نگرشی جامع بر روش‌های جمع‌آوری آب باران در ایران و دنیا

حمزه سعیدیان

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حافظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

Email: Hamzah.4900@yahoo.com

چکیده

مزیت‌های فراوان استفاده از آب پاک و تصفیه شده باران که خداوند متعال رایگان آن را در اختیار ما گذاشته است موجب گردیده رویکردی جهانی و بین المللی برای فرهنگ سازی استفاده و ذخیره آب باران در جهان آغاز شود. با رشد تکنولوژی و احداث سدها و با به‌کارگیری سیستم‌های آب عمومی با مقیاس بزرگ، از اهمیت جمع‌آوری آب باران کاسته شد، ولی در سال‌های اخیر در بعضی از کشورها به دلیل مواجه شدن با دوره‌های خشک‌سالی شدید موضوع جمع‌آوری آب باران مجدداً مطرح گردید. این پژوهش با تاکید بر مطالعات جمع‌آوری آب باران در ایران و دنیا در مقیاس‌هاس مختلف انجام شده است. برای انجام این پژوهش مطالب مورد نیاز از منابع داخلی و خارجی جمع‌آوری شد. در این پژوهش سعی گردیده است نگرشی جامع بر همه روش‌های جمع آوری آب باران در ایران و دنیا صورت گیرد. نتایج نشان داد روش‌های قدیمی بسیار ارزشمندی از گذشتگان به ارث رسیده است ولی به تنهایی جواب‌گوی نیاز جامعه بشری در حال حاضر نیستند و روش‌های نوینی نیز برای جمع‌آوری آب باران ایجاد شده است که بدون استفاده از روش‌های سنتی کارآیی لازم را ندارند. بنابراین تلفیقی از روش‌های سنتی و نوین جمع‌آوری آب باران در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف و در شرایط متفاوت می‌تواند باعث شود که حداکثر استفاده از آب باران صورت گیرد و همه روش‌های موجود دارای ارزش در مکان و زمان خاص خود هستند.

کلمات کلیدی: آب باران، نگرشی جامع، مقیاس زمانی، مقیاس مکانی

بیان مسئله

جمع‌آوری آب‌های سرگردان ناشی از بارش باران، برف و یا طوفان و سیل‌های ناشی از تشدید بارش جهت به‌کارگیری مجدد در روزهای کم آب سال و جلوگیری از هدر رفت آن برای سال‌های پیش رو امری مهم و حیاتی است. جمع‌آوری آب باران و استفاده از آن به‌طور تقریبی چهار هزار سال قدمت دارد و از عصر برنز شروع شده است. صحرانشینان در این دوران با

صاف کردن سطح تپه‌ها آب باران‌ها را جمع‌آوری کرده و به نقطه دیگری برای زراعت منتقل می‌ساختند. در مناطق خشک کشور ما نیز به‌ویژه در مناطق شرقی و مرکزی آثار و نشانه‌های زیادی از قدیم وجود دارد که نشان دهنده‌ی استفاده از آب باران جهت مصارف شرب و کشاورزی است. دسترسی به آب یکی از نیازهای ضروری انسان می‌باشد. بنابراین، انسان‌ها در تمامی دوران‌ها از شیوه‌های مختلفی برای دست‌یابی به آب بهره گرفته‌اند. استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور آب باران از اراضی مجاور جمع‌آوری و ذخیره می‌شود و در زمان کمبود به مصرف گیاه می‌رسد (۱۰، ۱۳ و ۱۷). جمع‌آوری آب باران یکی از روش‌های بسیار کهن در این زمینه می‌باشد، به‌طوری که مورخین قدمت آن‌را بیش از ۳۳۳۰ سال تخمین زده‌اند. سوابق موجود استحصال آب باران در جهان نشان‌دهنده این است که این روش، اولین بار در صحاری فلسطین اشغالی با بارندگی ۹۰ میلی‌متر در سال انجام شده است و کمک فراوانی به تولید علوفه نموده است. در کشور استرالیا نیز سطوح آب‌گیر ناودانی شکل برای هدایت آب باران به باغات مورد استفاده قرار گرفته که نتایج آن به‌صورت دستورالعملی برای تامین آب اضطراری مناطق خشک این کشور در آمده است (۱۵). در برزیل، پاراگوئه، افغانستان و ترکیه نمونه‌هایی از سیستم‌های ساده جمع‌آوری آب باران کشف شده است. کمبود بارش و به دنبال آن کمبود آب یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه خشک است. شدید بودن بارش باعث می‌شود که آب حاصل از بارش به سرعت از دسترس خارج شود. علاوه بر آن درجه حرارت بالا و تبخیر زیاد در فصل گرم باعث می‌شود که اغلب گیاهان در این فصل با کم آبی جدی مواجه شوند. همچنین فعالیت‌های بشر باعث دگرگونی زمین در سطوح مختلف و مقیاس‌هاس فضایی می‌شود که منابع آب مورد نیاز در زمینه‌های مختلف را اعم از شهری و کشاورزی و غیره را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۸).

شکل ۱: نمایی کلی ازجمع‌آوری آب باران در طبیعت

از جمله راه‌های تامین آب برای این گیاهان و هم‌چنین افزایش سطح زیر کشت، جمع‌آوری و ذخیره‌ی آب باران در این مناطق است. جمع‌آوری آب باران یک مهارت قدیمی هست که به علت کیفیت ذاتی آب باران و علاقه به کاهش مصرف آب گندزدایی شده می‌باشد. آب باران به خاطر خلوص و نرمی آن دارای ارزش می‌باشد. هم‌چنین تقریباً دارای یک پی اچ طبیعی است و احتیاج زیادی به گندزدایی نمک‌ها، مواد معدنی و دیگر آلاینده‌های طبیعی و مصنوعی ندارد. کاهش منابع آب زیرزمینی، کیفیت پایین بعضی از آب‌های زیرزمینی، انعطاف سیستم جمع‌آوری آب باران و روش‌های مدرن عملیات از مهم‌ترین دلایل برای جمع‌آوری آب باران برای استفاده‌های خانگی می‌باشد. معیارهای بیوفیزیکی شامل مناسب بودن خاک،

شیب و کاربری اراضی نیز در انتخاب مکان‌های مناسب جمع آوری آب باران مفید هستند (۱۹). موضوع استحصال آب باران در کلیه نقاط خشک دنیا مورد توجه واقع شـده و تـلاش بسـیار و سرمایه گذاری‌های هنگفتی از طرف مجامع بین المللی و دولت‌های محلی برای توسعه آن به عنوان راه حل مقابله بـا خشـکی و خشک‌سـالی در حـال انجام است. از آن‌جا که بارندگی ولو به مقدار کم تقریباً در همه جا اتفاق می‌افتد، قبل از این‌که به سیلاب تبدیل شـود و یـا در مسـیر جریـان خـود دچـار آلودگی گردد، به کمک روش‌های استحصال آب می‌تواند جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱). برخلاف سیستم‌های متمرکز و بزرگ مانند سـدها کـه نیاز به سرمایه‌گذاری و تکنولوژی پیشرفته دارد، سیستم‌های استحصال آب فناوری ساده دارند و در ابعاد کوچک قابل اجرا می‌باشند. در سال‌های اخیر نیز نیاز روزافزون برای ذخیره آب سطحی جهت بهره‌وری هر چه بیش‌تر آب در اکثر شهرها و کشورهای دنیا به‌وجود آمده است (۵ و ۱۱). هدف این پژوهش نگرشی جامع بر روش‌های جمع‌آوری آب باران و هم‌چنین معرفی و شناساندن آن‌ها برای استفاده بیش‌تر محققین و مسئولین اجرایی کشور در مناطق مختلف کشور می‌باشد.

شکل ۲: نمونه‌ای از روش‌های جمع‌آوری آب باران

معرفی دستاورد

پژوهش‌های بسیاری مربوط به جمع‌آوری آب باران در حال حاضر در دنیا در حال انجام می‌باشند و این نشان می‌دهد که محققان به اهمیت جمع‌آوری آب باران که برای آینده بشر اهمیت فراوان دارد، پی برده‌اند. بنابراین مطالب علمی هم به همان میزان افزایش پیدا می‌کند. این پژوهش با تاکید بر مطالعات جمع‌آوری آب باران در ایران و دنیا در مقیاس‌هاس زمانی و مکانی مختلف انجام شده است. برای انجام این پژوهش مطالب مورد نیاز از منابع داخلی و خارجی جمع‌آوری شد. در این پژوهش سعی گردیده است نگرشی جامع بر روش‌های مختلف جمع‌آوری آب باران در ایران و دنیا صورت گیرد و مزیت‌های جمع-آوری آب باران توضیح داده شود و در نهایت تجزیه و تحلیل اطلاعات و ارائه بهترین راه کارهای استفاده از جمع‌آوری آب باران در ایران و دنیا انجام گرفت.

- **اهداف جمع‌آوری آب باران:**

هر چند استفاده از روش‌های جمع‌آوری آب باران بستگی به وضع هوا یعنی بارندگی دارد و به‌طور معمول برای مصرف در مقیاس‌های کوچک انجام می‌گیرد، ولی روی هم‌رفته برای نقاطی که بارندگی کم است و به‌هیچ‌وجه برای تولید محصول کفایت نمی‌کند و آب شیرین کافی در دسترس نیست، مهم است و می‌تواند بسیار مفید واقع شود (شکل ۲). استفاده از یک روش، بستگی به شرایط آب و هوایی منطقه و مسائل مربوط به خاک دارد، از این‌رو قبل از هر اقدامی باید شرایط طبیعی و

امکانات اجرای طرح را سنجید تا بهترین و مناسب‌ترین روش که خسارت جانبی کم‌تری داشته باشد، اعمال گردد. با توجه به اهمیت، مزایا و ضرورت جمع‌آوری آب باران به عنوان منبعی برای تأمین آب مورد نیاز مصارف مختلف، اهداف جمع‌آوری آب باران شامل موارد زیر می‌باشند:

۱- کاهش هزینه تولید آب.

۲- در دسترس بودن آب در هر شرایط مکانی.

۳- جایگزین کردن منبع آب باران به جای استفاده از آب‌های زیرزمینی و هم‌چنین صرفه‌جویی در مصرف آب‌های زیر زمینی.

٤- سازگاری با شرایط کم آبی و استفاده بهینه از منابع آب در دسترس و آب باران.

٥- افزایش جمعیت و تامین نیاز آبی آن‌ها.

٦- کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای.

۷- بهبود شرایط زندگی مردم ساکن در مناطق خشک و نیمه خشک.

۸- جلوگیری از مهاجرت از مناطق خشک به علت کمبود آب.

۹- مشارکت گسترده مردم بومی منطقه در مراحل طراحی، اجرا و نگهداری سیستم‌های مذکور.

۱۰- کنترل و مهار روان‌آب‌ها و کاهش ریسک سیلاب و کاهش خسارات وارد شده به اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی، ساختمان‌ها، تأسیسات و راه‌ها.

۱۱- تأمین آب برای مناطق دور افتاده و افزایش بهره‌وری کشاورزی در مناطق روستایی.

۱۲- ایجاد اشتغال در حوزه کشاورزی و منابع طبیعی کشور و تأمین آب مورد نیاز.

۱۳- تامین نیاز آبی کشور در همه بخش‌ها.

۱٤- کاهش ریسک خشک‌سالی و اثرات نامطلوب خشکی و کمبود آب و بهبود عملکرد محصولات کشاورزی

شکل ۳: نمونه‌ای از روش‌های جمع‌آوری آب باران

روش‌های جمع‌آوری آب باران مورد استفاده در ایران و دنیا:

در یک تقسیم‌بندی کلی روش‌های ذخیره آب باران در دو گروه در محل و خارج از محل جای می‌گیرند که با توجه به شرایط مختلف طبیعی و فراهم بودن سایر پارامترهای ذخیره آب باران انتخاب می‌شوند.

روش‌هایی که در گروه جمع آوری در محل قرار می‌گیرند:

الف) روش‌های سنتی جمع‌آوری آب باران:

۱- تغییر دادن یا اصلاح کردن سطح زمین:

صاف و پاک کردن سطح زمین و ایجاد جوی‌ها، متراکم کردن سطح خاک و ایجاد ناهمواری در سطح زمین یک روش ساده جمع‌آوری آب باران می‌باشد. که می‌توان از آن در شرایط مختلف آب و هوایی استفاده کرد.

۲- آب انبارها:

آب انبارها مخازن زیرزمینی سنتی هستند که ظرفیت‌شان بین ۱۰ تا ۵۰۰ متر مکعب است. این مخازن داخل صخره‌ها و نواحی کوهستانی و سنگی احداث می‌شوند. در شمال شرق کشور مصر، کشاورزان، آب انبارهای بزرگی با ظرفیت ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر مکعب داخل زمین و زیر قشری از صخره‌های محکم به یادگار گذاشته‌اند. لایه‌ای از سنگ یا صخره، سقف آب انبار را پوشش می‌دهد و دیواره‌ها توسط نوعی گچ غیر قابل نفوذ پوشیده شده است. روان‌آب یا از سطح یک سامانه آب‌گیر در نزدیکی مخزن جمع‌آوری و یا از یک حوضه دورتر به سمت آب انبار هدایت می‌شود. نقش این مخازن در بقا و حفظ جوامع روستایی مناطق خشک بسیار حیاتی است. آب انبارها معمولا به منظور مراقبت و پرورش گیاهان در باغچه‌ها و باغ‌های کوچک منازل مسکونی روستائیان و هم‌چنین تامین نیاز آبی دام‌ها استفاده می‌شوند. آب انبارها مخازنی در دل زمین هستند که روان آب از طریق یک نهر به آن‌ها منتقل می‌شود. آب انبارها بیش‌تر از سنگ و ساروج ساخته می‌شوند (۳). این سازه‌ها معمولا در مناطق خشک و در محل رفت و آمد انسان و احشام شاخته می‌شوند تا با پر شدن در هنگام بارندگی به تدریج مورد استفاده قرار گیرند (۲).

۳- ایجاد ناهمواری در سطح اراضی مسطح:

به‌طور معمول در سطح زمین‌های مسطح، روان‌آب زیادی جهت جمع‌آوری آب باران ایجاد نمی‌شود. در چنین شرایطی با ایجاد پستی و بلندی‌هایی منظم در سطح زمین و شیب دادن به سطح‌های مرتفع امکان جاری شدن آب بیشتر به نقاط پست‌تر که بلافاصله در دو طرف سطح‌های مرتفع یا پشته ها به وجود می‌آید فراهم می‌گردد.

٤- گوراب یا حفیره:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، گوراب یا حفیره می‌باشد. گوراب یا حفیره معمولا حفره‌هایی هستند که در کف آب‌خیزهای طبیعی برای ذخیره آب باران ایجاد می‌شوند. گوراب یا حفیره در مناطق کم شیب با خاک ریزدانه حفر می‌شود. گوراب‌ها از سازه‌های سنتی ذخیره آب باران برای تامین آب روستاها می‌باشد. به‌طور کلی گوراب‌ها بر اساس شکل ظاهری و نحوه طراحی به سه دسته دایره‌ای، مربعی و مستطیلی و بر اساس اندازه به کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم می‌شوند.

۵- چاله‌های کوچک:

یک روش بسیار قدیمی است که غالبا در آفریقای غربی و شرقی رواج دارد و امروزه در بخش‌هایی از آفریقای شمالی و آسیای غربی هم مورد استفاده است. این روش برای احیاء اراضی تخریب شده بسیار مناسب است. قطر هر چاله بین ۰/۳ تا ۲ متر متغیر می‌باشد. مشهورترین سیستم حفر گودال مربوط به کشور بورکینافاسو و تحت عنوان سیستم زی است که گودال‌هایی به عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر احداث می‌شود.

٦- هوتک:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، هوتک می‌باشد. هوتک پشته‌های خاکی کوچکی هستند که با هدف جمع‌آوری سیلاب‌های ناشی از بارندگی‌های فصلی ایجاد می‌شود. هوتک شبیه آب بندان است ولی از نظر مساحت تقریبا ده برابر کوچک‌تر از آن است. ارتفاع هوتک‌ها از سطح زمین پایین‌تر است و با گودبرداری در یک محل با ارتفاع پایین احداث می‌شوند.

۷- خوشاب:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، خوشاب می‌باشد. خوشاب‌ها دیواره‌های عریضی هستند که معمولا در عرض مسیل‌های پر شیب احداث می‌شوند و می‌توان از آن‌ها برای ذخیره آب باران استفاده کرد. خوشاب یک تکنیک محلی برای مهار کردن منابع آب در نواحی دارای امکانات هیدرولیکی بسیار ناچیز و پراکنده می‌باشد و با لفظ محلی هوشاب خوانده می‌شود. وجود این سازه‌ها در سیستان و بلوچستان بارز می‌باشد. مردمان این دیار با کمک سنگ و خاک و با دانش بومی سازه‌هایی بنا می‌کنند که به کمک آن‌ها می‌توانند علاوه بر مهار سیل و بهره‌برداری از آن، زمین‌های آباد داشته باشند که به آن خوشاب می‌گویند.

۸- سنگ آب:

معمولا در اثر فرسایش‌های مختلف حفره‌هایی در درون سنگ‌ها و سخره‌ها ایجاد می‌شوند که قابلیت نفوذ ندارند و باعث جمع‌آوری آب باران می‌شوند.

۹- دکار:

دکار، زمین مسطح با کشت یا بدون کشت که شامل حوضچه‌های خاکی با دیواره‌های بلند می‌باشند. دکارها دارای یک دروازه ورودی سیلاب می‌باشند.

۱۰- سازه های هندسی:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، سازه‌های هندسی یا تانکا می‌باشند که معمولاً مشابه آب انبار می‌باشند و سازه‌هایی برای ذخیره و نگهداری آب می‌باشند که معمولا دایره‌ای کوچک یا مربعی شکل می‌باشند که در رو و زیر زمین ساخته می‌شوند. این سازه‌ها با ظرفیت ٦۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لیتر طراحی می‌شوند.

۱۱- خادین:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران خادین یا سازه‌های تراوشی می‌باشد که توسط موانع طبیعی حوزه آبخیز احاطه می‌شوند. در این سیستم، روان‌آب بالا دست در سطوح سنگی که در پایین دره‌ها قرار دارند، جمع می‌شوند. عمق آب‌های جمع شده در خادین‌ها از ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر متفاوت است و به ویژگی‌های تراوش آب از بستر، رژیم بارش و ظرفیت ذخیره‌سازی بستر بستگی دارد.

۱۲- تورکینست:

تورکیسنت یک نوع سازه آبی است که برای مناطق کم شیب جهت ذخیره و جمع‌آوری آب باران احداث می‌شود و شکل آن دایره متمایل به بیضی می‌باشد. تورکینست را می‌توان به مخزن آبی تشبیه کرد که برای جمع‌آوری نزولات آسمانی و به‌کارگیری آن به منظور آبیاری اراضی و شرب دام و تجمع رسوبات مخرب و کنترل انرژی جنبشی و تقلیل سرعت هرز آب-

ها احداث می‌شود. تورکینست‌ها نیز مانند بندهای خاکی از مصالح و مواد بیش‌تری ساخته می‌شوند با این تفاوت که مقطع طولی آن‌ها مستقیم نیست بلکه بر حسب شرایط محلی دارای انحناء می‌باشد.

۱۳- حوضچه‌های کوچک روان‌آب:

این حوضچه‌های کوچک که به‌نام نگاریم معروف است، سازه‌های مستطیلی شکلی‌هستند که از اطراف توسط پشته‌های خاکی کوتاه محصور می‌شوند. سطوح مورد نظر به لحاظ موقعیت به گونه‌ای قرار می‌گیرند که بیش‌ترین شیب زمین به موازات قطر بزرگ لوزی باشد تا جریان روان‌آب بتواند به راحتی به پایین‌ترین گوشه لوزی یعنی محل استقرار گیاه، برسد. مناسب‌ترین اراضی جهت احداث حوضچه‌ها، زمین‌های مسطح و بدون شیب است.

ب) روش های نوین جمع آوری آب باران:

۱- پوشاندن سطح زمین:

برای جلوگیری از نفوذ آب باران به درون زمین در این روش از لایه‌های نازک پلاستیکی یا لاستیکی و یا ورقه‌های فلزی مانند آلومنیوم برای پوشاندن سطح زمین استفاده می‌شود. این روش با توجه به نوع جنس استفاده شده برای پوشاندن سطح زمین هزینه‌های مختلفی دارد. البته جنس لایه پوشاننده با توجه به شرایط زمین انتخاب می‌شود. استفاده از این ورقه‌ها برای مدت زمان طولانی برای جمع‌آوری آب باران مناسب است.

۲- مواد دافع آب و پارچه‌های ضد آب:

پوشاندن خاک با مواد دافع آب و قرار دادن آن‌ها بر روی خاک که نفوذ آب را به خاک کاهش می‌دهد و در نهایت باعث جمع‌آوری آب باران می‌شود. فن‌آوری نانو، استفاده از مواد نانو مقیاس و یا اصلاح سطح مواد در ابعاد نانو است. به منظور تولید منسوجات دافع آب روش‌های مختلفی وجود دارد که استفاده از مواد نانو مقیاس سبب افزایش بازدهی منسوجات شده است. تولید موادی با ساختار نانو که به سطح خاصیت آب‌گریزی بدهد با الگوبرداری از طبیعت انجام شده است. یک مثال شاخص در این زمینه برگ گیاه نیلوفر آبی است که ترکیبی متشکل از ساختارهایی در مقیاس میکرو و نانو و دارای خواص فوق آب‌گریزی و خود تمیز شوندگی است (شکل ۳). می‌توان از فن‌آوری نانو برای ایجاد پارچه‌های ضد آب استفاده کرد و از آن‌ها برای برای پوشاندن زمین و کاهش نفوذپذیری خاک و جمع‌آوری آب باران استفاده کرد. نانو پوشش یکی از شاخه‌های علم نانو است که هم‌اکنون در کشورهای پیشرفته و صنعتی جهان در حال انجام است. پارچه‌های ضد آب، پارچه‌هایی هستند که به‌طور ذاتی یا در اثر عملیات انجام شده بر روی آن‌ها در برابر نفوذ آب و تر شدن مقاوم هستند. در هنگام برخورد آب و مایعات آبی در اثر وجود نانو ذرات بر روی الیاف پارچه، قطرات سر می‌خورند و روی سطح پارچه حرکت می‌کنند؛ از این رو سطوح پارچه در برخورد با مایعات تر نخواهند شد. بنابراین می‌توان از فن‌آوری نانو بر روی پارچه برای جمع‌آوری آب باران استفاده کرد.

۳- استفاده از کلوئیدهای خاک و سیلیکون:

می‌توان با پراکنده کردن کلوئیدهای خاک به منظور مسدود کردن منافذ ماکرو و میکرو خاک نفوذ پذیری آن را کاهش داد و در نتیجه باعث جمع‌آوری آب باران شد. مثلاً مصرف ٤٥ کیلوگرم کربنات سدیم در هکتار روی خاک رسی ـ لومی بدون گیاه، روان‌آب حاصله را به ۷۰ درصد بارش نازل شده می‌رساند و می‌توان این روان‌آب را جمع‌آوری کرد و به مصارف گوناگون رساند. انواع رس‌ها، ترکیبات هوموسی و ترکیبات فی ما بین و شبه هوموسی و هیدروکسیدهای کلوئیدی آهن، سیلیسیوم و آلومینیوم کلوئیدهای مهم خاک را تشکیل می‌دهند که می‌توان از آن‌ها در جمع‌آوری آب باران استفاده کرد. استفاده از سیلیکون به‌منظور غیر قابل نفوذ کردن خاک و هم‌چنین جمع‌آوری آب باران نتایج خوبی داشته است. **از نظر شیمی**

سیلیکون از خانواده لاستیک است. سیلیکون در واقع ترکیبی از یک لاستیک مصنوعی و یک پلیمر مصنوعی است. این پلیمر ویژگی‌های منحصر به فردی دارد که آن‌ها را در مقابل حرارت و دوام به لحاظ کشیدگی یا پارگی مقاوم ساخته است. مواد تشکیل‌دهنده سیلیکون در واقع زنجیره‌های طولانی بی‌اندازه از مواد شیمیایی پلیمری هستند. بنابراین می‌توان از سیلیکون به‌عنوان روش نوین برای جمع‌آوری آب باران و غیر قابل نفوذ کردن خاک در شرایط مختلف طبیعی استفاده کرد.

٤- قیر پاشی:

استفاده از قیر یکی دیگر از روش‌های جمع‌آوری آب باران است. قیر یک هیدروکربن متراکم، بسیار چسبناک و برگرفته از نفت است که به دو نوع اصلی طبقه‌بندی می‌شود. اولین نوع، قیر طبیعی است که در زیر تپه‌ها و دریاچه‌های نفتی یافت می‌شود و نوع دیگر، قیر تصفیه شده حاصل از ته‌نشینی نفت خام است. قیرپاشی که هم نسبتا ارزان و هم پوشش بادوام و چسپنده‌ای تشکیل می‌دهد و می‌توان از آن در غیر قابل نفوذپذیری خاک و جمع‌آوری آب باران استفاده کرد.

٥- استفاده از فایبر گلاس و فیلم پلاستیکی:

یکی دیگر از روش‌هایی که می‌توان برای جمع‌آوری آب باران استفاده کرد، استفاده از مواد شمیایی و معدنی (١٤) برای غیر قابل نفوذ کردن سطح خاک مانند استفاده از مالچ‌های نفتی، فایبر گلاس‌ها و پوشش‌های پلاستیکی و غیره می‌باشد. فایبر گلاس کامپوزیتی از الیاف شیشه با مواد پلیمری است که در ساختار آن از پشم شیشه به عنوان ماده تقویت‌کننده و از مواد پلیمری به عنوان مواد زمینه استفاده می‌شود. از دیگر ویژگی‌های **فایبرگلاس** سبک و مستحکم بودن آن است که می‌توان از آن‌ها در عایق کردن سطح زمین و در نتیجه جمع‌آوری آب باران استفاده کرد. یکی دیگر از روش‌هایی که می‌توان برای جمع-آوری آب باران استفاده کرد، استفاده از فیلم پلاستیکی می‌باشد. نام مستعار فیلم‌های شفاف و یا شیشه‌ای، سلفون می‌باشد که در واقع مواد اولیه آن اساساً پروپیلن است. در فرآیند تولید آن، مواد مذاب بعد از عبور از آب سرد به شکل فیلم در خواهند آمد. گفتنی است که این فیلم‌های شفاف و مات و متالایز از قابلیت استحکام مناسب و شکنندگی برخوردار است. می‌توان گفت که فیلم‌های پلی پروپیلن دارای وضوحی بسیار خوب، پایداری حرارتی مناسب، استحکام کششی بالا و مانع رطوبت مناسب می‌باشند که می‌توان از آن‌ها در غیر قابل نفوذ کردن خاک استفاده کرد و هم‌چنین می‌توان از فیلم پلاستیکی پوشیده از شن نیز برای کارآیی بهتر استفاده کرد.

٦- سطوح نواری روان‌آب:

یکی از روش‌هایی که می‌تواند برای ذخیره آب باران کارآیی مناسبی داشته باشد تقسیم کردن زمین به نوارهایی در امتداد خطوط تراز می‌باشد. استفاده از خطوط روان‌آب روش مناسبی در شیب‌های ملایم است. این روش در محیط‌های خشک‌تر که میزان تولید محصولات در سطح پایینی اســت، کاربرد زیادی دارد. در امتداد خطوط تراز، زمین به نوارهایی تقسم بندی می-شود. از دو نوار متوالی نوار بالادست به عنوان سطح جمع‌آوری کننـده آب در نظر گرفته می‌شود و نوار پایین دست به کشت محصول اختصاص داده می‌شود که بازدهی آن تحت تاثیر میزان آب استحصال شده از سطوح بالادست خواهد بود. پاک‌سازی و فشرده کردن سطح خاک کمک شایان توجهی به افزایش تولید روان‌آب در این روش می‌کند.

٧- زهکش‌های چند ردیفی:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران ایجاد کانال‌های عریض در امتداد شیب طبیعی زمین می‌باشد. این سیستم که به اسم آبخیزهای جاده‌ای معروف شده است احتمالا بهترین شیوه در مناطق هموار و مسطح به شمار می‌آید. زمین در امتداد

شیب طبیعی به‌صورت کانال‌های عریض و با سطح مقطع مثلثی شکل در می‌آید. خاک‌ریزها فشرده و متراکم می‌شوند و یا سطح آن‌ها با ورقه‌های پلاستیکی یا مواد شیمیایی غیرقابل نفوذ پوشانده می‌شود تا روان‌آب بیش‌تری تولید شود و ذخیره آب باران مناسبی صورت گیرد.

۸- پیتینگ:

پیتینگ یا به اصطلاح ایجاد چاله بر روی زمین نیز یکی از روش‌هایی است که می‌توان از آن برای ذخیره کردن آب باران استفاده کرد. این روش نیز با چاله‌های با ابعاد مختلف می‌تواند در نواحی مختلف کارآیی موثری در ذخیره آب باران داشته باشد.

۹- پشت بام و حیاط منازل و جاده‌ها:

یک تکنیک ساده برای جمع‌آوری آب باران،استفاده از پشت بام منازل است و جمع‌آوری آب از پشت بام می‌تواند برای تغذیه سفره‌های زیرزمینی نیز استفاده شود. در این سیستم بخش عمده آب باران از پشت بام منازل و ساختمان‌های بزرگ، گلخانه‌ها، حیاط منازل و یا هر سطح غیر قابل نفوذ دیگری مانند جاده ها جمع‌آوری و سپس ذخیره سازی می‌شود. آب استحصال شده بسته به نوع سطح جمع‌آوری کننده، مراحل پاک‌سازی را طی نموده و متناسب با نوع مصرف بعد از تصفیه شدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. گرچه این روش عمدتاً برای تامین نیازهای دامی و حیوانی کاربرد دارد، لیکن در مصارف کشاورزی نیز جایگاه خاص خود را دارد.

۱۰- احداث سامانه‌های لوزی شکل در دامنه‌های شیب‌دار:

در این روش برای ذخیره آب باران در دامنه‌های شیب دار سامانه‌های لوزی شکلی احداث می‌کنند که با کاهش روان‌آب منجر به ذخیره آب باران شود. احداث این نوع سامانه‌ها بستگی به شرایط طبیعی حاکم بر منطقه دارد.

۱۱- استفاده از خاک مصنوعی:

زمانی که مواد مصنوعی برای پوشاندن در دسترس نباشد و یا گران تمام شود، می‌توان از خاک رس که در محل وجود دارد برای پوشاندن سطح خاک آبخیز استفاده کرد. این روش برای آبخیزهای خیلی کوچک به عنوان مثال جمع-آوری آب باران برای یک حوض یا یک آب انبار صحرایی بسیار مناسب است، ولی برای آبخیزهای بزرگ‌تر نیاز به ماشین آلات دارد.

۱۲- سکوبندی یا تراس‌بندی روی خطوط تراز:

تراس یا سکو در زمین‌های شیب‌دار به صورت پلکانی ایجاد می‌شود و می‌توان از آن برای ذخیره آب باران استفاده کرد. این روش شامل سکوهای واقع بر روی خطوط تراز است که در شیب‌های بسیار تند احداث و توام با فن‌آوری استحصال آب جهت حفاظت آب و خاک استفاده می‌شود. سکوهای کشت معمولا تراز هستند و توسط دیواره‌های سنگی موجب کاهش سرعت آب و جلوگیری از فرسایش خاک می‌شوند. آب مورد نیاز این سکوها از روان‌آب حاصل از مناطق بدون کشت و شیب‌دار مابین تراس‌ها تامین می‌شود. نمونه بارز آن را می‌توان در تراس‌های قدیمی کشور یمن مشاهده نمود و به شکل‌های مختلفی ساخته می شوند و باعث افزایش پوشش گیاهی نیز می‌شوند. استفاده از تراس ابرویی، تراس نیم دایره و ترانشه که به‌ترتیب در تحقیق دریب و همکاران (٦) منجر به افزایش ٦٨ ، ٩٥ و ٥٢ درصد در بیوماس گیاهی شده است.

۱۳- روش استفاده ازمواد شیمیایی مانند پارافین جامد و روغن:

در سال‌های اخیر از پارافین جامد استفاده می‌گردد که به صورت دانه در سطح خاک پاشیده می‌شود. پارافین بعدا به صورت مایع درآمده و تمام سطح خاک را می‌پوشاند. نتایج یکی از بررسی‌های به عمل آمده در این زمینه نشان داده است که

استفاده از پارافین جمع‌آوری رواناب را تا۹۰ درصد ممکن می‌سازد. استفاده از روغن نیز می‌تواند نفوذ را کاهش دهد و باعث جمع‌آوری آب باران شود، اما اثر آن مدت زمان کوتاهی دوام دارد و بستگی به نوع خاک و روغنی دارد که به کار می‌رود.

۱۴- سیستم‌های آبگیر درون مزرعه‌ای:

سیستم‌های آب‌گیر درون مزرعه‌ای طراحی نسبتاً ساده‌ای دارند و با صرف هزینه اندک احداث می‌شوند. از این‌رو به آسانی قابل اجرا بوده و سازگازی نسبتا زیادی نیز دارند. در مقایسه با سطوح آب‌گیر بزرگ، آب‌گیرهای کوچک توانایی بیش‌تری در تولید رواناب دارند و معمولاً نیاز به سیستم انتقال ندارند. استفاده از سطوح کوچک جمع‌آوری کننده آب، فرسایش خاک را نیز کنترل نموده و منجر به ته‌نشین شدن رسوبات در اراضی کشاورزی می‌شوند.

۱۵- احداث سطوح آب‌گیر رو زمینی:

احداث سطوح آب‌گیر روزمینی تیمار شده از طریق شکل‌دهی، کوبیدن و فشرده نمودن خاک پس از پاک‌سازی سطح خاک از سنگ‌ریزه و خار و خاشاک (۷ و ۹) می‌باشد که معمولاً همراه با مواد افزودنی نظیر خاک رس است (۸).

۱۶- پشته‌های تراز:

در این روش خاک‌ریزها یا پشته‌های خاکی در امتداد خطوط تراز با فاصله ۵ تا ۲۰ متر از یکدیگر ساخته می‌شوند. فاصله یک تا دو متری بالای پشته به کشت محصولات زراعی اختصاص داده می‌شود درحالی‌که مابقی سطح بین پشته‌ها به‌عنوان سطح آب‌گیر در نظر گرفته می‌شود. متناسب با تغییرات شیب زمین و ارتفاع رواناب جمع شده در پشت خاکریزها، ارتفاع پشته متفاوت است. این پشته‌ها در شیب‌های بین یک تا پنجاه درصد احداث می‌شوند.

۱۷- پشته‌های هلالی شکل:

این روش شامل پشته‌های خاکی است که به اشکال گوناگون نیم دایره‌ای، هلالی و ذوزنقه‌ای در قسمت بالادست شیب احداث می‌شوند. فاصله بین خاک‌ریزها باید به اندازه‌ای باشد که سطح آب‌گیر مناسبی برای جمع‌آوری رواناب ایجاد شود. رواناب در قسمت جلوی پشته که محل مناسبی برای رشد گیاهان است، جمع می‌شود. معمولاً این پشته‌ها در ردیف‌هایی به‌صورت متناوب ساخته می‌شوند. فاصله بین انتهای پشته‌ها از یکدیگر متغیر و بین یک تا هشت متر و ارتفاع هر پشته نیز ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر است.

۱۸- استفاده از سامانه‌های ترکیبی سطوح آب‌گیر باران:

استفاده از سامانه‌های ترکیبی سطوح آب‌گیر باران برای تامین مصارف روستایی و زراعی است که سطوح آب‌گیر مرکب از برون‌زدگی‌های سنگی در قله و دامنه کوه و سطوح آب‌گیر مصنوعی احداث شده از مواد مختلف می‌باشد.

۱۹- چاله فلسی:

چاله‌های فلسی چاله‌هایی هلالی شکل و تقریباً نیم دایره هستند که در امتداد خطوط تراز و عمود بر جهت شیب می‌باشند و در ابعاد مختلف ساخته می‌شوند. روش چاله فلسی برای جمع‌آوری باران کم‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر کارآمد می‌باشد (۱).

۲۰- ذخیره آب باران پشت سد:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، ذخیره آب پشت سدهای کوچک، متوسط و بزرگ می‌باشد که در بسیاری از کشورهای دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش هزینه‌های بالای اجرایی دارد.

۲۰- آهار یا کوالارکار:

استفاده از خاک‌ریزهای طویل احداث شده بر روی خطوط تراز در اراضی با شیب بسیار کم و در پای دامنه‌های پر شیب مناطق صخره‌ای که به آن‌ها کوالارکار و هم‌چنین آهار می‌گویند که برای ذخیره روان‌آب سطحی برای مصارف مختلف به ویژه کشاورزی استفاده می‌شود (٤). معمولاً ارتفاع این خاک‌ریز ها به سه متر می‌رسد و طول آن‌ها نیز در برخی موارد به چندین کیلومتر می‌رسد. در این روش وسعت اراضی غرقاب شده در مقایسه با حجم سیلاب‌های جمع‌آوری شده، اهمیت بیش‌تری دارد. زیرا در این حالت وسعت اراضی که برای کشت آماده می شوند بیش‌تر خواهد بود.

۲۲- پشت بام سبز:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، روش پشت بام سبز می‌باشد. بر روی بام‌های خانه‌ها و سایر ساختمان‌ها لایه های عمیقی از خاک همراه با گیاهان مختلف قرار می‌دهند که می‌تواند آب باران را ذخیره کند و حتی به عنوان یکی از بهترین شیوه‌های مدیریتی برای کاهش اثرات زیست محیطی نیز شناخته می‌شود.

۲۳- فاروئینگ:

فاروئینگ که به سیستم خطوط تراز یا کنتور فارو و یا شیارهای تراز نیز موسوم است از آن می‌توان برای ذخیره آب باران استفاده کرد. فاروئینگ در پروژه‌های آبخیزداری شامل شیارهایی است که بر روی خطوط تراز احداث می‌شود. این شیارها مانند بانکت‌ها عمل کرده و از حرکت روان‌آب بر روی دامنه‌های شیب‌دار جلوگیری می‌کنند.

۲٤- ریپر زدن:

منظور از ریپر زدن شکستن لایه‌های سخت خاک جهت افزایش نفوذپذیری آن در مقابل آب و هم‌چنین ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت و نفوذ ریشه‌های گیاهان مرتعی می‌باشد. این روش نیز می‌تواند با افزایش نفوذپذیری خاک جهت جمع-آوری آب باران مناسب باشد. ریپرزدن به‌خصوص در اراضی شیب‌دار، بایستی در روی خطوط تراز انجام گیرد.

۲۵- بانکت:

بانکت‌ها نیز به‌صورت نهرها یا کانال‌های خاکی پهن روی خطوط تراز در دامنه‌های شیب‌دار ایجاد می‌شوند که می‌توان از آن‌ها نیز برای ذخیره آب باران استفاده کرد. بانکت‌ها کانال‌ها و پشته‌هایی هستند که در جهت مخالف شیب مراتع و بر روی خطوط منحنی تراز احداث می‌شوند. بانکت‌بندی یکی از شیوه‌های متداول آبخیزداری است که با حفر شیارها و کانال‌هایی به منظور کاهش شیب دامنه با اهدافی چون کنترل فرسایش، کنترل روان‌آب، افزایش رطوبت نسبی و ایجاد بستر رشد گیاه ایجاد می‌شود.

روش‌های ذخیره آب باران که در گروه‌بندی خارج از محل قرار می‌گیرند:

الف) روش‌های سنتی جمع‌آوری آب باران:

۱- بندسار:

بندسار متشکل از حوضچه‌ای است که با خاک‌ریزی بر روی خطوط تراز احداث و سیلاب یا روان‌آب به داخل این حوضچه هدایت می‌گردد. این حوضچه در واقع یک کرت یا مزرعه کشاورزی محسوب می‌گردد که می‌توان از آن برای جمع-آوری آب باران استفاده کرد. در ایران در استان‌های خراسان بند سار یافت می‌شود و از کهن‌ترین سازه‌های بشر محسوب می-شود. این روش در کشور تونس به سیستم سنتی استحصال آب اطلاق می‌شود. در این روش یک سطح آب‌گیر وجود دارد

کـه در مجاورت اراضی مسطح تحت کشت قرار گرفته است. برخی مواقع این سطوح آب‌گیر، از اطراف توسط پشته‌های دارای سـر ریز محصـور مـی‌شوند که می‌تواند جریان روان‌آب را بدون فرسایش به داخل منطقه کشت هدایت می‌کند.

۲- ذخیره آب باران با انحراف از مسیل‌ها و آبراهه‌ها:

استفاده از سیلاب‌های ناشی از ریزش‌های جوی کوتاه مدت از طریق انحراف از مسیل‌ها و آبراهه‌ها و پخش در اراضی کم شیب به منظور ذخیره رطوبت در خاک (۱۲) می‌تواند یک از روش‌های مهم ذخیره آب باران مطرح باشد.

ب) روش‌های نوین جمع‌آوری آب باران:

۱- پاینس و آنیکوت:

پاینس، کانال‌های سیل‌گیری هستند که روان‌آب یا سیلاب‌های اضافی را جمع‌آوری می‌کنند و یا به عنوان دریافت کننده روان‌آب از آبخیز عمل می‌کنند. این کانال‌ها عمود بر ساحل رودخانه حفر می‌شوند. برای کنترل مقدار آب وارد شده به کانال در عرض رودخانه هیچ مانع یا سدی احداث نمی‌شود و کف کانال سیل‌گیر خیلی بالاتر از بستر رودخانه می‌باشد. عرض این کانال ها سه تا ۱۰۰ متر و عمق آن‌ها بین یک تا سه متر می‌باشد. شیب کانال‌ها نیز کم‌تر از شیب رودخانه است به‌طوری که زمین قابل کشت بین رودخانه‌ها و کانال را می‌توان به کمک نیروی گرانش آبیاری کرد. آنیکوت نیز سازه‌های عرضی هستند که شامل سازه‌های عمود بر جهت جریان آب می‌باشند که در مقطع خاکریزی همراه با سرریز بوده و برای نگهداشت آب به منظور غرقاب کردن اراضی بالادست در طی فصل بارانی به‌کار می‌رود.

۲- استفاده از GIS و RS و AHP:

با استفاده از نقشه‌های GIS می‌توان مکان‌های مناسب برای ذخیره آب باران را شناسایی کرد و با در دسترس بودن ذخیره آب، مشکلات فعلی سیستم آب‌رسانی در شهرها و روستاها را مشخص کرد و در نتیجه رشد جمعیت را با مصرف و تقاضای آب ارتباط داد. مدیریت یک‌پارچهٔ حوزه آبخیز نیازمند میزانی از اطلاعات است که با ایجاد و مطالعهٔ روابط هر یک از مؤلفه‌ها به دست می‌آید. تکنیک‌های نامبرده اطلاعات به‌روز و ارزشمندی از منابع طبیعی و مؤلفه‌های فیزیکی زمین به دست می‌دهد. فن‌آوری‌های نوین نظیر سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با برخورداری از امکانات و توانایی‌های بالقوه و قابلیت استفاده از منابع چندگانهٔ اطلاعاتی، تجزیه و تحلیل، تلفیق و بررسی داده‌های گوناگون می‌توانند شرایط جمع-آوری آب باران را در شرایط مختلف طبیعی فراهم کنند. هم‌چنین می‌توان برای مکان‌یابی مناسب ذخیره آب باران با استفاده از وزن دهی لایه‌های اطلاعاتی از تحلیل سلسله مراتبی هم استفاده کرد. ترکیب تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیـایی و سنجش از دور کارآیی ساختاری مناسـب را جهـت مکـان‌یـابی مناسب ذخیره آب باران فراهم می-کنند (۱۶).

۳- ذخیره ثقلی و غیر ثقلی آب باران به‌صورت تغذیه رودخانه‌ای:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، ذخیره آب به صورت ثقلی و غیر ثقلی در رودخانه‌های دائمی و فصلی و مسیل-ها می‌باشد. در این روش ذخیره آب باران در مکان‌های مناسب و قابل ذخیره در خود رودخانه‌های دائمی و فصلی و مسیل‌ها قرار می‌گیرد و می‌توان با هزینه کم مقدار آب زیادی را ذخیره کرد. باید در این روش مکان‌یابی مناسب انجام شود که بتوان از آب آن در کشاورزی و سایر مصارف دیگر با کم‌ترین هزینه انتقال استفاده کرد. در رودخانه‌های آبرفتی آب در طی جریان در کف و دیواره نفوذ کرده و وارد لایه‌های آب‌دار زیرزمینی می‌شود. برای افزایش تغذیه باید اقداماتی را در رودخانه انجام داد تا

هم‌زمان توقف آب در مسیر و هم سطح نفوذ افزایش یابد. از جمله این اقدامات عبارتند از: عریض کردن بستر، ایجاد موانع در مسیر حرکت آب با مواد رودخانه‌ها و یا احداث سدهای موقتی.

٤- ذخیره آب باران در چاه‌های عمیق و نیمه عمیق:

در این روش ذخیره آب باران در چاه‌های عمیق و نیمه عمیق صورت می‌گیرد. البته این روش در جاهایی استفاده می‌شود که ذخیره آب باران حیاتی است و نمی‌توان از سایر روش‌های ذخیره آب استفاده کرد. چون احداث این چاه‌ها هزینه بسیار بالایی دارد و این چاه‌ها به سفره آب زیر زمینی هم وصل نمی‌شوند.

٥- چاه تغذیه:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، احداث چاه‌های تغذیه برای ذخیره آب باران در سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشد. این چاه‌ها نیز دارای هزینه حفاری بالایی هستند ولی چون به سفره‌های آب‌های زیرزمینی متصل می‌شوند بنابراین مقرون به صرفه هستند و می‌توانند حجم بالایی از آب باران را ذخیره کنند و می‌توان آن‌ها را به تعداد دلخواه با توجه به شرایط طبیعی منطقه و حجم آب قابل ذخیره احداث کرد.

٦- حوضچه تغذیه:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، حوضچه تغذیه می‌باشد. در این روش آب از رودخانه یا منابع دیگر وارد یک یا تعدادی حوضچه که پشت سر هم ساخته شده‌اند، می‌شود. آب به ترتیب در خاک نفوذ کرده و وارد لایه آبدار زیرزمینی می‌گردد. سرعت نفوذ بستگی به اختلاف سطح آب روی زمین و سطح ایستابی و خصوصیات فیزیکی خاک دارد. اما از جایی که به‌تدریج منافذ خاک گرفته می‌شود سرعت نفوذ نسبت به زمان کاهش پیدا می‌کند. کاهش سرعت نفوذ ممکن است به‌حدی باشد که آب به مدت طولانی در سطح زمین باقی مانده و تبخیر گردد. در این روش اطراف کرت‌ها پشته‌سازی می‌شود تا از حرکات جانبی آب جلوگیری شود. روش حوضچه‌ای می‌تواند به صورت طبیعی با آب رودخانه و یا مصنوعی با وارد کردن آب از محل دیگر صورت گیرد.

٧- سطوح آب‌گیر بزرگ و سیستم‌های سیلابی:

مشخصه بارز سطوح بزرگ آب‌گیر و سیستم‌های سیلابی، جمع‌آوری آب از سطوح آب‌گیر نسبتاً بزرگ است. غالبا سطح آب‌گیر می‌تواند یک مرتع طبیعی، منطقه استپی یا منطقه کوهستانی باشد. سطح جمع‌آوری آب در این سیستم معمولاً خارج از محدوده مزرعه و در موقعیتی قرار دارد که کشاورزان کنترل بسیار کمی بر آن داشته و یا اصلاً نمی‌توانند بر آن نظارت کنند. این سیستم با اصطلاحاتی مانند استحصال آب از شیب‌های طویل و یا استحصال از یک سامانه آب‌گیر برون مزرعه‌ای معرفی می‌شود. وجود روان‌آب‌های تند (با سرعت بالا) و جریانات آبراهه‌ای در سامانه‌های آب‌گیر بزرگ وجه تمایز این سطوح با سطوح آب‌گیر کوچک و دارای جریانات شیاری و ورقه‌ای می‌باشد. در این سطوح آب‌گیر میزان روانآب ایجاد شده در واحد سطح کم‌تر از سطوح آب‌گیر کوچک و کم‌تر از پنجاه درصد بارش‌های سالیانه متغیر است. آب جمع‌آوری شده معمولاً در مخازن سطحی یا زیر سطحی ذخیره می‌شود.

٨- سدهای زیر زمینی:

یکی دیگر از روش‌های ذخیره آب باران، سدهای زیرزمینی می‌باشد. سدهای زیرزمینی سازه‌هایی هستند که در زیر زمین ساخته می‌شوند و با مسدود کردن جریان طبیعی آب‌های زیرزمینی، سبب ایجاد ذخایر آبی در زیر زمین می‌شوند. این سدها در محل مناسبی از لحاظ خصوصیات زمین شناسی، توپوگرافی و هیدروژئولوژی احداث می‌گردند و برحسب نوع، کاربرد و شکل سیستم آب بند دارای انواع مختلفی می‌باشند. سدهای زیرزمینی برای توسعه منابع آب زیرزمینی و جلوگیری از خروج

بدون استفاده آب قابل مصرف، در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از کشورها واقع گردیده است. این سدها در بسیاری از موارد در دره‌های پر شده آبرفتی در زیر زمین احداث می‌گردند. بدنه سد را دیوار یا پرده آب‌بندی تشکیل می‌دهد که مانع خروج آب زیر زمینی از حوضه می‌گردد. سدهای زیرزمینی در محل آبراهه‌های خشک و خشکه رودهای آبراهه‌های فصلی و نه رودخانه‌های دائمی ساخته می‌شوند و به این ترتیب به‌جای ذخیره آب در سطح زمین، در زیر زمین آب ذخیره می‌شود.

۹- آبخوان‌داری:

یکی از بهترین راه‌های ذخیره آب باران، آبخوان‌داری می‌باشد. آبخوان‌داری به مجموعه عملیات مکانیکی گفته می‌شود که با مهار و نفوذ سیلاب بر روی عرصه‌های آبخوان موجب احیاء کمی و کیفی منابع آب و خاک، تقلیل و حذف خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیم می‌شود. هم‌چنین آبخوان‌داری، آبخیزداری در زیر و روی زمین است و این یعنی برای نگهداری آب روی زمین از ظرفیت‌های نگهداری آن در زیر زمین نیز بهره گرفته می‌شود. آبخوان یا آبخواه عبارتست از مخروط افکنه‌هایی با رسوبات دانه درشت که به‌آسانی آب را از خود عبور داده و موجب تغذیه سفره آب‌های زیرزمینی می‌شود و آبخوان‌داری مدیریت این آبخوان‌هاست. تغذیه مصنوعی با هدف کاهش خسارات سیل از طریق ذخیره این آب‌ها در آبخوان‌ها، افزایش میزان آب‌های زیرزمینی، جلوگیری از پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش هزینه‌های پمپاژ، پیش‌گیری از نفوذ آب‌های شور به سفره‌های آب زیرزمینی صورت می‌گیرد. آبخوان در محل خروجی آبریزها قرار می‌گیرد و موجب مهار شن‌زارها و تثبیت ریگ‌های روان می‌شود و این اراضی پس از چند سال با کشت درختان مقاوم به خشکی و با اجرای عملیات قرق، به جنگل و مرتع تبدیل می‌گردند. لازم به ذکر است که در هر حوضه هر آبخوان متمایز از آبخوان دیگر است، اما مرزهای یک آبخوان معمولا به سمت دیگر آبخوان‌ها کشیده می‌شود به گونه‌ای که یک آبخوان می‌تواند بخشی از سیستم آبخوان دیگر محسوب شود.

توصیه ترویجی

۱- جمع‌آوری آب باران به‌علت این‌که در شرایط مختلف با روش‌های متفاوت انجام می‌شود باید در اولویت کاری دستگاه‌های اجرایی کشور قرار گیرد و سرمایه‌گذاری‌های مختلفی در همه روش‌های جمع‌آوری آب باران با توجه به شرایط حوزه‌های آبخیز صورت گیرد.

۲- نتایج نشان داد روش‌های قدیمی بسیار ارزشمندی برای جمع‌آوری آب باران از گذشتگان به ارث رسیده است ولی به تنهایی جواب گوی نیاز جامعه بشری در حال حاضر نیستند و روش‌های نوینی نیز برای جمع‌آوری آب باران ایجاد شده است که بدون استفاده از روش‌های سنتی کارآیی لازم را ندارند. چون بعضی از این روش‌های نوین بر اساس روش‌های سنتی توسعه پیدا کرده‌اند، بنابراین تلفیقی از روش‌های سنتی و نوین جمع‌آوری آب باران در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف و در شرایط متفاوت می‌تواند باعث شود که حداکثر استفاده از آب باران صورت گیرد و همه روش‌های موجود جمع‌آوری آب باران دارای ارزش در مکان و زمان خاص خود هستند.

۳- بنابراین توصیه می‌شود سرمایه‌گذاری لازم برای جمع‌آوری آب باران در همه مناطق کشور توسط دستگاه‌های اجرایی صورت گیرد.

فهرست منابع

۱- باقری، ر، کمالی، م. (۱۳۹۷). نقش سامانه ذخیره نزولات چاله فلسی در حفظ رطوبت خام در حوزه آبخیز دهگین استان هرمزگان، هفتمین همایش ملی سامانه‌های آبگیر باران، اول و دوم اسفندماه، تهران.

۲- جواهری، پ، جواهری، م. (۱۳۷۸). چاره آب در تاریخ فارس، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

۳- طهماسبی، ر. (۱۳۸۵). جمع‌آوری آب باران، انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی تهران، بیست و سوم اسفند ماه، تهران.

٤- قدوسی، ج. (۱۳۷٦). نگاهی به سیستم‌های سطوح آبگیر باران در ایران، وزارت جهاد سازندگی، انتشارت سوره، ۱۰۹ ص.

5- Bing, Z., Qiao, T. H. and Juan, W. L. (2007). A New Approach to Urban Rainwater Management. J. China Univ. Mining & Technol., 17(1): 0082–0084.

6- Derib, S.D., Assefa, T., Berhanu, B. and Zeleke, G. (2009). Impacts of micro- asin water harvesting structures in improving vegetative cover in degraded hillslope areas of north-east Ethiopia. The Rangeland Journal, 31(2): 259 –265.

7- Hollick, M. (1947). The design of roaded catchments for maximum run-off. In: Proc. Water Harvesting 1975 Symposium, Phoenix, Arizona, Frasier G.W.(ed).USDA-ARS-W-22, 210-22 Pp.

8- Hudson, N.W. (1982). Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO Soils Bulletin No. 57.

9- Laing, I.A.F. (1975). Sealing leaking excavated tanks on farms in Western Australia. In: Proc. Water Harvesting Symposium, Phoenix, Arizona, and March 1974. Frasier G.W. (ed). USDA-ARS-W-22, 159-174 pp.

10- Laura, R. (2004). Water farms: a review of the physical aspects of water harvesting and runoff enhancement in rural landscapes. CSIRO Land and Water, Canberra ACT, Technical Report 04/6.

11- Markovič, G., Zeleňáková, M., Káposztásová D.,and Hudáková G. (2014). Rainwater infiltration in the urban areas. WIT Transactions on Ecology and The Environment, Vol 181, WIT Press.

12- Pacey, A., and Cullis, A. (1986). Rainwater Harvesting - the Collection of Rainfall and Run-off in Rural Areas. Intermediate Technology Publications, London.

13- Qiang, Z., Yuanhong, L., and Manjin, C. (2006). Effect of low-rate irrigation with rainwater harvesting system on the dry farming. The 2nd International RWHM Workshop,IWA 5th world water congress and ehibition. Beijing, china.

14- Reij, C., Cullis, A. and Aklilu, Y. (1990). Soil and water conservation in Sub-Saharan Africa; the need for a bottom-up approach. Paper presented at the OXFAM Arid Lands Workshop, Cotonou, Benin, 22-27 March, 1987.

15- Tavakoli, A.R. (2002). Optional management of single irrigation on dry land wheat farming. J. Agric. Eng. Res. 2(7): 41-51.

16- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process, planning, priority setting, resources allocation. New York: McGraw.

17- Short, R. and Lantzke, N. (2006). Increasing runoff from roaded catchments by chemical application. Department of Agriculture and Food, Western Australia, Project Number: RT 03/20-4.

18. Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., and Melillo, J.M. (1997). Human domination of earth's ecosystems. Science 277: 494-500.

19. Vorhauer, G.F. and Hamlett J.M. (1996). GIS: A tool for sitting farm ponds. Journal of soil and water conservation 51: 434-438.