

## بر آورد پتانسیل سیلاب با تاکید بر ویژگیهای ژئومورفولوژیک در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روش SCS

محمد رضا ثروتی

دانشیار دانشکده علوم و زمین دانشگاه شهید بهشتی

Rezasarvati@yahoo.com

اردوان بهزاد

دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران (مسئول مکاتبات)

Ardavan@th@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۸

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱

### 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 های آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روش SCS مطالعه و با هم مقایسه گردید. ابعاد هیدروگراف حوضه ها 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 هر یک از حوضه ها در دوره های زمانی ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال محاسبه گردید. نتایج نشان داد که با توجه به فیزیوگرافی و مورفولوژی حوضه فیره رود، توان سیل خیزی این حوضه بالاتر از حوضه زیلکی است.

واژه های کلیدی: هیدروگراف، روش SCS، آنالیز منطقه ای، شماره منحنی (CN)، بارش مازاد، زمان تمرکز، زمان تا اوج، دبی اوج.

### 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 حل های 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 (Soil Conservation Services) SCS 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 آورد مختصات نقاط هیدروگراف از روی ( $t/t_p$ ) و ( $q/q_p$ ) لازم است مقادیر  $t_p$  و  $q_p$  محاسبه گردد. [۱]

در این زمینه تحقیقات زیادی در داخل و خارج کشور انجام گرفته است. حیدری زاده، مجید (۱۳۸۹) توسعه روش SCS با مفهوم روش منطقی در برآورد پیک سیلاب را برای حوضه مورد مطالعه خود (هلیلان) انجام داده است، Geetha و همکاران (۲۰۰۸) در کشور هند تداوم بازسازی مدل پیش بینی هیدرولوژیکی را بر پایه SCS-CN در حوضه های کوچک مورد مطالعه قرار داده اند و سیلاب را هر یک از زیر حوضه ها بررسی نموده اند. یحیی، مصطفی و همکاران (۲۰۱۰) در کشور هند روش SCS را با GIS تلفیق و آن را به عنوان یک مدل ارائه می دهد، بطوریکه خسارت ناشی از سیلاب را در حوضه مورد بررسی خود برآورد کرده است. Resma و همکاران (۲۰۱۰) نیز روش SCS را با RS و GIS تلفیق و سیلاب را در حوضه مادی کوندا و زیر حوضه های آن مورد بررسی قرار دادند.

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 سیلخیزی این حوضه ها قبل از هر گونه توسعه های عمرانی در این بخشها توصیه می گردد. در حال حاضر بر روی رودخانه زیلکی، یک سد خاکی در حال احداث می باشد. در سال ۱۳۸۹، رودخانه زیلکی حالتی سیلابی پیدا نمود بطوریکه مسئولین احتمال شکست سد را دادند، از اینرو به تمامی مراکز جمعیتی حاشیه این رودخانه هشدار داده شد که منازل مسکونی خود را ترک کرده و به بخشهای مرتفع پناه ببرند. حوضه آبخیز رودخانه فیره رود نیز بدلیل مجاورت با حوضه آبخیز زیلکی و شرایط یکسان از نظر فیزیوگرافی نیز چنین حالتی را پیدا نمود. بدلیل احتمال وقوع چنین سیلابهایی، تمرکز مراکز جمعیتی در حاشیه این رودخانه ها و جلوگیری از فاجعه احتمالی، در این مقاله خصوصیات فیزیوگرافی و سیلخیزی دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با روش SCS مورد مطالعه و با هم مقایسه گردیده است.

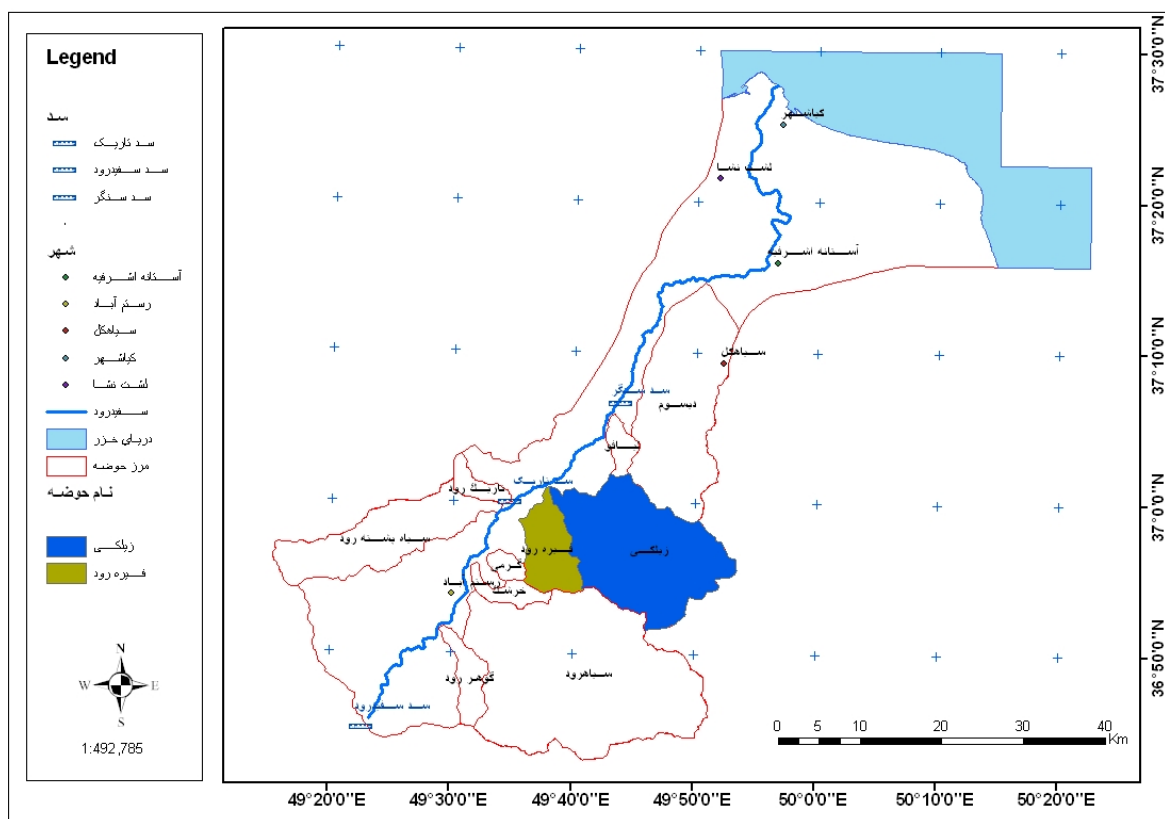
## مواد و روش ها

### ویژگیهای منطقه مورد مطالعه

دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود در استان گیلان و شهرستان رودبار گسترده شده اند. رودخانه های جاری در این دو حوضه در موازات یکدیگر بعد از سد تاریک، در حوالی امامزاده هاشم و از بخش شرقی وارد بستر سفیدرود می گردند. سرچشمه رودخانه زیلکی ارتفاعات دیلمان و کوه درفک و سرچشمه رودخانه فیره رود تنها کوه درفک می باشد. موقعیت جغرافیایی و مشخصات دو حوضه مطابق جدول ذیل ارائه شده است.

جدول شماره ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه های آبخیز زیلکی و فیره رود

نام حوضه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حداکثر ارتفاع	حداقل ارتفاع	متوسط ارتفاع اصلی	طول آبراهه اصلی
زیلکی	۴۹ ۵۳ ۲۵ - ۴۹ ۳۷ ۵۴	۳۶ ۵۱ ۳۵ - ۳۷ ۰۱ ۵۴	۲۵۸۰	۵۰	۱۳۱۵	۳۱,۵۵
فیره رود	۴۹ ۴۰ ۴۹ - ۴۹ ۳۵ ۲۳	۳۶ ۵۳ ۵۸ - ۳۷ ۰۰ ۵۹	۲۶۰۰	۵۰	۱۳۲۵	۱۶,۷۳



شکل شماره ۱: نقشه موقعیت حوضه های آبخیز زیلکی و فیره رود

## روش مطالعه

این تحقیق بر پایه مشاهدات میدانی و روش کتابخانه ای - تحلیلی با استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ 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، آمار دبی ایستگاههای هیدرومتری این مرکز تهیه شده است.

در ابتدا محدوده حوضه های آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از نرم افزار Arc GIS بر روی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ مشخص و در محیط این نرم افزار خصوصیات فیزیوگرافی حوضه ها نظیر مساحت، شکل و سطوح ارتفاعی تعیین گردید. فیزیوگرافی این حوضه ها به گونه ای است که بخشی از آن کوهستانی و بخشی دیگر که خروجی آنها را در بر می گیرد، ماهیتی کوهپایه ای و دشتی دارند. بنابراین جهت بررسی اقلیم این دو حوضه ۴ ایستگاه تبخیر سنجی که نزدیکترین ایستگاه به آنها بود انتخاب گردید. دو ایستگاه شاه شهیدان و اسپیلی با ماهیت کوهستانی و دو ایستگاه تونکی و شهر بیجار با ماهیت دشتی در نظر گرفته شد. دوره آماری در این چهار ایستگاه

۸۶- ۱۳۶۴ انتخاب و با توجه به روابط بارندگی و ارتفاع ضرایب ثابت جهت برآورد بارندگی و دما در این حوضه ها ارائه گردید:

جدول شماره ۲: ضرایب همبستگی دما و بارندگی برای حوضه های آبخیز زلیکی و فیره رود ۸۶ - ۱۳۶۴

سال	ضرایب مربوط به بارندگی	$R^2$	ضرایب مربوط به دما	$R^2$
مهر	$P = -0.07 H + 158.05$	-۱	$T_{mean} = -0.002 H + 18.94$	-۰.۸۹
آبان	$P = -0.04 H + 144.87$	-۰.۹۸	$T_{mean} = -0.004 H + 15.23$	-۱
آذر	$P = -0.03 H + 135.25$	-۰.۸۶	$T_{mean} = -0.004 H + 10.60$	-۱
دی	$P = -0.04 H + 105.17$	-۰.۸۹	$T_{mean} = -0.004 H + 8.33$	-۱
بهمن	$P = -0.02 H + 102.26$	-۰.۵۵	$T_{mean} = -0.003 H + 7.43$	-۱
اسفند	$P = -0.04 H + 105.37$	-۰.۹۸	$T_{mean} = -0.003 H + 9.15$	-۰.۹۹
فروردین	$P = -0.01 H + 96.23$	-۰.۶۱	$T_{mean} = -0.003 H + 13.19$	-۱
اردیبهشت	$P = -0.01 H + 76.30$	-۰.۷۹	$T_{mean} = -0.003 H + 17.67$	-۰.۹۹
خرداد	$P = -0.01 H + 56.93$	-۰.۴۶	$T_{mean} = -0.004 H + 22.42$	-۰.۹۹
تیر	$P = -0.03 H + 89.01$	-۰.۹۶	$T_{mean} = -0.005 H + 24.77$	-۰.۹۹
مرداد	$P = -0.04 H + 78.30$	-۱	$T_{mean} = -0.004 H + 25.96$	-۰.۹۹
شهریور	$P = -0.09 H + 179.37$	-۱	$T_{mean} = -0.003 H + 23.65$	-۱
سالانه	$P = -0.45 H + 1335.65$	-۰.۹۹	$T_{mean} = -0.003 H + 16.46$	-۰.۹۹

آبدهی رودخانه های این دو حوضه نیز بدست آمد. رودخانه زلیکی دارای یک ایستگاه هیدرومتری (شهر بیجار) است. اما رودخانه فیره رود 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 ذیل بدست آمد:

جدول شماره ۳: معادلات همبستگی دبی ماهانه حوضه آبخیز فیره رود ( $m^3/s$ ) دوره آماری ۸۶ - ۱۳۶۴

سال	ضرایب مربوط به بارندگی	$R^2$
مهر	$Q = 0.00042 A + 6.34$	۰.۳۱
آبان	$Q = 0.001 A + 7.10$	۰.۷۲
آذر	$Q = 0.002 A + 5.98$	۰.۹۱
دی	$Q = 0.002 A + 4.43$	۰.۹۵
بهمن	$Q = 0.002 A + 5.54$	۰.۹۵
اسفند	$Q = 0.005 A + 6.44$	۰.۹۸
فروردین	$Q = 0.012 A + 5.31$	۱
اردیبهشت	$Q = 0.015 A + 2.31$	۱
خرداد	$Q = 0.008 A + 1.64$	۰.۹۹
تیر	$Q = 0.003 A + 2.36$	۰.۹۸
مرداد	$Q = 0.001 A + 1.97$	۰.۹۵
شهریور	$Q = 0.0001 A + 4.53$	۰.۳۷
سالانه	$Q = 0.004 A + 4.36$	۰.۹۸

با تعیین خصوصیات فیزیوگرافی، اقلیم، آبدهی حوضه های آبخیز، ابعاد هیدروگراف این حوضه ها 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 کلیماتولوژی لاهیجان و متوسط بارش حوضه های آبخیز، در ابتدا بارشهای ۱ ساعته با دروه بازگشت ۱۰ ساله ( $P_{1.6}$ ) محاسبه و سپس با استفاده از نرم افزار RIMAC ۱.۰ بارشهای ۲۴ ساعته حوضه ها با دروه های بازگشت مختلف محاسبه گردید.

- زمان تمرکز<sup>۱</sup> (Time of concentration) حوضه ها با استفاده از روش از روش کرپیچ (Kirpich) (بدست آمد. [۶])

- شماره منحنی (Curve Number): جهت تعیین CN در حوضه ها پارامترهای زیر ضروری می باشد:

- نوع استفاده از زمین (Land use)

- عملیات زراعی (Treatment of Practices)

- وضعیت هیدرولوژیکی (Hydrology Condition)

- گروه هیدرولوژیکی خاک (Hydrology Soil group)

با توجه به شرایط یکسان حوضه ها از نظر فیزیوگرافی، پوشش گیاهی و شرایط خاک، مقادیر CN حوضه ها نیز بدست آمد. [۶]

- بدست آوردن مقدار S (کمبود اولیه ذخیره رطوبت خاک) از روی شماره منحنی

$$S = (1000 / CN) - 10$$

ارتفاع بارش مازاد (Effective rainfall - Rainfall excess) در حوضه ها با توجه به روابط ذیل بدست آمد: [۹]

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

CN = شماره منحنی

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

Q = مقدار بارش اضافی (میلیمتر یا اینچ)

P = بارش ۲۴ ساعته (میلیمتر)

- زمان تا اوج (time to peak) از رابطه ذیل بدست آمد. [۹]

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

زمان تا اوج =  $t_p$

زمان تمرکز =  $T_c$

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.

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: [۹]

$$q_p = 2.083 A Q / t_p$$

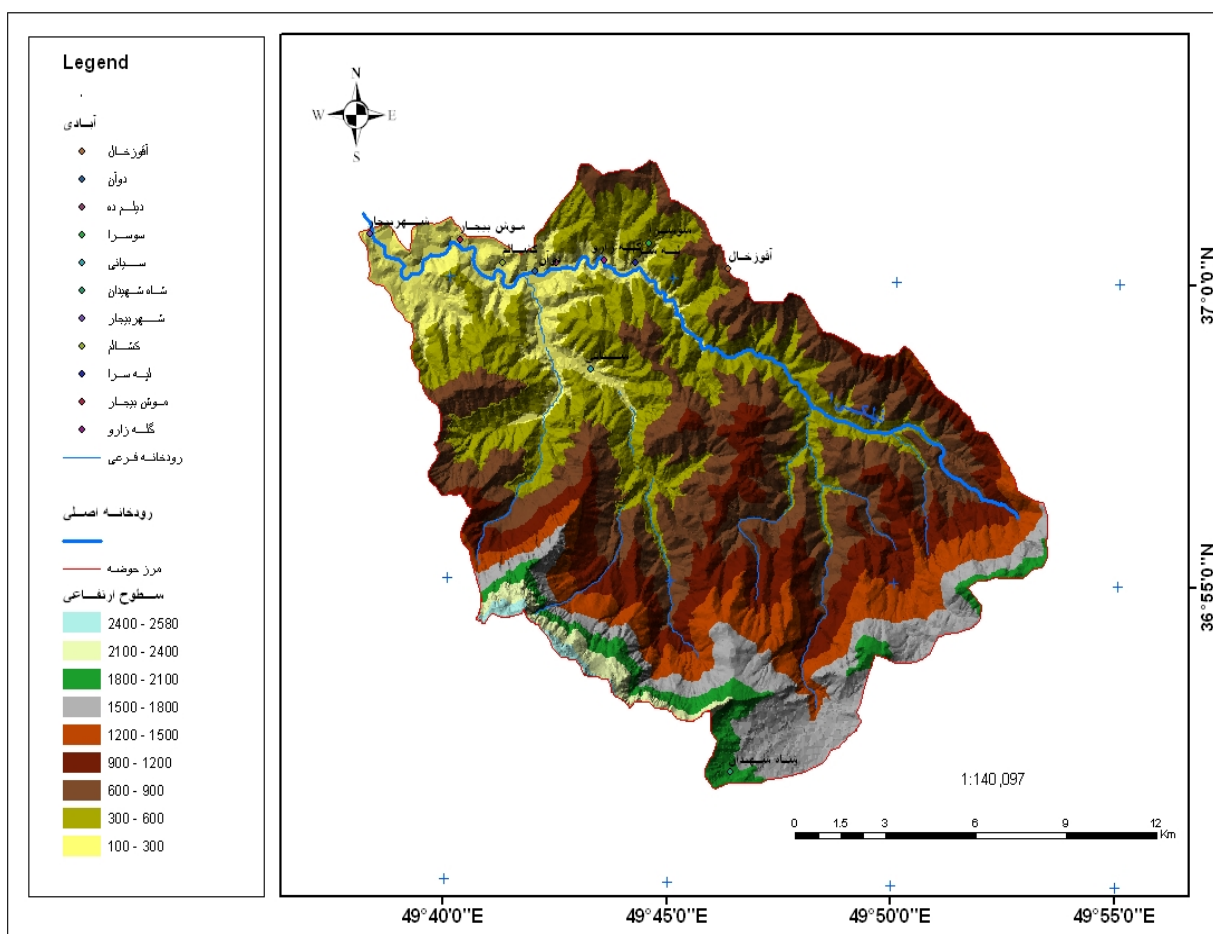
$q_p$  = دبی اوج به متر مکعب در ثانیه

$A$  = مساحت حوضه به کیلومتر مربع

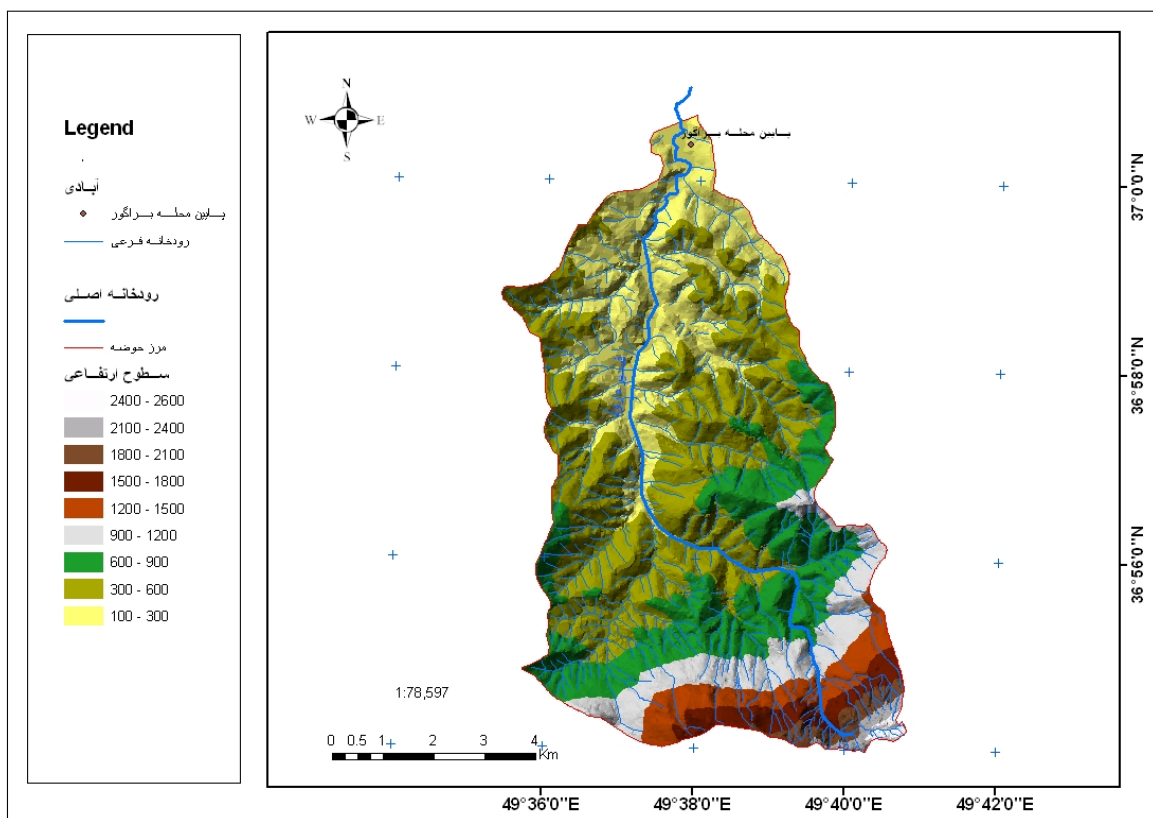
$Q$  = ارتفاع رواناب مستقیم یا بارش مازاد به سانتی متر

$T_p$  = 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 آبخیز زلیکی



شکل شماره ۳: نقشه سطوح ارتفاعی حوضه آبخیز فیروز رود

### یافته های تحقیق

اقلیم: بر اساس ضرائب بدست آمده بارندگی - ارتفاع و دما - ارتفاع، بارندگی و دما در حوضه های آبخیز زیلکی و فیروز رود مطابق جدول ذیل ارائه می گردد.

جدول شماره ۴: مقادیر بارندگی و دما در محدوده مورد مطالعه

پارامتر	حوضه	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	سالانه
بارندگی	زیلکی	۵۸,۸۳	۸۲,۱۹	۵۳,۸۵	۸۵,۰۹	۵۷,۹۹	۴۲,۳۱	۵۱,۵۳	۲۷,۹۱	۶۶,۳۶	۶۹,۹۴	۹۶,۸۱	۹۳,۵۴	۷۴۷,۴۰
	فیروز رود	۵۷,۶۰	۸۱,۶۵	۵۲,۴۸	۸۴,۸۰	۵۷,۵۰	۴۱,۹۲	۵۰,۵۳	۲۶,۵۶	۶۳,۳۵	۶۷,۶۰	۹۵,۵۳	۹۲,۴۳	۷۳۱,۷۴
دما	زیلکی	۳,۵۹	۳,۴۶	۵,۶۴	۹,۶۰	۱۳,۳۱	۱۷,۴۹	۱۸,۴۶	۲۱,۰۲	۱۹,۶۰	۱۶,۰۴	۱۰,۴۵	۵,۴۲	۱۲,۱۹
	فیروز رود	۳,۴۶	۳,۳۵	۵,۵۴	۹,۵۰	۱۳,۱۹	۱۷,۳۵	۱۸,۲۸	۲۰,۸۸	۱۹,۴۸	۱۵,۹۶	۱۰,۳۱	۵,۲۷	۱۲,۰۷

با توجه به جدول فوق ملاحظه می گردد که روند بارندگی و دمایی در هر دو حوضه تقریباً با هم برابر می باشند. مجموع بارندگی سالانه در حوضه های آبخیز زیلکی و فیروز رود به ترتیب ۷۴۷/۴۰ و ۷۳۱/۷۴ میلیمتر برآورد شده است. در هر دو حوضه بیشینه بارندگی در ماه آبان و کمینه آن در ماه مرداد قرار دارد. متوسط دما در حوضه های آبخیز زیلکی و فیروز رود به ترتیب ۱۲/۱۹ و ۱۲/۰۷ برآورد گردیده است. در دو حوضه بیشینه دما در ماه مرداد و کمینه آن در ماه بهمن قرار دارد.

**آبدهی:** همچنین آبدهی این رودخانه با توجه به ایستگاه هیدرومتری شهر بیجار بر روی رودخانه زلیکی و ضرائب بدست آمده از آنالیز منطقه ای برای رودخانه فیره رود مطابق جدول ذیل بدست آمد:

جدول شماره ۵: آبدهی رودخانه های زلیکی و فیره رود ( $m^3/s$ ) - در دوره آماری ۸۶-۱۳۶۴

سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	حوضه
۷,۳۳	۶,۹۸	۲,۲۱	۴,۰۵	۲,۹۷	۵,۶۶	۱۰,۳۷	۱۰,۷۲	۸,۰۲	۶,۵۶	۸,۹۳	۱۱,۴۶	۱۰,۰۲	زلیکی
۴,۷۷	۴,۵۵	۲,۰۵	۲,۵۶	۲,۱۴	۳,۲۱	۶,۰۶	۶,۷۳	۵,۶۹	۴,۵۷	۶,۱۲	۷,۱۹	۶,۳۷	فیره رود

آبدهی رودخانه ها نشان می دهند که با شروع بارندگیهای منطقه از ماه شهریور، دبی رودخانه ها افزایش یافته، بطوریکه در ماه آبان که بارندگیها به اوج خود می رسند، آبدهی رودخانه ها نیز بالاترین مقادیر را دارند.

**فیزیوگرافی:** مطالعات فیزیوگرافی حوضه ها نشان داد که مساحت حوضه های آبخیز زلیکی و فیره رود به ترتیب  $۲۴۱/۷۰$  و  $۶۱/۶۱$  کیلومتر مربع برآورد شده است، همچنین شکل این حوضه ها، نزدیک به حوضه های 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، آنها 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، آنها به تدریج تخلیه شده و هیدروگراف حالت کشیده پیدا می کند. با توجه به ضرائب بدست آمده از روشهای گراولوس، هورتون، میلر و مستطیل معادل، حوضه های زلیکی و فیره رود دارای شکل تقریبا کشیده می باشند.

**عوامل ژئومورفولوژیک تاثیر گذار:** مطالعات ژئومورفولوژیک نشان داد که دو حوضه زلیکی و فیره رود، جزء حوضه های نامتقارن محسوب می گردند. حوضه زلیکی دارای روند شمال غرب - جنوب شرق است، بطوریکه رودخانه اصلی آن با همین روند، حوضه را زهکشی نموده است. فرم قرار گرفتن رودخانه اصلی به گونه ای است که حوضه زلیکی را به دو بخش شمال شرق - جنوب غرب تقسیم کرده است. بیشترین حجم ارتفاعات حوضه در بخش جنوب غرب آن گسترش دارند، بطوریکه آبراهه های این بخش نسبت به بخش شمال شرق طولانی تر هستند. روند آبراهه های فرعی این حوضه شمالی - جنوبی است و این عامل باعث شده است که جهت دامنه های آن غربی - شرقی باشند. حوضه فیره رود 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 و آبراهه های آن طولانی تر از بخش غربی است. روند آبراهه های فرعی این حوضه غربی - شرقی است بنحویکه گسترش آبراهه ها سبب شکل گرفتن دامنه هایی با جهت شمالی - جنوبی شده است. در هر دو حوضه حدود ۷۵٪ شیب در کلاسه های ۳۰-۶۰ و ۶۰ < قرار دارند که نشاندهنده کوهستانی بودن و فرسایش شدید در این حوضه ها می باشد. شیب آبراهه اصلی رودخانه زلیکی ۳/۶۴٪ و شیب رودخانه فیره رود حدود ۱۱/۶۵ درصد برآورد گردید.



مطالعات شیب بستر رودخانه ها حاکی از آن است که حوضه زیلکی دارای دره های عمیق تر نسبت به حوضه فیره رود است.

با توجه به بازدیدهای میدانی ملاحظه گردید که در مسیر رودخانه های زیلکی و فیره رود چالابهای زیادی وجود دارند که این چالابها بوسیله نقاط کم عمق بستر رودخانه به هم متصل می گردند. از طرفی در بستر این رودخانه ها بار بستر درشت و در پاره ای موارد صخره های سنگی گسترش دارند. چالابها و بار بستر درشت نشاندهنده دینامیک شدید رودخانه در دورههای گذشته می باشد. منحنی هیپسومتری ( رابطه بین ارتفاع و مقطع افقی شبکه زهکشی)، این دو رودخانه نشان داد که رودخانه های زیلکی و فیره رود در مرحله پیری به سر می برند، همچنین بستر رودخانه فیره رود یکنواخت تر از بستر رودخانه زیلکی می باشد.

برآورد سیلاب به روش SCS: برای بدست آوردن ابعاد هیدروگراف حوضه های آبخیز زیلکی و فیره رود مقادیر بارندگی ۲۴ ساعته این حوضه ها مطابق جدول ذیل محاسبه گردید.

جدول شماره ۶: بارشهای ۲۴ ساعته حوضه های آبخیز با دورههای بازگشت مختلف

حوضه آبخیز	بارش حداکثر ۲۴ ساعته با دوره بازگشتهای مختلف						P ۱۰٪	ایستگاه منا	بارش ۲۴ ساعته	بارش متوسط حوضه
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰				
زیلکی	۴۱,۱۳	۶۲,۸۶	۷۷,۲۶	۹۵,۳۶	۱۰۸,۷۵	۱۲۲	۲۶,۱	لاهیجان	۲۶,۶	۶۵,۵۳
فیره رود	۴۱,۲۸	۶۳,۲۲	۷۷,۷۱	۹۵,۹۱	۱۰۹,۳۷	۱۲۲,۷	۲۶,۲۵	لاهیجان	۲۶,۶	۶۴,۳۳

- در روش SCS زمان تمرکز حوضه های آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روش کرپیچ (Kirpich) [۶] (مقادیر به ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۲۱ ساعت بدست آمد.

- وضعیت سطحی حوضه های زیلکی و فیره رود از نظر خاک، پوشش گیاهی، چگونگی استفاده از زمین و رطوبت اولیه خاک دارد در شرایط یکسانی قرار دارند. بنابراین شماره منحنی یا CN این حوضه ها عدد ۷۵ بدست آمد. [۶]

- کمبود اولیه ذخیره رطوبت خاک یا S برای حوضه های آبخیز زیلکی و فیره رود ۸/۵ 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 S, CN و ارتفاع بارش مازاد

حوضه آبخیز	CN	S میلیمتر	ارتفاع بارش مازاد به میلیمتر					
			۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
زیلکی	۷۵	۸,۵	۳۲,۵	۵۳,۷	۶۸,۰	۸۵,۹	۹۹,۲	۱۱۲,۴
فیره رود	۷۵	۸,۵	۳۲,۶	۵۴,۱	۶۸,۴	۸۶,۴	۹۹,۸	۱۱۳,۱

- با توجه به مقادیر زمان تمرکز، زمان تا اوج برای حوضه های زیلکی و فیره رود ۱/۰۵ و ۰/۵۸ بدست آمد، بدین معنی که زمان اوج دبی سیلاب در رودخانه زیلکی ۱/۰۵ ساعت و در حوضه فیره رود ۰/۵۸ 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 های آبخیز زیلکی و فیره رود محاسبه گردید.

جدول شماره ۸: دبی حداکثر لحظه ای حوضه های آبخیز با دوره های بازگشت مختلف

حوضه آبخیز	مساحت (km <sup>۲</sup> )	T <sub>c</sub>	T <sub>p</sub>	دبی حداکثر لحظه ای به مترمکعب بر ثانیه					
				۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
زیلکی	۲۴۱,۷	۰,۵۳	۱,۰۵	۱۵۵۹,۳۸	۲۵۸۰,۶۶	۳۲۶۳,۸۲	۴۱۲۵,۹۲	۴۷۶۵,۱۴	۵۳۹۹,۴۳
فیره رود	۶۱,۶۱	۰,۲۱	۰,۵۸	۷۱۹,۵۴	۱۱۹۳,۳۰	۱۵۰۹,۱۳	۱۹۰۷,۳۷	۲۲۰۲,۵۶	۲۴۹۵,۷۱

با توجه به مطالب فوق و با در دست داشتن  $t_p$  (زمان تا اوج)  $q_p$  (حداکثر دبی لحظه ای) ابعاد هیدروگراف واحد حوضه ها در دوره های 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:

$$t / t_p = 0.1$$

۰/۱ عدد ثابت ستون یک می باشد.  $T_p$  حوضه آبخیز زیلکی ۱/۰۵ ساعت برآورد شده است، عدد ۱/۰۵ 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:

$$Q / Q_p = 0.03$$

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.

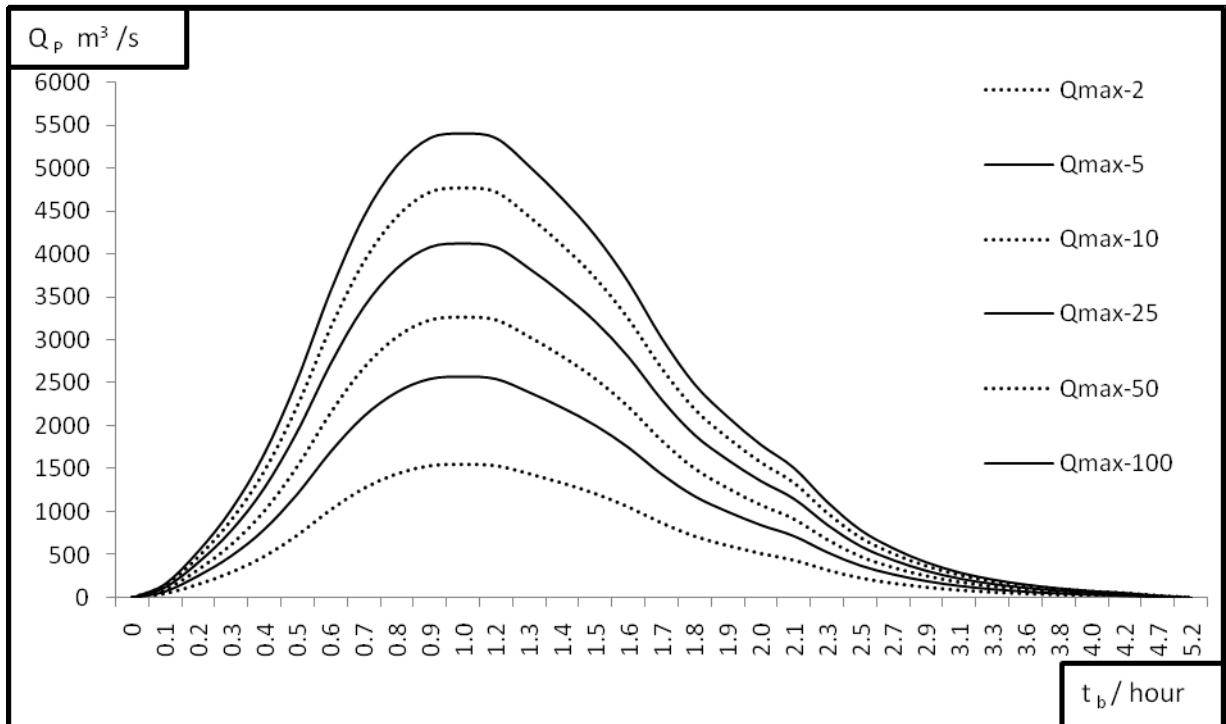
پس از ساختن ابعاد هیدروگراف دو حوضه زیلکی و فیره رود، نمودار هیدروگراف این دو حوضه نیز ترسیم گردید.

جدول شماره ۹: ابعاد هیدروگراف حوضه آبخیز زلیکی در دوره‌های بازگشت مختلف

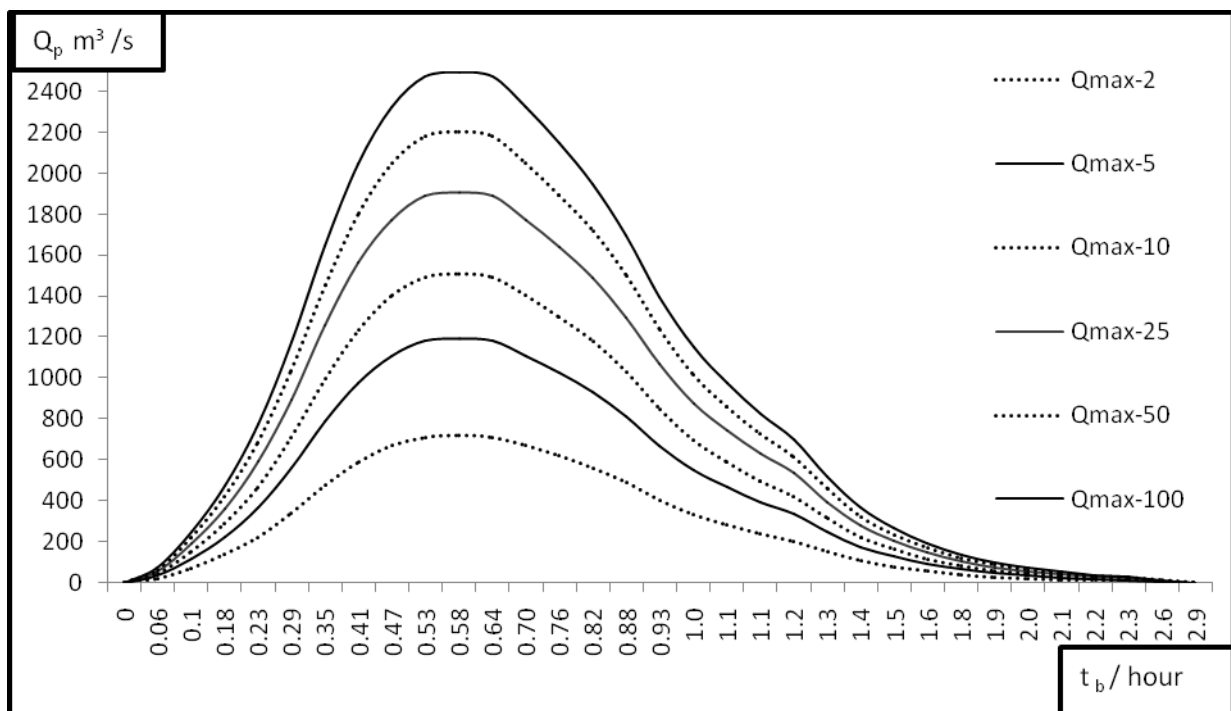
$t/t_p$	t	Q/Q <sub>p</sub>	Q <sub>max-۲</sub>	Q <sub>max-۵</sub>	Q <sub>max-۱۰</sub>	Q <sub>max-۲۵</sub>	Q <sub>max-۵۰</sub>	Q <sub>max-۱۰۰</sub>
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰,۱	۰,۱	۰,۰۳	۴۶,۷۸	۷۷,۴۲	۹۷,۹۱	۱۲۳,۷۸	۱۴۲,۹۵	۱۶۱,۹۸
۰,۲	۰,۲	۰,۱	۱۵۵,۹۴	۲۵۸,۰۷	۳۲۶,۳۸	۴۱۲,۵۹	۴۷۶,۵۱	۵۳۹,۹۴
۰,۳	۰,۳	۰,۱۹	۲۹۶,۲۸	۴۹۰,۳۲	۶۲۰,۱۳	۷۸۳,۹۲	۹۰۵,۳۸	۱۰۲۵,۸۹
۰,۴	۰,۴	۰,۳۱	۴۸۳,۴۱	۸۰۰,۰۰	۱۰۱۱,۷۹	۱۲۷۹,۰۳	۱۴۷۷,۱۹	۱۶۷۳,۱۲
۰,۵	۰,۵	۰,۴۷	۷۳۲,۹۱	۱۲۱۲,۹۱	۱۵۳۴,۰۰	۱۹۳۹,۱۸	۲۲۳۹,۶۱	۲۵۳۷,۷۳
۰,۶	۰,۶	۰,۶۶	۱۰۲۹,۱۹	۱۷۰۳,۲۳	۲۱۵۴,۱۲	۲۷۲۳,۱۰	۳۱۴۴,۹۹	۳۵۶۳,۶۳
۰,۷	۰,۷	۰,۸۲	۱۲۷۸,۶۹	۲۱۱۶,۱۴	۲۶۷۶,۳۴	۳۳۸۳,۲۵	۳۹۰۷,۴۱	۴۴۲۷,۵۳
۰,۸	۰,۸	۰,۹۳	۱۴۵۰,۲۲	۲۴۰۰,۰۱	۳۰۳۵,۳۶	۳۸۳۷,۱۰	۴۴۳۱,۵۸	۵۰۲۱,۴۷
۰,۹	۰,۹	۰,۹۹	۱۵۴۳,۷۹	۲۵۵۴,۸۵	۳۲۳۱,۱۹	۴۰۸۴,۶۶	۴۷۱۷,۴۹	۵۳۴۵,۴۴
۱	۱,۰	۱	۱۵۵۹,۳۸	۲۵۸۰,۶۶	۳۲۶۳,۸۲	۴۱۲۵,۹۲	۴۷۶۵,۱۴	۵۳۹۹,۴۳
۱,۱	۱,۲	۰,۹۹	۱۵۴۳,۷۹	۲۵۵۴,۸۵	۳۲۳۱,۱۹	۴۰۸۴,۶۶	۴۷۱۷,۴۹	۵۳۴۵,۴۴
۱,۲	۱,۳	۰,۹۳	۱۴۵۰,۲۲	۲۴۰۰,۰۱	۳۰۳۵,۳۶	۳۸۳۷,۱۰	۴۴۳۱,۵۸	۵۰۲۱,۴۷
۱,۳	۱,۴	۰,۸۶	۱۳۴۱,۰۷	۲۲۱۹,۳۶	۲۸۰۶,۸۹	۳۵۴۸,۲۹	۴۰۹۸,۰۲	۴۶۴۳,۵۱
۱,۴	۱,۵	۰,۷۸	۱۲۱۶,۳۲	۲۰۱۲,۹۱	۲۵۴۵,۷۸	۳۲۱۸,۲۱	۳۷۱۶,۸۱	۴۲۱۱,۵۶
۱,۵	۱,۶	۰,۶۸	۱۰۶۰,۳۸	۱۷۵۴,۸۵	۲۲۱۹,۴۰	۲۸۰۵,۶۲	۳۲۴۰,۲۹	۳۶۷۱,۶۱
۱,۶	۱,۷	۰,۵۶	۸۷۳,۲۵	۱۴۴۵,۱۷	۱۸۲۷,۷۴	۲۳۱۰,۵۱	۲۶۶۸,۴۸	۳۰۲۳,۶۸
۱,۷	۱,۸	۰,۴۶	۷۱۷,۳۲	۱۱۸۷,۱۰	۱۵۰۱,۳۶	۱۸۹۷,۹۲	۲۱۹۱,۹۶	۲۴۸۳,۷۴
۱,۸	۱,۹	۰,۳۹	۶۰۸,۱۶	۱۰۰۶,۴۶	۱۲۷۲,۸۹	۱۶۰۹,۱۱	۱۸۵۸,۴۰	۲۱۰۵,۷۸
۱,۹	۲,۰	۰,۳۳	۵۱۴,۶۰	۸۵۱,۶۲	۱۰۷۷,۰۶	۱۳۶۱,۵۵	۱۵۷۲,۵۰	۱۷۸۱,۸۱
۲	۲,۱	۰,۲۸	۴۳۶,۶۳	۷۲۲,۵۸	۹۱۳,۸۷	۱۱۵۵,۲۶	۱۳۳۴,۲۴	۱۵۱۱,۸۴
۲,۲	۲,۳	۰,۲۰۷	۳۲۲,۷۹	۵۳۴,۲۰	۶۷۵,۶۱	۸۵۴,۰۶	۹۸۶,۳۸	۱۱۱۷,۶۸
۲,۴	۲,۵	۰,۱۴۷	۲۲۹,۲۳	۳۷۹,۳۶	۴۷۹,۷۸	۶۰۶,۵۱	۷۰۰,۴۸	۷۹۳,۷۲
۲,۶	۲,۷	۰,۱۰۷	۱۶۶,۸۵	۲۷۶,۱۳	۳۴۹,۲۳	۴۴۱,۴۷	۵۰۹,۸۷	۵۷۷,۷۴
۲,۸	۲,۹	۰,۰۷۷	۱۲۰,۰۷	۱۹۸,۷۱	۲۵۱,۳۱	۳۱۷,۷۰	۳۶۶,۹۲	۴۱۵,۷۶
۳	۳,۱	۰,۰۵۵	۸۵,۷۷	۱۴۱,۹۴	۱۷۹,۵۱	۲۲۶,۹۳	۲۶۲,۰۸	۲۹۶,۹۷
۳,۲	۳,۳	۰,۰۴	۶۲,۳۸	۱۰۳,۲۳	۱۳۰,۵۵	۱۶۵,۰۴	۱۹۰,۶۱	۲۱۵,۹۸
۳,۴	۳,۶	۰,۰۲۹	۴۵,۲۲	۷۴,۸۴	۹۴,۶۵	۱۱۹,۶۵	۱۳۸,۱۹	۱۵۶,۵۸
۳,۶	۳,۸	۰,۰۲۱	۳۲,۷۵	۵۴,۱۹	۶۸,۵۴	۸۶,۶۴	۱۰۰,۰۷	۱۱۳,۳۹
۳,۸	۴,۰	۰,۰۱۵	۲۳,۳۹	۳۸,۷۱	۴۸,۹۶	۶۱,۸۹	۷۱,۴۸	۸۰,۹۹
۴	۴,۲	۰,۰۱۱	۱۷,۱۵	۲۸,۳۹	۳۵,۹۰	۴۵,۳۹	۵۲,۴۲	۵۹,۳۹
۴,۵	۴,۷	۰,۰۰۵	۷,۸۰	۱۲,۹۰	۱۶,۳۲	۲۰,۶۳	۲۳,۸۳	۲۷,۰۰
۵	۵,۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول شماره ۱۰: ابعاد هیدروگراف حوضه آبخیز فیره رود در دورههای بازگشت مختلف

t/t <sub>p</sub>	t	Q/Q <sub>p</sub>	Q <sub>max-۲</sub>	Q <sub>max-۵</sub>	Q <sub>max-۱۰</sub>	Q <sub>max-۲۵</sub>	Q <sub>max-۵۰</sub>	Q <sub>max-۱۰۰</sub>
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰,۱	۰,۰۶	۰,۰۳	۲۱,۵۹	۳۵,۸۰	۴۵,۲۷	۵۷,۲۲	۶۶,۰۸	۷۴,۸۷
۰,۲	۰,۱	۰,۱	۷۱,۹۵	۱۱۹,۳۳	۱۵۰,۹۱	۱۹۰,۷۴	۲۲۰,۲۶	۲۴۹,۵۷
۰,۳	۰,۱۸	۰,۱۹	۱۳۶,۷۱	۲۲۶,۷۳	۲۸۶,۷۳	۳۶۲,۴۰	۴۱۸,۴۹	۴۷۴,۱۹
۰,۴	۰,۲۳	۰,۳۱	۲۲۳,۰۶	۳۶۹,۹۲	۴۶۷,۸۳	۵۹۱,۲۹	۶۸۲,۷۹	۷۷۳,۶۷
۰,۵	۰,۲۹	۰,۴۷	۳۳۸,۱۸	۵۶۰,۸۵	۷۰۹,۲۹	۸۹۶,۴۶	۱۰۳۵,۲۱	۱۱۷۲,۹۸
۰,۶	۰,۳۵	۰,۶۶	۴۷۴,۹۰	۷۸۷,۵۸	۹۹۶,۰۲	۱۲۵۸,۸۶	۱۴۵۳,۶۹	۱۶۴۷,۱۷
۰,۷	۰,۴۱	۰,۸۲	۵۹۰,۰۲	۹۷۸,۵۱	۱۲۳۷,۴۹	۱۵۶۴,۰۴	۱۸۰۶,۱۰	۲۰۴۶,۴۸
۰,۸	۰,۴۷	۰,۹۳	۶۶۹,۱۷	۱۱۰۹,۷۷	۱۴۰۳,۴۹	۱۷۷۳,۸۶	۲۰۴۸,۳۸	۲۳۲۱,۰۱
۰,۹	۰,۵۳	۰,۹۹	۷۱۲,۳۴	۱۱۸۱,۳۷	۱۴۹۴,۰۴	۱۸۸۸,۳۰	۲۱۸۰,۵۴	۲۴۷۰,۷۵
۱	۰,۵۸	۱	۷۱۹,۵۴	۱۱۹۳,۳۰	۱۵۰۹,۱۳	۱۹۰۷,۳۷	۲۲۰۲,۵۶	۲۴۹۵,۷۱
۱,۱	۰,۶۴	۰,۹۹	۷۱۲,۳۴	۱۱۸۱,۳۷	۱۴۹۴,۰۴	۱۸۸۸,۳۰	۲۱۸۰,۵۴	۲۴۷۰,۷۵
۱,۲	۰,۷۰	۰,۹۳	۶۶۹,۱۷	۱۱۰۹,۷۷	۱۴۰۳,۴۹	۱۷۷۳,۸۶	۲۰۴۸,۳۸	۲۳۲۱,۰۱
۱,۳	۰,۷۶	۰,۸۶	۶۱۸,۸۰	۱۰۲۶,۲۴	۱۲۹۷,۸۵	۱۶۴۰,۳۴	۱۸۹۴,۲۱	۲۱۴۶,۳۱
۱,۴	۰,۸۲	۰,۷۸	۵۶۱,۲۴	۹۳۰,۷۷	۱۱۷۷,۱۲	۱۴۸۷,۷۵	۱۷۱۸,۰۰	۱۹۴۶,۶۶
۱,۵	۰,۸۸	۰,۶۸	۴۸۹,۲۹	۸۱۱,۴۴	۱۰۲۶,۲۱	۱۲۹۷,۰۱	۱۴۹۷,۷۴	۱۶۹۷,۰۸
۱,۶	۰,۹۳	۰,۵۶	۴۰۲,۹۴	۶۶۸,۲۵	۸۴۵,۱۱	۱۰۶۸,۱۳	۱۲۳۳,۴۴	۱۳۹۷,۶۰
۱,۷	۱,۰	۰,۴۶	۳۳۰,۹۹	۵۴۸,۹۲	۶۹۴,۲۰	۸۷۷,۳۹	۱۰۱۳,۱۸	۱۱۴۸,۰۳
۱,۸	۱,۱	۰,۳۹	۲۸۰,۶۲	۴۶۵,۳۹	۵۸۸,۵۶	۷۴۳,۸۷	۸۵۹,۰۰	۹۷۳,۳۳
۱,۹	۱,۱	۰,۳۳	۲۳۷,۴۵	۳۹۳,۷۹	۴۹۸,۰۱	۶۲۹,۴۳	۷۲۶,۸۵	۸۲۳,۵۸
۲	۱,۲	۰,۲۸	۲۰۱,۴۷	۳۳۴,۱۲	۴۲۲,۵۶	۵۳۴,۰۶	۶۱۶,۷۲	۶۹۸,۸۰
۲,۲	۱,۳	۰,۲۰۷	۱۴۸,۹۴	۲۴۷,۰۱	۳۱۲,۳۹	۳۹۴,۸۳	۴۵۵,۹۳	۵۱۶,۶۱
۲,۴	۱,۴	۰,۱۴۷	۱۰۵,۷۷	۱۷۵,۴۲	۲۲۱,۸۴	۲۸۰,۳۸	۳۲۳,۷۸	۳۶۶,۸۷
۲,۶	۱,۵	۰,۱۰۷	۷۶,۹۹	۱۲۷,۶۸	۱۶۱,۴۸	۲۰۴,۰۹	۲۳۵,۶۷	۲۶۷,۰۴
۲,۸	۱,۶	۰,۰۷۷	۵۵,۴۰	۹۱,۸۸	۱۱۶,۲۰	۱۴۶,۸۷	۱۶۹,۶۰	۱۹۲,۱۷
۳	۱,۸	۰,۰۵۵	۳۹,۵۷	۶۵,۶۳	۸۳,۰۰	۱۰۴,۹۱	۱۲۱,۱۴	۱۳۷,۲۶
۳,۲	۱,۹	۰,۰۴	۲۸,۷۸	۴۷,۷۳	۶۰,۳۷	۷۶,۲۹	۸۸,۱۰	۹۹,۸۳
۳,۴	۲,۰	۰,۰۲۹	۲۰,۸۷	۳۴,۶۱	۴۳,۷۶	۵۵,۳۱	۶۳,۸۷	۷۲,۳۸
۳,۶	۲,۱	۰,۰۲۱	۱۵,۱۱	۲۵,۰۶	۳۱,۶۹	۴۰,۰۵	۴۶,۲۵	۵۲,۴۱
۳,۸	۲,۲	۰,۰۱۵	۱۰,۷۹	۱۷,۹۰	۲۲,۶۴	۲۸,۶۱	۳۳,۰۴	۳۷,۴۴
۴	۲,۳	۰,۰۱۱	۷,۹۱	۱۳,۱۳	۱۶,۶۰	۲۰,۹۸	۲۴,۲۳	۲۷,۴۵
۴,۵	۲,۶	۰,۰۰۵	۳,۶۰	۵,۹۷	۷,۵۵	۹,۵۴	۱۱,۰۱	۱۲,۴۸
۵	۲,۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰



شکل شماره ۴: نمودار هیدروگراف سیل رودخانه زیلکی



شکل شماره ۵: نمودار هیدروگراف سیل رودخانه فیره رود

### نتیجه گیری :

بررسی های ژئومورفولوژیک ، فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه های آبخیز زیلکی و دیسوم نشان میدهد که شکل، وسعت، شیب بستر، چالابه های گسترده در بستر رودخانه ها و بارشهای ۲۴ ساعته این حوضه ها از عوامل مهم در سیل خیزی آنها محسوب می گردند.

دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود از نظر شرایط زمین شناسی، اقلیمی، پوشش گیاهی دارای شرایط یکسان می باشند. عدد یکسان شماره منحنی ( CN ) برای دو حوضه موید این ادعا می باشد. از نظر شکل، حوضه های آبخیز زیلکی و فیره رود جزء حوضه های کشیده محسوب می گردند. شکل حوضه در زمان تمرکز و روند سیل خیزی تاثیر دارد. هر چه حوضه کشیده تر باشد، زمان تمرکز آن کاهش یافته، در نتیجه زمان اوج دبی پیک کاهش می یابد. از نظر وسعت، حوضه آبخیز فیره رود کوچکتر از حوضه زیلکی می باشد، بنابراین عکس العمل این حوضه نسبت به بارشهای کوتاه مدت و تبدیل آن به سیلاب بیشتر خواهد بود. بارش ۲۴ ساعته بدست آمده برای دو حوضه با دوره های بازگشت مختلف، نشان دهنده فزونی این نوع بارندگی در حوضه آبخیز فیره رود دارد. زمان پایه برای رودخانه زیلکی ۵/۲ ساعت و برای رودخانه فیره رود ۲/۹ ساعت بدست آمده است که نشان دهنده وسعت زیاد حوضه زیلکی نسبت به حوضه فیره رود است. هیدروگراف دو رودخانه نشان می دهد که زمان تا اوج برای رودخانه زیلکی ۱/۰۵ و برای رودخانه فیره رود ۰/۵۸ ساعت بدست آمده است، بدین معنی که دبی در رودخانه فیره رود در کمتر از ۰/۵۸ ساعت به اوج خود می رسد، در حالیکه این مقدار برای رودخانه زیلکی ۱/۰۵ ساعت است. شکل هیدروگراف در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با توجه به وسعت آنها تقریباً با هم منطبق است، اما بدلیل وسعت کم حوضه فیره رود نسبت به حوضه زیلکی و طول کم آبراهه آن نسبت به رودخانه زیلکی، زمان تمرکز در این حوضه کوتاه تر، در نتیجه سیل خیزی این حوضه نسبت به حوضه آبخیز زیلکی بیشتر است. در مسیر رودخانه های زیلکی و فیره رود چالابه های زیادی گسترش دارند که این چالابه ها بوسیله نقاط کم عمق بستر رودخانه به هم متصل می گردند. از طرفی در بستر این رودخانه ها بار بستر درشت و در پاره ای موارد صخره های سنگی گسترش دارند. این چالابه ها و بار بستر درشت، باعث کاهش روند سیل خیزی می گردند. گسترش این چالابه ها در بستر رودخانه زیلکی بیشتر است.

## منابع

۱. حیدری زاده، مجید ( ۱۳۸۹ ): توسعه روش SCS با مفهوم روش منطقی در برآورد پیک سیلاب، تهران، اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب.
۲. شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان شمالی (۱۳۸۸): کارایی مدل‌های هیدروگراف واحد در تعیین مشخصات هیدروگراف سیلاب، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳. سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸۴) : تهران، لایه رقومی زمین شناسی کل ایران.
۴. سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸۴) : تهران، لایه رقومی خاک شناسی کل ایران.
۵. سازمان جنگلها و مراتع (۱۳۸۴) : تهران، لایه رقومی پوشش گیاهی کل ایران.
۶. علیزاده، امین (۱۳۸۹) : اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.
۷. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری ( ۱۳۶۷ ): برنامه کامپیوتری محاسبه شدت بارندگی در ایران (RIMAC ۱.۰)
۸. مهدوی، محمد، (۱۳۸۹) : هیدرولوژی کاربردی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، چاپ هفتم.
۹. مهدوی، محمد، ( ۱۳۸۹ ) : هیدرولوژی کاربردی ، تهران ، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، چاپ ششم.
۱۰. وزارت نیرو، مرکز مطالعات منابع آب تهران ، ( دوره آماری ۸۶ - ۱۳۶۴ ) : آمار دبی ایستگاه باران سنجی - تبخیر سنجی اسپیلی
۱۱. وزارت نیرو، مرکز مطالعات منابع آب تهران، ( دوره آماری ۸۶ - ۱۳۶۴ ) : آمار دبی ایستگاه باران سنجی - تبخیر سنجی شاه شهیدان
۱۲. وزارت نیرو، مرکز مطالعات منابع آب تهران، ( دوره آماری ۸۶ - ۱۳۶۴ ) : آمار ایستگاه تبخیر سنجی شهر بیجار
۱۳. وزارت نیرو، مرکز مطالعات منابع آب تهران ، ( دوره آماری ۸۶ - ۱۳۶۴ ) : آمار ایستگاه باران سنجی توتکی
۱۴. 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 ۱۰.۱۰۰۷/s۱۱۲۶۹-۰۰۶-۹۱۴۹-۵
۱۵. 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
۱۶. 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





