Archive of SID

چهارمین همایش ملی
سامانه های سطوح آبگیر باران
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
انجمن علمی سیستم های سطوح آبگیر باران ایران
مشهد مقدس ۲۹–۲۸ بهمن ماه ۱۳۹۴

پتانسیل سامانه‌های استحصال آب باران در کاهش مصرف آب غیرآشامیدنی

سید علی قاسمی[11]، محمد رضا علی‌پور[2]، فریبا قنبری[3]، ثمانه توکلی امینیان[4]

1- دانشجوی دکتری مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد
2- مدیر امور نظارت بر کیفیت آب و فاضلاب، شرکت آب و فاضلاب مشهد
3- کارشناس تحقیقات، شرکت آب و فاضلاب مشهد
4- رئیس گروه تحقیقات، شرکت آب و فاضلاب مشهد

چکیده

در سالهای اخیر، گسترش سامانه‌های استحصال آب باران به منظور جایگزینی آب مورد استفاده در مصارف غیرآشامیدنی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. افزایش ایمنی تأمین آب و کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از برداشت بی‌رویه منابع آب از جمله مزایای این رویکرد به حساب می‌آید. در تحقیق حاضر پتانسیل سامانه‌های استحصال آب باران در کاهش مصرف آب آشامیدنی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتیجه بررسی طرح‌های اجرا شده در نزدیک به 20 کشور حکایت از آن دارد که سامانه‌های استحصال آب باران به طور متوسط قادر به تأمین 50 درصد از آب مورد استفاده در مصارف غیرآشامیدنی می‌باشند. تحلیل‌های انجام شده همچنین نشان داد که پتانسیل صرفه‌جویی سامانه‌های مذکور به عواملی از قبیل بارندگی سالانه، مساحت آبگیر، ظرفیت ذخیره‌سازی و تقاضای آب خانگی بستگی دارد. بر اساس مستندات موجود، در بیش از 90 درصد طرح‌های مورد مطالعه، آب باران در فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصارفی نظیر آبیاری فضای سبز، شست‌وشوی خودرو، لباس‌شویی، صنایع، استحمام و کاربردهای تفریحی نیز به ترتیب در 70، 23، 46، 15، 15 و 8 درصد از موارد، تحت پوشش سامانه‌های آبرسانی دوگانه مبتنی بر استحصال آب باران قرار داشته‌اند.

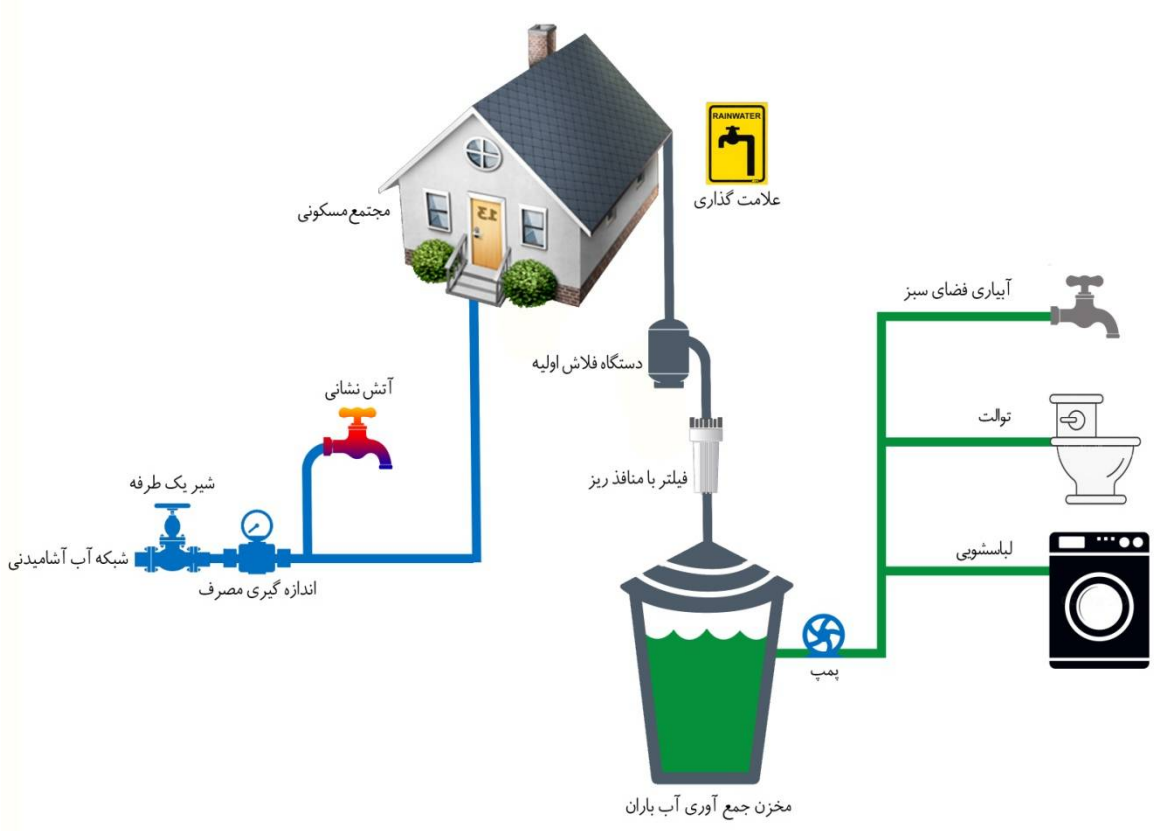
کلمات کلیدی: آبیاری فضای سبز، پتانسیل صرفه‌جویی، سامانه‌های استحصال آب باران، فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی، مصارف غیرآشامیدنی

[1] نویسنده مسئول سید علی قاسمی (seydal2003@gmail.com)

www.SID.ir

1- مقدمه

پیشینه استحصال آب باران و جمع‌آوری رواناب‌های سطحی به ۳،۰۰۰ سال قبل باز می‌گردد. استحصال آب باران برای استفاده در مصارف غیرآشامیدنی به دلیل نقش مؤثری که در افزایش ایمنی تأمین آب و نیز کاهش هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی دارد، به طور ویژه مورد توجه قرار گرفته است. تا جایی که در بسیاری از کشورها نظیر استرالیا، دانمارک، آلمان، هند و نیوزیلند برای گسترش سامانه‌های جمع‌آوری آب باران یارانه پرداخت می‌شود. به عقیده زایزِن و همکاران [1] گسترش سامانه‌های استحصال آب باران می‌تواند در کنترل زه‌کشی، جلوگیری از وقوع سیل، صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی و ترمیم چرخه آب مناطق شهری نقش مؤثری را ایفا نماید. هر سامانه استحصال آب باران از 3 بخش اصلی شامل سطح آبریز، مخزن ذخیره و شبکه توزیع تشکیل شده است. جزئیات مربوط به طرح استحصال آب باران و کاربرد آن در مصارف غیرآشامیدنی در شکل 1 مشاهده می‌شود.



شکل 1: طرح کلی سامانه جمع‌آوری آب باران و شبکه دوگانه مربوط به مصارف آشامیدنی و غیرآشامیدنی

اجرای زیرساخت‌های جمع‌آوری آب باران از جمله شبکه توزیع آب غیرآشامیدنی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی گسترش این سامانه‌ها محسوب می‌گردد. با این وجود، در صورت صرفه‌جویی قابل ملاحظه در مصرف آب آشامیدنی، اجرای سامانه‌های مذکور از توجیه کافی برخوردار خواهد بود. در تحقیق حاضر سامانه‌های استحصال آب باران از نقطه‌نظر قابلیت

www.SID.ir

جایگزینی مصارف غیرآشامیدنی و نوع کاربری مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای این منظور سانامه‌های جمع‌آوری آب باران در ایران و نزدیک به 20 کشور جهان بررسی شده است.

2- سامانه‌های استحصال آب باران در ایران و جهان

عملکرد سطوح آبگیر باران در مناطق مسکونی قزوین برای تأمین نیازهای آبی در مطالعات رشیدی مهرآبادی و همکاران [2] مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این تحقیق عملکرد سامانه سطوح آبگیر و مخازن ذخیره‌سازی آب باران در تأمین آب غیرآشامیدنی مورد نیاز ساکنان در مجتمع‌های مسکونی این شهر تجزیه و تحلیل گردیده است. میانگین بارندگی 50 ساله و سرانه مصرف خانگی در طرح مذکور به ترتیب معادل 314 mm و 150 Lpcd در نظر گرفته شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که تعیین حجم ذخیره‌سازی بهینه و برآورد دقیق نیاز روزانه آب غیرآشامیدنی منجر به افزایش ذخیره‌سازی آب باران در مخازن شده و پتانسیل تأمین آب غیرآشامیدنی مورد نیاز ساکنین را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. یافته‌های این طرح حاکی از آن است که بسته به مساحت پشت بام، امکان تأمین 20 تا 27 درصد از آب مورد نیاز مصارف غیرآشامیدنی وجود دارد. علاوه بر این بر اساس مساحت آبریز و حجم مخزن جمع‌آوری، امکان استحصال m^3 73 تا m^3 269 آب باران به صورت سالانه وجود دارد.

طباطبایی یزدی و همکاران [3] مطالعاتی را در زمینه استحصال آب باران و چشم انداز مدیریت بهینه رواناب شهری مشهد انجام دادند. نتایج این طرح دلالت بر آن داشت که در منطقه مورد مطالعه، امکان استحصال m^3 615 آب باران از مساحتی معادل 2 ha وجود دارد. بر اساس تحلیل اقتصادی انجام شده، هزینه اجرای طرح استحصال آب باران مذکور معادل Rial $6/5\times10^8$ برآورد گردیده است.

در تحقیقات صورت گرفته توسط رشیدی مهرآبادی و قلخانی [4] پتانسیل سامانه سطوح آبگیر باران در ساختمان‌های مسکونی شهر تهران مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های این طرح تحقیقاتی حاکی از آن است که حداکثر پتانسیل سامانه‌های استحصال آب باران جهت تأمین تقاضای آب غیرآشامیدنی در حجم ذخیره‌سازی کمتر از m^3 10 معادل 77 درصد است. این در حالی است که با افزایش حجم مخزن، پتانسیل تأمین آب غیرآشامیدنی تنها اندکی افزایش می‌یابد. لازم به توضیح است که سرانه مصرف آب و میانگین بارندگی سالانه در این تحقیق به ترتیب معادل 150 Lpcd و 239 mm منظور شده است.

رشیدی مهرآبادی و همکاران [5] در مطالعه دیگری عملکرد سامانه‌های استحصال آب باران خانگی در تأمین آب غیرآشامیدنی 3 اقلیم مدیترانه‌ای، مرطوب و خشک ایران را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج ارائه شده در این تحقیق دلالت بر آن دارد که در اقلیم مرطوب و در 45 تا 70 درصد از روزهای سال، امکان تأمین 75 درصد از مصارف غیرآشامیدنی از طریق استحصال آب باران وجود دارد. لازم به توضیح است که در اقلیم‌های مدیترانه‌ای و خشک نیز پتانسیل تأمین آب غیرآشامیدنی به ترتیب بیش از 75 و 23 درصد برآورد شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

امکان استفاده از آب باران در جهت بهبود شرایط زیست‌محیطی منطقه تحت بهسازی رینگدَنسِن[2] در شهر نورکوپینگ[3] سوئد توسط ویلاریل و دیکسون [6] مورد مطالعه قرار گرفته است. واحدهای مسکونی منطقه رینگدَنسِن در فاصله سال‌های 1970 تا 1972 میلادی احداث شده و در سال 1997 میلادی نیز عملیات نوسازی و ارتقاء شاخص‌های زیست‌محیطی آن در دستور کار قرار گرفته است. اهدافی از قبیل کاهش مصرف آب آشامیدنی، نصب ماشین‌های لباس‌شویی و ظرفشویی با راندمان بالا، مدیریت رواناب‌ها از طریق احداث تالاب و برکه، نصب سرویس‌های بهداشتی کم‌مصرف و نیز استفاده از آب باران در مصارف غیرآشامیدنی در بهسازی این منطقه مسکونی مد نظر قرار گرفته است. به گونه‌ای که استفاده از آب باران در فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی، لباس‌شویی، شست‌وشوی خودرو و آبیاری بخش قابل‌توجهی از این طرح را شامل می‌گردد. نتایج مدل رایانه‌ای مبتنی بر روش مونت کارلو[4] نشان داد که از طریق جایگزینی آب باران می‌توان 30 تا 60 درصد در مصرف آب آشامیدنی صرفه‌جویی کرد.

قیسی و همکاران [7] میزان صرفه‌جویی ناشی از کاربرد آب باران در مصارف غیرآشامیدنی را در 62 شهر واقع در ایالت سانتا کاتارینای[5] برزیل مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در شهرهای مختلف این ایالت، امکان صرفه‌جویی 34 تا 92 درصدی در مصرف آب آشامیدنی وجود دارد. به عبارت دیگر، با در نظر گرفتن مصرف سرانه‌ای معادل 118 Lpcd، به طور میانگین می‌توان مصرف آب آشامیدنی را به میزان 69 درصد کاهش داد.

قیسی [8] در پژوهش دیگری پتانسیل استحصال آب باران و کاهش مصرف آب آشامیدنی را در مناطق جغرافیایی مختلف برزیل مورد بررسی قرار داد. نتایج ارائه شده در این تحقیق دلالت بر آن داشت که در مناطق جنوبی این کشور 48 درصد از آب مصرفی را می‌توان با آب باران جایگزین نمود. بر این اساس، تحت پوشش قرار دادن مصارف آبیاری فضای سبز، شست‌وشوی خودرو، لباس‌شویی و فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی توسط آب باران وجود دارد.

مورِیرا نِتو و همکاران [9] پتانسیل ایجاد شبکه‌های توزیع آب دوگانه و کاربرد آب باران در مصارف غیرآشامیدنی را در فرودگاه بین المللی تانکرندو نِوِس[6] واقع در ایالت میناس گرایس[7] برزیل مورد ارزیابی قرار دادند. این فرودگاه با ظرفیت ۴۰،۰۰۰ پرواز، سالانه پذیرای ۵،۰۰۰،۰۰۰ مسافر است و پیش‌بینی می‌شود این میزان در سال 2015 به ۱۲،۰۰۰،۰۰۰ نفر افزایش یابد. بر اساس محاسبات انجام شده، در حدود 65 درصد از کل تقاضای آب این فرودگاه مربوط به مصارف غیرآشامیدنی است. برآوردها همچنین حاکی از آن است که سالانه حجمی معادل m^3 ۸۵،۰۰۰ آب باران از مجموعه سطوح دردسترس فرودگاه قابل استحصال است که این میزان، 54 درصد بیش از کل مصارف غیرآشامیدنی سالانه است.

در ژاپن نمونه‌های متعددی از کاربرد سامانه‌های جمع‌آوری آب باران در مقیاس وسیع وجود دارد. در 3 ورزشگاه چند منظوره واقع در توکیو، ناگویا[8] و فوکوکا[9] آب باران پس از استحصال، در فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی و آبیاری فضای

2- Ringdansen
3- Norrkoping
4- Monte Carlo
5- Santa Catarina
6- Tancredo Neves
7- Minas Gerais
8- Nagoya
9- Fukoka

www.SID.ir

Archive of SID

سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطح آبریز در طرح‌های مذکور به ترتیب معادل ۱۶،۰۰۰ m^2، ۲۵،۹۰۰ m^2 و ۳۵،۰۰۰ m^2 گزارش شده است. حجم مخازن جمع‌آوری آب باران در ورزشگاه‌های توکیو، ناگویا و فوکوکا نیز به ترتیب ۱،۰۰۰ m^3، ۱،۸۰۰ m^3 و ۱،۵۰۰ m^3 بوده است. مطالعات انجام شده در فوکوکا حاکی از آن است که با استحصال آب باران می‌توان 65 درصد از مصارف غیرآشامیدنی را تحت پوشش قرار داد [1].

در طی سال‌های 2006 و 2007 میلادی در حدود ۲،۰۰۰ سامانه استحصال آب باران در مناطق مختلف انگلستان به اجرا در آمده است. آب باران در این کشور عمدتاً در مصارف غیرآشامیدنی شامل لباس‌شویی، آبیاری فضای سبز و فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. گنبد هزاره در لندن نمونه‌ای از طرح‌های استحصال آب باران در مقیاس وسیع است. در طرح مذکور آب باران از منطقه‌ای به مساحت ۱۰۰،۰۰۰ m^2 جمع‌آوری شده و 10 درصد از نیاز آبی این مجموعه عظیم را تأمین می‌کند [10].

دیکسون و همکاران [11] پتانسیل کاربرد همزمان آب باران و آب خاکستری در مصارف غیرآشامیدنی را مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش جهت پیش‌بینی عملکرد سامانه تأمین آب غیرآشامیدنی، از داده‌های بارندگی همراه با آمار سرانه مصرف خانگی مبتنی بر شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده گردید. نتایج به دست آمده دلالت بر آن داشت که تأمین حجم ذخیره‌سازی 30 L، 40 L و 50 L به ترتیب برای خانوارهای 1، 2 و 4 نفره می‌تواند صرفه‌جویی 80 درصدی مصرف آب آشامیدنی را به دنبال داشته باشد. لازم به توضیح است که با افزایش حجم ذخیره‌سازی به 100 L تا 200 L می‌توان میزان مصرف آب آشامیدنی را تا 90 درصد کاهش داد. با این وجود محققین مذکور ثابت کردند که در عمل، تنها دستیابی به راندمان عملکرد 60 درصد امکان‌پذیر است.

اروکسوز و رحمان [12] پتانسیل صرفه‌جویی ناشی از کاربرد مخازن آب باران در مجموعه‌های مسکونی واقع در 3 شهر نیوکاسل[10]، سیدنی و ولونگونگ[11] استرالیا را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش مهم‌ترین مصارف غیرآشامیدنی شامل فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی، لباس‌شویی، آب گرم مصرفی در استحمام و آشپرخانه و نیز آبیاری فضای سبز لحاظ شده است. نتایج ارائه شده دلالت بر آن دارد که با افزایش حجم مخزن ذخیره آب باران می‌توان مصرف آب آشامیدنی را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. علاوه بر این تجهیز مجتمع‌های مسکونی به سامانه‌های آبرسانی دوگانه مبتنی بر آب باران، حتی در دوره‌های خشکسالی، موجب کاهش معنی‌داری در مصرف آب آشامیدنی می‌شود.

رحمان و همکاران [13] میزان صرفه‌جویی ناشی از کاربرد آب باران در مصارف غیرآشامیدنی را در 10 نقطه از شهر سیدنی مورد بررسی قرار دادند. علاوه بر این یک مدل تعادل آب در مقیاس روزانه برای ارزیابی قابلیت اعتماد و عملکرد اقتصادی طرح‌های استحصال آب باران توسط این پژوهشگران ارائه گردید. در این تحقیق 3 سناریو شامل استفاده از آب باران در آبیاری فضای سبز، کاربرد آب باران در فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی و لباس‌شویی، و استفاده از آب باران در مصارف لباس‌شویی، آبیاری فضای سبز و فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی در نظر گرفته شد. بر اساس یافته‌های این پژوهش، بالاترین صرفه اقتصادی زمانی تحقق خواهد یافت که آب باران در فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی، لباس‌شویی و آبیاری

10- Newcastle
11- Wollongong

www.SID.ir

Archive of SID

فضای سبز مورد استفاده قرار گیرد. در این حالت با جایگزینی آب باران در واحدهای مسکونی، سالانه 69/5 m^3 در مصرف آب آشامیدنی صرفه‌جویی خواهد شد.

جنکینز [14] مسئله انتخاب سامانه استحصال آب باران به کمک روش شبیه‌سازی پیوسته را مورد بررسی قرار داد. وی با استفاده از آمار بارندگی و مصرف روزانه، بهره‌برداری سامانه‌های استحصال آب باران را در 12 شهر استرالیا شبیه‌سازی نمود. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که در حجم ذخیره‌سازی 1/25 m^3 تنها امکان تأمین 25 درصد از آب مورد نیاز فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی و سایر مصارف خارجی وجود دارد. لازم به توضیح است که اگر آب باران تنها در فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی مورد استفاده قرار گیرد، نسبت جایگزینی آب باران به 78 درصد افزایش خواهد یافت.

عبدالله و الشریف [15] با هدف ارزیابی پتانسیل استفاده از آب باران در مصارف غیرآشامیدنی و صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی، مطالعاتی را در 12 استان اردن به انجام رساندند. برای این منظور اطلاعات مربوط به بارندگی، تأمین آب آشامیدنی، جمعیت و مساحت واحدهای مسکونی توسط پژوهشگران مذکور جمع‌آوری گردید. بر این اساس، تا سال 2004 میلادی ۳۳،۲۲۹ مخزن آب باران با حجم متوسط 20 m^3 در مناطق مختلف اردن نصب شده است. در 66 درصد از موارد، آب باران جمع‌آوری شده در آبیاری فضای سبز، شست‌وشو و فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی به مصرف می‌رسد. بر اساس نتایج به دست آمده، حجم آب قابل استحصال از طریق جمع‌آوری آب باران در اردن معادل $15/5\times10^7$ m^3 برآورد شده است. به گونه‌ای که امکان جایگزینی 5/6 درصد از کل تقاضای آب شهری از این طریق وجود دارد.

مجموعه آموزشی هاینریخ-رولر[12] یکی از طرح‌های استحصال آب باران اجرا شده در شهر برلین[13] است. در این طرح، آب باران استحصال شده با ورود به شبکه‌ای مجزا، آب غیرآشامیدنی مورد نیاز 200 نفر از ساکنین این مجموعه آموزشی را تأمین می‌نماید. با اجرای این سامانه استحصال آب باران، سالانه ۲،۶۵۰ m^3 در مصرف آب آشامیدنی صرفه‌جویی می‌شود. بر اساس اطلاعات موجود، آب باران پتانسیل تأمین 77 درصد از مصارف غیرآشامیدنی مجموعه آموزشی هاینریخ-رولر را دارد [16].

فارِنی و همکاران [17] صرفه اقتصادی سامانه‌های استحصال آب باران در مقیاس‌های متفاوت را در آب و هوای مدیترانه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند. برای این منظور منطقه‌ای به مساحت 2/6 ha واقع در شهر گرانولرز[14] در نزدیکی بارسلونا برای انجام پژوهش انتخاب گردید [18]. بر اساس مشخصات ارائه شده در این طرح، آب باران پس از جمع‌آوری، در شست‌وشوی لباس مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سناریوی 1 فرض بر این است که آب باران از طریق شبکه‌ای مجزا به کلیه واحدهای مسکونی انتقال یابد. اما در 3 سناریوی دیگر اتاق لباس‌شویی عمومی در نزدیکی مخزن جمع‌آوری آب باران در نظر گرفته شده است که کلیه ساکنین برای شست‌وشوی لباس از امکانات آن استفاده می‌کنند. لازم به توضیح است که میزان مصرف آب در سناریوی 1 در مقایسه با سناریوهای دیگر 30 درصد بیشتر است.

پتانسیل استحصال آب باران در راستای سازگاری با تغییرات آب و هوایی در آفریقای‌جنوبی، توسط وِنگِ کاهیندا و همکاران [19] مورد مطالعه قرار گرفته است. در این تحقیق، حجم ذخیره‌سازی بهینه به منظور دستیابی به حداکثر امنیت آبی در

12- Heinrich-Roller
13- Berlin
14- Granollers

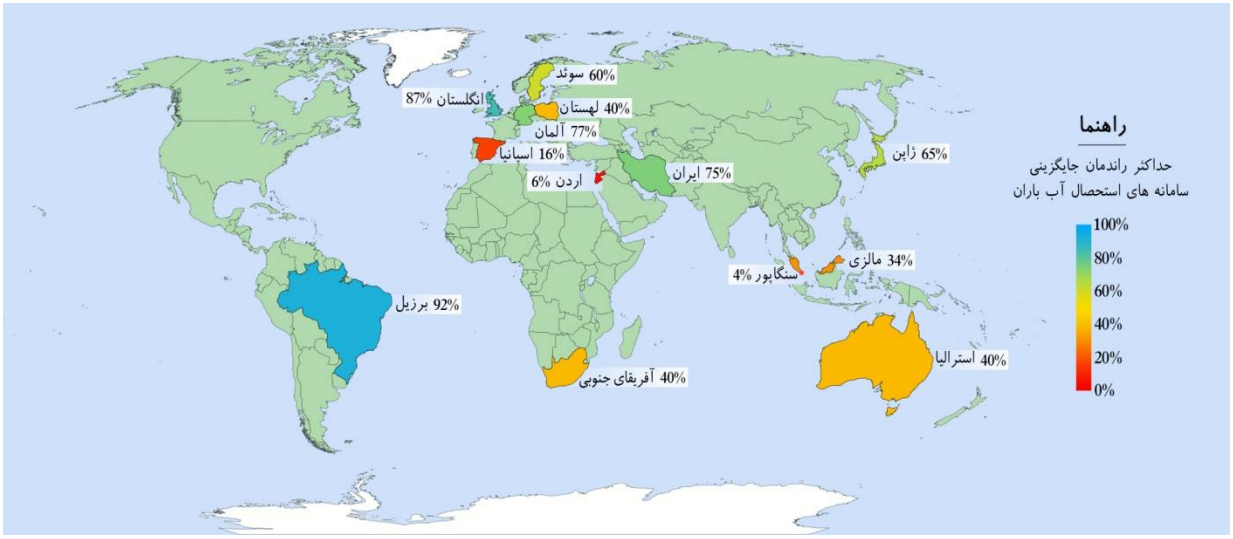
www.SID.ir

Archive of SID

سناریوهای مختلف تعیین گردیده است. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که حجم بهینه مخزن ذخیره در حوضه‌های چهارگانه مورد مطالعه معادل $0/5\ m^3$ است. بر این اساس سامانه استحصال آب باران در اقلیم‌های نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب، پتانسیل تأمین 15 تا 20 درصد از مصارف خانگی را دارا است. در اقلیم‌های خشک و مرطوب نیز به ترتیب امکان جایگزینی 10 تا 15 و 30 تا 40 درصد از کل تقاضای آب وجود دارد.

3- نتایج و بحث

میزان آب غیرآشامیدنی قابل جایگزینی توسط آب باران یکی از مشخصه‌های مهم سامانه‌های استحصال آب باران به حساب می‌آید. در شکل 2 حداکثر راندمان جایگزینی سامانه‌های سطوح آبگیر باران در کشورهای مختلف نشان داده شده است. نتیجه مطالعات انجام شده حاکی از آن است که عملکرد سامانه‌های مذکور از نقطه‌نظر قابلیت تأمین آب آشامیدنی به عواملی نظیر جمعیت تحت پوشش، نوع و نوسانات مصرف آب غیرآشامیدنی، حجم ذخیره‌سازی، الگوی بارندگی سالانه و مساحت آبگیر بستگی دارد. به همین دلیل میزان جایگزینی سامانه‌های آبرسانی دوگانه مبتنی بر استحصال آب باران عملاً به کمیتی منحصر به فرد تبدیل شده است. عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین راندمان جایگزینی و میزان بارندگی این مسئله را تأیید می‌کند ($P > 0/05$). از این رو با طراحی بهینه سامانه جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران می‌توان به راندمان جایگزینی قابل‌قبولی دست یافت. در میان نمونه‌های مورد بررسی، سامانه‌های استحصال آب باران سنگاپور و برزیل به ترتیب با راندمان جایگزینی 4 و 92 درصد بالاترین و پایین‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین سامانه‌های استحصال آب باران به طور متوسط قادر به تأمین 50 درصد از آب مورد استفاده در مصارف غیرآشامیدنی می‌باشند.

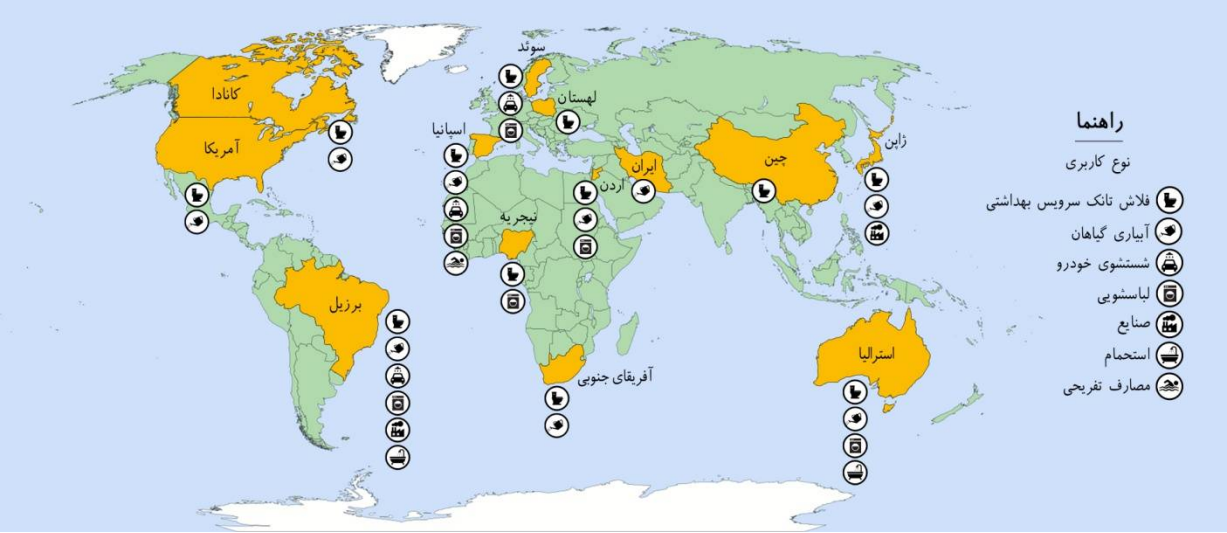


شکل 2: حداکثر راندمان جایگزینی سامانه‌های استحصال آب باران در سطح جهان

www.SID.ir

Archive of SID

در شکل 3 مصارف غیرآشامیدنی تحت پوشش سامانه‌های استحصال آب باران در کشورهای مورد بررسی نشان داده شده است. بر اساس مستندات موجود، در بیش از 90 درصد طرح‌های مورد مطالعه، آب باران در فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصارفی نظیر آبیاری فضای سبز، شست‌وشوی خودرو، لباس‌شویی، صنایع، استحمام و کاربردهای تفریحی نیز به ترتیب در 70، 23، 46، 15، 15 و 8 درصد از موارد، تحت پوشش سامانه‌های آبرسانی دوگانه مبتنی بر استحصال آب باران قرار داشته‌اند.



شکل 3: مصارف غیرآشامیدنی تحت پوشش سامانه‌های استحصال آب باران در سطح جهان

4- نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت‌های کمی و کیفی منابع آب، رشد روز افزون جمعیت و توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی، به کارگیری روش‌های مدیریت جامع منابع آب برای به حداقل رساندن اثرات نامطلوب ناشی از بحران آب در کشور امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. استحصال آب باران و کاربرد آن در مصارف غیرآشامیدنی به عنوان یک رویکرد مؤثر در بسیاری از نقاط جهان مورد توجه قرار گرفته است. از این رو بررسی تجربیات کشورهای پیشگام در این زمینه می‌تواند دستیابی به اهداف مدیریت سامانه‌های استحصال آب باران را تسریع نماید. لذا در این تحقیق دستاوردهای پژوهشی و اجرایی نزدیک به 20 کشور جهان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده حاکی از آن است مصارفی نظیر فلاش تانک سرویس‌های بهداشتی، آبیاری فضای سبز، شست‌وشوی خودرو، لباس‌شویی، صنایع، استحمام و کاربردهای تفریحی به ترتیب در ۷۰،۹۰، 23، 46، 15، 15 و 8 درصد از موارد، تحت پوشش سامانه‌های آبرسانی دوگانه مبتنی بر استحصال آب باران قرار داشته‌اند. یافته‌های تحقیق همچنین نشان داد که عواملی از قبیل جمعیت تحت پوشش، نوع و نوسانات مصرف آب غیرآشامیدنی، حجم ذخیره‌سازی، الگوی بارندگی سالانه و مساحت آبگیر راندمان جایگزینی سامانه‌های استحصال آب باران را به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهند.

www.SID.ir

5- فهرست منابع

[1] M. Zaizen, T. Urakawa, Y. Matsumoto, H. Takai, The collection of rainwater from dome stadiums in Japan, Urban Water, 1 (2000) 355-359.
[2] M.H. Rashidi Mehrabadi, B. Saghafiana, A. Shamsaei, Evaluation of rainwater catchment systems to be used for urban water consumption (case study: Ghazvin city, Iran), Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems, 1 (2013) 29-38.
[3] J. Tabatabaei yazdi, H. Tavakoli, A.A. Abbasi, M. Abbasi, Rainwater harvesting, the prospect of rban runoff management (case study: city of Mashhad), Urban Watershed Management Conference, Tehran Municipality, 2010.
[4] M.H. Rashidi Mehrabadi, H. Ghalkhani, Investigation of the potential of buildings rainwater catchment systems in residential areas to reduce runoff and urban flooding (case Study: city of Tehran), 2nd National Conference on Flood Management and Engineering, Approach to Urban Flooding, Permanent Secretariat of the International Conference on Flood Management, 2014.
[5] M.H. Rashidi Mehrabadi, B. Saghafian, F. Haghighi Fashi, Assessment of residential rainwater harvesting efficiency for meeting non-potable water demands in three climate conditions, Resources, Conservation and Recycling, 73 (2013) 86-93.
[6] E.L. Villarreal, A. Dixon, Analysis of a rainwater collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrköping, Sweden, Building and Environment, 40 (2005) 1174-1184.
[7] E. Ghisi, A. Montibeller, R.W. Schmidt, Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities in southern Brazil, Building and Environment, 41 (2006) 204-210.
[8] E. Ghisi, Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil, Building and Environment, 41 (2006) 1544-1550.
[9] R.F. Moreira Neto, I.d.C. Carvalho, M.L. Calijuri, A.d.F. Santiago, Rainwater use in airports: A case study in Brazil, Resources, Conservation and Recycling, 68 (2012) 36-43.
[10] S. Hills, R. Birks, B. McKenzie, The Millennium Dome " Watercycle" experiment: to evaluate water efficiency and customer perception at a recycling scheme for 6 million visitors, Water Science and Technology, 46 (2002) 233-240.
[11] A. Dixon, D. Butler, A. Fewkes, Water saving potential of domestic water reuse systems using greywater and rainwater in combination, Water Science and Technology, 39 (1999) 25-32.
[12] E. Eroksuz, A. Rahman, Rainwater tanks in multi-unit buildings: A case study for three Australian cities, Resources, Conservation and Recycling, 54 (2010) 1449-1452.
[13] A. Rahman, J. Keane, M.A. Imteaz, Rainwater harvesting in Greater Sydney: Water savings, reliability and economic benefits, Resources, Conservation and Recycling, 61 (2012) 16-21.
[14] G.A. Jenkins, Use of continuous simulation for the selection of an appropriate urban rainwater tank, Australian Journal of Water Resources, 11 (2007) 231-246.
[15] F.A. Abdulla, A.W. Al-Shareef, Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan, Desalination, 243 (2009) 195-207.

www.SID.ir

[16] E. Nolde, B. Vansbotter, H. Rüden, K. König, Innovative water concepts. Service water utilisation in buildings, Berlin Senate Department for Urban Development, Berlin, 2007.
[17] R. Farreny, X. Gabarrell, J. Rieradevall, Cost-efficiency of rainwater harvesting strategies in dense Mediterranean neighbourhoods, Resources, Conservation and Recycling, 55 (2011) 686-694.
[18] I. Otero, G. Kallis, R. Aguilar, V. Ruiz, Water scarcity, social power and the production of an elite suburb: The political ecology of water in Matadepera, Catalonia, Ecological Economics, 70 (2011) 1297-1308.
[19] J. Mwenge Kahinda, A.E. Taigbenu, J.R. Boroto, Domestic rainwater harvesting as an adaptation measure to climate change in South Africa, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 35 (2010) 742-751.

www.SID.ir

Archive of SID

Non-potable water saving potential of rainwater harvesting systems

Seyed Ali Ghassemi[1], Mohammad Reza Alipour[2], Fariba Ghanbari[3], Samaneh Tavakkoli Aminian[4]

1- Ph.D. Student of Civil Engineering, Ferdowsi University of Mashhad
2- Director of Quality Supervision, Mashhad Water and Wastewater Company
3- Expert of Research Department, Mashhad Water and Wastewater Company
4- Head of Research Department, Mashhad Water and Wastewater Company

In recent years, rainwater harvesting systems have been considered as an alternative supply for non-potable water demand, due to the fact that they have potential to enhance water security and mitigate environmental impacts from water abstraction. In this study, the non-potable water saving potential by using rainwater harvesting were assessed. Results of the research carried out in about 20 countries indicated that the average potential of non-potable water savings is 50%. The analysis showed that the potable water saved by mentioned systems was affected by factors such as annual precipitation, catchment area, storage capacity, and water demand of household. According to literature reviews, more than 90% of the case studies, harvested rainwater was used in toilet flushing. Moreover, other rainwater usages were landscape irrigation, car washing, laundry, industrial, hot water and recreational with frequency of 70%, 23%, 46%, 15%, 15% and 8% in the case studies, respectively.

Keywords: Landscape irrigation, Saving potential, Rainwater harvesting systems, Toilet flushing, Non-potable usages

www.SID.ir