

## برآورد مقادیر سیلاب و ارائه مدل سیل‌خیزی در حوضه آبخیز رازآور

امجد ملکی<sup>۱</sup>

همایون حسادی<sup>۲</sup>

نوشین پیروزی‌نژاد<sup>۳</sup>

### چکیده

این مطالعه با هدف محاسبه مقدار دبی پیک سیلاب و شناخت عوامل موثر بر سیل‌خیزی حوضه رازآور استان کرمانشاه با استفاده از روش SCS انجام شده است. برای محاسبه دبی پیک سیلاب، ابتدا حوضه به زیرحوضه‌هایی با رتبه آبراهه‌ای ۵، ۶ و ۷ تقسیم شده و سپس فاکتورهای موثر بر سیل‌خیزی حوضه مانند مساحت، شماره منحنی CN، زمان تأخیر، زمان تمرکز، شدت بارش، کاربری اراضی، شیب، زمین‌شناسی و پوشش گیاهی مطالعه، و دبی پیک سیلاب در نرم‌افزار SMADA محاسبه شده است. مقادیر دبی محاسبه شده از روش SCS نشان داد که بیشترین بده حداکثر سیلابی با دوره برگشت ۱۰۰ سال به میزان  $691/85 \text{ m}^3/\text{s}$  مربوط به حوضه رازآور با رتبه آبراهه‌ای ۸ و مساحت  $1,323 \text{ Km}^2$ ، و کمترین بده ۱۰۰ ساله به میزان  $28/9 \text{ m}^3/\text{s}$  متعلق به زیرحوضه شماره ۱۰ با مساحت  $23 \text{ Km}^2$  و رتبه آبراهه‌ای ۵ می‌باشد. برای تعیین موثرترین عامل در سیل‌خیزی منطقه و جهت پیش‌بینی مقدار دبی و ارائه مدل مناسب، دبی به عنوان متغیر وابسته و سایر فاکتورها به عنوان متغیرهای مستقل معرفی شده و این مقادیر در نرم‌افزار SPSS مورد آنالیز قرار گرفته است. جهت تجزیه و تحلیل و نیز انتخاب موثرترین عامل یا عوامل در سیل‌خیزی حوضه از رگرسیون چندگانه، ساده و لگاریتمی با استفاده از روش‌های پیشرو و گام به گام (STEPWISE) استفاده و مدل‌هایی برای حوضه ارائه گردید. لازم به ذکر است که مدل‌های ارائه شده با سطح اعتماد  $0/01$  درصد قابل قبول هستند. نتایج این مدل‌ها نشان داد که مساحت، زمان تأخیر و CN حوضه موثرترین عامل در سیل‌خیزی این حوضه به شمار می‌روند.

**واژگان کلیدی:** حوضه رازآور، عوامل موثر در سیل‌خیزی، روش SCS، مدل سیلاب، رتبه آبراهه‌ای.

۱- استادیار دانشگاه رازی کرمانشاه.

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات آبخیزداری استان کرمانشاه.

۳- دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشگاه تبریز.

## مقدمه

سیل هر ساله موجب خسارات فراوانی به مزارع، زمین‌های کشاورزی، راه‌ها، سدها، پل‌ها و جاده‌ها می‌شود و در بسیاری از موارد باعث مرگ انسان‌ها و در نتیجه باعث تخریب ساختار اجتماعی جوامع و خسارات جانی و مالی فراوانی می‌گردد (چیتی، ۱۳۸۲: ۳۷). با توجه به وقوع سیلاب‌های فراوان و شدید در کشور و متعاقب آن افزایش خسارات جانی و مالی، بخش عظیمی از مطالعات آبخیزداری مختص طرح‌های کنترل سیلاب می‌باشد (طرح سیل خیزی، ۱۳۷۴: ۲۵). مدل‌ها و روش‌های زیادی برای محاسبه مقدار دبی سیلابی وجود دارد. بررسی کارایی روش‌های انتخاب شده بستگی به نوع مشکل و اطلاعات موجود و مکانیزم رواناب دارد. در این تحقیق مقدار ارتفاع روان‌آب و دبی پیک سیلاب برای دوره برگشت‌های مختلف با روش SCS محاسبه و مدل سیل‌خیزی برای حوضه ارائه شده است. مطالعات صورت گرفته در خصوص تعیین سیلاب در حوضه‌ها بیشتر بر اساس فرمول‌های تجربی و عمدتاً بر اساس سطح حوضه بوده است. از جمله روش‌های متداول در برآورد سیلاب، استفاده از هیدروگراف واحد است که نه تنها برای محاسبه دبی پیک سیلاب بلکه برای ایجاد هیدروگراف سیل‌های پیچیده نیز به کار برده می‌شود. از جمله این هیدروگراف‌ها می‌توان به هیدروگراف SCS اشاره کرد. انسی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۵) از مدل SCS در تخمین سیلاب استفاده کرده و داده‌های به دست آمده را با داده‌های واقعی مقدار روان‌آب و دبی در طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ منطقه مقایسه کرده و به این نتیجه رسیده است که داده‌های به دست آمده از روش SCS قابل اعتماد است. جنیسیک<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر پوشش گیاهی بر فرایند رواناب با استفاده از روش SCS, CN پرداخته و تأثیر تخریب پوشش گیاهی بر افزایش سیلاب را اثبات کرده است. مدیریت منابع آب کانادا (۲۰۰۵) در تحقیقی به محاسبه مقدار دبی پیک برای حوضه‌های فاقد آمار پرداخته و از مقادیر CN در مدل HEC-1 برای محاسبه بارش- روان‌آب استفاده و این مدل را برای حوضه‌های فاقد آمار پیشنهاد کرده‌است. جان‌شی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی سیلاب در نواحی شهری

1- Inci

2- Jenicek

3- Jun shi

با روش SCS پرداخته و از داده‌های کاربری اراضی تهیه شده از ماهواره LAND SAT در سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ برای تغییر کاربری اراضی و میزان روان آب استفاده و نتیجه گیری کرده است که افزایش مناطق شهری و کاهش مناطق کشاورزی یک دلیل اصلی برای وقوع سیلاب بوده است. نصرتی و همکاران (۱۳۷۹) به بررسی قابلیت سیل‌خیزی حوضه گاو رود با استفاده از سنجش از دور و GIS پرداخته و به این نتیجه رسیده که زیرحوضه‌های غربی رودخانه گاو رود به علت زمان تمرکز کمتر و شیب زیاد و نفوذ پذیری پایین لایه‌های سطحی زمین و پوشش گیاهی ضعیف‌تر، دارای پتانسیل سیل‌خیزی بیشتری می‌باشند. یزدانی و همکاران (۱۳۸۰) از مدل SCS در روش ترسیم SCS برای تعیین دبی حداکثر سیلاب استفاده نموده و این روش را برای حوضه‌های آبخیز با زمان تمرکز ۰/۱ تا ۵ ساعت برای بارش‌های ۲۴ ساعته ارائه داده است. زهتاییان و همکاران (۱۳۸۰) به بررسی هیدروگراف واحد مصنوعی در تجزیه و تحلیل سیلاب‌ها در حوضه‌های شمال کشور پرداخته و برای بررسی روابط بین بارش و رواناب و کارایی هیدروگراف‌ها از هیدروگراف‌های ناش، کلارک، اشنایدر، SCS و مثلی استفاده کرده است. محسنی و همکاران (۱۳۸۲) به تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید در شرق و شمال شرق ایران پرداخته است این روش برای غلبه بر مشکلات کمبود آمار در مناطق خشک و نیمه‌خشک مناسب است. سلطانی کوپایی و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی توزیع تناوب سیل مشتق شده بر اساس آب نمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک به عنوان مدل بارش رواناب به همراه مدل نفوذ فیلپ برای محاسبه بارش مازاد و توزیع توام شدت و مدت بارش پرداخته است. این توزیع می‌تواند در حوضه‌های فاقد آمار به عنوان جایگزین برای روش متداول برآورد سیل مورد بررسی قرار گیرد.

### اهداف تحقیق

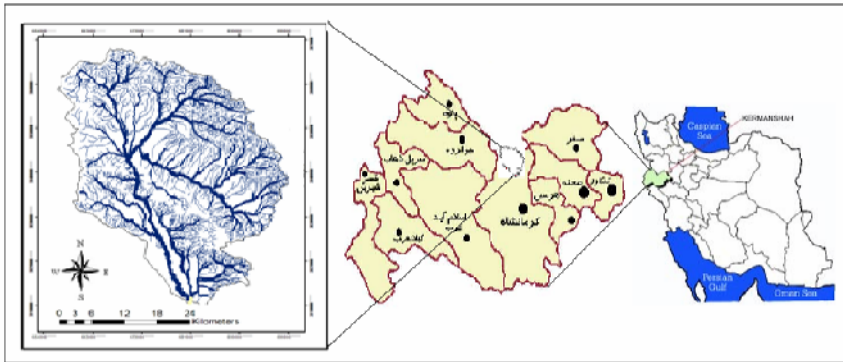
- ۱- برآورد مقادیر ارتفاع رواناب و دبی پیک سیلاب برای زیرحوضه‌ها و حوضه اصلی رودخانه رازآور.
- ۲- شناسایی فاکتورهای موثر در سیل‌خیزی حوضه رازآور.

۳- ارائه مدل سیل‌خیزی برای حوضه.

### موقعیت جغرافیایی منطقه

حوضه رازآور با مساحت ۱۳۲۳ کیلومتر مربع یکی از زیر حوضه‌های اصلی رودخانه قره سو محسوب می‌شود که بین طول جغرافیایی  $44^{\circ} 00'$  الی  $46^{\circ} 00'$  و عرض جغرافیایی  $38^{\circ} 21'$  الی  $34^{\circ} 55'$  قرار گرفته است.

شکل ۱ حوضه مورد مطالعه را از نظر تقسیمات سیاسی کشور در محدوده استان کرمانشاه و کردستان نشان می‌دهد که بخش‌هایی از دشت میاندربند کرمانشاه و بیله وار کردستان را در بر گرفته است. زهکش اصلی منطقه رودخانه رازآور است که خروجی آن به حوضه قره‌سو می‌پیوندد (پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵: ۸).



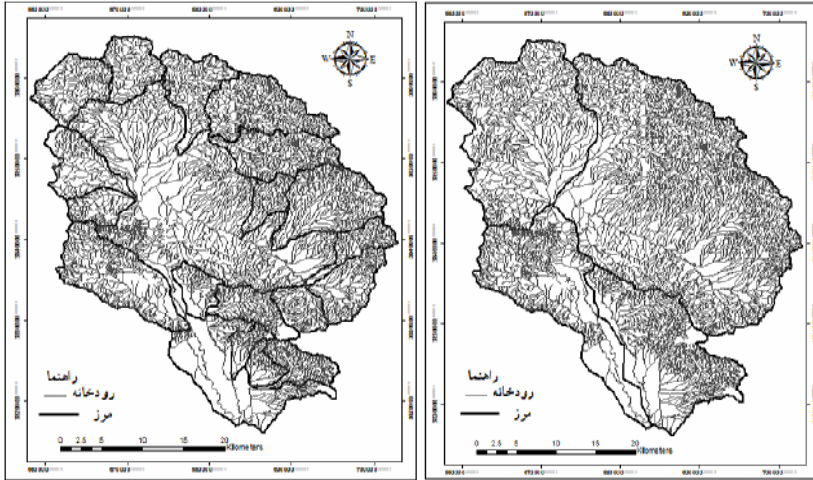
شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

### مواد و روش‌ها

برای انجام تحقیق حاضر نقشه‌های پایه شامل نقشه هیپسومتری، شبکه آبراهه، خاکشناسی، نقشه زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و کاربری ارضی منطقه در نرم‌افزارهای GIS تهیه و ترسیم شده است.

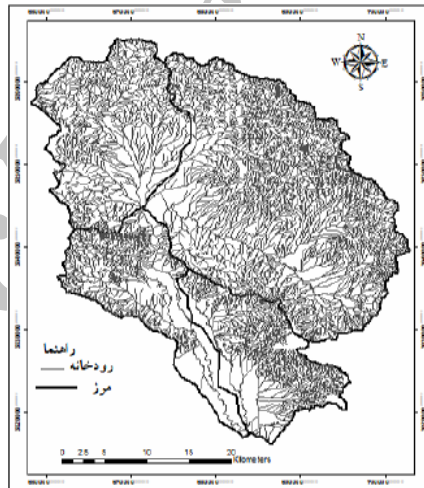
به منظور محاسبه مقدار دبی پیک سیلاب، از روش SCS برای حوضه رازآور فاکتورهایی مانند شیب حوضه، طول رودخانه اصلی، زمان تأخیر، زمان تمرکز، مقدار ضریب رواناب

(CN) و میزان نفوذپذیری (S) محاسبه شده است. برای محاسبه طول رودخانه اصلی و فاکتورهای وابسته به آن ابتدا شبکه آبراهه‌های حوضه بازسازی و حوضه بر اساس رتبه آبراهه‌ای ۵، ۶ و ۷ تقسیم‌بندی شده است. این تقسیم‌بندی بر اساس روش مرسوم در کارهای آبخیزداری است که با هدف مدیریت سیلاب رودخانه از بالادست به طرف پایین دست انجام می‌شود به همین دلیل رودخانه از سرشاخه تا پایین دست در بازه‌های مختلف بر اساس رتبه‌های آبراهه‌ای تقسیم‌بندی و مقادیر دبی پیک سیلاب برای بازه‌های مختلف محاسبه شده است. در مطالعات آبخیزداری رتبه آبراهه‌ای درجه ۱ و ۲ برای احداث چکدم و آبراهه‌های با رتبه ۳ و ۴ برای احداث سازه‌های گابیون و آبراهه با رتبه ۵ برای احداث بند در نظر گرفته می‌شود چون براساس دبی پیک محاسبه شده اندازه سازه‌های آبخیزداری تعریف می‌شود بنابراین محاسبه مقدار دبی پیک سیلاب در بازه‌های مختلف رودخانه از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین دلیل مقادیر دبی پیک سیلاب به صورت سلسله‌مراتبی از شاخه‌هایی که دارای رتبه آبراهه‌ای ۵ بوده است محاسبه شده و برای محاسبه واحدهای میانی و پایین دست حوضه‌های با رتبه آبراهه‌ای ۶ و ۷ تفکیک شده و به این ترتیب مقدار سیلاب برای واحدهای زیرحوضه‌ای به صورت سلسله‌مراتبی از حوضه‌های کوچک و بالادست تا حوضه‌های بزرگ و پایین دست محاسبه شده است. از سوی دیگر با این تقسیم‌بندی تأثیر عامل مساحت بر روی وقوع سیلاب در حوضه‌های بزرگ نمایان می‌شود که هر مقدار حوضه و رتبه آبراهه‌ای منطقه بزرگ‌تر باشد سیلاب‌هایی با دبی پیک بیشتر به وقوع می‌پیوندد. شکل‌های زیر نحوه این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد (پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵: ۱۰).



شکل (۳) زیرحوضه با آبراهه رتبه ۶

شکل (۲) زیرحوضه با آبراهه رتبه ۵



شکل (۴) زیرحوضه با آبراهه رتبه ۷

در مرحله بعد با استفاده از آمار ایستگاه باران سنج ثبات روانسر منحنی IDF حوضه با تحلیل‌های انجام شده در نرم‌افزار HYFA ترسیم و مقادیر بارش‌های کوتاه‌مدت ۶ و ۱۲ ساعته استخراج شده است. برای محاسبه بارش تجمعی از روی منحنی IDF شدت بارش را تبدیل به ارتفاع بارش در تداوم‌های مختلف کرده و منحنی هایئوگراف بارش حوضه ترسیم شده است. به منظور بررسی وضعیت سیل‌خیزی حوضه آبخیز رازآور از روش SCS مقدار ارتفاع روان آب و دبی پیک سیلاب برای دوره‌های برگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله در نرم‌افزار SMADA محاسبه شده است. برای ارائه مدل سیل‌خیزی حوضه رازآور با دادن پارامترهای موثر در سیل‌خیزی به عنوان متغیر مستقل و مقادیر دبی پیک سیلاب به عنوان متغیر وابسته مدل‌هایی برای سیل‌خیزی حوضه ارائه شده است که با جایگزینی پارامترهای موثر در سیل‌خیزی می‌توان مقادیر دبی پیک و ارتفاع روان آب را برای دوره برگشت‌های مختلف در هر نقطه دلخواه از حوضه محاسبه کرد.

### محاسبه رواناب با استفاده از روش تجربی شماره منحنی (CN)

رواناب حاصل از بارندگی را می‌توان بر حسب ارتفاع یا حجم توصیف کرد و آن را به روش‌های مختلف نیز برآورد نمود. از جمله روش‌های معمول در هیدرولوژی روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) است که برای حوضه‌هایی که در آنها داده‌های اندازه‌گیری دبی و رواناب وجود ندارد بکار می‌رود در این روش ارتفاع رواناب حاصله از بارندگی از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

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

R: ارتفاع روان آب

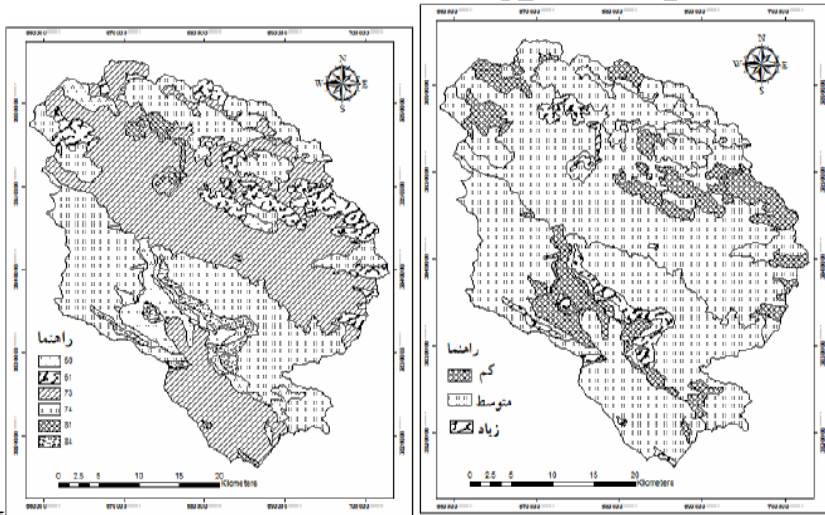
P: مقدار بارش (mm)

S: عامل مربوط به نگهداشت آب در سطح زمین که با فرمول زیر محاسبه می‌شود

$$S = \frac{25400}{CN} - 245(mm)$$

CN: ضریب رواناب

مقدار CN از تلفیق نقشه‌های گروه‌های هیدرولوژیک خاک منطقه و پوشش گیاهی و ضرایب موجود در کتاب هیدرولوژی کاربردی امین‌علیزاده به دست آمده است. شکل ۶ نقشه ضریب رواناب و شکل ۷ نقشه نفوذپذیری حوضه را نشان می‌دهد.



شکل شماره (۵) نقشه ضریب (CN)

شکل شماره (۶) نقشه نفوذپذیری (S)

### محاسبه زمان تمرکز و زمان تأخیر به روش SCS

زمان تمرکز برای حوضه مورد نظر و زیر حوضه‌های آن از طریق فرمول زیر محاسبه شده است:

$$t_c = \frac{t_l}{0.6}$$

زمان تمرکز حوضه



برای محاسبه زمان تمرکز حوضه به زمان تأخیر حوضه نیاز است که زمان تأخیر حوضه در روش SCS با فرمول زیر محاسبه شده است.

$$t_1 = \frac{((L)^{0.8} [2540 - 22.86 \times cn]^{0.7}}{14104 \times (cn)^{0.7} \times y^m}$$

$t_1$  = زمان تأخیر حوضه

CN = ضریب نفوذپذیری

$y^m$  = شیب وزنی حوضه

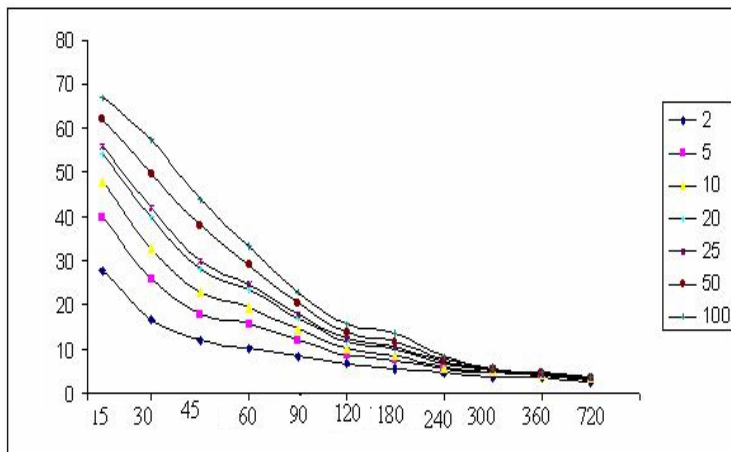
L = طول آبراهه اصلی (ماکوس، ۱۹۶۹: ۳-۴)

### محاسبه بارش‌های کوتاه‌مدت

برای محاسبه مقادیر بارش کوتاه مدت، مقادیر شدت بارش‌های ۶ و ۱۲ ساعته از روی گراف‌های بارندگی ایستگاه روانسر استخراج گردید. این ارقام برای تجزیه و تحلیل و نیز محاسبه شدت بارش در دوره برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ سال به برنامه Hyfa داده شده و به وسیله نرم‌افزار مزبور با توزیع‌های آماری نرمال، لوگ نرمال ۲ پارامتری، لوگ نرمال ۳ پارامتری، گامای ۲ پارامتری، گامای ۳ پارامتری، پیرسون تپ ۳، لوگ پیرسون تپ ۳، و گامبل برازش داده شده تا مناسب‌ترین توزیع جهت داده‌های مورد نیاز تعیین گردد. در نهایت با توجه به کمترین میانگین انحرافات برای هر گام زمانی بهترین توزیع انتخاب شده و ارقام شدت بارش برای دوره برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ استخراج گردیده است. جدول ۱ انتخاب بهترین توزیع آماری را نشان می‌دهد. از روی مقادیر شدت بارش استخراج شده منحنی (IDF شدت مدت فراوانی) ترسیم شده است شکل ۸ نمودار ترسیمی را نشان می‌دهد.

جدول (۱) توزیع آماری ایستگاه روانسر

گام‌های زمانی										
۱۲	۳۶۰	۳۰۰	۲۴۰	۱۸۰	۱۲۰	۹۰	۶۰	۴۵	۱۵	فرمول‌های تعیین فراوانی ۶گانه
	پیرسون تیپ ۳	نرمال	نرمال					لوگ پیرسون تیپ ۳	لوگ نرمال پارامتری ۲	hazen
				لوگ نرمال ۳ پارامتری	لوگ نرمال پارامتری ۳	لوگ نرمال ۲ پارامتری				weibull
										blom
							لوگ نرمال ۲ پارامتری			tukey
										chegodayet
لوگ پیرسون تیپ ۳									لوگ پیرسون تیپ ۳	gringorten



شکل شماره (۷) نمودار منحنی شدت مدت فراوانی ایستگاه روانسر

### محاسبه بارش تجمعی

برای محاسبه بارش تجمعی از روی منحنی IDF شدت بارش را تبدیل به ارتفاع بارش در تداوم‌های مختلف کرده و به این ترتیب ارتفاع بارش تجمعی محاسبه شده و منحنی بارش تجمعی برای هر دوره برگشت ترسیم می‌شود.

### محاسبه گام‌های زمانی بارش برای محاسبه هیدروگراف سیل

برای به دست آوردن  $D$  یا گام‌های بارش به روش SCS زمان تمرکز حوضه را در  $0.133/t_c$  ضرب کرده تا مقدار  $D$  یا تداوم بارش محاسبه شود و سپس مقدار آن را در  $60$  دقیقه ضرب می‌کنیم:

$$D = t_c \times 0.133$$

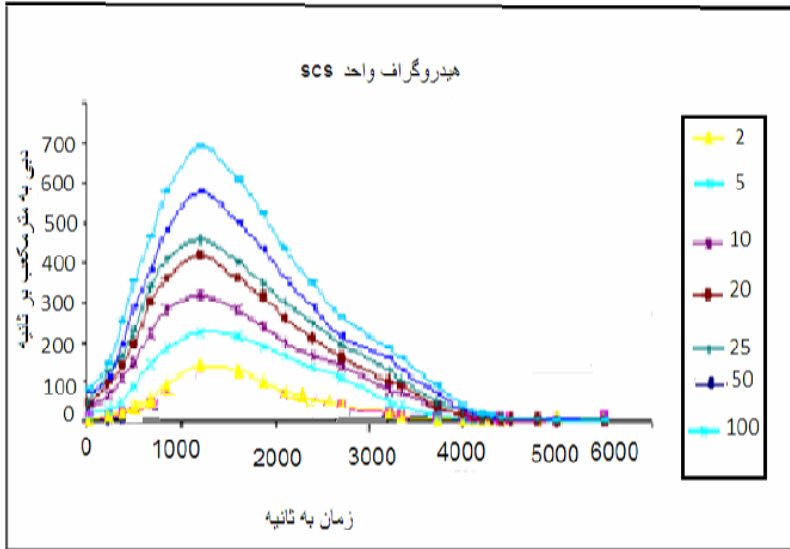
به این ترتیب گام‌های زمانی تداوم بارش برای هر زیرحوضه به دست می‌آید بر اساس مقدار  $D$  برای هر زیرحوضه مقدار بارش تجمعی از نمودارهای بارش تجمعی استخراج می‌شود و در نهایت مقدار بارش جزئی از کم کردن مقادیر بارش تجمعی محاسبه می‌گردد.

### یافته‌ها

#### ترسیم هیدروگراف سیل به روش SCS

بعد از محاسبه تمام فاکتورها نظیر ارتفاع بارش جزئی، گام‌های زمانی هیدروگراف، زمان تمرکز حوضه، مساحت حوضه، میزان نفوذپذیری حوضه، محدودیت خاک حوضه از نظر میزان نفوذپذیری، مقدار  $CN$  و  $S$  و تعیین ضریب بازوی پایین رونده هیدروگراف سیل اقدام به تهیه و ترسیم هیدروگراف سیل با دوره برگشت‌های  $2$  تا  $100$  ساله در محیط نرم‌افزار SMADA شده است و سپس با استفاده از هیدروگراف‌های ترسیم شده مقادیر ارتفاع بارش کلی، مقدار ارتفاع روان‌آب، زمان به پیک رسیدن سیلاب و مقدار پیک سیلاب از طریق

هیدروگراف ترسیمی به دست آمده است در شکل ۶ هیدروگراف سیل حوضه اصلی رازآور برای دوره برگشت‌های مختلف به روش SCS آورده شده است.



شکل (۸) هیدروگراف واحد SCS برای دوره برگشت ۲ تا ۱۰۰ سال

### ارائه مدل سیل‌خیزی برای حوضه آبخیز رازآور

برای تعیین موثرترین فاکتور در سیل‌خیزی و ارائه مدل مناسب جهت پیش‌بینی میزان رواناب، ابتدا دبی محاسبه شده برای هر دوره برگشت به‌عنوان متغیر وابسته و فاکتورهای مساحت حوضه، طول آبراهه اصلی، شیب وزنی حوضه، شماره منحنی CN، زمان تأخیر، زمان تمرکز، نسبت انشعاب آبراهه، نسبت تراکم، ضریب شکل حوضه، طول آبراهه درجه ۴،۳،۲،۱ و ۵ به‌عنوان متغیرهای کمی و کاربری اراضی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی به‌عنوان متغیرهای کیفی که با وزن دار کردن کمی شده به‌عنوان متغیرهای مستقل تعیین شده و به نرم‌افزار SPSS داده شده است. با استفاده از روش رگرسیون چندگانه، ساده و لگاریتمی با استفاده از روش‌های پیشرو، پسر و گام به گام روابط و مدل‌هایی برای حوضه

ارائه داده شده که در نهایت موثرترین عوامل تعیین و مدل مناسب جهت پیش‌بینی ارتفاع رواناب برای دوره برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ سال به دست آمده است. مدل‌های ارائه شده بیانگر این مسأله است که با دادن فاکتورهای موثر در سیل‌خیزی می‌توان مقادیر دبی پیک سیلاب و ارتفاع رواناب را برای هر نقطه از حوضه با سطح اعتماد ۰/۰۱ برآورد کرد. در زیر مدل‌های ارائه شده برای دوره برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ سال آورده شده است. مدل‌های ارائه شده نشان داد که موثرترین فاکتورها در سیل‌خیزی حوضه رازآور عبارتند از مساحت حوضه، مقدار ضریب CN، زمان تاخیر و وضعیت پوشش گیاهی حوضه که با دادن هر کدام از این مقادیر به مدل می‌توان مقادیر دبی پیک سیلاب را برای زیرحوضه‌های مختلف حوضه رازآور یا هر نقطه دلخواه از حوضه بدست آورد.

#### مدل سیلاب با دوره برگشت ۲ سال

$$QT2 = [AREA.8/59E-09]$$

$$QT2 = [CN.0/381+AREA.2/602E-09-22/473]$$

$$QT2 = [TL .0.431+AREA .1.49-09-26/981]$$

$$QT2 = [VEA .1.282+0.342=CN.0.438+AREA.1.525E-09-24/315]$$

#### مدل سیلاب با دوره برگشت ۵ سال

$$QT5 = [TL .1.11+9.270]$$

$$QT5 = [CN. 0.593+TL.1.085-33.484]$$

$$QT5 = [AREA.2.245E-09.0.475+TL.0.813-24/750]$$

#### مدل سیلاب با دوره برگشت ۱۰ سال

$$QT10 = [AREA.5.852E-09]$$

$$QT10 = [D.-1.706+AREA.4.732E-09-25/340]$$

$$QT10 = [CN.0.467+D.-1.456+AREA.4.335-09-9.315]$$

$$QT10 = [TL.0.661+CN.0.605+D.-0/837+AREA.2.935-09-23.262]$$

## مدل سیلاب با دوره برگشت ۲۰ سال

$$QT20=[CN.1/317-66/074]$$

$$2)QT20=TC.0/517=CN.1/294-066/674]$$

## مدل سیلاب با دوره برگشت ۲۵ سال

$$QT25=[CN.1/433-65/828]$$

$$QT25=TL.1/268+CN.1/401-66/764]$$

## مدل سیلاب با دوره برگشت ۵۰ سال

$$QT50=[CN.1/433-65/828]$$

$$QT50=[TL.1/268+CN.1/401-66/764]$$

## مدل سیلاب با دوره برگشت ۱۰۰ سال

$$QT100=[TC.1/095+108/581]$$

$$QT100=[SLOPE.0/261+TC.1/568+100/211]$$

$$QT100=[VEA.-5/926+SLOPE.0/359+TC.1/537-111/581]$$

## نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در مدل SCS تمام فاکتورهای موثر در وقوع سیلاب نظیر ارتفاع بارش جزئی، گام‌های زمانی هیدروگراف، زمان تمرکز حوضه، مساحت حوضه، میزان نفوذپذیری حوضه، محدودیت خاک حوضه از نظر میزان نفوذپذیری، و ضریب ایجاد رواناب لحاظ می‌شود این مدل توانایی بالایی را در تخمین دقیق دبی‌های پیک سیلاب دارد. به‌عنوان مثال خسروی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی پارامترهای موثر بر سیل‌خیزی با روش SCS پرداخته‌اند و پارامترهای زمان تمرکز، مساحت حوضه، مقدار بارش با دوره برگشت‌های مختلف و عامل بارش موثر ۰/۱۳۳ را در نظر گرفته و دبی پیک سیلاب را تخمین زده‌اند و آنالیز حساسیت مدل SCS را با نرم‌افزار MATLAB انجام داده‌اند و بیان کرده‌اند که نتایج مدل قابل اعتماد است. در این مطالعه نیز با تعیین صحت نتایج مدل SCS در تخمین

مقادیر دبی پیک سیلاب حوضه رازآور، مدل‌هایی برای حوضه تهیه شده است که می‌توان با استفاده از این مدل‌ها مقادیر دبی پیک سیلاب را برای دوره برگشت‌های مختلف برای هر نقطه از حوضه به دست آورد. آزمون مدل‌ها نشان داد که این مدل‌ها با سطح  $0/01$  قابل اعتماد هستند. همچنین لشکری و همکاران نیز در تحلیل منطقه‌ای سیلاب رودخانه زهره مدل‌هایی را برای حوضه ارائه داده‌اند که با استفاده از آنالیز منطقه‌ای ایستگاه‌های هیدرومتری مقادیر دبی پیک محاسبه شده است و سپس بین فاکتورهای مؤثر بر سیلاب در رودخانه زهره و مقادیر دبی پیک با استفاده از روش رگرسیون چندگانه، ساده و لگاریتمی با استفاده از روش‌های پیشرو، پسر و گام به گام روابط و مدل‌هایی را برای حوضه رودخانه زهره ارائه داده‌اند که با استفاده از این مدل‌ها می‌توان مقادیر دبی با دوره برگشت‌های مختلف را در زیرحوضه‌های فاقد ایستگاه یا هر نقطه دلخواه از حوضه به دست آورده. در این مطالعه نیز مقادیر سیلاب برای حوضه محاسبه و با تعیین فاکتورهای مؤثر در سیل‌خیزی مدل‌هایی برای حوضه ارائه شده است که با استفاده از این مدل‌ها و داشتن فاکتورهای مؤثر در سیلاب می‌توان مقادیر دبی پیک را برای هر قسمت از حوضه به دست آورد.

## منابع

- ۱- اداره ارزیابی منابع طبیعی و آبخیزداری استان قزوین (۱۳۷۴)، «طرح سیل‌خیزی حوضه آبخیز رود شور استان قزوین»، صص ۴۰-۱.
- ۲- پیروزی‌نژاد، نوشین؛ ملکی، امجد؛ حصادی، همایون (۱۳۸۵)، «بررسی سیل‌خیزی حوضه آبخیز رازآور با استفاده از مدل SCS»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه، صص ۱۸۰-۱.
- ۳- چیتی، محمدحسن (۱۳۸۲)، «سیل از دیدگاه بلایای طبیعی»، مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی مناطق شهری، صص ۳۸-۳۷.
- ۴- حمیدی، علی (۱۳۸۱)، «طرح پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبخیز دره رود استان اردبیل»، وزارت جهاد کشاورزی، صص ۲۱-۱.
- ۵- خسروی، محمدرضا؛ ملکان‌زاده، حسین و آهنی، حسین؛ آزادی زارع، محمدامین (۱۳۸۹)، «آنالیز حساسیت و شناسایی فاکتورهای موثر اصلی در مقادیر دبی پیک سیلاب با روش SCS در حوضه‌های ایران»، *کواترنری اینترنشنال*، ۲۲۶، صص ۴۰.
- ۶- زهتاییان، غلامرضا؛ علیپور، امید؛ وفاخواه، مهدی (۱۳۸۰)، «بررسی و کاربرد هیدروگراف‌های واحد مصنوعی در تجزیه و تحلیل سیلاب‌های شمال کشور»، *مجله منابع طبیعی ایران*، جلد ۵۴، شماره ۴ صص ۳۵۰-۳۳۱.
- ۷- سلطانی‌کویایی، سعید؛ مهدوی، محمد (۱۳۸۴)، «توضیح و تناوب سیل مشتق شده بر اساس آبنمود لحظه‌ای ژئومورفولوژی و تابع چگالی بارش مازاد، در حوضه مندرجان»، *مجله منابع طبیعی*، جلد ۵۸، شماره ۱، صص ۴۷۰-۳۵۳.
- ۸- شرکت سنجش از دور (۱۳۷۸)، «گزارش اقتصادی اجتماعی حوضه آبخیز رازآور»، صص ۴۶.
- ۹- شرکت سنجش از دور (۱۳۷۸)، «گزارش خاکشناسی حوضه آبخیز رازآور»، صص ۸۵.
- ۱۰- شرکت سنجش از دور (۱۳۷۸)، «گزارش پوشش گیاهی حوضه آبخیز رازآور»، صص ۶۹.
- ۱۱- علیزاده، امین (۱۳۷۹)، «اصول هیدرولوژی کاربردی»، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوازدهم، صص ۳۸۵-۳۰۷.



- ۱۲- لشکری، حسین؛ زارع، داریوش (۱۳۸۲) «تحلیل منطقه‌ای سیلاب در حوضه رودخانه زهره»، *تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۷۰، صص ۱۲۹-۱۴۲.
- ۱۳- محسنی، ساروی؛ محسن روحانی؛ حامد؛ تلوری، عبدالرسول؛ زهتابیان، غلامرضا (۱۳۸۲)، «تحلیل منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید در شرق و شمال شرق ایران»، *مجله منابع طبیعی*، جلد ۵۶ شماره ۳، صص ۱۷۴-۱۶۵.
- ۱۴- نصرتی، محمد؛ جباری، ایرج (۱۳۷۹)، «پهنه‌بندی سیلاب در حوضه آبخیز گاورد»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه، صص ۱۱۰-۱۳۰.
- ۱۵- یزدانی، محمدرضا؛ مهدوی، محمد؛ حسینی چگینی، ابراهیم (۱۳۸۰)، «تعیین دبی حداکثر سیلاب با استفاده از روش ترسیم SCS در حوضه‌های آبخیز کوچک»، *مجله منابع طبیعی ایران*، جلد ۵۴، صص ۳۶۶-۳۵۵.
- 16- Mockus, Victor (1969), "*National Engineering Handbook*", Section 4-9.
- 17- Inci Tekeli, Y., and Suat Akgul, Orhan Dengiz, Turhan Akuzum (2005), "Estimation of Flood Discharge for Small Watershed Using SCS Curve Number and Geographic Information System", *International Congress on River Basin Management*, pp. 527,537.
- 18- Jenicek, Michal (2007), "Effects of Land Cover on Runoff Process Using SCS, CN Method in the Upper Chomutovka Catchment, Charles University Inprague", Faculty of Science Department of Physical Geography and Geoecolog.
- 19- Jun Shi, Pei and Yi, Yuan, Jing Zheng, Jing-ai Wang ,Yi,Ge, Guo-yu, Qiu (2007), "The Effect of Land Use Cover Change on Surface Runoff in Shanzhen Region Chin", *Catena*, 69, pp.31-35.