

کنترل سیل و تامین آب مورد نیاز جهت آبیاری فضای سبز با استفاده از طرح

مدیریت استحصال رواناب‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران)

نازیلا رزمجوئی^۱

محمد مهدوی^۲

حمیده افخمی^{۳*}

hamide.afkhmi@gmail.com

محسن محسنی ساروی^۲

بهارک معتمد وزیری^۴

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۹/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: توسعه شهرنشینی و افزایش سطوح نفوذناپذیر در بسیاری از موارد، منجر به افزایش حجم رواناب و ایجاد سیل در نواحی پایین دست شده است. یکی از روش‌های مفید در کاهش خطرات سیل در مناطق شهری، استحصال رواناب‌های شهری و استفاده از آن در مصارف غیر شرب می‌باشد. با توجه به توسعه شهرسازی در منطقه ۲۲ تهران و افزایش خطر سیل، و همچنین ضرورت توسعه فضای سبز در این منطقه سعی گردیده، تا استحصال رواناب شهری به منظور تامین بخشی از آب مورد نیاز فضای سبز این منطقه صورت گیرد. این مطالعه با هدف برآورد نیاز آبی فضای سبز منطقه ۲۲ در طول یکسال و برآورد حجم رواناب سالیانه منطقه و سپس استفاده بهینه از رواناب قابل استحصال جهت آبیاری فضای سبز می‌باشد.

روش بررسی: به همین منظور ضمن شناسایی فضای سبز منطقه پرسشنامه‌هایی تهیه و با کمک متخصصین، نیاز آبی گونه‌های موجود در منطقه طی یکسال تخمین زده شد و سپس حجم رواناب یکساله حاصل از بارش‌ها محاسبه گردید.

یافته‌ها: با توجه به محاسبات انجام شده نیاز آبی فضای سبز منطقه حدود ۱۴/۹۶۹/۵۳۴ متر مکعب می‌باشد در حالیکه متوسط سالانه حجم رواناب حاصل از بارش‌ها حدود ۳۳/۲۸۵/۴۴۱ متر مکعب تخمین زده شد. با توجه به نتایج بدست آمده چنانچه بتوان با مدیریت

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳- دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۴- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

اصولی یک چهارم از این رواناب که حدود ۸/۳۲۱/۳۶۰ متر مکعب است را کنترل و به مصرف آبیاری فضای سبز منطقه رسانید، می توان حدود ۵۵/۵ درصد از آب مورد نیاز این بخش، که در حال حاضر با صرف هزینه و از طریق تانکر تامین می گردد را جبران نمود.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به یافته های تحقیق و شرایط موجود، روش هایی از جمله سد خاکی، پشته های هلالی و لوزی شکل در جاهایی مثل پارک های جنگلی چیتگر، وردآورد، لتمام و خرگوش دره می تواند به عنوان الگوی مناسب استحصال آب در منطقه پیشنهاد گردد.

واژه های کلیدی: کنترل سیل، فضای سبز، مدیریت برداشت رواناب شهری، نیاز آبی، منطقه ۲۲.

Flood Control and Water Supply for Irrigation of Green Spaces Using Urban Runoff Harvesting Management Design

(Case Study: Region 22 of Tehran)

Nazila Razmjooi¹

Mohammad Magdavi²

Hamide Afkhami^{3*}

hamide.afkhami@gmail.com

Mohsen Mohseni Saravi²

Baharak Moetamed Vaziri⁴

Admission Date: December 3, 2014

Data Received: September 9, 2013

Abstract

Background and Objective: Urbanization and increase in imperious surfaces, in many cases, have led to increase of runoff volumes and flooding in downstream areas. One of the useful methods for reduction of flood risk in urban areas is urban runoff harvesting to be used for non-potable purposes. In this study, according to urban development in region 22 of Tehran and increased risk of flooding, as well as the need for green spaces development, it was attempted to implement urban runoff harvesting to supply a part of water required the green spaces in this area.

Method: For this purpose, green spaces of region 22 were identified and then water requirements of different species in one year was estimated using a questionnaire filled by specialists. The annual runoff volume was also calculated.

Findings: Result of the calculations showed that water requirement of green spaces is 14,969,534 cubic meters while the average annual runoff volume was estimated as 33,285,441 cubic meters. According to the results, if only a quarter of the runoff (8,321,360 cubic meters) is controlled by special management, it would be possible to provide 5,55% of the water required for irrigation of green spaces, which is currently supplied by tankers and is costly.

Discussion and Conclusion: Finally, some methods such as earth dams, Crescent- shaped stacks and diamond-shaped stacks were suggested as a good models for water harvesting in places such as Cheetgar Forest Park, Vardavard, Letman and Khargooshdare.

Keywords: Flood Control, Green Space, Urban Runoff Harvesting Management, Water Requirement, Region 22.

1- MSc Graduate, Islamic Azad University, Sciences and Researches Branch, Tehran, Iran.

2- Professor, Natural Resources Faculty, Tehran University, Karaj.Iran.

3- PhD, Faculty of Natural Resources, Yazd University, yazd, Iran. * (Corresponding Author)

4- Assistant Professor, Islamic Azad University, Sciences and Researches Branch, Tehran, Iran.

مقدمه

با افزایش رشد جمعیت و شکل گیری سطوح نفوذناپذیر شهری از قبیل آسفالت، پارکینگ، ساختمان ها و غیره سرعت رواناب جاری شده در این مناطق افزایش یافته و در مواردی منجر به افزایش دبی اوج سیل می شود. به طوری که آب های ناشی از رواناب شهری می تواند در مسیر خود ایجاد سیل نموده و گاهی مشکلات جدی را به بار آورد (۲،۱). این مسئله در موارد زیادی منجر به کاهش کیفیت آب و تغییر شکل اساسی در سیکل هیدرولوژی منطقه گشته است به طوری که یکی از بزرگ ترین مشکلات که در بسیاری از منابع نیز به آن اشاره شده مخلوط شدن رواناب با آلودگی های سطح خیابان ها می باشد (۳).

استفاده غیراصولی از منابع آب و هدر دادن این منابع به دلایل شناخت ناکافی از حوضه های آبخیز، مسئله ای است که ذهن هر کاوشگر هیدرولوژیست را به خود جلب می کند که چرا منابع آب در اکثر مناطق بدون استفاده و یا با استفاده های غیر اصولی به هدر می رود (۴). از جهتی دیگر، هرچقدر که ساخت و ساز بیشتر شود با افزایش سطوح نفوذ ناپذیر، ذخیره آب شده کم شده و حجم رواناب و دبی پیک در سطح شهر افزایش می یابد (۵،۶). با توجه به آن چه بیان شد افزایش فضای سبز شهری تاثیر مثبتی بر نفوذ آب و ذخیره بیش تر خاک دارد (۷،۸). لذا با توجه به میزان هدررفت رواناب و مشکل کم آبی و از طرف دیگر نیاز فضای سبز به آب می توان با اعمال مدیریت صحیح و عملیات اجرایی مناسب در زمینه استحصال رواناب، از وقوع سیل جلوگیری به عمل آورد و با به کارگیری آن در فضای سبز و توسعه آن، میزان هزینه آب در آبیاری را کاهش داد. منطقه ۲۲ شهرداری تهران یکی از مناطق شهری واقع در غرب تهران است که هسته های اولیه شکل گیری آن را باید در طرح جامع مصوب ۱۳۴۷ جستجو کرد. زمانی که توسعه شهر تهران در این طرح به شکل خطی پیش بینی گردید. بعد از طرح جامع تهران (مصوب ۱۳۷۳) این منطقه به عنوان یکی از بزرگ ترین مناطق شهری تهران شکل گرفت. با توجه به رشد سریع توسعه شهری در این منطقه و آمار وقوع سیلاب در چند دهه اخیر، جلوگیری از افزایش حجم سیلاب و استفاده اصولی از رواناب کنترل شده،

می تواند به عنوان نقطه مثبتی در مدیریت شهری این منطقه قلمداد گردد. جهت کاهش رواناب های سطحی طراحی سیستم های زهکشی در منطقه ضروری است. یکی از شیوه های کارآمد و مثبت در این راستا، استحصال رواناب و انتقال آن به فضای سبز شهری جهت آبیاری و ذخیره آب در خاک می باشد. با توجه به وجود شهرک های جدید در منطقه مورد مطالعه نیاز به فضای سبز به شدت احساس می شود و از طرف دیگر با استحصال و انتقال اصولی رواناب حاصل از بارش می توان ضمن کنترل سیل بخشی از آب مورد نیاز بخش آبیاری در این قسمت را نیز تامین نمود. در مورد مدیریت استحصال آب باران و کنترل رواناب و همچنین شیوه های مختلف بهره برداری از رواناب مطالعاتی در داخل و خارج کشور انجام گرفته است. موسوی نژاد (۱۳۸۴) در برنامه ریزی و مدیریت صحیح استحصال باران در سطح شهر سمنان به این نتیجه دست یافت که با انجام عملیات اجرایی و مدیریتی در سطح شهر می توان هزینه های آبیاری فضاهای سبز داخل شهر را به یک سوم مقدار حاضر رسانید و همچنین معضلات آبیاری معابر را از بین برد و ضمن آن در دورانی که راهبرد آب اساسی ترین دغدغه مردم، کارشناسان و مسئولان است، بیش ترین بهره برداری از آب باران را به عمل آورد (۹). کوزه گر کالجی (۱۳۸۵) در بررسی اثرات توسعه شهری بر منابع زیست محیطی شهرستان شهریار به این نتیجه دست یافت که تغییر کاربری اراضی بدون توجه به قابلیت ها و تناسب اراضی، اثرات مخرب بر اکولوژی شهری و پیرامون آن خواهد داشت و فشار بیش از حد و توان جمعیت ناشی از افزایش مهاجرت و به تبع آن ایجاد صنایع و کارخانجات متعدد، محیط زیست شهر شهریار را به مخاطره می اندازد (۱۰). گلبابایی و دیگران (۱۳۸۶) در بررسی جایگاه آبخیزداری شهری در مدیریت جامع حوزه آبخیز به صورت موردی به حوضه آبخیز کلان شهر تهران با توجه به مدیریت رواناب ها و پدیده جزایر گرمایی پرداختند و در مطالعه به عمل آمده در دو دوره پنج ساله با فاصله چهل سال یعنی از سال ۱۹۵۵ میلادی تا ۱۹۹۵ میلادی، دریافتند که، میانگین درجه حرارت شهر تهران بر اثر ساخت و

قبیل استفاده از رواناب جهت آبیاری فضای سبز به کار برد (۱۶).
Chen et al (۱۹۹۷) در تحقیقی راجع به استحصال رواناب اشاره کردند که رودخانه‌های قدیمی (کانال‌های آبیاری یا کانال‌های زه‌کشی توسعه یافته) را می‌توان برای ذخیره باران یا حفظ رواناب سطحی استفاده نمود (۱۷). دستاورد های انجام شده توسط محققین مختلف نیز تاثیر مثبت توسعه فضای سبز در کاهش رواناب منطقه بیجینگ چین را به اثبات رسانید (۱۸)، Jie et al (۲۰۰۸) به‌دنبال شبیه سازی فیزیکی نفوذ باران شهری به این نتیجه رسید که با تغییر لایه زیرسطحی می‌توان میزان آب باران بیشتری را حفظ نموده و رواناب را کاهش داد و نقطه اوج طغیان در مناطق شهری را به تاخیر انداخت و آن را نگهداری کرد و با ایجاد فضای سبز و استفاده از گیاهان میزان نفوذ را افزایش و رواناب را کاهش داد (۲۲). Jones and Hunt (۲۰۱۰) نیز تاثیر استحصال رواناب و کاربرد آن در مصارف غیر شرب نظیر آبیاری فضای سبز را مثبت قلمداد نمودند (۲۳). همچنین Jenkins et al (۲۰۱۲) نیز استحصال باران را روشی موثر در صرفه جویی مصارف آب در مناطق شهری دانستند (۲۴).

این مطالعه با هدف شناسایی فضای سبز منطقه ۲۲ صورت گرفته است. به این منظور نیاز آبی این بخش در طول یک‌سال محاسبه گردیده و در نهایت نیاز آبی فضای سبز منطقه با میزان حجم رواناب جاری شده در این منطقه در طول سال مقایسه گردیده است و در نهایت با توجه به میزان رواناب قابل استفاده به‌ارایه راهکار اصولی جهت استحصال رواناب و استفاده بهینه از آن پرداخته شده است.

روش بررسی

موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه ۲۲ شهرداری تهران در غربی‌ترین محدوده شهر تهران واقع در عرض ۳۵،۲۴،۴۰ و ۳۶،۰۰،۰۶ شمالی و طول ۵۰،۵۹،۵۶ و ۵۱،۳۳،۳۰ شرقی واقع شده است. این منطقه از شرق به مسیل کن و از جنوب به آزادراه تهران- کرج، از غرب به کرج و از شمال به ارتفاعات کوهپایه‌های البرز (حوزه کن و وردیج) محدود می‌گردد. این منطقه بعد از طرح جامع تهران

سازهای بی‌رویه، کاهش فضای سبز و افزایش وسایل نقلیه، تا دو درجه افزایش یافته است و در مورد رواناب حوضه شهر تهران به علت عایق بودن قسمت عمده شهر، رواناب‌های حاصل قبل از این که فرصت نفوذ داشته باشند بدون استفاده سریع از دسترس خارج شده و گاهی در مسیر خود خسارت‌هایی به معابر و منازل مسکونی وارد می‌کنند (۱۱). طباطبایی یزدی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی مراحل مختلف طراحی، اجرا و بهره‌برداری، مربوط به یک طرح استحصال آب باران در شهر مشهد و به-کارگرفتن آن در فضای سبز که شامل جمع‌آوری، انتقال، ذخیره‌سازی، آبیاری و درخت‌کاری بود، به این نتیجه دست یافتند که استحصال آب باران یک روش اقتصادی است (۱۲). قدوسی (۱۳۸۸) در مورد کارایی استحصال آب باران به این نتیجه رسید که استحصال آب باعث ذخیره‌سازی، پیش‌گیری از رخداد سیلاب‌های شهری، پیش‌گیری از آلودگی منابع آب و خاک در پهنه‌های شهری، ایجاد فضای سبز درون و پیرامون شهر و اصلاح الگوی مصرف آب از طریق تامین آب برای مصارف غیر قابل شرب به‌خصوص آبیاری انواع فضاهای سبز می‌گردد (۱۳). صحرایی‌نژاد (۱۳۸۸) در بررسی، پیرامون ساخت‌وساز ساز علیه سبزی‌نگی شهر پایدار به این نکته اشاره کرد که ایجاد بام‌های سبز در ساختمان‌های شهری سبب مدیریت آب‌های سطحی، کاهش سیلاب و رواناب‌های سطحی، ذخیره انرژی و کاهش اثرات گرمایش و تغییرات آب و هوای شهری می‌شود (۱۴). عرفانیان سلیم (۱۳۸۸) در تحقیق پیرامون فضای سبز عمومی، به این نتیجه دست یافت که بام‌های سبز کمک فراوانی به جلوگیری از جاری شدن آب‌های ناشی از بارندگی در سطح خیابان‌ها و جذب باران‌های سیل‌آسا می‌کنند و خاک به‌کار رفته در بستر کاشت این گیاهان در بام‌ها هم‌چون یک لایه اسفنج عمل می‌کند که با جذب آبی که به‌طور معمول از ناودان‌ها سرازیر می‌شود از جاری شدن سیلاب جلوگیری می‌کند (۱۵).

Appan et al (۱۹۹۷) در بررسی‌هایی راجع به جمع‌آوری و استفاده از آب باران در ساختمان‌ها به این نتیجه رسیدند که طرح مخزن روی پشت‌بام به‌منظور جمع‌آوری آب باران یک روش کم‌هزینه است، و آن را می‌توان در مصارف غیرشرب از

میلی متر بوده که ۴۳٪ درصد از میزان بارندگی در فصل زمستان و ۳۶٪ آن مربوط به فصل بهار می باشد. همچنین دامنه تغییرات دما در منطقه از ۱۵ درجه زیر صفر در فصل سرد تا ۳۹ درجه بالای صفر در فصل گرم متغیر است. موقعیت جغرافیایی منطقه ۲۲ تهران در مجاورت با مناطق همجوار آن در شکل ۱ نمایش داده شده است. مساحت منطقه ۲۲ حدود ۹۱/۲۵ کیلومتر مربع می باشد و مساحت سه حوضه در مجموع ۳۵۷/۶ کیلومتر مربع برآورد گردید.

(۱۳۷۳) به عنوان یکی از بزرگ ترین مناطق شهری تهران شکل گرفت و حدود ۴/۸٪ از سطح کل مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را شامل می شود. شهرداری منطقه ۲۲ با مناطق ۵ و ۲۱ و شهرستان کرج هم جوار می باشد (۲۵). همانطور که گفته شد منطقه بالا از طرف شمال تحت تاثیر دو حوضه هم جوار خود (کن و وردیج) می باشد، به طوری که رواناب ناشی از دو حوضه نام برده نیز به این منطقه وارد می شود. متوسط بارندگی در سه حوضه کن، وردیج و ۲۲ شهرداری به ترتیب ۳۴۵، ۴۵۰ و ۳۰۰



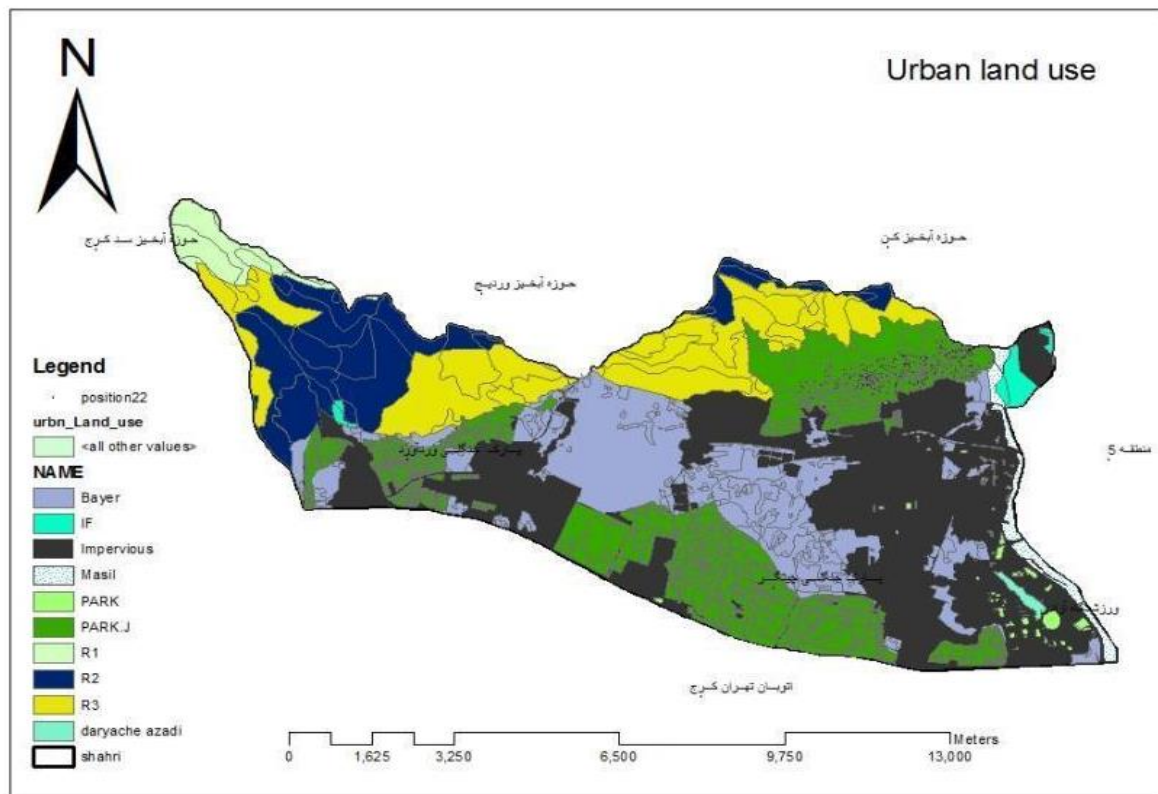
شکل ۱- موقعیت منطقه ۲۲ تهران در مجاورت مناطق همجوار

Figure 1- Position of Tehran 22 area, adjacent to neighboring areas

فضای سبز منطقه ۲۲

شده است، مساحت مربوط به فضای سبز منطقه حدود ۱۹۴۳ هکتار برآورد گردیده که ۵۹ هکتار آن پارک و ۱۸۸۴ هکتار مربوط به پارک جنگلی می باشد. شکل ۲ نقشه مربوط به کاربری اراضی منطقه ۲۲ را نمایش می دهد.

با توجه به آمار اداره فضای سبز منطقه ۲۲، این منطقه شامل ۵۰ بوستان و ۴ پارک جنگلی و ۱ باغ ملی گیاه شناسی و فضای سبز مربوط به ورزشگاه آزادی می باشد. با توجه به نقشه کاربری اراضی که از شهرداری منطقه ۲۲ تهیه و در محیط GIS رومی



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی منطقه ۲۲

Figure 2- Land use map area 22

پوشش گیاهی فضای سبز منطقه

کاج تهران، کاج، زبان گنجشک، سرو، سدرس، اکالیپتوس، عرعر، سرو بادبزی، سپیدار، کاج مطبق، ارغوان، بید مجنون، تبریزی، دوتسیا، کاج موگو، انار زینتی، کاج نول، بلوط بوده و در بخش جنگل کاری منطقه درختانی چون سرو، کاج، کاج تهران، توت، اقاچیا، اقاچیا نرک، سوکا، چنار، یوکا، بید، بلوط، نارون، زیتون، بربریس به چشم می خورد.

نیاز آبی فضای سبز منطقه ۲۲

با توجه به این که گونه های مختلف گیاهی نیازهای آبی متفاوت دارند و این نیاز آبی تحت تاثیر اقلیم و فصول سال متغیر است، در این پژوهش سعی شده نیاز آبی گونه های منطقه، بر اساس پرسشنامه و به کمک متخصصان ناظر بر نواحی فضای سبز برآورد گردد که البته گاهی برآورد پارامترهایی همچون سرعت، سطح مقطع به صورت عملیات صحرایی انجام و در نهایت حجم متوسط سالانه آب مصرفی در فضای سبز برآورد گردیده است.

پوشش گیاهی فضای سبز منطقه با توجه به آمار و اطلاعات معاونت فضای سبز، شامل درختان و درختچه ها، بوته ها و گیاهان پوششی، گل ها و گیاهان زینتی می باشد. انواع گونه های گیاهی در پارک و پارک های جنگلی منطقه شامل ۴ دسته می باشد: در بخش پوششی، گیاهان به کار رفته فضای سبز منطقه شامل چمن، لاوان، مورد، رزماری، ابری نقره ای، لاوان مارگریت، پیچ امین الدوله، کرپسیس، پاپیتال می باشد. درختچه های مورد استفاده نیز شامل رز، پیروکانتا، توری، توپا، سرو خزننده (ژونی پروس)، یوکا، یاس هلندی، برگ بو، یاس زرد، سرو بادبزی، یاس، شمشاد طلائی، زرشک، ابریشم مصری، ابریشم ایرانی، لگوستروم، بربریس، اسپیره، خرزهره، پیروکانتا، لاوسون، به ژاپنی، زنبق رشتی، طاووسی، اسپیره، بداغ، ختمی، بیدمشک می باشد. درختانی که در فضای سبز شهری کشت گردیده شامل اقاچیا پیوندی، پد، افرا، سرو، سرو بادبزی، اقاچیا نرک،

در روش SCS ارتفاع رواناب ناشی از باران از رابطه ۲ به دست می‌آید:

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

Q: ارتفاع رواناب برحسب سانتی متر

P: ارتفاع بارندگی ۲۴ ساعته برحسب سانتی متر

S: حداکثر توان نگهداری مربوط به انترسپشن و نفوذ در خاک و ذخیره سطحی برحسب سانتی متر

مقدار S بر حسب سانتی متر را از میانگین وزنی CN طبق رابطه ۳ به دست می‌آوریم:

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4 \quad (3)$$

جهت محاسبه مقدار CN نیز، پس از تهیه و تولید نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک، مقادیر CN از جدول مربوط (حالت II رطوبت پیشین) استخراج و در جدول حاصل از تلفیق این دو نقشه وارد شد و سپس مقدار CN وزنی به دست آمد. شایان ذکر است در این پژوهش برای حوزه کن و وردیج ضریب ۰/۲ و برای منطقه ۲۲ ضریب ۰/۱ برای S در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از آب مورد نیاز فضای سبز در طول یک سال

همان‌طور که گفته شد در پژوهش حاضر جهت محاسبه نیاز آبی گیاهان به کار رفته در فضای سبز ناحیه مورد مطالعه پرسشنامه‌هایی تهیه و به کمک متخصصان ناظر بر نواحی فضای سبز تکمیل گردید. اطلاعات مربوط به این پرسشنامه در جدول ۱ آورده شده است.

در این پرسش‌نامه، فضای سبز منطقه به دو دسته جنگلی و فضای سبز شهری تقسیم شده است. چرا که هم تعداد روزهای فصل سرد و گرم و هم نوع پوشش گیاهی، دو نوع دسته‌بندی متفاوت دارد. فصل گرم و سرد در فضاهای سبز شهری به ترتیب ۲۳۱ و ۱۳۴ روز و در پوشش جنگلی فصل گرم و سرد به ترتیب ۱۵۴ و ۲۱۱ روز می‌باشد که در هر دو نوع پوشش طبق پرسشنامه، آبیاری عموماً در فصل سرد صورت نمی‌گیرد مگر این‌که کارشناسان فضای سبز تشخیص دهند.

محاسبات صورت گرفته جهت برآورد متوسط حجم مورد نیاز جهت آبیاری در طول سال، از طریق دبی منابع آب مورد استفاده و مدت زمان آب‌گیری و گاه با محاسبه سرعت پمپ‌آب و سطح مقطع جریان آب، حجم تانکر و تعداد سرویس‌های آب‌گیری در طول سال، صورت گرفته و میزان حجم آبی مورد نیاز فضای سبز طبق رابطه (۱) محاسبه گردیده است. شایان ذکر است حجم آبی که از طریق تانکرها به مصرف گیاهان می‌رسد از روی حجم خود تانکر و تعداد سرویس‌های استفاده شده در طول سال، محاسبه شده است.

$$(1) \text{ روزهای آبیاری} \times \text{مدت زمان آب‌گیری در یک شبانه روز} (hr) \times \text{دبی} (Li/s) = \sum \text{متوسط حجم آب مصرف در یک سال} (Li)$$

در برآورد ارتفاع رواناب به منظور تعیین حجم رواناب سالانه در حوضه‌های مورد نظر، با توجه به نزدیک‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی به حوضه‌ها، با در نظر گرفتن آمار بارش روزانه در مدت ۲۰ سال، مقدار رواناب به روش SCS محاسبه و مجموع آن در طول سال برآورد گردید و سپس میانگین مجموع ارتفاع رواناب سالانه در مدت ۲۰ سال، محاسبه شد.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به منابع تامین کننده آب فضای سبز منطقه ۲۲

Table 1- Information on water supply sources of green Area 22

تعداد تانکر و حجم آن (Li)	زمان آبیاری در یک شبانه روز (hr)	دبی چاه (Li/S)	تعداد چاه	ناحیه
۲=(۶۰۰۰+۱۲۰۰۰)	۸	۴	مخزن ساحل	ناحیه ۱
	۱۲	۲	چاه فیا	
	۲۴	۶	چاه لاله	
	۲۴	۳	چاه چشمه	
	۲۴	۴	قنات فرمانفر	
۱=۱۲۰۰۰	۱۲	۱۰	چاه علوم فنون	ناحیه ۲
	۱۲	۱۰	چاه جنگل مرغداری	
	۲۴	۳۰	چاه پرستو	
	۱۲	۱۵	چاه نیروانظامی	
	۱۲	۵	چاه مترو	
۵=۱۲۰۰۰	۱۲	۳۵	چاه شماره ۱	ناحیه ۳
	۱۲	۲۳	چاه شماره ۲	
	۱۲	۱۱/۵	چاه باغ شهرداری	
۳=۶۰۰۰	۲۴	۲۳	چاه روزدارو	ناحیه ۴
	۲۴	۲۳	چاه اجراعیات	
	۱۲	۲۰	چاه شماره ۱	
	۱۲	۲۷	چاه شماره ۲	چیتگر
	۲۴	۴۰	چاه شماره ۳	
	۱۲	۱۷	چاه شماره ۴	
	۱۲	۴۵	چاه شماره ۵	
	۱۲	۲۵	چاه شماره ۶	
	۱۲	۲۵	چاه شماره ۷	
	۱۲	۳۵	چاه شماره ۸	
	۱۲	۱۰۰	آب از سد کرج	
	۱۲	۰/۱۳۵	آبیاری با لوله ۳ اینچی	
	۱۲	۴۰	چاه شماره ۱	
۱۲	۳۰	چاه شماره ۲		
۵=۱۲۰۰۰	۱۲	۰/۰۹	چاه شماره ۳	لتمان
	۱۸	۳۵	چاه شماره ۱	باغ ملی گیاه شناسی
۱۸	۳۵	چاه شماره ۲		
۱۸	۳۵	چاه شماره ۳		
۱۸	۳۵	چاه شماره ۴		
۱۸	۳۵	چاه شماره ۵		
۱۸	۳۵	چاه شماره ۶		
۲=۶۰۰۰	۸	۴۵	چاه شماره ۱	ورزشگاه آزادی
	۸	۴۵	چاه شماره ۲	
	۸	۴۵	چاه شماره ۳	
	۸	۴۵	چاه شماره ۴	

شایان ذکر است آب مورد نیاز برای سه بخش خرگوش دره، از طریق پرسش نامه و عملیات صحرائی تهیه شده محاسبه چیتگر و باغ ملی گیاهشناسی از طریق تانکر تامین نمی گردد. گردید که نتایج مربوط به این محاسبات در جدول ۲ آورده شده در ادامه متوسط سالانه آب مورد نیاز فضای سبز که اطلاعات آن است.

جدول ۲- متوسط حجم آب سالانه مورد نیاز فضای سبز منطقه ۲۲

Table 2- The average annual volume of water required for the area of green area 22

متوسط سالانه حجم آب آبیاری (M ³)	نواحی منطقه ۲۲
۳۳۳/۷۴۸	ناحیه ۱
۱/۰۱۴/۵۵۲	ناحیه ۲
۷۴۸/۹۹۴	ناحیه ۳
۹۶۷/۹۸۲	ناحیه ۴
۴/۳۶۱/۶۰۱	چیتگر
۶۳۸/۹۹۵	خرگوش دره
۶۵۴/۱۹۲	لتمال
۲/۰۳۰/۹۹۴	باغ ملی گیاه شناسی
۱/۲۱۴/۷۳۴	ورزشگاه آزادی
۱۴/۹۶۹/۵۳۴	مجموع

با توجه به محاسبات انجام یافته کل نیاز آبی منطقه ۲۲ در سال حدود ۱۴/۹۶۹/۵۳۴ متر مکعب می باشد که بیشترین حجم مورد نیاز مربوط به پارک جنگلی چیتگر و باغ ملی گیاه شناسی می باشد.

نتایج حاصل از محاسبه حجم رواناب در جدول ۳ نتایج مربوط به ارتفاع و حجم رواناب در یک رگبار ۶ ساعته در دوره بازگشت ۱۰۰ سال را متناسب با روش SCS نشان می دهد.

جدول ۳- ارتفاع، دبی اوج و حجم رواناب با دوره بازگشت های مختلف در روش (SCS)

Table 3-Height, peak discharge and runoff volume with different return periods in the method (SCS)

حجم رواناب (M ³)	دبی اوج سیل (M ³ /s)	ارتفاع رواناب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال	مساحت (Km ²)	حوضه
۱/۰۵۷/۹۱۳	۱۱۷/۸۲	۵/۱۵	۲۰۵/۴۲	کن
۳۱۱/۹۶۱	۴۶/۶۰	۵/۱۲	۶۰/۹۳	وردیچ
۹۱۴/۳۲۵	۹۵/۹۲	۱۰/۰۲	۹۱/۲۵	منطقه ۲۲
۲/۲۸۴/۱۹۹		مجموع		

بر این اساس حجم رواناب در یک رگبار ۶ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰ سال، حدود ۲/۲۸۴/۱۹۹ متر مکعب می باشد. آنچه مهم است، این که باید دقت نمود چنانچه عملیات سازه ای در منطقه پیشنهاد می گردد، سازه پیشنهادی باید توانایی کنترل و مهار این حجم از رواناب را داشته باشد. (توجه شود در این برآورد سطح برداشت رواناب سطح کل سه حوضه می باشد و چنانچه سطح برداشت رواناب جمع شده پشت سازه قسمتی از حوضه باشد، حجم رواناب متناسب با سطح برداشت محاسبه

همچنین ارتفاع رواناب سالانه در حوضه‌های مورد نظر، به روش SCS محاسبه و در نهایت حجم رواناب سالانه مقادیر مربوطه محاسبه و در جدول ۴ آورده شده است.

می‌گردد). در این صورت سازه توانایی مهار سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال را خواهد داشت

جدول ۴- مقادیر متوسط مجموع ارتفاع رواناب و حجم آن

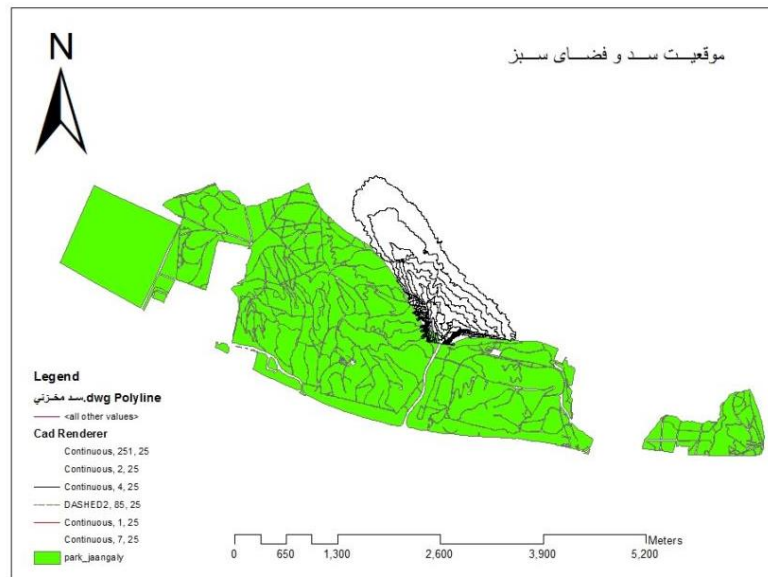
Table 4- Average values of total runoff height and its volume

حوضه	متوسط مجموع ارتفاع رواناب در طول سال (mm)	متوسط حجم رواناب در طول سال (مترمکعب) (M ³)
کن	۱۰۵/۹۵۳	۲۱/۷۶۴/۸۰۲
وردیج	۱۰۶/۲۴۷	۶/۴۷۳/۶۳۳
منطقه ۲۲	۵۵/۳۰۹	۵/۰۴۶/۹۴۶
مجموع		۳۳/۲۸۵/۴۴۱

مناسب باشد، احداث سد خاکی در منطقه است چرا که قسمتی از منطقه به‌طور طبیعی، پتانسیل ذخیره را دارد و با احداث سد بر روی این قسمت می‌توان رواناب سطح وسیعی از منطقه را کنترل نمود. در مورد این پیشنهاد نیز جانمایی از سد خاکی صورت گرفته که در شکل ۳ نشان داده شده است. همچنین کانال‌هایی جهت تمرکز رواناب و انتقال آن به سد در نظر گرفته شده است. این کانال‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است که رواناب ناشی از بارندگی را به سد هدایت می‌کنند. در این شکل کانال A مسیری است که قسمتی از آب سد را از رودخانه کن به سد می‌رساند و کانال B مسیری است که قسمتی از رواناب شهری را به رودخانه موجود در منطقه هدایت می‌کند و کانال C یک مسیر انحرافی است که آب قسمتی از رودخانه وردآورد و کانال B را به سد می‌ریزد.

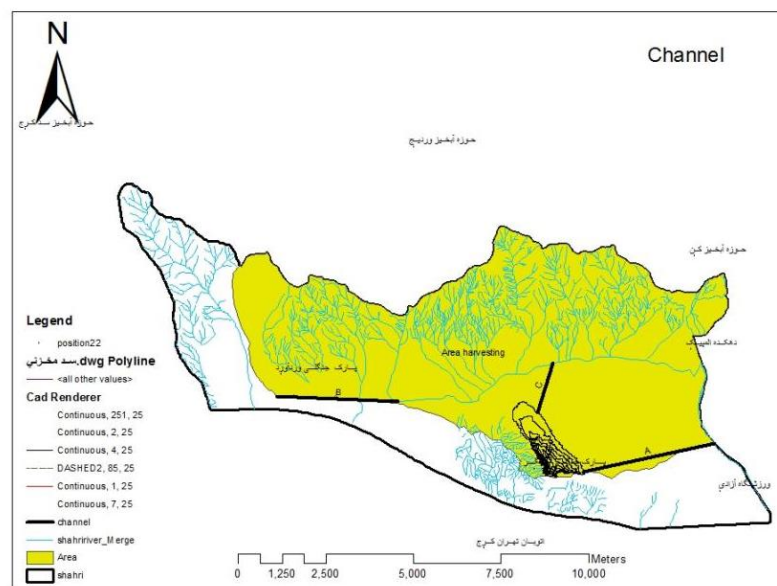
باید خاطر نشان کرد که استفاده از مسیل‌ها و آبراهه‌های طبیعی به‌منظور تخلیه سیلاب‌های شهری در آن‌ها، مستلزم توجه به جنبه‌ها و موارد مختلفی است که از جمله می‌توان به اصلاح و بهسازی (مسیر و مقطع) مسیل، رعایت حریم آبراهه، تأمین عمق کافی برای عبور و انتقال سیلاب‌ها، ارزیابی فرسایش پذیری آبراهه‌ها و امکان بروز ناپایداری در خاک‌ریزهای حفاظتی یا دیواره‌های سیل‌بند و پیش‌بینی تمهیدات مقتضی برای مقابله با آن اشاره کرد.

مطابق جدول ۴ میزان مجموع رواناب شهری از سطح سه منطقه ۳۳/۲۸۵/۴۴۱ متر مکعب در طی یک‌سال می‌باشد. از طرفی مطابق نتایج به‌دست آمده از جدول ۲ نیاز آبی کل فضای سبز منطقه ۲۲ نیز حدود ۱۴/۹۶۹/۵۳۴ متر مکعب در سال است. با توجه به این‌که در حال حاضر در برخی از نواحی منطقه ۲۲ بخاطر فقدان آب کافی، حجمی از آب مصرفی فضای سبز از مناطق دیگر و از طریق تانکر تامین می‌شود، سازمان فضای سبز هزینه‌هایی نیز بابت تانکر و کارگر متحمل می‌شود. آنالیز نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد، با احتساب هدر رفت، تبخیر، نفوذ و سایر محدودیت‌ها چنانچه بتوان حدود یک چهارم از این رواناب (۸/۳۲۱/۳۶۰ متر مکعب) را نیز کنترل و به مصرف آبیاری فضای سبز در این منطقه رسانید، بیش از نیمی از آب مورد نیاز فضای سبز این منطقه (حدود ۵/۵۵/۵٪) از این طریق تامین می‌گردد. این حجم رواناب جمع‌آوری شده به عنوان نمونه می‌تواند نیاز آبی سه بخش از فضای سبز منطقه ۲۲ شامل باغ‌ملی گیاه‌شناسی، پارک جنگلی چیتگر و خرگوش‌دره که مجموع نیاز آبی این سه بخش ۷/۰۳۱/۵۹۰ متر مکعب است تامین کند که این معادل ۹/۶۶ کیلومتر مربع از مساحت فضای سبز منطقه است. برای تعیین یک راهکار به‌منظور استحصال رواناب در مناطق شهری بسته به شرایط منطقه می‌توان روش‌های متفاوتی را ارائه نمود. یکی از پیشنهادهایی که می‌تواند با توجه به توپوگرافی کاسه مانند منطقه جهت جمع‌آوری رواناب



شکل ۳- موقعیت سد و فضای سبز

Figure 3- Damage position and green space



شکل ۴- موقعیت کانال‌های A,B,C

Figure 4- Position of Channels A, B, C

بحث و نتیجه گیری

فضای سبز در این منطقه می باشد، همچنین با در نظر گرفتن تلفات، تبخیر، نفوذ و غیره می توان با یک راهکار اصولی بیش از نیمی از نیاز آبی در این منطقه را از طریق استحصال رواناب برطرف ساخت. روش پیشنهادی سد خاکی گزینه ای مناسب جهت استحصال رواناب به همین منظور می باشد که علاوه بر کنترل رواناب و جلوگیری از ایجاد سیل در منطقه و تامین نیاز

این پژوهش با هدف محاسبه رواناب قابل استحصال از بارش و با هدف استفاده از آن در آبیاری فضای سبز منطقه ۲۲ تهران صورت گرفته است. آنچه در مجموع می توان از این تحقیق نتیجه گرفت ای که با توجه به مشکل کم آبی در منطقه و همچنین محاسبات به عمل آمده از حجم رواناب حاصل از بارش در طول سال که چندین برابر نیاز آبی گیاهان موجود در

- 4- Najmai, M., 1990. Engineering Hydrology, Science and Technology University Press, Vol 1. (In Persian)
- 5- Whitford, V., Ennos, A.R. and Handley, J.F., 2001. "City form and natural process"—indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. Landscape and urban planning, Vol. 57. NO. 2, pp.91-103.
- 6- Mansell, M. G., 2003. Book: Rural and Urban Hydrology, Thomas Telford, London.
- 7- Beard, J.B. and Green, R.L., 1994. The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans. Journal of Environmental Quality, Vol. 23. No.3, pp.452-460.
- 8- Roy, J.W., Parkin, G.W. and Wagner-Riddle, C., 2000. Water Flow in Unsaturated Soil Below Turfgrass Observations and LEACHM (within EXPRES) Predictions. Soil Science Society of America Journal, Vol. 64. NO. 1, pp.86-93.
- 9- Mosavinejad, M., 2006. Planning and extraction of rain in the city (Case study: Semnan city), Journal of Iranian Irrigation and Water Engineering Association, pp. 793-799. (In Persian).
- 10- Koozegar Kaleji, M., 2007. The Impacts of Urban Development on Environmental Resources in Shahriar, Master's Thesis for Geography and Urban Planning, Tehran University of Science Sciences, pp: 1-157. (In Persian).
- 11- Golbabai, H., Atapoorfard, A., Mirab, M., Mahdavi vafa, H.A., 2007. Urban Watershed status in comprehensive watershed management, 4th National Conference on Watershed

آبی فضای سبز می تواند تاثیرات تفرجگاهی، کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی و ایجاد تعادل اکولوژیکی در منطقه داشته باشد. انتظار می رود اجرای طرحهای غیر متمرکز نظیر استحصال آب باران بتواند نسبت به روشهای جاری مهار و تصفیه متمرکز هرزآبها در پایین دست از پایداری بیشتری برخوردار بوده و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه تر باشد. همچنین می توان با اجرای طرحهای مشابه در نقاط مختلف شهر از خروج و آلودگی رواناب ناشی از بارندگی جلوگیری نمود و ضمن استفاده موثر از آن، مانع از افزایش پیامدهای منفی حاصل از شرایط فعلی گردید. علاوه بر سد خاکی به عنوان الگوی مناسب استحصال آب در منطقه روشهایی مثل پشته های هلالی و لوزی شکل در جاهایی مثل پارکهای جنگلی چیتگر، وردآورد، لتمان و خرگوش دره می تواند مناسب باشد و در صورتی که هدف کنترل کیفی رواناب باشد روش استفاده از چاههای جذب آب توصیه می شود. باید خاطر نشان کرد که مطالعه انجام یافته در راستای کار تحقیقاتی علیزاده زانو (۱۳۸۸)، Ghisi et al (۲۰۰۶، ۲۰۰۷) و Abdulaa et al (۲۰۰۹) می باشد. در تمام تحقیقات نامبرده، محققان اظهار داشتند استفاده از سیستم های استحصال رواناب در ذخیره آب به منظور کاربرد های مختلف فضای سبز مفید و مقرون به صرفه می باشد (۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸).

Reference

- 1- Montgomery, M.R., 2008. The urban transformation of the developing world. science, Vol. 319. No.5864, pp.761-764
- 2- UN-Habitat., 2009. Global Report on Human Settelements 2009e Planning Sustainable Cities: Policy Direction. United Nations Human Settlements Programme/Earthscan, London, UK.
- 3- Houghton, G., Hunter, C., 1994. Book Reviews: Sustainable Cities. Regional Studies Association, Regional Policy and Development Series 7, Jessica Kingsley, London.

- of the 8th international conference on rain water catchment systems, Tehran, Iran.
- 17- hen, w., fenglan, y., 1997. Rainfall and floodwater harvesting through storage in paleo channels, Book: proceeding of the 8 th international conference on rain water catchment systems. Tehran, Iran.
 - 18- Shuigen, Y., Hong, L. and Guanghui, M., 2001. Analysis of Rian Storage and Infiltration in Sunken-lawn Under the Condition of Designed Storm. Journal- China Agricultural university, Vol. 6. No. 6, pp. 53-58.
 - 19- Zhang, S.C., Hui, S.B., Xie, S.C. and Lü, X.B., 2003. Research of rainwater utilization in Beijing. Beijing Water Resources, Vol. 4, pp.20-22.
 - 20- HOU, A.Z., TANG, L.H. and ZHANG, S.C., 2007. Impacts of sunken lawn and storage pond on urban flood. Beijing Water, Vol. 2, pp.42-44.
 - 21- Tian Z, Su DR, Guan DY. Research on the utilization of rainwater runoff of city park green space. Chinese Garden, 61e65 (in Chinese). 2008.
 - 22- Jie, L.I., Bing, Z.E.N.G., Wang, Y.X. and Lei, S.H.E.N., 2008. Physical simulation of urban rainfall infiltration. Journal of China University of Mining and Technology, Vol. 18. NO. 2, pp.293-304.
 - 23- Jones, M.P. and Hunt, W.F., 2010. Performance of rainwater harvesting systems in the southeastern United States. Resources, Conservation and Recycling, Vol. 54. No.10, pp.623-629.
 - 24- Jenkins, G.A., Greenway, M. and Polson, C., 2012. The impact of water Management Science and Engineering Iran, Managing Watersheds- Faculty of Natural Resources- Tehran-Iran. (In Persian).
 - 12- Tabatabai Yazdi, J., Tavakoli, H., Abasi, a.a., Abasi, M., 2009. Rainwater harvesting Optimization of urban runoff management (Case study: Mashhad city), First Urban Watershed Conference, Tehran University of Science and Technology, Tehran Iran. (In Persian).
 - 13- Ghodoosi, J., 2009. Analysis of Strategies, Facilities and Methods for Water Extraction with Urban Watershed Approach, First Urban Watershed Conference, Tehran University of Science and Technology, Tehran Iran. (In Persian).
 - 14- Sahrainejad, N., 2009. Construction against the cost of a sustainable city, quoted in Akhavan Tabatabai Mahnaz and others, Environmental management of urban green space, First Urban Watershed Conference, Tehran University of Science and Technology, Tehran Iran. (In Persian).
 - 15- Erfanian Salim, R., 2009, General space environment: multiple structures, environmental management of urban space, First Urban Watershed Conference, Tehran University of Science and Technology, Tehran Iran. (In Persian).
 - 16- Appan,A., Chan,h.h., Jin, W.H., 1997. Alternate dud-mode working systems for the collection and use of rain water in high-rise buildings for non-potable purposes, Book: proceeding,

- in southern Brazil. *Building and Environment*, Vol. 41. No.2, pp. 204-210.
- 27- Ghisi, E., Bressan, D.L. and Martini, M., 2007. Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. *Building and Environment*, Vol.42. No.4, pp.1654-1666.
- 28- Abdulla, F.A. and Al-Shareef, A.W., 2009. Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. *Desalination*, Vol. 243. No.1-3, pp.195-207.
- reuse on the hydrology and ecology of a constructed stormwater wetland and its catchment. *Ecological Engineering*, Vol.47, pp.308-315.
- 25- Alizadeh Zeni, M., 2007. Use of green space and its impact on sustainable urban development (Case study: District 22 of Tehran Municipality), Master's Thesis for Geography and Urban Planning, Tehran University of Science Sciences, pp. 1-259. (In Persian)
- 26- Ghisi, E., Montibeller, A. and Schmidt, R.W., 2006. Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities