



## انتقال آب از دریا، چالش‌ها و فرصت‌ها

کم‌آبی و بحران مدیریت آب در مناطق مختلف کشور، توجه به منابع آب نامتعارف را بیشتر کرده است. مجاورت ایران با دریا و روند روبه رشد استفاده از آب دریا در جهان موجب شده است که بهره‌برداری‌های مستقیم و غیرمستقیم از آب دریا در ایران موردتوجه قرار گیرد؛ اما در ایران به علت فاصله مراکز جمعیتی و عدم استقرار فعالیت‌های صنعتی در کنار دریا، نمک‌زدایی و انتقال آب از دریا هزینه‌بر و زمان‌بر است و نیاز به ارزیابی‌های دقیق دارد. در برخی از مناطق مانند استان‌های سیستان و بلوچستان، یزد و بخش‌هایی از استان کرمان که با کمبود جدی منابع آب درون حوضه‌ای مواجه هستند، انتقال آب از دریا به‌عنوان یکی از راهکارها قابل طرح است؛ اما در مناطقی که منابع آب جایگزین وجود دارد، مزیت‌های انتقال آب از دریا کاهش می‌یابد. نگاه سیاسی به مسأله آب به پیچیدگی مشکلات افزوده است. استناداران و نمایندگان مجلس بدون توجه به ضرورت‌های توسعه پایدار و متوازن به دنبال کسب منابع و امکان‌های بیشتر برای منطقه خود هستند و نظرات کارشناسی کمتر موردتوجه قرار می‌گیرد. ارزیابی‌های محیط‌زیستی معمولاً ناکافی یا غیر جدی است و حامیان انتقال آب با نگاه جهت‌دار به قوانین بالادستی، راهبردهای آمایش سرزمین و سیاست‌های کلی به‌منظور انتقال آب نمک‌زدایی شده می‌پردازند.

در واقعیت در نظام مدیریت و تصمیم‌گیری کشور، رویکردهای فرابخشی، سیستمی، همه‌جانبه‌نگر، آمایشی و اصول توسعه پایدار معمولاً نادیده گرفته می‌شود و توسعه بین نسلی و توسعه محیط‌زیستی مغفول مانده است. در حال حاضر به آمایش سرزمین - که بهترین شیوه‌های برنامه‌ریزی در ساختارهای نیازمند به برنامه‌ریزی فراگیر، جامع و سیستمی با بهره‌گیری از ظرفیت‌ها و لحاظ محدودیت‌های محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است - کمتر توجه می‌شود و عدم توجه کافی به تحولات و چالش‌های منابع آبی و فقدان نگاه بلندمدت، در برنامه‌ریزی‌ها مشهود است. با توجه به سهم کوچک هزینه‌های تأمین یا خرید آب در قیمت تمام‌شده تولیدات صنایع بزرگ مانند صنایع معدنی (به‌ویژه صنایع فلزی) و صنایع نفت و گاز، این صنایع همیشه متقاضی و سرمایه‌گذار انتقال آب از دریا خواهند بود؛ به‌ویژه آن‌که تولید حمایتی و انرژی ارزان، این هزینه‌ها را به مقدار قابل‌توجهی کاهش خواهد داد. در شرایط فعلی هزینه‌های نمک‌زدایی آب حدود یک

درصد و معمولاً کمتر از ۵ درصد از کل هزینه‌های تولید در صنایع بزرگ است. هزینه‌های نمک‌زدایی با روش اسمز معکوس کمتر از ۱/۵ یورو و روش‌های حرارتی کمتر از ۰/۸ یورو برای هر مترمکعب است. در برآوردهای حداکثری برای انتقال آب به مرکز فلات ایران، هزینه هر مترمکعب آب ۴ یورو تعیین می‌شود و در مسیرهای طولانی (مانند مشهد) هزینه‌ها ممکن است تا ۸ یورو برای هر مترمکعب افزایش یابد.

در حال حاضر مجوز برداشت ۳۲ میلیارد مترمکعب آب از دریا صادر شده و تاکنون بیش از ۶۰۰ میلیون مترمکعب آن محقق شده است. خط اول انتقال آب شیرین‌شده به استان‌های کرمان و یزد اجرایی شده است و اجرایی شدن خط دوم این استان‌ها، به همراه استان‌های فارس و سیستان و بلوچستان، در دستور کار قرار دارد. همچنین، امکان انتقال آب به استان‌های اصفهان، خراسان جنوبی و خراسان رضوی از طریق ادامه خطوط انتقال به سیستان و بلوچستان یا یزد، در حال بررسی است.

شایان ذکر است که در خطوط انتقال، به‌جز استان سیستان و بلوچستان، تأمین نیازهای شرب و بهداشت لحاظ نشده است و تنها در مناطق ساحلی، علاوه بر تأمین آب موردنیاز صنعت، تأمین آب شرب، بهداشت و کشاورزی مدنظر بوده است.

قوانین فعلی بسیار کلی و فراگیر هستند و به مدیران سیاسی و دولتی آزادی عمل گسترده‌ای می‌دهد. برای جلوگیری از اجرای طرح‌های ناکارآمد و زیان‌بار، ضروری است که حمایت‌های دولتی از طرح‌های مختلف، به‌ویژه در زمینه تخصیص زمین و منابع و انرژی ارزان به حداقل برسد و نقش دولت عمدتاً به تأمین آب شرب و بهداشت محدود شود. در اجرای هر طرحی، ارزیابی‌های دقیق و جامع در زمینه‌های زیر و آگاهی از جنبه‌های مختلف آن الزامی است:

- ابعاد اقتصادی: تأثیر طرح بر رشد اقتصادی، بهره‌وری، تجارت خارجی و سرمایه‌گذاری
- ابعاد مالی و اجرایی: هزینه تمام‌شده طرح، اطمینان از تأمین مالی پایدار، عدم قطعیت در تأمین منابع مالی از طرف بخش خصوصی، احتمال سوءاستفاده از تسهیلات و اعتبارات و تملک اراضی، تأثیر بر درآمدها و هزینه‌های دولت، نیاز به انرژی و زیرساخت‌های جدید، و توجه به نبود تجربه لازم در به‌کارگیری مدل مالی مناسب و مطالعات و تجارب کافی و کمبود داده‌ها و اطلاعات
- ابعاد اجتماعی و امنیتی: تأثیر بر جمعیت و اشتغال و توجه به نبود پیوست امنیتی و اجتماعی
- ابعاد محیط‌زیستی: اثرات بر منابع آب‌و‌خاک، اکوسیستم‌ها و شیوه‌های بهره‌برداری از منابع آب به‌ویژه در محل برداشت آب
- ابعاد آمایشی و سیستمی: تأثیر بر توازن منطقه‌ای و توزیع عادلانه منافع، بازنگری در تصویرهای سازمان سکونت و فعالیت، و توجه به چشم‌انداز روشن برای طرح

• ابعاد منابع آب: وجود منابع جایگزین آب، احتمال افزایش مصرف آب و انحصار تأمین کنندگان آب

ارزیابی‌های جامع و آینده‌نگر با رویکرد توسعه پایدار، نه تنها از بروز چالش‌های جدی در حوزه آب جلوگیری می‌کنند، بلکه ضرورت انتقال آب از دریا را برجسته‌تر می‌سازند. با توجه به پراکندگی جمعیت در ایران و فاصله زیاد بسیاری از مناطق تا دریا، شناسایی دقیق نیاز آبی هر منطقه امری حیاتی است. اولویت نخست باید بر تأمین آب شرب و بهداشت متمرکز باشد و در بخش صنعت فعالیت‌های کم‌آب‌بر مورد حمایت قرار گیرند.

در توسعه صنایع و سکونتگاه‌ها توجه به آمایش سرزمین و اصول توسعه پایدار اجتناب‌ناپذیر است و بر این اساس به نظر می‌رسد مناطق ساحلی و دارای ظرفیت‌های آبی مناسب، شرایط مناسب‌تری دارند. با این حال، لازم است مجوزهای فعلی و طرح‌های توسعه آبی، با در نظر گرفتن نیاز آبی، به‌طور دقیق مورد بازبینی قرار گیرند. در این ارزیابی، علاوه بر جنبه‌های اقتصادی، باید مزایا و معایب اجتماعی و زیست‌محیطی به‌دقت سنجیده شود.

در اقدامی دیگر ضرورت‌های توسعه‌ای در سناریوهای مختلف (با و بدون در نظر گرفتن محدودیت آب) باید مورد تحلیل قرار گیرد. مطالعات آمایش سرزمین و مدل‌های ارزیابی پایداری و تحلیل‌های منطقه‌ای، ابزارهای مهمی برای شناسایی این ضرورت‌ها هستند. به‌علاوه مقایسه سرمایه‌گذاری اولیه طرح‌های صنعتی و معدنی و توجه به نسبت آن‌ها با سرمایه مورد نیاز برای انتقال آب، می‌تواند در تصمیم‌گیری تأثیرگذار باشد. با توجه به روندهای توسعه‌ای آینده و نیازهای بازار، تحلیل زنجیره‌های تولید و مصرف، مکان‌یابی صنایع و بررسی امکان همکاری‌های منطقه‌ای با کشورهای همسایه ضروری است. شناسایی منابع آب موجود و کسری آب مناطق، از دیگر الزامات این ارزیابی است.

شناسایی دقیق ظرفیت‌های نمک‌زدایی آب دریا و امکان انتقال آن به مناطق مختلف، یکی از گام‌های کلیدی در ارزیابی عملی این طرح است. در این ارزیابی، علاوه بر جنبه‌های فنی و مهندسی، باید به عوامل اقتصادی و محیط‌زیستی توجه ویژه شود. عواملی مانند نیاز به انرژی، زیرساخت‌های موجود و تجهیزات مورد نیاز، بر ظرفیت انتقال آب تأثیرگذار خواهند بود.

عوامل دیگری بر هزینه‌های نمک‌زدایی آب دریا و انتقال آن به مناطق مختلف تأثیر می‌گذارند و به‌طور مستقیم در انتخاب مکان احداث تأسیسات نمک‌زدایی و تعیین ظرفیت آن‌ها نقش دارند. می‌توان از جمله عواملی که بر هزینه تمام‌شده تولید آب شیرین تأثیر می‌گذارند، به کیفیت آب دریا، کیفیت آب تولیدی، ظرفیت نمک‌زدایی واحد، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، موقعیت جغرافیایی، نوع و میزان مصرف انرژی، دسترسی به انرژی، فناوری مورد استفاده و... اشاره نمود.

مهم‌ترین عامل مؤثر در فرآیند نمک‌زدایی، میزان مصرف انرژی و

دسترسی به آن است. این عامل نه تنها بر هزینه نهایی تأثیرگذار است، بلکه در انتخاب نوع فناوری و روش نمک‌زدایی، نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. دسترسی به منابع انرژی ارزان، استفاده گسترده از واحدهای نمک‌زدایی را امکان‌پذیر می‌سازد. با توجه به بحران انرژی در کشور، توجه به این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

باید توجه داشت که میزان شوری آب به‌شدت بر هزینه نمک‌زدایی آب تأثیر می‌گذارد. هزینه نمک‌زدایی آب دریا ۳ تا ۵ برابر بیشتر از هزینه نمک‌زدایی آب لب‌شور است. به غیر از اثر شوری آب، ظرفیت واحد تصفیه نیز بر هزینه نمک‌زدایی مؤثر است و واحدهای با ظرفیت بالا در مقایسه با واحدهای با ظرفیت پایین، اقتصادی‌تر هستند.

هزینه انتقال آب شیرین از محل نمک‌زدایی، به‌ویژه در مسافت‌های طولانی‌تر از ۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتر، به‌قدری افزایش می‌یابد که گاه از هزینه خود فرآیند نمک‌زدایی بیشتر می‌شود و در برخی موارد، این هزینه حتی به دو برابر هزینه نمک‌زدایی می‌رسد. این تفاوت هزینه نه تنها در هزینه اولیه احداث، بلکه در طول دوره بهره‌برداری و نگهداری نیز افزایش می‌یابد و توجیه اقتصادی طرح را زیر سؤال می‌برد.

علاوه بر موارد ذکر شده، نقش دولت در تأمین عادلانه آب و تضمین دسترسی همه مناطق به آب شرب سالم و بهداشت مناسب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ایجاد توازن منطقه‌ای در توسعه کشور، نیازمند تثبیت جمعیت، ارتقای سطح توسعه مناطق محروم و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای توسعه پایدار است. برای دستیابی به این اهداف، همکاری دولت، نهادهای عمومی و حتی جذب سرمایه‌گذاری‌های بین‌المللی ضروری است. همچنین، بررسی کوشش قیمتی تقاضای آب در هر منطقه، می‌تواند در جذب سرمایه‌گذاران مناسب بسیار مؤثر باشد.

حجم آب شیرین قابل انتقال از تأسیسات نمک‌زدایی به مناطق داخلی کشور، کمتر از یک میلیارد مترمکعب برآورد شده است که نسبت به کل منابع آب تجدیدپذیر ایران، کمتر از یک درصد است. پیش از تصمیم‌گیری در مورد اجرای پروژه‌های انتقال آب از دریا، ضروری است منابع جایگزین آب در مناطق هدف به‌طور کامل بررسی و ارزیابی شوند. عوامل مؤثر در این تصمیم‌گیری شامل حجم هر منبع، پایداری آن در درازمدت و هزینه تمام‌شده آب تولیدی از هر منبع هستند. مقایسه این عوامل با هزینه‌ها و مزایای انتقال آب شیرین از دریا، می‌تواند بهترین گزینه را مشخص کند. به‌عنوان مثال، بهبود بهره‌وری مصرف آب می‌تواند راهکاری مؤثر برای آزادسازی منابع آبی موجود باشد. برای انتقال آب از دریا به حوضه مقصد، می‌بایست کلیه راهکارهای مدیریت مصرف و تقاضا و روش‌های بهبود الگوی مصرف در حوضه مقصد انجام شده باشد؛ به نحوی که امکان صرفه‌جویی بیشتر آب در آن منطقه وجود

نداشته باشد. انتقال آب به منطقه‌ای که با معضل بهره‌وری پایین در مصرف آب مواجه است، موجب ایجاد تقاضای بیشتر و اتلاف سرمایه‌های ملی می‌شود.

برای مدیریت بهینه منابع آب در کشور، لازم است رویکردهای متفاوتی در مناطق مختلف اتخاذ شود؛ به‌عنوان مثال در استان یزد بهره‌برداری از منابع آب لب‌شور می‌تواند گزینه مناسبی باشد و بازنگری در مدیریت کلی منابع آب در استان خراسان رضوی ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر نیاز است پتانسیل جابجایی مصرف آب (ایجاد بازار آب) و تغییر کاربری آب از یک بخش (مانند کشاورزی) به بخش دیگر (مانند صنعت) با رعایت ملاحظات محیط‌زیستی مورد بررسی قرار گیرد.

قبل از هرگونه تصمیم‌گیری در مورد انتقال آب، لازم است به‌طور دقیق هزینه‌ها و فواید این طرح برای هر منطقه ارزیابی شود و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی آن تعیین شود. لازم است ارزش اقتصادی آب در هر منطقه، با در نظر گرفتن عوامل بازار و نیز نیازهای توسعه‌ای، به‌عنوان معیاری برای سنجش توجیه‌پذیری اقتصادی این طرح در نظر گرفته شود. متأسفانه تاکنون در ایران، تصمیم‌گیری در مورد طرح‌های انتقال آب عمدتاً بر اساس حمایت‌های دولتی یا فشارهای سیاسی صورت گرفته است و ارزیابی جامع اقتصادی و اجتماعی این طرح‌ها به‌اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است.

طرح‌های انتقال آب به‌عنوان یک عامل کلیدی، می‌تواند بر بسیاری از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی و حقوقی کشور تأثیرگذار باشد و نیاز است اثرات محیط‌زیستی، اجتماعی، سیاسی و امنیتی این انتقال، در دریا و در حوضه مقصد دیده شود. از این‌رو، ارزیابی دقیق و جامع پیامدهای این طرح‌ها قبل از اجرا، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این تأثیرات شامل موارد زیر است:

- پیامدهای اقتصادی: اجرای این طرح‌ها می‌تواند بر درآمدها و هزینه‌های دولت، تجارت خارجی، توان رقابت‌پذیری صنایع، سرمایه‌گذاری‌ها و وضعیت انرژی، تأثیرگذار باشد. از طرف دیگر با اجرای این طرح‌ها در ارزش اقتصادی آب در مناطق مختلف و هزینه‌های انتقال تغییر رخ می‌دهد.
- پیامدهای توسعه منطقه‌ای: ایجاد تغییرات در زیرساخت‌ها و توازن توسعه مناطق مختلف از اثرات اجرای این طرح‌ها خواهد بود.
- پیامدهای اجتماعی: این طرح‌ها می‌تواند تغییرات قابل‌توجهی در جمعیت، الگوی اشتغال و ساختار اجتماعی مناطق مبدأ و مقصد ایجاد کنند؛ به‌ویژه نگرانی‌های جدی درباره تأثیر بر فعالیت‌های صیادی و آبی‌پروری وجود دارد.
- پیامدهای حقوقی و ساختاری: تغییرات در حقوق آب و نیاز به قوانین و مقررات جدید برای مدیریت منابع آب، ازجمله چالش‌های حقوقی این طرح‌ها هستند. یکی دیگر از مسائل مهم در این

طرح‌ها، موضوع امنیت و آسیب‌پذیری خطوط انتقال و تأسیسات وابسته در برابر تهدیدات مختلف است. وابستگی شدید مناطق مقصد به آب منتقل شده، آن‌ها را در برابر بحران‌های احتمالی آسیب‌پذیرتر می‌کند و مسائل پدافندی و بحران آلودگی‌های مقطعی دریا نیز نیازمند توجه است.

• پیامدهای محیط‌زیستی: تأثیرات بر محیط‌زیست دریا در فرآیند نم‌زدایی، تغییرات در مسیر انتقال و همچنین تأثیرات بر محیط‌زیست مناطق مقصد به دلیل توسعه‌های جدید، ازجمله نگرانی‌های جدی در این زمینه هستند. تخلیه پساب با شوری بالا به دریا، اکوسیستم‌های دریایی را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده و تنوع زیستی را کاهش می‌دهد. ساخت تأسیسات نم‌زدایی و لوله‌های انتقال آب، به‌طور مستقیم به زیستگاه‌های دریایی آسیب رسانده و بر زندگی موجودات دریایی تأثیر می‌گذارد. فرآیند نم‌زدایی انرژی زیادی مصرف کرده و به تولید گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شود. این فرآیند می‌تواند باعث افزایش دمای آب دریا و کاهش اکسیژن محلول در آب شود. پمپ‌های ورودی آب در تأسیسات نم‌زدایی، موجودات دریایی کوچک مانند پلانکتون‌ها را به داخل کشیده و باعث مرگ آن‌ها می‌شوند. پدیده‌هایی مانند کشند قرمز می‌توانند تهدیدی برای تأمین آب شیرین باشند.

برای کاهش اثرات مخرب نم‌زدایی، می‌توان اقداماتی مانند انتقال تأسیسات به مناطق با ظرفیت محیط‌زیستی بالاتر، مدیریت بهینه پساب و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را در نظر گرفت. همچنین، مطالعه و بررسی دقیق پیامدهای زیست‌محیطی هر طرح نم‌زدایی قبل از اجرا، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در ایران با انتقال واحدهای نم‌زدایی به دریای عمان (به‌جای خلیج فارس) و مدیریت آب بازگشتی می‌توان چالش‌ها را تا حد زیادی کاهش داد.

#### منابع

- موسسه پژوهشی- مهندسی راهبرد دانش پویا. (۱۳۹۸). برآورد نیاز آبی بخش صنعت در طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به مرکز فلات ایران. وزارت نیرو.
- موسسه پژوهشی- مهندسی راهبرد دانش پویا. (۱۴۰۱). تهیه و تدوین مدل‌ها و راهکارهای تأمین آب پایدار فعالیت‌های صنعتی و معدنی. سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران.
- موسسه پژوهشی- مهندسی راهبرد دانش پویا. (۱۴۰۲). مطالعات تطبیقی الزامات اقتصادی و مالی طرح‌های انتقال آب از دریا. شرکت مدیریت منابع آب ایران.
- موسسه پژوهشی- مهندسی راهبرد دانش پویا. (۱۳۹۹). مطالعات برآورد نیاز آبی معادن و زنجیره صنایع معدنی مرتبط در افق ۱۴۱۵ و ۱۴۲۵. اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران.