دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هفدهم، شماره‌ی ۵۷
بهار ۱۳۹۶، صفحات ۲۵۳-۲۳۵

*نازیلا رزمجوئی[۱]
محمدمهدوی[۲]
حمیده افخمی[۳]
محسن محسنی ساروی[٤]
بهارک معتمدوزیری[٥]

تاثیر توسعه شهری بر افزایش دبی پیک جریان و خسارت ناشی از آن (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۸/۱۱

چکیده

تغییر کاربری اراضی و توسعه شهری منجر به پیدایش مشکلات فزاینده‌ای در هیدرولوژی شهری شده و در اکثر موارد افزایش دبی پیک و حجم سیلاب را به همراه داشته است. منطقه ۲۲، یکی از بزرگ‌ترین مناطق شهری تهران است که در مجاورت دو حوضه آبخیز کن و وردیج قرار دارد. افزایش سریع روند شهرسازی و توسعه سطوح نفوذناپذیر، خطر وقوع سیل در منطقه را دوچندان کرده است. در این تحقیق ابتدا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با کمک تصویر(ETM) ماهواره لندست، نقشه‌ها و اطلاعات لازم تهیه و سپس میزان دبی حداکثر جریان با سه روش توزیع آماری، شماره منحنی(SCS) و استدلالی برآورد گردید و در نهایت نقش توسعه

*۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران. (نویسنده مسئول) E-mail: Nazila_1908@yahoo.com
۲- عضو هیات علمی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۳- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی یزد.
٤- عضو هیات علمی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
٥- عضو هیات علمی دانشگاه علوم تحقیقات تهران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

شهری در افزایش میزان دبی حداکثر مورد بررسی قرار گرفت. همچنین به منظور تخمین خسارت سیل در ۵۰ سال اخیر، آمار وقوع سیل از سازمان جنگل‌ها و مراتع اخذ و با تهیه پرسشنامه، خسارت ناشی از این پدیده به قیمت امروز نرخ‌گذاری گردید. مقایسه نتایج حاصل از دبی پیک حوضه شهری منطقه ۲۲ و حوضه آبخیز کن نشان می‌دهد که در دوره بازگشت ۲ سال، دبی اوج سیل در حوضه شهری ٦/۲ برابر حوضه کن بوده و در دوره بازگشت ۵ سال این نسبت ۱/۵۵ برابر و دوره بازگشت ۱۰ سال به ۱/۱۱ برابر رسیده است. این نتیجه نشان می‌دهد شهرسازی و افزایش سطوح نفوذناپذیر پتانسیل نفوذ را کاهش و دبی پیک جریان و حجم سیلاب را افزایش داده است و نکته حائز اهمیت این‌که حساسیت سیل‌های کوچک در منطقه بیش‌تر از سیل‌های بزرگ می‌باشد. همچنین مطالعه ٦ سیل اتفاق افتاده در منطقه طی ۵۰ سال اخیر، حاکی از خسارت ۷۱۵/۵۰۰/۰۰۰ میلیون تومانی این پدیده می‌باشد. با توجه به مجموع خسارات سیل و همچنین نیاز منطقه به ایجاد فضای سبز جدید و مشکل کمبود آب، می‌توان با ارائه یک راهکار مدیریتی از رواناب حاصل از این سیلاب‌ها جهت تامین آب، در فضای سبز شهری استفاده نمود.

کلید واژه‌ها: توسعه شهری، دبی اوج سیل، خسارات سیل، GIS، RS.

مقدمه

امروزه با روند افزایشی سریع تبدیل حوضه‌های آبخیز غیرشهری به شهری، در نتیجه تغییر کاربری اراضی از حالت طبیعی (کشاورزی، مرتعی و جنگلی) به شهری (مسکونی، صنعتی، تجاری، ورزشی و جاده‌ها و معابر)، موضوع پیچیده‌ای تحت عنوان آبخیزشهری متولد شده است (آلکانتارا[6]، ۲۰۰۲: ۱۰۸). این مسئله تاثیر نامطلوبی در هیدرولوژی مناطق شهری گذاشته و موجب تشدید سیلاب‌ها، افزایش آلودگی رواناب، افزایش ضریب رواناب و کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی می‌گردد (فیفر و بنیت[7]، ۲۰۱۱: ٤٨٦). به بیان دیگر تحولات هیدرولوژیکی ناشی از شهرسازی و نحوه کاربری اراضی حوضه شهری را می‌توان افزایش حجم رواناب،افزایش دبی پیک، کاهش زمان رسیدن به دبی اوج و نهایتاً تغییرات کیفی آب نام برد (لیو و همکاران[8]، ۲۰۰٤: ۲۲۸; کامپانا و توکی[9]، ۲۰۰۱: ۱۱٤; نیروپاما و سیونومیک[10]، ۲۰۰۷: ۲٦). از دیدگاه نصری و همکاران (۱۳۸۵: ۲۲) مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش حجم رواناب شهری را می‌توان افزایش میزان سطوح و اراضی نفوذناپذیر شهری و خصوصیات مسیرهای حرکت جریان آب دانست که تحت تاثیر ساخت‌وسازهای بی‌رویه قرار می‌گیرند. این امر ممکن است خطرات و خساراتی

6- Alcantara
7- Feifer and Bennett
8- Liu et al
9- Campana and Tucci
10- Nirupama and Simonovic

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

را متوجه مناطق پست و گود افتاده مناطق شهری کند (جانگ[11]، ۲۰۰۷: ۳٤٤). از این‌رو باید پیش‌بینی‌های لازم برای دفع یا تعدیل مشکلات مزبور به‌عمل آید که انجام بررسی‌های منطقه‌ای و تدارک تمهیدات لازم در قالب طرح‌های جمع‌آوری، انتقال و دفع آب‌های سطحی شهر از جمله اقداماتی مناسب برای ارزیابی و مقابله با پیامدهای زیان‌بار این پدیده تلقی می‌گردد. در حال حاضر توسعه شهرنشینی، به‌ویژه در حاشیه رودخانه‌ها بر خسارت‌سیل افزوده است (ثقفیان، ۲۰۰۸: ۱۰۵۲). تشدید سیر صعودی خسارات سیل در دهه‌های اخیر سبب شده است که آرزوی دیرینه درباره حل قطعی مسئله رواناب‌ها جای خود را به واقع‌گرایی و درک این واقعیت دهد که همیشه نمی‌توان در مهار سیلاب‌ها موفق بود بلکه باید کوشید تا تبعات زیان‌بار و مخرب آن را کاهش داد (نصری، ۱۳۷۷: ۲٦). از این‌رو توجه به موضوع مدیریت سیلاب‌های‌شهری به‌عنوان یکی از محورهای مهم آبخیزداری‌شهری با هدف ارائه الگوها و استانداردهای مناسب با تاکید بر حفظ محیط‌زیست‌شهری، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و برای برنامه‌ریزی شهرداری‌ها و دستگاه‌های زی‌ربط، در جهت رسیدن به اهداف راهبردی ضروری به نظر می‌رسد (حبیبی و داودی، ۱۳۸۸: ۱۷۵). منطقه ۲۲ شهرداری تهران، یکی از مناطقی است که با توجه به وجود دو حوضه آبخیز در بالادست آن و توسعه سریع شهرنشینی و سطوح نفوذناپذیر در سال‌های اخیر به‌شدت تحت تاثیر افزایش حجم رواناب و ایجاد سیلاب قرار گرفته است به طوری که وقوع سیل در چندین دهه اخیر خسارات چشم‌گیری در این منطقه بر جا گذاشته است.

در زمینه وقوع سیلاب در مناطق شهری و غیرشهری تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است. کادیر[12] با مطالعه بر روی عوامل مختلف موثر بر تولید هرزآب در ٤۳ حوضه به یک رابطه منطقی بین میزان بارندگی و هرز آب متوسط سالیانه حوضه‌ها دست یافت (کادیر، ۱۹۹٦: ۱۱۷). لورپ و همکاران[13] با مدل‌سازی، تاثیر افزایش جمعیت در تغییر رواناب شش حوضه در زیمباوه را بررسی نمودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد در تمام زیر حوضه‌ها با تراکم کشاورزی ناشی از افزایش جمعیت، نفوذ بیش‌تری صورت گرفته و در نتیجه رواناب سالانه بارش کاهش می‌یابد (لورپ و همکاران، ۱۹۹۸: ٦۲). الیویری و سانترو[14] در تحقیقی اقدام به تخمین خسارت سیلاب شهری در منطقه پالرمو نموده و با استفاده از داده‌های فیزیکی، داده‌های اقتصادی، داده‌های هیدرولوژیک و هیدرولیک توانستند مجموع خسارت سیل را به‌دست آوردند (الیویری و سانترو، ۲۰۰۰: ۲۳۵). رودریگویز و همکاران[15] (۲۰۰٦: ۲۸۵)، در تحقیقی اقدام به تعیین مدلی هیدرولوژیکی برای مناطق شهری کرده و به این نتیجه رسیدند که می‌توان با در نظر گرفتن مدیریت سیلاب شهری مفهوم توسعه پایدار را به‌عنوان یک مرحله ارزیابی در اهداف مدیریت جامع سیستم

11- Jang et al
12- Cadier
13- Lurop et al
14- Oliveri and Santoro
15- Rodriguez et al

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

آب شهری قرارداد. داگلاس و همکاران[16] (۲۰۰۷: ۵۷) در توصیف سیلاب شهری به این اصل رسیدند که تاثیر سیل بر مناطق شهری ناشی از تراکم جمعیت بالا و تبعات آن است، همچنین فاکتورهای طبیعی و دخالت انسان مثل تغییر کاربری اراضی، رشد جمعیت، شهرسازی و جاده سازی بر سیل تأثیرگذار است. شانگ و ویلسون[17] (۲۰۰۹: ٤١) نشان دادند در حوضه‌های شهری ۹۰ درصد رگبارها به رواناب تبدیل می‌شود در حالی که در حوضه‌های روستای این مقدار ۲۵ درصد می‌باشد. ساریا و مجال[18] (۲۰۱۲: ۲۱۰) در تحقیقی پیرامون مدیریت سیلاب‌های شهری، سیاست‌هایی را در رابطه با فعالیت‌های بشر و برنامه‌ریزی دولت‌ها ارائه دادند که در کاهش سیل در مناطق شهری موثر می‌باشد. صابری و قدوسی (۱۳۷۷: ٤٦) با مطالعه حوضه آبریز شمال تهران به بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات سیلاب در این حوضه‌ها پرداختند. نتایج حاصل ازاین تحقیق نشان دادکه با افزایش شهرسازی ضریب هرزآب و حجم رواناب در حوضه‌های مورد مطالعه نزدیک به ۲ برابر افزایش یافته است (پوراغنیایی (۱۳۸۹: ۹۰) با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره لندست و پردازش آن‌ها در محیط GIS، نقشه پوشش گیاهی حوضه نکارود را تهیه و پس از تعیین پارامترهای بارندگی منطقه با استفاده از روش SCS و مدل هیدرولوژیکیHEC-HMC به شبیه‌سازی حوضه پرداخت، نتایج نشان داد که با افزایش دوره بازگشت سیل، تاثیر تغییر کاربری اراضی کاهش می‌یابد (پوراغنیایی، ۱۳۸۹: ۹۰). خلیقی‌سیگارودی (۱۳۸۳: ۲۱۰) در بررسی میزان تاثیر تغییر کاربری اراضی بر مشخصات هیدرولوژیک آب‌های سطحی به این نتیجه رسید که تغییر کاربری اراضی بر دبی اوج بیش‌ترین تاثیر را گذاشته است. قدوسی (۱۳۸٦: ۲۱۸) با مطالعه و تحلیل آبخیزداری شهری به این نتیجه دست یافت که هرچند پرداختن به آبخیزداری شهری از نظر اجرایی با تغییرات ایجاد شده در اکثر شهرها آسان نیست، اما برای رفع معضلاتی مانند ورود سیلاب‌ها به پهنه شهرها، آب‌گرفتگی معابر در اثر سیلاب‌های شهری، نامناسب بودن و نبود امکانات زیربنایی برای ایجاد تفرجگاه‌ها و پناهگاه و نقاط امن برای استفاده در زمان وقوع حوادث غیرمترقبه توجه به آبخیزداری شهری در کشور یک امر الزامی است. زرین در تحقیق در مورد نقش مدیریت آبخیزها در کاهش سیل این نتیجه رسید که مدیریت حوضه‌های آبخیز از طریق اصلاح و توسعه مراتع، مدیریت جنگل‌ها، اجرای طرح‌های ذخیره نزولات جوی، استفاده از روش‌های مکانیکی و ساختمانی برای کاهش سرعت جریان آب روی دامنه‌ها و آبراهه‌ها در توسعه منابع آبی حوضه آبخیز موثر می‌باشد که اثرات آن به‌صورت کاهش فراوانی و وقوع سیلاب‌ها، تغذیه آب‌زیرزمینی، حفظ ظرفیت عبوری آبراهه‌ها و کاهش فرسایش خاک و حمل رسوب توسط رودخانه نمایان می‌گردد (زرین، ۱۳۸٦: ۲۱۰). حبیبی و داوری (۱۳۸۸: ۷۷) در بررسی مشکلات مدیریت سیلاب و رواناب سطحی در کلان‌شهرهای ایران به این نتیجه دست یافتند که عدم توجه کافی به مسائل مربوط به مطالعه و طراحی که ناشی از ضعف آمار و اطلاعات پایه بوده، همچنین مشکلات مرتبط با مرحله اجرا که ناشی از مسایل فنی، اجتماعی و مدیریتی می‌باشد و مشکلات مرحله بهره‌برداری و نگه‌داری که ناشی از مسائل اجتماعی است،

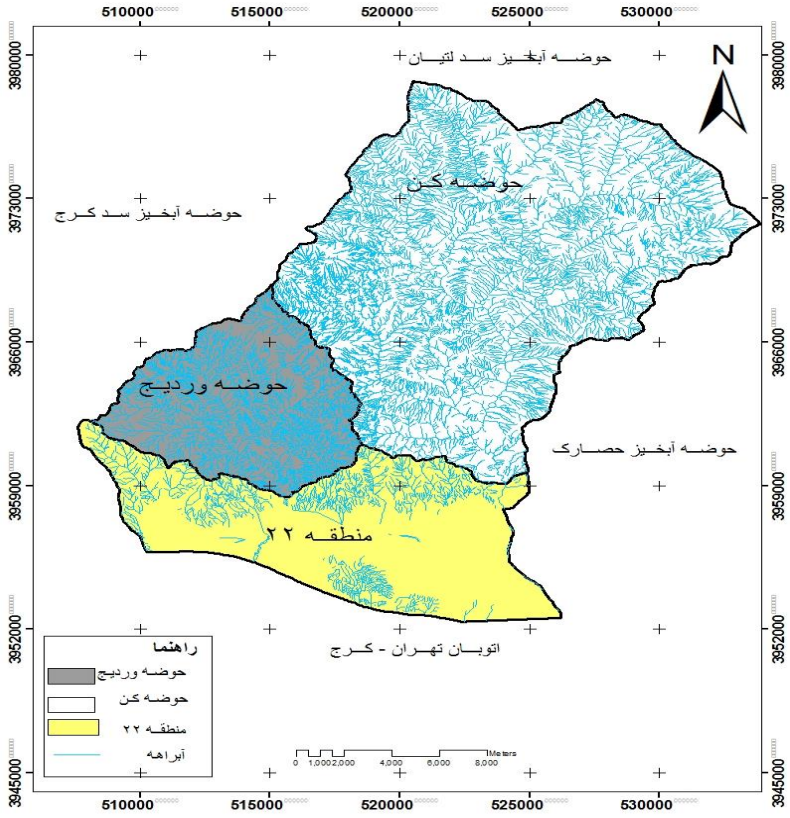
16- Douglas et al
17- Shang and Wilson
18- Suriya and Mudgal

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

سبب اختلال در امر کنترل و بهره‌برداری بهینه از سیلاب‌های شهری خواهد شد. با بررسی تحقیقاتی که تاکنون انجام شده مشخص گردیده که ازدیاد جمعیت و تبعات ناشی از آن نظیر تغییر کاربری‌اراضی، افزایش شهرسازی و جاده‌سازی و به‌طور کلی افزایش سطوح غیر قابل‌نفوذ باعث بالا رفتن میزان رواناب و از طرفی دبی اوج سیل می‌شود به‌طوری که در بسیاری از موارد آب‌های ناشی از رواناب در مسیر خود ایجاد سیل نموده و خسارات زیادی را در منطقه به بار می‌آورد. در این تحقیق سعی شده تا با توجه به اهمیت بررسی سیل‌خیزی منطقه شهری ۲۲ شهرداری تهران، تاثیر توسعه و شهرسازی و ایجاد شهرک‌های جدید بر افزایش مقدار دبی پیک سیل منطقه بررسی و خسارات ناشی از آن در چند دهه اخیر برآورد گردد و در نهایت راهکارهای مدیریتی در جهت کاهش خسارات ناشی از این پدیده بیان گردد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، حوضه شهری ۲۲ شهرداری تهران می‌باشد که این حوضه در بین عرض‌های شمالی ۳۵ درجه و ۲٤ دقیقه و ٤۰ ثانیه و ۳٦ درجه و ۰۰ دقیقه و ۰٦ ثانیه و طولهای شرقی ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه و ۵٦ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه در حاشیه جنوبی البرز مرکزی قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه زیر حوضه‌ها و شبکه آبراهه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

به‌طورکلی سازندهای زمین‌شناسی منطقه بیش‌تر مربوط به دوره ائوسن و جوان‌ترین سازند موجود در منطقه، نهشته‌های کواترنری می‌باشد. از لحاظ بارندگی کم‌ترین بارندگی مربوط به شهریور ماه و بیش‌ترین بارندگی مربوط به دی‌ماه است، ٤٣٪ درصد از میزان بارندگی در فصل زمستان و ٣٦٪ آن در فصل بهار می‌باشد. همچنین حداقل دما در فصل سرد منطقه از ۱۵ درجه زیرصفر تا ۳۹ درجه بالای صفر در فصل گرم متغیر است. خاک‌های حوضه بیش‌تر از نوع خاک‌های واریزه‌ای بوده که عواملی چون آسفالت، خیابان‌سازی و جدول‌گذاری سبب فشرده شدن خاک اطراف درختان خیابان‌ها شده‌است. منابع آب سطحی منطقه مطالعاتی شامل رودخانه کن و وردآورد می‌باشد (دانشگاه‌آزاد اسلامی مرکز تحقیقات و مطالعات زیست‌محیطی، ۱۳۸۰: ٤٢).

مواد و روش‌ها

با توجه به این‌که منطقه ۲۲ بعد از طرح جامع تهران (مصوب ۱۳۷۳) به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مناطق شهری تهران شکل‌گرفته و با سرعت در حال توسعه می‌باشد و از طرفی با توجه به ورود رواناب دو حوضه کن و وردیج به این حوضه و سابقه وقوع سیل انتظار می‌رود که توسعه شهر نیز عاملی تشدید کننده در وقوع و بزرگی دبی اوج سیل و خسارات ناشی از آن به‌شمار رود. با این فرض تحقیق حاضر طی دو مرحله انجام گرفته است. در مرحله اول میزان دبی پیک سیلاب در منطقه با استفاده از سه روش توزیع‌های آماری، SCS و استدلالی محاسبه گردیده و در مرحله بعد میزان خسارات ناشی از سیل از طریق پرسشنامه در ۵۰ سال اخیر برآورد شده است.

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق فاقد ایستگاه هواشناسی می‌باشد، از این‌رو به منظور نیاز به برخی از پارامترهای هواشناسی با توجه به موقعیت ایستگاه‌های اطراف و حوضه مورد نظر، نزدیک‌ترین ایستگاه به حوضه‌ها انتخاب گردید. در این انتخاب ایستگاه درکه نزدیک‌ترین ایستگاه به حوضه کن و وردیجو ایستگاه ژئوفیزیک نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه شهری ۲۲ می‌باشد. در بررسی بارندگی متوسط حوضه‌ها از روش خطوط همباران به‌همراه گرادیان بارندگی و بر اساس آمار ۲۵ ساله ۲۲ ایستگاه اطراف که زیر نظر سازمان هواشناسی و وزارت نیرو می‌باشد استفاده شده است و محاسبه بارندگی ماهانه با استفاده از ایستگاه‌هایی صورت گرفته که ضرایب همبستگی بین آن‌ها بالای ۸۰٪ می‌باشد. همچنین شایان ذکر است آمار دبی مورد استفاده در این مطالعه با توجه به یک ایستگاه هیدرومتری در خروجی حوضه‌کن و ایستگاه دیگری که در امتداد این رودخانه (کن) و در پایین‌دست منطقه واقع شده، اخذ گردیده و توزیع‌های آماری این دو ایستگاه با استفاده از نرم‌افزار Hyfa تولید شده است. همچنین به‌منظور شناخت و تعیین برخی خصوصیات فیزیکی حوضه‌ها تولید نقشه‌های پایه، ضروری می‌باشد. در نقشه‌های تولید شده که با استفاده از نرم‌افزارArcGIS 9.3 تولید شده است، مرز حوضه‌ها با هدف تعیین مساحت و محیط حوضه تهیه گردید. به‌ترتیب نقشه شبکه آبراهه برای شناخت آبراهه اصلی و محاسبه زمان تمرکز، نقشه مدل رقومی ارتفاع برای تعیین ارتفاع متوسط حوضه، نقشه شیب به‌منظور برآورد شیب آبراهه و شیب حوضه و نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، به‌منظور تعیین CN و با هدف برآورد رواناب و دبی اوج سیل در مدل SCS تهیه شده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

برخی از پارامترهای نام برده شده در روش استدلالی نیز کاربرد دارد. به‌منظور تهیه نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک نیاز به نقشه واحد اراضی می‌باشد که در مطالعه حاضر نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوضه‌های کن و وردیج و قسمتی از حوضه شهری از شرکت آب و آبخیزداری تهیه شده است (شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری، ۱۳۸۲: ۱۵۰). علاوه بر این در این مقاله از توانایی RS جهت تعیین گروه هیدرولوژیکی بخشی از اراضی بایر منطقه ۲۲ استفاده گردید که به همین منظور از تصویر (ETM^+) ماهواره لندست سال ۲۰۰٤ استفاده شد. سپس طبقه‌بندی نظارت‌شده، با الگوریتم طبقه‌بندی جعبه‌ای[19] (یکی از متداول‌ترین و بهترین روش طبقه‌بندی نظارت شده چند باند) بر اساس نمونه‌گیری از واقعیت زمینی (شرکت آب و آبخیزداری) و آموزش سیستم و تعمیم یافته‌ها به کل تصویر در محیط نرم‌افزاری Ilwis3-4 صورت گرفت. علاوه بر این نقشه کاربری اراضی دو حوضه کن و وردیج از سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشورو حوضه شهری از شهرداری منطقه تهیه شده، با توجه به کاربری‌های مختلف آن در محیط GIS، رقومی و برای برخی از نقاط مبهم در این نقشه با استفاده از گوگل ارث، تصحیح شده است. جهت محاسبه مقدار CN نیز، پس از تهیه و تولید نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک، مقادیر CN از جدول مربوطه (حالت II رطوبت پیشین) استخراج و در جدول حاصل از ادغام دو نقشه وارد شده و سپس مقدار CN وزنی به‌دست آمده است (مهدوی، ۱۳۸۱: ۱۵۹). در این تحقیق به‌منظور محاسبه دبی پیک منطقه ۲۲ شهرداری از سه روش استفاده گردید که در ذیل آورده شده است:

- توزیع‌های آماری

در منطقه مورد مطالعه یک ایستگاه هیدرومتری در خروجی کن (کن ۱) و ایستگاه دیگر در پایین‌دست منطقه (کن ۲) موجود می‌باشد. بر این اساس پس از اخذ آمار لازم از سازمان آب منطقه‌ای، با استفاده از نرم‌افزار Hyfa توزیع‌های آماری با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ به‌دست آمده است.

برآورد ارتفاع رواناب در روش شماره منحنی[20]:

در این روش ارتفاع رواناب ناشی از باران از رابطه ۱ به‌دست می‌آید:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \qquad P > 0.2S \qquad (۱)$$

در رابطه فوق Q: ارتفاع رواناب P: ارتفاع بارندگی ۲٤ ساعته S: حداکثر توان نگه‌داری مربوط به برگاب و نفوذ در خاک و ذخیره سطحی می باشد.

19- Box
20- Curve Number

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مقدار S برحسب سانتی‌متر و با استفاده از میانگین وزنی CN طبق رابطه ۲ به‌دست می‌آوریم:

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4 \quad (۲)$$

در این مقاله برای حوضه کن و وردیج ضریب ۰/۲ و برای منطقه ۲۲ ضریب ۰/۱ برای S در نظر گرفته شد. این مقادیر بر اساس جدول اعمال ضرایب که توسط سازمان حفاظت منابع ملی (NRCS) و بر اساس خصوصیات هر منطقه در نظر گرفته شده است.

مقدارp: اطلاعات ورودی مربوط به بارندگی از مهم‌ترین اطلاعات در انجام محاسبات است. بنابراین باید در انتخاب اطلاعات بارندگی دقت لازم را انجام داد. با توجه به این‌که حوضه فاقد ایستگاه هواشناسی می‌باشد. نمودارهای شدت-مدت-فروانی برای ایستگاه‌های مجاور حوضه (درکه و ژئوفیزیک) ترسیم گردید و سپس با استفاده از آن بارش‌های ٦ ساعته حوضه برآورد شد و سپس شدت باران در حوضه به ازای دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ ساله از این منحنی‌ها استخراج و به مقدار بارندگی تبدیل گردید. پس از آن با استفاده از فرمول شماره منحنی، ارتفاع رواناب با دوره بازگشت‌های مختلف برآورد و مقدار دبی پیک محاسبه گردید. همچنین دبی اوج سیل مطابق رابطه ۳ برای دوره بازگشت‌های مختلف به‌دست آمد.

$$Q_{max} = \frac{2.083 \times A \times Q}{T_p} \quad (۳)$$

در رابطه فوق Q_{max}N: دبی حداکثر لحظه‌ای به مترمکعب بر ثانیه،

Q: ارتفاع رواناب یر حسب سانتی‌متر،

T_c: زمان از شروع شاخه صعودی هیدروگراف تا رسیدن به اوج برحسب ساعت است. این زمان را می‌توان برحسب دقیقه از رابطه ٤ و از روی زمان تمرکز محاسبه کرد که T_c در این رابطه زمان تمرکز است.

$$T_p = \sqrt{T_C} + 0.6T_C \quad (٤)$$

- برآورد دبی اوج سیل به روش‌استدلالی

این روش نیز که به‌طور وسیعی در جهان و بخصوص در هیدرولوژی شهری و امور اجرایی آبخیزها مورد استفاده قرار گرفته است در رابطه ۵ نشان داده شده است:

$$Q = \frac{1}{360} CIA \quad (۵)$$

در رابطه بالا Q: دبی اوج سیل به مترمکعب بر ثانیه با دوره بازگشتی برابر با دوره بازگشت رگبار،

C: ضریب رواناب سطحی که از جداول مختلف به‌دست می‌آید و فرض شده که در طول بارش مقدار ثابتی دارد.

I: حداکثر شدت بارندگی به میلی‌متر بر ساعت و در زمان تمرکز

A: مساحت حوضه به هکتار می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در این روش، میزان شدت بارندگی در دوره بازگشت‌های مختلف را با توجه به زمان تمرکز حوضه‌ها از نمودارهای شدت مدت فراوانی استخراج و ضریب رواناب سطحی را از طریق جدول ضریب رواناب سطحی، به‌طور وزنی محاسبه و دبی اوج سیل طبق رابطه ۵ محاسبه گردیده است.

- محاسبه خسارات سیل

با توجه به عدم برآورد خسارت سیل از طرف سازمان‌های مختلف، اقدام به برآورد خسارت سیل ۵۰ سال اخیر گردید. بر این اساس با توجه به آمار سازمان جنگل‌ها و گزارش‌ها موجود در شهرداری و تلفات جانی و مالی، با تهیه پرسشنامه از شرکت‌هایی نظیر شرکت‌های راه و ساختمان، تعاونی، بیمه و غیره به ارزش امروزی نرخ‌گذاری شد و با استناد به این آمار و پرسشنامه‌ها میزان خسارت حاصل از سیل به نرخ امروز محاسبه گردید.

یافته‌ها و بحث

نتایج حاصل از پارامترهای فیزیکی و مقدار بارش حوضه

جهت انجام مقاله برخی پارامترهای فیزیکی و ژئومتری حوضه‌ها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 اندازه‌گیری شده که نتایج آن در (جدول ۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های ژئومتری حوضه ها

نام حوضه ها						
ردیف	ویژگی‌های ژئومتری	واحد	منطقه ۲۲	کن	وردیج	کل حوضه ها
۱	مساحت حوضه	کیلومترمربع	۹۱/۲۵	۲۰۵/٤۲	٦۰/۹۳	۳۵۷/٦
۲	حداکثر ارتفاع حوضه	متر	۲۵۳۰/۹۷	۳۸۲۱/۵۱	۲۹۰٤/٤۲	۳۸۲۱/۵۱
۳	حداقل ارتفاع حوضه	متر	۱۲۱۷/۷۱	۱۳۷۰/۳۱	۱۳۹۷/۹۲	۱۲۱۷/۷۱
٤	طول آبراهه اصلی	کیلومتر	۱۷/۱٦	۲۳/۵۷	۱۱/۸۷	۳۱/۳۰
۵	شیب متوسط حوضه	درصد	۱۳/۵۷	٤۲/۸۹	۳۵/۹۰	۳٤/۰۲
٦	شیب متوسط آبراهه	درصد	۵/۱	٤۰/٦۹	٤۲/۳۹	۲۱/۸۷
۷	قطر دایره معادل	کیلومتر	۱۰/۸۷	۱٦/۱۷	۸/۸	۲۱/۳٤
۸	محیط حوضه	کیلومتر	۵٤/۹٦	٦۸/۰۱	۳۵/٦۹	۱۵۸/٦٦
۹	زمان تمرکز حوضه	دقیقه	۱۹۰/۲	۱٦۵/٦	۱۲۱/۲	۲٦۸/۲
۱۰	زمان تا اوج حوضه	دقیقه	۱۲۷/۹۱	۱۱۲/۲۲	۸۳/۷۳	۱۷۷/۲۹

(مقادیر ذکر شده در جدول با استفاده از نرم‌افزار محاسبه شده است)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

همچنین نتایج حاصل از مقادیر بارش در حوضه‌ها در (جدول ۲) نمایش داده شده است که بر اساس این نتایج حوضه کن با ٤٥٠ میلی‌متر بارش، بیش‌ترین میزان بارش را در منطقه دارا می‌باشد.

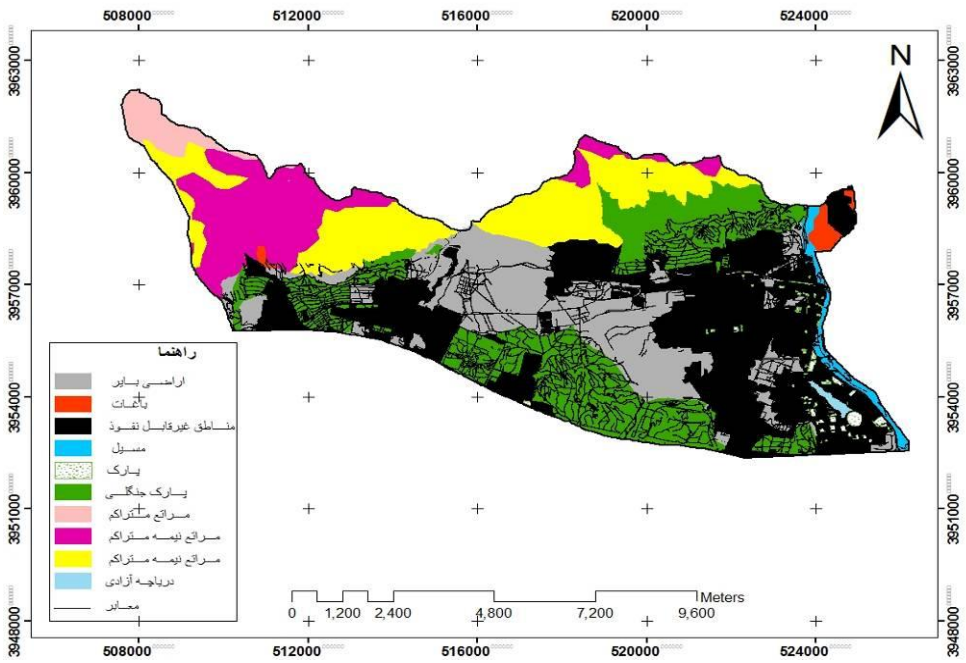
جدول ۲- مقادیر بارش در سه حوضه

حوضه	متوسط بارندگی (mm)
حوضه کن	٤٥٠
حوضه وردیج	٣٤٥
منطقه ۲۲	٣٠٠

نتایج حاصل از محاسبه برخی پارامترهای مورد نیاز در برآورد CN، ارتفاع رواناب و دبی اوج‌سیل

جدول ۳- گروه‌های هیدرولوژیکی خاک

حوضه	گروه‌های هیدرولوژیک خاک
منطقه ۲۲	A, B, C, D
حوضه کن	A, B, C, D
حوضه وردیج	B, C, D



شکل ۲: نقشه کاربری اراضی منطقه ۲۲

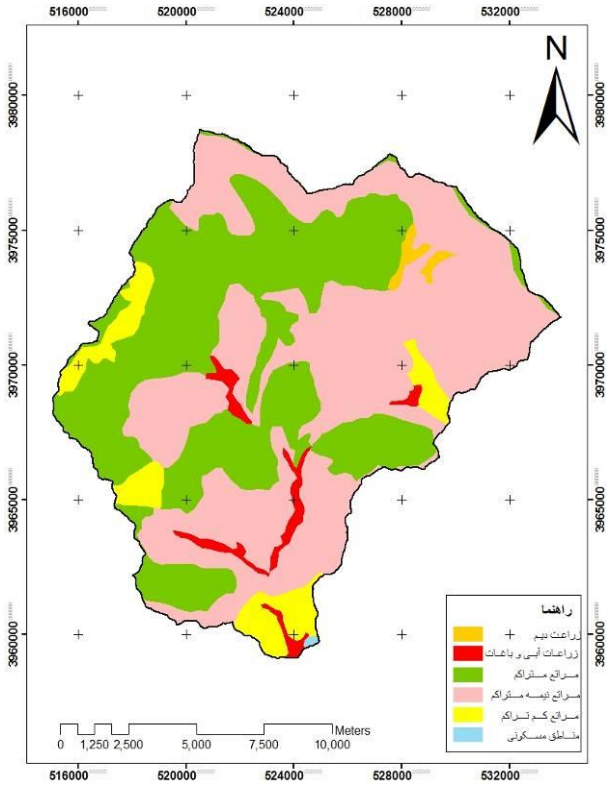
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

نتایج آنالیز گروه‌های هیدرولوژیک خاک زیر حوضه‌ها که جهت محاسبه CN مورد نیاز است در (جدول ۳) آورده شده است. همچنین نتایج مربوط به کاربری اراضی حوضه‌ها در (جدول ٤) نشان داده شده است و (شکل‌های ۲ و ۳ و ٤) به‌ترتیب نقشه کاربری اراضی حوضه‌های منطقه ۲۲، کن و وردیج را نمایش می‌دهد.

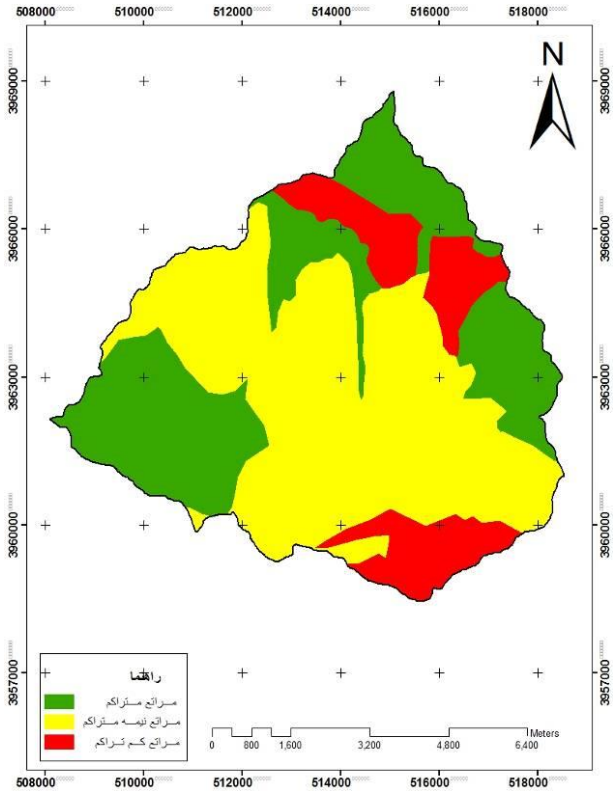
جدول ٤- نتایج حاصل از کاربری اراضی در حوضه

حوضه	کاربریاراضی	مساحت (Km2)
منطقه ۲۲	اراضی بایر	۱٦/۷۳
	باغات	۰/۷۵
	مناطق غیرقابل نفوذ	۲۸/۲۰
	پارک	۰/۵۹
	پارک جنگلی	۱۸/۸٤
	مراتع متراکم (تراکم تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد)	۲/۰٦
	مراتع نیمه متراکم (تراکم تاج پوشش ۲۵-۵۰ درصد)	۹/۵٤
	مراتع کم تراکم (تراکم تاج پوشش ۵-۲۵ درصد)	۱۳/۰۵
	دریاچه آزادی	۰/۲۲
	مسیل	۱/۲۷
کن	زراعت دیم	۱/٦۲
	زراعات آبی و باغات	٤/۷۷
	مراتع متراکم (تراکم تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد)	۸۲/۲۰
	مراتع نیمه متراکم (تراکم تاج پوشش ۲۵-۵۰ درصد)	۱۰۲/ ۷۷
	مراتع کم تراکم (تراکم تاج پوشش ۵-۲۵ درصد)	۱۳/۸۸
	مناطق مسکونی	۰/۱۸
وردیج	مراتع متراکم (تراکم تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد)	۲۰/۷۳
	مراتع نیمه متراکم (تراکم تاج پوشش ۲۵-۵۰ درصد)	۳۱/۵
	مراتع کم تراکم (تراکم تاج پوشش ۵-۲۵ درصد)	۸/۷

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۳: نقشه کاربری اراضی حوضه کن



شکل ٤: نقشه کاربری اراضی حوضه وردیج

در ادامه با توجه به نقشه‌های کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک CN مربوط به حوضه‌ها به روش وزنی محاسبه گردید. مقادیر زمان پیمایش با عملیات صحرایی و زمان تمرکز با توجه به فرمول‌های تجربی به‌دست آمده است، سپس مقادیر زمان تمرکز به‌دست آمده از فرمول‌های تجربی مختلف با زمان پیمایش مقایسه شد، در میان زمان تمرکزهای به‌دست آمده، زمان تمرکز محاسبه شده‌ای که به زمان پیمایش نزدیک بود انتخاب گردید. همچنین زمان اوج از طریق فرمول و با توجه به زمان تمرکز به‌دست آمده است. مقادیر محاسبه شده در (جدول ۵) آورده شده است.

جدول ۵- مقادیر مربوط به زمان پیمایش، زمان تمرکز و زمان اوج، CN و ضریب نگهداشت سطحی

حوضه	CN	S (mm)	A(km^2)	Tt (min)	Tc (min)	Tp (min)
کن	۷۹/۰٦	٦۷/۲۷	۲۰۵/٤۲	۱۵۹/۷	۱٦۵/٦	۱۱۲/۲۲
وردیج	۷۹/۰۳	٦۷/٤۰	٦۰/۹۳	۱۲٦/۷۹	۱۲۱/۲	۸۳/۷۳
منطقه ۲۲	۸۰/۸۹	۵۹/۹۹	۹۱/۲۵	۱۷٦/٤	۱۷٦/٤	۱۱۹/۱۲
مجموع	۷۹/۵۲	٦۵/٤۰	۳۵۷/٦	۲٦۹/٦۵	۲٦۸/۲	۱۷۷/۲۹

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

براین اساس مقدار متوسط CN در حوضه شهری ۸۰/۸۹ و در دو حوضه کن و وردیج به‌ترتیب ۷۹/۰٦ و ۷۹/۰۳ برآورد گردید. روند تغییرات شماره منحنی حوضه شهری به سمت افزایش شماره منحنی ۸۰ نسبت به وضعیت فعلی می‌باشد. همچنین به دلیل تغییرات بیش‌تر کاربری اراضی در حوضه شهری نسبت به دو حوضه کن و وردیج، شماره منحنی وزنی در زیرحوضه شهری بیش‌تر است.

- نتایج حاصل از محاسبه مقادیر دبی‌اوج سیل

نتایج حاصل از محاسبه دبی اوج سیل با دوره بازگشت‌های مختلف به روش توزیع آماری[21]، شماره منحنی و استدلالی در (جدول ٦) آورده شده است. شایان ذکر است در روش توزیع آماری بهترین توزیع آماری انتخاب شده لوگ پیرسون تیپ سه می‌باشد. در (جدول ۷) نتایج آنالیز آماری به‌منظور انتخاب بهترین روش برآورد دبی سیل و همین‌طور آمار مشاهده‌ای آمده است.

جدول ٦- دبی اوج سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در روش‌های مختلف

روش	حوضه	دبی با دوره بازگشت‌های مختلف (m^3/s)					
	دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
توزیع آماری	کن	٤۲/۲۳	۸۳/٦	۱۲۲/۸۷	۱۸۹/٤۲	۲۵۳/٦٤	۳۳۲/٦۳
SCS	کن	۲/٤۸	۲۳/۰۹	٤۷/۹۱	۸٤/۹۰	۱۰۰/۸٤	۱۱۷/۸۲
	وردیج	۰/۹٦	۹/۰۸	۱۸/۹۰	۳۳/۵۵	۳۹/۸۷	٤٦/٦۰
	منطقه ۲۲	۱۵/۵۲	۳۵/۸۰	۵۳/۵٦	۷٦/۷۸	۸٦/۱۸	۹۵/۹۲
	کل حوضه	۳/۷٦	۲۹/۵۵	۵۹/٦۸	۱۰٤/۰۹	۱۲۳/۱٤	۱٤۳/۳۸
CIA	کن	۹۲/٤٤	۱۳۵/۷٦	۱۷۰/۲۰	۲۲۲/۸۱	۲٦۵/۲۸	۲۹۵/٦۲
	وردیج	۳٦/۹۷	۵٤/۰۲	٦۷/۸۲	۸۹/۸۱	۱۰۷/۲۵	۱۲۵/۵۳
	منطقه ۲۲	۵٤/۱۹	۸۰/۱٤	۹۹/۳٦	۱۲۷/۹۳	۱۵۰/۷٤	۱٦۵/۲٤
	کل حوضه	۱۷۹/۱۰	۲٦۳/٦۹	۳۸۷/۸۵	٤۲۷/٦۵	۵۰٦/۹۳	۵٦۱/۰٦

21- Statistical distribution

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۷- نتایج آنالیزهای آماری

شرح	مدل	میانگین	واریانس	میانگین مربعات خطا
آمار مشاهده‌ای	-	۵۸/٤۸	۱۲۸٤	-
ایستگاه هیدرومتری کن	توزیع آماری	۱۷۰/۷۳	۹۹۷۱/۵	۲۲۵۷۲/۰۱
حوضه کن	SCS	٦۲/۸٤	۱۷۳۳/۲۹	۱۷۵۲/۳
	استدلالی	۱۹۷	٦۰۹۱/۱۱	۲۵۲۷۸/۹
منطقه ۲۲	SCS	٦۰/٦۲	۸۱۰/۰۷	۸۱٦/۲۵
	استدلالی	۱۱۲/۹۳	۱۵۱٦/۷۷	٤۵۱۹/۰۸
وردیج	SCS	۲٤/۸۲	۱۲۸٤	۱٤۵۸/۳۸
	استدلالی	۸۰/۲۳	۱۱۱۷/۲٦	۱۵۹۰/٤۷

- نتایج حاصل از مدل برآوردی رواناب در منطقه

با مقایسه میزان دبی برآورد شده در سه روش توزیع آماری، SCS و استدلالی با آمار مشاهده‌ای، کم‌ترین خطا و بیش‌ترین ضریب همبستگی مربوط به روش SCS می‌باشد. برای مقایسه داده‌های مشاهده‌ای و برآوردی از دو پارامتر آماری میانگین و واریانس (پراکندگی) می‌توان استفاد کرد. به این صورت روشی که مقدار میانگین آن به میانگین جامعه نزدیک‌تر و مقدار واریانس و میانگین مربعات خطای آن کم‌تر باشد. بر این اساس در مقاله حاضر روش SCS شرایط ذکر شده را دارا می‌باشند و جواب نسبتاً خوبی را ارائه داده است؛ و نتایج حاصل از محققان دیگر در این زمینه بر درستی نتایج این تحقیق صحه می‌گذارد. بر این اساس دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ سال حدود ۱٤۳/۳۸ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد که مقدار نسبتاً بالایی می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد رفتار سیلابی حوضه شهری منطقه ۲۲ در مقایسه با حوضه‌های طبیعی کن و وردیج، به شکل افزایش دبی اوج سیل و حجم رواناب تغییر کرده است و سیلاب‌های با دوره بازگشت کم‌تر حساسیت بیش‌تر و سیلاب‌های با دوره بازگشت بزرگ‌تر حساسیت کم‌تری را نشان داده است به عبارت دیگر منطقه حساسیت بیش‌تری به سیل‌های کوچک دارد که این عامل ناشی از افزایش مقدار CN در حوضه شهری به‌دلیل افزایش سطوح نفوذناپذیر (مناطق مسکونی، صنعتی و آسفالت) می‌باشد. با مقایسه دبی اوج سیل در حوضه شهری (منطقه ۲۲) و حوضه آبخیز کن مشاهده می‌شود که در دوره بازگشت ۲ سال دبی اوج سیل حوضه شهری ٦/۲ برابر حوضه کن می‌باشد؛ که این نسبت در دوره بازگشت ۵ سال ۱/۵۵ برابر و دوره بازگشت ۱۰ سال ۱/۱۱ برابر و در دوره بازگشت‌های بالاتر کم‌تر می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

شهرسازی، سطوح نفوذناپذیر افزایش، در نتیجه با افزایش شماره منحنی پتانسیل نفوذ کاهش و میزان رواناب بیش‌تر شده و این عامل باعث سیل‌خیزی بیش‌تر و خسارت بیش‌تر در حوضه شهری شده است.

- نتایج مربوط به تخمین خسارت سیل

در این پژوهش با تهیه پرسشنامه از شرکت‌های مختلف خسارت ناشی از سیل به قیمت امروز نرخ‌گذاری شده است. (جدول ۸) آمار مربوط به خسارات سیل را نشان می‌دهد و نتایج مربوط به نرخ‌گذاری این خسارات در (جدول ۹) آورده شده است.

جدول ۸- آمار سیل منطقه

تاریخ وقوع سیل	تلفات انسانی (نفر)		خسارات باغات (هکتار)	خسارات زراعت (هکتار)	خسارات سازه‌ای
	کشته	مجروح			
۱۳۵٦	–	–	۲۰	۲۰ گندم	–
۱۳۵۸	–	–	–	–	٤باب منزل مسکونی
۱۳٦۰	۲	۵	–	۳۰ گندم	۲ دهنه پل
۱۳٦۳	۱	–	۱۵	–	–
۱۳٦٦	۱	–	–	٤۰ گندم	–
۱۳۷٤	۳	۲	۵۰	–	–
مجموع	۷	۷	۸۵	۹۰ گندم	

جدول ۹- خسارت سیل در پنجاه سال اخیر

تاریخ سیل	خسارت سیل (تومان)
۱۳۵٦	۸۳/۲۰۰/۰۰۰
۱۳۵۸	۲٤/۰۰۰/۰۰۰
۱۳٦۰	۱۳۸/۸۰۰/۰۰۰
۱۳٦۳	۹۲/۵۰۰/۰۰۰
۱۳٦٦	۱۸۰/۰۰۰/۰۰۰
۱۳۷٤	۱۹۷/۰۰۰/۰۰۰
مجموع	۷۱۵/۵۰۰/۰۰۰

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

با توجه به نتایج (جدول ۸) سیل‌های اتفاق افتاده در ۵۰ سال اخیر ۷ قربانی و ۷ مجروح به همراه داشته است، علاوه بر این منجر به خسارت ۸۵ هکتار از باغات و ۹۰ هکتار از اراضی زراعی شده و ٤ باب منزل مسکونی و ۲ دهنه پل را ویران ساخته است. نتایج به‌دست آمده از نرخ خسارات سیل در نیم قرن اخیر نشان می‌دهد از مجموع ٦ سیل اتفاق افتاده در منطقه خسارت سیل حدود ۷۱۵/۵۰۰/۰۰۰ تومان است که بیش‌ترین خسارت مربوط به دو تاریخ اخیر می‌باشد. با توجه به این‌که منطقه ۲۲ تهران، به‌شدت تحت تاثیر توسعه شهرک‌های جدید التاسیس می‌باشد و به‌طور پیوسته سطح اراضی نفوذناپذیر در این منطقه اضافه می‌گردد انتظار می‌رود در صورت وقوع سیل در سال‌های آتی بزرگی و حجم رواناب ناشی از این پدیده در اثر توسعه شهر افزایش یابد. از طرف دیگر شهرک‌های جدید به‌شدت نیاز به احداث پارک و فضای سبز دارد لذا با توجه به میزان کل خسارات سیل در دهه‌های اخیر در این منطقه و همچنین مشکل کمبود آب جهت تامین آب مورد نیاز بخش آبیاری فضای سبز آن، می‌توان با ارائه یک راهکار مدیریتی و اجرایی از جمله احداث بند خاکی در مکان مناسب جهت استحصال رواناب سطحی و استفاده از رواناب حاصل از این سیلاب‌ها جهت تامین نیاز آب در فضای سبز شهری استفاده نمود. ضمن اینکه ایجاد فضای سبز سبب افزایش زبری و افزایش سطح نفوذپذیر شهر شده و با کاهش میزان CN منجر به کاهش سیل و خسارات آن نیز خواهد شد.

نتیجه‌گیری

با توجه به توسعه و افزایش سطوح نفوذناپذیر شهری در منطقه ۲۲ شهرداری تهران، زمینه جهت ایجاد رواناب و وقوع سیلاب‌های شهری بیش‌تر فراهم شده است و این منطقه حساسیت بیش‌تری در مقابل سیل‌های کوچک نسبت به سیل‌های بزرگ دارد. در رابطه با حل این معضل هر چند پیشنهادهای اجرایی نیازمند مطالعات و پژوهش‌های دقیق و مفصل می‌باشد اما در سطح نتایج پژوهش حاضر می‌توان به مواردی تاکید نمود که توجه و رعایت آن می‌تواند منجر به بهبود نفوذپذیری خاک و کاهش CN و به‌تبع آن کاهش رواناب گردد که از جمله می‌توان به توجه به حریم رودخانه‌ها و عدم دست‌کاری غیراصولی در بستر (مانند ساخت‌وساز در حریم رودخانه، بهره‌برداری شن و ماسه، کاهش عرض بستر در اجرای پروژه‌های شهری و ...) اشاره نمود که عدم رعایت این ملاحظات می‌تواند باعث کاهش ضریب‌انتقال، تغییر در زبری و شیب بستر، افزایش سرعت جریان و تغییراتی از این دست گردد. همچنین می‌توان از توسعه کاربری مسکونی در حد امکان جلوگیری نمود و با توجه به گسترش منطقه ۲۲ به‌صورت شهرک‌سازی و اهمیت فضای سبز افزایش فضای سبز به‌صورت درخت‌کاری را پیشنهاد نمود تا ضمن افزایش فضای سبز منطقه در کاهش تولید رواناب و CN نیز موثر باشد. در این میان الگوبرداری از طبیعت و کشت گونه‌های بومی در مسیل‌ها و رود دره‌های شهری نیز می‌تواند در مدیریت رواناب شهری کارساز باشد. همچنین نیاز است با توجه به مشکلاتی که از اختلاط آب‌های سطحی و فاضلاب در داخل سیستم انتقال فاضلاب و تصفیه به وجود می‌آید، شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی به‌صورت مجزا با سیستم فاضلاب طراحی گردد و در ادامه مراکز

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

عمده ایجاد آلودگی با همکاری سازمان‌های مربوطه شناسایی گردد تا با اعمال مدیریت در این بخش بتوان آلودگی رواناب سطحی را کاهش داد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

- حبیبی، مهدی؛ مهدوی، محمد؛ داودی، هادی (۱۳۸۸)، «***مدیریت سیلاب و رواناب سطحی در کلان‌شهرهای ایران***»، تهران، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

- خلیقی‌سیگاروی، شهرام (۱۳۸۳)، «بررسی میزان تاثیر تغییر کاربری اراضی بر مشخصات هیدرولوژیک آب‌های سطحی»، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

- پوراغنیایی، محمدجواد (۱۳۸۰)، «بررسی تاثیر تغییرات پوشش گیاهی بر رژیم سیلابی حوضه آبخیز نکارود»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات مرکز تحقیقات و مطالعات زیست‌محیطی، ارزیابی و پیش‌بینی آلودگی صوتی ناشی از اجرای طرح منطقه ۲۲ شهرداری تهران بر محیط‌زیست (پروژه)، (۱۳۸۰)، جلد ۱ گزارش دوم.

- زرین، هدایت‌الله، مقدم‌نیا، علیرضا؛ نهتانی، محمد؛ مرادزاده، محسن (۱۳۸٦)، «نقش مدیریت آبخیزها در کاهش سیل»، چکیده مقالات چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران-مدیریت حوضه‌های آبخیز، تهران، دانشکده منابع طبیعی، گردآوری علی سلاجقه، تهران، ناشر انجمن آبخیزداری ایران،

- شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری، (۱۳۸۲)، طرح توسعه و ساماندهی پارک‌چیتگر، مطالعات احیا همه جانبه و بهسازی پارک، جلد الف.

- شرکت خدماتی مهندسی جهاد (۱۳۸۲)، طرح آبخیزداری حوضه آبخیز کن، گزارش مطالعات هیدرولوژی، وزارت جهاد سازندگی، سازمان جهاد استان تهران، تهران، مدیریت آبخیزداری.

- صابری، محمد؛ قدوسی، جمال (۱۳۷۷)، «تحلیلی بر توسعه پایدار ازدیدگاه آبخیزداری امکانات و راه‌کارها»، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی***، دانشگاه اصفهان، شماره ۲۲، صص

- قدوسی، جمال (۱۳۸٦)، «بررسی و تحلیل آبخیزداری»، چکیده مقالات چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، مدیریت حوضه های آبخیز، تهران، دانشکده منابع طبیعی، گردآوری علی سلاجقه، تهران، ناشر انجمن آبخیزداری ایران،

- مهدوی، محمد (۱۳۸۱)، «***هیدرولوژی کاربردی***»، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

- نصری، مسعود (۱۳۷۷)، «بررسی عوامل موثر در بروز سیلاب به‌منظور ارائه روش‌های مدیریتی در چند حوضه آبخیز استان گلستان»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گرگان.

- نصری، مسعود (۱۳۸۳)، «بررسی ارتباط عوامل فیزیوگرافی و اقلیمی با دبی‌های سیلابی در حوضه آبخیز جنوب غربی اردستان»، طرح پژوهشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان.

- نصری، مسعود؛ عمادی، جلیل؛ مرادی، یوسف (۱۳۸۵)، «شناسایی شبکه مسیل‌های تأثیرگذار بر شهر اردستان با هدف ارائه راهکارهای مدیریتی و پیشنهاد سازه‌های اجرایی»، اولین همایش ملی مهندسی مسیل‌ها، مشهد، ۹ و ۱۰ اسفند ۱۳۸۵.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Alcantara-Ayala, I., (2002),"Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries", ***Geomorphology***, 47: 107–124.
- Cadier, E., (1996),"Small watershed hydrology in Semi-Arid North Eastern Brazil basin topography and transposition of annual runoff data", ***Journal of Hydrology***, 182: 117-141.
-Campana, N. A., Tucci, E. M. C., (2001), "Predicting floods from urban developmentscenarios: case study of the Diluvio basin, Porto Alegre", Brazil, ***Urban water***, 3: 113–124.
- Dauglas, I., Kobold, M., Lawson, N., Pasche, E., White, I., (2007), "Characterisation of urban stream and urban flooding", boock: Advances in urban flood management, Leiden; New York: Taylor & Francis.
- Feifer, L. R., Bennett, E. M., (2011),"Environmental and social predictors of phosphorusin urban streams on the Island of Montreal, Quebec", Urban Ecosystem 14: 485-499.
- Jang, S., Cho, M., Yoon, J., Yoon, Y., Kim, S., Kim, G., Kim, L., Aksoy, H., (2007), "UsingSWMM as a tool for hydrologic impact assessment",***Desalination***, 212 (1-3): 344-356.
- Liu, Y. B., De Smedt, F., Hoffmann, F., Pfister, L., (2004), "Assessing land use impacts onflood processes in complex terrain by using GIS and modeling approach, ***Environmental modeling and assessment***, 9: 227–235.
- Lurop, J. K., Refsgaavd, J. C., Mazimavi, D., (1998),"Assessing the effect of land use change on catchment runoff by combined use of statistical tests and hydrological modeling case studies from Zimbabwe", ***Journal of Hydrology***, 205 (3-4): 147-163.
- Nirupama, N., Simonovic, S. P., (2007), "Increase of flood risk due to urbanization: aCanadian example. Natural Hazards, 40: 25–41.
- Oliveri, E., Santoro, M., (2001),"Estimation of urban structural flood damages: the case study of Palermo", ***Journal of urban water***, 2 (3): 223-234.
- Rodriguez, F., Hervé, A., Floriane, M., (2006),"A distributed hydrological model for urbanized areas-model development and application to case studies", ***Journal of hydrology***, 351: 268-287.
- Saghafian, B., Farazjoo, H, Bozorgy, B., Yazdandoost, F., (2008),"Floodintensification due to changes in land us, ***Water Resource Management***, 22: 1051–1067.
- Shang, J., Wilson, J. P., (2009), "Watershed urbanization and changing flood behavior across the Los Angeles metropolitan region", ***Natural Hazards***, 48: 41–57.
- Suriya,S., Mudgal, B.V., (2012),"Impact of urbanization on flooding: The Thirusoolam sub watershed–A case study", ***Journal of Hydrology***, (412-413): 210-219.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]