



نشست همایش ملی سامانه های سطوح آبرگیر باران

بهمن ۱۳۹۶ دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر



معرفی سیستم‌های استحصال آب باران از پشت‌بام‌ها و مزایای آن

زهره شیبانی زاده^۱، سید حسین رجائی^{۲*}، علی واحدی طرقی^۳

* نویسنده مسئول: H.Rajaei@areeo.ac.ir

چکیده	واژه‌های کلیدی
<p>استفاده از سیستم‌های استحصال آب باران با توجه به کاهش شدید منابع تجدیدپذیر آب شیرین یکی از ضروریات امروزه جوامع مختلف خصوصاً در کشور ایران است که در آستانه شرایط بحرانی تأمین آب سالم و بهداشتی قرار دارد. معرفی سیستم‌های مختلف استحصال آب باران از جنبه‌های مختلف حائز اهمیت است. به دلیل جدید بودن برخی موضوعات علی‌رغم پیشینه تاریخی آن در کشور، آشنایی با موضوعات روز در خصوص سیستم‌های نوین استحصال آب باران، نیاز روز کارشناسان و مهندسين مرتبط با مباحث آب است. در این مقاله سعی شده است یکی از شیوه‌های استحصال آب از طریق پشت‌بام‌ها معرفی شود و با بیان نمونه‌هایی از کارهای گسترده انجام شده در مدرن‌سازی این سیستم‌ها در سطح دنیا، افق جدیدی در مقابل مهندسين و طراحان گشوده شود.</p>	<p>استحصال آب، سطوح آبرگیر پشت‌بام، سیستم‌های مدرن استحصال، طراحی سیستم ذخیره</p>

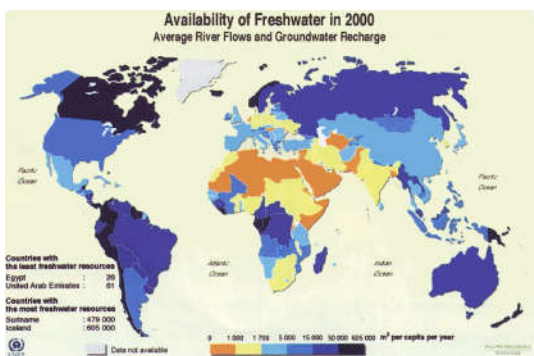
۱- کارشناس آبخیزداری- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۲- دکتری علوم و مهندسی آب-سازه‌های آبی- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۳- کارشناس آبخیزداری- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۱- مقدمه

- کشورهای پر آب (بدون تنش): سهم سرانه هر نفر بالاتر از ۱۷۰۰ مترمکعب در سال.
 - کشورهای کم آب (تنش آبی): سهم سرانه هر نفر بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ مترمکعب در سال.
 - کشورهای خشک (بحران آبی): سهم سرانه هر نفر کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سال.
 - کشورهای با بحران مطلق آبی: سهم سرانه هر نفر کمتر از ۵۰۰ مترمکعب در سال.
- در حال حاضر متوسط سرانه هر فرد در جهان معادل ۶۶۶۰ مترمکعب است. برآوردها نشان می‌دهد تا سال ۲۰۲۵ میلادی ۴۸ کشور جهان و در سال ۲۰۵۰ میلادی ۵۴ کشور با جمعیت حدود ۴ میلیارد نفر، به کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سال برای هر نفر در دسترس داشته باشند که بیشتر این کشورها در منطقه آسیا و آفریقا قرار دارند. نقشه زیر وضعیت کشورهای مختلف را در این زمینه نشان می‌دهد.



شکل (۱) سرانه آب تجدید پذیر در کشورهای مختلف

ایران در این تقسیم‌بندی در مرز کشورهای دارای تنش آبی قرار دارد. با توجه به نرخ رشد جمعیت و روند مشاهده شده در نمودار زیر در طی سال‌های آتی شرایط به سمت بحران پیش خواهد رفت.

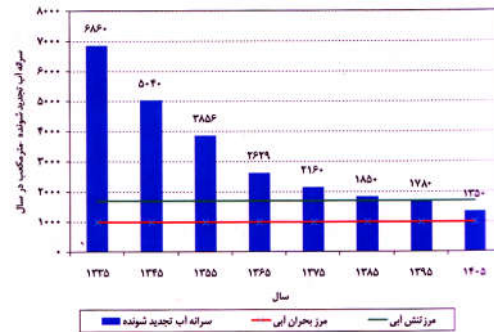
امروزه در جهان ۲/۸ میلیارد نفر با کمبود آب روبه‌رو هستند و برآوردها حاکی از این است که تا سال ۲۰۲۵ دوسوم جمعیت جهان با مشکل کمبود آب مواجه خواهند شد. این وضعیت برای کشورهایی مانند ایران که هم‌اکنون نیز با مشکل کم‌آبی مواجه است، می‌تواند بسیار نگران‌کننده باشد. ایران سرزمینی خشک با نزولات جوی بسیار کم است به طوری که میانگین بارندگی سالیانه کشور ایران از یک سوم میانگین بارندگی سالیانه جهان کمتر است. با توجه به اقلیم خشک و شکننده کشور اهمیت آب به عنوان یک نهاد حیاتی بیش‌ازپیش مشخص می‌شود و در صورتی که بر اساس توسعه پایدار برای منابع آب برنامه‌ریزی نکنیم در آینده کشور با معضلات غیرقابل حلی مواجه خواهد شد.

سیستم‌های جمع‌آوری آب باران دارای پیشینه‌ای طولانی در کشور ما و سایر نقاط جهان است. در حال حاضر سیستم جمع‌آوری آب باران در بسیاری از کشورهای در حال توسعه که با بحران کمبود آب مواجه هستند، در مناطق روستایی و شهری اجرا می‌شود. در این مقاله سعی شده است به یکی از سیستم‌های جمع‌آوری آب که از طریق استحصال آب از پشت‌بام منازل مسکونی انجام می‌شود پرداخته شود.

۲- ضرورت توجه به سیستم‌های استحصال آب:

از مجموع ۴۱۳ میلیارد مترمکعب نزولات جوی سالانه در کل کشور، بیش از ۲۷۰ میلیارد مترمکعب از طریق تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌شود. بنابراین ۱۴۳ میلیارد مترمکعب آب تجدید پذیر در کشور وجود دارد. این آب‌ها شامل جریان‌های سطحی و منابع آب زیرزمینی می‌شود. با این توصیف سرانه آب تجدید پذیر در کشور ما ۱۷۸۰ مترمکعب است. بر اساس شاخص سرانه آب تجدیدپذیر تقسیم‌بندی زیر برای کشورها مطرح می‌شود:

در خصوص هر یک از موارد فوق روش ها و مبانی طراحی متفاوت است. سیستم های با مقیاس بزرگ معمولاً با اهداف تأمین آب طرح های بزرگ کشاورزی و یا پروژه های تغذیه مصنوعی انجام می شود. در سیستم های با مقیاس کوچک تأمین نیاز آبی در سطح یک مزرعه و یا نیاز آب ساکنان یک مجموعه مسکونی یا یک خانواده مطرح است. در خصوص سیستم های بزرگ مقیاس تاکنون مطالعات و گزارش های فراوانی ارائه شده است و بخش دولتی اصلی ترین مجری شبکه های آن است. اما سیستم ها با مقیاس کوچک معمولاً توسط بخش خصوصی و افراد مالک اراضی کشاورزی یا منازل انجام می شود. در این مقاله در خصوص سیستم های با مقیاس کوچک از نوع سطوح آبخیز پشت بام بحث خواهد شد. این سیستم ها در صورت طراحی و اجرای صحیح می تواند به عنوان بخشی از پلان معماری ساختمان در مرحله ساخت مطرح شود و به عنوان یک الزام می تواند در قوانین جاری کشور و دستورالعمل های فنی و مهندسی ساختمان گنجانده شود.

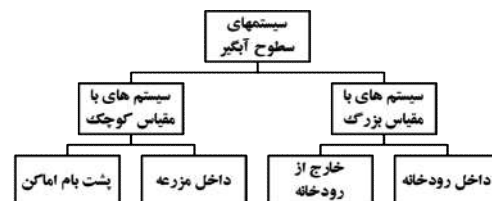


شکل (۲) تغییرات سرانه آب تجدید پذیر در ایران طی سال های گذشته

بخشی از این منابع عظیم مربوط به بارندگی بر روی اراضی طبیعی بدون پوشش گیاهی و یا غیرقابل نفوذ شهرها است که بلافاصله بعد از هر بارش و یا در فاصله کوتاهی از محل بارش تبخیر شده و از دسترس خارج می شود درحالی که توجه به اجرای سیستم های سطوح آبخیز باران می تواند راهگشای مشکل کم آبی و مشکلات ناشی از آن باشد.

۳- معرفی انواع سیستم های استحصال آب باران:

با توجه به اینکه فرآیند استحصال آب به عنوان یک سنت کهن در اغلب مناطق خشک دنیا معمول بوده لذا تکنیک های متفاوتی نیز در این راستا به وجود آمده اند. طبقه بندی سیستم های استحصال آب به طرق گوناگون و معمولاً بر اساس نحوه استفاده یا ذخیره سازی آب انجام می شود. اما رایج ترین مبنای طبقه بندی که هم اکنون نیز مورد استفاده است، اندازه و وسعت سطح آبخیز است. بر این اساس می توان تقسیم بندی زیر را بیان نمود.



شکل (۳) معرفی انواع سیستم های سطوح آبخیز باران

۴- تعریف اجمالی از سیستم سطوح آبخیز پشت بام

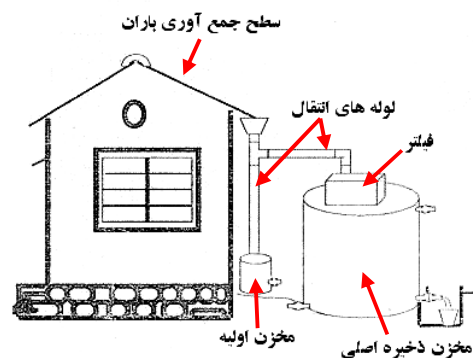
به طور کلی سیستم جمع آوری آب های سطحی پشت بام ها در شهرها از جاری شدن آب در سطح پشت بام شروع و تا محل ورود به مخزن جمع آوری ختم می شود. در این روش، ابتدا آب باران از سطح پشت بام به وسیله ناودانی به سمت مخزن ذخیره آب هدایت می شوند و در آنجا ذخیره شده و آب مازاد به صورت سرریز از مخزن خارج شده و به سطح شهر و شبکه فاضلابی شهری می رود. آب ذخیره شده در مخزن بسته به کیفیت آن برای مصرف شرب و غیر شرب افراد ساکنان مورد مصرف قرار می گیرد. سطح دریافت باران به طور مستقیم، ممکن است پشت بام، تراس، حیاط و... باشد. شکل ۴ اجزاء یک سیستم استحصال آب باران از پشت بام را نشان می دهد.

- **لوله‌های انتقال:** این بخش از سیستم معمولاً از جنس لوله‌های PVC انتخاب می‌شود و آب جمع‌آوری شده از پشت‌بام را به مخازن هدایت می‌کند. این لوله‌ها باید مقاومت کافی در مقابل اشعه ماوراءبنفش نور خورشید را داشته باشد تا در طی سال‌های بهره‌برداری دچار خرابی نشود. شکل ۷ یک نمونه از این سیستم را نشان می‌دهد.



شکل (۷) لوله‌کشی و انتقال آب باران از روی پشت‌بام

- **مخزن اولیه یا فلاش تانک آشغال‌گیر:** با توجه به اینکه در ابتدای باران و یا در باران‌های اولیه فصل بارش به دلیل تجمع گردوخاک و یا جمع شدن زباله در پشت‌بام ساختمان‌ها کیفیت آب جاری شده از پشت‌بام مناسب نیست، لازم است بخشی از جریان اولیه از مسیر مخزن اصلی حذف شود تا کیفیت آب استحصالی مناسب باشد. برای این منظور در مسیر انتقال آب به مخزن یک فلاش تانک کوچک قرار داده می‌شود تا حجم اولیه رواناب را که عمدتاً شوینده سطح پشت‌بام است نگه دارد و پس از جاری شدن آب تمیز مسیر برای انتقال به مخزن اصلی باز شود. نمونه این مخازن اولیه در شکل ۸ نشان داده شده است. در این تصویر الف نمونه فلاش تانک نشان داده شده است. در تصویر ب نمونه‌ای از فلاش تانک‌های جدید با شناور تویی دیده می‌شود. قسمت ج عملکرد این شناور تویی را نشان می‌دهد. تا زمانی که حجم فلاش تانک پر نشده است، آب ورودی به سیستم در این مخزن جمع می‌شود. زمانی که مخزن فلاش تانک پر شد، شناور تویی مسیر را مسدود نموده و آب تمیز را به



شکل (۴) اجزاء یک سیستم جمع‌آوری باران از پشت‌بام منازل

این سیستم باید دارای اجزاء زیر باشد:

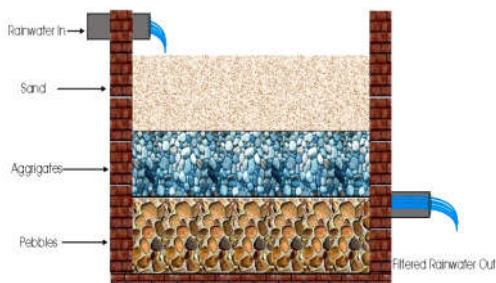
- **سطح جمع‌آوری باران:** معمولاً پشت‌بام ساختمان است که می‌تواند به صورت ایزوله با لایه‌های ایزوگام یا آسفالت باشد یا از سقف‌های شیروانی با پوشش ایرانیت، سفال سقف یا پوشش‌های ورق گالوانیزه و نظایر آن باشد (شکل ۵). در شکل ۶ نمونه‌ای از سقف با پوشش سفالی را نشان می‌دهد.



شکل (۵) انواع پوشش سقف

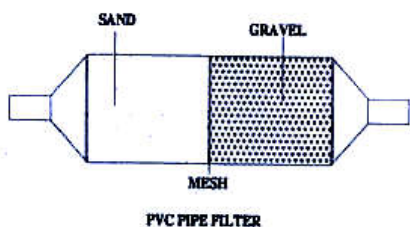


شکل (۶) نمونه‌ای از سقف‌های شیروانی



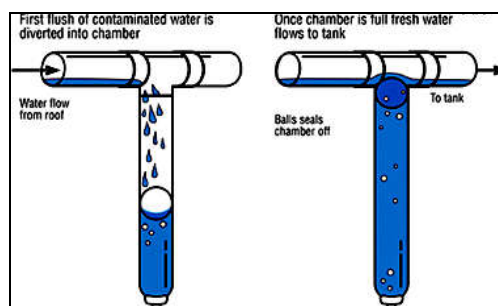
شکل (۹) نمونه اجرای فیلتر در سیستم استحصال

در نوع فیلتر ماسه، شن و گراول، بعضاً از یک لایه زغال سنگ خردشده نیز استفاده می شود که به آن فیلتر زغال سنگی گفته می شود. فیلتر می تواند به صورت افقی در مسیر انتقال قرار گیرد. در این حالت از لوله های PVC با قطر بیشتر به نسبت لوله های انتقال استفاده می شود و در داخل این قطعه ماسه، شن و گراول به صورت متوالی قرار داده می شود. استفاده از زغال چوب نیز در این سیستم معمول است. فیلترهای اسفنجی در شرایطی که میزان ناخالصی آب کم است و یا صرفاً ذرات جامد در آب های گل آلود وجود دارد به عنوان یک فیلتر کم هزینه در مسیر جریان قابل استفاده است. شکل ۱۰ و ۱۱ نمونه های فیلتر PVC و فیلتر اسفنجی را نشان می دهد.



شکل (۱۰) فیلترهای لوله PVC

مخزن اصلی هدایت می کند و از تداخل جریان با آب های کثیف داخل فلاش تانک نیز جلوگیری می کند.



شکل (۸) مخزن اولیه یا فلاش تانک جهت حذف رواناب اولیه پشت بام با آلودگی بالا

پس از هر مرحله آبیگری لازم است مخزن فلاش تانک اولیه تخلیه شود تا در نوبت بعدی بارندگی مجدداً سیستم فعال گردد.

- **فیلتر:** در ابتدای ورود آب به مخزن اصلی به منظور تصفیه آب و بهبود کیفیت آن از یک فیلتر باید استفاده شود. فیلترها بسته به شرایط اجرای سیستم و میزان هزینه اجرایی انواع مختلفی داشته که قابلیت نصب در مسیر جریان را دارند. شکل ۹ نمونه ای از یک فیلتر شنی و مکانیسم عملکرد آن را نشان می دهد.



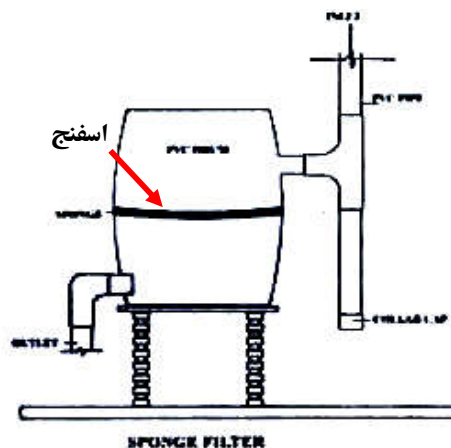
شکل (۱۳) یک مخزن ذخیره ساخته‌شده با مصالح ساختمانی

نکته مهمی که در بحث ساخت مخازن جمع‌آوری باران مطرح است، در خصوص محل‌های قابل توصیه این سیستم‌ها است. در کلان‌شهرها که فرم ساختمان‌ها به سمت آپارتمانی و مجتمع‌سازی تغییر یافته است معمولاً فضای مناسب برای احداث مخزن فراهم نمی‌شود و از طرفی به دلیل مالکیت مشاع محوطه‌ها، موضوع نگهداری و بهره‌برداری سیستم با چالش همراه است. بر این اساس توصیه اصلی احداث این فرم از سیستم‌ها در شهرهای کوچک و روستاها است که منازل ویلایی دارای حیاط یا زمین مناسب برای احداث مخزن داشته باشند.

در خصوص معماری ساخت مخازن توجه به زیبایی مخزن و همچنین تناسب با نمای کلی ساختمان می‌تواند به مطلوبیت سیستم بیفزاید. تصاویر شکل ۱۴ و ۱۵ نمونه‌ای از این فرم مخازن زیبا که به صورت صنعتی تولید می‌شود را نشان می‌دهد.



شکل (۱۴) نمونه مخازن پیش ساخته صنعتی



شکل (۱۱) فیلترهای اسفنجی

در برخی موارد فیلتر می‌تواند در ابتدای مسیر لوله‌ها قرار گیرد. شکل ۱۲ نمونه این حالت را نشان می‌دهد



شکل (۱۲) فیلتر شنی در ابتدای مسیر انتقال

- **مخزن اصلی نگهداری:** در انتهای مسیر، مخزن اصلی نگهداری آب باران قرار دارد. این مخزن بسته به حجم باران استحصال و همچنین شرایط فضای قابل استفاده در ابعاد مختلف ساخته می‌شود. تنوع مصالح ساخت در شرایط مختلف طیف وسیعی از انواع مخازن را قابل توصیه نموده است. مخازن ساخته‌شده با مصالح ساختمانی، فلزی، پلاستیکی، فایبرگلاس و نظایر آن به صورت پیش ساخته در طرح‌های استحصال آب باران بکار گرفته می‌شود. شکل ۱۳ نمونه‌ای از مخازن ساخته‌شده با مصالح ساختمانی را نشان می‌دهد:

رواناب از طریق ذخیره سازی در سیستم استحصال آب باران به کاهش این مشکلات کمک می کند.

ب- اثرات اقتصادی: با ذخیره سازی آب باران در مخازن و استفاده از این آب در مصارف ساکنان در ساختمان های مسکونی باعث کاهش استفاده از آب شهری شده و این امر باعث کاهش هزینه ها در امر تهیه آب می شود.

ج- افزایش مطلوبیت ملک: مکان هایی که امکان استحصال آب برای آن ها به وجود آید و پتانسیل بیشتری جهت افزایش آب حاصله داشته باشند، به طور حتم از مطلوبیت و رفاه نسبی بیشتری نسبت به سایر اراضی منطقه برخوردار خواهد بود. توسعه فضای سبز در این منازل به کمک آب های استحصال شده از طریق سیستم به بهبود فضای زندگی کمک بسزایی خواهد کرد. تلفیق ابتکاری موضوعات می تواند به گسترش نشاط و سلامت افراد کمک کند. نمونه این موارد در تصویر شکل ۱۶ نشان داده شده است که در آن تأمین انرژی سیستم آبیاری بارانی محوطه از طریق ورزش دوچرخه سواری ساکنان انجام می شود.



شکل (۱۶) تلفیق یک سیستم ذخیره با ورزش

د- اشتغال زایی: این طرح به طور گسترده می تواند برای سازمان های ذی ربط که مسئولیت تهیه آب شرب در منطقه را بر عهده دارند ایجاد کارآفرینی نماید. همچنین با توسعه صنعتی سیستم های اجرایی و ساخت ادوات و وسایل مورد نیاز نظیر فیلترها، فلاش تانک ها، اتصالات و مخازن پیش ساخته و تشکیل شرکت ها و مؤسسات نصب، تعمیر و نگهداری و خدمات پس از فروش شاخه نوین از خدمات و اشتغال ایجاد خواهد شد.



شکل (۱۵) نمونه مخازن صنعتی نصب شده

۵- اثرات اجرای سیستم های استحصال آب:

سیستم سطوح آبخیز پشت بام ساختمان های مسکونی بر اساس آمار بارندگی منطقه، درصد تأمین نیاز آب ساکنان، مقدار مساحت استحصال آب باران و توجیحات اقتصادی سیستم، طراحی می شوند و این امر باعث می شود تا کارایی این نوع سیستم ها افزایش یابد و از آب باران برای مصارف آبی ساکنان ساختمان های مسکونی به بهترین نحو استفاده شود. اجرای طرح استحصال آب باران از پشت بام ساختمان ها دارای اثرات بهداشتی، اقتصادی و فرهنگی فراوانی می باشد لیکن مهم ترین اثرات اجرای این طرح عبارتند از:

الف- اثرات بهداشتی: کاهش رواناب های شهری و در راستای آن کاهش امکان انتقال آلودگی از طریق رواناب های ناشی از بارندگی که نقش مؤثری در بهبود کارایی سیستم های جمع آوری رواناب های سطحی در معابر عمومی دارد و از آب گرفتگی معابر جلوگیری می کند. از طرفی در شهرهایی که سیستم فاضلاب شهری اجرا شده است در مواقع بارندگی با ورود رواناب ناشی از بارندگی به شبکه فاضلاب، در مدت زمان کوتاه حجم دبی بسیار بالایی وارد شبکه فاضلاب شده که علاوه بر ایجاد اختلال در انتهای مسیر و تصفیه خانه ها، در برخی نقاط شبکه در داخل شهر با بالا زدگی فاضلاب در منهول ها و بعضاً منازل مسکونی مشکلات فراوانی ایجاد می کند. کاهش حجم

راهکارهای پیش روی بحران آب در ایران و خاورمیانه،

شیراز

مراجع:

- [۱] ابریشمی، م (۱۳۶۸). "جمع‌آوری آب باران و سیلاب در مناطق روستایی" انتشارات آستان قدس رضوی
- [۲] چکشی، ب. طباطبایی یزدی، ج. ۱۳۹۱. "استحصال آب باران شیوه‌ای جهت استفاده از دانش بومی به‌منظور تأمین آب در مناطق خشک." اولین همایش سامانه‌های سطوح آبگیر باران. مشهد.
- [۳] رشیدی مهرآبادی، م، ح. ثقفیان، ب. شمسایی، ا. ۱۳۹۲. "معرفی سیستم سطوح آبگیر پشت‌بام ساختمان‌های مسکونی در شهرها." مجله سامانه‌های سطوح آبگیر باران، سال اول، شماره ۳، ص ۲۹-۳۸.
- [۴] سعدالدین، ا. بای، م. نعیمی، ا. ۱۳۹۳. "امکان‌سنجی فنی و اقتصادی جمع‌آوری آب باران از سطح بام ساختمان‌ها (مطالعه موردی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیست و یکم، شماره ششم، ص ۲۷-۵۰.
- [۵] شادمهری طوسی، ا، ح. دانش، ش. حسینی، س، م. ۱۳۹۶. "بررسی پتانسیل جمع‌آوری آب باران از سطح ساختمان‌ها (مطالعه موردی: یکی از نواحی چندگانه شهرداری مشهد)." چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست
- [۶] شمس، زهرا، ۱۳۹۴، امکان‌سنجی استفاده از سطوح آبگیر بام در بخش مسکونی شهرستان گنبد کاووس، سومین کنگره بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنگره بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهید بهشتی
- [۷] عطارزاده حسینی، سیده وجیهه؛ شیما ترحمی و مرتضی اشراقی، ۱۳۹۳، سیستم‌های سطوح آبگیر باران در مناطق مسکونی، رهیافتی در جهت کاهش بحران آب، همایش ملی
- [۸] غفاری گرجی، سودابه و محسن مسعودیان، ۱۳۹۴، بررسی آب شرب مصرفی روستای اسپورز و ارزیابی امکان استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران، دومین همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، تهران
- [۹] محمدی فخار، و. عرب‌خدری، م. (۱۳۹۳). "ارایه الگویی سازگار برای سطوح آبگیر بام در کلان‌شهرها (مطالعه موردی، مجتمع مسکونی در کرج)." مجله علمی ترویجی سامانه‌های سطوح آبگیر باران. دوره ۲ جلد ۱ صفحات ۵۳-۶۰
- [۱۰] Dastorani, M. T., Kohzad, B., & Sepehr, A. (۲۰۱۷, August). The Role of Rainwater Harvesting Techniques on Preparation of Water Required for Vegetation in Arid and Semi-Arid Regions. In ۳rd IAHR World Congress.
- [۱۱] Raj, S. (۲۰۱۷). Assessing the Rainwater Harvesting Potential of Pallavpuram Area in Meerut, Uttar Pradesh. In Sustainable Smart Cities in India (pp. ۱۹۹-۲۱۱). Springer International Publishing.
- [۱۲] Saour, W. (۲۰۰۹). Implementing rainwater harvesting systems on the Texas A&M campus for irrigation purposes: A feasibility study (Doctoral dissertation).
- [۱۳] Varma, H. N., & Tiwari, K. N. (۱۹۹۵). Current status and prospects of rain water harvesting, Indian National Committee on Hydrology (INCOH). National Institute of Hydrology, Roorkee, India, (Scientific contribution No. INCOH/SAR-۹۵/۳).

Introducing Rainwater Extraction Systems From The Roofs and its Advantages

Zohre Shibanizade¹, Seyed Hossein Rajaei^{*2}, Ali Vahedi³

^{*}Corresponding author: H.Rajaei@areeo.ac.ir

Abstract

The use of rainwater harvesting systems Due to the sharp decline in freshwater sources of fresh water is one of the requirements of today's different communities, especially in Iran, which is in the midst of the critical condition of providing healthy and sanitary water. The introduction of many rain harvesting systems is important in many cases. Due to the newness of some issues, despite the historical background in the country, the need for experts and engineers related to water topics is needed. In this paper, we have tried to introduce one of the methods for extracting water through the roofs And by giving examples of the extensive work done in modernizing these systems around the world, a new horizon for engineers and designers will be opened.

Keywords

Water extraction, Roof basin surfaces, Modern drainage systems, Storage system design

1 & 3- Be-Watershed Engineering - Research and Education Center for Agricultural and Natural Resources of Khorasan Razavi

2- Ph.D - Water Engineering - Research and Education Center for Agricultural and Natural Resources of Khorasan Razavi