گسترش شهر سقز و اثرات آن بر سیل‌خیزی حوضه آبریز چم سقز

حسین نگارش: دانشیار دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان
محمد دارایی: کارشناس ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی

چکیده

سیل پدیده‌ای طبیعی است و هر رودخانه‌ای، بالقوه مستعد وقوع آن است، اماآنچه که این پدیده را از حالت طبیعی خارج و به صورت بلا در می‌آورد، دخالت انسان در طبیعت است. در منطقه مورد مطالعه مواردی از قبیل گسترش شهرسقز، تجاوز به حریم رودخانه‌ها ، تخریب پوشش گیاهی، گسترش دیم در اراضی شیبدار، طراحی و اجرای غیراصولی سازه‌های تقاطعی رودخانه ها..... باعث افزایش سیل خیزی شده است. برای بررسی اثرات گسترش غیراصولی شهری بر سیل‌خیزی، هیدروگراف سیل با استفاده از روش SCS برای سال ۱۳۲۵ به عنوان دوره‌ی قبل از توسعه و سال ۱۳۷۵ (جدیدترین نقشه‌ی در دسترس)، به عنوان دوره‌ی بعد از توسعه ترسیم شد ومحاسبات نشان داد که زمان تأخیر حوضه قبل از توسعه ازیک ساعت و ۵۶دقیقه در سال ۱۳۷۵ به یک ساعت و ده دقیقه کاهش یافته است. یعنی بر اثر افزایش سطوح نفوذناپذیر زمان رسیدن اوج هیدروگراف ۴۰ دقیقه کمترشده‌است و سیل در زمان کوتاهتری به اوج می‌رسد. همچنین زمان رسیدن به نقطه‌ی اوج دبی در سال ۱۳۲۵ دو ساعت و هفت دقیقه بوده در حالیکه در سال ۱۳۷۵ به یک ساعت و شانزده دقیقه کاهش یافته است و این بدان معنی است که اوج سیل ۵۱ دقیقه زودتر از قبل فرا می‌رسد.

کلید واژگان: سیل خیزی، گسترش شهرسقز، تجاوز به حریم رودخانه‌ها، نقطه‌ی اوج دبی، زمان تأخیر، هیدروگراف سیل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

مقدمه

سیل پدیده‌ای طبیعی است که جوامع بشری آن را به عنوان یک واقعه‌ی اجتناب ناپذیر پذیرفته‌اند اما رویداد، اندازه و تکرار سیل ناشی از عوامل متعددی است که بسته به شرایط اقلیمی، طبیعی و جغرافیایی هر منطقه تغییر می‌کند. سالانه در نقاط مختلف دنیا، جان و مال بسیاری از مردم بر اثر سیل به مخاطره می‌افتد و میلیون‌ها تن خاک ارزشمند به وسیله‌ی سیل تخریب می‌شود. سیل یکی از زیان‌بارترین بلایای طبیعی جهان محسوب می‌شود و بررسی‌های آماری نشان داده است که حدود ۷۰ درصد خسارات بلایای طبیعی در ایران ناشی از سیلاب‌هاست. به جرأت می‌توان گفت که پدیده‌ی سیل در کشور یک پدیده‌ی فراگیر بوده و تقریباً تمامی نواحی کشور به نوعی متحمل خسارات هنگفت ناشی از آن شده‌اند. به علاوه فراوانی وقوع سیل در کشور از روندی فزاینده برخوردار است به‌گونه‌ای که از ۳۹ مورد در سال ۱۳۵۰به ۲۷۶ مورد در سال ۱۳۷۷ فزونی یافته‌است و خسارات ناشی از سیل در طی ۵ دهه‌ی گذشته در کشور ۲۵۰ درصد رشد داشته‌است و روزانه به طور متوسط در حدود ۳ میلیارد ریال خسارت ناشی از سیل به کشور تحمیل می‌شود(تقوی و محمدی، ۱۳۸۵: ص۱۲).

حوضه آبریز چم سقز که در شمالغربی کشور واقع شده است با توجه به خصوصیات فیزیوگرافی آن از توان سیل خیزی نسبتاً بالایی برخوردار است و دارای شیب متوسطی در حدود ۱۴/۵۸ درصد می باشد که باعث شدت فرسایش و سیل خیزی در منطقه می شود که میزان انرژی و فرسایش افزایش یافته و نفوذ و زمان پیمایش آب در حوضه کاهش یابد و سیل خیزی افزایش پیدا کند.

ارتفاع متوسط این حوضه آبریز برابر با ۱۸۰۸/۵ متر است. ارتفاع بلندترین نقطه ۲۶۸۵ متر و ارتفاع پایین‌ترین نقطه ۱۴۰۶ متر است. بیشترین وسعت ما بین خطوط منحنی میزان ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰متر است. بنابراین این حوضه از بلندای نسبتاً زیادی برخورداراست و احتمال بروز سیلاب های مخرب در آن زیاد است. همچنین منحنی هیپسومتریک حوضه نشان داد که حدود ۸۴ درصد از وسعت حوضه بالاتر از ۱۶۰۰ متر و حدود ۴۵ درصد بالاتر از ۱۸۰۰متر قرار دارد. از ارتفاعات عمده‌ی حوضه‌ی آبریز چم

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

سقز می‌توان کوه پیربداغ با بلندای ۲۶۸۵ متر، کپری ۲۶۰۲ متر و بیان ۲۵۲۱ متر را نام برد.

براساس داده‌های بارش ایستگاه همدید سقز میانگین بارش سالانه‌ی سقز حدود ۴۹۴/۳۶ میلیمتر است. انحراف معیار آن ۱۲۹/۹و ضریب تغییرات آن ۲۶/۱۵ می باشد که بیانگر پراکنش ریزش سالانه و تغییرات زمانی آن در این منطقه است.

در این پژوهش سعی خواهد شد ضمن پرداختن به دلایل سیل خیزی حوضه آبریز چم سقز به اثرات منفی گسترش شهر سقز بر افزایش توان سیل خیزی آن نیز پرداخته شود.

مواد و روشها

در این تحقیق ابتدا حوصه آبریز به دو قسمت برون شهری و درون شهری تقسیم گردید و نقشه های توپوگرافی هر دو قسمت رقومی شد و خصوصیات فیزیکی آنها موردبررسی قرار گرفت. سپس روند تغییرات بارش حوضه با استفاده از روش‌های آماری بررسی و با استفاده از نقشه‌ها و داده‌های موجود اقدام به محاسبه هیدروگراف سیل در در دوره های بازگشت مختلف گردید. در قسمت شهری هیدروگراف سیل قبل از توسعه سال (۱۳۲۵) با بعد از توسعه سال (۱۳۷۵) مقایسه و تحلیل شد.

مطالعه سیل‌خیزی از اهمیت زیادی برخوردار است و به اطلاعاتی از قبیل مدل‌های رقومی نیاز دارد که همراه با خطر سیل مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنابراین داده‌های مورد استفاده در این پژوهش بسیار متنوع و شامل موارد زیر می‌باشند:

جهت تهیه‌ی پیشینه‌ی تحقیق و همچنین درک مبانی نظری تحقیق و با هدف جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مطالعات مشابه انجام شده، از مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شد. داده‌های اقلیمی مورد نیاز روزانه، فصلی و سالانه‌ی مربوط به ایستگاه‌های انتخابی منطقه‌ی مورد مطالعه از سازمان هواشناسی استان کردستان دریافت گردید.داده های آب‌سنجی از بایگانی اطلاعات آماری سازمان آب منطقه‌ای جمع‌آوری شد. همچنین دراین پژوهش از نرم‌افزار های ILWIS 3.1 و Arc GIS 9.2 برای

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

تهیه‌ی نقشه‌ها ، نرم افزار Excel 2003، برای رسم شکل‌ها، نرم افزارهای 13 Spss , 14 Minitab برای یافتن روابط همبستگی‌ها ، نرم افزارهای ,Photoshop Paint برای ویرایش نقشه‌ها وتصاویر، نرم افزار AutoCAD 2007 برای محاسبه‌ی مساحت‌ها، نرم افزار Smada 6.0 برای برآورد دوره‌های بازگشت سیل و بارش استفاده شده‌است.

بحث و نتایج

تعریف‌های فراوانی برای سیل ارائه شده است که به برخی از آنها اشاره می‌شود:

سیل به وضعیتی گفته می‌شود که در آن جریان رودخانه و سطح آب به صورت غیر منتظره افزایش پیدا کرده و باعث خسارات مالی و جانی گردد (علیزاده، ۱۳۸۲: ۷۲۵).

سیل، جریانی شدید و استثنائی است که ممکن است این جریان از بستر طبیعی رودخانه لبریز شده و خارج شود (زاهدی، ۱۳۷۸ص ۱۰۱).

آب فراوانی که بر اثر بالا آمدن سطح آب رودخانه‌ها یا دریا و دریاچه، سرزمینی را بطور ناگهانی وغیرعادی فراگیرد(جعفری،۱۳۷۶ص ۲۷).

با توجه به دیدگاه‌های مختلف می‌توان چنین گفت که سیل به جریانی گفته می‌شود که:

۱- جریان آب برای مقطع خاصی از رودخانه بیش از جریان عادی باشد.
۲- تداوم زمانی محدودی داشته باشد.
۳- جریان آب از بستر طبیعی خود خارج و زمین‌های پست حاشیه‌ی رودخانه را فرا گیرد.
۴- خسارات مالی و جانی داشته باشد(خلیلی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴ص ۱۳۹).

موقعیت حوضه آبریز چم سقز

از نظر سیاسی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی چم سقز درشمال استان کردستان جای دارد. این حوضه در ارتفاعات بین سقز و بانه و بخش باختری حوضه آبریز زرینه‌رود واقع

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

شده است. حوضه در محدوده‌ی ´۵۹ °۳۵ تا ´۲۳ °۳۶ عرض شمالی و ´۲۷ °۴۵ تا ´۴۷ °۴۶ طول شرقی قرار دارد. چم سقز یکی از شاخه‌های اصلی روخانه‌ی زرینه‌رود است و رودخانه‌ی زرینه‌رود بزرگترین رودخانه‌ی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه می‌باشد.

رودخانه‌ی چم و سر شاخه های آن

چم سقز: رودخانه‌ی چم سقز آبراهه‌ی اصلی حوضه می‌باشد طول آن ۷۹/۲ کیلومتر است و از بلندی‌های خان در شمال‌غربی حوضه سرچشمه می‌گیرد و به سمت جنوب شرقی جریان داردو پس از گذر از شهر سقز در ۲۰ کیلومتری شمال شرقی این شهر به زرینه‌رود می‌ریزد.

چم میره‌ده: از بلندی‌های غربی حوضه به سوی شرق جاری می‌شود و طول آن تا ورود به چم سقز ۳۴ کیلومتر است.

چم آخکند: از ارتفاعات شمالی به طرف جنوب روان می‌شود و طول آن تا ورود به چم سقز ۲۷/۷۵ کیلومتر است.

چم تموغه: از ارتفاعات جنوب غربی سرچشمه گرفته و به سمت شمال‌شرقی جاری می‌شود و طول آن تا ورود به چم تموغه ۱۴ کیلومتر است.

چم سید: از بلندی‌های شمال شرقی به سوی جنوب روان می‌شود و طول آن تا ورود به چم سقز ۱۳ کیلومتر است.

تجزیه و تحلیل فراوانی بیشینه‌ی سیلاب‌های حوضه

تعیین دبی احتمالی طغیان‌های رودخانه و تخمین کمی میزان آب قابل دسترس دارای اهمیت فراوانی است و تحلیل داده‌ها، مبنای برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا و بهره‌برداری از سیستم‌های منابع آب می‌باشد. در حوضه‌هایی که دارای آمار اندازه‌گیری حداکثر دبی لحظه‌ای سیل باشند از تحلیل فراوانی سیل استفاده می‌گردد. دبی لحظه‌ای بیشترین مقدار جریان در کوتاه‌ترین زمان است. با تجزیه و تحلیل این آمارها می‌توان

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

مقادیر حداکثر سیلاب را که ایجاد می‌شود محاسبه و محدوده‌ی کناری بستر را که آب تا آن حد بالا می‌آید مشخص نمود و از ایجاد سکونت‌گاه‌های انسانی در آن محدوده خودداری کرد (ضیائی، ۱۳۸۲ص ۹۲).

با توجه به اینکه داده‌های مورد استفاده به صورت سری‌های کرانه‌ای می‌باشند با توزیع گامبل مطابقت خوبی دارند به همین جهت از روش فوق استفاده شده‌است (جلالی، ۱۳۷۸ص۷۹).معادله‌ی طرح کلی سیل با استفاده از ضریب فراوانی که در روش گامبل تیپ۱ از آن استفاده می شود به صورت زیر است:

رابطه‌ی (۱) $X = \overline{X} + KS$

X= سیل مورد نظر با توجه به دوره‌ی برگشت، $\overline{X}$ = میانگین حداکثرهای دبی لحظه‌ای سیل، K= ضریب فراوانی

مقادیر سیل با دوره‌های بازگشت مختلف درحوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی چم سقز با روش گامبل در نرم‌افزار Smada 6.0 محاسبه و بشرح جدول شماره۱ می باشد.

جدول شماره(۱) بیشینه‌ی سیلاب‌های حوضه‌ی آبریز چم سقز با دوره‌های بازگشت مختلف

دوره‌ی برگشت (سال)	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
دبی سیل m^3/s	۲۱۲/۴	۲۶۷/۵	۳۳۷/۰۶	۳۸۸/۷	۴۳۹/۹

سیل و شهر

سیل به عنوان یکی ازمهمترین سوانح طبیعی همواره مورد توجه بشر بوده است و درسال‌های اخیر با توسعه مراکزجمعیتی و صنعتی و کشاورزی و افزایش خسارات ناشی از سیل، لزوم توجه بیشتربه آن احساس گردید. در سال ۱۹۳۰ یونسکو در ورشو کارگاهی را تحت عنوان اثرات توسعه شهری و هیدرولوژی تشکیل داد. شهرنشینی و توسعه‌ی شهری با سرمایه گذاریهای قابل ملاحظه‌ای همراه است. در حالی‌که مسائل رواناب‌های شهری تقریباً کمتر مورد عنایت قرار می‌گیرد (رزاقی و تیموری، ۱۳۸۵ص ۲۳۲).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

مهمترین عوامل موثر در تحولات هیدرولوژیک شامل میزان سطوح یا اراضی نفوذناپذیر حوضه و همچنین خصوصیات مسیرهای حرکت جریان آب است که هر دو عامل در حوضه‌هایی که تحت شهرسازی قرار گرفته یا می‌گیرند به نحو بارزی تغییر می‌کند.

گسترش شهر با کاهش ضریب نفوذپذیری اراضی همراه است در حالی‌که به مرور مسیل‌ها کوچکترشده ودشت‌های اطراف تبدیل به اماکن تجاری و مسکونی می‌شود. مسیل‌های کم اهمیت دیروزبه مروردریافت کننده‌ی سیلاب های بیشتری می‌شود، این فرایند درتمام شهرها و روستاهای کشورما و بسیاری دیگر از کشورها در جریان است و به همین دلیل شاهد سیلاب هایی با ابعاد خطرناک‌تر می‌شویم و خواهیم شد (طاهری بهبهانی و بزرگزاده، ۱۳۷۵: ص۴).

تحولات هیدرولوژیک ناشی از شهرسازی و نحوه کاربری اراضی حوضه‌های شهری را می‌توان به صورت تغییر حجم کل رواناب، تغییر میزان تغذیه‌ی ناشی از بارش، تغییر حداکثر آبدهی(پیک) سیلاب‌ها، بیان کرد.

اثرات توسعه‌ی شهری بر رژیم هیدرولوژی حوضه آبریز چم بسیار زیاد است. همانطور که در جدول شماره۲ دیده می‌شود با افزایش میزان سطوح نفوذناپذیر ناشی از شهرسازی میزان تبخیر و نفوذ آب به زمین کاهش یافته، ولی میزان رواناب بالا رفته‌است. چون آب بلافاصله از دسترس خارج می‌شود و فرصتی برای تبخیر و نفوذ نمی‌یابد.

جدول شماره(۲) تأثیر شهرنشینی بر میزان تبخیر، نفوذ آب و رواناب (زیمر، ۲۰۰۶ص ۱۱)

ویژگی	٪ تبخیر	٪ نفوذ سطحی	٪ نفوذ عمقی	٪ رواناب
پوشش طبیعی	۴۰	۲۵	۲۵	۱۰
۲۰٪ تا ۱۰٪ سطوح نفوذ ناپذیر	۳۸	۲۱	۲۱	۲۰
۵۰٪ تا ۳۵ ٪ سطوح نفوذ ناپذیر	۳۵	۲۰	۱۵	۳۰
۱۰۰٪ تا ۷۵٪ سطوح نفوذ ناپذیر	۳۰	۱۰	۵	۵۵

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

برای بررسی اثرات گسترش غیراصولی شهری بر سیل‌خیزی، هیدروگراف سیل با استفاده از روش SCS برای سال ۱۳۲۵ به عنوان دوره‌ی قبل از توسعه و سال ۱۳۷۵ (جدیدترین نقشه‌ی در دسترس)، به عنوان دوره‌ی بعد از توسعه ترسیم شده و پارامترهایی نظیر زمان تمرکز، زمان تأخیر و دبی اوج سیل هر دو دوره مقایسه و تحلیل می‌گردد. در این بررسی نمایه‌ی نفوذ پذیری خاک CN متغیر وابسته است و برای هر دوره به دلیل تغییرنفوذپذیری خاک تغییر می‌کند و کلیه‌ی شرایط دیگر برای هر دو دوره ثابت در نظر گرفته می‌شود. همچنین با توجه به اینکه نقش مسیل‌ها در هدایت و انتقال آب جاری شده به سمت رودخانه‌ها غیر قابل انکار بوده که در صورت نادیده گرفتن شرایط مورفولوژیکی آن و دخل و تصرف درحریم آن، می تواند باعث به وجود آمدن خسارات مالی و جانی شود.

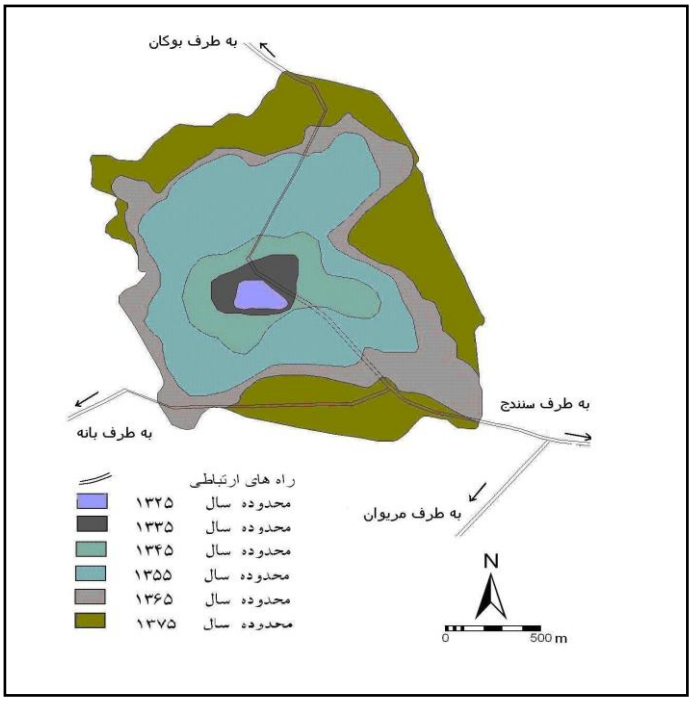
موقعیت شهر سقز

شهر سقز در شمال استان کردستان با وسعت ۱۴۷۴۸۶۹۱ مترمربع، بین مدار ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه‌ی عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه‌ی طول شرقی و ارتفاع متوسط ۱۴۶۰/۹۲ متری از سطح دریا قرار دارد.

گسترش روز افزون شهر سقز شکل شماره۱ و کاهش مناطق قابل نفوذ، باعث به‌راه افتادن حجم زیادی از آب‌های ناشی از بارندگی در سطح شهر و آب‌گرفتگی معابر می‌شود، از طرف دیگر بارش‌های رگباری و شیب زیاد زمین حوضه، سرعت حرکت جریان آب را بیشتر و زمان تمرکز آن را کوتاه‌تر می‌نماید و کمترین مانعی باعث تجمع آب و ایجاد سیل می‌شود و مشکلاتی را برای شهروندان به بار می‌آورد.

چم سقز که از وسط شهرمی‌گذرد سیلاب‌های ناشی از بارندگی‌ها را در حوضه های بالادست خود به سمت رودخانه‌ی زرینه‌رود و در نهایت سد شهیدکاظمی می‌رساند.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]



شکل شماره(۱) مراحل توسعه‌ی فیریکی شهر سقز طی سال‌های ۷۵-۱۳۲۵(اولی زاده، ۱۳۸۴ص ۷۲)

هیدروگراف سیل قبل و بعد از توسعه

همانطور که ذکر شد برای بررسی اثرات گسترش غیراصولی شهری بر سیل‌خیزی، هیدروگراف سیل با استفاده از روش SCS برای سال ۱۳۲۵ به عنوان دوره‌ی قبل از توسعه و سال ۱۳۷۵ (جدیدترین نقشه‌ی در دسترس)، به عنوان دوره‌ی بعد از توسعه ترسیم شده و پارامترهایی نظیر زمان تمرکز، زمان تأخیر و دبی اوج سیل هر دو دوره مقایسه و تحلیل می‌گردد.

مراحل رسم هیدروگراف واحد اداره‌ی حفاظت خاک آمریکا SCS به‌صورت زیر است:

۱- محاسبه‌ی زمان تأخیر

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

زمان تأخیرفاصله‌ی زمانی بین مرکز بارش تا زمان اوج هیدروگراف است که از روابط زیر به دست می‌آید:

رابطه‌ی (۲)

$$t_1 = \frac{l^{0.8}(S+1)^{0.7}}{1900y^{0.5}}$$

که در آن:

t_1 = زمان تأخیر به ساعت

l= طول بزرگترین آبراهه به فوت

y= شیب متوسط حوضه به درصد

S = نمایه‌ی نگه‌داشت آب در داخل حوضه که به شماره‌ی منحنی (CN) بستگی دارد.

مقدار S از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

رابطه‌ی(۳)

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

مقدار CN برای سال ۱۳۲۵ با توجه به مساحت کم شهر در مقایسه با کل حوضه‌ی مورد مطالعه ۷۵ و برای سال ۱۳۷۵ با درنظر گرفتن وسعت و نوع کاربری زمین در شهر ۹۰ لحاظ شده‌است.

A = محاسبات مربوط به قبل از توسعه (سال ۱۳۲۵)

B = محاسبات مربوط به بعد از توسعه (سال ۱۳۷۵)

$$A: S = \frac{1000}{75} - 10 = 3.33$$

$$B: S = \frac{1000}{90} - 10 = 1.11$$

$$A: t_1 = \frac{19822.835^{0.8}(3.33+1)^{0.7}}{1900 \times 4.34^{0.5}} = 1.93 \cong 1:56'$$

$$B: t_1 = \frac{19822.835^{0.8}(1.11+1)^{0.7}}{1900 \times 4.34^{0.5}} = 1.16 \cong 1:10'$$

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

زمان تأخیر حوضه قبل از توسعه حدود دو ساعت (۱:۵۶/) و سال ۱۳۷۵ یک ساعت و ده دقیقه است. یعنی بر اثر افزایش سطوح نفوذناپذیر زمان رسیدن اوج هیدروگراف ۴۰ دقیقه کمترشده‌است و سیل در زمان کوتاهتری به اوج می‌رسد و دامنه‌ی صعود و افت منحنی با شیب بیشتری صورت می‌گیرد.

۲- تعیین زمان تمرکز حوضه از روی زمان تأخیر

رابطه(۴) $t_c = 1.67 t_1$

$A: t_c = 1.67 \times 1.93 = 3.20 \cong 3:12'$

$B: t_c = 1.67 \times 1.16 = 1.92 \cong 1:55'$

زمان تمرکز حوضه سال ۱۳۲۵ حدود سه ساعت و ۱۲ دقیقه بوده ولی سال ۱۳۷۵ به یک ساعت و ۵۵ دقیقه رسیده است و یک ساعت و هفت دقیقه کاهش یافته‌است و رواناب‌های ناشی از بارش در زمان کمتری جمع شده و جریان می‌یابند.

۳- انتخاب زمان بارندگی

در روش SCS برای تهیه‌ی هیدروگراف واحد، زمان بارندگی (t_d) معمولاً بین یک پنجم تا یک هشتم زمان تمرکز انتخاب می‌شود. مدت بارندگی در هیدروگراف واحد از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

رابطه‌ی (۵) $t_d = \frac{1}{5} t_c$

$A: t_d = \frac{1}{5} \times 3.20 = 0.64 \cong 38'$

$B: t_d = \frac{1}{5} \times 1.92 = 0.38 \cong 23'$

مدت بارندگی برای هردو دوره یک رگبار ۳۰ دقیقه‌ای در نظر گرفته می‌شود.

۴- زمان رسیدن به نقطه‌ی اوج دبی

رابطه‌ی (۶) $t_p = 0.66 t_c$

$A: t_p = 0.66 \times 3.20 = 2.11 \cong 2:7'$

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

$$B: t_p = 0.66 \times 1.92 = 1.27 \cong 1:16'$$

زمان رسیدن به نقطه‌ی اوج دبی در سال ۱۳۲۵ دو ساعت و هفت دقیقه بوده در حالیکه سال ۱۳۷۵ به یک ساعت و شانزده دقیقه کاهش یافته است و این بدان معنی است که اوج سیل ۵۱ دقیقه زودتر از قبل فرا می‌رسد.

۵- دبی اوج

رابطه‌ی (۷)

$$Q_P = \frac{0.208A.R}{t_p}$$

QP = دبی اوج به متر مکعب در ثانیه

A = سطح حوضه به کیلومتر مربع

tp = زمان اوج هیدروگراف

R = رواناب یا بارندگی خالص

برای محاسبه‌ی ارتفاع رواناب از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

رابطه‌ی (۸)

$$R = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

P= ارتفاع رگبار طرح

S= پتانسیل ذخیره‌ی حوضه

$$A: R = \frac{(5 - 0.2 \times 3.33)^2}{5 + 0.8 \times 3.33} = 2.45$$

$$B: R = \frac{(5 - 0.2 \times 1.11)^2}{5 + 0.8 \times 1.11} = 3.88$$

رواناب یا بارندگی خالص حاصل از یک رگبار ۵ میلیمتری ۳۰ دقیقه‌ای در سال ۱۳۲۵ برابر با ۲/۴۵ میلیمتر و سال ۱۳۷۵ برابر با ۳/۸۸ میلیمتر می‌باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

$$A: Q_P = \frac{0.208 \times 14.78 \times 2.45}{2.11} = 3.57$$
$$B: Q_P = \frac{0.208 \times 14.78 \times .8.78}{1.27} = 9.39$$

دبی اوج حاصل از یک رگبار ۵ میلیمتری ۳۰ دقیقه‌ای به دلیل کاهش نفوذپذیری خاک از ۳/۵۷ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۲۵، به ۹/۹۳ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۷۵ افزایش یافته است. بنابراین سیل با میزان بارش کمتری نسبت به قبل از شهرنشینی جاری می‌گردد. حال از ارقام t_p و Q_p به‌دست آمده و ضرب آنها در جدول استاندارد مقادیر t و Q به‌دست می‌آید(جدول شماره ۳) که با استفاده ازارقام به دست آمده هیدروگراف واحد سیل برای هردو دوره رسم شده است (شکل شماره۲) حال با توجه به هیدروگراف رسم شده به راحتی می‌توان به مقایسه‌ی تفاوت‌های دو دوره پرداخت.

بررسی خصوصیات سیلاب های مسیل ولی‌خان

دربررسی‌ها و مشاهدات صورت گرفته در شهر سقز توسعه‌ی ناهمگون و ناسازگار یعنی عدم توجه به ویژگی‌های طبیعی زمین نظیر شیب و توپوگرافی و ساخت و سازهای بدون نقشه‌ی علمی و فنی نظیر مسدود نمودن مسیر مسیل‌های قدیمی و یا کاهش حریم آنها و نیز راه اندازی فعالیت‌های تجاری در بستر آنها به چشم می‌خورد و از همین روست که پاره‌ی از مشکلات هیدرولوژیکی شهر نظیر جمع شدن آب در داخل معابر و نبود سیستم زهکشی مناسب در برخی قسمت‌های شهر دیده می‌شود. به عنوان نمونه چم سقز دارای شاخه‌ای فرعی به نام مسیل ولی‌خان می‌باشد. مسیل ولی‌خان امتداد شمال غربی- جنوب‌شرقی داشته و از ساحل چپ به مسیل اصلی چم سقز ملحق می‌گردد.در سال‌های اخیر با رشد و توسعه‌ی ساخت و ساز در شهر، هر روز به حریم طبیعی مسیل تجاوز شده تا جائیکه در بعضی از مقاطع از مسیل، آبراهه‌ای بسیار تنگ به وجود آمده است. به دلیل شیب زیاد محلات اطراف مسیل و عدم رعایت اهالی آبراهه به محلی بی استفاده تبدیل شده بود. بنابراین شهرداری اقدام به احداث کانالی به ابعاد

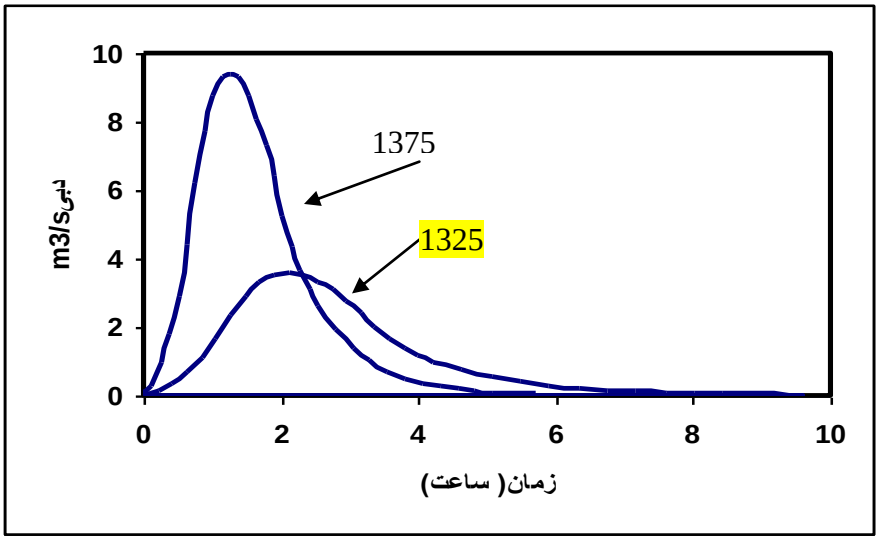
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

۱×۱متر و سرپوش‌گذاری و خیابانی روی مسیل نمود. ولی بازهم ابتدای کانال درنقطه‌ی ورود به شهر به محل تجمع آشغال و تخلیه نخاله‌ی ساختمانی تبدیل شده است .

جدول شماره(۳) مقادیر محورهای هیدروگراف واحد بدون بعد

A:1325					B:1375			
t/tp	t(hr)	Q/Qp	Qm^3/s		t/t_p	t(hr)	Q/Qp	Qm^3/s
0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.21	0.03	0.11		0.10	0.13	0.03	0.28
0.20	0.42	0.10	0.36		0.20	0.25	0.10	0.94
0.30	0.63	0.19	0.68		0.30	0.38	0.19	1.78
0.40	0.84	0.31	1.11		0.40	0.51	0.31	2.91
0.50	1.06	0.47	1.68		0.50	0.64	0.47	4.41
0.60	1.27	0.66	2.36		0.60	0.76	0.66	6.20
0.70	1.48	0.82	2.93		0.70	0.89	0.82	7.70
0.80	1.69	0.93	3.32		0.80	1.02	0.93	8.73
0.90	1.90	0.99	3.53		0.90	1.14	0.99	9.30
1.00	2.11	1.00	3.57		1.00	1.27	1.00	9.39
1.20	2.53	0.93	3.32		1.20	1.52	0.93	8.73
1.40	2.95	0.78	2.78		1.40	1.78	0.78	7.32
1.60	3.38	0.56	2.00		1.60	2.03	0.56	5.26
1.80	3.80	0.39	1.39		1.80	2.29	0.39	3.66
2.00	4.22	0.28	1.00		2.00	2.54	0.28	2.63
2.20	4.64	0.21	0.74		2.20	2.79	0.21	1.94
2.40	5.06	0.15	0.52		2.40	3.05	0.15	1.38
2.60	5.49	0.11	0.38		2.60	3.30	0.11	1.00
2.80	5.91	0.08	0.27		2.80	3.56	0.08	0.72
3.00	6.33	0.06	0.20		3.00	3.81	0.06	0.52
3.20	6.75	0.04	0.14		3.20	4.06	0.04	0.38
3.40	7.17	0.03	0.10		3.40	4.32	0.03	0.27
3.60	7.60	0.02	0.07		3.60	4.57	0.02	0.20
3.80	8.02	0.02	0.05		3.80	4.83	0.02	0.14
4.00	8.44	0.01	0.04		4.00	5.08	0.01	0.10
4.50	9.50	0.01	0.02		4.50	5.72	0.01	0.05
5.00	10.55	0.00	0.00		5.00	6.35	0.00	0.00

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]



شکل شماره(۲) هیدروگراف سیل قبل و بعد از توسعه

در مسیل ولی‌خان که ویژگی‌های آن در جدول شماره ۴ آمده‌است به دلیل شیب تند اراضی و کمی مقدار زمان تمرکزسیلاب، به یکباره دبی سیلاب با مقادیر بسیار بالا وارد مسیل شده و در نهایت موجب بالا آمدن سطح آب در مجرای انتقال شده و باعث بروز خطراتی در شهر می‌شود.

برآورد سیلاب‌های درون‌شهری یکی از گام‌های اساسی برای تعیین ابعاد و مشخصات سامانه‌های جمع‌آوری و دفع سیلاب‌های شهری است. در بررسی میزان ارتفاع سیلاب شهری، به طور معمول دبی سیلاب با دوره برگشت ۲۵ ساله مدّ نظر قرار می‌گیرد (یونسی، ۱۳۸۶ص ۱). در این قسمت دبی سیلاب در مسیل ولی‌خان با دوره‌ی برگشت ۲، ۵، ۱۰ ، ۲۵ و ۵۰ سال محاسبه شده است.

جدول شماره(۴) ویژگی‌های حوضه‌ی مسیل ولی‌خان

ویژگی	ارزش
مساحت (هکتار)	۱۷۸۰
طول آبراهه (متر)	۶۸۴۰
شیب حوضه (درصد)	۱۴/۰۸

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

برای به‌دست آوردن دبی سیل با روش SCS فقط حداکثر دبی لحظه‌ای و زمان رسیدن به دبی پیک مورد نظر است. برای محاسبه‌ی آن ابتدا با فرمول‌های پیشنهادی SCS زمان تمرکز حوضه مشخص می‌شود که باید مراحل زیر طی شود:

- محاسبه‌ی زمان تأخیر

زمان تأخیرفاصله‌ی زمانی بین مرکز بارش تا زمان اوج هیدروگراف است که از روابط زیر به دست می‌آید:

رابطه‌ی (۹)

$$t_1 = \frac{l^{0.8}(S+1)^{0.7}}{781.64y^{0.5}}$$

که در آن:

t_1 = زمان تأخیر به ساعت

l= طول بزرگترین آبراهه به متر

y= شیب متوسط حوضه به درصد

S = نمایه‌ی نگه‌داشت آب در داخل حوضه که به شماره‌ی منحنی (CN) بستگی دارد. مقدار S از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

رابطه‌ی (۱۰)

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4$$

$$S = \frac{2540}{75} - 25.4 = 8.46(cm)$$

$$t_1 = \frac{6840^{0.8}(8.46+1)^{0.7}}{781.64\times 14.08^{0.5}} = 1.92 \cong 1:55'$$

- تعیین زمان تمرکز حوضه از روی زمان تأخیر

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

رابطه‌ی(۱۱) $t_c = 1.67 t_1$

$t_c = 1.67 \times 1.92 = 3.20 \cong 3:12'$

چون زمان تمرکز حوضه از ۶ ساعت کمتر است لذا طرح سیل بر اساس باران‌های ۶ ساعته استخراج می‌شود. حداکثر بارش‌های ۶ ساعته با دوره‌ی بر گشت مورد نظر را می‌توان از روی حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته با همان دوره‌ی بر گشت ($P_{24,T}$) از رابطه‌ی زیر به دست آورد (علیزاده، ۱۳۸۴ص ۷۴۲).

رابطه‌ی(۱۲) $P_{6,T} = \frac{P_{24,T}}{1.48}$

روابط شدت – مدت بارندگی‌ها با تناوب یا دوره‌ی برگشت آن‌ها تغییر می‌کند. هرچه دوره‌ی بازگشت طولانی‌تر باشد باید انتظار باران‌های شدیدتری را داشت. برای برآورد حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته با دوره‌های بازگشت مختلف از توزیع گامبل در نرم‌افزار Smada 6.0 استفاده شده است. ویژگی‌های حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته‌ی سقز در جدول شماره ۵و همچنین نتایج برآورد حداکثر بارش‌های ۲۴ و ۶ ساعته با دوره‌های برگشت مختلف در جدول شماره ۶آمده است.

جدول شماره(۵) ویژگی‌های حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته‌ی سقز

ویژگی	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	تعداد
ارزش	۰/۳۸	۱۵/۵۶	۴۱/۱۳	۸۶	۲۳	۴۵

جدول شماره(۶) مقادیر حداکثر بارش‌های ۲۴ و ۶ ساعته‌ی سقزبا دوره های بازگشت مختلف

دوره‌ی بازگشت سال	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰
بارش۲۴ ساعته به mm	۳۹/۰۲	۵۲/۳۱	۶۱/۱۱	۷۲/۲۳	۸۰/۴۸
بارش۶ ساعته به cm	۲/۶۳	۳/۵۳	۴/۱۳	۴/۹	۵/۴

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

- ارتفاع رواناب که از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

رابطه‌ی (۱۳)

$$Q_d = \frac{(P - 0.2.S)^2}{P + 0.8.S}$$

- حداکثر دبی سیل برابر است با:

رابطه‌ی (۱۴)

$$Q_P = \frac{0.208 \times A \times Qd}{T_P}$$

Qp = دبی اوج (متر مکعب بر ثانیه)

A = مساحت حوضه (هکتار)

Qd = ارتفاع رواناب (سانتیمتر)

Tp = زمان رسیدن دبی به اوج که از رابطه‌ی به‌دست می‌آید:

رابطه‌ی(۱۵)

$$T_P = 0.6Tc + \sqrt{Tc}$$

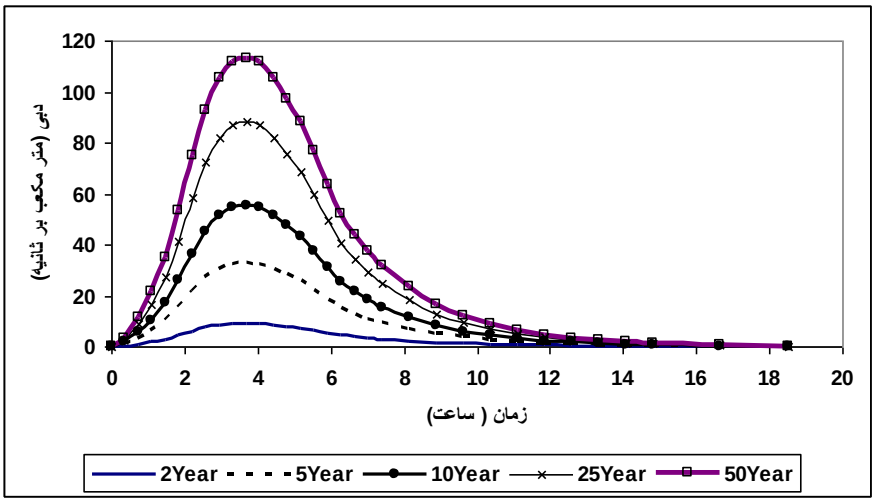
$$T_P = 0.6 \times 3.2 + \sqrt{3.2} = 3.70 \cong 3:42'$$

با استفاده از روابط بالا مقادیر حداکثر دبی سیل مسیل ولی‌خان با دوره‌ی بازگشت مختلف محاسبه شده‌است نتایج در جدول شماره ۷ ارائه شده و با کمک ارقام به دست آمده هیدروگراف واحد مصنوعی سیل ترسم شده است (شکل شماره۳). محاسبات صورت گرفته فقط شامل محدوده‌ی مسیل تا ابتدای ورود به شهر است و حدود ۲ کیلومتر از مسیل در محدوده‌ی شهر قرار دارد. همچنان‌که ذکر شد باید قبل از ایجاد هر گونه تأسیساتی در حریم مسیل مطالعاتی در این زمینه صورت گیرد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

جدول شماره(۷) مقادیر حداکثر دبی سیل مسیل ولی‌خان با دوره های بازگشت مختلف

دوره‌ی بازگشت سال	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰
Qd (cm)	۰/۰۹	۰/۳۳	۰/۵۵	۰/۸۸	۱/۱۳
Qp (m^3/s)	۹	۳۳/۰۲	۵۵/۰۳	۸۸/۰۵	۱۱۳/۰۷



شکل شماره(۳)هیدرو گراف واحد سیل مسیل ولی‌خان با دوره‌های بازگشت مختلف

نتیجه گیری

حوضه آبریز چم سقز که در شمالغربی کشور واقع شده است دارای شیب متوسطی در حدود ۱۴/۵۸ درصد است که شیب نسبتاً زیادی به حساب می‌آید و سیل خیزی منطقه را افزایش می دهد.

ارتفاع متوسط این حوضه آبریز برابر با ۱۸۰۸/۵ متر است. ارتفاع بلندترین نقطه ۲۶۸۵ متر و ارتفاع پایین‌ترین نقطه ۱۴۰۶ متر است. بیشترین وسعت ما بین خطوط منحنی میزان ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰متر است. اقلیم کوهستانی آن باعث نزول ریزش‌های

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

جوی به صورت جامد می شود، ریزش‌ها برای مدتی در سطح زمین می‌مانند و به جریان سطحی نمی‌پیوندند. با شروع دوره‌ی گرم و افزایش دما همراه با باران‌های گرم، برف‌های انباشته شده ذوب می‌گردند و یکجا به رواناب سطحی می‌پیوندند و سیلاب های مخربی را به بار آورند.

یکی ازناهنجاری‌های قابل توجه و معنی‌داری که از بررسی روند بارش فصلی و ماهانه و مقایسه‌ی دوره‌ای فازهای بارش سقز دیده می‌شود ، افزایش غیر معمول بارش‌های تابستانه در ماه‌های جولای و سپتامبر است. گرچه این تغییر باعث کاهش طول دوره‌ی خشک و افزایش دوره‌ی مرطوب می‌شود ولی این بارش‌ها بیشتر رگباری بوده و در بعد از ظهرها و اوایل شب اتفاق می‌افتند و خطر سیل را به وجود می‌آورند. افزایش سیل می‌تواند از تغییر توزیع فراوانی بارش‌های روزانه ناشی شده باشد.

بارش‌های تندری یکی از مهمترین پدیده‌های اقلیمی شمال‌غرب ایران محسوب می‌شوند. این نوع بارش‌ها در مواقعی از سال ضمن تأمین بخشی از آب مورد نیاز زراعی، بویژه در فصول گرم سال تأثیرات فاجعه‌باری بر روی محیط طبیعی، سیلاب های شدید، مردم و اقتصاد کشاورزی می‌گذارند. درسال‌های اخیر بر شمار روزهای تندری افزوده شده‌است روند تعداد روزهای تندری، با استفاده از آمار ایستگاه همدید سقز (۲۰۰۵-۱۹۶۱) آزمون شد. بررسی تغییرات درازمدت فراوانی این پدیده حاکی از افزایش زیاد تعداد روزهای تندری و به تبع آن ازدیاد فراوانی بارش‌های رگباری و ایجاد سیل در سال‌های اخیر است.

هیدروگراف شبیه‌سازی شده‌ی سیل با دوره‌های بازگشت ۱۰ ، ۵۰ و ۱۰۰ ساله‌ی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی چم سقز نشان می‌هد که دبی پیک سیلاب پس از ۹ ساعت صورت می‌گیرد. سپس سیلاب فروکش کرده و پس از سپری شدن ۳۰ ساعت از شروع سیل جریان رودخانه به حالت طبیعی خود برمی‌گردد. با توجه به ویژگی‌های حوضه زمان اوج سیل کوتاه است و حوضه از پتانسیل سیل‌خیزی بالایی برخوردار است.

برای بررسی اثرات گسترش غیراصولی شهری بر سیل‌خیزی، هیدروگراف سیل با استفاده از روش SCS برای سال ۱۳۲۵ به عنوان دوره‌ی قبل از توسعه و سال ۱۳۷۵

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

(جدیدترین نقشه‌ی در دسترس)، به عنوان دوره‌ی بعد از توسعه ترسیم شد و پارامترهایی نظیر زمان تمرکز، زمان تأخیر و دبی اوج سیل هر دو دوره مقایسه و تحلیل گردید. در این بررسی نمایه‌ی نفوذ پذیری خاک CN متغیر وابسته است و برای هر دوره به دلیل تغییرنفوذپذیری خاک تغییر می‌کند و کلیه‌ی شرایط دیگر برای هر دو دوره ثابت در نظر گرفتیم. نتایج حاصل به شرح زیر است:

زمان تأخیر حوضه قبل از توسعه حدود دو ساعت (۱:۵۶/) و سال ۱۳۷۵ یک ساعت و ده دقیقه است. یعنی بر اثر افزایش سطوح نفوذناپذیر زمان رسیدن اوج هیدروگراف ۴۰ دقیقه کمترشده‌است و سیل در زمان کوتاهتری به اوج می‌رسد.

زمان تمرکز حوضه سال ۱۳۲۵ حدود سه ساعت و ۱۲ دقیقه بوده ولی سال ۱۳۷۵ به یک ساعت و پنجاه و پنج دقیقه رسیده است و یک ساعت و هفت دقیقه کاهش یافته‌است و رواناب‌های ناشی از بارش در زمان کمتری جمع شده و جریان می‌یابند.

رواناب یا بارندگی خالص حاصل از یک رگبار ۵ میلیمتری که در مدت ۳۰ دقیقه‌ای در سال ۱۳۲۵ برابر با ۲/۴۵ میلیمتر و سال ۱۳۷۵ برابر با ۳/۸۸ میلیمتر می‌باشد.

دبی اوج حاصل از یک رگبار ۵ میلیمتری ۳۰ دقیقه‌ای به دلیل کاهش نفوذپذیری خاک از ۳/۵۷ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۲۵ به ۹/۹۳ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۷۵ افزایش یافته است.

در سال‌های اخیر با رشد و توسعه‌ی ساخت و ساز در شهر، هر روز به حریم طبیعی مسیل تجاوز شده تا جائیکه در بعضی از مقاطع از مسیل، آبراهه‌ای بسیار تنگ به وجود آمده است. برآورد سیلاب‌های درون‌شهری یکی از گام‌های اساسی برای تعیین ابعاد و مشخصات سامانه‌های جمع‌آوری و دفع سیلاب‌های شهری است. در بررسی میزان ارتفاع سیلاب شهری، به طور معمول دبی سیلاب با دوره برگشت ۲۵ ساله مدّ نظر قرار می‌گیرد در این راستا دبی سیلاب در مسیل ولی‌خان با دوره‌ی برگشت ۲، ۵، ۱۰ ، ۲۵ و ۵۰ سال محاسبه نمودیم. دبی سیلاب به ترتیب برابر بود با: ۹، ۳۳/۰۲، ۵۵/۰۳، ۸۸/۰۵، و ۱۱۳/۰۷ متر مکعب بر ثانیه. در بررسی‌ها و مشاهدات صورت گرفته در شهر توسعه‌ی ناهمگون و ناسازگار یعنی عدم توجه به ویژگی‌های طبیعی زمین نظیر شیب و

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

توپوگرافی و ساخت و سازهای بدون نقشه‌ی علمی و فنی نظیر مسدود نمودن مسیر مسیل‌های قدیمی و یا کاهش حریم آنها و نیز راه اندازی فعالیت‌های تجاری در بستر آنها به چشم می‌خورد و از همین روست که پاره‌ی از مشکلات هیدرولوژیکی شهر نظیر جمع شدن آب در داخل معابر و نبود سیستم زهکشی مناسب در برخی قسمت‌های شهر دیده می‌شود.

منابع و ماخذ

۱- اولی زاده، انور، ۱۳۸۴، **بررسی و تحلیل روند گسترش توسعه‌ی فیزیکی و تعیین جهات بهینه‌ی توسعه‌ی شهر سقز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی**. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد به راهنمایی غلامعلی مظفری، دانشگاه یزد، مجتمع علوم انسانی، گروه جغرافیا

۲- تقوی، فرحناز و محمدی، حسین، ۱۳۸۵، **روند شاخص های حدی دما و بارش در تهران**، پژوهش‌های جغرافیایی ، شماره ۵۳

۳- جعفری، فرهاد، ، ۱۳۷۶،**آب و هواهای سیلابی**، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، انتشارات آستان قدس، شماره۳۶، مشهد

۴- جلالی، اروج، ۱۳۷۸، **هیدرولوژی شهری، مورد مطالعه شهر تبریز**، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد به راهنمایی مجید زاهدی، دانشگاه تبریز، دانشکده‌ی علوم انسانی و اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی

۵- خلیلی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴،**پهنه‌بندی خطر سیل در بخشی از محدوده‌ی رودخانه‌ی زیارت در حوزه‌ی آبخیز شهری گرگان**، مجله‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره، چهارم

۶- رزاقی، ناصر و تیموری، حمید، ۱۳۸۵،**اثرات توسعه‌ی شهری و هیدرولوژی**، کارگاه فنی همزیستی با سیلاب، تهران، (منتشرشده در http://www.irncid.org/workshop).

۷- ضیائی، حجت الله، ۱۳۸۰ ، **اصول مهندسی آبخیزداری**، چاپ اول، انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

۸- طاهری بهبهانی، محمدطاهر و بزرگزاده، مصطفی، ۱۳۷۵،**سیلابهای شهری**، انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات معماری و شهرسازی ایران، چاپ اول، تهران

۹- علیزاده، امین، ۱۳۸۲ ، **اصول هیدرو لوژی کاربردی**، چاپ شانزدهم، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد.

۱۰- میرزاپور و همکاران، ۱۳۸۲ ، **تعیین مدل شدت سیل‌خیزی مناطق با استفاده از منابع محیطی در حوزه‌ی آبریز سقز چای**، مجله‌ی منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، شماره‌ی۲

۱۱- یونسی، حجت الله و همکاران، ۱۳۸۶، **بررسی خصوصیات سیلاب های شهری در مسیل های شهرستان خرم‌آباد و نقش آن درمدیریت سیلاب**، (ناشر http://www.civilica.ir

Zimmer, Christine Anne, 2006, ***Low impact development practices for storm water management: implications for urban hydrology***, the faculty of graduate studies of the University of Guelph. Published heritage branch, Ottawa, Canada

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]