

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

محسن محسنی ساروی^۱، پیام ابراهیمی^۲، 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 زمان های بسیار گذشته مورد توجه بوده است اما رد پای آب باران مسئله ای است که در جمع آوری آب باران کمتر به آن توجه می شود. این پژوهش در یکی از شهرک های مسکونی جدید در استان همدان به بررسی رد پای آب باران در سقف خانه های مسکونی با توجه به متوسط بارندگی دراز مدت پرداخته است و پس از تعیین حجم آب خروجی از کل سطح و متوسط هر کدام از بام ها به ارایه پیشنهاد روش استحصال مقدار آب گیرشی توسط سقف خانه ها پرداخته است. با توجه به محاسبات صورت گرفته مساحت $138371/33$ مترمربع و متوسط بارندگی درازمدت سالانه 310 میلی متر می باشد. حجم کل آب باران در منطقه مورد مطالعه در طول یک سال برابر است با $42895/11$ متر مکعب که این مقدار با توجه به سرانه آب مصرفی در منطقه ی شهری مورد مطالعه (178 لیتر) برای 240 نفر در یک سال کافی بوده اما با توجه به اینکه آب استحصال یافته قابل شرب نیست، لذا این آب برای 268 نفر در سال به منظور فعالیت های غیر شرب مناسب می باشد. با توجه به بحران آب، نتایج این پژوهش نشان می دهد چنانچه آب مذکور به صورت قطره ای 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.

واژه های کلیدی: آب باران، سطوح آبگیر، شهرک فرهنگیان، روش استحصال، رد پای آب باران

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

مقدمه

سیستم های سطوح آبگیر طوری طراحی می شوند 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 می شود و مشخصه ی آن ورود مستقیم آب از یک سطح آبگیر نسبتاً کوچک به پای ریشه گیاه می باشد. از جمله عوامل مهمی که نقش قابل توجهی در افزایش نگهداری رطوبت خاک به عهده دارد، می توان 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 سیستم های استحصال نزولات جوی، از اهمیت به سزایی برخوردار است. تاکنون تحقیقات گسترده ای در اکثر مناطق دنیا در خصوص استفاده از سطوح عایق و نفوذناپذیر جهت استحصال آب باران انجام گرفته که تفاوت آن ها در نوع بهره برداری از رواناب استحصال شده می باشد. استحصال آب از طریق سامانه های سطوح آبگیر به مفهوم استفاده از ریزش های جوی از طریق مدیریت بارندگی تلقیم می شود. (Dreelin et al., 2006) ضریب رواناب را برای دو نوع پارکینگ پوشیده شده با آسفالت و پوشیده شده از مصالح متخلخل مورد بررسی قرار داده اند. در این بررسی 9 واقعه بارندگی مورد بررسی قرار گرفت که ضریب رواناب برای محیط متخلخل از 0 تا 26 درصد متغیر بوده است. همچنین روندیابی جریان ناشی از بارندگی در حوزه های شهرنیز انجام می شود که تأثیر آن در دبی پیک ملموس است (Schaad et al., 2009) از جمله بررسی هایی که در زمینه ی پتانسیل استحصال آب استفاده می گردد مدل های بیلان و حجم روزانه بارندگی و سطوح نفوذ ناپذیر است (Imteaz et al., 2012). رضایی و همکاران (1389) مقدار رواناب ناشی از بارش باران را در شهر سمنان مورد بررسی قرار دادند و دریافتند شیب زیاد و سطوح نفوذ ناپذیر باعث ایجاد سیلاب های ناگهانی می گردد. در پژوهشی دیگر دستورانی (1387) به بررسی جمع آوری آب باران از سطوح شهری پرداخت و برخی روش های جمع آوری آب باران در مناطق خشک و نیمه خشک را مشخص نمود. سطوح آبگیر شهری و تأثیر پارامتر آستانه شروع رواناب مهمترین عوامل ایجاد رواناب می باشد اما چگونگی استفاده از آب باران برای استفاده غیر شرب گامی دیگر از افق نوین مدیریتی می باشد (عباسی و همکاران، 1390). (Song et al., 2008) بر روی قابلیت به کارگیری استحصال آب باران به عنوان 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 12 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 متغیر است و بسته به نیاز آب مصرفی گیاهان و وسعت منطقه تفاوت دارد (قدمی و پورحسن، 1391). رشیدی مهرآبادی و ثقفیان (1392) در مطالعه ای موردی در شهر رشت به بررسی به کارگیری سطوح آبگیر باران برای مدیریت منابع آب شهری پرداختند و عملکرد مخازن برای ذخیره سازی آب شرب مورد نیاز را محاسبه نمودند و مخازن مناسب استحصال آب باران را معرفی نمودند. ارزیابی جریانات ورودی و خروجی به مخازن طراحی شده باید با توجه به نیاز غیر شرب روزانه ساکنان در ساختمان های 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 ساختمان های چند واحدی در استرالیا را بررسی نموده و منافع حاصل از آن را تخمین زدند.

توسعه ی یک مدل رایانه ای 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

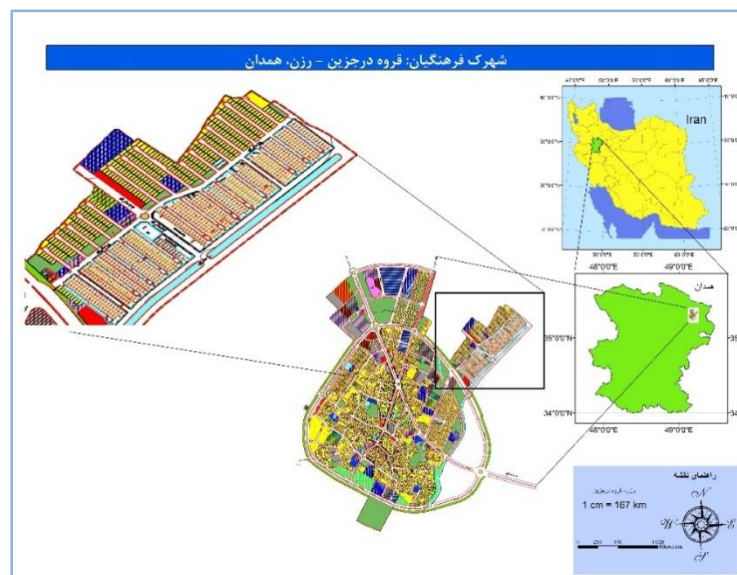
هیدرولوژیک منطقه برای برقراری رابطه‌ی احتمالی بین ظرفیت ذخیره مخازن و میزان تأمین آب برای ساکنان توسط سیستم استحصال آب باران در شهر تاییه ارایه دادند. با توجه به سوابق پژوهش و نیاز به تأمین آب فضای سبز و نیز موقعیت خشک و نیمه خشک کوهستانیمنطقه مورد مطالعه در این تحقیق به بررسی سطوح آبگیر بام خانه‌های 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

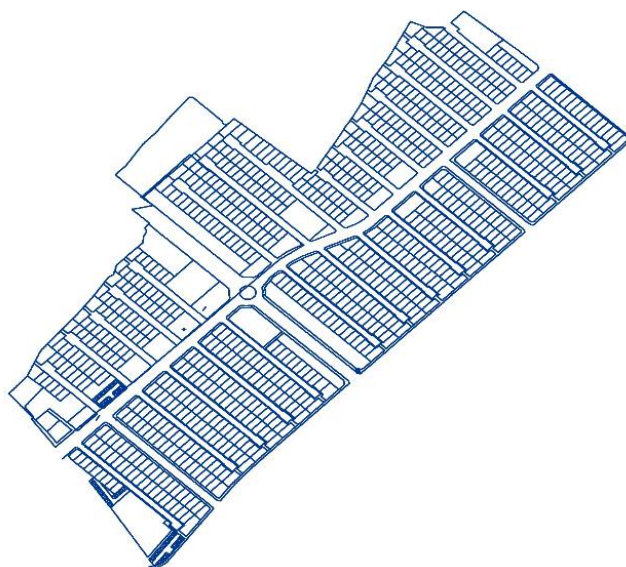
قروهدر جزین شهر یاستدر استانهمدان. قروهدر جزین مرکز بخششهرستانرزناست. این شهر در فاصله 85 کیلومتری از مرکز استان همدان بود و جزو توابعشهرستانرزنی باشد. قروهدر جزین دارای 2 دهستان (بنام هایدر جزینعلیا (شاهنجرین) و در جزین سفلی (در جزین) و 26 آبادی می باشد. اکثر اهالی بخش قروهدر جزین به کشاورزی مشغول بوده و محصولات پنبه، گندم، جو، انگور و... کشت می گردد.

از نکات قابل توجه این شهر، وسعت بازار نسبت به جمعیت آن می باشد و دلیلاً صلیبا ی گسترده گیو وجود دهستان ها و آبادی های ذکر شده می باشد. شهر قروهدر عرض 35 درجه و 21 دقیقه طول 49 درجه و 10 دقیقه قرار دارد. قروهدر جزین از شمال به کوه های خرقان شهرستان آوج استان قزوین، از شرق به شهرستان ساو و استان مرکزی، از جنوب به شهرستان فامنین استانهمدانواز غرب نیز به شهرستانرزناست استانهمدان منتهی می گردد. چون اغلب شهرهای اطراف همدان در ارتفاعات قرار دارند و در شمال شرق و شمال استاندشت های وسیع وجود دارد ن باعث ایجاد میدان بادهای شدید می باشند. توده های هوا بهر احتیاج این منطقه را تحت تاثیر قرار می دهند. وجود این دشت هادر مجاور تنوا حیمیر تفعو کوهستان بیاعث تولید بادهای شدید در سطح استان می شوند و همین باعث شد هاستانهمدان از مناطق بدخیز کشور محسوب شود، متوسط سرتعداد در استان 4 متر بر ثانیه است. به دلیل وجود همین عوامل و املاک دیگر قروهدر تحت تاثیر قرار می دهند و باعث شد هابو هوا یا نکوهستان یوسر د باشد و همچنین قروهدر از دریاها دور است. توپایشاً مدنود ههواهای هوایشمالیو غربیرویهمرفتهابو هوا یقروهباهمدان تفاوت چندانی از نظر هوایی ندارد. قروهدر ایابو هوایسردو یخبندان در زمستان هادار ایابو هوای معتدل است، به دلیل زمستان های طولانی و سرد دو یخبندان (تعداد روز های یخبندان در قروهدر سال حدود 120 تا 130 روز است) و از سردترین مناطق استانهمدان به شمار می آید، تابستان های آن تقریباً معتدل است و گرمترین ماه سال تیر و مرداد است (متوسط دما +24) و حداکثر دما مطلق +40) و سردترین ماه سال دیو بهمن (حداقل دما -50 و متوسط دما مطلق -34-) می باشد بر خیم مناطقمر تفعکوهستان بیبین 5 تا 7 ماه پایداری ماند و میزانی ریزش های جویدر سال حدود 2/319 میلیمتر می باشد (شکل 1).



شکل (1): محدوده مورد مطالعه

استحصال آب باران یکی از شاخص ترین تکنیک های مدیریت بهره برداری از آب باران برای مقابله با کم آبی می باشد که در مناطق مواجه با کمبود آب به سرعت در حال توسعه می باشد. (حبیبی، 1387) مبنای این روش اختصاص سطحی از زمین برای جمع آوری نزولات و سپس ذخیره سازی آن برای استفاده در زمان مورد نیاز می باشد. با توجه به تنوع روش های استحصال آب باران، باید در انتخاب روش مناسب به ویژگی هایی 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 نیمه خشک به علت پمپاژ زیاد آب از زمین و برداشت بی رویه آب از رودخانه ها و مخازن، دیگر تامین آب از آن ها برای ایجاد پوشش گیاهی با توجه به تقاضای روز افزون آب کافی نخواهد بود (خبرنامه همایش کاهش و کنترل آب، 1376). بنابراین استفاده از منابع آب های دیگری مثل آب باران و سیلاب در دهه های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. تکنیک های سنتی برداشت آب در بسیاری از مناطق خشک انجام شده و می شود. برخی از نمونه های برجسته آن شامل: استحصال آب باران، استحصال سیلاب، استحصال مه و شبنم و استفاده از قنات و سدهای زیرزمینی و چاه های ویژه را می توان نام برد. با استفاده از این روش های آبیاری در مقیاس کوچک می توان فرصت های خوبی برای احیاء و بهبود مناطق خشک و نیمه خشک بوجود آورد. در این روش برای محاسبه سطح گیرش باران در سقف بام خانه ها از مساحت معادل استفاده گردیده است. همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است مجموع مساحت منطقه مورد مطالعه با متر² 207557 مترمربع می باشد که طبق دستورالعمل شهرداری شهر منطقه مورد مطالعه، یک سوم زیربنای هر ساختمان متعلق به فضای سبز حیاط می باشد. از این رو مساحت گیرش باران برابر خواهد بود با 138371/33 مترمربع. این مساحت با توجه به سطح فضای سبز به عنوان عامل یک سوم در کاهش سطح گیرش محسوب می شود لذا مجموع سطوح مد نظر برابر با دوسوم می باشد. همچنین آمار بارندگی درازمدت کل ایستگاه های مدیریت منابع آب ایران در جدول (1) آورده شده است. منطقه مورد مطالعه با طولی معادل 16 کیلومتر از ایستگاه خمیگان واقع شده است و بارندگی بین 310 تا 319 میلی متر پیش بینی می شود اما بارندگی کل شهر و توابع 349/2 می باشد. با توجه به سطح نفوذ ناپذیر بام ها ضریب رواناب مربوط این مناطق تقریباً نزدیک به یک بوده و می توان انتظار داشت با رگبارهای بسیار کم نیز رواناب مورد انتظار فراهم خواهد شد.



شکل ۲: سطح گیرش باران در شهرک فرهنگیان

جدول ۱: آمار بلندمدت بارندگی ایستگاه های مدیریت منابع آب ایران واقع در استان همدان به میلی متر تا سال ۱۳۹۴

شناسه	نام استان	نام ایستگاه	متوسط درازمدت به میلی متر
134	همدان	سد اکباتان	302/3
135	همدان	وسج	330/7
136	همدان	وراینه	374/7
137	همدان	آق کهریز	307/3
138	همدان	قهاوند	379/3
139	همدان	خمیگان	310/6
میانگین کلیه آمار بارندگی ایستگاه های استان همدان (وزارت نیرو، ۱۳۹۴)			310

برای تعیین دقیق میزان آب غیرشرب و آب مصرفی در فضای سبز از تحقیقات مختلف در زمینه آب در شرکت های 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 ۲ تا ۴) مقدار ۱۷۸ لیتر در روز مشخص گردید.

جدول ۲: میانگین مصرف سرانه مردم در کشورهای مختلف جهان در شبانه روز (شرکت مهندسی مشاور جاماب، ۱۳۷۲)

درصد مصرف خانگی	کشورهای در حال توسعه و کم آب	کشورهای مرفه و صنعتی و پر آب	جمعیت شهر برحسب نفر	نوع شهر از نظر بزرگی
60-80	80-100	150-200	<10000	روستاها
40-60	100-150	200-250	10000-20000	شهرهای کوچک
35-55	150-200	250-400	20000-100000	شهرهای متوسط
30-50	200-300	400-500	>100000	شهرهای بزرگ

جدول 3: بیشترین مصرف سرانه آب برای شهرهای ایران (شرکت مهندسی مشاور جاماب، 1372)

نوع شهر از نظر بزرگی	جمعیت بر حسب هزار نفر	مصرف سرانه (لیتر نفر در شبانه روز)		
		مناطق سرد	مناطق معتدل	مناطق گرم
شهرهای کوچک	< 50	175	200	225
شهرهای متوسط	50-500	200	230	260
شهرهای بزرگ	> 500	225	260	295

مصرف آب در فضای سبز

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 می شود. ولی چنانچه شبکه مجزایی برای فضای سبز در نظر گرفته شده باشد (که باید در حالت ایده آل بدین صورت تقسیم بندی گردد)، مصرف فضای سبز به طور جداگانه گروه بندی می شود. شبکه مجزای فضای سبز در شهرهایی به کار می رود که کمبود آب در آنها مشکل جدی بوده و یا کاهش هزینه های تصفیه آب خام مورد نظر باشد. آب مصرفی شبکه های فضای سبز می تواند از آب تصفیه نشده رودخانه ها و یا پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری و یا استحصال آب باران تامین شود.

فضاهای سبز بسته به درجه گرمای محل و مدت زمان آن مقدار 10-1 لیتر برای هر مترمربع در شبانه روز لازم دارند. (تجربشی، 1376، منوچهری، 1380، تائبی، 1384) مساحت فضای سبز داخل خانه ها و مساحت فضای سبز عمومی با توجه به وضع فعلی و طرح های 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 می شود. جدول (4) گستره حداکثر مصرف روزانه فضای سبز را در هر مترمربع از زمین های کشور بر حسب نوع منطقه آب و هوایی نشان می دهد.

جدول 4: گستره حداکثر مصرف روزانه فضای سبز در مناطق مختلف آب و هوایی ایران (وزارت نیرو، 1394)

منطقه آب و هوایی	حداکثر مقدار مصرف (Li/m2.d)
سرد و کوهستانی (مناطق ۲،۱)	2-4
معتدل و مرطوب (مناطق ۳،۴)	0-2
معتدل مدیترانه ای (مناطق ۵،۶،۷)	4-10
گرم و خشک بیابانی (مناطق ۸،۹،۱۰)	8-14
گرم و مرطوب (مناطق ۱۱،۱۲)	7-12

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

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

ب - 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 کننده آب، سطح زیر بنا، مساحت فضای سبز و غیره، طبق پرسشنامه های مدون.

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

د - 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.

ه - اندازه گیری 24 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 180، 200 و 240 متر تفکیک شده اند. لذا بررسی ها در سه گروه به ترتیب A و B و C قرار گرفتند و در بازه زمانی 60 روز مورد پایش قرار گرفتند. با ثبت مقادیر بارندگی در یک نقطه و تفکیک سطوح مختلف بامها حجم آب در هر یک از خانه ها و در هر گروه مشخص گردید. سپس میانگین مصرف آب موجود در منطقه براساس دسته بندیهای مختلف مصرف طبقه بندی گردید. مصرف خانگی آب شامل مصارف آشامیدن، پخت و پز، ظرفشویی، حمام، دستشویی، لباسشویی، شستشوی خانه، وسایل تهویه (کولر)، فضای سبز خانگی و غیره می شود. که با توجه به جداول تعیین میزان آب غیرشرب و مساحت هر گروه مقادیر حجم آب به دست آمده به تفکیک در جدول 5 و 6 حاصل گردید.

جدول 5: 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	130	40/3	60
B	140	43/4	60
C	170	52/7	60

جدول 6: حجم آب ذخیره شده در زیر گروه واحدهای مسکونی در متراژ مختلف به متر مربع در سال

گروه	سطح سقف به متر مربع	مجموع زیر گروه به متر مربع	حجم آب به متر مکعب در سال	تعداد روز
A	130	34592/83	10723/77	60
B	140	103778/5	32171/33	60
C	170	69185/33	21447/45	60

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 75 تا 150 لیتر در روز به ازای هر نفر در نظر گرفته می شود. 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 7 میزان مصرف آب خانگی منطقه مورد مطالعه از طریق پرسشنامه های جاماب به دست آمده است (جدول 7) (شرکت مهندسی مشاور جاماب، 1390).

جدول 7: توزیع نوع اجزای مصرف سرانه خانگی آب (به استثنای فضای سبز خانگی) کشور تا سال 1395
سازمان برنامه و بودجه، 1371

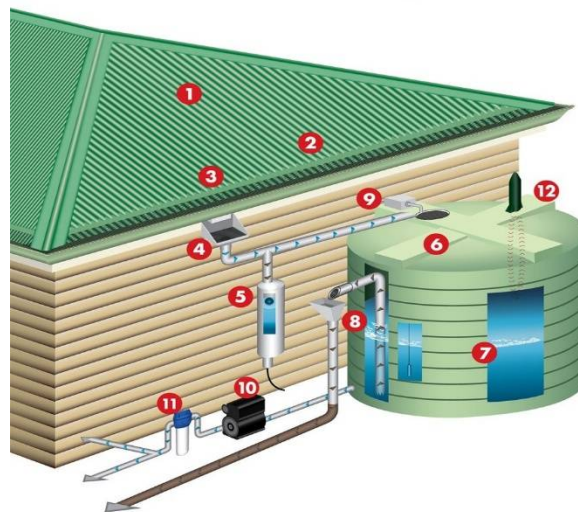
نوع مصرف	مقدار مصرف (لیتر به ازای هر نفر در روز)
آشامیدن	2-5
پخت و پز	5-10
حمام	25-50
لباسشویی	10-20
ظرفشویی	5-15
دستشویی و توالت	20-30
شستشوی خانه	3-10
کولر و تهویه مطبوع	2-5
متفرقه	3-5
جمع کل	75-150

طبق برنامه چهارم توسعه، الگوی مصرف آب هر خانوار 22/5 مترمکعب در ماه تعیین شده که در نتیجه هر نفر بطور متوسط در شبانه روز می تواند 170 لیتر آب مصرف نماید متأسفانه باتوجه به رشد بی رویه شهرنشینی در کشور، آمار چند ساله اخیر نیز نشان از مصرف سرانه بطور متوسط 250 تا 300 لیتر در شبانه روز می دهد. در سال 1373 متوسط تقاضای سرانه آب شهری در کشور 242 لیتر به ازای هر نفر در روز بدست آمده است.

سیستم سطوح آبگیر بام خانه

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

- تکنولوژی روز به روز تخصصی و تجهیز گردیده است، در شکل 3 جدیدترین فناوری استحصال آب باران که دارای بخش-های زیر می باشد برای شهرک مسکونی مورد مطالعه پیشنهاد شده است، اجزای آن شامل بخش های زیر می باشد:
- ۱- سطح جمع آوری آب باران: با توجه به این که در منطقه مورد مطالعه 90 درصد از خانه های مذکور بامی به صورت مستطیلی و غیر شیروانی دارند و علاوه بر آن 80 درصد سطح آن ها کاملاً مسطح و ایزوگام می باشد لذا هدر رفت آب بسیار کم بوده و با توجه به این که در زمان هایی که بارندگی وجود دارد حداقل تا 12 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 می باشد؛ لذا تبخیر از سطوح بسیار کم می باشد، این سطح تمامی آب باران را جذب نموده و به ناودان انتقالی حمل می نماید.
 - 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 10 تا 20 سانتی متر از بیرون ریخته شدن آب باران و آب حاصل از ذوب برف جلوگیری می نماید، زمانی که آب به ارتفاع مشخصی که وابسته به شیب بام می باشد 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 لوله های انتقال صورت می گیرد.
 - ۵- سیفون آشغالگیر: پس از عبور آب از فیلتر ابتدایی خاک و اجسام بسیار ریز نیز از فیلتر ابتدایی عبور می کنند، به منظور اینکه از ورود و ته نشینی ذرات زیر نیم میلی متر جلوگیری شود، آب در مسیر ورود خود به مخزن از یک سیفون عبور می کند تا پس از کاهش انرژی جنبشی به مخزن هدایت شود.
 - ۶- ورودی مخزن: ورودی مخزن به گونه ای تعبیه می شود 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 بیماری زا می گردد.
 - ۷- مخزن: در حال حاضر در کشور مخزن با اندازه ها و رنگ های مختلف با انواعی از مواد فلزی و پلی اتیلن تولید می شود اما در بررسی های به عمل آمده مناسب ترین مخزن، مخزن سطحی، مات و دارای شیر تخلیه از کف می باشد، این مخازن با طراحی مناسب خود باعث می شوند تا علاوه بر حفظ کیفیت آب ورودی و نگهداری شده در مخزن قابلیت جابه جایی و تخلیه کامل را نیز داشته باشد.
 - ۸- شیر تخلیه سرریز: در برخی بارش ها ممکن است شدت رگبار یا مدت بارندگی به گونه ای باشد که مخزن طراحی شده توانایی گنجایش آب مورد نظر را نداشته باشد لذا پس از رسیدن به حد آستانه در مخزن، آب اضافی از سرریز مخزن خارج می شود، 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 هزینه ای اقتصادی آن در مقایسه با فعالیت صورت گرفته مقرون به صرفه نبوده و تنها در مخازن عظیم موجود در کارخانجات در یک سیستم یکپارچه پیشنهاد می گردد.
 - ۹- آب اضطراری: در برخی موارد نظیر آبیاری فضای سبز شهرک نیاز است تا مقداری 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 آشامیدنی نظیر شستشو استفاده نمود، لذا می توان آب در اختیار را به مخزن از طریق لوله ای جداگانه اضافه نمود، اما باید توجه داشت که در موارد دیگر این ورودی کاملاً پلمپ گردد.
 - ۱۰- پمپ آب: با ذخیره 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 نقطه ی خروج یا استفاده پمپاژ می شود.
 - ۱۱- فیلتر تصفیه: در صورتی که از آب در استحمام و شستشو استفاده می شود از فیلترهای سیلیکانه و کاغذی و یا حتی هیدروکربنی استفاده می گردد تا آب نهایی عاری از برخی جلبک ها و مواد عفونی باشد. (شکل 3 و 4).



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 3: سیستم پیشنهادی استحصال آب باران در سطوح بام خانه های مسکونی منطقه مورد مطالعه



شکل 4: نمونه مشابه در کشور ایتالیا

نتیجه گیری

تعیین نیاز آب غیرشرب در شهرک فرهنگیان نگاهی نو و تدبیرگرایانه با توجه به وضعیت کم آبی کشور می باشد. توجه دقیق به آب استحصال یافته از سطوح بام خانه ها در مناطقی که میزان بارندگی بین 100 تا 300 میلی متر دارند بسیار راضی کننده است، اگر چه در مناطقی با بارندگی متوسط سالانه 50 میلی متر هم در فصول پاییز و زمستان نتایج خوب را دربرداشته است (زهنایان و همکاران، 1392). رویکرد این پژوهش تعیین دقیق انواع نیازهای ساکنان منطقه مورد مطالعه به آب شهری می باشد اما راهکاری که در ورای این تحقیق خود نمایی می کند 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 می باشد. این پژوهش اجزای مختلف یک سیستم جمع آوری آب باران را تشریح می نماید که این سیستم می تواند 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. روش های مختلف استفاده از این تکنیک نسبتاً ارزان است و می تواند 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 سیستم های متکی به پمپاژ، روش های استحصال آب باران عمدتاً ثقلی عمل می کنند و نگهداری از آنها آسانتر است مگر آنکه نیاز به فشار آب باشد که در اکثر موارد در آبیاری قطره ای به آن نیاز نیست. در مناطقی که استفاده از آب زیرزمینی بخاطر افت زیاد سطح سفره و شور شدن آن مشکل آفرین شده است، روش های استحصال آب باران می تواند به کاهش اتکاء به این منابع کمک شایانی نماید. از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) می توان 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 روش های استحصال آب با سایر روش های تأمین آب، می توان چنین نتیجه گیری کرد که شیوه های استحصال آب باران، قابلیت مدیریت بر منابع آبی بالادستی را به طور موثرتری فراهم می کند و علاوه بر آن می تواند به عنوان منبعی برای آبیاری تکمیلی در دوره های 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 می نماید، اما این نوع طرح ها دارای پتانسیل اجرایی بیشتری در اقصی نقاط کشور می باشند، با محیط سازگارتر است و مشارکت مردمی بیشتری را جذب می نماید. این سیستم ها وابستگی کمتری به سرمایه گذاری خارجی دارند اگرچه تسهیلات بانکی محدود اغلب مورد نیاز می باشد.

باروند یک هتقاذا یا بدردنیامی پیماید دیرینمی باید که تمامینا بشیرین قابلشرب بهی کمعضلبینا الملیلیدلشد هودرآینده - اینزدیکمبنا یا اختلافاتو جنگبنا قواموللمختلف قرار گیردمگر اینکه همدریریتصحیحبر نحوه استحصالومصرفاناعمالگردد. اگرچه آبیکیا زم نابعتجدیدشوند هبشمارمیرودولیا تو جهبهمحدود یتمنابعا بیوا فزایش جمعیتدر کشور دستیا بیبهی کتعدادلنسیبد رزمینه ضرهمصرفا نیکاصلا ساسیو ضرور یاست که هاینهم مستلزمداشتنمدیریتجامعا بدر تمامبخش ها (شرب، صنعتو کشاورزی) می باشد که تحقیقاینهمهمکاریتما مارگان هایمربوطه ومردمرا می طلبد.

منابع

- 1- رضایی، ر.، محوی، الف و امینی، ف. (1389). "بررسی تعیین مقدار رواناب ناشی از بارش باران در شهر سنندج"، اولین کنفرانس ملی مدیریت سیلاب های شهری. تهران. 9-1.

- 2- عباسی، ع، طباطبائی یزدی و غفوریان، ر. (1390). "بررسی رابطه بارش و آستانه ایجاد رواناب در سطوح آبگیر شهری"، مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخوانداری، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، 7 و 8 اردیبهشت، اصفهان. 10-1.
- 3- دستورانی، م. (1392). "بررسی امکان جمع آوری آب از سطح جاده ها و بزرگراه ها جهت ایجاد فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک"، مجله سامانه های سطوح آبگیر، سال اول، شماره 3: 39-.
- 4- قدمی، س.م، پورحسن، م. (1392). "بهره برداری از رواناب های سطح محدود دهاخلو پیرامون پارک طبیعت پردیس مشهد"، سال اول، شماره 3: 54-45.
- 5- رشیدیمهرآبادی، م.ح، ثقفیان، ب. (1393). "به کارگیری سطوح باران برای مدیریت منابع آب شهری (مطالعه موردی: رشت)". سال دوم، شماره اول: 9-16.
- 6- وزارت نیرو، (1394)، "پایش روزانه بارندگی ایستگاه های استان همدان"، 37-38.
- 7- شرکت مهندسی مشاور جاماب، (1375)، "کلیات توسعه مدیریت موجود آب کشور"، نشریه 49-54:43.
- 8- وزارت نیرو، (1375)، بخش آب و فاضلاب شهری، "مرور بر روند پیدایش تحولات، اهداف و سیاست ها"، 115.
- 9- شرکت جاماب، (1372)، "گزارش آب تهران"، 125.
- 10- سازمان برنامه و بودجه و وزارت نیرو، (1371)، "مبانی و ضوابط طراحی و احداث آبرسانی شهری"، نشریه شماره 3-117.
- 11- تجریشی، م. (1376)، "نگرشی جامع به بهره برداری از آب در تهران"، مجله آب و فاضلاب، شماره 12-22.
- 12- منوچهری، غ. (1380)، "مدیریت آب و فاضلاب شهری"، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، 45-22.
- 13- تائیمیر، چمنی محمد رضا، شبکه های توزیع آب شهری، دانشگاه صنعتی اصفهان 1384.
- 14- حبیبی، م.ح. (1378)، "مدیریت مصرف آب"، اولین همایش منطقه ای بیانات آب، اهواز، 429-412.
- 15- خبرنگار نخستین همایش ملی کاهش و کنترل آلودگی آب، (1376)، 2-1.
- 16- زهتابیان، غ.، مسعودی، ر.، خسروی، ح. (1392). "بررسی روش جمع آوری آب باران از سقف خانه ها (DRWH) (مطالعه موردی: استان گلستان)". مجله سامانه های سطوح آبگیر، سال اول، شماره 3: 14-20.
- 17-Dreelin E. A., Fowler L., Carroll C. R. (2006). "A test of porous pavement effectiveness 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 potential for 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 supply option 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., Saghaian B. and Haghighi Fashi F. (2013), "Assessment of residential rainwater 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 for three 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 the southeastern 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 to rainwater harvesting systems design and evaluation" Resources, Conservation and Recycling, 53, 393-399.

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

Mohsen Mohseni Saravi^۲, Payam Ebrahimi^۳, Jamile Salimi Koochi^۴

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

^۴ University of Tehran, College of Agriculture and Natural Resources - Karaj – Iran. 09376363341, j.salimi@ut.ac.ir