

تا خروجی حوضه نتایج شبیه‌سازی بارش - رواناب نشان داد که محل بالاترین دبی تولید شده در مناطق میانی حوضه (J-5) بوده و فقط نیمی از زیرحوضه‌های مناطق بالادستی در بالاترین سیلاب حوضه مشارکت داشته‌اند. اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها نشان داد که زیرحوضه B بیشترین مشارکت را در تولید سیل محل تلاقی شماره ۵ داشته و بعد از آن زیرحوضه‌های C و A و G1 و H1 قرار دارند. کمترین مشارکت از آن زیرحوضه M2 بوده است.

**کلید واژه‌ها:** سیل‌خیزی، زیرحوضه، اولویت‌بندی، تکرار حذف انفرادی زیرحوضه، GIS

#### مقدمه

سیل بعنوان یک رویداد حدی هیدرواقلمی و از جدی‌ترین بلایای طبیعی بشمار میرود که همواره جوامع بشری را مورد تهدید قرار می‌دهد. بررسی مجموعه عوامل زیست محیطی که زمینه ساز این وقایع هستند نشان می‌دهد که دخالت انسان در چرخه طبیعی آب از طریق تخریب پوشش گیاهی در عرصه‌های آبخیز، کاربری غیر اصولی اراضی، توسعه سطوح غیر قابل نفوذ و امثال آن احتمال سیل‌خیزی را در مناطق گوناگون افزایش داده است. از این رو شناسایی زیرحوضه‌های سیل‌خیز برای مهار و کنترل سیلاب یک اقدام ضروری بشمار می‌رود. اغلب روش‌هایی که در گذشته برای شناسایی، تفکیک و اولویت‌بندی مناطق سیل‌خیز بکار گرفته شده‌اند معمولاً کل حوضه آبخیز بصورت یکپارچه در نظر گرفته شده که به دلیل وسعت و گستردگی حوضه‌های آبخیز برای راه‌حل‌های اجرایی همواره با مشکل مواجه بوده‌اند. مطالعه جلالی [۹] نمونه‌ای از این روش محسوب می‌شود. نامبرده برای بررسی وضعیت سیل‌خیزی پاره‌ای از رودخانه‌های ایران با استفاده از فرمول فرانکو رودیه مطالعه‌ای در ۸ منطقه گیلان، فارس، کرمان، ارومیه، سفیدرود، خوزستان، مازندران و خراسان انجام داده است در این روش مقدار K بعنوان شاخص سیل‌خیزی در نظر گرفته شده است. براساس این مطالعه منطقه خوزستان سیل‌خیزترین منطقه ایران با مقدار K بین (۴/۵۵ تا ۴/۵۸) برای سیل ۱۰۰۰ ساله می‌باشد. پس از آن فارس و خراسان در رده دوم و سوم قرار دارد. در این تحقیق اقدامی در جهت بررسی شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها در مقیاس عملی و اجرایی انجام نگرفته است. در مواردی که این موضوع در سطح زیرحوضه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است، معمولاً رفتار هیدرولوژیکی زیرحوضه‌ها خطی فرض شده و صرفاً دبی زیرحوضه‌ها بدون در نظر

## توسعه روشی برای شناسایی و اولویت‌بندی مناطق مولد سیلاب در حوضه‌های آبخیز (بازنگری روش SSSE) (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شمس‌آباد)

محمد خسروشاهی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۲

#### چکیده

یکی از راهکارهای اساسی برای کنترل و کاهش اثرات مخرب سیل، شناسایی مناطق سیل‌خیز در حوضه‌های آبخیز است. تاکنون روش‌هایی برای شناسایی مناطق مولد سیلاب معرفی شده است اما در سال‌های اخیر برای بررسی وضعیت سیل‌خیزی حوضه‌های آبخیز بیشتر از روش «تکرار حذف انفرادی زیرحوضه (SSSE)» استفاده شده است. در این روش سهم مشارکت زیرحوضه‌های سیل‌خیز و اولویت‌بندی آنها با استفاده از تحلیل هیدروگراف سیل خروجی کل حوضه صورت می‌گیرد زیرا فرض بر این است که دبی سیل حداکثر در خروجی حوضه اتفاق می‌افتد. در مقاله حاضر، روندیابی هیدروگراف زیرحوضه‌ها در شبکه آبراهه‌های داخل و خروجی کل حوضه برای تعیین محل بالاترین دبی سیل تولید شده با استفاده از همین روش مد نظر قرار گرفته تا توجه کاربران روش (SSSE) را به این نکته جلب کند که بالاترین سیل تولید شده ممکن است نه در خروجی حوضه بلکه در داخل حوضه آبخیز روی دهد. از این رو برای شناسایی مناطق سیل‌خیز نباید همیشه از تحلیل هیدروگراف خروجی حوضه استفاده شود. بدین منظور حوزه آبخیز سمیش رود با وسعتی معادل ۱۶۸۰ کیلومتر مربع و گستره ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۲۵۰۰ متر، به ۲۸ زیرحوضه تقسیم شد. برای محاسبه خصوصیات فیزیکی زیرحوضه‌ها از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره گرفته شد. با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی حوضه و مناطق همجوار هیتوگراف بارش‌های طراحی ۶ و ۱۲ ساعته با دوره بازگشت ۲، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله بدست آمد. پس از اجرای مدل هیدرولوژی HMS، و روندیابی هیدروگراف دبی زیرحوضه‌ها

۱- دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور khosro@rifir-ac.ir

گرفتن اثرات کاهش هیدروگراف (در روندیابی رودخانه) و همزمانی رسیدن آن به خروجی حوضه مدنظر بوده است. در این نمونه از کارها [۱۶] با استفاده از ابزار سنجش از دور و GIS نقشه‌های خاک، پوشش گیاهی، CN و کاربرد روابط SCS نهایتاً نقشه ارتفاع رواناب برای هر پیکسل در سطح حوضه تهیه شده است و پتانسیل تولید سیل در سطح زیرحوضه‌ها بصورت مستقل محاسبه و با هم مقایسه شده است.

ملکیان و همکاران [۱۴] با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز اخترآباد را پهنه‌بندی کردند و نتیجه گرفتند که مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد در پهنه‌هایی با شیب بیش از ۶۰ درصد و بارش ۴۰۰-۳۰۰ میلی متر قرار دارند. قنوتی و همکاران [۵] نیز با استفاده از همین روش پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی را در حوزه آبخیز فرحزاد تهران انجام دادند و نتیجه گرفتند که نواحی با خطر سیل‌خیزی خیلی زیاد در پهنه‌هایی با شیب ۸۰-۶۰ درصد و بارش ۱۰۰۰-۴۰۰ میلی متر قرار گرفته اند.

خیری زاده و همکاران [۱۳] پتانسیل خطر وقوع سیلاب در حوضه آبخیز مردق چای را با استفاده از مدل ANP پهنه‌بندی کردند و نتیجه گرفتند ۵ درصد از سطح حوضه در خطر وقوع سیلاب بسیار زیاد و حدود ۲۷ درصد از سطح حوضه در خطر وقوع سیلاب زیاد است. این مناطق بیشتر در قسمت‌های پایین دست حوضه واقع شده اند. نامبردگان به استناد نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع سیل حوضه، سیل‌خیزی بیشتر مناطق پایین دست را به همزمانی پیوستن دبی دوشعبه اصلی حوضه مورد مطالعه نسبت دادند. ثروتی و همکاران [۲۱] سیل‌خیزی حوزه آبخیز سراب دره شهر را از طریق برآورد رواناب بر اساس محاسبه شماره منحنی (CN) در چهار طبقه کم تا خیلی زیاد پهنه‌بندی کردند و نتیجه گرفتند که بیشتر مساحت حوضه (۳۵/۵ درصد) در طبقه با پتانسیل سیل‌خیزی متوسط قرار می‌گیرد و حدود ۱۷ کیلومتر مربع از سطح حوضه در طبقه پتانسیل سیل‌خیزی زیاد تا خیلی زیاد قرار دارد. در این مطالعه روندیابی سیلاب در حوضه و آبراهه‌ها و نحوه مشارکت آنها در دبی خروجی و یا محل اتصال رودخانه‌ها صورت نگرفته است. نوحه گر و همکاران [۱۵] تاثیر کاربری اراضی را بر پتانسیل سیل‌خیزی در حوزه آبخیز تنگ بستانک شیراز بررسی کردند. در این بررسی تولید و ترکیب لایه‌های موثر از جمله رواناب، شاخص تراوایی سازندها و تغییرات کاربری اراضی بکار گرفته شدند. نتایج حاصل از تحقیق مورد اشاره نشان داد که در یک دوره ۱۸ ساله، حوضه مذکور ۹ درصد سیل‌خیزتر شده است. در زمینه منطقه بندی خطر سیل بعضی از محققین از داده‌های دورسنجی و GIS استفاده کرده‌اند، از جمله ایسلام و سادو [۷] با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای نوآو کاربرد GIS نقشه خطر سیل را برای کشور بنگلادش تهیه کرده‌اند. این نقشه از ترکیب دو لایه، فراوانی اثر سیل<sup>۳</sup> و عمق سیل<sup>۴</sup> تشکیل شده است.

همچنین سنجی<sup>۵</sup> و همکاران [۲۰] با کاربرد تکنیک سنجش از دور و تصاویر ماهواره ای و با استفاده از روش ابداعی شاخص اختلاف آب نرمال شده<sup>۶</sup> نقشه مناطق مولد سیل را در یکی از حوضه‌های آبخیز هند تهیه کردند و نتیجه گرفتند که روش مذکور کارایی بهتری نسبت به روشهای دیگر دارد. بیسواجیت<sup>۷</sup> [۳] نقشه سیل‌خیزی و محدوده‌های خطر سیل را با استفاده از داده‌های شیب، توپوگرافی، شبکه زهکشی، خاک، پوشش زمین، مقدار بارش، مقدار تجمع جریان و سیل‌های تاریخی، از طریق تصاویر ماهواره ای رادارست<sup>۸</sup> بصورت لایه‌های رقمی در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه کرد. از همپوشانی لایه‌های مذکور و استخراج ضرایبی مناطق سیل‌خیز را در چهار دامنه خطر بالا، متوسط، کم و بدون خطر سیل تعیین کرد. در سالهای اخیر برای بررسی وضعیت سیل‌خیزی حوضه‌های آبخیز، با تقسیم حوضه به تعدادی زیرحوضه و روندیابی سیل در زیرحوضه‌ها و سپس در شبکه آبراهه اصلی، زیرحوضه‌های سیل‌خیز و بحرانی با توجه به سهمی که در تولید سیل خروجی کل حوضه دارند شناسایی شده‌اند. این نوع از مطالعات عمدتاً بر پایه روش "تکرار حذف انفرادی زیرحوضه" (SSSE) که برای اولین بار توسط خسروشاهی و ثقفیان [۱۰] معرفی شد و در مقالات بعدی نیز به این روش پرداخته شد [۱۱، ۱۲، ۱۸] صورت گرفته است. تا کنون مطالعات و مقاله‌های فراوانی نیز با کاربرد روش مذکور برای سیل‌خیزی ارائه شده است که از جمله آنها می‌توان به کارهای ثقفیان و فرازجو [۱۷]، سلیمانی و همکاران [۲۲]، زهتابیان و همکاران [۲۳]، ایزانلو و همکاران [۸]، امیراحمدی و شیران [۱]، بازدار و همکاران [۴]، بهرامی و همکاران [۲]، نوحه گر و همکاران [۱۵] اشاره کرد. از این رو هدف مقاله حاضر، روندیابی هیدروگراف زیرحوضه‌ها در داخل و خروجی کل حوضه برای تعیین محل بالاترین دبی سیل است تا توجه کاربران روش (SSSE) را به این نکته جلب کند که برای شناسایی مناطق سیل‌خیز نباید همیشه از تحلیل هیدروگراف خروجی حوضه استفاده کرد چه بسا میزان مشارکت زیرحوضه‌ها در ایجاد بالاترین سیل، ممکن است در داخل حوضه اتفاق افتد و لذا برای شناسایی مناطق خطر ساز و سیل‌خیز باید به محل ایجاد بالاترین سیل تولید شده (و نه لزوماً خروجی حوضه) توجه شود و تکرار حذف انفرادی زیرحوضه‌ها برای تعیین میزان مشارکت آنها در تولید سیل حوضه نیز با توجه به این نقطه صورت گیرد.

### مواد و روش‌ها:

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز شمس آباد با وسعتی معادل ۱۶۸۰ کیلومتر مربع در جنوب شرقی کشور و در مختصات جغرافیایی ۶۱°۴۲' تا ۶۱°۴۱' و ۲۱°۶۲' طول شرقی و ۲۷°۲۳' تا ۲۷°۵۸' عرض شمالی واقع شده است.

5. Sanjay

6. Normalized Difference Water Index (NDWI)

7. Biswajeet Pradhan

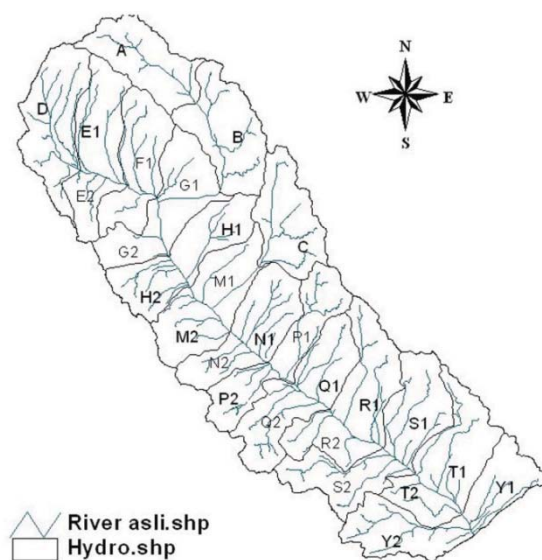
8. RADARSAT

1. Islam & Sado

2. NOAA-AVHRR

3. Flood-affected frequency

4. Flood water depth



شکل ۱- وضعیت تقسیم بندی واحدهای هیدرولوژیک و آبراهه‌های اصلی حوزه آبخیز شمس آباد  
 watershed Shamsabad in rivers main and units hydrological of Classification. 1 Fig

سایر زیر حوضه‌ها سیل خیزتر است [۱۱]. در این مقاله از مشخصه دبی اوج سیل به منظور اولویت‌بندی و تعیین شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها استفاده شده است. برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر سیل‌خیزی و عبارتی تعیین میزان تأثیر هر یک از زیرحوضه‌ها در محل بالاترین دبی سیل تولیدی، از روش "تکرار حذف انفرادی زیرحوضه" (SSSE) - خسروشاهی و ثقفیان [۱۰، ۱۱] استفاده شد. مراحل کار بصورت زیر انجام شد:

#### ۱- تهیه نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک

از آنجا که برای محاسبه هیدروگراف‌های سیلاب حوضه و زیرحوضه‌ها از روش (SCS) استفاده شد لذا تهیه نقشه‌ها و پارامترهای مورد نیاز برای اجرای مدل، براساس نیازمندی‌های روش مذکور تهیه گردید. از این نظر نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک از طریق نقشه خاکشناسی موجود، برای حوضه تهیه شد.

#### ۲- نقشه کاربری اراضی (نقشه پوشش گیاهی)

براساس درصد پوشش گیاهی حوضه، نقشه‌ای برای کاربری اراضی تهیه شد. در این نقشه چهار نوع کاربری تحت عنوان اراضی زراعتی، مراتع ضعیف، مراتع متوسط و اراضی صخره‌ای تعیین شد. با توجه به درصد پوشش گیاهی منطقه و دستورالعمل هک-اچ ام اس [۹] برای تعیین شماره منحنی رواناب تراکم پوشش گیاهی خاک برای مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک به سه دسته از ۰-۳۰ درصد، ۳۰-۷۵ درصد و بیشتر از ۷۵٪ تقسیم شد. به این ترتیب نقشه کاربری اراضی برای حوضه مورد مطالعه پس از تعیین کاربری‌های مورد نظر به صورت پلیگونی و سپس رستری تهیه گردید.

از نظر تقسیمات هیدرولوژیکی حوزه آبخیز شمس آباد جزئی از حوزه آبخیز هامون تشکیل محسوب می‌شود که در نیمه شمالی محدوده مطالعاتی سراوان با کد ۵۳۰۸ واقع گردیده است. از منظر تقسیمات سیاسی این منطقه در استان سیستان و بلوچستان قرار داشته و از شهرهای مهم آن یا اطراف آن می‌توان به سراوان اشاره نمود. رودخانه سمیش رود با امتداد شمالی - جنوبی که در انتها به رودخانه تشکیل می‌پیوندد زهکشی این حوضه را بعهدہ دارد. از نظر فیزیوگرافی، کل حوزه آبخیز سمیش رود به ۳ زیر حوضه اصلی به نام‌های سد گشت (با دو واحد هیدرولوژیک)، شمس آباد (با ۲۲ واحد هیدرولوژیک) و پایاب شمس آباد (با ۴ واحد هیدرولوژیک) تقسیم شده است که جمعاً ۲۸ واحد هیدرولوژیک را تشکیل می‌دهد (جدول ۱). شکل ۱ وضعیت تقسیم بندی واحدهای هیدرولوژیکی قلمرو مطالعاتی را نشان می‌دهد. گستره ارتفاعی حوضه مورد نظر از ۱۲۰۰ متر تا ۲۵۰۰ متر را در بر می‌گیرد.

#### روش تحقیق:

قبل از پرداختن به روش تحقیق، ابتدا لازم است تعریف دقیقی از سیل‌خیزی منطبق با دیدگاه این مقاله ارائه شود. در این مقاله منظور از سیل‌خیزی تفکیک عکس‌العمل هیدرولوژیکی حوضه متأثر از یک بارش سیل‌زا به نسبت سهم مشارکت زیرحوضه‌ها با بررسی تاثیر عوامل دینامیکی روی فرایند رواناب در محل تلاقی بازه‌ها و خروجی حوضه است. به این ترتیب اگر زیر حوضه‌ای بطور مستقل نسبت به زیر حوضه‌های دیگر دبی اوج بیشتری تولید کند دلیل بر سیل‌خیزی بیشتر آن زیرحوضه نخواهد بود بلکه زیرحوضه‌ای که در محل هیدروگراف بالاترین دبی تولید شده در حوضه (خروجی حوضه اصلی یا محل تلاقی بازه‌های داخل حوضه) سهم بیشتری در مشخصه‌های سیل (دبی، تراز و یا پهنه) داشته باشد، نسبت به

1. Successive Single Subwatershed Elimination
2. HEC-HMS

### ۳- تهیه نقشه CN

با استفاده از دو نقشه رستری گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و کاربری اراضی و داده‌های جداول مربوطه در روش (SCS) ابتدا نقشه CN برای کل حوضه ساخته شد سپس این نقشه با استفاده از نقشه رستری زیرحوضه‌ها به ۲۸ واحد هیدرولوژیکی تقسیم گردید (شکل ۱). با توجه به اینکه هر یک از زیر حوضه‌ها شامل چندین نوع خاک و کاربری اراضی بودند لذا یک CN وزنی یا مرکب با استفاده از رابطه ۱ بدست آمد (جدول ۱).

$$CN_{composite} = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \quad [1]$$

که در آن:

$CN = CN_{composite}$  مورد استفاده برای محاسبه رواناب در مدل (مقدار واقعی با توجه به رطوبت پیشین حوضه تعیین شد).  
i = شاخصی از زیر واحدهای نوع خاک و کاربری اراضی که CN یکسانی داشته‌اند.

$CNi =$  برای زیر واحدهای i

$A =$  مساحت واحدهایی که CN یکسانی داشته‌اند.

۴- محاسبه زمان تأخیر

برای محاسبه زمان تأخیر از رابطه منسوب به SCS استفاده شده است (رابطه ۲).

$$T_{lag} = \frac{2.587 \times L^{0.8} \left[ \frac{1000}{CN} - 9 \right]^{0.7}}{1900 \times H^{0.5}} \quad [2]$$

که در آن:

$T_{lag} =$  زمان تأخیر (ساعت)

$L =$  طول هیدرولیکی آبراهه اصلی (متر)

$CN =$  شماره منحنی وزنی حوضه

$H =$  شیب متوسط وزنی حوضه یا زیرحوضه (درصد)

رابطه SCS برای محاسبه زمان تأخیر بصورت زیر (رابطه ۳) نیز پیشنهاد شده است ۱

$$T_{lag} = \frac{L^{0.8} \left[ \frac{1000}{CN} - 9 \right]^{0.7}}{781.64 H^{0.5}} \quad [3]$$

تعریف پارامترها مانند فرمول بالایی است.

۵- محاسبه زمان تمرکز

سازمان حفاظت خاک آمریکا رابطه ۴ را برای محاسبه زمان تمرکز حوضه پیشنهاد نموده است:

$$T_{lag} = 0.6T_c \quad [4]$$

که در آن:  $TC =$  زمان تمرکز

$T_{lag} =$  زمان تأخیر

جدول ۱- مقادیر عدد CN در واحدهای هیدرولوژیکی حوضه آبخیز شمس آباد

Table 1. Curve Number details in hydrological unite in Shamsabad watershed

hydrological unite	Area(he)	CN(II)	CN(I)	CN(III)
A	8498	90	78	96
B	10011	90	78	96
زیرحوضه سد گشت (۱)	18509	90	78	96
C	8569	90	78	96
D	10378	84	68	93
E1	6808	82	66	93
E2	3071	87	73	95
F1	5975	82	66	92
F2	2651	84	68	93
G1	6654	80	63	91
G2	3641	86	72	94
H1	5527	82	66	92
H2	4604	87	73	95
M1	5451	82	66	92
M2	5173	86	72	94
N1	6162	82	66	92
N2	3435	86	72	94
P1	5530	88	75	95
P2	3865	86	72	94
Q1	5124	84	68	93
Q2	5977	85	70	93
R1	8189	85	70	93
R2	4340	81	64	91
S1	7421	85	70	93
S2	6692	68	48	84
زیرحوضه سد شمس آباد (۲)	143746	84	68	93
T1	8463	84	68	93
T2	3201	81	64	91
Y1	5455	84	68	93
Y2	7085	88	75	95
زیرحوضه پایاب شمس آباد (۳)	24204	84	68	93
کل حوضه آبخیز شمس آباد	167951	85	70	94

جدول ۲ زمان تأخیر و تمرکز را برای واحدهای هیدرولوژیکی حوضه نشان می‌دهد.

### ۶- انتخاب بارش طراحی

برای اجرای مدل علاوه بر خصوصیات فیزیکی زیر حوضه‌ها نیاز به تعیین مشخصات رگبارها در تداوم‌ها و دوره برگشت‌های

۱- از وایزمن، هیدرولوژی مهندسی، ترجمه موحد دانش ۱۳۶۸

جدول ۲- مقادیر زمان تاخیر و تمرکز برای واحدهای هیدرولوژیک در حوضه مورد مطالعه با استفاده از روش SCS

Table 2. Lag time and time of concentration for hydrological unite in Shamsabad watershed using SCS m

واحد هیدرولوژیک	CN	تلفات اولیه	طول آبراهه اصلی	شیب متوسط وزنی آبراهه	شیب متوسط وزنی زیرحوضه	زمان تاخیر	زمان تمرکز
hydrological unite		(Ia)	(Km)	(%)	(%)	ساعت	ساعت
		Initial loss	Main stream	Average slop channell(%)	Average slop subbasin(%)	Lag time (h)	Concentration time(h)
A	90	5.73	18.5	1.46	13.2	1.55	2.58
B	90	5.71	18.7	1.23	22.1	1.21	2.01
زیرحوضه سد گشت(۱)	90	5.69	32	1.17	18	2.05	3.42
C	90	5.64	16.1	2.94	36.1	0.83	1.39
D	84	9.68	19.4	1.31	7.3	2.69	4.48
E1	82	11.15	19.7	1.34	6.7	3.04	5.06
E2	87	7.71	11	1.38	4.3	2.01	3.36
F1	82	11.15	16.8	1.15	7.8	2.48	4.13
F2	84	9.68	10.5	0.76	7.5	1.62	2.71
G1	80	12.70	16.3	0.81	5.9	2.97	4.94
G2	86	8.27	10.5	1.11	7.4	1.52	2.54
H1	82	11.15	16.2	1.74	9.4	2.19	3.66
H2	87	7.59	14.4	1.03	8.3	1.79	2.98
M1	82	11.15	17.2	1.19	3.5	3.77	6.29
M2	86	8.27	12.2	1.09	7.8	1.67	2.79
N1	82	11.15	14.6	1.49	8.8	2.09	3.48
N2	86	8.27	15	1.11	8.6	1.88	3.13
P1	88	6.93	17.1	1.74	27.4	1.09	1.81
P2	86	8.27	14.5	1.14	9	1.79	2.98
Q1	84	9.68	16.1	1.74	11.7	1.83	3.05
Q2	85	8.96	15.9	1.25	7.5	2.19	3.64
R1	85	8.96	22.9	1.63	20.4	1.78	2.96
R2	81	11.92	16.3	0.95	8.1	2.45	4.09
S1	85	8.96	18	1.91	14.3	1.75	2.91
S2	68	23.91	20.6	1.09	12.7	3.43	5.72
زیرحوضه سد شمس آباد(۲)	84	9.68	87.6	0.51	12.7	6.81	11.35
T1	84	9.68	24.3	1.35	12.4	2.47	4.12
T2	81	11.92	11.7	0.49	3.9	2.71	4.52
Y1	84	9.68	14.7	1.85	11.9	1.69	2.81
Y2	88	6.93	20.1	1.04	7.7	2.33	3.89
زیرحوضه پایاب شمس آباد	84	9.68	27.8	1.11	9.8	3.10	5.16
کل حوضه آبخیز شمس آباد	85	8.96	98.8	0.49	12.3	7.36	12.27

جدول ۳- شدت بارندگی واحدهای هیدرولوژیک با دوام‌های کمتر از ۲۴ ساعت و طی دوره برگشت‌های معین

Table 3. Rainfall intensity in hydrological unit with less than 24 hours duration and given return period

زمان (ساعت)		دوره برگشت (سال)	کد شناسایی	نام واحد هیدرولوژیک	زمان (ساعت)		دوره برگشت (سال)	کد شناسایی	نام واحد هیدرولوژیک
6	12				6	12			
Time (h)	return period (y)		hydrological unite		return period (y)		hydrological unite		
3.9	2.5	2			4.8	3.1	2		
8.5	5.5	20	G2	10	10.7	6.9	20	A	1
10.3	6.6	50			12.9	8.3	50		
11.6	7.4	100			14.5	9.3	100		
4	2.6	2			4.6	3	2		
8.8	5.7	20	H1	11	10.3	6.6	20	B	2
10.7	6.8	50			12.4	8	50		
12	7.7	100			13.9	9	100		
3.9	2.5	2			4.7	3	2		
8.6	5.6	20	H2	12	10.5	6.8	20	AB	زیر حوضه سد گشت
10.5	6.7	50			12.7	8.1	50		
11.7	7.5	100			14.2	9.1	100		
3.8	2.4	2			5.2	3.3	2		
8.4	5.4	20	M1	13	11.5	7.4	20	C	3
10.1	6.5	50			13.9	8.9	50		
11.3	7.3	100			15.6	10	100		
3.8	2.4	2			4.1	2.7	2		
8.4	5.4	20	M2	14	9.1	5.9	20	D	4
10.2	6.5	50			11.1	7.1	50		
11.4	7.3	100			12.4	8	100		
3.8	2.5	2			4.1	2.7	2		
8.5	5.5	20	N1	15	9.2	5.9	20	E1	5
10.3	6.6	50			11.1	7.1	50		
11.5	7.4	100			12.4	8	100		
3.8	2.4	2			4	2.6	2		
8.3	5.4	20	N2	16	8.8	5.7	20	E2	6
10.1	6.4	50			10.7	6.8	50		
11.3	7.2	100			12	7.7	100		
4.5	2.9	2			4.1	2.6	2		
10	6.4	20	P1	17	9	5.8	20	F1	7
12.1	7.7	50			10.9	7	50		
13.5	8.7	100			12.3	7.9	100		

- اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر پتانسیل تولید رواناب و تأثیر در سیل حوضه  
 شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها و واحدهای هیدرولوژیکی منطقه مورد مطالعه با لحاظ کمترین و بیشترین مدت زمان تمرکز زیرحوضه‌ها به ازای بارش‌های نمونه در تداوم‌های ۶ تا ۲۴ ساعت و دوره‌های بازگشت ۲، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله با روش SCS و با استفاده

مختلف می‌باشد. برای واحدهای هیدرولوژیک حوضه مورد مطالعه مقدار شدت بارندگی در تداوم‌های ۲ تا ۱۲ ساعت و دوره برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ سال از گزارشات موجود استخراج گردید (جدول ۳).

۱- دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها-سازمان جنگلها و مراتع کشور، مطالعات طرح توجیهی آبخیزداری باقیمانده حوضه آبخیز شمس آباد، گزارش هواشناسی، ۱۳۸۸

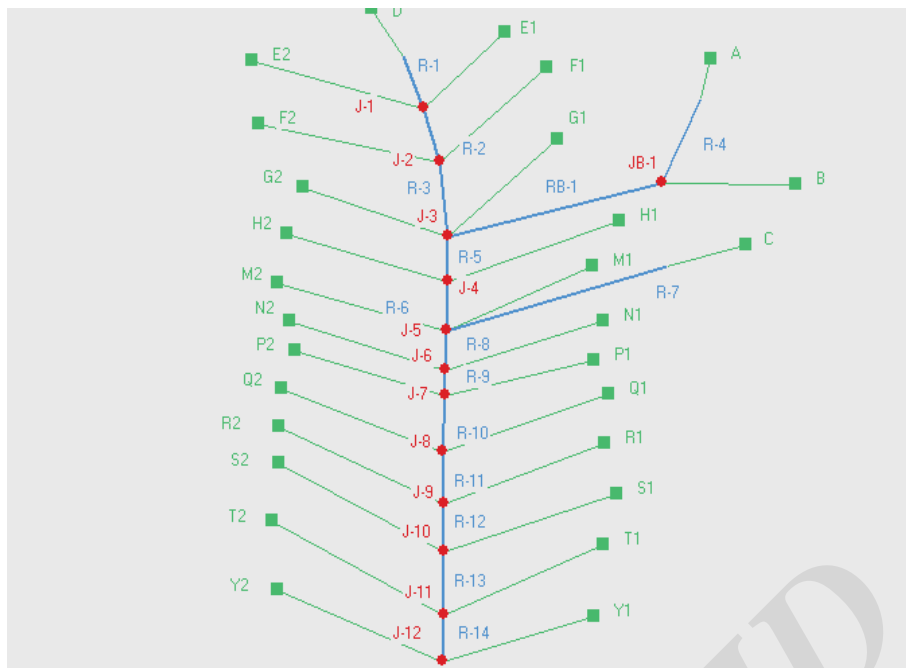
ادامه جدول ۳ - شدت بارندگی واحدهای هیدرولوژیکی با دوامهای کمتر از ۲۴ ساعت و طی دوره برگشت‌های معین

Continue Table.3 Rainfall intensity in hydrological unit with less than 24 hours duration and given return period

نام واحد هیدرولوژیکی کد شناسائی			دوره برگشت			نام واحد هیدرولوژیکی کد شناسائی			دوره برگشت		
(ساعت)			(ساعت)			(ساعت)			(ساعت)		
6	12	(سال)	hydrological unite			6	12	(سال)	hydrological unite		
Time (h)	return period (y)					Time (h)	return period (y)				
3.8	2.4	2				3.8	2.5	2			
8.4	5.4	20	P2	18		8.5	5.5	20	F2	8	
10.1	6.5	50				10.3	6.6	50			
11.3	7.3	100				11.5	7.4	100			
3.8	2.4	2				3.9	2.5	2			
8.4	5.4	20	Q1	19		8.7	5.6	20	G1	9	
10.2	6.5	50				10.5	6.7	50			
11.4	7.3	100				13.2	11.8 7.6	100			
3.8	2.4	2				3.7	2.4	2			
8.4	5.4	20	T1	25		8.2	5.3	20	Q2	20	
10.1	6.5	50				9.9	6.3	50			
11.4	7.3	100				11.1	7.1	100			
3.3	2.1	2				3.5	2.3	2			
7.4	4.8	20	T2	26		7.8	5	20	R2	22	
8.9	5.7	50				9.5	6.1	50			
10	6.4	100				10.6	6.8	100			
3.6	2.3	2				3.9	2.5	2			
8	5.2	20	Y1	27		8.6	5.5	20	S1	23	
9.7	6.2	50				10.4	6.7	50			
10.9	7	100				11.6	7.5	100			
3.6	2.3	2				3.8	2.4	2			
7.9	5.1	20	Y2	28		8.3	5.4	20	S2	24	
9.5	6.1	50				10.1	6.4	50			
10.7	6.9	100				11.3	7.2	100			
4	2.6	2	کل حوزه آبخیز شمس آباد			4.1	2.6	2			
8.9	5.8	20			9.1	5.9	20				
10.8	6.9	50			11	7	50	SH	زیر حوزه سد شمس آباد		
12.1	7.8	100			12.3	7.9	100				

حوضه و با حذف متوالی و یک به یک زیرحوضه‌ها از فرایند روندیابی، میزان مشارکت هر یک از آنها در محل بالاترین دبی اوج حوضه بدست آمد.  
- زیرحوضه‌ای که بیشترین کاهش را در محل بالاترین دبی اوج حوضه از خود نشان داد بیشترین سهم را در ایجاد سیل بعهده داشته

از مدل HMS بصورت زیر تعیین شد.  
- ابتدا هیدروگراف سیل در زیرحوضه‌ها و محل اتصال بازه‌ها و خروجی کل حوضه محاسبه شد و محل ایجاد بالاترین سیل تولیدی حوضه مشخص گردید.  
- با مدنظر قرار دادن محل ایجاد بالاترین سیل تولید شده در



شکل ۲ - نمایش بازه‌های روندیابی و سایر مولفه‌های حوضه در مدل HMS-HEC

Fig 2. View of hydrological elements routing in Shamsabad watershed in HEC-HMS model

سیلاب متناظر با بارش طراحی ۶ ساعته با دوره‌برگشت ۲۰ سال برای کلیه واحدهای هیدرولوژیک حوضه محاسبه گردید. در این حالت دبی خروجی حوضه با مشارکت کلیه زیرحوضه‌ها تعیین شد که مقدار آن برابر  $470/7$  متر مکعب بر ثانیه بدست آمد این در حالی است که بیشترین دبی پیک لحظه‌ای در داخل حوضه و در محل تلاقی شماره ۵ به مقدار  $490/2$  متر مکعب بر ثانیه اتفاق افتاده است.

#### - بارش ۱۲ ساعته ۲۰ ساله

سیلاب متناظر با بارش طراحی ۱۲ ساعته با دوره‌برگشت ۲۰ سال نیز برای کلیه واحدهای هیدرولوژیک حوضه محاسبه گردید. در این حالت دبی خروجی حوضه که با مشارکت کلیه زیر حوضه‌ها محاسبه شده بود معادل  $762/09$  متر مکعب بر ثانیه بدست آمد در حالی که بیشترین دبی پیک لحظه‌ای در داخل حوضه و در محل تلاقی شماره ۵ به مقدار  $796/3$  متر مکعب بر ثانیه اتفاق افتاد.

#### - بارش ۱۲ ساعته ۵۰ ساله و ۱۰۰ ساله

اجرای بارش ۱۲ ساعته ۵۰ ساله با داده‌های ارایه شده در جدول ۳ برای کلیه واحدهای هیدرولوژیک و حوضه آبخیز از طریق مدل مربوطه انجام شد. در این حالت دبی خروجی حوضه با مشارکت کلیه زیر حوضه‌ها معادل  $1005/4$  متر مکعب بر ثانیه بدست آمد در حالی که این بار نیز بیشترین دبی پیک لحظه‌ای در داخل حوضه و در محل تلاقی شماره ۵ به مقدار  $1044/5$  متر مکعب بر ثانیه اتفاق افتاده است. همین عمل برای بارش طراحی ۱۲ ساعته ۱۰۰ ساله تکرار شد که دبی خروجی با مشارکت کلیه زیرحوضه‌ها معادل  $1192/7$

و بعنوان اولویت اول شناخته شد. بدین ترتیب کلیه زیرحوضه‌ها با توجه به میزان مشارکت آنها در محل بالاترین دبی اولویت‌بندی شدند. شکل ۲ اجزای مدل حوضه و زیرحوضه‌ها و بازه‌های روندیابی سیل را نشان می‌دهد.

### نتایج و بحث

به استناد محاسبات انجام شده و اجرای مدل هیدرولوژی HMS، نتایج نشان داد در تداوم‌های کم و دوره بازگشت‌های کوتاه برخی از واحدها در سیل خروجی حوضه و برخی از بازه‌ها مشارکت ندارند بطور مثال در بارش ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله در زیرحوضه ۲S، سیلابی تولید نشده و این واحد هیدرولوژیکی در تولید سیلاب خروجی هم مشارکت ندارد. از این رو برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها و تعیین مناطق سیل خیز، شبیه سازی سیلاب بگونه‌ای انجام شد که کلیه زیرحوضه‌ها در سیلاب خروجی حوضه و بازه‌های مهم داخل حوضه مشارکت داشته باشند. از این رو بارش‌های ۶ و ۱۲ ساعته برای دوره‌های بازگشت ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله انتخاب شد. در بارش طراحی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله بیشترین دبی پیک لحظه‌ای در داخل حوضه و در محل تلاقی شماره ۵ به مقدار  $117/4$  متر مکعب بر ثانیه حاصل شده است (جدول ۴).

#### - بارش ۶ ساعته ۲۰ ساله

1. Junction



محل تلاقی بازه‌های مورد نظر  
با توجه به توضیحات پیش گفته ابتدا میزان مشارکت و  
اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها در تولید سیل محل تلاقی شماره ۵ که

مترمکعب بر ثانیه بدست آمد و بیشترین دبی پیک لحظه‌ای در محل  
تلاقی شماره ۵ و به میزان ۱۲۳۷/۹ مترمکعب بر ثانیه محاسبه شد.  
- اولویت‌بندی و محاسبه سهم هر زیرحوضه در دبی خروجی و

جدول ۴ - نتایج حاصل از اجرای مدل با بارش طراحی ۲ ساله ۶ ساعته

Table 4. The results of the model with 6-hour rainfall with return periods -2 years

Hydrologic Element	Qpeak (m <sup>3</sup> /s)	Total Volum (1000m <sup>3</sup> /s)	Area (Km <sup>2</sup> )	Hydrologic Element	Qpeak (m <sup>3</sup> /s)	Total Volum (1000m <sup>3</sup> /s)	Area (Km <sup>2</sup> )
N2	9.861	129.78	34.35	D	23.164	369.28	103.78
N1	10.031	127.99	61.62	R-1	20.999	369.28	103.78
J-6	114.42	4994	966.08	E2	10.76	150.23	30.71
R-9	111.22	4994	966.08	E1	10.934	182.76	68.08
P2	11.231	144.28	38.65	J-1	35.306	702.28	202.57
P1	33.643	407.18	55.3	R-2	34.418	702.28	202.57
J-7	111.56	5545.5	1060.03	F2	6.6323	76.23	26.51
R-10	109.15	5545.5	1060.03	F1	10.541	154.09	59.75
Q2	13.022	180.45	59.77	J-2	40.959	932.6	288.83
Q1	11.776	143.42	51.24	R-3	39.35	932.6	288.83
J-8	109.58	5869.3	1171.04	A	61.993	893.65	84.98
R-11	106.79	5869.3	1171.04	R-4	53.022	893.65	84.98
R2	3.9113	54.277	43.4	B	73.772	977.81	100.11
R1	25.534	327.61	81.89	JB-1	88.258	1871.5	185.09
J-9	106.82	6251.2	1296.33	RB-1	72.017	1871.5	185.09
R-12	106.41	6251.2	1296.33	G2	11.982	142.54	36.41
S2	0	0	66.92	G1	6.5537	106.26	66.54
S1	20.451	257.93	74.21	J-3	113.76	3052.9	576.87
J-10	106.41	6509.2	1437.46	R-5	111.92	3052.9	576.87
R-13	106.05	6509.2	1437.46	H2	16.126	214.05	46.04
T2	2.1203	30.887	32.01	H1	9.8393	131.15	55.27
T1	15.752	233.65	84.63	J-4	113.12	3398.1	678.18
J-11	106.05	6773.7	1554.1	R-6	110.17	3398.1	678.18
R-14	105.95	6773.7	1554.1	C	79.829	1034.7	85.69
Y2	19.926	298.54	70.85	R-7	67.422	1034.7	85.69
Y1	11.34	132.45	54.55	M2	15.672	195.45	51.73
J-12	105.95	7204.7	1679.5	M1	5.3937	108.04	54.51
				J-5	117.43	4736.3	870.11
				R-8	111.85	4736.3	870.11

جدول ۵- میزان مشارکت هر یک از واحدهای هیدرولوژیک در دبی محل تلاقی‌ها (Junction) به درصد (بارش ۱۲ ساعته ۱۰۰ ساله)

Table 5. The level of contribution of hydrologic units in Junction debitin percent  
(12-hour rainfall in return periodsof 100 years)

Junction	JB-1	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6	J-7	J-8	J-9	J-10	J-11	J-12
Dischahrge	426.7	335.6	454.5	939.7	1005.9	1237.9	1235.5	1226.2	1219.3	1205.9	1201.9	1195	1192.7
A	46.1	0	0	17.6	13.4	8.2	7.3	7.0	6.6	6.1	5.9	5.6	5.5
B	52.6	0	0	24.3	22.0	17.0	17.3	16.4	16.2	15.7	13.8	12.7	12.3
C	0	0	0	0	0	15.1	15.1	14.9	14.8	14.7	14.7	14.6	14.6
D	0	50.3	34.0	14.7	11.0	6.7	6.1	5.9	5.6	5.3	5.1	4.9	4.8
E1	0	33.0	23.2	10.4	8.3	5.5	5.1	5.0	4.8	4.6	4.5	4.4	4.3
E2	0	15.5	12.2	5.7	5.0	3.7	3.5	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2
F1	0	0	21.2	10.3	8.9	6.4	6.2	6.1	6.0	5.8	5.7	5.6	5.6
F2	0	0	8.0	4.4	4.2	3.8	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9
G1	0	0	0	8.1	9.4	7.1	6.8	6.8	6.7	6.6	6.5	6.3	6.3
G2	0	0	0	1.9	5.2	5.0	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7
H1	0	0	0	0	5.3	6.9	6.7	6.7	6.6	6.6	6.5	6.4	6.4
H2	0	0	0	0	3.6	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7
M1	0	0	0	0	0	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
M2	0	0	0	0	0	1.7	2.3	2.7	3.0	3.3	3.4	3.6	3.6
N1	0	0	0	0	0	0	1.1	1.5	1.7	2.1	2.3	2.5	2.5
N2	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	0.8	1.1	1.2	1.3	1.4
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
P2	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
Q1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
Q2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6
R1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

مشخص شود. با توجه به حجم زیاد کار و عدم امکان ارایه کلیه نتایج بدلیل محدودیت صفحات مقاله، نتایج اولویت‌بندی برای بارش‌های طراحی ۱۲ ساعته با دوره بازگشت‌های ۵۰ و ۱۰۰ ساله که

بالاترین دبی پیک را در داخل حوضه به خود اختصاص داده است تعیین شد تا در عملیات آبخیزداری که احیانا برای کاهش سیل‌خیزی حوضه انجام می‌شود نقاط خط‌ساز از لحاظ پتانسیل تولید سیل

جدول ۶- اولویت بندی زیرحوضه‌ها از نظر مشارکت در تولید سیل محل J-5 (بارش ۱۲ ساعته-۱۰۰ ساله)

Table 6. prioritization of sub basins aspect of Contribution in Junction-5 (12-hour rainfall return periods 100-year)

واحد هیدرولوژیک	دبی زیرحوضه	دبی J-5 با حذف زیرحوضه	میزان مشارکت	میزان مشارکت (درصد)	اولویت بندی واحدها
hydrological unit	Discharg(m3/s)	Discharg J-5 without subbasin	Contribution rate (m3/s)	Contribution rate (%)	Prioritization Units
B	235.3	1028	209.9	17.0	1
C	227	1051.3	186.6	15.1	2
A	205.7	1137	100.9	8.2	3
G1	95.3	1150.3	87.6	7.1	4
H1	89.9	1152.8	85.1	6.9	5
D	181.26	1154.6	83.3	6.7	6
F1	98.94	1158	79.7	6.4	7
H2	82.43	1165	72.9	5.9	8
E1	111	1169.3	68.6	5.5	9
M1	73.5	1173.2	64.7	5.2	10
G2	63.5	1176.2	61.7	5.0	11
F2	44.13	1192.7	45.2	3.8	12
E2	56.4	1199.1	38.8	3.7	13
M2	88	1216.5	21.4	1.7	14
Junction-5	1237.9				

جدول ۷- اولویت بندی زیرحوضه‌ها از نظر مشارکت در تولید سیل در محل J-5 (بارش ۱۲-۵۰ ساله)

Table 7. Prioritization of sub basins aspect of Contribution in Junction-12) 5-hour rainfall return periods 50-year)

واحد هیدرولوژیک	دبی زیرحوضه	دبی خروجی با حذف زیرحوضه	میزان مشارکت	میزان مشارکت (درصد)	اولویت بندی واحدها
hydrological unit	Discharg (m3/s)	Discharg J-5 without subbasin	Contribution rate (m3/s)	Contribution rate (%)	Prioritization Units
B	206.4	865.8	180.9	17.28	1
C	199.9	886.5	160.2	15.31	2
A	181.22	961.9	84.8	8.10	3
G1	78.9	975.1	71.6	6.84	4
H1	75.6	975.75	70.95	6.78	5
D	154.4	979.7	67	6.40	6
F1	83.5	981.15	65.55	6.26	7
H2	71.7	984.1	62.6	5.98	8
E1	93.74	991.5	55.2	5.27	9
M1	61.8	992.6	54.1	5.17	10
G2	54.9	993.4	53.3	5.09	11
E2	48.3	1006.1	40.6	3.88	12
F2	37.9	1013.8	32.9	3.14	13
M2	76	1029	17.7	1.69	14
Junction-5	1046.7				

معمولا برای کارهای آبخیزداری و کاهش خطر سیل از آن استفاده می‌شود، در این مقاله ارایه شده است هر چند با تغییر دوره بازگشت و یا تداوم بارش ممکن است پتانسیل تولید سیل زیرحوضه‌ها و یا محل تولید بالاترین دبی پیک تغییر کند از این نظر لازم است اولویت‌بندی سیل‌خیزی با توجه به اهداف مورد نظر تعیین شود. بطور مثال برای انجام کارهای آبخیزداری و یا ساختن یک سد، دوره‌های بازگشت بارش طراحی متفاوت خواهد بود. برای تعیین سهم مشارکت زیرحوضه‌ها در دبی محل مورد نظر ابتدا هیدروگراف سیل با مشارکت زیرحوضه‌ها محاسبه شد سپس با استفاده از روش SSSE با حذف متوالی و یک به یک زیرحوضه‌ها از فرایند روندیابی داخل حوضه، میزان مشارکت هر یک از آنها در دبی اوج محل تلاقی شماره ۵ بدست آمد. برای این کار در هر بار اجرای مدل، هیدروگراف یکی از زیرحوضه‌ها از روندیابی داخل حوضه حذف و دبی محل مورد نظر بدون در نظر گرفتن آن زیرحوضه شبیه‌سازی شد. بدین طریق پس از اتمام روندیابی زیرحوضه‌ها، میزان تاثیر هر یک از زیرحوضه‌ها در کاهش دبی خروجی حوضه و محل تلاقی شماره ۵ بدست آمد (جدول ۵). با استفاده از مقادیر بدست آمده بصورت کمی، میزان تاثیر زیرحوضه‌ها در مشارکت سیل محل تلاقی مورد نظر محاسبه شد و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از این دیدگاه انجام شد (جدول ۶ و ۷).

### نتیجه گیری:

مشاهده نتایج حاصل از اجرای مدل با چهار بارش طراحی متفاوت نشان داد که دو مسئله می‌تواند سبب تولید دبی پیک لحظه ای در داخل (و نه در خروجی) حوضه شود. اول اینکه ممکن است زمان تمرکز حوضه مورد مطالعه بیشتر از تداوم بارش طراحی بکار گرفته شده باشد که در این صورت تمام زیرحوضه‌ها بویژه زیرحوضه‌های دورتر نمی‌توانند در دبی خروجی مشارکت نمایند. دوم اینکه در حوضه مورد مطالعه که بصورت یک مستطیل کشیده به نظر می‌رسد و زیرحوضه‌ها در خط القعر حوضه و در طرفین رودخانه اصلی قرار گرفته اند، تا قبل از J-5 و در سراب حوضه علاوه بر زیرحوضه‌های طرفین رودخانه اصلی سه زیرحوضه (واحد هیدرولوژیک) دیگر از قسمت شرق توسط بازه‌های R4 و RB-1 و R7 زهکشی شده و به بازه‌های امتداد خط القعر حوضه می‌پیوندند و از آن پس رودخانه بشکل یک مستطیل کشیده در مسیر خط القعر اصلی حوضه و در مسیر نسبتا طولانی تا خروجی حوضه بدون ورودی فرعی دیگر امتداد می‌یابد و لذا قبل از اینکه دبی تولید شده در محل J-5 در این مسیر با سایر بازه‌ها در دبی خروجی مشارکت نماید دبی زیرحوضه‌های نزدیک به خروجی، از حوضه خارج شده اند و نمی‌توانند با دبی سایر زیرحوضه‌ها در دبی خروجی حوضه مشارکت نمایند این مسئله مهم بدلیل تلفات سیل در مسیر روندیابی بازه‌ها و رودخانه‌های اصلی حوضه و عدم همزمانی حضور سیلاب زیرحوضه‌ها در خروجی حوضه

است اگرچه این موضوع مختص حوضه‌های کشیده و مستطیل شکل نبوده و گاها در حوضه‌های با اشکال متفاوت نیز دیده می‌شود. از این نظر با توجه به این مهم که بالاترین دبی پیک لحظه ای در محل J-5 اتفاق افتاده است شناسایی و اولویت‌بندی واحدهای هیدرولوژیک باید بر اساس میزان مشارکت آنها در تولید سیل همین محل و نه خروجی کل حوضه انجام شود. نتایج اجرای مدل برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها با کلیه بارش‌های مورد نظر نشان داد که در اولویت‌بندی پتانسیل تولید سیل زیرحوضه‌ها در محل J-5 تغییری ایجاد نشده و نحوه مشارکت زیرحوضه‌ها در سیل تولیدی محل مورد نظر حتی با دوره برگشت ۵۰ و ۱۰۰ سال به رغم تفاوت مقادیر سیلاب زیرحوضه‌ها در این دو دوره بازگشت، یکسان است. از این نظر باید به این نکته مهم توجه شود که همیشه و در همه حوضه‌های آبخیز، بالاترین سیل لزوما در محل خروجی حوضه اتفاق نمی‌افتد زیرا بسته به شکل و مرفولوژی حوضه و بدلیل ناهمزمانی حضور دبی اوج زیرحوضه‌ها در خروجی حوضه، ممکن است بالاترین سیل در داخل حوضه آبخیز روی دهد. در اکثر مقالاتی که تا کنون در رابطه با اولویت‌بندی مناطق و با استفاده از روش (SSSE) ارایه شده که از جمله آنها می‌توان به کارهای زهتابیان و همکاران [۲۳]، ایزانلو و همکاران [۸]، امیراحمدی و همکار [۱]، بهرامی و همکاران [۲]، ثقفیان و فرازجو، نوحه گر و همکاران [۱۵] اشاره کرد، شناسایی و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها صرفا بر اساس دبی خروجی کل حوضه انجام شده است و به این موضوع که ممکن است بالاترین سیل در یکی از محلهای تلاقی بازه‌ها و در داخل حوضه اتفاق افتد اشاره‌های نشده است از این رو لازم است توجه کاربران روش (SSSE) به این نکته معطوف شود که برای شناسایی مناطق سیل خیز نباید همیشه از تحلیل هیدروگراف خروجی حوضه استفاده شود چه بسا میزان مشارکت زیرحوضه‌ها در ایجاد بالاترین سیل، ممکن است در داخل حوضه اتفاق افتد. لذا برای شناسایی مناطق خطر ساز و سیل خیز باید محل ایجاد بالاترین سیل تولید شده مورد توجه باشد و روش تکرار حذف انفرادی زیرحوضه‌ها نیز برای تعیین میزان مشارکت آنها با توجه به این نقطه صورت گیرد.

### منابع

1. Amirahmadi, A., Shiran, M., 2010. The application of HEC-HMS model on the sensitivity analysis of the geomorphic variables effective in Coron watershed. *Journal of Geography and Development*, No. 16, pp 153-173. (In Persian)
2. Bahrami, S.A.R, Onagh, M., and Farazjoo, H. 2011. The role of flood routing in determining and prioritizing hydrologic units of Bostan dam basin from flooding and management aspects, *Journal of Soil and*

- Geomorphological Researches, No. 3, pp 39-56. (In Persian)
14. Malekian, A, OftadeganKhuzani. A, and Ashurnejad, Q. 2013. Flood potential Zoning in Watershed using Fuzzy Logic (Case study: Akhtar Abad Watershed), Physical Geography Research Quarterly, No.4, pp 131-152. (In Persian)
  15. Nohegar A., Kazemi M., Roshan M., Rezaei P.2012. Survey of the Effects of Land Use Variation on Flooding Potential in Tang-e-Bostanak Watershed, Journal of Environmental Erosion Researches. No.2, pp 28-41. (In Persian)
  16. Nosraty, H. 2000. Flood Hazard Zoning in Watershed using GIS and RS (Case study: Gavehroud Watershed). M.Sc Thesis of Remote Sensing. Geography group. TarbiatModdares University. (In Persian)
  17. Saghafian, B., and farazjoo, H. 2007. Determining Flood Origin Areas and Flooding Prioritization ability of Hydrologic units of Golestan dam Basin. Iran-Water Resources Research, Volume 1, No. 1, pp 1-11. (In Persian)
  18. Saghafian, B., and Ghermezcheshmeh, B. 2008. Spatial Variation of Flood Severity Index, Iran-Water Resources Research, Volume 4, No. 1, pp 28-39. (In Persian)
  19. Saghafian, B., and khosroshahi, M., 2005., Unit response approach for priority determination of flood source areas, journal of hydrologic engineering, vol10, No 4, ASCE.
  20. Sanjay, K. Jain, R. D., Singh, M. K., and Lohani, A. K, 2005. Delineation of Flood-Prone Areas Using Remote Sensing Techniques, Water Resources Management (2005) 19: 333-347.
  21. Servati, M. R., Ahmadi, M., Nosrati, K., and Mazbani, M. 2013. Flood Hazard Zoning in Watershed (Case study: SarabDarehShahr Watershed),. Journal of gheography. No.36, pp 55-77. (In Persian)
  22. Soleymani, K., Bashir gonbad, M., Mosavi, S. M., and Khalighi, S. 2008. Flood producing potential in Watershed using of HEC-HMS model in geographical information system (watershed represents Kisilyan), Physical Geography Research Quarterly. Water Conservation. No. 1, pp 11-27. (In Persian)
  3. Bazdar. M and K. Shahedi, 2010. Determining Flood Origin Areas and Flooding Prioritization at a River Basin, Journal of Watershed Management Research, 8: 21-30.
  4. Biswajeet Pradhan,.2009. Flood susceptible mapping and risk area delineation using logistic regression, GIS and remote sensing, Journal of Spatial Hydrology Vol.9, No.2 pp1-18.
  5. Ghanavati, E., Karam, A., and M. Alikhani. 2001. Analytic hierarchy process efficiency method for flooding studies. Journal of Geography. N31. PP255-275. (In Persian)
  6. HEC-HMS Usermanual, 2003, version 3.1.
  7. Islam, MD &Sado, K., 2000, Development of flood hazard maps Bangladesh using NOAA-AVHRR images with GIS, Hydrological sciences-Journal, 45(3), pp337-355.
  8. Izanloo, H., Moradi, H.R, Sadeghi, SHR. 2009. Comparison of temporal Prioritization of Flooding in different hydrological periods, Journal of Watershed Research in pajouhesh& sazandegi, No. 82, pp 21-30. (In Persian)
  9. Jalali, H. 1989. Investigation of Iran's Flood waters. The first conference in hydrology, Iran, Energy ministry. (In Persian)
  10. Khosroshahi, M., and B. Saghafian, 2002. The role of flood routing in identify flood prone areas in the watersheds, the Sixth International Seminar on River Engineering, Ahvaz university of shahidChamran, Feb 2002, Ahwaz, Iran. (In Persian)
  11. Khosroshahi, M., B. Saghafian, 2003. Contribution of subwatershed in outlet flood production of watershed, Pajouhesh-va-Sazandegi, No. 59, pp 67-75. (In Persian)
  12. Khosroshahi, M., B. Saghafian. 2005. Flood prone areas priority, for flood control strategy in the watersheds, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University Publications. PP 128-137. (In Persian)
  13. Khyrizadeh. M, J. Maleki, H. Amounia., 2013. Flood Hazard Zoning using ANP model in watershed (Case study: Mardaghchay Watershed), Quantitative

No. 65, pp 51-60. (In Persian)

23. Zehtabian, G.R., J. Ghodosi, H. Ahmadi, and M. Khalilizadeh. 2009. Determining Flood Origin Areas and Flooding Prioritization at a sub Basin. Journal of gheography. No. 6, pp 1-13. (In Persian)

Archive of SID

*Abstract***An overview to identification and prioritization of flood prone areas using SSSE method in sub-watersheds (Case study:shamsabad basin)**M. khosroshahi<sup>1</sup>

Received: 2014/08/06 Accepted: 2016/06/01

One of the basic strategies for floods control, is identify and spatial prioritization of flood prone areas within a watersheds. However, several methods have been introduced to identify flood generation areas, but in recent years a new method called "Successive Single Sub-watershed Elimination (SSSE)", is used to identify sub basins that contributed to flood generation in a catchment. In this method, the flood potential areas are determined by hydrograph analysis in watershed outlet; while the maximum flood may not occur in watershed outlet. Thus, it is necessary to investigate the whole tributaries and sub- watersheds in order to determine the location of maximum flood formation. In this article employ the above approach to determine flood prone areas in Shamsabad basin using stream-flow routing technique. The Shamsabad basin with an area of 1680 km<sup>2</sup> and an elevation range of 1,200 to 2,500 meters was divided into 28 sub-basins. Sub-basin physical characteristics were measured in geographical information system (GIS). Design storm return period for 2, 5, 20, 50 and 100 years in 2, 5 and 12 hour duration were calculated using meteorological data. Then hydrologic HMS model was run. The results showed that the highest flood rate has occurred in the central basin at junction-5. The only half of the upper parts of watershed contributed in this junction flood. It was concluded that identification and prioritization of the risk of flood prone areas should be based on the location of maximum flood within the catchment not rely on outlet hydrograph analysis. Prioritization of flood prone areas showed that, the B sub-watershed has the most contribution in J-5 flood formation and after that are C, A, G1 and H1 sub-watersheds.

**Keywords:** Flood prone areas, Sub-watershed, Prioritization, Basins, (SSSE), GIS.

1. Associate professor, research institute of forests & rangelands khosro@rifr-ac.ir