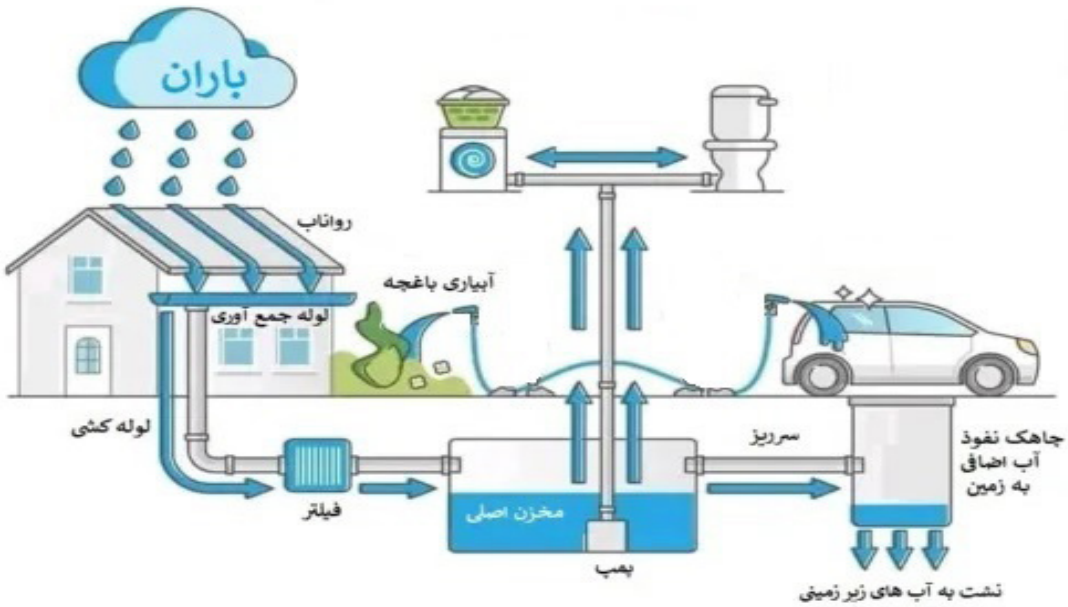
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
دفتر مطالعات زیربنایی
مسلسل: ۲۰۸۱۳ تیر ۱۴۰۴

استحصال آب باران در بخش کشاورزی و مناطق روستایی؛ اهمیت راهبردی و الزامات قانونی



بسم الله الرحمن الرحيم

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۴/۸

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۲۰۸۱۳
کد موضوعی: ۲۵۰

عنوان گزارش:
استحصال آب باران در بخش کشاورزی و مناطق روستایی؛ اهمیت راهبردی و الزامات قانونی

نوع گزارش: طرح/ لایحه ☐ راهبردی ☐ نظارتی ■ پیش نویس قانونی ☐

نام دفتر:
مطالعات زیربنایی (گروه کشاورزی و توسعه روستایی)

تهیه و تدوین کنندگان:
بیژن نظری، الهه کنعانی (گروه کشاورزی و توسعه روستایی)

مدیر مطالعه:
حجت ورمزیاری

ناظران علمی:
محمدحسن معادی رودسری، حبیب‌اله ظفریان ریگکی

اظهار نظر کننده داخل مرکز:
جمال محمدولی سامانی و مهدی مظاهری (دفتر مطالعات زیربنایی)

اظهار نظر کننده خارج از مرکز:
جواد طباطبایی یزدی (مؤسس و عضو هیئت مدیره انجمن سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران) و نادر علیزاده (مشاور معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی)

ویراستار ادبی:
اکرم وحدانی فر

گرافیک و صفحه آرایی:
حمیده سادات وفایی

واژه‌های کلیدی:
۱. استحصال آب باران
۲. مدیریت منابع آب
۳. سازگاری با کم آبی
۴. پایداری کشاورزی
۵. مدیریت سیلاب

تاریخ شروع مطالعه:
۱۴۰۳/۰۲/۰۷

دفتر مطالعات زیربنایی

فهرست مطالب

چکیده ۷
خلاصه مدیریتی ۸
۱. مقدمه ۱۰
۱-۱. مفهوم استحصال آب ۱۱
۱-۲. اهمیت استحصال آب باران ۱۲
۱-۳. اهداف و آثار استحصال آب باران ۱۳
۱-۴. اثر استحصال آب باران بر خدمات زیست‌بوم ۱۳
۱-۵. تأثیر سامانه‌های استحصال آب باران بر بیلان آب و تعادل‌بخشی به سفره‌ها ۱۶
۲. پیشینه ۱۹
۲-۱. پیشینه مطالعات پژوهشی ۱۹
۲-۲. سوابق تقنینی ۲۰
۳. انواع سامانه‌های استحصال آب باران ۲۴
۴. تجارب بین‌المللی در زمینه استحصال آب باران ۲۵
۵. چالش‌های مربوط به طرح‌های استحصال آب باران در کشور ۲۷
۵-۱. چالش‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی و الگوی بارش ۲۷
۵-۲. چالش‌های فنی ۲۸
۵-۳. چالش‌ها و تعارضات مربوط به حقابه‌های پایین‌دست ۲۸
۵-۴. موازی‌کاری و چالش‌های سازمانی ۲۹
۶. عوامل اثرگذار بر موفقیت طرح‌های استحصال آب باران در کشور ۳۱
۶-۱. ضرورت انطباق اهداف طرح‌ها با طرح‌های آبخیزداری ۳۲
۶-۲. جایگاه استحصال آب باران در قالب مدیریت جامع حوضه آبریز IWRM ۳۳
۶-۳. الزامات موفقیت طرح‌های استحصال آب باران با در نظر گرفتن مدیریت جامع حوضه آبریز ۳۵
۶-۴. ضرورت توجه به الزامات پنج‌گانه ۳۶
۶-۵. ضرورت توجه به کنترل تبخیر ۳۶
۷. جمع‌بندی و پیشنهادها ۳۷
منابع و مآخذ ۴۶

فهرست اشکال

شکل ۱. استحصال آب باران برای کاربرد در الف) گلخانه و ب) دام‌پروری ۱۶

شکل ۲. مؤلفه‌های چرخه آبی ۱۷

شکل ۳. انواع روش‌های استحصال آب باران ۲۵

شکل ۴. تصاویری از سیل در تابستان ۱۴۰۱ (بیش از بیست استان در ایران درگیر سیل شدند) ۴۲

فهرست جداول

جدول ۱. تأثیر استحصال آب باران بر خدمات زیست‌بوم ۱۴

جدول ۲. استحصال آب باران در کشاورزی و نقش آن در دستیابی به اهداف توسعه هزاره ۱۵

جدول ۳. بیلان حوضه‌های آبریز درجه‌یک طی دوره ۴۵ساله (ارقام برحسب میلیارد متر مکعب) ۱۸

جدول ۴. برخی از مصوبات و قوانین مرتبط با جمع‌آوری و استحصال آب باران ۲۱

جدول ۵. عوامل فنی، اقتصادی، سازمانی و اجتماعی مؤثر در پروژه‌های جمع‌آوری آب باران ۳۲

جدول ۶. تأثیر استحصال آب باران بر مدیریت حوزه آبخیز ۳۴

جدول ۷. تعداد و سطح آب‌بندان‌ها تحت مدیریت وزارت جهاد کشاورزی ۳۹

جدول ۸. خلاصه برخی از مصوبات و قوانین مرتبط با جمع‌آوری و استحصال آب باران و میزان تحقق آنها ۴۰

جدول ۹. پیشنهادهای راهبردی و مدیریتی برای بهره‌مندی از مزایای استحصال آب باران در کشور ۴۳

استحصال آب باران در بخش کشاورزی و مناطق روستایی؛ اهمیت راهبردی و الزامات قانونی

چکیده

استحصال آب باران یکی از فنـون بسیار کم‌هزینه و اثربخش‌تر مدیریت منابع آب است که بـرای افـزایش امکان جمع‌آوری آب باران، طراحی و اجرا می‌شونـد. این راهبرد برای سازگاری با کم‌آبی در مناطق دارای محدودیت آب، مورد توجه روزافزون است. با تغییرات اقلیمی و تحولات کاربری اراضی، بخش زیادی از بارش‌ها به‌صورت سیلاب‌های مخرّب، هزینه‌هایی را به کشور متحمل می‌کند و از دسترس خارج می‌شوند. حجم سیلاب تخلیه شده در برخی سال‌ها، مانند سال ۱۳۹۸، حدود بیست میلیارد متر مکعب گزارش شده است که بیش از هفت برابر کل مصرف آب در بخش صنعت در کشور (۲/۶ میلیارد متر مکعب) است. مدیریت اصولی آب باران می‌تواند باعث افزایش آبِ در دسترس و حفظ منابع آب، کاهش خطر سیل و فرسایش خاک و بهبود کیفیت آب شود. بیش از ۷۰ درصد بارش در ایران، که افزون بر ۲۵۰ میلیارد متر مکعب است، به‌صورت تبخیر از دسترس خارج می‌شود و استحصال آب باران می‌تواند تا حدی تبخیر غیرمفید را ذخیره کند و در اختیار آبخوان‌ها، خاک یا گیاهان قرار دهد. البته، در این راستا باید به چالش‌های کنترل تبخیر و مسائل فنی-اعتباری ذی‌ربط (از جمله الگوی بارش و رواناب) توجه کرد. در این گزارش چالش‌ها و الزامات موفقیت طرح‌های استحصال آب باران تبیین و پیشنهادهای مشخصی در راستای اجرای قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی و ماده (۳) قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور ارائه شده است. نکته مهم در استحصال آب باران، لزوم اتخاذ نگرش حوضه‌ای و ارزیابی سیاست‌ها و اقدامات استحصال آب باران بر مؤلفه‌های بیلان آب است.

خلاصه مدیریتی

بیان / شرح مسئله

استحصال آب باران به فرایند جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران برای استفاده‌های مختلف مانند کشاورزی، شرب و صنعتی اشاره دارد. این روش نه‌فقط با تأمین بخشی از نیاز آبی از آب‌هایی که در معرض تبخیر غیرمفید هستند، به کاهش فشار بر منابع آب کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به کاهش خسارات سیل‌ها و فرسایش خاک نیز منجر شود. اهمیت این مدیریت در مناطق خشک و نیمه‌خشک بیشتر احساس می‌شود؛ زیرا ذخیره‌سازی آب باران می‌تواند به تأمین آب در زمان‌های خشک‌سالی کمک کند و بهبود کیفیت آب و تغذیه آب‌های زیرزمینی را نیز به همراه داشته باشد. به‌عنوان مثال، کشور استرالیا به‌دلیل تجربه خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت، به‌سرعت به‌سمت پیاده‌سازی سامانه‌های گسترده استحصال آب باران حرکت کرده است. قوانین ملی و ایالتی در استرالیا، استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران را در ساختمان‌های جدید و حتی برخی ساختمان‌های قدیمی الزامی کرده‌اند. در شهرهایی مانند ملبورن و سیدنی، استحصال آب باران به بخش جدایی‌ناپذیری از زیرساخت‌های آبی شهری تبدیل شده است. همچنین، برنامه‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی گسترده‌ای در سراسر کشور اجرا شده است که مردم را به استفاده از این فناوری‌ها تشویق می‌کند. همچنین استفاده از این منابع با کاهش مصرف انرژی در پمپاژ آب از منابع دوردست، به پایداری محیط زیست کمک می‌کند. مطالعات داخلی نشان داده است که استحصال آب باران می‌تواند راهکاری عملی و مؤثر برای بهبود مدیریت منابع آب در شرایط کم‌آبی کشور باشد. طبق مطالعات در برخی از شهرها و مناطق کشور تا حدود ۶۰ درصد از نیاز آبی سالیانه فضاهای سبز شهری از طریق استحصال آب باران از سطح بام‌ها قابل تأمین است.

استحصال آب باران در برخی از اسناد بالادستی و قوانین دائمی کشور مورد تأکید ویژه قرار گرفته است. برای نمونه، در بند «۳» سیاست‌های کلی «منابع آب»، ابلاغی ۱۳۷۹/۱۲/۲۰، افزایش میزان استحصال آب و به حداقل رساندن ضایعات طبیعی و غیرطبیعی آب در کشور از هر طریق ممکن و در بند «۴» آن، ارتقای دانش و فنون و تقویت نقش مردم در استحصال و بهره‌برداری از آب تأکید شده است. در ماده (۲۷) قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی، مصوب ۱۳۸۹/۰۴/۲۳ با اصلاحات بعدی، دولت مکلف شده است به گونه‌ای برنامه‌ریزی کند که تا سال ۱۴۰۴ و با استفاده بهینه از منابع مندرج در فصل تأمین آب بودجه‌های سنواتی، حداقل پانزده درصد (۱۵٪) متوسط بلندمدت نزولات آسمانی سالیانه کشور [هفت و نیم درصد (۷/۵٪) از محل کنترل آب‌های سطحی و هفت و نیم درصد (۷/۵٪) از طریق آبخیزداری و آبخوان‌داری] به حجم آب استحصالی کشور اضافه شود. همین موضوع به‌نحو دیگری در قانون برنام هفتم پیشرفت مورد تأکید مجدد قرار گرفته است. در بند (ح) ماده (۳۸) این قانون، وزارت نیرو مکلف شده با بهره‌گیری از مشارکت‌های مردمی اقدامات لازم به‌منظور افزایش حجم آب استحصالی کشور، حداقل به میزان پانزده درصد (۱۵٪) متوسط بلندمدت نزولات آسمانی سالانه (۵٪) از محل مدیریت آبهای سطحی، ۵٪ از طریق آبخیزداری و آبخوانداری و ۵٪ از طریق استحصال آبهای جوی و سامانه‌های استحصال آب باران) به عمل آورد. ضمناً در بند «الف» ماده (۵) ضوابط ایجاد تعادل بین منابع و مصارف آب قانون توزیع عادلانه آب، مصوب ۱۳۸۷/۰۵/۲۰ با اصلاحات بعدی نیز «افزایش تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی با مطالعه و اجرای عملیات آبخیزداری و آبخوان‌داری» مطرح شده است. در ماده (۳) قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور، مصوب ۱۳۹۴/۱۲/۲۴ نیز مقرر شده است وزارت نیرو با همکاری وزارت راه و شهرسازی، در شهرها و روستاهای با میانگین بارش سالیانه دویست و پنجاه (۲۵۰) میلی‌متر و بالاتر، نسبت به ارائه تسهیلات به مشترکان برای احداث تأسیسات لازم به‌منظور جمع‌آوری آب باران و استفاده مجدد از آن، با رعایت استانداردهای مربوط اقدام کند. شواهد نشان می‌دهد که باوجود هدف‌گذاری در قوانین، تحول ویژه‌ای در نگاه به استحصال آب باران صورت نگرفته است و برنامه اساسی در این زمینه مشاهده نمی‌شود.

نقطه‌نظرات / یافته‌های کلیدی

با استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران و با تدوین ضوابط منسجم و توجه به مقررات مربوطه، می‌توان ظرفیت‌های بالقوه این سامانه‌ها را فعال کرد. البته باید متذکر شد که موفقیت نتایج این سامانه‌ها نیازمند رفع چالش‌های مرتبط، از جمله موارد ذیل است:

- ناکارآمدی نظام یکپارچه مدیریت آب و توسعه روستایی،
- نبود حمایت کافی و هدفمند از پروژه‌ها و طرح‌های استحصال آب باران،
- غفلت از فناوری‌های استحصال آب باران در مناطق روستایی و عشایری: در برنامه‌های توسعه روستایی و عشایری، استفاده از فناوری‌های استحصال آب باران به‌عنوان اصل سازگاری با کم‌آبی نادیده گرفته شده است. این غفلت به عدم بهره‌برداری مناسب از مزایای این فناوری در بهبود تأمین آب در مناطق روستایی منجر شده است،
- نفوذ پایین دانش و فناوری در حوزه استحصال آب باران،
- نداشتن توجه کافی به احیای دانش بومی استحصال آب باران در مناطق مختلف کشور،
- فقدان پایگاه دانش و آمار و اطلاعات در زمینه استحصال آب باران: فقدان پایگاه‌های داده و اطلاعات جامع و به‌روز در زمینه استحصال آب باران، برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و ارزیابی اثربخشی پروژه‌ها را با چالش جدی مواجه کرده است،
- تداوم اتکا به اقدامات سازه‌ای و پرهزینه در تأمین و انتقال آب به‌جای راهکارهای غیرسازه‌ای دوستدار محیط زیست نظیر استحصال آب باران،
- تأثیرپذیری اثربخشی اقدامات استحصال آب باران از تغییرات اقلیمی.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

رفع چالش‌های پیش‌گفته بیش از آنکه نیازمند قانونگذاری جدید باشد، مستلزم اهتمام جدی دستگاه‌های متولی در عمل به تکالیف قانونی مربوطه به‌ویژه ماده (۳) قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی و ماده (۲۷) قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی، با بهره‌مندی از دانش بومی، تجربیات بین‌المللی و فناوری‌های نوین در استحصال آب باران است. البته پیگیری و نظارت بر اجرای کامل و صحیح تکالیف قانونی مربوط به دستگاه‌های متولی از جمله وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان ملی استاندارد، وزارت راه و شهرسازی و سایر نهادهااز سوی کمیسیون کشاورزی، آب، منابع طبیعی و محیط زیست، گام مهم نظارتی برای مجلس شورای اسلامی محسوب می‌شود. به‌ویژه اینکه طبق بند «ح» ماده (۳۸) قانون برنامه هفتم پیشرفت، ارائه گزارش ۶ماهه از استحصال آب باران توسط وزارت نیرو به مجلس مورد تأکید قرار گرفته است، نظارت بر اقدامات انجام شده و افزایش اثربخشی آنها می‌تواند فرصت‌های خوبی را برای کشور فراهم کند.

اولویت کلان پیشنهادی، ارائه برنامه اقدام با هدف‌گذاری‌های کمی و زمان‌بندی شده توسط کمیته مشترک متشکل از نهادهای متولی نظیر وزارت نیرو، وزات جهاد کشاورزی، وزارت کشور و وزارت راه و شهرسازی و با همکاری انجمن‌ها و نهادهای علمی برای بهره‌مندی از ظرفیت‌های متنوع روش‌های استحصال آب باران با لحاظ روش مناسب با توجه به نوع کاربری (پیکره‌های آبی، جنگل‌ها و مراتع، اراضی کشاورزی، صنعت، محدوده‌های مسکونی و...)، میزان بارندگی و نحوه توزیع آن، توپوگرافی زمین، بافت و عمق خاک و عوامل اجتماعی و اقتصادی در هر استان یا حوزه آبخیز است.

۱. مقدمه

باوجود پیشرفت‌های فناوری، هنوز بخش زیادی از مردم در جهان با کمبود آب سالم برای نوشیدن و سامانه‌های دفع بهداشتی مناسب مواجه‌اند. در کنار فناوری‌های جایگزین مختلف، که برای تکمیل منابع آب شیرین موجودند، استحصال آب باران[1] راه‌حلی مناسب است و در اغلب نقاط دنیا مورد توجه واقع شـده است. تـلاش بسـیاری از طرف مجامع بین‌المللی و دولت‌های محلی برای کاربست این راهبرد درحـال انجام است. استحصال آب باران به‌عنوان اصلی اساسی برای تضمین امنیت غذایی و بهبود مشکلات کمبود آب پذیرفته شده است [۲،۱].

سامانه‌های استحصال آب باران[1] از زمان‌های قدیم در ایران، به‌عنوان منبع تأمین آب آشامیدنی، آب آبیاری و دام‌پروری استفاده می‌شده است [۳]. یکی از نمونه‌های برجسته در این زمینه، تخت جمشید (پرسپولیس) است. در ساخت این مجموعه تاریخی، ایرانیان باستان از سامانه‌های پیچیده‌ای برای جمع‌آوری و مدیریت آب استفاده می‌کردند. در تخت جمشید، کانال‌ها و مخازن زیرزمینی برای ذخیره و هدایت آب باران و آب‌های زیرزمینی به کار رفته بود. این سامانه‌ها به‌ویژه در حفاظت شهر از خسارات سیلاب و تأمین آب برای این شهر بزرگ و پرجمعیت اهمیت زیادی داشته‌اند. باغستان سنتی قزوین، خوشاب‌های شرق ایران و نخلستان‌های دشتی در بوشهر نیز از نمونه‌های آبیاری سیلابی در ایران هستند. این روش‌ها نشان‌دهنده دانش پیشرفته و مهارت‌های فنی ایرانیان باستان در مدیریت منابع آب بوده و تأثیر زیادی بر نحوه طراحی و ساخت سازه‌های عظیم آن زمان داشته است [۴]. فناوری استحصال آب باران می‌تواند شیوه اصلی تأمین آب در مناطقی با بارش کم و بدون سامانه تأمین آب مناسب باشد. این فناوری به‌ویژه در مناطقی که با کمبود آب سطحی یا زیرزمینی مواجه‌اند، نقش مهمی می‌تواند ایفا کند. همچنین سامانه جمع‌آوری آب باران، به‌اصطلاح روش سبز و مقرون‌به‌صرفه‌ای برای جمع‌آوری آب باران و رواناب‌ها است [۵].

تغییرات اقلیمی و تشدید نوسانات منابع آب و افزایش هزینه‌های تأمین آب، اهمیت جمع‌آوری آب باران را دوچندان کرده است. ذخیره‌سازی آب باران، سبب دسترسی انسان‌ها به آب سالم می‌شود. مدیریت آب باران خطر سیل و فرسایش خاک را کاهش می‌دهد و سبب بهبود کیفیت آب می‌شود.

بیان مسئله

ایران یکی از کشورهایی است که با مشکل کمبود منابع آب مواجه است. برداشت بی‌رویه و بدون برنامه‌ریزی از منابع آب زیرزمینی منجر به تخلیه شدید سفره‌های آب زیرزمینی شده است. طبق آخرین گزارش‌های منتشر شده توسط وزارت نیرو و شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۹۸ میلیارد متر مکعب (۸۶ درصد) از ۱۱۴ میلیارد متر مکعب آب تجدیدپذیر کشور سالیانه به‌طور کامل مصرف شده است[2] همچنین، سالیانه به‌طور متوسط حدود ۵/۷ میلیارد متر مکعب به کسری مخازن آب‌های زیرزمینی اضافه می‌شود. ازسوی دیگر، سالیانه به‌دلیل وقوع سیلاب‌های مخرب، که ناشی از نبود مدیریت مناسب آب‌های سطحی و باران است، خسارت‌های قابل توجهی به زیرساخت‌ها و اراضی کشاورزی وارد می‌شود. به‌عنوان مثال، خسارت‌های ناشی از سیلاب‌ها در سال ۱۳۹۸ بیش از ۳۵ هزار میلیارد تومان بوده است [۶].

کاهش منابع آب شیرین و بهره‌برداری نامناسب از منابع آب باران می‌تواند به تشدید بحران آب شرب در بسیاری از مناطق کشور

1. Rain Water Harvesting (RWH)

۲. در میزان دقیق مصارف آب و آب تجدیدپذیر کشور، ابهام و اختلاف‌نظر کارشناسی وجود دارد.

منجر شود. مناطق روستایی ایران نیز به‌عنوان بسترهای اصلی تولیدات کشاورزی و دامداری، با چالش‌های جدی در زمینه منابع آبی مواجه‌اند. با توجه به کاهش منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی و تغییرات اقلیمی، که منجر به کاهش بارش‌ها و افزایش دما شده، تأمین آب مورد نیاز در این مناطق اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. لذا در شرایط تغییر اقلیم، برنامه‌ریزی برای بهره‌مندی هوشمندانه از بارش‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، که غالباً سیل‌آسا و رگباری‌اند، بسیار حیاتی است. فناوری استحصال آب باران، بر جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران با هدف استفاده در مواردی مانند شرب، کشاورزی و نیز پایداری آب زیرزمینی تمرکز دارد. استفاده از این تکنیک میزان هدررفت آب ناشی از تبخیر را نیز کاهش می‌دهد [۱].

جمع‌آوری آب باران به روش مناسب، می‌تواند راه‌حلی مهم برای معضل بحران آب در نقاط مختلف جهان باشد و به‌طور مستقیم باعث کاهش فشار بر منابع آب می‌شود [۷]. استحصال آب باران در مناطق روستایی نه‌فقط به‌عنوان راه‌حلی پایدار برای مدیریت منابع آب مطرح است، بلکه نقش مهمی در کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و اقتصادی، افزایش امنیت آبی و غذایی و بهبود وضعیت معیشتی جوامع روستایی ایفا می‌کند. با ذخیره اصولی آب باران و استفاده صحیح از آن، می‌توان از برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و حفر چاه‌های عمیق، که سبب فرونشست زمین و ایجاد چاله‌های عمیق می‌شود، تا حدی جلوگیری کرد. هدف از ارائه این گزارش بررسی تکالیف قانونی و الزامات مرتبط با استحصال آب باران در بخش کشاورزی و مناطق روستایی است. این بررسی در راستای تحلیل اهمیت راهبردی استحصال آب باران به‌عنوان راهکاری سازگار با تغییرات اقلیمی، کاهش فشار بر منابع آبی متعارف و تقویت معیشت اقتصادی در مناطق روستایی انجام شده است. علاوه‌بر این، گزارش تلاش می‌کند با ارائه تصویری جامع از چالش‌ها، الزامات و تجربیات موفق ملی و بین‌المللی، زمینه مناسبی برای توسعه و اجرای سیاست‌های مؤثر در این زمینه فراهم آورد.

۱-۱. مفهوم استحصال آب

«استحصال آب باران» به تجمیع آب باران با مدیریت رواناب و ذخیره آن به‌منظور استفاده مؤثر و مفید اطلاق می‌شود. در این مفهوم، آب باران در مناطقی که غیرمفید بوده یا در معرض تلفات تبخیر یا سیلاب مخرب است، باید جمع‌آوری شود و برای تأمین افزایش ذخیره رطوبتی خاک و رفع نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی، مراتع و جنگل‌ها صرف شود یا موجب افزایش آب مخازن آب سطحی یا زیرزمینی نظیر آب‌بندان‌ها، تالاب‌ها و آبخوان‌ها شود [۵، ۸،۹].

در مناطقی که سهم اندکی از بارندگی را دریافت می‌کنند، معمولاً این مقدار پاسخگوی نیاز گیاهان برای تولید محصول نیست. اجرای طرح جمع‌آوری آب باران سبب می‌شود تا آب مورد نیاز در دسترس اراضی تحت کشت قرار گیرد و درنتیجه منجر به افزایش تولید و بازده اقتصادی شود. به‌عنوان مثال می‌توان منطقه‌ای به وسعت چهار هکتار و متوسط بارندگی سالیانه ۱۵۰ میلی‌متر را در نظر گرفت. اگر نیمی از این اراضی (دو هکتار) به‌گونه‌ای طراحی شوند که بتواند سهم بارندگی سالیانه خود را (۱۵۰ میلی‌متر) به نیمه دیگر اراضی منتقل کنند، در این صورت دو هکتار زمین باقیمانده سالیانه آب دریافتی معادل حدود ۳۰۰ میلی‌متر بارش خواهد داشت که برای تأمین نیاز بسیاری از گیاهان در دوران کم‌آبی کفایت می‌کند [۵]. این مثال صرفاً برای بیان کلیت موضوع است؛ طبیعتاً در هر طرح اجرایی لازم است هزینه‌ها، مزایا و معایب تجمیع آب باران در یک بخش و به همین ترتیب تبعات کاهش رطوبت در بخش دیگر مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد.

استحصال آب باران هم به‌طور طبیعی و هم با دخالت انسان در طبیعت و به‌صورت مصنوعی امکان‌پذیر است. معمولاً پس از وقوع بارش‌های تند و طوفان، جریان آب مازاد روی سطح زمین به‌سمت گودال‌ها و اراضی پست حرکت می‌کند و در آنجا جمع‌آوری و درنتیجه برای بهره‌مندی آماده می‌شوند که این، روش طبیعی استحصال آب است. جمع‌آوری آب باران به روش مصنوعی عبارت است از کمک به افزایش رواناب از سطح آبگیر و سپس جمع‌آوری یا هدایت آب به‌سمت منطقه‌ای معین به‌منظور استفاده از آن. آب استحصال شده علاوه‌بر مصارف زراعی و باغبانی، در مواردی از جمله تأمین آب شرب مورد نیاز انسان، دام‌ها، حیات‌وحش و اهداف زیست‌محیطی دیگر نیز قابل بهره‌برداری است [۱۰].

۲-۱. اهمیت استحصال آب باران

جمع‌آوری و استفاده از آب باران می‌تواند نیازهای آبی جوامع را در زمینه‌های مختلف مانند کشاورزی، دامداری و مصرف خانگی تأمین کند. این روش نه‌فقط به کاهش وابستگی به منابع محدود آب‌های زیرزمینی کمک می‌کند، بلکه با کاهش فشار بر این منابع و جلوگیری از فرسایش خاک و سیلاب‌ها، به حفاظت از محیط زیست نیز یاری می‌رساند. برخلاف سامانه‌های متمرکز و بزرگ، مانند سدها که نیاز به سرمایه‌گذاری و فناوری پیشرفته دارند، سامانه‌های استحصال آب باران فناوری ساده‌ای دارند و در ابعاد کوچک قابل اجرا هستند. به همین دلیل، از این روش در گستره وسیع و در شرایط مختلف اقلیمی و جغرافیایی می‌توان استفاده کرد [۱].

طبق چرخه هیدرولوژیکی، باران منبع اصلی آب است. منابع آبی دیگر مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی همگی منابع ثانویه آب هستند و از باران تغذیه می‌شوند. اینکه بسیاری از شهرها سالیانه بارندگی زیادی را دریافت می‌کنند، اما هنوز هم با مشکل کمبود آب مواجه‌اند، به‌دلیل درک ناکافی از اهمیت آب باران است. با استفاده از روش‌های ذخیره آب باران می‌توان حداکثر استفاده از آب را داشت و وابستگی به انتقال آب از فواصل دوردست را کاهش داد [۱۱]. بسیاری از مناطق شهری به‌دلیل وقوع سیلاب‌های شدید در فصول بارانی و بارش‌های رگباری خسارات زیادی را متحمل می‌شوند و از طرف دیگر در سایر اوقات، مشکلات زیادی در زمینه کمبود آب را تجربه می‌کنند. اجرای پروژه‌های آبخیزداری و سامانه‌های استحصال آب می‌تواند تا ۱۰ تُن در هکتار در سال میزان فرسایش خاک را کاهش دهد. درنتیجه کاهش فرسایش میزان رسوب‌گذاری در مخازن نیز کاهش می‌یابد و موجب کاستن از هزینه نگهداری سازه‌ها می‌شود. برخی از سدهای کشور، نظیر سد وشمگیر در استان گلستان، به‌دلیل حجم بالای رسوبات عملاً غیرقابل استفاده شده و حجم مفید خود را از دست داده‌اند [۱۲].

تجارب جهانی نشان داده است، استحصال آب باران در کشورهایی مانند هند، چین، و استرالیا به بهبود منابع آبی و کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی کمک کرده است. این کشورها با استفاده از فناوری‌های ساده و کم‌هزینه، توانسته‌اند مشکلات کمبود آب را به میزان قابل توجهی کاهش دهند. این امید وجود دارد که به‌کارگیری روش‌های استحصال آب باران می‌تواند تا حدی بشر را از عواقب جدی کمبود آب در آینده نجات دهد [۱۲]. در برخی نقاط هندوستان استفاده از سامانه‌های استحصال آب توانسته است سطح کشت را تا ۳۴ درصد و عملکرد را تا ۶۴ درصد افزایش دهد [۱۳]. لذا، استحصال آب باران می‌تواند به‌عنوان منبع آبی ارزان و قابل دسترس، به بهبود وضعیت اقتصادی و معیشتی جوامع روستایی و شهری کمک کند و درنتیجه به افزایش امنیت آبی و غذایی منجر شود.

استحصال آب باران منافع اقتصادی و اجتماعی متنوعی دارد که در بسیاری موارد ناملموس و غیرمستقیم‌اند. این موارد عبارت‌اند از [۱۴، ۱۵، ۱۶].

- کاهش اتکا به سامانه‌های متمرکز آب‌رسانی از سد یا چاه و درنتیجه امکان تأمین آب برای بهره‌بردارانی که به این سامانه‌های متمرکز دسترسی ندارند؛
- جلوگیری از آلودگی ناشی از اختلاط انواع پساب و کاهش گل‌آلودگی حاصل از فرسایش آبراهه‌ای؛
- تأمین آب ساکنان مناطق دورافتاده که به سایر منابع آبی دسترسی ندارند؛
- بهره‌برداری از منابع آبی پتانسیل‌دار که به‌دلیل پراکندگی و کوچک بودن حوضه‌ها، امکان مهارشان با سد بزرگ وجود ندارد؛
- نیاز به سرمایه‌گذاری کم برای جمع‌آوری و استفاده از آب باران؛
- هماهنگی بین منافع بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی؛
- خودکفایی و احیای اقتصاد محلی و تداوم برنامه‌ها و مدیریت بهتر منابع؛
- نزدیکی محل جمع‌آوری و ذخیره به منبع، بدون نیاز به شبکه پیچیده و پرهزینه؛
- کیفیت خوب آب باران که نیاز به گندزدایی و پالایش زیادی ندارد؛

- کاهش جریان‌های سیلابی و منابع آلاینده غیرنقطه‌ای؛
- کاهش هدررفت منابع آب سطحی و افزایش بهره‌وری نزولات جوی در صورت کنترل تبخیر؛
- کاهش فشار به منابع طبیعی و آب‌های زیرزمینی، منوط به لحاظ طرح‌های استحصال در بیلان کلی منابع آب؛
- استفاده از آب باران در کشاورزی دیم و آبیاری تکمیلی؛
- کاهش نرخ مهاجرت روستائیان و بهبود زندگی در جوامع روستایی؛
- بهبود کیفیت زندگی در مناطق خشک و شکننده؛
- خنک کردن محیط و کاهش اثر جزایر گرمایی در شهرها؛
- افزایش تنوع زیستی در مناطق شهری با ایجاد بام‌های سبز؛
- ایجاد و بهبود مناظر طبیعی و ارزش‌های زیبایی‌شناختی چشم‌انداز.

۳-۱. اهداف و آثار استحصال آب باران

با توجه به قابلیت‌های استحصال آب باران، اهداف این رویکرد شامل این موارد است:

- **تأمین آب از منابع قابل دسترس:** یکی از اهداف اصلی استحصال آب باران، فراهم کردن منبعی آسان، در دسترس و تجدیدپذیر برای مصارف مختلف مانند خانگی، کشاورزی، دامداری و صنعتی است. این منابع به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، که منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی محدود است، اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند.
- **کاهش سیلاب‌ها و جلوگیری از فرسایش خاک:** استحصال آب باران می‌تواند به کاهش سیلاب‌ها و جلوگیری از فرسایش خاک کمک کند. با جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران، می‌توان از خسارت‌های ناشی از سیلاب‌های فصلی و فرسایش زمین جلوگیری کرد.
- **افزایش امنیت غذایی و بهبود معیشت:** استفاده از آب باران برای کشاورزی، به‌ویژه در مناطق دیم، می‌تواند بهره‌وری محصولات را افزایش دهد و به امنیت غذایی کمک کند. این امر به بهبود معیشت کشاورزان و افزایش رفاه اقتصادی جوامع محلی منجر می‌شود.

صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها: جمع‌آوری و استفاده محلی از آب باران نیاز به انتقال آب از منابع دوردست را کاهش می‌دهد که این امر منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های مربوط به زیرساخت‌های پیچیده آب‌رسانی می‌شود.

- **کمک به محیط زیست و تنوع زیستی:** با استحصال آب باران، می‌توان فشار بر منابع طبیعی را کاهش داد و به حفظ زیست‌بوم‌های محلی کمک کرد. این روش می‌تواند به افزایش تنوع زیستی و بهبود شرایط محیط زیستی مناطق شهری و روستایی کمک کند. به‌علاوه برخی از سامانه‌های استحصال آب باران و پروژه‌های آبخیزداری، در تأمین آب مورد نیاز حیات‌وحش نیز کارآمدند.
- **کاهش آلودگی و بهبود کیفیت آب:** جمع‌آوری آب باران و استفاده از آن می‌تواند به کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی کمک کند. آب باران به‌دلیل کیفیت طبیعی بالای خود، معمولاً نیاز به تصفیه کمتری دارد و می‌تواند به‌عنوان منبع آبی با کیفیت بالا مورد استفاده قرار گیرد؛ مشروط بر اینکه قبل از ورود به فاضلاب، مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

۴-۱. اثر استحصال آب باران بر خدمات زیست‌بوم

خدمات زیست‌بوم را می‌توان به چهار بخش تأمینی، تنظیمی، فرهنگی و حمایتی تقسیم کرد که استحصال آب باران تأثیر قابل توجهی بر هریک از این بخش‌ها دارد. جدول ۱ به بررسی خدمات زیست‌بوم و تأثیر سامانه‌های جمع‌آوری آب باران بر هریک از این خدمات پرداخته است [۱۷،۹].

جدول ۱. تأثیر استحصال آب باران بر خدمات زیست‌بوم [۱۷]

خدمات زیست‌بوم	تأثیر استحصال آب باران بر هریک از خدمات
تأمینی	– می‌تواند باعث افزایش تولید، کشاورزی تأمین غذا و افزایش درآمد شود. – می‌تواند باعث افزایش تولید آب و علوفه برای توسعه فعالیت‌های دامداری و مرغداری شود. – می‌تواند باعث افزایش نفوذ آب باران به داخل خاک شود و در نتیجه آب نفوذ یافته موجب افزایش ذخیره آب زیرزمینی می‌شود و جریان پایه را در رودخانه‌ها شکل می‌دهد. – می‌تواند باعث افزایش تولید زیست‌توده، علوفه، غذا، فیبر و چوب در سطح زمین برای مصارف انسانی شود. – باعث بهبود شرایط زیستگاه و افزایش تنوع گونه‌ای در فون و فلور منطقه می‌شود.
تنظیمی	– می‌تواند بر توزیع زمانی آب در سطح زمین تأثیرگذار باشد. – موجب کاهش جریان‌های سیلابی پرسرعت و کاهش خطر وقوع سیلاب و در نتیجه، کاهش فرسایش خاک می‌شود. – زیستگاه را برای مقابله با بیماری‌های مضر آماده می‌کند. – به تنظیم آب مورد نیاز در دوره‌های خشکی و شرایط خشک‌سالی کمک می‌کند.
فرهنگی	– می‌تواند از ارزش‌های معنوی مذهبی و هنری و زیباشناختی جامعه حمایت کند. – باعث ایجاد مناظر و چشم‌اندازهای سبز می‌شود که خود حاوی ارزش‌های هنری و زیباشناختی برای جامعه است.
حمایتی	– می‌تواند باعث بهبود بهره‌وری و تولید اولیه سرزمین شود. – می‌تواند از جریان صحیح عناصر غذایی در سطح زمین پشتیبانی و به تصفیه آب کمک کند.

استحصال آب می‌تواند با تأثیر بر سرعت رواناب موجب نفوذ بیشتر رواناب به درون خاک شود و درعین‌حال با در اختیار قرار دادن آب بیشتر برای گیاه، سبب افزایش تعریق و کاهش تبخیر و درنتیجه، افزایش توده زیستی در سطح حوزه آبخیز شود. سامانه‌های استحصال آب باران می‌توانند به کاهش جریان رواناب و کاهش خطر سیلاب در حوزه‌های شهری کمک کنند و منحنی پاسخ حوزه را به حالت طبیعی که نشان‌دهنده پاسخ طبیعی یک حوزه آبخیز بدون تغییرات انسانی است، نزدیک کنند. به‌این‌ترتیب، استحصال آب باران می‌تواند به حفظ تعادل اکولوژیک و کاهش خسارات ناشی از سیلاب‌ها کمک کند [۹]. در جدول ۲، نقش استحصال آب در کشاورزی برای دستیابی به اهداف توسعه هزاره تشریح شده است. همچنین، شکل ۱ نمونه‌هایی از کاربرد استحصال آب باران در کشاورزی و دام‌پروری را به تصویر می‌کشد. سامانه‌های جمع‌آوری آب باران به‌عنوان عنصری مؤثر در مدیریت حوزه‌های آبخیز، می‌توانند ارتباط تنگاتنگی با تقویت جوامع شهری و روستایی در این حوزه‌ها داشته باشند و موجب بهبود خدمات زیست‌بوم در راستای ارتقای رفاه بشری شوند.

جدول ۲. استحصال آب باران در کشاورزی و نقش آن در دستیابی به اهداف توسعه هزاره [۱۷]

هدف توسعه هزاره	نقش استحصال آب باران در کشاورزی در دستیابی به اهداف
۱. از بین بردن فقر و گرسنگی	استحصال آب باران در کشاورزی نقش کلیدی در دستیابی به هدف توسعه هزاره در از بین بردن فقر و گرسنگی ایفا می‌کند. این روش با تأمین منابع آبی پایدار، به افزایش تولید محصولات کشاورزی کمک می‌کند و از این طریق به بهبود امنیت غذایی و کاهش گرسنگی در جوامع آسیب‌پذیر می‌انجامد. همچنین، استحصال آب باران به افزایش بهره‌وری کشاورزی و ایجاد فرصت‌های شغلی منجر می‌شود که همه این عوامل به تقویت معیشت و کاهش فقر کمک می‌کنند. به‌طور کلی، استفاده از آب باران به‌عنوان یک منبع آب محلی و تجدیدپذیر، به جوامع کمک می‌کند تا از وابستگی به منابع آبی غیرقابل پیش‌بینی کاسته و شرایط بهتری برای رشد اقتصادی و اجتماعی فراهم شود [۱۷].
۱-۱. کاهش ۵۰ درصد جمعیتی که کمتر از یک دلار در روز درآمد دارند.	حدود ۷۵ درصد از آب مورد نیاز برای دستیابی به هدف کاهش گرسنگی در سال ۲۰۱۵، باید با سرمایه‌گذاری برای تأمین آب برای کشاورزی دیم تأمین شود [۱۸]. این هدف به فقر مطلق اشاره دارد و بر پایه شاخص درآمد قرار دارد. منظور این است که جمعیتی که درآمد روزانه آنها کمتر از یک دلار است (معیار بین‌المللی فقر مطلق)، تا نیمه کاهش یابد. این شاخص صرفاً به سطح درآمد افراد توجه دارد و هدف آن بهبود وضعیت اقتصادی از طریق افزایش درآمد است.
۱-۲. دستیابی به اشتغال کامل و مولد برای کلیه افراد از جمله زنان و جوانان	سرمایه‌گذاری کم در تأمین ۱۰۰۰ مترمکعب آب اضافی در هکتار برای هر شخص در آبیاری تکمیلی همراه با کاربرد روش‌های به زراعی می‌تواند منجر به افزایش دو برابری تولید و درآمد در مزارع دیم کوچک‌مقیاس شود. هریک درصد رشد عملکرد و تولید کشاورزی منجر به کاهش ۵ تا ۱۷ درصدی در تعداد افراد فقیر می‌شود [۱۹].
۱-۳. کاهش ۵۰ درصدی جمعیتی که از فقر رنج می‌برند	از مجموع جمعیت فقیر دنیا ۷۰ درصد در مناطق روستایی زندگی می‌کنند که اغلب منبع درآمدی آنها متکی بر بارش است. مدیریت بروز و بهینه جمع‌آوری آب باران عاملی کلیدی و مهم در افزایش درآمد کارگران و متعاقباً کاهش فقر در این جوامع است [۲۰]. این هدف به معنای وسیع‌تری از فقر اشاره دارد که شامل جنبه‌های غیرمادی نیز می‌شود. رنج بردن از فقر شامل نبود دسترسی به خدمات اساسی مانند بهداشت، آموزش، مسکن مناسب، و امنیت غذایی است. این شاخص فراتر از درآمد است و به کیفیت زندگی و توانایی افراد برای رفع نیازهای اساسی خود اشاره دارد.
۲. کمک به توانمندسازی زنان	ایجاد باغ‌های خانگی، افزایش تولید محصولات باغی و سبزی‌ها و مدیریت بهینه واحدهای دام‌پروری و مرغداری بر پایه استحصال آب باران می‌تواند منجر به پایداری درآمدی شود که زنان و کودکان از آن بهره خواهند برد. وجود تنوع در منابع درآمدی و نحوه معیشت می‌تواند به افزایش تاب‌آوری زنان و جوانان در شرایط سخت اقلیمی و خشک‌سالی کمک کند که خود منجر به تغذیه بهتر زنان و کودکان می‌شود [۱۳].
۳. پایداری محیط زیست	بهبود و به‌روزسازی فن‌های کشاورزی دیم نتایج مهم و حیاتی را برای جامعه به همراه خواهد داشت. استحصال آب بر مبنای برنامه‌های آبخیزداری منجر به ایجاد فرصت‌های شغلی درون و برون‌مزرعه‌ای خواهد شد و منابع آب و خاک را حفظ خواهد کرد [۱۳].
۳-۱. مقابله با روند کاهش تنوع زیستی و کاهش نرخ آن	زراعت دیم اصلاح شده و بهینه، فشار بر زیست‌بوم‌های شکننده مانند جنگل‌ها، مراتع، مرداب‌ها و باتلاق‌ها را کاهش می‌دهد و موجب افزایش تنوع زیستی می‌شود. استفاده بهتر از آب سبز موجب بهبود وضعیت تنوع زیستی در سطح ۸۰ درصد از این اراضی خواهد شد [۲۱]
۳-۲. کاهش ۵۰ درصدی جمعیتی که به آب سالم و بهداشتی دسترسی ندارند.	سازه‌های استحصال آب باران به‌ویژه سامانه جمع‌آوری آب باران از سطوح پشت‌بام، مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین راه برای دسترسی به آب سالم و بهداشتی است. این سامانه‌ها حتی در مناطق دور افتاده نیز با سرمایه‌گذاری اندک قابل اعتمادند و می‌توانند به‌طور مطمئن مورد استفاده قرار گیرند [۲۲]. استحصال آب باران در کشاورزی با تأمین آب سالم و بهداشتی برای آبیاری، به بهبود کیفیت و دسترسی به آب در مناطق دور افتاده و خشک کمک می‌کند. این روش نه‌فقط به افزایش تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی کمک می‌کند، بلکه با کاهش فشار بر منابع آبی و جلوگیری از آلودگی‌های مربوط به برداشت آب، به پایداری محیط‌زیست نیز می‌انجامد.

شکل ۱. استحصال آب باران برای کاربرد در الف) گلخانه و ب) دام‌پروری [۹]

۵-۱. تأثیر سامانه‌های استحصال آب باران بر بیلان آب و تعادل‌بخشی به سفره‌ها

چرخه آبی یا چرخه هیدرولوژیکی به فرایند پیوسته و پویای گردش آب در کره زمین شامل اتمسفر (هوا کره)، سطح و زیر زمین اطلاق می‌شود. در این فرایند، آب در حالت‌های مختلف جامد، مایع، و بخار محیط‌های مختلف را طی می کند. آب دریاها و خشکی‌ها تبخیر، بخار آب با بالا رفتن در هوا و تغییر شرایط متراکم و سپس به شکل بارش به زمین باز می‌شود. مؤلفه‌های چرخه آبی عبارت‌اند از: بارندگی، رواناب سطحی، تبخیر، تعرق، نفوذ و جریان‌های زیرزمینی. بیلان آب به تبادلات آبی در یک محدوده طی یک چرخه آبی و برمبنای اصل بقای ماده اطلاق می‌شود. برمبنای این اصل، حجم آب‌هایی که در بازه زمانی مشخصی وارد محدوده‌ای می‌شود، یا به مصرف می‌رسد یا ذخیره یا به شکل‌های مختلف از آن محدوده خارج می‌شود.

شکل ۲. مؤلفه‌های چرخه آبی [۲۳]

جدول ۳ بیلان عمومی کشور براساس دوره ۴۵ساله منتهی به سال آبی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ را نشان می‌دهد [۲۳]. بر این اساس، مجموع کل بارندگی و آب‌های سطحی و زیرزمینی ورودی و انتقالی به کشور حدود ۴۰۰/۸ میلیارد متر مکعب برآورد می‌شود. از مجموع فوق، حدود ۳۹۶/۳۶ میلیارد متر مکعب مربوط به حجم بارندگی است. حدود ۷۲/۳ درصد از حجم کل بارش‌ها (معادل ۲۸۶/۴ میلیارد متر مکعب)، به‌صورت تبخیر و تعرق واقعی از دسترس خارج می‌شود. اگرچه ارقام جدول، متوسط بلندمدت ۴۵ساله است و درنتیجه تغییر اقلیم و خشک‌سالی‌های پی‌درپی سال‌های اخیر می‌تواند تغییراتی داشته باشد، سیمای کلی از بیلان آب را نشان می‌دهد.

جدول ۳. بیلان حوضه‌های آبریز درجه یک طی دوره ۴۵ ساله [۲۳] (ارقام بر حسب میلیارد متر مکعب)

نام حوضه آبریز	ورودی					خروجی					
	بارندگی		جریان سطحی ورودی	جریان زیرزمینی ورودی	آب‌های انتقالی به حوضه	جمع	تبخیر و تعرق			جریان سطحی خروجی	جریان زیرزمینی خروجی	آب‌های انتقالی به خارج حوضه	جمع
	ارتفاعات	دشت					از بارندگی	از سطح آزاد آب	از سفره	مصرف خالص			
دریای مازندران	۵۹.۹۲۲	۱۷.۵۰۲	۰.۱۸۷	۰.۰۰۰	۱.۰۰۷	۷۸.۶۱۹	۵۴.۹۶۱	۰.۶۰۷	۰.۱۷۹	۹.۹۰۵	۱۲.۴۵۹	۰.۱۰۸	۷۸.۸۰۰
خلیج‌فارس و دریای عمان	۱۲۵.۱۰	۲۷.۱۳۶	۰.۰۰۰	۰.۱۴۱	۰.۰۲۹	۱۵۲.۴۱	۹۵.۳۱۱	۴.۰۶۰	۰.۷۵۸	۲۴.۷۸۳	۲۷.۲۶۷	۰.۳۳۶	۱۵۳.۲۶
دریاچه ارومیه	۱۴.۳۷۶	۴.۰۹۹	۰.۱۷۹	۰.۲۰۴	۰.۰۰۰	۱۸.۸۵۸	۱۳.۴۰۴	۲.۷۵۱	۰.۰۶۵	۳.۲۱۵	۰.۰۱۷	۰.۰۰۰	۱۹.۴۵۱
قلات مرکزی	۷۸.۳۱۸	۴۶.۰۹۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۱.۳۳۰	۱۲۵.۷۴	۱۰۲.۱۲	۳.۰۳۰	۰.۳۲۰	۲۴.۵۳۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۱۳۰.۰۱
مرزی شرق	۸.۴۷۰	۴.۳۸۳	۲.۳۲۹	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۱۵.۱۸۲	۱۱.۴۰۷	۰.۹۸۷	۰.۰۱۸	۱.۷۸۸	۱.۱۳۱	۰.۰۲۳	۱۵.۳۵۸
قره قوم	۸.۱۶۷	۲.۷۸۵	۰.۰۶۶	۰.۰۶۲	۰.۲۷۲	۱۱.۳۵۲	۹.۲۷۸	۰.۰۱۶	۰.۰۰۱	۲.۰۳۳	۰.۳۶۷	۰.۰۱۳	۱۱.۷۰۸
کل کشور	**۲۹۴.۳۶**	**۱۰۲.۰۰**	**۲.۷۶۰**	**۰.۴۰۷**	**۱.۳۰۷**	**۴۰۰.۸۳**	**۲۸۶.۴۸**	**۱۱.۴۵۰**	**۱.۳۴۱**	**۶۶.۲۶۱**	**۴۱.۲۴۱**	**۰.۴۸۱**	**۴۰۷.۲۵**

نام حوضه آبریز	تغییرات ذخیره	
	مخازن آب سطحی	مخازن آب زیرزمینی
دریای مازندران	۰.۰۰۰	۰.۱۸۰
خلیج‌فارس و دریای عمان	۰.۰۰۱	۰.۸۴۹
دریاچه ارومیه	۰.۵۴۸	۰.۰۴۶
فلات مرکزی	۰.۰۱۶	۴.۲۵۱
مرزی شرق	۰.۰۰۰	۰.۱۷۶
قره قوم	۰.۰۰۰	۰.۳۵۶
کل کشور	**۰.۵۶۵**	**۵.۸۵۸**

سامانه‌های استحصال آب باران به‌طور مستقیم بر مؤلفه‌های تبخیر، تبخیر و تعرق، جریان آب سطحی، ذخیره و تخلیه آب‌های زیرزمینی و به‌طور غیرمستقیم بر کل اجزای بیلان آب اثر گذارند. در صورت طراحی و مدیریت صحیح، این سامانه‌ها به تعادل‌بخشی سفره‌های آب زیرزمینی کمک می‌کنند. این سامانه‌ها علاوه‌بر کاهش وابستگی به منابع آب زیرزمینی، می‌توانند با تغذیه آبخوان‌ها، به پایداری منابع آب زیرزمینی کمک کنند [۲۴]. در این راستا سامانه‌های استحصال آب باران کارکردهای زیر را می‌توانند داشته باشند:

کاهش وابستگی به منابع آب زیرزمینی (در صورت تولید آب جدید): با جمع‌آوری و استفاده از آب باران، میزان برداشت آب از منابع زیرزمینی کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند فشار بر سفره‌های آب زیرزمینی را کاهش دهد و به تعادل‌بخشی به این منابع کمک کند. البته این امر در صورت تولید آب جدید (حذف تبخیر غیرمفید) یا آزاد شدن بخشی از آب تخصیص داده شده از منابع زیرزمینی امکان‌پذیر خواهد بود.

تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی: آب باران جمع‌آوری شده می‌تواند از طریق حوضچه‌های نفوذ، چاه‌های جذب یا سامانه‌های پخش سیلاب به داخل زمین نفوذ و به تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی کمک کند.

کاهش رواناب سطحی و سیلاب‌ها: استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران می‌تواند به کاهش حجم رواناب سطحی، کاهش خطر سیلاب‌ها، حفظ منابع آبی و کاهش فرسایش خاک کمک کند.

افزایش ذخیره‌سازی آب: سامانه‌های استحصال آب باران امکان ذخیره‌سازی آب را در مخازن فراهم می‌کنند. این آب می‌تواند در مواقع کمبود آب یا در دوره‌های خشک استفاده شود و به حفظ بیلان مثبت آب کمک کند.

بهبود کیفیت آب: جمع‌آوری آب باران می‌تواند به کاهش آلودگی آب‌های سطحی کمک کند. به‌ویژه در مناطقی از جنوب کشور، که عبور

آب باران از سازندهای شور موجب تنزل کیفیت آب می‌شود، سامانه‌های استحصال و مدیریت آب باران قبل از مواجهه با سازندهای شور بسیار حیاتی است.

مزایای مطرح شده در بالا، در صورتی قابل انتظار و دستیابی است که طرح‌های استحصال آب با اتخاذ نگرش سیستمی و حوضه‌ای و به‌صورت اصولی اجرا شوند. طرح‌های استحصال آب مانند هر راهکار فنی و مدیریتی دیگر، درصورتی که غیراصولی و با بخشی‌نگری اجرا شوند، ممکن است چالش‌ها و تبعات ناخواسته‌ای را در پی داشته باشند. به‌عنوان مثال، اگر یک طرح استحصال آب، بتواند آب بارانی را، که به‌صورت تبخیر و غیرمفید از چرخه بیلان خارج می‌شده است، ذخیره کند، موفق ارزیابی می‌شود. اما ازسوی دیگر، چنانچه یک طرح استحصال آب باران، بخشی از آب باران را، که قبلاً به‌صورت رواناب به پایین‌دست می‌رفته و به‌طور مفید مصرف می‌شده است (یا به تغذیه آبخوان کمک می‌کرده است)، در بالادست ذخیره کند، نمی‌توان به‌سادگی درباره میزان موفقیت طرح اظهارنظر کرد. در مثال آخر لازم است که اثرهای طرح در بالادست و پایین‌دست از نظر حجم و کیفیت آب ذخیره شده، تغییرات رواناب و تغذیه آبخوان، هزینه‌ها و منافع اقتصادی و حقوق ذی‌نفعان مورد بررسی دقیق قرار گیرد. درباره این موضوع در بخش چالش‌ها و تعارضات مربوط به بیلان منابع آب و حقابه‌های پایین‌دست، با جزئیات بیشتر بحث شده است.

۲. پیشینه

۲-۱. پیشینه مطالعات پژوهشی

مطالعه دقیق و جامع بر روش‌های مختلف استحصال، مکان‌یابی سامانه‌ها و ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی آنها ضروری است تا بتوان به پیاده‌سازی موفق طرح‌های استحصال آب باران در کشور دست یافت. در این بخش تعدادی از مطالعات مرتبط اشاره شده است.

یافته‌های معماریان و تاج‌بخش [۹] نشان داد که استحصال آب باران می‌تواند تولید زیست‌بوم، معیشت اقتصادی و رفاه جامعه را بهبود بخشد و هم‌افزایی بین مدیریت سرزمین و رفاه جامعه ایجاد کند. این روش در کشاورزی دیم، مدیریت حوزه آبخیز و تأمین آب مناطق شهری و روستایی مؤثر است. با سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت، سامانه‌های استحصال آب باران می‌توانند اعتمادپذیری در تأمین آب، تولیدات کشاورزی و پایداری خدمات زیست‌بوم را افزایش دهند. این روش در مناطق با نوسانات بالای بارش به‌عنوان راهکار سازگاری با تغییر اقلیم توصیه می‌شود.

یافته‌های عصاره و جهانگیری [۲۵] در امکان‌سنجی پتانسیل استحصال آب باران از سطوح عایق پشت‌بام‌ها در شرایط آب و هوایی اهواز نشان داد با استحصال آب باران از سطح پشت‌بام‌های شهر اهواز در ماه‌های مهر تا اردیبهشت به‌ترتیب با میانگین ۱۹/۵ درصد از نیاز آبی بخش خانگی (به‌جز آشامیدن و پخت‌وپز)، ۶۳/۰۵ درصد از نیاز آبی بخش عمومی، ۳۷/۸۵ درصد از نیاز آبی بخش تجاری و صنعتی و ۵/۸۱ درصد از نیاز آبی فضای سبز را می‌توان تأمین کرد.

مطالعه میررضایی و همکاران [۲۶] در امکان‌سنجی بازطراحی فضای سبز شهری در قالب منظرسازی خشک هوشمندانه با رویکرد استحصال آب باران نشان داد اجرای این طرح منجر به کاهش مصرف آب، استفاده بهینه از آب استحصال شده، سودآوری اقتصادی و حفظ منابع آب می‌شود. همچنین، با طراحی سامانه‌های تغذیه مصنوعی مناسب، بخش بیشتری از رواناب به سفره‌های آب زیرزمینی هدایت می‌شود.

نتایج مطالعه آبخیزی و همکاران [۲۷] در مکان‌یابی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران برای مصارف شرب و کشاورزی نشان داد که شمال و شمال غرب بیرجند با بافت شنی-سنگ‌ریزه، نفوذپذیری بالا، بارش متوسط و کاربری مسکونی، ظرفیت بالایی برای جمع‌آوری آب باران دارد.

یافته‌های پرندین و همکاران (۱۳۹۸) نیز نشان داد از مجموع ۱۰,۶۲۰,۰۰۰ متر مکعب نیاز آبی سالیانه فضاهای سبز شهری کرمانشاه حدود ۶,۲۰۰,۰۰۰ متر مکعب یا حدود ۵۸/۴ درصد آن از طریق استحصال آب باران از سطح بام‌های شهر تأمین‌شدنی است.

نتایج پژوهش عدالتیان و همکاران [۲۸] در بخش رضویه شهرستان مشهد نشان داد که در یک کاربری مسکونی روستایی با مساحت ۷۵

متر مربع، می‌توان سالیانه حدود ۳۲/۹۰ مترمکعب در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. این نتایج نشان می‌دهد که با طراحی سامانه‌های مناسب جمع‌آوری آب باران و ترویج استفاده از آن، امکان صرفه‌جویی چشمگیری در مصرف آب وجود دارد. یافته‌ها همچنین بیانگر علاقه‌مندی روستائیان به اجرای این طرح‌ها و درک اهمیت آنها برای مقابله با بحران کم‌آبی و کاهش وابستگی به سامانه‌های متمرکز آب‌رسانی است. روستائیان خواهان حمایت‌های مالی و فنی ازسوی نهادهای دولتی و خصوصی برای اجرای این طرح‌ها هستند. این پژوهش بر اهمیت آموزش عمومی و ایجاد روحیه مشارکت در میان روستائیان تأکید دارد و پیشنهاد می‌کند که با ارائه بسته‌های آموزشی، طرح‌های تشویقی، و حمایت مالی، فرهنگ بهره‌برداری بهینه از نزولات جوی اشاعه یابد.

در مطالعه نوری و زارع چاهوکی [۲۹] برای استفاده بهینه از آب باران، روش‌های جمع‌آوری سیلاب، سطوح آبگیر بزرگ، سطوح آبگیر کوچک و جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام‌ها ارزیابی شده است. لحاظ شرایط طبیعی و آب و هوایی منطقه و همچنین عوامل فنی، اقتصادی، سازمانی و اجتماعی به استفاده بهینه از باران و پایداری سامانه در مناطق شهری و غیرشهری کمک می‌کند.

۲-۲. سوابق تقنینی

استحصال آب در اسناد بالادستی و قوانین دائمی کشور، از جمله «قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران»؛ «سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴»؛ «سیاست‌های کلی نظام»؛ «قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور»؛ «قانون برنامه هفتم پیشرفت» و «قانون تشکیل وزارت جهادکشاورزی» مورد تأکید ویژه قرار گرفته است. در حوزه استحصال، ذخیره و استفاده از آب باران در بخش‌های منابع طبیعی، تغذیه مصنوعی، تقویت آبخوان‌ها و استفاده در کشاورزی و بهبود تولید در کشت دیم نیز مصوبات و قوانین خوبی وجود دارد که به برخی از آنها در جدول ۴ اشاره شده است. اگرچه سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری و همچنین وزارت جهاد کشاورزی، اقداماتی را در کشور انجام داده‌اند، همچنان ظرفیت‌های استفاده نشده زیادی وجود دارد.

در بند «۳» سیاست‌های کلی منابع آب، افزایش میزان استحصال آب و به حداقل رساندن ضایعات طبیعی و غیرطبیعی آب در کشور از هر طریق ممکن و در بند «۴» آن، ارتقای دانش و فنون و تقویت نقش مردم در استحصال و بهره‌برداری از آب تأکید شده است. در ماده (۲۷) قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی، مصوب ۲۳ تیرماه ۱۳۸۹، دولت مکلف شده است به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی کند که تا سال ۱۴۰۴ و با استفاده بهینه از منابع مندرج در فصل تأمین آب بودجه‌های سنواتی، حداقل پانزده درصد (۱۵٪) متوسط بلندمدت نزولات آسمانی سالیانه کشور؛ هفت و نیم درصد (۷/۵٪) از محل کنترل آب‌های سطحی و هفت و نیم درصد (۷/۵٪) با آبخیزداری و آبخوان‌داری را به حجم آب استحصالی کشور اضافه کند.

در ماده (۵) ضوابط ایجاد تعادل بین منابع و مصارف آب «قانون توزیع عادلانه آب»، مصوب ۲۰ مردادماه ۱۳۸۷ نیز افزایش تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی با مطالعه و اجرای عملیات آبخیزداری و آبخوان‌داری مطرح شده است.

قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور، با هدف بهبود کیفیت و مدیریت منابع آب شرب در مناطق شهری و روستایی، هماهنگی بهتر بین نهادهای دولتی و خصوصی، ارتقای کیفیت زندگی و بهبود شرایط بهداشتی و محیط زیستی در تاریخ ۱۳۹۴/۱۲/۲۴ در مجلس شورای اسلامی مصوب شده است. در ماده (۳) قانون مذکور مقرر شده است وزارت نیرو با همکاری وزارت راه و شهرسازی، در شهرها و روستاهای با میانگین بارش سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر و بالاتر، نسبت به ارائه تسهیلات به مشترکان برای احداث تأسیسات لازم جمع‌آوری آب باران و استفاده مجدد از آن با رعایت استانداردهای مربوط اقدام کند. در آیین‌نامه اجرایی ماده مذکور، برای سازمان ملی استاندارد ایران، سازمان برنامه و بودجه کشور، وزارت راه و شهرسازی، شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی تکالیفی تعیین شده است. البته درج مبنای بارش سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر در ماده (۳) قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور نیز چندان صحیح و جامع به نظر نمی‌رسد. این گزارش نیز در بخش بررسی تجارب جهانی نشان داده است که در اقلیم‌های خشک در کشورهای مورد بررسی نیز به موضوع استحصال آب باران توجه می‌شود و می‌تواند نتایج ارزشمندی داشته باشد. کمااینکه در مناطق کویری در طول تاریخ ایران نیز آب‌انبارهای

مهمی برای جمع‌آوری آب باران احداث شده است و در این مناطق، آب باران از ارزش حیاتی بالاتری برخوردار است.
در آیین‌نامه اجرایی مواد (۲) و (۳) قانون فوق که در تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۱ تصویب شده است، تأسیسات جمع‌آوری آب باران تعریف شده‌اند. سازمان صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی و وزارت آموزش‌وپرورش مکلف شده‌اند با همکاری وزارت نیرو در ترویج نحوه مصرف بهینه آب اقدامات لازم را به عمل آورند. در ماده (۴)، سازمان ملی استاندارد ایران مکلف شده است با همکاری وزارتخانه‌های نیرو و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ظرف مدت سه ماه از تاریخ ابلاغ آیین‌نامه، استانداردهای ملی تأسیسات جمع‌آوری آب باران را متناسب با شرایط کم‌آبی کشور تدوین و برای طی مراحل اجباری شدن به شورای عالی استاندارد ارائه کند. کلیه تولیدکنندگان و واردکنندگان تجهیزات و تأسیسات جمع‌آوری آب باران نیز مکلف شده‌اند با رعایت قوانین و مقررات و برمبنای استانداردهای ملی مربوط، نسبت به تهیه و نصب برچسب آب روی کالا و بسته‌بندی آن اقدام کنند.
در ماده (۵) این آیین‌نامه، سازمان برنامه و بودجه کشور مکلف شده است به‌منظور تأمین منابع مورد نیاز برای خرید و نصب تجهیزات و تأسیسات جمع‌آوری آب باران در تمامی مراکزی که برابر قانون، از پرداخت آب‌بها معاف‌اند، اعتبار لازم را با هماهنگی وزارت نیرو، در قالب طرح ملی مدیریت مصرف آب شهری (تملک دارایی‌های سرمایه‌ای) پیش‌بینی و در بودجه سالیانه طرح‌های عمرانی تأمین کند. در ماده (۶)، وزارت راه و شهرسازی مکلف شده است ظرف مدت ۶ ماه از تاریخ ابلاغ آیین‌نامه، نسبت به اصلاح مبحث (۱۶) مقررات ملی ساختمان در زمینه طراحی و اجرای تأسیسات بازچرخانی آب، جمع‌آوری آب باران و دفع بهداشتی فاضلاب و استفاده از تجهیزات کاهنده مصرف و الزامات مدیریت بهینه مصرف آب در تمامی ساختمان‌ها اقدام و شرایط لازم را برای کنترل و تأیید طراحی و اجرای آن فراهم کند.
در ماده (۷)، شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی مکلف شده‌اند، پس از دریافت تأییدیه سازمان نظام مهندسی ساختمان در شهرها و بنیاد مسکن انقلاب اسلامی در مناطق روستایی، مبنی‌بر نصب تأسیسات بازچرخانی آب و جمع‌آوری آب باران در ساختمان‌های جدیدالاحداث، نسبت به اعمال تخفیف در حق انشعاب آب، به میزانی که به پیشنهاد وزارت نیرو به تصویب هیئت‌وزیران می‌رسد، اقدام کنند.

جدول ۴. برخی از مصوبات و قوانین مرتبط با جمع‌آوری و استحصال آب باران

ردیف	عنوان مصوبه	شرح احکام مرتبط با جمع‌آوری آب باران
۱	سیاست‌های کلی منابع آب، ۱۳۷۹	ماده (۳): افزایش میزان استحصال آب و به حداقل رساندن ضایعات طبیعی و غیرطبیعی آب در کشور از هر طریق ممکن. ماده (۴): تدوین برنامه جامع به‌منظور رعایت تناسب در اجرای طرح‌های سد و آبخیزداری و آبخوان‌داری و شبکه‌های آبیاری و تجهیز و تسطیح اراضی و حفظ کیفیت آب و مقابله با خشکسالی و پیشگیری از سیلاب و بازچرخانی و استفاده از آب‌های غیرمتعارف و ارتقای دانش و فنون و تقویت نقش مردم در استحصال و بهره‌برداری.
۲	قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی، مصوب ۲۳ تیرماه ۱۳۸۹	ماده (۲۷): دولت مکلف است به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی نماید که تا سال ۱۴۰۴ و با استفادهٔ بهینه از منابع مندرج در فصل تأمین آب بودجه‌های سنواتی، حداقل پانزده درصد (۱۵٪) متوسط بلندمدت نزولات آسمانی سالانهٔ کشور، هفت و نیم درصد (۷/۵٪) از محل کنترل آب‌های سطحی و هفت و نیم درصد (۷/۵٪) از طریق آبخیزداری و آبخوان‌داری، به حجم آب استحصالی کشور اضافه گردد و صد درصد (۱۰۰٪) ترازنامه (بیلان) منفی آب‌های زیرزمینی دشت‌های کشور (با اولویت دشت‌های ممنوعه آبی) جبران گردد.

ردیف	عنوان مصوبه	شرح احکام مرتبط با جمع‌آوری آب باران
۳	قانون توزیع عادلانه آب، مصوب ۱۶ تیرماه ۱۳۶۱	ماده (۱۸): وظیفه کنترل سیلاب و حفاظت از منابع آب به وزارت نیرو و سازمان‌های تابعه محول شده است. این نهادها موظف به اجرای طرح‌های مدیریت سیلاب و بهره‌برداری بهینه از منابع آب هستند. ماده (۱۹): بر اجرای طرح‌های آبخیزداری و استفاده از نزولات جوی برای تقویت منابع آب زیرزمینی تأکید شده است.
٤	قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست، مصوب ۲۸ خردادماه ۱۳۵۳	ماده (۱): **حفاظت و بهبود و بهسازی محیط‌زیست و پیشگیری و ممانعت از هر نوع آلودگی و هر اقدام مخربی** که موجب برهم خوردن تعادل و تناسب محیط زیست می‌شود، همچنین کلیه امور مربوط به جانوران وحشی و آبزیان آب‌های داخلی از **وظایف سازمان حفاظت محیط زیست** است. ماده (۱۲): بر استفاده از آب باران و جلوگیری از فرسایش خاک تأکید دارد.
٥	قانون تجدید تشکیلات و تعیین وظایف سازمانهای وزارت کشاورزی و منابع طبیعی و انحلال وزارت منابع طبیعی مصوب ۱۲ بهمن‌ماه ۱۳۵۰	بند «۲۸» ماده (۱۷): وزارت کشاورزی و منابع طبیعی سابق (وزارت جهاد کشاورزی فعلی) مسئولیت اجرای طرح‌های آبخیزداری، حفاظت خاک و کنترل سیلاب‌ها را برعهده دارد. این وزارتخانه مکلف به برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های مربوط به بهره‌برداری از منابع آب، شامل استحصال نزولات جوّی بوده است.
٦	قانون مدیریت بحران کشور، مصوب ۷ آبان‌ماه ۱۳۹۸	ماده (۴): به‌طور مستقیم به مدیریت حوادث طبیعی از جمله سیلاب‌ها پرداخته و وزارت نیرو و سازمان مدیریت بحران را **موظف به اجرای طرح‌های پیشگیری و کاهش خسارات ناشی از سیلاب می‌کند.** ماده (۷): بر همکاری نهادها در اجرای طرح‌های پیشگیرانه و بازسازی مناطق آسیب‌دیده تأکید کرده است.
۷	ضوابط ایجاد تعادل بین منابع و مصارف آب، مصوب ۲۰ مردادماه ۱۳۸۷	ماده (۱)–بند «هـ»: طرح آبخوان‌داری: سند مدوّنی برای نوع خاصی از اقدامات اجرایی آبخیزداری که با هدف حفاظت آب و کنترل و پخش سیلاب در مخروط افکنه‌های کوهپایه‌ای و دشت‌های آبرفتی تهیه و به اجرا درمی‌آید. ماده (۵): وزارت جهاد کشاورزی موظف است، برای هرکدام از دشت‌های موضوع ماده (۳) با توجه به شرح وظایف و براساس ملاحظات اجتماعی – اقتصادی و زیست‌محیطی راهکارهای تعادل‌بخشی را به شرح ذیل ارائه و اجرا نماید: الف) **افزایش تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی با مطالعه و اجرای عملیات آبخیزداری و آبخوان‌داری**
۸	قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور، مصوب ۲٤ اسفند ماه ۱۳۹٤	ماده (۳): وزارت نیرو می‌تواند با همکاری وزارت راه و شهرسازی در شهرها و روستاهای با میانگین بارش سالانه دویست و پنجاه (۲۵۰) میلی‌متر و بالاتر، نسبت به ارائه تسهیلات به مشترکان جهت احداث تأسیسات لازم **به‌منظور جمع‌آوری آب باران و استفاده مجدد از آن با رعایت استانداردهای مربوط اقدام نماید.** آیین‌نامه اجرایی این بند، ظرف مدت دو ماه پس از ابلاغ این قانون به پیشنهاد وزارتخانه‌های نیرو و راه و شهرسازی تهیه و به تصویب هیئت‌وزیران می‌رسد.

ردیف	عنوان مصوبه	شرح احکام مرتبط با جمع‌آوری آب باران
۹	آیین‌نامه اجرایی مواد (۲) و (۳) قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور، مصوب ۱۱ اسفند ماه ۱۳۹۵	بند «خ» ماده (۱): تعریف تأسیسات جمع‌آوری آب باران: تجهیزات جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و بهره‌برداری از آب باران که از پشت‌بام یا محوطه ساختمان یا بخشی از معابر عمومی سرازیر می‌شود.
		ماده (۴): سازمان ملی استاندارد ایران مکلف است با همکاری وزارتخانه‌های نیرو و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، استانداردهای ملی تجهیزات و ماشین‌آلات آب‌بر و آب‌پخش شامل استاندارد برچسب آب، استانداردهای فنی و تأسیسات جمع‌آوری آب باران و بازچرخانی آب را متناسب با شرایط کم‌آبی کشوری در راستای مدیریت مصرف بهینه آب، ظرف سه ماه از تاریخ ابلاغ این آیین‌نامه، تدوین و جهت طی مراحل اجباری شدن به شورای عالی استاندارد ارائه نمایند. تبصره «۱»: کلیه تولیدکنندگان و واردکنندگان تجهیزات آب‌بر و آب‌پخش و تجهیزات مرتبط با تأسیسات جمع‌آوری آب باران و بازچرخانی آب مکلف‌اند، با رعایت قوانین و مقررات و برمبنای استانداردهای ملی مربوط، نسبت به تهیه و نصب برچسب آب روی کالا و بسته‌بندی آن اقدام نمایند. واردات، توزیع و فروش تجهیزات آب‌بر و آب‌پخش پرمصرف مغایر با الزامات برچسب آب ممنوع است.
		ماده (۵): سازمان برنامه و بودجه کشور مکلف است، به‌منظور تأمین منابع مورد نیاز جهت خرید و نصب تجهیزات کاهنده مصرف آب، بازچرخانی آب و تأسیسات جمع‌آوری آب باران در تمامی مراکزی که برابر قانون معاف از پرداخت آب‌بها می‌باشند، اعتبار لازم را با هماهنگی وزارت نیرو در قالب طرح ملی مدیریت مصرف آب شهری (تملک دارایی‌های سرمایه‌ای) پیش‌بینی و در بودجه سالانه طرح‌های عمرانی تأمین نماید.
		ماده (۶): وزارت راه و شهرسازی مکلف است، ظرف شش ماه از تاریخ ابلاغ این آیین‌نامه، نسبت به اصلاح مبحث (۱۶) مقررات ملی ساختمان در زمینه طراحی و اجرای تأسیسات بازچرخانی آب، جمع‌آوری آب باران و دفع بهداشتی فاضلاب در ساختمان‌های موضوع بند «ث» ماده (۲) قانون و استفاده از تجهیزات کاهنده مصرف و الزامات مدیریت بهینه مصرف آب در تمامی ساختمان‌ها، اقدام و شرایط لازم را جهت کنترل و تأیید طراحی و اجرای آن فراهم نماید.
		ماده (۷): شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی مکلف‌اند، پس از دریافت تأییدیه سازمان نظام مهندسی ساختمان در شهرها و بنیاد مسکن انقلاب اسلامی در مناطق روستایی مبنی‌بر نصب تأسیسات بازچرخانی آب و جمع‌آوری آب باران در ساختمان‌های جدیدالاحداث، موضوع بند «ث» ماده (۲) قانون، نسبت به اعمال تخفیف در حق انشعاب آب به میزانی که به پیشنهاد وزارت نیرو به تصویب هیئت‌وزیران می‌رسد، اقدام نمایند. تبصره «۱»: در صورت نصب تأسیسات بازچرخانی آب و جمع‌آوری آب باران در ساختمان‌های یادشده، شرکت‌های آب و فاضلاب شهری مکلف‌اند پس از تأیید نصب تجهیزات مذکور و کنترل مستمر آن، نسبت به تخفیف بیست درصدی کارمزد دفع فاضلاب اقدام نمایند. تبصره «۲»: درصورتی‌که در کنترل‌های دوره‌ای مشخص گردد، تأسیسات بازچرخانی آب یا جمع‌آوری آب باران، کارکرد استاندارد را نداشته یا اینکه از مدار بهره‌برداری خارج شده‌اند، تخفیف مذکور برای این‌گونه املاک تا زمان اصلاح، قطع می‌گردد.

بررسی اسناد و سیاست‌های بالادستی و قوانین مربوطه نشان می‌دهد که حوزه‌های مختلف مرتبط با استحصال آب باران و مدیریت منابع آب به‌خوبی مورد توجه قانونگذار قرار گرفته‌اند:

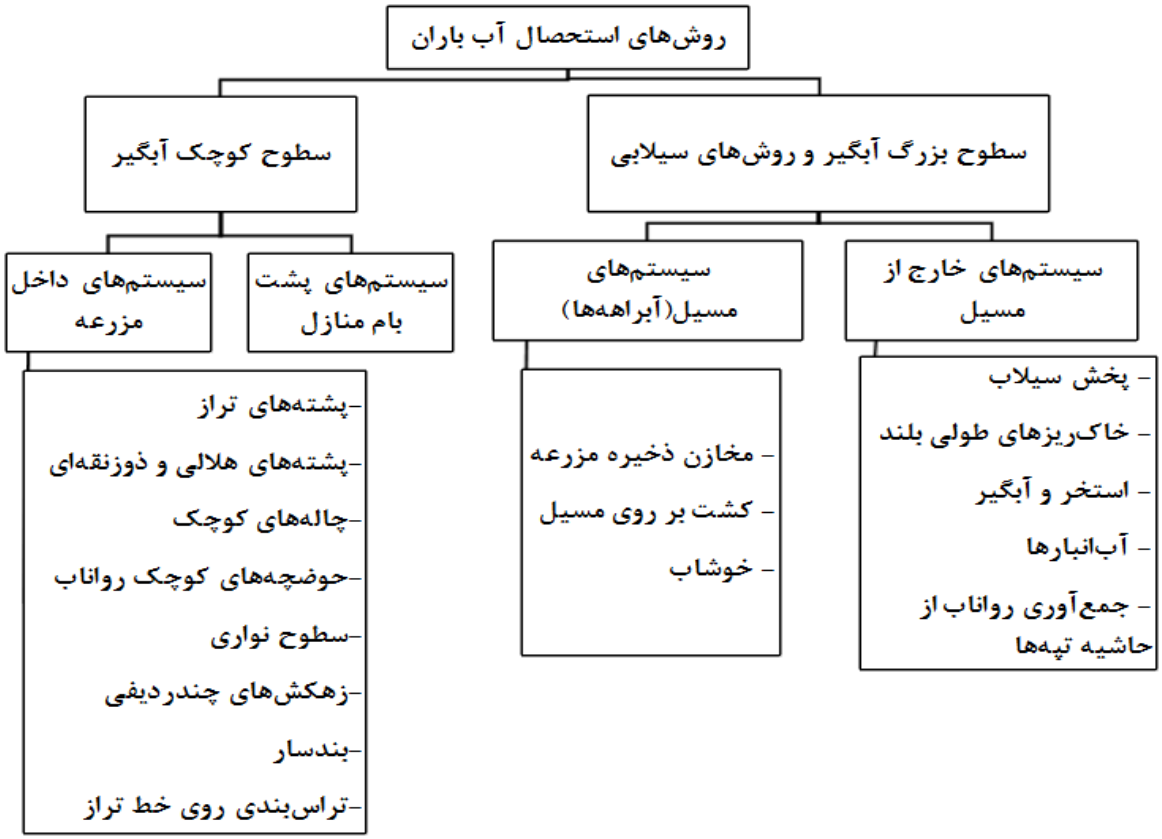
نخست، مدیریت منابع آب و استحصال که به هدف افزایش میزان استحصال آب، کاهش ضایعات و استفاده بهینه از منابع آبی متمرکز است. این حوزه شامل برنامه‌ریزی جامع برای پروژه‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری، مقابله با مشکلاتی نظیر خشک‌سالی و سیلاب، و استفاده از آب‌های غیرمتعارف می‌شود. حوزه دیگری که به آن توجه شده، بهره‌وری از منابع آب است که به افزایش بهره‌وری و کنترل آب‌های سطحی و زیرزمینی معطوف است. این امر شامل جبران ترازنامه منفی آب‌های زیرزمینی و بهبود استفاده از بارش‌ها ست. این حوزه به اجرای طرح‌های مدیریت سیلاب و استفاده از نزولات جوّی برای تقویت منابع آب زیرزمینی پرداخته است و مسئولیت‌های اجرایی را در این زمینه مشخص می‌کند.

حفاظت از محیط زیست و پیشگیری از آلودگی، به مدیریت منابع آب و جلوگیری از آلودگی آنها مربوط می‌شود. این بخش از قوانین شامل استفاده از آب باران، قبل از ورود به فاضلاب آلوده و به‌عنوان منبعی برای حفظ محیط زیست و جلوگیری از فرسایش خاک است. در حوزه اجرای طرح‌های آبخیزداری و کنترل سیلاب‌ها، مسئولیت‌ها به نهادهای خاص محول می‌شود و شامل برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های مرتبط با حفاظت خاک و استحصال نزولات جوّی است. مدیریت بحران و پیشگیری از خسارات سیلاب نیز به کنترل حوادث طبیعی و کاهش خسارات ناشی از سیلاب‌ها می‌پردازد و بر همکاری نهادها در این زمینه تأکید دارد. همچنین، تعادل بین منابع و مصارف آب و استانداردسازی تأسیسات جمع‌آوری آب باران، به اجرای طرح‌های آبخوان‌داری و تعریف استانداردهای ملی برای تأسیسات مربوط به جمع‌آوری و استفاده مجدد از آب باران مرتبط می‌شود. این حوزه به تأمین منابع مالی و نظارت بر کیفیت و عملکرد تأسیسات نیز پرداخته است. این قوانین و مصوبات به‌طور کلی به بهبود مدیریت منابع آب، بهره‌برداری بهینه از آب باران و پیشگیری از مشکلات مرتبط با آب توجه دارند و به ایجاد تعادل و بهره‌وری بهینه از منابع آبی کمک می‌کنند.

۳. انواع سامانه‌های استحصال آب باران

استفاده از آب باران به‌عنوان سنتی کهن در اغلب مناطق خشک دنیا معمول بوده است و فنون متفاوتی نیز در این راستا به وجود آمده‌اند. طبقه‌بندی سامانه‌های استحصال آب با مبانی گوناگون و معمولاً براساس نحوه استفاده یا ذخیره‌سازی آب انجام می‌شود. یکی از رایج‌ترین معیارهای طبقه‌بندی، که هم‌اکنون نیز کاربرد دارد، اندازه و وسعت سطح آبگیر است (شکل ۳).

شکل ۳. انواع روش‌های استحصال آب باران [۵]



۴. تجارب بین‌المللی در زمینه استحصال آب باران

بررسی تجربیات موفق و چالش‌های موجود در پیاده‌سازی سامانه‌های استحصال آب باران در کشورهای مختلف می‌تواند در اصلاح سیاست‌های مدیریت آب باران در کشور کمک کند. در ادامه به چند نمونه از این تجارب اشاره شده است:

- **کشورهای آفریقایی:** در مناطق خشک و نیمه‌خشک آفریقا، جمع‌آوری آب باران به‌عنوان راهکار اصلی برای مقابله با کمبود آب و ارتقای کشاورزی پایدار مورد توجه است. پروژه‌های محلی و ملی در کشورهای مختلف آفریقایی، تأثیر بسزایی در بهبود معیشت جوامع محلی و تسکین بحران آب داشته است. به‌طور خاص، پروژه‌های مدیریت منابع آب در کنیا و اتیوپی با استفاده از فنون سنتی و نوین در سطح وسیع اجرا شده است. این پروژه‌ها دسترسی به آب شرب را بهبود بخشیده و موجب تقویت کشاورزی و افزایش تولیدات محلی نیز شده‌اند (گزارش ضمیمه ملاحظه شود).
- **هند:** این کشور به‌دلیل شرایط اقلیمی متنوع و کمبود آب، سامانه‌های استحصال آب باران را به‌عنوان سیاست ملی در نظر گرفته است. بسیاری از ایالت‌های هند قوانین و مقرراتی را برای اجباری‌سازی استحصال آب باران در ساختمان‌های مسکونی و تجاری جدید وضع کرده‌اند. به‌علاوه، دولت با برنامه‌های آگاهی‌رسانی و ارائه تسهیلات مالی، مردم را در اجرای این سامانه‌ها تشویق می‌کند. این سیاست‌ها در شهرهای

دهلی، بنگلور و چنای به موفقیت در مقابله با کم‌آبی و کاهش وابستگی به منابع زیرزمینی منجر شده است.

■ **چین:** در این کشور، سامانه‌های استحصال آب باران هم در مناطق روستایی و هم شهری توسعه یافته‌اند. دولت چین با ارائه مشوق‌های مالی و فنی، کشاورزان و صنایع را به استفاده از این فناوری‌ها ترغیب کرده است. در مناطق روستایی، سامانه‌های ساده و ارزان‌قیمت برای جمع‌آوری و ذخیره آب باران در مقیاس کوچک معرفی شده‌اند. به‌ویژه در مناطقی که به‌دلیل کوهستانی بودن، دسترسی به منابع آب سطحی دشوار است، این روش‌ها به بهبود امنیت غذایی و کاهش فقر کمک کرده است. پروژه‌های پایلوت در استان‌های گانسو و شاآنشی نمونه‌هایی موفق از این تلاش‌ها محسوب می‌شوند [۳۰].

■ **آمریکا:** در آمریکا، قوانین و سیاست‌های مرتبط با استحصال آب باران از ایالتی به ایالت دیگر متفاوت است. برخی ایالت‌ها مانند تگزاس و کلرادو مشوق‌های مالی و قوانین ویژه‌ای را برای ترویج استحصال آب باران تصویب کرده‌اند. در شهرهایی مانند لاس‌وگاس و فینیکس، سامانه‌های استحصال آب باران به‌دلیل کمبود منابع آب و افزایش جمعیت به‌شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این مناطق، این سامانه‌ها به‌عنوان بخشی از راهکارهای مدیریت پایدار آب شهری و همچنین کاهش هزینه‌های تصفیه و انتقال آب استفاده می‌شوند. پروژه‌های انجام شده در این ایالت‌ها نشان می‌دهند که با تلفیق سیاست‌های حکومتی و مشارکت بخش خصوصی، می‌توان استحصال آب باران را به‌عنوان راه‌حلی عملی و مقرون‌به‌صرفه برای تأمین آب معرفی کرد [۳۱].

■ **استرالیا:** این کشور یکی از پیش‌روترین کشورها در زمینه مدیریت منابع آب و استحصال آب باران استرالیا است. استرالیا به‌دلیل تجربه خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت، به‌سرعت به‌سمت پیاده‌سازی سامانه‌های گسترده استحصال آب باران حرکت کرده است. قوانین ملی و ایالتی در استرالیا، استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران را در ساختمان‌های جدید و حتی برخی ساختمان‌های قدیمی الزامی کرده‌اند. در شهرهایی مانند ملبورن و سیدنی، استحصال آب باران به بخش جدایی‌ناپذیری از زیرساخت‌های آبی شهری تبدیل شده است. همچنین، برنامه‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی گسترده‌ای در سراسر کشور اجرا شده است که مردم را به استفاده از این فناوری‌ها تشویق می‌کند [۳۲].

■ **کشورهای اروپایی:** در اروپا، استحصال آب باران به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان فناوری سبز در مدیریت منابع آب و کاهش آثار تغییرات اقلیمی پذیرفته شده است. کشورهای آلمان، بریتانیا و هلند از پیش‌روان در این زمینه محسوب می‌شوند. در آلمان، سامانه‌های جمع‌آوری آب باران به‌طور گسترده در مناطق شهری و روستایی نصب شده و به‌دلیل حمایت‌های مالی و قوانین ناظر بر محیط‌زیستی، این روش به راه‌حلی رایج برای تأمین آب تبدیل شده است. در بریتانیا نیز سیاست‌های ترویجی و مقررات ساخت‌وساز، اجرای سامانه‌های استحصال آب باران را تسهیل کرده‌اند. به‌علاوه، کشورهای اروپایی بر ترکیب این فناوری با دیگر راهکارهای سبز مانند بام‌های سبز و پوشش‌های نفوذپذیر تأکید دارند که باعث افزایش کارایی و کاهش فشار بر شبکه‌های آب شهری می‌شود.

با توجه به تجارب بررسی شده، برای غلبه بر این موانع و بهره‌برداری بهینه از استحصال آب باران، رویکردهای متعددی پیشنهاد شده است. یکی از این راهکارها، ارائه یارانه‌های دولتی و مشوق‌های مالیاتی برای کاهش هزینه‌های اولیه نصب سامانه‌هاست. همچنین، آموزش‌های عمومی و افزایش آگاهی جامعه در خصوص اهمیت و مزایای استحصال آب باران می‌تواند پذیرش این رویکردها را افزایش دهد. در کنار این موارد، توسعه استانداردها و مقررات یکپارچه برای طراحی، نصب و بهره‌برداری از سامانه‌های استحصال آب باران، کمک شایانی به بهبود کیفیت و کارایی این سامانه‌ها خواهد کرد. در سطح شهری، استفاده از فناوری‌های نوین و تلفیق سامانه‌های استحصال آب باران با دیگر راهکارهای مدیریت پایدار آب، مانند شبکه‌های هوشمند و سامانه‌های پیش‌بینی اقلیمی، پتانسیل‌های بالایی برای بهبود کارایی ایجاد می‌کند. در کشورهای درحال‌توسعه، ترکیب فناوری‌های ساده و مقرون‌به‌صرفه با روش‌های بومی، رویکرد مؤثری برای این مناطق است. در این کشورها، تمرکز بر ابزارهای کم‌هزینه و افزایش مشارکت مردمی می‌تواند به نتایج مثبت و پایداری منجر شود.

با توجه به تجارب جهانی، استحصال آب باران به‌عنوان یکی از رویکردهای اصلی در مدیریت منابع آب مطرح می‌شود و تجربیات بین‌المللی

موفقیت‌آمیز آن نشان می‌دهد که این روش می‌تواند در مقابله با تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی‌های مستمر نقش مؤثری ایفا کند. بااین‌حال، برای دستیابی به موفقیت در این زمینه، توجه به بومی‌سازی این سامانه‌ها، ارائه آموزش‌های مناسب و همچنین توسعه زیرساخت‌های پشتیبانی ضروری است. در کنار این موارد، هم‌گرایی سیاست‌های ملی و محلی با نیازهای محیطی و اجتماعی هر منطقه، کلید موفقیت پایدار در بهره‌برداری از این سامانه‌هاست. شرایط اقلیمی هر کشور تأثیر زیادی بر استراتژی‌های استحصال آب باران دارد. مناطق مختلف ایران، با توجه به تنوع اقلیمی و مشکلات خاص خود، نیاز به سامانه‌های استحصال آب باران مناسب با شرایط ویژه خود دارد. استفاده از تجربیات کشورهای دارای اقلیم مشابه با هر منطقه از کشور می‌تواند به بهبود راهکارها و تکنیک‌های استحصال آب باران کمک کند. **تجارب بین‌المللی و مقایسه ویژگی‌های اقلیمی ایران و کشورهای منتخب و جزئیات بیشتر مطالب فنی در پیوست این گزارش ارائه شده است.** در گزارش پیوست، تشابه اقلیمی کشورهای منتخب با استان‌ها و مناطق مختلف کشور نیز مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به بررسی‌ها، چند پیشنهاد برای بهره‌مندی از تجربیات جهانی در بهبود سامانه‌های استحصال آب باران در ایران ارائه می‌شود:

توسعه فنون پیشرفته در مناطق پربارش: استفاده از فنون موفق در مالزی و برخی مناطق چین.

بهره‌برداری از سامانه‌های جمع‌آوری آب باران کوچک مقیاس و ساده برای مناطق با بارش‌های کم و پراکنده: استفاده از تجربه‌های مؤسسات بین‌المللی در کشورهای آفریقایی و اردن.

استفاده از آب باران برای تأمین نیاز فضای سبز و محدوده‌های شهری و روستایی: استفاده از تجربیات آمریکا و آلمان.

پیش‌بینی و مدیریت سیلاب با سامانه‌های پایش و پیش‌بینی دقیق: استفاده از تجربیات آلمان و استرالیا.

آموزش و توانمندسازی محلی: ارتقای آگاهی و توانمندسازی جوامع محلی برای استفاده و نگهداری از سامانه‌های استحصال آب باران، مشابه برنامه‌های موفق در هند.

۵. چالش‌های مربوط به طرح‌های استحصال آب باران در کشور

۵-۱. چالش‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی و الگوی بارش

طراحی سامانه‌های استحصال آب باران به‌طور مستقیم با شرایط اقلیمی و الگوی بارش هر منطقه در ارتباط است. الگوی بارش بر میزان آب قابل استحصال، اقتصادی بودن استحصال آب باران و جوانب مرتبط با طرح‌های استحصال آب باران اثرگذار است. الگوی بارش بر انتخاب نوع سامانه استحصال آب باران و ظرفیت آنها اثرگذار است و به همین دلیل در دانش بومی استحصال آب باران نیز در مناطق مختلف با الگوهای بارش متفاوت، روش‌های مختلفی ابداع و به کار گرفته شده است. در سال‌های اخیر، تغییر اقلیم نیز ماهیت نامنظم الگوی بارش در مناطق خشک و نیمه‌خشک را بیش‌از پیش تشدید کرده است. علاوه‌بر تغییر زمان و مقدار بارش، تعداد رخدادهای بارش و نوع بارش (باران/برف) نیز تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشته است. بر این اساس، چالش مهم در طرح‌های استحصال آب باران موجود و در دست برنامه‌ریزی، تطبیق با تغییرات اقلیم و الگوی بارش نامنظم است. بی‌توجهی به این موضوع می‌تواند کارایی فنی و اقتصادی طرح استحصال آب را تحت تأثیر قرار دهد.

۲-۵. چالش‌های فنی

طراحی سامانه‌های استحصال آب باران به‌طور مستقیم با شرایط اقلیمی و الگوی بارش هر منطقه در ارتباط است. الگوی بارش بر میزان آب قابل استحصال، اقتصادی بودن استحصال آب باران و جوانب مرتبط با طرح‌های استحصال آب باران اثرگذار است. الگوی بارش بر انتخاب نوع سامانه استحصال آب باران و ظرفیت آنها اثرگذار است و به همین دلیل در دانش بومی استحصال آب باران نیز در مناطق مختلف با الگوهای بارش متفاوت، روش‌های مختلفی ابداع و به کار گرفته شده است. در سال‌های اخیر، تغییر اقلیم نیز ماهیت نامنظم الگوی بارش در مناطق خشک و نیمه‌خشک را بیش از پیش تشدید کرده است. علاوه‌بر تغییر زمان و مقدار بارش، تعداد رخدادهای بارش و نوع بارش (باران/برف) نیز تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشته است. بر این اساس، چالش مهم در طرح‌های استحصال آب باران موجود و در دست برنامه‌ریزی، تطبیق با تغییرات اقلیم و الگوی بارش نامنظم است. بی‌توجهی به این موضوع می‌تواند کارایی فنی و اقتصادی طرح استحصال آب را تحت تأثیر قرار دهد.

بی‌توجهی به شرایط محیطی مانند توپوگرافی، نوع خاک و میزان بارندگی می‌تواند کارایی این سامانه‌ها را به‌شدت کاهش دهد و چالش‌های متعددی را ایجاد کند [۳۳].

- **تطابق نداشتن سامانه‌های جمع‌آوری آب با شرایط توپوگرافی و شیب زمین:** در برخی مناطق، شیب و توپوگرافی زمین به‌گونه‌ای است که جمع‌آوری آب باران و هدایت آن به مخازن یا سامانه‌های ذخیره‌سازی مشکل است. به‌عنوان مثال، در مناطقی با شیب تند، رواناب باران به‌سرعت از سطح زمین عبور می‌کند و نمی‌توان به‌طور مؤثری آن را جمع‌آوری کرد. همچنین در زمین‌های خیلی صاف، آب ممکن است به‌خوبی جمع نشود و تبخیر یا نفوذ سریع‌تر انجام گیرد. طراحی سامانه‌های جمع‌آوری باید با توجه به این خصوصیات زمین انجام شود؛ در غیر این صورت سامانه‌ها ناکارآمد خواهند بود.
- **مسائل مربوط به نوع خاک و توانایی آن در جذب و نگهداری آب:** نوع خاک به‌شدت بر توانایی سامانه‌های استحصال آب باران برای ذخیره آب تأثیر می‌گذارد. برخی از انواع خاک‌ها مانند خاک‌های شنی، آب را به سرعت از خود عبور می‌دهند و برای جمع‌آوری و نگهداری آب مناسب نیستند. در مقابل، خاک‌های رُسی که قابلیت نگهداری آب بالایی دارند، ممکن است سرعت نفوذ آب در آنها کم باشد که این مسئله می‌تواند به ماندگاری زیاد آب روی سطح و ایجاد سیلاب منجر شود. طراحی و انتخاب محل مناسب برای جمع‌آوری آب باران باید با دقت به نوع خاک انجام گیرد.
- **پیچیدگی‌های فنی در طراحی سامانه‌های پایدار و اقتصادی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک:** در مناطق خشک و نیمه‌خشک، طراحی سامانه‌های استحصال آب باران باید با هزینه‌های اقتصادی مناسب و درعین‌حال پایداری بلندمدت صورت گیرد. در این مناطق، بارندگی محدود است و سامانه‌ها باید توانایی بهره‌برداری حداکثری از کمترین مقدار آب را داشته باشند. این موضوع نیاز به فناوری‌های پیشرفته‌تر و طراحی‌های خاص دارد که می‌توانند آب را به‌طور مؤثر ذخیره کنند و تبخیر آن را کاهش دهند. درعین‌حال، هزینه‌های احداث، نگهداری و بهره‌برداری از سامانه‌ها نیز باید به‌گونه‌ای باشد که بتواند برای جوامع محلی مقرون‌به‌صرفه باشد.

۳-۵. چالش‌ها و تعارضات مربوط به حقابه‌های پایین‌دست

طرح‌های استحصال آب باران می‌توانند در توزیع طبیعی و جریان آب در یک حوضه آبریز تأثیر بگذارند و باعث تغییراتی در جریان آب به مناطق پایین‌دست شوند. این تغییرات می‌توانند مسائل و تعارضاتی را برای جوامع پایین‌دست، که به جریان‌های طبیعی آب وابسته‌اند، به وجود آورند [۳۵،۳۴،۱۸].

طرح‌های استحصال آب باران در صورت نبود برنامه‌ریزی نظام‌مند، ممکن است با جمع‌آوری آب سطحی در حوضه‌های بالادست، بر میزان

نفوذ طبیعی آب به سفره‌های زیرزمینی پایین‌دست اثرگذار باشند. سفره‌های آب زیرزمینی به مرور زمان با آب باران و رواناب طبیعی تغذیه می‌شوند. وقتی آب باران از طریق سامانه‌های مصنوعی به مخازن یا سامانه‌های ذخیره‌سازی هدایت می‌شود، این فرایند تغذیه طبیعی تغییر پیدا می‌کند. لذا در صورت بی‌توجهی به آثار طرح‌های استحصال آب بر تغذیه آبخوان‌های پایین‌دست و نبود نگاه کل‌نگر، این امر چالش‌هایی را ایجاد خواهد کرد.

یکی از مشکلات عمده در طرح‌های استحصال آب باران این است که ممکن است در صورت اجرای غیراصولی، حجم آب ورودی به رودخانه‌ها و جریان‌های طبیعی کاهش یابد. رودخانه‌ها و دیگر منابع آبی که از رواناب طبیعی تغذیه می‌شوند، در اثر جمع‌آوری آب باران ممکن است جریان تغذیه‌ای متفاوتی داشته باشند. این تغییر جریان‌ها گاهی می‌تواند به کاهش حقابه‌های کشاورزان و دیگر کاربران پایین‌دست منجر شود. بسیاری از این کاربران ممکن است به‌صورت قانونی دارای حقابه‌هایی باشند که کاهش جریان‌های طبیعی، دسترسی آنها را به این آب محدود کند و باعث ایجاد تعارضات بین کاربران بالا و پایین‌دست شود.

وقتی آب باران جمع‌آوری و ذخیره می‌شود، جریان طبیعی آب در زمان‌های خاص (مثل فصل‌های بارانی) تغییر می‌کند. به‌جای اینکه این آب به‌صورت پیوسته و تدریجی به رودخانه‌ها و منابع طبیعی برسد، ذخیره‌سازی آن ممکن است باعث تغییرات ناگهانی در زمان‌بندی جریان‌ها شود. این تغییرات می‌تواند آثار نامطلوبی بر زیست‌بوم‌ها، کشاورزی و دیگر فعالیت‌های آبی داشته باشد. به‌ویژه در مناطق پایین‌دست که نیاز به جریان ثابت آب دارند، این نوسانات ممکن است خسارت‌هایی به بار آورد.

برای درک بهتر این چالش‌ها، می‌توان به مثال‌هایی از مشکلات مشابه در کشورهای هند و مصر اشاره کرد. در ایالت‌های راجستان و گجرات هند، ذخیره‌سازی بیش از حد آب باران، باعث کاهش جریان به رودخانه‌ها و کاهش منابع آب زیرزمینی در پایین‌دست و درنتیجه این امر باعث اعتراضات و تعارضات بین کشاورزان بالادست و پایین‌دست شده است. در مصر، در نیل علیا، جمع‌آوری آب باران در برخی مناطق کوهستانی باعث کاهش جریان‌های طبیعی رودخانه نیل شده است. این امر نه‌فقط بر کشاورزی پایین‌دست تأثیر گذاشته، بلکه باعث مشکلاتی در تأمین آب شرب برای مناطق روستایی نیز شده است.

برای کاهش این تعارضات، باید تدابیری اتخاذ شود که حقوق پایین‌دستی‌ها و بیلان منابع آب مدنظر قرار گیرد؛ از جمله در نظر گرفتن سهم پایین‌دست‌ها در طراحی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، تدوین راهبردهایی برای مدیریت هماهنگ آب و کاهش آثار منفی بر جریان‌های پایین‌دستی، و استفاده از فناوری‌هایی که ضمن جمع‌آوری آب باران، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی را نیز حفظ کنند. چالش‌های مطرح شده به معنای آن نیست که از مزایای متعدد طرح‌های استحصال آب باران خود را بی‌بهره کنیم؛ بلکه شواهد و دلایلی برای تأکید مجدد بر لزوم اجرای اصولی طرح‌های استحصال آب باران و اتخاذ نگرش حوضه‌ای در برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی این طرح‌هاست.

۴-۵. موازی‌کاری و چالش‌های سازمانی

شناسایی سازمان‌های مسئول اجرای طرح‌های استحصال آب باران از گام‌های مهم است. در بسیاری از موارد، طرح‌های مشابه ممکن است توسط نهادهای مختلف و با مأموریت‌ها و اهداف متفاوت اجرا شوند که همین امر ممکن است باعث بروز مشکلات و ناهماهنگی بین آنها شود. این چالش‌ها به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه و با نظام‌های پیچیده مدیریتی نمود بیشتری دارد [۳۷،۳۶].

برخی از مرسوم‌ترین چالش‌ها به این شرح است:

۱-۴-۵. نبود هماهنگی بین سازمان‌های مرتبط

طرح‌های استحصال آب باران معمولاً به همکاری چندین سازمان دولتی و محلی نیاز دارند. برای مثال، وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان‌های محلی هرکدام به‌نحوی در مدیریت منابع آب دخیل‌اند. ناهماهنگی بین این نهادها ممکن است به مشکلات اجرایی و ناکارآمدی

مدیریتی بینجامد. وزارت نیرو ممکن است بر مدیریت منابع آبی در سطح کلان تمرکز کند؛ درحالی‌که وزارت جهاد کشاورزی در پی تأمین آب مورد نیاز کشاورزی و حمایت از تولید کشاورزان است. این تفاوت در اهداف امکان دارد باعث بروز مشکلاتی در توزیع منابع آب و اجرای طرح‌های استحصال آب باران شود. سازمان‌های محلی و شوراهای شهری نیز نقش مهمی در اجرای طرح‌ها دارند. اگر هماهنگی مناسبی بین نهادهای مرکزی و محلی وجود نداشته باشد و برای طرح‌ها در سطح محلی حمایت و همکاری لازم ازسوی شوراهای محلی و مردم منطقه وجود نداشته باشد، موفقیتی به دست نخواهد آمد.

۲-۴-۵. نبود تطابق سیاست‌های دولتی و محلی

اگر طرح‌های ملی به‌نحوی طراحی شوند که با شرایط و نیازهای محلی همخوانی نداشته باشند، با شکست مواجه خواهند شد. طرح‌های ملی بزرگ‌مقیاس استحصال آب باران که دولت در سطح ملی با بودجه‌های کلان و رویکردی یکسان برای همه کشور تعیین می‌کند، معمولاً با نیازها و شرایط اقلیمی همه منطقه تناسب ندارد و به همین دلیل اثربخشی نخواهد داشت. سیاست‌های محلی و شرایط فرهنگی و اجتماعی جوامع روستایی در استفاده از آب باران برای مصارف خاص نیز ممکن است با سیاست‌های ملی ناسازگار باشند و این موضوع مانعی برای پیاده‌سازی راهبردها می‌شود.

۳-۴-۵. تضاد در قوانین و حقوق مرتبط با مدیریت منابع آب

این تضادها معمولاً از اختلاف در تعاریف حقوق آب و مسئولیت‌های سازمان‌ها نشئت می‌گیرند [۳۸]. یکی از چالش‌های رایج، تعارض در حقابه‌های قانونی بین بخش‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت و شرب است. در برخی مناطق، تخصیص آب به کشاورزان و دیگر بهره‌برداران به‌طور تاریخی و قانونی تعریف شده است. اگر پروژه‌های استحصال آب باران بدون در نظر گرفتن این حقابه‌ها اجرا شوند، ممکن است به تعارضات اجتماعی و حقوقی منجر شوند. به‌عنوان مثال، اگر طرح استحصال آب باران باعث کاهش جریان‌های طبیعی به رودخانه‌ها شود، ممکن است کشاورزان پایین‌دست، که به این حقابه‌ها وابسته‌اند، با مشکلاتی مواجه شوند. قوانین متناقض نیز مشکلاتی را به وجود می‌آورد. در برخی کشورها و مناطق، قوانین مرتبط با مدیریت منابع آب و استحصال آب باران ممکن است ازسوی نهادهای مختلف به‌طور مجزا تدوین شده باشد. این قوانین گاهی با یکدیگر تضاد دارند و باعث سردرگمی و پیچیدگی در اجرای طرح‌ها می‌شوند. به‌عنوان مثال، قانونی ممکن است استفاده از آب باران را برای مصارف شهری ترویج کند؛ درحالی‌که قانون دیگری جمع‌آوری آب باران را محدود کند تا تأثیری بر تغذیه سفره‌های زیرزمینی نگذارد.

طرح‌های استحصال آب باران نباید با سایر طرح‌های موجود مانند سدسازی یا مدیریت منابع آب زیرزمینی در تعارض باشند. طراحی و اجرای این طرح‌ها باید با سایر راهبردهای مدیریت آب در حوضه هماهنگ باشد تا تعارضات میان روش‌های مختلف کاهش یابد. به‌عنوان مثال، اگر استحصال آب باران در منطقه‌ای به کاهش جریان سطحی منجر شود که برای تأمین آب سدها مورد نیاز است، این موضوع باید از قبل پیش‌بینی و مدیریت شود. برای کاهش تعارضات و دستیابی به نتایج مثبت، می‌توان از راهکارهایی مانند ایجاد پایگاه‌های داده مشترک برای نظارت بر جریان‌های آبی، تقویت مشارکت جوامع محلی در تصمیم‌گیری‌ها و اعمال سامانه‌های شفاف تخصیص منابع آب بهره برد.

۶. عوامل اثرگذار بر موفقیت طرح‌های استحصال آب باران در کشور

برای برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های جمع‌آوری آب باران، ضروری است که عوامل فنی، اقتصادی، سازمانی و اجتماعی بررسی شوند (جدول ۵). یکی از عوامل کلیدی موفقیت پروژه‌های جمع‌آوری آب باران، جلب مشارکت مردم و همسو کردن آنها با سازمان‌های ذی‌ربط برای اجرای پروژه است. بسیاری از طرح‌های الگویی به‌دلیل ناموفق بودن در جلب مشارکت محلی، پس از اجرای طرح توسط سازمانهای دولتی، به حال خود رها شده و اثربخشی خود را از دست داده‌اند. علاوه‌بر این، محدودیت منابع مالی و اعتبارات دولتی نیز از چالش‌های مهم در این زمینه به شمار می‌آید؛ زیرا اجرای روش‌های استحصال آب باران معمولاً به نیروی کار زیادی نیاز دارد. نیاز به نیروی کار در مراحل مختلف از جمله طراحی، ساخت، نگهداری و مدیریت سامانه‌های استحصال آب باران مطرح است. تأمین نیروی کار برای اجرای پروژه‌ها نیازمند داشتن اعتبارات کافی است. در شرایطی که منابع مالی محدود باشد، امکان تأمین نیروی کار و انجام پروژه‌ها محدود خواهد شد. بنابراین، برای موفقیت پروژه‌های استحصال آب باران، تأمین منابع مالی مناسب و پایدار و جلب مشارکت مردمی به‌منظور تأمین نیروی کار و حتی بخشی از تأمین مالی و همچنین ضمانت نگهداری و بهره‌برداری پایدار از طرح‌ها ضروری است. علاوه‌بر ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، رعایت جنبه‌های فنی، که به پایداری پروژه کمک می‌کنند، نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. استفاده از شیوه‌های نادرست استحصال آب، نامتناسب بودن طرح با پتانسیل‌های موجود و لحاظ نشدن شرایط منطقه‌ای و بومی، فردگرایی و ناهماهنگی با تشکل‌های گروهی و اختلافات محلی ناشی از چالش‌های قومی، از مهم‌ترین عوامل محدودکننده طرح‌های مشارکتی است [۲۹]. اجرای پروژه‌های استحصال آب باران به‌عنوان یکی از روش‌های پایدار مدیریت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، باوجود پتانسیل بالای آن، همواره با چالش‌های متعددی روبه‌رو بوده است. این چالش‌ها نه‌فقط به عوامل فنی محدود نمی‌شوند، بلکه شامل مسائل اجتماعی، اقتصادی، سازمانی و محیط زیستی نیز می‌شوند که تأثیرات عمده‌ای بر موفقیت یا شکست این طرح‌ها می‌گذارند. یکی از مهم‌ترین موضوعات مرتبط با این طرح‌ها، تأثیرات آن بر بیلان منابع آب و توزیع حقابه‌های پایین‌دست است. ذخیره‌سازی و جمع‌آوری آب باران ممکن است تعادل طبیعی جریان آب را در یک حوزه آبخیز تحت تأثیر قرار دهد و باعث بروز اختلافات محلی و کاهش دسترسی به آب برای سایر بهره‌برداران شود. علاوه‌بر این، نبود تطابق یا هماهنگی میان اهداف طرح‌های استحصال آب باران با پروژه‌های آبخیزداری ممکن است به تعارضات بیشتری در مدیریت منابع آب منجر شود. ازسوی دیگر، اجرای موفق این طرح‌ها به هماهنگی میان سازمان‌های مختلف نیاز دارد. یکی از چالش‌های سازمانی عمده، نبود چارچوب مأموریتی مشخص و ناهماهنگی بین سازمان‌های مسئول است که ممکن است باعث تأخیر در اجرای پروژه‌ها و مشکلات مدیریتی شود. در ادامه، به تشریح مهم‌ترین چالش‌های فنی، اجتماعی، سازمانی و زیست‌محیطی، که در اجرای پروژه‌های استحصال آب باران در کشور وجود دارند، پرداخته خواهد شد. این چالش‌ها علاوه‌بر تأثیر بر موفقیت فنی پروژه‌ها، می‌توانند بر بهره‌برداری پایدار از منابع آبی و حقابه‌های قانونی بهره‌برداران نیز تأثیرگذار باشند.

جدول ۵. عوامل فنی، اقتصادی، سازمانی و اجتماعی مؤثر در پروژه‌های جمع آوری آب باران [۳۹]

عوامل عمومی و اجتماعی	عوامل سازمانی و معیارهای قانونی
– شناسایی و درک مشکلات و نیازهای مردم منطقه – طراحی پروژه به‌صورت انعطاف‌پذیر و در مدت‌زمان واقع‌بینانه – شناسایی مقیاس و وسعت پروژه و اینکه کدام روش اجرا شود – طراحی، ساخت و اجرای پروژه با فناوری موجود و به کمک ذی‌نفعان – اجرای روش‌های ساده و قابل مدیریت – تخصیص آب جمع‌آوری شده برای مصارف مختلف – توسعه فعالیت‌های معیشتی جدید و تولید منابع جدید برای افزایش درآمد – معیارهای اجتماعی و فرهنگی – در نظر گرفتن اختلافات فرهنگی و علایق محلی – گروه‌های مخالف اقتصادی و اجتماعی –سطح فرهنگ و آگاهی‌های عمومی مردم	– توجه به جایگاه جمع‌آوری آب باران در پروژه‌های توسعه و راهبردهای ملی – تشویق کردن ذی‌نفعان به همکاری و مشارکت – رعایت حقوق قانونی و حقوق مالکیت اراضی و حقابه‌ها – رعایت الزامات محیط زیستی و سازگاری با منطقه – توسعه همکاری‌های مشترک دولت با سازمان‌های مردم‌نهاد –آموزش و ظرفیت‌سازی مردم در مدیریت –و ذخیره آب‌های استحصال‌شده –مدیریت پروژه، هماهنگی، نظارت و ارزیابی
امکان‌سنجی اجرا و معیارهای فنی	امکان‌سنجی اقتصادی و معیارهای اقتصادی و مالی
– بارش: مقدار، شدت، طول مدت، توزیع، تولید رواناب، نرخ تبخیر و تعرق – توپوگرافی زمین: شیب، طول شیب، اندازه و شکل حوزه آبخیز – نوع خاک: سرعت نفوذ، ظرفیت نگهداری آب، حاصلخیزی، عمق و بافت – جمع‌آوری و ضریب رواناب برای تولید رواناب – کاربری اراضی حوزه: کشاورزی، غیرکشاورزی، مرتع، جنگل و... – نیاز آبی گیاهان – سطح مکانیزاسیون: برای ایجاد و نگهداری سامانه جمع‌آوری آب باران – در دسترس بودن منابع محلی: مانند سنگ، زمین و... – منابع در دسترس و اندازه خانوارها به‌ویژه در جمع‌آوری آب از پشت‌بام‌ها	– ارزیابی و تجزیه‌وتحلیل اثربخشی، هزینه‌ها و نسبت سود به هزینه – در نظر گرفتن مزایا و معایب روش‌ها – ارزیابی در دسترس بودن نیروی کار و مصالح مورد نیاز – در نظر گرفتن هزینه‌های نگهداری و تعمیرات سالیانه سامانه‌ها – در نظر گرفتن حداقل و حداکثر درآمدهای حاصل از جمع‌آوری آب باران در فعالیت‌های مختلف

۱-۶. ضرورت انطباق اهداف طرح‌ها با طرح‌های آبخیزداری

باید مراقبت شود که طرح‌های استحصال آب باران با طرح‌های آبخیزداری، که هدفشان مدیریت بهتر منابع آب و خاک در یک حوضه آبریز است، همسو باشند [۴۰] و [۴۱]. این همسویی از اهمیت بالایی برخوردار است؛ زیرا هر دو طرح در راستای استفاده بهینه از منابع طبیعی کار می‌کنند، اما ممکن است اختلافاتی در اهداف و روش‌های اجرا داشته باشند که به چالش‌ها و مشکلاتی بینجامد.

تمرکز متفاوت بر زمان و مکان: درحالی‌که طرح‌های استحصال آب باران عمدتاً بر ذخیره آب در زمان بارش تمرکز دارند، طرح‌های آبخیزداری ممکن است بر پخش آب و مدیریت آن در کل یک حوضه تمرکز کنند. این تفاوت در تمرکز امکان دارد باعث بروز تعارضاتی در استفاده بهینه از منابع آب شود. برای مثال، استحصال آب باران در نقطه‌ای خاص ممکن است به کاهش جریان‌های طبیعی و درنتیجه کاهش

توان طرح‌های آبخیزداری برای کنترل سیلاب در کل حوضه منجر شود.

اختلاف در اولویت‌ها: ممکن است طرح‌های استحصال آب باران بر تأمین نیازهای کوتاه‌مدت محلی تمرکز کنند؛ درحالی‌که طرح‌های آبخیزداری هدف‌های بلندمدت‌تری مانند تغذیه آب زیرزمینی یا بهبود زیست‌بوم را دنبال کنند. اگر این اهداف باهم تطبیق داده نشوند، احتمال دارد که اجرای هر دو طرح به شکل مؤثری انجام نشود.

برای رفع این چالش‌ها، هماهنگی بیشتر بین دستگاه‌ها و نهادهای مجری طرح‌های استحصال آب باران و آبخیزداری ضروری است. این هماهنگی شامل ارزیابی مشترک از نیازها و اهداف هر دو طرح قبل از اجرا، تدوین چارچوب‌های جامع برای تطبیق طرح‌های محلی و منطقه‌ای و استفاده از تجربیات بین‌المللی برای ایجاد سامانه‌های جامع‌تر، که اهداف هر دو طرح را در نظر بگیرند، می‌شود.

هماهنگی در حفظ منابع آب و جلوگیری از فرسایش خاک: طرح‌های استحصال آب باران به جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب در سطح زمین تمرکز دارند تا آب برای مصرف‌های مختلف ذخیره شود. در مقابل، پروژه‌های آبخیزداری معمولاً روی مدیریت جامع منابع آب و خاک در کل یک حوضه آبریز تمرکز دارند و شامل اقداماتی برای جلوگیری از فرسایش خاک، کاهش سیلاب و تقویت تغذیه سفره‌های زیرزمینی می‌شود. برای همسویی این دو، باید طرح‌های استحصال آب باران به‌گونه‌ای طراحی شوند که از فرسایش خاک جلوگیری کنند و از تثبیت خاک در مناطقی، که پتانسیل فرسایش دارند، پشتیبانی کنند. برای مثال، در مناطقی که شیب زمین زیاد است، اگر سامانه‌های استحصال آب باران بدون توجه به جریان‌های طبیعی و فرسایش خاک اجرا شوند، ممکن است آب باران با سرعت زیادی جمع‌آوری شود و این امر فرسایش خاک را تشدید کند. در طرح‌های آبخیزداری، این موضوع از طریق تثبیت شیب‌ها با پوشش گیاهی مناسب یا ساخت موانع طبیعی برای کاهش سرعت آب در نظر گرفته می‌شود.

تلفیق تلاش‌ها برای بهبود پوشش گیاهی و جلوگیری از سیل و رواناب: یکی از اهداف مهم طرح‌های آبخیزداری، افزایش پوشش گیاهی در یک منطقه است. پوشش گیاهی به‌عنوان عاملی طبیعی برای کاهش سیلاب و کنترل رواناب عمل می‌کند و همچنین کمکی برای تثبیت خاک است. در طرح‌های استحصال آب باران، لازم است این موضوع در نظر گرفته شود و از روش‌هایی استفاده شود که به‌جای کاهش پوشش گیاهی، آن را تقویت کنند. به‌عنوان مثال، اگر در منطقه‌ای که طرح‌های آبخیزداری در پی افزایش پوشش گیاهی برای جلوگیری از سیل هستند، مخازن یا سامانه‌های جمع‌آوری آب بدون توجه به حفظ این پوشش گیاهی ساخته شود که ممکن است باعث تخریب منابع طبیعی شود. بنابراین، طراحی باید به‌نحوی صورت گیرد که هم جمع‌آوری آب انجام گیرد و هم پوشش گیاهی منطقه برای کنترل رواناب حفظ شود. در برخی مناطق، طرح‌های آبخیزداری شامل ساخت سازه‌های خاص برای کنترل سیلاب هستند. اگر طرح‌های استحصال آب باران با این سازه‌ها هماهنگ نباشند، ممکن است آب به‌درستی مدیریت نشود و باعث بروز سیلاب شود.

۲-۶. جایگاه استحصال آب باران در قالب مدیریت جامع حوضه آبریز MRWI

مدیریت حوزه آبخیز به‌عنوان رویکردی جامع در حفاظت از منابع آب و خاک، نقش اساسی در بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی و ارتقای رفاه جوامع انسانی ایفا می‌کند. حوزه‌های آبخیز، زیست‌بوم‌های متنوعی همچون جنگل‌ها، اراضی زراعی و باتلاق‌ها را شامل می‌شوند که هرکدام به‌عنوان تولیدکننده کالاها و خدمات زیست‌محیطی و اقتصادی برای جوامع انسانی اهمیت دارند. آب باران یکی از عوامل کلیدی در حفظ سلامت و پایداری این زیست‌بوم‌هاست. استحصال آب باران در این حوزه‌ها شامل فرایندهایی نظیر جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و استفاده از آن برای مصارف گوناگون، مانند آبیاری کشاورزی، تغذیه آبخوان‌ها و تأمین آب شرب است.

اهمیت راهبردی استحصال آب باران به‌ویژه در مناطق روستایی و کشاورزی که از منابع آبی محدودتری برخوردارند، دوچندان است. این اقدامات ضمن کاهش فشار بر منابع آبی زیرزمینی، به بهبود بهره‌وری مصرف آب و کاهش وابستگی به منابع آبی خارجی کمک می‌کند.

همچنین، استفاده از روش‌های استحصال آب باران مانند ایجاد سامانه‌های ذخیره‌سازی زیرزمینی، تراس‌بندی و جمع‌آوری آب از پشت‌بام‌ها، نه‌فقط به تأمین آب برای مصارف روزمره و کشاورزی کمک می‌کند، بلکه از بروز سیلاب‌های ناگهانی، فرسایش خاک و تخریب زیست‌بوم‌ها نیز جلوگیری می‌کند.

این رویکرد جامع در مدیریت حوزه آبخیز و استحصال آب باران، نه‌فقط به حفظ پایداری محیط زیست کمک می‌کند، بلکه از منظر اقتصادی و اجتماعی نیز به بهبود معیشت و رفاه جوامع محلی می‌انجامد. از منظر قانونی و برنامه‌ریزی، باید سیاست‌های حمایتی و الزامات قانونی به‌گونه‌ای تدوین شوند که زیرساخت‌های مناسب برای مدیریت آب باران در حوزه‌های آبخیز ایجاد شود. هماهنگی بین‌بخشی، تأمین بودجه، آموزش و مشارکت جوامع محلی در این فرایند ضروری است تا بتوان از طریق آن، پایداری زیست‌بوم‌ها و تأمین امنیت آبی و غذایی را در مناطق روستایی و کشاورزی تضمین کرد. به‌طور کلی، استحصال آب باران در حوزه‌های آبخیز نه‌فقط بر بهبود کیفیت و کمیت منابع آبی تأثیرگذار است، بلکه در پایداری و افزایش تولید پایدار زیست‌بوم‌ها نیز نقش مهمی ایفا می‌کند که این امر در نهایت موجب ارتقای رفاه انسانی و حفظ زیست‌بوم‌های طبیعی می‌شود [۹]. در جدول ۶ به برخی از این تأثیرات اشاره شده است.

جدول ۶. تأثیر استحصال آب باران بر مدیریت حوزه آبخیز

ردیف	تأثیر استحصال آب باران
۱	اثر بر جریان آب در مناطق پایین‌دست: ضروری است که در اجرای سامانه‌های استحصال آب باران، به تعادل اکولوژیکی توجه شود تا از اختلال در چرخه آب و زیست‌بوم‌های وابسته جلوگیری شود. برای دستیابی به این تعادل، استفاده از راهکارهای غیرمتمرکز و مدیریت مناسب منابع آب در سطح حوزه‌های آبخیز توصیه می‌شود [۳۴].
۲	افزایش نفوذ و تغذیه آبخوان: تأثیر تغذیه آبخوان در هر منطقه به راندمان سامانه تغذیه‌کننده، پتانسیل ذخیره آبخوان و دینامیک اندرکنش آب زیرزمینی و آب سطحی بستگی دارد [۴۲].
۳	کاستن از میزان فرسایش خاک: مشاهدات میدانی و اندازه‌گیری‌ها در حوزه‌های آبخیز هندوستان نشان می‌دهد که سامانه‌های استحصال آب می‌توانند تا چند تن در هکتار در سال میزان فرسایش را کاهش دهند [۴۳]. با کاهش فرسایش، میزان رسوب‌گذاری در مخازن نیز کاهش می‌یابد و موجب کاستن از هزینه نگهداری سازه‌ها می‌شود.
۴	افزایش تولید محصولات کشاورزی: در برخی نقاط هندوستان استفاده از سامانه‌های استحصال آب توانسته سطح کشت را تا ۳۴ درصد و عملکرد را تا ۶۴ درصد افزایش دهد [۱۳].
۵	افزایش و بهبود امنیت غذایی و اقتصادی: با افزایش تولید به‌ویژه حاصل از کشت دوم بهبود می‌یابد [۴۳]. استحصال آب با توجه به نقش آن در تأمین آب مورد نیاز برای آبیاری تکمیلی، موجب بهبود امنیت اقتصادی کشاورزان و به‌ویژه دیم‌کاران نیز می‌شود.
۶	بهبود تعاملات و توسعه پایدار روستایی: با تأمین منابع آب پایدار، افزایش رفاه عمومی و کاهش مهاجرت از روستاها محقق می‌شود.

علاوه‌بر موارد فوق، توجه به اجزای حسابداری آب و اینکه آب باران استحصال شده قبل از اجرای طرح استحصال چه سرنوشتی را داشته است بسیار مهم است. مزایای استحصال آب باران در مواقعی که قبل از اجرای طرح استحصال، آب باران به‌طور مستقیم تبخیر غیرمفید می‌شده یا به منابع پذیرنده غیرقابل استفاده مانند دریا تخلیه می‌شده است، در حداکثر حالت ممکن خواهد بود. همچنین استحصال آب بارانی، که به‌صورت سیلاب مخرب آسیب‌های اقتصادی یا اجتماعی داشته باشد، نیز می‌تواند در اولویت قرار بگیرد. باید توجه کرد که طرح‌های استحصال آب باران، موجب کاهش تأمین حقابه محیط زیست، کاهش تغذیه آبخوان‌ها یا آب رودخانه‌ها و سایر پیکره‌های آبی نشود. در غیر این صورت، این سامانه‌ها خود به یکی از چالش‌های دخیل در مدیریت منابع آب تبدیل خواهد شد. **برای پایش این موارد توجه به اجزای حسابداری آب و اتخاذ نگرش حوضه‌ای ضروری است.**

۳-۶. الزامات موفقیت طرح‌های استحصال آب باران با در نظر گرفتن مدیریت جامع حوضه آبریز

موفقیت طرح‌های استحصال آب باران، به‌عنوان یکی از راهکارهای پایدار برای تأمین منابع آبی در مناطق مختلف، به عوامل متعددی بستگی دارد که در صورت توجه به آنها، می‌توان به نتایج مطلوبی دست یافت. از جمله الزامات کلیدی برای موفقیت این طرح‌ها، در نظر گرفتن ویژگی‌های اقلیمی و جغرافیایی منطقه است. انتخاب مناسب مکان‌های استحصال و ذخیره‌سازی، نقش مهمی در بهره‌وری این سامانه‌ها ایفا می‌کند. علاوه‌بر این، طراحی کارآمد سامانه‌های زهکشی و جمع‌آوری رواناب‌ها و تطبیق آنها با نیازهای محلی، می‌تواند تأثیر بسزایی در بهینه‌سازی مصرف آب و تغذیه منابع زیرزمینی داشته باشد. همچنین، به‌کارگیری آب باران در کشاورزی و فضای سبز، به‌ویژه در مناطق کم‌آب، نه‌فقط به کاهش وابستگی به منابع آب متعارف کمک می‌کند، بلکه در بهبود محیط زیست و رفاه اجتماعی در مناطق شهری و روستایی نیز مؤثر است. برای استحصال باران در سطوح عایق، جمع‌آوری آب در سطوح پوشش‌دار طبیعی یا مصنوعی موجود نظیر بام‌ها، جاده‌ها و محوطه تأسیسات مختلف انجام می‌شود. مهم‌ترین پارامتری که باید برای مشخص کردن مناطق مناسب برای استحصال آب در نظر گرفته شود، شامل شرایط حوضه آبریز، بارندگی (تعداد روزهایی که بارندگی از حد بارندگی آستانه حوزه اضافه‌تر است و احتمال وقوع بارندگی حداقل و حداکثر، احتمال وقوع بارندگی متوسط سالیانه)، پوشش گیاهی، نوع خاک و زمین‌شناسی منطقه وجود دارد. موفقیت طرح‌های استحصال آب باران منوط به در نظر گرفتن اصول مدیریت جامع حوضه آبریز است. در ادامه به برخی از الزامات مهم برای موفقیت این طرح‌ها در قالب مدیریت جامع حوضه آبریز در ایران اشاره می‌شود:

۱-۳-۶. هماهنگی بین‌بخشی و نهادهای مرتبط

موفقیت طرح‌های استحصال آب باران نیازمند هماهنگی میان نهادهای مختلف دولتی و خصوصی مانند وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان محیط زیست و وزارت راه و شهرسازی و مراکز علمی است. این هماهنگی برای همسو شدن سیاست‌ها و راهکارها با اهداف مدیریت جامع حوضه ضروری است. این همکاری باید برمبنای تعریف وظایف و نقش‌های مشخص برای هر نهاد و ایجاد ساختار مدیریتی منسجم و متمرکزی انجام شود.

۲-۳-۶. پشتیبانی قانونی و حقوقی

یکی از مهم‌ترین الزامات موفقیت طرح‌های استحصال آب باران، تدوین و اجرای قوانین حمایتی و مقررات دقیق است که بر اجرای مؤثر این طرح‌ها نظارت داشته باشند. این قوانین باید به‌ویژه در زمینه تخصیص منابع آب، حقوق کشاورزان و تضمین حقابه‌های پایین‌دست تنظیم شوند تا از ایجاد تعارضات اجتماعی و زیست‌محیطی جلوگیری شود. به‌علاوه، برای اجرای این قوانین باید برنامه‌های نظارتی و کنترلی قوی تدوین شود که از رعایت الزامات و استانداردهای زیست‌محیطی اطمینان حاصل کند.

۶-۳-۳. تقویت ساختارهای محلی و مشارکت جوامع محلی

موفقیت هر طرح آبخیزداری و استحصال آب باران نیازمند مشارکت فعال جوامع محلی است. در ایران، ساختارهای محلی باید تقویت، و جوامع روستایی و کشاورزان به‌طور مستقیم در اجرای طرح‌ها درگیر شوند. آموزش و ظرفیت‌سازی در سطح جوامع محلی می‌تواند باعث ایجاد انگیزه برای مشارکت و بهره‌برداری مؤثرتر از منابع آب باران شود. همچنین، بهره‌گیری از دانش بومی و تجربیات محلی نقش مهمی در اجرای موفقیت‌آمیز طرح‌ها ایفا می‌کند.

۶-۳-۴. تأمین مالی و بودجه‌ریزی مؤثر

یکی دیگر از الزامات مهم، تأمین منابع مالی کافی برای اجرای طرح‌هاست. تأمین بودجه‌های لازم از طریق اعتبارات دولتی و استفاده از سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی باید با برنامه‌ریزی مناسب همراه باشد. ایجاد صندوق‌های حمایت مالی ویژه برای طرح‌های استحصال آب باران و تخصیص اعتبارات پایدار می‌تواند ضامن پایداری این پروژه‌ها باشد. همچنین، استفاده از منابع بین‌المللی، نظیر صندوق‌های توسعه پایدار و کمک‌های خارجی، می‌تواند به تأمین مالی پروژه‌های بزرگ مقیاس کمک کند.

۶-۳-۵. پیاده‌سازی مدیریت یکپارچه حوضه آبریز

یکی از الزامات اساسی برای موفقیت طرح‌های استحصال آب باران در ایران، پیاده‌سازی اصول مدیریت یکپارچه منابع آب در سطح حوضه‌های آبریز است. مدیریت یکپارچه رویکردی جامع است که تمام جوانب منابع آب، از جمله کمیت و کیفیت آب، مدیریت محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی را در نظر می‌گیرد. اجرای مدیریت یکپارچه در ایران نیازمند بازنگری در برنامه‌های توسعه‌ای، بازتعریف نقش سازمان‌ها و توجه به اصول پایداری زیست‌محیطی است.

۶-۳-۶. راهبری فناوری و نوآوری

استفاده از فناوری‌های نوین در استحصال و مدیریت آب باران می‌تواند به بهبود راندمان طرح‌ها کمک کند. بهره‌گیری از سامانه‌های پیشرفته جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تصفیه آب باران، همچنین کاربرد ابزارهای دیجیتال و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی برای پایش و مدیریت منابع آب از مواردی است که می‌تواند نقش مهمی در موفقیت طرح‌ها ایفا کند. معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری، فرهنگستان علوم و وزارت عتف در این زمینه باید مشارکت فعالانه داشته باشند.

۶-۴. ضرورت توجه به الزامات پنج‌گانه

برای اینکه سامانه‌های استحصال آب باران تأثیر مثبتی بر بیلان آب داشته باشند و به تعادل‌بخشی به سفره‌های آب زیرزمینی کمک کنند، باید برخی از الزامات پنج‌گانه «طراحی مناسب سامانه‌ها»، «تصفیه آب باران (استفاده از فیلترهای مناسب در صورت لزوم)»، «نگهداری و مدیریت سامانه‌ها» و «آموزش و اطلاع‌رسانی» رعایت شود [۲۵،۴۴].

۶-۵. ضرورت توجه به کنترل تبخیر

کنترل تبخیر در سامانه‌های جمع‌آوری آب باران نیز به بررسی چگونگی تأثیر تبخیر بر کارایی این سامانه‌ها می‌پردازد. کنترل تبخیر می‌تواند به بهینه‌سازی طراحی سامانه‌ها کمک کند؛ از جمله انتخاب پوشش‌های مناسب برای کاهش تبخیر و استفاده از فناوری‌های جدید برای افزایش کارایی. این تحلیل‌ها به کمک داده‌های جهانی و مدل‌سازی دقیق، به کاهش تأثیرات منفی تبخیر و بهبود عملکرد سامانه‌ها کمک می‌کنند.

۷. جمع‌بندی و پیشنهادها

مناطق روستایی با چالش‌های متعددی در زمینه تأمین آب مواجه‌اند. کاهش منابع آب زیرزمینی، فرسایش خاک، سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌های مکرر از جمله مشکلاتی‌اند که تأمین آب پایدار را در این مناطق به چالش کشیده‌اند. این وضعیت نه‌فقط به کاهش تولیدات کشاورزی و مشکلات بهداشتی منجر می‌شود، بلکه مهاجرت از روستاها به شهرها را نیز تشدید می‌کند. استحصال آب باران، به‌عنوان راهکار پایدار و مقرون‌به‌صرفه می‌تواند به‌طور قابل توجهی به مدیریت منابع آب در مناطق روستایی و بخش کشاورزی کمک کند.

تجارب جهانی نشان می‌دهد که استحصال آب باران در کشورهایی مانند هند، چین و استرالیا به بهبود منابع آبی و کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی کمک کرده است. این کشورها با استفاده از فناوری‌های ساده و کم‌هزینه، توانسته‌اند مشکلات کمبود آب را به میزان قابل توجهی کاهش دهند. برخی ایالت‌ها مانند تگزاس و کلرادو مشوق‌های مالی و قوانین ویژه‌ای را برای ترویج استحصال آب باران تصویب کرده‌اند. در شهرهایی مانند لاس‌وگاس و فینیکس، سامانه‌های استحصال آب باران به‌دلیل کمبود منابع آب و افزایش جمعیت به‌شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این مناطق، این سامانه‌ها به‌عنوان بخشی از راهکارهای مدیریت پایدار آب شهری و همچنین کاهش هزینه‌های تصفیه و انتقال آب استفاده می‌شوند. پروژه‌های انجام شده در این ایالت‌ها نشان می‌دهند که با تلفیق سیاست‌های حکومتی و مشارکت بخش خصوصی، می‌توان استحصال آب باران را به‌عنوان راه‌حلی عملی و مقرون‌به‌صرفه برای تأمین آب معرفی کرد. همچنین، استرالیا به‌دلیل تجربه خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت، به‌سرعت به‌سمت پیاده‌سازی سامانه‌های گسترده استحصال آب باران حرکت کرده است. قوانین ملی و ایالتی در استرالیا، استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران را در ساختمان‌های جدید و حتی برخی ساختمان‌های قدیمی الزامی کرده‌اند. در شهرهایی مانند ملبورن و سیدنی، استحصال آب باران به بخش جدایی‌ناپذیری از زیرساخت‌های آبی شهری تبدیل شده است. همچنین، برنامه‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی گسترده‌ای در سراسر کشور اجرا شده است که مردم را به استفاده از این فناوری‌ها تشویق می‌کند. تنوع و گستردگی تجارب بررسی و ارائه شده در گزارش پیوست به‌خوبی نشان از توجه بالا و اولویت‌دهی به مدیریت آب باران در کشورهای مختلف دارد؛ به‌ویژه در کشور هند، که قوانین استحصال آب در ایالت‌های مختلف نیز به دلیل شرایط اقلیمی و جغرافیایی با هم متفاوت است. این توجه و تمرکز بالا در کشورهای متعدد از یک‌سو و مسائل و مشکلات شدید کم‌آبی در ایران از سوی دیگر، لزوم توجه خاص به مدیریت آب باران را در کشور مطرح می‌کند. این در حالی است که استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، نه‌فقط منجر به کاهش شدید سطح آب‌های زیرزمینی، بلکه باعث بروز فرونشست‌های خطرناک در مناطق مختلف کشور نیز شده است.

بهره‌برداری از آب باران می‌تواند به کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی کمک کند؛ مشروط بر آنکه توجه ویژه‌ای به مدیریت حوضه‌های آبریز و جلوگیری از تعریف و مدیریت مصارف در این حوضه‌ها شود. در ایران، با توجه به اینکه حدود ۷۰ درصد از بارندگی‌ها قبل از رسیدن به رودخانه‌ها یا آبخوان‌ها تبخیر می‌شود، کاهش این تبخیر می‌تواند نقش مهمی در افزایش منابع آب تجدیدپذیر کشور ایفا کند. تبخیر ۷۰ درصد بارش در سال‌های مختلف، بسته به میزان بارش، معادل ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلیارد متر مکعب بوده و عدد بسیار قابل توجهی است برای مقایسه، مصرف کل آب در بخش صنعت کشور در سال ۱۴۰۰ حدود ۲٫۵ میلیارد متر مکعب بوده است. این بدان معناست که فقط ذخیره‌سازی ۱ درصد از حجم تبخیر می‌تواند معادل مصرف سالیانه کل آب صنعت در کشور باشد. تقویت پوشش جنگلی و مراتع، ارتقای تولید و بهره‌وری در کشت دیم و افزایش ذخیره‌سازی آب باران در آبخوان‌ها، از جمله موارد مهمی است که می‌توان بخشی از تبخیر غیرمفید را به‌سمت آنها هدایت کرد. استحصال آب باران می‌تواند در کاهش تبخیر غیرمفید نقش کلیدی داشته باشد.

در حوزه‌های شهری و روستایی، تجارب جهانی و ملی نشان داده شده است که هم در شهرهای با بارشِ کم و هم در مناطق با بارشِ متوسط و زیاد، استحصال آب می‌تواند نتایج قابل توجهی داشته باشد. بر این اساس، مبنای بارش حداقل سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر برای اعطای تسهیلات

طبق ماده (۳) قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور برای احداث تأسیسات لازم به‌منظور جمع‌آوری آب باران و استفاده مجدد از آن می‌تواند بازنگری شود. به‌دلیل هزینه بالای تأمین آب شرب و فضای سبز، می‌توان با تأکید بر راهبرد جمع‌آوری آب باران، به منافع اقتصادی و محیط زیستی دست یافت. در برخی از شهرها بیش از ۵۰ درصد نیاز آبی فضای سبز شهری از طریق استحصال و ذخیره آب باران قابل تأمین است. با اجرای طرح‌های استحصال آب باران و سامانه‌های تغذیه مصنوعی مناسب، می‌توان به‌صورت هوشمندانه، بخش بیشتری از رواناب حاصل از بارش را به‌سمت سفره‌های آب زیرزمینی هدایت کرد. این رویکرد مثبت محیط زیستی، می‌تواند نقش مؤثری بر کاهش روند فرونشست زمین در دشت‌های کشور داشته باشد.

تحقیقات انجام شده در کشورهای مختلف در زمینه جمع‌آوری آب باران نشان می‌دهد که دولت‌ها نقشی اساسی در پذیرش سیاست‌ها و توسعه سامانه‌های استحصال آب باران ایفا می‌کنند. علاوه‌بر این، طراحی و اجرای سامانه‌های جمع‌آوری آب باران باید با توجه به شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی و توپوگرافی هر منطقه صورت گیرد. با توجه به اینکه ایران جزو کشورهای خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و میانگین بارندگی سالیانه در آن (حدود ۲۵۰ میلی‌متر) به‌طور قابل توجهی کمتر از میانگین جهانی (حدود ۷۵۰ میلی‌متر) است، بهره‌برداری از روش‌های مختلف برای جلوگیری از اتلاف نزولات جوی بسیار ضروری است. به‌ویژه که توزیع بارندگی در ایران از نظر زمانی یکنواخت نبوده و در سال‌های اخیر به‌دلیل تغییرات اقلیمی و وقوع سیلاب‌ها، شدت بارش‌های حدی افزایش یافته است. در سال ۱۳۹۸، حجم سیلاب توسط شرکت مدیریت منابع آب ایران در حدود بیست میلیارد متر مکعب برآورد و گزارش شده است. احجام قابل توجه دیگری نیز سالیانه و در استان‌ها و حوضه‌های آبی مختلف کشور گزارش می‌شود که اهمیت بالای توجه ویژه به این منابع آب برای ذخیره‌سازی و استفاده بهتر از آن را متذکر می‌شود. در فروردین‌ماه ۱۴۰۳، سیلاب در استان سیستان و بلوچستان بیش از هجده هزار میلیارد ریال خسارت وارد کرد و صدها میلیون متر مکعب آب بدون استفاده مفید از این استان کم‌آب خارج شد.

ازسوی دیگر، بیش از ۴۸ درصد از اراضی کشاورزی کشور ایران به‌صورت دیم کشت می‌شود [۴۵]. سهم کشت دیم در برخی از سال‌ها بیش از ۵۹ درصد نیز بوده است [۴۶]. در سطح جهانی نیز حدود ۶۰ درصد از اراضی کشاورزی به‌صورت دیم کشت می‌شود و در این مناطق، بهره‌برداری بهینه از آب باران برای افزایش عملکرد و بهره‌وری محصولات بسیار حیاتی است. به‌طور خاص، در کشورهای خشک و نیمه‌خشک، مانند ایران، بهره‌برداری از آب باران و استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران به‌طور مستقیم بر عملکرد کشاورزی تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال، در استرالیا، استفاده از فناوری‌های استحصال آب باران در کشاورزی توانسته است تا ۳۰ درصد افزایش عملکرد محصولات کشاورزی را به همراه داشته باشد. در ایران باوجود دانش بومی چند هزار ساله در زمینه ذخیره و استفاده از آب باران، در سده اخیر و با گذر از کشاورزی سنتی به کشاورزی نوین و تغییر شیوه‌های کشت و الگوهای توسعه روستایی، جنبه‌های ارزشمندی از علم استحصال آب باران به فراموشی سپرده شده است. بااین‌حال، تجارب و پروژه‌های پایلوت موفق کشاورزان پیش‌رو و مراکز تحقیقات کشاورزی وجود دارد که ترویج آنها می‌تواند نتایج امیدبخشی داشته باشد.

از ظرفیت‌های مهم استحصال آب باران در کشور استفاده از آب‌بندان‌ها و هوتک‌ها است. براساس اطلاعات ارائه شده ازسوی معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، در حال حاضر ۳۶۰۱ قطعه آب‌بندان و حدود ۷۸۶ قطعه هوتک تحت مدیریت آن معاونت قرار دارد که بخشی از آب مورد نیاز حدود ۱۶۸ هزار هکتار از اراضی کشاورزی استان‌های شمالی و جنوبی کشور را تأمین می‌کند (جدول ۷).

جدول ۷. تعداد و سطح آب‌بندان‌ها تحت مدیریت وزارت جهاد کشاورزی [۴۷]

استان	تعداد (قطعه)	سطح (هکتار)	سطح اراضی تحت پوشش (هزار هکتار)
مازندران	۸۷۰	۱۳۰۰۰	۷۸
گلستان	۵۷۱	۳۰۰۰	۱۸
گیلان	۲۱۶۰	۸۰۰۰	۴۸
سیستان و بلوچستان	۴۳۰	۲۰۰۰	۱۲
هرمزگان	۲۰۸	۹۰۰	۶/۸
بوشهر	۱۴۸	۷۰۰	۵/۲
کل	۴۳۸۷	۲۷۶۰۰	۱۶۸

بررسی‌ها و مطالعات نشان داده است که به‌دلیل قدمت طولانی و عدم بهره‌برداری و نگهداری صحیح، کلیه آب‌بندان‌ها و هوتک‌های گفته شده با درجات مختلف دچار فرسایش و تخریب شده و نیاز مبرم به احیا و بازسازی دارند. به این دلیل، ۱۱۸۶ قطعه از آنها به سطح کل ۷۹۹۷ هکتار طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۲ مرمت و بازسازی شده‌اند و باقی‌مانده در دستور کار مرمت است. با مرمت آب‌بندان‌ها و هوتک‌های تخریب شده، حدود ۵۱۰ میلیون متر مکعب از آب مورد نیاز اراضی تحت شرب این سازه‌ها تأمین خواهد شد و عملکرد تولیدات زراعی در این اراضی می‌تواند تا ۳۰ درصد افزایش داشته باشد [۴۷].

علاوه‌بر موارد یادشده، سیستم‌های جمع‌آوری آب باران در مقایسه با سایر روش‌های مربوط به بهره‌وری آب، کم‌هزینه است و در صورت اجرا، صرفه‌جویی مالی خوبی برای دولت رخ خواهد داد. ازطرفی سازه‌های سیستم‌های یادشده غالباً سازگار با بوم و محیط زیست است و هزینه تخریب محیط زیستی بسیار پایینی دارند. باید توجه داشت که در محاسبه هزینه-فایده هر طرحی، در کنار ابعاد اقتصادی و مالی، ابعاد محیط زیستی از اهمیت بسزایی برخوردار هستند و طرح‌های استحصال آب باران به‌دلیل بوم‌سازگار بودن دارای مزیت ویژه‌ای هستند. همچنین این سازه‌ها سطح بسیار کمی را اشغال می‌کنند و در مقیاس‌های پایین قابل اجرا هستند. در مجموع نسبت سودفایده به هزینه طرح های استحصال آب باران، با توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی، فناوری به کار برده شده، و میزان سرمایه لازم، و شرایط جغرافیایی متفاوت می باشد از مزیت بالاتری نسبت به سایر طرح‌ها برخوردار هستند. طبق بررسی انجام‌شده و مستندات موجود، نسبت سود به هزینه طرح‌های استحصال آب باران حدوداً از ۱ تا ۵ است؛ ولی به طور متوسط ۲ قابل ذکر است [۵۱، ۵۰، ۴۹، ۴۸]. البته در تصمیم‌گیری و هدف‌گذاری اجرای هر طرح لازم است شاخص‌های اقتصادی طرح‌های استحصال آب باران در مقایسه با سایر گزینه های تأمین آب برای مصرف و یا تغذیه آبخوان، مورد بررسی قرار گیرد.

بنابراین با توجه به تجربیات جهانی و نیازهای کشور و مقرون‌به‌صرفه‌گی و اثربخش‌تر بودن استقرار سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، ضروری است که این موضوع در سیاست‌های کلان به‌صورت جامع‌تر و با دیدگاه‌های کاربردی‌تر مطرح شود تا بتوان به بهره‌برداری بهینه از منابع آب و بهبود شرایط کشاورزی و زیست‌محیطی دست یافت. تحلیل مصوبات و قوانین مرتبط با استحصال نزولات جوی و کاهش تبخیر نشان می‌دهد که اگرچه قوانین و سیاست‌هایی در این زمینه از گذشته تا امروز تدوین شده‌اند، میزان اجرایی شدن آنها با ضعف جدی همراه بوده است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که **ضعف در تخصیص بودجه، نبود نظارت کافی، عدم به رسمیت شناختن مناسب ظرفیت این روش‌ها و اهمیت آنها، محدودیت‌های سازمانی و اجرایی، نبود همکاری و هماهنگی بین نهادهای اجرایی و نبود آموزش عمومی و جلب**

مشارکت‌های مردمی مانع تحقق کامل اهداف این قوانین بوده است.

برای رسیدن به تحقق مطلوب این تکالیف، به‌ویژه در حوزه آبخیزداری، به بازنگری و تعیین دقیق نقش نهادهای مربوطه، تأمین منابع مالی پایدار و افزایش هماهنگی میان نهادهای مسئول نیاز است. در جدول ۸، ضوابط، سیاست‌ها و بندهای آنها و نیز میزان تحقق آنها به‌صورت خلاصه ارائه شده است.

جدول ۸. خلاصه برخی از مصوبات و قوانین مرتبط با جمع‌آوری و استحصال آب باران و میزان تحقق آنها

ردیف	عنوان مصوبه	شماره بند	میزان تحقق	توضیحات
۱	سیاست‌های کلی «منابع آب» (ابلاغی ۱۳۷۹/۱۲/۲۰)	بندهای «۳» و «۴»	باوجود گذشت حدود ۲۴ سال از ابلاغ سیاست‌های کلی، گزارش جامع، دقیق و مستمری از تحقق این سیاست‌ها در زمینه میزان استحصال آب و ارتقای دانش و فنون و تقویت نقش مردم در استحصال و بهره‌برداری منتشر نشده است.	بند «۳» بر افزایش میزان استحصال آب و بند «۴» بر ارتقای دانش و فنون و تقویت نقش مردم در استحصال و بهره‌برداری تأکید دارد. طبق شواهد میدانی برنامه جامعی در این خصوص تدوین و اجرا نشده است.
۲	قانون برنامه پنجساله هفتم پیشرفت، مصوب ۱۴۰۳/۰۳/۰۱	بند «ح» ماده (۳۸)	گزارشی ارائه نشده است.	طبق این بند «وزارت نیرو، مکلف است با همکاری وزارتخانه‌های جهاد کشاورزی و کشور و با بهره‌گیری از مشارکت‌های مردمی که سهم دولت از محل پیش‌فروش آب استحصالی در بودجه سنواتی درج می‌شود اقدامات لازم را به‌منظور افزایش حجم آب استحصالی کشور، حداقل به میزان پانزده درصد (۱۵٪) متوسط بلندمدت نزولات آسمانی سالانه (پنج درصد (۵٪) از محل مدیریت (کنترل) آبهای سطحی، پنج درصد (۵٪) از طریق آبخیزداری و آبخوان‌داری و پنج درصد (۵٪) از طریق استحصال آبهای جوی و سامانه‌های استحصال آب باران و کاهش تبخیر از سامانه‌های ذخیره، انتقال و توزیع آب) به عمل آورد.»
۳	قانون مدیریت بحران کشور، مصوب ۱۳۹۸/۰۸/۰۷	مواد (۴) و (۷)	متوسط	این مواد بر اجرای طرح‌های پیشگیرانه و کاهش خسارات تأکید دارند، اما اهداف به‌طور کامل محقق نشده است.

ردیف	عنوان مصوبه	شماره بند	میزان تحقق	توضیحات
۴	قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور، مصوب ۱۳۹۴/۱۲/۲۴	ماده (۳)	با وجود گذشت حدود ۱۰ سال از تصویب قانون، گزارش رسمی و عمومی ازسوی وزارت نیرو منتشر نشده است. طبق استعلام صورت‌گرفته توسط مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در راستای تدوین گزارش حاضر، وزارت نیرو اعلام داشته است که نمونه‌های بومی در برخی نقاط مانند استان گلستان اجرا شده است. وزارت نیرو در سال ۱۴۰۳ برای فربه‌سازی نظریه‌پردازی در زمینه آب و توسعه و تقویت ادبیات فنی و گفتمان‌سازی برای دستیابی به اصلاحات نهادی در استحصال آب باران و ایده‌های آب خالص–صفر (Water Zero Net) و آب مثبت (Water Positive) رفته است.[1]	براساس شواهد، تسهیلاتی اعلام عمومی و اعطا نشده و اجرای تأسیسات جمع‌آوری آب باران در حد ضعیف بوده است.
۵	قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی؛ مصوب ۱۳۸۹/۰۴/۲۳ با اصلاحات بعدی	ماده (۲۷)	متوسط	برخی پروژه‌های مرتبط با استحصال آب و کنترل آب‌های سطحی اجرا شده‌اند، اما اهداف به‌طور کامل محقق نشده است.
۶	ضوابط ایجاد تعادل بین منابع و مصارف آب، مصوب ۱۳۸۷/۰۵/۲۰	ماده (۵)	ضعیف	طرح‌های آبخوان‌داری و آبخیزداری به‌صورت محدود اجرا شده‌اند.
۷	قانون تجدید تشکیلات و تعیین وظایف سازمانهای وزارت کشاورزی و منابع طبیعی و انحلال وزارت منابع طبیعی، مصوب ۱۳۵۰/۱۱/۱۲	بند «۲۸» ماده (۱۷)	متوسط	طبق این قانون، وزارت جهاد کشاورزی مسئولیت اجرای پروژه‌های آبخیزداری، حفاظت خاک و کنترل سیلاب را به عهده دارد. اقدامات انجام شده با اهداف متصوره فاصله زیاد دارد.
۸	قانون توزیع عادلانه آب، مصوب ۱۳۶۱/۰۴/۱۶	مواد (۱)، (۱۸) و (۱۹)	ضعیف	این قانون بر مدیریت منابع آب و جلوگیری از هدررفت تأکید دارد، اما اجرای کامل و نظارت مستمر آن محدود بوده است.

۱. آب خالص- صفر، ایده‌ای است که طبق آن مجموع تولید و مصرف آب که به هر واحد مصرف‌کننده (خانه، شهرک صنعتی، حوضه و...) می‌رسد، باید برابر با صفر باشد. این ایده تنظیم منابع و مصارف آب در واحد مصرف‌کننده را مدنظر دارد و برای حل مسائل آب از جزء به کل حرکت می‌کند. آب مثبت نیز مفهوم حفاظت از آب توسط یک سازمان، جامعه یا فردی است که به‌طور فعال به مدیریت پایدار و احیای منابع آب کمک می‌کند. این رویکرد شامل اجرای شیوه‌ها و فناوری‌هایی است که مصرف آب را کاهش می‌دهند، کیفیت آب را بهبود می‌بخشند و دسترسی به آب را افزایش می‌دهند. منظور از مثبت بودن آب این است که تأثیر مثبتی بر اکوسیستم‌های آبی بگذارد و اطمینان حاصل شود که به‌جای مصرف آب بالاتر، آب بیشتری حفظ و ذخیره شود. طی این رویکرد، هر واحد مصرف‌کننده آب علاوه‌بر مدیریت مصرف و مدیریت تقاضا، در تأمین آب نیز مشارکت می‌کند [۵۲].

بسیاری از مناطق ایران به‌دلیل قرار گرفتن در مناطق خشک، که بارندگی کم و توزیع نامناسبی دارند، با مشکلاتی در تأمین آب مواجه‌اند. علاوه‌بر این، نوسانات و تغییرات اقلیمی نیز در سال‌های اخیر افزایش یافته است. بنابراین، برنامه‌ریزی برای بهره‌مندی از بارش‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، که غالباً رگباری و سیل‌آسا هستند (شکل ۴)، بسیار حیاتی است. هرچند باتوجه به تنوع و گستردگی روش‌ها و راهبردهای مدیریت سیلاب، در گزارش حاضر امکان پرداختن به آن نیست، سامانه‌های استحصال آب باران اهمیت بالایی در مدیریت سیلاب دارند.

شکل ۴. تصاویری از سیل در تابستان ۱۴۰۱ (بیش از بیست استان در ایران درگیر سیل شدند)

برمبنای تجارب بررسی شده و چالش‌های موجود، پیشنهادهای راهبردی و مدیریتی برای بهره‌مندی از مزایای استحصال آب باران در کشور به شرح جدول ۹ ارائه می‌شود.

راهبردها در ۲۶ عنوان مطرح شده‌اند. البته اصلی‌ترین راهبرد در ردیف ۱ ارائه شده است و آن تهیه نقشه راه راهبردی و ارائه برنامه اقدام برای استحصال آب باران است. با توجه به اینکه استحصال آب باران متولی مشخصی ندارد و وظایف و تکالیف مربوطه بین وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و وزارت راه و شهرسازی، سازمان ملی استاندارد و دستگاه‌های اجرایی دیگر تقسیم شده است، تشکیل کارگروه ملی برای تدوین نقشه راه مذکور ضروری است. علاوه‌بر لزوم هماهنگی و انسجام بین وزارتخانه‌های متولی و مرتبط، در بخش‌های مختلف هر وزارتخانه نیز همسویی و هماهنگی لازم است. برای نمونه در ساختار وزارت جهاد کشاورزی تکالیف و مأموریت‌های مربوط به استحصال آب باران در معاونت

آب و خاک، معاونت تولیدات گیاهی (شامل تولید دیم) و سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری نیاز به هماهنگی دارد.

پیگیری ارائه گزارش‌های ۶ ماهه وزارت نیرو به مجلس شورای اسلامی در زمینه عملکرد و اقدامات در حوزه استحصال آب باران که در بند «ح» ماده (۳۸) برنامه هفتم پیشرفت مصوب شده است و نیز سایر احکام قانونی و بررسی این گزارش‌ها در کمیسیون آب، کشاورزی و محیط زیست مجلس شورای اسلامی، گام مهمی برای نظارت بر تکالیف دستگاه‌های اجرایی در این موضوع خواهد بود.

جدول ۹. پیشنهادهای راهبردی و مدیریتی برای بهره‌مندی از مزایای استحصال آب باران در کشور

ردیف	راهبرد پیشنهادی	دستگاه مسئول اقدام (مجری)	دستگاه مشارکت‌کننده (همکار)	مدت زمان اقدام (ماه)
	تدوین دستورالعملی مشتمل بر تعیین شاخص‌هایی برای جانمایی فعالیت‌ها و پایش و ارزیابی اثرگذاری آنها (شاخص‌هایی مانند کاهش برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی، کاهش در میزان فرونشست‌ها، کاهش تبخیر و ...)	وزارت نیرو	وزارت جهاد کشاورزی، وزارت کشور و وزارت راه و شهرسازی	۶
۱	تهیه نقشه راه راهبردی و ارائه برنامه اقدام برای استحصال آب باران	وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی	وزارت کشور، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان برنامه و بودجه، سازمان ملی استاندارد، وزارت راه و شهرسازی، انجمن‌ها و نهادهای علمی	۶
۲	مستندسازی فناوری‌های نوین و دانش بومی و حمایت از فناوری‌های نوین و ابتکارات و الگوهای محلی استحصال آب باران	معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری	دانشگاه‌ها و پژوهشکده‌ها پارک‌های علم و فناوری وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نیرو و انجمن‌های علمی مرتبط	۶
۳	تهیه و مدیریت لایه‌های داده‌های جوی و منابع آب (با تأمین زیرساخت‌های لازم)	سازمان هواشناسی	وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی	۶
۴	ایجاد وب‌گاه پویا و برنامه‌های کاربردی تلفن همراه برای نشر اطلاعات و ترویج دانش استحصال آب باران	وزارت نیرو	وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزارت جهاد کشاورزی	۶
۵	اجرای مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان درخصوص استحصال آب باران	وزارت راه و شهرسازی	وزارت نیرو، وزارت کشور، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان نظام مهندسی ساختمان	۱۲
۶	اتخاذ نگرش حوضه‌ای در استحصال آب باران و ایجاد پیوستگی بین برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات بالادست و پایین‌دست[1]	وزارت نیرو	وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط زیست	۶

۱. ضروری است ارزیابی دقیق از تأثیرات شیوه‌های استحصال بر منابع آب پایین‌دست انجام شود. تمرکز باید بر کاهش تلفات غیرمفید آب مانند تبخیر، هدررفت آب از طریق سیلاب‌های مخرب و تخلیه آب به منابع شور و غیرقابل بازیابی باشد.

ردیف	راهبرد پیشنهادی	دستگاه مسئول اقدام (مجری)	دستگاه مشارکت‌کننده (همکار)	مدت زمان اقدام (ماه)
۷	توجه به جمع‌آوری آب باران در ساختمان‌های جدیدالاحداث در مناطق مستعد	وزارت راه و شهرسازی	سازمان نظام مهندسی، شهرداری‌ها، وزارت نیرو	۱۲
۸	برگزاری کارگاه‌های آموزشی و ترویج فناوری‌های نوین استحصال آب باران	وزارت نیرو و جهاد کشاورزی	سازمان‌های غیردولتی، نهادهای آموزشی پژوهشی	۱۲
۹	تدوین استانداردهای جامع برای طراحی و نصب دستگاه‌های استحصال آب باران، کنترل کیفیت و نظارت بر رعایت استاندارد تجهیزات	سازمان ملی استاندارد ایران	وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان نظام مهندسی ساختمان	۱۲
۱۰	ارائه مشوق‌های مالی مانند وام‌های مناسب و تخفیف‌های مالیاتی برای نصب سامانه‌ها و فناوری‌های پیشرفته استحصال آب باران	وزارت نیرو	سازمان برنامه و بودجه، وزارت راه و شهرسازی، سازمان امور مالیاتی کشور	۱۲
۱۱	تشکیل کمیته‌های نظارت و ایجاد سامانه‌های پایش عملکرد سامانه‌های استحصال آب باران و الزام به گزارش‌دهی دوره‌ای آب استحصال شده و تأثیر آن بر منابع و مصارف آب	وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی	سازمان حفاظت محیط زیست	۶
۱۲	تخصیص اعتبارات برای پروژه‌های استحصال آب باران و مدیریت سیلاب‌ها برای اجرای مؤثرتر پروژه‌ها	سازمان برنامه و بودجه	وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نیرو، وزارت کشور	۱۲
۱۳	تدوین شیوه‌نامه جانمایی طرح‌های استحصال آب باران با بهینه‌سازی و اولویت‌بندی طرح‌های مربوطه بر اساس ویژگی‌های مناطق و ارزیابی فنی و اقتصادی	وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی	سازمان برنامه و بودجه	۶ الی ۱۲
۱۴	تدوین طرح جلب مشارکت جامعه محلی در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌ها	وزارت کشور	وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، سازمان‌های غیردولتی و مردمی	۶
۱۵	انجام ارزیابی جامع از منابع آب و پتانسیل جمع‌آوری آب باران و آب‌های سطحی در مناطق روستایی	وزارت نیرو	وزارت جهاد کشاورزی، وزارت کشور، وزارت عتف، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری، وزارت راه و شهرسازی، انجمن‌های علمی مربوطه	۱۲

ردیف	راهبرد پیشنهادی	دستگاه مسئول اقدام (مجری)	دستگاه مشارکت‌کننده (همکار)	مدت زمان اقدام (ماه)
۱۶	تدوین طرح توسعه فناوری‌های کشاورزی سازگار با استفاده از آب باران	وزارت جهاد کشاورزی	وزارت عتف، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری	۱۲
۱۷	برنامه‌ریزی پروژه‌های زیرساختی جمع‌آوری آب باران در مناطق شهری و روستایی	وزارت راه و شهرسازی	وزارت نیرو، وزارت کشور، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان نظام مهندسی ساختمان	۱۲
۱۸	پیگیری طرح‌های جمع‌آوری آب باران و استحصال نزولات جوی در مناطق عشایری	سازمان امور عشایر	وزارت نیرو	۱۲
۱۹	اجرای دوره‌های آموزشی و ترویجی برای آگاه‌سازی روستائیان و عشایر از اهمیت و چگونگی بهره‌برداری از نزولات جوی و کاهش اتکا به سامانه‌های متمرکز آب‌رسانی	وزارت جهاد کشاورزی	وزارت نیرو، وزارت آموزش‌وپرورش، رسانه‌های محلی، سازمان حفاظت محیط زیست	۹
۲۰	راه‌اندازی طرح‌های پایلوت در مناطق روستایی و عشایری برای نشان دادن مزایا و نحوه استحصال آب باران	وزارت جهاد کشاورزی	وزارت نیرو، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، معاونت علمی و و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری	۱۲
۲۱	همکاری در تولید و پخش برنامه‌های آموزشی و مستند با موضوع اهمیت جمع‌آوری آب باران و استفاده مجدد از آن	وزارت کشور	وزارت علوم و انجمن‌های علمی، وزارت نیرو، سازمان صداوسیمای جمهوری اسلامی ایران، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی و وزارت آموزش‌وپرورش	۶
۲۲	طراحی و اجرای پویش‌های تبلیغاتی مشترک با هدف آموزش نحوه نصب و استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری آب باران	وزارت کشور	وزارت نیرو، سازمان صداوسیمای جمهوری اسلامی ایران، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت آموزش‌وپرورش	۹
۲۳	شناسایی و ارائه راهبردهای انطباق با سناریوهای مختلف تغییر اقلیم در طرح‌های موجود و آتی استحصال آب باران	وزارت جهاد کشاورزی	وزارت نیرو و سازمان حفاظت محیط زیست	۶

منابع و مآخذ

[1] Meter, K., Basu, N., Tate, E. and Wyckoff, J., (2014). Monsoon harvests: the living legacies of rainwater harvesting systems in South India. Environ Sci Technol. 48:4217–4225.

[2] Minkley, G., 2012 Rainwater harvesting, homestead food farming, social change and communities of interests in the eastern cape. S Afr Irrig Drain. 61:106–118

[3] Da Silva, L.P. and Teodoro, F., 2020. Rainwater Management, Sustainable Urban Growth, and Climate Change

[۴] اندرودی، ا.، طالبیان، م.ح.، رشیدی، م. و معصومی تبار، س. (۱۳۹۹). واکاوی آبراهه‌ها و نظام زهکشی آب در تخت‌جمشید. نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی. ۲۵(۳): ۳۷-۴۹.

[۵] چکشی، ب. و طباطبایی یزدی، ج. (۱۳۹۱). استحصال آب باران شیوه ای جهت استفاده از دانش بومی به منظور تامین آب در مناطق خشک. اولین همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران- مشهد آذرماه (۱۳۹۱).

[۶] سرباز، ح. و آقامیری، محمد. ۱۴۰۲. سیاستگذاری و مدیریت فرابخشی حل معضل پدیده فرونشست در ایران. فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری وبرنامه‌ریزی انرژی. ۹ (۲): ۱۰۶-۱۴۷.

[۷] پهلوانی، پ.، دستورانی، م.ت.، طباطبایی، ج.، وفاخواه م. (۱۳۹۵). بررسی و مقایسه‌ی پتانسیل استحصال آب باران از سطوح عایق پشت بام‌ها در شرایط اقلیمی مختلف (مطالعه موردی: شهرهای مشهد و نور). سامانه‌های سطوح آبگیر باران. ۴ (۳): ۱-۱۰.

[۸] سعیدیان، ح. (۱۴۰۰). نگرشی جامع بر روش‌های جمع‌آوری آب باران در ایران و دنیا. حفظ و بهره‌وری آب، ۲(۴)، ۲۶-۴۰.

[۹] معماریان، ه.، تاجبخش، س.م. (۱۴۰۱). نقش استحصال آب باران در بهبود رفاه جامعه و خدمات زیست بوم. سامانه‌های سطوح آبگیر باران. ۱۰ (۴): ۱۳-۲۸.

[10] پیلغوش، ع. و مزین، م. (1399). استحصال آب باران و نقش آن در توسعه فضای سبز ،نهمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران،تبریز، https://civilica.com/doc/1132751.

[11] Traboulsi, H., Traboulsi, M., (2015). Rooftop level rainwater harvesting system. Applied Water Science. 7:769–775

[12] Tamaddun K, Kalra A, Ahmad S., (2018). Potential of rooftop rainwater harvesting to meet outdoor water demand in arid regions. Journak of Arid Land 10:68–83

[13] Sreedevi T.K., Wani S.P., Sudi R., Patel M.S., Jayesh T., Singh S.N. and Shah T. (2006). On-site and Off-site Impact of Watershed Development: A Case Study of Rajasamadhiyala, Gujarat, India. Global Theme on Agroecosystems Report No. 20, Pantacheru, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

[14] Freni, G. and Liuzzo, L., 2019. Effectiveness of rainwater harvesting systems for flood reduction in residential urban areas. Water, 11(7), p.(1389).

[15] Gee, K.D. and Hunt, W.F., (2016). Enhancing stormwater management benefits of rainwater harvesting via innovative technologies. Journal of Environmental Engineering, 142(8), p.04016039.

[16] Zhang, S., Zhang, J., Jing, X., Wang, Y., Wang, Y. and Yue, T., (2018). Water saving efficiency and reliability of rainwater harvesting systems in the context of climate change. Journal of Cleaner Production, 196, pp.1341-1355.

[17] Barron J. (2009). Rainwater harvesting: a lifeline for human well-being. UNEP/Earthprint.

[18] Molden, D., (2013). Water for food water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture. Routledge.

[19] World Bank. (2005). Agricultural Growth for the Poor: an agenda for development. Washington, D.C
[20] Sharma B. R., Rao K. V., Vittal K. P. R. and Amarasinghe U., 2008. Converting rain into grain: Opportunities for realising the potential rainfed agriculture in India. Proceedings National Workshop of National River Linking Project of India, International Water Management Institute, Colombo (pp. 239-252).
[21] Bruce J.P., Frome M., Haites E., Janzen H., Lal R. and Paustian K. 1999. Carbon sequestration in soils. J. Soil and Water Conservation, 54(1): 283-289.
[22] Van Koppen B., Namara R. and Stafilos-Rothschild C. C. 2005. Reducing poverty through investments in agricultural water Management: Poverty and gender issues and synthesis of SubSaharan Africa Case s tudy Reports. Working paper 101. International Water Management Institute, Colombo
[۲۳] وزارت نیرو، ۱۴۰۱. شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر مطالعات پایه منابع آب. بیلان منابع آب کشور منتهی به سال آبی ۹۰-۱۳۸۹.
[24] Pandey, V. P., Shres tha, S., Chapagain, S. K. and Kazama, F., 2011. A framework for measuring groundwater sus tainability. Environmental Science & Policy, 14(4), 396-407. DOI: 10.1016/j.envsci.2011.02.008
[۲۵] عصاره، ع، و جهانگیری، س. ۱۴۰۱. امکان سنجی پتانسیل استحصال آب باران از سطوح عایق پشت بام ها در شرایط آب و هوایی اهواز. پژوهش‌های اقلیم شناسی. (۴۹): ۱۶۳-۱۷۶.
[۲۶] میررمضانی، م.، ریاحی سامانی، م.، اسلامیان، س.، آقایی شلمانی، ی. و رحمتی، م. ۱۴۰۰. امکان‌سنجی بازطراحی فضای سبز شهری در قالب منظرسازی خشک هوشمندانه با رویکرد استحصال آب باران. سامانه‌های سطوح آبگیر باران. ۹ (۲): ۵۷-۷۰.
[۲۷] آبخیزی، خ.، خسروی، ح.، خلیقی سیگارودی، ش.، مقدم نیا، ع، طالبی نیا، م. ۱۳۹۹. مکان‌یابی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران برای مصارف شرب و کشاورزی با استفاده از مسأله پوششی هاب (الگوریتم PR). مجله علوم ومهندسی آبخیزداری ایران. ۱۴ (۴۹): ۸۳-۹۲.
[۲۸] عدالتیان، ا.، احمدیان، م.ع.، بهنیافر، ا، و جهانی ثانی، م. ۱۳۹۷. امکان‌سنجی استحصال آب باران از حوضه‌های آبخیز پشت‌بامی در مناطق روستایی (مطالعه‌ی موردی: بخش رضویه، شهرستان مشهد). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ۹(۳۲): ۱۶-۳۵.
[۲۹] نوری، ز. و زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۹۷. استفاده بهینه از آب باران راهکاری برای مقابله با کم آبی در مناطق خشک و نیمه خشک. آب و توسعه پایدار. ۵(۱): ۱۱۵-۱۲۲.
[۳۰] Yannopoulos, S., Giannopoulou, I. and Kaiafa-Saropoulou, M., (2019). Investigation of the current situation and prospects for the development of rainwater harvesting as a tool to confront water scarcity Worldwide. Water. 11 (2168): 1- 16.
[31] Meehan, K.M. and Moore A.W., 2014. Downspout politics, upstream conflict: Formalizing rainwater harvesting in the United States, WATER INT'L. (39): 417- 418.
[32] Chubaka C.E., Whiley H., Edwards J.W. and Ross K.E. (2018). A review of roof harvested rainwater in Australia. Journal of Environmental and Public Health. ID 6471324, 14 pages https://doi.org/10.1155/2018/6471324
[33] Mekdaschi, R. and Liniger, H.P., 2013. Water harvesting: guidelines to good practice. Centre for Development and Environment.
[34] Saha, D., Villholth, K.G. and Shamrukh, M., (2024). Managed Groundwater Recharge and Rainwater Harvesting for Sustainable Development: Research, Practices, and Policies from Developing Countries. In Managed Groundwater Recharge and Rainwater Harvesting: Outlook from Developing Countries (pp. 1-14). Singapore: Springer Nature Singapore.
[35] Van der Zaag, P. and Savenije, H.H., (2006). Water as an economic good: the value of pricing and the failure of markets (pp. 1-32). Unesco-IHE. of markets (pp. 1-32). Unesco-IHE.
[36] Bhattacharya, S., 2015. Traditional water harvesting structures and sustainable water management in

India: A socio-hydrological review. International Letters of Natural Sciences, 37.
[37] Glendenning, C.J. and Vervoort, R.W., 2015. Rainwater Harves ting—A Supply-Side Management Tool for Sustaining Groundwater in India. Sus tainable Water Use and Management: Examples of New Approaches and Perspectives, pp.313-337.
[38] Dile, Y.T., Karlberg, L., Daggupati, P., Srinivasan, R., Wiberg, D. and Rockström, J., (2016). Assessing the implications of water harvesting intensification on upstream–downstream ecosystem services: A case study in the Lake Tana basin. Science of the Total Environment, 542, pp.22-35.
[39] Fraize W. and Lewis J. 1974. Rainwater harvesting: model-based design evaluation. Memorial University of Newfoundland.55 pp.International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2011. Rural Enterprises Project – Phase II.220 pp.
[40] Falkenmark, M. and Rockstrom, J. (2004) Balancing Water for Humans and Nature: The New Approach to Ecohydrology. Earthscan, London, 74-89.
[41] Ngigi, S.N. (2003) Rain Water Harvesting for Improved Food Security. Promoting Technologies in the Greater Horn of Africa. Greater Horn of Africa Rainwater Partnership (GHARP). Kenya Rainwater Association (KRA).
[42] Dillon, P. and Arshad, M., (2016). Managed aquifer recharge in integrated water resource management. Integrated groundwater management: Concepts, approaches and challenges, pp.435-452.
[43] Joshi P.K., Jha A. K., Wani S.P., Joshi L. and Shiyani R. L. 2005. Meta-analysis to assess impact of watershed program and people's participation. Comprehensive Assessment Research Report 8. Comprehensive Assessment Secretariat Colombo, Sri Lanka.
[44] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)., (2013). Good Agricultural Practices for Rainwater Harvesting Systems. Rome: FAO. Available at: FAO Rainwater Harves ting
[۴۵] آمارنامه کشاورزی محصولات زراعی. (۱۴۰۱-۱۴۰۰). مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی.
[۴۶] دفتر کشاورزی مرکز آمار ایران. (۱۳۹۹). سرشماری عمومی کشاورزی.
[۴۷] مهندسین مشاور آب و خاک تهران. ۱۴۰۳. جمع بندی و تدقیق مطالعات مرحله اول بازسازی و بهسازی آب بندان های استان‌های شمالی (گیلان، مازندران و گلستان) و هوتک های استان‌های جنوبی (سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر). معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی.
[۴۸] بروشکه، ابراهیم. نمکی، محمد و باقریان، رضا. ۱۳۹۴. بررسی و ارزیابی روش سنتی استفاده از پروژه های کوچک منابع آب ،مطالعه موردی استان آذربایجان غربی. ترویج و توسعه آبخیزداری، ۳(۱۰)، ۱۵-۲۰.
[۴۹] مظهری، محمد؛ میرزایی، مهرنوش؛ نور، حمزه ، رحمانی، صفت اله، نعمتی، عادل ، هاشمی، علی اصغر ، باقریان کلات، علی؛ عین اللهی محرم آبادی، محرم و شیروانیان، عبدالرسول. ۱۴۰۳. بررسی اثربخشی اقتصادی و اجتماعی دستاوردهای طرح‌های تحقیقاتی اجراشده در حوزه‌های آبخیز برخی از استان‌های کشور. ترویج و توسعه آبخیزداری، ۱۲(۴۵)، ۶۸-۷۳.
[۵۰] غلامی سفیدکوهی، محمدعلی و باقری خلیلی، زهرا. (۱۴۰۱). امکان‌سنجی فنی و مالی سامانه استحصال آب باران برای تولید آب شرب بسته‌بندی در شرایط تغییر اقلیم؛ مطالعه موردی، ساری، شمال ایران. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۸(۴)، ۸۸-۱۰۴.
[51] Swarn, Lata, Arya., Yadav, R.P, 2006. "Economic Viability of Rainwater Harvesting by Renovating Village Ponds in Small Agricultural Watershed of Johranpur (HP)," Agricultural Economics Research Review, Agricultural Economics Research Association (India), 19(1)71-82.
[۵۲] بزرگ زاده، ع. ۱۴۰۳. آشنایی با آب خالص صفر و آب مثبت. نشریه داخلی فدراسیون صنعت آب، سال اول، شماره دوم.

گزیده سیاستی

با وجود اهمیت بالای استحصال آب باران در مهار سیلاب‌های مخرب، کاهش تبخیر غیرمفید و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، وزارت نیرو عملکرد چندانی در اجرای ماده (۳) قانون توسعه و بهینه‌سازی مصرف آب شرب شهری روستایی و بند «۳» سیاست‌های کلی منابع آب، نداشته است.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاســـداران، روبروی پـــارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۵۸۵۵-۱۵۸۷۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وب‌سایت: rc.majles.ir