فصلنامه علمی-پژوهشی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال هشتم، شماره چهارم، پاییز ۱۳۹۵

# برآورد پتانسیل سیلاب با تاکید بر ویژگی‌های ژئومورفولوژیک در حوضه آبخیز خرشک با استفاده از روش SCS، رودبار، استان گیلان

**فرهاد حمزه**

استادیار جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

**اردوان بهزاد**[۱]

استادیار جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۱۳

**چکیده**

سیل ازجمله پدیده‌هایی است که هرساله خسارات فراوانی را به بار می‌آورد و همواره مورد توجه کارشناسان هیدرولوژی بوده است. عواملی نظیر فیزیوگرافی، ژئومورفولوژی و عوامل انسانی می‌تواند این پدیده را در حوضه‌ها تسریع ببخشد. ازآنجایی که درطرحهای بهره برداری از منابع آب،کنترل سیلاب، سدسازی، عملیات آبخیزداری و اکثر زمینه‌های مطالعات هیدرولوژی، دبی سیلاب اهمیت دارد لذا دقت مطالعات و درجه ایمنی طراحی تأسیسات و سازه‌های آبی، بستگی زیادی به روش مطالعات دارد.در تحقیق حاضر پتانسیل سیلاب حوضه آبخیز خرشک با استفاده از روش SCS مطالعه شده است. ابعاد هیدروگراف حوضه با توجه به مقادیر بارش ۲۴ ساعته، زمان تمرکز، شماره منحنی، بارش مازاد، زمان تا اوج و دبی اوج بدست آمد، سپس هیدروگراف سیل برای حوضه خرشکدر دوره‌های زمانی ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال محاسبه گردید. نتایج نشان داد که با توجه به شکل حوضه خرشک، این حوضه توان سیل خیزی ندارد، اما با توجه به باریک بودن حوضه، رواناب‌های حاصل از بارندگی در مدت زمان کوتاهی به زهکش اصلی رسیده و آن را پر نموده و در نتیجه جایی که رودخانه از واحد کوهستان خارج می‌شود، خطر سیل وجود خواهد داشت.

**واژگان کلیدی:** آنالیز منطقه ای، دبی اوج، روشSCS، زمان تا اوج، شماره منحنی ( CN )، خرشک، هیدروگراف.

۱- اردوان بهزاد(نویسنده مسئول ) ardavan.5th@gmail.com

**مقدمه**

انجام مطالعات سیل و کنترل سیلاب یکی از مباحث اصلی در طرح‌های آبخیزداری می‌باشد. سیلاب‌های جاری در یک منطقه تاثیر مستقیم بر حوضه آبخیز، کشاورزی و اوضاع اجتماعی و اقتصادی آن دارند. سامان دادن به یک حوضه آبخیز بدون شناخت سیلاب‌های جاری و اثر سیلاب‌ها در منطقه و در نهایت ارائه راه‌حل‌های مناسب جهت کاهش این اثرات امکان پذیر نمی‌باشد. یکی از روش‌های برآورد سیلاب، روش موسوم به هیدروگراف بدون بعد مربوط به سازمان حفاظت خاک آمریکا SCS (Soil Conservation Services) است. در این روش مختصات نقاط هیدروگراف واحد از جدول بدون بعد که در آن، مقادیر نسبت زمان ( $t/t_p$ ) در مقابل نسبت دبی ( $q/q_p$ ) داده شده است بدست می‌آید. برای بدست آوردن مختصات نقاط هیدروگراف از روی ( $t/t_p$ ) و ( $q/q_p$ ) لازم است مقادیر $t_p$ و $q_p$محاسبه گردد. برآورد سیلاب به روش SCS معمولا برای حوضه‌هایی بکار می‌رود که فاقد ایستگاه‌های هیدرومتری می‌باشند.

در این زمینه تحقیقات زیادی در داخل و خارج کشور انجام گرفته است.

(Rashma et al.2010:31) (Geetha et al. 2008:165), ( Yahya et al.2010:489) در کشور هندوستان برآورد سیلاب به روش SCS را بر روی برخی از حوضه‌ها مورد مطالعه قرار داده و خسارات ناشی از سیلاب را بررسی نموده‌اند. ثروتی و همکاران ( Sarvati et al.2011:33 ) برآورد پتانسیل سیلاب را در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود به روش SCS را با هم مقایسه نمودند و با توجه به فیزیوگرافی و مرفولوژی حوضه فیزه رود، توان سیل خیزی این حوضه را بالاتر از حوضه زیلکی دانستند. (Behzad et al. 2012:1928) حوضه آبخیز تاریک را با استفاده از روش SCS مورد بررسی قرار دادند و روند سیل خیزی حوضه را با استفاده از پارامترهای ژئومورفولوژیک تشریح کردند. با توجه به مطالب عنوان شده ما بر آن شدیم که در این تحقیق پتانسیل سیلاب حوضه خرشک را با روش SCS محاسبه و عوامل ژئومورفولوژیک موثر بر آن را مورد مطالعه قرار دهیم. حوضه آبریز سفیدرود از سد سفیدرود در منجیل تا مصب خود ۱۰ حوضه آبخیز اصلی را دریافت می‌کند. غالب این حوضه‌ها دارای آبدهی بسیار بالایی هستند. بنابراین شناسایی خصوصیات فیزیوگرافی و سیلخیزی این حوضه‌ها قبل از هر گونه توسعه‌های عمرانی در این بخش‌ها توصیه می‌گردد. در حاشیه رودخانه خرشکبدلیل شرایط فیزیوگرافی، اراضی حاصلخیزی جهت کشاورزی بوجود آمده است. پهنه‌های سیلاب دشت و مناسب بودن رسوبات آن برای کشاورزی، سبب شده است که دراین محدوده از رودخانه،اقدام به کشت برنج و دیگر محصولات کشاورزی گردد. این رودخانه دارای یک ایستگاه هیدرومتری و یا باران سنجی می‌باشد، اما آمار ثبت شده در آن از سال ۱۳۸۴ می‌باشد، بر این اساس اطلاعاتی که حاکی از سابقه سیل خیزی در این حوضه باشد وجود ندارد. از طرفی در سال‌های اخیر بهره برداری از درختان جنگلی در اراضی حوضه باعث گردیده که رواناب‌های حاصل از بارندگی در این بخش افزایش یابند.تغییرات کاربری، توسعه شبکه راه‌ها و مناطق مسکونی موجب افزایش تولید رواناب و خطر سیلاب می‌گردد. با توجه به گسترش اراضی حاصلخیز، وجود آبادی خرشک در حاشیه رودخانه، عبور رودخانه از اتوبان رشت – قزوین و جلوگیری از فاجعه احتمالی، در این مقاله خصوصیات فیزیوگرافی و سیلخیزی حوضه آبخیز خرشک با استفاده از روش SCS مورد مطالعه قرار گرفته است.

## مواد و روش‌ها

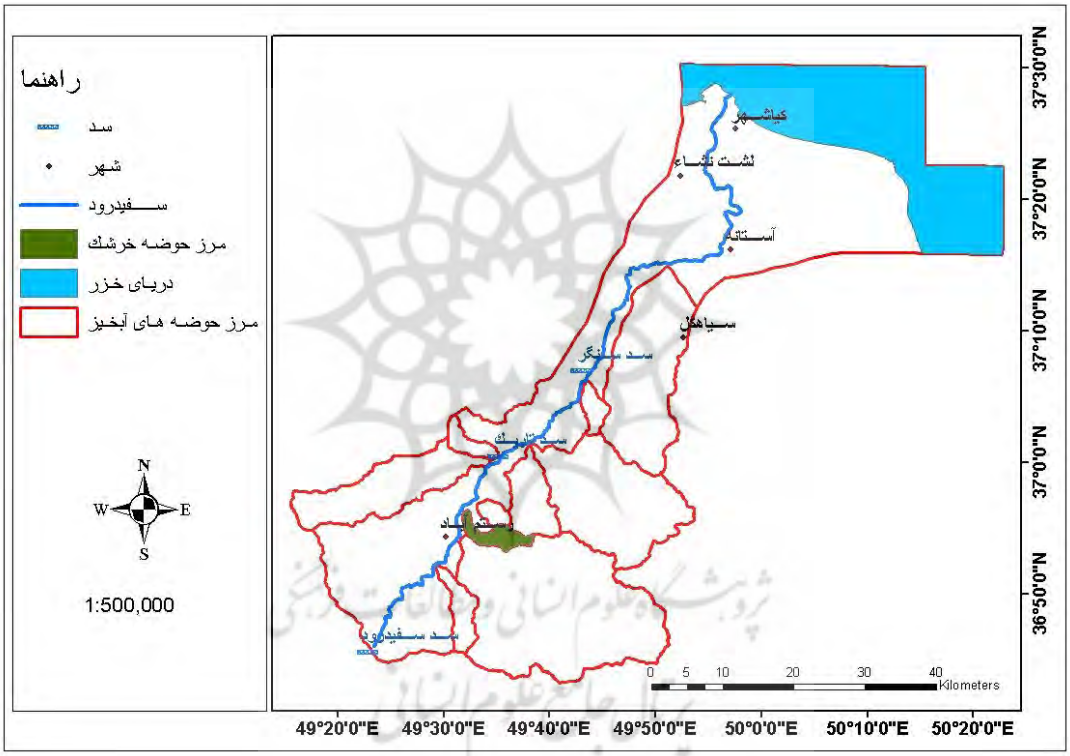
- ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیزخرشک در استان گیلان و در محدوده شهرستان رودبار، بین حوضه‌های آبخیز سیاهرود و گرمی گسترده شده است. رودخانه جاری در این حوضه قبل از سد تاریک و از بخش شرقی وارد بستر سفیدرود می‌گردد. سرچشمه رودخانه خرشک دامنه‌های غربی کوه درفک و چشمه‌های جاری در این بخش می‌باشد. موقعیت جغرافیایی و مشخصات حوضه مطابق جدول ذیل ارائه شده است.

**جدول شماره ۱ : موقعیت جغرافیایی حوضه‌های آبخیز خرشک**

| نام حوضه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | حداکثر ارتفاع | حداقل ارتفاع | متوسط ارتفاع | طول آبراهه اصلیKm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| خرشک | ۴۹ ۳۱ ۳۳ – ۴۹ ۳۸ ۱۳ | ۳۶ ۵۲ ۵۰ – ۳۶ ۵۵ ۵۶ | ۱۶۲۰ | ۱۴۰ | ۸۸۰ | ۱۰/۳۸ |

Source: Research findings




**نقشه شماره ۱ : نقشه موقعیت حوضه آبخیز خرشک**

Source: Research findings based on GIS software

روش مطالعه

این تحقیق بر پایه مشاهدات میدانی و روش کتابخانه ای – تحلیلی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱ : ۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه‌های خاک، پوشش گیاهی و کاربری اراضی سازمان جنگلها و مراتع، داده‌های هواشناسی سازمان هواشناسی و مرکز مطالعات منابع آبو آمار دبی ایستگاه‌های هیدرومتری این مرکزتهیه شده است. در ابتدا محدوده حوضه آبخیز خرشک با استفاده از نرم افزار Arc GIS بر روی نقشه‌های توپوگرافی ۱ : ۵۰۰۰۰ مشخص و در محیط این نرم افزار خصوصیات فیزیوگرافی حوضه نظیر مساحت، شکل و سطوح ارتفاعی تعیین گردید. فیزیوگرافی این حوضه به گونه ای است که بخشی از آن کوهستانی و بخشی دیگر که

خروجی آن را در بر می‌گیرد، ماهیتی دشتی دارد. این حوضه دارای یک ایستگاه باران سنجی و یک ایستگاه هیدرومتری بنام خرشک است. جهت برآورد اقلیم حوضه از ایستگاه‌های خرشک، منجیل، شاه شهیدان، پیرکوه و توتکابن در دوره آماری ۹۰ – ۱۳۸۰ استفاده شد و معادله گرادیان بارندگی و دما برای حوضه بدست آمد. برای مطالعه آبدهی رودخانه از آمار ایستگاه هیدرومتری خرشک استفاده گردید. بر این اساس آمار دبی این رودخانه در طی دوره آماری ۹۰ – ۱۳۸۵ به صورت ماهانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. با تعیین خصوصیات فیزیوگرافی، اقلیم، آبدهی حوضه خرشک، ابعاد هیدروگراف این حوضه نیز با روش SCS محاسبه گردید. محاسبه ابعاد هیدروگراف بر پایه این روش به شرح ذیل ارائه گردید :

- در این بخش با استفاده از بارش ۲۴ ساعته ایستگاه سینوپتیک منجیل و متوسط بارش حوضه آبخیز، در ابتدا بارش‌های ۱ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ ساله ($P_{10}^{60}$)محاسبه و سپس با استفاده از نرم افزار RIMAC 1.0در این بخش با استفاده از بارش ۲۴ ساعته ایستگاه سینوپتیک منجیل و متوسط بارش حوضه آبخیز، در ابتدا بارش‌های ۱ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ ساله ($P_{10}^{60}$)محاسبه و سپس با استفاده از نرم افزار RIMAC 1.0بارش‌های ۲۴ ساعته حوضه با دروه‌های بازگشت مختلف محاسبه گردید.
- زمان تمرکز[1]: حوضه با استفاده از روش کرپیچ[2]بدست آمد. (Alizadeh, 2010:488)
- شماره منحنی[3] : جهت تعیین CN در حوضه پارامترهای زیر ضروری می‌باشد:
  - نوع استفاده از زمین[4]
  - عملیات زراعی[5]
  - وضعیت هیدرولوژیکی[6]
  - گروه هیدرولوژیکی خاک[7]

با توجه به شرایط فیزیوگرافی، پوشش گیاهی و شرایط خاک، مقادیر CN حوضه نیز بدست آمد.

- بدست آوردن مقدار S (کمبود اولیه ذخیره رطوبت خاک) از روی شماره منحنی(Alizadeh, 2010 : 493)

$$S = ( 1000 / CN ) – 10$$

- ارتفاع بارش مازاد[8] : در حوضه‌ها با توجه به روابط ذیل بدست آمد: (مهدوی، محمد، ۱۳۸۹، ص ۱۱۷)

$$Q = ( P – 0.2 S )^2 / ( P + 0.8 S )$$

CN = شماره منحنی

S = کمبود اولیه ذخیره رطوبت خاک (میلیمتر یا اینچ)

Q = مقدار بارش اضافی (میلیمتر یا اینچ)

---

[1] - Time of concentration
[2]- Kirpich
[3] - Curve Number
[4] - Land use
[5] -Tretment of Practices
[6] - Hydrology Condition
[7] - Hydrology Soil group
[8] - Effective rainfall – Rainfall excess

P = بارش ۲۴ ساعته (میلیمتر)

- زمان تا اوج[1]: از رابطه ذیل بدست آمد. (Mahdavi,2010:210)

$$t_p = 0.6\ T_c + T_c^{0.5}$$

$t_p$ = زمان تا اوج

$T_c$ = زمان تمرکز

از این پارامتر برای بدست آوردن زمان پایه[2] استفاده می‌گردد.

- دبی اوج[3] (حداکثر دبی لحظه ای): از رابطه ذیل بدست آمد: (Mahdavi,2010:210)

$$q_p = 2.083\ A\ Q\ /\ t_p$$

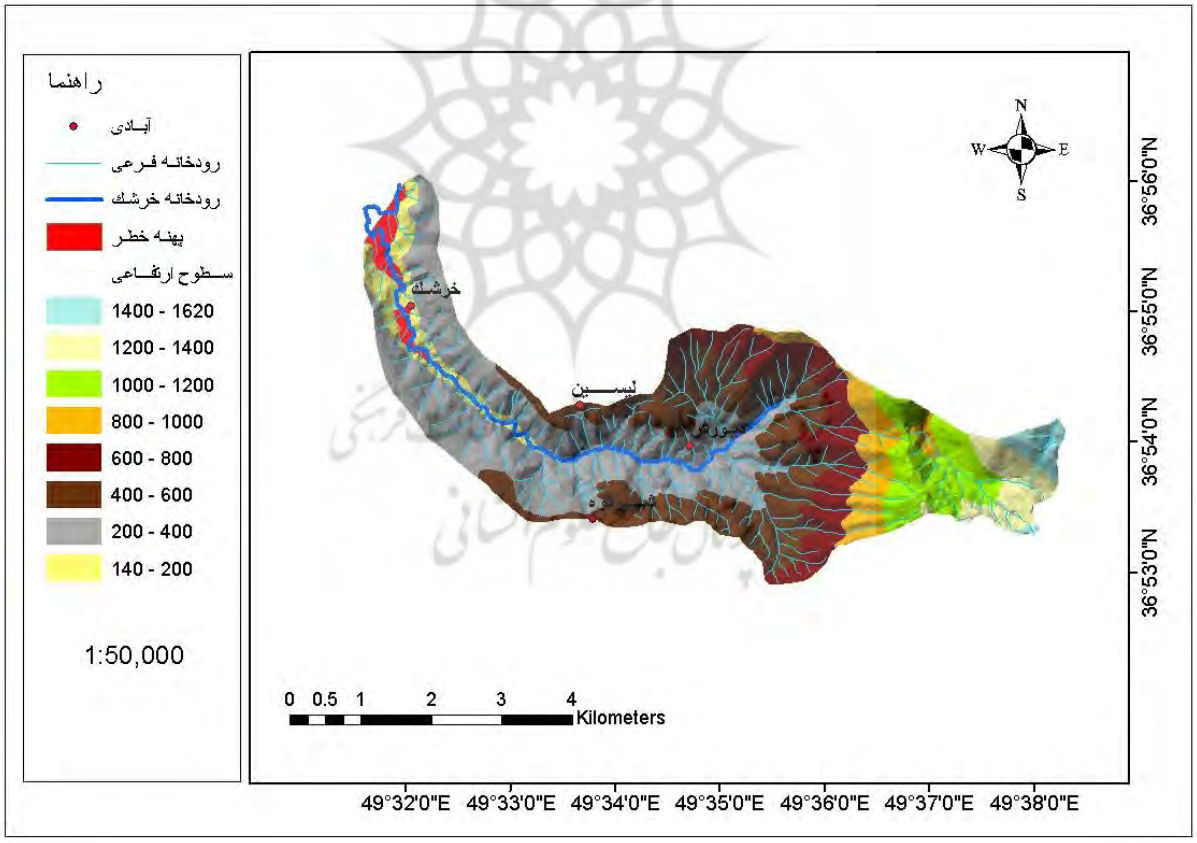
$q_p$ = دبی اوج به متر مکعب در ثانیه

A = مساحت حوضه به کیلومتر مربع

Q = ارتفاع رواناب مستقیم یا بارش مازاد به سانتی متر

$T_p$ = زمان تا اوج

از این پارامتر برای بدست آوردن Q – max با دوره‌های بازگشت مختلف استفاده می‌شود.




**شکل شماره ۲ : نقشه سطوح ارتفاعی حوضه آبخیز خرشک**

Source: Research findings based on GIS software

[1]- time to peak
[2]- Base time
[3] - peak discharge

**یافته‌های تحقیق**

**اقلیم** : بر اساس ضرائب بدست آمده بارندگی – ارتفاع و دما – ارتفاع، بارندگی و دما در حوضه خرشک مطابق جدول ذیل ارائه می‌گردد. در حوضه آبخیز خرشک به غیر از ماه‌های خرداد و مرداد، در تمامی ماه‌ها میزان بارندگی، بالای ۲۰ میلیمتر می‌باشد. مجموع بارندگی سالانه در این حوضه ۴۰۸/۶۴ میلیمتر برآورد شده است، بیشینه بارندگی در ماه آبان و کمینه آن در ماه مرداد قرار دارد. شروع بارندگیها در حوضه از اواخر شهریور می‌باشد. متوسط دمای سالانه در حوضه ۲۱/۶۵ درجه سانتیگراد برآورد گردیده است، که بیشینه دما در ماه مرداد و کمینه آن در ماه دی قرار دارد.

**جدول شماره ۳ : مقادیر بارندگی و دما در حوضه آبخیزخرشک ۹۰- ۱۳۸۰**

| سالانه | شهریور | مرداد | تیر | خرداد | اردیبهشت | فروردین | اسفند | بهمن | دی | آذر | آبان | مهر | پارامتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴۵۶/۸۷ | ۲۳/۹۳ | ۱۲/۶۴ | ۲۷/۹۰ | ۲۸/۹۴ | ۴۵/۸۸ | ۶۳/۹۳ | ۴۳/۵۶ | ۵۷/۸۶ | ۴۲/۰۴ | ۶۳/۸۸ | ۶۰/۲۰ | ۲۸/۹۱ | بارندگی |
| ۱۴/۷۹ | ۲۱/۵۰ | ۲۴/۱۶ | ۲۴/۰۴ | ۲۱/۰۴ | ۱۷/۰۶ | ۱۳/۰۲ | ۸/۳۷ | ۵/۷۸ | ۵ | ۶/۶۵ | ۱۱/۷۲ | ۱۷/۸۵ | دما |

Source: Research findings

**آبدهی** : متوسط آبدهی سالانه رودخانه ۱/۴۹ متر مکعب در ثانیه برآورد شده است. آبدهی رودخانه نشان می‌دهد که با شروع بارندگیهای منطقه از ماه شهریور، دبی رودخانه افزایش یافته، بطوریکه در فصل پاییز که بارندگیها به اوج خود می‌رسند، آبدهی رودخانه نیز بالاترین مقادیر را دارد و با کاهش بارندگیها از اردیبهشت، مقادیر آبدهی آن نیز کاهش می‌یابد.

**جدول شماره ۴ : آبدهی رودخانه خرشک( $m^3/s$)- دوره آماری ۱۳۹۰–۱۳۸۵**

| سالانه | شهریور | مرداد | تیر | خرداد | اردیبهشت | فروردین | اسفند | بهمن | دی | آذر | آبان | مهر | رودخانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱/۴۹ | ۱/۴۹ | ۰/۹۲ | ۱/۱۰ | ۰/۶۲ | ۰/۷۵ | ۱/۲۶ | ۱/۶۱ | ۱/۸۱ | ۱/۳۸ | ۲/۴۳ | ۲/۱۹ | ۲/۲۹ | خرشک |

Source: Research findings based on Data from Kharask Bridge Discharge Station

**عوامل ژئومورفولوژیک تاثیر گذار** : عکس العمل هیدرولوژیک حوضه آبخیز تابعی از پارامترهای ثابت ژئومورفولوژیک و پارامتر دینامیکی سرعت جریان است. (Rodríguez-Iturbe and Valdés 1979:1411)بین ژئومورفولوژی یک حوضه آبخیز و پاسخ هیدرولوژیک آن یک رابطه مستقیم وجود دارد. (Cudennec, Fouad et al. 2004:610)اشکال خاص ژئومورفولوژی مانند چاله‌ها، درزها و شکاف‌های تکتونیکی، باعث کاهش سرعت و ضریب رواناب شده و بنابراین مقادیر دبی اوج $q_p$ و زمان تا اوج $t_p$ سیلاب را تحت تاثیر قرار می‌دهند. (Mahmoudi et al.2007:8) ز نظر واحدهای ژئومورفولوژیکی، حوضه آبخیزخرشک به گونه ای است که بخشی از آن کوهستانی و بخشی دیگر که خروجی آن را در بر می‌گیرد، ماهیتی دشتی دارد بطوریکه حداقل و حداکثر ارتفاع آن بین ۱۴۰ تا ۱۶۲۰ متر می‌باشد.

– مساحت و شکل حوضه : مطالعات فیزیوگرافی حوضه خرشک نشان می‌دهد که این حوضه جزء حوضه‌های کوچک است بطوریکه مساحت آن ۲۱/۵۶کیلومتر مربع بوده و شکل آن، کشیده می‌باشد. مساحت و شکل حوضه از جمله مواردی است که بر سیل خیزی حوضه و هیدروگراف آن تاثیر مستقیم دارد. شکل هیدروگراف در حوضه‌های بزرگ، کشیده و پخ (خوابیده) بوده در حالیکه در حوضه‌های کوچک که عکس العمل شدیدی در مقابل رگبارها نشان می‌دهند هیدروگراف‌ها نوک تیز و سیلاب‌ها به صورت آنی و کوتاه مدت[1] اتفاق می‌افتند. از نظر شکل در

[1] - Flash Flood

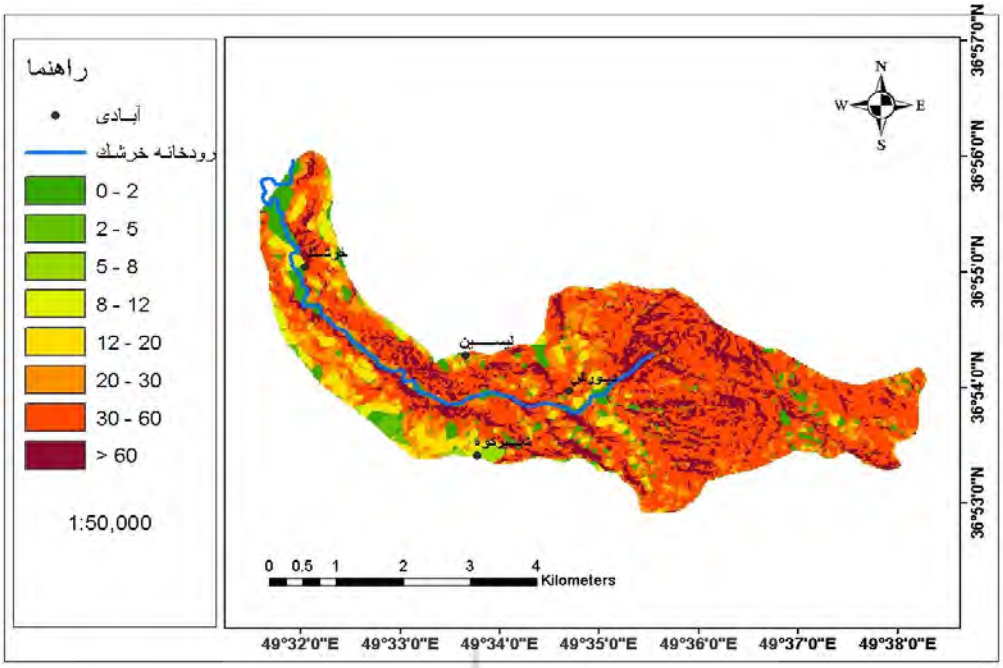
حوضه‌های تقریبا گرد با شبکه‌های هیدروگرافی یکسان از نظر زمان تمرکز، آب‌ها همزمان به نقطه خروجی می‌رسند، مدت جریان سیلاب کوتاه بوده و دبی ویژه زیاد است در نتیجه هیدروگراف به صورت نوک تیز در می‌آید، در حالیکه در حوضه‌های کشیده، آب‌ها به تدریج تخلیه شده و هیدروگراف حالت کشیده پیدا می‌کند (Mahdavi, 2010:178) با توجه به ضرائب بدست آمده از روش‌های گراولیوس، هورتون، میلر و مستطیل معادل، حوضه خرشک جزء حوضه‌های کشیده محسوب می‌گردد.

– دامنه‌های حوضه :حوضه خرشک دارای روند عمومی‌شرقی – غربی است، بطوریکه رودخانه خرشک با همین روند در حوضه جریان دارد. حجم ارتفاعات در بخش شرقی حوضه زیاد است. موقعیت حوضه به گونه ای است که آبراهه‌ها با طی مسافتی کم به زهکش اصلی می‌رسند. جایی که رودخانه خرشک حوضه را به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند، آبراهه‌ها روندی شمالی – جنوبی به خود می‌گیرند، بطوریکه دید دامنه‌ها در این بخش عموما غربی – شرقی است، اما در بخش شرقی حوضه، آبراهه‌ها روند شرقی – غربی به خود گرفته و باعث می‌شوند که دامنه‌ها دارای دید شمالی – جنوبی گردند. بر اساس نمودار آلتی متری در حوضه آبخیز خرشک بیشترین گسترش ارتفاعات در محدوده ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر قرار دارد.

– شیب حوضه : در حوضه آبخیز خرشک بیشترین گسترش شیب در کلاسهای ۳۰ – ۲۰ و ۶۰ < به ترتیب با فراوانی ۶۵/۲۶ و ۱۵/۴۹ درصد قرار دارد. شیبهای کمتر از ۱۲ درصد خروجی حوضه و حاشیه رودخانه خرشک را در بر می‌گیرند.

– سیلاب دشت : سیلاب‌هایی که به صورت متفاوت روی میدهند، منطقه ای به نام سیلاب دشت را دراطراف رودخانه به وجود می‌آورند.در حاشیه رودخانه خرشک در محدوده ارتفاعی ۱۴۰ تا ۳۰۰ متر، اراضی گسترش یافته‌اند که در حال حاضر زمینهایی حاصلخیز جهت کشاورزی محسوب می‌گردند. این اراضی در جایی که شیب رودخانه کاسته شده است، در دوره‌های فرسایشی گذشته شکل گرفته‌اند.

– بستر رودخانه : شیب آبراهه اصلی رودخانه خرشک۲/۷ درصد برآورد گردید.مطالعات شیب بستر رودخانه حاکی از آن است که رودخانه خرشک دارای بستری عریض می‌باشد. بیشترین تغییرات مورفولوژیکی سیلاب درآبراهه اصلی رودخانه به چشم می‌خورد و تا خروجی حوضه ادامه دارد. این تغییرات شامل تعمیق وتعریض بستر اصلی رود وتخری بشدید دشت سیلابی است.(Hossin Zadeh et al. 2006:100) دراثنای سیلاب‌های شدید، مناظرکاوشی گستردگی بیشتری نسبت به مناظر تراکمی دارند. مناظرتراکمی این سیلاب‌ها عمدتاً مواد سنگی درشت دانه راشامل می‌شود. تراکم رسوبات درشت دانه در بستر آبراهه اصلی است(Hossin Zadeh et al. 2006:100) .بستر رودخانه خرشک در ابتدای مسیر دارای بار بستر درشت است، اما در جایی که شیب بستر کاهش می‌یابد، رودخانه بستری ماسه ای( Moqimi,2009:128) به خود می‌گیرد. بار بستر درشت نشاندهنده دینامیک شدید رودخانه در دوره‌های گذشته می‌باشد.منحنی هیپسومتری (رابطه بین ارتفاع و مقطع افقی شبکه زهکشی)، این رودخانه نشان داد که رودخانه خرشک در مرحله پیری به سر می‌برد.




**شکل شماره ۳ : نقشه شیب حوضه آبخیز خرشک** Source: Research findings based on GIS software

**برآورد سیلاب به روش SCS** :برای بدست آوردن ابعاد هیدروگراف حوضه آبخیز خرشک مقادیر بارندگی ۲۴ ساعته این حوضه مطابق جدول ذیل محاسبه گردید.

**جدول شماره ۷ : بارش‌های ۲۴ ساعته حوضه‌های آبخیز با دوره‌های بازگشت مختلف**

| حوضه آبخیز | بارش حداکثر ۲۴ ساعته با دوره بازگشت‌های مختلف | | | | | | $P_{10}^{60}$ | ایستگاه مبنا | بارش ۲۴ ساعته | بارش متوسط حوضه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲ | ۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۱۰۰ | | | | |
| خرشک | ۳۷/۶۶ | ۵۷/۵۶ | ۷۰/۷۵ | ۸۷/۸۲ | ۹۹/۵۸ | ۱۱۱/۷ | ۲۳/۹ | منجیل | ۲۱/۷۸ | ۴۱/۶۴ |

Source: Research findings

– در روش SCS زمان تمرکز حوضه آبخیزخرشکبا استفاده از روش کرپیچ (Alizadeh,2000:488) مقدار ۰/۲۵ ساعت بدست آمد.

– با توجه به وضعیت سطحی حوضه از نظر خاک، پوشش گیاهی، چگونگی استفاده از زمین و رطوبت اولیه خاک، شماره منحنی یا CN این حوضه عدد ۶۳ برآورد گردید. (Alizadeh,2000:492)

– کمبود اولیه ذخیره رطوبت خاک یا S برای حوضه ۱۴/۹ میلیمتر بدست آمد.

– ارتفاع بارش مازاد با در دست داشتن مقدار CN و S مطابق جدول ذیل برای حوضه‌ها بدست آمد.

**جدول شماره ۸ : مقادیر CN، S و ارتفاع بارش مازاد**

| حوضه آبخیز | CN | S | ارتفاع بارش مازاد به میلیمتر | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | میلیمتر | ۲ | ۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| خرشک | ۶۳ | ۱۴/۹ | ۲۴/۲ | ۴۲/۹ | ۵۵/۵ | ۷۲/۱ | ۸۳/۷ | ۹۵/۶ |

Source: Research findings

– با توجه به مقادیر زمان تمرکز، زمان تا اوجبرای حوضه خرشک ۰/۶۶ بدست آمد، بدین معنی که زمان اوج دبی سیلاب در رودخانه خرشک۰/۶۶ ساعت می‌باشد.

– با در دست داشتن مقادیر مساحت، بارش مازاد و زمان تا اوج، دبی اوج (حداکثر دبی لحظه ای) با دوره‌های بازگشت مختلف مطابق جدول ذیل برای حوضه خرشک محاسبه گردید.

**جدول شماره ۹ : دبی حداکثر لحظه ای حوضه آبخیزخرشک با دوره‌های بازگشت مختلف**

| حوضه آبخیز | مساحت($km^2$) | $T_c$ | $t_p$ | دبی حداکثر لحظه‌ای به مترمکعب بر ثانیه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ۲ | ۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| خرشک | ۲۱/۵۶ | ۰/۲۵ | ۰/۶۶ | ۱۶۶/۱۵ | ۲۹۳/۷۰ | ۳۸۰/۵۹ | ۴۹۴/۴۰ | ۵۷۳/۳۸ | ۶۵۵/۲۹ |

Source: Research findings

با توجه به مطالب فوق و با در دست داشتن $t_p$ (زمان تا اوج) $q_p$ (حداکثر دبی لحضه ای) ابعاد هیدروگراف واحد حوضه در دوره‌های بازگشت مختلف محاسبه و ارائه گردید. در جدول ذیل مقادیر ستون ۱ و ۳ ثابت می‌باشند. مقادیر ستون دوم از روی مقادیر ستون یک بدست می‌آید، بدین صورت :

$$t / t_p = 0.1$$

۰/۱ عدد ثابت ستون یک می‌باشد. $t_p$ حوضه آبخیز خرشک۰/۶۶ ساعت برآورد شده است، عدد ۰/۶۶ را در عدد ۰/۱ضرب کرده و مقدار t ستون دوم بدست می‌آید.

ستون سوم این جدول نیز مانند ستون اول دارای مقادیر ثابت می‌باشد. $q_p$ (حداکثر دبی لحضه ای) در دوره‌های بازگشت مختف است. برای بدست آوردن مقادیر Qmax-2 تا Qmax-100 بدین صورت عمل می‌شود :

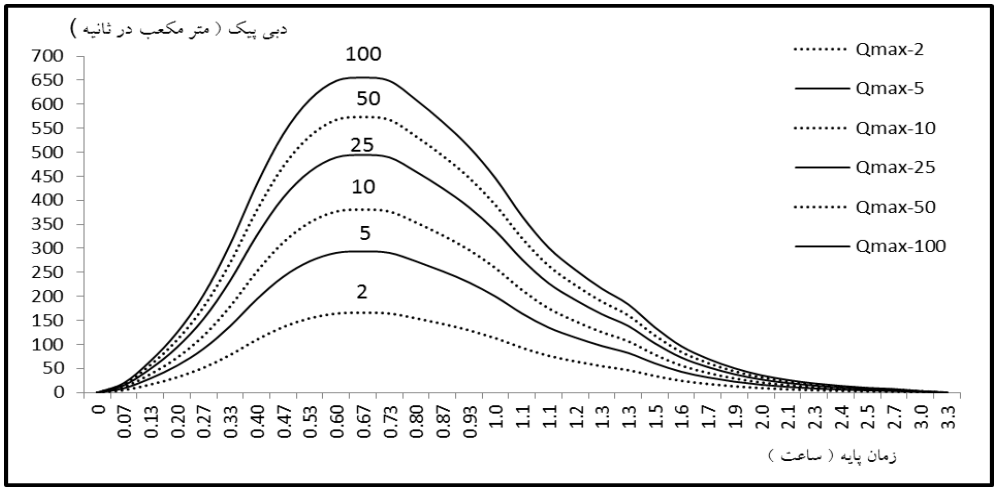
$$q / qp = 0.03$$

حداکثر دبی لحظه ای با دوره‌های بازگشت مختلف را در عدد ثابت ۰/۰۳ ضرب و مقادیر Qدر دوره‌های بازگشت مختلف بدست می‌آید. بدین ترتیب ابعاد هیدروگراف حوضه خرشک ساخته می‌شود و پس از آن، نمودار هیدروگراف این حوضه نیز ترسیم گردید.

**جدول شماره ۱۰ : ابعاد هیدروگراف حوضه آبخیز خرشک در دوره‌های بازگشت مختلف**

| $t/t_p$ | t | $q/q_p$ | Qmax-2 | Qmax-5 | Qmax-10 | Qmax-25 | Qmax-50 | Qmax-100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,1 | 0,07 | 0,03 | 4,98 | 8,81 | 11,42 | 14,83 | 17,20 | 19,66 |
| 0,2 | 0,13 | 0,1 | 16,61 | 29,37 | 38,06 | 49,44 | 57,34 | 65,53 |
| 0,3 | 0,20 | 0,19 | 31,57 | 55,80 | 72,31 | 93,94 | 108,94 | 124,51 |
| 0,4 | 0,27 | 0,31 | 51,51 | 91,05 | 117,98 | 153,27 | 177,75 | 203,14 |
| 0,5 | 0,33 | 0,47 | 78,09 | 138,04 | 178,88 | 232,37 | 269,49 | 307,99 |
| 0,6 | 0,40 | 0,66 | 109,66 | 193,85 | 251,19 | 326,31 | 378,43 | 432,49 |
| 0,7 | 0,47 | 0,82 | 136,24 | 240,84 | 312,08 | 405,41 | 470,17 | 537,34 |
| 0,8 | 0,53 | 0,93 | 154,52 | 273,15 | 353,95 | 459,80 | 533,24 | 609,42 |
| 0,9 | 0,60 | 0,99 | 164,48 | 290,77 | 376,78 | 489,46 | 567,64 | 648,74 |
| 1 | 0,67 | 1 | 166,15 | 293,70 | 380,59 | 494,40 | 573,38 | 655,29 |
| 1,1 | 0,73 | 0,99 | 164,48 | 290,77 | 376,78 | 489,46 | 567,64 | 648,74 |
| 1,2 | 0,80 | 0,93 | 154,52 | 273,15 | 353,95 | 459,80 | 533,24 | 609,42 |
| 1,3 | 0,87 | 0,86 | 142,89 | 252,59 | 327,31 | 425,19 | 493,10 | 563,55 |
| 1,4 | 0,93 | 0,78 | 129,59 | 229,09 | 296,86 | 385,64 | 447,23 | 511,13 |
| 1,5 | 1,0 | 0,68 | 112,98 | 199,72 | 258,80 | 336,19 | 389,90 | 445,60 |
| 1,6 | 1,1 | 0,56 | 93,04 | 164,47 | 213,13 | 276,87 | 321,09 | 366,96 |
| 1,7 | 1,1 | 0,46 | 76,43 | 135,10 | 175,07 | 227,43 | 263,75 | 301,43 |
| 1,8 | 1,2 | 0,39 | 64,80 | 114,54 | 148,43 | 192,82 | 223,62 | 255,56 |
| 1,9 | 1,3 | 0,33 | 54,83 | 96,92 | 125,59 | 163,15 | 189,21 | 216,25 |
| 2 | 1,3 | 0,28 | 46,52 | 82,24 | 106,56 | 138,43 | 160,55 | 183,48 |
| 2,2 | 1,5 | 0,207 | 34,39 | 60,80 | 78,78 | 102,34 | 118,69 | 135,65 |
| 2,4 | 1,6 | 0,147 | 24,42 | 43,17 | 55,95 | 72,68 | 84,29 | 96,33 |
| 2,6 | 1,7 | 0,107 | 17,78 | 31,43 | 40,72 | 52,90 | 61,35 | 70,12 |
| 2,8 | 1,9 | 0,077 | 12,79 | 22,62 | 29,31 | 38,07 | 44,15 | 50,46 |
| 3 | 2,0 | 0,055 | 9,14 | 16,15 | 20,93 | 27,19 | 31,54 | 36,04 |
| 3,2 | 2,1 | 0,04 | 6,65 | 11,75 | 15,22 | 19,78 | 22,94 | 26,21 |
| 3,4 | 2,3 | 0,029 | 4,82 | 8,52 | 11,04 | 14,34 | 16,63 | 19,00 |
| 3,6 | 2,4 | 0,021 | 3,49 | 6,17 | 7,99 | 10,38 | 12,04 | 13,76 |
| 3,8 | 2,5 | 0,015 | 2,49 | 4,41 | 5,71 | 7,42 | 8,60 | 9,83 |
| 4 | 2,7 | 0,011 | 1,83 | 3,23 | 4,19 | 5,44 | 6,31 | 7,21 |
| 4,5 | 3,0 | 0,005 | 0,83 | 1,47 | 1,90 | 2,47 | 2,87 | 3,28 |
| 5 | 3,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Source: Research findings




**شکل شماره ۴ : نمودار هیدروگراف سیل رودخانه خرشک**

Source: Research findings

## نتیجه گیری

حوضه آبخیز خرشک جزء حوضه‌های ناشناخته و کوچک حوضه آبریز سفیدرود می‌باشد که زهکش اصلی آن قبل از سد تاریک وارد بستر سفیدرود می‌گردد. این حوضه حالتی کوهستانی داشته و اراضی آن پوشیده از جنگل است، اما در سالهای اخیر بدلیل قطع درختان جنگلی در این حوضه، میزان رواناب حاصل از بارندگی‌ها در آن افزایش یافته است. بررسی‌های ژئومورفولوژیک، فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه آبخیز خرشک نشان می‌دهد که شکل، وسعت و شیب بستر رودخانه و بارش‌های ۲۴ ساعته این حوضه از عوامل مهم در سیل خیزی آن محسوب می‌گردند.

از نظر شکل، حوضه آبخیز خرشک جزء حوضه‌های کشیده محسوب می‌گردد. شکل حوضه در زمان تمرکز و روند سیل خیزی تاثیر دارد. هر چه حوضه کشیده تر باشد، زمان تمرکز آن افزایش یافته، در نتیجه زمان اوج دبی پیک افزایش می‌یابد. اما حوضه خرشک، حوضه ای باریک است، طول آبراهه‌های فرعی کوتاه بوده و رواناب‌های حاصل از بارندگی در مدت زمان کوتاهی به زهکش اصلی رسیده و زهکش را پر می‌کنند. از نظر وسعت،این حوضه جزء حوضه‌های کوچک محسوب می‌گردد، بنابراین عکس العمل آن نسبت به بارش‌های کوتاه مدت و تبدیل آن به سیلاب بیشتر خواهد بود. بارش ۲۴ ساعته بدست آمده برای حوضه با دوره‌های بازگشت مختلف، نشاندهنده فزونی این نوع بارندگی در حوضه آبخیز خرشک است. سیلاب زمانی روی می‌دهد که خاک و گیاهان نتوانند بارش را جذب نمایند و در نتیجه کانال طبیعی رودخانه کشش گذردهی رواناب ایجاد شده را نداشته باشد. به طور متوسط تقریبا۳۰درصد بارش به رواناب تبدیل می‌شود که این میزان با ذوب برف افزایش می‌یابد.

زمان پایه برای رودخانه خرشک۳/۳ ساعت بدست آمده است که نشاندهنده وسعت کم حوضه خرشک می‌باشد. هیدروگراف رودخانه نشان می‌دهد که زمان تا اوج برای رودخانه خرشک ۰/۶۶ ساعت است، بدین معنی که دبی در این رودخانه در کمتر از ۰/۶۶ ساعت به اوج خود می‌رسد. شکل هیدروگراف حاکی از آن است که با توجه به وسعت کم حوضه،زمان تمرکز در آن کاهش یافته بطوریکه روند سیلخیزی حوضه را افزایش داده است. در مسیر رودخانه خرشک بار بستر درشت در برخی از بخش‌های آن گسترش دارد که باعث کاهش روند سیل خیزی می‌گردند.

References

Alizadeh, Amin. (2010). Principles of applied hydrology. Prints. Mashhad: Publications, Astan Qods Razavi.

Behzad, A., Sarvati, M. and Moghimi, E. (2012). "Estimating flood potentia l emphasizing on Geomorphologic characteristics in Tarikn Basin using the SC S method." European Journal of Experimental Biology 2(5): 1928-1935.

Climatology Organization ( 1987- 2010 ), Data from Manjil Synoptic station.

Cudennec, C., Y. Fouad, I. Sumarjo Gatot and J. Duchesne (2004). "A geomorphological explanation of the unit hydrograph concept." Hydrological Processes 18(4): 603-621.

Forest and Range Organization. (2005). Tehran. Iran's digital geological layers.

Forest and Range Organization. (2005). Tehran. Iran's digital soil layers.

Forest and Rangeland Organization. (2005). Tehran. Iran's digital vegetation layers.

Geetha, K., S. Mishra, T. Eldho, A. Rastogi and R. CN-based continuous simulation model for hydrologic forecasting." Water Resources Management 22(2): 165-190.

Gholami, Vahid et al (2009), Effects of land use changes in the runoff and flood risk areas of Kasiliyan Watershed, Watershed Science and Engineering, Iran, Third Year, No. 9, pp. 55-57. [In Persian]

Ghahraman, Bijan, Lotfi, Mortaza (2009). Performance unit hydrograph models to determine the flood hydrograph profile. Prints. Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad.

Hossein Zadeh, Seyed Reza et al. (2006). Geomorphologic analysis of river floods catastrophic flooding of Maderso River (Golestan forest). Journal of Geography and Regional Development. Number Seven. pp. 90-115. [In Persian]

Mahmoudi. F. et al (2007), evaluation of models GIUH in Kangir watershed (West Ivan), Geographical Research, No. 6, summer, pp. 1-14. [In Persian]

Mahdavi, Mohammad. (2010). Applied hydrology. Sixth Edition. Tehran: Tehran University Press. Volume II.

Moghimi, Abrahim (2009). Ecogeomorphology and river rights. 1st Printing. Tehran: Tehran University Press.

Ministry of Energy, Water Resources Research Center of Tehran. (1996-2010). Kharashk bridge discharge hydrometric station.

Ministry of Energy, Water Resources Research Tehran Center. (1996-2010). Rain gauge and evaporimeter stations of Pir Kuh and Shah Shahidan.

Ministry of Energy, Water Resources Research Tehran Center. (1996-2010). Data from Totkabon Rain gauge station.

Ministry of Energy, Water Resources Research Tehran Center. (1999-2010). Data from Kharashk bridge Rain gauge station.

Reshma, T., P. S. Kumar, M. R. K. Babu and K. S. Kumar (2010). "Simulation of runoff in watersheds using SCS-CN and Muskingum-Cunge methods using remote sensing and geographical information systems." International Journal of Advanced Science and Technology 25(31): 31 – 42.

Rodríguez-Iturbe, I. and J. B. Valdés (1979). "The geomorphologic structure of hydrologic response." Water Resources Research 15(6): 1409-1420.

Sarvati,M. Behzad,A. (2011). Geomorphologic characteristics with emphasis on flood potential is estimated at two and watershed of Zilki and Fireh rud using the SCS. Quarterly geographical territory. Eight years. No. 30. pp. 33-47. [In Persian]

Soil Conservation and Watershed Management Research Center (1988), a computer program to calculate the intensity of precipitation in Iran (RIMAC 1.0)

Yahya, B. M., N. M. Devi and B. Umrikar (2010). "Flood hazard mapping by integrated GIS-SCS model." International Journal of Geomatics and Geosciences 1(3): 489 – 500.