

تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر شدت سیلاب‌های رودخانه‌ای (مورد مطالعه: حوضه آبریز درکه)

احمد نوحه گر^۱

استاد دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

فرناز ظفرمحتشمی

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد رشته مدیریت اجرایی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

علی علوی نائینی

دانشجوی دکتری رشته برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۲۰ تاریخ صدور پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۷

چکیده

آگاهی از میزان خطرپذیری نواحی گوناگون شهرها و توجه به بحث کنترل سیلاب‌های شهری به عنوان محورهای اساسی در پرداختن به مشکلات شهری قرار دارند. در این پژوهش حوضه آبریز درکه به عنوان حوضه مورد مطالعه انتخاب گردیده است. از بین رفتن پوشش گیاهی و گسترش مناطق شهری در سطح این حوضه سبب گردیده است تا عوامل هیدرولوژیکی از قبیل میزان نفوذپذیری و ارتفاع رواناب در قسمت جنوبی حوضه دچار تغییراتی شوند که مطابق با آن ارتفاع رواناب زیاد و نفوذپذیری کم گردیده است که منتج به افزایش سیلاب‌های شهری خواهد شد. با توجه به لایه‌های مختلف حوضه آبریز درکه میانگین شماره منحنی منطقه با استفاده از روش SCS عدد ۸۷ به دست آمده است، تغییرات آن از مقدار ۷۳ تا ۹۴ بوده است که بیشترین مقدار آن در جنوب حوضه می باشد که منطقه شهری را شامل می‌شود. در این پژوهش تلاش گردیده است تا با بررسی دبی سیلاب‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساله مربوط به اعداد مختلف شماره منحنی که عدد ۷۳ مربوط به کاربری با بیشترین میزان نفوذپذیری خاک، عدد ۸۷ مربوط به میانگین اعداد شماره منحنی کاربری‌های مختلف و عدد ۹۴ مربوط به کاربری‌های با کمترین میزان نفوذپذیری خاک است، میزان اثرگذاری نفوذ خاک بر شدت و خطر این سیلاب‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در برآورد دبی سیلاب‌ها با دوره‌های بازگشت کمتر که احتمال وقوع بیشتری دارند، تغییرات کاربری با نسبت بیشتری افزایش یافته اند و هرچه دوره بازگشت طولانی‌تر می‌شود نسبت عددی کوچکتر و فاصله عددی بیش‌تر می‌گردد.

کلمات کلیدی: پوشش گیاهی، تغییر کاربری اراضی، حوضه آبریز درکه، سیلاب

مقدمه

آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های انسانی نسبت به سوانح طبیعی، در نتیجه تمرکز جمعیت و فعالیت‌های انسانی در نواحی متراکم شهرها، وضعیت نامنظم و خارج از قاعده سکونتگاه‌های غیررسمی و بافت‌های فرسوده شهری، توان پایین اقتصادی ساکنان کم درآمد شهری و عدم پیش بینی‌های لازم در طرح‌های توسعه شهری برای کاهش اثرات ناشی از سوانح طبیعی به طور مستمر افزایش یافته‌است [۱]. تغییر کاربری زمین باعث بروز مجموعه‌ای از اثرات محیط زیستی در مناطق پایین‌تر در نواحی شهری، روستایی و حومه‌ای و همچنین فضاهاى باز شهری می‌گردد که در دهه‌های اخیر به طور ویژه‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند [۲]. تغییرات ایجاد شده در کاربری زمین‌ها موضوعی است که به دلیل فشارهای شهرنشینی و رشد صنایع به وجود آمده است و در پی آن باعث از دست رفتن زمین‌های مرغوب کشاورزی و پوشش گیاهی و درختان آن منطقه شده است [۳]. اثرات محیط زیستی حاصل از این تغییرات شامل تغییر در توازن هیدرولوژیکی، افزایش خطر سیلاب‌ها، زمین لغزش و آلودگی آب و هوا می‌شود. سیل در میان مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی در سطح جهان است و سیل منجر به پیامدهای فاجعه باری از جمله دست رفتن جان و تخریب اموال می‌شود [۴]. سیل ممکن است رودخانه‌ای، ساحلی یا زیرزمینی باشد و یا ناشی از ترکیبی از این فرآیندها باشد، در واقع سیلاب رودخانه ای زمانی رخ می‌دهد که مقدار آب در یک رود از ظرفیت کانال بیش‌تر شود [۵]. سیلاب از مخرب‌ترین بلایای طبیعی است که جبران پیامدهای سوء آن علی‌الخصوص در نواحی که نشانه‌های توسعه انسانی در آنجا دیده می‌شود، هزینه‌های گزافی را ایجاد می‌کند. گسترش شهرنشینی، به‌ویژه در حاشیه رودخانه‌ها، بر خسارات و تلفات سیلاب در سال‌های اخیر افزوده است [۶]. لذا میزان آگاهی از میزان خطرپذیری نواحی گوناگون شهرها و توجه به بحث مدیریت سیلاب‌های شهری به عنوان یکی از محورهای اساسی در پرداختن به مشکلات شهری با تأکید بر نگهداری محیط‌زیست شهری مورد توجه و اهمیت ویژه است [۷]. سیلاب ازجمله سوانح طبیعی است که بر اساس گزارش پایگاه بین‌المللی داده‌های سوانح در زمینه بلایای طبیعی، در کنار زلزله بالاترین رتبه را از لحاظ خسارات مالی و تلفات جانی دارا می‌باشد [۸]. در سال‌های اخیر میزان توجه به مداخلات انسانی در طبیعت افزایش یافته است. به دنبال آن اصلاح و مدیریت کاربری زمین، توجه به کانال‌های رودخانه‌ای و میزان ذخایرآبی به منظور کاهش فراوانی و شدت سیل حائز اهمیت بوده که تحت عنوان مدیریت سیل مبتنی بر حوضه آبریز مورد توجه قرار گرفته است. یکی از زیرمجموعه‌های مدیریت سیل مبتنی بر حوضه آبریز، مدیریت طبیعی سیلاب است که به دنبال بازیابی فرآیندهای طبیعی حوضه آبریز است که تحت‌تأثیر مداخلات انسانی قرار گرفته‌اند [۹]. حوضه آبریزدرکه در شمال غرب استان تهران واقع شده است. با توجه به افزایش ساختمان‌سازی‌هایی که از سمت جنوب حوضه ی درکه رو به افزایش می‌باشد، سبب شده است که هجوم جمعیت به داخل حوضه افزایش یابد [۱۰]. لذا در این تحقیق سعی شده است تا با در نظر داشتن داده‌های هواشناسی و تغییرات پوشش گیاهی و همچنین تغییرات کاربری اراضی، میزان تغییرات دبی رودخانه بر اثر تغییرات کاربری و در پی آن

تغییرات نفوذپذیری خاک، محاسبه شود. در این تحقیق برای شماره منحنی‌های مختلف، دبی سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های گوناگون محاسبه شده‌اند.

پیشینه تحقیق

در سال ۱۳۹۵، در تحقیقی با عنوان بررسی پتانسیل سیلاب حوضه آبریز درکه با استفاده از مدل بارش - رواناب SCS با توجه به دقت مناسب روش SCS-CN، خطر سیلاب با استفاده از روش SCS-CN برآورد شده است. در این روش ابتدا با توجه به کاربری و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و شیب منطقه، CN یا شماره منحنی بدست آمده است. میانگین CN این حوضه عدد ۸۷ را نشان می‌دهد. نتایج نشان داده‌اند در قسمت جنوبی حوضه با توجه به از بین رفتن پوشش گیاهی، گسترش شهر از جنوب، احتمال رخداد سیلاب بیشتر از سایر نقاط حوضه می‌باشد [۱۰].

در سال ۱۳۹۳، در مقاله‌ای با عنوان اثرات تغییر پوشش و کاربری زمین در منطقه تجریش بر رژیم آبدی رودخانه دربند، میزان تغییرات پوشش و کاربری اراضی در منطقه تجریش شناسایی شده و بر اساس آن‌ها نقشه پوشش و کاربری زمین برای سه دوره زمانی به تخمین میزان عددی منحنی و با استفاده از روش SCS تهیه شده است و با به کارگیری نقشه‌های مذکور و همچنین با بهره‌گیری از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و ماشین‌بردار پشتیبان، مدل-سازی رواناب و بارش انجام گرفته و از آزمون من‌کنداال به عنوان روشی برای بررسی روند داده‌های دبی و بارش استفاده شده است. با آشکار سازی تغییرات پوشش و کاربری زمین در سه دوره زمانی، مشخص گردید که سطوح تولید کننده رواناب در طول این سه دوره افزایش یافته‌اند [۶].

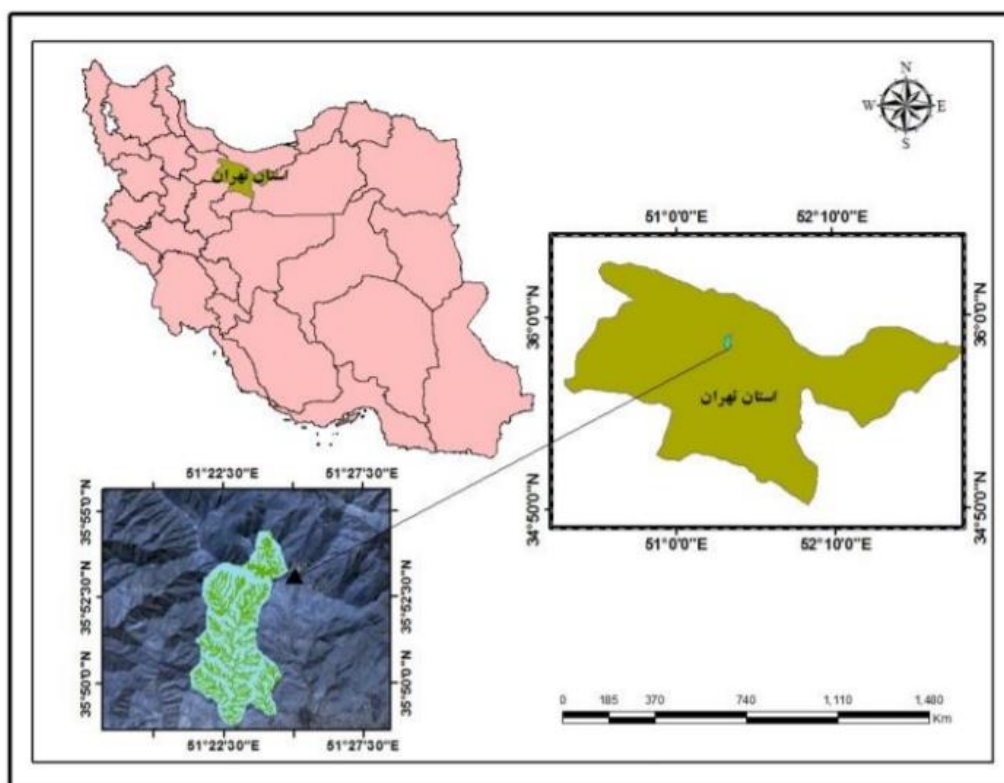
در سال ۱۳۹۷، در پژوهشی با عنوان مدل سازی هیدرولوژیکی حوضه آبخیز قوچک - رودک با استفاده از مدل HEC-HMS در دوره بازگشت‌های مختلف و با استفاده از نقشه‌های پوشش گیاهی، کاربری اراضی و گروه هیدرولوژیکی خاک مدل‌سازی سیلاب انجام گردیده است و سپس نقشه ارتفاع رواناب حوضه حصارک تهیه شد. هدف از این مطالعه تعیین شماره منحنی و برآورد ضریب رواناب و حداکثر دبی اوج سیل با استفاده از روش SCS در حوضه حصارک و پهنه بندی پتانسیل در تولید رواناب در حوضه آبخیز می‌باشد. نتایج تحقیق نشان داد که وضعیت هیدرولوژیکی اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در سطح حوضه مهم ترین پارامتر تعیین بوده و بر روی رواناب تأثیرگذار است. بیشترین پتانسیل تولید رواناب در پایین دست حوضه CN است که با کاربری اراضی شهری مشخص شده است [۱۲].

مواد و روش‌ها:

منطقه مورد مطالعه:

حوضه درکه با توجه به شکل کلی آن که به صورت کشیده می‌باشد و همچنین از بین رفتن پوشش گیاهی و گسترش مناطق شهری در سطح آن سبب گردیده است تا عوامل هیدرولوژیکی از قبیل میزان نفوذپذیری و ارتفاع رواناب در قسمت جنوبی حوضه دچار تغییراتی شوند که مطابق با آن ارتفاع رواناب زیاد و نفوذپذیری کم گردیده است که منتج

به افزایش سیلاب‌های شهری خواهد شد. با توجه به لایه‌های مختلف حوضه آبخیز درکه میانگین شماره منحنی^۱ منطقه با استفاده از روش خدمات حفاظت از خاک آمریکا^۲ عدد ۸۷ به دست آمده است، تغییرات آن از مقدار ۷۳ تا ۹۴ بوده است که بیشترین مقدار آن در جنوب حوضه می باشد که منطقه شهری را شامل می‌شود. در واقع مبین این اصل می‌باشد که نفوذ پذیری خاک با عدد شماره منحنی رابطه عکس دارد [۱۰]. مساحت حوضه آبریز درکه در قسمت پایین دست که مد نظر این پژوهش است، ۲۴/۵ کیلومترمربع می‌باشد. زمان تاخیر این حوضه نیز ۰/۴ ساعت یا ۲۴ دقیقه می‌باشد [۱۱].



شکل ۱- نقشه موقعیت حوضه آبریز درکه [۱۰]

روش مطالعه

در این پژوهش تلاش گردیده است تا با بررسی دبی سیلاب‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساله مربوط به اعداد مختلف شماره منحنی که عدد ۷۳ مربوط به کاربری با بیشترین میزان نفوذپذیری خاک، عدد ۸۷ مربوط به میانگین اعداد شماره منحنی کاربری‌های مختلف و عدد ۹۴ مربوط به کاربری‌های با کمترین میزان نفوذپذیری خاک است، میزان اثرگذاری نفوذ خاک بر شدت و خطر این سیلاب‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

در شروع تحقیق، ابتدا داده‌های بارش روزانه از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۸ میلادی استفاده شد. سپس بیشینه میزان بارش روزانه هر یک از سال‌ها به دست آورده شد. در واقع ۶۸ عدد برای بیشینه میزان بارش روزانه استخراج گردید. سپس

¹ Curve Number (CN)

² Soil Conservation Service (SCS)

با استفاده از نرم افزار اسمادا^۱ و مطابق با لوگ پیرسون^۲ تیپ ۳ که بهترین برازش را به بارندگی‌های طولانی مدت دارد، میزان بارش‌های روزانه متناظر با سیلاب‌های ۱۰ ساله، ۵۰ ساله، ۱۰۰ ساله، ۲۰۰ ساله، ۵۰۰ ساله و ۱۰۰۰ ساله، به دست آورده شده است، که در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- میزان بارش‌های روزانه متناظر با سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های گوناگون

دوره بازگشت(سال)	میزان بارش متناظر با سیلاب‌ها(میلیمتر)
۱۰	۳۷
۵۰	۵۱
۱۰۰	۵۷
۲۰۰	۶۴
۵۰۰	۷۳
۱۰۰۰	۸۰

منبع: یافته‌های پژوهش

برآورد میزان رواناب:

مطابق با جدول شماره ۱، بارش‌های روزانه متناظر با سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های مختلف بر حسب میلی‌متر برآورد شده اند. در گام بعدی به منظور تبدیل بارش به رواناب، بارش‌های روزانه متناظر با سیلاب‌های ۱۰ ساله، ۵۰ ساله، ۱۰۰ ساله، ۲۰۰ ساله، ۵۰۰ ساله و ۱۰۰۰ ساله با گام‌های زمانی یک ساعته توسط نرم‌افزار اسمادا و با استفاده از روش توزیع بارش SCS تیپ ۳، توزیع شده اند [۱۴].

برآورد اولیه پارامترهای مدل:

مدل HEC- HMS یک مدل رایانه‌ای مناسب جهت ارائه سیستم آب‌شناسی است که توسط گروه مهندسين ارتش آمریکا عرضه شده است. ساختار مدل HEC- HMS شامل ۳ بخش اصلی می‌باشد که عبارتند از: الف) مدل حوضه، ب) مدل هواشناسی، ج) شاخص کنترلی زمان [۱۲ و ۱۵]. برای برآورد میزان رواناب ناشی از بارندگی‌ها، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از این روش‌های معمول، روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) است که در روش SCS ارتفاع رواناب حاصل از بارندگی مطابق با رابطه شماره ۱ محاسبه می‌گردد [۱۳].

$$R = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \text{ (رابطه ۱)}$$

در رابطه ۱:

$$R = \text{ارتفاع رواناب (اینچ)}$$

$$P = \text{ارتفاع بارندگی (اینچ)}$$

S=عامل مربوط به نگهداشت رطوبت در خاک است که مقدار آن برابر است با:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{ (رابطه ۲)}$$

^۱ SMADA Software

^۲ Log Pearson

برای مشخص نمودن عدد شماره منحنی، ابتدا گروه هیدرولوژیک خاک‌های حوضه با توجه به نفوذپذیری خاک‌ها مشخص می‌گردد. در این رابطه مطابق با جدول شماره ۲ حوضه‌ها به یکی از گروه‌های A، B، C و D تقسیم می‌شوند.

جدول ۲- طبقه بندی خاک‌های حوضه بر حسب نفوذپذیری [۹]

گروه	حداقل نفوذپذیری (میلی متر در ساعت)
A	۱۱/۵-۷/۵
B	۷/۵-۳/۸
C	۳/۸-۱/۳
D	۱/۳-۰

پس از مشخص شدن گروه خاک، با توجه به خصوصیات پوشش سطح حوضه عدد شماره منحنی مطابق با جدول ۳ مشخص می‌گردد.

جدول ۳- مقدار شماره منحنی برای حوضه‌های مختلف با توجه به نفوذپذیری خاک و پوشش سطح حوضه [۱۳]

D	C	B	A	خصوصیات پوشش سطح حوضه
۷۹	۷۳	۶۰	۳۶	پوشش جنگلی متوسط
۷۷	۷۰	۵۵	۲۵	پوشش جنگلی خوب
۸۴	۷۹	۶۹	۴۹	مراتع طبیعی با پوشش متوسط
۸۰	۷۴	۶۱	۳۹	مراتع طبیعی با پوشش خوب
۸۳	۷۸	۶۹	۵۵	اراضی زیر کشت حبوبات
۸۸	۸۴	۷۶	۶۵	اراضی زیر کشت غلات (ردیف‌های مستقیم)
۸۴	۸۱	۷۳	۶۰	اراضی زیر کشت غلات (ردیف‌ها به موازات خطوط تراز)
۹۱	۸۸	۸۱	۷۲	اراضی زیر کشت گیاهان ردیفی با ردیف‌های مستقیم با پوشش متوسط
۸۹	۸۵	۷۸	۶۷	اراضی زیر کشت گیاهان ردیفی با ردیف‌های مستقیم با پوشش خوب
۸۸	۸۴	۷۹	۷۰	اراضی زیر کشت گیاهان ردیفی به موازات خطوط تراز با پوشش متوسط
۸۶	۸۲	۷۵	۶۵	اراضی زیر کشت گیاهان ردیفی به موازات خطوط تراز با پوشش خوب
۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	پشت بام‌ها، پارکینگ‌ها و جاهای آسفالتی دیگر
۹۲	۹۰	۸۵	۷۷	مناطق مسکونی با ۶۵ درصد آسفالت
۸۴	۷۹	۶۸	۵۱	مناطق مسکونی با ۲۰ درصد آسفالت
۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	خیابان‌ها و جاده‌های آسفالتی
۸۹	۸۷	۸۲	۷۲	جاده‌های خاکی
۹۱	۸۹	۸۵	۷۶	جاده‌های شوسه

منبع: یافته‌های پژوهش

اعتبارسنجی مدل HEC-HMS :

برای استفاده از مدل در شبیه سازی حوضه، باید اعتبارسنجی مدل برای حوضه‌هایی که دارای آمار بارش - رواناب هستند با موفقیت انجام گیرد. در این تحقیق جهت اعتبارسنجی از داده‌های مربوط به ۲ رویداد بارش - رواناب ایستگاه هیدرومتری هفت حوض استفاده شده است و در مرحله بعد میزان دبی اوج پیش محاسبه شده توسط مدل با مقدار رواناب مشاهده شده توسط ایستگاه هیدرومتری واقع در منطقه مورد مقایسه قرار گرفته است.

یافته‌ها

با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آبریز درکه و داده‌های مربوط به توزیع روزانه بارش‌های متناظر با

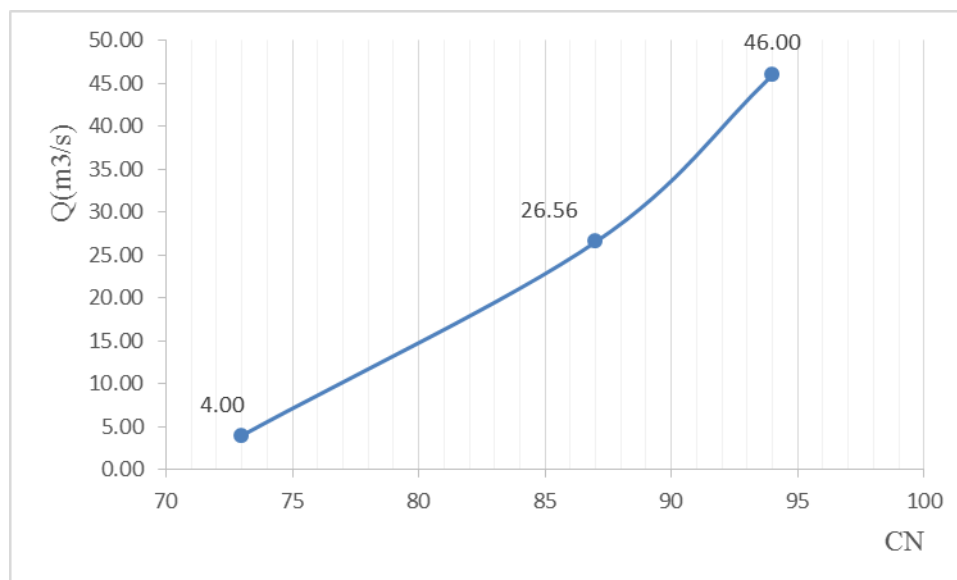
سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های مختلف با گام‌های زمانی یک ساعته، برای شماره منحنی‌های برابر با ۷۳، ۸۷ و ۹۴ مدل‌سازی بارش - رواناب مربوط به این حوضه توسط نرم‌افزار HEC - HMS و با استفاده از روش SCS صورت گرفته است که با به دست آوردن بیشینه دبی رواناب‌های مربوط به شماره منحنی‌های مختلف، به مقایسه آن‌ها در دوره بازگشت‌های گوناگون پرداخته شده است. نتایج به دست آمده در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- دبی سیلاب‌های مختلف با دوره بازگشت‌های گوناگون و شماره منحنی‌های ۷۳، ۸۷ و ۹۴

دوره بازگشت (سال)	دبی سیلاب با در نظر گرفتن CN=۷۳ (متر مکعب بر ثانیه)	دبی سیلاب با در نظر گرفتن CN=۸۷ (متر مکعب بر ثانیه)	دبی سیلاب با در نظر گرفتن CN=۹۴ (متر مکعب بر ثانیه)
۱۰	۴	۲۶/۵۶	۴۶
۵۰	۱۴/۸	۴۷/۱۴	۶۹/۵
۱۰۰	۲۰/۷	۵۶/۷۴	۷۹/۸
۲۰۰	۲۸/۴	۶۸/۲	۹۲
۵۰۰	۳۹/۳	۸۳/۲	۱۰۷
۱۰۰۰	۴۸/۵	۹۵	۱۱۹/۴

منبع: یافته‌های پژوهش

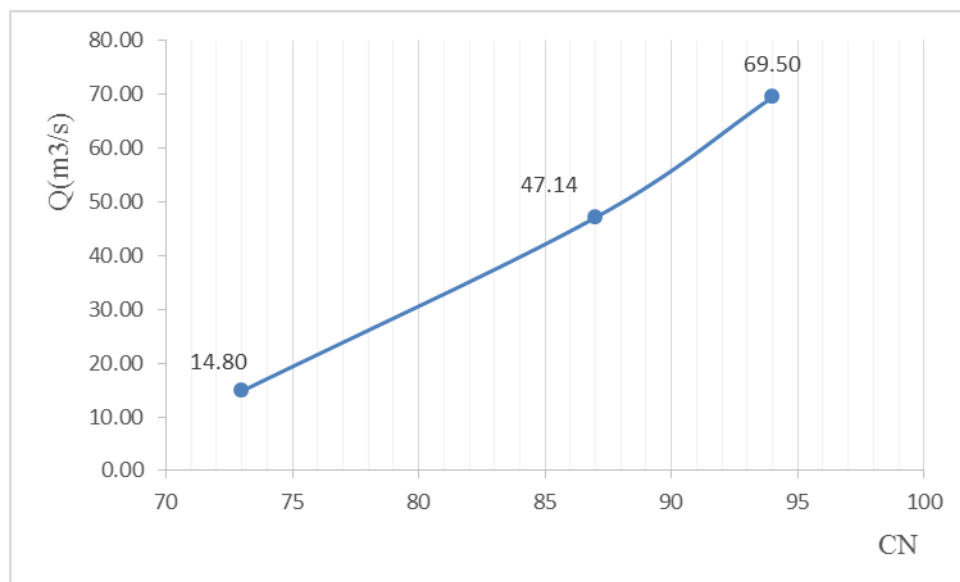
با مقایسه دبی سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های مختلف، درمی‌یابیم که هرچه شماره منحنی بالاتر می‌رود، دبی سیلاب‌ها نیز افزایش می‌یابند. و بطور کلی هرچه میزان نفوذپذیری خاک کاهش می‌یابد، میزان دبی سیلاب افزایش می‌یابد. همان‌طور که در نمودار شکل ۲ نشان داده شده است، برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ ساله، دبی سیلاب مربوط به حوضه آبریز درکه با شماره منحنی ۸۷، ۶/۶۴ برابر دبی سیلاب با شماره منحنی ۷۳ است، همچنین برای این دوره بازگشت، دبی سیلاب مربوط به این حوضه با شماره منحنی ۹۴، ۱۱/۵ برابر دبی سیلاب مربوط به شماره منحنی ۷۳ است.



شکل ۲- دبی سیلاب با دوره بازگشت ده ساله برای شماره منحنی‌های مختلف

منبع: یافته‌های پژوهش

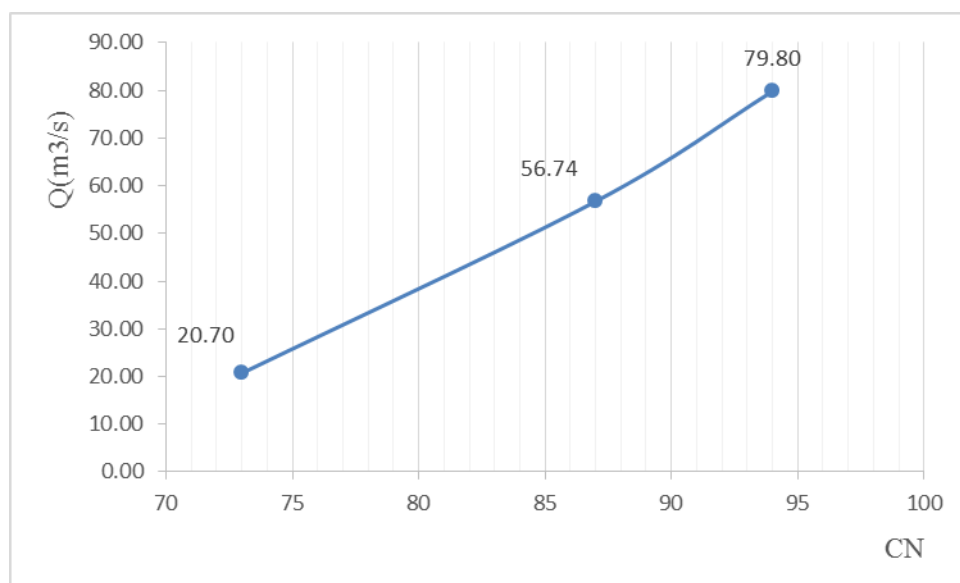
همان‌طور که در نمودار شکل ۳ آمده است، برای سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله، دبی سیلاب مربوط به حوضه آبریز درکه با شماره منحنی ۸۷، برابر دبی سیلاب با شماره منحنی ۷۳ است، همچنین برای این دوره بازگشت، دبی سیلاب مربوط به این حوضه با شماره منحنی ۹۴، برابر دبی سیلاب مربوط به شماره منحنی ۷۳ است.



شکل ۳ - دبی سیلاب با دوره بازگشت پنجاه ساله برای شماره منحنی‌های مختلف

منبع: یافته‌های پژوهش

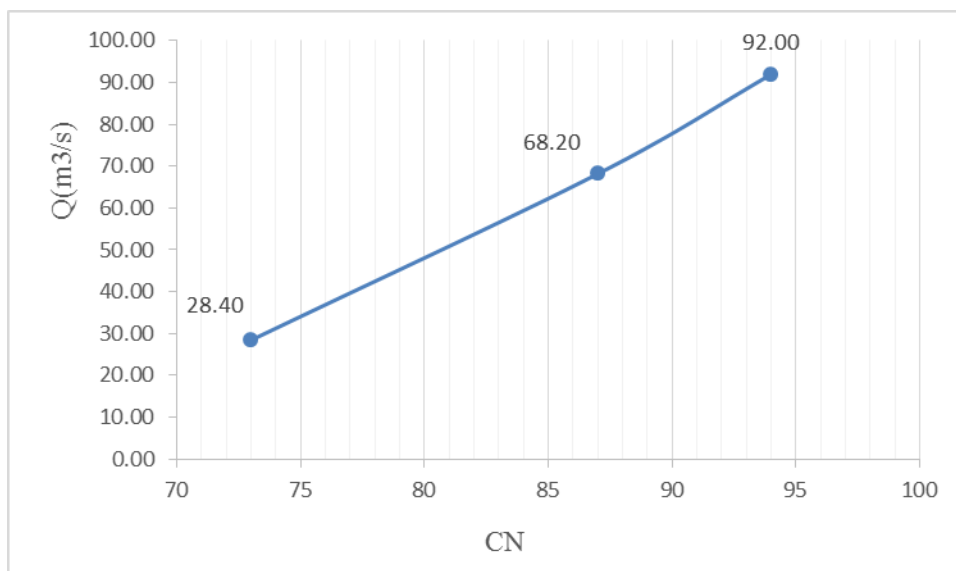
مطابق با نمودار شکل ۴، برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله، دبی سیلاب مربوط به حوضه آبریز درکه با شماره منحنی ۸۷، برابر دبی سیلاب با شماره منحنی ۷۳ است، همچنین برای این دوره بازگشت، دبی سیلاب مربوط به این حوضه با شماره منحنی ۹۴، برابر دبی سیلاب مربوط به شماره منحنی ۷۳ است.



شکل ۴ - دبی سیلاب با دوره بازگشت صد ساله برای شماره منحنی‌های مختلف

منبع: یافته‌های پژوهش

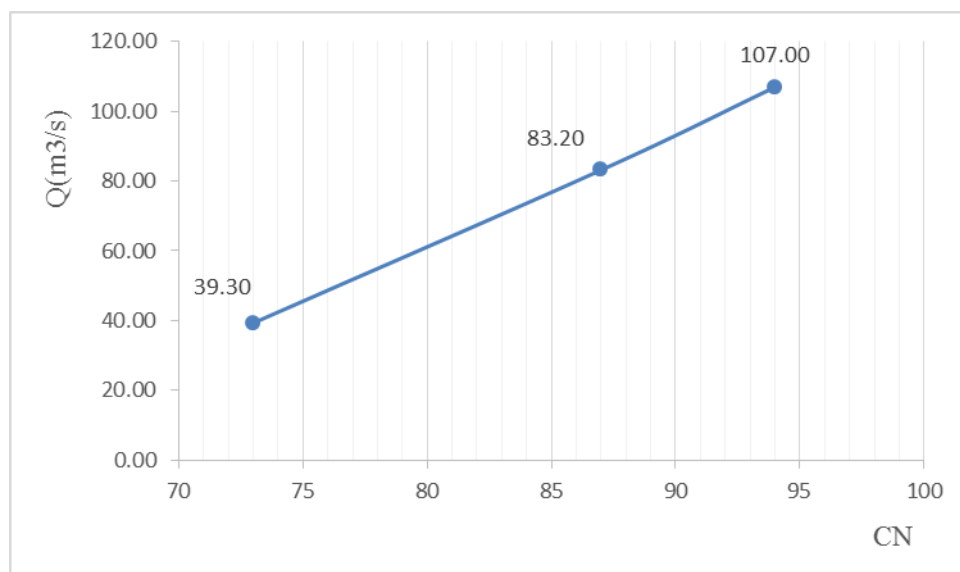
طبق نمودار شکل ۵، برای سیلاب با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله، دبی سیلاب مربوط به حوضه آبریز درکه با شماره منحنی ۸۷، $2/40$ برابر دبی سیلاب با شماره منحنی ۷۳ است، همچنین برای این دوره بازگشت، دبی سیلاب مربوط به این حوضه با شماره منحنی ۹۴، $3/24$ برابر دبی سیلاب مربوط به شماره منحنی ۷۳ است.



شکل ۵ - دبی سیلاب با دوره بازگشت دوست ساله برای شماره منحنی‌های مختلف

منبع: یافته‌های پژوهش

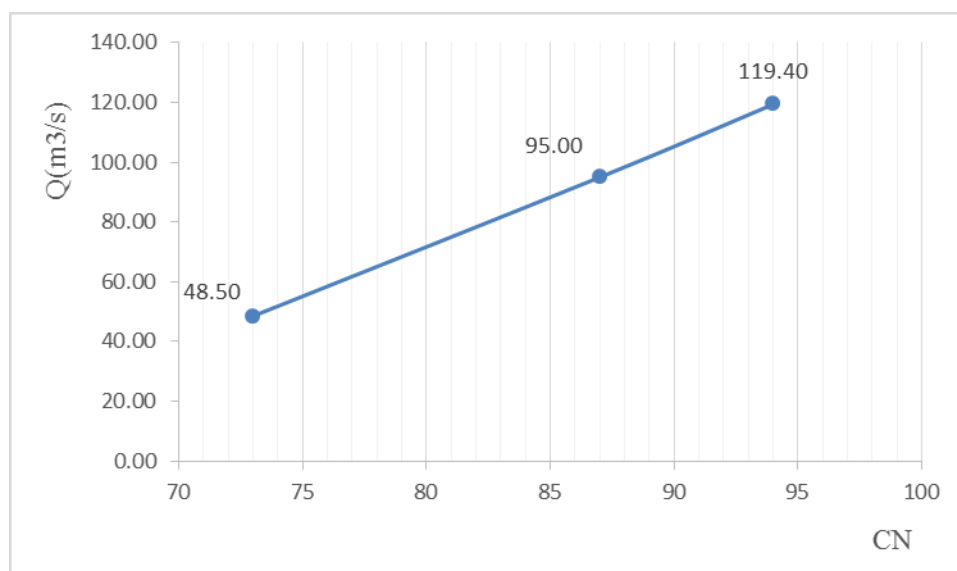
مطابق با نمودار شکل ۶، برای سیلاب با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله، دبی سیلاب مربوط به حوضه آبریز درکه با شماره منحنی ۸۷، $2/12$ برابر دبی سیلاب با شماره منحنی ۷۳ است، همچنین برای این دوره بازگشت، دبی سیلاب مربوط به این حوضه با شماره منحنی ۹۴، $2/72$ برابر دبی سیلاب مربوط به شماره منحنی ۷۳ است.



شکل ۶ - دبی سیلاب با دوره بازگشت پانصد ساله برای شماره منحنی‌های مختلف

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در نمودار شکل ۷ نشان داده شده است، برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله، دبی سیلاب مربوط به حوضه آبریز درکه با شماره منحنی ۸۷، ۱/۹۶ برابر دبی سیلاب با شماره منحنی ۷۳ است، همچنین برای این دوره بازگشت، دبی سیلاب مربوط به این حوضه با شماره منحنی ۹۴، ۲/۴۶ برابر دبی سیلاب مربوط به شماره منحنی ۷۳ است.



شکل ۷ - دبی سیلاب با دوره بازگشت هزار ساله برای شماره منحنی‌های مختلف

منبع: یافته‌های پژوهش

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش حوضه آبریز درکه به عنوان حوضه مورد مطالعه انتخاب گردیده است. از بین رفتن پوشش گیاهی و گسترش مناطق شهری در سطح این حوضه سبب گردیده است تا عوامل هیدرولوژیکی از قبیل میزان نفوذپذیری و ارتفاع رواناب در قسمت جنوبی حوضه دچار تغییراتی شوند که مطابق با آن ارتفاع رواناب زیاد و نفوذپذیری کم گردیده است که منتج به افزایش سیلاب‌های شهری خواهد شد. همان‌طور که در همه نمودارها مشاهده می‌گردد، هرچه عدد (شماره منحنی) بزرگتر می‌گردد، میزان دبی سیلاب‌ها نیز افزایش می‌یابد. در واقع به این معنی است که هرچه میزان نفوذپذیری خاک کم می‌شود، دبی سیلاب افزایش می‌یابد. با گسترش و توسعه ساخت و ساز در پیرامون حوضه آبریز درکه میزان نفوذپذیری خاک کمتر شده و بر شدت سیلاب می‌افزاید. با مشاهده جدول ۳ می‌توان به این نتیجه رسید که هرچه سطح اطراف حوضه آبریز از پوشش جنگلی و اراضی کشاورزی به سمت سطوح شهری با کاربری مسکونی پیش می‌رود عدد شماره منحنی افزایش یافته که نشان از کم شدن نفوذپذیری خاک حوضه آبریز دارد. لذا توجه به تغییرات کاربری اراضی پیرامون حوضه‌های آبریز بسیار حائز اهمیت و حیاتی می‌باشد. در برآورد دبی سیلاب‌ها با دوره‌های بازگشت کمتر که احتمال وقوع بیشتری دارند، تغییرات کاربری با نسبت بیشتری افزایش یافته اند و هرچه دوره بازگشت طولانی‌تر می‌شود نسبت عددی کوچکتر و فاصله عددی بیشتر می‌گردد. به عنوان مثال در دوره بازگشت ده ساله، دبی سیلاب مربوط به این حوضه با شماره منحنی ۹۴، ۱۱/۵

برابردبی سیلاب مربوط به شماره منحنی ۷۳ است، اما برای دوره بازگشت هزار ساله، دبی سیلاب مربوط به این حوضه با شماره منحنی ۹۴، ۲/۴۶ برابردبی سیلاب مربوط به شماره منحنی ۷۳ است. در این مثال مشاهده گردیده است که نسبت کاهش یافته است اما اختلاف دبی‌ها با افزایش زیادی مواجه بوده اند. بنابراین می‌توان گفت که با تغییر پوشش سطح منطقه از شماره منحنی ۷۳ به ۹۴، می‌توان شاهد افزایش ۲/۴۶ تا ۱۱/۵ برابری دبی و تغییر پوشش سطح از شماره منحنی ۸۷ به ۹۴ نیز می‌توان افزایش ۱/۹۶ تا ۶/۶۴ برابری را مشاهده نمود. در ادامه به راهکارهایی جهت حفظ کاربری‌های طبیعی در جهت کاهش خطرات ناشی از سیلاب پرداخته شده است. راهکارهای حفظ کاربری‌های طبیعی عبارتند از:

- ۱- عدم صدور مجوز برای تغییر کاربری جنگل‌ها و اراضی کشاورزی
- ۲- ایجاد محدودیت برای کاشت گیاهان غیر مناسب در اراضی با شیب زیاد، زیرا این مناطق مستعد شدید فرسایش خاک هستند.
- ۳- جلوگیری از رشد و توسعه فضاهای مسکونی، اداری و تجاری در پیرامون حوضه‌های آبریز
- ۴- توجه جدی به تیپ خاک و اقلیم منطقه جهت طرح و اجرای برنامه‌های آمایش سرزمین
- ۵- مورد توجه قرار دادن پیشینه کاربری اراضی در طرح‌های تفصیلی شهرها
- ۶- حفظ پوشش گیاهی منطقه و شناسایی آفات و بیماری‌ها در جهت رفع آن‌ها
- ۷- اصلاح و طرح مسیرهای دسترسی در جهتی که در خصوصیات حوضه آبریز تغییری ایجاد نشود.

منابع

- Habibi k, Shieh E, Kamal T. The Role of Physical Planning in Mitigating Urban Vulnerability against Earthquake. *Armanshahr*. 2010;2(3):23-31. [Persian]
- Wheater H, Evans E. Land use, water management and future flood risk. *Land use policy*. 2009 Dec 1;26:S251-64.
- Brath A, Montanari A, Moretti G. Assessing the effect on flood frequency of land use change via hydrological simulation (with uncertainty). *Journal of Hydrology*. 2006 Jun 15;324(1-4):141-53.
- Swanson FJ, Johnson SL, Gregory SV, Acker SA. Flood disturbance in a forested mountain landscape: interactions of land use and floods. *BioScience*. 1998 Sep 1;48(9):681-9.
- Arnell, N. W., & Gosling, S. N., 2016. The impacts of climate change on river flood risk at the global scale. *Climatic Change*, v. 134(3), p. 387-401.
- GHAHROUDI, TALI MANIJE, MOHAMMAD REZA SARVATI, MOZAFFAR SARRAFI, MOUSA POURMOUSAVI, and KHABAT DERAFFSHI. "Flood vulnerability assessment in Tehran city." (2012): 79-92.
- ROKN AE, POUR T, SADEGHLOO T, SAJASI H. ANALYZING OF PEOPLE ATTITUDE TO REDUCTION THE EFFECT OF NATURAL DISASTER (FLOOD) IN RURAL AREA WHIT EMPHASIS ON PARTICIPATORY MANAGEMENT. www.EM-DAT.be
- Dadson, S. J., Hall, J. W., Murgatroyd, A., Acreman, M., Bates, P., Beven, K., Lane, S. N., 2017. A restatement of the natural science evidence concerning catchment-based natural flood management in the UK. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 82, p. 124-143.
- Ghanavati, E., Nadafioun, F., Investigation of flood potential Darakeh watershed using rainfall-runoff using SCS. *Quarterly Geographical Journal of Territory*., Apr 20;13(49):47-64.

- Eng MQ. Co. Report on Flood management of Tehran.2011. [Persian]. NOSRATI K, HOSSEINZADEH MM, IMENI S. APPLICATION OF PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS IN DETERMINATION OF EFFECTIVE FACTORS ON RUNOFF GENERATING.
- Alizadeh A. Principles of applied hydrology. Astan Quds Razavi Mashhad 20th. 2001;540-560. [Persian]
- Jongman B. Effective adaptation to rising flood risk. Nature communications. 2018 May 29;9(1):1-3.
- Nguyen HQ, Radhakrishnan M, Bui TK, Tran DD, Ho LP, Tong VT, Huynh LT, Chau NX, Ngo TT, Pathirana A, Ho HL. Evaluation of retrofitting responses to urban flood risk in Ho Chi Minh City using the motivation and ability (MOTA) framework. Sustainable Cities and Society. 2019 May 1;47:101465.