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

تأمین آب غیرشرب مناطق مسکونی با استفاده از استحصال آب باران (مطالعه موردی: شهرک فرهنگیان- شهرستان رزن)

محسن محسنی ساروی[۱]، پیام ابراهیمی[۲،۱]، جمیله سلیمی[۲]

۱. استاد دانشگاه، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. دانشجوی دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

استحصال آب باران از زمان‌های بسیار گذشته مورد توجه بوده است اما رد پای آب باران مسئله‌ای است که در جمع‌آوری آب باران کمتر به آن توجه می‌شود. این پژوهش در یکی از شهرک‌های مسکونی جدید در استان همدان به بررسی ردپای آب باران در سقف خانه‌هایمسکونی با توجه به متوسط بارندگی دراز مدت پرداخته است و پس از تعیین حجم آب خروجی از کل سطح و متوسط هر کدام از بام‌ها به ارایه پیشنهاد روش استحصال مقدار آب گیرشی توسط سقف خانه‌ها پرداخته است. با توجه به محاسبات صورت گرفته مساحت ۱۳۸۳۷۱/۳۳ مترمربع و متوسط بارندگی درازمدت سالانه ۳۱۰ میلی متر می‌باشد. حجم کل آب باران در منطقه مورد مطالعه در طول یک سال برابر است با ۴۲۸۹۵/۱۱ متر مکعب که این مقدار با توجه به سرانه آب مصرفیدر منطقه‌ی شهری مورد مطالعه (۱۷۸لیتر) برای ۲۴۰نفر در یک سال کافی بوده اما با توجه به اینکه آب استحصال یافته قابل شرب نیست، لذا این آب برای ۲۶۸ نفر در سال به منظور فعالیت‌های غیر شرب مناسب می‌باشد. با توجه به بحران آب، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد چنانچه آب مذکور به صورت قطره‌ای جهت آبیاری فضای سبز صورت گیرد، هیچ یک از خانوارهای ساکن در این شهرک مسکونی نیازی به آبیاری فضای سبز خانه خود از طریق آب شهری را نخواهند داشت.

واژه‌های کلیدی: آب باران، سطوح آبگیر، شهرک فرهنگیان، روش استحصال، ردپای آب باران

[۱] نویسنده مسئول : پیام ابراهیمی، ebrahimi1393@ut.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

سیستم‌های سطوح آبگیر طوری طراحی می‌شوند تا رواناب حاصل از سطوح آبخیز با مساحت چند متر مربع را به پای گیاه هدایت نموده تا پس از نفوذ و ذخیره آن در ناحیه ریشه، به مصرف گیاه برسد. روش سطوح آبگیر کوچک، به طور معمول برای کاشت درخت استفاده می‌شود و مشخصه‌ی آن ورود مستقیم آب از یک سطح آبگیر نسبتاً کوچک به پای ریشه گیاه می‌باشد. از جمله عوامل مهمی که نقش قابل توجهی در افزایش نگهداری رطوبت خاک به عهده دارد، می‌توان به استفاده تلفیقی از سطوح عایق برای تولید رواناب بیشتر از یک طرف و استفاده از فیلترهای شنی از طرف دیگر برای نفوذ رواناب استحصال شده اشاره نمود. نظر به اینکه مناطق کم بارش، وسعت قابل توجهی از کشور را به خود اختصاص داده، لذا به-کارگیری علمی سیستم‌های استحصال نزولات جوی، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در اکثر مناطق دنیا در خصوص استفاده از سطوح عایق و نفوذناپذیر جهت استحصال آب باران انجام گرفته که تفاوت آن‌ها در نوع بهره‌برداری از رواناب استحصال شده می‌باشد.استحصال آب از طریق سامانه‌های سطوح آبگیر به مفهوم استفاده از ریزش‌های جوی از طریق مدیریت بارندگی تلقیمی‌شود.(Dreelin et al., 2006) ضریب رواناب را برای دو نوع پارکینگ پوشیده شده با آسفالت و پوشیده شده از مصالح متخلخل مورد بررسی قرار داده‌اند. در این بررسی ۹ واقعه بارندگی مورد بررسی قرار گرفت که ضریب رواناب برایمحیط متخلخل از ۰ تا ۲۶ درصد متغییر بوده است. همچنین روندیابی جریان ناشی از بارندگی در حوزه‌های شهرینیز انجام می‌شود که تأثیر آن در دبی پیک ملموس است (Schaad et al., 2009).از جمله بررسی‌هایی که در زمینه‌ی پتانسیل استحصال آب استفاده می‌گردد مدل‌های بیلان و حجم روزانه بارندگی و سطوح نفوذ ناپذیر است(Imteaz et al., 2012). رضایی و همکاران (۱۳۸۹) مقدار رواناب ناشی از بارش باران را در شهر سنندج مورد بررسی قرار دادند و دریافتند شیب زیاد و سطوح نفوذ ناپذیر باعث ایجاد سیلاب‌های ناگهانی می‌گردد. در پژوهشی دیگر دستورانی (۱۳۸۷)به بررسی جمع‌آوری آب باران از سطوح شهری پرداخت و برخی روش‌های جمع‌آوری آب باران در مناطق خشک و نیمه خشک را مشخص نمود.سطوح آبگیر شهری و تأثیر پارامتر آستانه شروع رواناب مهمترین عوامل ایجاد رواناب می‌باشد اما چگونگی استفاده از آب باران برای استفاده غیر شرب گامی دیگر از افق نوین مدیریتی می‌باشد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۰). (Song et al., 2008)بر روی قابلیت به‌کارگیری استحصال آب باران به‌عنوان یک گزینه پایدار جهت تأمین آب در کشور اندونزی به تحقیق و بررسی پرداختند، همچنین (Abdulla & Al-Shareef, 2008) جهت ارزیابی پتانسیل ذخیره آب شرب با استفاده از استحصال آب باران در مناطق مسکونی ۱۲ استان کشور اردن پژوهشی دیگر را انجام داده و سطح مورد نیاز جهت تأمین آب شرب را پیشنهاد دادند. تأمین آب غیر شرب به ویژه فضای سبز منازل از جمله مباحثی است که با توجه به مسایل اقتصادی و اجتماعی منطقه متغییر است و بسته به نیاز آب مصرفی گیاهان و وسعت منطقه تفاوت دارد(قدمی و پورحسن،۱۳۹۱). رشیدی مهرآبادی و ثقفیان (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای موردی در شهر رشت به بررسیو به‌کارگیری سطوح آبگیر باران برای مدیریت منابع آب شهری پرداختند و عملکرد مخازن برای ذخیره‌سازی آب شرب مورد نیاز را محاسبه نمودند و مخازن مناسب استحصال آب باران را معرفیشد. ارزیابی جریانات ورودی و خروجی به مخازن طراحی شده باید با توجه به نیاز غیر شرب روزانه ساکنان در ساختمان‌های مسکونی در اقلیم مختلف آب و هوایی و یک مدل مناسب برای ارزیابی جریانات ورودی و خروجی در سیستم استحصال آب باران صورت گیرد. (Rashidi Mehrabadi et al., 2013).Eroksuz & Rahman (2010)نقش استحصال آب باران و پتانسیل ذخیره آب در مخازن ساختمان‌های چند واحدی در استرالیا را بررسی نموده و منافع حاصل از آن را تخمین زدند.

توسعه‌یک مدل رایانه‌ای برای استحصال آب باران در برخی از مناطق صورت گرفته است تا با استفاده از آن حجم رواناب به دست آمده را مشخص نمایند (Jones & Hun, 2009).Su et al., (2009)یک چارچوب روش تحقیقی مبتنی بر شرایط

www.SID.ir

هیدرولوژیک منطقه برای برقراری رابطه‌ی احتمالی بین ظرفیت ذخیره مخازن و میزان تأمین آب برای ساکنان توسط سیستم استحصال آب باران در شهر تایپه ارایه دادند. با توجه به سوابق پژوهش و نیاز به تأمین آب فضای سبز و نیز موقعیت خشک و نیمه خشک کوهستانیمنطقه مورد مطالعه در این تحقیق به بررسی سطوح آبگیر بام خانه‌های شهر فرهنگیان پرداخته شد. با توجه به نیاز آبی درختان منطقه و متوسط بارندگی محدوده مورد بررسی و حجم آب تخمینی می‌توان نیاز آب درختان را تأمین نمود. از این رو با توجه به کمبود منابع آبی و نیز احتیاج به فضای سبز شهری، نیاز است توجه ویژه‌ای در شهرک‌های تازه تأسیس به تأمین آب گردد.

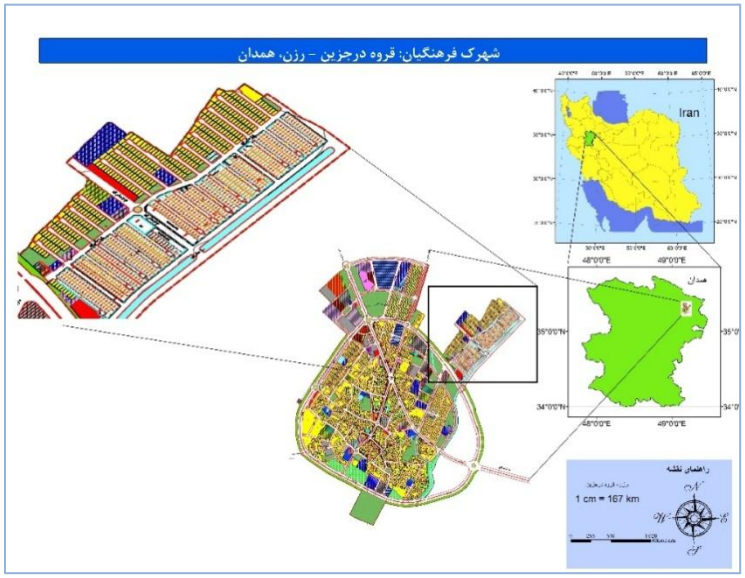
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

قُروهدَرجَزینشهریاستدراستانهمدان. قروهدرجزینمرکزبخششهرستانرزناست. اینشهردرفاصله ۸۵ کیلومتریازمرکزاستان همدانبودهوجزوتوابعشهرستانرزنمی‌باشد. قروهدرجزینددارای ۲ دهستان (بنام‌هایدرجزینعلیا (شاهنجرین) ودرجزینسفلی (درجزین) و ۲۶ آبادیمی‌باشد.اکثراهالیبخشقروهدرجزینبهکشاورزیمشغولبودهومحصولاتیازقبیلگندم،جو،انگورو... کشتمی گردد.

ازنکاتقابلتوجهاینشهر،وسعتبازارنسبتبهجمعیتآنمی‌باشدودلیلاصلیاینگستردگیوجوددهستان‌هاوآبادی‌هایذکرشدهمی‌باشد.شهرقروهدرعرض ۳۵ درجهو ۲۱ دقیقهوطول ۴۹ درجهو ۱۰ دقیقهقراردارد. قروهدرجزیناز شمالبهکوههایخرقانشهرستاناوجاستانقزوین،ازشرقبهشهرستانساوهاستانمرکزی،ازجنوببهشهرستانفامنیناستانهم دانوازغربنیزبهشهرستانرزناستانهمدانمنتهیمی گردد.چوناغلبشهرهایاطرافهمداندرارتفاعاتقراردارندودرشمالشرقوشمالاستاندشت هایوسیعیوجوددارندباعث ایجادمیدانبادهایشدیدمی‌باشند. توده‌هایهوابهراحتیاینمنطقهراتحتتاثیرقرارمی‌دهند. وجودایندشت‌هادرمجاورتنواحیمرتفعوکوهستانیباعثتولیدبادهایشدیددرسطحاستانمی‌شوندوهمینباعثشدهاستانهمداناز مناطق ادخیزکشورمحسوبشود،متوسطسرعتباددراستان ۴ متربرثانیه‌است. بهدلیلوجودهمینعواملوعواملدیگرقروهراتحتتاثیرقرارمی‌دهندوباعثشدهآبوهوایآنکوهستانیوسردباشدوهمچنینقروهازدریاهادوراست توباپیشآمدنتودههوااهایهوایشمالیوغربیرویهمرفتهآبوهوایقروهباهمدانتفاوتچندانیاز نظر هوایی ندارد. قروهدارایآبوهوایسردویخبنداندرزمستان‌هادارایآبوهوایمعتدلاست.بهدلیلزمستان‌هایطولانیوسردویخبندان (تعدادروزهاییخبنداندرقروهدرسالحدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ روزاست) و ازسردترینمناطقاستانهمدانبهشمارمی‌آید،تابستان‌هایآنتقریباًمعتدلاستوگرمترینماهسالتیرومرداداست (متوسطدما (۲۴+)وحداکثردمایمطلق ۴۰+) وسردترینماهسالدیوبهمن (حداقلدما ۵۰- ومتوسطدمایمطلق ۳۴-) می‌باشدبرخیمناطقمرتفعکوهستانیبین ۵ تا ۷ ماهپایدارمی‌ماندومیزانریزش‌هایجویدرسالحدود۳۱۹/۲میلیمترمی‌باشد (شکل ۱).

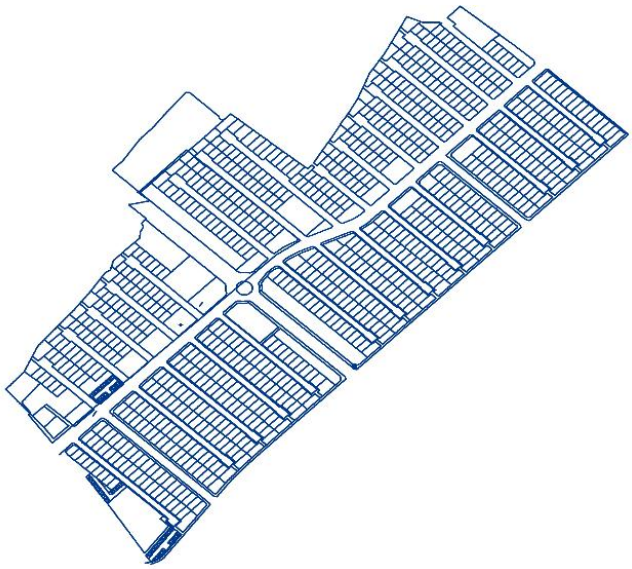
www.SID.ir



شکل (۱): محدوده مورد مطالعه

استحصال آب باران یکی از شاخص ترین تکنیک های مدیریت بهره برداری از آب باران برای مقابله با کم آبی می‌باشد که در مناطق مواجه با کمبود آب به‌سرعت در حال توسعه می باشد. (حبیبی، ۱۳۸۷) مبنای این روش اختصاص سطحی از زمین برای جمع‌آوری نزولات و سپس ذخیره‌سازی آن برای استفاده در زمان مورد نیاز می‌باشد. با توجه به تنوع روش‌های استحصال آب باران، باید در انتخاب روش مناسب به ویژگی‌هایی از قبیل مقدار بارندگی و نحوه توزیع آن، توپوگرافی زمین، نوع خاک، عمق خاک و عوامل اقتصادی و اجتماعی هر منطقه توجه جدی نمود.در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک به علت پمپاژ زیاد آب از زمین و برداشت بی‌رویه آب از رودخانه‌ها و مخازن، دیگر تامین آب از آن‌ها برای ایجاد پوشش گیاهی با توجه به تقاضای روز افزون آب کافی نخواهد بود (خبرنامه همایش کاهش و کنترل آب، ۱۳۷۶). بنابراین استفاده از منابع آب‌های دیگری مثل آب باران و سیلاب در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. تکنیک‌های سنتی برداشت آب در بسیاری از مناطق خشک انجام شده و می‌شود. برخی از نمونه‌های برجسته آن شامل: استحصال آب باران، استحصال سیلاب، استحصال مه و شبنم و استفاده از قنات و سدهای زیرزمینی و چاه‌های ویژه را می‌توان نام برد. با استفاده از این روش‌های آبیاری در مقیاسکوچک می‌توان فرصت‌های خوبی برای احیاء و بهبود مناطق خشک و نیمه‌خشک بوجود آورد. در این روش برای محاسبه سطح گیرش باران در سقف بام خانه‌ها از مساحت معادل استفاده گردیده است. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است مجموع مساحت منطقه مورد مطالعه با متراژ۲۰۷۵۵۷ مترمربع می‌باشد که طبق دستورالعمل شهرداری شهر منطقه مورد مطالعه،یک سوم زیربنای هر ساختمان متعلق به فضای سبز حیاط می‌باشد. از این رو مساحت گیرش باران برابر خواهد بود با ۱۳۸۳۷۱/۳۳ مترمربع. این مساحت با توجه به سطح فضای سبز به‌عنوان عامل یک سوم در کاهش سطح گیرش محسوب می‌شود لذا مجموع سطوح مد نظر برابر با دوسوم می‌باشد. همچنین آمار بارندگی درازمدت کل ایستگاه‌های مدیریت منابع آب ایران در جدول (۱) آورده شده است. منطقه مورد مطالعه با طولی معادل با ۱۶ کیلومتر از ایستگاه خمیگان واقع شده است و بارندگی بین ۳۱۰ تا ۳۱۹ میلی‌متر پیش‌بینی می‌شود اما بارندگی کل شهر و توابع ۳۴۹/۲ می‌باشد. با توجه به سطح نفوذ ناپذیر بام‌ها ضریب رواناب مربوط این مناطق تقریباً نزدیک به یک بوده و می‌توان انتظار داشت با رگبارهای بسیار کم نیز رواناب مورد انتظار فراهم خواهد شد.

www.SID.ir



شکل ۲: سطح گیرش باران درشهرک فرهنگیان

جدول ۱: آمار بلندمدت بارندگی ایستگاه‌های مدیریت منابع آب ایران واقع در استان همدان به میلی‌متر تا سال ۱۳۹۴

شناسه	نام استان	نام ایستگاه	متوسط درازمدت به میلی‌متر
۱۳۴	همدان	سد اکباتان	۳۰۲/۳
۱۳۵	همدان	وسج	۳۳۰/۷
۱۳۶	همدان	وراینه	۳۷۴/۷
۱۳۷	همدان	آق کهریز	۳۰۷/۳
۱۳۸	همدان	قهاوند	۳۷۹/۳
۱۳۹	همدان	خمیگان	۳۱۰/۶
میانگین کلیه آمار بارندگی ایستگاه‌های استان همدان (وزارت نیرو، ۱۳۹۴)			۳۱۰

برای تعیین دقیق میزان آب غیرشرب و آب مصرفی در فضای سبز از تحقیقات مختلف در زمینه آب در شرکت‌های مهندسی مشاور استفاده گردید. در هر یک از تحقیقات آب تخمینی با جداول سایر نقاط کشور بررسی گردید و آب مورد نیاز با توجه به میانگین مصرف آب در کشورهای مشابه و بزرگی شهرها و نیز از نظر آب و هوایی (جداول ۲تا ۴) مقدار ۱۷۸ لیتر در روز مشخص گردید.

جدول۲: میانگین مصرف سرانه مردم در کشورهای مختلف جهان در شبانه روز(شرکت مهندسی مشاورر جاماب، ۱۳۷۲)

درصد مصرف خانگی	مقدار مصرف آب برای هر نفر در روز به لیتر		جمعیت شهر برحسب نفر	نوع شهر از نظر بزرگی
	کشورهای در حال توسعه و کم آب	کشورهای مرفه و صنعتی و پرآب		
۶۰-۸۰	۸۰-۱۰۰	۱۵۰-۲۰۰	<۱۰۰۰۰	روستاها
۴۰-۶۰	۱۰۰-۱۵۰	۲۰۰-۲۵۰	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	شهرهای کوچک
۳۵-۵۵	۱۵۰-۲۰۰	۲۵۰-۴۰۰	۲۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰	شهرهای متوسط
۳۰-۵۰	۲۰۰-۳۰۰	۴۰۰-۵۰۰	>۱۰۰۰۰۰	شهرهای بزرگ

www.SID.ir

جدول ۳: بیشترین مصرف سرانه آب برای شهرهای ایران(شرکت مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۲)

نوع شهر از نظر بزرگی	جمعیت برحسب هزار نفر	مصرف سرانه (لیتر نفر در شبانه روز)		
		مناطق سرد	مناطق معتدل	مناطق گرم
شهرهای کوچک	< ۵۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۵
شهرهای متوسط	۵۰-۵۰۰	۲۰۰	۲۳۰	۲۶۰
شهرهای بزرگ	> ۵۰۰	۲۲۵	۲۶۰	۲۹۵

مصرف آب در فضای سبز[1]

در جایی که فقط یک شبکه آبرسانی، مسئولیت تامین کلیه مصارف شهری را دارد، مصرف فضای سبز خانگی جزء مصارف خانگی و مصرف فضای سبز عمومی جزء مصارف همگانی محسوب می‌شود. ولی چنانچه شبکه مجزایی برای فضای سبز در نظر گرفته شده باشد (که باید در حالت ایده‌آل بدین صورت تقسیم‌بندی گردد)، مصرف فضای سبز به طور جداگانه گروه بندی می‌شود. شبکه مجزای فضای سبز در شهرهایی به کار می‌رود که کمبود آب در آنها مشکل جدی بوده و یا کاهش هزینه‌های تصفیه آب خام موردنظر باشد. آب مصرفی شبکه‌های فضای سبز می‌تواند از آب تصفیه نشده رودخانه‌ها و یا پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری و یا استحصال آب باران تامین شود.

فضاهای سبز بسته به درجه گرمای محل و مدت زمان آن مقدار ۱۰-۱ لیتر برای هر مترمربع در شبانه روز لازم دارند. (تجریشی، ۱۳۷۶، منوچهری، ۱۳۸۰، تائبی، ۱۳۸۴) مساحت فضای سبز داخل خانه‌ها و مساحت فضای سبز عمومی با توجه به وضع فعلی و طرحهای تفصیلی آینده شهر پیش بینی شده و حداکثر مصرف روزانه فضای سبز با توجه به مساحت فضای سبز، وضعیت آب و هوایی منطقه، نوع فضای سبز و نوع گیاهان آن محاسبه می‌شود. جدول (۴) گستره حداکثر مصرف روزانه فضای سبز را در هر مترمربع از زمین‌های کشور بر حسب نوع منطقه آب و هوایی نشان می‌دهد.

جدول ۴:گستره حداکثر مصرف روزانه فضای سبز در مناطق مختلف آب و هوایی ایران (وزارت نیرو، ۱۳۹۴)

منطقه آب و هوایی	حداکثر مقدار مصرف (Li/m2.d)
سرد و کوهستانی(مناطق ۲،۱)	۲-۴
معتدل و مرطوب(مناطق ۳،۴)	۰-۲
معتدل مدیترانه‌ای(مناطق ۵،۶،۷)	۴-۱۰
گرم و خشک بیابانی(مناطق ۸،۹،۱۰)	۸-۱۴
گرم و مرطوب(مناطق ۱۱،۱۲)	۷-۱۲

اصولاً به منظور جمع آوری آمار و اطلاعات مصارف خانگی، لازم است، اقدامات ذیل صورت پذیرد:

الف ـ تقسیم بندی شهر به مناطق مختلف، با توجه به بافت شهری و صنعتی از قبیل: تراکم، سطح زندگی و نوع ساختمان‌ها.

[1] Irrigation Consumption

www.SID.ir

ب ـ انتخاب درصد مناسبی از خانه ها در هر منطقه براساس درصد نمونه گیری لازم، جهت اطلاعات مربوط به خانوار مندرج در جدول مربوطه در استاندارد صنعت آب و جمع آوری اطلاعات مربوط به مصرف، جمعیت مصرف کنندهٔ آب، سطح زیر بنا، مساحت فضای سبز و غیره، طبق پرسشنامه های مدون.

ج ـ جمع آوری آمار و اطلاعات قابل دسترسی مربوط به مصرف این خانه ها در ماهها یا دوره‌های مختلف سالهای گذشته.

د ـ جمع آوری آمار و اطلاعات مربوط به درصدی از جمعیت در زمان مطالعه طرح که به علت نداشتن انشعاب، به صورت غیر مستقیم از شبکه استفاده می کنند و همچنین اطلاعات مربوط به انشعابات غیر مجاز.

هـ ـ اندازه گیری ۲۴ ساعته از آب مصرفی شهر، حداقل در سه روز پر مصرف سال، جهت تعیین حداکثر و حداقل مصرف ساعتی سرانه.

نتایج

در این پژوهش واحدهای مسکونی با متراژ ۱۸۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ متر تفکیک شده‌اند. لذا بررسی‌ها در سه گروه به ترتیب A و B و C قرار گرفتند و در بازه زمانی ۶۰ روز مورد پایش قرار گرفتند. با ثبت مقادیر بارندگی در یک نقطه و تفکیک سطوح مختلف بام‌ها حجم آب در هر یک از خانه‌ها و در هر گروه مشخص گردید. سپس میانگین مصرف آب موجود در منطقه براساس دسته‌بندهای مختلف مصرف طبقه‌بندی گردید.مصرف خانگی آب شامل مصارف آشامیدن، پخت و پز، ظرفشویی، حمام، دستشویی، لباسشویی، شستشوی خانه، وسایل تهویه (کولر)، فضای سبز خانگی و غیره می‌شود. که با توجه به جداول تعیین میزان آب غیرشرب و مساحت هر گروه مقادیر حجم آب به‌دست آمده به تفکیک در جدول ۵ و ۶ حاصل گردید.

جدول ۵: حجم آب ذخیره شده در یک واحد مسکونی در متراژ مختلف به متر مربع در سال

گروه	سطح سقف به متر مربع	حجم آب به متر مکعب در سال	تعداد روز
A	۱۳۰	۴۰/۳	۶۰
B	۱۴۰	۴۳/۴	۶۰
C	۱۷۰	۵۲/۷	۶۰

جدول ۶: حجم آب ذخیره شده در زیرگروه واحدهای مسکونی در متراژ مختلف به متر مربع در سال

گروه	سطح سقف به متر مربع	مجموع زیرگروه به متر مربع	حجم آب به متر مکعب در سال	تعداد روز
A	۱۳۰	۳۴۵۹۲/۸۳	۱۰۷۲۳/۷۷	۶۰
B	۱۴۰	۱۰۳۷۷۸/۵	۳۲۱۷۱/۳۳	۶۰
C	۱۷۰	۶۹۱۸۵/۳۳	۲۱۴۴۷/۴۵	۶۰

www.SID.ir

میانگین روزانه مصارف فوق در طول سال برای هر نفر، متوسط مصرف سرانه خانگی نامیده شد. مطابق استاندارد صنعت آب، در صورتی که آمار مناسب و درستی از مصرف خانگی در دسترس نباشد، متوسط مصرف سرانه خانگی (بدون فضای سبز)، بین ۷۵ تا ۱۵۰ لیتر در روز به ازای هر نفر در نظر گرفته می‌شود. مصرف خانگی آب مردم این منطقه بستگی به شرایط و عوامل گوناگونی دارد. در شهرهای بزرگ که مردم به بهداشت و پاکیزگی توجه بیشتری دارند و معمولاً از نظر مالی دارای سطح زندگی بالاتری هستند، مصرف روزانه آنها بیشتر است. در جدول ۷ میزان مصرف آب خانگی منطقه مورد مطالعه از طریق پرسشنامه‌های جاماب به‌دست آمده است (جدول ۷) (شرکت مهندسی مشاور جاماب، ۱۳۹۰).

جدول ۷ : توزیع نوع اجزای مصرف سرانه خانگی آب (به استثنای فضای سبز خانگی) کشور تا سال ۱۳۹۵
سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۱)

نوع مصرف	مقدار مصرف (لیتر به ازای هر نفر در روز)
آشامیدن	۲-۵
پخت و پز	۵-۱۰
حمام	۲۵-۵۰
لباسشویی	۱۰-۲۰
ظرفشویی	۵-۱۵
دستشویی و توالت	۲۰-۳۰
شستشوی خانه	۳-۱۰
کولر و تهویه مطبوع	۲-۵
متفرقه	۳-۵
جمع کل	۷۵-۱۵۰

طبق برنامه چهارم توسعه، الگوی مصرف آب هر خانوار ۲۲/۵ مترمکعب در ماه تعیین شده که در نتیجه هر نفر بطور متوسط در شبانه روز می تواند ۱۷۰ لیتر آب مصرف نماید متأسفانه باتوجه به رشد بی رویه شهرنشینی در کشور، آمار چند ساله اخیر نیز نشان از مصرف سرانه بطور متوسط ۲۵۰ تا ۳۰۰ لیتر در شبانه روز می دهد. در سال ۱۳۷۳ متوسط تقاضای سرانه آب شهری در کشور ۲۴۲ لیتر به ازای هر نفر در روز بدست آمده است.

سیستم سطوح آبگیر بام خانه

این سیستم در منطقه‌ی مورد مطالعه با توجه به آمار بارندگی و درصد تأمین آب غیر شرب ساکنان آن و مساحت استحصال آب باران طراحی می‌شود. از ابتدای شروع کار سیستم سطوح آبگیر تا کنون تفاوت بسیار زیادی از نظر روش کار نداشته و در اصول کلی مشابه می‌باشد اما در تعیین مقادیر مورد نیاز آب شرب و تجهیز و تکمیل برخی قطعات تفاوت داشته و از نظر

www.SID.ir

تکنولوژی روز به روز تخصصی و تجهیز گردیده است. در شکل ۳ جدیدترین فناوری استحصال آب باران که دارای بخش-های زیر می‌باشد برای شهرک مسکونی مورد مطالعه پیشنهاد شده است. اجزای آن شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

۱- سطح جمع آوری آب باران: با توجه به این که در منطقه مورد مطالعه ۹۰درصد از خانه‌های مذکور بامی به صورت مستطیلی و غیر شیروانی دارند و علاوه بر آن ۸۰ درصد سطح آن‌ها کاملاً مسطح و ایزوگام می‌باشد لذا هدر رفت آب بسیار کم بوده و با توجه به این که در زمان‌هایی که بارندگی وجود دارد حداقل تا ۱۲ ساعت هوا ابری بوده و نیز با توجه به خشک و کوهستانی بودن منطقه بیشتر بارش-ها در فصل پاییز و زمستان است و هوا سرد می‌باشد؛ لذا تبخیر از سطوح بسیار کم می‌باشد. این سطح تمامی آب باران را جذب نموده و به ناودان انتقالی حمل می‌نماید.

۲- ناودان: این بخش حتماً باید به توری آشغالگیر مجهز باشد تا علاوه بر جلوگیری از ورود سنگ و برگ از ورود حشرات به داخل لوله انتقال و پس از آن به مخزن جلوگیری نماید.

۳- محافظ ناودان: این محافظ با ایجاد یک ارتفاع بین ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر از بیرون ریخته شدن آب باران و آب حاصل از ذوب برف جلوگیری می‌نماید.زمانی که آب به ارتفاع مشخصی که وابسته به شیب بام می‌باشد رسید تمامی آبروی بین کانال و محافظ آن نقش تخلیه کننده رواناب را خواهند داشت.

۴- فیلتر ابتدایی: با توجه به ورود اجسام مختلف به همراه باران، فیلتر ابتدایی جهت حذف اجسام فیزیکی و هدایت آب از ناودان به لوله‌های انتقال صورت می‌گیرد.

۵- سیفون آشغالگیر: پس از عبور آب از فیلتر ابتدایی خاک و اجسام بسیار ریز نیز از فیلتر ابتدایی عبور می‌کنند. به‌منظور اینکه از ورود و ته‌نشینی ذرات زیر نیم میلی‌متر جلوگیری شود، آب در مسیر ورود خود به مخزن از یک سیفون عبور می‌کند تا پس از کاهش انرژی جنبشی به مخزن هدایت شود.

۶- ورودی مخزن: ورودی مخزن به گونه‌ای تعبیه می‌شود که هیچ گونه ورودی غیر از لوله انتقال آب به آن وجود نداشته باشد زیرا عبور هوا و نور باعث رشد جلبک و ورود عوامل بیماری‌زا می‌گردد.

۷- مخزن: در حال حاضر در کشور مخزن با اندازه‌ها و رنگ‌های مختلف با انواعی از مواد فلزی و پلی اتیلن تولید می‌شود اما در بررسی‌های به‌عمل آمده مناسب‌ترین مخزن، مخزن سطحی، مات و دارای شیر تخلیه از کف می‌باشد. این مخازن با طراحی مناسب خود باعث می‌شوند تا علاوه بر حفظ کیفیت آب ورودی و نگهداری شده در مخزن قابلیت جابه‌جایی و تخلیه کامل را نیز داشته باشد.

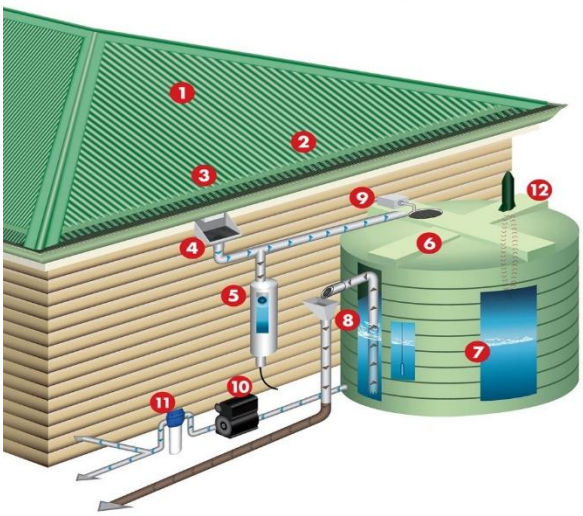
۸- شیر تخلیه سرریز: در برخی بارش‌ها ممکن است شدت رگبار یا مدت بارندگی به‌گونه‌ای باشد که مخزن طراحی شده توانایی گنجایش آب مورد نظر را نداشته‌باشد لذا پس از رسیدن به حد آستانه در مخزن، آب اضافی از سرریز مخزن خارج می‌شود. در مدل-های دیگر که با هزینه بالاتری همراه است این تخلیه قبل از ورود به مخزن و با دستور شناور موجود در مخزن صورت گیرد تا احتمال ورود اجسام شناور در آب کاهش یابد. اما هزینه‌ی اقتصادی آن در مقایسه با فعالیت صورت گرفته مقرون به‌صرفه نبوده و تنها در مخازن عظیم موجود در کارخانجات در یک سیستم یکپارچه پیشنهاد می‌گردد.

۹- آب اضطراری: در برخی موارد نظیر آبیاری فضای سبز شهرک نیاز است تا مقادیری آب به سیستم تزریق شود تا مدت زمان آبیاری یا انجام عملی پایان پذیرد و نیز ممکن است در محل سکونت چاه آب وجود داشته باشد که بتوان برای موارد غیر آشامیذنی نظیر شستشو استفاده نمود، لذا می‌توان آب در اختیار را به مخزن از طریق لوله‌ی جداگانه اضافه نمود. اما باید توجه داشت که در موارد دیگر این ورودی کاملاً پلمپ گردد.

۱۰- پمپ آب: با دخیره آب در مخزن انرژی جنبشی نزدیک به صفر رسیده و برای استفاده از آن نیاز است تا انرژی صرف گردد. با استفاده از یک پمپ مکش، آب از مخزن به سمت نقطه‌ی خروج یا استفاده پمپاژ می‌شود.

۱۱- فیلتر تصفیه: در صورتی که از آب در استحمام و شستشو استفاده می‌شود از فیلترهای سیلیکاته و کاغذی و یا حتی هیدروکربنی استفاده می‌گردد تا آب نهایی عاری از برخی جلبک‌ها و مواد عفونی باشد. (شکل ۳ و ۴).

www.SID.ir



1	سطح آبگیر	7	مخزن آب
2	ناودان	8	تخلیه آب مازاد
3	محافظ ناودان	9	تامین کننده آب اضطراری
4	ورودی آب باران به فیلتر	10	پمپ آب
5	سیفون آشغالگیر	11	فیلتر تصفیه آب
6	ورودی آب به مخزن	12	شاخص نشان دهنده آب

شکل ۳: سیستم پیشنهادی استحصال آب باران در سطوح بام خانه‌های مسکونی منطقه مورد مطالعه

شکل ۴: نمونه مشابه در کشور ایتالیا

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

تعیین نیاز آب غیرشرب در شهرک فرهنگیان نگاهی نو و تدبیرگرایانه با توجه به وضعیت کم‌آبی کشور می‌باشد. توجه دقیق به آب استحصال یافته از سطوح بام خانه‌ها در مناطقی که میزان بارندگی بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر دارند بسیار راضی کننده است، اگر چه در مناطقی با بارندگی متوسط سالانه ۵۰ میلی‌متر هم در فصول پاییز و زمستان نتایج خوبیرا دربرداشته است (زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۲). رویکرد این پژوهش تعیین دقیق انواع نیازهای ساکنان منطقه مورد مطالعه به آب شهری می‌باشد اما راهکاری که در ورای این تحقیق خود نمایی می‌کند جایگزینی مناسب برای تأمین آب مورد نیاز غیرشرب منطقه است. طراحی و ساخت سیستم استحصال آب باران با جدیدترین متد و در عین حال کم هزینه نیازمند بررسی شرایط جوی و اقتصادی، نیازها و مشارکت ذینفعان می‌باشد. این پژوهش اجزای مختلف یک سیستم جمع‌آوری آب باران را تشریح می‌نماید که این سیستم می‌تواند با استفاده از ابتکارات محلی طراحی و اجرا شود اما نکته قابل توجه این است که ملزومات یک سیستم باید اجزای مطروحه را داشته باشند. روش‌های مختلف استفاده از این تکنیک نسبتاً ارزان است و می‌تواند جایگزین خوبی برای نقاطی باشند که به منابع آبی معمول دسترسی ندارند و یا هزینه استفاده از این منابع برایشان مقرون به صرفه نیست. بر خلاف سیستم‌های متکی به پمپاژ، روش‌های استحصال آب باران عمدتاً ثقلی عمل می‌کنند و نگهداری از آنها آسانتر است مگر آنکه نیاز به فشار آب باشد که در اکثر موارد در آبیاری قطره‌ای به آن نیاز نیست. در مناطقی که استفاده از آب زیرزمینی بخاطر افت زیاد سطح سفره و شور شدن آن مشکل آفرین شده است، روش‌های استحصال آب باران می‌تواند به کاهش اتکاء به این منابع کمک شایانی نماید. از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و سنجش از دور (RS) می‌توان برای شناسایی مناطق مناسب برای این کار استفاده کرد. طرح استحصال آب باران باید با توجه به نوع استفاده برای هر منطقه مطابقت داده شده و توسط بهره برداران پذیرفته شده و نیز با توجه به شرایط زیست محیطی پایدار باشد. در مقایسه روش‌های استحصال آب با سایر روش‌های تامین آب، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که شیوه‌های استحصال آب باران، قابلیت مدیریت بر منابع آبی بالادستی را به‌طور موثرتری فراهم می‌کند و علاوه بر آن می‌تواند به‌عنوان منبعی برای آبیاری تکمیلی در دوره‌های بحرانی کم آبی مورد استفاده قرار گیرد و از خسارت جلوگیری نماید.اگرچه مقیاس استحصال آب باران در مقایسه با سدسازی و یا حفر چاه ناچیز می‌نماید، اما این نوع طرح‌ها دارای پتانسیل اجرایی بیشتری در اقصی نقاط کشور می‌باشند، با محیط سازگارتر است و مشارکت مردمی بیشتری را جذب می‌نماید.این سیستم‌ها وابستگی کمتری به سرمایه گذاری خارجی دارند اگرچه تسهیلات بانکی محدود اغلب مورد نیاز می‌باشد.

باروندیکهتقاضایآبدردنیامی‌پیمایددیرینمی‌پایدکهتامیناًبشیرینقابلشربهیکمعضلبینالمللیبدلشدهودرآینده-اینزدیکمبنایاختلافاتوجنگبیناقواموملمختلفقرارگیردمگراینکهمدیریتصحیحبرنحوهاستحصالومصرفآناعمالگردد.اگرچهآبیکیازمنابعتجدیدشوندهبهشمارمیرودولیباتوجهبهمحدودیتمنابعآبیوافزایشجمعیتدرکشوردستیابیبهیکتعادلنسبیدرزمینهعرضهومصرفآنیکاصلاساسیوضروریاستکهاینمهممستلزمداشتنمدیریتجامعآبدرتمامبخش‌ها(شرب،صنعتوکشاورزی) می‌باشد کهتحققاینمهمهمکاریتمامارگان‌هایمربوطهومردمرامی‌طلبد.

منابع

۱- رضایی، ر.، محوی، الف و امینی، ف. (۱۳۸۹). "بررسی تعیین مقدار رواناب ناشی از بارش باران در شهر سنندج"، اولین کنفرانس ملی مدیریت سیلاب‌های شهری. تهران. ۱-۹.

www.SID.ir

۲- عباسی، ع.، طباطبائی یزدی و غفوریان، ر. (۱۳۹۰). "بررسی رابطه بارش و آستانه ایجاد رواناب در سطوح آبگیر شهری"، مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، ۷ و ۸ اردیبهشت، اصفهان. ۱-۱۰.

۳- دستورانی، م.(۱۳۹۲). "بررسی امکان جمع آوری آب از سطح جاده‌هاو بزرگراه‌ها جهت ایجاد فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک". مجله سامانه‌های سطوح آبگیر. سال اول، شماره ۳: ۳۹-.

۴- قدمی،س.م.،پورحسن،م. (۱۳۹۲). "بهره‌برداریازرواناب‌هایسطحیمحدودهداخلوپیرامونپارکطبیعتپردیسمشهد". سالاول،شماره ۳: ۴۵-۵۴.

۵- رشیدیمهرآبادی،م.ح.،ثقفیان،ب. (۱۳۹۳). "بهکارگیریسطوحبارانبرایمدیریتمنابعآبشهری (مطالعهموردی: رشت)". سالدوم،شمارهاول: ۹- ۱۶.

۶- وزارتنیرو،(۱۳۹۴)،"پایشروزانهبارندگیایستگاههایاستانهمدان". ۳۷-۳۸

۷- شرکتمهندسیمشاورجاماب،(۱۳۷۵)،"کلیاتوسیمایمدیریتموجودآبکشور". نشریه ۴۳:۵۴-۴۹.

۸- وزارتنیرو،(۱۳۷۵).بخشآبوفاضلابشهری،"مروریبرروندپیدایشتحولات،اهدافوسیاست‌ها". ۱۱۵.

۹- شرکتجاماب،(۱۳۷۲)،"گزارشآبتهران". ۱۲۵.

۱۰- سازمانبرنامهوبودجهووزارتنیرو،(۱۳۷۱)،"مبانیوضوابططراحیطرحهایآبرسانیشهری"،نشریهشماره ۳-۱۱۷.

۱۱- تجریشی،م،(۱۳۷۶)."نگرشیجامعببهرفعبحرانآبدرتهران"،مجلهآبوفاضلاب،شماره ۲،۲۲-۱۲.

۱۲- منوچهری،غ،(۱۳۸۰)،"مدیریتآبوفاضلابشهری"،شرکتمهندسیآبوفاضلابکشور. ۲۲-۴۵.

۱۳- تائبیامیر،چمنیمحمدرضا،شبکههایتوزیعآبشهری،دانشگاهصنعتیاصفهان ۱۳۸۴

۱۴- حبیبی،م.ح،(۱۳۷۸)،"مدیریتمصرفآب"،اولینهمایشمنطقهاییبیلانآب،اهواز،۴۱۲-۴۲۹.

۱۵- خبرنامهنخستینهمایشملیکاهشوکنترلآببهحسابنیامده، (۱۳۷۶). ۱-۲.

۱۶- زهتابیان، غ.، مسعودی، ر.، خسروی، ح. (۱۳۹۲). "بررسی روش جمع‌آوری آب باران از سقف خانه‌ها (DRWH) (مطالعه موردی: استان گلستان)". مجله سامانه‌های سطوح آبگیر، سال اول، شماره ۳: ۱۴-۲۰.

17- Dreelin E. A., Fowler L., Carroll C. R. (2006). "A test of porous pavement afictiveness on clay soils during natural storm events", water research, No. 40, 799 – 805.

18- Schaad D. E., Farley J. and Haynes C. (2009). "Design and routing of storm flows in an urbanized watershed without surface streams", Journal of Hydrology 375, 334–344.

19- Imteaz M. A., Adeboye O. B., Rayburg S. and Shanableh A. (2012). "Rainwater harvesting potentialfor southwest Nigeria using daily water balance Model, Resources, Conservation and Recycling, 62, 51–55.

20- Song J., Han M., Kim T. and Song J. 2008. “Rainwater harvesting as a sustainable water supplyoption in Banda Aceh” Journal of Desalination, 248, 233–240.

21- Abdulla F. A. and Al-Shareef A. W. (2008). “Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan.” Desalination, 243, 195–207.

22- Rashidi Mehrabadi M.H., Saghafian B. and Haghighi Fashi F. (2013), “Assessment of residentialr ainwater harvesting efficiency for meeting non-potable water demands in three climate conditions”.Journal of Resources, Conservation and Recycling, 73, 86-93.

23- Eroksuz, E. and Rahman, A. (2010). “Rainwater tanks in multi-unit buildings: A case study forthree Australian cities” Journal of Resources, Conservation and Recycling, 54, 1449–1452.

24- Jones, M.P. and Hunt, W.F. (2009). “Performance of rainwater harvesting systems in thesoutheastern United States” Journal of Resources, Conservation and Recycling, 54 (2010), 623-629.

25- Su M.D., Lin C.H., Chang L.F., kang J.L. and Lin M. C. (2009). “A probabilistic approach torainwater harvesting systems design and evaluation” Resources, Conservation and Recycling, 53, 393–399.

www.SID.ir

Archive of SID

Supplying non drinking water in residential regions using rain water harvesting (Case study: Farhangian town- Razan township)

Mohsen Mohseni Saravi[2], Payam Ebrahimi[3], Jamile Salimi Koochi[4]

Abstract

Rain water harvesting has been significant for many years ago, but the rain water foot print is a subject that is Less considered. This research investigated rain water foot print on roof of houses according to long time mean precipitation in one of new residential town in Hamedan province. Then out flow water volume from whole area and average water volume of each roof determined and a method for harvesting this water was suggested. According to calculation the water volume, the sum roof area in this town is 138371.33 m^2 and the mean annual precipitation is 310 mm and the overall volume of precipitation in the study area is 42895.11 m^3. According to annual water budget in this region (178 liter), and this water is sufficient for 240 persons in a year. But because this water isn't proper for drinking, it is sufficient for nondrinking uses for 268persons. According to water crisis, the result of this research showed if this water used for green spaces irrigation, none livestock in this town don't need to urban water for green spaces irrigation.

Keywords: Rain water, water catchment, Farhangian town, Harvesting menthod, Rain water foot print.

۲ Corresponding Author*, University of Tehran, College of Agriculture and Natural Resources - Karaj – Iran. msaravi@ut.ac.ir
۳ University of Tehran, College of Agriculture and Natural Resources - Karaj – Iran. 09359453913, ebrahimi1393@ut.ac.ir
٤ University of Tehran, College of Agriculture and Natural Resources - Karaj – Iran. 09376363341, j.salimi@ut.ac.ir

www.SID.ir