علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، ویژه نامه شماره ۵ ، تابستان۱۳۹۶

# بررسی پتانسیل تولید رواناب‌های شهری با استفاده ازپهنه‌بندی به روش SCS-CN (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهرداری تهران)

**فاطمه عادلی ساردو [۱*]**

Fatemeh.adeli67@ut.ac.ir

**شهرزاد فریادی [۲]**

**اسماعیل صالحی [۳]**

**منیژه قهرودی تالی [۴]**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۰۳/۰۹

**چکیده**

**زمینه و هدف:** توسعه شهری موجب کاهش نفوذپذیری وافزایش رواناب‌های سطحی می‌شود. باتوجه به این که کاربری عمده‌ی منطقه ۲ تهران به ترتیب شامل کاربری مسکونی، بزرگراه و فضای سبز می‌باشد، پهنه بندی بارش و رواناب برای دوره بازگشت های مختلف به منظور شناخت نقاط دارای پتانسیل بالا در تولید رواناب های سطحی در نیل به اهداف مدیریتی غیرقابل انکار است .

**روش بررسی:** روش به کارگرفته شده دراین تحقیق استفاده ازروش SCS-CN در نرم‌افزار GIS می باشد که بر اساس داده‌های بارشی حداکثر ۲۴ساعته و برپایه یک دوره‌ی آماری ۱۴ساله ایستگاه‌های باران‌سنجی اطراف منطقه ۲ تهران صورت گرفته است.

**یافته‌ها:** تعیین دوره‌ی آماری مشترک بین ایستگاه‌های مورداستفاده، آزمون همگنی، کفایت، بازسازی داده‌های ناقص جهت محاسبه‌ی دوره بازگشت‌های۵۰، ۱۰۰، ۲۵و ۵ ساله برای پهنه‌بندی بارش حداکثر ۲۴ ساعته ودرنهایت ساخت لایه‌ی شماره منحنی بر اساس نوع کاربری اراضی وضریب مؤثرآن، مقدار نفوذو نگه داشت سطحی با استفاده از روابط موجود در مدل درراستای پهنه‌بندی رواناب با دوره بازگشت‌های مختلف از یافته‌های این تحقیق می‌باشد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** نتایج نشان می‌دهد بیشترین پتانسیل تولید رواناب مربوط به کاربری‌های مسکونی و بزرگراه در قسمت‌های شرقی منطقه و کمترین پتانسیل آن مربوط به قسمت‌های پرشیب مرکز و شمال باکاربری فضای سبز می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی**: رواناب شهری، پهنه‌بندی، منطقه ۲ شهرداری تهران، مدلSCS-CN.

۱*- (مسوول مکاتبات): کارشناس ارشد برنامه ریزی، مدیریت و آموزش محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- دانشیار گروه برنامه ریزی، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران تهران، ایران.

۳- دانشیار گروه برنامه ریزی، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران. تهران، ایران.

۴- دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی. تهران، ایران.

*J.Env. Sci. Tech., Vol 19, Special No.5, Summer 2017*

# Investigating the potential of urban runoff by zoning using SCS-CN Method (Case study: Region 2 of Tehran Municipality)

**Fatemeh Adeli Sardoo [1*]**

*Fatemeh.adeli67@ut.ac.ir*

**Shahrzad Faryadi [2]**

**Esmaeel Salehi [3]**

**Manizhe Ghahroodi Tali [4]**

**Abstract**

**Background and Objective:** Urban development reduces the permeability and increases surface runoff. The Increased runoff has encountered urban areas with many threats on the one hand and provided an opportunity on the other hand and both necessitate the management of runoff in urban areas. Zoning of rainfall and runoff are undeniable because of the major land uses in Region 2 of Tehran city which includs residential land uses, highways, and green space respectively for various return periods in order to identify those areas with high potential for surface runoff to achieve management goals.

**Method:** The method employed in this study is SCS-CN in GIS software based on Maximum 24-hour rainfall data for a time period of 14 years collected from Rain-gauge stations around Region 2 of Tehran.

**Findings:** The findings are determination of a common statistical period between stations used, homogeneity test, adequacy, reconstruction of incomplete data to calculate the return periods of 100, 50, 25 and 5 years to conduct zoning for the maximum 24-hour rainfall, and also construction of curve number layer based on the type of land use, effective coefficient, penetration and retention of surface using relations in the model to conduct runoff zoning in various return periods.

**Conclusion:** The results show that the highest potential for generation of runoff is related to residential and highway land uses in eastern part, and the lowest potential is related to slopped parts in the central and north districts with green space land use that should be put under management priority. This indicates the importance of land-use in creating the potential of runoff, so that this importance makes the prominent factor of slope totally ineffective.

**Keywords:** Urban runoff, Zonning, Region 2of Tehran Municipality, SCS-CN Method.

1- MSc Environmental Planning, Management and Education, University of Tehran, Tehran, Iran. * *(Corresponding Author)*
2- Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.
3- Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.
4-Associate Professor, Faculty of Earth Science, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran.

**مقدمه**

توسعه (ساخت‌وساز) عموما منجر به افزایش مقدار سطوح غیرقابل نفوذ نظیر سقف‌ها، خیابان‌ها ،محوطه‌های پارکینگ و پیاده‌روها می‌شود.تغییرات سطوح غیرقابل نفوذ، نتایج متعددی دارند که در درجه اول باعث از دست رفتن ظرفیت سیلاب-گیری در سایت‌های توسعه‌یافته می‌شوند. در درجات بعدی کاهش پوشش گیاهی، مواد آلی و تغییر در خصوصیات سطحی نظیر زبری و نفوذپذیری است که درنهایت منجر به تبدیل سریع بارندگی به جریان سیلابی می‌گردد(۱). حوزه‌های آبخیز شهری شامل شبکه‌ای پیچیده از سطوح نفوذپذیر و نفوذناپذیر، لوله‌های زه‌کشی، ناودان‌ها و مخازن ذخیره هستند که از زهکش‌های روباز تا شبکه‌های زه کشی پیچیده را شامل می‌گردد(۲). بدیهی است که هرگونه اقدام مدیریتی در زمینه‌ی رواناب‌های شهری مستلزم برآورد دقیق میزان رواناب به صورت مکانی و زمانی می‌باشد که در این تحقیق از روش شماره منحنیSCS-CN استفاده گردیده است.

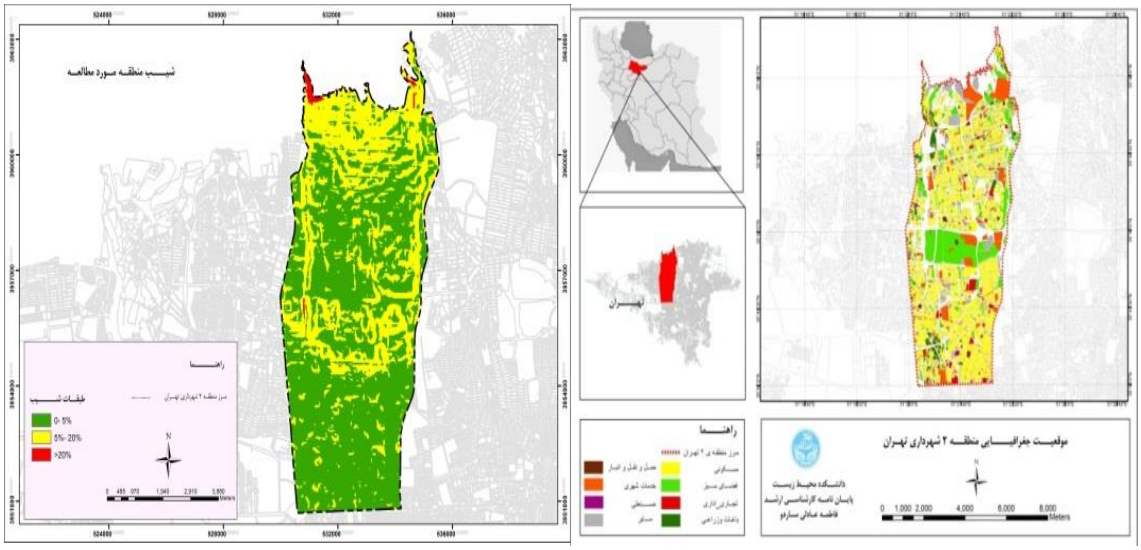
ملیس و همکارانش(۲۰۰۳) با استفاده از روش شماره منحنی و سیستم اطلاعات جغرافیایی به برآورد میزان تغییرات در پاسخ به حجم متفاوت رواناب در سه حوزه متفاوت در فلوریدا پرداختند. درنهایت حجم رواناب محاسبه و پیش‌بینی هیدروگراف‌های رواناب ناشی از تغییر در پوشش زمین تهیه شد(۳). چیبر(۲۰۰۴) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی به مدل‌سازی بارش- رواناب در رودخانه‌ای در هند پرداختند و از مدل SCS برای پیش‌بینی دبی از بارش روزانه استفاده نمودند. با استفاده از کاربری زمین و گروه‌های خاک به تخمین شماره منحنی پرداختند و درنهایت این شماره منحنی به‌عنوان ورودی مدل SCS برای تخمین رواناب مورد استفاده قرار گرفت(۴). اکسیائو و همکارانش(۲۰۱۱)با استفاده از روش حفاظت خاک به برآورد رواناب در حوزه‌ی آبخیز کوچکی در چین پرداختند و میزان رواناب را با این روش محاسبه نمودند(۵).دنیل و همکارانش(۲۰۱۲)در تحقیقی با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی هیدرولوژیکی برای تولید هیدرو گراف‌های بارشی و نحوه‌ی پاسخ حوزه آبریز به این بارش‌ها پرداخته اند(۶).مریانجی و معروفی(۱۳۸۴) در مقاله‌ی خود با استفاده از این روش و اطلاعات ۲۴ ساعته بارندگی در حوضه آبریز قره چای ابتدا میزان رواناب ناشی از بارش را با استفاده از روش SCS محاسبه و سپس به پهنه‌بندی آن پرداختند(۷).محمدی و همکاران(۱۳۸۵) در مقاله‌ی خود به ارزیابی روش شمار منحنی برای برآورد رواناب با استفاده از GIS برای حوزه‌های فاقد ایستگاه پرداختند. (۸). نشاط و صدقی(۱۳۸۵) با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک و مدل HEC-HMS جهت بررسی شرایط جذب و دفع آب در خاک و چگونگی شکل‌گیری هیدرو گراف سیلاب برای سازه‌های هیدرولیکی در حوضه باغ ملک خوزستان استفاده کرده‌اند.(۹). قابل‌ذکر است با توجه به این‌که اکثر پژوهش‌های صورت گرفته با استفاده از این روش در محیط‌های طبیعی و با استفاده از گروه‌های هیدرولوژیکی خاک صورت گرفته است، این تحقیق در منطقه‌ی شهری و بر اساس ضرایب متفاوت کاربری‌ها در جذب رواناب‌های سطحی صورت گرفته است.

**مواد و روش‌ها معرفی محدوده مورد مطالعه**

این منطقه با مساحت تقریبی ۶۴ کیلومتر مربع وجمعیت تقریبی ۶۵۰ هزار نفر مشتمل بر ۹ ناحیه شهری بوده و به ۱۴محله ممیزی و ۳۱ محله شورایاری تقسیم شده است. (نقشه۱). حدود ده درصد از کل مساحت شهر تهران را با درصد قابل‌توجهی از کاربری مسکونی، راه و بزرگراه به خود اختصاص داده است(شکل۱).

**روش شناسی**

اگرچه مدل‌های هیدرولوژیکی فراوانی برای برآورد رواناب مستقیم ناشی از بارش باران وجود دارد، اما بسیاری از این مدل‌ها مانند مدل‌های فیزیکی به دلیل نیاز به داده‌های فراوان و کالیبراسیون پیچیده با محدودیت‌هایی مواجه شده‌اند (۱۲)و در موارد بسیاری به روابط آماری بین رواناب و بارندگی استوارند(۱۳).



**نقشه۱- موقعیت جغرافیایی، کاربری اراضی و شیب منطقه ۲شهرداری تهران**

**Map 1 - Geographical location, land use and slope of 2 Region of Tehran Municipality**

بنابراین مدل‌های مورداستفاده برای تصمیم‌های مدیریتی باید ساده و بی‌تکلف، داده موردنیاز اندک و با مفروضات بدون ابهام همراه باشد. روش شماره منحنی مربوط به سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS-CN) توسط USDA-سازمان حفاظت خاک توسعه‌یافته است و به‌طورگسترده‌ای برای برآورد رواناب مستقیم برای یک رویداد بارندگی با داده ورودی اندک با دوره‌ی وقوع چند ده‌ساله مورداستفاده قرار می‌گیرد(۶). با توجه به نامناسب بودن ریزش‌های جوی در کشور ازنظر زمانی و مکانی،با استفاده از این مدل می‌توان حوضه را ازلحاظ پتانسیل تولید رواناب پهنه‌بندی کند که این موضوع منجر به شناخت بهتر حوضه و مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب آن خواهد شد. اخیراً استفاده از این روش علاوه بر تعیین رواناب کاربردهای دیگری مانند عملکردهای رسوبی، مدل‌سازی رطوبت خاک و تأثیر بر روی CN(شماره منحنی) داشته است(۱۴).

## یافته‌های تحقیق

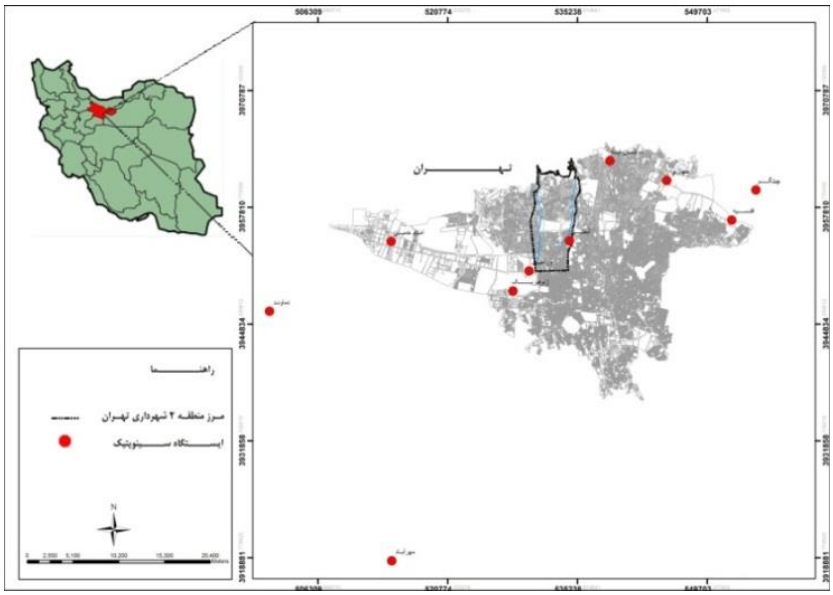
### تعیین دوره‌ی آماری مشترک بین ایستگاه‌های هواشناسی منطقه موردمطالعه

برای انجام این تحقیق و بررسی دقیق میزان تغییرات بارندگی، از آمار و اطلاعات ده ایستگاه هواشناسی( سینوپتیک) در اطراف محدوده موردمطالعه استفاده‌شده است(جدول۱) با تبدیل دوره‌ی زمانی ایستگاه‌ها به یک دوره‌ی آماری مشترک و در مواردی تخمین داده‌های غیرموجود به یک دوره‌ی آماری مشترک ۱۴ ساله( ۹۲-۷۸) رسیدیم.

**جدول۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی محدوده موردمطالعه**

**Table 1 – Specifications of weather stations in study area**

| ایستگاه | X | Y | ایستگاه | X | Y |
|---|---|---|---|---|---|
| ژئوفیزیک | ۵۱/۳۱ | ۳۵/۶۸ | چیتگر | ۵۱/۶۱ | ۳۵/۷۸ |
| مهرآباد | ۵۱/۱۶ | ۳۵/۴۱ | ورامین | ۵۱/۳۳ | ۳۵/۷ |
| اقدسیه | ۵۱/۵۸ | ۳۵/۷۵ | دماوند | ۵۱/۰۱ | ۳۵/۶۶ |
| آبعلی | ۵۱/۳۸ | ۳۵/۷۳ | دوشان تپه | ۵۱/۴۳ | ۳۵/۸۱ |
| امام خمینی | ۵۱/۱۶ | ۳۵/۷۳ | ایستگاه مجازی | ۵۱/۵ | ۳۵/۷۹ |



**نقشه۲- موقعیت جغرافیایی ایستگاه های هواشناسی در اطراف منطقه مورد مطالعه**

**Map 2- the geographical location of weather stations around the region**

قبل از پردازش داده‌ها، آزمون‌های متفاوتی بر روی‌داده‌ها صورت گرفت که به شرح زیر می‌باشد:

**آزمون همگنی داده‌های بارشی**

همگنی به معنای این است که داده‌های مربوط به یک جامعه آماری تصادفی مشخص باشند. (۱۵). روش ران تست روشی ساده و غیرنموداری است که برای تعیین همگنی داده‌ها مفید می‌باشد. در این تحقیق از روش ران تست برای این منظور استفاده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده حاصل از این روش، تصادفی بودن داده‌ها برای تمامی ایستگاه‌ها مورد تأیید قرار گرفت(جدول۲).

**جدول۲- نتایج آزمون همگنی داده‌ها**

**Table 2- Results of homogeneity test data**

| ایستگاه | داده بالاتر از میانگین (a) | داده بالاتر از میانگین (b) | دامنه | حدودمجاز |
|---|---|---|---|---|
| ژئوفیزیک | ۸ | ۶ | ۷ | ۱۲-۳ |
| مهرآباد | ۷ | ۷ | ۷ | ۱۳-۳ |
| اقدسیه | ۷ | ۷ | ۷ | ۱۳-۳ |
| آبعلی | ۷ | ۶ | ۶/۵ | ۱۲-۳ |
| امام خمینی | ۷ | ۸ | ۷/۵ | ۱۳-۴ |
| چیتگر | ۷ | ۷ | ۷ | ۱۳-۳ |
| ورامین | ۶ | ۷ | ۶/۵ | ۱۲-۳ |
| دماوند | ۷ | ۷ | ۷ | ۱۳-۳ |
| دوشان تپه | ۷ | ۷ | ۷ | ۱۳-۳ |

**آزمون کفایت داده‌های آماری**

آزمون کفایت داده‌های موجود بر اساس طول دوره آماری مشترک که ۱۴ سال می‌باشد بر اساس روش معکوس برای حداقل دوره آماری (باتوجه به سطح آماری موردنظر و همگنی داده‌ها) مورد بررسی قرار گرفت(۱۶). برای انجام این کار، ابتدا

مقدار بارندگی به ازای دوره بازگشت ۲ ساله و ۱۰۰ ساله برای هر ایستگاه مورد محاسبه قرار گرفت و سپس با قرارگیری در رابطه‌ی(۱) و کاربرد جدولt-test(در سطح اطمینان ۹۰درصد و درجه آزادی ۶) حداقل دوره آماری محاسبه شد که بین ۸ تا ۱۲ سال در نوسان بود(۱۵). بنابراین حداقل آمار مورد نیاز نباید از ۱۲ سال کمتر باشد که با توجه به طول دوره‌ی مشترک که ۱۵می‌باشد، کفایت داده‌ها مورد تأیید قرار گرفت.

رابطه(۱)

$$Y = [(4.30T)\log + ۱۶R]^2$$

پس از انجام آزمون‌های لازم برای اطمینان از داده‌های موجود، به بازسازی و تکمیل داده‌های ناقص پرداخته شد. برای این کار از روش تفاضل‌ها و نسبت‌ها استفاده گردید. روش نسبت‌ها بیشتر برای داده‌های بارندگی و رواناب به‌کار برده می‌شود(۱۵).

**تحلیل بارش‌های حداکثر ۲۴ ساعته در سال**

برای این منظور پس از بازسازی و تخمین داده‌های ناقص و غیرموجود، براساس اطلاعات بارشی اخذ شده از سازمان هواشناسی کل کشور برای هر یک از ایستگاه‌ها بیشترین مقدار بارندگی‌های ۲۴ ساعته سالانه در طول دوره آماری مشترک استخراج گردید(جدول۳).

**جدول ۳- حداکثر بارش روزانه و سال وقوع در ایستگاه‌های موردمطالعه(۱۷)**

**Table 3 - The Maximum daily precipitation and the occurrence of the studied stations**

| ایستگاه | سال وقوع | حداکثر بارش سالانه |
|---|---|---|
| ژئوفیزیک | ۱۳۸۴ | ۴۱ |
| مهرآباد | ۱۳۹۰ | ۴۹/۲ |
| اقدسیه | ۱۳۸۷ | ۴۶/۳ |
| آبعلی | ۱۳۹۰ | ۶۵/۵ |
| امام خمینی | ۱۳۸۶ | ۲۷/۴ |
| چیتگر | ۱۳۹۰ | ۴۳/۸ |
| ورامین | ۱۳۷۹ | ۱۸/۵۶ |
| دماوند | ۱۳۹۰ | ۳۷/۵ |
| دوشان تپه | ۱۳۸۹ | ۴۰/۹ |

با توجه به بارندگی‌های ثبت‌شده توسط ایستگاه‌های موردنظر، حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته برای حوضه در دوره بازگشت‌های ۱۰۰، ۵۰ ، ۲۵، و ۵ ساله تهیه شد. برای این منظور از توزیع حدنهایی(گامبل تیپ ۱) استفاده‌گردیده است (جدول۴).

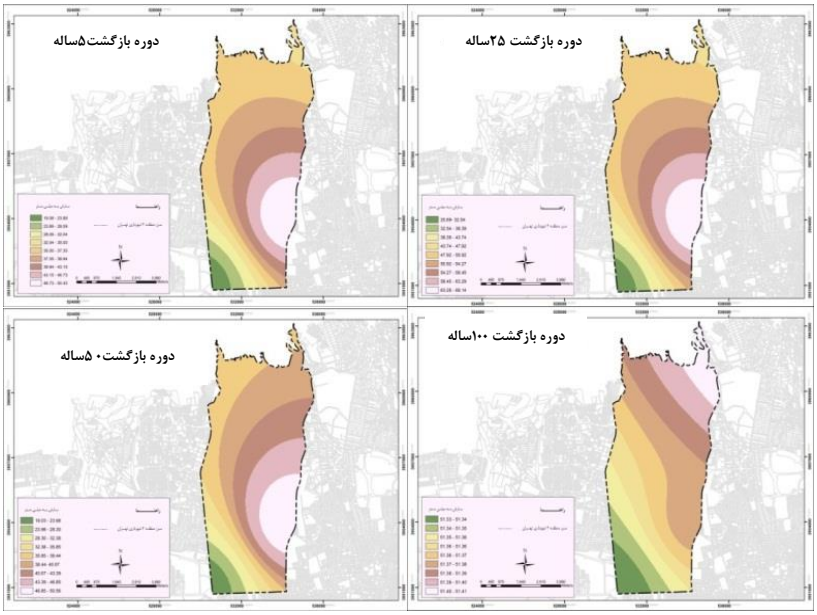
حداکثر بارش ۲۴ساعته یکی از متغیرهای مهم و تأثیرگذار در تولید رواناب در هر حوضه می‌باشد و اختلاف در میزان بارش ۲۴ ساعته حوضه‌ها باعث می‌گردد حوضه‌ها ازنظر پتانسیل سیل‌خیزی و تولید رواناب تفاوت زیادی داشته باشند(۱۱). باتوجه به این نکته که حداقل خطا برای داده‌های بارش باتوان دوم صورت می‌گیرد(۱۸)، درنتیجه بعد از تهیه بارش حداکثر برای دوره بازگشت‌های مختلف، در محیط نرم‌افزار Arc Gis10با استفاده از روش[1] IDW مورد استفاده قرار گرفت و نقشه‌های هم باران با دوره بازگشت‌های۱۰۰، ۵۰، ۲۵و ۵ ساله برای منطقه موردمطالعه تهیه شد نقشه(۳).

1- Interpolate Distance Weigh

**جدول۴- حداکثر بارش ۲۴ساعته با دوره بازگشت‌های مختلف**

**Table 4- maximum 24-hour rainfall with different return periods**

| ایستگاه | دوره بازگشت ۲ساله | دوره بازگشت ۵ ساله | دوره بازگشت ۲۵ساله | دوره بازگشت ۵۰ ساله | دوره بازگشت ۱۰۰ساله |
|---|---|---|---|---|---|
| ژئوفیزیک | ۲۸/۲۵ | ۳۹/۵۲ | ۵۶/۱۰ | ۶۲/۹۶ | ۶۹/۷۸ |
| مهرآباد | ۲۲/۵۲ | ۳۰/۵۳ | ۴۴/۷۷ | ۵۰/۶۶ | ۵۶/۵۰ |
| اقدسیه | ۳۳/۷۱ | ۴۲/۱۰ | ۵۴/۴۵ | ۵۹/۵۵ | ۶۴/۶۲ |
| آبعلی | ۳۸/۴۹ | ۵۰/۵۶ | ۶۸/۳۱ | ۷۵/۶۵ | ۸۲/۹۵ |
| امام خمینی | ۱۴/۱۴ | ۲۱/۳۷ | ۳۲/۰۰ | ۳۶/۴۰ | ۴۰/۷۷ |
| چیتگر | ۲۱/۶۸ | ۳۰/۲۰ | ۴۲/۷۱ | ۴۷/۸۹ | ۵۳/۰۳ |
| ورامین | ۱۲/۵۵ | ۱۷/۴۰ | ۲۳/۲۸ | ۲۵/۷۱ | ۲۸/۱۲ |
| دماوند | ۲۵/۷۶ | ۳۳/۷۴ | ۴۵/۴۸ | ۵۰/۳۴ | ۵۵/۱۶ |
| دوشان تپه | ۲۳/۳۴ | ۳۱/۴۶ | ۴۳/۴۱ | ۴۸/۳۶ | ۵۳/۲۷ |

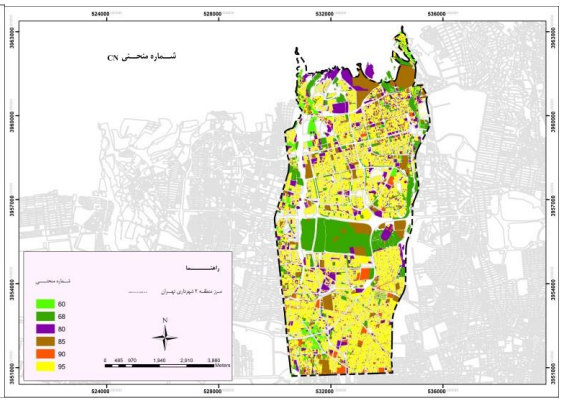



**نقشه۳- پهنه‌بندی بارش‌های حداکثر برای دوره بازگشت‌های ۱۰۰، ۵۰، ۲۵و ۵ سال**

**Map 3- Zoning maximum rainfall for return periods of 100, 50, 25 and 5 years**

**تهیه‌ی لایه‌ی شماره منحنی(CN) و ضریب نگه داشت سطحی منطقه(S)**

باتوجه به این که محدوده مورد مطالعه منطقه شهری می‌باشد و برخلاف مناطق طبیعی فاقد گروه‌های هیدرولوژیکی خاک است، درنتیجه لایه‌یCN بر اساس نوع کاربری، که بیشترین درصد کاربری منطقه مسکونی می‌باشد(نقشه ۱)و با درنظرگرفتن ضرایبی چون ۹۵، ۹۰، ۸۵، ۸۰، ۶۸ و ۶۰ به ترتیب برای کاربری مسکونی، تجاری، خدمات شهری و حمل‌ونقل، صنعتی، پوشش گیاهی و باغات تهیه شده است(۱۹).باتوجه به دخالت مستقیم نوع کاربری در تهیه‌ی این لایه، لایه‌ی CN نقش اساسی در پتانسیل تولید رواناب در منطقه برعهده خواهد داشت.



نقشه ۴- نقشه‌ی CN محدوده موردمطالعه

Map 4 - CN Map of the study area

نقشه ۵- میزان حداکثر نفوذ

Map 5 - The maximum penetration of the study area

بعد از تهیه‌ی لایه CN با توجه به فرمول شماره (۲) نقشه مقدار نفوذ حداکثر بارش(S) در محدوده موردمطالعه تهیه شد. در این رابطه S نشان‌دهنده‌ی میزان حداکثر نفوذ به میلی‌متر و CN شماره منحنی می‌باشد.

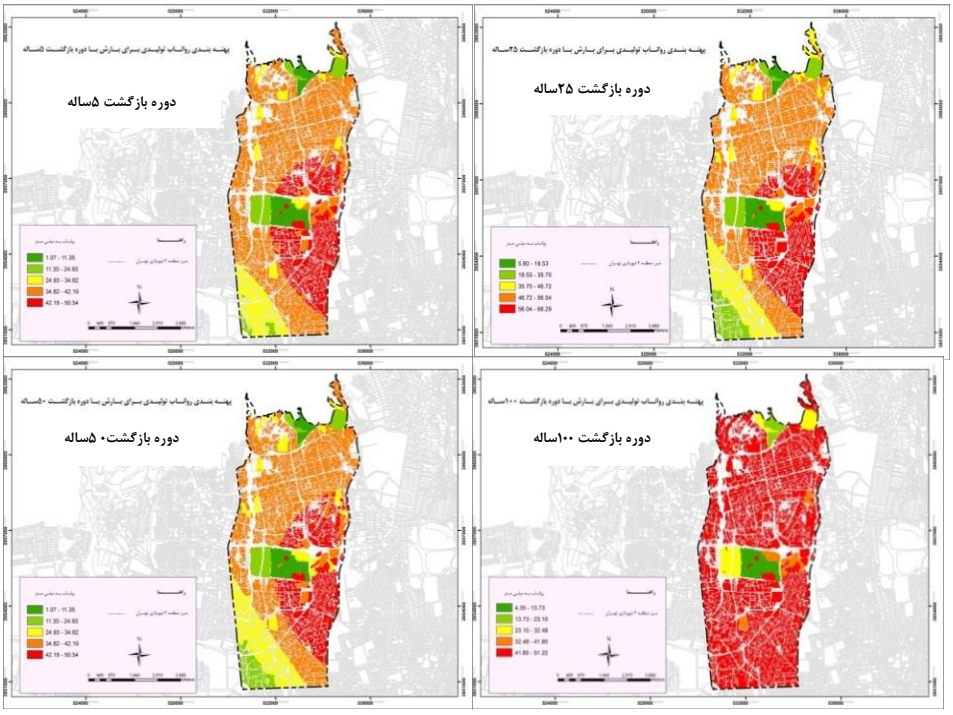
رابطه (۲)

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

به‌منظور محاسبه و پهنه‌بندی مقدار رواناب تولیدی در هریک از بخش‌های منطقه موردمطالعه از رابطه (۳) استفاده شده است.- در این رابطه P مقدار بارش به میلی‌متر، S مقدار نفوذ بارش به میلی‌متر و Q مقدار رواناب را به میلی‌متر نشان می‌دهد(۱۵). جهت انجام پهنه‌بندی لایه‌ی بارش و مقدار نفوذ با اعمال رابطه شماره (۳) در محیط نرم‌افزارArc Map10 بایک دیگر تلفیق و نقشه‌های پهنه‌بندی رواناب تولیدی برای دوره بازگشت‌های مختلف تهیه شد(نقشه۶).

رابطه (۳)

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




نقشه ۶- پهنه‌بندی رواناب با دوره بازگشت‌های مختلف در منطقه موردمطالعه

Map 6 - Zoning runoff with different return periods in the study area

**بحث و نتیجه‌گیری**

. همان‌طور که در نقشه‌های پهنه‌بندی رواناب با استفاده از این روش نشان داده شده است، قسمت‌های شرقی منطقه بیشترین مقدار تولیدی رواناب و پتانسیل ایجاد سیلاب را دارد و کمترین مقدار آن در قسمت‌هایی از مرکز و شمال منطقه می‌باشد.با بررسی هم زمان نقشه پهنه‌بندی رواناب(نقشه شماره ۶)، کاربری اراضی و شیب منطقه(نقشه ۱) به این نتایج می‌رسیم که با وجود این‌که در قسمت‌های مرکز و شمال منطقه ۲شاهد شیب‌های ٪۲۰-٪۵ هستیم و این مناطق جزء مناطق پرشیب‌تر منطقه هستند و باید به‌تبع به‌عنوان نقطه‌ی کانونی سیلاب باشند و احتمال خطر سیلاب در آن‌ها بیشتر باشد، اما با توجه به پهنه‌بندی‌های سیلاب دارای کمترین مقدار سیل‌خیزی هستند که این نکته اهمیت نوع کاربری‌ها را در ایجاد یا رفع یک نقطه‌ی دارای پتانسیل ایجاد سیلاب نشان می‌دهد، زیرا در این قسمت از منطقه با توجه به کاربری‌های زمین و توجه به لکه‌های سبز شاهد بالارفتن میزان نفوذپذیری هستیم که این موضوع، عاملی برای کم اهمیت شدن عامل شیب در ایجاد سیلاب شده است و این قسمت‌ها به عنوان نقاط کم پتانسیل جهت سیلاب و ایجاد مخاطرات شهری شناخته‌شده‌اند.درموردقسمت‌های با پتانسیل بالای تولید رواناب همان‌طور که انتظار می‌رود شاهد تراکم بالای مسکونی و اتوبان‌های شرقی- غربی در قسمت شرق منطقه با حجم متوسط ۵۰-۴۰ میلی‌متر رواناب هستیم. بر این اساس بعد از تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی رواناب، منطقه مورد مطالعه بر اساس تولید رواناب به ۵ طبقه تقسیم شد که نتایج حاکی از افزایش نسبت رواناب تولیدی به حجم بارش در منطقه با افزایش دوره بازگشت می‌باشد. در این ارتباط می توان به نتیجه‌ی تحقیقی اشاره کرد که بیان می کند انطباق مناسب بین خطوط زهکشی طبیعی و شبکه‌ی مسیل‌های فعلی در سطح منطقه وجود نداردو مسیل‌ها برخط القعرهای قدیمی انطباق داشته و فقط با عنوان کاربری مسیل شناخته می‌شود و برخطوط بزرگ‌ترین شیب منطبق نیستند (۲۰) و وظیفه‌ی زه کشی رواناب‌های سطحی را شبکه‌های ارتباط شهری مانند شبکه‌ی عظیم بزرگراهی( خصوصا بزرگراه های شمالی – جنوبی)، خیابان، کوچه‌ها و.. در سطح منطقه مورد مطالعه انجام می‌دهند.

درنتیجه تبدیل تهدیدهای شبکه‌ی بزرگراهی به فرصت‌های منطقه به دور از هرگونه سهل انگاری و برخورد سطحی که منجر به افزایش مخاطرات طبیعی در کانون‌های شهری می گردد، الزامی می باشد. تحقق این امر با یکپارچه‌سازی داده‌های شهری و ارایه رویکردهای نوین و مکان‌داربا عنوان سیستم های زه کشی پایدار میسر می شود که خود نیز راهبردی برای مدیریت رواناب‌های سطحی با استفاده ازطراحی سیستم‌های جمع آوری آب‌های سطحی با حفظ فرآیندهای اکولوژیکی در سطح منطقه می‌باشدهم چنین پیدا کردن نقاط در معرض تهدید سیلاب شهری، برای در اولویت قرار دادن این مناطق جهت مدیریت مناسب شهری یکی دیگر از نتایج مهم این تحقیق می‌باشد.نتایج این تحقیق مقدمه‌ای برای شروع بحث مکان‌یابی سیستم هایی درجهت زه‌کشی پایدار و برقراری ارتباط شبکه‌ای مناسب بین آن‌ها جهت بازگردانی مجدد رواناب‌های سطحی به چرخه‌ی هیدرولوژی شهری و توجه به بارآلایندگی رواناب های سطحی فراهم نموده است.

**منابع**


۱- عادلی ساردو. فاطمه، ۱۳۹۳، مدیریت بهینه رواناب‌های شهری با استفاده از سیستم‌های نگه دارنده زیستی( مطالعه موردی: منطقه ۲شهرداری تهران)، کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ص ۸.

۲- سلاجقه. علی و همکاران، ۱۳۸۹، برآورد رواناب در حوزه‌های آبخیز شهری با استفاده از مدل‌های تحلیلی(مطالعه موردی: بخشی از منطقه ۲۲شهر تهران). مجله ی آب و فاضلاب، شماره ۸۱.

3- Melesse, A. M., Graham, W. D. and Jordan, J. D. (2003). Spatially distributed watershed mapping and modeling: GIS- based storm runoff response and hydrograph analysis. Part2, Journal of spatial Hydrology, 3(2): 1-284.

4- Chibber, P..(2004). overland flow time of concentration on flat terrains. Msc Thesis civil Engineering, Texas A&M University.

5- Xiao, B., Wang, Q. H., Fan, J., Han, F. P., & Dai, Q. H. (2011). Application of the SCS-CN model to runoff estimation in a small watershed with high spatial heterogeneity ." Pedosphere, 21(6), 738-749.

6- Caviedes-Voullieme, D., García-Navarro, P., & Murillo, J. (2012). Influence of mesh structure on 2D full shallow water equations and SCS Curve Number simulation of rainfall/runoff events. Journal of Hydrology, 448, 39-59.

۷- مریانجی. زهره و معروفی. صفر، ۱۳۸۴، بررسی رواناب ناشی از بارش حداکثر ۲۴ساعته در حوضه آبریز قره چای با استفاده از روشSCS و کاربرد GIS. مجله فنآوری زیستی در کشاورزی، سال پنجم، شماره ۳، ص ۷۱.

۸- محمدی. ح و پناهی. ع، ۱۳۸۵، برآورد میزان رواناب با استفاده از روش SCS و GIS در حوضه آبخیز قلعه چای( استان آذربایجان شرقی)، نشریه علمی پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران، دوره جدید سال چهارم، شماره ۱۰ و ۱۱.

۹- نشاط. علی و صدقی. حسین،۱۳۸۵، برآورد میزان رواناب با استفاده از روش سازمان HEC-HMS و مدل SCS حفاظت خاک در حوضه آبخیز باغملک- استان خوزستان.مجله‌ی علمی پژوهشی، علوم کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۴.

۱۰- امیراحمدی. ابوالقاسم، بهنیافر. ابوالفضل و ابراهیمی. مجید، ۱۳۹۰، ریزپهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهرسبزوار در راستای توسعه پایدار. فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، دانشگاه آزاد سالامی واحد ملایر.

۱۱- صفاری. امیر، قنواتی. عزت الله، بهشتی جاوید. ابراهیم و حسینی. هاشم، ۱۳۹۲، برآورد و پهنه‌بندی رواناب ناشی از بارش‌های ۲۴ ساعته با استفاده از روش SCS-CN (حوضه سد یا مچی). فصلنامه بین‌المللی انجمن جغرافیایی ایران، سال یازدهم، شماره ۳۸.

12- Jain, M. K., &Kothyari, U. C. (2000). Estimation of soil erosion and sediment yield using GIS. Hydrological Sciences Journal, 45(5), 771-786.

۱۳- خیام. مقصود و مولوی. احد، ۱۳۸۳، تحلیل کمی رواناب‌های حوضه‌ی آبریز سعید آباد چای. مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره ۳، زاهدان، پژوهشکده‌ی علوم زمین و جغرافیا، ۷۸-۷۶.

14- Sjöman, J. D., & Gill, S. E. (2014). Residential runoff–The role of spatial density and surface cover, with a case study in the Höjeå river catchment, southern Sweden. Urban Forestry & Urban Greening, 13(2), 304-314.

۱۵- علیزاده. امین، ۱۳۸۶، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی.

۱۶- مهدوی. محمد، ۱۳۸۰، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۷- آمارو اطلاعات سازمان هواشناسی کل استان تهران، ۱۳۹۳.

۱۸- قهرودی تالی. منیژه، ۱۳۸۴، سیستم های اطلاعات جغرافیایی در محیط سه بعدی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم.

19- Gage, D. Alvardo, B. Mchugh, P. Yeager, Ken. Kniss, L. (2007). Drainage Manual.Santa Clara County.

۲۰- قهرودی تالی. منیژه، ۱۳۸۸، کاربرد مدل یکپارچه سیلاب شهری در کلان‌شهرها(مطالعه موردی: شمال شرق تهران)، جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای. پیش‌شماره پاییزو زمستان، ص ۱۷۸- ۱۶۷.