نامه به سردبیر
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۲۴، آبان ۱۴۰۴، ۷۷۲-۷۶۷

اثر بازگشتی آب در انتقال آب بین حوضه‌ای: نامه به سردبیر

یاسین نظری[۱]، محمد مبینی لطف‌آباد[۲]

دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۲/۲۰ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۱۴۰۴/۰۴/۱۷ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۱۴۰۴/۰۶/۲۹ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۳۰

چکیده

انتقال بین حوضه‌ای به عنوان راه حل‌های بالقوه در ارائه امداد فوری مؤثر هستند، اما دوام طولانی مدت این راه‌حل مورد بحث است. البته کمبود آب مکرر می‌تواند ناشی از افزایش تقاضای آب در حوضه گیرنده به دلیل آب انتقالی باشد. افزایش راندمان آبیاری در غیاب کنترل قبلی بر تخصیص آب، مصرف آب را افزایش می‌دهد. این پدیده به اثر برگشتی شناخته می‌شود. تحلیل اثر بازگشتی می‌تواند به تدوین راه‌کارهای مدیریت آب شامل ارتقای پیشرفت‌های مداوم در فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب، اعمال محدودیت برای گسترش زمین‌های زیر کشت در مناطق خاص، کاهش کشت محصولات پربازده و پرتقاضای آب، جلوگیری از گسترش پوشش آبیاری و افزایش استقرار کشاورزی، مکانیسم‌های قیمت‌گذاری آب، ادغام فنآوری‌های آبیاری هوشمند و مدیریت منابع آب مبتنی بر داده کمک کند. در مقاله حاضر به اثر بازگشتی آب در طرح های انتقال آب بین حوضه‌ای پرداخته شده است و راهکارهای پیشنهادی برای جلوگیری از آن ارائه شده است.

واژهای کلیدی: اثر بازگشتی آب، مدیریت منابع آب، انتقال آب بین حوضه‌ای، بهره‌وری آب

ارجاع: نظری ی، مبینی لطف آباد م. اثر بازگشتی آب در انتقال آب بین حوضه‌ای. *مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان*، سال ۱۴۰۴، دوره ۲۴، شماره ۸، صفحات: ۷۲۲-۷۶۷.

سردبیر محترم

منابع آب شیرین به صورت افزایشی تحت تنش هستند و اختلاف زیادی بین منابع آب موجود و تقاضای آب در بسیاری از نقاط جهان وجود دارد. جهان تا سال ۲۰۳۰، با کسری آب ۴۰ درصدی یا شکاف بین عرضه و تقاضا مواجه خواهد شد. همچنین کیفیت آب به دلیل آلودگی‌های صنعتی، کشاورزی و شهری رو به وخامت است و منابع آب را برای انسان و طبیعت محدودتر می‌کند (۲، ۱).

ایران همانند بسیاری از کشورهای خاورمیانه، در دو دهه اخیر با کمبود شدید آب مواجه بوده است. براساس اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای از چاه‌های سراسر ایران، مجموع کاهش آب‌های زیرزمینی در ایران طی دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ حدود ۷۵ کیلومترمکعب برآورد شده است. تغییرات مشاهده شده در دسترسی به آب به اثرات ترکیبی فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی نسبت داده شده است (۴، ۳).

بررسی آمار و داده‌های بارش وزارت نیرو نشان می‌دهد، متوسط بارش سالیانه در طی تقریباً دو دهه اخیر به میزان ۹ درصد نسبت

۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران
۲- (نویسنده مسئول) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت؛ مرکز تحقیقات سلامت پسته، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران
تلفن: ۰۳۴-۳۱۳۱۵۰۰۰، پست الکترونیکی: mobinilk@gmail.com

به دوره بلندمدت ۵۳ ساله کاهش‌یافته و به ۲۲۶ میلی‌متر در سال رسیده است. از طرفی الگوی بارش به نحوی تغییر پیدا کرده که تأثیر چندانی بر تولید رواناب ندارند (۴).

در چنین شرایطی، رویکردهای جدید مدیریت آب ممکن است از راه‌حل‌های عرضه‌محور تا گزینه‌های مدیریت تقاضا (به عنوان گزینه اصلی) تکامل یابد. اگر تقاضای برای آب از مقادیر موجود در یک حوضه آبریز بیشتر باشد، رویکردهای عرضه محور مهم باقی خواهند ماند و منابع آب جدید از طریق نمک‌زدایی آب دریا یا با انتقال آب از حوضه‌های رودخانه‌های مجاور یا همان انتقال آب بین حوضه‌ای (Inter-Basin Transfers; IBTs) به دست می‌آیند. هر دو راه‌حل دارای تعدادی مزایا و معایب هستند. نمک‌زدایی که انرژی‌بر است و عملیاتی شدن آن گران است، در حالی که IBTs ممکن است دارای اثرات زیست محیطی مضری باشند (۵). بنابراین یک راه حل برای مشکل کم آبی کاربرد طرح‌های انتقال بین حوضه‌ای می‌باشد. طبق تعریف، IBTs زیرمجموعه‌ای از انتقال آب هستند که در آن انتقال از طریق یک مسیر انسان‌ساز در سراسر مرز حوضه آبریز انجام می‌شود (۲). بیش از ۱۶۰ IBTs اصلی در سراسر جهان وجود دارد که در ۲۰ کشور پراکنده شده‌اند و در مجموع بیش از ۱۷۵۰۰ کیلومتر طول دارند. کشورهای دارای پروژه‌های عملیاتی عمده IBTs عبارتند از: آمریکا، کانادا، اتحاد جماهیر شوروی سابق، پاکستان، استرالیا، لیبی، هند، چین، ایران و آفریقای جنوبی. این کشورها دارای طیف وسیعی از ویژگی‌های اقلیمی و جمعیتی مختلف هستند (۵، ۲، ۱).

ارزیابی از میزان انتقال آب توسط IBTs نشان می‌دهد که در سال ۲۰۰۰، انتقال آب بین حوضه‌ای حدود ۱۴ درصد از کل برداشت‌های آب جهانی را شامل شده است. طرح‌های پیشنهادی وجود دارند که در صورت اجرا، IBTs آب تا سال ۲۰۲۵ بیش از یک چهارم کل برداشت آب در جهان را تشکیل می‌دهند (۳). انتقال آب از یک منطقه ممکن است باعث ایجاد انواع اثرات منفی اجتماعی، زیست محیطی و اکولوژیکی شود. به‌طور کلی، این گونه اثرات هم مستقیم و هم غیرمستقیم، کوتاه مدت و بلندمدت، برانگیخته و انباشته، یکباره و چندگانه را شامل می‌شود. اما طرح انتقال آب در صورتی قابل اجراست که توجیه زیست محیطی و اقتصادی داشته باشد. زمانی که قرار است آب در حوضه دیگری مورد استفاده قرار گیرد، حقوق آب می‌تواند با منابع مالی معامله شود. در سطح ملی، آب برای همه عدالت است. عدالت برای کسانی که به آب نیاز دارند و به آب دسترسی ندارند و کسانی که واقعاً حق آب دارند و ممکن است مازادی داشته باشند که به طرق مختلف هدر می‌رود (۵)

IBTs به عنوان راه حل‌های بالقوه در ارائه امداد فوری مؤثر هستند، اما دوام طولانی مدت این راه‌حل مورد بحث است. البته کمبود آب مکرر می‌تواند ناشی از افزایش تقاضای آب در حوضه گیرنده به دلیل آب انتقالی باشد. پرداختن به این امر مستلزم متعادل کردن تقاضا و عرضه آب است. فراتر از اقدامات متمرکز بر عرضه مانند انتقال آب، یک استراتژی حیاتی شامل اتخاذ رویکردهای متمرکز بر تقاضا برای کاهش اتکا به چنین انتقالاتی است (۶).

محققان آب استدلال می‌کنند که افزایش راندمان آبیاری در غیاب کنترل قبلی بر تخصیص آب، مصرف آب را افزایش می‌دهد. این پدیده به اثر برگشتی یا پارادوکس جوونز (rebound effect or Jevons' paradox) شناخته می‌شود. پدیده اثر بازگشتی نشان می‌دهد که افزایش بهره‌وری آب: (۱) استفاده از آب و انرژی را نسبتاً ارزان‌تر می‌کند، بنابراین تشویق به افزایش مصرف می‌شود (۲). منجر به افزایش رشد اقتصادی می‌شود که مصرف آب

CCBY-NC.4.0 DEED

بیشتری به همراه دارد. برای نمونه، سیاست‌های تمرکز بر افزایش کارآیی در مورد حوضه زاینده‌رود در مرکز ایران، نتایج بلندمدت مورد انتظار حاصل نشد بلکه افزایش راندمان باعث افزایش مصرف آب شد، زیرا هم مصرف در واحد سطح افزایش یافت و هم سطح آبیاری افزایش داشت که در نهایت منجر به تخلیه بیشتر سفره‌های آب زیرزمینی شد (۷، ۳). در مورد ایران، استدلال می‌شود که تمرکز تمام توجه سیاست‌ها بر آبیاری قطره ای بدون کنترل تخصیص آب ممکن است مشکل آب را تشدید کند (۳). مطالعه اثرات بهبود بهره‌وری منابع آب در اسپانیا، بهبود کلی ۵۰ درصدی در کارآیی آب را نشان داد و مشخص کرد که اثر بازگشتی آب ۱۰۰/۴۷ درصد بوده است. این بدان معناست که پس از بهبود کارآیی، هیچ صرفه‌جویی در آب وجود ندارد و در واقع یک افزایش جزئی در استفاده از آب مشاهده می‌شود (۸)

اثر بازگشتی آب نقش مهمی در محدود کردن اثربخشی سیاست‌های حفاظت از آب دارد. درک جامع از اثر برگشتی آب در آبیاری برای حفظ موفقیت‌آمیز منابع آب کشاورزی، به ویژه در مناطق خشک، ضروری است. تحلیل عمیق‌تر اثر بازگشتی می‌تواند به تدوین راه‌کارهای مدیریت آب مؤثرتر کمک کند. راه‌کارها باید شامل ارتقای پیشرفت‌های مداوم در فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب، اعمال محدودیت برای گسترش زمین‌های زیرکشت در مناطق خاص، کاهش کشت محصولات با نیاز آبی بالا، جلوگیری از گسترش پوشش آبیاری، مکانیسم‌های قیمت‌گذاری آب، ادغام فنآوری‌های آبیاری هوشمند و مدیریت منابع آب مبتنی بر داده می‌باشد (۷).

کمیسیون اروپا در سال ۲۰۲۱ در مورد اثر بازگشتی آب هشداری صادر کرد، اما کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته نتوانسته-اند از آن اجتناب کنند. طراحی سیاست‌هایی با هدف دست‌یابی به بهبود راندمان آبیاری و با صرفه‌جویی در آب مورد انتقاد قرار گرفته است زیرا اثر برگشتی آب باعث کاهش صرفه‌جویی بالقوه آب شده است. این سیاست‌ها همچنین مسئول هدر دادن مقادیر قابل توجهی از پول دولتی از طریق اثر بازگشتی آب بوده است، مانند ۵ میلیارد دلار استرالیا که توسط دولت استرالیا برای به‌روز-رسانی فن‌آوری آبیاری کشاورزان به صورت یارانه‌ای پرداخت شد، که نتوانست به هدف خود دست یابد (۹).

مدیریت یکپارچه منابع آب مستلزم بررسی جامع ساختارهای مصرف آب صنعتی، صادرات منابع آب مجازی و نیروهای محرکه این تغییرات در سیستم های اقتصادی منطقه است. یکی از ویژگی‌های مهم در کنار مسیر رشد اقتصادی، تغییرات ساختاری یا تحول صنعتی است. علاوه بر این، تحول صنعتی همیشه با تخصیص مجدد منابع آب در بین صنایع یا بخش‌ها رخ خواهد داد. مفهوم ساختار مصرف آب صنعتی هم شامل ضریب مصرف مستقیم آب هر بخش و هم رابطه بین مصرف غیرمستقیم آب در همه بخش‌ها می‌باشد. درک استفاده از آب برای اقتصاد و محرک‌های آن برای سیاست‌گذاری با هدف پایداری منابع آب ضروری است (۱۰).

با توجه به خط انتقال آب از خلیج فارس به مناطق سیرجان، رفسنجان و یزد بایستی به اثر بازگشت آب در این مناطق توجه ویژه شود تا از هدر رفت آب جلوگیری شود و همچنین مدیریت منابع آب منطقه به صورت کارآمد اجرا شود. در ذیل راه‌کارها و اقدامات برای کاهش اثر بازگشتی آب و مدیریت منابع آب ارائه شده است:

۱. تغییر در فرآیند تولید کارخانه‌ها جهت ارتقاء کارآیی مصرف آب

CCBY-NC.4.0 DEED

۲. اگر برای کاربرد صنعتی یا کشاورزی آب انتقالی نیاز به ذخیره‌سازی آب باشد به ویژه در مناطق آب و هوایی بیابانی و نیمه‌بیابانی لازم و ضروری است که آب انتقالی در استخر یا حوضچه‌های سرپوشیده ذخیره شوند تا از تبخیر جلوگیری شود.

۳. کاربرد فرآیندهای تصفیه فاضلاب پیشرفته جهت احیاء آب و بازگردش آب

۴. برای حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از تبخیر ضروری است که از آبیاری زیرسطحی استفاده شود.

۵. باید رویه‌های مناسب حسابداری آب (هم در سطح مزرعه و هم در سطح حوضه) طراحی شود تا فرصت‌های صرفه‌جویی در آب را شناسایی کرده و سپس شیوه‌های خاص حفظ و بهره‌وری آب را بر اساس استفاده ترکیبی از ابزارهای اقتصادی، فنی، اجتماعی و سیاسی به‌کار برده شود تا فشارها بر منابع آب محدود، کاهش یابد (۱۰).

۶. عدم ارزش‌گذاری کامل آب در تمام مصارف مختلف آن، علت اصلی یا نشانه‌ای از بی‌توجهی سیاسی به آب و سوء مدیریت آن تلقی می‌شود. استدلال می‌شود که دلیل اصلی موفقیت‌های محدود در دستیابی به مدیریت جامع منابع آب و سایر اهداف و اهداف مرتبط با آب، و شکست در حکمرانی آب، حذف کامل ارزش‌های آب است. حاکمیت آب اساساً به ارزش‌ها مربوط می‌شود. قطبی شدن دیدگاه‌ها در مورد ارزش می‌تواند حکمرانی خوب را محدود کند یا حکمرانی ضعیف را تشدید نماید و می‌تواند منجر به درک ناکافی از اهمیت آب، اولویت پایین به سیاست آب در برنامه‌های توسعه کشور شود.

۷. در کاربرد کشاورزی، اصلاح ساختار کاشت برای کاهش سطح کشت محصولات پرمصرف آب اهمیت دارد. ساختار کاشت در درجه اول تحت تأثیر سیاست ها و عوامل بازار است. هنگامی که یک منطقه بزرگ با محصولات پرمصرف آب کشت می‌شود، مصرف آب را افزایش می دهد و متعاقباً باعث ایجاد اثر برگشتی می شود. بنابراین، باید سیاست‌هایی برای هدایت کشاورزان در تنظیم ساختار کاشت فعلی اعمال شود (۹).

۸. ادغام فناوری‌های آبیاری هوشمند و شیوه‌های مدیریت آب مبتنی بر داده‌ها که در مرحله اول، آبیاری دقیق بوسیله حسگرهای رطوبت خاک، داده‌های آب و هوایی و مدل‌های نیاز آبی محصول برای تنظیم مقدار آب برای جلوگیری از آبیاری بیش از حد به طور خودکار استفاده شوند. مدیریت منابع آب مبتنی بر داده شامل ایجاد یک پلت فرم داده یکپارچه است که رطوبت خاک، داده‌های آب و هوایی و اطلاعات مرحله رشد محصول را برای تولید مدل‌های پیش‌بینی نیاز آبی ترکیب می‌کند (۷).

تعارض در منافع: ندارد
حامی مالی: ندارد
ملاحظات اخلاقی(کد اخلاق): مشمول کد اخلاق نمی¬باشد.
مشارکت نویسندگان:
-**طراحی ایده:** محمد مبینی
-**روش کار:** محمد مبینی، یاسین نظری
-**جمع‌آوری داده‌ها:** محمد مبینی، یاسین نظری
-**تجزیه و تحلیل آماری داده¬ها:** محمد مبینی
-**نظارت:** محمد مبینی
-**مدیریت پروژه:** محمد مبینی
- **نگارش – پیش نویس اصلی:** محمد مبینی، یاسین نظری
– **نگارش – بررسی و ویرایش:** محمد مبینی، یاسین نظری

CCBY-NC.4.0 DEED

References

[1]. Purvis L, Dinar A. Are intra-and inter-basin water transfers a sustainable policy intervention for addressing water scarcity?, Water Secur 2020; 9: 100058.

[2]. Noori R, Maghrebi M, Mirchi A, Tang Q, Bhattarai R, Sadegh M, et al. Anthropogenic depletion of Iran's aquifers. PNAS 2021; 118(25): e2024221118.

[3]. Nabavi E. Failed policies, falling aquifers: Unpacking groundwater overabstraction in Iran. Water Altern 2018; 11(3): 699.

[4]. Asadi M, Mazaheri M, Abdolmanafi N. Analytical study of the current conditions and explanation of the future situation of the water crisis in the country. Iran: Islamic Parliament Research Center; 2022. Available at: https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1681436. accessed in: 2024/11/20

[5]. Zhuang W. Eco-environmental impact of inter-basin water transfer projects: a review. Environ. Sci. Pollut. Res 2016; 23: 12867-79.

[6]. Baharanchi OG, Lotfi A, Yousefpour R. Beyond immediate relief: Investigating multi-faceted water management in inter-basin water transfer projects. J. Clean. Prod. 2024; 470: 143243.

[7]. Pei D, Wen Y, Li W, Ma Z, Guo L, Zhang J, et al. Agricultural water rebound effect and its driving factors in Xinjiang, China. Agric. Water Manag. 2024; 304: 109086.

[8]. Freire-González J. Does water efficiency reduce water consumption? The economy-wide water rebound effect. Water Resour Manag. 2019; 33(6): 2191-202.

[9]. Chai Y, Zhang H, Ma Z, Pan S, Zhou J. Can the right crop mix reduce the water rebound effect following improvements in irrigation efficiency? Front. Water. 2022; 4: 930481.

[10]. Wu F, Zhang Q, Gao X. Does water-saving technology reduce water use in economic systems? A rebound effect in Zhangye city in the Heihe River Basin, China. Water policy. 2018; 20(2): 355-68.

CCBY-NC.4.0 DEED

The Water Rebound Effect in Inter-Basin Water Transfer: A Letter to the Editor

Yasin Nazari[1], Mohammad Mobini Lotfabad[2]

Received: 10/05/25 Sent for Revision: 08/07/25 Received Revised Manuscript: 20/09/25 Accepted: 21/09/25

Inter-Basin Water Transfers (IBTs) are effective as potential solutions in providing immediate relief, but their long-term sustainability is debatable. However, recurrent water shortages can be caused by increased water demand in the receiving basin due to transferred water. Increasing irrigation efficiency in the absence of prior control over water allocation increases water use. This phenomenon is known as the water rebound effect. Rebound effect analysis can help in developing water management strategies including promoting continuous advancements in water-saving technologies, applying restrictions on expanding cultivated lands in specific areas, reducing the cultivation of high-yield and water-intensive crops, preventing the expansion of irrigation coverage and increasing agricultural establishment, implementing water pricing mechanisms, and integrating smart irrigation technologies with data-driven water resource management. This article discusses the water rebound effect in inter-basin water transfers projects and presents suggested solutions to prevent it

Keywords: Water rebound effect, Water resources management, Inter-basin water transfer, Water efficiency

Funding: There is no financial support.

Conflict of interest: None declared.

Ethical considerations: Not applicable.

Authors' contributions:

- Conceptualization: Mohammad Mobini Lotfabad

-Methodology: Mohammad Mobini Lotfabad, Yasin Nazari

- Data collection: Mohammad Mobini Lotfabad, Yasin Nazari

- Formal analysis: Mohammad Mobini Lotfabad

- Supervision: Mohammad Mobini Lotfabad

- Project administration: Mohammad Mobini Lotfabad

- Writing – original draft: Mohammad Mobini Lotfabad, Yasin Nazari

- Writing – review & editing: Mohammad Mobini Lotfabad, Yasin Nazari

Citation: Nazari Y, Mobini Lotfabad M. The Water Rebound Effect in Inter-Basin Water Transfer: A Letter to the Editor. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2025; 24 (8): 767-72. [Farsi]

1- Student Research Committee, School of Health, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran

2- Dept. of Environmental Health Engineering, School of Health, Pistachio Safety Research Center, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran, ORCID: 0000-0003-2779-531X

(Corresponding Author) Tel: (034) 31315000, E-mail: mobinilk@gmail.com

CCBY-NC.4.0 DEED