



## بررسی سیلابهای شهر گله دار (حوضه رودخانه هورو) با تاکید بر عناصر اقلیمی

سیدعلی اصغرعلوی<sup>۱</sup>، مصطفی عباسی<sup>۲</sup>، مسلم جام<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی، مدرس دانشگاه پیام نور واحد گله دار، دبیر آموزش و پرورش گله دار  
<sup>۲</sup> کارشناس ارشد آموزش شیمی، دانشگاه شهید رجایی تهران، دبیر آموزش و پرورش گله دار، فارس، ایران  
<sup>۳</sup> کارشناس ارشد جغرافیا، دانشگاه پیام نور واحد گله دار، فارس، ایران

Email: (mabbasi2008@gmail.com)

### چکیده

با توجه به اهمیت چگونگی شکل گیری رواناب سطحی در یک حوضه آبریز، ارزیابی روش هایی که بتواند هیدروگراف سیل را با در نظر گرفتن شرایط هیدرولوژیکی حوضه آبریز شبیه سازی کنند حائز اهمیت می باشد. پژوهش حاضر با هدف کاربرد و ارزیابی مدل هیدروگراف واحد SCS به صورت مصنوعی در پیش بینی هیدروگراف رواناب سطحی در آبخیز هورو منطقه گله دار انجام شده است. در پژوهش حاضر عوامل اقلیمی مؤثر در ایجاد سیلاب در حوضه های آبریز رودخانه هورو در منطقه گله دار و بالا دست شهر گله دار مورد بررسی خواهد گرفت. برای همین منظور نقشه همزمان تمرکز و هیستوگرام زمان - مساحت آبخیز در محیط سامانه های اطلاعات جغرافیایی تهیه و سپس ویژگی های آبنمودهای محاسبه شده شامل دبی اوج، حجم رواناب و زمان اوج با همین ویژگی ها از آبنمودهای متناظر مشاهده شده، مورد مقایسه و تحلیل آماری قرار گرفتند. ارزیابی آماری تاثیر روش های انتقال رواناب مذکور بر سیل خیزی و با تلفیق این داده ها و اطلاعات نقشه ی پهنه بندی سیل خیزی حوضه تهیه گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که احتمال وقوع سیل در منطقه مورد مطالعه تغییر کرده و نسبت به گذشته کمتر شده و در فصل زمستان بیشترین احتمال وقوع سیل وجود دارد که علت آن را می توان به خصوصیات بارندگی در فصل زمستان منطقه دانست.  
واژگان کلیدی: سیلاب شهری، حوضه آبریز، رودخانه هورو، منطقه گله دار، SCS.



## مقدمه

پدیده‌هایی مانند سیل و خشکسالی یکی از مسائل مهم کشور می باشد. شناخت دلیل شکل‌گیری این حوادث می‌تواند در تدوین برنامه‌های دقیق برای کاهش هزینه‌ها و تلفات مؤثر باشد. در مدت ۴۰ سال اخیر ۱۲۶۰ سیل مهم در کشور ما رخ داده است (محمدی، ۱۳۸۹، ص ۸۳) که میانگین سالیانه ی وقوع سیل ۳۰ مورد در سال می باشد و بر اساس این آمار در دوره ی ۱۳۳۱ تا ۱۳۴۰ دویست و دو و در دوره ی ۱۳۴۱ تا ۱۳۵۰ دویست و بیست و هشت مورد و در دوره ی ۱۳۵۱ تا ۱۳۶۰، چهارصد و هشتاد و یک مورد سیل مهم در کشور روی داده است که با توجه به این آمار معلوم می شود که روند سیل در سال های اخیر در کشور در حال تشدید است؛ به گونه ای که با مقایسه دوره های ۱۳۶۱ تا ۱۳۶۵ دویست و یک مورد و از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۰ دویست و هشتاد مورد سیل نشان می دهد که رشد ۴۰ درصدی برخوردار است (سبزی پرور، ۱۳۷۰).

تخمین رواناب در آبریزهای بدون آمار همواره مورد توجه هیدرولوژیست ها و سازمان های مدیریت منابع آب در برنامه ریزی، توسعه و اجرای بسیاری از پروژه‌ها بوده است. کاربرد تئوری هیدروگراف واحد Unit Hydrograph Theory به عنوان یک تکنیک کارآمد، امکان ایجاد آمار رواناب سطحی را از بارش های مختلف در حوز ه‌های بدون ایستگاه هیدرومتری فراهم می‌کند. از دیگر کاربردهای هیدروگراف واحد می توان به استخراج سیلاب طرح و حداکثر سیل محتمل، مدل سازی بارش- رواناب، پیش بینی و توسعه سیستم های هشدار سیل و طرح های مدیریتی و ساز های کنترل سیل اشاره کرد (مطصفی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۰۸). برای برآورد مقدار رواناب تولیدی از شماره‌ی منحنی رواناب (CN)، اداره حفاظت خاک آمریکا (SCC) استفاده گردیده است. برای این منظور ابتدا داده ها و اطلاعات مورد نیاز شامل آمار وضعی اقلیم منطقه، نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی- پوشش گیاهی و خاک جمع آوری و وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و همچنین نرم افزار (EXell) گردید.

در این تحقیق عوامل اقلیمی مؤثر بر سیل و راه های جلوگیری از آن در حوضه ی مورد مطالعه بررسی شده و با تحلیل این عوامل راهکارهای مناسب جهت کاهش خسارات ارائه و تعیین شده است.

## مبانی نظری تحقیق

سیلاب‌ها از گذشته‌های دور عامل وحشت انسان، تخریب محیط زیست، فرسایش و حمل خاک‌های ارزشمند، مخرب جاده‌ها، مسکن و مزارع بوده است. اصولاً سیل زمانی اتفاق می‌افتد که شدت بارش از توان هیدرولوژیکی محیط فراتر رفته و قادر به جذب و نفوذ در خاک و نگهداشت سطحی نبوده و بصورت جریان سطحی بر روی خاک جریان می‌یابد. بسته به شدت و ضریب جریان سطحی و نیروی خاص آب، تخریب محیط صورت می‌گیرد. عوامل متعددی در ایجاد سیلاب دخالت دارند شدت بارش، نوع بارش، تغییر در کاربری زمین، تخریب پوشش گیاهی و... از این نوع عوامل می‌باشند.

پیش بینی آب و هواشناسان و هیدرولوژیست‌ها حاکی از آن است که در طول قرن حاضر اقلیم مرطوب‌تر و رگباری‌تر خواهد شد و تراز سطح آب دریاها نیز بالا خواهد آمد. این موضوع منجر به خطر سیل در رودخانه‌های داخلی و ساحلی شده و صدماتی را به وضعیت اقتصادی و اجتماعی بعضی از کشورها وارد خواهد کرد. Werritty و همکاران (۲۰۰۲) از تحلیل آمار و داده‌های بلند مدت رودخانه‌های اسکاتلند دریافتند که از دهه ۱۹۵۰ سیلاب‌ها فراوان‌تر و شدیدتر شده‌اند.



هرچند در مورد افزایش غیرمعمول وقوع سیلاب‌های بزرگ بر اثر تغییر اقلیم مدرک آشکاری در دست نیست اما این وضعیت با دوره‌های سیلابی در گذشته و پیش بینی‌های جاری سیلاب‌ها که تحت نام سناریوی تغییر اقلیم از آن یاد می‌شود توافق دارد. اگرچه بعضی از محققین افزایش سیلاب‌های بزرگ‌تر و شدیدتری را در اثر تغییر اقلیم نوید می‌دهند اما بعضی دیگر کم شدن رواناب متوسط سالانه و افزایش سریع دبی‌های حداقل را نیز ناشی از تغییر اقلیم می‌دانند (Ren et, 2002).

Loucas و همکاران (2002) به منظور بررسی پتانسیل اثرات تغییر اقلیم آینده روی وقوع جریانات سیلابی تحقیقی را در دو حوضه کوهستانی واقع در دو ناحیه اقلیمی مختلف کانادا انجام دادند و هنگام شبیه سازی تغییراتی را در دما، بارش، پوشش گیاهی، پوشش ابری و سایر پارامترهای دخیل در تولید سیلاب بوجود آوردند. نتایج نشان داد که اقلیم آینده در دو حوضه مورد مطالعه مرطوب‌تر و گرم‌تر از حال حاضر خواهد شد و اکثریت وقایع سیل در حوضه‌های بارانی ساحلی اتفاق خواهد افتاد همچنین تحلیل‌ها نشان دادند روی هم رفته بزرگی و فراوانی وقوع سیلاب‌ها در بعضی از حوضه‌ها افزایش پیدا می‌کند. نامبردگان براساس این یافته‌ها، عملیات مدیریتی مختلف را برای غلبه بر اثرات تغییر اقلیم آینده در دو حوضه مورد مطالعه پیشنهاد کردند. (سایت مخاطرات طبیعی).

Niehoff و همکاران (2002) اثرات تغییر پوشش گیاهی و کاربری اراضی را در تولید رگبار-رواناب (Storm-runoff) در یک حوضه متوسط مقیاس در (SW-Germany) بررسی کردند این محققین بر اساس سناریوهای مختلف کاربری، اثر خصوصیات کاربری اراضی را با استفاده از مدل‌های فیزیکی هیدرولوژیکی در تولید سیل شبیه سازی کردند. نتایج نشان داد که اثر شرایط کاربری اراضی روی تولید سیل بستگی زیادی به خصوصیات بارش و مقیاس مکانی (حوضه) دارد بطور مثال تأثیر کاربری اراضی برای رگبارهای همرفتی (Convective storm) که با شدت بالا همراه هستند با رگبارهای فرارفتی (Advective storm) که با تداوم بیشتر ولی شدت کمتر به وقوع می‌پیوندند تفاوت دارد. برای بارش‌های همرفتی شرایط کاربری اراضی بویژه در حوضه‌های بزرگ مقیاس تأثیر کمی در تشکیل سیلاب دارد، زیرا این نوع بارش‌ها مقیاس کوچک‌تری را در بر می‌گیرند و لذا تمام سطح حوضه در تشکیل سیلاب مشارکت نمی‌کند.

(Suwanwerakamtorn) با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC- و GIS اثرات تغییر کاربری اراضی بالادست حوضه را روی الگوی سیلاب در نواحی پایین دست حوضه مورد ارزیابی قرار داده است. پنج مجموعه متغیرهای مورد نیاز برای ورود به سیستم شامل بارش، میزان نفوذ، رواناب سطحی، مساحت حوضه و روندیابی سیل بودی و در راستای توسعه و اصلاح مدل هیدرولوژیکی و سیستم GIS برای ارزیابی کمی تغییرات کاربری اراضی روی هیدروگراف سیل خروجی بود، حتی برای اثبات توانایی مدل در شبیه‌سازی هیدروگراف‌های سیل در گذشته و آینده با کاهش و افزایش سطح جنگل‌های حوضه نشان داد موقعی که مساحت جنگل کاهش پیدا می‌کند، رواناب حوضه و زیر حوضه‌ها بیشتر می‌شود. به این ترتیب تأثیر تغییرات کاربری اراضی در بالادست حوضه، در تراز سیل پایین دست حوضه نشان داده شد.

در ارتباط با مدل‌های بارش-رواناب و همچنین مدل مورد استفاده در این تحقیق، کارایی اینگونه مدل‌ها در تحقیقات متعددی گزارش شده است. مدل‌های بارش-رواناب برای توصیف رفتار هیدرولوژیکی یک حوضه آبخیز بکار برده می‌شوند. مدل‌های بسیار زیادی وجود دارند که برای شبیه سازی فرآیندهای فیزیکی رابطه بین بارش و رواناب توسعه داده شده و بوسیله افراد مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Hundencha(2001), Donker(2001), Deroo و همکاران، Shah(2000) و همکاران (1996) Johnson و همکاران (1997).



Francisco و همکاران (1998) به منظور اتصال (Coupling) سیستم GIS با مدل های هیدرولوژی و هیدرولیکی، مناطق تحت تأثیر سیل را در رودخانه به نقشه در آوردند. آنها GIS به عنوان یک ابزار قدرتمند برای تکمیل و تحلیل داده ها از منابع مختلف در مدیریت دشت های سیلابی یاد کرده اند.

Niki & portner (1994) تحقیقی مشابه مورد قبلی با استفاده از مدل Mike-11 انجام دادند. هدف اصلی این مطالعه نیز روندیابی سیل و پیدا کردن ابعاد مناسب نگهداشت حوضه بود. به عقیده EnayetRasul و همکاران (1994) کنترل کامل سیل نه امکان پذیر است و نه مطلوب. بلکه باید روش های مدیریت سیلاب مد نظر قرار گیرد. آن ها برای مدیریت سیل در بنگلادش اقدام به تهیه نقشه های پهنه بندی سیل در رودخانه ها نمودند. در این راستا از نرم افزارهای MIKE11-GIS برای تهیه اینگونه نقشه ها استفاده کرده اند که این نقشه ها به طراحان و برنامه ریزان برای عملیات حفاظتی در زمان خطر کمک کرده و حتی قادر است سیل ها را از نظر توسعه، عمق و احتمال تداوم آن ها پیش بینی کند به این ترتیب هماهنگی و تلفیق MIKE11-GIS در تهیه این پروژه ها به طور موفقیت آمیزی توسعه داده شده است.

Niki (1994) که مدل MIKE11 را در دو پروژه حفاظت سیل در سوئیس بکار گرفته اظهار داشته است گرچه این مدل برای رودخانه های بزرگ طراحی شده است ولی کاربرد آن در رودخانه های کوچک و آبراهه ها می تواند به خوبی و با نتایج رضایت بخشی بکار گرفته شود.

Suwanwerakamtorn با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-1 و GIS اثرات تغییر کاربری اراضی بالادست حوضه را روی الگوی سیلاب در نواحی پایین دستحوضه مورد ارزیابی قرار داده است.

به استناد تحقیقی که در یک منطقه مرطوب انگلستان انجام داده است در بررسی عوامل مؤثر بر سیلاب، پدیده های طبیعی، هیدرومئولوژی و فیزیکی را در نظر گرفته است و نهایتاً دو عامل شدت و مدت بارندگی را به عنوان عوامل اقلیمی و دو عامل زمان تمرکز حوضه و مقدار جریانات سطحی قبل از بارش را به عنوان عوامل حوضه ای در پیش بینی سیلاب معرفی کرده است. (غیور، ۱۳۷۱).

توزیع زمانی و مکانی بارش تأثیر مشخصی بر هیدروگراف سیل دارد ولی با بزرگ شدن سطح حوضه از تأثیر آن کاسته می شود و در حوضه های با مساحت بالا هیدروگراف سیل حساسیت کمتری به آن دارد. (shah-1996).

مناطق تولید رواناب در داخل حوضه ی آبخیز از لحاظ فیزیکی می تواند بر اساس توپوگرافی، خاک، پوشش گیاهی و فاکتورهای مرتبط تعیین حدود شود و از این نظر موقعیت مکانی این مناطق اهمیت پیدا می کند. (Barry-etal-1986) در رابطه با مساحت حوضه و ارتباط آن با مقدار رواناب تولید شده نیز تحقیقات زیادی انجام شده پاره ای از تحقیقات مساحت را به افزایش حجم رواناب (قنواتی ۱۳۷۸) - (خسروشاهی ۱۳۷۰) - زرگر ۱۳۷۸ به نقل از Bronson و همکاران و بعضی از دانشمندان دیگر افزایش مساحت را به فزونی دبی ارتباط داده اند. (singh-1996)

حشمت پور (1378) با بررسی مدل های هیدروگراف واحد درحوضه ی کسلیان مازندران برای 8 واقعه ای متناظر «باران-رواناب» و مقایسه نتایج، نشان داد که به ترتیب مدل های ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک نسبت به روشنش، روسو و SCS از کارایی بالاتری برخوردار هستند.

برخورداری و همکاران (2006) با هدف بررسی کارایی مدل کلارک در آبخیز سیخوران با مساحت 135 کیلومتر مربع در با مقایسه مدل های اشنایدر، SCS و مثلثی به این نتیجه رسیدند که دقت مدل کلارک در مقایسه با مدل های یاد شده در برآورد خصوصیات جریان کمتر بود.

### محدوده مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی شهر گله‌دار بزرگترین شهر از شهرستان مهر و حدوداً در طول ۵۲ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض ۲۷ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی قرار گرفته است. ارتفاع عمومی آن در حدود ۴۸۰ متر از سطح دریاهای آزاد است.

موقعیت نسبی گله‌دار در جنوب استان فارس قرار گرفته است. این شهر به عنوان بخشی از شهرستان مهر بوده در قسمت شمال غربی مهر قرار گرفته است. این دره (چاله) میان دو رشته از سلسله جبال زاگرس جنوبی قرار گرفته است. در جنوب آن خلیج فارس به عنوان مهم‌ترین پهنه آبی در این منطقه قرار دارد.

شهر گله دار در اقلیمی گرم و خشک قرار دارد. میانگین سالانه دما حدود ۲۵/۴ درجه سانتی گراد است. میانگین دمای حداکثر نیز حدود ۳۴ درجه و حداقل ۱۷ درجه سانتی گراد است که نشان از دمای بالا و طبیعت گرم آن دارد. جهت بررسی بارش از دو ایستگاه ۱. باران سنجدی گله دار ۲. سینوپتیک فرودگاه لامرد استفاده گردید. میانگین بارش در ایستگاه حدود ۲۴۰ میلی متر است. پرباران ترین ماه مارس (اسفند) با میانگین حدود ۵۴ میلی متر و کم بارش ترین ماه می (اردیبهشت) است که دارای هیچ بارشی نیست. پربارترین فصل، زمستان با درصد نسبی ۶۷ درصد و کم بارش ترین فصل، بهار با سهم نسبی حدود ۴ درصد است. مقادیر حدی بارش در این ایستگاه نشان می دهد سابقه بارش ۲۴ ساعته بیش از ۵۰ میلی متر در این ایستگاه نیز وجود دارد و این شرایط باعث سیلاب های مهیب در این منطقه خواهد شد. در ایستگاه فرودگاه لامرد جهت باد غالب نیز شمال غربی (۳۱۵ درجه) است.



شماره

نقشه

(۱): موقعیت شهر گله‌دار در شهرستان مهر و استان فارس (نگارندگان، ۱۳۹۱).

### فرضیات تحقیق

۱. بارش های منطقه نسبت به گذشته کاهش پیدا کرده است.
۲. تواتر و شدت سیلاب ها در منطقه نسبت به گذشته کاهش پیدا کرده اند
۳. خاک های منطقه در وقوع سیل تأثیر دارند.



### روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات

۱. جمع آوری آمار سیلاب‌های اتفاق افتاده و آمار دبی روزانه رودخانه در یک دوره‌ی آماری ده ساله
۲. انتخاب نمونه‌های مطالعاتی از میان سیلاب‌های اتفاق افتاده
۳. تحلیل هیدروگراف سیل‌های انتخابی
۴. جمع آوری آمار بارش‌های روزانه و ساعتی سیلاب‌های انتخابی
۵. تحلیل رابطه‌ی شدت بارش و هیدروگراف
۶. تهیه هیدروگراف واحد سیل
۷. ارائه‌ی راهکارهای مهار و کنترل سیل

### مواد و روش‌ها

مدل HEC-HMS هیدروگراف با استفاده از واحد  $t$  ساخته و ارتفاع باران مازاد در هر فاصله زمانی که برابر با تداوم هیدروگراف می باشد به محاسبه هیدروگراف سیل می پردازد. به عبارتی هیدروگراف سیل از مجموع هیدروگرافهای ناشی از رگبارها با شدت متفاوت و زمان تداوم برابر زمان تداوم هیدروگراف واحد با احتساب زمان تأخیر رگبارها نسبت به هم می باشد. رابطه خطی زیر معادله مورد را بیان می دارد (گروه مهندسی ارتش امریکا، HEC-HMS 2000).

$$Q_n = \sum_{m=1}^{n \leq M} P_m U_{n-m+1} \quad (1)$$

که در آن  $Q_n$ : دبی هیدروگراف سیل در زمان  $t \Delta n$ ;  $P_m$ : ارتفاع باران مازاد در فاصله زمانی  $t \Delta m$  و  $(m+1)t \Delta$ : کل تعداد بارانهای مجزا و  $U_{n-m+1}$ : میزان دبی هیدروگراف واحد در زمان  $(n-m+1)t \Delta$ .

هیدروگراف واحد SCS یکی از روشهای تعیین آبنمود واحد در حوضه‌های بدون آمار، روش موسوم به هیدروگراف بی بعد مربوط به سازمان حفاظت خاک آمریکا (Soil Conservation Service) است. در این روش مختصات نقاط هیدروگراف واحد از جدول بدون بُعد (نسبت‌های بدون بُعد) که در آن، مقادیر نسبت زمان  $(\frac{t}{T})$  در مقابل نسبت دبی  $(\frac{q}{Q})$  داده شده به دست می آید.

هیدروگراف واحد SCS، بی بعد و تک اوجی می باشد. این هیدروگراف نسبت بین آبدهی هیدروگراف واحد در هر زمان  $Ut$  و آبدهی هیدروگراف واحد در زمان رسیدن به اوج  $Up$ ، را در برابر نسبت بین زمانهای آنها،  $T$ ، به زمان رسیدن به آبدهی اوج  $Tp$ ، نشان می دهد. ارتباط بین آبدهی اوج و زمان رسیدن به این آبدهی در رابطه زیر تعیین شده است:

### دبی اوج رواناب و نفوذ پذیری با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک

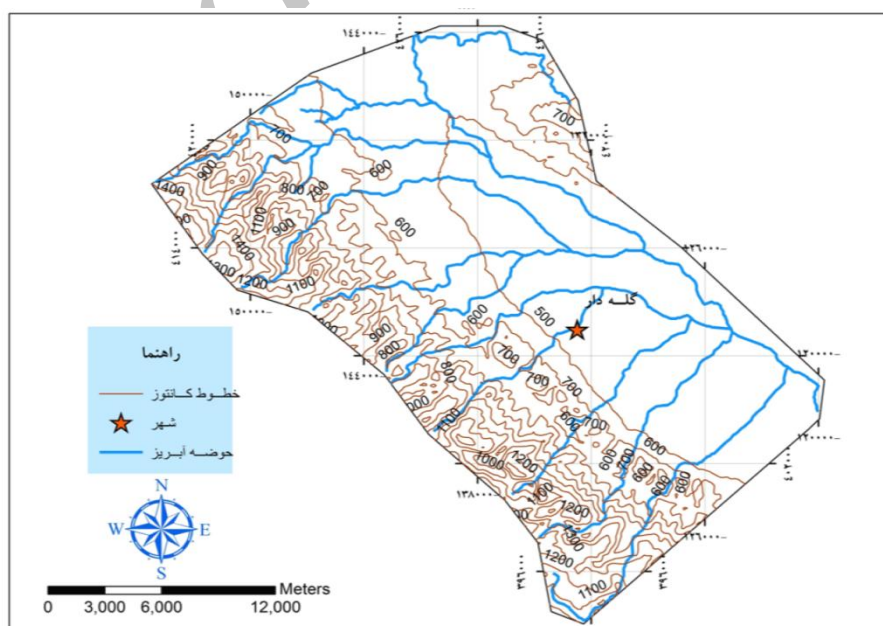
یکی از راه‌های تخمین دبی اوج رواناب، استفاده از روش SCS است. در این روش به جای ضریب رواناب که در فرمول استدلالی استفاده می‌شد، از ضریبی به نام ضریب یا شماره منحنی استفاده می‌شود. در این رابطه، جدولی بر اساس برخی شرایط هیدرولوژیکی تهیه شده است. باید توجه داشت که ضریب رواناب و شماره منحنی هر کدام مستقلاً به دست آمده‌اند و بین آنها ارتباطی وجود ندارد. در هر حال هر دوی آنها با نفوذپذیری خاک نسبت معکوس دارند. (علیزاده، ۸۶)

در روش SCS ابتدا متوسط وزنی شماره منحنی حوضه محاسبه می‌شود. با داشتن وسعت حوضه و بارندگی ۲۴ ساعته گراف مشخصی که مربوط به آن شماره منحنی باشد انتخاب و دبی اوج رواناب محاسبه می‌شود. در انتخاب گراف باید توجه داشت که شیب زمین و تیپ بارندگی نیز در نظر گرفته شوند.

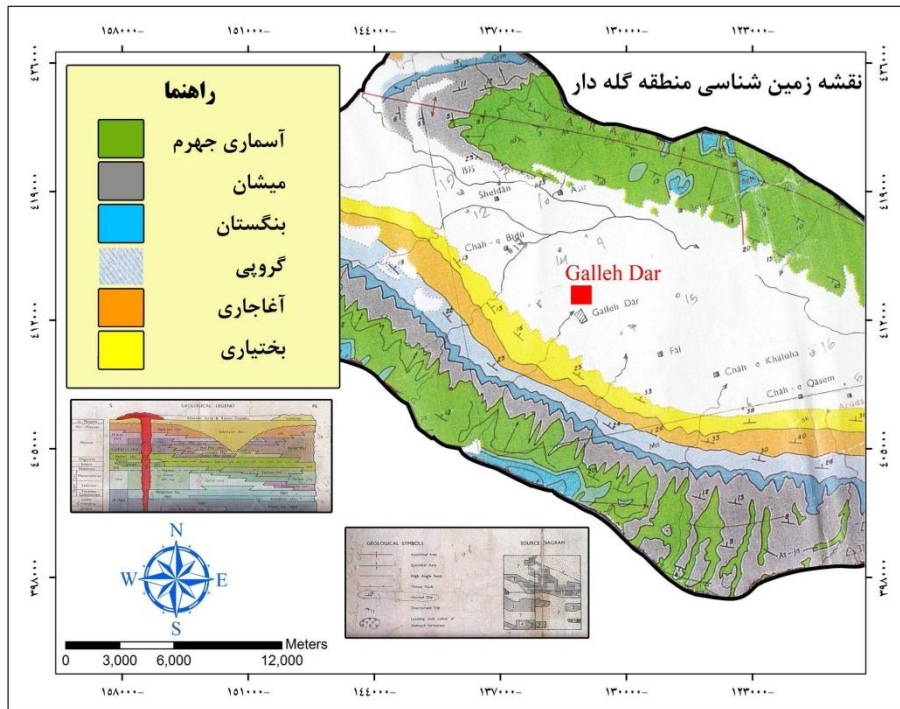
معادله (SCS) سازمان حفاظت خاک آمریکا جهت تعیین مقدار نفوذ تجمعی آب به داخل خاک، دانه بندی خاک، تخلخل و غیره، در زمان بارندگی یا پس از یک بارندگی شدید، مقدار دبی رودخانه به سرعت افزایش یافته و در نتیجه آب از بستر عادی خود سر ریز نموده و دشت سیلابی و مناطق اطراف را در بر می‌گیرد. با بررسی دشت سیلابی قدیمی و آبرفت‌های آن، شاید بتوان با درجه‌ای از تقریب احتمال وقوع و بزرگی سیل‌های آتی منطقه را مشخص کرد. اصولاً بزرگی سیل‌ها و تکرار آن‌ها در طول زمان تابع شدت بارندگی، نفوذپذیری زمین و وضع توپوگرافی منطقه است.

#### محدوده حوضه آبریز رودخانه هورو و وضعیت زمین شناسی منطقه گله‌دار

عوارض مهم طبیعی که در اطراف شهر گله‌دار شامل کوه بندچاری، هزار خونو، کمره اسب و چال گنیمو می‌باشد. این کوه‌ها ارتفاعی در حدود ۱۳۵۰ متر دارند و در غرب و جنوب غربی شهر واقع هستند. از نظر چینه شناسی گله‌دار و اطراف آن دارای سازندهای سازند گورپی پایده (Pd-Gu)، سازند آسماری جهرم (As-Ja)، با سن الیگوسن-میوسن سازند گچساران (Gs) با سن میوسن می‌باشد. از لحاظ آب‌های زیرزمینی محدوده‌ی شهر گله‌دار دارای آبخوان آبرفتی گسترده و بسیار مناسبی نیست. بیشتر منطقه مورد مطالعه به صورت منطقه کلروره به ویژه در دشت مشخص گردیده است. این سازندها دارای حالت ریز دانه غالباً ثبت نشده و با سطح ایستایی کم هستند. شهر گله‌دار از لحاظ ساختار زمین شناسی و تکتونیکی جز زون جنوبی زاگرس شناخته می‌شود.



نقشه شماره (۲): وضعیت توپوگرافی حوضه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله‌دار (نگارنگان، ۱۳۹۱).



نقشه شماره (۳): نقشه زمین شناسی منطقه گله دار (سازمان خاکشناسی استان فارس)

### بررسی عناصر اقلیمی منطقه گله دار

میانگین سالانه دما حدود ۲۵/۴ درجه سانتی گراد و میانگین دمای حداکثر نیز حدود ۳۴ درجه و حداقل ۱۷ درجه سانتی گراد می باشد. جهت بررسی بارش از دو ایستگاه ۱. باران سنجی گله دار، ۲. سینوپتیک فرودگاه لامرد استفاده گردید. میانگین بارش در ایستگاه گله دار حدود ۲۴۰ میلی متر است. پرباران ترین ماه مارس (اسفند) با میانگین حدود ۵۴ میلی متر و کم بارش ترین ماه می (اردیبهشت) است که دارای هیچ بارشی نیست. پربارش ترین فصل، زمستان با درصد نسبی ۶۷ درصد و کم بارش ترین فصل، بهار با سهم نسبی حدود ۴ درصد است. مقادیر حدی بارش در این ایستگاه نشان می دهد سابقه بارش ۲۴ ساعته بیش از ۵۰ میلی متر در این ایستگاه نیز وجود دارد و این شرایط باعث سیلاب های مهیب در این منطقه خواهد شد. در ایستگاه فرودگاه لامرد جهت غالب باد نیز شمال غربی (۳۱۵ درجه) است.

اقلیم منطقه مورد مطالعه بر حسب طبقه بندی کوپن جزء اقلیم (BWh) می باشد (دارای اقلیمی گرم و خشک است).

### تحلیل بارندگی روزانه، ماهانه و سالانه منطقه گله دار

در هیدرولوژی مهم ترین پارامتر بارندگی است. بارندگی ها را در ۳ قسمت روزانه، ماهانه و سالانه آنالیز می کنند. بارندگی سالانه مقدار بارانی است که در یک سال آماری در منطقه مورد نظر می بارد.

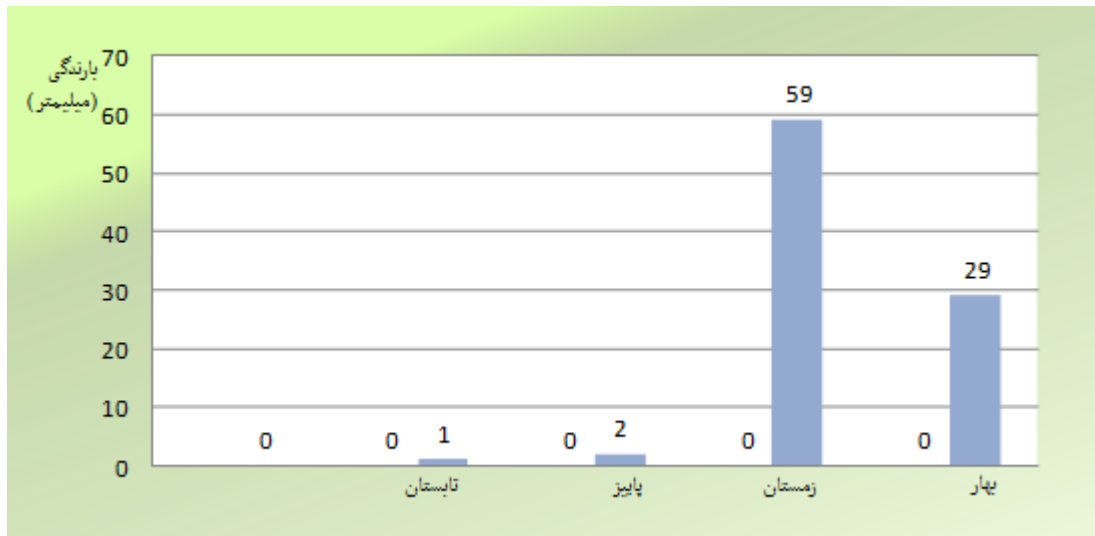
آنچه در محاسبه رواناب مهم است بارندگی های روزانه است. مهم ترین عوامل بارندگی که در رواناب نقش دارد شدت و مدت بارندگی است. باید مشخص شود که در چه مدت چه میزان باران باریدن است. با توجه به اینکه در روش (SCS) حداکثر رواناب در حوزه هایی که زمان تمرکز آن ها کمتر از ۶ ساعت است توسط بارندگی های ۶ و ۲۴ ساعته مورد آنالیز قرار گرفت.





جدول شماره (۱): میزان بارندگی فصلی گله دار (سازمان هواشناسی فارس)

| ردیف | سال آبی | تابستان | بهار | زمستان | پاییز |
|------|---------|---------|------|--------|-------|
| ۱    | ۸۱-۹۰   | ۱       | ۲    | ۵۹     | ۲۹    |



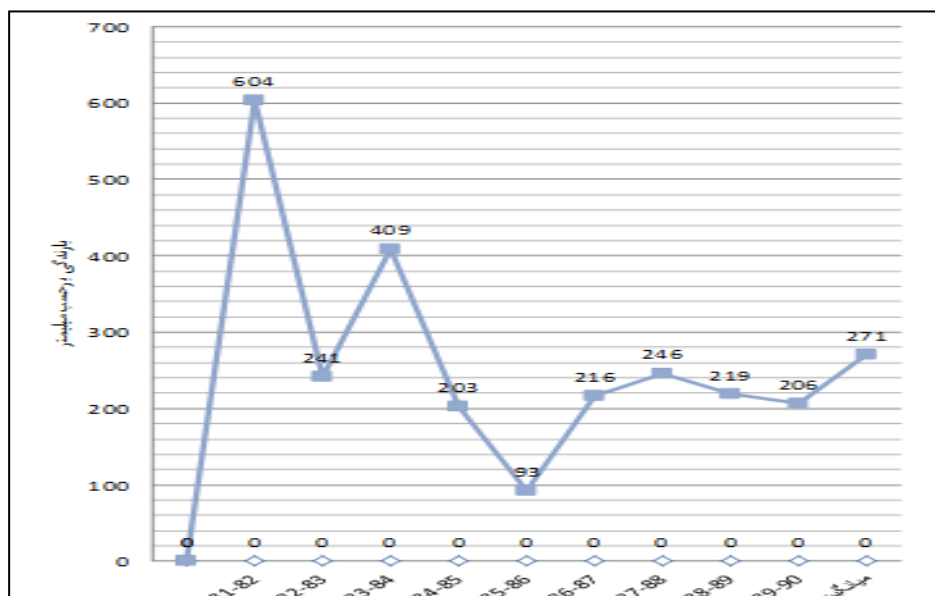
نمودار شماره (۱): توزیع میزان بارندگی فصلی (میلیمتر) ایستگاه گله دار

آمار بارندگی ماهانه ایستگاه باران سنجی گله دار در جدول ۳-۱۲ آورده شده است. متوسط بارندگی ماهانه این ایستگاه برای سال های ۷۰-۷۱ تا ۷۷-۷۸ نیز در جدول نشان داده شده است. همانگونه که در این جدول پیداست ماه دی بیشترین بارندگی را دارد.

جدول شماره (۲): متوسط میزان بارندگی ماهانه گله دار در طی سال های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ به میلی متر

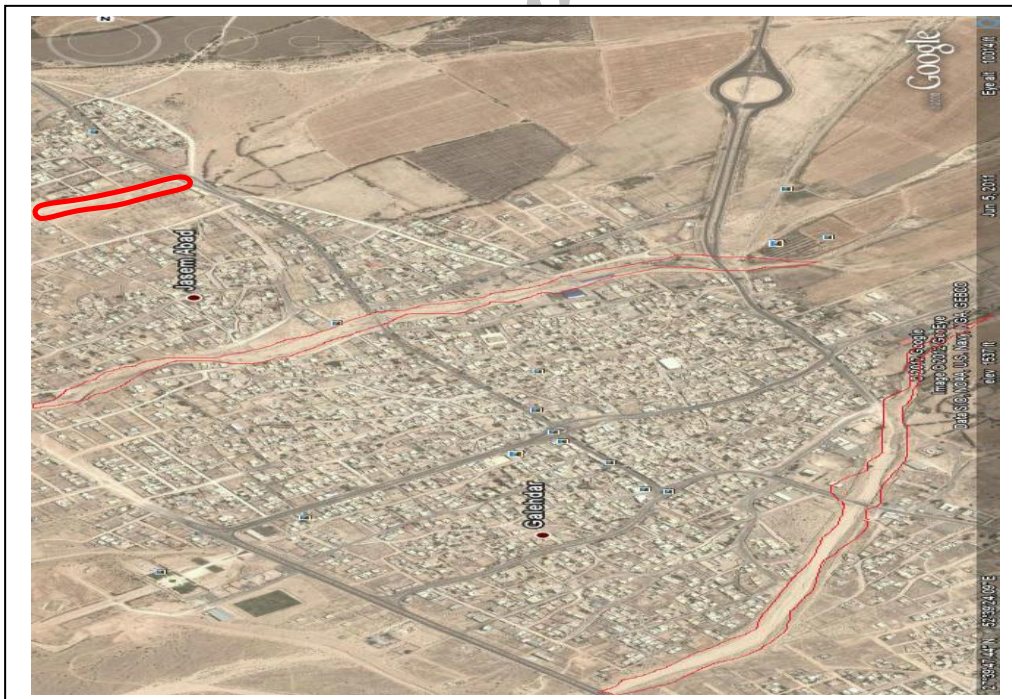
| ردیف | سال آبی  | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|------|----------|-----|------|-----|----|------|-------|---------|----------|-------|-----|-------|--------|
| ۱    | ۸۱ تا ۹۰ | ۰   | ۲۵   | ۶۲  | ۹۸ | ۴۰   | ۳۹    | ۴       | ۳        | ۰     | ۰   | ۰     | ۱      |

منبع: سازمان هواشناسی استان فارس



نمودار شماره (۲): آمار بارندگی سالانه ایستگاه گله‌دار از سال ۱۳۸۱-۱۳۹۰ (ایستگاه باران سنجی گله‌دار، ۱۳۹۱).

سیستم حرکت آب‌های سطحی درون شهری و حوضه آبریز رودخانه هورو منطقه گله‌دار از لحاظ تقسیمات هیدرولوژیکی شهر گله‌دار در حوضه ساحلی و زیر حوضه رودخانه مهران قرار دارد. دو مسیل اصلی در شهر وجود دارد که امتداد آن‌ها در کوه‌های غربی و جنوب غربی شهر گله‌دار قرار دارد، که سیستم حرکت آب‌های سطحی درون شهر از سمت جنوب به شمال می‌باشد.



شکل شماره (۱): تصویر ماهواره ایی مسیر حرکت آب‌های سطحی و رواناب‌ها و مسیر شیب رودخانه قلعه، گیلون و هورو در شهر گله‌دار

فیزیوگرافی و تراکم شبکه حوضه آبریز رودخانه هورو

خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز نه فقط به طور مستقیم بر روی رژیم هیدرولوژیک، و میزان تولید آبی سالانه، حجم سیلاب‌ها؛ شدت فرسایش خاک و میزان رسوب تولیدی اثر می‌گذارد، بلکه غیر مستقیم نیز با تأثیر بر آب و هوا و نسبت اکولوژی و پوشش گیاهی، به میزان زیادی، رژیم آبی حوضه آبریز را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. (ضیائی، ۱۳۸۰ و بهنیا) مطالعه‌ی توپوگرافی آبخیز عمدتاً عبارتند از شیب، ارتفاع، جهت، پستی و بلندی، وضعیت سطحی ژئومتریک آبراهه‌ها، وسعت و سرانجام موقعیت جغرافیایی و حدود آبخیز می‌باشد.

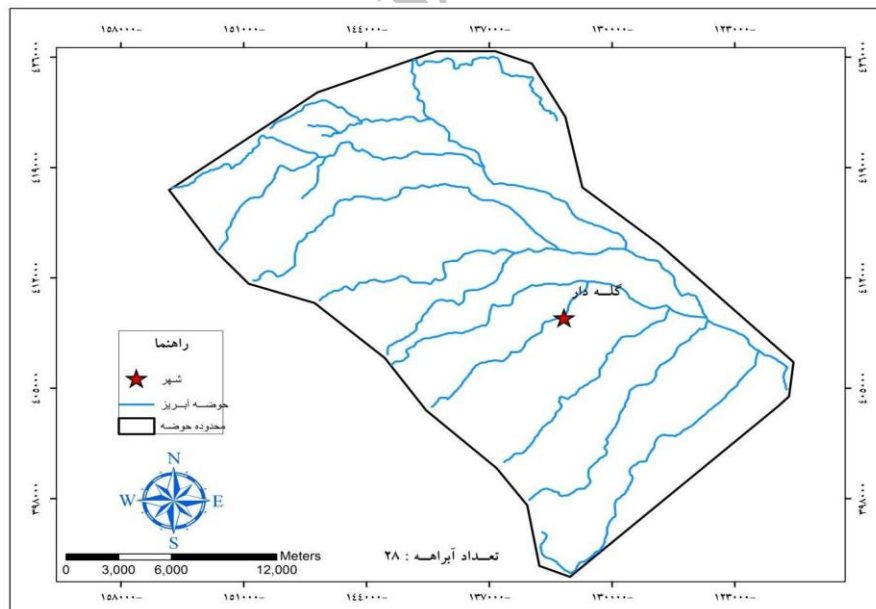
حوضه آبریز رودخانه هورو منطقه گله‌دار با مساحت ۲۰/۴ کیلومتر مربع و محیط ۱۷ کیلومتر در محدوده ۳۹، ۲۷ درجه تا ۳۰، ۵۲ درجه شمالی و ۳۶، ۵۲ درجه شرقی قرار دارد.

تراکم شبکه رودخانه‌های حوزه عبارتست از نسبت مجموع طول تمام رودخانه‌ها و آبراهه‌های حوزه به مساحت حوزه که به صورت زیر می‌باشد.

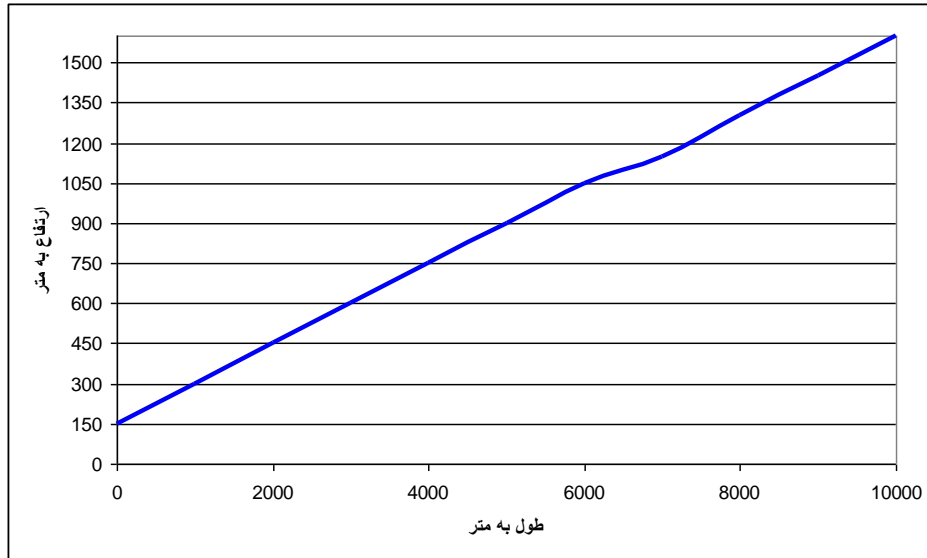
$\text{Li} =$  مجموع طول تمام رودخانه‌ها

$A =$  مساحت حوزه

$$\mu = \frac{\sum Li}{A} = \frac{18/5+6/5+8/5}{20/4} = 1.64 \frac{\text{km}}{\text{km}}$$



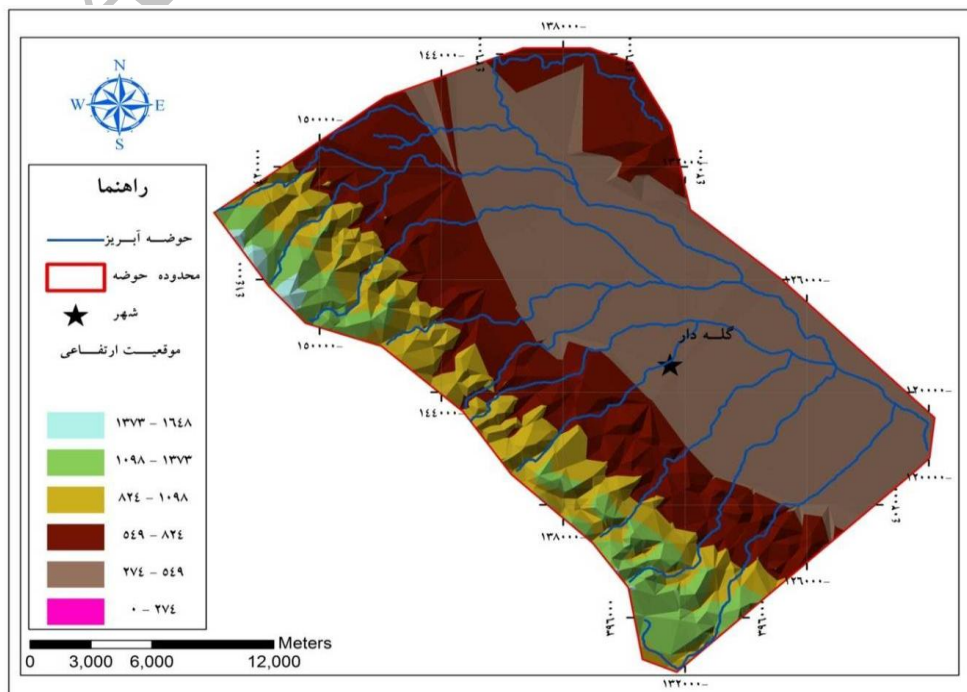
نقشه شماره (۴): نقشه تعداد و موقعیت آبراهه‌ها منطقه گله دار



نمودار شماره (۳): نیمرخ طولی حوضه آبریز رودخانه هورو منطقه گله‌دار

### توپوگرافی حوضه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله‌دار

ارتفاع حوضه از سطح دریا نشان دهنده موقعیت اقلیمی آن حوضه است. مشخصات حوضه از نظر تقسیم بندی ارتفاعی در جدول ۱-۴ و نمودار ۱-۴ آورده شده است. برای نمایش توزیع پستی و بلندی‌ها در حوضه‌های آبریز از منحنی‌های آلتی متری و هیپسومتری استفاده می‌گردد (ولایتی، ۱۳۸۵). منحنی آلتی متری و هیپسومتری حوضه آبریز رودخانه گله‌دار نشان می‌دهد که بیشترین درصد مساحت در ارتفاع ۶۰۰ تا ۷۰۰ متری قرار دارد.

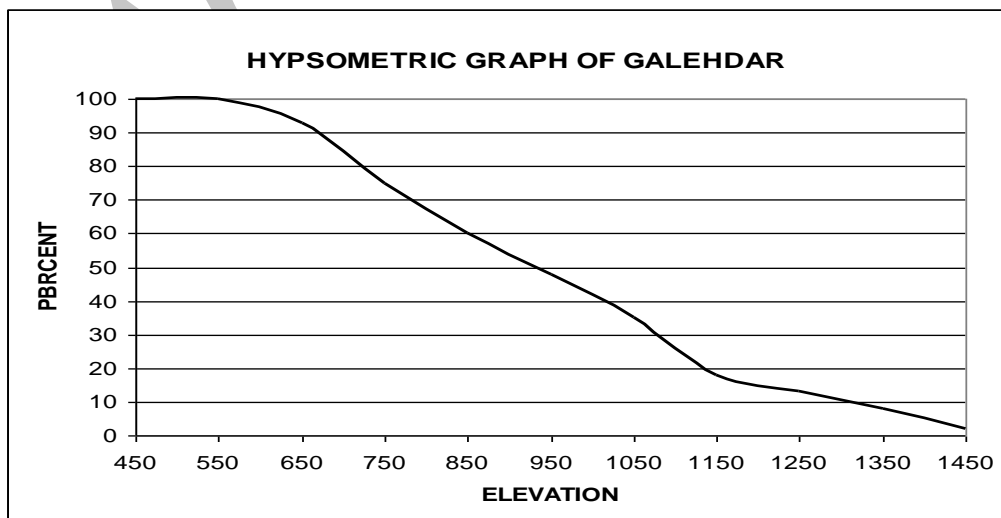




نقشه شماره (۵): حوضه آبریز بر اساس مشخصات فیزیکی حوضه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله دار

جدول شماره (۳): توزیع ارتفاعی در حوضه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله دار

| ارتفاع<br>متر | مساحت بین خطوط<br>کیلومتر مربع | مساحت بین خطوط<br>درصد | مساحت بالای خط تراز<br>کیلومتر مربع | مساحت بالای خط تراز<br>درصد |
|---------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1400-         | 0.4                            | 2                      | 0.4                                 | 2                           |
| 1300-1400     | 1.35                           | 6.6                    | 1.75                                | 8.6                         |
| 1200-1300     | 0.95                           | 4.7                    | 2.7                                 | 13.2                        |
| 1100-1200     | 0.975                          | 4.8                    | 3.67                                | 18                          |
| 1000-1100     | 3.45                           | 16.9                   | 7.12                                | 34.9                        |
| 900-1000      | 2.65                           | 13                     | 9.78                                | 47.9                        |
| 800-900       | 2.98                           | 14.6                   | 12.76                               | 62.5                        |
| 700-800       | 2.53                           | 12.14                  | 15.28                               | 74.9                        |
| 600-700       | 3.75                           | 18.4                   | 19.03                               | 93.3                        |
| 500-600       | 1.32                           | 6.5                    | 20.35                               | 99.8                        |
| -500          | 0.12                           | 6                      | 20.47                               | 100                         |



نمودار شماره (۴): منحنی هیپسومتری حوضه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله دار

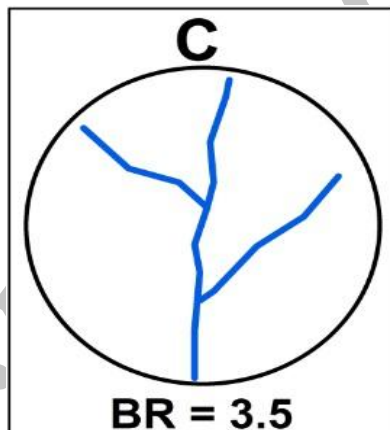


### نسبت انشعاب

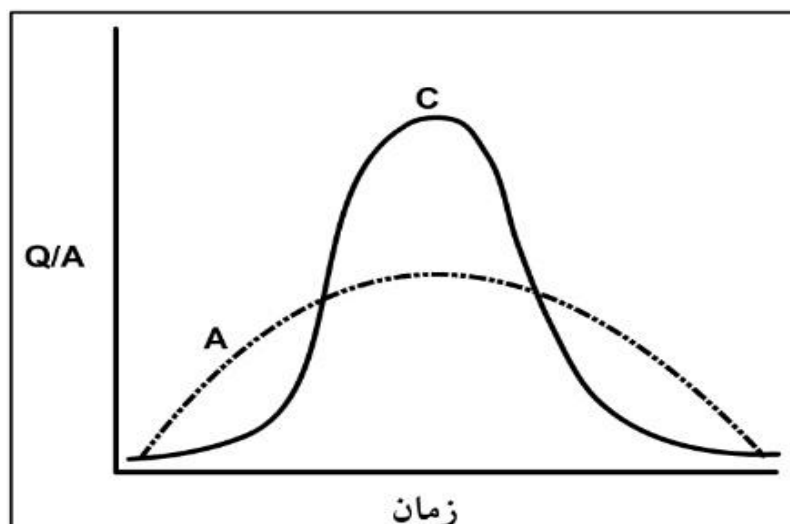
این نسبت معیاری است برای اطلاع از ارتباط انشعابات مختلف. این نسبت بیانگر بالاتر یا پایین تر بودن نقطه اوج هیدروگراف حوزه در مقایسه با سایر حوزه‌های هم سطح است؛ و هر چه این نسبت کوچکتر باشد نشان دهنده بالاتر بودن اوج هیدروگراف است. که به صورت زیر تعریف شده است.

نحوه ی اتصال انشعابات در شبکه ی رودخانه ها بسیار متفاوت است. انشعابات رودخانه در پاره ای از حوضه ها به شکل شاخه های درخت، در برخی به طور موازی، در بعضی دیگر به صورت دایرستی و یا در مواردی دیگر به صورت راست گوشه ای است که انشعابات شبکه رودخانه بر هیدروگراف است.

نسبت انشعابات در حوضه ی معمولی بین ۳ تا ۵ است هر چه این نسبت کوچکتر باشد نشان دهنده ی این است که منحنی تغییرات دبی سیل نسبت به زمان (هیدروگراف) در مقایسه با حوضه های دیگر دارای نقطه ی اوج تیزتر خواهد بود.



شکل شماره (۲): نسبت انشعابات حوضه آبریز در منطقه ی گله‌دار / رودخانه هورو





نمودار شماره (۵): نسبت انشعابات (ضریب گراولیوس) حوضه آبریز رودخانه هورو منطقه‌ی گله‌دار

جدول شماره (۴): مرتبه، تعداد و طول آبراهه حوضه آبریز رودخانه هورو منطقه‌ی گله‌دار

|              |      |     |     |
|--------------|------|-----|-----|
| مرتبه آبراهه | ۱    | ۲   | ۳   |
| تعداد آبراهه | ۱۲   | ۴   | ۱   |
| طول آبراهه   | ۱۸/۵ | ۶/۵ | ۸/۵ |

بر اساس اشکال فوق الگوهای مختلف انشعابات شبکه‌ی رودخانه در حوضه‌های آبریز کتاب دکتر امین علیزاده ۱۳۸۶ ص ۴۵۵ نسبت انشعابات رودخانه‌ی حوزه مورد مطالعه شکل درختی دارد.

بر اساس فرمول گراولیوس ضریب بر مبنای مرتبه آبراهه‌ها (درجه یک، درجه دو و...)، تعداد آبراهه‌ها و طول آبراهه‌ها، نسبت انشعابات حوضه آبریز رودخانه هورو منطقه گله‌دار برابر با ۱/۶ می‌باشد که نشان دهنده نقطه اوج رودخانه در سیل-خیزی می‌باشد.

$$BR = \frac{1}{i-1}$$

$$BR = \frac{1}{3-1}$$

#### ضریب شکل حوضه

ضریب شکل که عبارتست از نسبت مساحت به مجذور طول حوزه یکی از فاکتورهایی است که بیانگر شکل حوزه و شکل هیدرو گراف است.

بر اساس ضریب فشردگی یا ضریب گراولیوس محاسبه می‌نماییم، با استفاده از فرمول:

$$Kc = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$$

$Kc$  = ضریب گراولیوس،  $A$  = مساحت حوضه (۲۰/۴  $km^2$ )،  $P$  محیط حوضه (۱۷  $km$ ) و  $L^2$  = مجذور طول حوضه  
با توجه به اینکه ضریب گراولیوس تقریباً برابر با یک است بنابراین، حوضه‌ی مورد مطالعه نزدیک یا شبیه به دایره بوده و  
دبی پیک(دبی حداکثر) آن زیاد خواهد بود (ولایتی، ۱۳۸۵).



$$FF = \frac{20/4}{11^2} + \dots$$

$$FF = \frac{A}{L^2} = 2.14$$

زمان متمرکز

زمان متمرکز یکی از مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی حوزه است و مدت زمانی است که طول می‌کشد که آب از دورترین نقطه حوزه به نقطه متمرکز برسد. (مهدوی، ۱۳۸۴) زمان تمرکز بخصوصیات فیزیوگرافی حوزه از قبیل: شیب، طول آبراهه، پوشش گیاهی، شکل و ناهمواری‌های سطحی حوزه و بالاخره شدت بارندگی و توزیع زمانی و مکانی آن حوزه دارد. (معمدوزیری، ۱۳۸۶) برای محاسبه زمان تمرکز از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا به صورت زیر استفاده گردید.

$$L = \frac{1^{0/8}(S+1)^{0/7}}{1900Y^{0/5}} \rightarrow L = \frac{1^{0/8}(103/75+1)^{0/7}}{1900(8.1)^{0/5}} \rightarrow L =$$

$$S = \frac{1000}{CN-10} - 10 \rightarrow S = \left( \frac{1000}{81-10} - 10 \right) \times 25/4$$

$$tl = \frac{L^{0/8}(S+1)^{0/7}}{1900Y^{0/5}} \rightarrow te = \frac{3353^{0/8}(103/75+1)^{0/7}}{1900 \times 8.1^{0/5}} \rightarrow te = 3/17 \approx 3/2$$

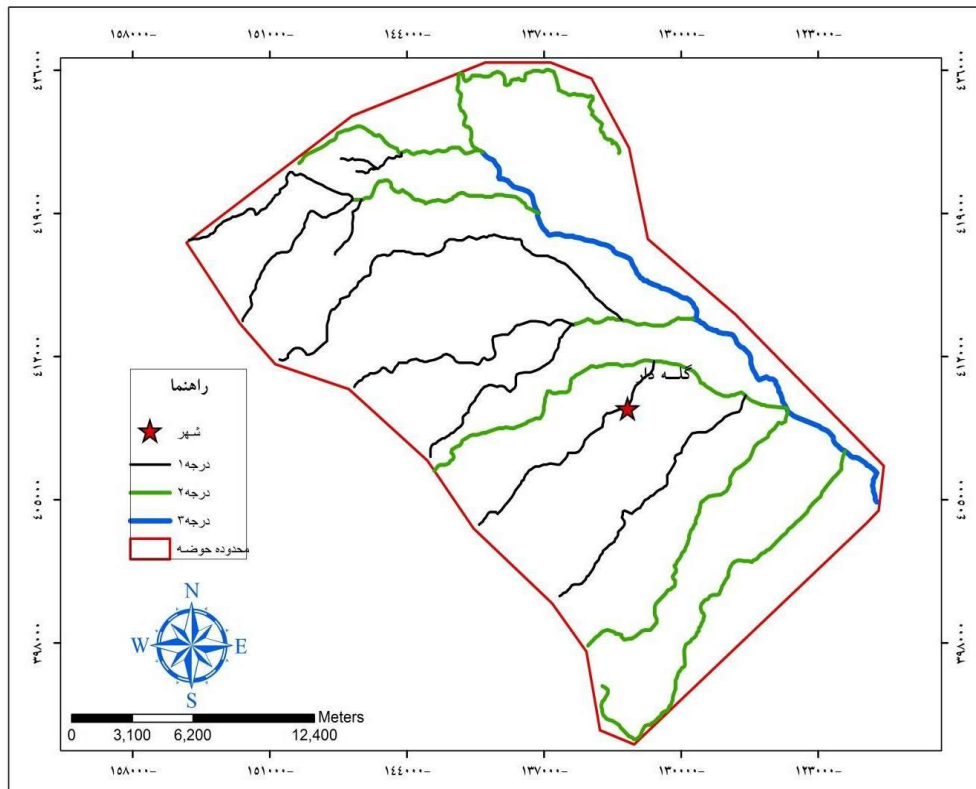
که در آن‌ها؛ طول رودخانه اصلی که برابر ۱۱ کیلومتر است، شیب رودخانه اصلی که برابر ۸/۱ درصد است.  $Y$ ، شماره منحنی که برابر ۸۱ در نظر گرفته می‌شود.  $CN$ ، زمان تأخیر حوزه  $L$ ، پارامترهاست که نشان دهنده نگهداشت آب در سطح حوزه است  $S$ ، زمان تمرکز حوزه بر حسب ساعت  $t_c$ ، پس بنابراین زمان تمرکز حوزه برابر ۳/۲ ساعت است. (علیزاده ۱۳۸۶)

مراتبه آبراهه‌های حوزه گله‌دار ۳ می‌باشد.

جدول شماره (۵): تعداد آبراهه مجموع طول آبراهه‌ها و مراتبه حوزه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله دار

| مراتبه | تعداد آبراهه | طول آبراهه (کیلومتر) |
|--------|--------------|----------------------|
| ۱      | ۱۲           | ۱۸/۵                 |
| ۲      | ۴            | ۶/۵                  |
| ۳      | ۱            | ۸/۵                  |





نقشه شماره (۶): درجه بندی و رتبه بندی حوضه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله دار (نگارندگان، ۱۳۹۱).

رابطه‌ی بین مرتبه آبراهه و تعداد آبراهه بصورت زیر بدست آمده است

$$\text{Log Na} = 1.6 - 0.54u \quad R^2 = 0.99$$

که در آن  $u$ : مرتبه آبراهه،  $l.u$ : طول آبراهه،  $Na$ : تعداد آبراهه می‌باشد.

معادله‌ی بالا در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد و این معادله نشان می‌دهد که افزایش مرتبه آبراهه باعث کاهش تعداد آبراهه خواهد شد.

### نفوذ

در طرح‌های کنترل سیلاب یکی از مهم‌ترین پارامترها سرعت نفوذ آب به داخل خاک است. معادله نفوذ معادله‌ای است که نشان می‌دهد بعد از اینکه آب بر روی سطح خاک قرار گرفت در زمان‌های مختلف چه مقدار از این خاک نفوذ می‌کند. اندازه گیری سرعت نفوذ آب به داخل خاک در خاک‌های اطراف رودخانه انجام گردید. مقدار نفوذ تجمعی آب در مدت زمان‌های مختلف پس از شروع آزمایش در جدول ۴-۳ و نمودار ۴-۳ آورده شده است.



رابطه بین مقدار آب نفوذ کرده و زمان نیز به شرح زیر می باشد

$$R^2 = 0.99 \quad I = 0.43 T^{0.75}$$

که در آن ها؛ نفوذ تجمعی در خاک حسب سانتی متر: I، زمان پس از شروع آزمایش حسب دقیقه: T  
این معادله نشان می دهد که سرعت نفوذ آب به داخل خاک به مرور زمان کاهش می یابد و در نهایت به سوی عدد ثابتی میل می کند. لازم به ذکر است که معادله ارائه شده معادله ای تقریبی است و در صورتی که اجرای طرح در منطقه حتمی شود بهتر است در چندین نقطه آزمایش نفوذ انجام شده و معادله نفوذ بدلیل حساسیت آن با دقت کافی تعیین گردد. (علیزاده ۱۳۸۶)

$$a = 0/1443 \quad b = 0/7656$$

$$I = a + b + 0/6985 \rightarrow I = 0/1443 \times (b)^{0/7656} + 0/6985$$

مدت کل آزمایش ۲/۷۵ ساعت است.

از طرفی نفوذ تجمعی آزمایش برای ۲/۷۵ ساعت = با ۱۶۴/۵ دقیقه می باشد. با توجه به شرایط خاک منطقه گله دار و نفوذ و زمان اندازه گیری مقدار CN را از روی شکل (۸-۸) صفحه کتاب علیزاده بدست آورده ایم که مقدار آن برابر با ۰/۷ است، در نهایت از جدول ۳-۸ صفحه ۳۰۹ کتاب علیزاده مقدار ضرایب a و b محاسبه شد که ضریب a=0/1443 و ضریب

b= 0/7656 می باشد.

رابطه SCS (سازمان حفاظت خاک آمریکا)

$$I = 0/1443 \quad (164/5)^{0/7656} + 0/6985$$

نفوذ تجمعی I= 7/876

$$I = b \times a (t)^{b-1} \rightarrow I = 0/7656 \times (0/1443) t^{-0/2344}$$

حال برای محاسبه سرعت نفوذ از رابطه SCS نفوذ عمق مشتق گرفته می شود که به فرمول زیر تبدیل می شود.

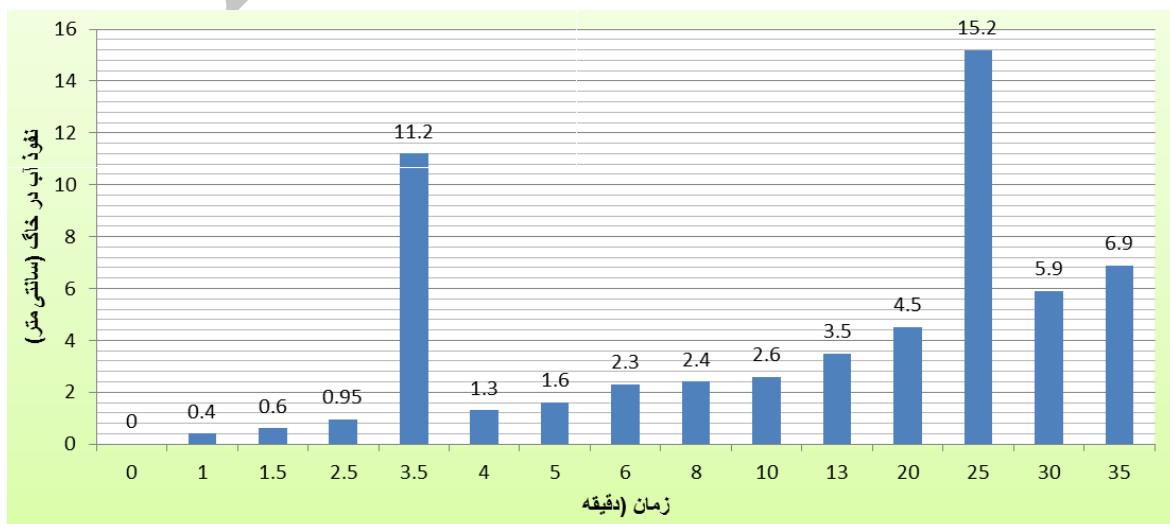
$$I = (0/7656) \times (0/1443) (t)^{-0/2344} \rightarrow I = 0/0334 \text{ cm/min}$$

$$b-1 \rightarrow 0/7656 - 1 = -0/2344$$

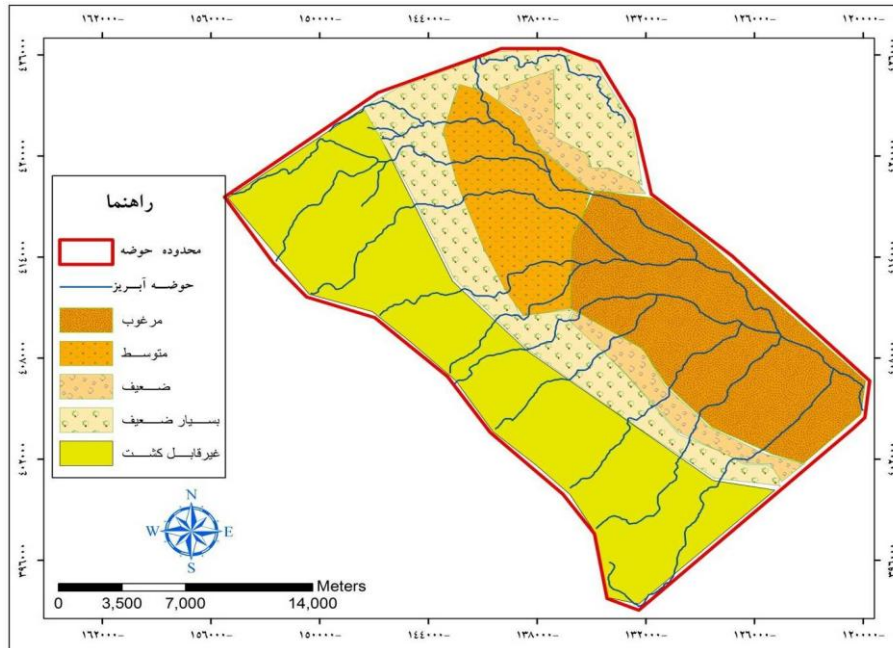
$$0/0334 \text{ cm/min} \times 60 \text{ min/hr} = 2/0004 = 2 \text{ cm/hr}$$

$$\rightarrow 2 \text{ cm/hr} \times 10 \text{ mm/1cm} = 20 \text{ mm/hr}$$

سرعت نفوذ آب در خاک



نمودار شماره (۶): مقدار نفوذ تجمعی آب در خاک پس از شروع آزمایش در حوضه آبریز رودخانه هورو گله‌دار



نقشه شماره (۷): نقشه طبقه‌بندی وضعیت خاک حوضه آبخیز و آبریز هورو منطقه گله دار (نگارندگان، ۱۳۹۱).

### هیدروگراف یا آبنمود حوزه رودخانه گله‌دار

هیدروگراف یا آبنمود نموداری است که بیان کننده مقدار خروجی آب از نکته تمرکز در زمان‌های مختلف بعد از شروع رواناب می‌باشد. ۷

در مکان‌های که ایستگاه اندازه‌گیری دبی وجود دارد با استفاده از مشاهدات این نمودار رسم می‌شود. ولی در رودخانه گله‌دار چون رواناب خروجی اندازه‌گیری نشده نمی‌توان این نمودار را رسم نمود. با استفاده از روش‌های نظری بایستی این کار را انجام داد. یکی از روش‌های نظری استفاده از هیدروگراف واحد است. سازمان حفاظت خاک آمریکا روش زیر را برای محاسبه هیدروگراف واحد ارائه نمود

$$T = \frac{L \cdot R \cdot (S+1)^{0.5}}{190 \cdot Y^{0.5}}$$

$$S = \frac{100}{CN} - 10$$

$$S = \frac{100\theta}{8\theta} - 10 = 2/5$$

$$t_c = 1.66$$

$$D = 0.113 \cdot TC$$

$$t_p = 0.66 \cdot TC$$



$$Q_p = \frac{484A}{t_p}$$

$$t_b = \frac{8}{3} t_p$$

که در آن‌ها؛ زمان تأخیر بر حسب ساعت  $t_1$ ، طول رودخانه اصلی بر حسب فوت  $L$  ← فوت  $11000 \times 0.3048 = 3353$ ، شیب رودخانه اصلی بر حسب درصد  $Y = 1/8$ ، ضریب نگهداشت حوزه  $S$ ، شماره منحنی که برای حوزه رودخانه گله‌دار ۸۰ در نظر گرفته شده است  $CN$ ، زمان تمرکز بر حسب ساعت  $t_c$ ، مدت زمان بارندگی که هیدروگراف برای آن ساخته شده است  $D$ ، زمان رسیدن به نقطه اوج بر حسب ساعت  $t_p$ ، دبی اوج هیدروگراف حسب فوت مکعب در ثانیه  $Q_p$ ، زمان پایه هیدروگراف  $t_b$  پارامترهای یاد شده برای حوزه آبریز گله‌دار به ترتیب زیر محاسبه گردید

$$t_1 = 1.96$$

$$S = 5.2$$

$$Y = 1.8$$

$$t_c = 3.2$$

$$t_p = 2.2$$

$$Q_p = 1731 \text{ cfs}$$

$$t_b = 6$$

$$S = \left( \frac{1000}{83} - 1 \right)$$

$$t_e = \frac{3353^0 \times (52+1)^0}{1900 \times (8.1)^0} = \frac{1}{96}$$

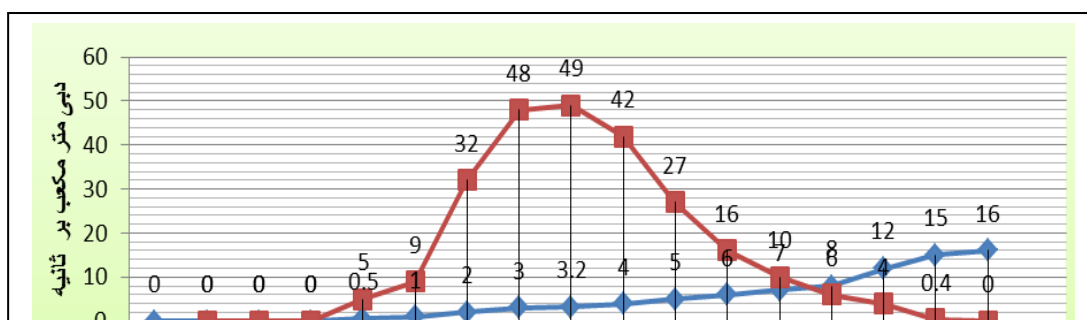
$$t = 1/66 \times 1/96 = 3/25$$

$$t_D = 0/133 t_c \rightarrow t_D = 0/133 \times 3/25 = 0/43$$

$$t_p = \frac{t_d}{6} f t_l \rightarrow t_p = \frac{.44}{6} + 1.69 = 2.17 \approx 2.2$$

$$Q_p = .28 \times \frac{A}{t_p}$$

$$t_b = 2/66 t_p \rightarrow t_b = 2/66 \times 2/2 = 5/85 \approx 6 \text{ hr}$$

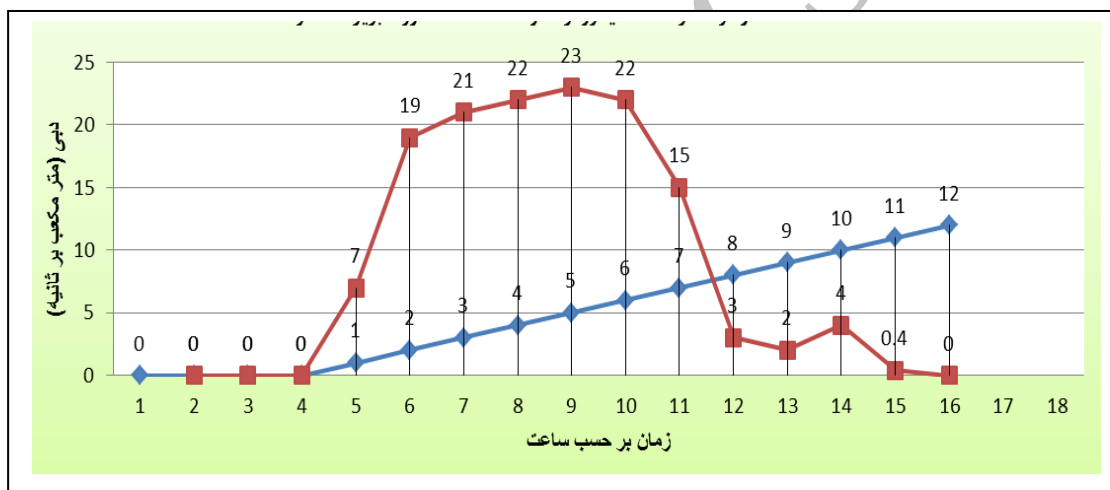




نمودار شماره (۷): هیدروگراف واحد ۴ ساعته حوضه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله‌دار  
با توجه به مطالب ذکر شده هیدروگراف واحد چهار ساعته حوضه به روش (S. C. S) محاسبه گردیده است که  
در نمودار شمار ۶ و ۷ نشان داده شده است.

#### هیدروگراف واحد بلند مدت

با توجه به اینکه زمان تمرکز حوضه ۳/۲ ساعت است بحرانی‌ترین بارندگی‌هایی که حداکثر رواناب را ایجاد نماید  
در روش (S. C. S) بارندگی‌های ۶ ساعته هستند. هیدروگراف واحد ۶ ساعته به روش (S. C. S) در نمودار ۸ آورده شده  
است. همانگونه که مشاهده می‌شود بیشترین دبی با یک اینچ رواناب برابر (S. C. S)  $23 \text{ m}^3$  خواهد بود.



نمودار شماره (۸): هیدروگراف واحد ۶ ساعته حوضه آبریز رودخانه هورو در منطقه گله‌دار

#### حداکثر دبی عبوری با روش S. C. S در حوضه آبریز رودخانه هورو منطقه گله‌دار

در صورتی که حداکثر دبی هیدروگراف واحد ۶ ساعته را حالت مرتب در روان آب حاصل از حداکثر بارندگی‌های ۶ ساعته  
در حالت مرطوب با دور برگشت ۱۰۰ سال ضریب نمایم حداکثر دبی عبوری از رودخانه با دور برگشت ۱۰۰ سال بدست  
خواهد آمد. حداکثر بارندگی ۶ ساعته با دور برگشت ۱۰۰ سال، ۱۰۲ میلی متر است که در حالت مرطوب ۸۵/۱ میلی متر  
آن به رواناب تبدیل می‌شود در حالت مرطوب نیز برابر با ۲۳ متر مکعب در ثانیه است S. C. S حداکثر دبی هیدرو گراف ۶  
ساعته برابر با ۷۷ متر مکعب در ثانیه است، در نتیجه حداکثر دبی عبوری از رودخانه با روش دبی عبوری با دور بر  
گشت‌های مختلف در جدول ۶ آورده شده است.

$$i = \frac{P}{t}$$

P = بارندگی سالانه بر حسب mm

t = زمان بر حسب ساعت



$$Q = \text{حداکثر دبی رواناب بر حسب } \frac{m^3}{s}$$

$$C = \text{ضریب رواناب}$$

$$R = \text{رواناب}$$

$$i = \frac{464}{365 \times 24} = \frac{2312116}{46}$$

$$Q = /278 \times /25 \times /053 \times 20/4 = /016 \frac{m^3}{s}$$

حداکثر دبی عبوری در سال ۸۱-۸۰ می باشد.

جدول شماره (۶): حداکثر دبی های عبوری با دور برگشت های مختلف در حوضه آبریز رودخانه هورو گله دار

| دور برگشت | حداکثر دبی عبوری  |
|-----------|-------------------|
| سال       | متر مکعب در ثانیه |
| 2         | 2.5               |
| 5         | 12.7              |
| 10        | 24                |
| 20        | 37                |
| 25        | 38                |
| 50        | 56                |
| 100       | 77                |

#### محاسبه حجم رواناب

هر بارندگی که شروع می شود نفوذ نیز هر زمان با آن شروع می شود. مقداری دیگر از بارندگی نیز درون گودال های سطح حوزه باقی مانده و بخشی نیز جذب برگ گیاهان داخل حوزه شده که به برگاب معروف است اگر بارندگی از این بیشتر شود رواناب شروع می شود. رواناب را با استفاده از معادله S. C. S ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا به صورت زیر می توان محاسبه کرد.

$$Q = \frac{(P - 0.2S)}{P + 0.8S}$$

$$Q = \frac{(604 - 0)}{604 + 0}$$

سالانه  $11118000 m^3 \rightarrow$  حجم رواناب =  $A \times$  ارتفاع رواناب

که در آن ارتفاع رواناب حسب اینج ، ارتفاع بارندگی حسب اینج P و ضریب نگهداشت سطحی می باشد که برای این حوزه حدوداً ۵۲ می باشد.



| سالانه  | فروردین | اسفند  | بهمن    | دی      | آذر     | سال   |
|---------|---------|--------|---------|---------|---------|-------|
| 2312116 | 0       | 0      | 1183309 | 15742   | 1113064 | 82-83 |
| 2279637 | 0       | 0      | 0       | 1274724 | 1001913 | 83-84 |
| 90159   | 0       | 90159  | 0       | 0       | 0       | 84-85 |
| 567908  | 0       | 14354  | 508043  | 0       | 44511   | 85-86 |
| 429553  | 0       | 97299  | 2882309 | 2012484 | 1897524 | 86-87 |
| 1044887 | 13229   | 452181 | 566248  | 13229   | 0       | 87-88 |
| 2071455 | 0       | 0      | 3688759 | 1702084 | 532     | 88-89 |
| 396333  | 0       | 11566  | 0       | 384767  | 0       | 89-90 |
| ۱۱۴۹۰۰۶ | 1653    | 83320  | 364338  | 675379  | 507567  | متوسط |

جدول شماره (۷): حجم رواناب در ماهها و سالهای مختلف (متر مکعب) در حوضه آبریز رودخانه هورو گله دار

### حجم رواناب سالانه

مقدار رواناب سالانه حاصله از بارندگی روی حوزه تعیین S. C. S با استفاده از معادله گردید که این رواناب برای ماهها و سالهای مختلف در جدول ۷-۴ آورده شده است.

همانگونه که این جدول نشان می دهد متوسط رواناب سالانه این رودخانه در ۸ سال اخیر ۱۱۴۹۰۰۶ متر مکعب بوده است که کنترل این حجم آب می تواند کمک زیادی به تغذیه آبهای زیرزمینی منطقه بنماید. نمودار ۹ حجم رواناب را در سالهای مختلف حجم رواناب را در به تفکیک ماهها در سالهای مختلف نشان می دهد؛ و در دی ماه بیشترین مقدار رواناب اتفاق می افتد.

$$\text{ارتفاع رواناب} = \frac{\text{حجم رواناب}}{\text{سطح رواناب}} \rightarrow \frac{2312116 \text{ m}^3}{20.4 \times 100000000}$$

$$h = 0/1133 \text{ m} \times 100$$

$$h = 11/33 \text{ cm}$$

$$\text{سال } 82-83 = 11/33 \text{ cm}$$

$$\text{سال } 83-84 = 11/17 \text{ cm}$$

$$\text{سال } 84-85 = 4/44 \text{ cm}$$

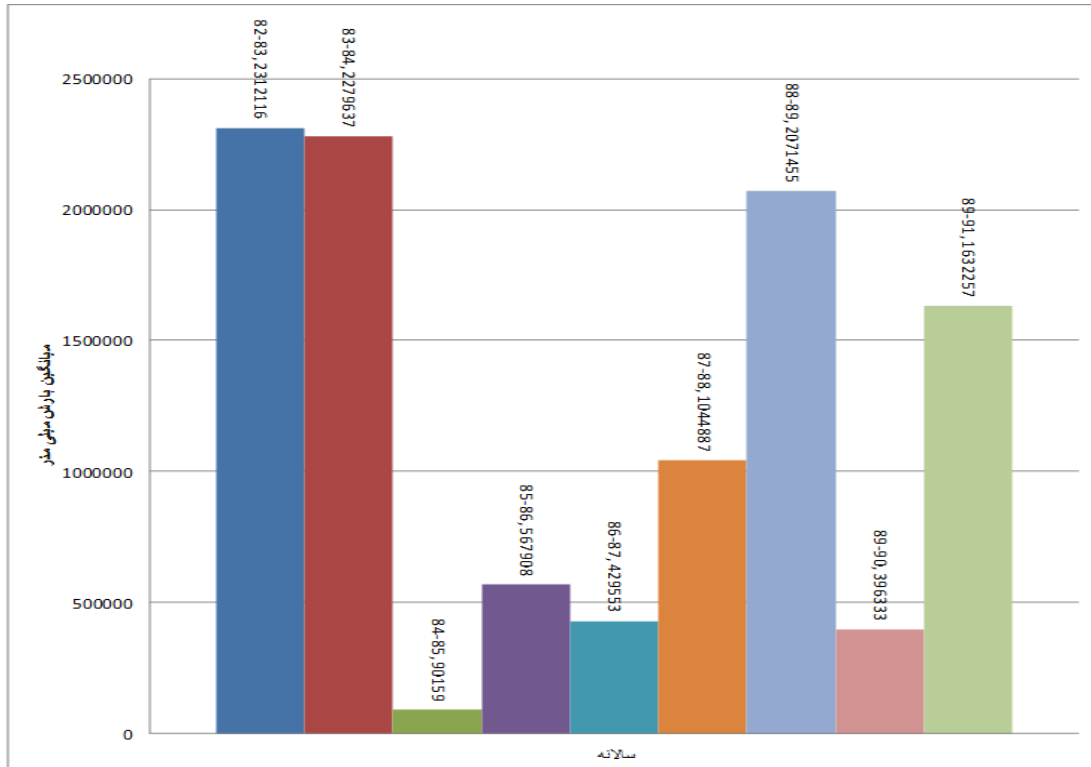
$$\text{سال } 85-86 = 2/8 \text{ cm}$$

$$\text{سال } 86-87 = 2/1 \text{ cm}$$

$$\text{سال } 87-88 = 5/1 \text{ cm}$$

$$\text{سال } 88-89 = 10/2 \text{ cm}$$

$$\text{سال } 89-90 = 1/94 \text{ cm}$$



نمودار شماره (۹): میانگین سالانه حجم رواناب از سال ۸۲-۱۳۹۱ در حوضه آبریز رودخانه هور و منطقه گله‌دار

مطابق نمودار بالا نشان دهنده بیشترین میزان و میانگین بارش در سال آبی ۸۲-۸۳ با میانگین ۲۳۱۲۱۱۶ میلی متر اتفاق افتاده است و کمترین میزان و میانگین بارش در سال آبی ۸۴-۸۵ با میانگین ۹۰۱۵۹ میلی متر اتفاق افتاده است. بارندگی در منطقه از یک نظم خاصی برخوردار نیست و دارای نوسانات زیادی می‌باشد. با این حال در دوره آخر بارندگی‌ها نسبت به گذشته کمتر شده یعنی دوره‌ی اول تا سال ۸۴ میانگین بارندگی حدوداً ۳۵۵ میلی‌متر دوره دوم از سال ۸۵ تا ۹۰ میانگین بارندگی حدوداً ۱۹۶ میلی‌متر بوده است که نشان دهنده‌ی کاهش بارندگی نسبت به گذشته می‌باشد. از سال ۷۱ تا ۸۹ بارش‌های منجر به سیلاب را به دو دوره تقسیم کنیم ملاحظه می‌شود که در دوره‌ی اول از سال ۷۱ تا اواخر آذر ماه ۷۴ میانگین بارش حدود ۸۰ میلی‌متر می‌باشد و در دوره‌ی دوم از اوایل دی ماه ۷۴ تا ۸۹ میانگین بارش حدود ۷۵ میلی‌متر است. لذا نتیجه می‌گیریم که شدت و تواتر سیلاب‌ها در منطقه نسبت به گذشته کمتر شده است. با توجه به شرایط خاک‌های منطقه مورد مطالعه و نفوذ و زمان اندازه‌گیری مقدار CN خاک‌های منطقه بیشتر رسی می‌باشد و قابلیت نفوذ پذیری آن کم است و هر یک ساعت حدود ۲۰ میلی متر آب در خاک نفوذ می‌کند و این مقدار نفوذ کم است و باعث ایجاد سیل در منطقه مورد مطالعه می‌شود. بارش‌های طولانی مدت تر هیدروگراف‌های هموارتری نسبت به رگبارهای کوتاه مدت تر دارند در مجموع سیل بعد از ۴ ساعت بعد از شروع بارش شروع می‌شود. ولی زمان رسیدن به اوج به طول دوره بارش بستگی دارد به نظر می‌رسد





بارش‌های طولانی‌تر، هیدروگراف‌های متقارن‌تری را ایجاد می‌کنند. چون شدت بارش کمتر است. دبی بعد از رسیدن به اوج برای مدتی تداوم دارد.

### بحث و نتیجه‌گیری

تعیین روابط باران- رواناب نقش بسیار اساسی در مطالعات هیدرولوژیکی حوضه ی آبخیز دارد. برآورد هیدروگراف سیل، اولین و مهم ترین قدم در طراحی و اجرای طرح های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی از جمله در طرح های مهار سیلاب به شمار م ی آید. در حوضه های فاقد ایستگاه هیدرومتری برآورد هیدروگراف واحد بر مبنای خصوصیات ژئومورفولوژیکی حوضه ها صورت می‌گیرد.

زمان تمرکز در مبحث حداکثر دبی سیلاب یک حوضه بسیار موثر می‌باشد، پس در مبحث بررسی یک حوضه آبرفتی از شروع رواناب تا زمانی که دبی به حداکثر مقدار تعادل خود برسد مدتی به طول می‌انجامد که آن زمان تمرکز می‌گویند پس نتیجه می‌گیریم که حداکثر دبی در یک حوضه زمانی رخ می‌دهد که مدت بارندگی در حوضه برابر با زمان تمرکز می‌باشد. بنا بر این نتیجه می‌گیریم که چون اراضی حوضه برای پوشش گیاهی است لذا زمان تمرکز یا زمانی که آب سطح حوضه را طی می‌کند ۳/۲ ساعت طول می‌کشد.

### پیشنهادات و راهکارها

تعیین بستر و حریم رودخانه‌ها و مسیل‌ها و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل یکی از ملزومات و پیش‌نیازهای کلیه طرح‌های پیشگیری و کنترل سیلاب از جمله سیستم‌های هشدار سیل، بیمه سیل، نحوه تعیین کاربری اراضی حاشیه رودخانه و آزادسازی محل عبور ایمن جریان رودخانه می‌باشد. وجود این نقشه‌ها در تعیین و ارزیابی خسارات وارده مورد نیاز بوده و ضرورتی انکارناپذیر است.

ساماندهی و مهندسی رودخانه به منظور اصلاح و حفاظت مسیر رودخانه، تثبیت بستر و کنترل فرسایش و رسوب و طراحی سازه‌های کنترل سیل.

ساماندهی مسیل‌ها



## منابع و ماخذ

- اداره کل منابع طبیعی استان فارس (۱۳۹۰). گزارش مختصر  
استاندارداری فارس  
ایستگاه باران سنجی گله دار (۱۳۹۱)  
بهبهانی، دکتر سید محمودرضا: ۱۳۸۸ هیدرولوژی آب های سطحی، انتشارات دانشگاه تهران  
سازمان آب منطقه ای استان فارس ۱۳۸۸  
سازمان خاک استان فارس  
سازمان هواشناسی استان فارس  
سبزی پرور، علی اکبر، ۱۳۷۰، بررسی سینوتیکی سیستم های سیل زا در جنوب غرب ایران - رساله کارشناسی ارشد،  
دانشگاه تهران  
ضیایی، دکتر حجت اله: ۱۳۸۰، بهنیا، دکتر عبدالکریم، (استاد دانشگاه شهید چمران) اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات  
دانشگاه امام رضا (ع)، انتشارات آستان قدس رضوی  
طاهری بهبهانی، محمدطاهر و مصطفی بزرگ زاده. ۱۳۷۵، سیلابهای شهری، انتشارات مرکز تحقیقات مسکن و معماری  
ایران، تهران،  
علیزاده، امین، ۱۳۸۶، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد  
علیجانی، بهلول، ۱۳۷۱، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، تهران  
غیور، حسنعلی، ۱۳۷۵، سیل و مناطق سیل خیز، فصلنامه تحقیقات جغرافیا، ۱۲۰، ۴۰-۱۰۱  
فریفته، جمشید، ۱۳۷۰، تحلیل های کمی در ژئومرفولوژی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران  
کردوانی، پرویز، ۱۳۶۷، مناطق خشک، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران  
کردوانی، پرویز، ۱۳۶۸، منابع و مسائل آب در ایران، انتشارات دانشگاه تهران، تهران  
کردوانی، پرویز، ۱۳۶۸، مناطق خشک، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران  
محمودی لاری، ایوب، ۱۳۸۶، با مقدمه دکتر جمشید صداقت کیش، (گله دار در گذر تاریخ) نشر ایلاف شیراز.  
مصطفی زاده، رئوف، بهره مند و سعدالدین، امیر (۱۳۸۸). شبیه سازی هیدروگراف رواناب مستقیم با مدل هیدروگراف واحد  
لحظه ای کلارک مطالعه موردی: آبخیز جعفرآباد استان گلستان، مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد شانزدهم،  
شماره سوم. [www.gau.ac.ir/journal](http://www.gau.ac.ir/journal)  
مهدوی، محمد، ۱۳۸۴، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ج ۱.  
ولایتی، سعداله، ۱۳۸۵: هیدرولوژی کاربردی، دانشگاه پیام نور تهران.  
مهندسیین مشاور طرح و راهبرد پویا (۱۳۹۱). طرح جامع شهر گله دار  
Barkhordari, J., Telvari, A., Ghiassi, N., and Rastgar, H. 2006. A study on ability of uses  
and assessment of synthetic unit hydrograph in flood estimation in Sikhoran watershed,  
Hormozgan Province. J. Pajohesh & Sazandegi, 71:57-65. (In Persian).  
Barry, P.R., & P. wigington gr. 1986, surface run off from oklahoma forested watersheds,  
Proo. Ocla.Acadsci 66:7-13 .  
Donker, N.H., 2001, A Simple Rainfall-runoff model based on Hydrological Units applied to  
the teba catchment (south-east Spain) Hydrological processes, Vol 15, PP. 135-149.

5 Feb 2016



اولین کنفرانس علمه پژوهش راهکارهای  
توسعه و ترویج آموزش علوم در ایران ۱۶ بهمن ماه ۹۴

**1<sup>st</sup> Scientific Conference on strategies  
for promoting science education in Iran**

**[http:// nseconf.ir](http://nseconf.ir)**

- Hundencha, Y., A. Bardossy & H-W. theisen., 2001, Development of a fuzzy logic-based rainfall-runoff model, Hydrological Sciences Journal, 46(3), PP.363-376
- Niki A. Beyr, Christop portner: 1994 "MIKE 11-Hydrodynamic Simulation of flood protection Systems, Hydroinformatic, 94:407-414.
- Shah, S.M.S., P.E. OConnill, J.R.M. Hosking., 1996, Modelling the effects of spatial variability in rainfall on catchment response, 2. Experiments With distributed and lumped models, J. hydrol., 175:89-111.
- Suwanwerakamtorn, R., 1994, GIS and Hydrologic Modeling for management of small watersheds, ITC Journal No4 P 343.

Archive of SID