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

دکتراردوان بهزاد[1]*

دکتر محمد رضا ثروتی**

دکتر ابراهیم مقیمی***

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 آبخیز گوهر رود با استفاده از روش **SCS** مطالعه شده است. ابعاد هیدروگراف حوضه با توجه به مقادیر بارش ٢٤ ساعته ، زمان تمرکز ، شماره منحنی ، بارش مازاد ، زمان تا اوج و دبی اوج بدست آمد ، سپس هیدروگراف سیل برای حوضه گوهررود در دوره های زمانی ٢ ، ٥ ، ١٠ ، ٢٥ ، ٥٠ و ١٠٠ سال محاسبه گردید. نتایج نشان داد که با توجه به فیزیوگرافی و مرفولوژی حوضه گوهررود ، این حوضه دارای توان سیلخیزی است.

واژگان

هیدروگراف ، روش SCS ، آنالیز منطقه ای ، شماره منحنی (CN) ، زمان تا اوج ، دبی اوج ، گوهررود .

---

[1] – نویسنده مسئول

* دانش آموخته دکتری ژئومورفولوژی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

**هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

*** هیات علمی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت : ١٢/١٠/ ٩٠ تاریخ پذیرش : ٤/٢/ ٩١

مقدمه

انجام مطالعات سیل و کنترل سیلاب یکی از مباحث اصلی در طرحهای آبخیزداری می باشد. 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 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 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 می آید. 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 (حیدری زاده ، مجید ، ۱۳۸۹) . برآورد سیلاب به روش SCS معمولا 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. Yahta, etal ، Geetha, etal (۲۰۰۸) (۲۰۱۰) و Resma,etal (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 را در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود به روش SCS را با هم مقایسه نمود و با توجه به فیزیوگرافی و مرفولوژی حوضه فیزه 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 آبخیز 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 زربین 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 سفیدورد و اتوبان رشت – قزوین و جلوگیری از فاجعه احتمالی ،

در این مقاله خصوصیات فیزیوگرافی و سیلخیزی حوضه آبخیز گوهررود با استفاده از روش SCS مورد مطالعه قرار گرفته است.

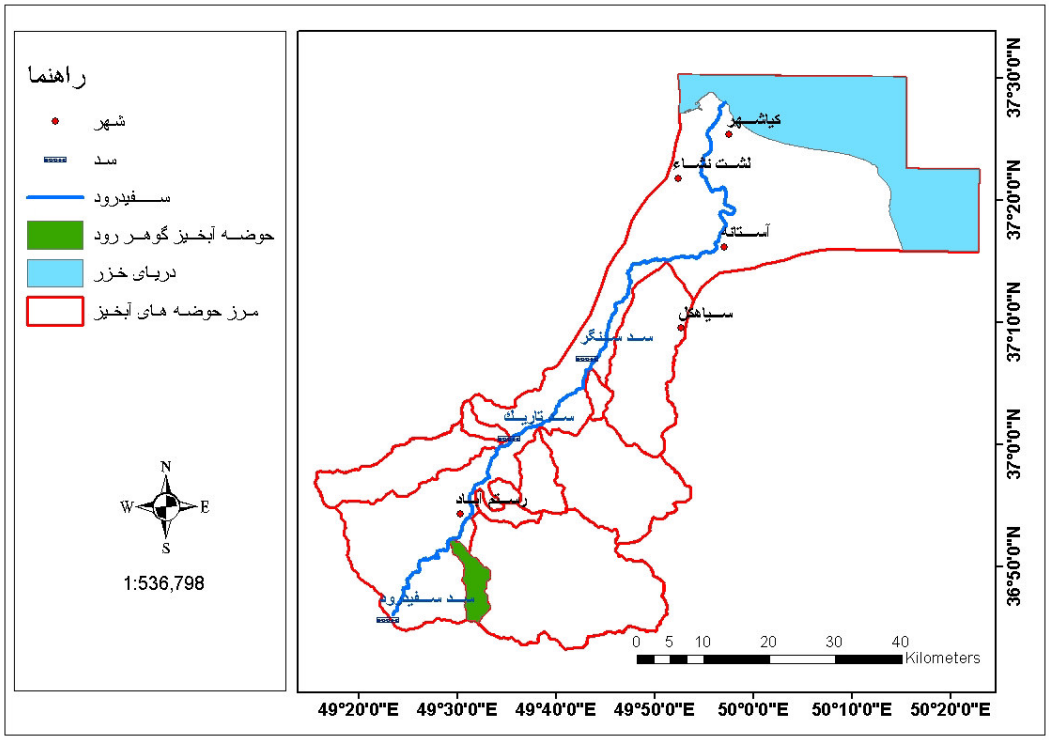
مواد و روش ها

- ویژگیهای منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز گوهررود در استان گیلان و در محدوده شهرستان رودبار و در غرب حوضه آبخیز 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 های آبخیز گوهررود

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



شکل شماره ۱ : نقشه موقعیت حوضه آبخیز 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 ۱۰۰۰۰۰ : ۱ سازمان زمین شناسی ، نقشه های ۱:۲۵۰۰۰۰ 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 مرکزتهیه شده است.در ابتدا محدوده حوضه آبخیز گوهررود با استفاده از نرم افزار Arc GIS بر روی نقشه های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ 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 ۸۶ – ۱۳۶٤ 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 آبخیز گوهررود ۸۶ – ۱۳۶٤

ماه	ضرائب مربوط به بارندگی	R^2	ضرائب مربوط به دما	R^2
مهر	P = ۰,۰۱ H + ۲۳,۴۰	۰.۹۰	T_{mean} = - ۰,۰۰۴ H + ۲۱,۰۱	-۰,۹۹
آبان	P = ۰,۰۱ H + ۴۸,۷۷	۰.۸۵	T_{mean} = -۰,۰۰۴ H + ۱۴,۹۷	-۰,۹۷
آذر	P = ۰,۰۳ H + ۳۶,۵۹	۰,۷۸	T_{mean} = -۰,۰۰۵ H + ۱۱,۱۵	-۰,۹۷
دی	P = ۰,۰۲ H + ۲۸,۴۱	۰,۷۱	T_{mean} = -۰,۰۰۵ H + ۹,۵۷	-۰,۹۷
بهمن	P = ۰,۰۴ H + ۲۴,۲۷	۰,۸۷	T_{mean} = -۰,۰۰۶ H + ۱۰,۷۶	-۰,۹۹
اسفند	P = ۰,۰۱ H + ۴۶,۵۶	-۰.۸۰	T_{mean} = -۰,۰۰۶ H + ۱۳,۵۰	-۰,۹۹
فروردین	P = ۰,۰۳ H + ۳۹,۸۵	۰,۸۹	T_{mean} = -۰,۰۰۷ H + ۱۹,۵۰	-۱
اردیبهشت	P = ۰,۰۱ H + ۳۲,۹۱	۰,۷۶	T_{mean} = -۰,۰۰۷ H + ۲۳,۰۶	-۱
خرداد	P = ۰,۰۳ H + ۴,۱۸	۰,۹۳	T_{mean} = -۰,۰۰۷ H + ۲۶,۸۰	-۱
تیر	P = ۰,۰۲ H + ۱۲,۳۳	۰,۷۵	T_{mean} = -۰,۰۰۷ H + ۲۹,۹۹	-۱
مرداد	P = ۰,۰۱ H + ۱۳,۲۳	-۰.۸۰	T_{mean} = -۰,۰۰۷ H + ۳۰,۱۱	-۰,۹۹
شهریور	P = ۰,۰۱ H + ۱۷,۸۵	۰.۸۳	T_{mean} = -۰,۰۰۵ H + ۲۵,۹۱	-۰,۹۹
سالانه	P = ۰,۱۳ H + ۳۴۳,۴۷	۰.۹۲	T_{mean} =-۰,۰۰۶ H + ۱۹,۶۷	-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 های آبخیز گوهررود (m^3/s)

سال	روابط لگاریتمی	R^2
مهر	$Q = ۱,۱ A^{۰,۲۹۳۵}$	۰,۵۸
آبان	$Q = ۰.۸۲ A^{۰,۳۹۲}$	۰,۷۳
آذر	$Q = ۰,۸۷ A^{۰,۴۱}$	۰,۸۰
دی	$Q = ۰,۴۶ A^{۰,۴۳۹}$	۰,۸۳
بهمن	$Q = ۰,۶۳ A^{۰,۴۲۲}$	۰,۸۶
اسفند	$Q = ۰,۴۴ A^{۰,۵۱۹}$	۰,۹۳
فروردین	$Q = ۰,۲۴ A^{۰,۶۶۳}$	۰,۹۹
اردیبهشت	$Q = ۰,۱۲ A^{۰,۷۳}$	۰,۹۶
خرداد	$Q = ۰,۱۳ A^{۰,۶۲۵}$	۰,۸۵
تیر	$Q = ۰,۴۰ A^{۰,۴۰۳}$	۰,۷۰
مرداد	$Q = ۰,۴۴ A^{۰,۳۱}$	۰,۷۴
شهریور	$Q = ۰,۶۵ A^{۰,۳۴}$	۰,۶۳
سالانه	$Q = ۰,۴۰ A^{۰,۵۱۱}$	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 ٢٤ ساعته ایستگاه سینوپتیک منجیل و متوسط بارش حوضه آبخیز، در ابتدا بارشهای ۱ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ ساله ($P_{۱۰}^{۶۰}$) محاسبه و سپس با استفاده از نرم افزار RIMAC ۱,۰ بارشهای ٢٤ ساعته حوضه با دروه های بازگشت مختلف محاسبه گردید.
- زمان تمرکز[۲] (Time of concentration) حوضه با استفاده از روش کرپیچ (Kirpich) بدست آمد. (علیزاده ، امین ، ۱۳۸۹ . ص ٤٨٨)
- شماره منحنی (Curve Number) : جهت تعیین CN در حوضه پارامترهای زیر ضروری می باشد:
  - نوع استفاده از زمین (Land use)
  - عملیات زراعی (Tretment of Practices)

[۲] - زمان تمرکز مدت زمانی است که آب لازم دارد تا از دورترین نقطه حوضه به نقطه خروجی برسد. عوامل موثر در زمان تمرکز شیب آبراهه اصلی و طول آبراهه اصلی می باشد.

- وضعیت هیدرولوژیکی (Hydrology Condition)
- گروه هیدرولوژیکی خاک (Hydrology Soil group)

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 ، امین ، ۱۳۸۹ . ص ٤٩٣)

$$S = (۱۰۰۰ / CN) - ۱۰$$

- ارتفاع بارش مازاد (Effective rainfall – Rainfall excess) در حوضه ها با توجه به روابط ذیل بدست آمد: (مهدوی ، محمد ، ۱۳۸۹، ص ۱۱۷)

$$Q = (P - ۰,۲ S)^{۲} / (P + ۰,۸ S)$$

CN = شماره منحنی

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

Q = مقدار بارش اضافی (میلیمتر یا اینچ)

P = بارش ٢٤ ساعته (میلیمتر)

- زمان تا اوج (time to peak) از رابطه ذیل بدست آمد. (مهدوی ، محمد ، ۱۳۸۹ . ص ۲۱۰)

$$t_p = ۰,۶ T_c + T_c^{۰,۵}$$

t_p = زمان تا اوج

T_c = زمان تمرکز

از این پارامتر برای بدست آوردن زمان پایه (Base time) استفاده می گردد.

- دبی اوج (حداکثر دبی لحظه ای) (peak discharge) از رابطه ذیل بدست آمد: (مهدوی ، محمد ، ۱۳۸۹ . ص ۲۱۰)

$$q_p = ۲,۰۸۳ A Q / t_p$$

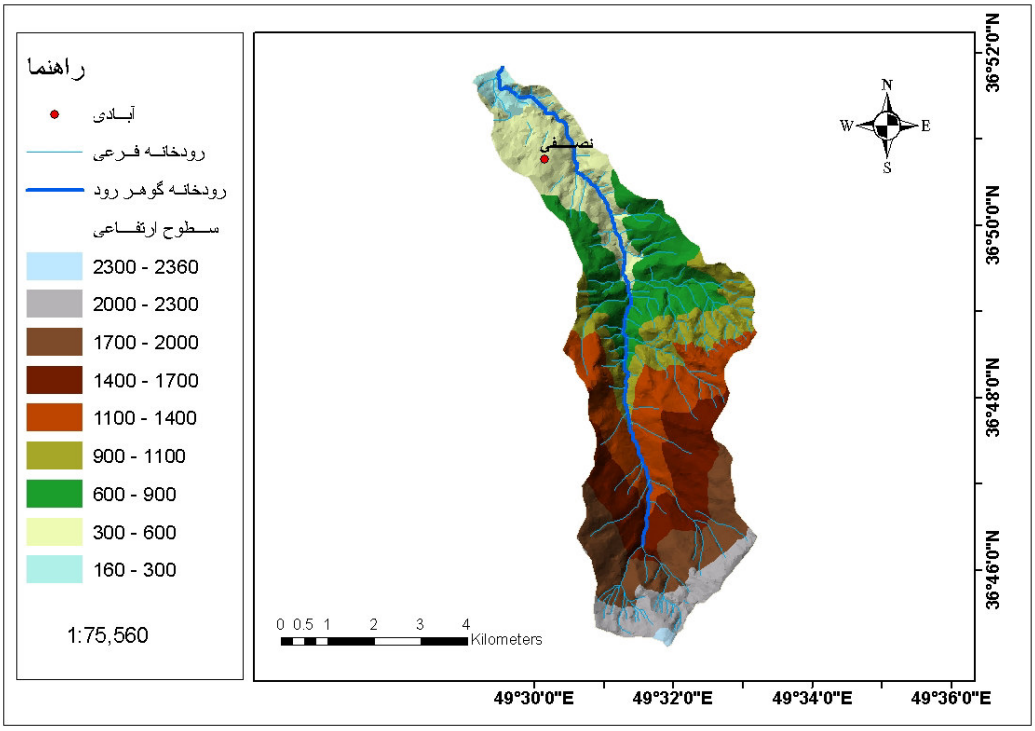
q_p = دبی اوج به متر مکعب در ثانیه

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 آبخیز گوهررود

یافته های تحقیق

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 ٤ : مقادیر بارندگی و دما در حوضه آبخیز گوهررود

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
بارندگی	۳۱/۳۱	٦٥/١٩	٧٥/٧٩	٤٨	٧٢/٤٩	٤٢/٢٤	٧٤/٤٥	٥١/٥٥	٣٩/٧٥	٣٤/٧٠	١٢/٣٤	٢٦/٥٨	٥٠٦/٤٠
دما	١٦/٤٧	١٠/٣٠	٤/٦٨	٣	٣/٦١	٦/١٣	١٠/١٩	١٤/٤٤	١٨/٥٣	٢١/٤٥	٢١/٥٦	١٩/٥٧	١٢/٦٥

در حوضه آبخیز گوهررود به غیر از ماه مرداد ، در تمامی ماهها میزان بارندگی ، بالای ۲۰ میلیمتر می باشد. مجموع بارندگی سالانه در این حوضه ٥٠٦/٤٠ میلیمتر برآورد شده است ، 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 ١٢/٦٥ 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 ۸۶ – ۱۳۶٤

سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	رودخانه
۱/٤۹	۱/٤۹	۰/۹۲	۱/۱۰	۰/٦۲	۰/۷۵	۱/۲٦	۱/٦۱	۱/۸۱	۱/۳۸	۲/٤۳	۲/۱۹	۲/۲۹	گوهررود

آبدهی رودخانه نشان می دهد که با شروع بارندگیهای منطقه از ماه شهریور ، دبی رودخانه افزایش یافته ، 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 ۱/٤۹ متر مکعب در ثانیه برآورد شده است.

عوامل ژئومورفولوژیک تاثیر گذار : از نظر واحدهای ژئومورفولوژیکی ، حوضه آبخیز گوهررود جزء حوضه های کوهستانی محسوب می گردد ، بطوریکه حداقل و حداکثر ارتفاع آن بین ۱٦۰ تا ۲۳۲۰ متر می باشد.

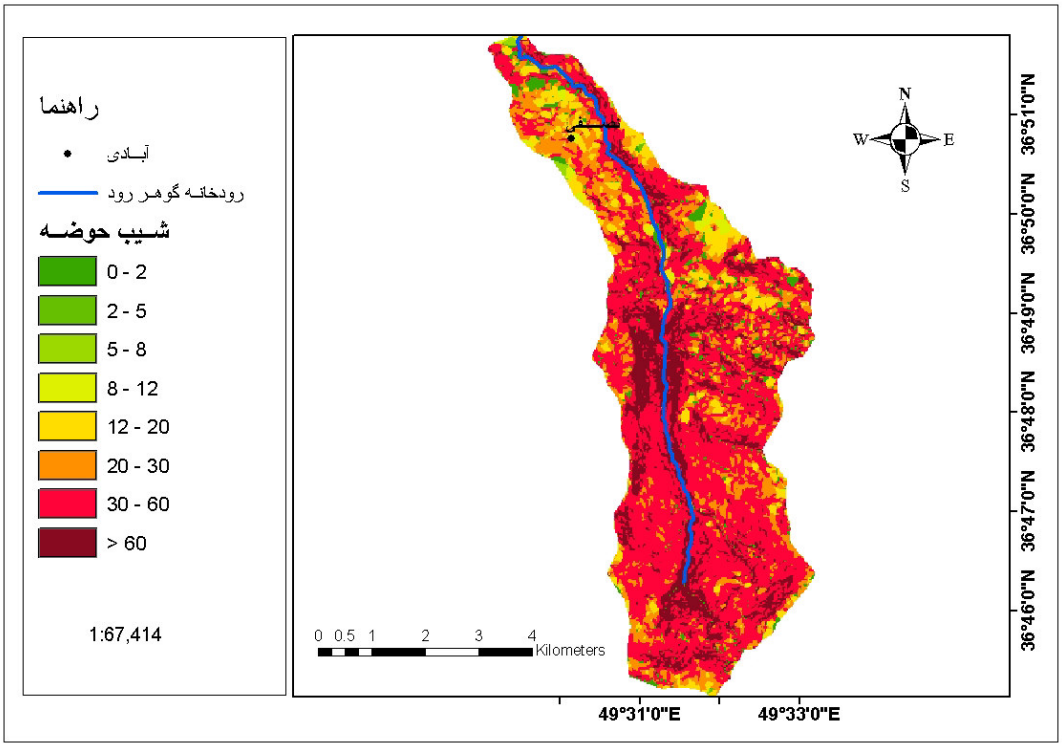
مساحت و شکل حوضه : مطالعات فیزیوگرافی حوضه گوهررود نشان می دهد که این حوضه جزء حوضه های کوچک است بطوریکه مساحت آن ۳۳/٦٦ کیلومتر مربع بوده و شکل آن ، کشیده می باشد. مساحت و شکل حوضه از جمله مواردی است که بر سیل خیزی حوضه و هیدروگراف آن تاثیر مستقیم دارد. شکل هیدروگراف در حوضه های بزرگ ، کشیده و پخ (خوابیده) 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 آنی و کوتاه مدت (Flash flood) اتفاق می افتند. از نظر شکل در حوضه های تقریبا 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 ، محمد ، ۱۳۸۹ . ص 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 ، بطوریکه دامنه های آن دارای دید شمال شرق – جنوب غرب است و در بخش غربی ، جنوب غرب – شمال شرق ، بطوریکه دامنه های آن دارای دید شمال غرب – جنوب شرق است . در حوضه آبخیز گوهر رود بر اساس نمودار آلتی متری بیشترین گسترش ارتفاعات در محدوده ٤۰۰ تا ۲۲۰۰ متر قرار دارد.

شیب حوضه : در حوضه آبخیز گوهررود بیشترین گسترش شیب در کلاسهای ٦۰ – ۳۰ ، ٦۰ < و ۳۰ – ۲۰ به ترتیب با فراوانی ۵٤/۹٦ ، ۱٦/۹۰ و ۱٦/٦٤ درصد قرار دارد.

بستر رودخانه گوهررود : شیب آبراهه اصلی رودخانه گوهررود ۱۱/۱٦ درصد برآورد گردید . مطالعات شیب بستر رودخانه حاکی از آن است که حوضه گوهررود دارای دره های نسبتا عمیق می باشند. 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 گوهررود به گونه ای است که بستر آن دارای بار بستر درشت است . بار بستر درشت نشاندهنده دینامیک شدید رودخانه در دورههای گذشته می باشد. منحنی هیپسومتری (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 آبخیز گوهررود

برآورد سیلاب به روش SCS : برای بدست آوردن ابعاد هیدروگراف حوضه آبخیز گوهررود مقادیر بارندگی ۲٤ ساعته این حوضه مطابق جدول ذیل محاسبه گردید.

جدول شماره ٦ : بارشهای ۲٤ ساعته حوضه های آبخیز با دورههای بازگشت مختلف

بارش متوسط حوضه	بارش ۲٤ ساعته	ایستگاه مبنا	$P_{۱۰}^{۶۰}$	بارش حداکثر ۲٤ ساعته با دوره بازگشتهای مختلف						حوضه آبخیز
				۱۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	
٤۷/۸۷	۲۱/۷۸	منجیل	۲۲/۹	۱۰۷/۱	۹۵/٤۱	۸۳/٦۷	٦۷/۷۹	۵۵/۱۵	۳٦/۰۸	گوهررود

- در روش SCS زمان تمرکز حوضه آبخیز گوهررود با استفاده از روش کرپیچ (Kirpich) (علیزاده ، امین ، ۱۳۸۹ . ص ٤٨٨) 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 ٦٣ برآورد گردید. (علیزاده ، امین ، ۱۳۸۹ . ص ٤٩٢)
- کمبود اولیه ذخیره رطوبت خاک یا S برای حوضه ١٤/٩ میلیمتر بدست آمد.
- ارتفاع بارش مازاد با در دست داشتن مقدار CN و S مطابق جدول ذیل برای حوضه ها بدست آمد.

جدول شماره ۷ : مقادیر CN ، S و ارتفاع بارش مازاد

حوضه آبخیز	CN	S	ارتفاع بارش مازاد به میلیمتر					
		میلیمتر	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
گوهررود	٦٣	١٤/٩	٢٢/٨	٤٠/٦	٥٢/٧	٦٨/١	٧٩/٦	٩١

- 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 ۸ : دبی حداکثر لحظه ای حوضه آبخیز گوهررود با دورههای بازگشت مختلف

حوضه آبخیز	مساحت(km۲)	T_c	T_p	دبی حداکثر لحظه ای به مترمکعب بر ثانیه					
				۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
گوهررود	٣٣/٦٦	۰/۱۷	۰/۵۱	٣١٥/٤٣	٥٦٠/٨٧	٧٢٨/٣٦	٩٤١/٥١	١١٠٠/٣١	١٢٥٨/٤٤

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 می باشند. مقادیر ستون دوم از روی مقادیر ستون یک بدست می آید ، بدین صورت :

$t / tp = ۰,۱$

۰/۱ عدد ثابت ستون یک می باشد. T_p حوضه آبخیز 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.

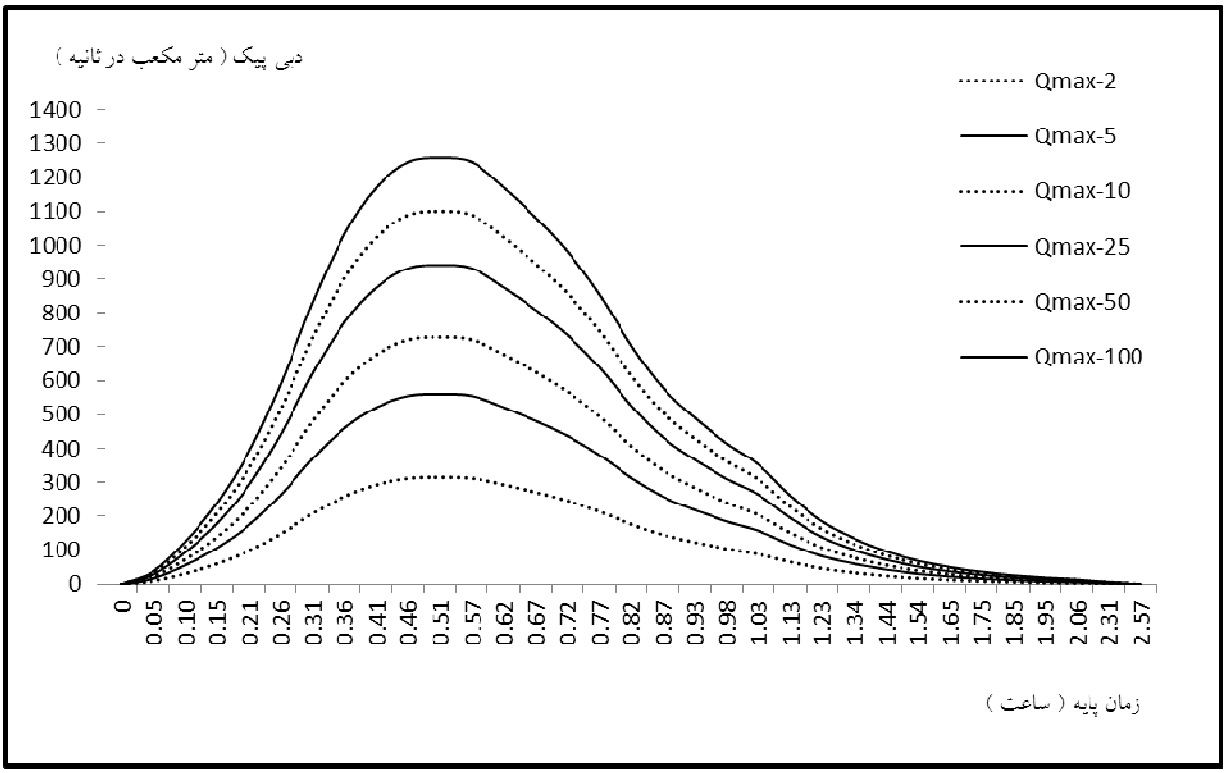
ستون سوم این جدول نیز مانند ستون اول دارای مقادیر ثابت می باشد. Q_p (حداکثر دبی لحضه ای) در دوره های بازگشت مختف است. برای بدست آوردن مقادیر Qmax-۲ تا Qmax-۱۰۰ بدین صورت عمل می شود :

Q / Q_p = ۰,۰۳

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 ۹ : ابعاد هیدروگراف حوضه آبخیز گوهررود در دورههای بازگشت مختلف

T/T_p	t	Q/Q_p	Qmax-۲	Qmax-۵	Qmax-۱۰	Qmax-۲۵	Qmax-۵۰	Qmax-۱۰۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
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	۷۳،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	۴۲۷،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،۷۳
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،۶۳	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	۷۳،۵۰	۸۴،۷۳	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 ٤ : نمودار هیدروگراف سیل رودخانه گوهررود

نتیجه گیری :

حوضه آبخیز 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 زربین 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 آبخیز گوهررود نشان میدهد که شکل ، وسعت و شیب بستر رودخانه و بارشهای ٢٤ ساعته این حوضه از عوامل مهم در سیل خیزی آن محسوب می گردند.
از نظر شکل ، حوضه آبخیز 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 ٢٤ ساعته بدست آمده برای حوضه با دورههای بازگشت مختلف ، نشاندهنده فزونی این نوع بارندگی در حوضه آبخیز گوهررود است. سیلاب زمانی روی می دهد 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 تقریبا ۳۰ درصد بارش به رواناب تبدیل میشود که این میزان با ذوب برف افزایش می یابد. (رحیمی ، ۱۳۸۸)

زمان پایه برای رودخانه گوهررود ۲/۵۷ ساعت بدست آمده است که نشاندهنده 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 یافته بطوریکه روند سیلخیزی حوضه را افزایش داده است. با توجه به شکل حوضه گوهر رود ، این حوضه نمی تواند سیل خاست باشد اما حوضه گوهر رود 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 .

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 .

۳- حیدری زاده ، مجید (۱۳۸۹)، توسعه روش SCS با مفهوم روش منطقی در برآورد پیک سیلاب، تهران، اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب.

٤- رحیمی ، داریوش (۱۳۸۸)، تاثیر رگبارهای منفرد بر مدیریت بحران سیل (نمونه مطالعاتی حوضه فارسان) ، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی ، سال ۲۰ ، شماره ۳

۵- شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان شمالی (۱۳۸۸)، کارایی مدلهای هیدروگراف واحد در تعیین مشخصات هیدروگراف سیلاب ، دانشگاه فردوسی مشهد .

٦- سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸٤) ، تهران ، لایه رقومی زمین شناسی کل ایران.

۷- سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸٤) ، تهران ، لایه رقومی خاک شناسی کل ایران.

۸- سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸٤) ، تهران ، لایه رقومی پوشش گیاهی کل ایران.

۹- سازمان هواشناسی کشور ، (۸٦ – ۱۳٦٤) ، آمار ایستگاه سینوپتیک منجیل .

۱۰- علیزاده ، امین (۱۳۸۹) ، اصول هیدرولوژی کاربردی ، مشهد ، انتشارات آستان قدس رضوی .

۱۱- غلامی ، وحید و همکاران (۱۳۸۸) ، بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی در ایجاد رواناب و خطر سیلاب حوزه ی آبخیز کسیلیان ، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران ، سال سوم ، شماره ۹

۱۲-مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری (۱۳٦۷) ، برنامه کامپیوتری محاسبه شدت بارندگی در ایران(RIMAC ۱,۰)

۱۳- مهدوی ، محمد ، (۱۳۸۹) ، هیدرولوژی کاربردی ، تهران ، انتشارات دانشگاه تهران ، جلد دوم ، چاپ ششم.

۱٤- مقیمی ، ابراهیم (۱۳۸۸) ، اکوژئومورفولوژی و حقوق رودخانه ، تهران ، انتشارات دانشگاه تهران .

۱۵- وزارت نیرو ، مرکز مطالعات منابع آب تهران ، (۸٦ – ۱۳٦٤)، آمار دبی ایستگاههای شهربیجار، توتکابن ، پل سازمان ، لوشان و گیلوان.

۱٦- وزارت نیرو ، مرکز مطالعات منابع آب تهران ، (۸٦ – ۱۳٦٤) ، آمار ایستگاه تبخیر سنجی شاه شهیدان و پیرکوه

۱۷- وزارت نیرو ، مرکز مطالعات منابع آب تهران ، (۸٦ – ۱۳٦٤)، آمار ایستگاه باران سنجی توتکابن

۱۸- K. Geetha & S. K. Mishra & T. I. Eldho & A. K. Rastogi & R. P. Pandey (۲۰۰۸) , SCS-CN-based Continuous Simulation Model for Hydrologic Forecasting , Water Resour Manage (۲۰۰۸) ۲۲:۱۶۵–۱۹۰ , DOI ۱۰,۱۰۰V/s۱۱۲۶۹-۰۰۶-۹۱۴۹-۵

۱۹- T. Reshma , P.Sundara Kumar, M.J.Ratna Kanth Babu , K. Sundara Kumar (۲۰۱۰) , 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. ۲۵

۲۰- Bhankaurally Mustapha Yahya , Nowbuth Manta Devi and Bhavana Umrikar (۲۰۱۰), Flood Hazard Mapping by Integrated GIS SCS Model , INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOMATICS AND GEOSCIENCES , Volume ۱, No ۳