مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دوره هشتم، شماره سی و دوم، تابستان ۱۳۹۷

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۷ تأیید نهایی: ۱۳۹۷/۰۴/۱۹

صص ۳۵-۱۶

امکان‌سنجی استحصال آب باران از حوضه‌های آبخیز پشت‌بامی در مناطق روستایی (مطالعه‌ی موردی: بخش رضویه، شهرستان مشهد)

احمد عدالتیان، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی-دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

محمدعلی احمدیان*، دانشیار جغرافیا انسانی-دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

ابوالفضل بهنیافر، دانشیار ژئومورفولوژی-دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

مهدی جهانی ثانی، استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی-دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

چکیده

با توجه به اینکه کشورمان وارد یک دوره‌ی خشک‌سالی طولانی‌مدت شده است، تأمین آب و استفاده‌ی بهینه از آن به‌ویژه در نقاط روستایی از اولویت‌های خاص شده است. مهم‌ترین هدف تحقیق حاضر، امکان‌سنجی تأمین بخشی از آب مصرفی روستاها از طریق حوضه‌های آبخیز پشت‌بامی است. محقق امیدوار است که با اشاعه‌ی فرهنگ استفاده‌ی بهینه از نزولات جوی، علاوه بر تأمین بخشی از نیازهای روستاییان، به‌خصوص روستاییانی که به‌وسیله‌ی تانکر آب‌رسانی می‌شوند، از فشار بر منابع آب‌های زیرزمینی که در معرض مخاطرات جوی قرار دارند، کاسته شود. تحقیق از نوع هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی تحلیلی است. جمع‌آوری اطلاعات با دو شیوه‌ی میدانی و اسنادی صورت گرفته است. با توجه به جامعه‌ی آماری که ۵۷ روستای بالای ۲۰ خانوار از بخش رضویه‌ی شهرستان مشهد را تشکیل می‌داده، حجم نمونه از طریق فرمول کوکران معادل ۲۵۱ خانوار تعیین گردیده است. ابزار اصلی تحقیق، پرسش‌نامه با مجموع ۲۸ پرسش بوده است که به روش تصادفی سیستماتیک انجام شد. با توجه به ضریب آلفای کرونباخ به‌دست‌آمده (۰,۷۳۲) پایایی پرسش‌نامه‌ی مطلوب ارزیابی می‌شود. در این تحقیق به بررسی پتانسیل موجود برای جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام پرداخته شد که با توجه به نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از این سیستم می‌توان سالانه در یک کاربری مسکونی روستایی به مساحت ۷۵ مترمربع، ۳۲/۹۰ مترمکعب در سال در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. روستاییان نه‌تنها از انگیزه‌ی بالای مشارکت در اجرای این طرح برخوردارند، بلکه به اهمیت و بهره‌گیری از آن به‌عنوان یک روش ساده برای مقابله با بحران کم‌آبی و کاهش اتکا به سیستم‌های متمرکز آب‌رسانی به نقاط دوردست از قبیل آب‌لوله‌کشی، سد، چاه، قنات و تجدید حیات سطح ایستایی پی برده‌اند و خواهان حمایت‌های مالی و فنی نهادهای دولتی و خصوصی در رفع مشکلات هستند. ازجمله راهکارهایی که در این مقاله مورد تأکید قرار گرفته، ایجاد روحیه‌ی مشارکت در روستاییان و اشاعه‌ی فرهنگ بهره‌برداری بهینه از نزولات جوی از طریق آموزش همگانی بوده است.

واژگان کلیدی: استحصال آب باران، حوضه‌ی آبخیز پشت‌بامی، ذخیره‌ی باران، بحران آب، برنامه‌ریزی روستایی.

* Email:ahmadian@um.ac.ir نویسنده‌ی مسئول

۱- مقدمه

یکی از چالش‌های قرن بیست و یکم، غلبه بر افزایش روزافزون کمبود آب است. میلیون‌ها نفر در سراسر دنیا، دسترسی به آب برای استفاده‌ی شرب و غیر شرب ندارند(رشیدی مهرآبادی، ۱۳۹۱: ۵۷). تغییرات اقلیم، کمبود نزولات جوی، افزایش روزافزون جمعیت جهانی و به‌تبع آن افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی در برابر منابع نسبتاً ثابت و غیرقابل افزایش آب‌های تجدیدشونده، سبب نگرانی دولتمردان و کارشناسان در امور آب شده و در عرصه‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی روز موردبحث و توجه خاص قرار دارد. آب‌شناسان کشورهایی را که دچار کمبود آب هستند، کشورهایی می‌دانند که منابع آب سرانه‌ی آن‌ها بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ مترمکعب باشد. زمانی که این رقم از ۱۰۰۰ مترمکعب پایین‌تر می‌آید، کشور موردبحث دچار بحران شده و تولید غذا، توسعه‌ی اقتصادی و حفظ سیستم‌های طبیعی آن دچار تنگناهای جدی می‌گردد(نهازی، ۱۳۷۶: ۴). در شرایطی که بحران آب گریبان‌گیر بیش‌تر کشورهای منطقه‌ی خاورمیانه است، از تنش‌های آینده به جنگ آب و غذا تعبیر می‌شود. درصورتی‌که چنان شرایطی ایجاد شود، بدون تردید کشورهایی خواهند توانست از قدرت و نفوذ سیاسی بیش‌تری برخوردار باشند که صاحب بخش کشاورزی قدرتمند و توسعه-ی پایدار باشند(اسمعیل‌زادگان و همکاران، ۱۳۹۵: ۲). کارشناسان امور آب پیش‌بینی می‌کنند در آینده‌ای نه‌چندان دور تنش‌ها، درگیری‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی بر سر مسئله‌ی آب بیش‌تر خواهد شد و دور از ذهن نخواهد بود که جنگ‌های آینده بر سر منابع آب صورت گیرد(بزی، ۲:۱۳۸۹). حساسیت این مسئله به حدی است که برخی از صاحب‌نظران اظهار داشته‌اند که احتمالاً در قرن آینده، طلای سفید (آب) به اندازه‌ی طلای سیاه (نفت) اهمیت پیدا خواهد کرد(احمدیان، ۱۳۸۸: ۶۰). برای اولین بار در سال ۱۹۹۲ در کنفرانس محیط‌زیست و توسعه‌ی سازمان ملل در برزیل، پیشنهاد نام‌گذاری روزی به نام "روز جهانی آب" مطرح شد که هدف از این موضوع، ترویج و آگاه‌سازی مردم درباره‌ی آب از طریق پخش و اشاعه‌ی نشریات، برگزاری سمینارها، کنفرانس‌ها و نمایشگاه‌ها است(ببران و هنربخش، ۱۳۷۸: ۱). به اعتقاد اعضای حاضر در کنفرانس، "روز جهانی آب"، روز توجه عموم مردم به مسائل حیاتی آب است. درعین‌حال، توجه به مسائل آب متناظر با فقر، گرسنگی، بیماری و نابرابری‌های فزاینده‌ی جوامع بشری است(پاپلی یزدی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۴). خشک‌سالی سال‌های اخیر کشورها را به بحران بی‌آبی مواجه کرده است. در مناطق خشک به دلیل کمبود میزان بارش، گیاهان قادر به تأمین نیازهای اولیه و ضروری خود برای تولید محصول نمی‌باشند. ازآنجایی‌که وقوع بارش در این مناطق با توزیعی نامناسب و خارج از دوره‌ی رشد و رویش گیاهان صورت می‌گیرد، ازاین‌رو نمی‌تواند عامل تضمین‌کننده‌ی کشاورزی اقتصادی باشد. از سوی دیگر، بخش زیادی از بارش به شکل رواناب و تبخیر از دسترس خارج شده و در نتیجه دوران خشکی و کم‌آبی طی مراحل رشد گیاهان ملاحظه می‌شود. تنها بخش اندکی از نزولات جوی به سفره‌های آب زیرزمینی وارد می‌شود. از دست رفتن همین میزان اندک آب بارندگی سبب بروز تنش‌های شدید رطوبتی در گیاهان و کاهش چشم‌گیر تولیدات گیاهی می‌شود(چکشی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱). بنا بر آمارهای موجود با مصرف ۹۲ درصدی آب در بخش کشاورزی نه‌تنها موجب از بین رفتن بخش کشاورزی، فرونشست زمین و جابه‌جایی جمعیتی می‌شود، بلکه خروجی محصول نیز به‌تناسب سایر کشورها بسیار ناچیز است(اعتمادی، ۱۳۹۴: ۱). ایران از نظر جغرافیایی در زمره‌ی مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که به‌جز حاشیه‌ی دریای خزر دامنه و ارتفاعات البرز و زاگرس اغلب دارای آب‌وهوای خشک با نزولات آسمانی قلیل است و از نظر منابع آبی نیز میانگین جهانی از محدودیت بیش‌تری برخوردار است؛ به‌گونه‌ای که میانگین بارندگی آن با ۲۵۰ میلی‌متر در سال کم‌تر از یک‌سوم متوسط بارندگی در دنیا و میانگین تبخیر در آن تقریباً ۳ برابر میانگین جهانی است. علاوه بر کمبود نزولات جوی و دیگر موارد یادشده‌ی فوق، توزیع زمانی و مکانی آن هم بسیار ناموزون است، به‌گونه‌ای که ۷۰ درصد بارندگی‌ها در ۲۵ درصد سطح کشور و تنها ۳۰ درصد آن در دیگر مناطق کشور حادث می‌شود(منزوی، ۱۳۹۱: ۶۵). موقعیت استراتژیک ایران، کمبود منابع، توزیع نامتوازن، اشتراکی و عدم جایگزینی منابع آب و نیز فقدان قوانین بین‌المللی حاکم بر آب‌های مشترک این بحران را تشدید کرده و آن را به یک منبع تولید

خشونت تبدیل می‌کند(فغانی، ۱۳۷۵: ۵). ایران از نظر غالب شاخص‌های ناپایداری محیطی، در صدر لیست جهانی قرار دارد. حتی برخی مقامات دولت جمهوری اسلامی ایران هم اذعان داشته‌اند که به‌موجب بحران خشک‌سالی و فرونشست زمین و اتلاف منابع آب زیرزمینی، تا ده سال آینده احتمال حذف مطلق کشاورزی کشور وجود دارد(یوسفی، ۱۳۹۴: ۶). در صورت ادامه‌ی این روند بحران حقیقی ایران، بحران آب خواهد بود و امنیت ملی ما را تهدید خواهد کرد. کشور ما به‌عنوان دومین کشور بزرگ خاورمیانه و هجدهمین کشور بزرگ دنیا، در موقعیت جغرافیایی ۲۵ تا ۶۴ درجه طول شرقی در زمره‌ی کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد(سیستانی، ۱۳۹۴: ۲) و با در اختیار داشتن ۱/۲ درصد از وسعت خشکی‌های جهان و دارا بودن یک درصد جمعیت جهان، تنها ۳۶ درصد از منابع آب شیرین تجدیدپذیر را در اختیار دارد. منشأ اصلی منابع آب ایران را ریزش‌های جوی بر پهنه‌ی جغرافیایی کشور تشکیل می‌دهد که سالانه بالغ بر ۴۱۳ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود که از این مقدار حدود ۲۹۵ میلیارد مترمکعب به‌صورت تبخیر از دسترس خارج می‌شود و تنها ۱۱۸ میلیارد مترمکعب از ۴۱۳ میلیارد مترمکعب بارش باقی می‌ماند که ۹۳ میلیارد مترمکعب آن به‌صورت جریانات سطحی جاری شده و ۲۵ میلیارد مترمکعب مستقیماً به آبخوان‌های آبرفتی نفوذ کرده و تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی را در پی دارد(زراعتکار و همکاران، ۱۳۹۴: ۲). اگر بخواهیم میزان آبی را که هرساله در کشورمان تولید می‌شود، با دیگر نقاط جهان مقایسه کنیم، کافی است به ارقام مربوط به بارندگی توجه کنیم. متوسط بارندگی سالانه در سطح جهان، بین ۸۵۰ تا ۹۰۰ میلی‌متر گزارش می‌شود، درحالی‌که در کشور ما از ۲۵۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر تجاوز نمی‌کند؛ بنابراین، ما ناچاریم برنامه‌های عمرانی و توسعه‌ی کشور عزیزمان را بر مبنای آن طرح‌ریزی نموده و هماهنگ سازیم(سعداله ولایتی، ۱۳۷۳: ۵). در مناطق روستایی نیز با افزایش جمعیت از یکسو و نبود الگوی مصرف آب از سوی دیگر همراه با رایج و متداول شدن بهره‌برداری از منابع زیرزمینی یا به‌کارگیری پمپ‌های دیزلی و الکتروپمپ‌ها که خود باعث افت شدید سطح سفره‌های آب‌های زیرزمینی و در نتیجه خشک شدن چشمه‌سارها و قنوات شده، تولید و تأمین آب در این مناطق را با مشکلات جدی و تهدیدکننده روبه‌رو کرده است. این موضوع توأم با فقدان منابع آب سهل‌الوصول و استحصال آب در بسیاری از مناطق روستایی 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 منابع قابل‌دسترس نظیر جمع‌آوری آب باران با کاربست سامانه‌های سطوح آبگیر موردتوجه قرار گیرد. امروزه مجامع مختلف علمی دولتی و بخش‌های خصوصی متعددی در این زمینه شکل‌گرفته و به فعالیت پرداخته‌اند. هدف چنین گروه‌های علمی، اشاعه‌ی فرهنگ بهره‌وری بهینه از نزولات جوی و تشویق و ترغیب مردم به استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران آب است(قدوسی، ۱۳۸۶: ۱). خشک‌سالی‌های پی‌درپی و کمبود آب برای مصارف شرب و غیر شرب موجب بروز مشکلات اقتصادی و اجتماعی زیادی برای جامعه‌ی روستایی بخش رضویه‌ی مشهد شده است. مشکل کم‌آبی به حدی است که بخش مهمی از مزارع و باغ‌ها که قبلاً از منابع آبی مثل چشمه، قنات و رودخانه‌ها و بارش‌های فصلی استفاده می‌کرده‌اند، اکنون رهاشده و قابلیت کاشت خود را به روش آبی از دست داده‌اند. کمبود آب فعالیت‌های اقتصادی روستاییان را با مشکل همراه ساخته و بخشی از منابع درآمدی آن‌ها را از بین برده و روستاییان نیز ناگزیر روستاها و موطن خود را ترک نموده و برای امرارمعاش به حاشیه‌ی شهر مشهد جهت کارگری و سایر فعالیت‌ها مهاجرت می‌کنند. هم‌اکنون آب مصرفی بیش‌تر روستاهای بخش رضویه ازجمله سه تا از روستاهای موردمطالعه به نام‌های کلاته عبدل، جلال‌آباد و حسین‌آباد از طریق تانکر جهاد کشاورزی آب‌رسانی می‌شوند. تهدید بحران کم‌آبی، درعین‌حال می‌تواند فرصتی را به‌منظور برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری صحیح و بهینه از حداقل آب موجود فراهم نماید. رواناب حاصل از رگبارها درون یک حوضه‌ی آبخیز، یک منبع پتانسیل آب است که در صورت مدیریت درست می‌تواند به‌عنوان مکمل برای رفع نیازهای آبی استفاده شود. ازآنجایی‌که کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک یک بحران جدی و مداوم است، لازم است ساکنین این مناطق اطلاعاتی در خصوص استحصال آب باران و ذخیره و مصرف بهینه‌ی آن داشته باشند(نبی‌پی لشکریان و همکاران، ۱۳۸۵: ۳). برای رسیدن به این منظور، استحصال آب باران به‌عنوان هدفی اقتصادی و مفید مطرح

می‌شود و کسب اطلاعات دقیق درباره‌ی سیستم‌های گوناگون جمع‌آوری آب و نیز روش‌های مربوط به آن نیازهای عمده‌ی این مبحث می‌باشند. سیستم‌های استحصال آب باران در بسیاری از مناطق دنیا به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان روشی عملی برای به حداقل رساندن ریسک خشک‌سالی پذیرفته شده است، از طرفی اطلاعات کاملی از میزان پتانسیل موجود به‌منظور جمع‌آوری آب باران در حوضه‌ی روستایی و نیز فواید مستقیم و غیرمستقیم سیستم‌ها در دسترس نیست(شادمهری طوسی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲). جمع‌آوری آب باران نه‌تنها برای تأمین آب در ایام بدون باران است، بلکه برای کنترل جریان رودخانه‌ها و جلوگیری از آسیب رساندن به نواحی مسکونی و زراعی پایین‌دست یا تولید انرژی و یا تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی، چشمه‌ها و قنوات هم صورت می‌گیرد(ملکی و همکاران، ۱۳۹۵: ۳). یکی از روش‌های نوین استحصال آب باران، روش استحصال آب باران از پشت‌بام‌هاست که در ایران با توجه به امکانات و وضعیت می‌توان بهره‌های فراوان از آن برد(کردوانی، ۱۳۹۱: ۳). استحصال آب باران از پشت‌بام یک فناوری ساده و کم‌هزینه است که می‌تواند مکمل سایر منابع آب باشد، به‌ویژه در مناطقی که آب سالم کم‌تری در دسترس است و یا از ذخایر زیرزمینی اندکی برخوردارند و یا اینکه منابع سطحی آن‌ها در فصل بارندگی گل‌آلود می‌شود، کارایی داشته باشد. جمع‌آوری آب باران از سطح پشت‌بام سکونتگاه‌های مناطق شهری و روستایی برای مصارف خانگی به‌عنوان یکی از راه‌کارهای نوین، راه‌حلی عملی در کاهش بحران فزاینده‌ی تأمین آب مصرفی برای شهروندان است که با فناوری ساده و در ابعاد کوچک اجرا می‌شود. ازآنجایی‌که سطح وسیعی از مساحت غیرقابل نفوذ روستاها را پشت‌بام ساختمان مسکونی تشکیل می‌دهد، حجم آب باران استحصالی از سطح پشت‌بام قابل‌توجه بوده و می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین ارزشمند یا منبع کمکی باشد(علیزاده، ۱۳۶۷: ۲). جمع‌آوری آب باران قبل از رسیدن به زمین این مزیت را دارد که آب قبل از آلودگی زیاد جمع‌آوری می‌شود، به‌این‌علت برای بسیاری از مصارف خانگی مناسب خواهد بود. در این روش به علت عدم نفوذ آب بر روی پشت‌بام، تقریباً تمام باران که به‌صورت رواناب جاری می‌گردد، جمع‌آوری‌شده که منبع بسیار مناسبی جهت مصارف خانگی، مصارف بهداشتی و صنعتی می‌شود(کردوانی، ۱۳۹۱: ۵). با جمع‌آوری آب باریده شده از دل ابرها از پشت‌بام خانه می‌توان آب تمیز و رایگان را بدون نیاز به پمپاژ و صرف هزینه‌ی انتقال آب از نقاط دوردست در خانه تحویل گرفت و دیگر مشکلی تحت عنوان انتقال آب از فواصل دور وجود نخواهد داشت. استفاده‌ی بهینه از نزولات آسمانی به‌کارگیری فنی منابع آب غیرمتعارف و جمع‌آوری آب‌های سطحی ازجمله روش‌های بسیار کاربردی در جهت معضل بحران کم‌آبی است. متأسفانه به دلیل اینکه به استحصال آب باران کم‌تر توجه می‌شود، این است که اطلاعات کمی درباره‌ی مسائل فنی و سایر موارد مربوط به آن و جود دارد؛ لذا برنامه‌ریزی برای استفاده‌ی بهینه از منابع موجود و شناسایی و کاربرد منابع جدید و جایگزین مانند جمع‌آوری و استفاده از آب‌های سطحی و باران امری ضروری به نظر می‌رسد. مهم‌ترین هدف تحقیق حاضر، امکان‌سنجی تأمین بخشی از آب مصرفی روستاها از طریق حوضه‌های آبخیز پشت‌بامی است که از طریق آموزش‌های لازم و اشاعه‌ی فرهنگ مشارکت صورت خواهد گرفت. محقق امیدوار است با اشاعه‌ی فرهنگ استفاده‌ی بهینه از نزولات جوی، علاوه بر تأمین بخشی از نیازهای روستاییان از فشار بر منابع آب‌های زیرزمینی که در معرض مخاطرات جوی قرار دارند، کاسته شود.

شکل ۱: نمای کلی از سیستم استحصال آب باران از پشت‌بام و ذخیره در مخزن روزمینی

شکل ۲: تأمین آب مصرفی روستا از طریق تانکر، پدیده‌ای به‌طور دائم در حال افزایش است.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

سیستم‌های جمع‌آوری آب باران دارای پیشینه‌ی طولانی می‌باشند. از ۴۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح جمع‌آوری آب باران در برخی از نقاط جهان انجام می‌شده است. در حال حاضر هم در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه که با بحران کمبود آب مواجه هستند، در مناطق روستایی و شهری اجرا می‌شود.

ذوالفقاری (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان نگاهی به روش‌های جمع‌آوری آب باران برای مصارف خانگی، بر اهمیت و ضرورت توجه به استحصال آب باران به‌عنوان یکی از منابع کمکی آب مصرفی خانگی در محیط‌های شهری و روستایی و روش عملی جمع‌آوری آب باران از سطوح آبگیر مناسب به‌ویژه بام‌ها را تأکید و موردبررسی قرار دادند. چالش‌های پیش روی مسئولین در تأمین آب سالم و پیش‌بینی شرایط بحرانی آینده در زمینه‌ی آب شیرین بدین معنی است که تمام گزینه‌های امکان‌پذیر تأمین آب شیرین ازجمله شیوه‌های اکولوژیک و بی‌ضرر زیست‌محیطی نظیر استحصال آب باران را به‌هیچ‌وجه نباید از نظر دور داشت. شادمهری طوسی و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای به بررسی پتانسیل جمع‌آوری آب باران از سطح ساختمان‌ها پرداختند و در جمع‌آوری آب از سطح پشت‌بام‌های منطقه‌ی ۹ شهرداری مشهد به این نتیجه رسیدند که در ماه‌های پرباران کاربرد این سیستم در منازل مسکونی در سال‌های با بارندگی متوسط، کم‌ترین و بیش‌ترین بارندگی می‌تواند به ترتیب تا ۳۱،۲۶،۶۶ درصد از نیاز آب ماهانه را تأمین کند. نی نیوا و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی با عنوان بررسی نقش جمع‌آوری آب باران در جبران مصرف و هزینه‌ی آب در شهر دیواندره پرداختند. نتایج نشان داد که در صورت مدیریت جامع، این منبع در ذخیره‌سازی و بهره‌برداری بهینه می‌تواند راهکاری مناسب در جبران الگوهای نامناسب سرانه آب مصرفی سالانه باشد و به‌نوعی نیز از شرایط تنش و بحران دائمی کمبود آب در این شهر بکاهد.

کردوانی (۱۳۹۱) در تحقیقی درباره‌ی استفاده‌ی بهینه از منابع آبی (ذخیره‌ی آب باران از روی پشت‌بام) به تأمین آب موردنیاز سالانه‌ی ایستگاه هواشناسی شهرستان جوانرود پرداختند، به‌صورت آزمایشی آب باران از حوضه‌ی آبخیز پشت‌بام در مخزن ۶۰۰۰ لیتری جمع‌آوری و ذخیره شد و پیشنهادهایی ارائه گردید؛ با اجرای طرح علاوه بر تأمین آب مصرفی روستاییان، دیگر شاهد پدیده‌ی جیره‌بندی آب و مهاجرت و نابودی صنایع و واحدهای تولیدی نخواهیم بود. طباطبایی یزدی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی با عنوان استحصال آب باران شیوه‌ای جهت استفاده از دانش بومی به‌منظور تأمین آب در مناطق خشک پرداختند. در این تحقیق سعی شده تا چکیده‌ای از تجربیات و دستاوردهای دانشمندان و محققین در زمینه‌ی استحصال آب که توسط بخش‌های مختلف ازجمله مرکز تحقیقات بین‌المللی مناطق خشک و گروه‌های بین‌المللی تحقیقاتی و مؤسسات عالی طی سالیان متوالی به‌دست‌آمده را بیان نماید. ضروری است سیستم‌های سنتی جمع‌آوری آب باران احیا شود تا علاوه بر حفظ منابع طبیعی در بهبود وضعیت معیشتی مردم در مناطق خشک گام بلندی برداشته شود. کیانی صفت و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام منازل راهی برای مدیریت آب در حوضه‌های آبخیز مناطق نیمه‌خشک پرداخته‌اند و مقدار آب بارانی که از پشت‌بام یک خانه‌ی روستایی در مناطق نیمه‌خشک می‌توان جمع‌آوری کرد، برآورد گردیده و سپس ارزش ریالی آن نسبت به دیگر راه‌های تأمین آب مقایسه شده است. زابلی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای درباره‌ی جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام روشی مناسب برای تأمین آب در مناطق خشک با تأکید بر اینکه جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام به‌عنوان منبع مهم آب شیرین می‌تواند بسیاری از مشکلات کم‌آبی را در ایران برطرف کند. نتایج استفاده از این روش در کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی‌ها موردبررسی قرار می‌گیرد. رشیدی مهرآبادی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی با عنوان ارزیابی عملکرد سطوح آبگیر پشت‌بام ساختمان‌های مسکونی در تأمین نیاز غیرشرب ساکنین در شهرهای ساحلی کشور پرداختند. در این تحقیق با شبیه‌سازی سطح پشت‌بام در برنامه Matlab برای سطح پشت‌بام‌های ۱۰۰،۲۰۰ و ۳۰۰

مترمربعی در شهرهای ساحلی، به تأمین نیاز آبی روزانه ساکنین از طریق جمع‌آوری آب باران در مخازن پرداختند. با توجه به نتایج می‌توان بیان داشت که اگر حجم مخازن و نیاز غیر شرب روزانه ساکنین بر اساس وضعیت فیزیکی ساختمان و شرایط آب‌شناسی محاسبه شوند، ذخیره‌سازی آب باران در مخازن به حداکثر رسیده و تعداد روزهای بیش‌تری برای تأمین نیاز غیر شرب ساکنین از طریق جمع‌آوری آب باران فراهم می‌شود. سعدالدین (۱۳۹۲) در مقاله‌ای به روش‌های امکان‌سنجی اجرای سامانه جمع‌آوری آب باران در دانشگاه علوم کشاورزی گرگان می‌پردازد. آب جمع‌آوری‌شده از بام‌های مختلف و نیز برای بررسی توجیه اقتصادی از تجزیه تحلیل نسبت منفعت و هزینه‌ی استفاده شده است. پیشنهادات: به دام انداختن رسوبات و پاک کردن آن‌ها به‌صورت منظم، تمیز کردن دیواره‌های داخلی مخزن قبل از شروع فصل بارندگی، آموزش و ترویج استفاده از این سامانه برای مصارف خانگی. زهتابیان و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با بررسی روش جمع‌آوری آب باران از سامانه‌های سطوح آبگیر به مطالعه‌ی روش ذخیره‌ی آب بارش به‌وسیله‌ی سقف‌های حلبی و کارآیی و صرفه‌ی اقتصادی این روش نسبت به سایر روش‌ها پرداخت و به این نتایج دست پیدا کرد که استحصال آب باران توسط سقف‌های حلبی نسبت به سایر روش‌ها کم‌هزینه‌تر است و کیفیت آب باران به‌مراتب از دیگر سیستم‌ها کیفیت بهتری دارد. شاهینی (۱۳۹۰) با مقاله‌ی استحصال آب باران از حوضه‌های آبخیز پشت‌بامی به مدیریت علمی این روش که می‌تواند علاوه بر تأمین یک منبع باارزش آب به توسعه‌ی مناطق خشک و محروم کمک زیادی بکند تأکید، کرده است. کاهیندا[1] (۲۰۰۷) در تحقیقی با عنوان استحصال آب باران برای مصارف خانگی پرداخت و با این نتایج دست یافت که با توجه به اینکه در جنوب افریقا ۲۰٪ از مردم (۹/۷ میلیون نفر) دسترسی کافی به آب ندارند و با استفاده از استحصال آب باران برای خانواده‌های فقیر می‌توان بخشی از این نیاز ساکنین را برطرف کرد. سانگ و همکاران[2] (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای با قابلیت بکار گیری استحصال آب باران جهت تأمین آب در شهر باندا در کشور اندونزی دریافتند که همواره با افزایش آگاهی مردم و همچنین ارائه‌ی آموزش‌های مناسب در به‌کارگیری از انواع روش‌های جمع‌آوری آب باران، می‌توان از منابع تکمیلی آب بیش‌تری استفاده نمود. رحمان[3] (۲۰۱۰) پژوهشی پیرامون استحصال آب باران در مجتمع‌های چند واحدی در کشور استرالیا انجام دادند و به توان ذخیره‌سازی آب در مخازن آب باران در سه شهر سیدنی، نیوکاسل ولونگوک پرداختند. از نتایجی که به دست آمد دریافتند در انجام طرح استحصال آب باران که نوع و اندازه از مخازن موجب ذخیره‌ی آلام[4] (۲۰۱۱) مطالعه‌ای با امکان‌سنجی جمع‌آوری آب باران برای مصارف خانگی در شهر سیلهت کشور بنگلادش انجام داد و از نتایجی که به دست آورد، مشخص شد با استفاده از فناوری ساده و کم‌هزینه می‌توان از این روش در جمع‌آوری آب باران استفاده مفید کرد. در صورت برنامه‌ریزی مناسب و استفاده‌ی بهینه از آب باران ذخیره‌شده، این آب به‌عنوان یک منبع کمکی می‌تواند پاسخ‌گوی مصارف خانگی سالانه یک خانواده‌ی روستایی بنگلادشی باشد. مناسب آب باران حتی در سال‌های کم‌بارش و خشک می‌شوند. رحمان (۲۰۱۲) در تحقیقی با عنوان استحصال آب باران با هدف صرفه‌جویی در مصرف و هزینه در مناطق مسکونی به استحصال آب باران در شهر سیدنی استرالیا، بر اساس صرفه‌جویی در آب و صرفه‌ی اقتصادی طرح انجام و به این نتیجه رسید که ذخیره‌سازی آب باران در مخازن تحت تأثیر میانگین بارندگی در سال است و بدون کمک و یارانه‌ی دولت نسبت سود به هزینه‌ی سامانه‌های سطوح آبگیر کم‌تر از یک است. رشیدی مهرآبادی (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی عملکرد و تحلیل سامانه‌ی سطوح آبگیر در ذخیره‌سازی آب باران و تأمین نیاز غیر شرب روزانه‌ی ساکنین در ساختمان‌های مسکونی و در اقلیت‌های مختلف آب و هوایی کشور ایران پرداخت و به این نتایج رسید که اگر حجم مخزن بر اساس شرایط منطقه و آب-وهوایی محاسبه شود، ذخیره‌سازی آب باران در مخازن به حداکثر رسیده و تعداد روزهای بیش‌تری را برای تأمین نیاز غیرشرب ساکنین از طریق جمع‌آوری آب باران

1- Kahinda
2- Song
3- Rahman
4- Alam

خواهیم داشت. زیلیناکورا[5] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با مدیریت آب باران و انطباق با طراحی پایدار ساختمان به رشد مداوم جمعیت و در نتیجه رشدِ نیاز به آب آشامیدنی که یک مشکل جهانی است، پرداختند و به این نتیجه که استفاده‌ی مؤثر از آب باران برای استفاده در توالت، شست‌وشو، باغبانی و در نتیجه صرفه‌جویی در حدود ۵۰٪ از آب آشامیدنی رسیدند. به‌طورکلی، تخلیه‌ی شهری مجموعه‌ای کلاسی از چالش‌های زیست‌محیطی مدرن را ارائه می‌دهد. ازجمله نیاز به پیشرفت‌های فنی و مقرون‌به‌صرفه در سیستم‌های موجود، نیاز به ارزیابی تأثیر این سیستم‌ها و نیاز به جستجوی راه‌حل‌های پایدار است. ایوا[6] (۲۰۱۵) در پژوهشی با جمع‌آوری و استفاده از آب باران از پشت‌بام، ضمن معرفی شیوه‌ی جمع‌آوری و ذخیره‌ی آب باران به ارائه‌ی مدلی برای استفاده از آب باران جمع‌آوری‌شده از پشت‌بام جهت استفاده در آبیاری چمنزارها به این نتیجه رسید: ۱۷,۴٪ پتانسیل صرفه‌جویی در مقایسه با زمانی که از منابع آب شهری به‌طور مستقیم استفاده می‌شود، وجود دارد. روستاد[7] (۲۰۱۶) در پژوهشی با بررسی عملکرد سیستم جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام در چهار کلان‌شهر ایالات‌متحده‌ی امریکا پرداخت و به این نتایج دست پیدا کرد که یک سیستم عادی جمع‌آوری آب باران با مساحت پشت‌بامی در حدود ۱۰۰ مترمربع و متصل به مخزنی با حجم ۵ مترمکعب تا بیش از ۶۵ درصد می‌تواند میزان نیاز به آب شرب را کاهش دهد و به تبع آن از ایجاد رواناب و سیل و خسارات حاصل از آن جلوگیری کند. شرکت زیرساخت عمومی (۲۰۱۷) در تحقیقی با روش جدید مدیریت آب باران با نام "زیرساخت ذخیره‌ی سبز و اشتراکی" شهر سنت پاول اخیراً یک سیستم پیچیده و نوآورانه برای مدیریت آب باران در شهر تعبیه کرده است. این سیستم جدید از آب باران به‌عنوان منبعی برای شهر استفاده می‌کند و از ورود مستقیم آب با تمامی آلودگی آن به برکه‌های پیرامون شهر و رودخانه‌ی می‌سی‌سی‌پی جلوگیری می‌کند. این روش جدید مدیریت آب باران نشان می‌دهد که علاوه بر جمع‌آوری آب باران برای آبیاری گیاهان و درختان به فراهم ساختن خدمات و امکانات اجتماعی بیش‌تر نیز کمک می‌کند.

۳- مبانی نظری

۳-۱- مفهوم استحصال آب باران

در تعریف استحصال آب باران بین متخصصان اختلاف‌نظر وجود دارد. بعضی از کارشناسان احداث سدهای مخزنی بزرگ را که اغلب از عهده مردم و مسئولان محلی به‌تنهایی برنمی‌آید، جزو روش‌ها و اقدامات استحصال آب باران نمی‌دانند(طهماسبی، ۱۳۸۵: ۱). استحصال آب باران مجموعه‌ای از روش‌های جمع‌آوری از آب باران در نزدیکی محل بارش است که به‌وسیله‌ی آن می‌توان آب موردنیاز هر مجموعه را بدون اتکا به سیستم‌های متمرکز آب‌رسانی از سطوح پوشش‌شده‌ی همان مجموعه و اطراف آن تأمین نمود(چکشی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲). (Owise, 2004: 5) تمرکز آب باران در منطقه‌ی هدف کوچک‌تر، برای استفاده‌های مفید را جمع‌آوری آب باران تعریف کرد (Myers, 1975: 7) تعریفی به این صورت ارائه می‌شود که: عمل جمع‌آوری آب از منطقه برای افزایش رواناب حاصل از بارش باران یا ذوب برف.

۳-۲-حوضه‌ی آبخیز

حوضه‌ی آبخیز می‌تواند یک ساختار ساده، مانند پشت‌بام داشته باشد که آب باران را به سمت مخازن ذخیره هدایت می‌کند. پشت‌بام‌ها به‌عنوان مناطق آبخیز حائز اهمیت می‌باشند؛ چراکه به‌راحتی حجم بسیار بالایی از آب باران را جمع‌آوری می‌کنند. مقدار و کیفیت آب باران جمع‌آوری‌شده از یک منطقه‌ی آبخیز وابسته به تراکم بارش، سطح پشت‌بام و محیط پیرامون آن است(رشیدی مهرآبادی، ۱۳۹۱: ۱۶۴). مساحت حوضه‌ی آبخیز معمولاً از چند مترمربع تا

5- Zelenakora
6- Evea
7- Rostad

چندین کیلومترمربع تغییر است. این حوضه‌ی آبخیز می‌تواند پشت‌بام یـک سـاختمان، یک محدوده‌ی سنگفرش شده، یک قطعه زمین کشاورزی، یک نقطه‌ی صخره‌ای، حاشیه‌ی زمین‌های زراعی، نقاط شیب‌دار با جنس سازندهای حساس به فرسایش و یا نقاط با پتانسیل حرکات دامنه‌ای باشد. این نقاط را باید بـا اسـتفاده از موادی چون قیرپاشی، آسفالت، بتون، مواد پلاستیکی، نایلون، کاه‌گل و... غیرقابل نفوذ کرد(کردوانی و همکاران، ۱۳۹۱: ۷).

۳-۳- ذخیره‌ی باران

منبعی است که آب باران به‌صورت رواناب به آنجا هدایت و ذخیره می‌شود و تا زمانی که مورداستفاده قرار نگرفته، در آنجا باقی می‌ماند(طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۹). بر اساس فضای موجود، این مخازن را می‌توان در بالاتر از سطح زمین تا حدودی در زیر زمین ایجاد نمود. می‌توان به‌عنوان بخشی از ساختمان احداث کرد و یا اینکه آن‌ها را به‌عنوان یک واحد مجزا که تا حدودی از ساختمان اصلی دور است، ایجاد کرد(رشیدی مهرآبادی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳).

۴- محدوده‌ی موردمطالعه

پژوهش حاضردر محدوده‌ی مکانی شمال شرق کشور از استان خراسان رضوی، شهرستان مشهد، بخش رضویه انجام گرفته است. بنا بر سرشماری سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران، جمعیت آن به ۵۰۱۶۹ نفر با تعداد ۱۳۵۶۶ خانوار رسیده است. رضویه یکی از بخش‌های شهرستان مشهد و دارای سه دهستان میامی، آبروان و پایین ولایت و دارای ۳۸۷۶/۵ کیلومترمربع وسعت است و در حدفاصل ۵۹ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد.

شکل ۳: موقعیت جغرافیایی روستاهای موردمطالعه در بخش رضویه‌ی شهرستان مشهد سال ۱۳۹۷

۵- روش‌شناسی تحقیق

تحقیق از نوع هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی- تحلیلی است. جمع‌آوری اطلاعات با دو شیوه‌ی میدانی و اسنادی صورت گرفته است. با توجه به جامعه آماری که ۵۷ روستای بالای ۲۰ خانوار از بخش رضویه را تشکیل می‌داده است، حجم نمونه از طریق فرمول کوکران معادل ۲۵۱ سرپرست خانوار تعیین گردیده است. ابزار اصلی تحقیق، پرسش‌نامه با مجموع ۲۸ پرسش که به روش تصادفی سیستماتیک انجام گردید. برای تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده، از سؤال‌های جمعیت‌شناختی پرسش‌نامه، به کمک آمار توصیفی و بر اساس جداول فراوانی و نمودارهای مرتبط به بررسی ویژگی پاسخ‌گویان پرداخته شد. به‌منظور مقایسه‌ی توزیع داده‌ها با توزیع نرمال، از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید. برای آزمودن فرضیات از آزمون‌های پارامتریک مانند t (نمونه‌ای) و برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های ناپارامتری مانند ویلکاکسون وکروسکال-والیس استفاده و فرآیند تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار spss انجام گردید.

جدول ۱: اطلاعات روستاهای نمونه از بخش رضویه‌ی مشهد (بالای ۲۰ خانوار)

طبقات جمعیتی	تعداد کل روستا	تعداد خانوار	جمعیت (نفر)	روستاهای نمونه	تعداد خانوار
طبقه‌ی اول:۵۰-۲۰ خانوار	۱۳	۴۱۷	۱۵۹۱	حسین‌آباد کلاته عبدل	۴۲ ۴۵
طبقه‌ی دوم:۱۰۰-۵۱ خانوار	۱۵	۱۰۰۰	۳۸۱۴	میر بنگش	۹۵
طبقه‌ی سوم:۲۵۰-۱۰۱ خانوار	۱۲	۱۸۷۶	۷۳۷۰	چاهک جلال‌آباد	۱۶۹ ۱۰۸
طبقه‌ی چهارم: بالای ۲۵۱ خانوار	۱۷	۸۲۳۶	۳۲۰۲۹	کال جغوکی	۲۶۵
جمع کل	۵۷	۱۱۵۲۹	۴۴۸۰۴	۶	۷۲۴

منبع: (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خراسان رضوی)

جهت اطمینان از روایی پرسش‌نامه، پس از تهیه پرسش‌نامه مقدماتی بر اساس تکنیک‌های دائمی پرسش‌نامه در اختیار اساتید و برخی از صاحب‌نظران و کارشناسان آشنا به امور آب روستایی قرار گرفت و سپس نظرات اصلاحی آن اعمال و درنهایت، سؤالات مربوط به هر دو فرضیه در پرسش‌نامه تعیین و تنظیم گردید. جهت بررسی پایایی تحقیق همان‌گونه بیان شد با کسب اطلاعات حضوری از روستاییان از طریق پرسش‌نامه به روش تصادفی سیستماتیک به جمع‌آوری اطلاعات پرداخته شد. ازجمله روش‌های محاسبه‌ی قابلیت اعتماد، استفاده از فرمول کرونباخ است.

جدول ۲: ضریب آلفای کرونباخ برای متغیرهای تحقیق

ردیف	سرفصل سؤالات	ضریب آلفا
۱	مشارکت روستایان	۰/۷۱۲
۲	سازگاری سکونتگاه‌های روستاییان	۰/۷۵۱

با توجه به ضریب آلفای به‌دست‌آمده (۰/۷۳۲) پایایی پرسش‌نامه مطلوب ارزیابی می‌شود.

۶- یافته‌های تحقیق

۶-۱- بررسی متغیرهای پژوهش

متغیرهای موردمطالعه در این پژوهش هریک شامل بیش از یک گویه است و لذا دارای مقیاس کمی است. حجم داده‌ها که بیش‌تر از ۳۰ است، با استناد به قضیه‌ی حد مرکزی، میانگین داده‌ها دارای توزیع نرمال است و می‌توان از آزمون پارامتری t (نمونه‌ای) به‌منظور مقایسه‌ی میانگین مؤلفه‌ها با عدد ۳ استفاده نمود.

جدول ۳: نتایج مقایسه‌ی میانگین متغیرهای پژوهش با عدد ۳ توسط آزمون t

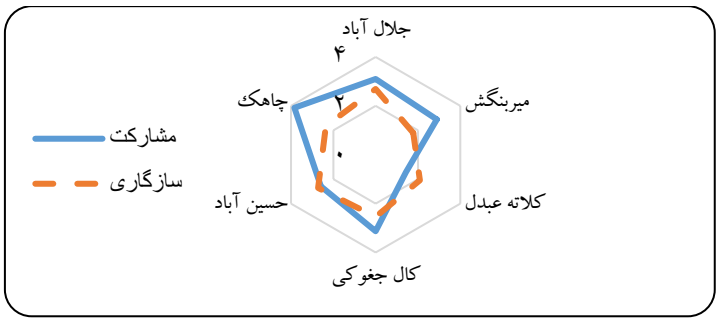
متغیر	میانگین	انحراف معیار	آماره‌ی t	درجه آزادی	p- مقدار	نتیجه
مشارکت روستاییان در جمع‌آوری آب باران	۳/۰۸	۰/۷۳	۱/۷۲۹	۲۵۵	۰/۰۸۵	در حد متوسط
سازگاری سکونتگاه‌های روستاییان با جمع‌آوری آب باران	۲/۴۰	۰/۴۶	-۲۰/۹۸۳	۲۵۶	۰/۰۰۰	کم‌تر از متوسط

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ملاحظه می‌شود که p- مقدار آزمون مقایسه میانگین مشارکت در جمع‌آوری آب باران با عدد ۳ بیش‌تر از ۰/۰۵ بوده و آماره‌ی t مثبت است که نشان می‌دهد میانگین جمع‌آوری آب باران در حد متوسط است، لکن آزمون مقایسه‌ی میانگین سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران با عدد ۳ نشان‌دهنده‌ی میانگین کم‌تر از متوسط این متغیر است (p- مقدار کم‌تر از ۰/۰۵ و آماره‌ی t منفی است)؛ لذا سازگاری سکونتگاه‌ها در سطح کم‌تراز متوسط برای این مسئله وجود دارد. همچنین فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد برای تفاضل میانگین هر مؤلفه با عدد ۳ به دست آمد که در جدول ۴ درج شده است. در این جدول اگر فاصله‌ی اطمینان تنها شامل اعداد مثبت باشد، نشان می‌دهد که تفاضل موردبررسی تنها مثبت بوده و لذا میانگین به تفاوت معناداری با ۳ (متوسط) ندارد که برای مشارکت در جمع‌آوری چنین است و اگر حد پایین و بالای فاصله‌ی اطمینان هردو اعداد منفی باشند، نشان می‌دهد میانگین کم‌تر از متوسط (عدد ۳) است که برای سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران این موضوع مشاهده می‌شود.

با جدول ۴: نتایج مقایسه‌ی میانگین متغیرهای پژوهش با عدد ۳ توسط آزمون t

متغیر	میانگین	تفاضل میانگین و ۳	حد پایین فاصله اطمینان	حد بالای فاصله اطمینان	نتیجه
مشارکت روستاییان در جمع‌آوری آب باران	۳/۰۸	۰/۰۷۹	-۰/۰۱۱	۰/۱۷۰	بیش‌تر از متوسط
سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران	۲/۴۰	-۰/۶۰۵	-۰/۶۶۱	-۰/۵۴۸	کم‌تر از متوسط

بررسی میانگین‌های مندرج در جدول ملاحظه می‌شود که روستای چاهک در مشارکت جمع‌آوری آب باران در بهترین وضعیت است و روستای حسین‌آباد نسبت به سایر روستاها، با توجه به میانگین سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران میانگین بالاتری دارد.



شکل ۵: نمودار میانگین سازگاری سکونتگاه‌های روستایی و مشارکت در جمع‌آوری آب باران به تفکیک روستا

شکل ۶: نمودار میانگین سازگاری سکونتگاه‌های روستایی و مشارکت در جمع‌آوری آب باران به تفکیک روستا

با توجه به نمودار فوق مشاهده می‌شود که بیش‌ترین میزان سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران را روستای حسین‌آباد دارد، در این نمودار هرچه میزان قطر و سطح دایره بیش‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی میزان مشارکت بیش‌تر در روستای موردبررسی است، با این توضیح که بیش‌ترین مشارکت در روستای چاهک وجود دارد؛ درحالی‌که سه روستای جلال‌آباد، حسین‌آباد و کال جغوکی وضعیت بهتری از نظر سکونتگاه‌های روستایی در جمع‌آوری آب باران دارند، لکن این روستا دارای مشارکت بهتری است.

۶-۲- بررسی وضعیت متغیرهای پژوهش

با توجه به حجم نمونه از روستاها، ابتدا نرمال بودن متغیرها در روستاها با حجم نمونه کم‌تراز ۳۰ توسط آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بررسی و سپس آزمون مناسب انتخاب شده، نتایج بررسی نرمال بودن در جدول ۵ ارائه شده است:

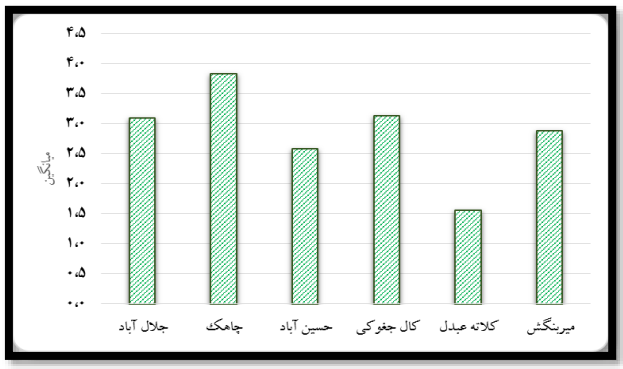
جدول ۵: نتایج آزمون کلموگروف- اسمیرنوف در بررسی نرمال بودن متغیرها در روستاهای با حجم کم‌تر از ۳۰

روستا	حجم نمونه	مشارکت روستاییان در جمع‌آوری آب باران		سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران	
		آماره آزمون	p-مقدار	آماره‌ی آزمون	p-مقدار
حسین‌آباد	۲۰	۰/۲۱۲	۰/۰۲۴	۰/۱۴۸	۰/۲۰۰
کلاته عبدل	۲۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۴۳	۰/۰۰۳

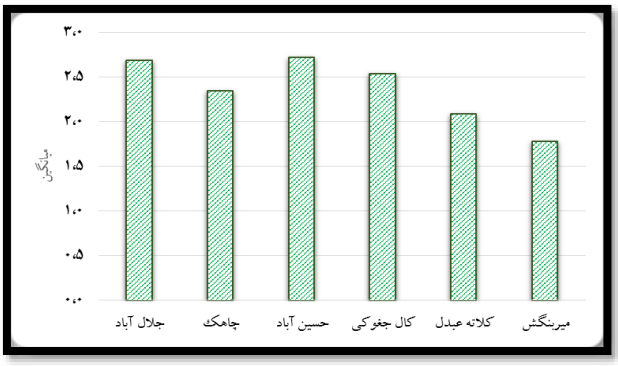
با توجه به نرمال نبودن توزیع متغیر مشارکت جمع‌آوری آب باران در روستای حسین‌آباد و کلاته عبدل (p-مقدار کم‌تر از ۰/۰۵)، برای مقایسه‌ی میانگین جمع‌آوری آب در این روستاها و سایر روستاها (با استناد به قضیه‌ی حد مرکزی) با عدد ۳ از آزمون ویلکاکسون استفاده می‌شود، در مقایسه‌ی میانگین متغیر سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران، با توجه به اینکه p- مقدار آزمون کلموگروف در روستای کلاته عبدل کم‌تر از ۰/۰۵ است، لذا توزیع داده‌ها نرمال نیست، بنابراین از آزمون ویلکاکسون جهت مقایسه‌ی میانگین این متغیر در دو روستای موردبررسی استفاده می‌شود. نتایج مقایسه‌ی میانگین دو متغیر پژوهش با عدد ۳، با توجه به نوع آزمون در جدول ۶ درج شده است:

جدول ۶: نتایج مقایسه‌ی میانگین متغیرهای پژوهش با عدد ۳ در روستاهای موردمطالعه

مقایسه میانگین	نام روستا	تعداد	میانگین	انحراف معیار	آزمون مورداستفاده	آماره‌ی آزمون	درجه‌ی آزادی	p- مقدار
مشارکت در جمع در جمع‌آوری	جلال‌آباد	۴۱	۳/۱۰	۰/۲۸	آزمون t	۲/۱۷۵	۴۰	۰/۰۳۶
	چاهک	۵۷	۳/۸۴	۰/۵۴	آزمون t	۱۱/۸۶۹	۵۶	۰/۰۰۰
	حسین‌آباد	۲۰	۲/۵۹	۰/۷۲	ویلکاکسون	۲/۰۷۳-	-	۰/۰۳۸
	کال جغوکی	۸۴	۳/۱۳	۰/۴۱	آزمون t	۳/۰۳۰	۸۳	۰/۰۰۳
	کلاته عبدل	۲۰	۱/۵۶	۰/۱۲	ویلکاکسون	۳/۹۸۳-	-	۰/۰۰۰
	میربنگش	۳۵	۲/۸۹	۰/۱۶	آزمون t	۳/۸۳۳-	۳۴	۰/۰۰۱
سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران	جلال‌آباد	۴۱	۲/۶۹	۰/۳۹	آزمون t	۵/۱۴۶-	۴۰	۰/۰۰۰
	چاهک	۵۷	۲/۳۵	۰/۳۸	آزمون t	۱۲/۹۹۷-	۵۶	۰/۰۰۰
	حسین‌آباد	۲۰	۲/۷۲	۰/۵۴	آزمون t	۲/۳۳۲-	۱۹	۰/۰۳۱
	کال جغوکی	۸۴	۲/۵۴	۰/۳۶	آزمون t	۱۱/۹۸۸-	۸۳	۰/۰۰۰
	کلاته عبدل	۲۰	۲/۰۹	۰/۱۷	ویلکاکسون	۳/۹۶۳-	-	۰/۰۰۰
	میربنگش	۳۵	۱/۷۸	۰/۲۱	آزمون t	۳۴/۱۰۰-	۳۴	۰/۰۰۰



شکل ۷: مقایسه‌ی میانگین مشارکت روستاییان در جمع‌آوری آب باران به تفکیک روستاها



شکل ۸: مقایسه‌ی میانگین سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران به تفکیک روستاها

۶-۳- بررسی فرضیه‌ی اول تحقیق

روستاییان با طرح جمع‌آوری آب باران از طریق حوضه‌های آبخیز پشت‌بامی همکاری و مشارکت خواهند داشت. به‌منظور مقایسه‌ی میانگین نظرات پاسخ‌گویان در خصوص مشارکت و همکاری روستاییان در جمع‌آوری آب باران، به کمک آزمون t میانگین نظرات با عدد ۳ (حد وسط) انجام شده که نتایج آن در جدول ۷ درج شده است:

جدول ۷: نتایج مقایسه‌ی میانگین مشارکت در جمع‌آوری آب باران با عدد ۳ توسط آزمون t

بررسی	میانگین	انحراف معیار	آماره‌ی t	درجه‌ی آزادی	p-مقدار	نتیجه‌ی فرضیه
مشارکت روستاییان در جمع‌آوری آب باران	۳/۰۸	۰/۷۳	۱/۷۲۹	۲۵۵	۰/۰۸۵	تأیید

مشاهده می‌شود که p- مقدار آزمون بیش تراز ۰۵/ بوده و آماره‌ی t مثبت (۱/۷۲۹) است، لذا می‌توان گفت میانگین مشارکت در جمع‌آوری آب باران در حد متوسط است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه‌ی اول با اطمینان ۹۵ درصد تأیید می‌شود.

۶-۴- بررسی فرضیه دوم تحقیق

سکونتگاه‌های روستاییان با طرح جمع‌آوری آب باران از طریق حوضه‌های آبخیز پشت‌بامی سازگاری دارند. به‌منظور مقایسه‌ی میانگین نظرات پاسخ‌گویان در خصوص سازگاری سکونتگاه‌ها با طرح جمع‌آوری آب، به کمک آزمون t میانگین نظرات با عدد ۳ (حد وسط) انجام‌شده که نتایج آن در جدول ۸ درج شده است:

جدول ۸: نتایج مقایسه‌ی میانگین سازگاری سکونتگاه روستایی با عدد ۳ توسط آزمون t

بررسی	میانگین	انحراف معیار	آماره‌ی T	درجه‌ی آزادی	p-مقدار	نتیجه‌ی فرضیه
سازگاری سکونتگاه‌های روستایی با جمع‌آوری آب باران	۲/۴۰	۰/۴۶	-۲۰/۹۸۳	۲۵۶	۰/۰۰۰	رد

آن‌گونه که مشاهده می‌شود، p- مقدار آزمون کم‌تر از ۰/۰۵ بوده و آماره‌ی t منفی (۲۰/۹۸۳-) است، لذا می‌توان گفت میانگین سازگاری سکونتگاه‌ها با جمع‌آوری آب باران، کم‌تر از متوسط است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه‌ی دوم با اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود (منظور از سازگاری، بافت سکونتگاهی، مساحت و نوع پوشش پشت‌بام است).

با توجه به محدودیت منابع آب در مناطق روستایی به نظر می‌رسد که استفاده‌ی بهینه از منابع آب موجود، به‌کارگیری فنی منابع آب غیرمتعارف و جمع‌آوری آب‌های سطحی ازجمله روش‌های بسیار کاربردی در جهت کاهش معضل بحران آب است که لازمه‌ی این امر آشنایی و کاربرد روش‌های نوین استحصال آب است. یکی از روش‌های مناسبی که می‌تواند در این مناطق کاربرد داشته باشد، روش استحصال آب باران از پشت‌بام است. با توجه به اینکه در مناطق روستایی مطالعات کمی در زمینه‌ی امکان‌سنجی و جمع‌آوری آب باران به‌صورت علمی صورت گرفته، این تحقیق می‌تواند شروع خوبی برای مطالعات امکان‌سنجی استحصال آب باران از پشت‌بام برای تأمین آب مصرف خانگی باشد. مقدار آب بارانی که از پشت‌بام یک خانه‌ی روستایی در منطقه‌ی موردمطالعه می‌توان در یک سال جمع‌آوری کرد، برآورد گردیده و سپس ارزش ریالی آن نسبت به دیگر راه‌های تأمین آب مقایسه شده است. نتایج به‌دست‌آمده بسیار امیدوارکننده است و اهمیت اجرای این نوع سیستم استحصال آب را بیش‌تر نمایان می‌کند. بر اساس مقادیر بارشی ماهانه (مقادیر میانگین) در منطقه‌ی موردمطالعه با در نظر گرفتن مساحت و نوع پوشش پشت‌بام (ایزوگامی) و مقادیر ضریب رواناب متناظر پشت‌بام بر اساس جدول ۹ مقدار آب باران جمع‌آوری از سطح بام‌ها به دست خواهد آمد:

جدول ۹: مجموع بارندگی ماهانه و متوسط آن در منطقه‌ی موردمطالعه طی دوره‌ی آماری ۹۵-۱۳۹۰ (میلی‌متر)

ماه / سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۱۳۹۰	۵/۱۷	۷/۲	۱۵	۶/۹	۰	۰	۲	۲۸/۷	۵۶/۱	۱/۵	۱۳/۵	۵۶/۸
۱۳۹۱	۵۴/۷	۴۴/۲	۱۸/۶	۹/۹	۰	۰	۰	۱۶/۷	۱۵/۶	۷۲/۹	۴۹/۸	۳۶/۱
۱۳۹۲	۳/۵۸	۲۸/۲	۲۶/۶	۰/۴	۰	۲/۸	۰	۲۶/۴	۳/۲	۷/۲	۶/۵	۳۴
۱۳۹۳	۳/۷۳	۳۵/۱	۲۲/۴	۴/۳	۰	۰	۰	۱۶/۹	۴۲/۴	۱۰/۵	۵	۲/۹
۱۳۹۴	۲/۴۹	۷/۴	۲۵/۳	۰	۰	۰/۱	۰	۱۵/۶	۱۶/۴	۱۶/۵	۲۴/۶	۵۲/۹
۱۳۹۵	۴۸	۸۷/۸	۴۴/۶	۴/۶	۵/۵	۰	۳/۶	۰	۱/۶	۱۶/۷	۱۸/۱	۱۶/۳
ER	۳۰۱	۲۰۹/۹	۱۵۲/۵	۲۶/۱	۵/۵	۲/۹	۵/۶	۱۰۴/۳	۱۳۵/۳	۱۲۵/۳	۱۱۷/۵	۱۹۹
MR (mm)	۲/۵۰	۳۴/۹	۲۵/۴۲	۴/۴	۰/۹	۰/۵	۰/۹	۱۷/۴	۲۲/۶	۲۰/۹	۱۹/۶	۳۳/۲
R(m)	۰۵۰۲/۰	۰/۰۳۴۹	۰/۰۲۵۴	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۹	۰/۰۱۷۴	۰/۰۲۲۶	۰/۰۲۰۹	۰/۰۱۹۶	۰/۰۳۳۲

مأخذ: اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی ۱۳۹۷

با توجه به داده‌های جدول فوق ماه‌های فروردین، اردیبهشت، اسفند و خرداد دارای بیش‌ترین مقدار بارندگی در طول دوره‌ی می‌باشند که متوسط بارندگی در این ماه‌ها به ترتیب ۳۳/۳۴،۲/۵۰،۹/۲ و ۲۵/۴۲ میلی‌متر است. در میان سال‌های مختلف، سال ۱۳۹۱ و سال ۱۳۹۲ با ۵۱ و ۱۷ میلی‌متر بارندگی به ترتیب پرباران‌ترین و کم باران‌ترین سال‌ها در طی دوره بوده‌اند. در جدول بالا:

رابطه‌ی ۱ مجموع کل بارندگی‌های ماهانه طی دوره‌ی ۹۵-۱۳۹۰=ER

متوسط بارندگی در هر ماه بر حسب میلی‌متر =MR

بارندگی ماهانه بر حسب متر=R

بر اساس نظرسنجی انجام‌گرفته و مطابق داده‌ها، توزیع فراوانی وسعت پشت‌بام در روستاهای نمونه ۸۶/۶۷ درصد فراوانی با زیربنای بین ۵۱ تا ۱۰۰ مترمربع وسعت پشت‌بام دارند. با فرض اینکه اکثر خانه‌های ساخته‌شده در

روستاهای نمونه با میانگین زیربنای ۷۵ مترمربع می‌باشند، با استفاده از فرمول زیر مقدار آبی که از سطح پشت‌بام‌ها می‌توان جمع‌آوری کرد، قابل‌محاسبه است:

رابطه‌ی ۲ $S=R*A*Cr$

S= میانگین حجم آبی است که می‌توان از یک پشت‌بام جمع‌آوری نمود (بر حسب مترمکعب)

R= میانگین بارندگی ماهانه (بر حسب متر)

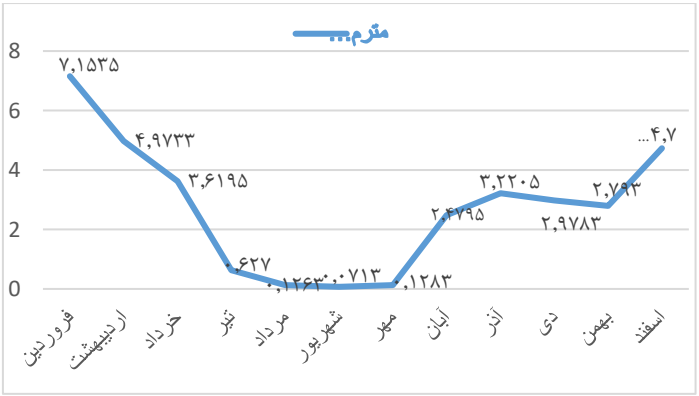
A= مساحت حوضه‌ای که برای جمع‌آوری آب باران در نظر گرفته شده است

Cr= ضریب رواناب

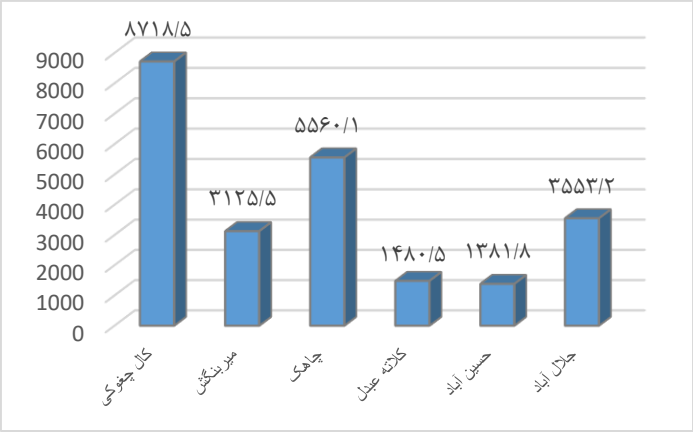
مطابق یافته‌ها از نظرسنجی در روستاهای موردمطالعه مشاهده می‌شود که ۹۰/۹ درصد پشت‌بام‌ها با پوشش ایزوگامی دارای وسعتی بین ۵۱ تا ۱۰۰ مترمربع می‌باشند. ازآنجاکه اکثر سقف‌های سکونتگاه‌های این روستاها از ایزوگام پوشانده شده و ضریب رواناب برای ورقه‌های گالوانیزه را از ۰/۹ به بالا در نظر می‌گیرند، بنابراین می‌توان برای پوشش ایزوگامی ضریب رواناب ۰/۹۵ را در نظر گرفت. حجم آبی که از یک سقف در ماه‌های مختلف می‌توان جمع‌آوری کرد، در جدول ۱۰ ارائه گردیده است:

جدول ۱۰: حجم کل آب قابل استحصال پتانسیل از مقادیر بارش ماهانه از پشت‌بام (مترمکعب)

سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
R(m)	۰/۰۵۰۲	۰/۰۳۴۹	۰/۰۲۵۴	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۹	۰/۰۱۷۴	۰/۰۲۲۶	۰/۰۲۰۹	۰/۰۱۹۶	۰/۰۳۳۲	۰/۲۳۰۸۲
S(m3)	۷/۱۵۳۵	۴/۹۷۳۳	۳/۶۱۹۵	۰/۶۲۷	۰/۱۲۸۳	۰/۰۷۱۳	۰/۱۲۸۳	۲/۴۷۹۵	۳/۲۲۰۵	۲/۹۷۸۳	۲/۷۹۳	۴/۷۳۱	۳۲/۸۹



شکل ۹: حجم کل آب قابل استحصال پتانسیل از مقادیر بارش ماهانه از پشت‌بام (مترمکعب)



شکل ۱۰: حجم آب قابل استحصال پتانسیل از مقادیر بارش سالانه از پشت‌بام در روستاهای موردمطالعه (مترمکعب)

بر اساس داده‌های جدول ۱۰ و شکل ۹ حجم کل آب قابل استحصال از آبخیز پشت‌بامی یک واحد مسکونی روستایی با فرض میانگین سطح پشت‌بام ۷۵ مترمربع، در طول سال ۳۲/۹۰ مترمکعب آب در طول یک سال جمع‌آوری می‌شود. مطابق داده‌های جدول ۱ اگر این مقدار مکعب آب جمع‌آوری‌شده را به کل خانوار روستاهای موردمطالعه تعمیم بدهیم، عدد ۲۳۸۱۹/۶ مترمکعب به دست می‌آید و سپس در ۱۰۰۰ ضرب کنیم، عدد ۲۳۸۱۹۶۰۰ لیتر آب به دست می‌آید؛ یعنی تقریباً سالانه حدود ۲۳۸۱۹ تانکر آب ۱۰۰۰۰ لیتری می‌توان از پشت‌بام آب باران را جمع‌آوری کرد. ازآنجایی‌که آب جمع‌آوری‌شده با توجه به هدف تحقیق، قابلیت استفاده برای مصارف خانگی دارد، بر اساس نظرسنجی‌های انجام‌شده در روستاهای نمونه، میانگین هزینه‌ی پرداختی ماهانه بابت تهیه‌ی آب مصرفی برای هر خانوار مبلغ ۲۰۰۰۰۰ ریال در نظر بگیریم، عملاً می‌تواند تا حد زیادی در مصرف سالیانه‌ی آب لوله‌کشی که مستلزم ۲۴۰۰۰۰۰ ریال هزینه برای هر خانوار روستایی است، صرفه‌جویی ایجاد کند. اگرچه پرداخت این مبلغ در سال برای یک خانوار زیاد نیست، اما اگر این مبلغ را مطابق داده‌های جمعیتی در جدول شماره‌ی ۱ برای کل خانوارهای روستایی در نظر بگیریم، رقم قابل‌توجهی خواهد شد. حال به‌طور مثال: اگر به یکی از روستاهای نمونه به‌نام روستای کال جغوکی با تعداد ۲۶۵ خانوار تعمیم بدهیم، مشاهده می‌شود که چه مبلغ هنگفتی یعنی ۶۳۶ میلیون ریال در هرسال برای تهیه‌ی آب مصرفی هزینه می‌شود؛ وجهی که می‌تواند بخش مهمی از آن در توسعه‌ی زیرساخت‌های خدماتی روستا هزینه شود یا حتی برای جوانان روستا ایجاد شغل کند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، جمع‌آوری آب باران می‌تواند راه‌حلی قابل‌قبول و کم‌هزینه در راستای صرفه‌جویی و مدیریت بهینه‌ی آب باشد. روش‌های جمع‌آوری آب باران ضمن سادگی و سهولت اجرا، هزینه‌های اجرایی کم‌تری نسبت به دیگر روش‌های تأمین آب دارند و با استفاده از این سیستم، سرانه‌ی مصرف آب ماهانه را به میزان قابل قبولی می‌توان کاهش داد. آب جمع‌آوری‌شده برای مصارف خانگی از قبیل پخت‌وپز، شست‌وشو، استحمام، مصارف بهداشتی و صنعتی، آبیاری فضای سبز خانگی، سیراب کردن طیور و احشام اهلی می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد و در پی آن درصدی از آب موردنیاز مصارف مختلف خانگی تأمین می‌شود.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

آب به‌عنوان مهم‌ترین نیاز حیات بشر امروزه نه‌تنها درصدد زیست موجودات زنده نقش اصلی را دارد، بلکه به‌عنوان عامل حیاتی در تعادلات سیاسی، اقتصادی قرن جدید، فرهنگی ایفای نقش می‌نماید. استراتژیک ایران، کمبود منابع، توزیع نامتوازن، اشتراکی و عدم جایگزینی منابع آب و همچنین فقدان قوانین بین‌المللی حاکم بر آب‌های مشترک این بحران را تشدید کرده و آن را به یک منبع تولید خشونت تبدیل می‌کند. در زمینه‌ی استحصال آب باران با تکیه بر دانش بومی، تحقیقات خوبی در سطح جهانی انجام شده که البته تعداد این مطالعات در کشور ایران کم‌تر است. به‌علاوه

بیش‌تر این مطالعات در مدت‌زمان‌های طولانی بیش‌تر از یک سال و با تمرکز روی بهبود رطوبت خاک برای کشاورزی است. در این تحقیق سعی شده با استفاده از مطالعات انجام‌شده از مدت‌زمان کوتاه‌تری به تأثیر این سامانه از طریق امکان‌سنجی تأمین آب مصرفی روستاها از حوضه‌ی آبخیز پشت‌بامی به‌عنوان یکی از روش‌های ساده و باصرفه‌ی استحصال آب باران بررسی گردد. با توجه به بررسی و محاسبات از نظرسنجی در مقایسه با میانگین مشارکت روستاییان در جمع‌آوری آب باران (عدد ۳ و آزمون t)، p- مقدار آزمون بیش تراز ۰/۵ و آماره‌ی t مثبت (۱/۷۲۹)، در نتیجه‌ی فرضیه‌ی اول با اطمینان ۹۵ درصد تأیید شد و مقایسه‌ی میانگین سازگاری سکونتگاه‌های روستاییان با جمع‌آوری آب باران (عدد ۳ و آزمون t)، p- مقدار آزمون کم‌تر از ۰/۵ و آماره‌ی t منفی (۲۰/۹۸۳-)، فرضیه‌ی دوم با اطمینان ۹۵ درصد رد شد که در این نظرسنجی ۷۱٪ از روستاییان مشکلات مالی و ۴۰/۱٪ تجهیزات اولیه و ۹/۳٪ مشکل فنی و راهنمایی کارشناسان را انتخاب کرده بودند (تعدادی از پاسخ‌گویان بیش از یک گزینه را انتخاب نموده‌اند). نتایج تحلیلی از این امکان‌سنجی نشان داد که روستاییان نه‌تنها از انگیزه‌ی بالای مشارکت در اجرای این طرح برخوردارند، بلکه به اهمیت و بهره‌گیری از آن به‌عنوان یک روش ساده، سودمند، مفید و کم‌هزینه برای مقابله با بحران کم‌آبی و کاهش اتکا به سیستم‌های متمرکز آب‌رسانی به نقاط دوردست از قبیل آب‌لوله‌کشی، سد، چاه، قنات، تانکر آب‌رسانی و تجدید حیات سطح ایستایی پی بردند و خواهان حمایت‌های مالی و فنی نهادهای دولتی و خصوصی در رفع مشکلات بخصوص بازسازی وترمیم بافت فرسوده سکونتگاه‌هایشان هستند و به دلیل احساس نیاز به آب جهت مصارف خانگی به دنبال توسعه و تلفیق روش‌های سنتی استحصال آب باران با دانسته‌های امروزی می‌باشند. جمع‌آوری آب باران از حوضه‌ی پشت‌بام، ازجمله راهکارهایی است که در بسیاری از کشورها، حتی کشورهای واقع در مناطق مرطوب که مشکل کمبود آب ندارند، به‌شدت در حال پیگیری و اجراست. با توجه به اینکه ایران ازجمله کشورهایی است که کمبود آب به‌شدت در آن احساس می‌شود، اما هنوز استفاده از چنین سامانه‌هایی فرهنگ‌سازی و به‌صورت فراگیر شکل نگرفته است. جمع‌آوری آب باران از حوضه‌ی آبخیز پشت‌بام تا حدی انعطاف‌پذیر و سازگار با طیف وسیعی از شرایط است و می‌توان از آن در جوامع غنی و فقیر و در تمامی مناطق، بدون هیچ‌گونه محدودیت توپوگرافی یا زمین‌شناسی استفاده کرد. اگر روستاییان بتوانند آب باران از پشت‌بام را برای مصارف خانگی جمع‌آوری و ذخیره کنند، ضمن ایجاد رضایتمندی و تأمین آب در مواقع ضروری یا قطعی آب لوله‌کشی، هم در "زمان" و هم در "هزینه" صرفه‌جویی خواهد شد و خودشان به‌عنوان مالک اصلی در نگهداری و کنترل سیستم بدون نیاز به دیگر اعضای جامعه ایفای نقش می‌کنند. راه عملی و صحیح در معرفی، شناخت و توسعه‌ی این سیستم، در گام اول به میان بهره‌برداران مناطق روستایی رفته و علایق و استعدادها و مشکلات آن‌ها را شناسایی کنیم تا بتوانیم در جهت رسیدن به اهداف، در اشاعه‌ی فرهنگ بهره‌برداری بهینه از نزولات جوی و توجیه و تشویق و ترغیب و با آموزش همگانی روستاییان به استفاده‌ی بهینه از این سامانه وفق شویم. عمده‌ترین عامل در دست‌یابی به اهداف طرح‌های مشارکتی، جلب مشارکت و هم‌سو نمودن روستاییان با نیازها و نهادهای دولتی و محلی در جهت رسیدن به اهداف است. استفاده‌ی بهینه ازآنچه به دست می‌آید، باید در درجه‌ی اول در دستور کار همه باشد که در این زمینه، شروع آموزش همگانی از مدارس ابتدایی مدنظر است؛ یعنی گوشزد نمودن نسل آینده به کمبود آب و لزوم توجه به اهمیت آن در زمینه‌های مختلف و بحث صرفه‌جویی آن در همه‌ی مقاطع تحصیلی باید جزئی از کتاب درسی قرار گیرد. به نظر ضروری می‌رسد که با توجه به شرایط اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی مناطق مختلف دستورالعمل‌های جامعی در زمینه‌ی به‌کارگیری استحصال آب باران از پشت‌بام، در اختیار روستاییان به‌عنوان کاربران هدف، دولتمردان و حتی مهندسان و کارگران که نقش در ساخت سکونتگاه‌های روستایی دارند، قرار گیرد. ازجمله مزایای سیستم جمع‌آوری آب باران ایجاد انگیزه، آموزش و مشارکت افراد محلی از فاکتورهای موفقیت‌آمیز است و بیش‌ترین مزیت را برای مردم فقیر و کم‌بضاعت در روستاها دارد.

۸- منابع

۱- احمدیان، محمدعلی (۱۳۸۸). ویژگی‌های جغرافیایی کشورهای اسلامی (چاپ پنجم)، مشهد: انتشارات سخن‌گستر.

۲- اداره‌ی آمار و اطلاعات و GIS استانداری خراسان رضوی سال (۱۳۹۵).

۳- اداره‌ی کل هواشناسی استان خراسان رضوی (۱۳۹۷). اداره‌ی آمار و اطلاعات.

۴- اسمعیل‌زادگان، علی زینل، منشاوی، مرتضی (۱۳۹۷). بحران آب و مدیریت بحران‌های منطقه‌ای، مطالعات بین‌المللی، دوره‌ی ۱۴ شماره‌ی ۳، صص ۲۴۱-۲۱۱.

۵- اعتمادی، حسین (۱۳۹۴). روش‌های جمع‌آوری آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌منظور مدیریت آب‌های سطحی، دومین همایش ملی آب، انسان، زمین، اصفهان، ایران.

۶- اویس، طیب. یوسف، پرنیس. دنتر، هاشم، احمد (۱۳۸۶). ترجمه‌ی جواد طباطبایی یزدی، بهاره چکشی، استحصال آب باران استفاده از دانش بومی برای تأمین آب در مناطق خشک، مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.

۷- ببران، صدیقه، هنر بخش، نازلی (۱۳۸۷). بحران و وضعیت آب در ایران و جهان، فصلنامه‌ی راهبرد، سال شانزدهم، شماره‌ی ۴۸.

۸- بزی، خدارحم (۱۳۸۹). بحران آب در خاورمیانه (چالش‌ها و راهکارها)، چهارمین کنگره‌ی بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران.

۹- پاپلی یزدی، محمدحسین، وثوقی، فاطمه (۱۳۹۰). نگاهی به دیپلماسی آب ایران، هیدروژئوپلتیک، انتشارات پاپلی.

۱۰- چکشی، بهاره، طباطبایی یزدی، جواد (۱۳۹۱). استحصال آب باران شیوهای جهت استفاده از دانش بومی به‌منظور تأمین آب در مناطق خشک، اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد، ایران.

۱۱- دستورانی، محمدرضا (۱۳۹۱). بررسی امکان جمع‌آوری آب باران از سطوح جاده‌ها و بزرگراه‌ها جهت ایجاد فضای سبز در مناطق خشک و نیمه‌خشک، نشریه‌ی سامانه‌های سطوح آبگیر باران ۳، صص ۴۴-۳۹.

۱۲- ذوالفقاری، حسن (۱۳۹۵). نگاهی به روش‌های جمع‌آوری آب باران برای مصارف خانگی، سامانه‌های سطوح آبگیر یاران، دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، زنجان، ایران.

۱۳- رشیدی مهرآبادی، محمدحسین (۱۳۹۱). استحصال آب باران در مناطق مسکونی، مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.

۱۴- رشیدی مهرآبادی، محمدحسین، ثقفیان، بهرام (۱۳۹۱). معرفی سیستم سطوح آبگیر پشت‌بام ساختمان‌های مسکونی در شهرها، ماهنامه‌ی مهر آب، شماره‌های ۷۱ و ۶۹.

۱۵- زابلی، مجید (۱۳۹۱). جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام روشی مناسب برای تأمین منابع آبی در مناطق خشک، ششمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، ایران.

۱۶- زراعتکار، زهرا، خاشعی سیوکی، عباس و حسن‌پور، فرزاد (۱۳۹۴). کاربرد تحلیل سلسله مراتبی در مکان‌یابی مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران در حوضه‌ی شهری، مجله‌ی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، سال سوم، جلد ۷، صص ۱۴-۱.

۱۷- زهتابیان، غلامرضا، مسعودی، ریحانه، خسروی، حسن (۱۳۹۲). بررسی روش‌های جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام‌ها، مجله‌ی ترویجی سامانه‌های سطوح آبگیر، جلد ۱، شماره‌ی ۳، صص ۲۰-۱۴.

۱۸- سعدالدین، امیر، بای، محبوبه و نعیمی، اصغر (۱۳۹۳). امکان‌سنجی و اقتصادی جمع‌آوری آب باران از سطح پشت‌بام ساختمان‌ها، نشریه‌ی پژوهشی حفاظت آب‌وخاک، جلد بیست و یکم، شماره‌ی ۶، صص ۵۰-۲۷.

۱۹- سیستانی، صمد (۱۳۹۴). جمع‌آوری آب پشت‌بام و تصفیه‌ی آب خاکستری منابع جدید آبی، کنفرانس بین‌المللی علوم، مهندسی و فناوری‌های محیط زیست، دانشکده‌ی محیط زیست دانشگاه تهران، ایران.

۲۰- شادمهری طوسی، امیرحسین، دانش، شهناز، حسینی، سید محمود (۱۳۹۶). بررسی پتانسیل جمع‌آوری آب باران از سطح ساختمان‌ها، چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، ایران.

۲۱- شاهینی، غلامرضا (۱۳۹۰). استحصال آب باران با استفاده از حوضه‌ی آبخیز پشت‌بامی، همایش دانش سنتی مدیریت آب.

۲۲- صادق‌زاده، محمدابراهیم (۱۳۹۶). تأثیر سامانه‌های سطوح آبگیر باران در افزایش رطوبت خاک، مجله‌ی علمی –ترویجی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، دوره‌ی ۵، جلد ۱، صص ۲۸-۱۶.

۲۳- صلواتی، پریسا (۱۳۹۶). تحلیل فرایند بارشی رواناب، مجله‌ی علوم و مهندسی آبیاری، اهواز، جلد ۴۰، شماره‌ی ۲، تابستان، صص ۱۱۷-۱۰۳
۲۴- طباطبایی یزدی، جواد (۱۳۸۶). تحلیل اقتصادی روش‌های استحصال آب باران برای استفاده در کشاورزی، خراسان شمالی.
۲۵- طباطبایی یزدی، جواد، حقایقی مقدم، ابوالقاسم، قدسی، مسعود و افشار، مهدی (۱۳۸۹) استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی گندم دیم در منطقه‌ی مشهد، نشریه‌ی آب‌وخاک علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۴، شماره‌ی ۲، صص ۲۰۷-۱۹۸.
۲۶- طباطبایی یزدی، جواد، قدسی، مسعود، حقایقی، ابوالقاسم و رهنورد، محمدرضا (۱۳۸۶). استحصال آب باران، روشی برای مدیریت بر بارندگی در مناطق خشک، مشهد، ایران.
۲۷- طهماسبی، رمضان، رجبی ثانی، رضا (۱۳۸۵). جمع‌آوری آب باران در عرصه‌های طبیعی، راه‌حلی برای رفع کم‌آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، نشریه‌ی جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان، پیاپی ۷، شماره‌ی ۴، صص ۴۲-۲۳.
۲۸- عدالتیان، احمد (۱۳۹۳). استفاده از روش‌های سنتی در استحصال آب باران، همایش ملی راهکارهای پیش روی بحران آب در ایران و خاورمیانه، دانشگاه شیراز، ایران.
۲۹- علیزاده، امین (۱۳۶۷). اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد: انتشارات بنیاد فرهنگی آستان قدس رضوی.
۳۰- فغانی، حشمت‌الله (۱۳۷۵). ابعاد سیاسی امنیتی بحران آب در خاورمیانه‌ی عربی و آینده‌ی مذاکرات صلح اعراب و اسرائیل، تهران: وزارت امور خارجه، مرکز چاپ و انتشارات.
۳۱- قدوسی، جواد (۱۳۸۶). روش‌های بومی و نوین جمع‌آوری آب باران و کاربرد آن‌ها، راهکارهایی برای سازگاری یا کم‌آبی، اولین همایش سازگاری با کم‌آبی، تهران، ایران، صص ۱۶-۱.
۳۲- کردوانی، پرویز، کرد پور، بختیار (۱۳۹۱). استفاده‌ی بهینه از منابع آبی در ناحیه‌ی اورومانات (ذخیره‌ی باران)، فصلنامه‌ی جغرافیایی سرزمین، سال نهم، شماره‌ی ۳۵، پاییز، صص ۱۶-۱.
۳۳- کیانی صفت، شهرام، مقدم نیا، علیرضا (۱۳۹۱). جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام منازل راهی برای مدیریت آب در حوضه‌های آبخیز مناطق نیمه‌خشک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۳۴- ملکی، محسن، همتی، محسن، همتی، افسانه، (۱۳۹۵). تحلیل کاربرد روش‌های سنتی و نوین استحصال آب باران در مناطق خشک و نیمه‌خشک، پنجمین همایش سامانه‌های سطوح آبگیر باران، رشت، ایران.
۳۵- منزوی، محمدتقی (۱۳۷۵). آب‌رسانی شهری (چاپ دوم)، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۳۶- نبی‌پی لشکریان، سعید، طباطبایی، جواد، معیدی، علیرضا (۱۳۸۵). مقابله با بحران آب در مناطق خشک با استفاده از سدهای زیرزمینی، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، ایران.
۳۷- نهازی، غلامحسین (۱۳۷۶). بحران آب در خاورمیانه، تهران: مرکز پژوهش‌های علمی و مطالبات استراتژیک خاورمیانه.
۳۸- نیسن پیترسن، اریک (۱۳۶۳). ترجمه‌ی حبیب‌الله بیات، جمع‌آوری آب باران در مناطق روستایی، تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.
۳۹- ولایتی، سعداله (۱۳۷۳). بحران آب در استان خراسان، مجله‌ی تحقیقات علوم جغرافیایی، پاییز، شماره‌ی ۳۴، صص ۷۳-۶۱.
۴۰- یوسفی، پروین (۱۳۹۴). بحران آب، دومین همایش ملی بحران آب در ایران و خاورمیانه، شیراز، ایران.

41- Al-Adamat. R, A. Diabat, G. shatnawi (2010). combining GIS with multicriteria decision making for siting water harvesting ponds in Northern Jordan. Journal of Arid Environments.Volume 74, Issue 11, pp 1471-1477.
42- Alam, R. et, al (2011). Feasibility study of rainwater harvesting system in Sylhet city. Environmental Monitoring and Assessment, Volume 184, Issue 1, pp 573-580.
43- Adham, A. et, al (2016). A water harvesting model for optimizing rainwater harvesting in the wadi Oum Zessar watershed, Tunisia. Agricultural Water Management, Volume 176, pp191-202.
44- Ahmad, Edaltian (2015). Using Traditional Methods For Collecting Rainwa. World Essays Journal, Available online at www. worldessaysj.com, Volume 3, Issue 2, pp 58-60.
45- Department of Civil and Environmental Engineering.Dhaka, angladesh(CEED)،Water resource management. (2014).American Journal of Water Resources.

46- Edalatian. A.2015. Using Traditional Methods For Collecting Rainwa. World Essays Journal / 3 (2): 58-60, 2015 Available online at www. worldessaysj.com
47- Eroksuz, E. and A, Rahman (2010). Rainwater tanks in multi-unit buildings:A case study for three Australian cities. J. Resour. Conserv. Recycl.VoIume 54, pp 1449-1452.
48- Kahinda, J. M.A.E, Taighenu, And J.R. Boroto (2007). Domestic rainwater harvesting to improve water supply in rural South Africa. J.phys. Chem.Earth. Volume 32. PP 1053-1057.
49- Myers, L. E (1975). Water harvesting 2000 B.C. to 1974 A.D. In Proc. Water Harvesingsymp. ARS W-22. U.S. Dept. Agr. Phoenix, Ariz.
50- Owise,T. A.Hachum. and J.kijne (2004). "Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas. SWIM paper 7.colombo srilanka-International water Management Institute.
51- Rahman, A. J. Keanea. M.A. Imteaz (2012). Rainwater hervesting in Greater Sydney: Water savings, reliability and economic benefits. J, Resour. Conserv. Recycl.Volume 61, PP 16-21.
52- Rashidi Mehrabadi, M. H. B, saghafian and F Haghighi fashi (2013). Assessment of residential rainwater harvesting efficiency for meeting non-potable water demands in three climate conditions. J. Resour. Conserv. Recycl. Volume 73, PP 86-93.
53- Shalan Kumar(2016). Rainfall harvesting at farm level in various weathered areas in India. Journal hemepage. Volume 176. PP 55-66.
54- Rostad, N. R, Foti and F.A. Montalto, Harvesting rooftop runoff to flush toilets: Drawing conclusions from four major U.S cities. Resources, Conservation and Recycling, 2016.Volume 108, PP 97-106.
55- song, J. M. Han, T. Kim and J.song (2008). Rainwater supply option in banda Aceh. J. Desalin. Volume 248, PP 233-240.
56- Zelenakora (2010). Manage rainwater and adapt to the sustainable design of the building. PP16.