



Geographic Notion
Vol.7, Spring 2010
Zanjan University
No. 50

اندیشه جغرافیایی
سال چهارم، شماره هفتم، بهار ۱۳۸۹
دانشگاه زنجان
مقاله شماره ۵۰

برآورد پتانسیل سیلاب با تاکید بر ویژگیهای ژئومورفولوژیک در حوضه آبریز گوهر رود با استفاده از روش SCS

اردوان بهزاد^۱، محمد رضا ثروتی^۲، ابراهیم مقیمی^۳

چکیده

سیل از جمله پدیده هایی است که هر ساله خسارات فراوانی را به بار می آورد و همواره مورد توجه کارشناسان هیدرولوژی بوده است. عواملی نظیر فیزیوگرافی، ژئومورفولوژی و عوامل انسانی، می تواند این پدیده را در حوضه ها تسریع ببخشد. از آنجایی که در طرحهای بهره برداری از منابع آب، کنترل سیلاب، سدسازی، عملیات آبخیزداری و اکثر زمینه های مطالعات هیدرولوژی، دبی سیلاب اهمیت دارد. لذا دقت مطالعات و درجه ایمنی طراحی تأسیسات و سازه های آبی، بستگی زیادی به روش مطالعات دارد. در تحقیق حاضر پتانسیل سیلاب حوضه آبریز گوهر رود 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 گوهر رود در دوره های زمانی ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال محاسبه گردید. نتایج نشان داد که با توجه به شکل حوضه گوهر رود، 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 می شود، خطر سیل وجود خواهد داشت.

واژگان کلیدی: آنالیز منطقه ای، دبی اوج، روش SCS، زمان تا اوج، شماره منحنی (CN)، گوهر رود، هیدروگراف.

۱. دانش آموخته دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران Ardavan5th@yahoo.com

۲. دانشیار دانشکده علوم و زمین دانشگاه شهید بهشتی

۳. استاد دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

مقدمه

انجام مطالعات سیل و کنترل سیلاب یکی از مباحث اصلی در طرحهای آبریزداری می باشد. سیلابهای جاری در یک منطقه تاثیر مستقیم بر حوضه آبریز، کشاورزی و اوضاع اجتماعی و اقتصادی آن دارند. سامان دادن به یک حوضه آبریز بدون شناخت سیلابهای جاری و اثر سیلابها در منطقه و در نهایت ارائه راه حلهای مناسب جهت کاهش این اثرات امکان پذیر نمی باشد. یکی از روشهای برآورد سیلاب، روش موسوم به هیدروگراف بدون بعد مربوط به سازمان حفاظت خاک آمریکا^۱ SCS است. در این روش مختصات نقاط هیدروگراف واحد از جدول بدون بعد که در آن، مقادیر نسبت زمان (t/tp) در مقابل نسبت دبی (q/qp) داده شده است بدست می آید. برای بدست آوردن مختصات نقاط هیدروگراف از روی (t/tp) و (q/qp) لازم است مقادیر tp و qp محاسبه گردد (حیدری زاده، ۱۳۸۹). برآورد سیلاب به روش SCS معمولاً برای حوضه هایی بکار می رود که فاقد ایستگاههای هیدرومتری می باشند.

در این زمینه تحقیقات زیادی در داخل و خارج کشور انجام گرفته است. گیثا^۲ و همکاران (۲۰۰۸) و رِشما^۳ و همکاران (۲۰۱۰) در کشور هندوستان برآورد سیلاب به روش SCS را بر روی برخی از حوضه ها مورد مطالعه قرار داده و خسارات ناشی از سیلاب را بررسی نموده اند. حیدری زاده (۱۳۸۹) توسعه روش SCS با مفهوم روش منطقی در برآورد پیک سیلاب را برای حوضه مورد مطالعه خود (هلیلان) انجام داده است. بهزاد و همکاران (۱۳۹۰) برآورد پتانسیل سیلاب در دو حوضه آبریز زیلکی و فیره رود به روش SCS را با هم مقایسه نمود و با توجه به فیزیوگرافی و مورفولوژی حوضه فیره رود، توان سیل خیزی این حوضه را بالاتر از حوضه زیلکی دانست.

با توجه به مطالب عنوان شده، ما بر آن شدیم که در این تحقیق پتانسیل سیلاب حوضه گوهررود 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 آبریز اصلی را دریافت می کند. غالب این حوضه ها دارای آبدهی بسیار بالایی هستند. بنابراین شناسایی خصوصیات فیزیوگرافی و سیل خیزی این حوضه ها قبل از هر گونه توسعه های عمرانی در این بخشها توصیه می گردد. رودخانه گوهر رود جزء رودخانه های کوهستانی محسوب می گردد و شرایط فیزیوگرافی آن به گونه ای است که دارای بستری عمیق و سنگلاخی است و در حاشیه آن، سیلاب دشت شکل نگرفته است. این رودخانه فاقد ایستگاههای هیدرومتری و یا باران سنجی می باشد. بر این اساس اطلاعاتی که حاکی از سابقه سیل خیزی در این حوضه باشد وجود ندارد. تغییرات کاربری، توسعه شبکه راهها و مناطق مسکونی موجب افزایش تولید رواناب و خطر سیلاب می گردد (غلامی و همکاران، ۱۳۸۸). در سالهای اخیر، بهره برداری از جوامع جنگلی زرین و چرای بی رویه دام در اراضی حوضه، باعث گردیده که روانابهای حاصل از بارندگی در این بخش افزایش یابند. در مسیر رودخانه آبادی وجود ندارد، اما روانابهای این رودخانه پس از خروج از کوهستان از اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه سفیدرود گذشته و وارد آن می گردد. با توجه به عبور رودخانه از اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه سفیدرود و اتوبان رشت - قزوین و جلوگیری از فاجعه احتمالی، در این مقاله خصوصیات فیزیوگرافی و سیل خیزی حوضه آبریز گوهررود با استفاده از روش SCS مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش ها

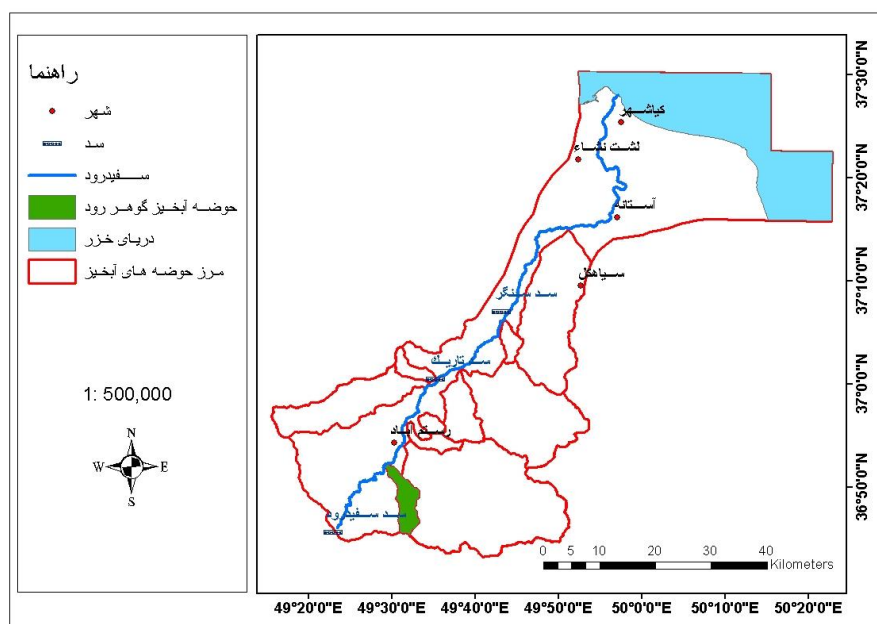
- ویژگیهای منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز گوهررود در استان گیلان و در محدوده شهرستان رودبار و در غرب حوضه آبریز سیاهرود گسترده شده است. رودخانه جاری در این حوضه قبل از سد

تاریک و از بخش شرقی وارد بستر سفیدرود می گردد. سرچشمه رودخانه گوهررود دامنه های کوه اسد آباد و آسمان سرا واقع در حدود ۳۰ کیلومتری جنوب شهر رستم آباد و چشمه های جاری در این بخش می باشد. موقعیت جغرافیایی و مشخصات حوضه مطابق جدول ذیل ارائه شده است .

جدول شماره ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز گوهررود

نام حوضه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حداکثر ارتفاع	حداقل ارتفاع	متوسط ارتفاع	طول آبراهه اصلی Km
گوهررود	۴۹ ۳۳ ۰۳ - ۴۹ ۲۹ ۰۰	۳۶ ۴۵ ۰۸ - ۳۶ ۵۱ ۴۱	۲۳۶۰	۱۶۰	۱۲۶۰	۱۲/۱۹



شکل شماره ۱: نقشه موقعیت حوضه آبریز گوهررود

روش مطالعه

این تحقیق بر پایه مشاهدات میدانی و روش کتابخانه ای - تحلیلی با استفاده از نقشه های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ : ۱ سازمان زمین شناسی، نقشه های ۱:۲۵۰۰۰۰ : ۱ زمین شناسی، خاک و پوشش گیاهی سازمان جنگلها و مراتع، داده های هواشناسی سازمان هواشناسی و مرکز

مطالعات منابع آب و آمار دبی ایستگاههای هیدرومتری این مرکز تهیه شده است. در ابتدا، محدوده حوضه آبریز گوهررود با استفاده از نرم افزار Arc GIS بر روی نقشه های 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 تمام بخشهای آن در واحد کوهستان قرار گرفته است. جهت برآورد اقلیم حوضه از ایستگاههای منجیل، شاه شهیدان، پیرکوه و توتکابن در دوره آماری ۸۸ - ۱۳۶۶ استفاده شد و معادله گرادیان بارندگی و دما برای حوضه به صورت زیر پیشنهاد گردید:

جدول شماره ۲: ضرائب همبستگی دما و بارندگی برای حوضه آبریز گوهررود ۸۸ - ۱۳۶۶

ماه	ضرائب مربوط به بارندگی	R ²	ضرائب مربوط به دما	R ²
مهر	$P = 0.01 H + 23.40$	۰/۹۰	$T_{mean} = -0.004 H + 21.01$	-۰/۹۹
آبان	$P = 0.01 H + 48.77$	۰/۸۵	$T_{mean} = -0.004 H + 14.97$	-۰/۹۷
آذر	$P = 0.03 H + 36.59$	۰/۷۸	$T_{mean} = -0.005 H + 11.15$	-۰/۹۷
دی	$P = 0.02 H + 28.41$	۰/۷۱	$T_{mean} = -0.005 H + 9.57$	-۰/۹۷
بهمن	$P = 0.04 H + 24.37$	۰/۸۷	$T_{mean} = -0.006 H + 10.76$	-۰/۹۹
اسفند	$P = 0.01 H + 46.56$	-۰/۸۰	$T_{mean} = -0.006 H + 13.50$	-۰/۹۹
فروردین	$P = 0.03 H + 39.85$	۰/۸۹	$T_{mean} = -0.007 H + 19.50$	-۱
اردیبهشت	$P = 0.01 H + 32.91$	۰/۷۶	$T_{mean} = -0.007 H + 23.06$	-۱
خرداد	$P = 0.03 H + 4.18$	۰/۹۳	$T_{mean} = -0.007 H + 26.80$	-۱
تیر	$P = 0.02 H + 12.33$	۰/۷۵	$T_{mean} = -0.007 H + 29.99$	-۱
مرداد	$P = 0.01 H + 13.33$	-۰/۸۰	$T_{mean} = -0.007 H + 30.11$	-۰/۹۹
شهریور	$P = 0.01 H + 17.85$	۰/۸۳	$T_{mean} = -0.005 H + 25.91$	-۰/۹۹
سالانه	$P = 0.13 H + 343.47$	۰/۹۲	$T_{mean} = -0.006 H + 19.67$	-۰/۹۹

آبدهی رودخانه گوهررود نیز به صورت ماهانه بدست آمد. رودخانه گوهررود فاقد ایستگاه هیدرومتری است. جهت برآورد آبدهی این رودخانه از روش آنالیز منطقه ای استفاده گردید و با توجه به روابط دبی - سطح و استفاده از آمار ایستگاههای هیدرومتری شهر بیجار، توتکابن، پل سازمان، لوشان و گیلوان روابط لگاریتمی ذیل برای رودخانه بدست آمد:

جدول شماره ۲: روابط لگاریتمی دبی ماهانه حوضه آبریز گوهررود (m³/s)

سال	روابط لگاریتمی	R ²
مهر	$Q = 1.1 A^{0.2935}$	۰/۵۸
آبان	$Q = 0.82 A^{0.392}$	۰/۷۳
آذر	$Q = 0.87 A^{0.41}$	۰/۸۰
دی	$Q = 0.46 A^{0.439}$	۰/۸۳
بهمن	$Q = 0.63 A^{0.422}$	۰/۸۶
اسفند	$Q = 0.44 A^{0.519}$	۰/۹۳
فروردین	$Q = 0.24 A^{0.663}$	۰/۹۹
اردیبهشت	$Q = 0.12 A^{0.73}$	۰/۹۶
خرداد	$Q = 0.13 A^{0.625}$	۰/۸۵
تیر	$Q = 0.40 A^{0.403}$	۰/۷۰
مرداد	$Q = 0.44 A^{0.31}$	۰/۷۴
شهریور	$Q = 0.65 A^{0.34}$	۰/۶۲
سالانه	$Q = 0.40 A^{0.511}$	۰/۹۰

با تعیین خصوصیات فیزیوگرافی، اقلیم، آبدهی حوضه گوهررود، 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 آبریز، در ابتدا بارشهای ۱ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ ساله (P_{10}^{60}) محاسبه و سپس با استفاده از نرم افزار RIMAC 1.0 بارشهای ۲۴ ساعته حوضه با دوره های بازگشت مختلف محاسبه گردید.
- زمان تمرکز؛ زمان تمرکز حوضه با استفاده از روش کریچ ابدست آمد (علیزاده، ۱۳۸۹: ۴۸۸).

- شماره منحنی^۲: جهت تعیین CN در حوضه پارامترهای زیر ضروری می باشد:
 - نوع استفاده از زمین^۳
 - عملیات زراعی^۴
 - وضعیت هیدرولوژیکی^۵
 - گروه هیدرولوژیکی خاک^۶
- 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 (علیزاده، ۱۳۸۹: ۴۹۳)
- $$S = (1000 / CN) - 10 \quad (1)$$
- ارتفاع بارش مازاد^۷ در حوضه با توجه به روابط ذیل بدست آمد: (مهدوی، ۱۳۸۹: ۱۱۷)
- $$Q = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8 S) \quad (2)$$
- CN = شماره منحنی، S = کمبود اولیه ذخیره رطوبت خاک (میلی متر یا اینچ)
 Q = مقدار بارش اضافی (میلی متر یا اینچ)، P = بارش ۲۴ ساعته (میلی متر)
- زمان تا اوج^۸: زمان تا اوج از رابطه ذیل بدست آمد. (مهدوی، ۱۳۸۹: ۲۱۰)
- $$t_p = 0.6 T_c + T_c^{0.5} \quad (3)$$
- t_p = زمان تا اوج، T_c = زمان تمرکز

۱ Kirpich

۲ Curve Number

۳ Land use

۴ Treatment of Practices

۵ Hydrology Condition

۶ Hydrology Soil group

۷ Effective rainfall – Rainfall excess

۸ time to peak

از این پارامتر برای بدست آوردن زمان پایه استفاده می گردد.

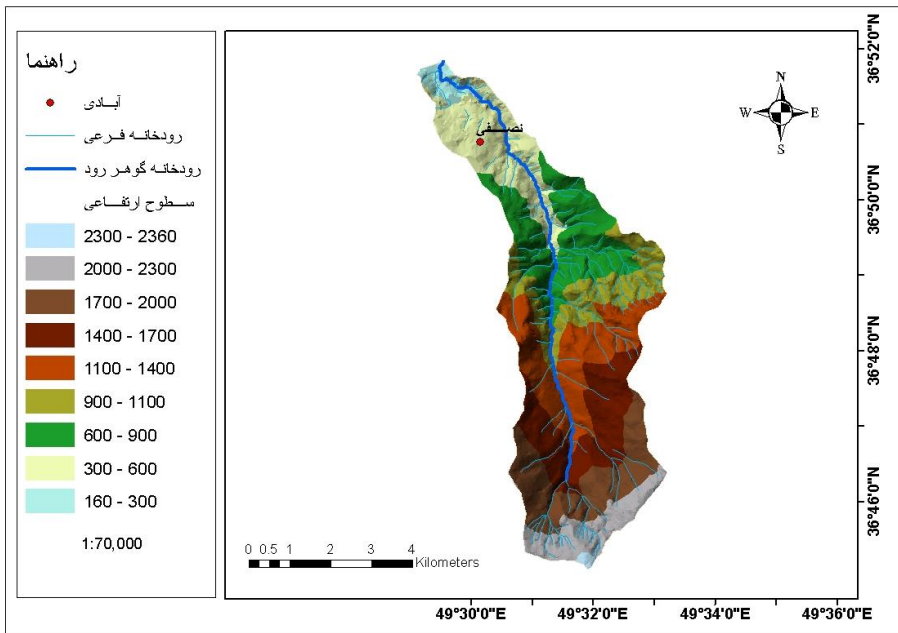
- دبی اوج (حداکثر دبی لحظه ای): دبی اوج از رابطه ذیل بدست آمد: (مهدوی، ۱۳۸۹: ۲۱۰)

$$q_p = 2.083 A Q / t_p$$

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 می شود.



شکل شماره ۲: نقشه سطوح ارتفاعی حوضه آبریز گوهر رود

یافته های تحقیق

۱. Base time

۲. peak discharge

اقلیم: بر اساس ضرائب بدست آمده بارندگی - ارتفاع و دما - ارتفاع، بارندگی و دما در حوضه گوهررود مطابق جدول ذیل ارائه می گردد.

جدول شماره ۴: مقادیر بارندگی و دما در حوضه آبریز گوهررود

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
بارندگی	۳۱/۳۱	۶۵/۱۹	۷۵/۷۹	۴۸	۷۲/۴۹	۴۲/۲۴	۷۴/۴۵	۵۱/۵۵	۳۹/۷۵	۳۴/۷۰	۱۲/۳۴	۲۶/۵۸	۵۰۶/۴۰
دما	۱۶/۴۷	۱۰/۳۰	۴/۶۸	۳	۳/۶۱	۶/۱۳	۱۰/۱۹	۱۴/۴۴	۱۸/۵۳	۲۱/۴۵	۲۱/۵۶	۱۹/۵۷	۱۲/۶۵

در حوضه آبریز گوهررود به غیر از ماه مرداد، در تمامی ماهها میزان بارندگی، بالای ۲۰ میلی متر می باشد. مجموع بارندگی سالانه در این حوضه ۵۰۶/۴۰ میلی متر برآورد شده است که بیشینه بارندگی در ماه آذر و کمینه آن در ماه مرداد قرار دارد. شروع بارندگیها در حوضه، از اواخر شهریور می باشد. متوسط دمای سالانه در حوضه ۱۲/۶۵ درجه سانتیگراد برآورد گردیده است، که بیشینه دما در ماه مرداد و کمینه آن در ماه دی قرار دارد.

آبدهی: همچنین آبدهی رودخانه این حوضه با توجه به ضرائب بدست آمده از آنالیز منطقه ای مطابق جدول ذیل بدست آمد:

جدول شماره ۵: آبدهی رودخانه گوهررود (m^3/s) - دوره آماری ۸۸ - ۱۳۶۶

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

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

عوامل ژئومورفولوژیک تاثیر گذار: عکس العمل هیدرولوژیک حوضه آبریز، تابعی از پارامترهای ثابت ژئومورفولوژیک و پارامتر دینامیکی سرعت جریان است (رودریگزا

(۱۹۷۹). بین ژئومورفولوژی یک حوضه آبریز و پاسخ هیدرولوژیک آن یک رابطه مستقیم وجود دارد (کادنس^۱ و همکاران، ۲۰۰۴). اشکال خاص ژئومورفولوژی مانند چاله ها، درزها و شکاف های تکتونیک، باعث کاهش سرعت و ضریب رواناب شده، بنابراین مقادیر دبی اوج qp و زمان تا اوج tp سیلاب را تحت تاثیر قرار می دهند (محمودی و همکاران، ۱۳۸۶). از نظر واحدهای ژئومورفولوژیک، حوضه آبریز گوهررود جزء حوضه های کوهستانی محسوب می گردد، بطوریکه حداقل و حداکثر ارتفاع آن بین ۱۶۰ تا ۲۳۲۰ متر می باشد.

- **مساحت و شکل حوضه:** مطالعات فیزیوگرافی حوضه گوهررود نشان می دهد که این حوضه جزء حوضه های کوچک است. بطوریکه مساحت آن ۳۳/۶۶ کیلومتر مربع بوده و شکل آن، کشیده می باشد. مساحت و شکل حوضه از جمله مواردی است که بر سیل خیزی حوضه و هیدروگراف آن تاثیر مستقیم دارد. شکل هیدروگراف در حوضه های بزرگ، کشیده و پخ (خوابیده) بوده در حالیکه در حوضه های کوچک که عکس العمل شدیدی در مقابل رگبارها نشان می دهند، هیدروگراف ها نوک تیز و سیلاب ها به صورت آبی و کوتاه مدت (Flash flood) اتفاق می افتند. از نظر شکل در حوضه های تقریباً گرد با شبکه های هیدروگرافی یکسان از نظر زمان تمرکز، آبها همزمان به نقطه خروجی می رسند، مدت جریان سیلاب کوتاه بوده و دبی ویژه زیاد است. در نتیجه هیدروگراف به صورت نوک تیز در می آید. در حالیکه در حوضه های کشیده، آبها به تدریج تخلیه شده و هیدروگراف حالت کشیده پیدا می کند (مهدوی، ۱۳۸۹: ۱۷۸). با توجه به ضرائب بدست آمده از روشهای گراولیوس، هورتون، میلر و مستطیل معادل، حوضه گوهررود جزء حوضه های کشیده محسوب می گردد.

- **دامنه های حوضه:** حوضه گوهررود، جزء حوضه های نامتقارن محسوب می گردد. این حوضه دارای جهت جنوب به شمال است، بطوریکه آبراهه اصلی آن با همین

روند، حوضه را به دو بخش غربی - شرقی تقسیم می کند. حجم ارتفاعات این حوضه در بخش شرقی بیشتر، آبراهه های فرعی آن طولانی تر و دره های آن عمیق تر از بخش غربی است. روند آبراهه های فرعی این حوضه در بخش شرقی، جنوب شرق - شمال غرب می باشد، بطوریکه دامنه های آن دارای دید شمال شرق - جنوب غرب است. همچنین در بخش غربی، جنوب غرب - شمال شرق بوده، بطوریکه دامنه های آن دارای دید شمال غرب - جنوب شرق است. در حوضه آبریز گوهر رود بر اساس نمودار آلتی متری بیشترین گسترش ارتفاعات در محدوده ۴۰۰ تا ۲۲۰۰ متر قرار دارد.

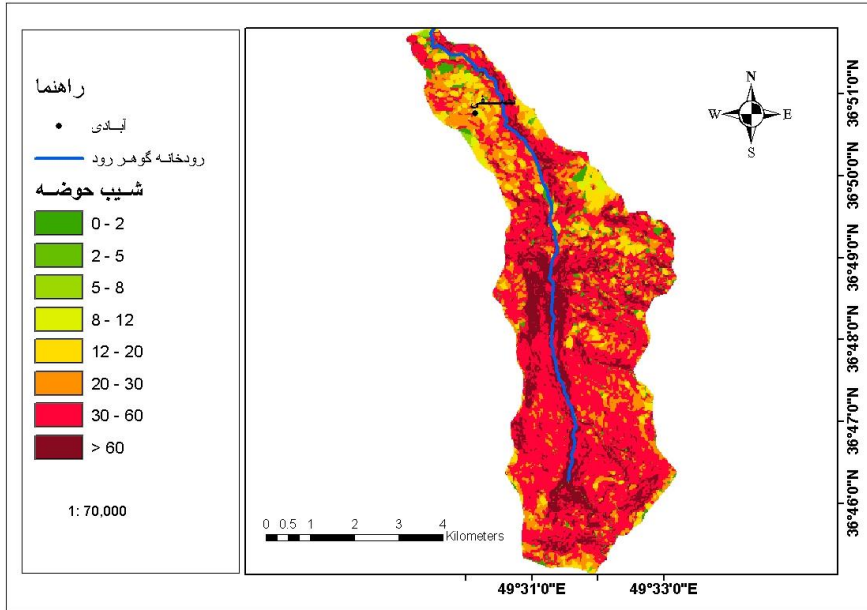
- شیب حوضه: در حوضه آبریز گوهر رود بیشترین گسترش شیب در کلاسه های ۶۰-۳۰، ۶۰ > و ۳۰-۲۰ به ترتیب با فراوانی ۵۴/۹۶، ۱۶/۹۰ و ۱۶/۶۴ درصد قرار دارد.

جدول شماره ۶: توزیع شیب نسبت به مساحت در حوضه آبخیز گوهر رود

کلاس شیب	۰-۲	۵-۲	۵-۸	۸-۱۲	۱۲-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۶۰	> ۶۰
مساحت Km ²	۱/۲۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۲	۲/۳۸	۵/۶	۱۸/۵	۵/۶۹
%	۳/۷۱	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۵۹	۷/۰۷	۱۶/۶۴	۵۴/۹۶	۱۶/۹۰

- بستر رودخانه: شیب آبراهه اصلی رودخانه گوهر رود ۱۱/۱۶ درصد برآورد گردید. مطالعات شیب بستر رودخانه حاکی از آن است که حوضه گوهر رود دارای دره های نسبتاً عمیق می باشد. بیشترین تغییرات مورفولوژیکی سیلاب در آبراهه اصلی رودخانه به چشم می خورد و تا خروجی حوضه ادامه دارد. این تغییرات شامل تعمیق و تعریض بستر اصلی رود است (حسین زاده، ۱۳۸۵). در اثنای سیلاب های شدید، مناظر کاوشی، گستردگی بیشتری نسبت به مناظر تراکمی دارند. مناظر تراکمی این سیلاب ها عمدتاً مواد سنگی درشت دانه را شامل می شود. تراکم رسوبات درشت دانه در بستر آبراهه اصلی است (حسین زاده، ۱۳۸۵). فیزیوگرافی بستر رودخانه گوهر رود به گونه ای است که بستر آن دارای بار بستر درشت است. بار بستر درشت نشان دهنده دینامیک شدید رودخانه در دوره های گذشته می باشد.

منحنی هیسومتری (رابطه بین ارتفاع و مقطع افقی شبکه زهکشی) این رودخانه نشان داد که رودخانه گوهررود در اواخر دوره بلوغ به سر می برد.



شکل شماره ۳: نقشه شیب حوضه آبریز گوهررود

برآورد سیلاب به روش SCS: برای بدست آوردن ابعاد هیدروگراف حوضه آبریز گوهررود مقادیر بارندگی ۲۴ ساعته این حوضه مطابق جدول ذیل محاسبه گردید. جدول شماره ۷: بارشهای ۲۴ ساعته حوضه آبریز با دورههای بازگشت مختلف

بارش متوسط حوضه	بارش ۲۴ ساعته	ایستگاه مینا	P 10 ⁶⁰	بارش حداکثر ۲۴ ساعته با دوره بازگشتهای مختلف						حوضه آبریز
				۱۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	
۴۷/۸۷	۲۱/۷۸	منجیل	۲۲/۹	۱۰۷/۱	۹۵/۴۱	۸۳/۶۷	۶۷/۷۹	۵۵/۱۵	۳۶/۰۸	گوهررود

- در روش SCS زمان تمرکز حوضه آبریز گوهررود با استفاده از روش کریچ (علیزاده، ۱۳۸۹: ۴۸۸) مقدار ۰/۱۷ 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. (علیزاده، ۱۳۸۹: ۴۹۲)
- کمبود اولیه ذخیره رطوبت خاک یا S برای حوضه ۱۴/۹ میلی متر بدست آمد.
- ارتفاع بارش مازاد با در دست داشتن مقدار CN و S مطابق جدول شماره ۸ برای حوضه ها بدست آمد.

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

ارتفاع بارش مازاد به میلی متر						S میلیمتر	CN	حوضه آبریز
۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲			
۹۱	۷۹/۶	۶۸/۱	۵۲/۷	۴۰/۶	۲۲/۸	۱۴/۹	۶۳	گوهررود

- با توجه به مقادیر زمان تمرکز، زمان تا اوج برای حوضه گوهررود ۰/۵۱ بدست آمد، بدین معنی که زمان اوج دبی سیلاب در رودخانه گوهررود ۰/۵۱ ساعت می باشد.
- با در دست داشتن مقادیر مساحت، بارش مازاد و زمان تا اوج، دبی اوج (حداکثر دبی لحظه ای) با دوره های بازگشت مختلف مطابق جدول ذیل برای حوضه گوهررود محاسبه گردید.

جدول شماره ۹: دبی حداکثر لحظه ای حوضه آبریز گوهررود با دوره های بازگشت مختلف

دبی حداکثر لحظه ای به مترمکعب بر ثانیه						T _p	T _c	مساحت (km ²)	حوضه آبریز
۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲				
۱۲۵۸/۴۴	۱۱۰۰/۳۱	۹۴۱/۵۱	۷۲۸/۳۶	۵۶۰/۸۷	۳۱۵/۴۳	۰/۵۱	۰/۱۷	۳۳/۶۶	گوهررود

- با توجه به مطالب فوق و با در دست داشتن tp (زمان تا اوج) qp (حداکثر دبی لحظه ای) ابعاد هیدروگراف واحد حوضه در دوره های بازگشت مختلف محاسبه و ارائه گردید. در جدول شماره ۱۰ مقادیر ستون ۱ و ۳ ثابت می باشند. مقادیر ستون دوم از روی مقادیر ستون یک بدست می آید، بدین صورت:

$$t / t_p = 0.1$$

۰/۱ عدد ثابت ستون یک می باشد. T_p حوضه آبریز گوهررود ۰/۵۱ ساعت برآورد شده است، عدد ۰/۵۱ را در عدد ۰/۱ ضرب کرده و مقدار t ستون دوم بدست می آید. ستون سوم این جدول نیز مانند ستون اول دارای مقادیر ثابت می باشد. q_p (حداکثر دبی لحظه ای) در دوره های بازگشت مختلف است. برای بدست آوردن مقادیر Q_{max-2} تا $Q_{max-100}$ بدین صورت عمل می شود:

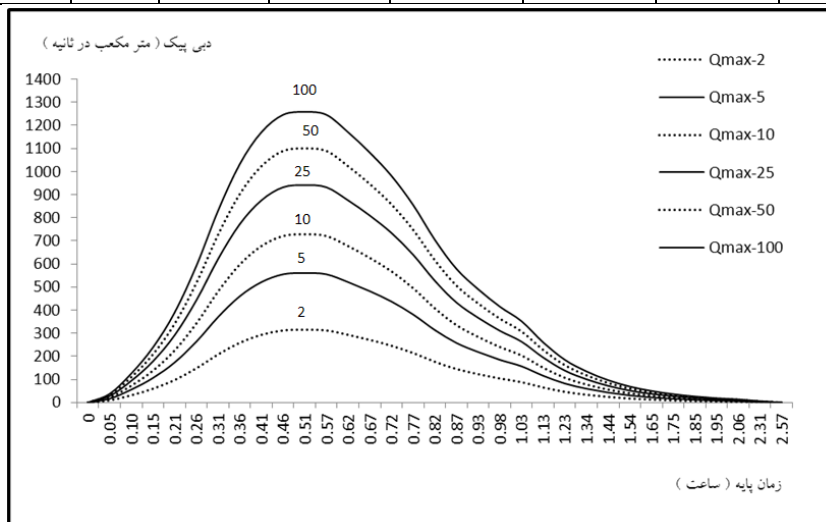
$$q / q_p = 0.03 \quad (4)$$

حداکثر دبی لحظه ای با دوره های بازگشت مختلف را در عدد ثابت ۰/۰۳ ضرب و مقادیر Q در دوره های بازگشت مختلف بدست می آید. بدین ترتیب ابعاد هیدروگراف حوضه گوهررود ساخته می شود و پس از آن، نمودار هیدروگراف این حوضه نیز ترسیم گردید.

جدول شماره ۱۰: ابعاد هیدروگراف حوضه آبریز گوهررود در دوره های بازگشت مختلف

t/t_p	t	q/q_p	Q_{max-2}	Q_{max-5}	Q_{max-10}	Q_{max-25}	Q_{max-50}	$Q_{max-100}$
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۳	۹/۴۶	۱۶/۸۳	۲۱/۸۵	۲۸/۲۵	۳۳/۰۱	۳۷/۷۵
۰/۲	۰/۱۰	۰/۱	۳۱/۵۴	۵۶/۰۹	۷۲/۸۴	۹۴/۱۵	۱۱۰/۰۳	۱۲۵/۸۴
۰/۳	۰/۱۵	۰/۱۹	۵۹/۹۳	۱۰۶/۵۷	۱۳۸/۳۹	۱۷۸/۸۹	۲۰۹/۰۶	۲۳۹/۱۰
۰/۴	۰/۲۱	۰/۳۱	۹۷/۷۸	۱۷۳/۸۷	۲۲۵/۷۹	۲۹۱/۸۷	۳۴۱/۱۰	۳۹۰/۱۲
۰/۵	۰/۲۶	۰/۴۷	۱۴۸/۲۵	۲۶۳/۶۱	۳۴۲/۳۳	۴۴۲/۵۱	۵۱۷/۱۵	۵۹۱/۴۷
۰/۶	۰/۳۱	۰/۶۶	۲۰۸/۱۸	۳۷۰/۱۸	۴۸۰/۷۲	۶۲۱/۴۰	۷۲۶/۲۱	۸۳۰/۵۷
۰/۷	۰/۳۶	۰/۸۲	۲۵۸/۶۵	۴۵۹/۹۲	۵۹۷/۲۶	۷۷۲/۰۴	۹۰۲/۲۵	۱۰۳۱/۹۲
۰/۸	۰/۴۱	۰/۹۳	۲۹۳/۳۵	۵۲۱/۶۱	۶۷۷/۳۸	۸۷۵/۶۱	۱۰۲۳/۲۹	۱۱۷۰/۳۵
۰/۹	۰/۴۶	۰/۹۹	۳۱۲/۲۷	۵۵۵/۲۶	۷۲۱/۰۸	۹۳۲/۱۰	۱۰۸۹/۳۱	۱۲۴۵/۸۶
۱	۰/۵۱	۱	۳۱۵/۴۳	۵۶۰/۸۷	۷۲۸/۳۶	۹۴۱/۵۱	۱۱۰۰/۳۱	۱۲۵۸/۴۴
۱/۱	۰/۵۷	۰/۹۹	۳۱۲/۲۷	۵۵۵/۲۶	۷۲۱/۰۸	۹۳۲/۱۰	۱۰۸۹/۳۱	۱۲۴۵/۸۶
۱/۲	۰/۶۲	۰/۹۳	۲۹۳/۳۵	۵۲۱/۶۱	۶۷۷/۳۸	۸۷۵/۶۱	۱۰۲۳/۲۹	۱۱۷۰/۳۵
۱/۳	۰/۶۷	۰/۸۶	۲۷۱/۲۷	۴۸۲/۳۵	۶۲۶/۳۹	۸۰۹/۷۰	۹۴۶/۲۷	۱۰۸۲/۲۶
۱/۴	۰/۷۲	۰/۷۸	۲۴۶/۰۳	۴۳۷/۴۸	۵۶۸/۱۲	۷۳۴/۳۸	۸۵۸/۲۴	۹۸۱/۵۹
۱/۵	۰/۷۷	۰/۶۸	۲۱۴/۴۹	۳۸۱/۳۹	۴۹۵/۲۹	۶۴۰/۲۳	۷۴۸/۲۱	۸۵۵/۷۴
۱/۶	۰/۸۲	۰/۵۶	۱۷۶/۶۴	۳۱۴/۰۹	۴۰۷/۸۸	۵۲۷/۲۵	۶۱۶/۱۷	۷۰۴/۳۳
۱/۷	۰/۸۷	۰/۴۶	۱۴۵/۱۰	۲۵۸/۰۰	۳۳۵/۰۵	۴۳۳/۱۰	۵۰۶/۱۴	۵۷۸/۸۸
۱/۸	۰/۹۳	۰/۳۹	۱۲۳/۰۲	۲۱۸/۷۴	۲۸۴/۰۶	۳۶۷/۱۹	۴۲۹/۱۲	۴۹۰/۷۹
۱/۹	۰/۹۸	۰/۳۳	۱۰۴/۰۹	۱۸۵/۰۹	۲۴۰/۳۶	۳۱۰/۷۰	۳۶۳/۱۰	۴۱۵/۲۹
۲	۱/۰۳	۰/۲۸	۸۸/۳۲	۱۵۷/۰۴	۲۰۳/۹۴	۲۶۳/۶۲	۳۰۸/۰۹	۳۵۲/۳۶
۲/۲	۱/۱۳	۰/۲۰۷	۶۵/۲۹	۱۱۶/۱۰	۱۵۰/۷۷	۱۹۴/۸۹	۲۲۷/۷۶	۲۶۰/۵۰
۲/۴	۱/۲۳	۰/۱۴۷	۴۶/۳۷	۸۲/۴۵	۱۰۷/۰۷	۱۳۸/۴۰	۱۶۱/۷۵	۱۸۴/۹۹
۲/۶	۱/۳۴	۰/۱۰۷	۳۳/۷۵	۶۰/۰۱	۷۷/۹۳	۱۰۰/۷۴	۱۱۷/۷۳	۱۳۴/۶۵

۲/۸	۱/۴۴	۰/۰۷۷	۲۴/۲۹	۴۳/۱۹	۵۶/۰۸	۷۲/۵۰	۸۴/۷۲	۹۶/۹۰
۳	۱/۵۴	۰/۰۵۵	۱۷/۳۵	۳۰/۸۵	۴۰/۰۶	۵۱/۷۸	۶۰/۵۲	۶۹/۲۱
۳/۲	۱/۶۵	۰/۰۴	۱۲/۶۲	۲۲/۴۳	۲۹/۱۳	۳۷/۶۶	۴۴/۰۱	۵۰/۳۴
۳/۴	۱/۷۵	۰/۰۲۹	۹/۱۵	۱۶/۲۷	۲۱/۱۲	۲۷/۳۰	۳۱/۹۱	۳۶/۴۹
۳/۶	۱/۸۵	۰/۰۲۱	۶/۶۲	۱۱/۷۸	۱۵/۳۰	۱۹/۷۷	۲۳/۱۱	۲۶/۴۳
۳/۸	۱/۹۵	۰/۰۱۵	۴/۷۳	۸/۴۱	۱۰/۹۳	۱۴/۱۲	۱۶/۵۰	۱۸/۸۸
۴	۲/۰۶	۰/۰۱۱	۳/۴۷	۶/۱۷	۸/۰۱	۱۰/۳۶	۱۲/۱۰	۱۳/۸۴
۴/۵	۲/۳۱	۰/۰۰۵	۱/۵۸	۲/۸۰	۳/۶۴	۴/۷۱	۵/۵۰	۶/۲۹
۵	۲/۵۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰



شکل شماره ۴: نمودار هیدروگراف سیل رودخانه گوهررود

نتیجه گیری:

حوضه آبریز گوهررود جزء حوضه های ناشناخته و کوچک حوضه آبریز سفیدرود می باشد که زهکش اصلی آن قبل از سد تاریک وارد بستر سفیدرود می گردد. این حوضه جزء حوضه های کوهستانی و اراضی آن پوشیده از جنگل زرین و مراتع ییلاقی است. در سالهای اخیر بدلیل قطع درختان جنگلی و چرای بی رویه دام در این حوضه، میزان رواناب حاصل از بارندگیها در آن افزایش یافته است. بررسی های ژئومورفولوژیک، فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه آبریز گوهررود نشان می دهد که شکل، وسعت و شیب بستر رودخانه و بارشهای ۲۴ ساعته این حوضه از عوامل مهم در سیل خیزی آن محسوب می گردند.

از نظر شکل، حوضه آبریز گوهررود جزء حوضه های کشیده محسوب می گردد. 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 می یابد. از نظر وسعت، این حوضه جزء حوضه های کوچک محسوب می گردد، 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 دوره های بازگشت مختلف، نشان دهنده فزونی این نوع بارندگی در حوضه آبریز گوهررود است. سیلاب زمانی روی می دهد که خاک و گیاهان نتوانند بارش را جذب نمایند و در نتیجه کانال طبیعی رودخانه ککش گذردهی رواناب ایجاد شده را نداشته باشد. به طور متوسط تقریباً ۳۰ درصد بارش به رواناب تبدیل می شود که این میزان با ذوب برف افزایش می یابد. (رحیمی، ۱۳۸۸)

زمان پایه برای رودخانه گوهررود ۲/۵۷ ساعت بدست آمده است که نشان دهنده وسعت کم حوضه گوهررود می باشد. هیدروگراف رودخانه نشان می دهد که زمان تا اوج برای رودخانه گوهررود ۰/۵۱ ساعت است، بدین معنی که دبی در این رودخانه در کمتر از ۰/۵۱ ساعت به اوج خود می رسد. شکل هیدروگراف حاکی از آن است که با توجه به وسعت کم حوضه، زمان تمرکز در آن کاهش می یابد، بطوریکه روند سیل خیزی حوضه را افزایش داده است. با توجه به شکل حوضه گوهررود، این حوضه نمی تواند سیل خیز باشد. اما حوضه گوهررود حوضه ای باریک است، طول آبراهه های فرعی که از طرفین به آبراهه اصلی می رسند کوتاه بوده و در نتیجه روانابهای حاصل از بارندگی در مدت زمان کوتاهی به آبراهه اصلی رسیده و زهکش را پر می کنند. در مسیر رودخانه گوهررود بار بستر درشت باعث کاهش روند سیل خیزی خواهد گردید.

منابع :

- ۱- بهزاد، اردوان و همکاران (۱۳۹۰)، برآورد پتانسیل سیلاب با تاکید بر ویژگیهای ژئومورفولوژیک در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روش SCS، فصل نامه جغرافیایی سرزمین، سال هشتم، شماره ۳۰، صص ۴۷-۳۳.
- ۲- حسین زاده، سیدرضا و همکاران (۱۳۸۵)، تجزیه و تحلیل ژئومورفولوژیک سیلاب های کاتاستروفیک رودخانه ی مادرسو (جنگل گلستان)، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره هفتم، صص ۱۱۵-۹۰.
- ۳- حیدری زاده، مجید (۱۳۸۹)، توسعه روش SCS با مفهوم روش منطقی در برآورد پیک سیلاب، تهران، اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب، صص ۶-۱.
- ۴- رحیمی، داریوش (۱۳۸۸)، تاثیر رگبارهای منفرد بر مدیریت بحران سیل (نمونه مطالعاتی حوضه فارسان)، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۰، شماره ۳، صص ۱۰۰-۸۵.
- ۵- سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸۴)، تهران، لایه رقومی زمین شناسی کل ایران.
- ۶- سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸۴)، تهران، لایه رقومی خاک شناسی کل ایران.
- ۷- سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸۴)، تهران، لایه رقومی پوشش گیاهی کل ایران.
- ۸- سازمان هواشناسی کشور (۸۸-۱۳۶۶)، آمار ایستگاه سینوپتیک منجیل.
- ۹- علیزاده، امین (۱۳۸۹)، اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۱۰- غلامی، وحید و همکاران (۱۳۸۸)، بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی در ایجاد رواناب و خطر سیلاب حوزه ی آبخیز کسلیان، مجله علوم و مهندسی آبریزداری ایران، سال سوم، شماره ۹، صص ۵۷-۵۵.
- ۱۱- محمودی.ف و همکاران (۱۳۸۶)، ارزیابی مدل GIUH در حوضه آبخیز کنگیر (ایوان غرب)، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶، تابستان، صص ۱۴-۱.
- ۱۲- مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری (۱۳۶۷)، برنامه کامپیوتری محاسبه شدت بارندگی در ایران (RIMAC 1.0)

- ۱۳- مهدوی، محمد (۱۳۸۹)، هیدرولوژی کاربردی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، چاپ ششم.
- ۱۴- مقیمی، ابراهیم (۱۳۸۸)، اکوژئومورفولوژی و حقوق رودخانه، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۵- وزارت نیرو، مرکز مطالعات منابع آب تهران (۸۸ - ۱۳۶۶)، آمار دبی ایستگاههای شهربیجار، توتکابن، پل سازمان، لوشان و گیلوان.
- ۱۶- وزارت نیرو، مرکز مطالعات منابع آب تهران (۸۸ - ۱۳۶۶)، آمار ایستگاه تبخیر سنجی شاه شهیدان و پیرکوه
- ۱۷- وزارت نیرو، مرکز مطالعات منابع آب تهران (۸۸ - ۱۳۶۶)، آمار ایستگاه باران سنجی توتکابن
- 18- Cudennec/C./Y.Fouad./I.Sumarjo Gotot and J.Duchesne (2004)/A geomorphological explanation of the unit hydrograph concept/ Hydrol. Process/ pp 603-621.
- 19- K. Geetha & S. K. Mishra & T. I. Eldho & A. K. Rastogi & R. P. Pande (2008) / SCS-CN-based Continuous Simulation Model for Hydrologic Forecasting / Water Resour Manage (2008) 22:165-190 / DOI 10.1007/s11269-006-9149-5/ pp 165 - 190
- 20- Rodriguez-Iturbe/I. and Valders/J.(1979)/ The geomorphological structure of hydrologic response. Water Resour. Res. 15/ pp 1409- 1420.
- 21- T. Reshma / P.Sundara Kumar/ M.J.Ratna Kanth Babu / K. Sundara Kumar (2010) / Simulation of runoff in watersheds using SCS - CN Muskingum - Gunge method's using Remote Sensing and Geographical Information Systems / International Journal of Advanced Science and Technology / Vol. 25 /pp 31 - 42