ۰'	+	+	+
آب گلال	پل گلال	۱۳۵۱	۴۹° ۵۲'	۳۱° ۳۲'	۷۰۰		+
ابوالعباس	پل منجینق	۱۳۵۱	۴۹° ۵۴'	۳۱° ۳۱'	۷۰۰		+
تلخ رود(آب)	چم عبدالعلی	۱۳۵۱	۴۹° ۵۴'	۳۱° ۳۰'	۷۰۰		+

## ۵-۳- برخی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آب گلال

برای بررسی خصوصیات فیزیوگرافی با توجه به اینکه حوضه آب گلال خود به زیر حوضه‌های فرعی دیگری تقسیم‌بندی می‌شود برای هر زیرحوضه برخی خصوصیات فیزیوگرافی نظیر مساحت محیط، حداکثر ارتفاع از سطح دریا و حداقل ارتفاع، شیب آبراهه اصلی، شیب متوسط وزنی و زمان تمرکز آنها و مطابق جدول شماره (۳) آورده شده است [۲].

جدول شماره ۳- برخی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آب گلال [۲]

نام حوضه	محیط حوضه (متر)	مساحت (کیلومترمربع)	طول آبراهه(متر)	حداکثر ارتفاع از سطح دریا (متر)	حداقل ارتفاع از سطح دریا (متر)	اختلاف ارتفاع(متر)	شیب آبراهه اصلی (%)	زمان تمرکز (دقیقه)
آب گلال	۷۱۸۴۴	۱۵۵/۵۵	۳۷۸۵۳	۲۹۰۰	۶۵۵	۲۲۴۵	۰/۰۵۹	۱۹۳/۹

## ۵-۴- تعیین گروه‌های هیدرولوژیک خاک‌ها

پوشش گیاهی حوضه همراه با شناسایی بافت خاک و نفوذپذیری آن در تخمین شماره منحنی و مقایسه با (CN) واقعی حوضه از اهمیت خاصی برخوردار است و با توجه به تقسیم‌بندی در روش (SCS) برای گروه‌های هیدرولوژیکی خاک یعنی چهار گروه A، B، C و D نتیجه این بررسی و سطوح مربوط به هر یک از گروه‌ها برای حوضه آب گلال مطابق جدول زیر آورده شده است.

جدول شماره ۴- وضعیت هیدرولوژیکی و کاربری اراضی حوضه آب گلال [۲]

ردیف	وضعیت کاربری اراضی	وضعیت توصیفی هیدرولوژیکی	سطح (کیلومترمربع)
۱	مرتع	فقیر	۶۱/۲۸۷
۲	جنگل	نسبتاً فقیر	۱۹/۱۲۵
۳	مرتع	فقیر	۳/۱۹۷
۴	توده سنگی	خیلی فقیر	۹/۳۲۵
۵	مرتع	فقیر	۲۶/۲۷
۶	زراعت	زراعت	۲۴/۷۸
۷	مرتع	فقیر	۷/۸۲
۸	مرتع	خوب	۳/۷۲

جدول شماره ۵- وضعیت گروههای هیدرولوژیکی خاک حوضه آب گلال [۲]

ردیف	گروههایی هیدرولوژیکی خاک	سطح (کیلومتر مربع)
۱	C	۳۴/۳۷۵
۲	D	۸۸/۵۸۷
۳	B	۳۲/۵۷

## ۵-۵- محاسبه شماره منحنی (CN) با استفاده از داده‌های مشاهداتی

در روش محاسبه CN با استفاده از داده‌های مشاهداتی باران و دبی، معادله اصلی ارائه شده به وسیله سازمان حفاظت خاک (SCS) می‌تواند به صورت معادله (۱۴) مورد استفاده قرار گیرد. برای  $I_a = 0.72 S$  در حوضه آبخیز معادله اصلی متذکر، را می‌توان به صورت زیر حل نمود [۲].

$$S = 5p + 10Q - 5Q \sqrt{5 \frac{P}{Q}} + 4 \quad (14)$$

که در آن: P: ارتفاع بارندگی بر حسب میلی‌متر، Q: ارتفاع رواناب بر حسب میلی‌متر، S: میزان نفوذ حداکثر خاک. با استفاده از معادله تجربی (۱۵) می‌توان مقدار شماره منحنی (CN) تخمین زده می‌شود [۲].

$$S = 25.4 \left[ \frac{1000}{CN} - 10 \right] \quad (15)$$

و نتایج محاسبه مقادیر شماره منحنی (CN) حوضه آب گلال در جدول (۶) آورده شده است. ابتدا چند واقعه که در آن داده‌های بارندگی و داده‌های دبی متناظر آنها ثبت گردیده بود انتخاب شد. در مرحله بعد برای محاسبه هیتوگراف بارندگی، مقادیر بارندگی با تناوب زمانی یک ساعته از روی کاغذ باران‌نگار استخراج و در جدولی درج گردید و برای همان تاریخ مقادیر دبی‌های متناظر ثبت شده در ایستگاه آب‌سنجی نیز که با تناوب زمانی دو ساعته بوده مورد بررسی قرار گرفت. پس از آن برای رسم هیدروگراف سیل مشاهده‌ای، از روش‌های متداول تفکیک دبی پایه<sup>۱</sup> از دبی مشاهده‌ای استفاده و در نهایت مقادیر رواناب حوضه برای دوره‌های مورد نظر در ستون جداگانه محاسبه شد. با توجه به مقدار رواناب ایجاد شده در تناوب زمانی مشخص دو ساعته مقدار حجم رواناب به دست آمد. با استفاده از داده‌های حجم کل رواناب، مساحت حوضه مورد نظر، ارتفاع بارندگی و ارتفاع رواناب مشاهده‌ای مقدار S از معادله (۱۴) محاسبه گردید. مقدار شماره منحنی (CN) حوضه از معادله (۱۵) به دست آمد.

جدول شماره ۶ - نتایج محاسبات مقادیر شماره منحنی (CN) با داده‌های مشاهداتی از روش (SCS) برای حوضه آب گلال [۲]

تاریخ وقوع	حجم کل رواناب V (مترمکعب)	مساحت کل حوضه A (کیلومتر مربع)	رواناب Q (میلی متر)	ارتفاع بارندگی P (میلی متر)	نگهداشت حوضه (S)	شماره منحنی (CN)
۶۰/۱۱/۸	۱۸۶۲۸۵۶	۱۵۵/۵۵	۱۱/۹۷	۸۰	۱۵۳/۶	۶۲/۳
۶۰/۱۲/۲۷	۱۱۰۴۰۸۴	۱۵۵/۵۵	۷/۱	۴۷/۲	۹۰/۳۸	۷۳/۸
۶۱/۱۱/۴	۷۴۳۱۱۵	۱۵۵/۵۵	۴/۷۷	۴۳/۹۵	۹۸/۶۲	۷۲/۰۳
۶۵/۱۲/۲۱	۶۸۱۳۹۳	۱۵۵/۵۵	۴/۳۸	۳۵/۶	۷۵/۴۸	۷۷/۱
۶۵/۱۰/۹	۶۵۰۸۸۰	۱۵۵/۵۵	۴/۱۸	۳۰/۹	۶۲/۵	۸۰/۲۵
۶۶/۱۲/۱۵	۹۱۵۱۲۰	۱۵۵/۵۵	۵/۸۸	۵۲/۳	۱۱۵/۵۸	۶۸/۹۷



برآورد شماره منحنی (CN) حوضه مورد نظر براساس گروه هیدرولوژیک خاک، وضعیت پوشش گیاهی و شرایط رطوبتی خاک در جدول شماره (۷) آورده شده است.

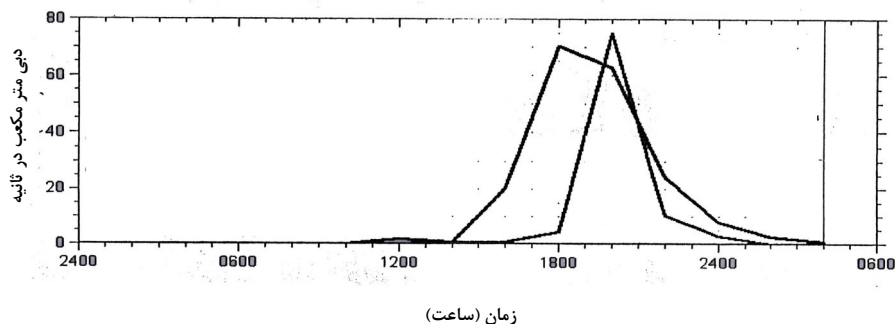
جدول شماره ۷- شماره منحنی (CN) برای شرایط رطوبتی پیشین II در زیر حوضه آب گلال [۲]

ردیف	نوع بهروری از اراضی	وضعیت هیدرولوژیکی زیر حوضه فرعی	گروه هیدرولوژیکی خاک زیر حوضه فرعی	سطح (کیلومتر مربع)	شماره منحنی (CN)
۱	جنگل	فقیر	D	۱۳/۳۲	۸۳
۲	مرتع	خوب	D	۳/۴۸	۸۴
۳	مرتع	فقیر	D	۷/۸۲	۸۹
۴	مرتع	فقیر	B	۲۳/۲۷	۷۹
۵	مرتع	خوب	C	۰/۲۵	۷۹
۶	جنگل	نسبتاً فقیر	C	۵/۸	۷۹
۷	مرتع	فقیر	C	۱۴/۶۲	۸۶
۸	مرتع	فقیر	B	۹/۲۶	۷۹
۹	مرتع	فقیر	D	۳۷/۴	۸۹
۱۰	مرتع	فقیر	D	۱/۳۴	۸۹
۱۱	زراعی	زراعی	D	۱۲/۷	۹۲
۱۲	زراعی	زراعی	C	۱۲/۰۴	۹۱
۱۳	مرتع	فقیر	C	۱/۶۶	۸۶
۱۴	زراعی	زراعی	B	۰/۰۴۲	۸۹
۱۵	مرتع	فقیر	D	۳/۲	۸۹
۱۶	توده سنگی	خیلی فقیر	D	۹/۳۵	۹۵

#### ۵-۶- برآورد شماره منحنی توسط مدل HEC-HMS برای حوضه آب گلال

روش‌های واسنجی مدل‌ها شامل، روش آزمون و خطا و روش بهینه‌سازی<sup>۱</sup> می‌باشند. در واسنجی مدل HEC-HMS از روش بهینه‌سازی استفاده گردید. در این روش پس از هر مرحله بهینه‌سازی و ایجاد تغییر در پارامترهای ورودی مدل هیدروگراف شبیه‌سازی شده با هیدروگراف مشاهده‌ای حوضه مقایسه و میزان تغییرات پس از هر اجرا مورد بررسی قرار گرفت. روند تغییرات در هر نوبت (مرحله) اجرا موجب گردید تا دیدگاه و تجربه کافی برای انجام موفق واسنجی مدل به دست آید. بدین منظور جهت ارزیابی و بررسی صحت ضرایب و پارامترهای به کار برده شده در واسنجی مدل‌های هیدرولوژیک تعدادی واقعه مورد نیاز است. بر این مبنا با استفاده از بارندگی و هیدروگراف‌های متناظر آنها در جدول شماره (۶) و به کارگیری ضرایب و پارامترهای منتخب در مرحله واسنجی نتایج و خروجی مدل برای وقایع مختلف مورد بررسی، مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقدار شماره منحنی (CN) برآورد شده توسط مدل گفته شده برابر با ۷۸/۴۷ می‌باشد. با استفاده از رابطه (۱۶) اختلاف شماره منحنی برآورد شده و مشاهده‌ای در حدود ۲ درصد بوده و در حد قابل قبولی می‌باشد که شکل (۲) بیانگر این واقعیت است.

$$\text{اختلاف} = \left| \frac{CN_{obs} - CN_{est}}{CN_{obs}} \right| \quad (16)$$



شکل ۲- هیدروگراف مشاهده‌ای و مقایسه با هیدروگراف بهینه سازی شده مدل

### ۶- نتیجه گیری

مقادیر شماره منحنی (CN) در وقایع مختلف سیلاب متفاوت می‌باشد. حدود این مقادیر بین ۶۲ تا ۸۰ متغیر و متفاوت است. همانطوری که در جدول (۶) آمده است دلیل این حالت بروز شرایط مختلف در زمان وقوع هر سیلاب به خصوص تغییر شرایط و شدت بارندگی می‌باشد که روش (SCS) توان تحلیل و تاثیر بر روی آن را ندارد. از طرفی روند تشکیل جریان سطحی با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک (SCS) و محاسبه بارندگی مازاد هیدروگراف نیز مورد مقایسه قرار گرفت و اختلافاتی در چگونگی روند محاسباتی و مشاهده‌ای رواناب ملاحظه گردید و نشان داد که تشکیل رواناب واقعی در هر واقعه ممکن است تا حدودی با روند محاسباتی حاصل از روش (SCS) تفاوت داشته باشد هر چند مقادیر نهایی رواناب در هر دو روش یکسان باشد. در نهایت با استفاده از وقایع بارندگی - سیلاب مشاهداتی نسبت به واسنجی مدل HMS که یکی از مدل‌های اصلی "بارندگی - دبی" می‌باشد نسبت به برآورد پارامترهای اساسی آن اقدام شده است. نتایج حاصل از این واسنجی در مورد شماره منحنی (CN) با نتایج واقعی فقط در مورد یکی از وقایع بارندگی - دبی سازگاری قابل توجهی نشان می‌دهد. دلیل عمده مشکلات موجود در بهره‌گیری از این نوع مدل‌ها عدم کفایت اطلاعات بارندگی به صورت ثبت شده در تعداد قابل ملاحظه‌ای ایستگاه می‌باشد.

### منابع و مأخذ:

۱. ژ. مینراس، اصول مهندسی هیدرولوژی، ترجمه دکتر حسین صدقی، جلد دوم، چاپ دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۵۴.
۲. نشاط، ع. ۱۳۸۰، استفاده از روش SCS در برآورد شرایط جذب و دفع آب و هیدروگراف‌های سیلاب طرح در اراضی آبخور در حوضه آبریز باغ ملک، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
3. Aron. G. Miller, J.V., A. C., and Lakatos, D.F., 1977, "Infiltration Formula Based on SCS Curve Number," Journal of the irrigation and drainage division, proceeding of the American Society of Civil Engineers, Vol. 103, No. IR4, P. 419-427.
4. Chen. Cheng - Lung, (1982). "An Evaluation of the Mathematics and Physical Significance of the Soil Conservation Service Curve Number Procedure for Estimating Runoff Volume. "Journal of the irrigation and drainage division, ASCE, Vol. 125, NOIR 4, pp. 387-418.
5. Hawkins, Richard, H. (1980), "Runoff Curve Number with Varying Site Moisture" Journal of the irrigation and drainage division, ASCE, Vol. 104, No. IR 4.

6. Hawkins, R.H., (1978). "Effect of Rainfall Intensity on Run off Curve Number" Hydrology and water resources in Arizona and Southwest, University of Arizona, Office of Arid Lands, No 1. 8.
7. Hjelmfelt, A. T. Jr., (1980b). "Empirical Investigation of Curve Number Technique" Journal of the Hydraulics Division, Proceeding of the American Society of Civil Engineers, Vol. 106, HY6, pp. 1107-1111.
8. Rallison. R.E., (1980). "Origin and Evaluation of SCS Run off Equation" Proceedings of Watershed Management, Symposium, ASCE, Boise. Idaho.
9. Soil Conservation Service, (1972). "Hydrology" SCS National Engineering Hand book, Section 4. Washington, D.C.
10. Soil Conservation Service, (1975). "A Guide to Hydrologic Analysis using SCS Method" SCS. Washington D.C.
11. Soil Conservation Service, (1973). "A Method for Estimating Volume and Rate of Run off in Small watersheds" SCS, Tech. pap. 149 Water Resources Publications. Washington, D.C.

# 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

**A. Neshat**

*Assistant Professor, Islamic Azad University, Kerman, Iran.*

**H. Sedghi**

*Professor., Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran. Iran.*

**Keywords:** Rainfall, Run off, Curve Number (CN), HEC-HMC Model.

## **Abstract**

Using the given method by SCS to examine the effects of abstraction of rainfall on soil and how to form flood hydrograph for hydraulic structure is the main subject of this research. In this field, climatic factors as severe rainfall have been applied and related physical factors and soil vegetative cover have also important role to change rainfall into run off and have been analyzed in a specific geographical zone Bagh malek watershed basin. One of the major methods used to examine the way of forming run off because of rainfall on the earth, is a common method of (SCS). On the whole, this method considers the conditions of soil and its vegetative cover to change rainfall into run off. In this study, the results of estimation in the filed of changing rainfall into excess rainfall has been studied as curve number (CN) by using 2 different methods estimating CN has been documented with soil's characteristics and surface vegetative cover and another method accompanied by observations and hydraulic conditions related to flood which is an estimation of CN method and has been analyzed. On one hand, the process of forming run off using SCS method and estimation of excess rainfall of hydrographs has been studied and compared. Existing difference in the process of estimation and observation of run off has also been examined. By using the phenomenon of "rainfall-flood" some observations have been performed for the calibration of HEC-HMS model, by which curve number (CN) has been estimated. The results of estimation of CN method by the mentioned model is compatible with those of observed CN.