2022, Vol.9, No.2, Pages 57 to 68
Journal of Water and Sustainable Development

سال نهم، شماره ۲، ۱۴۰۱، صفحات ۵۷ تا ۶۸
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Review Article

نوع مقاله: مروری

An Overview of Inter-basin Water Transfer Projects in the World and Its Impact on Environmental, Economic and Social Factors

M. Teymouri Yeganeh

Ph.D. Student, Water Structure, Razi University, Kermanshah, Iran.

Email: yeganeh1390@gmail.com

Received: 03-02-2022 Revised: 01-03-2022
Accepted: 14-03-2022 Available Online: 21-09-2022

مروری بر طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان و تأثیر آن بر عوامل محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی

مریم تیموری یگانه

دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

E-Mail: yeganeh1390@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۶/۳۰

Abstract

Uneven spatial and temporal distribution of water, imbalances between water supply and demand (especially increased water demand due to limited water resources), and high water losses in urban and agricultural water systems have complicated the management of large-scale water resources. Therefore, proper control and use of available water resources are essential. Water transfer between basins is an example of the solutions used to address water scarcity, especially in the drinking water sector in arid regions and countries. Hence, it has created various challenges for the sustainable management of basins. The present study, by examining the specifications of 4 inter-basin water transfer projects at the international level, in order to increase awareness about the environmental, economic, and social effects of these projects. The results showed that inter-basin water transfer schemes directly affect the management of the source and destination basin and although in the short term will reduce water shortage problems in the destination basin, in the long term It weakens the environmental, economic, and social conditions in one of the two basins. This issue is especially evident in arid and semi-arid countries where water transfer projects are carried out with the aim of supplying drinking water, agriculture, and industry. For this purpose, it is necessary to apply UNESCO criteria in the implementation of water transfer projects between basins.

Keywords: Inter-basin Water Transfer, Environmental Factors, Social Factors, Economic Factors.

چکیده

توزیع غیریکنواخت مکانی و زمانی آب، عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب (به‌ویژه افزایش تقاضای آب به دلیل محدودیت منابع آب) و تلفات بالای آب در سیستم‌های آبی شهری و کشاورزی، مدیریت منابع آب در مقیاس بزرگ را پیچیده کرده است. بنابراین کنترل و استفاده صحیح از منابع آبی موجود ضروری است. انتقال آب بین حوضه‌ای نمونه‌ای از راه‌حل‌های مورد استفاده برای رفع کمبود آب به ویژه در بخش آب شرب در مناطق و کشورهای خشک است. ازاین‌رو چالش‌های مختلفی را به‌منظور مدیریت پایدار حوضه‌ها به وجود آورده است. در پژوهش حاضر با بررسی مشخصات ۴ پروژه انتقال آب بین حوضه‌ای در سطح بین‌المللی، به‌منظور افزایش آگاهی درمورد اثرات محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی این طرح‌ها پرداخته شده است. نتایج بررسی‌ها نشان داد طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، مستقیماً مدیریت حوضه مبدأ و مقصد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اگرچه در کوتاه‌مدت موجب کاهش مشکلات کم‌آبی در حوضه مقصد خواهد شد، اما در بلندمدت باعث تضعیف شرایط محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی در یکی از دو حوضه می‌شود. این مسئله خصوصاً در کشورهای خشک و نیمه‌خشک که طرح‌های انتقال آب از حوضه مبدأ با هدف تأمین آب شرب، کشاورزی و صنعت صورت می‌گیرد مشهودتر خواهد بود. به‌این منظور در اجرای طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای لازم است معیارهای یونسکو اعمال شود.

واژه‌های کلیدی: انتقال آب بین حوضه‌ای، عوامل محیط‌زیستی، عوامل اجتماعی، عوامل اقتصادی.

HomePage: https://jwsd.um.ac.ir
How to cite this article: Teymouri Yeganeh M. 2022. An Overview of Inter-basin Water Transfer Projects in the World and Its Impact on Environmental, Economic and Social Factors. Journal of Water and Sustainable Development, 9(2): 57-68. doi: http://dx.doi.org/10.22067/jwsd.v9i2.2202.1121

مقدمه

در بسیاری از کشورهای خشک، نیمه‌خشک و فوق‌خشک، که در آن بارندگی به‌طور نابرابر توزیع شده و غیرقابل پیش‌بینی است، انتقال آب بین حوضه‌ای (IBTs) اغلب به‌عنوان عملی‌ترین راه‌حل برای مشکلات مرتبط با این ناهنجاری تلقی می‌شود. 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. منطق توسعه IBT باتوجه‌به نیازهای اقلیمی و اجتماعی متفاوت است. در کشورهایی مانند کانادا و نروژ که بارندگی‌های کمابیش بالایی دارند، IBTs بیشتر برای افزایش پتانسیل تولید برق در طرح‌های برق آبی استفاده می‌شوند، درحالی‌که در کشورهای خشک‌تر، IBTs آب آشامیدنی و آبیاری را تأمین می‌کنند. از نظر بین‌المللی، انتقال آب اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است، درحالی‌که پیشرفت‌های قابل توجه در مهندسی باعث شده است IBTs از نظر حجم انتقال و مسافت های پیموده شده اهمیت بیشتری پیدا کنند. بااین‌حال، ارزیابی اثرات IBTs بر سیستم‌های آبی و جوامع انسانی درگیر، اندک است. چنین ارزیابی‌هایی بیشتر به مراحل برنامه‌ریزی و ساخت محدود می‌شوند و ارزیابی عملکرد و اثرات آن بر عوامل محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی، پس از ساخت نادیده گرفته می‌شوند. همچنین افزایش در تعداد پیشنهادات برای IBTs، در سراسر جهان، به‌دلیل نبود دانش کافی از اثرات چنین طرح‌هایی می‌باشد. علاوه‌بر این، به دلیل آگاهی روز افزون مبنی بر اینکه آب یک منبع محدود در هر حوضه آبریز است و شروع انتقال از حوضه مبدأ ممکن است باعث از دست دادن دائمی آب در آن حوضه شود، مخالفت عمومی با طرح‌های انتقال به‌ویژه از سوی جوامعی که در حوضه مبدأ زندگی می‌کنند افزایش یافته است (Snaddon، ۱۹۹۸). بااین‌حال پیش‌بینی شده است کمبود آب تا سال ۲۰۳۰ بر ۵۰ درصد از جمعیت جهان به‌ویژه کشورهای درحال‌توسعه را تحت تأثیر قرار دهد. برای افزایش امنیت آب، طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای (IBT) افزایش یافته است، پروژه‌های بزرگ مهندسی که آب را از یک حوضه به حوضه دیگر توزیع می‌کنند. بااین‌حال، اجرای این طرح‌ها اغلب مورد جنگ است و ارزیابی اثرات پیچیده آنها ناکافی است یا از نظارت کامل عمومی پنهان است. نیاز پابرجا به توسعه روش‌های یکپارچه‌تر، جامع‌تر و شفاف‌تر برای ارزیابی تأثیرات مرتبط چندگانه طرح‌های IBT در این مقیاس وجود دارد. روش‌های تجربی برای ارزیابی طرح‌های IBT، از یک روش چند رشته‌ای و شفاف از داده‌های در دسترس عموم استفاده می‌کنند. مطالعه موردی انجام شده در رودخانه‌های شمال هند، با مقایسه نتایج رویکرد تجربی در برابر تحلیل رسمی طرح پیشنهادی تولید شده توسط دولت ایالتی نشان داده که رویکرد تجربی امکان ارزیابی دقیق‌تر تنوع مکانی و زمانی، در دسترس بودن و تقاضای آب و همچنین ارزیابی کلی‌نگر عملکرد طرح پیشنهادی، تحت سناریوهای مختلف آینده را فراهم می‌کند. بر اساس این نتایج، یک چارچوب انعطاف‌پذیر برای ارزیابی آینده طرح‌های انتقال آب پیشنهاد شد که اصول ارزیابی‌های یکپارچه، شفافیت‌سازی را در خود جای داده است و می‌تواند با سایر پروژه‌های IBT در سراسر جهان تطبیق داده شود (Sinha و همکاران، ۲۰۲۰). با پیشی گرفتن تقاضای آب بر عرضه آن، روش‌های مختلف مدیریتی منابع آب مطرح شده و براساس آن پروژه‌های بزرگ زیر بنایی آب با هدف تأمین نیازهای آبیاری، کشاورزی و مصارف خانگی گسترش یافته است. این پروژه‌ها دامنه وسیعی از روش‌های مهندسی مثل ساخت سدها و انتقال آب تا مدیریت جامع انتقال آب را در بر گرفته‌اند (Allan، ۲۰۰۳). بااین‌حال ما با دگرگونی‌ها در چرخه آب جهانی، از جمله تغییرات اساسی در ویژگی‌های فیزیکی و فرآیندهای بیوژئوشیمیایی و بیولوژیکی، روبه‌رو هستیم. توسعه جمعیتی و اقتصادی، فشار بر آب‌های شیرین را افزایش می‌دهد و همراه با افزایش خشکسالی‌ها، باعث افزایش چشمگیر تنش آبی و ناامنی در دسترس بودن آب می‌شود. درعین‌حال، امنیت آب (در دسترس بودن آب شیرین با کمیت و کیفیت مناسب و در زمان مناسب) پیش نیازی برای رفاه انسان و یکپارچگی اکوسیستم است. در نتیجه، امنیت آب یکی از بزرگترین چالش‌هایی است که در سطح جهانی با آن مواجه هستیم. کمبود آب نیازمند تغییرات قابل توجهی در نحوه مدیریت این منبع گرانبها است و این یک چالش بین رشته‌ای و فرابخشی است که سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و محیط‌زیستی را به هم مرتبط می‌کند (Tockner و همکاران، ۲۰۱۶). با گسترش طراحی و اجرای پروژه‌های انتقال آب در دهه ۱۹۶۰-۱۹۷۰در کشورهای صنعتی، همایش‌های بین‌المللی از قبیل همایش بین حوضه‌ای در ایالت نوادا در آمریکا در سال ۱۹۹۲ و کارگاه انتقال بین حوضه‌ای توسط گروه برنامه‌ریزی یونسکو در سال ۱۹۹۹ در پاریس به‌منظور شناسایی پیامدها و آثار ناشی از این طرح‌ها برگزار شد. همچنین کمیسیون جهانی سدهای بزرگ، هفت اولویت راهبردی مربوط به تصمیم‌گیری در ساخت و ساز سد و انتقال بین حوضه‌ای را پیشنهاد نمود. براین‌اساس در مطالعات اولیه پروژه‌های انتقال آب در یک منطقه، باید کلیه عوامل فیزیکی، شیمیایی، محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی برای هر دو حوضه مبدأ و مقصد بررسی شوند تا بتوان آثار این پروژه‌ها را در دراز مدت تحلیل نمود (Davies و همکاران، ۱۹۹۲). در دهه‌های آینده، در صورت تکمیل تمام پروژه‌های برنامه‌ریزی شده، انتظار می‌رود افزایش ۹ برابری در حجم آب منتقل شده توسط کلان پروژه‌های انتقال آب وجود داشته باشد. ازآنجایی‌که کمبود آب به یک پدیده جهانی تبدیل شده است، کلان پروژه‌های انتقال آب درحال‌حاضر

به‌عنوان یک راه‌حل مهندسی برای برآوردن نیازهای روزافزون آب در کشورهای توسعه یافته و درحال‌توسعه در نظر گرفته می‌شود. درحالی‌که این پروژه‌ها ممکن است نقش اساسی در تولید غذا و انرژی داشته باشند، نگرانی‌هایی در مورد هزینه‌های اجتماعی، محیط‌زیستی و اقتصادی آنها وجود دارد. حتی پروژه‌هایی که هم از نظر محیط‌زیستی و هم از نظر اقتصادی ناپایدار به نظر می‌رسند، می‌توانند در صورت غلبه شرایط اقتصادی و سیاسی تسهیل‌کننده اجرا شوند. درحال‌حاضر، کمبود داده‌های قابل اعتماد اجازه ارزیابی کامل اثرات بالقوه محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی کلان پروژه‌های انتقال آب آینده را نمی‌دهد (Shumilova و همکاران، ۲۰۱۸). با این حال بررسی اثرهای طرح‌های بزرگ مقیاس انتقال آب بین حوضه‌ای موضوع بسیار پیچیده‌ای است و ارزیابی آن باتوجه‌به گستردگی موضوع، تنها با به‌کارگیری مدل‌های پیشرفته برنامه‌ریزی منابع آب ممکن می‌باشد (رافی و همکاران، ۱۳۹۴). بسیاری از مشکلات مرتبط با اجرای پروژه‌های انتقال آب به مراحل برنامه‌ریزی این طرح‌ها مربوط می‌شود (Thomas و Box، ۱۹۶۹؛ Greer، ۱۹۸۳؛ Cox و همکاران، ۱۹۸۵؛ Shiklomanov، ۱۹۸۵؛ Davies و همکاران، ۱۹۹۲) مانند: ۱- فقدان ارزیابی‌های محیط‌زیستی جامع؛ ۲- تبعیت ارزیابی‌های محیط‌زیستی از جنبه‌های فنی و اقتصادی IBTs؛ ۳- فقدان هماهنگی بین ارزیابی‌های محیط‌زیستی و سایر جنبه‌های برنامه‌ریزی IBT، مانند مطالعات فنی و اقتصادی و ۴- یک سوگیری جغرافیایی نسبت به حوضه/های مقصد، به هزینه تأسیسات سیستم/های مبدأ، درحالی‌که مسیرهای انتقال به طور موثر نادیده گرفته می‌شوند. دو مورد اول از این مشکلات در طول برنامه‌ریزی طرح آب تگزاس در ایالات متحده آمریکا مشهود بود که در نهایت کنار گذاشته شد. در این مورد، توجه اولیه به جنبه‌های فنی و اقتصادی طرح، که شامل انتقال آب از رودخانه می‌سی‌سی‌پی، به غرب تگزاس و نیومکزیکو است، معطوف شد. مطالعات محیط‌زیستی در پاسخ به تکمیل فازهای مهندسی و امکان‌سنجی اقتصادی آغاز شد، درحالی‌که مرحله سوم شامل بازنگری در طرح فنی اولیه برای تطبیق با آن دسته از نگرانی‌های محیط‌زیستی بود که بیشتر به‌عنوان موانع سیاسی تلقی می‌شدند تا اصلاحات ضروری اکولوژیکی. طرح آب تگزاس همچنین نمونه‌ای از مشکل چهارم ذکر شده در بالا را ارائه می‌دهد که تقاضای آب، پیش‌بینی‌های اقتصادی و جمعیتی برای تگزاس محاسبه شد، اما برای سیستم مبدأ (حوضه می‌سی‌سی‌پی) محاسبه نشد (Greer، ۱۹۸۳).

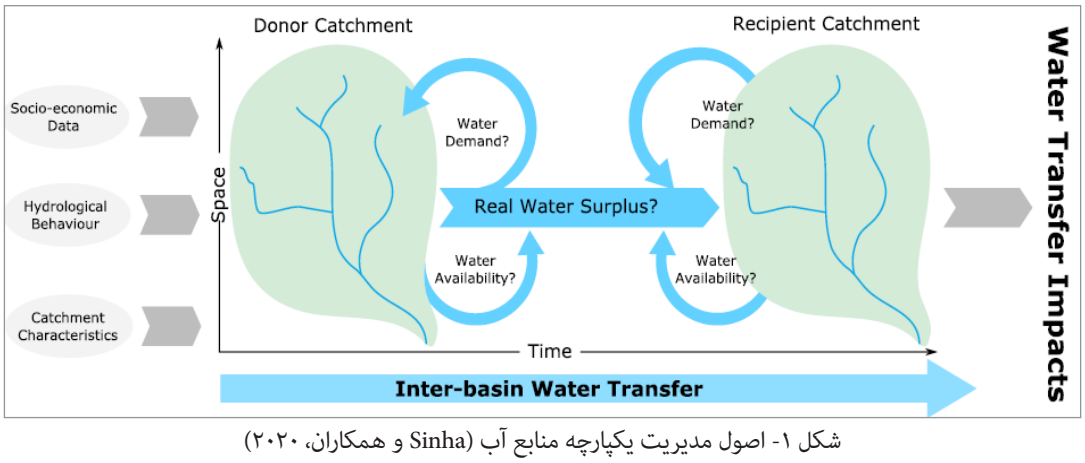
در ایران محدودیت‌های انتقال آب بین حوضه‌ای وجود دارد. برداشت آب از حوضه مبدأ و انتقال آن به حوضه مقصد، ظاهراً در کوتاه‌مدت مشکلی را ایجاد نمی‌کند و بی‌گمان در حوضه مقصد باعث کاهش مشکلات کم‌آبی خواهد شد. اما در درازمدت تخریب و آشفتگی بیولوژیکی و هیدرولوژیکی را در هر دو حوضه به وجود خواهد آورد (قبادیان، ۱۳۶۹). همچنین سالانه صدها میلیون دلار در ایران صرف پروژه‌های IBT می‌شود. بااین‌حال، هیچ اطمینانی وجود ندارد که این پروژه‌ها ازپایه کیفیت محیط‌زیستی حوضه‌های مبدأ و مقصد را از بین نبرند یا تعادل مورفولوژیکی حوضه‌ها را به هم نریزند. در سال‌های اخیر، تشدید خشکسالی و استفاده ناپایدار از منابع آبی (سدسازی و تخصیص بیش از حد منابع آبی به کشاورزی) باعث کاهش چشمگیر سطح آب دریاچه ارومیه در شمال غرب ایران شده است (Hoseinpour و همکاران، ۲۰۱۰؛ Ghorbani و همکاران، ۲۰۱۳). از سویی دیگر ارزیابی شاخص‌های توسعه پایدار در حوضه‌هایی که پروژه انتقال آب بین حوضه‌ای دارند، با ارائه ۱۵ شاخص در سه بخش اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی با استفاده از روش‌های PCA و CIS طرح انتقال آب از حوضه کارون به حوضه گاوخونی در ایران بررسی شده است و نتایج نشان داد انتقال آب بین حوضه‌ای می‌تواند شاخص‌های توسعه پایدار را با مدیریت صحیح منابع آب بهبود بخشد (Kefayati و همکاران، ۲۰۱۸). برای غلبه بر کمبود آب و افزایش تقاضای آب، دستیابی به توسعه اقتصادی و اجتماعی و ایجاد تعادل منطقه‌ای به‌ویژه در کشورهای دارای تغییرات اقلیمی مانند ایران، انتقال آب بین حوضه‌ای به‌عنوان یکی از روش‌های کاهش بحران در نظر گرفته می‌شود. ازاین‌رو Roozbahani و همکاران (۲۰۲۰) از روش COPRAS که یکی از روش‌های جدید MCDM است، برای اولین بار برای ارزیابی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در سه پیکربندی عدد صحیح، فازی و بازه‌ای استفاده نمودند. برای این منظور هشت سناریوی انتقال آب بین حوضه‌ای از حوضه بزرگ کارون به فلات مرکزی ایران با هدف غلبه بر کمبود آب شرب تعیین شد. آن‌ها چهار معیار مهم و کاربردی برای انتقال آب بین حوضه‌ای شامل ریسک‌های فنی و سختی اجرا، مشکلات سیاسی و اجتماعی، مشکلات محیط‌زیستی و هزینه متر مکعب آب مطابق با استانداردهای یونسکو را ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد از بین معیارها، ریسک‌های فنی و پس از آن هزینه هر متر مکعب آب، معیارهای اساسی هستند. همچنین در تحقیقات دیگری مشکلات زمین‌شناسی محیطی پروژه انتقال آب از جنوب به شمال رودخانه یانگ تسه و حوضه رودخانه زرد در کشور چین بررسی شد. نتایج نشان دادپروژه انتقال آب از جنوب به شمال چین، باعث بروز مشکلات متعدد محیط‌زیستی و زمین‌شناسی شده است. همچنین این پروژه باعث شور و باتلاقی شدن خاک، ناشی از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در اثر نشت کانال در حوضه مقصد، فرونشست سطحی و سقوط و شکاف زمین در حوضه مبدأ شده است (Lansheng و Christian، ۱۹۹۹؛ Shao و همکاران، ۲۰۰۳). بررسی انجام شده در ارتباط با اثرات اقتصادی-اجتماعی طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در کشور ترکیه، لزوم ارزیابی جامع در اجرای مدیریت پایدار منابع آبی در فرآیندهای سیاستگذاری و تصمیم‌گیری و توجه به تجربیات پروژه‌های انتقال

آب در سایر کشورها و اهمیت تبیین معیارهای مرتبط با کیفیت و کمیت آب انتقالی و محیط‌زیستی در زمینه تصمیم‌گیری مدیریت منابع آب را امری ضروری دانسته است (Karakaya و همکاران، ۲۰۱۴). ارزیابی‌های صورت گرفته در ارتباط با اثرات انتقال آب بر منابع آب زیرزمینی و تولیدات کشاورزی در منطقه کرن واقع در ایالت کالیفرنیا نشان داده که بسیاری از مناطق کشاورزی به شدت به سفره آب زیرزمینی متکی بوده و انتقال آب سطحی از این مناطق به خارج از حوضه به‌منظور تأمین آب شهری و محیط‌زیستی موجب افزایش برداشت از آبخوان و پیرو آن تشدید افت تراز آب زیرزمینی خواهد شد (Knapp و همکاران، ۲۰۰۳). درک نادرست یا محدود از گرودارن منابع طبیعی، به همراه عدم به‌کارگیری صحیح نقش‌ها، می‌تواند به شکست طرح‌ها و نابودی منابع طبیعی بیانجامد. همچنین بحث تحلیل گرودارن و مشارکت گرودارن از این جهت مهم است که امروزه ایجاد موازنه بین نیازها، خواسته‌ها و انتظارات متفاوت گرودارن مختلف، بیش از هر زمان دیگری اهمیت یافته و پیچیدگی‌های زیادی دارد. در نتیجه، شناسایی، تحلیل و مشارکت گرودارن، اساس مدیریت مشارکتی-تطبیقی و حفاظت پایدار است (کلاهی، ۱۳۹۹). پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای به طور اجتناب‌ناپذیری بر اکوسیستم رودخانه در منطقه، به‌ویژه در شرایط متغیر محیطی تأثیر می‌گذارد. تجزیه و تحلیل تبادل بین منافع اقتصادی و محیط‌زیستی به یک مشکل متمرکز در عملیات بهره‌برداری از مخازن چند هدفه تبدیل شده است. به‌این‌منظور در تحقیق انجام شده توسط Wu و همکاران (۲۰۱۹) رابطه مدل بهینه چند هدفه بهره‌برداری از مخازن با در نظر گرفتن اهداف اقتصادی و اکولوژیکی بررسی شد. آن‌ها در مقاله خود مدل را برای پروژه انحراف آب رودخانه هانجیانگ اعمال نمودند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد تضاد بین منافع محیط‌زیستی و اقتصادی آشکار بوده و فرآیند تقاضای آب اکولوژیکی بر مزایای بهره‌برداری از مخزن تأثیر می‌گذارد. براین اساس قوانین بهره‌برداری از مخزن را می‌توان براساس فرآیند تقاضای آب اکولوژیکی برای متعادل کردن منافع طرف‌های مختلف ایجاد کرد. در بررسی‌های انجام شده توسط Boddu و همکاران (۲۰۱۱) به پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در هند، استرالیا و چین، براساس مشخصات پروژه، شرایط اجرایی، با نظر گرفتن معایب و مزایا پرداخته شد. آن‌ها توجیه انجام پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای را وابسته به تجزیه و تحلیل دقیق و اعمال ملاحظات محیط‌زیستی برشمردند. به‌این‌منظور در اجرای طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای لازم است معیارهای یونسکو اعمال شود. در واقع تاکید یونسکو بر انجام تمامی اقدامات منطقی کاهش تقاضای آب، نشان‌دهنده اولویت مدیریت تقاضا بر مدیریت عرضه می‌باشد، یعنی اگر کمبود آبی را بتوان با مدیریت تقاضا و هزینه‌های معقول حل کرد، به انتقال آب بین حوضه‌ای نیازی نخواهد بود. چنانچه با اعمال این موارد همچنان بحث انتقال آب مطرح باشد، در اجرای این طرح‌ها باید مباحث اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی در هر دو حوضه مبدأ و مقصد در نظر گرفته شود (Abrishamchi و Tajrishi، ۲۰۰۵).

با بررسی سوابق پژوهشی و مطالعات موجود در زمینه مدیریت منابع آب با تاکید بر طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای می‌توان نتیجه گرفت، باتوجه‌به معیارها و شاخص‌های ارزیابی و اثرات بسیار متنوع اینگونه پروژه‌ها، نیازمند بررسی‌های بسیار دقیق و موشکافانه در تصمیم‌گیری برای اجرای آن‌ها می‌باشد. براین‌اساس در پژوهش حاضر به بررسی و جمع‌بندی طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در سطح بین‌المللی به‌منظور افزایش آگاهی درمورد اثرات محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی این طرح‌ها و سرانجام به‌منظور زمینه‌سازی تصمیم‌گیری و مدیریت صحیح منابع آب پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش مروری حاضر مستندات مرتبط با پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای از منابع رسمی پایگاه داده Web of Science و گوگل اسکالر جمع‌آوری شد و با ارزیابی مقالات، نتایج بیش از ۵۰ مقاله گردآوری و شرح داده شد. در شکل (۱) اصول مدیریت یکپارچه منابع آب به‌صورت گرافیکی نمایش داده شده است (Sinha و همکاران، ۲۰۲۰).



شکل ۱- اصول مدیریت یکپارچه منابع آب (Sinha و همکاران، ۲۰۲۰)

لازم به ذکر است تضاد بر سر طرح‌های IBT نشان دهنده عدم ارزیابی سیستماتیک، پیچیدگی‌های طرح، گرودران متعدد و اهداف بی‌شمار آن‌ها است (Wilson و همکاران، ۲۰۱۷). محققین رویکردهای استاندارد شده‌ای را بر اساس معیارهای خاص برگرفته از مدیریت یکپارچه منابع آب پیشنهاد کردند که به‌وسیله آن‌ها می‌توان طرح ها را ارزیابی کرد (Gupta و همکاران، ۲۰۰۸). مجموعه معیارهای موجود دو الزام مشترک اصلی دارند: ۱- حوضه مبدأ باید دارای آب مازاد در دسترس (WA)، با در نظر گرفتن نیاز آبی موجود و آینده (WD) باشد. و ۲- حوضه مقصد باید پس از در نظر گرفتن همه احتمالات برای WA در حوضه، تقاضای واقعی آب داشته باشد (Sinha و همکاران، ۲۰۲۰).

باتوجه‌به اینکه پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای قابلیت دسترسی آب برای مصارف مختلف را تغییر خواهد داد. در این تحقیق ملاحظات مرتبط با پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در سه گروه اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی طبقه‌بندی و به اختصار در ذیل بیان شده است.

۱- مشخصات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در کانادا

در کانادا، بیشتر از هر کشور دیگری در جهان، جریان‌های آب از حوضه اصلی خود منحرف می‌شوند. به‌عنوان‌مثال، میانگین نرخ جریان انتقال آب بین حوضه‌ای در کانادا ۴۴۲۴ متر مکعب بر ثانیه است (Quinn، ۲۰۰۴)، که حدود شش برابر بیشتر از ایالات متحده با نرخ انتقال حدود ۷۱۳ متر مکعب در ثانیه است. ۶۲ پروژه انحرافی در ۹ استان کانادا توسعه یافته است (جدول ۱). اگر تمام آب‌های منحرف شده در کانادا در یک «رود فرضی» متمرکز می‌شد، پس از رودخانه‌های مکنزی و سنت لارنس، سومین رودخانه بزرگ این کشور به‌حساب می‌آمد (Quinn، ۲۰۰۴).

جدول ۱- پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در کانادا به تفکیک استان، به‌ترتیب میانگین نرخ جریان (Quinn، ۲۰۰۴)

منطقه	تعداد پروژه	متوسط نرخ جریان(m^3/s)	هدف انتقال
Quebec	۹	۱۸۵۱	تولید انرژی
Manitoba	۷	۷۸۴	تولید انرژی
Newfoundland	۵	۷۱۶	تولید انرژی
Ontario	۹	۵۵۵	تولید انرژی
British Columbia	۱۰	۳۳۴	تولید انرژی
Alberta	۱۰	۱۲۶	کشاورزی
Saskatchewan	۵	۳۳	تولید انرژی
Nova Scotia	۶	۲۳	تولید انرژی
New Brunswick	۱	۲	مصارف شهری
Total	۶۲	۴۴۲۴	-

• بررسی عوامل تأثیرگذار بر طرح‌های انتقال آب در کانادا

- اثرات محیط‌زیستی:

در کانادا، طرح‌های برق آبی در پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، هم از نظر تعداد و هم در مقیاس انحراف، بر سایر اهداف انتقال تسلط دارند. آبیاری، کنترل سیلاب و مصارف شهری فقط به‌صورت منطقه‌ای یا محلی اهمیت دارند. در نتیجه، کانادا به تولید کننده پیشرو برق آبی در جهان تبدیل شده است. بااین‌حال، این تحولات، جوامع بومی را جابه‌جا کرده و اثرات نامطلوب جدی بر پدیده فرسایش و رسوب‌گذاری رودخانه‌ها، حیات ماهی‌ها، جنگل‌ها و کیفیت آب داشته است (Duffy، ۱۹۸۷؛ Eley و Lawford، ۱۹۸۷؛ Laycock، ۱۹۸۷؛ Fitzgibbon، ۱۹۸۷؛ Day وQuinn، ۱۹۹۲؛ Smith وKells، ۱۹۹۳؛ Rosenberg و همکاران، ۱۹۹۵، ۱۹۹۷؛INHS ، ۱۹۹۶؛ Stolte و Hsadar، ۱۹۹۸؛ Quinn و Edstrom، ۲۰۰۰؛ Quinn و همکاران، ۲۰۰۴). به عنوان مثال، در نتیجه پروژه انحراف چرچیل و نلسون، حدود ۲۱۳۶۸۰ هکتار زمین زیر آب رفت و هزاران نفر از مردم بومی و غیر بومی تحت تأثیر قرار گرفتند. علاوه‌بر این، رژیم‌های آبی هر دو سیستم رودخانه چرچیل و نلسون به‌طور چشمگیری تغییر کردند (Ghassemi و White، ۲۰۰۷).

- اثرات اجتماعی:

یکی از جنبه‌های نگران‌کننده این تحولات، پنهان‌کاری در برنامه‌ریزی‌ها بوده است. به این معنی که در ابتدا، با جوامعی که مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌گرفتند، مشورت نشد و آن‌ها از تغییرات برنامه‌ریزی شده در محیط خود نیز مطلع نشدند. همچنین جوامع بومی کوچک، آن‌هایی که در برابر تغییرات در رژیم آبی خود آسیب‌پذیرتر بودند، قادر به تأثیرگذاری بر تصمیمات یا ماهیت اساسی طرح‌های توسعه نبودند (Ghassemi و White، ۲۰۰۷).

- مسائل اقتصادی:

با وجود افزایش ظرفیت برق آبی در منیتوبا در دهه ۱۹۷۰ و کبک در دهه ۱۹۸۰، هزینه‌های ساخت و ساز بسیار بالاتر از برآوردهای اولیه بوده و بازار برق با همان سرعت توسعه پیدا نکرد. همچنین افزایش نرخ بهره و کاهش دلار کانادا این مشکلات را تشدید کرد (Ghassemiو White، ۲۰۰۷).

۲- مشخصات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در آمریکا

ایالات متحده آمریکا (U.S.A) منابع آبی گسترده‌ای دارد. ذخایر سالیانه آب تجدیدپذیر ایالات متحده حدود ۱۹۰۰*۱۰۹ مترمکعب است. بااین‌حال، منابع آبی کشور به طور مساوی بین بخش‌های شرقی و غربی کشور توزیع نشده است. شرق ایالات متحده به‌طورکلی مرطوب است و میانگین بارندگی سالانه (MAP) بیش از ۱۰۰۰ میلی متر در سال دریافت می‌کند. مناطقی از ایالات متحده که مقادیر کمابیش زیاد بارندگی دارند، رواناب بیشتری دارند. میانگین بارندگی سالانه برای شرق ایالات متحده از حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال در امتداد رودخانه

می سی سی پی تا بیش از ۱۰۰۰ میلی متر در سال در کوه‌های شرق متغیر است (Moody و Foxworthy، ۱۹۸۶). کالیفرنیا اولین ایالت در ایالات متحده بود که IBT را برای برآورده کردن نیازهای منطقه‌ای توسعه داد. کالیفرنیا پتانسیل بالایی برای انتقال آب بین حوضه‌ای دارد؛ زیرا بیشتر آب قابل استفاده بالقوه ایالت در یک سوم شمالی ایالت واقع شده است، درحالی‌که بیشتر تقاضای آب در دو سوم نیمه خشک جنوبی آن قرار دارد. به‌این‌منظور پروژه‌ای که برای انتقال آب از رودخانه Feather در شمال کالیفرنیا به جنوب کالیفرنیا طراحی شده بود، شامل ۲۱ سد و مخزن، ۲۲ ایستگاه پمپاژ و ۱۱۰۰ کیلومتر کانال، تونل و خطوط لوله بود (جدول ۲) (Snaddon، ۱۹۹۹).

جدول ۲- طرح‌های IBT در آمریکا (Snaddon، ۱۹۹۹)

ایالت	طرح	مقصد	مبدأ	حجم سالانه منتقل شده ($10^6 m^3/yr$)	هدف انتقال
کالیفرنیا	----	Los Angeles metropolitan area	Colorado	۵۸۰	عرضه عمومی
کالیفرنیا	Central Valley Project	Sacramento	Trinity	۳۳۰۰	عرضه عمومی
کالیفرنیا	California State Water Project	Southern California	Sacramento and Feather	۵۲۱۰	عرضه عمومی
کلرادو	Big Thompson Project	Platte	Colorado	۳۷۰	آبیاری و تأمین منابع آب شهری
آریزونا	Central Arizona Project	Gila	Colorado	۲۶۵۰	آبیاری
تکزاس	Canadian River Project	Red, Brazos and Colorado	Canadian	۱۹۰	کاربری شهری و صنعتی
ویرجینیا	Virginia Beach supply	Virginia coast	Roanoke	۸۳	کاربری شهری

• بررسی عوامل تأثیرگذار بر طرح‌های انتقال آب در آمریکا

- اثرات محیط‌زیستی:

در آمریکا ساخت تعداد زیادی سد برای پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای و انتقال آب از راه دور برای آبیاری و سایر مصارف اثرات نامطلوبی بر محیط‌زیست داشته است. این اثرات شامل طغیان مناطق حساس حوضه آبریز مانند کوه‌های سیرا و کلرادو، افزایش فرسایش رودخانه، توسعه شوری زمین‌های آبی، تغییرات قابل‌توجه در رژیم‌های جریان و تغییرات زمانی آن‌ها، و در نتیجه تغییرات در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای و تخریب زیستگاه ماهی‌های بومی بوده است. به‌عنوان‌مثال در سال ۱۹۶۹، جمعیت ماهی قزل آلا شینوک حدود ۱۱۸۰۰۰ عدد در سد رد بلوف انحرافی بود که در حدود ۷۰ کیلومتری زیر سد شستا در رودخانه ساکرامنتو قرار داشتند که تا سال ۱۹۹۰ جمعیت آن‌ها به کمتر از ۵ درصد سال ۱۹۶۹ کاهش یافته بود (Ghassemi و White، ۲۰۰۷).

- اثرات اجتماعی:

پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در ایالات متحده که قبل از اواخر دهه ۱۹۶۰ ساخته شده بودند، بیشتر برای آبیاری و تأمین آب شهری توسعه یافته بودند و تا حد زیادی ارزیابی دقیق از پیامدهای محیط‌زیستی یا اجتماعی نداشتند. دهه ۱۹۶۰ پایان دوران سدسازی بزرگ در ایالات متحده بود. نگرانی‌های محیط‌زیستی و اجتماعی در دهه ۱۹۷۰ حمایت گسترده شد. به دنبال تصویب قانون سیاست ملی محیط‌زیست در سال ۱۹۶۹، پروژه‌های انتقال آب باید با قوانین جدید و سختگیرانه مطابقت می‌کردند (Ghassemi و White، ۲۰۰۷).

- مسائل اقتصادی:

هزینه بسیار بالای ساخت و ساز و اجرای طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای از جمله مشکلات به‌حساب می‌آمد (Ghassemi و White، ۲۰۰۷). در شکل (۲) اهداف انتقال آب بین حوضه‌ای برای کانادا و ایالات متحده آمریکا نشان داده شده است.

شکل ۲- موارد استفاده آب در کانادا و آمریکا (Quinn، ۲۰۰۷)

۳- مشخصات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در چین

اگرچه چین میانگین سالانه منابع آبی ۲۸۱۲×۱۰^{۹} مترمکعب یا حدود ۲۲۰۰ مترمکعب آب به ازای هر سر جمعیت دارد، اما منابع آبی این کشور به طور نابرابر در مکان و زمان توزیع شده است. قبل از سال ۱۹۴۹، بسیاری از پروژه‌های انحراف آب در مقیاس کوچک انجام شد. در سال ۱۹۶۱، استان جیانگ سو یک پروژه بزرگ انحراف را از طریق نصب یک ایستگاه پمپاژ در پایین رودخانه یانگ تسه و استفاده از کانال بزرگ برای انتقال آب به شمال ساخت (Liu، ۲۰۰۰). از آن زمان، سایر پروژه‌های انحراف آب (بیشتر بین حوضه‌ای) برای تأمین نیازهای روزافزون شهرنشینی، صنایع و بخش کشاورزی توسعه یافته یا در حال توسعه هستند (Shao و همکاران، ۲۰۰۳). در جدول (۳) ویژگی‌های این پروژه‌ها نشان داده شده است. به دلیل ترکیبی از برداشت بیش از حد آب و خشکسالی، در رودخانه‌های هایهه، هوآیهه و زرد، این رودخانه‌ها در چندین نوبت خشک شده‌اند. به‌عنوان‌مثال، در سال ۱۹۹۷، رودخانه زرد به مدت ۲۲۶ روز نتوانست به سمت دریا جریان یابد (لیو، ۲۰۰۰). برای غلبه بر مشکل کمبود آب، پروژه انتقال آب جنوب به شمال توسعه یافتند. در شکل (۳) حوضه‌های رودخانه هایهه، هوآیه و زرد نمایش داده شده است.

- **بررسی عوامل تأثیرگذار بر طرح‌های انتقال آب در چین**

- اثرات محیط‌زیستی:

از پیامدهای محیط‌زیستی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در چین می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود (Herrman، ۱۹۸۳؛ Pittock و همکاران، ۲۰۰۹؛ Chen و همکاران، ۲۰۱۳؛ Gu و همکاران، ۲۰۱۲).

۱- بالارفتن سطح آب سفره زیرزمینی در مناطق خشک شمالی و شوری خاک

۲- آلودگی آب‌های سطحی و شدت رسوب‌گذاری

۳- فسفات ناشی از فلزات سنگین سمی آزاد شده موجود در رسوبات

۴- تغییر اقلیم منطقه

۵- تغییر در تعادل آب رودخانه یانگ تسه

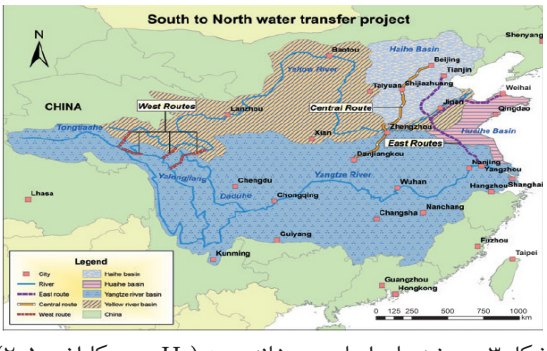
۶- رشد آلودگی صنعتی

- اثرات اجتماعی:

تغییر در اکوسیستم در اثر اجرای پروژه‌های انتقال آب باعث آلودگی‌های آب، گسترش بیماری، افزایش بیکاری، افزایش فقر، منازعات اجتماعی و افزایش مهاجرت شد (Pittock و همکاران، ۲۰۰۹؛ Liang و همکاران، ۲۰۱۲؛ Huang و همکاران، ۲۰۱۱).

- مسائل اقتصادی:

هزینه‌های سنگین ساخت و ساز، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات و عدم برآورد دقیق سود و هزینه از جمله پیامدهای اقتصادی این پروژه‌ها به‌شمار می‌آید (Hu و همکاران، ۲۰۱۳؛ Lin و همکاران، ۲۰۱۲؛ Wilson و همکاران، ۲۰۱۷).



شکل ۳- حوضه‌های اصلی رودخانه چین (He و همکاران، ۲۰۱۰)

جدول ۳- ویژگی‌های پروژه‌های منتخب انتقال آب در چین (Shao و همکاران، ۲۰۰۳)

مبدأ	مقصد	تعداد ایستگاه پمپاژ	تعداد مخازن	طول انتقال	حجم منحرف شده (km^3/yr)
Yangtze	Huaihe	۲۱	-----	۴۰۰	-----
Dongjiang	Hong Kong	۸	۲	۸۳	۰/۶۲
Luanhe	Tianjin	۰	۴	۲۸۶	۲
Yellow	Tsingdao	۳	۱	۲۶۲	۰/۶۴
Biluhe	Dalin	۵	۲	۱۵۰	۰/۱۳
Datonghe	Yongden	۰	-----	۷۰	۰/۴
Qinglong	Qinhuangdao	۰	۱	۶۳	۰/۱۷
Yellow	Taiyum	۵	۱	۴۵۳	۱/۴

۴- مشخصات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در ایران

ایران مساحت ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومتر مربع دارد که ۱/۲ درصد از مساحت کل زمین را تشکیل می‌دهد. این کشور از نظر اقلیمی در یک منطقه خشک و نیمه‌خشک با میانگین بارندگی سالانه حدود ۲۵۰ میلی متر قرار دارد که حدود ۳۴ درصد میانگین بارندگی سالانه در آسیا یا حدود ۳۰ درصد میانگین بارندگی سالانه در جهان را دارد. حجم منابع آب تجدیدپذیر تشکیل شده در اثر بارندگی، توزیع یکنواختی ندارد، به‌طوری‌که در نواحی شمالی و غربی کشور بیشترین میزان بارندگی و در بخش‌های مرکزی و شرقی کمترین میزان بارندگی را دریافت می‌کنند. این کشور به شش منطقه

تقسیم شده است که از ۳۷ حوضه تشکیل شده است (شکل ۴) (Abrishamchi و Tajrishi، ۲۰۰۵).

از میان پروژه‌های IBT اجرا شده در ایران، توضیحاتی در مورد پروژه‌های انتقال آب از حوضه کارون و دز به حوضه زاینده رود، انتقال آب بین حوضه‌ای به شهر زاهدان، و پروژه انتقال آب بین حوضه‌ای شمال ایران، در جدول (۴) آورده شده است.

شکل ۴- حوضه‌های اصلی در ایران (Abrishamchi و Tajrishi، ۲۰۰۵)

• بررسی عوامل تأثیرگذار بر طرح‌های انتقال آب در ایران

- اثرات محیط‌زیستی:

از پیامدهای محیط‌زیستی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در ایران می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود (Roozbahani و همکاران، ۲۰۲۰).

۱- تخریب محیط‌زیست در حین ساخت خط لوله و تونل

۲- از دست رفتن کیفیت آب و ایجاد آلودگی

۳- خشک شدن چاه‌ها و چشمه‌ها

۴- انتقال آب به خارج از حوضه موجب گسترش بی‌رویه کشاورزی می‌شود. کشاورزی غیرکارآمد و کم بازده توسعه می‌یابد درحالی‌که این امر به‌طور کامل با اصول سازگاری با اقلیم در تضاد است.

- اثرات اجتماعی:

از پیامدهای اجتماعی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در ایران می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود (Roozbahani و همکاران، ۲۰۲۰).

۱- مشکلات حقوقی و تملک اراضی

۲- خسارت مخزن ناشی از به زیر آب رفتن برخی روستاها و تأسیسات مخزن سد

۳- مهاجرت

۴- وجود مناطق حفاظت‌شده

- مسائل اقتصادی:

از جمله مسائل اقتصادی بسیار مهم در راستای پروژه‌های انتقال آب به موارد ذیل می‌توان اشاره نمود (Roozbahani و همکاران، ۲۰۲۰).

۱-بالابودن سرمایه‌گذاری اولیه مورد نیاز برای ساخت سیستم انتقال آب

۲- بالا بودن هزینه بهره‌برداری و نگهداری

جدول ۴- طرح‌های IBT در ایران (Abrishamchi و Tajrishi، ۲۰۰۵؛ دانشنامه آزاد، ۲۰۲۱)

پروژه	حجم سالانه منتقل شده ($10^6 m^3/yr$)	طول انتقال	نحوه انتقال	هدف انتقال
کارون۱	۳۰۰	۲/۸	تونل	مصارف شرب و کشاورزی و انرژی برقآبی
کارون۲	۱۶۰	۲/۸	تونل	مصارف شرب و کشاورزی و انرژی برقآبی
کارون۳	۲۶۰	۲۳/۴	تونل	مصارف شرب و کشاورزی و انرژی برقآبی
پالنگان	۲۰۰	۱۵	تونل	مصارف شرب و کشاورزی و انرژی برقآبی
دز-قم	۳۴۰	۲۳۰	تونل، لوله	شرب
هلیل رود	۷۵	۹۵	تونل، لوله	-
یزد	۹۰	۳۳۵	لوله	شرب
کاشان	۴۲	۱۹۰	تونل، لوله	-
تبریز	۱۵۰	۱۸۰	لوله	شرب، صنعت
زاهدان	۳۰	۲۰۰	لوله	شرب
طالقان	۴۵۰	۱۰	تونل	شرب
لار	۲۰۰	۲۳	تونل	کشاورزی، شرب
شهرهای خلیج‌فارس	۱۸۲	۷۴۴	لوله	کشاورزی، شرب
چالوس	۲۸۰	۱۱۱	کانال	کشاورزی، شرب
مازندران	۹۵۰	۴۵۰	کانال	کشاورزی، شرب

جمع‌بندی

انتقال بین‌حوضه‌ای آب می‌تواند منشأ تغییرات زیادی در حوضه‌های مبدأ و مقصد باشد که باید از دیدگاه‌های مختلف ارزیابی شود. این امر باید با لحاظ نمودن عوامل محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی صورت گیرد. یک پروژه انتقال آب در صورتی قابل اجرا است که امکان‌پذیری فنی آن تأیید شده باشد و ارزیابی محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی آن قابل توجیه باشد. طرح‌های انتقال آب میان حوضه، رویکردی فن سالارانه (تکنوکراتیک) به حل مسأله‌ای است که از دیدگاه اکولوژیک مشکل نیست بلکه ویژگی است. در دخالت تکنوکراسی در موضوعات اکولوژیک به‌جای سازگاری با ویژگی اقلیمی، تلاش می‌شود که آن ویژگی تغییر یابد. براین اساس یکی از مسائل مهمی که در طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای اهمیت فراوان دارد، شناخت پیامدهای اثرگذار در این طرح‌ها می‌باشد. استخراج این پارامترها و دسته‌بندی صحیح و اولویت‌دار آن‌ها بسیار ضروری است. از این‌رو، انجام مطالعاتی به‌منظور تعیین پیامدها از دیدگاه‌های گوناگون محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی همچنین سنجش میزان اهمیت آن‌ها از دید متخصصان و کارشناسان می‌تواند به افزایش، کیفیت و بالابردن سطح نتایج کمک کند (حلبیان و شبانکاری، ۱۳۸۹). به‌این‌منظور در این تحقیق با جمع‌آوری سوابق مرتبط با پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای سعی شد اثرات و پیامدهای محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی بررسی شود. بر این اساس نتایج مطالعات صورت گرفته از منابع مختلف با بررسی مشخصات ۴ پروژه انتقال آب بین حوضه‌ای در سطح بین‌المللی، نشان داد در بسیاری از نقاط جهان، انتقال آب به‌عنوان گزینه‌ای برای حیات سکونتگاه‌های انسانی در حال توسعه تبدیل شده است، که در حال حاضر هیچ جایگزینی برای آن در دسترس نیست. منطق توسعه IBT باتوجه‌به نیازهای اقلیمی و اجتماعی متفاوت است. در کشوری مانند کانادا که بارندگی‌های کمابیش بالایی دارد، IBTs بیشتر برای افزایش پتانسیل تولید برق در طرح‌های برق آبی استفاده می‌شوند (Snaddon، ۱۹۹۸)، درحالی‌که در کشورهای خشک‌تر مانند ایران، IBTs آب آشامیدنی و آبیاری را تأمین می‌کنند. همچنین در چین و آمریکا برای اهداف مختلفی از پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای استفاده شده است. بااین‌حال معیارهای خاص برگرفته از مدیریت یکپارچه منابع آب دو اصل اساسی را برای ارزیابی طرح‌ها در نظر گرفته‌اند (Gupta و همکاران، ۲۰۰۸). این دو اصل بیانگر این است که ۱- حوضه مبدأ باید آب در دسترس (WA)، با در نظر گرفتن نیاز آبی موجود و آینده (WD) داشته باشد. و ۲- حوضه مقصد باید پس از در نظر گرفتن همه احتمالات برای WA در حوضه، تقاضای واقعی آب داشته باشد (Sinha و همکاران، ۲۰۲۰).

لازم به ذکر است طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، مستقیماً مدیریت حوضه مبدأ و مقصد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اگرچه در کوتاه‌مدت موجب کاهش مشکلات کم‌آبی در حوضه مقصد خواهد شد، اما در بلندمدت باعث تضعیف شرایط محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی در یکی از دو حوضه می‌شود. این مسئله به‌ویژه در کشورهای خشک و نیمه‌خشک که طرح‌های انتقال آب از حوضه مبدأ با هدف تأمین آب شرب، کشاورزی و صنعت صورت می‌گیرد مشهودترخواهد بود (قبادیان، ۱۳۶۹). ازاین‌رو در ایران مجموعه عوامل و پیامدهای عملکرد نهاد حکمرانی آب در ارتباط با طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای معلول یک مجموعه از عوامل جغرافیایی، اجتمای و اقتصادی می‌باشد. بدیهی است ایجاد تغییر و تحول در هر یک از این عوامل در کارکرد کنونی نهاد حکمرانی آب از جمله طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای و بهبود آن، نیازمند تغییرات رویکردی و طراحی مجموعه‌ای منسجم از راهبردها، سیاستگذاری‌ها و اقدامات بلندمدت و کوتاه‌مدت در سطوح کلان، میانی و خرد است. به‌این‌منظور همکاری و همراهی دیگر گرودارن در سطوح مختلف، پیش شرط دستیابی به موفقیت در این زمینه است (معصومی، ۱۴۰۰).

براین اساس در اجرای طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای لازم است معیارهای یونسکو اعمال شود (Abrishamchi و Tajrishi، ۲۰۰۵). این معیارها عبارت است از:

۱- ناحیه مقصد باید، در صورت استفاده از منابع جایگزین تأمین آب و تمامی اقدامات منطقی برای کاهش تقاضای آب، باز هم در تأمین نیازهای فعلی و پیش‌بینی‌شده، کمبود جدی داشته باشد.

۲- توسعه آینده حوضه مبدأ نباید به سبب کمبود آب، با محدودیت چشمگیر روبه‌رو شود. اگر حوضه مقصد، زیان‌های وارده به حوضه مبدأ را جبران کند، طرح انتقال ممکن است توجیه‌پذیر باشد.

۳- ارزیابی جامع پیامد های محیط‌زیستی باید نشان دهد سطح معقولی از قطعیت وجود دارد که طرح انتقال به شکل اساسی کیفیت محیط‌زیستی را در حوضه مبدأ یا مقصد تخریب نمی‌کند .چنانچه هزینه‌های جبران خسارت محیط‌زیستی جبران شود، طرح انتقال ممکن است توجیه‌پذیر باشد.

۴- ارزیابی جامع پیامدهای اجتماعی، محیط‌زیستی، اقتصادی باید نشان دهد سطح معقولی از قطعیت وجود دارد که طرح انتقال، سبب بروز اختلال اساسی اجتماعی، محیط‌زیستی و اقتصادی در حوضه مبدأ یا مقصد نخواهد شد. بااین‌حال چنانچه در طرح انتقال پرداخت تاوان برای جبران زیان‌های اجتماعی-فرهنگی، محیط‌زیستی و اقتصادی فراهم شود، ممکن است توجیه‌پذیر باشد.

۵- منافع خالص ناشی از اجرای طرح باید تقسیم شود (جوانمردی، ۱۳۹۴).

منابع

جدانمردی، م. ۱۳۹۴. انتقال آب بین حوضه‌ای و چالش‌های اقتصادی-اجتماعی و امنیتی در استان خوزستان. دهمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

حلبیان، ا.ح.، شبانکاری، م. ۱۳۸۹. مدیریت منابع آب در ایران (مطالعه موردی: چالش‌های انتقال آب از بهشت‌آباد به زاینده‌رود). چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام. دانشگاه سیستان و بلوچستان، سیستان و بلوچستان، ایران.

دانشنامه‌آزاد.i(11December2021)http://fa.wikipadia.org/visited

رافی، ی.، شوریان، م. و عطاری، ج. ۱۳۹۴. طراحی ابعاد سیستم انتقال آب بین حوضه‌ای با لحاظ شاخص‌های تصمیم‌گیری در حوضه‌های آبریز مبدأ و مقصد. نشریه تحقیقات منابع آب ایران، ۱۱(۱): ۴۹-۶۰.

قبادیان، ع. ۱۳۶۹. سیمای طبیعی فلات ایران در ارتباط با بهره برداری کشاورزی، احیاء بازسازی منابع طبیعی کشور. جلد۱. انتشارات دانشگاه شهید باهنر. چاپ۱. کرمان، ایران.

کلاهی، م. ۱۳۹۹. گرواران منابع طبیعی. نشریه آب و توسعه پایدار، ۸(۱): ۱۹-۳۰.

معصومی، ک. ۱۴۰۰. شرح کلی خدمات مطالعات اجتماعی طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای. وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران. دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقآبی. تهران.

Abrishamchi A, and Tajrishi M. 2005. Interbasin water transfer in Iran. Paper presented at the Water conservation, reuse, and recycling: proceeding of an Iranian American workshop. Washington, DC: The National Academies Press. ISBNs: Paperback: 978-0-309-09293-7, Ebook: 978-0-309-18119-8.

Allan T. 2003. IWRM/IWRAM: a new sanctioned discourse? Occasional Paper 50. SOAS Water Issues Study Group. School of Oriental and African Studies, King's College, London. (https://www.researchgate.net/publication/255635525_IWRMIWRAM_a_new_sanctioned_discourse, visited 3 October 2021)

Boddu M., Gaayam T. and Annamdas V.G.M. 2011. A review on inter basin transfer of water IPWE. 2011. In: Proc. of 4th International Perspective on Water Resources and the Environment, National University of Singapore (NUS), Singapore. Session on: Inter-basin Transfer of WaterBruk S Interbasin water transfer. Conference report. Journal of Water Policy, Singapore, 3: 167-169.

Chen Z., Wang H. and Qi X. 2013. Pricing and water resource allocation scheme for the South-to-North Water Diversion Project in China. Water Resources Management, 27(5): 1457-1472.

Cox W.E., Shabman L.A. and Blackburn W. 1985. Development of Procedures for Improved Resolution of Conflicts Related to Interjurisdictional Water Transfer. Academic Report, Virginia Polytechnic Institute and State University, Water Resources Research Center. Virginia, America.

Davies B. R., Thoms M. and Meador M. 1992. The Ecological Impacts of Inter-basin Water Transfers, and Their Threats to River Basin Integrity and Conservation. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 2: 325-349.

Day J.C.and Quinn F. 1992. Water DiversionandExport: Learning from Canadian Experience. Amazon, Canadian association of geographers, Public Issues Committee,Departmentof Geography. University of Waterloo. Waterloo, Canada.

Duffy P.J.B. 1987. Environmental Impact Assessment of Major Canadian Water Transfer Projects Involving Federal Responsibilities, proceedings of the symposiumon Inter-Basin Transferof Water: Impact and Research-Needs for Canada,W Nicholaicchukand F Quinn (eds). CanadianWater Resources Association, Ottawa, Canada.

Eley F.J. and Lawford R.G. 1987. Potential Climatic Impact Water Transfers, proceedings of the Symposium on Inter-Basin Transfer of Water:ImpactandResearchNeeds for Canada,W Nicholaicchukand F Quinn (eds). CanadianWater Resources Association. Canada.

Fitzgibbon J.1987. IssuesonInter-basinTransferInCanada: Summary of the WorkshopProceedings. proceedingsof the Symposiumon Inter-Basin Transfer of Water: Impact and Research Needs for Canada, W Nicholaicchuk and F Quinn (eds), Canadian Water Resources Association, Ottawa, Canada.

Foxworthy B.L. and Moody D.W. 1986. National Perspective on Surface-water Resources. In: Moody, D.W., Chase, E.B. and Aronson, D.A. (eds), U.S. Geological Survey. National Water Summary 1985, Hydrologic Events and surface-water resources, Water-Supply Paper, 51-68.

Ghorbani-Aghdam M., Dinpashoh Y., Mostafaeipour A. 2013. Application of factor analysis in defining drought

system computing and simulation of inter-basin water transfer. Intell. Autom. Soft Comput, 17(1): 897–908.

INHS. 1996. Inter-BasinDispersalof InvadingAquatic Species Survey Reports September-October1996, inhs-pubs@mail.inhs.uiuc.ed.

Karakaya N., Evrendilek F. and Gonenc E. 2014. "Interbasin water transfer practices in Turkey." Journal of Ecosystem & Ecography, 4(2): 1-5.

Kefayati M.,Saghafian B., Ahmadi A. and Babazadeh H. 2018. Empirical evaluation of river basin sustainability affected by inter-basin water transfer using composite indicators. Water and Environment Journal, 32(1): 104-111.

Knapp K.C., Weinbergb M., Howittc R. and Posnikoffd J. F. 2003. Water Transfers, Agriculture, and Groundwater Management: A Dynamic Economic Analysis. Environmental Management, 67(4): 291–301.

Lansheng W. and Christian M. 1999. A study on the environmental geology of the Middle Route Project of the South-North water transfer. Journal of Engineering Geology, 51: 153-165.

Laycock A.H. 1987. Inter-BasinTransferfor Agriculturein the Canadian Praaries:The Non-StructuralFactors. ibid, 5(3): 121-33.

Liang Y.S., Wang W., Li H.J., Shen X.H., Xu Y.L. and Dai J.R. 2012. The South-to-North Water Diversion Project: Effect of the water diversion pattern on transmission of Oncomelania hupensis, the intermediate host of Schistosoma japonicum in China. Parasites Vectors 2012, 5, 52.

Lin C., Suh S. and Pfister S. 2012. Does South-to-North Water Transfer reduce the environmental impact of waterconsumption in China? J. Industrial Ecology Programme, 16(1): 647–654.

National research council. 2005. Water conservation, reuse, and Recyling: Proceedings of an Iranian-American workshop. Washington, Dc: the National Academies Press. Washington, Dc, American.

Liang Y.S., Wang W., Li H.J., Shen X.H., Xu Y.L. and Dai J.R. 2012. The South-to-North Water Diversion Project: Effect of the water diversion pattern on transmission of Oncomelania hupensis, the intermediate host of Schistosoma japonicum in China. Parasites Vectors 2012, 5, 52.

Lin C., Suh S. and Pfister S. 2012. Does South-to-North Water Transfer reduce the environmental impact of

prone areas in lake urmia basin. Nat. Hazards, 69: 267–277.

Ghassemi F. and White I. 2007. Inter-basin water transfer: case studies from Australia, United States, Canada, China and India. Cambridge University Press. London, England.

Ghorbani-Aghdam M., Dinpashoh Y., Mostafaeipour A. 2013. Application of factor analysis in defining drought prone areas in lake urmia basin. Nat. Hazards, 69: 267–277.

Greer C. 1983. The Texas Water System: Implications for Environmental Assessment in Planning for Interbasin Water Transfers. In: Biswas A.K., Dakang Z., Nickum J.E. and Changming L. (eds), Long Distance Water Transfer, A Chinese Case Study and International Experiences. Water Resources Series, 3, Tycooly International Publishing Limited. Dublin.

Gu W., Shao D. and Jiang Y. 2012. Risk evaluation of water shortage in source area of central route project for South-to-North water transfer in China. Water Resources Management, 26(11): 3479-3493.

Gupta J., Zaag v. and der P. 2008. Interbasinwater transfers and integrated water resources management: where engineering, science and politics interlock. Phys. Chem. Earth, 33: 28–40.

He c., He x. and Fu Li. 2010. China's South-to-North Water Transfer Project: Is it Needed? Geography Compass 4/9 (2010): 1312–1323, 10.1111/j.1749-8198.2010.00375.x.

Herrman R. 1983. Environmental implications of water transfer. In: Long distance water transfer: A Chinese Case study and international experiences. Journal of Water Resources. 3: 432.

Hoseinpour M., Fakheri Fard A. and Naghili R. 2010. Death of urmia lake, a silent disaster investigating causes, results and solutions of urmia lake drying. In Proceedings of the 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University, Islamic Azad University-Mashad Branch, Iran.

Hu B., Zhou J., Xu S., Chen Z., Wang J., Wang D., Wang L., Guo J. and Meng W. 2013. Assessment of hazards and economic losses induced by land subsidence in Tianjin Binhai new area from 2011 to 2020 based on scenario analysis. Nat. Hazards, 66(1): 873–886.

Huang W., Zhang X.N. and Wang J.Y. 2011. Multi-agent

ternational Journal of River Basin Management, 1: 5–14.

Shumilova O., Tockner K., Thieme M., Koska A., Zarfl C. 2018. Global water transfer megaprojects: a potential solution for the water-food-energy nexus? Front. Environ. Sciens, 6: 150.

Sinha p., Rollason E. and Bragken j. 2020. A new framework for integrated, holistic, and transparent evaluation of inter-basin water transfer schemes. Science of the Total Environment, 721(2020): 137646.

Smith C.D. and Kells J.A. 1993. "Development and Impacts of Lake

Diefenbaker:A Multi-Purpose Project." Canadian Water Resources Journal; 18(4): 503-12.

Snaddon C.D. 1998. Some of the Ecological Effects of a Small Inter-basin Water Transfer on the Receiving Reaches of the Upper Berg River, Western Cape. Unpublished M.Sc. Thesis. University of Cape Town, South Africa.

Stolte W.J. and Hsadar M. 1998. TheRafferty-AlamedaProject:Monitoring and Mitigationafterthe Environmental-ImpactAssessment. Canadian WaterResources Journal, 23(2): 109-19.

Thomas G.W. and Box T.W. 1969. Social and Ecological Implications of Water Importation into Arid Lands. In: Bagley, J.M. and Smiley, T.L. (eds), Symposium on Water Importation into Arid Lands. Incorporated in: McGinnies, W.L. and Goldman, B.J. (eds), Arid Lands in Perspective. AAAS and University of Arizona Press. Tucson, Arizona.

Tockner K., Bernhardt E. S., Koska A. and Zarfl C. 2016. A global view on future major water engineering projects, in Society-Water-Technology, eds R. F. Hüttl, O. Bens, C. Bismuth, S. Hoechstetter (Springer,Cham: Heidelberg).

Wilson M.C., Li X.-Y., Ma Y.-J., Smith A.T. and Wu J. 2017. A review of the economic, social, and environmental impacts of China's south–north water transfer project: a sustainability perspective. Sustainability, 9: 1489.

Wu L. et al. 2019. Tradeoff analysis between economic and ecological benefits of the

inter basin water transfer project under changing environment and its

operation rules. Journal of Cleaner Production, (248): 119294.

waterconsumption in China? J. Industrial Ecology Programme, 16(1): 647–654.

National research council. 2005. Water conservation, reuse, and Recyling: Proceedings of an Iranian-American workshop. Washington, Dc: the National Academies Press. Washington, Dc, American.

Liu C. 2000. Environmental issues and the South-North Water Transfer Scheme. In Edmonds, R. L. ed. Managing the Chinese Environment. New York: Oxford University Press, New York, America.

Pittock J., Meng J. and Ashok K. 2009. Interbasin water transfers and water scarcity in a changing world – a solution or a pipedream? WWF (Organization of World Wide Fund for Nature) Germany.

Quinn F. and Edstrom J. 2000. Great Lakes diversions and other removals. Canadian Water Resources Journal, 25(2): 125-151.

Quinn F. 2004. Interbasin water diversions in Canada. A report to the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). Ottawa: Environment Canada. Ottawa, Canada.

Quinn F. 2007. Water Diversion, Export, and Canada-U.S. Relations: A Brief History. Munk Centre for International Studies University of Toronto. Toronto, Ontario, Canada.

Roozbahani A., Ghased H. and Shahedany M. 2020. Inter-basin water transfer planning with grey COPRAS and fuzzy COPRAS techniques: A case study in Iranian Central Plateau. Science of the Total Environment, 726(2020): 138499.

Rosenberg D.M., Bodaley R.A. and Usher P.J. 1995. Environmental and Social Impacts of Large Scale Hydroelectric Develop- ment:Who Is listening. Global EnvironmentalChange, 5(2): 127-48.

Rosenberg D.M, Berkes F., Bodaley R.A., Hecky R.E., Kelly C.A. and

Rudd J.W.M. 1997. LargeScaleImpactsof HydroelectricDevelopment. NRC Canada, Environ Review, 5: 27-54.

Shiklomanov I.A. 1985. Large Scale Water Transfers. In: Rodda, J.C. (ed.), Facets of Hydrology. Volume II. John Wiley and Sons. Cambridge, United Kingdom.

Shao X., Wang H. and Wang Z. 2003. Interbasin transfer projects and their implications: a China case study. In-