



چالش‌ها و راهکارهای مدیریتی انتقال آب بین‌حوضه‌ای

رقیه شاد*^۱، احسان شاد^۲

- ۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
- ۲- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*نویسنده مسئول: r.shad@ut.ac.ir

خلاصه

منابع آب، مبنای معیشت بشر و رشد اقتصادی و سلامت اکوسیستم می‌باشد، اما توزیع مکانی و زمانی آن نامتوازن است. در طول قرن بیستم، میزان استفاده از آب شش برابر شده و کمبود منابع آب، انتقال آب را به‌عنوان گزینه‌ای برای حیات سکونتگاه‌های انسانی در حال توسعه و موجود تبدیل کرده است. انتقال آب بین‌حوضه‌ای با چالش‌های بسیاری همراه است، از جمله اختلافات فرهنگی و سیاسی بین کشورها، کمبود منابع مالی و فنی برای اجرای پروژه‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی پروژه‌ها. برای بهبود عملکرد پروژه‌های انتقال آب، باید امکان‌پذیری فنی آن تأیید شده و ارزیابی زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی آن قابل توجه باشد. راهکارهایی مثل تقویت همکاری و تعامل بین کشورها، توسعه فناوری‌های نوین، تأمین منابع مالی و فنی کافی، ارزیابی دقیق تأثیرات محیطی و اجتماعی پروژه‌ها و توسعه زیرساخت‌های لازم برای اجرای پروژه‌ها، می‌توانند بهبود و پیشرفت در پروژه‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای را به همراه داشته باشد. در این مقاله، به بررسی چالش‌های مربوط به انتقال آب بین‌حوضه‌ای و راهکارهای مدیریتی برای مواجهه با این چالش‌ها پرداخته می‌شود.

کلمات کلیدی: انتقال آب بین‌حوضه‌ای، مدیریت منابع آب، اثرات زیست‌محیطی، راهکار مدیریتی

مقدمه

منابع آب، مبنای معیشت بشر، رشد اقتصادی و سلامت اکوسیستم می‌باشد، اما توزیع مکانی آن بسیار نامتوازن است و اغلب با تقاضای آب در کشورهای مختلف همخوانی ندارد [۱]. منابع آب، به‌عنوان یک قسمت مهم از منابع طبیعی، نقش حیاتی در بقای و توسعه بشر دارد. رشد سریع جامعه و اقتصاد، بهره‌برداری بیش‌ازحد از منابع آب، منجر به افزایش آسیب به اکوسیستم شده است [۲]. در طول قرن بیستم، جمعیت جهان سه برابر شده و میزان استفاده از آب شش برابر شده است. میزان آب قابل‌دسترس جهان تنها برای جمعیت کنونی با حداقل دسترسی به آب سالم کافی است، مدیریت و حفاظت آب در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه دارای اهمیت بالایی است [۳]. در بسیاری از کشورهای خشک، نیمه‌خشک و فوق خشک بارندگی به‌طور نابرابر توزیع شده و غیرقابل‌پیش‌بینی است [۴]. برای حل مشکل کمبود آب افراد راه‌حل‌های گوناگونی پیشنهاد کرده‌اند، از جمله انتقال آب درون حوضه، که اجازه می‌دهد تا آب در مرزهای ملی، منطقه‌ای و محلی توزیع شود و نیاز رو به رشد بخش‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی را برطرف نماید [۵]. توزیع منابع آبی موجود در ارتباط با مراکز جمعیتی و نیازهای انسانی در بسیاری از نقاط جهان، انتقال آب را به‌عنوان گزینه‌ای برای حیات



سکونتگاه‌های انسانی در حال توسعه و موجود تبدیل کرده است، که در حال حاضر هیچ جایگزینی برای آن در دسترس نیست [۹]. انتقال آب بین حوضه‌های دروازه‌های فرآیند برداشت منابع آب در طول سال با استفاده از حفر تونل، آبراهه یا لوله بوده که باهدف انتقال فیزیکی آب از نواحی با توان هیدرولوژیکی نسبتاً خوب (حوضه‌ی مبدأ) به سایر نواحی با کمبود آب (حوضه‌ی مقصد) انجام شده و پاسخی به مسئله‌ی توزیع جمعیت انسانی است که با اهداف تأمین نیازهای انسان در برابر افزایش تقاضا بهبود کیفیت زندگی و تغییر الگوی زیست اجرا می‌شوند. در هر صورت برای اجرای پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای شرایطی از قبیل طول انتقال بیشتر از ۲۰ الی ۲۵ کیلومتر و دبی انتقالی بیشتر از ۵/۰-۱ مترمکعب بر ثانیه مورد تأکید قرار گرفته است [۶]. به‌طور کلی، هدف از مدیریت انتقال آب بین حوضه‌ای تفکر بهره‌برداری بهینه از منابع آبی بین دو حوضه مبدأ و مقصد است به‌نحوی که حداقل چالش‌ها در حوضه مبدأ ایجاد شود. گاه انتقال آب بین حوضه‌ای تبدیل به یک ضرورت می‌شود [۷]. این امر باید از طریق مدیریت فابخشی و لحاظ عوامل فنی - اقتصادی در گام نخست و در نظر گرفتن عوامل زیست‌محیطی با تأکید بر ملاحظات اجتماعی - سیاسی در گام بعدی صورت گیرد. اگرچه که قدمت طرح‌های آب‌رسانی به مناطق خشک و کم‌آب به هزاران سال پیش برمی‌گردد، ولی ضرورت طرح این موضوع از ۲۰۰ سال پیش تاکنون بیشتر احساس شده است [۸]. دینش کومار پنج دلیل مهم به شرح زیر را برای نیاز کشور هند به طرح‌های بزرگ انتقال آب بین حوضه‌ای بیان کرده است (۱) وجود اختلاف بین عرضه و تقاضای آب و کمبود آب شهری (۲) رابطه مستقیم امنیت آب و غذا (۳) امنیت معیشت مردم مناطق روستایی (۴) عدم وجود گزینه‌ی دیگر برای تأمین آب موردنیاز (۵) تنش اجتماعی رو به رشد در اثر کمبود حاد آب [۷]. در سراسر جهان تخمین زده شد که بیش از ۵۰۰ میلیارد از هزار میلیارد مترمکعب آب تجدید پذیر سالانه توسط انتقال آب بین حوضه‌ای مجدداً توزیع می‌شود. انتقال آب بین حوضه‌ای نقش اساسی در حفظ پیوند آب - غذا - انرژی و تأمین آب شیرین برای مصارف مختلف از قبیل تأمین داخلی، آبیاری، تولید انرژی، نوبوری و حمل‌ونقل و احیای محیط‌زیست ایفا کرده‌اند [۹].

همواره شهروندان ساکن در حوضه مبدأ، در مقابل چنین طرح‌هایی مقاومت می‌کنند، زیرا تأثیرهای اقتصادی و زیست‌محیطی طرح‌های انتقال آب در حوضه مبدأ اجتناب‌ناپذیر است. در ایالات متحده، اقدام‌های قانونی متعددی به‌منظور کاهش تأثیر وارده بر این مناطق، بدون آنکه طرح‌های انتقال متوقف شوند صورت گرفته است. این اقدام‌ها سعی در کاهش اثرهای ممکن در حوضه مبدأ دارند. اگرچه این اقدام‌ها از نظر تأثیر در جهت حل مشکل در هر ایالت متفاوت هستند، هیچ ایالتی به‌خوبی نتوانسته است رویکردی جامع‌نگرانه برای این مشکل‌ها ارائه دهد. دستیابی به یک تعادل برای تأمین تقاضاهای حوضه‌های مبدأ و مقصد کاری دشوار است. به‌طور معمول، نفوذ و قدرت سیاسی حوضه مقصد بیشتر است، زیرا حوضه مبدأ به‌طور معمول روند رشد اقتصادی کندتری دارد. از این‌رو، حوضه مبدأ به‌طور معمول قدرت سیاسی لازم را برای جلوگیری یا تغییر برنامه‌های طرح‌های انتقال آب ندارد، بنابراین، ضرورت یافتن راه‌حلی برای ایجاد تعادل در تأمین تقاضاهای حوضه‌های مبدأ و مقصد ضروری به نظر می‌رسد [۱۰]. از جمله مسائل هیدروپلیتیکی طرح‌های انتقال آب در حوضه آبریز مذکور و پیامدهای سیاسی - اجتماعی منفی آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: تشدید منازعات و واگرایی‌های محلی و ناحیه‌ای، به مخاطره افتادن امنیت محلی و ناحیه‌ای، کنشگری‌های سیاسی مردم و مسئولان در قالب موضع‌گیری، اعتراض، استعفا و...، تنوع قومیتی و حساسیت‌های سیاسی و ناحیه‌ای ناشی از آن در حوضه مبدأ، بهره‌برداری سیاسی و تبلیغاتی از طرح‌های مذکور و ورود این موضوع به گفتمان‌های انتخاباتی و سیاسی، پیامدهای اجتماعی مانند افزایش نارضایتی مردم، مهاجرت ناخواسته، بروز درگیری‌های بسیار خرد محلی بر سر آب، افزایش سوءظن‌ها و نظایر آن، اختلافات بالقوه و بالفعل تقسیم آب در استان‌های گیرنده و تشدید اختلافات در حوضه مقصد و به‌ویژه شهرهای دریافت‌کننده آب در سال‌های کم‌آبی [۱۱]. در جدول ۱ و جدول ۲ نمونه‌هایی از پروژه‌های انتقال بین حوضه‌ای آب در جهان و ایران آورده شده است.



جدول ۱- مشخصات تفصیلی پروژه‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای در ایران

| ردیف | اسم | مبدأ | مقصد | وضعیت پیشرفت (سال اتمام) | هدف از انتقال | طول انتقال (کیلومتر) | نحوه انتقال | ظرفیت انتقال (کیلومتر مکعب در سال) |
|------|-------------------|------------------|----------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|------------------------------------|
| ۱ | کوهرنگ ۱ | رود مابر (کارون) | زاینده رود | ۱۹۵۴ | کشاورزی، تأمین آب شهری و صنعتی | ۲/۸ | تونل | ۰/۳ |
| ۲ | کوهرنگ ۲ | کارون | زاینده رود | ۱۹۸۵ | کشاورزی، تأمین آب شهری و صنعتی | ۲/۸ | تونل | ۰/۱۶ |
| ۳ | چشمه لنگان | فریدون شهر (دز) | دره زاینده رود | در حال بهره‌برداری | کشاورزی، تأمین آب شهری و صنعتی | ۱۵ | تونل | ۰/۲ |
| ۴ | کوهرنگ ۳ | گلاب ۲ (کارون) | زاینده رود | در حال ساخت | کشاورزی و شهری | ۲۳/۴ | تونل | ۰/۲۶ |
| ۵ | سد و تونل یلان | فریدون شهر | زاینده رود | در دست مطالعه | - | ۲۳ | تونل | ۰/۱۶۵ |
| ۶ | تونل خدکستان | فریدون شهر | زاینده رود | در حال اجرا | - | ۱۱/۳ | - | ۰/۰۸ |
| ۷ | سد و تونل پشندگان | فریدون شهر | زاینده رود | در دست مطالعه | - | ۱۸/۸ | - | ۰/۲۴۵ |

پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب باعث پیامدهای منفی و مثبت بر محیط‌زیست، اجتماع و اقتصاد می‌شوند. بنابراین، تحقیق در مورد ابعاد مختلف انتقال بین‌حوضه‌ای آب ضروری است. با این تحقیقات، می‌توان راهکارهای مدیریتی مناسب را برای کاهش پیامدهای منفی و افزایش پیامدهای مثبت این پروژه‌ها پیشنهاد داد. همچنین، با شناخت دقیق‌تر از وضعیت پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب، می‌توان به بهبود تصمیم‌گیری‌های مربوط به این پروژه‌ها کمک کرد و سیاست‌هایی را ایجاد کرد که به بهینه‌سازی استفاده از منابع آب در ایران کمک کنند.

جدول ۲- مشخصات تفصیلی پروژه‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای در جهان

| | | | | | | | | |
|-----|---------|------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|------|---------------|-------|
| ۱۲۱ | کانادا | St. Mary River | Milk River | ۱۹۱۷ | کشاورزی | - | - | ۰/۲۹ |
| ۱۲۲ | کانادا | Lake Michigan, Chicago River | Wreck Cove Brook | ۱۸۴۸ | تولید انرژی، تأمین آب شهری و ناپوری | - | - | - |
| ۱۲۳ | کانادا | Ogoki River | Lake Superior | ۱۹۴۳ | تولید انرژی | - | آبراهه | ۳/۵۶۴ |
| ۱۲۴ | لسوتو | High Land of Lesotho | Vaal region | ۲۰۲۰ | مصارف صنعتی، خانگی و تولید انرژی | ۱۱۵ | تونل | ۲/۲ |
| ۱۲۵ | لیبی | Aquifer | Coastal | ۲۰۰۷ | گردشگری | ۳۵۰۰ | لوله | ۲ |
| ۱۲۶ | مالزی | Upper Muar | Liggi | در حال ساخت | - | ۶/۲ | تونل | ۰/۱۴ |
| ۱۲۷ | مراکش | Oued El Abid River | Tensift River | تکمیل | - | - | - | ۱/۵۱ |
| ۱۲۸ | نامیبیا | Kavango River | Okahanja/Windhoek | تکمیل | - | ۷۵۰ | آبراهه و لوله | ۰/۰۳۵ |
| ۱۲۹ | نیپال | Melanchi River | Kathmandu | ۲۰۱۶ | تأمین آب شرب | ۲۶/۵ | تونل | ۰/۶ |
| ۱۳۰ | هند | Ghaghara | Sharda | ۲۰۱۶ | کشاورزی | - | کانال | - |
| ۱۳۱ | هند | Beas | Sutlej | تکمیل | کشاورزی و تأمین آب شهری | - | تونل | ۴/۹ |

چارچوب نظری: انتقال آب بین حوضه‌ای

آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها و بحران‌های قرن حاضر است که می‌تواند عامل بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد [۱۲]. پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، به‌وسیله تنظیم مصنوعی توزیع منابع آب، به‌عنوان یک اقدام مهم برای تضمین امنیت منابع آب در کشورهای مختلف تبدیل شده است. این پروژه‌ها، باعث کاهش کمبود آب در برخی مناطق و همچنین ترویج توسعه پایدار منابع آب می‌شود [۱۳]. انتقال آب بین حوضه‌ای می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر محیط‌زیست،



دسترسی به آب و اقتصاد در حوضه‌های وارد و صادرکننده آب و همچنین حوضه‌های پایین‌دست این انتقال آب داشته باشد [۱۴]. انتقال بین‌حوضه‌ای آب به معنای انتقال آب از یک حوضه آبخیز به حوضه آبخیز دیگری است. این فرآیند معمولاً برای تأمین آب در مناطقی که به دلیل کمبود آب نیازمند هستند و یا برای استفاده در بخش‌هایی از اقتصاد که به آب وابسته هستند (مانند کشاورزی و صنعت) انجام می‌شود. برای انتقال آب، از مجموعه‌ای از سدها، تونل‌های آب، لوله‌های فلزی و بتنی و دیگر سازه‌های زیرساختی استفاده می‌شود. [۸]. انتقال آب بین‌حوضه‌ای یک ابزار سازه‌ای جهت کاهش تنش ناشی از بحران آب در یک منطقه از طریق انتقال آب از منطقه پرآب است؛ به طوری که آب برداشتی یا منحرف‌شده از یک رودخانه یا منبع آب زیرزمینی در یک حوضه، به حوضه‌ای دیگر منتقل می‌شود [۱۲]. اما واقعیت این است که در بسیاری از طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، به دلایلی در بیشتر موارد گزینه انتقال آب بین حوضه‌ای به‌عنوان آخرین راه‌حل مطرح می‌شود. این دلایل عبارت‌اند از: طولانی بودن مسیر و نیاز به سازه‌های سنگین، پیچیدگی زیاد ابعاد مختلف طرح‌های انتقال، زمان طولانی مطالعه و اجرا، هزینه‌های سنگین، تعدد ذی‌نفعان [۱۱]. تحولات در وضعیت اقتصادی و اقلیمی، به‌طور قابل‌توجهی بر کار آبی انتقال آب بین حوضه‌ای تأثیر می‌گذارد و این نشان می‌دهد که برای استفاده پایدار از پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، باید به استراتژی‌هایی در راستای سازگاری با این تغییرات اقتصادی و اقلیمی توجه شود [۱۵].



شکل ۱- مدل نظری پیامدهای سوء اجرای پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای بر امنیت ملی کشورها

انتقال آب بین حوضه‌ای از منظر قانون و سیاست

کمبود و بحران آب یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های امروز مدیریتی شهرها و کشورها است به همین دلیل سامانه‌های آبی به یک مقوله سیاسی و امنیتی در دنیا تبدیل شده‌اند و تقریباً تمامی پارامترهای توسعه پایدار در سطوح ناحیه‌ای، ملی، منطقه‌ای و جهانی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. در این میان مسئولان، تحت فشار لابی‌های سیاسی سبب شده تا با راه‌حل‌های ارائه‌شده و تصمیمات غیرمعمول و فنی، نه‌تنها مشکل را برطرف نکرده‌اند بلکه بعضاً باعث بحران آب در کشور و موجب تضادهای خشونت‌آمیز در برخی استان‌های کشور از قبیل اصفهان، چهارمحال و بختیاری و خوزستان مرتبط با آب شده است که در صورت تشدید بحران آب و اعمال نکردن مدیریت پایدار و بهینه منابع آب می‌تواند حتی در آینده موجب بروز مقدمات جنگ آب میان جوامع محلی و استان‌های مختلف باشد [۱۶]. قانون‌گذار با درک اهمیت و ضرورت انتقال آب بین حوضه‌ای در بند ه ماده ۱۷ قانون برنامه چهارم پنج‌ساله «در مورد معیارها و ضوابط انتقال بین حوضه‌ای آب به عوامل توسعه پایدار حقوق ذینفعان، تأمین «توسعه کشور نیازهای مصرفی و توجه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و منافع ملی اشاره کرده است. همچنین سازمان جهانی یونسکو معیارهایی را مقرر کرده است [۱۷]:

۱. حوضه مبدأ نباید با کمبود جدی آب مواجه شود. ۲. به کیفیت زیست‌محیطی حوضه‌های مبدأ و مقصد آسیب جدی وارد نگردد. ۳. اجرای طرح موجب بروز اختلالات اساسی اجتماعی و فرهنگی نشود. ۴. منافع خالص ناشی از اجرای طرح



به‌طور منصفانه بین حوضه‌ها تقسیم گردد. طرح انتقال آب باعث افزایش جمعیت ساکنین حوضه مبدأ می‌گردد که خود مبادله فرهنگ‌های مختلف باهم و افزایش سطح کیفیت زندگی خواهد شد. طرح انتقال آب در حوضه مقصد سبب افزایش مشارکت سیاسی مردم و رفاه عمومی خواهد شد و امید به زندگی را میان مردم حوضه افزایش خواهد داد. علاوه بر این سطح بهداشت و امنیت منطقه نیز ارتقا پیدا می‌یابد و افزایش جمعیت روستاییان را در پی خواهد داشت [۱۸]. در راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور (مصوب هیئت‌وزیران مورخ ۱۳۸۲/۷/۲۷) بندهای زیر در رابطه با طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای مطرح شده است: در تهیه طرح‌های توسعه کالبدی و آمایش سرزمین، محدودیت منابع آب کشور از نظر کمی و کیفی و توزیع مکانی و زمانی آن به لحاظ هزینه - فرصت و ارزش ذاتی آب مورد توجه و عمل قرار گرفته و برنامه‌های توسعه بخش‌های آب و کشاورزی، صنعت و معدن، انرژی، عمران شهرها و روستاها و سایر بخش‌ها در هر یک از حوضه‌های آبریز با رعایت ظرفیت تحمل آن‌ها تهیه و به اجرا درآید و از طرف دیگر با توجه به اینکه آب در قانون اساسی به‌عنوان یک انفال و سرمایه ملی تلقی شده، دولت و وزارت نیرو این اختیار را دارند که وارد مقوله انتقال بین حوضه‌ای شوند [۱۹].

انتقال آب بین حوضه‌ای از منظر منابع طبیعی و محیط‌زیست

انتقال آب برای مصارف کشاورزی، شهری و صنعتی، تولید نیرو، کنترل جریان آب‌ها و پیشگیری از بروز سیل صورت می‌گیرد و البته در برخی موارد نیز ممکن است باهدف حفظ محیط‌زیست مانند احیای تالاب‌ها صورت گیرد مانند طرح انتقال آب برای احیای دریاچه چاد [۲۰]. اگرچه در حوضه مقصد احیای آبخوان، تالاب‌ها و رودخانه‌ها از جمله پیامدهای مثبت انتقال آب است؛ اما منتقدان به پیامدهای منفی انتقال بین حوضه‌ای همچون برهم خوردن اکوسیستم آب، خشک شدن منابع آب و تغییر اقلیم در درازمدت در هر دو حوضه مبدأ و مقصد تأکید دارند [۲۱]. با آنکه در کوتاه‌مدت این ابتکار ممکن است مشکل کم‌آبی در منطقه موردنظر را حل کند، اما این طرح‌ها راه‌حل پایدار نبوده و می‌توانند آثار نامطلوب محیط‌زیستی و مشکلات اجتماعی و اقتصادی در پی داشته باشند. به همین دلیل این طرح‌ها در سال‌های اخیر با بروز مشکل دگرگونی اقلیمی از بعد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی موردانتقاد واقع شده‌اند [۲۰]. پروژه‌های انتقال بین حوضه‌ای آب باعث تأثیراتی بر محیط‌زیست می‌شوند، این تأثیرات می‌تواند شامل تغییر در میزان و کیفیت آب، افزایش فشار بر منابع آب، تأثیر بر فعالیت‌های بوم‌شناختی و کاهش تنوع زیستی باشد. با این حال، این تأثیرات بسته به شرایط محیطی و مدیریت پروژه‌ها متفاوت است و در صورت اجرای مدیریت مناسب و رعایت معیارهای محیطی و اجتماعی، پروژه‌های انتقال بین حوضه‌ای آب می‌توانند به حفظ محیط‌زیست کمک کنند.

پیامدهای انتقال بین حوضه‌ای آب و راهکارهای مدیریت بهینه منابع آب در پروژه‌های انتقال

برای کاهش پیامدهای منفی پروژه انتقال بر محیط‌زیست، اجتماع و اقتصاد، ارزیابی دقیق تأثیرات پروژه بر این عوامل بسیار ضروری است. مشارکت دانشجویان و محققان در بررسی و ارزیابی تأثیرات پروژه می‌تواند به کاهش پیامدهای منفی آن کمک کند و پیامدهای مثبت آن را افزایش دهد. همچنین، تأمین منابع آب در مناطق مبدأ و مقصد، مشارکت جامعه و مدیریت منابع آب، از جمله پیشنهادهایی هستند که با رعایت آن‌ها، می‌توان به اجرای پروژه‌های انتقال بین حوضه‌ای آب با تأثیرات مثبت بر محیط‌زیست، اجتماع و اقتصاد دست‌یافت. انتقال آب بین حوضه‌ای پیامدهایی متنوع و گاهی ناخوشایند برای محیط‌زیست و جامعه دارد. برخی از این پیامدها عبارت‌اند از:



تأثیرات بر محیط‌زیست: انتقال آب می‌تواند باعث تغییر در شرایط زیست‌محیطی و اکوسیستم در مناطق مبدأ و مقصد شود. این تغییرات ممکن است شامل کاهش جریان آب، کاهش تنوع زیستی، تغییر در شیوه‌های استفاده از خاک و تأثیرات منفی بر وضعیت آب‌وهوا باشد.

تأثیرات اجتماعی: انتقال آب ممکن است باعث تغییر در شرایط اجتماعی و اقتصادی در مناطق مبدأ و مقصد شود. این تغییرات ممکن است شامل کاهش ظرفیت محلی برای استفاده از منابع آب، تغییر در سبک زندگی و فرهنگ، اختلافات بین نیروهای محلی و غیر محلی و تأثیرات منفی بر روی کیفیت زندگی باشد.

تأثیرات اقتصادی: انتقال آب می‌تواند باعث تأثیرات اقتصادی متنوعی در مناطق مبدأ و مقصد شود. این تأثیرات ممکن است شامل تأثیرات مثبت بر صنایع و اشتغال، افزایش درآمد و تأثیرات منفی بر روی کارایی و هزینه‌های ساخت و نگهداری زیرساخت‌های انتقال آب باشد. برای مدیریت بهینه منابع آب در مناطق مبدأ و مقصد پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب، پیشنهادات زیر را می‌توان داد: ۱- رعایت معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی در انتخاب مسیر و محل احداث پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای. ۲- توسعه روش‌های مدیریت منابع آب در مناطق مبدأ و مقصد پروژه‌های انتقال بین حوضه‌ای به‌منظور کاهش تلفات آب و بهینه‌سازی مصرف آب. ۳- توسعه سیستم‌های آبیاری بازده بالا و کاهش استفاده از روش‌های آبیاری سنتی در مناطق مبدأ و مقصد. ۴- برگزاری دوره‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی برای افزایش آگاهی جامعه در خصوص مدیریت منابع آب.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

انتقال بین‌حوضه‌ای آب به‌عنوان یکی از راه‌های تأمین آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، با چالش‌های متعددی روبرو است. این چالش‌ها شامل اختلافات فرهنگی و سیاسی بین کشورها، عدم توافق در مورد تقسیم آب، کمبود منابع مالی و فنی برای اجرای پروژه‌ها، تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی پروژه‌ها و ... می‌شوند. از این‌رو پروژه انتقال آب در صورتی قابل اجرا است که امکان‌پذیری فنی آن تأیید شده و ارزیابی زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی انجام آن نیز قابل توجیه باشد [۲۱]. به‌منظور بهبود عملکرد پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب، راهکارهای متعددی وجود دارد، از جمله این راهکارها می‌توان به تقویت همکاری و تعامل بین کشورها، توسعه فناوری‌های نوین، تأمین منابع مالی و فنی کافی، ارزیابی دقیق تأثیرات محیطی و اجتماعی پروژه‌ها، توسعه زیرساخت‌های لازم برای اجرای پروژه‌ها و ... اشاره کرد. در سال‌های اخیر، بهبود مدیریت پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب و رعایت معیارهای محیطی و اجتماعی، باعث بهبود شرایط محیطی این پروژه‌ها شده است. همچنین، اجرای طرح‌های تصفیه آب و بهره‌برداری بهینه از منابع آب، می‌تواند به کاهش نیاز به پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب کمک کند و در نتیجه به حفظ محیط‌زیست کمک کند و سبب توسعه پایدار گردد.

پیشنهادات

برای کاهش تأثیرات منفی پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب، می‌توان به راهکارهای زیر اشاره کرد:

۱- **مطالعه و بررسی دقیق ابعاد زیست‌محیطی و شرایط منطقه قبل از اجرای پروژه:** برای بهبود مدیریت پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب، ابتدا باید شرایط محیطی و اجتماعی منطقه موردنظر به‌دقت بررسی شود. این بررسی شامل ارزیابی تأثیرات پروژه بر منابع آب، فعالیت‌های بوم‌شناختی، تنوع زیستی و جمعیت محلی است.



۲- مدیریت پروژه با توجه به معیارهای محیطی: برای کاهش تأثیرات منفی پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب، باید در هنگام طراحی و اجرای پروژه، معیارهای محیطی رعایت شود. به‌عنوان مثال، در انتخاب مسیر انتقال آب، باید به مناطق حساس و محافظت‌شده توجه شود و از آسیب به آن‌ها جلوگیری شود. همچنین، باید از تأثیرات پروژه بر محیط‌زیست و جمعیت محلی نیز اطمینان حاصل شود.

۳- مشارکت جامعه: مشارکت جامعه در مدیریت پروژه‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب می‌تواند به حفظ محیط‌زیست و بهبود شرایط اجتماعی منطقه کمک کند. برای این منظور، باید جامعه محلی در فرآیند تصمیم‌گیری و نظارت بر اجرای پروژه‌ها شرکت کند و نظرات آن‌ها به‌عنوان یک عامل مهم در تصمیم‌گیری‌های پروژه‌ای مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1. Sun, S., Tang, Q., Konar, M., Fang, C., Liu, H., Liu, X., & Fu, G. (2023). Water transfer infrastructure buffers water scarcity risks to supply chains. *Water Research*, 229, 119442.
2. Wang, Y., Zhu, K., Xiong, X., Yin, J., Yan, H., Zhang, Y., & Liu, H. (2023). Assessment of the Ecological Compensation Standards for Cross-Basin Water Diversion Projects from the Perspective of Main Headwater and Receiver Areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 717.
۳. رضایی اصل، پ. (۱۳۹۸)، " تأثیر انتقال آب بین‌حوضه‌ای بر بیلان منابع حوضه با استفاده از رویکرد سیستمی، مطالعه موردی: انتقال آب هزار مسجد به حوضه دشت مشهد"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بیرجند.
۴. تیموری، ی. (۱۴۰۱)، " مروری بر طرح‌های انتقال آب بین حوضه در جهان و تأثیر آن بر عوامل محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی"، نشریه آب و توسعه پایدار، سال نهم، شماره ۲، ۱۴۰۱، صفحات ۵۷ تا ۶۸.
5. Sheng, J., & Qiu, W. (2023). Inter-basin water transfer policies and water-use technical efficiency: China's South-North Water Transfer Project. *Socio-Economic Planning Sciences*, 85, 101432.
۶. صادقی، ح. کاظمی‌کیا، س. خیرفام، ح. و جزبای، ز. (۱۳۹۵)، " تجارب و پیامدهای انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان"، تحقیقات منابع آب ایران، سال دوازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۱۲۰ تا ۱۴۰.
۷. فضل‌الهی، ه. ابراهیمی، ک و فتاحی، ر. (۱۳۹۸)، " تأثیر انتقال آب بین حوضه‌ای بر ارزش اقتصادی منابع آب کشاورزی (مطالعه موردی: دشت اراک)"، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵، جلد ۱۳، آذر - دی ۱۳۹۸، ص. ۱۳۷۳-۱۳۶۳.
۸. محمودی، ا. و پرهیزکاری، ا. (۱۴۰۰)، " تحلیل مالی پروژه آبرسانی از رودخانه شاهرود به دشت قزوین و ارزیابی آثار اقتصادی بالقوه آن در زیر بخش کشاورزی حوضه مقصد"، نشریه تحقیقات منابع آب ایران، سال هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، صفحات ۱۸۱-۱۹۷.
9. Duan, K., Qu, S., Liu, N., Dobbs, G. R., Caldwell, P. V., & Sun, G. (2023). Evolving efficiency of inter-basin water transfers in regional water stress alleviation. *Resources, Conservation and Recycling*, 191, 106878.



۱۰. رحیمی زاده، م. و بزرگ حداد، ا. (۱۳۹۷)، " بررسی اثرهای انتقال آب بین حوضه‌ای بر منابع آب ایران"، مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۳، شماره ۱، صفحات ۲۷ تا ۴۲.
۱۱. محمدی، ح. حکیمی خرم، ع و احمدی، ا. (۱۳۹۷)، " امکان‌سنجی اجرای پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در ایران (مطالعه موردی: طرح انتقال آب بهشت آباد-فلات مرکزی)"، نشریه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۵۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۰۹۲-۱۰۷۳.
۱۲. آتشگاه حسنوی، م. یاسی، م و امیری تلکدانی، ا. (۱۴۰۰)، " الگوهای ارزش‌گذاری اقتصادی در طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌های مبتنی بر روش فرآیند تحلیل شبکه‌های (ANP)"، فصلنامه علمی مهندسی منابع آب، بهار ۱۴۰۰، دوره ۱۴، شماره ۴۸.
13. Ye, X., Wang, Y., Guo, A., Wang, X., Zhao, M., He, B., ... & Wang, Q. (2023). Optimal operation of inter basin water transfer under the form of water sources interconnection with connected tunnel. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 45, 101320.
14. Siddik, M. A. B., Dickson, K. E., Rising, J., Ruddell, B. L., & Marston, L. T. (2023). Interbasin water transfers in the United States and Canada. *Scientific Data*, 10(1), 27.
15. Duan, K., Caldwell, P. V., Sun, G., McNulty, S. G., Qin, Y., Chen, X., & Liu, N. (2022). Climate change challenges efficiency of inter-basin water transfers in alleviating water stress. *Environmental Research Letters*, 17(4), 044050.
۱۶. زارعی، م و اقبالی، م. (۱۴۰۱)، " معیارها و ملاحظات اجتماعی- محیط‌زیستی پروژه‌های انتقال آب"، هفدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران با محوریت آبخیزداری و امنیت پایدار غذایی، جیرفت.
۱۷. بیونقی، ک. (۱۳۹۹)، "قواعد حاکم بر انتقال بین حوضه‌ای آب"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، گروه حقوق خصوصی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۸. پایفشرده، آ. و چمنی، ر. (۱۴۰۱)، " واکاوی پیامدهای انتقال آب بین حوضه‌ای"، هفدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران با محوریت آبخیزداری و امنیت پایدار غذایی، جیرفت.
۱۹. داوودی دهقانی، ا. و عامری، م. (۱۳۹۸)، " پیامدهای اجتماعی و امنیتی انتقال آب بین حوضه‌ای (مورد مطالعه: بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری به زاینده‌رود اصفهان)"، پژوهشنامه جغرافیای انتظامی، سال هفتم، شماره بیست و پنجم، بهار ۱۳۹۸.
۲۰. فریادی، م. (۱۳۹۷)، " انتقال میان حوضه‌ای آب: مبانی و چالش‌های حقوقی"، فصلنامه پژوهش حقوق عمومی، سال بیستم، شماره ۶۱، زمستان ۱۳۹۷.
۲۱. زمانی، ع و گیوه چی، س. (۱۴۰۰)، " ارزیابی گزینه‌های مختلف سیستم انتقال آب بین حوضه‌ای با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: طرح انتقال آب بهشت‌آباد)"، هیدروژئولوژی، سال ششم، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۰.