

تیین خطاهای مهم در سیاستگذاری بازچرخانی آب از منظر بیلان آب و ارائه پیشنهاد قانونی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۲۰۷۱۶
کد موضوعی: ۲۵۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۲/۲۱

عنوان گزارش:
تبیین خطاهای مهم در سیاستگذاری بازچرخانی آب از منظر بیلان آب و ارائه پیشنهاد قانونی

نوع گزارش: طرح/ لایحه □ راهبردی □ نظارتی □

نام دفتر:
مطالعات زیربنایی (گروه آب)

تهیه و تدوین کننده:
سیامک امیری (گروه آب)

مدیر مطالعه:
مهدی مظاهری

ناظر علمی:
محمدحسن معادی رودسری، حبیب‌اله ظفریان ریگی

اظهار نظر کننده خارج از مرکز:
مجید دلاور (عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس)

ویراستار ادبی:
سیده مرضیه موسوی راد

گرافیک و صفحه آرایی:
حمیده سادات وفایی

واژه‌های کلیدی:

۱. بازچرخانی آب
۲. بیلان آب
۳. کمیت جریان‌های سطحی
۴. فرونشست زمین
۵. بحران آبخوان‌ها
۶. استحصال و انتقال بین محدوده‌ای پساب



تاریخ شروع مطالعه:
۱۴۰۳/۱۱/۱۵

فهرست مطالب

چکیده	۶
خلاصه مدیریتی	۸
۱. مقدمه	۹
۲. پیشینه پژوهشی	۱۱
۳. باز چرخانی آب در سیاستگذاری های بخش آب کشور	۱۳
۴. کلیات بیان آب	۱۸
۵. اهداف قابل انتظار از باز چرخانی آب	۲۱
۶. خطاهای مهم در سیاستگذاری باز چرخانی آب در کشور (اشاره به نکات پنهان قانونی، سیاستی و فنی)	۲۲
۷. پیشنهاد قانونی	۲۴
۸. جمع بندی و پیشنهادها	۲۵
منابع و مأخذ	۳۰

فهرست شکل ها

شکل ۱. شماتیک معادله کلی بیان آب و جملات مختلف آن (الف) و شماتیک حالت جزئی تر معادله بیان آب (شامل بیان هیدرو کلیماتولوژی و بیان آب زیرزمینی) (ب)،	۱۹
شکل ۲. مرز محدوده های مطالعاتی کشور (الف) و گستردگی پهنه های فرونشست کشور در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۸ (ب) و (ج)،	۲۰

فهرست جداول

جدول ۱. مجموعه قوانین و سیاست های حول موضوع باز چرخانی آب در کشور	۱۴
جدول ۲. شرحی از مهم ترین پروژه های اخیر باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب در نقاط مختلف کشور	۱۷
جدول ۳. مختصری از توصیه های سیاستی ارائه شده در این گزارش پیرامون موضوع باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب	۲۷



تبیین خطاهای مهم در سیاستگذاری بازچرخانی آب از منظر بیلان آب و ارائه پیشنهاد قانونی

چکیده



یکی از راه‌های کشورها برای دسترسی بیشتر به منابع آب خصوصاً در شرایط بحرانی، استفاده از فرایندهای بازچرخانی آب از پساب است. در این شکل از تأمین آب، آب با کیفیت نامطلوب تحت فرایندهای خاصی به آب با کیفیت بهتر برای تأمین نیاز یک‌سری از مصارف مانند صنعت، تغذیه آبخوان، آبیاری فضای سبز و کشاورزی تبدیل می‌شود. از آنجاکه این رویکرد در سیاستگذاری فعلی بخش آب کشور خصوصاً برنامه پنج‌ساله هفتم توسعه مورد توجه و تأکید بوده، نیاز است جوانب مختلف آن مورد بررسی و تحلیل کارشناسی قرار گیرد. به‌رغم مزایای خاص بازچرخانی آب، ملاحظات نیز برای آن قابل‌بحث است که کمتر در سیاستگذاری‌ها مورد توجه قرار گرفته و تمرکز اصلی بررسی‌های این گزارش است. مهم‌ترین ملاحظه این رویکرد، آثار منفی احتمالی بر بیلان آب، حجم پساب و به‌تبع آن کاهش کمی جریان‌های سطحی و زیرزمینی در صورت عدم اتخاذ تدابیر سیاستی و فنی لازم است. بنابراین از آنجاکه پساب، بخشی از بیلان آب بوده و نیاز است تداوم آن برای حفاظت کمی از منابع آب مدنظر باشد، بازچرخانی آب بعضاً ممکن است با تأثیر نامطلوب بر بیلان آب و محیط‌های آبی، به تشدید بحران‌های آبی کشور خصوصاً در بخش آب بینجامد. این گزارش با بررسی ابعاد مختلف بازچرخانی آب در کشور و اشاره به تجارب کشورهای دیگر در این خصوص، به بررسی زوایای آسیب‌زا و پنهان از دید سیاستگذاری‌های پیرامون این رویکرد می‌پردازد. همچنین بخش پایانی گزارش به ارائه راهکارها، نظرهای کارشناسی و چارچوب‌های سیاستی برای موفقیت بیشتر این نوع از راهبرد تأمین آب در کشور اختصاص دارد.

مهم ترین اسناد بالادستی پیرامون موضوع بازچرخانی آب در کشور

سیاست های کلی	قوانین برنامه پنج ساله پیشرفت
مجموعه سیاست های کلی نظام ابلاغ شده توسط مقام معظم رهبری	<ul style="list-style-type: none"> • قانون برنامه پنج ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۳ - ۱۴۰۷) • قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶ - ۱۴۰۰) • قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۴ - ۱۳۹۰)



چکیده تصویری [۱]



خلاصه مدیریتی

■ بیان / شرح مسئله

بررسی‌های این گزارش نشان می‌دهد پیرامون توسعه پروژه‌های بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب برای تأمین نیاز برخی از مصارف، یک سری ملاحظات سیاستی و قانونی در اسناد بالادستی مهم کشور قابل مشاهده است که کمتر به ذهن سیاستگذاران این حوزه خطور کرده و از اهداف این گزارش است که آنها را بررسی کرده و مهم‌ترین یافته‌های علمی، فنی و کارشناسی را در این مورد در دسترس فضای سیاستگذاری و تصمیم‌گیری کشور قرار دهد.

یکی از چالش‌های مهمی که پیرامون موضوع بازچرخانی آب وجود دارد و مورد تأکید ویژه این گزارش است، تأثیر فرایند بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب (به صورت تصفیه شده یا تصفیه نشده) از یک محدوده مطالعاتی خاص به محدوده‌های دیگر است. شاخص‌ترین اثر این نوع از دخالت انسانی برهم خوردن بیلان آب و تحت تأثیر قرار گرفتن کمیت منابع آب سطحی و زیرزمینی است که پساب (به عنوان جزء مهمی از بیلان آب) برای آنها نوعی راه علاج‌بخش و برای جبران کمبودهای کمی آنها به شمار می‌رود. با توجه به اهداف کمی سنج‌های عملکردی نظام مدیریت یکپارچه منابع آب ذیل **قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران**، حجم تأمین آب برای یک سری از مصارف (از جمله نیاز آبی صنایع آب‌بر) بناست که از طریق تأمین منابع آب‌های نامتعارف (آب دریا و پساب) و به میزان ۱/۷۷ میلیارد مترمکعب تا پایان برنامه پنج‌ساله مذکور عملیاتی شود. با توجه به جذابیت این روش از استحصال آب نزد سیاستگذاران کشور و تعیین هدف کمی برای آن، نیاز است جوانب مختلف این رویکرد مهم بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته تا از آسیب‌های احتمالی بر پایداری سرزمینی کشور در مناطقی که هدف این دست از پروژه‌ها هستند جلوگیری به عمل آید.

■ نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

یافته‌های این گزارش نشان می‌دهد پروژه‌های بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب در صورت عدم لحاظ اصول علمی، فنی و کارشناسی لازم می‌تواند با آسیب‌های احتمالی برای پایداری سرزمینی و سیاستگذاری‌های کلان کشور در آینده همراه باشد. با توجه به اینکه پساب، جزئی حیاتی از بیلان آب است، لازم است هر گونه سیاستگذاری، قانونگذاری و اقدام‌های اجرایی حول این رویکرد از تأمین آب با اعمال حساسیت‌های بیشتری خصوصاً در شرایط فعلی بحران منابع آب کشور صورت گیرد. با توجه به مندرجات این گزارش، براساس برنامه‌ریزی‌های انجام شده برای پساب در کشور تا پایان سال ۱۴۰۱، حجم پساب پروژه‌های در برنامه ساخت معادل ۷۳۵، پروژه‌های در حال ساخت معادل ۵۱۹، پروژه‌های مشارکتی دارای قرارداد با بخش خصوصی معادل ۳۰۷ و پروژه‌های مشارکتی در حال مذاکره (با بخش خصوصی) معادل ۳۴۸ میلیون مترمکعب در سال بوده است [۲]. با توجه به اهمیت سیاستی بلندمدت این رویکرد از تأمین آب نزد سیاستگذاران کشور، بخشی از این گزارش شامل یک سری پیشنهاد‌های کارشناسی و جوانب تقنینی است که گزیده‌ای از آنها به صورت زیر ارائه می‌شود:

۱. توجه به آثار بازچرخانی آب بر مؤلفه‌های بیلان آبی و زیست‌بوم‌های آبی و لزوم پیشبرد پروژه‌ها در چارچوب بیلان آب برای حفظ پایداری سرزمینی کشور، جلوگیری از هدررفت سرمایه‌های ملی و تهدید سامانه‌های طبیعی کشور در آینده،
۲. لزوم حفاظت و حراست از آب معادل حجم آب بازچرخانی شده و تخصیص یافته به مصرف‌کنندگان هدف و جلوگیری از تخصیص‌های مضاعف،
۳. تهیه بانک اطلاعاتی جامع پروژه‌های بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب (در دست مطالعه، اجرا و بهره‌برداری) و تعیین حدود استقرار این پروژه‌ها نسبت به محدوده‌های مطالعاتی کشور به منظور امکان‌ارائه راهکارها و احیاناً هشدارهای کارشناسی لازم و به موقع،
۴. اهتمام به مستندسازی و حصول شفافیت از فعالیت پروژه‌های بازچرخانی و هدف‌گذاری‌های کمی آنها از جمله حجم کل آب تخصیص یافته به

آنها و همچنین اتخاذ تدابیر لازم جهت مقابله با موارد احتمالی تضاد و تعارض منافع و مسائل مربوط به رانت، فساد و عدم شفافیت و پاسخ‌گویی.

■ پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

یکی از مهم‌ترین جوانب بحران آب در کشور که همواره مورد توجه کارشناسان و تحلیلگران این حوزه بوده، ضعف در ساختارها و چارچوب‌های قانونی و همچنین سازوکارهای نظارتی است. این مسئله در طول سالیان اخیر موجب خسارت‌ها و خلل‌هایی در نظام مدیریتی و اجرایی این بخش حساس کشور شده است. براساس یکی از گزارش‌های مرکز پژوهش‌های مجلس درباره قوانین آلودگی منابع آب، ضعف‌های ساختاری متعددی متوجه قوانین این حوزه بوده و بر اتمام نظام قانونگذاری و تصمیم‌گیری کشور برای عبور از قوانین فعلی و دستیابی به گستره‌ای از قوانین به‌روز، پیشگیرانه و کارآمد تأکید شده است. یکی از این مسائل ضعف در محتوا، عدم شفافیت و صراحت مواد قانونی و وجود تناقض‌های آشکار در نظام قانونی این بخش حیاتی کشور است [۳]. در موضوع بازچرخانی آب نیز یکسری ملاحظات متوجه بخش سیاستگذاری و ساختارهای قانونی مرتبط است. در این گزارش سعی شده برای رفع ابهام‌ها و تدقیق محتوای این ساختارهای قانونی در موضوع بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب پیشنهاد قانونی ارائه شود که چارچوب کلی این محتوای قانونی در قالب موارد زیر است:

۱. سیاست‌های مدیریتی و آثار بر مؤلفه‌های بیلان آبی و صرفه‌جویی واقعی آب باید با اشاره بهتر و روشن‌تری در قوانین آتی، در مواد قانونی مشخص و در اولویت‌های نخست این اسناد ارائه شود.

۲. مشخصاً در مورد بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب، قوانین باید این موضوع را به‌صورت مؤکد به آخرین راه‌حل موکول کنند. مهم است که مواد قانونی آتی بازچرخانی آب را به‌عنوان یک منبع جدید تعریف نکرده و استفاده از آن را تنها در صورتی مجاز بدانند که راه‌حل دیگری برای تأمین آب مصرف‌کنندگان هدف وجود نداشته باشد.

۳. در مواد قانونی جدید نیاز است به‌طور خاص به حفظ آب‌های صرفه‌جویی شده و بازگشت آن به چرخه هیدرولوژیکی اشاره شود. در این راستا نیاز است مواد قانونی محکم و کارآمدی موضوع تخصیص‌های مضاعف و تعریف مصارف و مصرف‌کنندگان جدید را منع کند.

۴. باید در مواد قانونی آتی پیرامون موضوع بازچرخانی آب به مسائلی مانند تعارض و تضاد منافع و لابی‌های احتمالی صاحبان صنایع بزرگ برای دسترسی به منابع آب بیشتر و به‌تبع آن افزایش فشار بر منابع آب و کاهش کارایی اصول قانونی اشاره شود.

۵. ساختارهای نظارتی موفق، یکی از ابزارهای چارچوب‌های قانونی برای رسیدن به اهداف قانونی و راهبردهای کلان است. نظارت‌ها بر بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب باید بر مبنای یک اصل قانونی محکم و کارآمد و در یک ساختار نظارتی شفاف و مستند انجام شود.

۱. مقدمه

حفاظت و حراست کمی و کیفی از منابع آب و تقویت جایگاه این موضوع مهم در سیاستگذاری‌ها و برنامه‌های راهبردی، نیاز اساسی کشورهایی مانند ایران است. بحران‌های اقلیمی و دخالت‌های مخرب انسانی در منابع آب، دسترسی مناسب و پایدار به آن را با چالش‌های روزافزونی مواجه کرده است. مسئله‌ای که نیازمند تدوین برنامه‌های عملیاتی کارآمد و سیاستگذاری‌های مؤثر برای مقابله با تهدیدها و نیل به پایداری و افزایش بهره‌وری در توسعه و مصارف منابع آب است.

به‌دلیل اهمیت تأمین پایدار آب برای مصارف مختلف و هم‌زمان تضمین پایداری محیط زیستی و آبی کشورها، نیاز است بهترین رویکردها و الگوهای سیاستی برای این موضوع مدنظر سیاستگذاران بخش آب و دیگر بخش‌های مرتبط قرار گیرد. از این رو در



سال‌های اخیر، تکامل مستمر پروژه‌های تحقیقاتی علمی بین‌رشته‌ای و چند رشته‌ای به همکاری بیشتر بین کارشناسان، محققان و پلتفرم‌های اشتراک‌گذاری پژوهش‌ها و فناوری‌ها منجر شده است. بر این اساس نیاز است افراد در طیف‌های تخصصی مختلف، برای تبادل، به اشتراک‌گذاری و به‌روزرسانی‌های تحقیق و توسعه در مورد به‌کارگیری راه‌حل‌های پایدار برای چالش‌های اقلیمی، محیط زیستی و منابع آبی، گردهم آمده و چاره‌اندیشی کنند. تغییرات اقلیمی و تأثیر گسترده آن بر پروژه‌های آبی، به‌گونه‌ای است که نیاز مبرمی به درک روابط متقابل پیچیده این تغییرات بر محیط زیست، منابع آب و انرژی وجود دارد تا به راه‌حل‌های بهتر و پایدارتری برای نسل‌های آینده منجر شود.

یکی از موضوع‌های مهم در سیاست‌گذاری‌های حوزه آب، لزوم تأمین آب پایدار از منابع مختلف (مرسوم، جدید و نامتعارف) است. از منابع جدید تأمین آب می‌توان به نمک‌زدایی آب دریا و استحصال آب‌های جوی اشاره کرد. همچنین از راهکارهای نامتعارف، اما در دسترس، می‌توان به بازچرخانی آب و تأمین یک‌سری از نیازهای آبی و مصارف از طریق انواع پساب و فاضلاب اشاره کرد. به‌طور خاص در زمینه بازچرخانی آب و تأمین نیازها و مصارف از پساب، همان‌طور که بحث شد، توجه به پایداری و انطباق حداکثری با شرایط طبیعی و محیطی باید در اولویت اقدامات سیاستی و راهبردی کشورها قرار گیرد. فرایند بازچرخانی آب، بعضاً با کمک به پر کردن شکاف عرضه و تقاضا و کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی و سطحی، می‌تواند به‌عنوان یک منبع در دسترس برای برآورده کردن بخشی از نیازها و مصارف کشورها در حوزه‌هایی مانند صنعت، کشاورزی و حتی شرب به‌شمار آید. استفاده‌هایی مانند آبیاری فضای سبز، شستشوی فضاهای ساختمانی، حفاظت در برابر سوانح آتش‌سوزی، کنترل گردوغبار و تهیه مطبوع برای این منبع جایگزین قابل‌تصور است. برای مثال در بخش صنعت، آب تصفیه‌شده را می‌توان برای کمک به رفع انواع نیازهای آبی در فرایندهای صنعتی (مانند استفاده در خنک‌کننده‌ها) استفاده کرد. همچنین در شرایط اقتصادی و فناورانه بهتر، آب بازچرخانی و تصفیه‌شده را می‌توان مطابق با استانداردهای آب آشامیدنی برای تغذیه سفره‌های زیرزمینی، افزایش حجم مخازن و منابع شرب استفاده کرد [۴].

باید توجه کرد که از مهم‌ترین آثار منفی و نامطلوب بازچرخانی آب، تحت‌الشعاع قرار گرفتن کمیت جریان‌های ورودی به آب‌های سطحی و زیرزمینی است که به‌نوعی جزئی از بیلان آب بوده و در جهت حفظ تعادل آبی و محیط زیستی مناطق مختلف خصوصاً نقاط بحرانی ضروری است. مدیریت پایدار آب، بر پایه پیشبرد استراتژی‌های خاص و با هدف حفاظت از پایداری بلندمدت منابع آب و تمرکز بر تعادل بین تأمین نیازهای انسانی و پایداری محیطی است. آینده امن از نظر آبی، مستلزم استفاده مسئولانه از منابع آب برای رفع نیازهای حاضر بدون به‌خطر انداختن نیازهای آیندگان، داشتن درک کامل از پیوند پیچیده سامانه‌های آبی و همچنین شناخت نقش حیاتی آنها در پایداری اکوسیستم‌ها و حیات جوامع است.

مدیریت پایدار منابع آب، اصولاً یک رویکرد جامع و یکپارچه است که ضمن ایجاد یک ساختار مدیریتی قوی و انعطاف‌پذیر در بخش آب، به شناخت و رویارویی با چالش‌های مختلف در رابطه با کمیت و کیفیت آب پرداخته و از تلاش‌های هماهنگ برای حفاظت از این عنصر حیاتی حمایت می‌کند. در این رویکرد، هدف ادغام سیاست‌ها، فناوری‌ها و همچنین مشارکت اجتماعی به‌منظور اطمینان از انطباق‌پذیری مطمئن فعالیت‌های انسانی و سلامت محیط‌های آبی بوده و بر ادغام تلاش‌های حفاظتی، شیوه‌های استفاده کارآمد از آب و فناوری‌های نو متمرکز است. تحت همین رویکرد، اجرای سیاست‌ها و تنظیم مقررات برای مدیریت مصرف و حفاظت از منابع آب برای پایداری بلندمدت آن ضروری است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت استفاده از شیوه‌های پایدار تأمین مصارف و مدیریت منابع آب، وابستگی بالایی به پیشبرد اقدامات سازگار با محیط‌های آبی دارد. اقداماتی از قبیل استحصال اصولی آب باران، حفاظت از حوضه آبخیز و حتی اجرای سیستم‌های بازچرخانی آب که با تشویق فرهنگ حفاظت و استفاده مسئولانه از منابع آب انجام می‌گیرد می‌تواند، به ترویج فرهنگ حفظ و حراست آن برای نسل‌های آینده منجر شود. ناگفته نماند استفاده از فناوری‌های پیشرفته در نیل به موفقیت مدیریت منابع آب حیاتی است. این فناوری‌ها شامل استفاده از طیف گسترده‌ای از فناوری‌های روز با هدف جبران کمبود آب و ترویج استفاده پایدار از آن است [۵].

باید توجه کرد که به‌رغم بُعد کیفی نامطلوب پساب و فاضلاب و تأثیر بلندمدت آن بر تشدید آلودگی جریان‌های سطحی و زیرزمینی، بُعد کمی آن برای حفظ جریان طبیعی رودخانه‌ها و بعضاً حفظ اکوسیستم‌های آبی خصوصاً در مناطق بحرانی حیاتی است. همان‌طور که گفته شد تحت فرایندهای بازچرخانی آب، حجم بعضاً قابل‌توجهی از جریان از منابع سطحی و زیرزمینی گرفته شده که این می‌تواند به تبعاتی مانند افزایش نرخ فرونشست زمین (درنتیجه کاهش حجم ذخیره آبخوان‌ها) و کاهش جریان‌های سطحی و حتی ورودی از بالادست مخازن سدها منجر شود. مهم است که ابعاد علمی، کارشناسی و فنی این موضوع در چارچوب بیان آب بررسی شده و در قالب یک سیاست آبی جامع‌نگر بتواند در دسترس سیاستگذاران این بخش حساس کشور قرار گیرد (موضوعی که تمرکز و هدف اصلی بررسی‌های این گزارش است). پیرامون این موضوع سیاستی، نیاز است ضمن اشاره به ظرفیت‌ها و فرصت‌ها، جوانب دیگر آن نیز آسیب‌شناسی و موشکافی شده تا آثار نامطلوب احتمالی آن بر پایداری منابع آب و اکوسیستم‌های آبی و کلیت ثروت‌ها و سامانه‌های طبیعی کشور در آینده ارزیابی شود. بخشی از این گزارش به بررسی پیشینه پژوهش‌ها و بخش‌های دیگر به موضوع و اهمیت بازچرخانی آب در سیاستگذاری‌های بخش آب کشور (عمدتاً مندرج در قوانین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه و سیاست‌های کلی ابلاغی مقام معظم رهبری)، مباحث نظری و فنی بازچرخانی در کلیات بیان آب، اهداف قابل‌انتظار و خطاهای مهم در سیاستگذاری بازچرخانی آب و در پایان به ارائه پیشنهاد‌های قانونی مرتبط اختصاص دارد. لازم است تأکید شود که این گزارش صرفاً به بحث سیاستگذاری‌های پیرامون بازچرخانی آب و تأثیر آن بر کلیت بیان آب اختصاص داشته و هدف آن بررسی آثار زیست‌محیطی و جنبه‌های تناقض آن با قوانین و استانداردهای مربوط به آلودگی محیط زیست نخواهد بود.

۲. پیشینه پژوهشی

همان‌طور که پیشتر مطرح شد، کمبود منابع آب و دشواری دسترسی به آن، چالشی روزافزون در بسیاری از نقاط جهان است که با گسترش شهرنشینی، تشدید تغییرات اقلیمی و به تبع آن به‌هم‌خوردن تعادل بین مصارف و منابع آب مرتبط است. فاضلاب باز‌یافتی یا بازچرخانی آب، روشی نامتعارف برای افزایش دسترسی به منابع آب در برخی مناطق با دسترسی محدودتر به منابع آب است. روشی که نیازهای برخی مصرف‌کنندگان را با جلوگیری از استفاده مستقیم از منابع آب مرسوم و در دسترس (سطحی و زیرزمینی) تأمین می‌کند. این روش ضمن داشتن برخی مزایا، ملاحظات نیز دارد که از لحاظ علمی، فنی و سیاستی کمتر مورد توجه سیاستگذاران خصوصاً در داخل کشور بوده است. با توجه به اهمیت داشتن دقت کافی در توسعه و بهره‌برداری از طرح‌های استحصال آب از منابع جدید و نامتعارف در کشوری مانند ایران، نیاز است تمام جوانب مثبت و منفی آن به‌طور هم‌زمان مورد توجه قرار گرفته و با نظر به مجموعه این جوانب، سیاستگذاری‌ها و خط‌مشی‌های فنی و مدیریتی جهت‌دهی شود. بر این اساس، با توجه به اهمیت لحاظ بیان آب در سیاستگذاری‌ها، در ادامه به گزیده‌ای از یافته‌ها و پیشنهاد‌های مطالعات انجام شده اشاره می‌شود.

براساس یکی از گزارش‌های مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، در نظر گرفتن جایگاه و اهمیت بیان آب در کشور گامی اساسی برای توسعه پایدار است. با توجه به اهمیت آب‌های زیرزمینی در کشور، برآورد بیان منابع آب زیرزمینی با هدف ارزیابی وضعیت فعلی این منابع و برنامه‌ریزی در جهت توسعه پایدار آنها در آینده دارای اهمیت بسیار است. براساس گزارش، در آبخوان‌های با بهره‌برداری بیش از حد، داشتن یک تخمین جامع، دقیق و قابل‌اطمینان از بیان آب مهم است. مؤلفه‌های ورودی بیان آب زیرزمینی از نفوذ حاصل از بارندگی بر سطح آبخوان، نفوذ از جریان‌های سطحی و سیلابی، آب برگشتی کشاورزی، پساب ناشی از مصارف شهری و صنعت و جریان‌های زیرزمینی



ورودی به آبخوان تشکیل شده است. در مقابل مؤلفه‌های خروجی شامل برداشت از آبخوان، زهکشی آبخوان، تبخیر از آب زیرزمینی آبخوان و جریان‌های زیرزمینی خروجی از آبخوان خواهد بود. براساس اصول حاکم بر بیلان آب، میزان تغذیه آبخوان از طریق برآورد پساب بخش‌های مختلف صنعت، خدمات و کشاورزی به دست آمده و نحوه محاسبه نفوذ، از آب مصرفی کشاورزی و پساب صنعت و خدمات، با توجه به شرایط و نحوه دفع فاضلاب حاصل می‌شود (که درصدی از میزان آب مصرفی است). با توجه به موارد مطرح شده، گزارش مذکور حساسیت بیلان آب زیرزمینی به مؤلفه‌های ورودی به آبخوان (مانند تغذیه از آب برگشتی مصارف) را به دلایلی (مانند دقت تخمین نفوذپذیری، ضریب ذخیره سفره و قابلیت انتقال) بالا دانسته و صحت‌سنجی این پارامترها را ضروری می‌داند [۶].

یک سند (خلاصه مدیریتی) از مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، جایگاه و اهمیت بیلان آب در کشور را مهم ارزیابی کرده است. بر این اساس، به‌منظور برنامه‌ریزی و توسعه پایدار نیاز است درک درستی از اهمیت و جایگاه برآورد دقیق بیلان آب (به‌عنوان پایه و اساس برنامه‌ریزی‌ها برای توسعه کشور) در سطح ملی وجود داشته باشد. براساس پژوهش مذکور، هنوز این درک درست و مناسب وجود نداشته و باید برای تجهیز ساخت‌افزاری و نرم‌افزاری امکانات برآورد مؤلفه‌های بیلان آب، تخصیص‌های مالی و فنی لازم در دسترس قرار گیرد. با توجه به استنباط از پژوهش مذکور، هرگونه توسعه و سیاستگذاری در کشور باید بر مبنای درک درست از بیلان آب صورت گیرد که آب برگشتی و پساب جزئی اساسی از آن به حساب می‌آید [۷].

از منظر بیلان آب، تمام حوضه‌های آبریز تغییرات منفی ذخیره دارند؛ این یافته یکی دیگر از گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی است. براساس گزارش مذکور که به‌صورت جامعی وضعیت بیلان آب در حوضه‌های آبریز کشور را تجزیه و تحلیل کرده، در حال حاضر بیلان آب کشور به نحو قابل قبولی مشخص نبوده و مواردی از قبیل ارائه داده‌های چندگانه و عدم متولی مشخص و واحد، پویا نبودن و عدم کاربرد در اهداف کلان و سیاستگذاری‌های موضوعه، ساختار تصدی‌گری نامناسب در بدنه اجرایی و همچنین مشخص نبودن مرز بین اندازه‌گیری، تخمین و مدل‌سازی، از جمله آسیب‌های مرتبط با این واقعیت بر شمرده شده است. به‌عنوان پیشنهاد در این گزارش، استفاده از فناوری‌های روزآمد پایش و اندازه‌گیری، تکمیل و تجهیز شبکه پایش و استانداردسازی روش تدوین بیلان در کشور در جهت بهبود مقوله بیلان آب کشور، مطرح شده است [۸].

بر مبنای یافته‌های منتقدان یکی از پروژه‌های بازچرخانی آب در ایالت کالیفرنیا کشور آمریکا، پروژه (های) بازچرخانی مشابه یک نوع انحراف آب جدید در رودخانه ساکرامنتو است. ذخایر آبی در منطقه به‌قدری با مشکل مواجه است که هرگونه انحراف آب جدید نیز با اعتراض منتقدان روبه‌رو خواهد شد. براساس نظر کارشناسان، پساب برای سال‌ها (گاهی ۵۰ سال) در این مسیرهای آبی تخلیه شده و می‌تواند به‌عنوان بخشی از رژیم اصلی جریان برای دسترسی پایدار رودخانه و اکوسیستم آن تلقی شود؛ بنابراین حذف آن همانند یک انحراف آب جدید (برنامه‌ریزی نشده) است.

براساس نتایج گزارش‌ها، در شرایط فعلی یک پروژه محلی بخشی از پساب را به یک سیستم توزیع جدید هدایت کرده و آب بازچرخانی شده را به ۱۶۰۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی در جنوب شهرستان ساکرامنتو منتقل می‌کند. مقداری از این جریان نیز در آن مجاورت به یک پناهگاه ملی حیات وحش برای توسعه و حفاظت زیستگاه تالاب منتقل می‌شود. دبی جریان انحرافی در این پروژه چیزی در حدود ۲ مترمکعب بر ثانیه بوده و هزینه آن حدود ۲۰۰ میلیون دلار برآورد شده است. از سوی دیگر براساس تخمین مدیران محلی، این امر بسته به شرایط رودخانه، از کمیت جریان رودخانه ساکرامنتو ۱ تا ۲ درصد می‌کاهد. با توجه به یافته‌ها، این احتمال وجود دارد که احداث پروژه‌های بازچرخانی آب بیشتر، با اعتراضات و انتقادات مشابهی مواجه شده و باید مجدداً ارزیابی شود که آیا این افزایش پروژه‌ها و به‌تبع آن کاهش حجم جریان رودخانه، باعث ایجاد مسائل و تبعات ثانویه می‌شود یا خیر. براساس برخی نظرهای مطرح شده، در صورت لزوم، هیئت‌مدیره آب منطقه، قوانین جدیدی را برای پروژه‌های بازچرخانی آب وضع خواهد کرد تا تداوم و حفظ کمیت جریان‌های رودخانه‌ای را تضمین کند [۹].

بر اساس سایر پژوهش‌های بین‌المللی، بهره‌برداری از پروژه‌های بازچرخانی آب در بالادست می‌تواند میزان جریان‌های پایین دست را کاهش داده و منجر به تغییرات ناخواسته در اکوسیستم‌های آبی شود. این موضوع می‌تواند اکوسیستم‌ها و جوامعی را که برای تأمین پایدار آب و سلامت اکولوژیکی خود به جریان‌های آبی پایین دست وابسته هستند، تحت تأثیر قرار دهد.

همچنین بازچرخانی آب در مقیاس وسیع می‌تواند چرخه‌های هیدرولوژیکی محلی و منطقه‌ای را با کاهش جریان‌های برگشتی به آب‌های سطحی و مناطق تغذیه‌کننده آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر قرار داده و بر تغذیه آب‌های زیرزمینی و در دسترس بودن آب‌های سطحی اثر گذار باشد. این مسئله می‌تواند پیامدهای بلندمدتی برای پایداری منابع آب در آینده مناطق میزبان این دست از پروژه‌ها داشته باشد. در حالی که این پژوهش‌ها، مزایای رویکرد بازچرخانی آب را بازگو می‌کنند، بر اهمیت مدیریت و نظارت دقیق بر پروژه‌های بازچرخانی آب برای کاهش آثار و پیامدهای منفی آن نیز تأکید دارند. به علاوه اتکای خارج از ظرفیت و رشد تقاضای بلندمدت به رویکرد بازچرخانی آب در برخی از مناطق، ممکن است منجر به اتخاذ شیوه‌های مدیریتی ناپایدار آب و بروز تبعات نامطلوب بعدی شود [۱۰]، [۱۱]، [۱۲]، [۱۳] و [۱۴].

با توجه به اهمیت موضوع، در بخش‌های بعدی این گزارش، به‌طور مفصل‌تری به اهمیت بیلان آب و همچنین جوانب مختلف سیاستی و قانونی بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب در کشور پرداخته می‌شود. از آنجاکه ملاحظات سیاستی این روش کمتر مورد توجه بوده، این موضوع بیشتر بحث شده و در مقابل اشاره به اهداف آن (به علت تعدد منابع مطالعاتی) اجمالی خواهد بود.

۳. بازچرخانی آب در سیاست‌گذاری‌های بخش آب کشور

با توجه به وضعیت و بحران فعلی منابع آب کشور و لزوم تأمین پایدار مصارف مختلف شرب، کشاورزی و صنعت، نهادهای سیاستی و اجرایی بخش آب کشور تقریباً تمام ابزار و روش‌های تأمین این طیف از نیازها را مدنظر قرار داده‌اند. با توجه به اهمیت اشاره به اسناد بالادستی از جمله قوانین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه و مجموعه سیاست‌های کلی نظام ابلاغ شده توسط مقام معظم رهبری، در این بخش نیاز است به سیر تحولات سیاستی پیرامون موضوع این گزارش یعنی بازچرخانی آب در سال‌های گذشته اشاره شود. در جدول ۱ شرحی از این موارد ارائه شده و در ادامه نیز توضیحات تکمیلی و مسائل پیرامونی آنها در سایر بخش‌های این گزارش تبیین شده است.



جدول ۱. مجموعه قوانین و سیاست‌های حول موضوع باز چرخانی آب در کشور

ردیف	عنوان قانون / سیاست	تاریخ و مرجع تصویب	مواد و ملاحظات
۱	<p>قانون برنامه پنج ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۷ - ۱۴۰۳)</p>	<p>۱۴۰۳/۰۴/۱۸ مجلس شورای اسلامی</p>	<p>ماده (۳۹). به منظور اصلاح الگوی مصرف بهینه آب و ارتقای بهره‌وری، اقدامات زیر انجام می‌شود:</p> <p>(ب)</p> <p>۱ - آب مورد نیاز صنایع آب‌بر به‌جز صنایع غذایی، بهداشتی و آشامیدنی از آب نامتعارف (از جمله پساب و آب دریا) تأمین می‌شود. وزارت نیرو مکلف است در مواردی که امکان تأمین آب نامتعارف وجود ندارد، مشروط به وجود آب متناسب با ارزش اقتصادی آب و محصولات، مجوز آب متعارف را به صورت موقت صادر نماید.</p> <p>ث) وزارت نیرو مکلف است با همکاری وزارتخانه‌های صنعت، معدن و تجارت و نفت و سازمان حفاظت محیط زیست به منظور کاهش آب مصرفی بخش صنعت و معدن، ظرف سه ماه از لازم‌الاجرا شدن این قانون، نسبت به باز تخصیص آب مصرفی صنایع بزرگ آب‌بر در سراسر کشور و ابلاغ زمان‌بندی تأمین آب جایگزین با اولویت منابع آبی نامتعارف اقدام نماید. در پایان زمان‌بندی ابلاغ شده، بهای آب متعارف تحویلی یا برداشتی صنایع بزرگ آب‌بر در صورت وجود ظرفیت منابع آبی نامتعارف و جایگزین در محدوده استقرار صنایع مزبور، معادل متوسط بهای تمام‌شده طرح‌های تأمین آب جایگزین تعیین می‌گردد. منابع حاصل به حساب درآمد شرکت مدیریت منابع آب ایران نزد خزانه‌داری کل کشور واریز و متناسب با وصول درآمد، صرف اجرای طرح‌های استانی و ملی بخش آب و فاضلاب مصوب در قوانین بودجه سنواتی می‌گردد. شهرک‌ها و نواحی صنعتی و صنایع و معادن مشمول این بند در دریافت تسهیلات و مزایای استفاده از پساب در اولویت هستند.</p> <p>ماده (۴۰). به منظور حفظ منابع آبی، تعادل بخشی و مهار افت سطح آب‌های زیرزمینی و جلوگیری از اضافه برداشت از منابع آبی کشور اقدامات زیر انجام می‌شود:</p> <p>(ب) آبیاری فضای سبز با استفاده از آب شرب در صورت وجود آب جایگزین به تشخیص وزارت نیرو، در کلیه اماکن عمومی و دولتی ممنوع است. متخلفین مشمول مجازات تعزیری درجه ۶ موضوع ماده (۱۹) قانون مجازات اسلامی می‌گردند. شهرداری‌ها و سایر متولیان اماکن عمومی و دولتی مکلف‌اند نسبت به احداث شبکه‌های مستقل آبیاری فضای سبز و جداسازی آن از آب شرب و استفاده از پساب و سایر آب‌های نامتعارف با رعایت حدود مجاز استانداردها و شاخص‌های زیست‌محیطی و سلامت اقدام نمایند.</p>

ردیف	عنوان قانون / سیاست	تاریخ و مرجع تصویب	مواد و ملاحظات
۲	مجموعه سیاست‌های کلی نظام ابلاغ شده توسط مقام معظم رهبری	۱۴۰۲/۱۲/۲۱ مجمع تشخیص مصلحت نظام	<p>سیاست‌های کلی منابع آب (ابلاغی ۱۳۷۹/۱۱/۰۳):</p> <p>۱. ایجاد نظام جامع مدیریت در کل چرخه آب بر اساس اصول توسعه پایدار و آمایش سرزمین در حوضه‌های آبریز کشور. ۳. افزایش میزان استحصال آب و به حداقل رساندن ضایعات طبیعی و غیرطبیعی آب در کشور از هر طریق ممکن. ۴. تدوین برنامه جامع به‌منظور رعایت تناسب در اجرای طرح‌های سد و آبخیزداری و آبخوانداری و شبکه‌های آبیاری و تجهیز و تسطیح اراضی و استفاده از آب‌های غیرمتعارف و ارتقای دانش و فنون و تقویت نقش مردم در استحصال و بهره‌برداری.</p> <p>سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف (ابلاغی ۱۳۸۹/۰۴/۱۴):</p> <p>۸. ارتقای بهره‌وری و نهادینه شدن مصرف بهینه آب در تمام بخش‌ها به‌ویژه بخش کشاورزی در چارچوب سیاست‌های زیر: - برنامه‌ریزی برای استفاده مجدد و بازچرخانی آب. - تدوین و اجرای برنامه‌های عملیاتی مناسب برای ایجاد تعادل بین منابع و مصارف آب به‌ویژه در سفره‌های زیرزمینی دارای تراز منفی و اعمال مدیریت خشک‌سالی و سیل، سازگار با شرایط اقلیمی.</p> <p>سیاست‌های کلی برنامه پنج‌ساله هفتم: ۷. استقرار نظام مدیریت یکپارچه منابع آب کشور و افزایش بهره‌وری حدود پنج‌درصدی آب کشاورزی. - برنامه‌ریزی برای دستیابی به سایر آب‌ها و بازچرخانی آب‌های صنعتی و پساب.</p>



ردیف	عنوان قانون / سیاست	تاریخ و مرجع تصویب	مواد و ملاحظات
۳	قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶ - ۱۴۰۰)	۱۳۹۶/۰۱/۱۶ مجلس شورای اسلامی	<p>ماده (۳۵). دولت مکلف است به‌منظور مقابله با بحران کم‌آبی، رهاسازی حقبه‌های زیست‌محیطی برای پایداری سرزمین، پایداری و افزایش تولید در بخش کشاورزی، تعادل بخشی به سفره‌های زیرزمینی و ارتقای بهره‌وری و جبران تراز آب، به میزانی که در سال پایانی اجرای قانون برنامه یازده میلیارد مترمکعب شود، اقدامات زیر را به عمل آورد:</p> <p>پ) حمایت از توسعه گلخانه‌ها و انتقال کشت از فضای باز به فضای کنترل شده و باز چرخانی پساب‌ها، مدیریت آب‌های نامتعارف و مدیریت آب مجازی.</p> <p>ماده (۳۸). دولت موظف است اقدامات زیر را جهت حفاظت از محیط زیست به عمل آورد:</p> <p>چ) تکمیل و اجرای تأسیسات جمع‌آوری، تصفیه، باز چرخانی و مدیریت پساب و فاضلاب در شهرها و شهرک‌های صنعتی و خدماتی و سایر واحدهایی که فاضلاب با آلاینده‌گی بیش از حد مجاز از استانداردهای ملی تولید می‌نمایند از طریق عقد قرارداد فروش و یا پیش‌فروش پساب خروجی تأسیسات موجود و یا طرح‌های توسعه آتی.</p>
۴	قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۴ - ۱۳۹۰)	۱۳۸۹/۱۰/۱۵ مجلس شورای اسلامی	<p>ماده (۱۴۲). به‌منظور تقویت بازارهای محلی و منطقه‌ای و توجه به ارزش آب:</p> <p>الف) به وزارت نیرو اجازه داده می‌شود خرید آب استحصال و پساب تصفیه‌شده از سرمایه‌گذاران ام از داخلی و خارجی، آب‌مازاد ناشی از صرفه‌جویی حقبه‌داران در بخش‌های مصرف و همچنین هزینه‌های انتقال آب توسط بخش غیردولتی را با قیمت توافقی یا با پرداخت بارانه بر اساس دستور العمل مصوب شورای اقتصاد، تضمین نماید.</p>

مأخذ: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

تحول چارچوب‌های قانونی پیرامون موضوع باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب برای تأمین نیاز برخی از مصارف، نشان‌دهنده اهمیت این رویکرد از استحصال آب نزد سیاستگذاران و تصمیم‌گیران بخش آب کشور در سالیان اخیر است. بررسی‌ها نشان می‌دهد در خصوص پروژه‌های باز چرخانی پساب حاصل از تصفیه فاضلاب که با هدف استفاده از ظرفیت بخش خصوصی و تکمیل و توسعه طرح‌های فاضلاب تا پایان سال ۱۴۰۱ انجام شده، در کل ۴۱ قرارداد بیع متقابل با مبلغ سرمایه‌گذاری در حدود ۱۶۲/۲ هزار میلیارد ریال با بخش خصوصی منعقد شده است. این رویکرد در راستای تحقق مواد (۳۷) و (۳۸) مندرج در [قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه](#) بوده است.

در این راستا، صنایع و شهرداری‌ها خریدار پساب تعدادی از تصفیه‌خانه‌های کشور پس از احداث آنها خواهند بود؛ در این صورت ۸۰ درصد درآمد حاصل از این فروش به تکمیل طرح‌های آب و فاضلاب اختصاص داده می‌شود. براساس برنامه‌ریزی‌های انجام شده برای پساب در کشور تا پایان سال ۱۴۰۱، حجم پساب پروژه‌های در حال ساخت (دارای ردیف اجرایی) معادل ۵۱۹، پروژه‌های در برنامه ساخت (دارای

ردیف اجرایی) معادل ۷۳۵، پروژه‌های مشارکتی دارای قرارداد با بخش خصوصی معادل ۳۰۷ و پروژه‌های مشارکتی در حال مذاکره با بخش خصوصی معادل ۳۴۸ (همگی) میلیون مترمکعب در سال بوده است. همچنین حجم پساب قابل برنامه‌ریزی تا پایان سال ۱۴۱۵، مقداری برابر ۴۱۷ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است. باید اضافه کرد که از مجموع ۱۶۴۴ میلیون مترمکعب پساب استحصال شده (در سال) تا پایان سال ۱۴۰۱، سهم جریان تحویلی به آبخوان‌ها دارای حجمی برابر ۴۹۳ میلیون مترمکعب در سال (در حدود ۳۰ درصد کل پساب استحصال شده) بوده؛ مقدار باقیمانده نیز شامل پساب فروش رفته (۲۲۲ میلیون مترمکعب) و پساب قابل برنامه‌ریزی (۹۲۹ میلیون مترمکعب) است. با توجه به اظهارات مراجع دولتی، قراردادهای بازچرخانی پساب در ۱۴ استان کشور مابین شرکت‌های آب و فاضلاب و صنایع خریدار به صورت متمرکز منعقد شده است [۲]. با توجه به موارد مطرح شده، جدول ۲ شرحی از مهم‌ترین پروژه‌های اخیر مربوط به انتقال و بازچرخانی پساب را در نقاط مختلف کشور نشان می‌دهد.

جدول ۲. شرحی از مهم‌ترین پروژه‌های اخیر بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب در نقاط مختلف کشور

ردیف	عنوان پروژه	مشخصات و اهداف
۱	انتقال پساب شهرهای شازند، مهاجران و آستانه برای پتروشیمی شازند و شرکت پالایش نفت امام خمینی (ره) شازند	- بازچرخانی بالغ بر ۱۱۲ میلیون مترمکعب پساب در طی ۲۵ سال، - ۳۰ هزار میلیارد ریال ارزش قراردادهای منعقدشده.
۲	انتقال پساب شهر بجنورد به پتروشیمی خراسان	- تصفیه حدود ۵/۵ میلیون مترمکعب پساب در سال (قابل توسعه تا ۱۳ میلیون مترمکعب در فاز بعدی)، - ۱۲ هزار میلیارد ریال اعتبار اجرایی طرح.
۳	انتقال پساب شهر شیراز به مجتمع فولاد پاسارگاد	- ظرفیت انتقال ۱۵/۷ میلیون مترمکعب پساب در سال، - ۵۶ کیلومتر طول خط انتقال، - ۸ هزار میلیارد ریال اعتبار اجرایی طرح.
۴	انتقال پساب تصفیه‌خانه همدان به نیروگاه شهید مفتاح	- ظرفیت انتقال ۱۵ میلیون مترمکعب پساب در سال، - ۴۳ کیلومتر طول خط انتقال.
۵	انتقال پساب تصفیه‌خانه جنوب تهران به دشت‌های پاکدشت، ورامین و شهرری	- ظرفیت انتقال ۲۸۳ میلیون مترمکعب پساب در سال، - ۳۶ کیلومتر طول خط انتقال.
۶	انتقال پساب از تصفیه‌خانه زرین‌شهر به کارخانه ذوب آهن اصفهان	- تخصیص ۱/۹ میلیون مترمکعب پساب در سال برای مصارف مربوط به آبیاری فضای سبز کارخانه، - ۷۵ میلیارد ریال اعتبار اجرایی طرح.
۷	انتقال پساب فولادشهر به ذوب آهن اصفهان	- ظرفیت پساب خریداری شده معادل ۶ میلیون مترمکعب در سال، - سرمایه‌گذاری ۱۰ هزار میلیارد ریالی واحد صنعتی مذکور برای خرید پساب، - امکان کاهش برداشت آب از زاینده‌رود و کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی.
۸	انتقال پساب تصفیه‌خانه کرج به اشتهارد	- ظرفیت انتقال ۲۰/۵ میلیون مترمکعب پساب در سال، - ۴۰ کیلومتر طول خط انتقال.
۹	سامان‌دهی فاضلاب بندرعباس و انتقال پساب بازیافت شده آن به صنایع	- دارای عنوان بزرگ‌ترین طرح استفاده مجدد از فاضلاب در سطح کشور، - امکان حل معضل آلودگی ناشی از ورود فاضلاب به ساحل و دریا.

مأخذ: یافته‌های پژوهش.



مشخصات و اهداف	عنوان پروژه	ردیف
<p>– ظرفیت انتقال ۳/۱ میلیون متر مکعب پساب در سال، – طولانی‌ترین خط انتقال پساب به صنعت در کشور با طول ۱۰۰ کیلومتر، – ۵ هزار میلیارد ریال اعتبار اجرایی طرح.</p>	<p>انتقال پساب یزد به معدن سرب و روی مهدی آباد</p>	۱۰
<p>– قرارداد تخصیص ۵ میلیون متر مکعب پساب در سال به مجتمع (در فاز اول پروژه)، – اضافه شدن ۲/۵ میلیون متر مکعب در سال به ظرفیت تخصیص تا آخر برنامه هفتم توسعه (در فاز دوم پروژه).</p>	<p>انتقال پساب از تصفیه‌خانه مرکزی شهر تبریز به مجتمع پتروشیمی تبریز</p>	۱۱

۴. کلیات بیلان آب



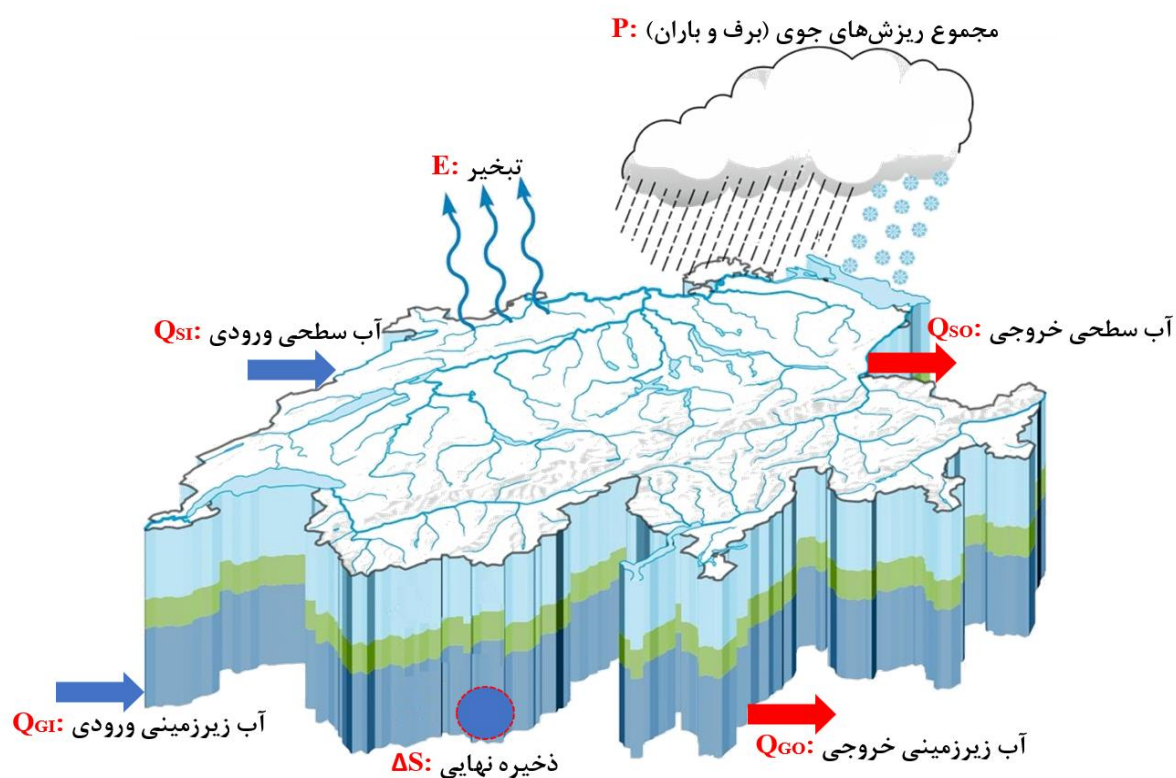
بیلان آب، در واقع یک روش حسابداری حجم کلیه جریان‌های ورودی، خروجی و ذخایر در یک مرز یا محدوده هیدرولوژیکی مشخص و در یک دوره زمانی معین است. بیلان آب، یک فرایند پویاست که در صورت داشتن بینش پیرامونی جدید، منجر به بهبود فرایندهای مدیریتی در منابع آب و درک بهتر اصول سیاستگذاری با بهره‌گیری از الگوریتم‌ها و تکنیک‌های پیشرفته در علم هیدرولوژی خواهد شد [۱۵]. اصل روش بیلان آب، حفظ تعادل بین حجم آب ورودی به محدوده مطالعه (مانند بارندگی و پساب برگشتی مصارف) و حجم آب خروجی از آن (مانند تبخیر و تعرق)، برای دسترسی پایدار و کافی به منابع آب برای مصارف مختلف است. بر این اساس، در هر دوره زمانی و به‌ازای هر حجم دلخواه، تفاوت بین مقادیر جریان ورودی و خروجی معادل مقدار آب ذخیره شده درون حجم (محدوده) مطالعه است. با انتخاب مناسب حجم و دوره زمانی بیلان، استفاده از روش بیلان آب به مفهوم اندازه‌گیری‌های هر دو عامل ذخیره و نرخ‌های جریان آب خواهد بود. بیلان آب، به‌عنوان یکی از روش‌های قدیمی و شناخته شده، یک نمای کلی از سیستم‌های آبی یک منطقه خاص بر اساس مقدار آب ورودی و خروجی به مدل‌سازان ارائه می‌کند؛ بنابراین بیلان آب صرفاً بیانی جزئی از قانون بقای جرم بوده و آن را می‌توان به‌صورت معادله (۱) بیان کرد [۸] و [۱۶]:

$$P + Q_{SI} + Q_{GI} - E - Q_{SO} - Q_{GO} - \Delta S \pm F = 0 \quad (1)$$

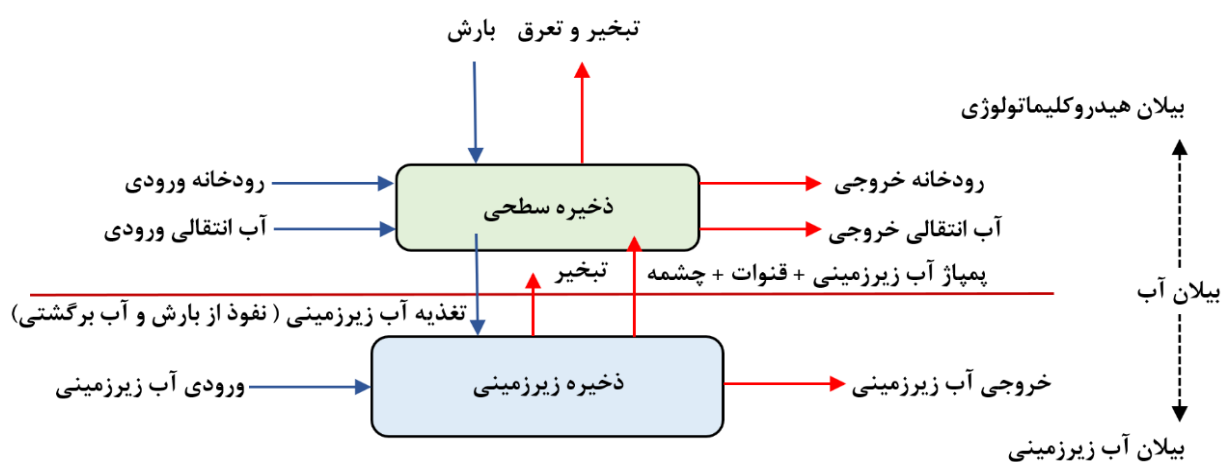
در معادله (۱)، P برابر مجموع ریزش‌های جوی، Q_{SI} حجم آب سطحی ورودی، Q_{GI} حجم آب زیرزمینی ورودی، E حجم تبخیر، Q_{SO} حجم آب سطحی خروجی، Q_{GO} حجم آب زیرزمینی خروجی، ΔS مقدار ذخیره نهایی آب و F جزء تطبیق است. معادله بیلان آب را می‌توان در هر محدوده هیدرولوژیکی با هر مقیاس و حجم مشخصی استفاده کرد که بسته به پیچیدگی و ماهیت دامنه مورد مطالعه، ویژگی و محدودیت‌های حل مسئله، ترم‌های مختلف آن می‌تواند در نظر گرفته شده یا حذف شوند. برای درک بهتر این معادله، شکل شماتیک ۱ (الف) در ادامه ارائه شده است. نیاز است اشاره شود معادله (۱) حالت کلی، عمومی و کامل معادله بیلان آب است که جایگاه پساب و آب برگشتی در آن قابل بیان است. معادله بیلان آب در بیان دقیق‌تر و جزئی‌تر، به دو معادله بیلان هیدروکلیماتولوژی و بیلان آب زیرزمینی تقسیم‌بندی می‌شود که در آن معادله بیلان آب زیرزمینی زیرمجموعه معادله بیلان هیدروکلیماتولوژی است. برای درک بهتر این دسته‌بندی جزئی‌تر شکل شماتیک ۱ (ب) ارائه شده است.

با توجه به هدف این گزارش که در نظر گرفتن پساب و بازچرخانی آب در معادله بیلان آب است، جمله Q_{SI} که همان حجم آب سطحی ورودی است، بیشتر مورد توجه خواهد بود. برای درک بهتر کلیت بیلان آب و بیان ساده‌تر آن، هر محدوده هیدرولوژیکی یا مطالعاتی را می‌توان به‌مناب‌های مجزایی تصور کرد که هر کدام از این ظروف معادله بیلان آب حاکم بر خود را داشته و شرایط هر ظرف در چارچوب بیلان با دیگری و در حالت کلی‌تر با سایر ظروف متفاوت است [۸].

شکل ۱. شماتیک معادله کلی بیلان آب و جملات مختلف آن (الف) و شماتیک حالت جزئی تر معادله بیلان آب (شامل بیلان
هیدروکلیماتولوژی و بیلان آب زیرزمینی) (ب)، [۱۷] و [۱۸]



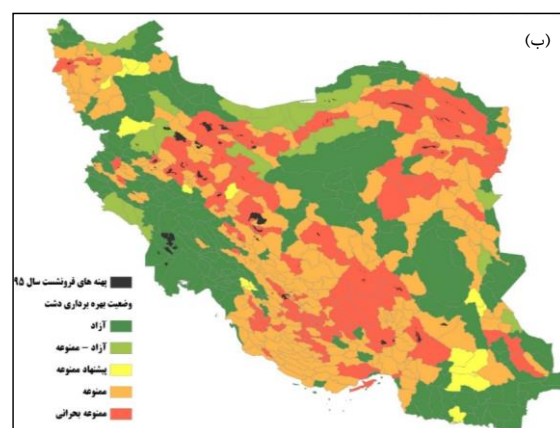
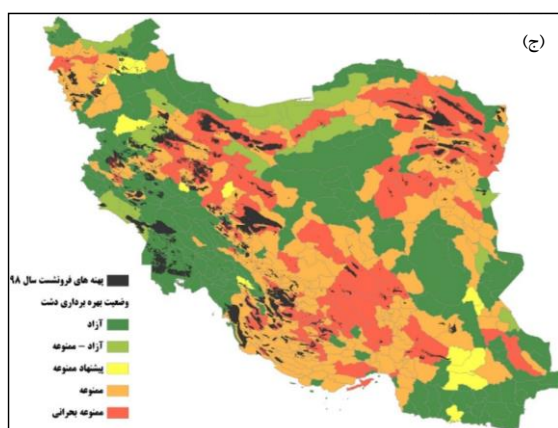
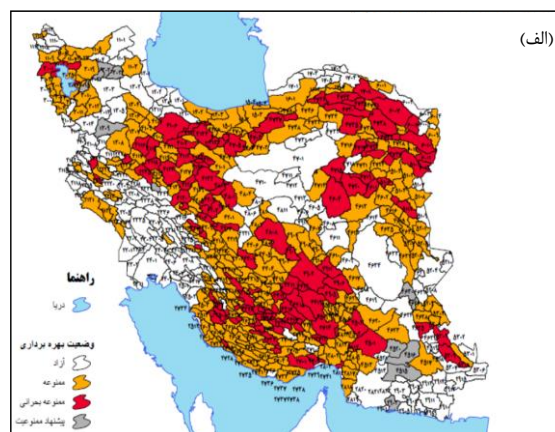
(الف)



(ب)

با توجه به موارد مطرح شده باید اضافه کرد که اهداف و سیاستگذاری‌ها در زمینه توسعه کمی پروژه‌های بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب باید قبل از هر چیز در چارچوب بیلان آب و سپس در جهت تحقق سایر اهداف تعیین شده در برنامه‌های عملیاتی و علاج‌بخش در بخش آب بوده و در تقابل با آنها نباشد. براساس یکی از گزارش‌های مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در نتیجه افت تاریخی سطح آب زیرزمینی و به تبع آن بحران در آبخوان‌های کشور، تعداد ۴۲۰ محدوده مطالعاتی (دشت) از مجموع ۶۰۹ محدوده مطالعاتی کشور در فهرست محدوده‌های ممنوعه و ممنوعه بحرانی دسته‌بندی شده که از این تعداد ۱۳۴ محدوده دچار بحران فرونشست با نرخ‌های مختلف شده‌اند (شکل ۱) [۱۹] و [۲۰]؛ بنابراین مهم است که در مباحث مربوط به انتقال پساب بازچرخانی شده شهرها و روستاها به مراکز و واحدهای صنعتی این موضوع به صورت کارشناسی شده و شفافیت مورد توجه قرار گرفته تا منجر به ائتلاف منابع و تشدید بحران‌ها در محدوده‌های مطالعاتی خصوصاً در مناطق با سطح بالاتر بحران (مانند فلات مرکزی کشور) نشود. موضوع مهم دیگر، اثبات مشخص بودن و تحت‌الحفظ بودن مقدار آب صرفه‌جویی شده در نتیجه استفاده از پساب است که باید براساس مواد قانونی مندرج در قانون برنامه پنج‌ساله هفتم توسعه، شفافیت، ارائه مستندات و اطلاع‌رسانی کافی صورت گیرد.

شکل ۲. مرز محدوده‌های مطالعاتی کشور (الف) و گسترده‌گی پهنه‌های فرونشست کشور در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۸ (ب) و (ج)، [۱۹]



۵. اهداف قابل انتظار از بازچرخانی آب

همان طور که بحث شد، بازچرخانی پساب فرایند تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب برای اهداف مختلفی مانند آبیاری فضای سبز، استفاده در مصارف صنعتی و حتی در مواردی تأمین مصارف کشاورزی مدنظر است. این رویکرد از تأمین آب به نوعی یک راه حل برای مشکل رو به رشد کمبود دسترسی به منابع آب بوده و دارای یک سری مزایای اقتصادی و اجتماعی بوده و از فشار مضاعف بر منابع موجود خصوصاً در مناطق بحرانی می کاهد. بازچرخانی پساب می تواند بعضاً هزینه تأمین آب را به خصوص در مناطقی که در آنها سایر راه حل های فنی گران تر است، کاهش داده و با تأمین آب برای فرایندهای صنعتی، می تواند درآمدزایی داشته و با کاستن از هزینه های تولید، به رشد اقتصادی جوامع کمک کند. البته این نتایج در شرایطی قابل تحقق است که تمام جوانب علمی و فنی مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد.

بر اساس پژوهش ها، آب بازچرخانی شده را می توان برای اهداف متعددی از جمله مصارف غیر شرب مانند افزایش کمی جریان آب سطحی، تغذیه آبخوان، آبیاری محصولات کشاورزی، آبیاری فضای سبز شهری، مصارف صنعتی، مقاصد تفریحی و محیط زیستی استفاده کرد. بسته به شرایط محلی، استفاده مجدد از پساب ممکن است از نظر قیمت رقابتی تر (بهتر) از پروژه های گران قیمت انتقال آب باشد؛ هر چند که از نظر سطح مصرف انرژی، حجم هزینه های اجرایی و انتشار گازهای گلخانه ای، به نوعی گران بوده و اغلب با پروژه های نمک زدایی مقایسه می شود [۲۱] و [۲۲].

در ایالات متحده آمریکا، پروژه های بازچرخانی آب برای تأمین مصارف مختلفی مانند آبیاری و تأمین آب خاکستری استفاده می شود. این پروژه ها در ایالت های جنوبی بیشترین فعالیت را داشته، به طوری که کالیفرنیا و فلوریدا از پیشگامان توسعه این نوع از پروژه ها هستند. در بیکرزفیلد ایالت کالیفرنیا، استفاده از پساب بازچرخانی شده برای آبیاری مزارع ذرت، جو، پنبه و مراتع از سال ۱۹۱۲ مرسوم بوده است [۲۲]. بر اساس برخی پژوهش ها، استفاده مجدد از پساب می تواند به عنوان یک عمل پایدار محسوب شود. هنگامی که پساب مورد استفاده مجدد قرار می گیرد، آب کمتری از منابع آب مرسوم (سطحی و زیرزمینی) برداشت شده و در نتیجه این می تواند به حفظ و تداوم منابع آب، حفاظت از محیط زیست و بهبود اقتصاد منجر شود. بر این اساس، خانوارهایی که از آب بازچرخانی شده استفاده می کنند در نهایت هزینه آب کمتری پرداخته و تأمین کنندگان آب نیز هزینه های کلی کمتری متقبل خواهند شد. به باور برخی کارشناسان موافق این رویکرد، استفاده مجدد از پساب از تخلیه آلاینده ها به آبراهه ها جلوگیری کرده که این امر ضمن کاهش بار آلودگی محیط های آبی، به گسترش محیط سالم برای حفظ و بقای حیات وحش کمک می کند. همچنین، آب بازچرخانی شده با کیفیت پایین تر (آب خاکستری) را می توان برای مقاصد مختلفی مانند شستشوی فضاهای بهداشتی و عمومی و آبیاری فضای سبز استفاده کرد. افزایش تقاضا برای دسترسی به منابع آب مرسوم به این معناست که آب بیشتری باید تأمین، تصفیه و منتقل شود که این خود به منابع مالی، انرژی و تأسیسات زیربنایی زیادی نیاز دارد. در این موارد بازچرخانی آب می تواند نیاز به انرژی مورد نیاز برای انتقال یا پمپاژ آب خصوصاً در فواصل مکانی طولانی را به حداقل برساند [۴] و [۲۳].

همان طور که قبلاً نیز بحث شد، تمام موارد مطرح شده زمانی می تواند به عنوان قابلیت و مزیت برای این رویکرد از تأمین آب به حساب آید که تمام جوانب علمی، سیاستی، فنی، محیط زیستی و حتی اجتماعی پروژه های متبوع مورد تجزیه و تحلیل اصولی و کارشناسی قرار گیرد. شرایط در هم تنیدگی بحران های آبی، قابلیت زیرساخت ها، اصول و مدیریتی، روندهای اداری، وضعیت محیط زیستی، اقتصادی و کیفیت سیاستگذاری کشورها، نقش بارزی در توفیق یا عدم توفیق این رویکرد از تأمین آب و نیل به اهداف آنها خواهد داشت.



۶. خطاهای مهم در سیاستگذاری باز چرخانی آب در کشور (اشاره به نکات پنهان قانونی، سیاستی و فنی) ||

با توجه به مطالبی که پیشتر مطرح شد، هدف از این گزارش تبیین خطاهای سیاستگذاری و ابعاد پنهان سیاستی در حوزه باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب در چارچوب بیلان آب است. بر این اساس کلیتی از موارد مهم در این بخش اشاره خواهد شد تا بتواند در اسرع وقت در دسترس سیاستگذاران و تصمیم‌گیران این حوزه حساس قرار گرفته و از تحمیل آسیب‌های مضاعف احتمالی بر کلیت بیلان آب و پایداری سرزمینی کشور با توجه به وضعیت و بحران کنونی، پیشگیری به عمل آورد. در ادامه به صورت موردی نکات مهم اشاره و تشریح خواهد شد:

الف) پساب، بخش مهمی از بیلان آب بوده و نیاز است در محاسبات فنی و اجرایی کشور به اهمیت و جایگاه آن بیشتر دقت شود. با توجه به مباحث تئوری اشاره شده پیرامون بیلان آب و منحصر بودن ماهیت بیلان برای هر یک محدوده‌های مطالعاتی و حوضه‌های هیدرولوژیکی، هر گونه دخالت انسانی در کلیت این سیستم از بیلان‌ها، موجب اختلال و بروز مشکلاتی در آن سیستم‌ها خواهد شد. یکی از مهم‌ترین اجزای این سیستم، مقادیر پساب‌های شهری، روستایی و پساب برگشتی از مصارف مختلف کشاورزی، صنعت و خدمات بوده که بر اساس حالت کلی، عمومی و کامل معادله بیلان آب قابل بیان است. به بیان دیگر، آثار پساب بر بیلان آب به صورت تغذیه آبخوان و یا پساب (آب) بازگشتی به منابع سطحی بوده که به نوعی اهمیت جایگاه آن را نشان می‌دهد. بر اساس معادله عمومی بیلان آب، برای هر کدام از محدوده‌های مطالعاتی این مقادیر منحصر به فرد بوده و مستقل از مقادیر مشابه در سایر محدوده‌ها است. عدم لحاظ ملاحظات علمی و فنی در سیاستگذاری‌ها و اصول اجرایی مربوطه می‌تواند این مقدار مهم جریان را از دسترس محدوده‌های مبدأ استحصال پساب خارج کند. به عبارتی، در شرایط باز چرخانی پساب و یا انتقال آن در مرز محدوده‌ها (بر اساس مثال ظروف مجزا، از یک ظرف به ظرف دیگر)، بیلان آب به طور قطع و بر اساس اصول علمی در سیستم مبدأ دچار اختلال می‌شود. این در حالی است که در سیستم مقصد نیز مجموعه‌ای از سیاستگذاری‌ها و راهبردهای بلندمدت نامناسب می‌تواند حجم و الگوی مصارف را به مقادیر انتقالی خارج از سیستم وابسته کرده و در صورت نبود سیاست‌های آمایشی در خور، می‌تواند مشکلات و مسائل خاصی را در سیستم مقصد به نوع دیگری رقم زده و پایداری و اساس توسعه آن را با آسیب‌هایی مواجه کند.

ب) استحصال آب از طریق باز چرخانی آب و تعریف آن به عنوان یک منبع جدید تأمین آب، یک دیدگاه چالشی بوده و نیاز است اصول سیاستگذاری در این زمینه بازبینی جدی شود. باید توجه کرد هر گونه سیاستگذاری با پس زمینه پساب (به عنوان یک جزء مهم بیلان آب) و باز چرخانی آب و از همه مهمتر انتقال‌های بین محدوده‌ای و بین حوضه‌ای پساب (تصفیه شده یا تصفیه نشده) باید با اشراف علمی، دقت کارشناسی و نکته‌سنجی سیاستی بیشتری پیگیری شود. همه این موارد در شرایطی است که کلیت پیکره‌های آبی کشور به علت تهدیدهای مختلف اقلیمی و انسانی و همچنین ضعف‌ها در حوزه حکمرانی و مدیریت منابع آب در سال‌های گذشته، با آسیب‌هایی همراه بوده و با وضعیت فعلی منابع آب کشور، اقدام‌ها در حوزه سیاستگذاری و تصمیم‌گیری‌های کلان این بخش باید با ملاحظات بیشتری همراه باشد؛ بنابراین داشتن این دیدگاه که باز چرخانی آب یک منبع جدید تأمین آب است باید مورد بازبینی قرار گرفته و کلیات علمی، فنی و کارشناسی پیرامونی آن در سیاستگذاری‌های فعلی و آتی این حوزه مورد توجه قرار گیرد. بر این اساس، تغییر روند برنامه‌ریزی آب کشور از «برداشت محور» به «تبخیر محور» و تطبیق سیاست‌های آبی کشور بر این رویکرد، می‌تواند نقش مؤثری در توفیق سیاستگذاری‌های آبی بخش آب کشور داشته باشد. باید توجه کرد که در صورت نامناسب بودن اقدام‌های سیاستی و تصمیم‌گیری‌های کلان در این حوزه، جدای از اینکه آبی صرفه‌جویی و ذخیره نمی‌شود (بر مبنای اهداف اسناد بالادستی)، بلکه منابع آبی خصوصاً آبخوان‌ها نیز امکان احیای مجدد را نخواهند داشت.

ج) اسناد بالادستی کشور خصوصاً قوانین برنامه‌های توسعه پنجم، ششم و هفتم، دارای تناقض‌های قابل توجه در خصوص سیاست‌های تضمین پایداری سرزمینی و توسعه پروژه‌های بازچرخانی آب است. نکات و توضیحات مندرج در جدول ۱ نشان می‌دهد که در قوانین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه پنجم، ششم و هفتم، به‌صراحت به موضوع استحصال آب از طریق بازچرخانی و/یا تصفیه پساب اشاره شده است. این موضوع اهمیت استفاده از ظرفیت پساب برای جبران طیفی از کمبودهای پیش‌روی بخش آب توسط سیاستگذاران بخش آب را نمایان می‌کند. این در حالی است که به تناسب اشاره به موضوع بازچرخانی آب و استفاده از آن برای تأمین نیاز برخی از مصارف، به راهبردها و واژگان کلیدی دیگری مانند ایجاد نظام جامع مدیریت در کل چرخه آب، تعادل بخشی به سفره‌های آب زیرزمینی و جبران تراز آب اشاره شده است. این به‌نوعی با موضوع بازچرخانی و حذف پساب از بیلان آب و کلیت محیط‌های آبی کشور در تناقض بوده که نیاز است بیش از پیش مورد ارزیابی و تحلیل سیاستی، علمی و کارشناسی قرار گیرد.

با توجه به جدول ۱، به تأمین مصارف از طریق آب دریا و پساب در **قانون برنامه پنج‌ساله هفتم توسعه** با پیش‌بینی کمی در حدود ۱/۷ میلیارد مترمکعب تا پایان برنامه اشاره شده است. این قانون به جهت ارائه اهداف کمی سنج‌های عملکردی، به‌نوعی از مهم‌ترین اسناد بالادستی در سالیان اخیر در بخش‌های مختلف و خصوصاً بخش آب به شمار می‌رود. مشخصاً در موضوع بازچرخانی پساب، جزء «۱» بند «ب» ماده (۳۹) این قانون به نحو روشنی بر تأمین آب مورد نیاز صنایع آب‌بر به‌جز صنایع غذایی، بهداشتی و آشامیدنی از منابع آبی نامتعارف (از جمله پساب و آب دریا) اشاره دارد. همچنین بند «ث» همین ماده، لزوم تأمین آب جایگزین با اولویت منابع آبی نامتعارف به‌منظور کاهش آب مصرفی بخش صنعت و معدن را بیان می‌کند. مستندات قانونی مطرح شده در جدیدترین قانون برنامه پنج‌ساله، بیانگر اهمیت موضوع پساب و استفاده مجدد از آن برای تأمین آب صنایع آب‌بر است. با توجه به اهمیت این موضوع و تعیین حدود کمی آن در جدول اهداف کمی سنج‌های عملکردی ذیل ماده (۳۷) این قانون، لازم است تمام ابعاد و زوایای استفاده از این منبع تأمین آب نامتعارف برای استفاده سیاستگذاران و نهادهای تصمیم‌گیری و اجرایی کشور از جنبه‌های مختلف علمی و کارشناسی تبیین شود. قطعاً این موضوع به توفیق هر چه بیشتر هدف‌گذاری‌های آبی و جلوگیری از تحمیل آسیب‌های بیشتر بر پیکره منابع آب کشور در شرایط بحرانی فعلی منجر خواهد شد.

به‌رغم اهمیت این موارد باید دقت کرد که جنبه مقابل این موضوع هم می‌تواند چالشی بوده و درجه و سطح موفقیت پروژه‌های بازچرخانی آب آبی را با مشکل و چالش‌های احتمالی مواجه کند. عمده‌ترین مسئله و چالش در این زمینه همان‌طور که بحث شد، تأثیر منفی این دست از پروژه‌ها بر بیلان آب و به‌تبع آن کاهش کمی جریان‌های سطحی و زیرزمینی و تشدید مسائل و بحران‌های بخش آب کشور در نتیجه این آسیب‌هاست.

د) در صورت استفاده از پساب برای مصرف صنایع، باید حجم معادل آن (آب شیرین تخصیص یافته قبلی از سایر منابع مرسوم)، به‌عنوان حجم ذخیره به منابع آب کشور (از جمله آبخوان‌ها) تحویل شود. با توجه به هزینه‌بر بودن این رویکرد از استحصال آب از جنبه‌های مختلف، نیاز است هرگونه اقدام در جهت توسعه سایت‌های بازچرخانی پساب بر مبنای اصول فنی و کارشناسی و در جهت تحقق رشد اقتصادی از محل کاهش مصارف منابع آب مرسوم در مناطق هدف باشد. از عمده دلایل اقبال بخش سیاستگذاری کشور در حوزه آب به طرح‌های بازچرخانی پساب می‌توان به تحمیل فشار کمتر بر منابع آب (خصوصاً در شرایط تشدید تنش‌ها در بخش شرب) و همچنین جلوگیری از آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی (در شرایط عدم توسعه کافی شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال پساب) اشاره کرد. بنابراین، با توجه به اهداف کمی تعیین شده در **قانون برنامه پنج‌ساله هفتم توسعه** در راستای کاهش برداشت از منابع آب خصوصاً آب‌های زیرزمینی و بازگرداندن مقادیر صرفه‌جویی شده به پیکره‌های آبی کشور، باید دقت شود که برای مصارف صرفه‌جویی شده، مصرف‌کننده جدیدی تعریف نشود. این موضوع در اهداف مربوط به بازچرخانی پساب نیاز است مورد توجه ویژه قرار گرفته و برابر نیاز صنعتی که نیاز مصرفی خود را از طریق بازچرخانی پساب تأمین می‌کنند، باید معادل حجم آب بازچرخانی شده به‌عنوان تغذیه به پیکره‌های آبی خصوصاً آبخوان‌ها بازگشته و ذخیره شود. همان‌طور که پیشتر گفته شد، در صورت عدم پیگیری این راهکار مهم، ممکن است منابع آبی خصوصاً آبخوان‌ها با شرایط بحرانی جدیدی در آینده مواجه شوند. نتیجه این شرایط بحرانی، افزایش نرخ فرونشست و تهدید پایداری سرزمینی کشور در نتیجه تهي شدن آبخوان‌ها خواهد بود.



ه) در هیچ جای قوانین مربوط به باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب برای مصرف صنایع، به مرز بین محدوده‌های مطالعاتی اشاره نشده است. یکی دیگر از ملاحظات اساسی قوانین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه اشاره شده در این گزارش در مورد موضوع باز چرخانی آب، عدم اشاره به محدودیت و ممنوعیت انتقال پساب بین محدوده‌های مطالعاتی کشور خصوصاً برای مصرف صنایع است. از آنجا که اسناد بالادستی و چارچوب‌های قانونی، مبنای سیستم‌های اجرایی کشور بوده و همه تصمیم‌گیری‌های اجرایی و فنی در چارچوب این قوانین مشروعیت و وجهه عملی خواهد داشت، هرگونه ابهام در محتوا و عدم درج مناسب حدود اجرایی، منجر به خسارت‌های بعضاً جبران‌ناپذیری به کلیت فضای کشور در حوزه منابع آب خواهد شد. به‌طور مشخص نیاز است در زمینه پروژه‌های باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب، قوانین مربوطه انتقال بین حوضه‌ای و بین محدوده‌ای را برای آن منع کنند. این باعث می‌شود پساب هر محدوده مطالعاتی در همان محدوده استحصال شده و در دسترس مصرف‌کنندگان هدف قرار گیرد. با توجه به موارد مطرح شده، هرگونه تسهیل سهوی انتقال بین حوضه‌ای آب باز چرخانی شده یا پساب (تصفیه شده یا تصفیه نشده) از طریق چارچوب‌های قانونی و با اجرایی، منجر به خسارت‌های آتی و تشدید بحران‌های این بخش حساس کشور شده و بنابراین نیاز است این ابهام‌های قانونی به‌طور ویژه‌ای شناسایی و برطرف شود. در صورت عدم اعمال ملاحظات قانونی و سیاستی مناسب در این حوزه، وضعیت منابع آبی مناطق مبدأ انتقال با بحران‌هایی مواجه شده که از مهم‌ترین آسیب‌های آن می‌توان به کاهش نرخ جریان آب‌های سطحی و کاهش حجم ذخیره آبخوان‌ها و رشد بحران‌های جانبی آن مانند تشدید فرونشست زمین اشاره کرد. این در شرایطی است که وابستگی‌های بعضاً پایدار در مناطق مقصد انتقال به این انتقال‌های خارج حوضه‌ای نیز می‌تواند وضعیت پایداری سرزمینی و تحقق اهداف سیاستی و راهبردهای کلان اقتصادی و اجتماعی در این مناطق را با ابهام‌هایی مواجه کند. بنابراین در صورت لزوم، شرط هرگونه انتقال پساب بین دو محدوده مطالعاتی، جبران کامل حجم آب خارج شده از کلیت بیلان آب در مناطق هدف از طریق سایر گزینه‌ها خواهد بود. این گزینه‌ها می‌تواند طیفی از استراتژی‌ها مانند کاهش حجم مصارف در سایر بخش‌های کشاورزی، صنعت، شرب و خدمات بوده تا بتواند کسری نهایی بیلان را در منابع آبی مورد نظر (از جمله آبخوان‌ها) جبران کند.

۷. پیشنهاد قانونی



همان‌طور که در بخش‌های پیشین این گزارش بحث شد، به‌طور مشخص در موضوع باز چرخانی آب، اسناد بالادستی، دارای برخی ابهام‌ها و تناقض‌های محتوایی هستند که می‌تواند فضای اجرایی کشور و سیاستگذاری‌های آتی پیرامون این موضوع مهم را تحت‌الشعاع قرار داده و کلیت پایداری سرزمینی و سیستم‌های آبی کشور را با مشکلات احتمالی مواجه کند؛ بنابراین مهم است با تکیه بر یک‌سری تدابیر قانونی و اصول علمی و کارشناسی جدید، وجود ابهام در چارچوب‌های قانونی و همچنین ساختارهای نظارتی آتی را به حداقل رساند. بنابراین در این گزارش سعی شده زوایای پنهان مربوط به وجود تناقض در این اصول قانونی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و برای آن راه‌حل‌هایی ارائه شود. با توجه به مندرجات جدول ۱، مواردی به‌عنوان پیشنهاد قانونی و به‌طور خاص برای موضوع باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب، به‌صورت کلی در ادامه مطالب ارائه شده است.

به‌منظور سیاستگذاری صحیح در چارچوب مدیریت جامع منابع آب و با در نظر گرفتن مؤلفه‌های بیلان آب، در زمینه باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب، اقدامات زیر مدنظر قرار گیرد:

ماده (۱): وزارت نیرو با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست مکلف است هرگونه اقدام مرتبط با باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب را با رعایت مؤلفه‌های مختلف بیلان آب در محدوده مطالعاتی مورد نظر انجام دهد. بر این اساس، هرگونه سیاستگذاری و عملیات اجرایی طرح‌های موضوعه فاقد ملاحظات بیلان آب ممنوع است. در این راستا:

الف) اقدامات مرتبط با باز چرخانی آب و استحصال و انتقال پساب برای نقاط هدف، در صورت حصول اطمینان از عدم کارایی سایر راه‌حل‌های

تأمین مصارف انجام می‌شود،

ب) در صورت استفاده از بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب، باید معادل حجم آب بازچرخانی، استحصال یا منتقل شده از تخصیص‌های موجود کسر شود، به نحوی که بیلان منابع و مصارف آب در محدوده مطالعاتی مورد نظر نسبت به قبل از اقدامات موضوعه بدون تغییر باقی بماند. اثر بخشی اقدامات بازچرخانی آب از منظر صرفه‌جویی آب باید متضمن کاهش مصرف واقعی آب باشد.

ماده (۲): انتقال پساب بین محدوده‌های مطالعاتی ممنوع بوده و هرگونه استفاده از پساب صرفاً در گستره داخلی محدوده‌های مطالعاتی (بالحاظ مفاد ماده (۱)) مجاز می‌باشد.

تبصره: هرگونه انتقال پساب بین دو محدوده مطالعاتی در صورت جبران کامل حجم آب خارج شده از بیلان آب در مبدأ انتقال مجاز خواهد بود.

ماده (۳): وزارت نیرو و سازمان حفاظت محیط زیست مکلفند در چارچوب حفاظت کمی منابع آب، نسبت به شناسایی و خنثی‌سازی موارد تعارض و تضاد منافع مؤثر بر فرایندهای بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب اقدام نمایند.

۸. جمع‌بندی و پیشنهادها

بازچرخانی آب، به‌عنوان یکی از راه‌های نامتعارف تأمین آب، موضوعی است که اخیراً در فضای سیاستگذاری و قانونگذاری بخش آب و زیربخش‌های وابسته به آن زیاد به چشم می‌خورد. وضعیت بحران آب در جهان و خصوصاً ایران، تمایل به استفاده از تمام راهکارهای موجود برای دسترسی به منابع غیر از منابع مرسوم تأمین آب را اجتناب‌ناپذیر کرده است. مسئله مهم در این میان، توجه به زوایای پنهان سیاستی رویکرد بازچرخانی آب است تا بتوان از جوانب بعضاً ناخوشایند آن برای زیست طبیعی جوامع انسانی، سایر موجودات زنده و پایداری سرزمینی کشور کاست. در این میان مسئله تضمین پایداری سرزمینی و جهت‌دهی سیاستگذاری‌ها در این راستا بسیار حائز اهمیت است. این گزارش با دید خاصی این مسئله را مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهد. براساس یافته‌های این گزارش در پروسه سیاستگذاری در زمینه بازچرخانی آب در کشور مسائل مهمی دیده نشده و یا احتمالاً کوچک‌انگاری شده که در این بررسی ابعاد چالشی آنها برای آینده منابع آب، اکوسیستم‌های آبی و پایداری سرزمینی کشور بحث و اظهار نظر شده است.

مهم‌ترین جنبه منفی پروژه‌های بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب در کشور جابه‌جا کردن آب بین محدوده‌های مطالعاتی و در نتیجه آن تحت تأثیر قرار گرفتن کمیت جریان‌های سطحی و زیرزمینی است که به‌نوعی در چارچوب بیلان آب به این پساب وابسته هستند. این در حالی است که هم‌اکنون تشدید عوامل اقلیمی و گسترش دخالت‌های انسانی در پیکره‌های آبی کشور خود را به شیوه‌ای بحرانی و به‌صورت کاهش کمیت جریان‌های رودخانه‌ای و کاهش تراز آبخوان‌های کشور نشان داده است [۲۰] و [۲۴]. بنابراین هرگونه دخالت انسانی مازاد در قالب پروژه‌ها با عناوین و تحت سیاستگذاری‌ها و هدف‌گذاری‌های جدید، پتانسیل تشدید بحران و بروز عواقب نامطلوب بعدی را خواهد داشت. با توجه به اهمیت این موضوع (به‌طور خاص در زمینه پروژه‌های بازچرخانی آب) مواردی شامل نظرهای کارشناسی و راهکارهای سیاستی و تقنینی برای پیشگیری از این عواقب ناخوشایند و به خطر افتادن مضاعف حیات طبیعی در گستره سرزمینی کشور در این گزارش و به‌صورت زیرارائه می‌شود (ارائه خلاصه در جدول ۳):

۱. با توجه به بررسی‌های کارشناسی و مدیریتی روز جهان، استحصال و انتقال پساب (بازچرخانی شده یا بازچرخانی نشده) از یک محدوده مطالعاتی به محدوده‌های دیگر به‌معنای کاهش حجم جریان‌های سطحی و زیرزمینی در محدوده مبدأ است که در چارچوب بیلان آب بوده و به‌معنای دخالت انسان ساخت در سیستم طبیعی و حذف بخشی از سهم حیاتی جریان‌های سطحی و زیرزمینی است. این در حالی است که محدوده‌های مقصد انتقال نیز به دلیل ایجاد وابستگی پایدار به انتقال‌های بین‌حوضه‌ای و به‌تناسب آن بنیادین شدن ضعف در مطالعات



آمایشی و سیاستگذاری پایدار با مشکلات دیگری مواجه خواهند شد. با توجه به پژوهش‌های متعدد انجام شده، هم‌اکنون کشور با کاهش کمی منابع آب سطحی و زیرزمینی در نتیجه دخالت‌های مخرب انسانی و آثار نامطلوب تغییر اقلیم، با بحران‌هایی نظیر کاهش جریان ورودی به مخازن سدها (به تبع آن افت عملکرد سدها) و تهی شده آبخوان‌ها (به تبع آن فرونشست زمین در تمام گستره کشور) مواجه است؛ بنابراین هر گونه دخالت انسانی جدید باید به دقت مورد ارزیابی و تحلیل عملی، فنی و کارشناسی قرار گرفته تا کشور با آثار زیانبار و مضاعف این دست از اقدامات آن مواجه نشود.

۲. با توجه به وضعیت بحرانی فعلی کشور در زمینه منابع آب و محیط زیست، باید هر گونه قانونگذاری، سیاستگذاری و هدف‌گذاری در راستای نیل به پایداری سرزمینی، جلوگیری از هدررفت سرمایه‌های ملی و عدم تهدید سامانه‌های طبیعی کشور باشد. به طور خاص، وجود هر گونه تناقض و ضعف محتوا در مواد قانونی و اسناد بالادستی در حوزه آب موجب سردرگمی و بروز خطا در سیستم‌های سیاستگذاری و فضاهای اجرایی کشور خواهد شد. پروژه‌های بازچرخی آب و استحصال و انتقال پساب با توجه به اشاره به آنها به عنوان منابع آب جدید، در قوانین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه، مورد تأکید و توجه ویژه هستند. این در حالی است که در همان قوانین به اهمیت حفظ پایداری سرزمینی از طریق حفاظت و مدیریت یکپارچه منابع آب (با پیشنهاد راهکارهای مبتنی بر بیلان آب) اشاره شده که به نوعی با هم در تناقض هستند. با توجه به هزینه‌بر بودن و جوانب چالشی این نوع از راه نامتعارف تأمین آب، باید بررسی‌های کارشناسی و فنی بیشتری برای توفیق بیشتر سیاستگذاری‌های آبی در این زمینه انجام گیرد. از آنجاکه در این فرایندها، فشار پنهان بیشتری متوجه کمیت جریان‌های سطحی و زیرزمینی است، باید در مورد توسعه شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال فاضلاب متمرکز (با توجه به برنامه‌های عملیاتی و اهداف کمی تعیین شده) نیز بازبینی‌های لازم انجام گیرد. هر گونه انتقال پساب از طریق شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال به سایر مناطق و محدوده‌ها احتمالاً می‌تواند آثار بلندمدت نامطلوبی بر کمیت جریان‌ها در مبدأ انتقال بگذارد.

۳. در موضوع تضادهای سیاستگذاری در حوزه بازچرخی آب باید اصل کلیدی «صرفه‌جویی واقعی آب» مورد توجه نهادهای سیاستگذار قرار گیرد. هر گونه قضاوت در خصوص اثربخشی پروژه‌های بازچرخی آب از منظر صرفه‌جویی آب باید متضمن کاهش تبخیر و تعرق یا به تعبیر دیگر صرفه‌جویی واقعی آب باشد. بر این اساس، تغییر برنامه‌ریزی فعلی آب کشور از «برداشت محور» به «تبخیر محور» و پایه‌ریزی سیاست‌های آبی در این جهت، می‌تواند نقش مؤثری در توفیق سیاستگذاری‌های آبی این بخش داشته باشد. تناقض‌های مرتبط با عدم تفکیک بین برداشت و مصارف آبی می‌تواند منجر به اجرای پروژه‌هایی شود که بدون در نظر گرفتن آثار بلندمدت بر منابع آبی و صرفه‌جویی آب، تنها بر تأمین کوتاه‌مدت آب و افزایش بارگذاری‌ها بر منابع آب تمرکز دارند.

۴. موضوع مهمی که در بررسی‌های این گزارش ارائه شده، لزوم حفاظت، حراست و اهتمام به ذخیره حجم آب معادل حجم آب بازچرخی شده و تخصیص یافته به مصرف کنندگان هدف است. بسیار مهم است که برای یک مصرف‌کننده دو تخصیص مختلف لحاظ نشده و یکی از آنها مسئولانه و طی روندی شفاف به عنوان حجم ذخیره به پیکره‌های آبی کشور بازگردد. از آنجاکه کاهش مصارف و کاهش فشار بر منابع آب، یکی از مهم‌ترین اهداف قوانین بالادستی و به تبع آن سیاست‌های پیرامونی پروژه‌های بازچرخی آب بوده، مهم است که برای این مقادیر صرفه‌جویی شده، مصرف‌کننده جدید تعریف نشده و به صورت تمام و کمال به منابع آبی کشور تحویل داده شوند.

۵. با توجه به مشخص بودن تعداد و وضعیت محدوده‌های مطالعاتی بحرانی و ممنوعه بحرانی در کشور، نیاز است نقشه جامعی از استقرار و روند توسعه پروژه‌های بازچرخی آب و استحصال و انتقال پساب در مرز و محدوده این حوضه‌ها تهیه شده و راهکارها و احیاناً هشدارهای کارشناسی لازم و به موقع در مورد این پروژه‌ها ارائه شود. این امر، نیازمند دسترسی به بانک‌های اطلاعاتی به‌روز، پایش و نظارت مستمر و استفاده از چارچوب‌های تنظیم‌گری محلی است تا مستندات مربوطه در مدت‌زمان مناسبی در دسترس نهادهای حاکمیتی و سیاستگذاری کشور قرار گیرد. لازم است تمام سیاست‌ها و چارچوب‌های قانونی که برنامه‌های بازچرخی آب و استحصال و انتقال پساب را تشویق و تسهیل می‌کنند به منظور تضمین حفاظت از سلامت انسانی و محیط زیستی کشور، با رفع موارد مربوط به تضاد و تعارض منافع همسو و متحد شوند. همچنین ارگان‌ها و مؤسسه‌های ملی و محلی، بنیادهای مردم‌نهاد و مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی که تلاش‌ها، ایده‌ها و پیشنهادهایشان در

راستای یافتن راه‌هایی است که به افزایش اثربخشی توسعه و مدیریت برنامه‌های بازچرخانی آب کمک می‌کند، نیاز است حمایت و دعوت به همکاری شوند. از آنجا که مستندسازی، آگاهی بخشی و اطلاع‌رسانی عمومی، یکی از الزام‌های حصول شفافیت در پروژه‌ها و بازسازی و بازآرایی ساختارهای اعتماد و مشارکت حاکمیت و مردم در امور مختلف است، باید در مورد مزایا و معایب این نوع از پروژه‌ها، منابع آموزشی تهیه شده و اطلاع‌رسانی کافی انجام گیرد. این امر موجب آشنایی کلیت فضای اجتماعی با جوانب مختلف اجتماعی و محیط زیستی آنها خواهد شد.

۶. در راستای توفیق و عملکرد بهتر سازوکارهای نظارتی و همچنین راستای آزمایشی تکالیف اجرایی مندرج در متن اسناد بالادستی مانند قوانین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه، باید نظارت‌های لازم بر پروژه‌های بازچرخانی آب و هدف‌گذاری‌های کمی آنها انجام شده و حجم کل آب تخصیص یافته در فرایندهای بازچرخانی آب برای مستندسازی و حصول شفافیت تحت تدابیر نظارتی قرار گیرد. شایان ذکر است که تمامی ارگان‌ها و مراکز ذخیل در اجرا و بهره‌برداری از پروژه‌های بازچرخانی آب، مسئولیت تأمین پایدار آب و مدیریت منابع آب، مدیریت فاضلاب، حفاظت از محیط زیست و تضمین سلامت و بهداشت عمومی جوامع را بر عهده دارند. با توجه به حساسیت این دست از پروژه‌ها و وجود مسائل بعضاً ساختاری مانند تضاد و تعارض منافع و مسائل مربوط به رانت، فساد و عدم شفافیت و پاسخ‌گویی، نیاز است از وجود نهادهایی که وظیفه حفاظت و حراست از ثروت‌ها و منابع ملی و همچنین سلامت عمومی و محیط زیست را بر عهده دارند، به عنوان ساختارهای تنظیم‌گری با مسئولیت نظارت بر اجرای مقررات و رصد مسیر هدف‌گذاری‌ها استفاده شود. این موضوع مهم، یکی از الزام‌های پیش‌روی تحقق اهداف اسناد بالادستی و در راستای تجربیات کشورهای پیشرو، خصوصاً در زمینه ایجاد ساختارهای تنظیم‌گری مستقل است.

جدول ۳. مختصری از توصیه‌های سیاستی ارائه شده در این گزارش پیرامون موضوع بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب

ردیف	نوع توصیه		توصیه سیاستی	الزامات و قیود اجرایی	دستگاه متولی	دستگاه معین	زمان‌بندی اجرا (کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت)	ملاحظات
	اصلاح	تداوم						
۱	*		استحصال و انتقال پساب (بازچرخانی شده یا بازچرخانی نشده) از یک محدوده مطالعاتی به محدوده‌های دیگر با ارزیابی و تحلیل عملی، فنی و کارشناسی همراه باشد.	– تحول و دقت در مطالعات بیان آب – انجام کار کارشناسی بیشتر و جزئی‌تر	وزارت نیرو با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست		ارزیابی و تحلیل عملی، فنی و کارشناسی هرگونه دخالت انسانی جدید در منابع آب	



ملاحظات	زمان‌بندی اجرا (کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت)	دستگاه معین	دستگاه متولی	الزامات و قیود اجرایی	توصیه سیاستی	نوع توصیه		ردیف
						اصلاح	تداوم	
			وزارت نیرو و سازمان حفاظت محیط زیست	کار کارشناسی و فنی بیشتر برای توفیق سیاست‌گذاری‌های آنی	هرگونه قانونگذاری، سیاستگذاری و هدفگذاری در زمینه بازچرخانی آب باید در راستای نیل به پایداری سرزمینی، جلوگیری از هدررفت سرمايه‌های ملی و عدم تهدید سامانه‌های طبیعی کشور باشد.	*		۲
تغییر برنامه‌ریزی فعلی آب کشور از «برداشت محور» به «تبخیر محور»			وزارت نیرو	بررسی‌های کارشناسی و فنی بیشتر در حوزه سیاست‌گذاری	در موضوع تضادهای سیاستگذاری در حوزه بازچرخانی آب باید اصل کلیدی «صرفه‌جویی واقعی آب» مورد توجه نهادهای سیاستگذار قرار گیرد.	*		۳
برای مقادیر آب صرفه‌جویی شده، مصرف‌کننده جدید تعریف نشود.			وزارت نیرو		باید حراست و اهتمام به ذخیره حجم آب معاذل حجم آب بازچرخانی شده و تخصیص یافته به مصرف‌کنندگان هدف مورد توجه قرار گیرد.	*		۴

ملاحظات	زمان بندی اجرا (کوتاه مدت، میان مدت، بلند مدت)	دستگاه معین	دستگاه متولی	الزامات و قیود اجرایی	توصیه سیاستی	نوع توصیه		ردیف
						اصلاح**	تداوم*	
راهکارها و احیاناً هشدارهای کارشناسی لازم و به موقع در مورد این پروژه‌ها ارائه شود.			وزارت نیرو و سازمان حفاظت محیط زیست	- دسترسی به بانک‌های اطلاعاتی به روز - پایش و نظارت مستمر - استفاده از چارچوب‌های تنظیم‌گری محلی	نقشه جامعی از استقرار و روند توسعه پروژه‌های بازچرخانی آب و استحصال و انتقال پساب در مرز و محدوده حوضه‌ها تهیه شود.	*		۵
این موضوع مهم، یکی از الزام‌های پیش روی تحقق اهداف اسناد بالادستی است.			وزارت نیرو با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست	استفاده از ساختارهای تنظیم‌گری مستقل	باید نظارت‌های لازم بر پروژه‌های بازچرخانی آب و هدف‌گذاری‌های کمی آنها انجام شده و حجم کل آب تخصیص یافته در فرایندهای بازچرخانی آب برای مستندسازی و حصول شفافیت تحت تدابیر نظارتی قرار گیرد.	*		۶



- [1] FoodTimes., 2024. Reuse waste water in agriculture, when? <https://www.foodtimes.eu/planet-en/re-use-waste-water-in-agriculture-when/>
- [۲] اسد دخت، علیرضا و مراد، اسدی (۱۴۰۳). «ارائه بسته نظارتی در خصوص چالش‌های اجرای طرح‌های جمع‌آوری و دفع فاضلاب در کشور»، تهران، دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
- [۳] امیری، سیامک (۱۴۰۳). «بررسی و آسیب‌شناسی قوانین کشور در زمینه آلودگی منابع آب»، تهران، دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۲۰۳۰۰.
- [4] SUEZ Group., 2020. Addressing India's water crisis - policy options to promote water recycling and reuse. <https://www.suez.com/-/media/suez-global/files/india/publication-docs/addressing-india-water-crisis-through-reuse-2020.pdf>
- [5] Amiad Water Systems Ltd., 2022. The Role of Water Recycling in Sustainable Development. <https://amiad.com/blog/the-role-of-water-recycling-in-sustainable-development>.
- [۶] کتابچی، حامد و داود، محمودزاده (۱۳۹۷). «نقدی بر برآورد بیلان منابع آب زیرزمینی در کشور ایران: راهکارها و پیشنهادها»، تهران، دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۵۸۳۳.
- [۷] دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۷). «خلاصه مدیریتی نقدی بر برآورد بیلان منابع آب زیرزمینی در کشور ایران: راهکارها و پیشنهادها»، تهران، شماره مسلسل ۱۵۸۲۰.
- [۸] مظاهری، مهدی (۱۴۰۲). «بررسی کلی بیلان آب در کشور: وضعیت و چالش‌ها»، تهران، دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۸۹۹۴.
- [9] News Deeply (Water Deeply)., 2016. 'Sustainable' Groundwater? It's Not a Universal Standard in California. <https://deeply.thenewhumanitarian.org/water/articles/2016/11/17/sustainable-groundwater-its-not-a-universal-standard-in-california>.
- [10] National Research Council, Division on Earth, Life Studies, Water Science, Technology Board and Committee on the Assessment of Water Reuse as an Approach to Meeting Future Water Supply Needs, 2012. Water reuse: potential for expanding the nation's water supply through reuse of municipal wastewater. National Academies Press.
- [11] Australian Government, Department of Agriculture, Water and the Environment., 2020. Water Recycling in Australia: A Review of Policies and Programs.
- [12] European Environment Agency., 2018. Water Reuse in Europe: Challenges and Opportunities.
- [13] Central Ground Water Board, India., 2019. Ground Water Year Book 2018-2019.
- [14] Ministry of Water Resources, China., 2020. China Water Resources Bulletin 2019.
- [15] Srivastava, P.K., Suman, S., Pandey, V., Gupta, M., Gupta, A., Gupta, D.K., Chaudhary, S.K. and Singh, U., 2021. Concepts and methodologies for agricultural water management. In Agricultural Water Management (pp. 1-18). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812362-1.00001-1>

[16] Wang, T., Wu, Z., Wang, P., Wu, T., Zhang, Y., Yin, J., Yu, J., Wang, H., Guan, X., Xu, H. and Yan, D., 2023. Plant-groundwater interactions in drylands: A review of current research and future perspectives. *Agricultural and Forest Meteorology*, 341, p.109636. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109636>

[17] Swiss Academy of Sciences (SCNAT), Water balance, water cycle. https://naturalsciences.ch/water-explained/water_balance

[۱۸] کتابچی، حامد و داود، محمودزاده و احسان، جلیلود (۱۴۰۰). «برآورد بیلان منابع آب زیرزمینی در یک آبخوان با برداشت بی‌رویه واقع در اقلیم خشک ایران (بخش دوم: محاسبات مؤلفه‌های مختلف بیلان آب)»، تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۲(۶).

[۱۹] سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، دفتر بررسی مخاطرات زمین‌شناسی، زیست‌محیطی و مهندسی (۱۴۰۳). «مروری بر وضعیت فرونشست زمین در دشت‌های ایران».

[۲۰] امیری، سیامک و مهدی، مظاهری (۱۴۰۲). «چالش‌های ناشی از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در کشور، بررسی شرایط فعلی و بحران فرونشست زمین»، تهران، دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۸۸۸۴.

[21] Mukherjee, M. and Jensen, O., 2020. Making water reuse safe: A comparative analysis of the development of regulation and technology uptake in the US and Australia. *Safety Science*, 121, pp.5-14. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.08.039>.

[22] Van der Bruggen, B., 2010. Chapter ۳ The Global Water Recycling Situation, Editor (s): Isabel C. Escobar, Andrea I. Schäfer, *Sustainability Science and Engineering*. [https://doi.org/10.1016/S1871-2711\(09\)00203-7](https://doi.org/10.1016/S1871-2711(09)00203-7).

[23] Angelova, I., Alitchkov, D. and Radovanov, V., 2024. Technical and economic impact of water reuse as an integrated water resource management measure in rural water supply systems. *Water Supply*, 24(5), pp.1974–1984. <https://doi.org/10.2166/ws.2024.099>

[۲۴] امیری، سیامک و نرجس، عبدالمنافی (۱۴۰۳). «ارزیابی عملکرد سدهای در دست بهره‌برداری کشور در مدیریت منابع آب»، تهران، دفتر مطالعات زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۹۶۹۹.

گزیده سیاستی

رویکرد بازچرخانی آب جدای از کاربردها و مزایایی که دارد، دارای آسیب‌هایی است که کمتر در سیاستگذاری‌ها به آن توجه شده و نیازمند بازبینی و بررسی جدید و ویژه است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

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

وبسایت: rc.majles.ir