

بررسی روش‌های مختلف جمع‌آوری آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک

سیامک دخانی^۱، عاطفه ستاروند^۲، فاطمه کریمی‌ظفرآبادی^{۳*}

۱- استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، siamakdohkani@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه کاشان، satarvandatefe@gmail.com

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه کاشان، karimi.fatemeh.419@gmail.com

چکیده

مسئله کمبود منابع آب شیرین امروزه به‌مسئله مهم دنیا مخصوصاً کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند و میانگین بارندگی سالانه آنها بین ۱۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر است، تبدیل شده است. کشور ایران نیز با بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. ساکنین مناطق خشک و نیمه‌خشک از گذشته دور با کمبود آب دست و پنجه نرم کرده‌اند و با استفاده از روش‌های بومی، آب مورد نیاز خود و دام‌هایشان را تامین کرده‌اند. در این مقاله سعی بر این شده است که به‌برخی از روش‌های سنتی و مدرن جمع‌آوری آب در این مناطق پرداخته شود. روش‌های بیان شده در این مقاله روش‌های سنتی و مدرن جمع‌آوری آب باران و مه است، زیرا در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل نبودن یا کمبود منابع آب شیرین به‌ناچار از آب باران و مه هر چند ناچیز به‌عنوان منبع جمع‌آوری آب شیرین در این مناطق استفاده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جمع‌آوری آب باران، مناطق خشک و نیمه‌خشک، روش‌های سنتی و مدرن، متراکم‌سازی مه.

۱- مقدمه

مناطق خشک و نیمه‌خشک در حدود یک سوم سطح خشکی‌های روی زمین را تشکیل داده و حدود ۴۰ درصد جمعیت جهان را به نوعی شامل می‌گردد. نیمی از کشورهای جهان یا بطور کامل و یا بخشی از آنها در مناطق خشک قرار گرفته است (- دستورانی، م). .

این نواحی دارای اقلیم مدیترانه‌ای، زمستان‌های سرد و بارانی و تابستان‌های گرم و خشک هستند. بارش این اراضی بسیار کم (۱۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر در سال) است و دارای منابع آب تجدید شونده اندکی هستند. بیش از ۷۵ درصد از آب این مناطق برای کشاورزی مصرف می‌شود و رقابت سایر صنایع و بخش‌ها بر سر آب با بخش کشاورزی نیز هر ساله بیشتر شده و میزان آب کمتری در دسترس قرار می‌گیرد (جعفری شلمزاری، م. قلی نژاد).

کشور ایران در منطقه‌ای واقع است که متوسط بارندگی سالیانه آن کمتر از یک سوم میزان بارندگی جهان است، و میزان آن را حدود ۲۸۰ میلی‌متر محاسبه کرده‌اند. لذا ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب بوده و از دیر باز با کمبود آب مواجه بوده است (احمدی عامله و همکاران).

عمده بارش در مناطق خشک و نیمه‌خشک به خاطر عوامل مختلفی از جمله کمبود پوشش گیاهی و شدت زیاد بارش به رواناب تبدیل می‌شود. مثلاً ۱۰ میلی‌متر بارش در این مناطق قادر است ۱۰۰ هزار لیتر رواناب در هکتار تولید کند. از طرفی تبخیر در این مناطق بسیار بالا بوده و همین میزان کم بارش را نیز از دسترس خارج خواهد کرد. برداشت این میزان آب می‌تواند در مناطقی که به سایر منابع آب دسترسی نیست یا به دلیل هزینه یا کیفیت پایین آب زیر زمینی نمی‌توان چاه احداث نمود، بسیار مفید باشد (جعفری شلمزاری، م. قلی نژاد).

استحصال آب باران دسترسی کافی و عادلانه به آب به‌عنوان یک ورودی برای تولید کشاورزی و رفاه بشر است.

Bitterman, P (۲۰۱۶) که مورد توجه بسیاری از دولت ها به منظور افزایش دسترسی به آب و پس از آن کاهش مصرف آب آشامیدنی قرار گرفته است. (Evans و همکاران ۲۰۰۶)
استفاده از آب های نامتعارف و یا شیوه های نامتعارف استفاده از منابع معمول آب روشی است که می توان با کاربرد آن با استفاده از منابع آب موجود، نیاز مصارف فعلی را برطرف کرده و همچنین به مقادیر بیشتری از آب جهت نیازهای آینده دست یافت. (دخانی، س. و قضاوی، ر. ۱۳۹۴)
با توجه به مطالب گفته شده، اگر بخواهیم تعریفی اولیه و بسیار کلی از سیستم های استحصال آب ارائه دهیم "جمع آوری، نگهداری و استفاده از آب باران برای نیازهای مختلف به آب می باشد" (Cochran, J. and Ray, I-۲۰۰۹) استحصال آب روشی برای توسعه منابع آب سطحی با هدف افزایش کمیت و کیفیت منابع آب موجود است (جعفری شلمزاری، م. قلی نژاد).

۲- مواد و روش

جمع آوری آب باران

جمع آوری آب باران عمل گرفتن آب باران در فصل مرطوب، و ذخیره سازی آن را برای استفاده در فصل خشک است (Agarwal & Narain, 1997; IWMI, 2006) (Tamaddun و همکاران ۲۰۱۸) مطالعات نشان می دهد که جمع آوری آب باران نه تنها در مناطق مرطوب بلکه در مناطق خشک و نیمه خشک نیز امکان پذیر می باشد (Pina و همکاران) (جعفری شلمزاری، م. قلی نژاد) آب جمع آوری شده را می توان به درون تانکر ذخیره سازی یا خاک و یا حتی آبخوان های زیرزمینی هدایت کرد تا در مواقع نیاز اقدام به برداشت از آنها نماییم.

به همین علت، ادغام سیستم های جمع آوری آب باران در ساختمان ها یک راه موثر برای به حداقل رساندن استفاده از آب های تصفیه شده برای کارهای غیر قابل شستشو و عرضه آب آشامیدنی در مناطقی که آب کم است، می باشد. (Basinger و همکاران ۲۰۱۰)

جمع آوری آب باران یک مفهوم جدید در مدیریت منابع آب نیست. برای مدت زمان طولانی قبل از ظهور سیستم های آب آشامیدنی در سطح گسترده ای وجود داشته است (Liuuzzo و همکاران ۲۰۱۶)
تاریخچه استفاده از این سیستم ها بسیار دیرین است و قدیمی ترین آنها را می توان در فلسطین و بلوچستان ایران و پاکستان دنبال نمود. در این نواحی ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ هزار سال پیش از میلاد، جمع آوری آب باران مرسوم بوده است (جعفری شلمزاری، م. قلی نژاد).

به طور کلی می توان گفت که جمع آوری برای حداقل کردن هدررفت آب و نیز برای افزودن موجودی آب در سیستم حوزه آبریز به کار می رود. (آقایی، م. ۱۳۹۵)

معمولا از سه جزء اصلی تشکیل شده است: یک منطقه حوضه، که در آن بارندگی جمع آوری می شود، یک انبار ذخیره سازی، جایی که آب ذخیره شده بلافاصله یا بعد از آن مورد استفاده قرار می گیرد، زمانی که آب کم است، و سیستم هدف، یعنی امکان استفاده از آن داده خواهد شد، به طور کلی، هدف اصلی استفاده از آنها برای مصرف انسان و فعالیت های مرتبط با آب، و همچنین تاخیر رواناب در طول باران است. (Aladenola و همکاران ۲۰۱۰)
روش های جمع آوری آب باران بر اساس نوع کاربرد، به سه گروه عمده تقسیم می شوند که به شرح زیر هستند.

الف) انجام عملیات حفاظت آب و خاک، به گونه ای که از هرز رفتن آب جلوگیری کند و وضعیت نفوذ آب به داخل خاک را بهبود بخشد. این سیستم ها، از یک ناحیه غیر کشاورزی به عنوان منطقه عملیاتی استفاده می کنند.

ب) متمرکز کردن و هدایت کردن رواناب به سمت مزارع کشاورزی برای ذخیره در پروفیل خاک که در این روش منطقه هدف، خود به عنوان منطقه عملیاتی به کار می رود.

ج) جمع آوری و ذخیره رواناب از سقف ها و سطح زمین به کمک سازه های فیزیکی مختلف و ذخیره در مخازن مخصوص برای مصارف خانگی و کشاورزی. (آقای، م. ۱۳۹۵)

تکنیک های جمع آوری آب باران زمان زیادی است که در سراسر دنیا برای مقابله باتغییرات سالانه بارش و حفظ سلامت انسان اجرا شده است. به طور عمده در مناطق نیمه خشک تکنیک های غیرمتمرکز مانند چاله ها، تراس ها، سدها، سدهای خاکی، مخازن کوچک، چاه های رو باز، برای کاهش خطر ناامنی آب و غذا استفاده می شود. (Bitterman, P و همکاران ۲۰۱۶)

در این مقاله بیشتر سعی بر این شده که مروری بر برخی روش های مدرن و سنتی جمع آوری آب باران داشته باشیم تا بتوانیم با استفاده از این روش ها، مشکلات کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک را به حداقل ممکن برسانیم.

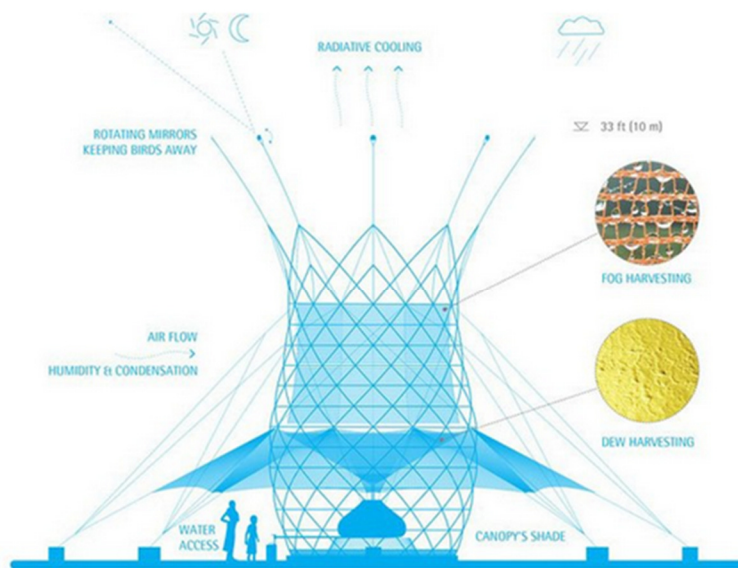
۳- روش های مدرن

۳-۱ زیر ساخت ذخیره 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 به عنوان منبعی برای شهر استفاده می کند. این روش جدید مدیریت آب باران با نام "زیرساخت ذخیره سبز و اشتراکی" شناخته می شود. به طور مثال در طول محور قطار سبک شهری "راه سبز" (Green line) شهر سنت پاول ایجاد زیرساخت ذخیره سبز و اشتراکی جدید، شامل سیستم نگهداری درختان به طول ۵ مایل در دو طرف ریل قطار سبک شهری می شد. ۱۰۰۰ راس درخت جدید کاشته شد، همچنین ۹ باغ که با آب باران آبیاری می شوند و زمین زراعی آبیاری شده با آب سطحی در طول خیابان ایجاد شد. یک سیستم جذب و تصفیه آب باران برای جلوگیری از وارد شدن بنزین و روغن سطح خیابان به داخل رودخانه نصب شد. این زیرساخت سبز موجب ارتقاء آگاهی عمومی شهروندان شده است. سیستم نگهداری درختان نیز به کاهش دمای شهر در تابستان، کاهش آلودگی هوا و حفظ تنوع زیست محیطی شهر کمک می کند. (روش جدید مدیریت آب باران با نام "زیرساخت ذخیره سبز و اشتراکی، بازدید در ۱ شهریور ۱۳۹۷)

۳-۲ متراکم سازی مه

اهالی آفریقا به روشی جالب با مصالح ساده و ارزان آب شرب را از هوای مرطوب تامین می کنند. قاره آفریقا با هوای گرم و مرطوبش مشهور است و در بسیاری از کشورها تامین آب شرب یکی از مشکلات اصلی است. اما در آفریقا روشی شگفت انگیز برای استحصال آب وجود دارد که برج های وارکا واتر نام دارد.



شکل ۱: تصویری از سازه جمع آوری آب از طریق متراکم سازی مه

این برج ها از چوب های بامبو و توری های پلاستیکی درست شده اند، ارتفاع آنها ۱۰ متر و وزن شان حدود ۶۰ کیلوگرم می باشد. مکانیزم کار آن بدین صورت است، قطرات آب را در هنگام عبور توده های حجیم بخار و شبنم صبحگاهی به دام می اندازد و به سمت منبع آبی که در قسمت پایین که زیر سایبان قرار داد منتقل می کنند .
گفتنی است این نوآوری حاصل تحقیقات یک شرکت ایتالیایی است. (سایت ویکیپدیا)

۳-۳ جمع آوری آب از سطوح بزرگراها

این روش با توجه به آماده بودن سطح روش بسیار مناسب و مقرون به صرفه محسوب می شود . تحقیقات در ایالت متحده آمریکا این روش را عملاً به اثبات رسانده است آب جمع آوری شده باران در بزرگراهها را جهت درختکاری و فضای سبز می توان استفاده نمود و یا به مزارع اطراف هدایت کرد.
جمع آوری آب از سطوح آماده پشت بامها، سطح عایق کارخانجات و انبارها، باند فرودگاه ها، سطح معابر، خیابانها، جاده ها و... (جمع آوری آب باران قبل از رسیدن به زمین این مزیت را دارد که قبل از آلودگی زیاد جمع آوری گردد به این دلیل برای بسیاری از مصارف خانگی نیز استفاده می شود . در این روش از شیروانی ها و پشت بام های خانه های مسکونی و کارخانجات و آب انبارها استفاده می شود، مقدار آب جمع آوری شده به دو عامل مقدار بارندگی و وسعت منطقه ای که آب از آن جمع آوری می گردد بستگی دارد . استفاده از این سطوح چون هزینه آماده سازی سطح عایق را ندارد بسیار ارزان تر از روشهای دیگر است. (ملکی، م.و همتی، م.و همتی، ۱۳۹۵.)

۳-۴ سد های زیر زمینی

یک روش ساده و کاربردی برای جمع آوری و ذخیره سازی آب در مناطق خشک و نیمه خشک است. این سد ها در بستر رودها و به طور ارجح خشکه رودها ساخته میشوند و به طور عام تا سنگ بستر ادامه می یابند. با بکارگیری این

روش جریانهای زیرسطحی رودخانه بوسیله سد متوقف شده و در مخزن آبرفتی بستر رودخانه تشکیل یک سفره آب زیرزمینی محدود می دهد.

ترکیب فناوری سد های زیر زمینی با قنات میتواند روش نوینی برای رفع مشکل کم آبی ارائه نماید. در این گونه مناطق میتوان با استفاده از سد های زیر زمینی از هدر رفتن جریانهای کم آب زیر زمینی از داخل آبرفت های کم عمق جلوگیری کرده و به داخل قنات هدایت نمود. (ملکی، م. و همتی، م. و همتی، ا. ۱۳۹۵)

۳-۵ روش های تغییر دادن یا اصلاح سطح زمین

در این روش، مواد، املاح و یا دیگر مواد شیمیایی و مصنوعی و غیره استفاده نمی شود و فقط با عملیاتی شرایط خاک را تا حدودی در جهت کمتر نفوذ کردن آب در آن و ایجاد، اصلاح می گردد و معمولا ساده تر از روش های دیگر است. این روش ها عبارتند از: صاف و پاک کردن سطح زمین و ایجاد جوی ها، متراکم کردن سطح خاک و ایجاد ناهمواری در سطح زمین. مهمترین مسأله در این روش های ساده جمع آوری آب باران، فرسایش خاک است. چنانچه فرسایش خاک کمتر باشد می توانند با صرفه ترین جهت جمع آوری آب باران در مناطق خشک باشند. در روش متراکم کردن خاک، سطح آبخیز مورد نظر با وسایل مکانیکی تسطیح و به آن شیب یک در دو یست یا ۵ در هزار داده می شود، بعد به قطعاتی به عرض متر تقسیم می گردد. هر قطعه عرض آن ۹ متر است و از بالا تا پایین سطح آبخیز ادامه دارد، (به صورت یک نوار پهن) طوری انحنای و غلتک زده می شود که آب باران به سرعت به جوی های کوچک که در حکم مرز بین آن هاست می ریزد. آب این جوی های باریک که در جهت شیب زمین حفر شده اند به یک جوی بزرگ یا نهر اصلی می ریزد، نهر اصلی که در واقع زهکش آبخیز است، عمود بر جوی های کنار هر قطعه آبخیز در انتها یا پایین ترین قسمت آبخیز، احداث می شود. شیب این جوی اصلی تقریبا یک در چهارصد یا ۲,۵ در هزار تنظیم می گردد. چنانچه شرایط طوری باشد که شیب زمین از این تندتر گردد، شیب شکن سنگی در داخل آن به وجود می آورند تا از سرعت آب کاسته شود و از فرسایش خاک داخل نهر اصلی جلوگیری به عمل آید. آب های جمع آوری شده قبل از آن که از طریق نهر اصلی به مخزن آب بریزد، در جلوی مخزن از حوضچه ای رسوب گیر عبور کرده تا به این وسیله گل ولای آن به میزان قابل توجهی گرفته و آب تقریبا صاف گردد. در سطح این آبخیز ها که شیب دار ساخته شده اند و غلتک زده می شوند، با حداقل ۷,۵ میلی متر باران، آب جاری می شود. از یک سطح ۱,۶ هکتاری، ۸۰۰ متر مکعب آب بدست آمده است. آزمایشها و محاسبات این روش برای متراکم کردن خاک آن است که از خاک موجود و وسایلی که دستیابی به آن ها آسان است استفاده می شود. (ملکی، م. و همتی، م. و همتی، ا. ۱۳۹۵)

۳-۶ روش های پوشاندن سطح خاک

در بعضی موارد که خاک منطقه ای مورد نظر متخلخل و در مقابل اثر فرسایشی آب ناپایدار است، بهتر است با پوشاندن سطح آن، از نفوذ و تأثیر آب در زمین جلوگیری کرد تا به این وسیله آب باران بیشتری جاری و جمع آوری شود. مواد پوششی به دو دسته تقسیم می شوند: خاک و مواد مصنوعی از خاک، زمانی که مواد مصنوعی برای پوشاندن در دسترس نباشد و یاگران تمام شود، استفاده می شود. از خاک رس که در محل وجود دارد برای پوشاندن سطح خاک آبخیز می توان استفاده کرد. این روش برای آبخیز های خیلی کوچک به عنوان مثال جمع آوری آب باران برای یک حوض یا یک آب انبار صحرایی بسیار مناسب است، ولی برای آبخیز های بزرگ تر نیاز به ماشین آلات دارد. مهمترین مسأله در این روش فرسایش خاک به وسیله آب هنگام بارندگی های شدید است، از این رو برای آن که خسارت کمتری وارد شود نتیجه

بهتری از این روش گرفته شود، باید به شیب زمین و دیگر عوامل، توجه کافی گردد و سطح آبخیز طوری ساخته شود که فشار جریان آب زیاد نتواند خرابی به بار آورد. روش استفاده از مواد مصنوعی جهت پوشاندن سطح خاک. در این روش سطح خاک را با لایه ی نازک از مواد فلزی، پلاستیکی، پلی اتیلن، قیرو ... می پوشانند. از روش های مناسب استفاده از نمک های سدیم است که باعث می شود تادانه های رس (خاک دانه) از هم جدا و باز شوند و به این طریق فاصله بین ذرات رس از هم کم بشود و یا از بین برود، در نتیجه همین مختصر خلل و فرج خاک رس نیز از بین می رود و مسدود می شود. در یکی از آبخیز ها با مصرف ۴۵ کیلو گرم کربنات سدیم در هکتار توانسته اند درصد رواناب را به ۷۰ درصد برسانند. در کشور ما به دلیل فراوان و ارزان بودن این املاح نسبت به دیگر مواد شیمیایی، می توان از آن برای جمع آوری رواناب به خوبی استفاده کرد. مسأله مهم در این روش فرسایش خاک است که باید در مناطقی که خسارت های ناشی از فرسایش کم است از این روش استفاده کرد و کیفیت نامطلوب آب جمع آوری شده که کمی شور مزه است. استفاده از مواد شیمیایی مانند سیلیکون، لاتک، موم و پارافین جامد. سیلیکون ها برای غیر نفوذ کردن خاک سطح آبخیزها، مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج رضایت بخشی نیز داده است. بدیهی است که با این مواد می توان آب با کیفیت مطلوب تهیه کرد. در سال های اخیر از پارافین جامد به دو صورت استفاده می گردد، به صورت دانه، در سطح خاک پاشیده می شود که بعد به صورت مایع درآمد و تمام سطح خاک را می پوشاند، و به صورت مایع. در یکی از بررسی های به عمل آمده در زمینه استفاده از پارافین نشان داده شده است که استفاده از پارافین جمع آوری رواناب را تا ۹۰ درصد ممکن می سازد. (ملکی، م. و همتی، م. و همتی، ۱۳۹۵.ا)

۳-۷ روش استفاده از قیر

قیر از مواد بسیار خوب است اگر چه در طی سال های اخیر قیمت آن بسیار افزایش یافته و صرفه اقتصادی که در قبل داشت در حال حاضر ندارد و یا کمتر دارد. (ملکی، م. و همتی، م. و همتی، ۱۳۹۵.ا)

۴- روش های سنتی

۴-۱ قنات

قنات که توسط مقننای ایرانی اختراع شده، هزاران سال قدمت دارد. قدمت قنات های ایرانی، از ۵۰۰۰ یا ۶۰۰۰ سال متجاوز است و عمری برابر با تاریخ کهن ایران دارد. با وجود اینکه چندین هزار سال از اختراع آن می گذرد، اما هنوز هم این روش استفاده از آب در قسمت مهمی از روستا ها و مناطق مسکونی و کشاورزی و دامداری کشور معمول و متداول است و حتی یکی از ارکان اصلی کشت و زرع در نواحی خشک را تشکیل می دهد. پروفیسور هانری گوبلو که بیش از ۳۰ سال بروی قنات های ایران بررسی و مطالعه انجام داده است در کتاب "قنات، فنی برای دستیابی به آب" عظمت قنات های ایران را برابر با دیوار چین می داند. قنات گناباد به طول ۳۵ کیلومتر و ژرفای بیش از ۳۰۰ متر و چاه هایی با فواصل منظم پنجاه متری، از زمان هخامنشیان یک شاهکار بی نظیر در سراسر جهان است. قنات می تواند مقدار قابل توجهی از آب های زیر زمینی را جمع آوری کرده و به سطح زمین برساند که همانند چشمه، آب آن را در تمام طول سال بدون هیچ کمکی از درون زمین به سطح آن جاری می گردد، به عبارت دیگر قنات مجموعه ای از چند میله و یک یا چند کوره زیرزمینی است که با شیبی کمتر از شیب سطح زمین آب موجود در لایه های آبدار مناطق مرتفع زمین یا رودخانه ها، مرداب ها و برکه ها را به کمک نیروی ثقلی و بدون کاربرد نیروی کششی، انرژی الکتریکی یا حرارتی تنها با جریان

طبیعی جمع آوری می کند و به نقاط پست تر می رساند تا به مصرف آبیاری یا آب شرب و ... برسد. (شاکری، غ.و حیدری، آ)

۴-۲ آب انبار سنگی

این سازه در مناطق خشک و نیمه خشک و در محل رفت و آمد انسان و دام ساخته می شده تا در زمان بارندگی پر شود و به تدریج مورد استفاده قرار گیرد قدمت آن به دوران زرتشت باز می گردد (احمدی عامله و همکاران). یک آب انبار سنگی معمولاً دارای دو جزء اصلی است ۱- بدنه آب انبار که از سنگ تراشیده و در دل تخته سنگ یا صخره ایجاد میشود. ۲- در پوش آب انبار که از تخته سنگهای شکل داده ساخته شده مستطیل یا استوانه شکل می باشد. که مانع عبور دام یا حیوانات وحشی شود از این سازه آب انبار سنگی به مدت ۳ یا ۴ ماه و معمولاً در فصول بهار و تابستان و هنگام رفت و آمد گله، بهره برداری میشود آب جمع آوری شده هم برای شرب دام و هم آشامیدن انسان مصرف می شود. گنجایش متوسط نگهداری آب در این سازه در هر مرتبه پر شدن به حدود ۱۸ متر مکعب می رسد. (احمدی عامله و همکاران).

۴-۳ سطح عایق

سابقه استفاده از این سطح در خاورمیانه به حدود ۴۰۰۰ سال پیش بر میگردد. (برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد، ۱۳۷۳). سطح عایق، معمولاً در مناطق خشک و نیمه خشک احداث می شود که بارش های جوی فقط در چند ماه از سال و با شدت می بارد، یا اینکه دسترسی به منابع آبی مانند چاه و قنات مشکل باشد یا آب در دسترس به دلیل شوری و تلخی برای شرب دام نامناسب باشد. بنابراین در این مناطق کمبود آب همواره مشکل ساکنان آن بوده است و برای تامین آب شرب و مصارف خانگی افراد لازم است نزولات آسمانی را در فصل بارندگی جمع آوری و ذخیره کنند تا از آن به تدریج استفاده شود. یک سطح عایق دارای چهار جزء اصلی: سطح عایق، حوضچه آرامش، مخزن یا منبع ذخیره آب، و مجاری هدایت آب برای استفاده انسان یا دام می باشد. از سطح عایق همزمان با اقامت عشایر در منطقه قشلاق و در فصل پاییز و زمستان و در طول مدت بارش باران بهره برداری می شود. (احمدی عامله و همکاران)

۴-۴ سنگ آب

حفره هایی طبیعی در داخل سنگ ها صخره های کوهستانی است که بعد از بارندگی آب باران را در خود نگه می دارند. لذا سنگ آب برای مدت زمانی کوتاه نیاز آبی دام و دامدار را برطرف می سازد و موجب می شود دام مجبور به چریدن علوفه قسمت هایی از مرتع شود که این سازه وجود دارد. سنگ آب به وسیله فرسایش در اثر تغییرات ریزش آب بر روی سنگ و یا کنده شدن تکه های سنگ از سنگ مادر ایجاد می شود. (ایلامی) بهره برداری از سنگ آبها بیش تر هنگام اقامت عشایر در مراتع قشلاقی و در طول فصل بارندگی و معمولاً از مهرماه تا اسفند ماه است. نیاز آبی دامدار به سنگ آب محدود است گنجایش سنگ آبها از کف دست تا ۲ مترمکعب می باشد با توجه به میزان بارندگی منطقه تغییر می کند. (احمدی عامله و همکاران)

۴-۵ چاه مالداري

از گذشته های دور انسان برای دستیابی به آب زیر زمینی به حفر چاه اقدام می کرده است. چاه های معمولی با دست حفر می شوند، از چند هزار سال پیش مورد استفاده بوده اند. امروز استفاده از چاه های دستی رواج یافته و در مناطق خشک امید زیادی به آن وجود دارد (دستورانی، م). چاه های مالداري برای تامین آب شرب دام در مناطقی که دسترسی به منابع آب چشمه و قنات و رودخانه امکان پذیر نباشد اهمیت بسیاری دارد زیرا با احداث این نوع چاه دامداران منبع آب مطمئنی برای سیراب کردن احشام خود دارند. یک چاه مالداري شامل یک حلقه چاه و یک چرخ چوبی چاه است که در بالای آن نصب می شود و در کنار آن یک حوضچه یا آبشخور دام قرار دارد. عمق چاه از ۲ تا ۲۰ متر و قطر آن حدود ۱ متر است. برای بیرون آوردن آب از چاه از چرخ چاه چوبی و طناب دلو استفاده می کنند. چاه های مالداري در مراتع قشلاقی و ییلاقی استفاده می شود اما ضرورت آن بیشتر مراتع قشلاقی است چون عشایر و دامداران در ییلاق به رودخانه ها و چشمه های فصلی دسترسی دارند. (احمدی عامله و همکاران)

۴-۶ آب انبار عشایري

آب انبار عشایري مخزنی برای نگهداری روان آبهای سطحی باران در فصل بارندگی و مصرف تدریجی آن است که در مراتع قشلاقی توسط عشایر ساخته شده و معمولاً هر یک از آنها به چند یورت عشایري تعلق دارد. از آنها برای مصرف آب انسان و شرب دام استفاده می شود. (قره بیگی، مصاحبه حضوری). آب انبار عشایري معمولاً به شکل مکعب مستطیل و پایین تر از سطح زمین ایجاد می شود. که معمولاً در دشت ها و مراتع و محل هایی که مسیر عبور آب باران است گودالی به عرض ۶ متر و طول ۳ متر با متوسط عمق ۲ تا ۳ متر اقدام می کنند. و بدنه های آن را سنگ چین می کنند. فصل بهره برداری از آب انبار به قشلاق محدود است که معمولاً از مهر ماه تا اسفند ماه به طول می انجامد البته برخی مواقع تا فروردین و اردیبهشت ماه دارای آب است برای برداشت آب در آب انبارهای کوچک تر از سطل و طناب و در آب انبارهای بزرگ تر از پلکان استفاده می شود. (احمدی عامله و همکاران)

۴-۷ چلپ آب (چال او)

این سازه با حفر چاله های دایره های با بیل و کلنگ در زیر دست یک چشمه کم آب و با شیب اندک در زمین ساخته می شود. و به وسیله یک جوی باریک به هم متصل می شوند و آب چشمه به آنها هدایت می شود. بهره برداری از آن در مواقع کم آبی معمولاً در فصل قشلاق انجام می شود. (احمدی عامله و همکاران)

۴-۸ برکه عشایري

در مراتع ییلاقی معمولاً چشمه های متعددی وجود دارند که دبی آنها بین ۲ تا ۵ لیتر در ثانیه است که آب آنها به طور مستقیم چندان قابل استفاده نیست، یا اینکه جنس خاک محل از نوع ماسه و واریزه ای است که آب به سرعت در آن نفوذ می کند لذا عشایر برای استفاده بهینه از این منابع آبی به ساخت منابع ذخیره یا استخر بهره برداری اقدام می کنند

این برکه ها به عنوان سد بهره برداری کوچک است و معیشت دامداران را در محل برای زراعت، باغداری و شرب دام تضمین می کنند. (احمدی عامله و همکاران)

۴-۹ دگار

در سامانه ی دگار، سیلاب بر زمین های دشت پخش شده و مقداری از آن نیز به داخل خاک نفوذ می کند و همزمان سبب کاهش شدت سیل، ایجاد زمینی جهت زراعت سیلابی و تغذیه آب های زیرزمینی می شود. سامانه های دگار و هوتک اغلب در کنار هم می باشد. از طرفی حضور هوتک ها در کنار این سامانه ها به مثابه آب انبار عمل کرده و آب را به مدت بیشتری جهت مصارف مختلف مردم بومی ذخیره می کند. (ملکی، م. و همتی، م. و همتی، ا. ۱۳۹۵)

۴-۱۰ استخر

استخرها معمولا مخازن ذخیره آب خاکی هستند که درون زمین، در مناطق با شیب ملایم حفر می شوند و می توانند آب را هم از بستر مسیل ها و هم از سامانه های آبگیر بزرگ دریافت و جمع آوری نمایند. مشکلات متعددی در استفاده از استخرها وجود دارند، از جمله اینکه آب های راکد دچار آلودگی شده و حشرات را جذب نموده و به صورت یک منبع ابتلا به امراض و بیماری های مختلف در می آیند. همچنین چون معمولا اطراف مخازن محصور نیست همواره خطر غرق شدن انسان و احشام وجود دارد. (ملکی، م. و همتی، م. و همتی، ا. ۱۳۹۵)

۴-۱۱ نهرکشی

در ایران قدیم از رودخانه های بزرگی چون دجله و هیرمند نهرهایی منشعب کرده بودند که آب آن را به بیابان های اطراف منتقل می کردند. ایرانیان قدیم در ساخت نهرها و کانال های آبیاری دقت بسیار مبذول داشته اند و اگر مسیر آب سست و آبکش می نمود، کف نهرها را آجر فرش کرده اند و ملات یا آهک آب بند به کار برده اند. (ملکی، م. و همتی، م. و همتی، ا. ۱۳۹۵)

۵- نتیجه گیری

در این مقاله با مروری بر روش های مختلف جمع آوری آب باران و مه سعی بر این شده است که علاوه بر روش های سنتی روش های مدرن جمع آوری آب نیز بیان شوند. با توجه به مطالب جمع آوری شده برای این مقاله می توان به مسئله پی برد که از گذشته دور و همچنین امروزه بحث تامین آب برای مصارف شرب و غیر شرب یک مسئله جدی بوده و هست. به همین منظور روش هایی برای مقابله با این مشکل ارائه شده است که شاید بتوان گوشه ای از مشکلات کمبود آب را هرچند ناچیز جبران کرد. با توجه به نوع آب و هوا، میزان هزینه، زمان و پتانسیل هر منطقه استفاده از روش های جمع آوری آب، متفاوت می باشد. که در این مقاله اغلب روش های سنتی در مناطق کوچک و روستایی کاربرد دارد که در جدول شماره ۱ کاملا مشهود می باشد و روش های مدرن برای استفاده های شهری مورد توجه قرار می گیرند.

جدول ۱- مقایسه انواع روش های سنتی

ردیف	نوع استفاده	منبع تغذیه	نوع استخر
۱- قنات	آبیاری و آب شرب و....	سفره های زیر زمینی	خاکی
۲- آب انبار سنگی	شرب دام و انسان	آب باران	سنگی
۳- سطح عایق	شرب و مصارف خانگی	آب باران	سنگی سیمانی
۴- سنگ آب	شرب دام و انسان	آب باران	سنگی
۵- چاه مالداري	شرب دام	آب باران	خاکی
۶- آب انبار عشایری	شرب دام و انسان	آب باران	سنگی، خاکی
۷- چلپ آب (چال او)	شرب دام و انسان	آب چشمه	خاکی
۸- برکه عشایری	آبیاری و شرب دام	آب چشمه	خاکی
۹- دگار	شرب دام و انسان	آب باران	خاکی
۱۰- استخر	شرب دام	آبگیرها و مسیلها	خاکی
۱۱- نهرکشی	آبیاری و شرب دام	آبگیرها و مسیلها	خاکی، سنگی، سیمانی

۶- مراجع

- دستورانی، م. چاپ نشده، بررسی امکان جمع آوری آب از سطح جاده ها و بزرگراه ها جهت ایجاد فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد
- جعفری شلمزاری، م. قلی نژاد، ب. چاپ نشده. روش های مختلف جمع آوری آب در مناطق خشک
- احمدی عامله، ع. و رضایی، ف. و هنریخش، ا. روش های سنتی جمع آوری آب باران، دانشکده منابع و علوم زمین دانشگاه شهر کرد.
- وش جدید مدیریت آب باران با نام "زیرساخت ذخیره سبز و اشتراکی، بازدید در ۱ شهریور ۱۳۹۷، <http://www.cityfuture.ir/>
- سایت ویکیپدیا
- ملکی، م. و همتی، م. و همتی، ا. ۱۳۹۵ تحلیل کاربرد روش های سنتی و نوین استحصال آب باران در مناطق خشک و نیمه خشک .
- شاکری، غ. و حیدری، آ. چاپ نشده. آشنایی با قنات (سازه های تاریخی آبی) ایران و خراسان شمالی،
- دخانی، س. و قضاوی، ر. ۱۳۹۴ بررسی امکان استفاده سطوح بزرگراهها، بلوارها و خیابانها در تکنیک های جمع آوری آب باران، خلاصه مقالات همایش ملی فضای سبز کم آب/کاشان ص ۷۱.
- آقایی، م. ۱۳۹۵ "تعیین اهمیت لایه های اطلاعاتی در مکان یابی جمع آوری آب باران با استفاده از رگرسیون چند متغیره در حوزه آبخیز تجربه" دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی-آبخیزداری، دانشگاه کاشان.
- Bitterman, P., Tate, E., Van Meter, K.J. and Basu, N.B., 2016. Water security and rainwater harvesting: A conceptual framework and candidate indicators. *Applied Geography*, 76, pp.75-84.
- Evans, C.A., Coombes, P.J., Dunstan, R.H. and Harrison, T., 2009. Extensive bacterial diversity indicates the potential operation of a dynamic micro-ecology within domestic rainwater storage systems. *Science of the total Environment*, 407(19), pp.5206-5215.
- Cochran, J. and Ray, I., 2009. Equity reexamined: A study of community-based rainwater harvesting in Rajasthan, India. *World Development*, 37(2), pp.435-444.
- Tamaddun, K., Kalra, A. and Ahmad, S., 2018. Potential of rooftop rainwater harvesting to meet outdoor water demand in arid regions. *Journal of Arid Land*, 10(1), pp.68-83.
- Pina, C.L., Kassaye, R.B. and Schaldach, R., Rainwater Harvesting Methods.
- Basinger, M., Montalto, F. and Lall, U., 2010. A rainwater harvesting system reliability model based on nonparametric stochastic rainfall generator. *Journal of Hydrology*, 392(3-4), pp.105-118.
- Liuzzo, L., Notaro, V. and Freni, G., 2016. A reliability analysis of a rainfall harvesting system in southern Italy. *Water*, 8(1), p.18.
- Aladenola, O.O. and Adeboye, O.B., 2010. Assessing the potential for rainwater harvesting. *Water Resources Management*, 24(10), pp.2129-2137.
- Chiu, Y.R. and Liaw, C.H., 2007, April. Designing rainwater harvesting systems for large-scale potable water saving using spatial information system. In *International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design* (pp. 653-663). Springer, Berlin, Heidelberg.

Study of different methods of collecting water in arid and semi arid regions

Siamak Dohkani¹, Atefeh Satarvand² , Fatemeh Karimi Zafarabadi^{3*}

1- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University siamakdohkani@gmail.com

2- MSc student of Watershed of Kashan University satarvandatefe@gmail.com

**3- MSc student of Watershed of Kashan University
karimi.fatemeh.419@gmail.com**

Abstract

The issue of scarcity of fresh water today is a major issue in the world, especially in the dry and semi-arid regions. And average annual precipitation is between 100 and 600 mm. Iran, with an annual rainfall of 250 mm, is part of the arid and semi-arid regions. Peoples living in arid and semi-arid areas have been struggling with the lack of water since the past. They have supplied their own plants using indigenous water methods. In this paper, we try to focus on some of the traditional and modern methods of collecting water in these areas. The methods presented in this article are traditional and modern methods for collecting rain and fog. Because in arid and semi-arid areas, due to the lack of or lack of fresh water resources, rain and mist water, though negligible, is used as a source of fresh water in these areas.

Keyword: Rainwater harvesting, Arid and semi-arid areas, Traditional and modern methods, Fogging