بررسی پتانسیل سیلاب حوضه آبریز درکه با استفاده از روش بارش- رواناب SCS[1]

دکتر عزت الله قنواتی*[1]، فریبا ندافیون[2]
[1] دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه خوارزمی
[2] دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی

چکیده

تعیین مکان رخداد سیلاب با استفاده از روش‌های سنتی و متداول بسیار دشوار بوده و اکثرا باعث بروز خطا می‌شود. سرویس حفاظت خاک آمریکا SCS روشی را برای محاسبه رواناب ابداع نموده است. با توجه به دقت مناسب روشSCS-CN در این مطالعه از روش SCS-CN استفاده شده است هدف تحقیق برآورد خطر سیلاب با استفاده از روشSCS-CN می‌باشد. در این روش ابتدا با توجه به کاربری و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و شیب منطقه CN یا شماره منحنی بدست آمد. میانگینCN این حوضه عدد۸۷ را نشان می‌دهد. سپس با استفاده از ایستگاه‌های کلیماتولوژی، میانگین بارش منطقه ۳۰۴ میلی متر برآورد شد. نتایج نشان داد در قسمت جنوبی حوضه با توجه به از بین رفتن پوشش گیاهی، گسترش شهر از جنوب، تغییر کاربری زمین و شکل حوضه که به صورت کشیده است، احتمال رخداد سیلاب بیشتر از سایر نقاط حوضه می باشد.

کلید واژه‌ها: روش SCS، حوضه ابریز درکه، سیلاب، رواناب

مقدمه

در قرن بیستم رشد سریع جمعیت و شتاب روز افزون شهرنشینی در جهان سبب شد که گسترش شهرها اغلب به صورت غیر اصولی باشد و این امر باعث از بین رفتن شکل طبیعی اکوسیستم ها شده است. با توسعه شهر نه تنها سطح زمین دگرگون می شود بلکه زمین شکل‌های جدیدی به خود می گیرد با تغییر در پوشش سطح زمین، ما سبب تغییر فاکتورهای مهم اقلیمی همچون آلبدوی سطحی، میزان تبخیر و بادهای سطحی شده ایم (عزیزی، ۱۳۸۳). با ایجاد شهرها چشم‌اندازهای جدید موجب تغییر و تبدیل وسیعی در بیلان انرژی، آب و مواد می شود که آثار آن در

[1] Soil conservation service

* نویسنده عهده دار مکاتبات: ezghanavati@yahoo.com

تحریک و حتی تغییر فرایند های ژئومورفولوژیک منعکس می‌شود. تغییرات در زمان تاخیر بین اوج بارش و اوج دبی از جنبه‌های اساسی تعادل آب شهری است که بر زمان بندی اوج سیل و رویداد جریان های طغیان تاثیر می‌گذارد (روستایی وجباری، ۱۳۹۱).

از زمانی که انسان پا به عرصه حیات بر روی کره ی زمین گذاشته است طبیعت همواره او را به چالش کشانده است. بشر،حوادث طبیعی که انسان را به مبارزه طلبیده است را مخاطرات طبیعی نام نهاده و رخداد آن را در زندگی بحران می نامند.کشور ایران از جمله کشورهایی است که میزان گستردگی مخاطرات و آسیب‌های محیطی آن از درجه بالایی برخوردار است و این موضوع لزوم مطالعات گسترده در زمینه های گوناگون مخاطرات طبیعی را نشان می‌دهد از جمله مخاطراتی که آسیب های جدی در پی دارد می توان به سیلاب اشاره کرد.

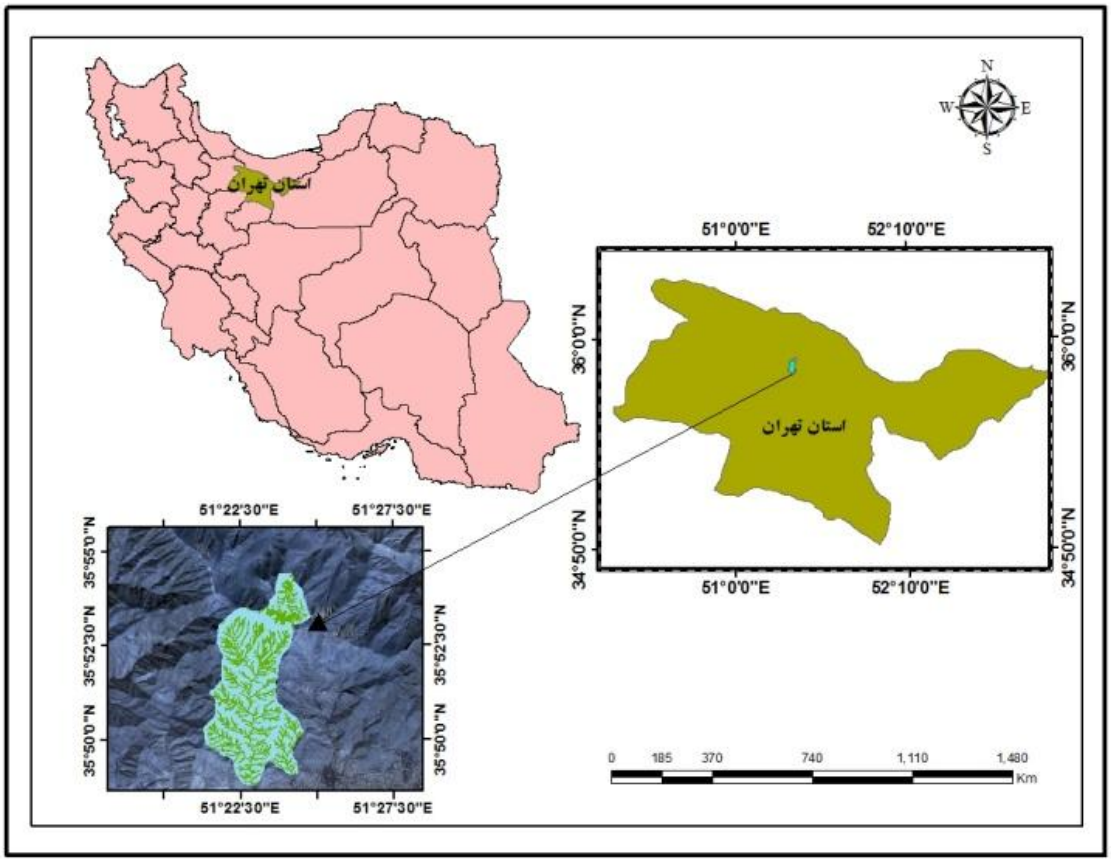
کشور ایران به دلیل شرایط طبیعی که دارد بسیار سیل خیز محسوب می‌شود سیل یک جریان شدید استثنایی است که ممکن است آب از بستر طبیعی رودخانه لبریز شده وخارج شود معمولا حداکثر دبی مشاهده شده در طول سال را سیلاب سالانه می‌نامند سیل اغلب دارای دوره ی خاصی نیست بنابراین نباید آن را با حداکثر جریان فصلی که هیچ گونه ضرری به ساکنان رودخانه نمی رساند اشتباه گرفت (روستایی وجباری،۱۳۹۱).

فعالیت بشر به شکل‌های گوناگون احتمال وقوع سیل را افزایش داده است، در کشور ایران، تنوع آب و هوایی و شرایط خاص جغرافیایی، زمینه پیدایش و شکل‌گیری انواع بلایای طبیعی را فراهم ساخته است. قرار گرفتن شهرها و روستاهای ایران در مناطق کوهپایه ای، از میان رفتن پوشش گیاهی، رعایت نکردن حریم امنیتی رودخانه‌هایی که غالبا از میان و یا کنار شهرها می‌گذرند، ساخت و ساز های بی رویه در مسیر رودخانه‌ها، زیر کشت بردن اراضی کنار رودخانه‌ها و سایر عوامل مشابه، از دلایل اصلی وقوع جریان‌های سیلاب می‌باشد. خانه سازی در حریم رودخانه ها، آن هم با مصالح نامناسب علت اصلی خسارات سیل در بسیاری از شهرهای کشور می باشد.

در سال های اخیر پژوهش‌های وسیعی برای معرفی و ارزیابی مدل های مختلف بارش - رواناب برای مطالعه‌ی سیلاب انجام گرفته است از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: (قهرودی تالی، ۱۳۸۵) با مطالعه حوضه کرج با روش SCS به این نتیجه رسید که SCS در تخمین رواناب استفاده از مدل وزنی می‌تواند در محاسبه شماره منحنی این امکان را دارد که تمام عوامل موثر در تولید رواناب را در نظر گرفته و نتیجه بهتری تخمین زده شود.(ثروتی و همکاران،۱۳۹۰) از روش SCS برای براورد سیلاب در حوضه زیلکی و فیره رود در استان گیلان استفاده کردند. (حسین زاده، ۱۳۹۱) با استفاده از مدل SCS و روش شماره منحنی در واحدهای مختلف حوضه کجور نوشهر دبی اوج و ضریب رواناب آن را محاسبه کرد. (اشنایدر و مک کوئین، ۲۰۰۲) به بررسی توزیع مکانی شدت سیل خیزی در واحد آبشناختی با استفاده از شماره منحنی پرداختند . (میشرا و سینگ، ۲۰۰۵) کاربرد فن‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه شماره منحنی جهت برآورد رواناب را بررسی نمودند و نقشه شماره منحنی را ترسیم کردند و همچنین مطالعات با استفاده از روش SCS و HEC-HMS نشان داد که رواناب حوضه رابطه مستقیمی با مساحت حوضه دارد. (ریسما و همکاران، ۲۰۱۰) روش SCS را با Rs وGIS ترکیب و سیلاب را در حوضه مادی کوندا و زیر حوضه های آن برآورد کردند.

مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه:

حوضه آبخیز درکه قسمتی از حوضه آبخیز شمال غرب تهران را تشکیل می‌دهد و شامل قسمت هایی از سیستم هیدرولوژیک درکه از مرز آبخیز در ارتفاعات توچال تا شهر تهران (محل ورودی شهر) را شامل می‌شود. موقعیت جغرافیایی این حوضه بین عرض‌های شمالی ثانیه۳۰ و دقیقه ٤٨ و درجه ۳۵ تا درجه۳۰ و دقیقه۵۳ و ثانیه ۳۵ و طول های شرقی ثانیه۳۰ و ۲۰دقیقه ودرجه۵۱ تا دقیقه ۲۵و۵۱ درجه می‌باشد.



شکل۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز مطالعاتی بطور کامل در شمال غرب تهران و در استان تهران واقع می‌گردد که بالا دست شهرازمنطقه ولنجک، بخش اصلی تشکیل می‌دهد. زهکش اصلی آن، رودخانه موسوم به درکه می‌باشد. حوضه مطالعاتی ازغرب به حوضه آبخیز فرح‌زاد، ازشرق به گلابدره ازجنوب به حوضه شهری و بالاخره از شمال به حوضه رودشهرستانک از زیر حوضه‌های رودخانه کرج محدود می‌شود. بلندی‌های توچال، کورا، گردرک، درازراه و بسیاری از ارتفاعات دیگر منشأ اصلی جریان های سطحی حوضه می‌باشند.

ریزش‌های جوی:

در تابستان منطقه مطالعاتی تحت تاثیر سیستم فشارزیاد جنب حاره قرارمی گیرد بدین سبب میزان بارندگی کم و ناچیز است. بارندگی‌های تابستانی اکثرا" به سبب عبور سیستم‌های کم فشار دینامیکی (نوع سرد) می‌باشد که از

نواحی شمالی کشور وارد ایران می شود. گاهی عبور جریان های شمالی از روی شیب‌های شمالی سلسله جبال البرز تا خط راس ارتفاعات توچال کشیده می‌شود و بارندگی‌هایی را در شیب های شمالی ارتفاعات باعث می‌شود که تاثیرآن برحوضه مورد مطالعه بسیار نادر و معمولا" بصورت بادهای گرم وخشک می باشد. در مواردی جریانات گرم ومرطوب موسمی اقیانوس هند درلایه‌های زیرجو منطقه (۲-۳ کیلومتری ازسطح زمین) تاثیرگذارده وبارندگی‌های شدیدی را ایجاد می‌کند که این بارندگی‌ها در صورت مهیا بودن سایر شرایط موجب سیلاب در دامنه های جنوبی البرز می‌شود.

در دوره سرد سال به سبب خروج سیستم فشار زیاد جنب حاره از روی ایران فضای کشور مناسب عبور جریان‌های کم فشارعبوری مناطق عرض‌های میانی می‌گردد. و این تحولات بارندگی های زیادی را باعث می‌شود. بارش‌های منطقه مطالعاتی معلول جریان‌هایی است که در طول ۸ ماه از سال (آبان تا اردیبهشت) محدوده مطالعاتی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. این سیستم‌های فعال با عقب نشینی کمربند فشار زیاد به عرض‌های پایین‌تر از سمت غرب و جنوب غرب وارد کشور می‌شوند و بارش‌هایی را موجب می‌گردند همچنین درفصل بهار ناپایداری‌های دینامیکی وحرارتی درتشدید بارندگی منطقه نقش عمده ای ایفاد می کند.

رژیم بارندگی:

رژیم بارندگی حوضه مطالعاتی، تابع ورود سیستم‌های باران زایی است که در طول فصل سرد فعال و دوره مرطوب را به وجود می‌آورند و فصل خشک آن نیز منطبق بر تابستان است و کاملا تیپ مدیترانه‌ای دارد. در محدوده مطالعاتی به علت نقش اساسی توپوگرافی در ایجاد بارندگی بارش‌های اروگرافیک بیشترین شکل را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین نقش عملکرد دینامیکی در بارش های اواخر زمستان و اوایل بهار و همچنین در تغییرات نوع بارش بسیار مهم است.

داده‌ها و روش مطالعه:

به طور کلی چندین روش به منظور برآورد میزان رواناب ناشی از بارندگی‌ها چه از نظر حجم رواناب و چه از نظر شدت جریان در بازه های زمانی مختلف وجود دارد. از جمله روش‌های معمول در هیدرولوژی روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) است که برای حوضه هایی که در آنها داده‌های اندازه‌گیری دبی رواناب وجود ندارد، به کار می‌رود. محاسبهٔ حجم رواناب حاصل از بارندگی رگباری با استفاده ازشمارهٔ منحنی(CN) یک روش شناخته شده بین‌المللی است که سازمان حفاظت خاک آمریکا این روش را که موسوم به روش SCS یا هیدروگراف واحد بدون بعد در سال ۱۹۷۵ ارائه کرده است.این روش همچنین درحوضه‌هایی کـه دارای آمار بارندگی و دبی نیز هستند توانایی استفاده دارد. هدف در منطقهٔ مطالعاتی از چند دیدگاه مدنظر بوده که بررسی کارایی روش SCS در مورد یک مـحدودهٔ مـشخص جغرافیایی بـا شرایط جغرافیایی-اقلیمی تا حدود زیادی معرف شرایط غالب منطقه وسیعی از کشور اسـت. در روش SCS ارتفاع رواناب حاصله از بارندگی از رابطه ۱ محاسبه می شود:

در رابطه۱) R = ارتفاع رواناب بر حسب میلی متر

P = ارتفاع بارندگی بر حسب میلی متر

S = عامل نگهداشت رطوبت خاک که مقدار آن از رابطه ۲ بدست می‌آید.

رابطه شماره(۱) میزان رواناب:

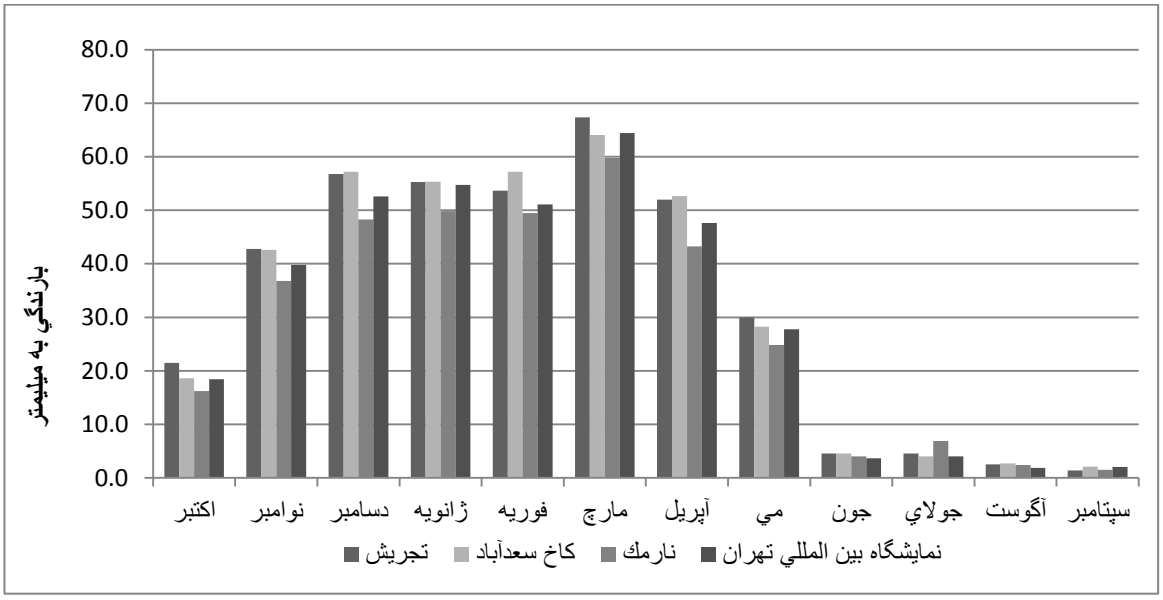
$$Q = \frac{(\mathrm{P} - 0.2\mathrm{S})2}{\mathrm{p} + 0.8\mathrm{S}}$$

$\mathrm{P} > 0.2\ \mathrm{S}$

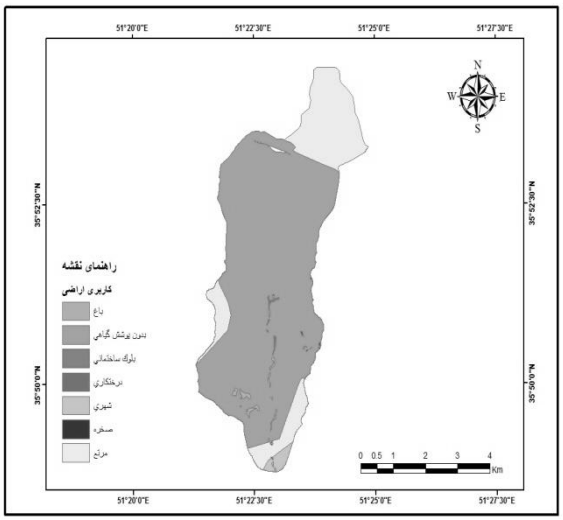
رابطه(۲) میزان نفوذپذیری:

$$S = \frac{2540}{\mathrm{CN}} - 254$$

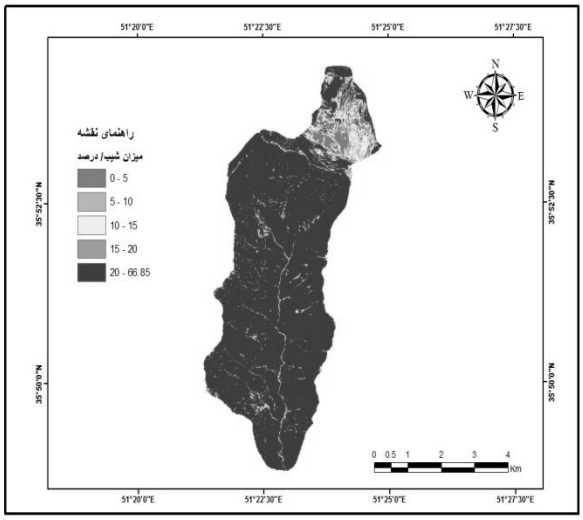
در رابطه۲: CN شماره منحنی مربوط به مقدار نفودآب در حوضه می‌باشد.



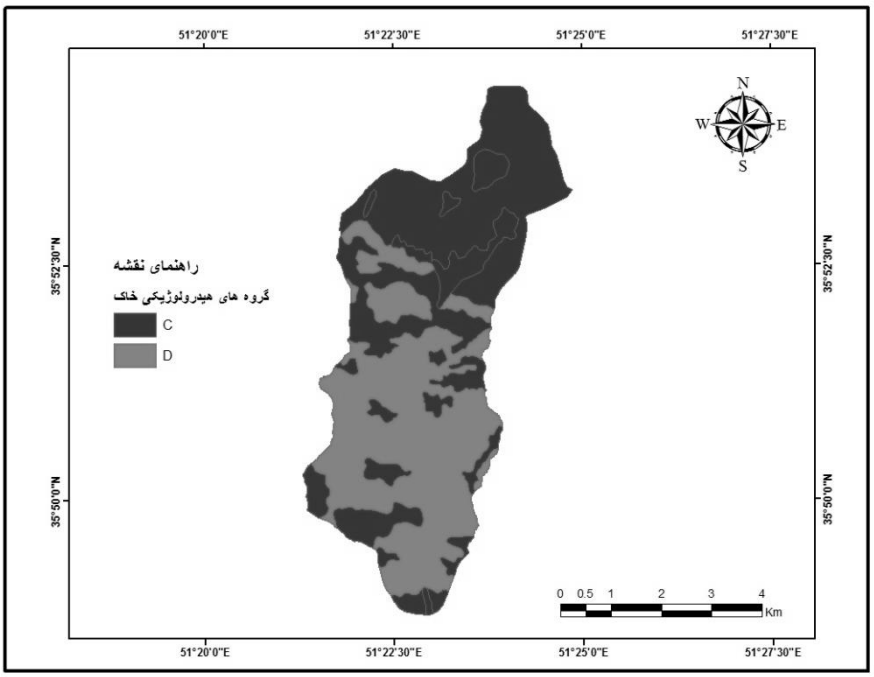
شکل۲: نمودار میانگین بارندگی ایستگاه های شمال تهران



شکل۳: نقشه کاربری



شکل٤: نقشه شیب



شکل ۵: نقشه گروه هیدرولوژیک خاک

گروه هیدرولوژیکی خاک:

خصوصیات خاک بر پیدایش رواناب اثر گذار است ودر مطالعات مربوط به آن باید در نظر گرفته شوند خصوصیات خاک می تواند با یک عامل هیدرولوژیک بیان شود که آن حداقل سرعت نفوذپذیری در حالت مرطوب بودن طولانی مدت خاک است. در این مورد خصوصیات سطحی وداخلی افق‌های خاک نیز در نظر گرفته می شوند.

تمام خاک ها از سوی سازمان حفاظت خاک آمریکا، بر اساس تولید رواناب به چهار گروه زیر تقسیم شده اند:

گروه A: خاک هایی با شدت نفوذ پذیری بالا، حتی هنگامی که کاملا مرطوب هستند. دارای زهکشی خوب بوده و آب گذری بالایی داشته و خاک‌های شنی و قلوه سنگی عمیق را شامل می‌شوند. تولید رواناب در این خاک‌ها ضعیف است.

گروه B: خاک‌هایی با شدت نفوذ پذیری متوسط، حتی هنگامی که به طور کامل مرطوب هستند. این خاک‌ها عمیق هستند. زهکشی متوسط تا خوب با بافت ریز تا متوسطی دارند. آب‌گذری آنها متوسط بوده و توانایی متوسطی از نظر تولید رواناب دارند.

گروه C: خاک هایی با شدت نفوذ پذیری کم هنگامی که مرطوب هستند. اغلب دارای لایه‌ای هستند که مانع نفوذ آب به قسمت‌های پایین‌تر می‌شود و دارای بافت ریز تا نسبتا ریز بوده و ضریب آب گذری کمی دارند. توانایی تولید رواناب آنها به نسبت زیاد است.

گروه D: خاک‌هایی با نفوذ پذیری کم هنگامی که خیس هستند و به طور عمده شامل خاک‌های رسی، خاک‌هایی با یک سفره آب بالا و دائمی، خاک هایی با لایه های سخت رسی در سطح یا نزدیک آن که خاک های کم عمق روی تشکیلات، کمابیش غیر قابل نفوذ هستند. این خاک ها قابلیت خیلی کمی برای انتقال آب دارند و قسمت های سنگی حوزه ها و سطح آسفالت جاده ها نیز، شامل این گروه هستند. در این گروه تولید رواناب است. (مهدوی، ١٣٧١: ١٢٤). در محدوده مورد مطالعه گروه هیدرولوژیک C و D وجود دارد که اطلاعات آن در جدول ١ وجود دارد.

یافته‌های تحقیق:

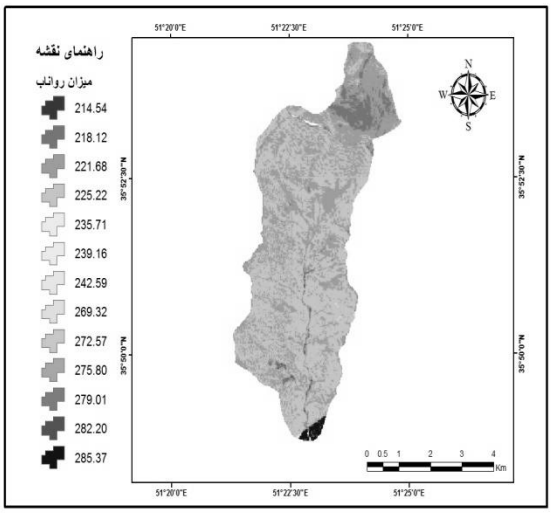
در روش SCS اطـلاعات فـیزیوگرافی حـوضه ی آبریز، اطلاعات خاک، شیب حوضه براساس مدل رقومی ارتفاعی و میانگین بارش ٢٤ ساعته استفاده می‌شود. برای تعیین محدوده حوضه آبریز ولنجک نقشه توپوگرافی ٥٠٠٠٠ :١ تجریش بر اساس سیستم UTM زمین مرجع شد و مرز حوضه آبریز لایه‌های شبکه زهکشی و خطوط منحنی میزان استخراج شد. و همچنین برای اطلاع از میزان میانگین بارندگی از ایستگاه های کلیماتولوژی مهرآباد استفاده شده است. جهت استخراج CN منطقه مورد نظر از لایه گروه هیدرولوژی خاک منطقه، لایه ی شیب منطقه و لایه کاربری اراضی استفاده می شود و در نهایت با تلفیق لایه‌ها، شماره ی منحنی یا نقشه CN منطقه به دست آمد. در ادامه برای محاسبه‌ی میزان نفوذپذیری حوضه (S) موجود در حوضه مورد مطالعه رابطه شماره٢ استفاده می‌شود. که در این رابطه CN یک عدد بدون بعد است که بین ٠ تا ١٠٠ می‌باشد. رابطه بین بارندگی و رواناب بر خلاف تصور همیشه خطی نیست مگر که نگه داشت رطوبت در حوضه ناچیز باشد خاکی که توان جذب بارندگی را نداشته باشد CN برابر ١٠٠ دارد که در نتیجه بارش و رواناب برابر هم هستند (قهرودی، ١٣٨٥).

براساس روش SCS و برآورد میزان رواناب حوضه درکه – ولنجک، میانگین بارش منطقه ٣٠٤ میلی متربا توجه به آمار ایستگاه مهرآباد بدست آمد. از لایه‌های اطلاعاتی گروه هیدرولوژیک خاک، کاربری اراضی، شیب که اطلاعات مربوطه از سازمان آبخیزداری تهیه شد مقدارCN با توجه به لایه‌های فوق، برای حوضه آبخیز درکه استخراج شد میانگین CN منطقه عدد٨٧ به دست آمد تغییرات آن از مقدار٩٤ تا٧٣ که بیشترین مقدار آن در جنوب

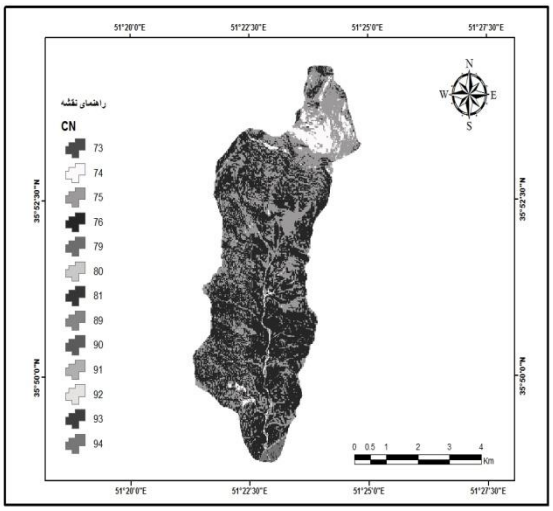
حوضه می باشد که منطقه ی شهری را دربر می‌گیرد. در واقع نشان دهنده ی این موضوع می‌باشد که نفوذ پذیری خاک با عدد CN رابطه عکس دارد. میزان نفوذپذیری(S) حوضه حدودا بین ۱۶ تا ۹۳ متغیر می باشد که کمترین مقدار آن با توجه به نوع کاربری در قسمت جنوبی با کاربری شهری می باشد.با توجه با شرایط هیدرولوژیکی خاک، میزان شیب ونفوذپذیری، شماره منحنی میزان درقسمت پایین دست حوضه،بیشترین رواناب تولیدی در این قسمت می باشد. با توجه به شاخص NDVI حوضه که نشان دهنده ی تراکم پوشش گیاهی می باشد، میزان پوشش گیاهی موجود حوضه با استفاده از شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده NDVI (پوشش گیاهی) از طریق تصاویر ماهواره‌ای ETM+ از طریق نرم‌افزار ERDAS۹,٤ تهیه شده است. درنتیجه رواناب حاصل از بارش به مقدار ۲۰ در صد آن قبل از شروع جریان رواناب و ۸۰ درصد بقیه در طی جریان رواناب جذب خاک می شود و میزان آن بستگی به نوع پوشش گیاهی نحوه ی بهره برداری از زمین و وضعیت خاک از نظر نفوذ پذیری و شرایط رطوبت پیشین دارد.

جدول۱: درصد مساحت گره های هیدرولوژیکی خاک حوضه درکه

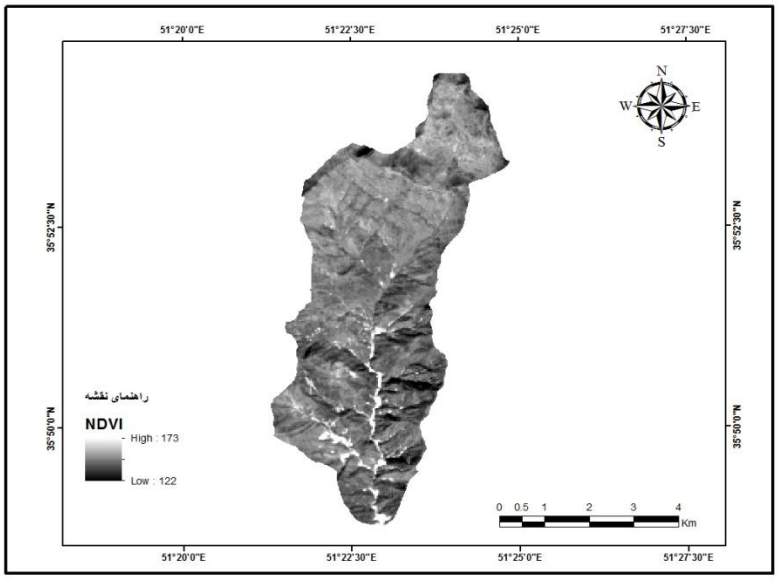
گروه هیدرولوژیک خاک	C	D
درصد محدوده	۵۰,۵۷	٤۰,٤۲
توانایی تولید رواناب	نسبتا زیاد	خیلی زیاد
نوع خاک	لومی ، لومی رسی دارای لایه سخت در عمق	رسی، خاک های شور ، سنگ، جاده آسفالت، بتون، خاک های کم عمق



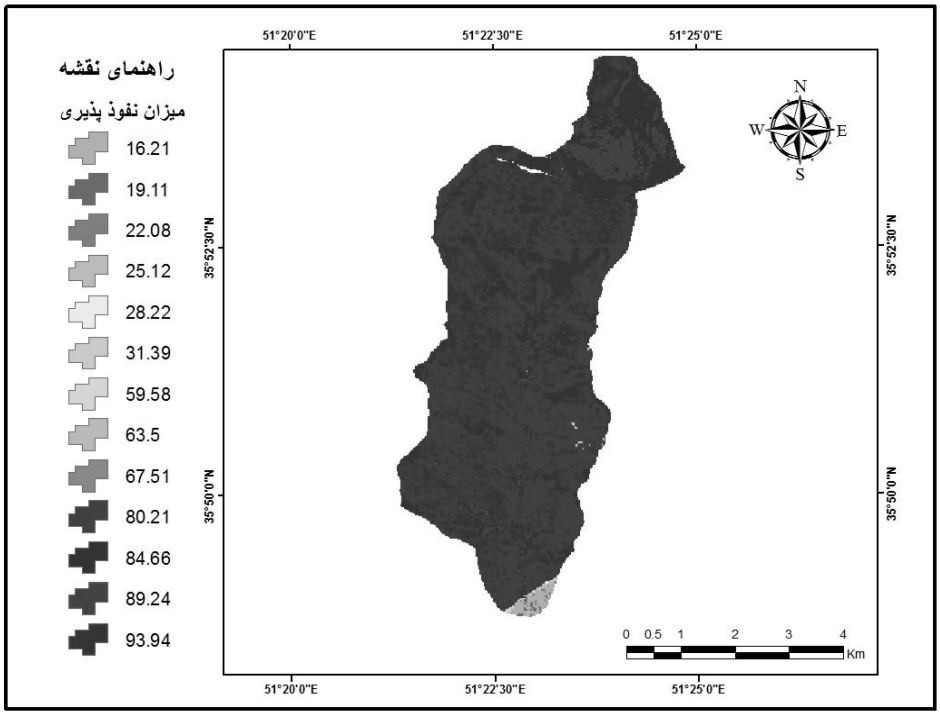
شکل٦: نقشه میزان نفوذپذیری حوضه درکه



شکل۷: نقشه CN حوضه درکه



شکل۸: نقشه NDVI حوضه درکه



شکل ۹: نقشه میزان رواناب حوضه درکه در شمال غرب تهران

نتیجه‌گیری

حوضه ی درکه که در شمال غرب استان تهران واقع گردیده است با توجه به افزایش ساخت و سازهایی که از سمت جنوب حوضه‌ی مذکور در حال افزایش می باشد و باعث می‌شود که افزایش جمعیت به داخل حوضه را به همراه داشته باشد ضرورت مطالعه مخاطرات این منطقه از تهران را نشان می دهد.

رخداد سیلاب نیز یکی از مخاطراتی می‌باشد که می‌تواند خسارات جانی و مالی زیادی را در پی داشته باشد. در این مقاله سعی شده است با استفاده از روش SCS میزان رواناب حوضه برآورد شود. حوضه درکه با توجه به شکل حوضه که به صورت کشیده می‌باشد و از بین رفتن پوشش گیاهی و توسعه و گسترش مناطق شهری در سطح شهری باعث شده است که عوامل هیدرولوژیکی از قبیل میزان نفوذپذیری و میزان رواناب در قسمت جنوبی حوضه افزایش یابد که به تبع آن ارتفاع رواناب افزایش یافته و در نتیجه سیلاب شهری را به دنبال خواهد داشت. پس باید به مسئله سیلاب شهری ناشی از افزایش رواناب توجه شود و در برنامه ریزی شهری مورد توجه قرار بگیرد که از خطر سیلاب برای شهر تهران جلوگیری شود.

منابع

۱- ثروتی، محمد رضا، بهزاد، اردوان، ۱۳۹۰، برآورد پتانسیل سیلاب با تاکید بر ویژگی ژئومورفولوژیک در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روشSCS، فصلنامه جغرافیایی سر زمین، سال هشتم، شماره ۳۰.

۲- حسین زاده، محمد مهدی؛ پاییز۱۳۹۱، برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه ای در منطقه کجور نوشهر البرز شمالی، فصلنامه ی علمی و پژوهشی فرسایش محیطی، شماره ۷.

۳- حیدری زاده، مجید، ۱۳۸۹، توسعه روش SCS با مفهوم روش منطقی در برآورد پیک سیلاب اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب، تهران.

٤- روستایی، شهرام. جباری، ایرج، ۱۳۹۱، ژئومورفولوژی مناطق شهری،چاپ پنجم، انتشارات سمت.

۵- عزیزی، قاسم، ۱۳۸۳، تغییر اقلیم، چاپ اول، انتشارات قومس.

٦- علیزاده، امین، ۱۳۸۰، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ سی و سوم، انتشارات آستان قدس رضوی.

۷- کرکوتی، علی رضا، نظریها، مهرداد، باغوند، اکبر، جعفری، سلیم، بابک، کرباسی، عبدالرضا، وثوق. پاییز ۱۳۸۹ برآورد مقدار سیلاب حداکثر بع روش‌های مشاهده‌ای کریگر و SCS مطالعه موردی رودخانه قره سو در کرمانشاه، مجله محیط شناسی، شماره ۵۵.

۸- قهرودی تالی، منیژه. بهار و تابستان۱۳۸۵، ارزیابی مدل SCS-CN در تخمین رواناب مطالعه موردی حوضه آبریز سد امیر کبیر کرج، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۷.

۹- قنواتی، عزت الله، زمستان ،۱۳۸۲ مدل ژئومورفولوژیکی سیلاب در حوضه گاماسیاب، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۷۱، ص ۱۸۲-۱۷٤.

۱۰- مهدوی، محمد، ۱۳۸۸، هیدرولوژی عمومی، انتشارات دانشگاه تهران.

11- T. Reshma, P.Sundara Kumar, M.J.Ratna Kanth Babu, K. Sundara Kumar (2010), 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. 25.

12- Bhankaurally Mustapha Yahya , Nowbuth Manta Devi and Bhavana Umrika(2010),Flood Hazard Mapping by Integrated GIS SCS Model, INTERNATIONAL JOURNA OF GEOMATICS AND GEOSCIENCES, Volume 1, No 3.

13- Schneider, L.E., McCuen, R.H., 2005. Statistical guidelines for curve number generation. J.Irrig.Drain. Eng. ASCE 131 (3), 282–29.

14- K. Geetha & S. K. Mishra & T. I. Eldho & A. K. Rastogi & R. P. Pandey (2008), SCS-CN based Continuous Simulation Model for Hydrologic Forecasting , Water ResouManage, 22:165,190 , DOI 10.1007/s11269-006-914.
15- McCuen, R.H., 2002.Approach to Confidence Interval Estimation for curve Number, Journal of Hydrologic Engineering, ASCE, 7(1): 43-48.16- Mishra, S.K., Singh, V.P., 2002b. SCS-CN based hydrologic simulation package. In: Singh, V.P.Frevert, D.K. (Eds.), Chapter 13 in Mathematical Models in Small Watershed Hydrology, Water Resources Publications, P.O. Box 2841, Littleton,Colorado 8016.