The University of Tehran Press

Natural Resources Governance

Home Page: https://jnrg.ut.ac.ir/

Online ISSN:

The Effect of Watershed Boundary Compatibility with Administrative Boundaries in the Optimal Management of Water Resources (Case Study: The Great Karoon Basin)

Payam Amouzegari

1. Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: P.amouzegar@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received 20 August, 2024
Revised September 08, 2024
Accepted September 10, 2024
Published online 22 September 2024

Keywords:
System analysis,
Water transfer,
Archetype,
Sustainable development.

ABSTRACT

The water cycle is a large-scale system and water resources flow in nature according to the physiographic condition of the watershed and it is not limited to administrative boundaries based on human assumptions. Therefore, water resources should be managed at the watershed scale and under climate governance. However, in most areas where human societies live based on human assumptions, they mistakenly consider the territory of water resources to be within the same range of political borders. It breaks the chain of ecosystem relations and increases the complexity of the management of water resources. This issue has historical roots and stems from the limitation of technology in the past era and when administrative borders were formed. But in the current era, due to the advancement of technology and the use of Geographic Information Systems (GIS), as well as the increase in human knowledge about the inherent complexity of the water system, it has become possible to adapt the political boundaries to the boundaries of the watershed by producing new maps. Research literature shows that water resources and other environmental goods are better protected in countries where political borders and watershed borders are more compatible. Therefore, in the current article, by using the GIS and some other concepts of dynamic system analysis, this issue regarding the Karoon basin is the most challenging watershed in the country. The results of this research show that matching administrative borders with watershed borders is a necessary step for sustainable development and better allocation of water in the studied region.

Cite this article: Amouzegari, P. (2024). The Effect of Watershed Boundary Compatibility with Administrative Boundaries in the Optimal Management of Water Resources (Case Study: The Great Karoon Basin). *Natural Resources Governance*. 1 (2), 101-113. DOI: http//doi.org/10.22059/jnrg.2024.381175.1015

© Payam Amouzegari. **Publisher:** The University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jnrg.2024.381175.1015

انتشارات دانشگاه تهران

نشریهٔ حکمرانی منابع طبیعی

سایت نشریه: https://jnrg.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی:

تأثیر تطبیق‌پذیری مرز حوضهٔ آبخیز با مرزهای اداری در مدیریت بهینهٔ منابع آب (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز کارون بزرگ)

پیام آموزگاری

گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: P.amouzegar@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

کلیدواژه:
انتقال آب،
تحلیل سیستم،
توسعهٔ پایدار،
کهن‌الگو.

چکیده

محدودهٔ اثر چرخهٔ آب بزرگ‌مقیاس است و منابع آب مطابق با وضعیت فیزیوگرافی حوضهٔ آبخیز در طبیعت گردش می‌کنند و در یک مرزبندی اداری و مبتنی بر فرض‌های انسان‌ساز محدود نمی‌شوند. از این‌رو منابع آب باید در مقیاس حوضهٔ آبخیز و تحت حاکمیت اقلیمی مدیریت شوند. اما در بیشتر مناطقی که جوامع انسانی ساکن هستند مبتنی بر مرزبندی‌های سیاسی و انسان‌ساز، به اشتباه قلمرو منابع آب را نیز در همان محدودهٔ مرزهای سیاسی در نظر می‌گیرند که موجب قطع زنجیره‌ای از روابط اکوسیستمی و تشدید پیچیدگی در مدیریت منابع آب می‌شود. این مسئله ریشهٔ تاریخی دارد و ناشی از محدودیت فناوری در عصر گذشته و زمان شکل‌گیری مرزهای اداری است. اما در عصر کنونی با توجه به پیشرفت فناوری و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نیز افزایش دانش بشر دربارهٔ پیچیدگی ذاتی سامانهٔ آب این امکان فراهم شده است که با تولید و ارائهٔ نقشه‌های جدید، مرزهای سیاسی را با مرزهای حوضهٔ آبخیز تطبیق داد. پیشینهٔ پژوهش نشان می‌دهد در کشورهایی که مرزهای سیاسی و مرزهای حوضهٔ آبخیز تطابق بیشتری با هم دارند، منابع آبی و دیگر کالاهای محیط‌زیستی به‌نحو بهتری محافظت شده‌اند. از این‌رو در مقالهٔ کنونی با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی و برخی دیگر از مفاهیم تحلیل سیستم‌های پویا این مسئله در خصوص حوضهٔ آبخیز کارون بزرگ، به‌عنوان چالش‌برانگیزترین حوضهٔ آبخیز کشور واکاوی شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تطبیق مرزهای سیاسی با مرزهای حوضهٔ آبخیز گامی ضروری برای توسعهٔ پایدار و تخصیص عادلانهٔ آب در این حوضه است.

استناد: آموزگاری، پیام (۱۴۰۳). تأثیر تطبیق‌پذیری مرز حوضهٔ آبخیز با مرزهای اداری در مدیریت بهینهٔ منابع آب (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز کارون بزرگ). *نشریهٔ حکمرانی منابع طبیعی*، ۱ (۲) ۱-۱۳ .

DOI: http//doi.org/10.22059/jnrg.2024.381175.1015

© پیام آموزگاری
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: http//doi.org/10.22059/jnrg.2024.381175.1015

۱. مقدمه

منابع آب مطابق با وضعیت فیزیوگرافی زمین در طبیعت جریان دارند. به‌موجب گردش طبیعی آب در حوضهٔ آبخیز امکان حیات و رشد برای تمام جانداران از جمله انسان فراهم شده است. حوضهٔ آبخیز محدوده‌ای مشخص از زمین است که بارش‌های جوی را از اراضی مرتفع به اراضی پست و یک خروجی مشخص زهکشی می‌کند (Baker et al., 2006). کاهش خطا در مدیریت منابع آب در گرو شناخت جنبه‌های گوناگون حوضهٔ آبخیز و ارتباطات بین اجزای آن است. در چارچوب تفکر سیستمی، واحد حوضهٔ آبخیز را می‌توان از انواع سیستم‌های انسانی- طبیعی به‌شمار آورد که مجموعه‌ای از روابط پیچیدهٔ انسان با آب و دیگر کالاهای محیط زیستی موجود در طبیعت را در بر می‌گیرد (Sterman, 2002). این‌گونه سیستم‌ها به‌عنوان زیرسیستمی از کلان‌سامانهٔ آب در گروه سیستم‌های پیچیده[1] و پویا دسته‌بندی می‌شوند. از نظر ماهیت سیستمی نحوهٔ رفتار سیستم‌های پویا نسبت به سیستم‌های ایستا، از آن جهت که دارای اجزائی با رفتار متغیر و پیش‌بینی‌ناپذیرند دارای پیچیدگی و درهم تنیدگی است (Meadows, 2008) از این‌رو به‌منظور بررسی اثرگذاری فعالیت‌های انسان در کارکرد حوضهٔ آبخیز از کهن‌الگوهای تحلیل سیستم[2] گوناگونی مثل موفقیت برای موفق[3]، درمان‌های بدتر از درد[4] و ... برای درک و تفهیم پیچیدگی سیستم‌های پویا استفاده می‌شود (Forrester, 1994., Bardoel & Haslett, 2004., Arnold, 2021). گوهری و همکاران، ۲۰۱۳). محدودهٔ اثر چرخهٔ آب بزرگ‌مقیاس است و در یک مرزبندی سیاسی و مبتنی بر فرض‌های انسان‌ساز محدود نمی‌شود (Kauffman., 2002) از این‌رو به‌منظور برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بهینه در تخصیص عادلانهٔ آب ضروری است که منابع آبی را در مقیاس حوضهٔ آبخیز و تحت حاکمیت اقلیمی بررسی کرد (Zipper et al, 2020., Keys et al, 2024). در مدیریت منابع آب یک محدودهٔ جغرافیایی به میزانی که مقیاس بزرگ‌تری از چرخهٔ آب را مدنظر قرار دهیم امکان شناخت و به‌تبع آن تصمیم‌گیری دقیق بیشتر است (Horton, 1932., Paton et al, 2004) اما در عمل پژوهشگران این حوزه در هنگام بررسی منابع آب با محدودیت منابع مختلف اعم از زمان و هزینه مواجه می‌شوند و به‌ناچار مرز حوزهٔ پژوهش را به محدوده‌ای کوچک تقلیل می‌دهند که سبب حذف و در نظر نگرفتن مجموعه‌ای از روابط گوناگون بین اکوسیستم می‌شود. نادیده انگاشتن اثر چندسویهٔ روابط در هر اکوسیستم، تصمیم‌گیری برای مدیریت منابع آب را با خطا همراه خواهد کرد (Meadows, 2008). یکی از موضوعات اساسی که در هنگام مدیریت منابع آب یا دیگر کالاهای محیط زیستی مشاع، مدیران را با چالش مواجه می‌کند، مسئلهٔ مرزبندی‌های سیاسی و انسان‌ساز در بین جوامع مختلف است (Eklund et al, 2017., Cohen & Davidson, 2011., Gardiner et al, 1994). عوامل متعددی سبب شکل‌گیری جوامع انسانی در مکان‌های مختلف کرهٔ زمین شده است. این جوامع به‌منظور استقلال برای حریم زندگی خود مرز تعیین کرده‌اند. همان‌طور که یک شخص برای خانهٔ خود حریم و مرز تعیین می‌کند، اجتماعات انسانی موجود در یک کشور هم برای خود مرز و حریم تعیین می‌کنند، اما این بدان معنا نیست که برای محیط زیست مرز و مکان تعریف کنیم (Dallimer & Strange., 2015). پرنده‌ای که از عرض‌های جغرافیایی بالا به عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر مهاجرت می‌کند منعکس‌کنندهٔ این مهم است که محیط زیست مرز و مکان ندارد (Thomas, 2010). مبتنی بر رویکرد تفکر سیستمی[5] در حالت ایدئال آب و سایر کالاهای محیط زیست که به‌صورت مشاع خدمات اکوسیستمی را به موجودات مختلف عرضه می‌کنند باید به‌صورت جهانی، همه‌جانبه و یکپارچه مدیریت شوند (Hulme, 2008., Pierrat et al, 2023). این در حالی است که مرزبندی‌های انسان‌ساز کشورها که نشأت‌گرفته از مسائل تاریخی، سیاسی، امنیتی و فرهنگی است (Balibar, 2002) سبب شده که به‌ناچار مدیریت منابع آب عملاً در حیطهٔ قلمروهای سیاسی در نظر گرفته شود که موجب قطع زنجیره‌ای از روابط اکوسیستمی و تشدید پیچیدگی در مدیریت منابع آب می‌شود. این مسئله ریشهٔ تاریخی دارد و ناشی از محدودیت دانش و فناوری در عصر گذشته و در زمان شکل‌گیری مرزهای سیاسی است. در شرایطی که محدودهٔ فیزیکی یک حوضهٔ آبخیز بخش‌هایی از دو یا چند کشور را به‌صورت مشترک در برمی‌گیرد، این مسئله می‌تواند زمینه‌ساز بروز درگیری بین‌المللی شود (Sadoff et al,

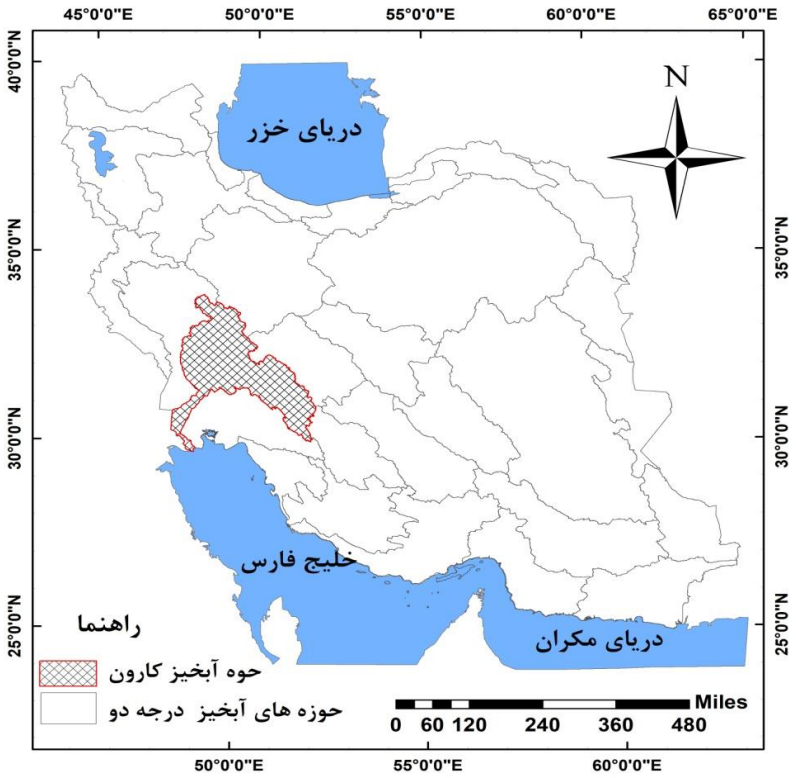
1. Complex System
2. System archetypes
3. Success to the successful
4. Fix that can Backfire
5. Systems thinking

2002., Wolf et al, 2003., Yoffe et al, 2004). منازعات آبی کشورهای مختلف به‌ویژه در خاورمیانه و شمال آفریقا مثالی از چالش‌های مربوط به مرزبندی سیاسی بین این دولت‌ها برای تخصیص عادلانهٔ آب است (Bernauer & Siegfried, 2012., Abdelhady et al, 2015., Eklund et al, 2017). اما در عصر کنونی با توجه به پیشرفت فناوری و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی[1] و نیز افزایش دانش بشر دربارهٔ پیچیدگی ذاتی سامانهٔ آب این امکان فراهم شده است که با تولید و ارائهٔ نقشه‌های جدید، مرزهای سیاسی را با مرزهای حوضهٔ آبخیز تطبیق داد. هدف اصلی پژوهش کنونی یافتن پاسخی برای این پرسش است که مرزهای سیاسی چگونه سبب پیچیدگی مدیریت منابع آب و توسعهٔ ناپایدار می‌شود؟ در زمینهٔ مرزبندی‌های سیاسی و چالش‌های پیش روی مدیریت منابع آب پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. این مسئله را نخست پاول[2] (۱۸۷۹) مطرح کرد. او معتقد بود که ارتباط بین حوضه‌های آبخیز و سیاست عمومی بسیار مهم است و پیشنهاد داد که مرزبندی سیاسی منطبق بر حوضه‌های آبخیز باشد. گاردینر[3] و همکاران (۱۹۹۴) طی پژوهشی ضمن بررسی حوضه‌های آبخیز کانادا و مناطقی از ولز و انگلستان دریافتند که بین برنامه‌ریزی در مقیاس استان و پیاده‌سازی در مقیاس حوضهٔ آبخیز شکاف بزرگی وجود دارد و از این‌رو تطبیق مرزهای سیاسی با مرزهای حوضهٔ آبخیز گامی ضروری در دستیابی به توسعهٔ پایدار و تخصیص عادلانهٔ منابع آب است. یکی از اساسی‌ترین پژوهش‌ها در این زمینه را کافمن[4] (۲۰۰۲) انجام داد که حوضه‌های آبخیز ایالات متحدهٔ آمریکا و مرزبندی‌های سیاسی بین ایالات را به‌طور کامل بررسی کرد. نتایج پژوهش او نشان داد که در ایالت‌هایی که مرز حوضهٔ آبخیز تطابق بیشتری با مرز سیاسی دارد چالش‌های مدیریت منابع آب کمتر بوده است و اگر از ابتدا ایالت‌های آمریکا را مبتنی بر حوضه‌های آبخیز تقسیم می‌کردند مشکلات کمتری در مدیریت منابع آب ایجاد می‌شد. مرور پیشینهٔ پژوهش بیانگر تلاش جهانی جامعهٔ علمی برای تطبیق مرزهای سیاسی و انسان‌ساز با مرزهای طبیعی حوضهٔ آبخیز در مدیریت منابع آب است (Schlager & Blomquist, 1999., Paton et al, 2004., Memon et al, 2010., Davidson & Cohen, 2011., Strange & Dallimer, 2015., Gardner, 2019., Zipper et al, 2020). در سال‌های اخیر بنابر گسترهٔ وسیع ایران، برخی استان‌ها تقسیم شده‌اند که سبب افزایش مسائل مرتبط با مرزبندی‌های سیاسی شده است؛ موضوعی که تا کنون هیچ پژوهشی به آن نپرداخته است از این‌رو در این مقاله برای نخستین بار در کشور چالش‌های مربوط به تطابق نداشتن مرزهای سیاسی با مرزهای طبیعی با رویکرد تفکر سیستمی در مدیریت منابع آبی بررسی شده است. تمرکز بر بعد اجتماعی- سیاسی مرتبط با چرخهٔ آب و بررسی سامانهٔ آب در مقیاس کلان از نوآوری‌های پژوهش کنونی است.

۲. روش‌شناسی

با عنایت به گسترهٔ وسیع ایران، پیچیدگی ذاتی مدیریت منابع آب و با هدف تفهیم آسان‌تر مسئلهٔ بیان شده در این پژوهش، حوضهٔ آبخیز کارون بزرگ با جزئیات بیشتری بررسی شده است. کارون بزرگ یکی از حوضه‌های آبخیز درجه دو کشور است که با مساحتی حدود ۶۶۴۹۹ کیلومتر مربع در غرب و جنوب غرب ایران واقع شده است و از جنوب با خلیج فارس و اروندرود ارتباط دارد (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۲۰۲۲). برخورداری از منابع آبی غنی، تنوع فرهنگی و قومیتی، وجود سازندهای کارستی و مسئلهٔ فرار آب، موضوع سدسازی و طرح‌های انتقال آب، حوضهٔ آبخیز کارون را در مقایسه با دیگر حوضه‌های آبخیز کشور چالش‌برانگیزتر کرده (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۸) و مجموعه‌ای از سیاستگذاری‌های مدیریتی در داخل و خارج از حوضه، فشار وارد بر منابع آبی این حوضهٔ آبخیز را تشدید کرده است (شکل ۱).

1. Geographic Information Systems (GIS)
2. Powell
3. Gardiner
4. Kauffman



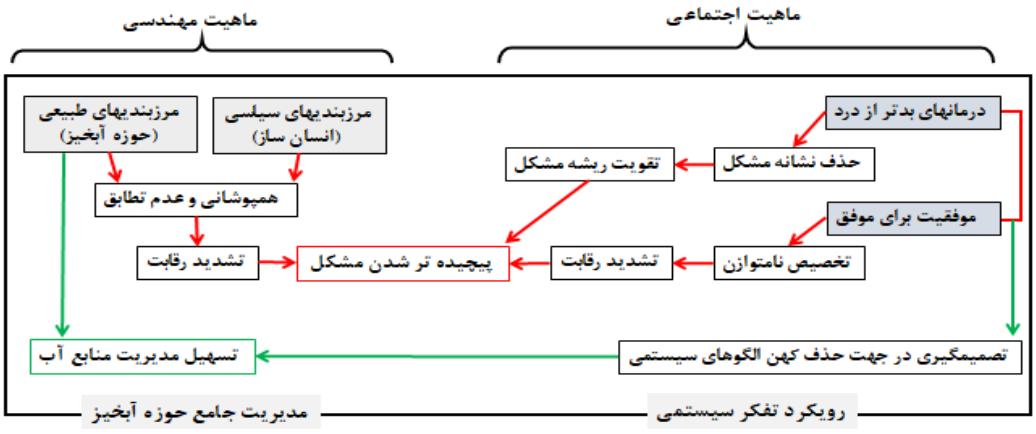
شکل ۱. موقعیت حوضهٔ آبخیز کارون بزرگ

پژوهش حاضر به بررسی چگونگی پیچیده‌تر شدن مدیریت منابع آب و توسعهٔ ناپایدار در حوضهٔ آبخیز کارون بزرگ می‌پردازد. در گام نخست این پژوهش که ماهیت مهندسی دارد از داده‌های مکانی برای ساخت نقشه استفاده شده، اما در گام دوم که ماهیت اجتماعی دارد، مبتنی بر نقشه‌های تولیدشده در گام نخست اول به توضیح پرسش اصلی پژوهش پرداخته شده است (شکل ۲). در ابتدای پژوهش لایه‌های مربوط به موقعیت مکانی مرزهای سیاسی تفکیک استان‌ها و نیز مرزهای حوضه‌های آبخیز درجه دو کشور تهیه شد. سپس در محیط نرم‌افزار (GIS) این لایه‌ها ترکیب و نقشهٔ مربوط به موقعیت مکانی حوضهٔ آبخیز کارون نسبت به استان‌هایی که از نظر مساحت همپوشانی دارند تولید شد تا در مراحل بعدی مبنای ارزیابی‌ها قرار گیرد. در ادامه با استناد به پیشینهٔ پژوهش و بهره‌گیری از ادبیات تحلیل سیستم‌های پویا به توضیح پرسش اصلی پژوهش پرداخته شده است. در گام نهایی پژوهش از دو ساختار شناخته‌شده در پژوهش‌های مربوط به تحلیل سیستم‌ها با عناوین کهن‌الگوی موفقیت برای موفق و نیز درمان‌های بدتر از درد برای تحلیل پویایی و بررسی اثرگذاری رفتار انسان در حوضهٔ آبخیز کارون استفاده شده است. کهن‌الگوی موفقیت به حالتی اشاره دارد که تخصیص نامعقول منابع موجود در سیستم سبب رشد نابرابر زیرسیستم‌ها و شکل‌گیری رقابتی مخرب بین اجزا می‌شود که تداوم آن به موفقیت یک جزء و شکست بقیهٔ اجزا منتهی می‌شود (Bardoel & Haslett, 2004., Arnold, 2021). همچنین الگوی درمان‌های بدتر از درد تداعی‌کنندهٔ حالتی است که راه‌حل‌های پیشنهادی برای بهبود کارکرد سیستم به پیچیده‌تر شدن مسئله منجر شود (گوهری و همکاران، ۲۰۱۳).

۳. یافته‌های پژوهش

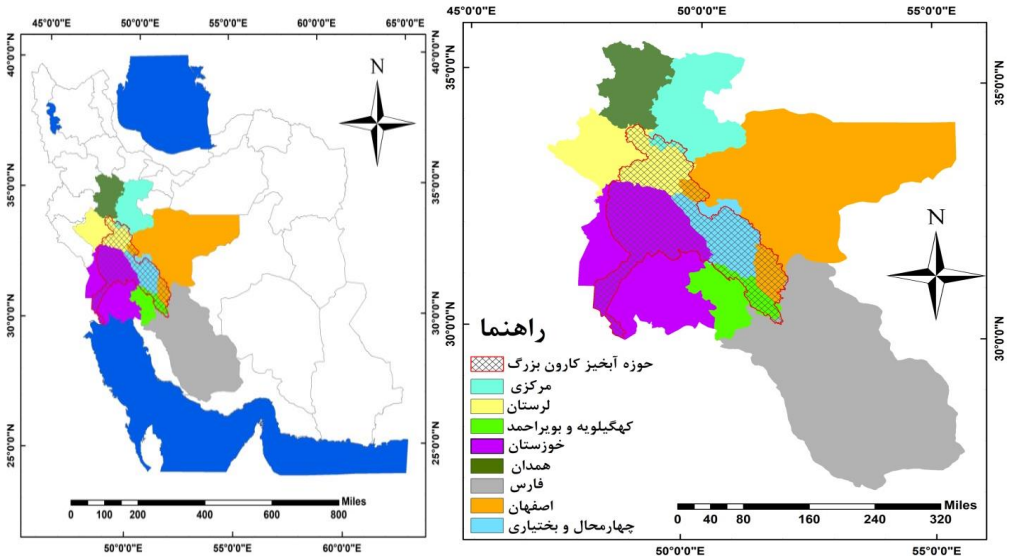
ترکیب نقشهٔ حوضهٔ آبخیز کارون با نقشهٔ تقسیمات سیاسی استان‌های کشور نشان می‌دهد که مرزهای سیاسی تفکیک استان با مرزهای حوضه‌های آبخیز درجه دو کشور مغایرت‌های زیادی دارد (شکل ۳). این مسئله در حوضهٔ آبخیز کارون شدت بیشتری دارد (شکل ۴).

منابع آبی این حوضه در معرض رقابت بین هشت استان متصل به حوضهٔ آبخیز کارون قرار گرفته است و این استان‌ها از نظر مساحت و درصد همپوشانی با حوضهٔ آبخیز کارون تفاوت دارند (جدول ۱، شکل ۵).



شکل ۲. شمای کلی از مراحل روش پژوهش

شکل ۳. مرزهای طبیعی (حوضه‌های آبخیز) و مرزهای سیاسی (استان‌های) ایران

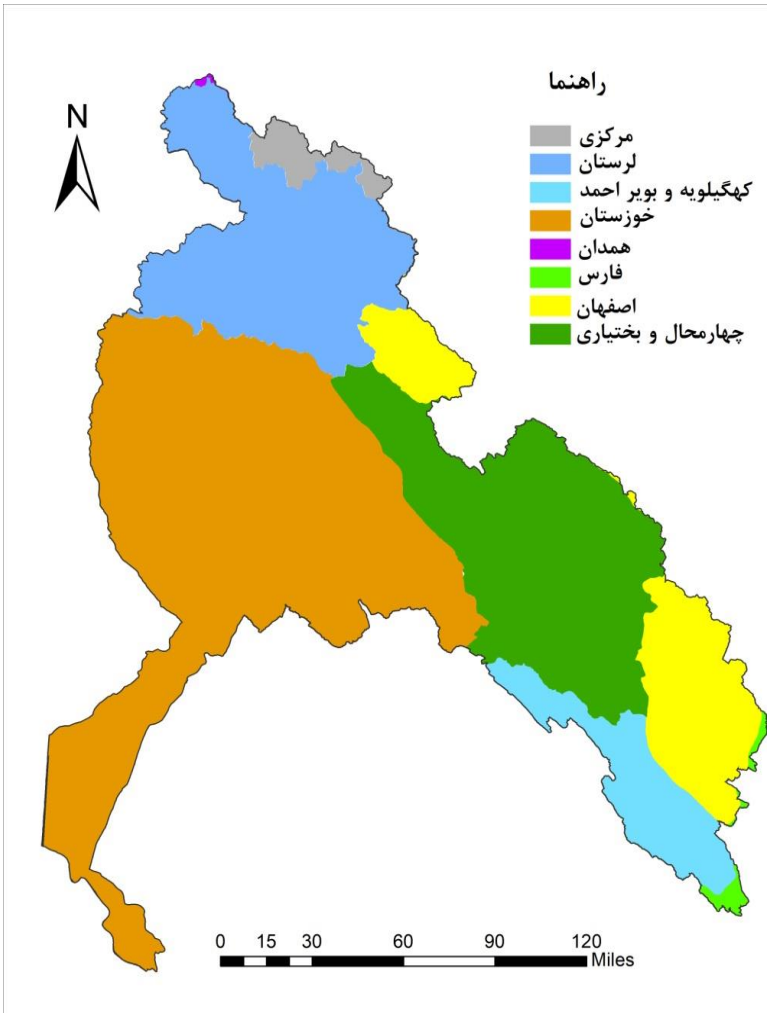


شکل ۴. موقعیت جغرافیایی حوضهٔ آبخیز کارون بزرگ نسبت به استان‌های همجوار

جدول ۱. وضعیت همپوشانی استان‌های حوضهٔ آبخیز کارون

نام حوضهٔ آبخیز	استان‌های واقع در حوضه	مساحت هر استان در محدودهٔ حوضهٔ آبخیز کارون (km^2)	درصد همپوشانی
کارون بزرگ (km^2) (۶۶۴۹۸.۸۸)	خوزستان	۲۸۲۰۷/۱۸	۴۲/۴۲
	چهارمحال و بختیاری	۱۴۲۲۵/۸۸	۲۱/۳۹
	لرستان	۱۱۴۹۹/۷۷	۱۷/۲۹
	اصفهان	۷۰۴۶/۳۹	۱۰/۶۰
	کهگیلویه و بویراحمد	۴۰۲۷/۳۵	۶/۰۶
	مرکزی	۱۱۵۳/۲۲	۱/۷۳
	فارس	۳۳۳/۲۶	۰/۵۰
	همدان	۵/۸۰	۰/۰۱

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۵. وضعیت همپوشانی استان‌های واقع در حوضهٔ آبخیز کارون

با توجه به اینکه حقابه در هر یک از مراکز جمعیتی مستقر در این استان‌ها تابعی از موقعیت مکانی آنها در حوضهٔ آبخیز کارون است، برنامه‌ریزی برای توسعهٔ این مناطق مبتنی بر مرزبندی سیاسی استان‌ها تخصیص عادلانهٔ آب را دچار اختلال کرده است. براساس رویکرد تفکر سیستمی، کهن‌الگوی موفقیت نشان می‌دهد که نابرابری در تخصیص منابع آبی حوضهٔ آبخیز کارون

از دلایل اصلی توسعهٔ نامتوازن استان‌های وقع در این حوضه است و می‌تواند چگونگی شکل‌گیری و تشدید مشکلات آبی موجود در حوضهٔ آبخیز کارون را توضیح دهد.

۳-۱. تأثیر مرزبندی‌های سیاسی بر پیچیدگی مدیریت منابع آب حوضهٔ آبخیز کارون

مدیریت منابع آبی ایران در مقیاس استانی انجام می‌گیرد؛ همچنین در داخل هر استان نیز دسته‌بندی‌های سیاسی دیگری به نام واحدهای شهرستان وجود دارد از این‌رو مدیریت منابع آب عملاً در مقیاس شهرستانی انجام می‌پذیرد. بروکراسی اداری، همکاری برای مدیریت منابع آب را بین این واحدهای سیاسی دشوار کرده است. مدیریت منابع آب در مقیاس استانی و شهرستانی سبب شده که منابع طبیعی مشاعی مثل آب در معرض رقابت بیشتری قرار گیرد. مبتنی بر کهن‌الگوی موفقیت، توزیع ناهمگون قدرت در استان‌های واقع در حوضهٔ آبخیز کارون که متأثر از ملاحظات و مرزبندی‌های سیاسی است موجب تخصیص ناعادلانهٔ منابع تولید به‌ویژه آب و بروز مشکلات محیط زیستی متعددی بین این استان‌ها شده است (جدول ۲).

با توجه به محدودیت ذاتی منابع آبی در تأمین نیاز آبی همهٔ استان‌ها و وابستگی بسیار زیاد توسعه به وجود منابع آبی، هر کدام از استان‌های حوضهٔ آبخیز کارون خواستار منابع آب بیشتری به‌منظور توسعه شده است. بدین ترتیب قدرت سیاسی واحد استان این امکان را فراهم می‌کند که منابع آبی را از گردش طبیعی در حوضهٔ آبخیز منحرف و به‌سمت استان دلخواه هدایت کند (جدول ۳).

جدول ۲. مقایسهٔ مرزبندی طبیعی و انسان‌ساز در مدیریت منابع آب و محیط زیست حوضهٔ آبخیز کارون

حالت ۱: مرزبندی انسان‌ساز (تقسیمات سیاسی)	حالت ۲: مرزبندی طبیعی (حوضهٔ آبخیز)	عوامل مرتبط با مدیریت منابع آب و محیط زیست در حالت‌های گوناگون
بالا	پایین	تمایل به احداث سد و اجرای طرح انتقال آب
بالا	پایین	تنش و منازعات آبی
پایین	بالا	مشارکت بین کاربران
بالا	پایین	پیچیدگی مدیریت منابع آب
بالا	پایین	رقابت در مصرف منابع بین کاربران آب
پایین	بالا	همگرایی با تفکر سیستمی
بالا	پایین	مسئولیت‌گریزی مدیران آب
پایین	بالا	سازگاری با تغییرات اقلیمی
پایین	بالا	حفظ تنوع زیستی و سلامت اکوسیستم
بالا	پایین	مهاجرت اجباری
پایین	بالا	عدالت زیستی و تخصیص عادلانه آب

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۳. مهم‌ترین طرح‌های انتقال آب از حوضهٔ آبخیز کارون

طرح انتقال آب	مبدأ		مقصد	
	استان	حوضهٔ آبخیز	استان	حوضهٔ آبخیز (درجه ۲)
تونل کوهرنگ ۱				
تونل کوهرنگ ۲	چهارمحال و بختیاری	کارون بزرگ	اصفهان	گاوخونی
تونل کوهرنگ ۳				
تونل بهشت‌آباد	چهارمحال و بختیاری	کارون بزرگ	اصفهان، کرمان، یزد	گاوخونی، کویر سیاه‌کوه، کویر در انجیر
چشمه لنگان	اصفهان	کارون بزرگ	اصفهان	گاوخونی
خدنگستان	اصفهان	کارون بزرگ	اصفهان	گاوخونی
ونک سولگان	چهارمحال و بختیاری	کارون بزرگ	کرمان	کویر در انجیر
قمرود	لرستان	کارون بزرگ	قم	دریاچه نمک
پروژهٔ سد کمال صالح	مرکزی	کارون بزرگ	مرکزی	دریاچه نمک

منبع: یافته‌های پژوهش

از این‌رو تغییر مسیر طبیعی آب در حوضهٔ آبخیز کارون موجب پیچیدگی مدیریت منابع آب شده است. تحلیل سیستمی نشان می‌دهد که حوضهٔ آبخیز کارون گرفتار نابرابری در اعطای فرصت رشد برابر به استان‌های مرتبط با خود شده است. تداوم این روال معیوب سبب شکل‌گیری رقابت مخربی بین استان‌های واقع در حوضهٔ آبخیز کارون شده است که نتیجهٔ آن موفقیت کاذب و کوتاه‌مدت استانی است که منابع آبی و حقابهٔ بقیهٔ استان‌ها را با هدف توسعهٔ بیشتر به‌سمت دلخواه هدایت کرده و به‌صورت غیرمستقیم سبب توسعهٔ ناپایدار سایر استان‌ها شده است.

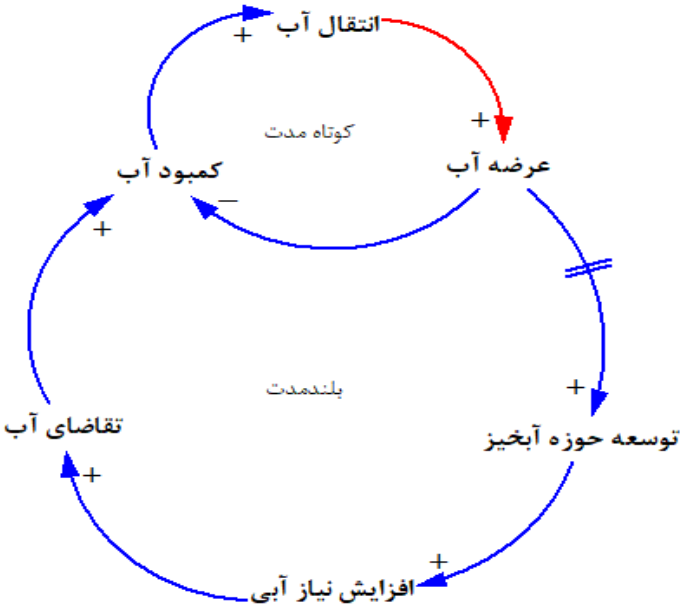
۳-۲. الگوی درمان‌های بدتر از درد

تعریف طرح‌های انتقال آب از راهکارهای شکست‌خورده و سیاست‌های گمراه‌کننده در حوضهٔ آبخیز کارون است که در دولت‌های مختلف به‌منظور مخفی نگه داشتن علائم توسعهٔ ناپایدار و با هدف حل پیچیدگی مدیریت منابع آبی این حوضه مدنظر قرار گرفته است. اما این طرح‌ها پاسخ موقتی به اثرهای منفی توسعهٔ ناپایدار داشته و با اینکه در کوتاه‌مدت موجب تسکین درد کمبود آب شده، در درازمدت به پیچیده‌تر شدن مدیریت منابع آب و بروز درگیری اجتماعی بین ذی‌نفعان حوضهٔ آبخیز کارون انجامیده است (جدول ۴). چنین وضعیتی که راه‌حل‌های پیشنهادی برای بهبود کارکرد سیستم به پیچیده‌تر شدن مسئله منجر شود، بیانگر فعال بودن الگوی درمان‌های بدتر از درد در این حوضه است (شکل ۶).

جدول ۴. کهن‌الگوی سیستمی درمان‌های بدتر از در حوضهٔ آبخیز کارون

کهن‌الگوی درمان‌های بدتر از درد						
سیستم	مشکل	اقدام مدیریتی	اثر کوتاه‌مدت	نتیجه	اثر بلندمدت	نتیجه
حوضهٔ آبخیز کارون	کمبود آب	انتقال آب	رفع تنش	مخفی شدن نشانه‌ها و علائم مشکل	تشدید کمبود آب	تقویت ریشه‌ها و عوامل مشکل
		سدسازی	شکوفایی اقتصادی	دریافت امتیازهای سیاسی	تخصیص نیافتن حقابهٔ محیط زیست	از بین رفتن تالاب‌ها و نابودی تنوع زیستی
		حفر چاه	تأمین آب کشاورزی و صنعت	تداوم کشاورزی ناکارآمد و توجیه استقرار صنایع در مکان نامناسب	تخلیه آبخوان و از بین رفتن ذخایر راهبردی	فرونشست و مهاجرت اجباری

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۶. الگوی درمان‌های بدتر از درد در حوضهٔ آبخیز کارون

۳-۳. امکان‌سنجی تطبیق مرزبندی‌های سیاسی و مرزهای حوضهٔ آبخیز

با طرح این پرسش فرضی مسیر توسعه در حوضهٔ آبخیز کارون به نقد گذاشته می‌شود. اگر مدیریت منابع آبی این حوضه از ابتدا به‌جای مرزبندی‌های سیاسی مبتنی بر مرزبندی‌های طبیعی حوضهٔ آبخیز صورت گرفته بود، رقابت بین استان‌ها بر سر جذب منابع مختلف تولید به‌ویژه آب شکل نمی‌گرفت و منابع آب بدون دخالت قدرت سیاسی بین استان‌ها در حوضهٔ آبخیز گردش داشت. بنابراین می‌توان انتظار داشت که صنایع آب‌بر در شهرهای خشکی مثل اصفهان استقرار پیدا نمی‌کردند، قدرت سیاسی نابرابر بین استان‌ها مکان‌یابی سدهای مختلف را تعیین نمی‌کرد، طرح‌های انتقال آب برای جبران نیاز آبی ساختگی در شهرهای خشک، توجیه‌پذیر نمی‌شدند، بین جمعیت و منابع آبی موجود در هر محدوده جغرافیایی موازنه برقرار می‌شد و به‌طور کلی توسعه در هر محدودهٔ جغرافیایی منطبق بر موجودی منابع آب انجام می‌گرفت.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مسیر توسعهٔ استان‌های واقع در حوضهٔ آبخیز کارون مانند بقیهٔ نقاط کشور، مقوله‌های آمایش سرزمین و ملاحظات آبی نسبت به قدرت سیاسی تصمیم‌گیران، دارای اثرگذاری کمتری بوده است از این‌رو توسعه در بیشتر مناطق این حوضه ناپایدار بوده است (اشرف و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهش کنونی مشخص شد که مغایرت مرزهای سیاسی با مرزهای طبیعی سبب پیچیدگی مدیریت منابع آبی در حوضهٔ آبخیز کارون شده است که با نتایج سایر پژوهشگران در مناطق مختلف مطابقت دارد (Schlager & Blomquist, 1999., Kauffman., 2002., Paton et al, 2004., Memon et al, 2010., Davidson & Cohen, 2011., Strange & Dallimer, 2015., Gardner, 2019., Zipper et al, 2020). به‌عبارتی تصمیم‌گیرندگان در سطح استان‌های واقع در حوضهٔ آبخیز کارون به‌جای درک پیچیدگی سامانه آب و مفهوم مرزهای حوضهٔ آبخیز، بر مرزهای سیاسی استان تمرکز کرده و سعی در ساده‌سازی آن داشته‌اند از این‌رو راهکارهای مهندسی مثل سدسازی، حفر چاه و انتقال آب که همگی در پی افزایش عرضهٔ آب و تسکین مقطعی اکوسیستم هستند، بر راهکارهای تطبیق با طبیعت که در پی کاهش مصرف منابع آب هستند ارجحیت یافته‌اند که با نتایج پژوهش‌های مدنی (۲۰۱۴) و نوری و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد. تعمق و بررسی در تحلیل سیستمی حوضهٔ آبخیز کارون نشان داد که دو ساختار شناخته‌شده از ادبیات پویایی سیستم در این حوضه فعال است. الگوی اول به‌عنوان درمان‌های بدتر از درد شناخته می‌شود. به‌موجب این الگو راه‌حل‌های تکراری و اشتباه فقط به‌دلیل از بین بردن موقت علائم و دریافت امتیازهای سیاسی در ازای تقویت عوامل ریشه‌ای و تحمیل هزینه‌های سنگین اجتماعی و اکولوژیکی مدنظر تصمیم‌گیران حوضهٔ آبخیز کارون قرار گرفته است (شکل ۱). این الگو که موجب تعویق بحران در بلندمدت می‌شود، سبب رونق یافتن طرح‌های انتقال آب در حوضهٔ آبخیز کارون شده است که با نتایج پژوهش‌های مدنی (۲۰۱۴) و نیز گوهری و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. برای رهایی از این مشکل باید راهکارهای پیشنهادی برای حل مسئله با دقت ارزیابی شوند و در صورت محرز شدن خطا به‌عنوان تجربه مدنظر قرار گیرند تا از تکرار آن پرهیز شود (Turner et al, 2016., Arnold, 2021). الگوی بعدی که در حوضهٔ آبخیز کارون فعال است، ساختار موفقیت برای موفق است که سبب شده در رقابتی نابرابر، منابع مورد نیاز تولید به‌صورت ناعادلانه و متکی بر قدرت سیاسی بین استان‌های واقع در حوضهٔ آبخیز کارون توزیع شوند. این مسئله تداوم تخصیص ناعادلانهٔ این ساختار را تقویت می‌کند و این روال معیوب تا زمانی که مدیران و سیاستمداران در عمل توسعهٔ ناپایدار را بپذیرند ادامه خواهد یافت. برای برون‌رفت از این شرایط و توسعهٔ پایدار باید در تخصیص منابع مورد نیاز تولید به‌ویژه آب بازنگری شود (Bardoel & Haslettm, 2004). تغییر مرزبندی‌ها از حالت سیاسی به طبیعی از طریق کاهش رقابت بین استان‌های ذی‌نفع بر سر منبع مشاع آب، موجب تخصیص عادلانهٔ آب و توسعهٔ پایدار می‌شود. برنامه‌ریزی مبتنی بر سازوکار رودخانه می‌تواند مدیران آب را به‌سمت تخصیص عادلانهٔ آب هدایت کرده و از منازعات آبی بین استان‌های مختلف جلوگیری کند از این‌رو پژوهش دربارهٔ منابع آب در مقیاس حوضهٔ آبخیز به‌عنوان واحد پایهٔ پژوهش‌ها می‌تواند مدیریت منابع آبی حوضهٔ آبخیز کارون را تسهیل و به تأمین سلامت اکوسیستم کمک کند. این موضوع با نتایج پژوهش‌های مختلف همخوانی دارد (Noori et al, 2021., Baril et al, 2006., Gardiner et al, 1994، نوری و همکاران ۲۰۲۱). پژوهش‌های اخیر در مقیاس جهانی وجود ارتباطات بسیار قوی را بین مرزهای سیاسی و حتی هیدرولوژیکی در حوضه‌های آبخیز مجزا نشان می‌دهد،

به‌طوری که نمی‌توان آنها را جدا از هم در نظر گرفت (Van der Ent et al, 2010., Keys et al, 2017., Keune & Miralles, 2019). در خصوص حوضهٔ آبخیز کارون وجود سازندهای کارستی رشته‌کوه زاگرس و پدیدهٔ فرار آب تشخیص مرزهای هیدرولوژیکی حوضه را دشوار کرده است؛ بنابراین تنظیم سیاست‌های کلی مدیریت منابع آب با اتکای کامل به مرزهای سیاسی و هیدرولوژیکی حوضهٔ آبخیز غایت کار نیست و نیازمند رشته‌ای از اقدامات متنوع برای مدیریت بهینهٔ منابع آبی است. اما نکتهٔ مسلم، داشتن نگاهی اکوسیستم‌محور و تکیه بر مفاهیم پویایی سیستم در مدیریت منابع آبی است (Zipper et al, 2020). در شرایط کنونی محدودیت ذاتی منابع آبی، تحریم‌های بین‌المللی و فشارهای حاصل از تغییرات اقلیمی پیچیدگی مدیریت منابع آبی کشور را تشدید کرده است، به‌طوری که تکرار خشکسالی‌های طبیعی و تداوم خشکسالی‌های انسان‌ساخت زمینه‌ساز منازعات آبی شدیدی بین استان‌های مختلف شده است؛ درحالی که برخی از سیاست‌ها همچون تعریف طرح‌های انتقال آب در دستور کار قرار گرفته است. بنابراین باید سیاست‌های کلی مدیریت منابع آب مبتنی بر واقعیت موجود اکوسیستم ایران بازنگری شوند و تلاش شود که در مدیریت منابع آب نگاه عرضه‌محوری مدیران و تصمیم‌گیران به‌سمت اصلاح و بهبود مدیریت مصرف تغییر یابد و نیز از تکرار راهکارهایی که در ادوار مختلف منجر به شکست شده‌اند جلوگیری شود. تنظیم سیاست‌های کلان مدیریت منابع آبی کشور تحت حاکمیت اقلیمی و متکی بر مرزهای طبیعی حوضهٔ آبخیز از پیش‌نیازهای اصلی توسعهٔ پایدار است که باید به‌عنوان منشور اصلی مدیریت منابع آبی در حوضهٔ آبخیز کارون و دیگر حوضه‌های آبخیز کشور مدنظر قرار گیرد.

References

Abdelhady, D., Aggestam, K., Andersson, D. E., Beckman, O., Berndtsson, R., Palmgren, K. B. ... & Pilesjö, P. (2015). The Nile and the Grand Ethiopian Renaissance Dam: Is there a meeting point between nationalism and hydrosolidarity?. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 155(1), 73-82.

Arnold, R. D. (2021). *Systems Thinking: Definition, Skills, Simulation, and Assessment*. Stevens Institute of Technology.

Ashraf, B., AghaKouchak, A., Alizadeh, A., Mousavi Baygi, M., R. Moftakhari, H., Mirchi, A., ... & Madani, K. (2017). Quantifying anthropogenic stress on groundwater resources. *Scientific reports*, 7(1), 12910. (In Persian)

Baker, M. E., Weller, D. E., & Jordan, T. E. (2006). Comparison of automated watershed delineations. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(2), 159-168.

Bardoel, E. A., & Haslett, T. (2004). Success to the successful: The use of systems thinking tools in teaching OB. *Organization Management Journal*, 1(2), 5.

Balibar, E. (2002). *World borders, political borders*. Pmla, 117(1), 68-78.

Baril, P., Maranda, Y., & Baudrand, J. (2006). Integrated watershed management in Quebec (Canada): a participatory approach centred on local solidarity. *Water Science and Technology*, 53(10), 301-307.

Bernauer, T., & Siegfried, T. (2012). Climate change and international water conflict in Central Asia. *Journal of Peace Research*, 49(1), 227-239.

Blomquist, W., & Schlager, E. (1999). *Watershed management from the ground up: political science and the explanation of regional governance arrangements*. American Political Science Association.

Cohen, A., & Davidson, S. (2011). The watershed approach: Challenges, antecedents, and the transition from technical tool to governance unit. *Water alternatives*, 4(1), 1.

Dallimer, M., & Strange, N. (2015). Why socio-political borders and boundaries matter in conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 30(3), 132-139.

Eklund, L., & Thompson, D. (2017). Differences in resource management affects drought vulnerability across the borders between Iraq, Syria, and Turkey. *Ecology and Society*, 22(4).

Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System dynamics review*, 10(2-3), 245-256.

Gardiner, J., Thomson, K., & Newson, M. (1994). Integrated watershed/river catchment planning and management: a comparison of selected Canadian and United Kingdom experiences. *Journal of Environmental Planning and Management*, 37(1), 53-67.

Gardner, K. (2019). Moving watersheds, borderless maps, and imperial geography in India's Northwestern Himalaya. *The Historical Journal*, 62(1), 149-170.

Gohari, A., Eslamian, S., Mirchi, A., Abedi-Koupaei, J., Bavani, A. M., & Madani, K. (2013). Water transfer as a solution to water shortage: a fix that can backfire. *Journal of Hydrology*, 491, 23-39.

Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. Transactions, *American geophysical union*, 13(1), 350-361.

Hulme, M. (2008). Geographical work at the boundaries of climate change. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 33(1), 5-11.

Iran Water Resources Management Company. (2022). (In Persian)

Keys, P. W., Collins, P. M., Chaplin-Kramer, R., & Wang-Erlandsson, L. (2024). Atmospheric water recycling an essential feature of critical natural asset stewardship. *Global Sustainability*, 7, e2.

Kauffman, G. J. (2002). What if… the United States of America were based on watersheds? *Water Policy*, 4(1), 57-68.

Keune, J., & Miralles, D. G. (2019). A precipitation recycling network to assess freshwater vulnerability: Challenging the watershed convention. *Water Resources Research*, 55(11), 9947-9961.

Keys, P. W., Wang-Erlandsson, L., Gordon, L. J., Galaz, V., & Ebbesson, J. (2017). Approaching moisture recycling governance. *Global Environmental Change*, 45, 15-23.

Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis? *Journal of environmental studies and sciences*, 4, 315-328. (In Persian)

Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. *Chelsea green publishing*.

Memon, A., Painter, B., & Weber, E. (2010). Enhancing potential for integrated catchment management in New Zealand: a multi-scalar, strategic perspective. *Australasian journal of environmental managemen*t, 17(1), 35-44.

Noori, R., Maghrebi, M., Mirchi, A., Tang, Q., Bhattarai, R., Sadegh, M., ... & Madani, K. (2021). Anthropogenic depletion of Iran's aquifers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(25), e2024221118.

Paton, S., Curtis, A., McDonald, G., & Woods, M. (2004). Regional natural resource management: is it sustainable. *Australasian Journal of Environmental Management*, 11(4), 259-267.

Pierrat, E., Dorber, M., de Graaf, I., Laurent, A., Hauschild, M. Z., Rygaard, M., & Barbarossa, V. (2023). Multicompartment depletion factors for water consumption on a global scale. *Environmental Science & Technology*, 57(10), 4318-4331.

Powell, J. W. (1879). Report on the lands of the arid region of the United States: With a more detailed account of the lands of Utah. With maps. US Government Printing Office.

Sadoff, C. W., & Grey, D. (2002). Beyond the river: the benefits of cooperation on international rivers. *Water policy*, 4(5), 389-403.

Sterman, J. (2002). *System Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*.

Thomas, C. D. (2010). Climate, climate change and range boundaries. *Diversity and Distributions*, 16(3), 488-495.

Turner, B. L., Menendez III, H. M., Gates, R., Tedeschi, L. O., & Atzori, A. S. (2016). System dynamics modeling for agricultural and natural resource management issues: Review of some past cases and forecasting future roles. *Resources*, 5(4), 40.

Van der Ent, R. J., Savenije, H. H., Schaefli, B., & Steele-Dunne, S. C. (2010). Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, 46(9).

Wolf, A. T., Yoffe, S. B., & Giordano, M. (2003). International waters: identifying basins at risk. *Water policy*, 5(1), 29-60.

Yoffe, S., Fiske, G., Giordano, M., Giordano, M., Larson, K., Stahl, K., & Wolf, A. T. (2004). Geography of international water conflict and cooperation: Data sets and applications. *Water resources research*, 40(5).

Yousefi, S., Mirzaee, S., Keesstra, S., Surian, N., Pourghasemi, H. R., Zakizadeh, H. R., & Tabibian, S. (2018). Effects of an extreme flood on river morphology (case study: Karoon River, Iran). *Geomorphology*, 304, 30-39. (In Persian)

Zipper, S. C., Jaramillo, F., Wang-Erlandsson, L., Cornell, S. E., Gleeson, T., Porkka, M. ... & Gordon, L. (2020). Integrating the water planetary boundary with water management from local to global scales. *Earth's Future*, 8(2), e2019EF001377.