گزارش فنی:

تهیه دستورالعمل جهت طراحی و بهینه سازی مخازن آب باران در ساختمان‌ها (مطالعه موردی: استان گلستان)

هادی معماریان*[۱] احد توسلی[۲] سید محمد تاجبخش[۱] زینت کومه[۳] علی اکبر عباسی[۴] لطف الله پارسایی[۵]

۱- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند

۲- دانشجوی دکتری آبخیزداری، مهندسین مشاور آبادگران فلات شرق

۳- کارشناس ارشد GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند

۴- دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

۵- مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

چکیده

امروزه با وجود بحران آبی که در تمام نقاط کشورمان شاهد آن هستیم، استحصال آب باران می‌تواند یکی از راهکارهای مدیریتی مناسب ذخیره آب باران در محل بارش باشد که البته در اکثر نقاط جهان به عنوان یک طرح کارآمد در حال بررسی و اجرا می‌باشد. به این منظور نیاز به تهیه یک دستورالعمل جهت طراحی و بهینه‌سازی مخازن آب باران برای به اجرا در آوردن هرچه کارامدتر این سیستم در ساختمان‌ها احساس می‌گردد. طی این طرح، در خصوص اجرای سیستم استحصال آب باران از سطوح پشت بام در استان گلستان، سعی شد در مورد تمامی اجزای تشکیل دهنده آن شامل سه بخش سطح آبگیر، تجهیزات انتقال، منبع ذخیره‌سازی و کیفیت آب استحصال شده مطالعه جامعی صورت گرفته و در نهایت یک دستورالعمل جهت طراحی و بهینه‌سازی مخازن آب باران در ساختمان‌ها تهیه شود که بتواند راهنمای جامعی برای به اجرا در آوردن این سیستم بوده و همچنین پاسخگوی سوالات و مشکلات پیش رو باشد. از جمله بتوان با استفاده از تعیین رابطه اندازه سطح جمع‌آوری با حجم منبع ذخیره، با حداقل هزینه‌ی ممکن یک حجم مناسب با حداکثر ذخیره‌سازی را برآورد و اجرا نمود. بدین منظور با انتخاب و بازدید ۱۲ سایت مختلف به صورت پراکنده در استان گلستان، اطلاعات مفیدی از این سایت‌ها کسب شده و پرسش‌نامه‌ای که به این منظور تهیه شده بود به کمک ساکنین سایت‌ها تکمیل گردید و سپس شبیه‌سازی سیستم استحصال آب باران در این سایت‌ها صورت گرفت. در بخش اول طرح، به مقدمه‌ای از سیستم‌های استحصال آب باران و تعاریف مربوطه پرداخته شد و در بخش دوم مروری بر منابع معتبر در خصوص مطالعات و طرح‌های اجرا شده سیستم‌های استحصال آب باران صورت گرفت. در بخش سوم اطلاعات کاملی در مورد استان گلستان و منطقه های مورد بررسی جمع‌آوری گردید. در بخش چهارم این طرح نیز به تحلیل‌های هیدورولوژیک و بهینه‌سازی حجم مخازن در ۶ سایت، بر اساس پرسش‌نامه-های مربوطه و اطلاعات موجود در این سایت‌ها، پرداخته شد و در بخش پنجم کیفیت آب به لحاظ شرب در نمونه‌های اخذ شده بررسی شد. در نهایت در بخش ششم ضمیمه‌های دستورالعمل طراحی سطوح آبگیر و مخازن جمع‌آوری آب باران برای منازل مسکونی جهت راهنمایی در اجرای این سیستم‌ها بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات انجام شده ذکر گردید و در بخش هفتم نتیجه‌گیری کلی از طرح مورد بررسی بیان شد.

واژه‌های کلیدی: استحصال آب باران، سطح پشت بام، طراحی سطوح آبگیر، بهینه‌سازی مخزن، کیفیت آب استحصال شده، مخازن ذخیره آب

*نویسنده مسئول hadi_memarian@birjand.ac.ir

مقدمه

امروزه یک میلیارد نفر در جهان از دسترسی به منابع پایدار و مقرون به صرفه آب محروم هستند و با ادامه این روند تا سال ۲۰۲۵ میلادی، دو سوم از جمعیت جهان با این بحران روبرو خواهند شد (Kuylenstierna et al., 1997).

بی‌تردید با تمرکز جمعیت در شهرهای بزرگ و حتی شهرک‌های حاشیه شهرها و عدم کفایت منابع آب سطحی قابل استحصال از طریق احداث سدهای مخزنی که خود در معرض انباشت رسوبات در مخزن آنها از یک سو و خطر آبگیری نشدن مخازن در حد کفایت و مورد نیاز در اثر وقوع خشک‌سالی‌ها از سوی دیگر هستند، ایجاب می‌نماید تا افزون بر تلاش برای تولید و تأمین آب مورد نیاز، برای صرفه‌جویی در مصرف آب نیز سیاست‌های اجرائی لازم اتخاذ شود. با توجه به افزایش جمعیت از یک‌سو و نبود الگوی مصرف آب از سوی دیگر همراه با رایج شدن پمپ‌های دیزلی و الکتروپمپ‌ها که خود باعث افت شدید سطح سفره‌های آب‌های زیرزمینی و در نتیجه خشک شدن چشمه سارها و قنوات شده است، تولید و تأمین آب در مناطق روستائی نیز با مشکلات جدی و تهدید کننده روبرو شده است. این موضوع توأم با فقدان منابع آب سهل‌الوصول و استحصال آب در بسیاری از مناطق روستائی جهان به دلیل نبود یا کمبود منابع آب سطحی و زیرزمینی باعث شده است که با بهره‌گیری از روش‌های سنتی مجدداً اقدام به تأمین آب از طریق جمع‌آوری آب باران با کاربست سامانه‌های سطوح آبگیر مورد توجه قرار گیرد. امروزه نیز بیشترین تأکید بر جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها به عنوان سطوح آبگیر باران در مناطق شهری و روستائی برای تأمین آب جهت مصارف شرب انسان و دام، مصارف خانگی و آبیاری تکمیلی مزارع کوچک مقیاس می‌باشد (Appan, 1997).

علاوه بر محدودیت مقدار منابع آب، هزینه‌های استحصال آب و محدودیت منابع مالی نیز طرح‌های توسعه منابع آب جدید را با مشکل و محدودیت مواجه کرده است (پورجعفری نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

در بسیاری از نقاط کشور، به دلیل وقوع خشکسالی‌های متعدد، عدم وجود شبکه آبرسانی، جیره‌بندی در شبکه، و بالابودن هزینه انتقال آب از حوزه‌های آبی دیگر، مقوله کمبود آب شیرین به بحرانی جدی تبدیل شده است (اسمعیلی و همکاران، ۱۳۸۸). بر اساس آمار مصرف آب در شهرهای کشور ایران به مراتب بیشتر از مصرف سرانه آب در مناطقی است که از لحاظ اقلیم، وضعیت اجتماعی و اقتصادی در ردیف آن‌ها قرار دارند (رشیدی مهرآبادی و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین بهبود وضعیت مصرف آب همراه با غلبه بر مشکلات بهداشتی کلید ارتقاء سطح سلامت و بهداشت جامعه شهری و روستایی محسوب می‌باشد.

با توجه به شرایط اقلیمی و مصارف بیش از حد استاندارد در اکثر کلان شهرها، می‌توان مشکل کم آبی را با جمع-آوری آب باران تا حدی کاهش داد. استفاده از سطوح غیر قابل نفوذ شهری به ویژه سیستم سطوح آبگیر پشت بام ساختمان‌های مسکونی این امکان را فراهم می‌کند تا با جمع‌آوری آب باران هنگام بارندگی‌ها، بخشی از نیاز شرب و غیر شرب شهروندان و ساکنان ساختمان‌های مسکونی تامین شده و هزینه‌های تامین آب برای شستشوی فضاهای باز، سرویس‌های بهداشتی، آبیاری باغچه و فضای سبز و دیگر مصارف غیر شرب کاهش یابد (رشیدی مهرآبادی و همکاران، ۱۳۹۱).

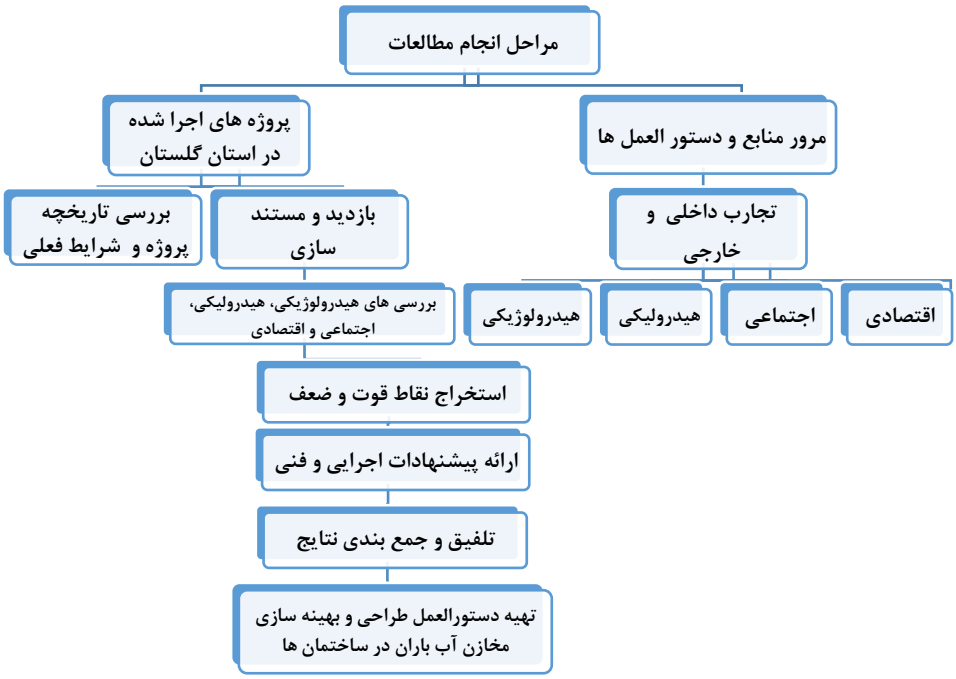
در حال حاضر بر اساس اطلاعات موجود در کشور هنوز مطالعاتی بر روی طراحی و بهینه‌سازی مخازن ذخیره کننده آب باران در ساختمان‌ها صورت نپذیرفته است و انجام مطالعات تکمیلی در این زمینه را ضروری می‌نماید. علاوه بر این با توجه به بهره‌برداران مردمی این گونه طرح‌ها و ارتباط مستقیم آن با قوانین و مقررات و ضوابط فنی مهندسی ساختمان، تهیه یک راهنمای مشخص در قالب دستورالعملی استاندارد یکی از ملزومات توسعه چنین طرح‌هایی می-باشد به نحوی که طراحان، مجریان و بهره‌برداران ساختمان بتوانند با دانش محدود در این زمینه چنین سیستم‌هایی را اجرا و مورد استفاده قرار دهند. در همین راستا طرح "تهیه دستورالعمل جهت طراحی و بهینه‌سازی مخازن آب باران در ساختمان‌ها (مطالعه موردی: استان گلستان)" با در نظر گرفتن اهداف زیر در اولویت انجام توسط انجمن سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران قرار گرفت:

(۱) بررسی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی طرح‌های موجود و تعیین مشکلات و محدودیت‌های فنی- اجرایی.

(۲) بررسی اجتماعی و اقتصادی طرح‌های موجود و تعیین مشکلات و محدودیت‌های اجرایی به لحاظ اجتماعی و اقتصادی.

(۳) تهیه دستورالعمل اجرایی.

جهت رسیدن به اهداف این طرح مطالعات مورد نظر در قالب چهارچوب زیر برنامه‌ریزی و انجام پذیرفت.

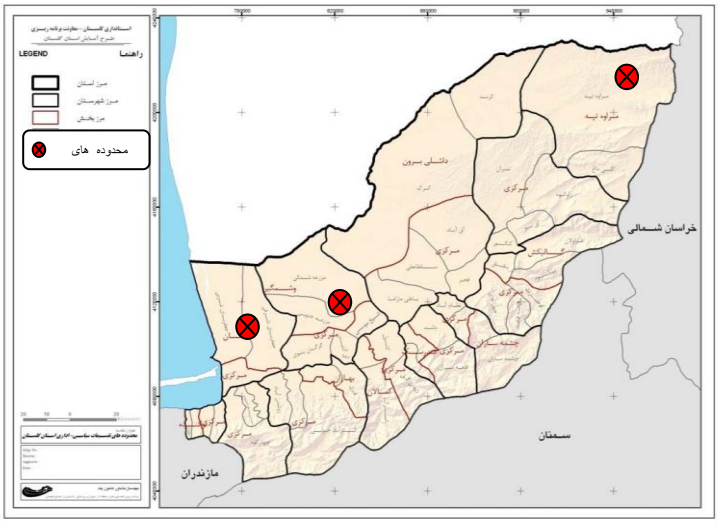


شکل (۱): چارچوب گام‌های اجرایی تهیه دستورالعمل

منطقه مطالعاتی

استان گلستان با وسعتی معادل ۲۰۴۳۸ کیلومتر مربع، قریب ۱/۳ درصد از وسعت کل کشور را فراگرفته است. این استان از نظر وسعت نوزدهمین رتبه را در بین استان‌های کشور به خود اختصاص داده است. وسیع‌ترین شهرستان‌های استان گلستان، شهرستان گنبد کاووس واقع در قلمرو شمالی و مرکزی استان، با وسعتی قریب ۵۰۷۱ کیلومتر مربع به شمار می‌آید که حدود ۲۴/۸ درصد از کل وسعت استان را به خود اختصاص داده است. پس از این شهرستان، شهرستان کلاله با حدود ۴۹۶۲ کیلومتر مربع (حدود ۲۴/۳ درصد کل وسعت استان) و سپس شهرستان آق‌قلا با ۱۷۶۴ کیلومتر مربع (حدود ۹ درصد کل وسعت استان) دومین و سومین رتبه را از نظر وسعت به خود اختصاص داده‌اند. شاخص تراکم نسبی جمعیت استان گلستان بر اساس آمار جمعیتی سال ۱۳۸۷، معادل ۸۰/۸ نفر بر کیلومتر مربع بوده است (معاونت برنامه‌ریزی استانداری گلستان، ۱۳۹۰).

با توجه به سوابق و منابع موجود در زمینه فعالیت سیستم‌های ذخیره‌سازی آب باران در منازل شهرستان‌های کلاله، بندر ترکمن و آق‌قلا در استان گلستان، این سه شهرستان به عنوان منطقه مورد مطالعه تعریف گردیدند. بر این اساس و پس از انجام تحقیقات مقدماتی از مسئولین و ساکنان بومی در هر شهرستان، شهرهایی که تعداد بیشتری از ساختمان‌های مورد نظر را دارا بوده و تعداد سایت فعال بیشتری داشته‌اند انتخاب گردید. بر این اساس در شهرستان کلاله شهر مراوه تپه، در شهرستان بندر ترکمن شهر گمیشان و نهایتاً در شهرستان آق‌قلا مرکز این شهرستان، شهر آق‌قلا جهت بازدید انتخاب گردید که موقعیت این مناطق بر روی شکل شماره (۲) نمایش داده شده است. همچنین متوسط بارندگی ماهانه شهرهای مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده است.



شکل (۲): محدوده تقسیمات سیاسی اداری استان گلستان همراه با موقعیت سایت‌های مطالعاتی

جدول (۱): متوسط بارندگی ماهانه شهرهای مورد مطالعه

شهر	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
آق‌قلا	۳۷/۵	۱۶/۸	۱۱/۸	۸/۱	۹/۱	۲/۶	۵/۱	۴۱/۱	۴۵/۴	۲۹/۹	۲۲/۰	۷۱/۳
گمیشان	۳۳/۶	۷/۰	۵/۷	۹/۶	۲/۵	۶/۰	۶/۵	۶۷/۵	۱۰۴/۸	۵۳/۹	۲۱/۰	۶۵/۰
مراوه تپه	۳۲/۸	۳۹/۹	۱/۸	۲/۳	۰/۰	۱۳/۸	۱۳/۹	۶۳/۷	۳۹/۳	۲۲/۵	۱۷/۴	۶۳/۹

در ادامه پس از حضور در شهرهای مربوطه و مصاحبه با ساکنین مطلع، سعی گردید با توجه به تنوع اجرایی سامانه‌های موجود از نظر نحوه جمع‌آوری و ذخیره‌سازی، نوع کاربری، مساحت و نوع مصرف، از هر مورد حداقل یک نمونه مورد بازدید قرار گیرد تا ضمن رعایت پراکنش فیزیکی، تنوع شکلی و فنی را نیز مورد بررسی قرار دهیم. پس از بررسی‌ها و بازدیدهای میدانی در مجموع ۱۲ سایت مورد ارزیابی قرار گرفت که در مراوه تپه ۳ مورد، گمیشان ۶ مورد و آق قلا نیز ۳ مورد بازدید صورت پذیرفت.

برای اخذ اطلاعات مورد نظر اقدام به تهیه و تدوین پرسش‌نامه‌ای (مطابق پیوست) گردید. این پرسش‌نامه حاوی کلیه اطلاعات مورد نیاز جهت شناخت کامل سامانه بازدید شده شامل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و تعمیرات با لحاظ موارد اقتصادی و اجتماعی آن می‌باشد. در تهیه این پرسش‌نامه اطلاعات مورد نیاز برای بازطراحی و بهینه‌سازی کارکرد نیز متناسب با تحقیقات و دستورالعمل‌های موجود خارجی و برخی تجارب موفق داخلی نیز لحاظ گردیده است. بخش‌های موجود در پرسش‌نامه شامل مشخصات محل بازدید، مشخصات فرد پرسش شونده و اطلاعات فنی سامانه شامل مشخصات سطح آبگیر، سیستم انتقال، مخزن، مصرف و مصرف کنندگان (اجتماعی و اقتصادی) و مشکلات فنی-اجرایی سیستم می‌باشد که هر یک زیربخش‌های مربوط به خود را شامل می‌گردد.

نتایج

جمع بندی پرسشنامه‌ها

نتایج اطلاعات مربوط به سطح آبگیر سایت‌های مطالعاتی نشان داد که در اکثر موارد پاک‌سازی و نظافت مخزن صرفا سالی یک بار با استفاده از جارو و وسایل معمول شستشو بوده و فقط در پاره‌ای از موارد کلر زنی انجام می‌شود.

نظافت و پاکسازی مخزن بسیار مهم بوده و با توجه به ضعف موجود در این بخش در ناحیه مطالعاتی، لازم است که آموزش‌های لازم در این زمینه به مردم محلی داده شده و حتی جهت تشویق ساکنین در استفاده از این سیستم، مواد لازم برای شستشو، ضدعفونی و پاکسازی در اختیار آنان گذاشته شود. در ضمن کاربران این سیستم در تمامی سایت‌های مطالعاتی با استفاده از جداسازی دستی لوله ورودی به مخزن اجازه ورود رواناب حاصل از بارش اول را به مخزن نمی‌دهند. در این زمینه راهکارهای علمی و عملی مناسبی جهت جداسازی بارش اول در بخش دستورالعمل‌های طرح ارائه شد که می‌تواند مورد استفاده واقع شود.

با توجه به برآوردهای انجام شده از سطوح آبگیر موجود، در اکثر موارد قطر لوله‌ها و آبروها متناسب با سطح پشت بام و پتانسیل تولید رواناب بوده و فقط در پاره‌ای موارد قطر لوله‌ها کمتر از اندازه مورد نیاز بود که با توجه به دستورالعمل ارائه شده در گزارش این طرح می‌توان ساکنین را نسبت به انتخاب اندازه مناسب آبروها و ناودان‌ها آگاه نمود.

در اکثر سایت‌های بازدید شده، ساکنین نسبت به لزوم نصب فیلتر قبل از ورود ناودان به مخزن آگاهی کافی داشته و با استفاده از توری‌های ساده فلزی یا پارچه‌ای اینکار را انجام داده‌اند. همچنین در برخی از سایت‌ها جهت برداشت آب از مخازن از پمپ‌های کوچک برقی استفاده می‌شود که استفاده از پمپ‌ها و شیرهای تخلیه به برداشت بهداشتی‌تر و سهل‌تر آب از مخازن کمک شایانی می‌کند.

همان‌طور که محاسبات هیدرولوژیک نیز نشان دادند در غالب موارد حجم مخازن زیرزمینی تعبیه شده بالاتر از حجم بهینه بود که دستورالعمل ارائه شده در این طرح راه‌گشای کاربران در انتخاب حجم بهینه مخزن خواهد بود.

جمع‌بندی پرسش‌نامه‌ها حاکی از آن است که میزان رضایت استفاده کنندگان از این سیستم‌ها زیاد بوده ولی میزان استقبال نسل جدید از این سیستم پایین می‌باشد که دلایل تفصیلی آن در ادامه تشریح شده است.

بررسی کیفیت آب به لحاظ شرب

همان‌طور که در تعاریف ارائه شده از سوی WHO (2008) و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۸۸) ارائه شده است آب آشامیدنی آبی است که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که مصرف آن جهت آشامیدن عارضه سوئی در کوتاه مدت یا دراز مدت برای سلامت انسان ایجاد نکند. بنابراین به لحاظ بررسی‌های کیفی از آب موجود در آب انبارها یا مخازن زیر سطحی موجود در محدوده مطالعاتی آق‌قلا و گمیشان نمونه‌برداری گردید.

همانطور که در جدول (۲) نشان داده شده است با توجه به حداکثر مجاز شوری ۱۸۰۰ میکروموس، آب‌های نمونه‌برداری شده از سایت‌های مطالعاتی دارای محدودیت شرب به لحاظ شوری نبودند. افزایش T.D.S رابطه مستقیم با هدایت الکتریکی دارد و مطابق استاندارد ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (تجدید نظر پنجم، ۱۳۸۸) حداکثر مطلوب آن ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر مجاز آن ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر برای آب شرب می‌باشد. بنابراین از این نظر در نمونه‌های آب آنالیز شده محدودیتی دیده نشد. با توجه به استاندارد ۱۰۵۳، حد مطلوب pH، ۶/۵ تا ۸/۵ و حد مجاز آن ۶/۵ تا ۹ می‌باشد. با توجه به نتایج آنالیز نمونه‌های آبی ملاحظه شد که مقدار pH نیز مناسب است و از این لحاظ نیز مشکل خاصی وجود نداشت. به توصیه سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران سختی آب شرب نباید از ۵۰۰ تجاوز کند و بهتر است از ۲۰۰ کمتر نباشد. با توجه به اندازه‌گیری‌ها، نمونه‌های تحلیل شده بر اساس سختی کل دارای محدودیتی به لحاظ شرب نبودند و در رده آب‌های سبک یا نرم قرار گرفتند. بر اساس همین استانداردها، حداکثر مطلوب سولفات ۲۵۰ و حداکثر مجاز آن ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر برای آب شرب می‌باشد که محدودیتی در این زمینه نیز برای مصرف شرب نمونه‌های مطالعاتی دیده نشد. همچنین حداکثر مقدار مطلوب منیزیم ۳۰ و حداکثر مجاز سدیم ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که بنابراین با توجه به میزان کم منیزیم و سدیم در نمونه‌های مطالعاتی، محدودیتی مشاهده نشد. با توجه به حد مجاز ۱۲

میلی‌گرم بر لیتر برای پتاسیم، این عنصر نیز محدودیتی در آب نمونه‌های مطالعاتی برای شرب ایجاد نمی‌کند. حداکثر مطلوب کلسیم در آب شرب، ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تشخیص داده شده است (موسسه استاندارد، ۱۳۸۸) که این میزان بسیار بالاتر از میزان موجود کلسیم در آب نمونه‌های آزمایش شده بود. البته کم بودن کلسیم در آب شرب بایستی از طریق مصرف مواد غذایی حاوی کلسیم جبران گردد. میزان یون کلر نمونه‌های برداشت شده نیز بسیار کمتر از حد مطلوب (۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) و حد مجاز (۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود. بر اساس استانداردهای جهانی و استاندارد ۱۰۵۳، حداکثر مجاز نیترات در آب شرب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر برآورد شده که بالاتر از میزان موجود نیترات در آب نمونه‌های آزمایش شده بود.

جدول(۲): نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب مخازن جمع‌آوری آب باران دو نمونه از سایت‌های مطالعاتی

علامت اختصاری	NO3	$SO4^{2-}$	Cl^{-}	$HCO3^{-}$	K^{+}	Na^{+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	PH	T.D.S	EC
				ppm						mg/l	µm/cm
S1_Mosque	۷/۰۵	۷/۲۲	۲/۵	۴۰/۳	۲/۸	۲/۷	۰	۱۸/۴	۷/۱	۶۰/۴۷	۹۷/۱
S3_House	۱۱	۱۳/۱۹	۶/۷	۵۰	۲	۵/۱	۰/۹۷۶	۲۵/۶	۶/۸۹	۸۹/۱۷	۱۵۲

تیپ آب نمونه‌های برداشت شده از منطقه مطالعاتی بی‌کربناته و رخساره کلسیک می‌باشد. بر اساس نتایج آزمایشات انجام شده میزان کدورت در نمونه‌های برداشت شده بسیار پایین‌تر از حداکثر مجاز ۵ NTU تعریف شده در استاندارد ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بود. بر اساس دیاگرام شولر نیز از نظر مصارف شرب نمونه آب‌های برداشت شده از مخازن در رده خوب قرار گرفتند.

نتایج آنالیزها تفاوت معنی‌داری را بین سایت‌های نمونه‌برداری شده به لحاظ تاثیر ایرانیت بر کیفیت آب به منظور شرب نشان نداد ولی تقریبا در اکثر آیتم‌های بررسی شده نمونه‌هایی که از سطح آبگیر صرفا حلبی به دست آمده بود کیفیت فیزیکی و شیمیایی بالاتری را نشان داد. هر چند که تصمیم‌گیری دقیق در این مورد نیازمند نمونه‌های بیشتر با تعداد تکرار بیشتر است بازآوری می‌شود که بر اساس مطالعه انجام شده توسط ظفرزاده (۱۳۸۵) کیفیت آب تعدادی از آب انبارهای روستایی در استان گلستان از نظر بعضی از پارامترهای شیمیایی از جمله فسفات، آهن و سرب از حد مجاز استاندارد آب‌های آشامیدنی بیشتر بوده است و برای شرب و پخت و پز مناسب نمی‌باشد. اما برای سایر مصارف این نوع آب می‌تواند مورد استفاده باشد. بر اساس نتایج طرح انجام شده توسط ظفرزاده (۱۳۸۵) علل احتمالی آلودگی‌های شیمیایی می‌تواند ناشی از نفوذ آب‌های سطحی، کشاورزی، انتقال و ذخیره آب گرگان رود در فصول کم باران در آب انبارها، آلودگی هوا و ریزش آنها هنگام نزولات جوی روی سطوح آبگیر (پشت بام منازل) باشد.

ارائه دستورالعمل

دستورالعمل طراحی شده در قالب‌های زیر ارائه گردید:

۱- محاسبه حجم رواناب قابل استحصال از پشت بام

در این بخش فرمول استدلالی به شکل زیر برای محاسبه حجم رواناب قابل استحصال ارائه شد:

میزان آب ذخیره شده (لیتر در سال) = میزان بارندگی (میلی‌متر در سال) × مساحت پشت بام (متر مربع) ×ضریب رواناب

در صورتی که پشت بام مورد نظر شیب‌دار باشد بایستی سطح افقی پشت بام را که گیرنده بارش می‌باشد در محاسبات در نظر بگیریم که در این زمینه نیز روش محاسبه به صورت یک دستورالعمل ساده ارائه گردید.

۲- تخمین حجم مورد نیاز مخزن

روش اول: بر اساس تقاضای دوره خشک

در این روش، حجم مورد نیاز آب مصرفی با فرض عدم وقوع بارندگی در منطقه برای مدت زمان طولانی برآورد می‌گردد. معمولا این مدت در مناطق مختلف کشور با فصل تابستان همزمان می‌باشد و شروع و پایان آن برای مناطق مختلف کشور متفاوت است و می‌توان از اداره هواشناسی منطقه طول مدت زمان تقریبی آن را دریافت نمود.

روش دوم: روش ساده

این روش بر اساس متوسط مصرف آب شرب برای هر نفر ساکن در منزل تعیین می‌گردد. به نحوی که متناسب با تعداد افراد ساکن یا مصرف کننده از منبع و نیاز آب مصرفی هر فرد میزان نیاز آبی روزانه تعیین می‌گردد. در ادامه متوسط طولانی ترین زمان‌هایی که بین دو بارندگی در منطقه وجود دارد را بر اساس روز در سال تعیین می‌کنیم. حاصل ضرب موارد فوق بیانگر حجم تقریبی مورد نیاز مخزن ذخیره آب می‌باشد.

روش سوم: استفاده از جداول ساده شده

این جداول نیز در چهار گام به شکل زیر قابل محاسبه است:

گام اول: استخراج اطلاعات بارش منطقه، گام دوم: تخمین پتانسیل تولید رواناب پشت بام مورد نظر، گام سوم : برآورد نیاز آب مصرفی روزانه و گام چهارم: استفاده از حجم ذخیره‌سازی و برآورد نیاز آبی جهت محاسبه میزان حداقل ذخیره مورد نیاز به شکل زیر:

پس از بررسی سطوح آبگیر و تعیین میزان حجم آب قابل استحصال، به منظور محاسبه حجم مفید مخازن از منحنی جرم یا منحنی ریپل[1] استفاده می‌شود. بر اساس رابطه زیر حجم مفید مخزن، معادل حداکثر فاصله قائم بین منحنی جرم جریان ورودی با منحنی جرم مصرف یا نیاز است (صفوی، ۱۳۸۵):

$$S = MAX\left(\sum Vd - \sum Vs\right) \qquad (۱)$$

که در آن Vd حجم آب برداشتی یا مورد نیاز (m^3)، Vs حجم آب ورودی به مخزن (m^3) و S حجم مفید مخزن (m^3) می‌باشد. آنالیز منحنی جرم مستلزم تعیین دوره‌های بحرانی داده‌ها در جایی که اختلاف بین جریان‌های ورودی تجمعی (بارندگی) و جریان‌های خروجی (نیاز آبی) حداکثر هستند، می‌باشد (کومه و همکاران، ۱۳۹۳).

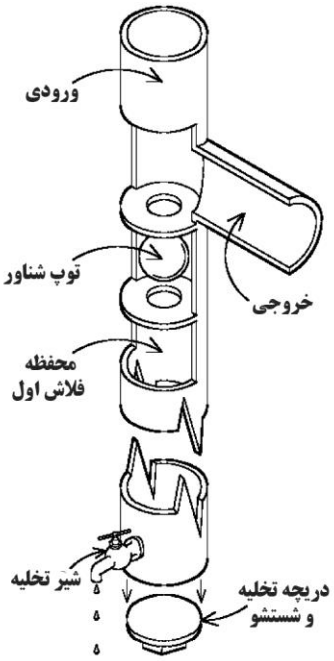
۳- طراحی سیستم شامل دستورالعمل برای تعیین جنس پشت بام، شیب پشت بام و ابعاد وشکل آبروها (جدول۳)، راهکارهای افزایش نگه داشت آب در آبروها، تعیین جنس آبروها، لوله‌های انتقال دهنده یا ناودان‌ها، طراحی سیستم جدا کننده ابتدای بارش (شکل ۴ و ۵)، طراحی ورود و برداشت آب از مخزن، طراحی سرریز آب از مخزن و تعیین نوع فیلتر

جدول (۳): راهنمای انتخاب ابعاد آبرو و ناودان برای مساحت‌های مختلف سطوح آبگیر

(نمونه‌ای از جداول تهیه شده برای طراحی سیستم)

ردیف	سطح پشت بام (m^2) بخش ورودی به آبرو	ابعاد آبرو (mm)	حداقل قطر ناودان (mm)
۱	۱۷	۶۰	۴۰
۲	۲۵	۷۰	۵۰
۳	۳۴	۸۰	۵۰
۴	۴۶	۹۰	۶۳
۵	۶۶	۱۰۰	۶۳
۶	۱۲۸	۱۲۵	۷۵
۷	۲۰۸	۱۵۰	۹۰

[1] Ripple



شکل (۴): سیستم جدا کننده فلاش اول بارش بر اساس مکانیزم توپ شناور (یکی از روش‌های پیشنهادی)
منبع: کمیسیون کاربردی علوم زمین اقیانوس آرام جنوبی (SOPAC)

۴- راهنمای ضد عفونی کردن مخزن: که در این زمینه نیز جداول راهنمای کلر زنی مخزن بر اساس منبع UNEP & CEHI (۲۰۰۹) ارائه گردید.

۵- راهنمای تحلیل هیدرولوژیک و عملکرد اقتصادی سیستم

بر اساس معادله زیر (ارائه شده بوسیله Fewkes and Warm (2000) راندمان هیدرولوژیک سیستم آبگیر باران تعریف می شود:

$$E_T = \frac{\sum_{t=1}^{T} Y_t}{\sum_{t=1}^{T} D_t} \times 100 \qquad (۲)$$

که در این معادله E_T راندمان ذخیره آب (٪)، Y_t تولید آب سیستم در زمان t، D_t خروجی آب از سیستم یا میزان تقاضا در زمان t، و T زمان کل مدنظر در تجزیه و تحلیل راندمان سیستم می‌باشد. راندمان ۱۰۰٪ نشان دهنده کارایی کامل سیستم در تولید آب مورد نیاز می‌باشد (KANRRC, 2011).

جهت بررسی عملکرد سیستم به لحاظ اقتصادی از ارزش خالص فعلی یا NPV (Net Present Value) استفاده می‌شود. ارزش خالص فعلی در علم اقتصاد مهندسی، یکی از روش‌های استاندارد ارزیابی طرح‌های اقتصادی است. در این روش، جریان نقدینگی(درآمدها و هزینه‌ها) بر پایه زمان وقوع(درآمد یا هزینه) به نرخ روز تنزیل می‌شود. به این ترتیب در جریان نقدینگی، ارزش زمان انجام هزینه یا به دست‌آمدن درآمد نیز لحاظ می‌گردد.

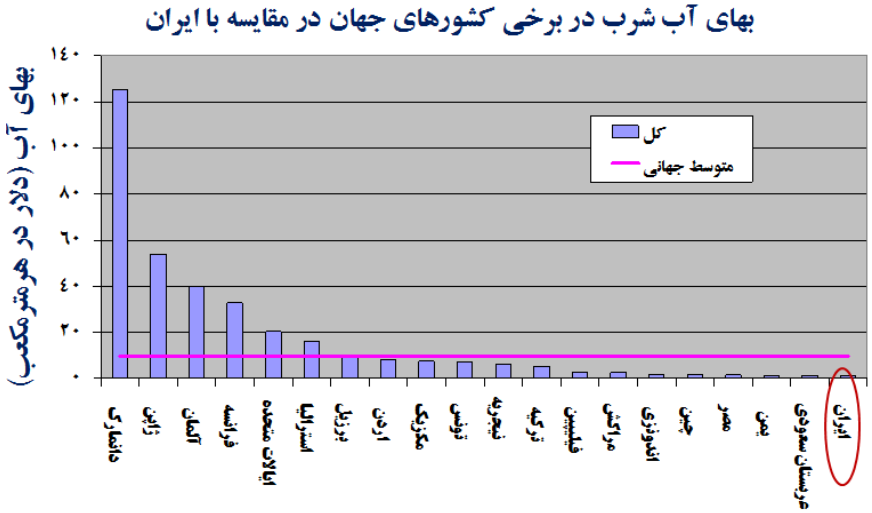
$$PV = K_0 + \sum_{t=0}^{t=N} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \qquad (۳)$$

که در این معادله Ko هزینه سرمایه‌ای در سال صفر، N افق زمان (سال)، Bt منافع پروژه در سال t، Ct هزینه‌ها در سال t، و r نرخ تنزیل می‌باشد (KANRRC, 2011).

نتیجه گیری و پیشنهادات

در مجموع و با توجه به بررسی‌های میدانی و تحلیل‌های دفتری مهم‌ترین مسئله مرتبط با سیستم جمع‌آوری آب باران از سطح پشت بام در منطقه استان گلستان، عدم استقبال نسل جدید از این سیستم‌هاست که دلایل آن به شرح زیر می‌باشد:

۱. ورود و توسعه شبکه آب شرب شهر و روستا و راحت‌تر بودن استفاده از آن در مقایسه با سیستم سنتی جمع‌آوری آب باران و همچنین ارزان بودن آب‌بها در بسیاری از مناطق به خصوص مناطق روستایی. نتایج محاسبات تحلیل اقتصادی پروژه که در بخش ششم گزارش آورده شد نشان می‌دهد که در سایت‌های مطالعاتی، سیستم استحصال آب باران حتی با وجود نرخ تنزیل ۲۰٪ پس از ۳۰ سال به توجیه اقتصادی نخواهد رسید. که علت آن در پایین بودن نرخ آب در این منطقه و تقریبا کل ایران است. نرخ آب بکار برده شده در این تحلیل (۱۵۰۰ تومان برای هر مترمکعب) با توجه به قیمت اعلام شده در پایگاه اطلاع رسانی وزارت نیرو تعیین گردید (http://news.moe.gov.ir). در حالی‌که هم اکنون قیمت هر مترمکعب آب برای مصرف کننده با در نظر گرفتن یارانه کمتر از ۴۰۰ تومان می‌باشد. که بسیار پایین‌تر از نرخ آب در بسیاری از کشورهای جهان است. شکل زیر به مقایسه نرخ آب شرب در ایران با سایر کشورهای جهان می‌پردازد.



شکل (۷-۱): مقایسه نرخ آب در ایران با برخی از کشورهای دنیا

بنابراین در این زمینه لازم است که در کمیسیون‌های تخصصی مرتبط قیمت واقعی آب تعیین و هزینه آب‌بها به صورت واقعی برای هر منطقه جداگانه تعیین شده و دریافت گردد تا خود بتواند به عنوان مشوقی در جهت توسعه سیستم‌های جمع آب باران عمل نماید.

۲. عدم بهینه‌سازی سیستم‌های سنتی قدیمی و مدرن‌سازی و افزایش راندمان آن‌ها. به عنوان مثال استفاده از پمپ می‌تواند تا حدی به سهولت استفاده از این سیستم کمک نماید. همچنین ضرورت دارد که مخازن جمع‌آوری قدیمی به لحاظ نشت یا نفوذ آب مورد بررسی قرار گرفته و تمهیدات لازم جهت رفع عیب و بهینه‌سازی آن‌ها به مردم محلی پیشنهاد گردد.

۳. عدم ترویج، آموزش و فرهنگ‌سازی اهمیت و ارزش آب به ویژه به نسل‌های جدید. در این زمینه می‌توان با کمک و همیاری بزرگان و ریش سفیدان و به ویژه روحانیون مذهبی به معرفی اهمیت و ارزش آب پرداخت و همزمان مدیران سازمان‌های زیربط مشکلات آب منطقه و استان را در حال حاضر و شرایط آینده (و بویژه با مد نظر قرار دادن تغییرات اقلیمی در آینده) به مردم محلی گوشزد و اهمیت استفاده از منابع آب جایگزین مثل آب جمع‌آوری شده از

سطوح پشت بام را برای آن‌ها تبیین نمایند. مطالعات جامعی از بعد اجتماعی نظیر میزان پذیرش اجتماعی و فرهنگی و نیز میزان رضایت مردم از اجرای این سیستم در منطقه بایستی انجام شود. به عبارتی توجیه اجتماعی و فرهنگی طرح باید تهیه شود تا در عمل با مشکل پذیرش اجتماعی مواجه نشویم.

۴. عدم تایید مراکز مرتبط بر کیفیت آب جمع‌آوری شده. در این زمینه لازم است مراکز بهداشت شهرستان‌ها به پایش دقیق کیفیت آب جمع‌آوری شده بپردازند و در صورتی‌که سیستم جمع‌آوری و ذخیره به لحاظ فنی و بهداشتی دارای استانداردهای لازم است، کیفیت آن را تایید و بدین صورت اطمینان خاطر لازم را در ذهن مصرف کنندگان نسبت به کیفیت آب جمع‌آوری شده ایجاد نمایند. همچنین تحویل کلر به مردم از جانب مراکز بهداشت و ارائه آموزش‌های لازم برای پاکسازی مخازن و سطوح جمع‌آوری می‌تواند در این زمینه راه‌گشا باشد. لازم به ذکر است که مطالعات تفصیلی و جامعی نیز در خصوص نقش آلودگی هوا بر آب باران جمع‌آوری شده تا کنون انجام نشده که انجام آن یک ضرورت محسوب می‌گردد.

۵. ورود حشرات و جانوران به داخل مخازن قدیمی و اعتقاد مردم به پاک نبودن آب. البته در این زمینه راهکارهای لازم جهت جلوگیری از ورود حشرات و جانوران به مخازن در گزارش آمده است.

۶. ساخت سقف‌های منازل جدید از جنس‌های نامناسب مانند ایرانیت. البته لازم به ذکر است همان‌طور که در بخش کیفیت آب نتیجه‌گیری شده استفاده از ایرانیت نتوانسته تاثیر معنی‌داری بر کیفیت آب جمع‌آوری شده داشته باشد. ولی با توجه به ذهنیت مردم محلی مبنی بر آلوده زا بودن ایرانیت، استفاده از حلبی یا سفال بیشتر توصیه می‌شود.

۷. هزینه اولیه اجرای سیستم که البته در مقابل هزینه انشعاب و آبونمان و ... ناچیز است ولی با توجه به اینکه پرداخت این هزینه در ابتدا برای بسیاری از روستا نشینان دشوار است توصیه می‌شود که دولت از طریق پرداخت تسهیلات با بهره اندک به رونق و راه‌اندازی این سیستم در منطقه کمک کند. لازم به ذکر است که در مقایسه با هزینه‌های سنگین انتقال و تصفیه آب، هزینه راه‌اندازی این سیستم که عمدتا شامل ساخت مخزن می‌شود (حدودا ۲۰۰۰۰۰۰ تومان برای هر مخزن) بسیار ناچیز بوده که از طریق تسهیلات دولتی قابل پرداخت است. ولی منافع حاصل از اجرای این گونه سیستم‌ها با توجه به تامین پایدار آب شرب و غیر شرب برای ساکنین شهرها و روستاهای دوردست و به ویژه مناطق مرزی استان بسیار زیاد است. البته پیشنهاد دیگری که مطرح می‌شود اینست که در طرحی دیگر به تفصیل به عملکرد و بازده اقتصادی این سیستم پرداخته شده و راهکارهای افزایش بازده اقتصادی آن نیز بررسی گردد. در واقع مطالعات تفصیلی در بعد اقتصادی از نظر هزینه‌های اجرای این سیستم به روش‌های مختلف و مرسوم در منطقه و منافع حاصل از آن بایستی انجام گیرد تا اطلاعات کافی برای تصمیم‌گیری در اختیار مدیران قرار گیرد. به عبارتی توجیه اقتصادی طرح بایستی تهیه شود تا مردم قانع شوند که اجرای این سیستم به نفع آنهاست و راغب به اجرای آن باشند.

۸. عدم حمایت مالی و قانونی لازم از اجرای این سیستم‌ها از جانب دولت

علی‌رغم هزینه بالای انتقال آب از گرگان به آق‌قلا و دیگر مناطق استان با کیفیت محدود، هیچ گونه مطالعه و کار جامعی بر روی این سیستم‌ها که بیش از صد سال در منطقه قدمت دارند انجام نشده است. لذا توصیه می‌گردد که در این زمینه با درگیر کردن مشاوران، مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی طرح‌های لازم در جهت حل مشکلات سیستم‌ها تهیه و به صورت دستورالعمل‌های تکمیلی این طرح لازم الاجرا گردند. به عنوان مثال در ایالت تگزاس آمریکا از سال ۲۰۰۷ سالانه به بهترین اجرا کنندگان سیستم‌های سطوح آبگیر باران جوایزی اختصاص می‌یابد و مسابقاتی جهت ترویج این سیستم‌ها برگزار می‌گردد که قابل توصیه و طراحی در داخل نیز هست. در گذشته مراکز بزرگی مانند منازل خان‌ها یا مساجد و ... محل جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران بوده‌اند و دیگر اهالی از آب جمع‌آوری شده استفاده می‌کرده‌اند

که با توجه به هزینه اولیه این سیستم‌ها، راه‌اندازی چنین مراکزی قابل توصیه نیز می‌باشد. ضمن اینکه می‌توان بر آن مدیریت کرده و نکات فنی و بهداشتی را نیز بیشتر رعایت نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مالی و معنوی انجمن سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران در طی انجام این طرح تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱- اسمعیلی، م.، شیخ، و. و شریف زاده، ا. (۱۳۸۸). تبیین ساز و کارهای بهینه‌سازی سازه‌های بومی جمع‌آوری آب‌های سطحی (مطالعه موردی: استان بوشهر). چهارمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، کرمان.

۲- پور جعفری نژاد، ا.غ.، علیزاده، ا. و نشاط، ع. (۱۳۹۲). بررسی ردپای اکولوژیک آب و شاخص‌های آب مجازی در محصولات پسته و خرما در استان کرمان. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. سال چهارم، شماره سیزدهم، فصل پاییز.

۳- رشیدی مهرآبادی، م.، ثقفیان، ب. و شمسایی، ا. (۱۳۹۱). ارزیابی عملکرد سطوح آبگیر باران در مناطق مسکونی برای تامین نیازهای آبی (مطالعه موردی: شهر قزوین). اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد.

۴- صفوی، ح. ر. (۱۳۸۵). هیدرولوژی مهندسی. انتشارات ارکان. ۶۰۴ صفحه.

۵- ظفرزاده، ع. (۱۳۸۵). تعیین کیفیت شیمیایی آب در آب انبارهای روستایی استان گلستان. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان. دوره هشتم، شماره ۱، صفحات ۵۵-۵۱.

۶- کومه، ز. معماریان، ه. و تاجبخش، س.م. (۱۳۹۳). بررسی عملکرد هیدرولوژیک سیستم استحصال آب باران از سطح پشت بام و بهینه‌سازی حجم مخزن (مطالعه ی موردی: شهرستان بیرجند)، سومین همایش بین المللی سامانه‌های سطوح آبگیر باران. بیرجند.

۷- معاونت برنامه‌ریزی استانداری گلستان. (۱۳۹۰). طرح آمایش سرزمین استان گلستان.

8- Appan A. *(1997). Collection of runoff in urbanized catchments for augmenting storage in conventional impoundment schemes*, Proc 8th Inter Conf on Rainwater Catchment Systems, Teheran, Iran, 25 to 29 April, *pp 527 – 533*.

9- CEHI & UNEP. *(2009). Handbook for Rainwater Harvesting for the Caribbean*.

10- Fewkes A. and Wam P. *(2000). Method of modelling the performance of rainwater collection systems in the United Kingdom*. Building Services Engineering Research and Technology, *21(4), 257-265*.

11- KANRRC. *(2011). Rainwater harvesting for sustainable water resource development and climate change adaptation (N-E of Iran).* Technical report. Project No. 2-072-040000-03-0000-84010.

12- Kuylenstierna J.L., Bjorklund G. and Najlis P. *(1997). Sustainable water future with global implications: everyone's responsibility*. Natural Resources Forum, *21(3), 181-190.*

پیوست

پرسشنامه طرح **" تهیه دستورالعمل جهت طراحی و بهینه سازی مخازن آب باران در ساختمان ها (مطالعه موردی: استان گلستان)"**

کارفرما: انجمن علمی سیستم های سطوح آبگیر باران ایران
مجری طرح: دکتر هادی معماریان
همکاران طرح: مهندس احد توسلی، دکتر سید محمد تاجبخش، مهندس زینت کومه، دکتر علی اکبر عباسی، مهندس لطف الله پارسایی

مشخصات محل بازدید:

نوع واحد ساختمانی: شهر و محله:

مختصات جغرافیایی: و ارتفاع از سطح دریا:

شماره عکس: نمونه آب :

تاریخ بازدید:

مشخصات فرد پرسش شونده:

نام خانوادگی: جنس: سن:

سطح سواد: شغل:

۱- اطلاعات مربوط به سطح آبگیر

i. اندازه سطح آبگیر پشت بام (m^2) :
ii. جنس سطح پشت بام :
iii. شیب سطح پشت بام درصورت شیروانی بودن (درجه یا درصد) :
iv. ارتفاع پشت بام نسبت به کف حیاط (m):
v. نحوه و زمان پاکسازی و نظافت سطح آبگیر:

۲- اطلاعات مربوط به سیستم انتقال

i. طول gutter یا آبرو تا محل ورودی به ناودان (m) :
ii. نوع آبرو (رو باز یا لوله ای) :
iii. تعداد ناودان ها :
iv. محل قرار گیری ناودان ها :
v. طول ناودان (m) :
vi. قطر ناودان (cm) :
vii. تعداد bend ها یا زانوی خمش بکار برده شده در سیستم انتقال و محل قرار گیری آنها:
viii. جنس ناودان :
ix. آیا در محل ورودی رواناب به ناودان، فیلتر یا تمهیداتی مشابه آن نصب شده است؟
اگر نصب شده چه خصوصیاتی دارد (اندازه، جنس و ...)؟

جنس: اندازه (cm):

موقعیت قرارگیری:

۳- اطلاعات مربوط به مخزن جمع آوری

i. نوع مخزن (سطحی یا زیر زمینی) :
اگر زیرزمینی است، عمق قرار گیری مخزن (m) :
ii. جنس مخزن:
iii. مخزن پوشش دارد یا خیر؟ نوع پوشش :
iv. ارتفاع قرار گیری مخزن نسبت به کف حیاط (m) :
v. ارتفاع مخزن (m)
vi. قطر (طول و عرض)مخزن (m) :
vii. حجم مخزن (m^3 یا lit) :

viii. محل قرارگیری شیر تخلیه/برداشت :
ix. نوع شیر تخلیه/برداشت :
x. آیا در محل ورودی به مخزن فیلتر قرار داده شده است؟
اگر نصب شده چه خصوصیاتی دارد ؟
جنس: اندازه (cm):
موقعیت قرارگیری:
xi. زمان پاکسازی و نظافت مخزن:
xii. روش پاکسازی و نظافت مخزن:
xiii. میزان و شکل رسوبات مخزن:
xiv. مصالح مصرفی برای استقرار مخزن (ملات-سنگ و سیمان-آجر-گچ و ...):

۴- اطلاعات مربوط به مصرف و مصرف کنندگان (اجتماعی و اقتصادی) و مشکلات فنی-اجرایی سیستم

i. نوع واحد ساختمانی (مسجد، مدرسه یا خانه) :
ii. تعداد افراد ساکن یا استفاده کننده : ..... نفر (..... خانوار)
iii. نوع مصرف (شرب یا غیر شرب) :
iv. نوع مصارف غیر شرب (دستشویی، فضای سبز، شستشو و .....) :
v. میزان آب مصرفی در فصول مختلف چقدر است؟ (قبوض مصرف آب در فصول مختلف کنترل شده و رقم مصرف آب یادداشت شود. در صورتیکه قبوض آب کلیه ماه ها در یکسال گذشته در دسترس نیست، یک ماه را بعنوان نماینده آن فصل در نظر می گیریم) :
vi. بطور میانگین چند درصد از آب مصرفی واحد یا ساختمان بمصرف غیر شرب (دستشویی یا فلاش تانک، شستشوی حیاط منزل، شستشوی ماشین، آبیاری فضای سبز بیرون و داخل حیاط و پرکردن حوض یا استخر) می رسد؟ (یک میانگین برای فصول تر و یک میانگین برای فصول خشک در نظرمی گیریم):
vii. بطور میانگین چند درصد از آب مصرفی واحد یا ساختمان به شستشو در حمام اختصاص می یابد؟
viii. آیا سیستم جمع آوری آب باران فعال است (بلی یا خیر)؟
ix. در صورتیکه فعال نیست دلیل آن چیست؟ .....
x. عمر سیستم از راه اندازی تا کنون (سال)؟
xi. بطور میانگین چند درصد از نیاز شرب یا غیر شرب ساختمان از مخزن جمع آوری آب باران تامین می شود؟ :
xii. میانگین استفاده روزانه در فصل خشک (lit/day) ؟
xiii. میانگین استفاده روزانه در فصل تر (lit/day) ؟
xiv. چه ماه ها یا دوره هایی از سال بیشترین استفاده از آب ذخیره شده در مخزن می شود؟
xv. چه ماه ها یا دوره هایی از سال کمترین استفاده از آب ذخیره شده در مخزن می شود؟
xvi. روش انتقال آب جمع آوری شده از مخزن به محل مصرف (مستقیم یا غیر مستقیم)؟
(در صورتیکه مستقیم است، جدول ذیل تکمیل گردد)
نوع انتقال: وسیله انتقال دهنده:
نوع لوله: طول لوله:
تعداد اتصالات:
xvii. آیا در انتقال آب از مخزن به محل مصرف از پمپ استفاده میشود؟
نوع پمپ: مشخصات پمپ:
xviii. هزینه انجام شده جهت خرید و راه اندازی مخزن در سال راه اندازی و تعمیم آن به سال مبنا (۱۳۹۳) (ریال) :
xix. هزینه پمپ (ریال) :
xx. هزینه انجام شده جهت سایر تاسیسات مورد نیاز (لوله ها، اتصالات، فیلتر، شیرآلات و ....) (ریال) :
xxi. میزان رضایت از عملکرد سیستم به لحاظ فنی :
خیلی کم کم متوسط زیاد خیلی زیاد

xxii. میزان رضایت از عملکرد سیستم به لحاظ اقتصادی و صرفه جویی در هزینه آب ساختمان
خیلی کم کم متوسط زیاد خیلی زیاد

xxiii. مشکلات سیستم از ابتدا تا کنون (در بخش جمع آوری، انتقال و ذخیره و مصرف):

xxiv. مشکل فعلی سیستم :

xxv. وضعیت کیفیت فیزیکی آب مورد استفاده :
طعم: کدورت: بو:

xxvi. وضعیت کیفیت شیمیایی آب مخزن:
شماره نمونه آب:
نتایج آزمایشات:

xxvii. تمهیدات اندیشیده شده جهت بهبود وضعیت کیفیت آب:

xxviii. اقدامات مرمتی یا بهینه سازی سیستم از ابتدای راه اندازی تا کنون و در چه سال هایی ؟

xxix. هزینه مرمت و بهینه سازی سیستم در هر مرحله به تفکیک نوع عملیات در سال اجرا و تعمیم آن به سال مبنا (۱۳۹۳) (ریال) :

xxx. مسولیت نگهداری سیستم:

xxxi. مشکلات نگهداری سیستم:

xxxii. پیشنهاد فرد یا افراد استفاده کننده از سیستم جهت بهبود و بهینه سازی و رفع مشکلات فنی- اجرایی و اجتماعی- اقتصادی آن:

پلان سیستم انتقال آب (دید به شمال/جنوب/شرق/غرب)

technical report:

A guideline for designing and optimizing rainwater reservoirs in buildings (Case study: Golestan province, Iran)

Memarian H., Tavasoli A., Tajbakhsh M., Komeh Z., Abbasi A.K., Parsayi L.
Email: hadi_memarian@birjand.ac.ir

Abstract

Nowadays, the whole country is overrun by the water crisis. Therefore, rainwater harvesting is desired as an efficient alternative for water supplying. Before the execution of any rainwater harvesting project in rural or urban buildings, we need to prepare a comprehensive manual for designing and optimizing the water reservoirs. In this work, an inclusive plan was designed to study all parts of a rooftop catchment system, i.e. rooftop area, transferring equipments, reservoir and also water quality problem in Golestan province. Finally, a guideline was prepared for designing and optimizing the reservoirs with consideration of social and economic scopes in the study area. The methodology was based on the field surveying and questionnaire filling in 12 selected sites in Golestan province. Then, each site was hydrological simulated and reservoirs' volumes were optimized based on the mass diagram approach. Water quality monitoring was carried out, as well. Finally, technical report was prepared and split into 7 parts including "introduction", "literature review", "study area", "hydrological simulation and optimization", "water quality", "guideline" and "conclusion".

Keywords: Rainwater harvesting, rooftop catchment system, reservoir optimization, water quality.