



**Analysis of Land Boundary Patterns in Iran's Water Resources Governance System:
Application of Watershed Approach in Sustainable Development**

Payam Amouzegari*

Watershed Science and Engineering Department, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 02 October 2024/ **Revised:** 03 October 2024/ **Accepted:** 07 October 2024

<https://doi.org/10.22034/arwe.2024.2042487.1027>

Abstract

The macro water system flows in nature based on the physiographic condition of watershed and it is not limited to by a political border. In order to achieve water governance and rational use of natural resources, water resources must be managed at the watershed scale and under climate governance. But in most areas where urbanization has grown based on political borders, they mistakenly reduce the water system to the same range of political borders, which causes disruption in a chain of ecosystem relationships and complexity in water resources management. This issue has historical roots and originates from insufficient knowledge and technological limitations in the past era and when Political 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 been possible to link the political boundaries with the boundaries of the watershed by producing and presenting 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 study, by using the geographic information system, the border construction patterns in the country's watersheds have been analyzed. The results of this research show that matching political borders with watershed borders is a necessary step for the governance of Iran's water resources and sustainable development.

Keywords: Climate change, Political border, Systems thinking, Watershed.



واکاوی الگوهای مرزبندی زمین در نظام حکمرانی منابع آب ایران (کاربست آبخیزداری در توسعه پایدار)

پیام آموزگاری*

گروه علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

دریافت: ۱۱ مهر ماه ۱۴۰۳ / اصلاحات: ۱۲ مهر ماه ۱۴۰۳ / پذیرش: ۱۶ مهر ماه ۱۴۰۳

<https://doi.org/10.22034/arwe.2024.2042487.1027>

چکیده

کلان سامانه آب مبتنی بر وضعیت فیزیوگرافی حوزه‌های آبخیز در طبیعت جریان دارد و در یک مرزبندی سیاسی محدود نمی‌شود. به‌منظور حکمرانی آب و استفاده عقلایی از منابع طبیعی بایستی منابع آب در مقیاس حوزه آبخیز و تحت حاکمیت اقلیمی مدیریت شوند. اما در اکثر مناطقی که شهرنشینی رشد پیدا کرده است مبتنی بر مرزبندی‌های سیاسی و انسان‌ساز، به اشتباه قلمرو سامانه آب را نیز به همان محدوده مرزهای سیاسی تقلیل می‌دهند که موجب اختلال در زنجیره‌ای از روابط اکوسیستمی و پیچیدگی در مدیریت منابع آب می‌شود. این مسئله ریشه تاریخی دارد و نشأت گرفته از دانش ناکافی و محدودیت فناوری در عصر گذشته و زمان شکل‌گیری مرزهای سیاسی است. اما در عصر حاضر با توجه به پیشرفت فناوری و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نیز افزایش دانش بشر در مورد پیچیدگی ذاتی سامانه آب این امکان فراهم شده است که با تولید و ارائه نقشه‌های جدید، مرزهای سیاسی را با مرزهای حوزه آبخیز پیوند داد. ادبیات پژوهش نشان می‌دهد در کشورهایی که مرزهای سیاسی و مرزهای حوزه آبخیز تطابق بیشتری با هم دارند منابع آبی و سایر کالاهای محیط‌زیستی به نحو بهتری محافظت شده‌اند. لذا در مطالعه کنونی با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی الگوهای مرزبندی در خصوص حوزه‌های آبخیز کشور واکاوی شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تطبیق مرزهای سیاسی با مرزهای حوزه آبخیز گامی ضروری برای حکمرانی منابع آبی ایران و توسعه پایدار است.

کلمات کلیدی: تغییرات اقلیم، تفکر سیستمی، حوزه آبخیز، مرز سیاسی.

مقدمه

حکمرانی منابع آب در گرو شناخت اجزای گوناگون حوزه آبخیز و ارتباطات بین آنها است و درک چگونگی این ارتباطات بایستی در چارچوب تفکر سیستمی انجام پذیرد (Hjorth and Madani, 2023; Baijius et al, 2024). حوزه آبخیز به پهنه‌ای از زمین اطلاق می‌شود که مبتنی بر شیب و ساختار زمین‌شناسی بارش‌های جوی را در آبراهه‌ها تجمع و به یک خروجی مشخص با کمترین میزان ارتفاع زهکشی می‌کند (Strahler, 1957). در همین خصوص واحد حوزه آبخیز جزو سیستم‌های انسانی-طبیعی دسته‌بندی می‌شود که مجموعه‌ای از روابط درهم‌تنیده انسان با آب و سایر کالاهای محیط‌زیستی موجود در طبیعت را دربر می‌گیرد. در مقیاسی بزرگ‌تر این گونه سیستم‌ها خود به‌عنوان زیرسیستمی از کلان سامانه آب در رده سیستم‌های پیچیده^۱ و پویا در نظر گرفته می‌شوند (Sterman, 2002; Baker et al., 2006). از نظر ماهیت سیستمی نحوه‌ی سازوکار سیستم‌های پویا نسبت به سیستم‌های ایستا، از آن حیث که دارای اجزایی با رفتار غیرقابل پیش‌بینی هستند دارای پیچیدگی و درهم ریختگی است (Meadows, 2008). لذا هنگام مطالعه منابع آب از رویکرد تفکر سیستمی به‌منظور توصیف کلان سامانه آب استفاده می‌شود (Bardoel and Haslett, 2004; Gohari et al, 2013; Arnold, 2021). جریان منابع آب در طبیعت مرزبندی‌های سیاسی را به رسمیت نمی‌شناسد لذا به‌منظور حکمرانی پایدار منابع آب ضروری است که منابع آبی را مبتنی بر وضعیت حوزه آبخیز و تحت حاکمیت اقلیمی مورد بررسی قرار داد (Kauffman, 2002; Zipper et al, 2020; Keys et al, 2024). به‌منظور پیاده‌سازی حکمرانی آب ضروری است ابعاد مکانی و حتی زمانی چرخه آب در نظر گرفته شود که در این صورت به مدیریت پایدار منابع آب منتهی خواهد شد (Horton, 1932; Paton et al, 2004). اما در عمل پژوهشگران این حوزه در هنگام مطالعه منابع آب با محدودیت منابع مختلف اعم از زمان و هزینه مواجه می‌شوند لذا مرز منطقه مورد مطالعه را به یک محدوده کوچک تقلیل می‌دهند که باعث حذف و عدم در نظر گرفته شدن مجموعه‌ای از روابط گوناگون مابین اکوسیستم‌ها می‌شود. نادیده انگاشتن اثر چندسویه روابط در یک اکوسیستم، تصمیم‌گیری برای مدیریت منابع آب را با خطا همراه خواهد کرد (Meadows, 2008). یکی از موضوعات بنیادین که در حکمرانی منابع آب چالش‌زا است مسئله شکل‌گیری مرزهای سیاسی و اثرگذاری این مرزها در گردش طبیعی جریان آب در طبیعت است. این مسئله از آن جهت که با ابعاد اجتماعی سامانه آب مرتبط است کمتر مورد توجه پژوهشگران و مدیران منابع آب قرار گرفته است (Eklund et al, 2017; Cohen and Davidson, 2011; Gardiner et al, 1994). علیرغم شکل‌گیری مرزهای سیاسی و انسان‌ساخت بین جوامع انسانی گوناگون مستقر در نقاط مختلف جهان نمی‌توان هیچ مرزی برای محیط‌زیست در نظر گرفت (Dallimer and Strange, 2015; Thomas, 2010). براساس رویکرد تفکر سیستمی^۲ به‌منظور دستیابی به حکمرانی آب لازم است تا منابع آب به‌صورت جهانی و یکپارچه مدیریت شود (Hulme, 2008; Pierrat et al, 2023). اما مرزبندی‌های سیاسی کشورها که نشأت گرفته از مسائل گوناگون است (Balibar, 2002) شرایط را به وضعیتی کشانده است که مدیریت منابع آب عملاً در قلمروهای سیاسی در نظر گرفته شود. این موضوع موجب قطع زنجیره‌ای از روابط اکوسیستمی و تشدید پیچیدگی در مدیریت منابع آب می‌شود. مرزبندی سیاسی معمولاً از مسائل تاریخی نشأت می‌گیرد. هنگام شکل‌گیری مرزهای سیاسی بنابر دانش و محدودیت فناوری در عصر گذشته امکان مداخله علمی و در نظر گرفتن ملاحظات محیط‌زیستی در ترسیم مرزها فراهم نبوده است. در شرایطی که یک حوزه آبخیز محدوده‌هایی از دو یا چند کشور را به‌صورت مشترک در برمی‌گیرد این مسئله می‌تواند زمینه‌ساز بروز درگیری بین‌المللی شود (Sadoff et al, 2002; Wolf et al, 2003; Yoffe et al, 2004). مناقشات آبی کشورهای مختلف بخصوص در خاورمیانه و شمال آفریقا مثالی از چالش‌های مربوط به مرزبندی سیاسی بین این دولت‌ها برای تخصیص عادلانه آب است (Bernauer and 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^۳ و نیز افزایش دانش بشر در مورد پیچیدگی ذاتی سامانه آب این امکان فراهم شده است که با تولید و ارائه نقشه‌های جدید، مرزهای سیاسی را با مرزهای حوزه آبخیز تطبیق داد. در خصوص مرزبندی‌های سیاسی و چالش‌های پیش‌روی حکمرانی منابع آب پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. برای اولین بار پاول (Powell, 1879) به‌منظور تخصیص عادلانه آب پیشنهاد داد که مرزبندی سیاسی منطبق بر حوزه‌های آبخیز باشد. گاردینر و همکاران (Gardiner et al., 1994) ضمن بررسی حوزه‌های آبخیز کانادا، ولز و انگلستان دریافتند که

بین برنامه‌ریزی در مقیاس استان و پیاده‌سازی در مقیاس حوزه آبخیز شکاف بزرگی وجود دارد. در یکی از بنیادی‌ترین مطالعات در این زمینه که توسط کافمن (Kauffman, 2002) انجام شد حوزه‌های آبخیز ایالات متحده آمریکا و مرزبندی‌های سیاسی بین ایالات‌ها به‌طور کامل بررسی شد. نتایج پژوهش او نشان داد که در ایالت‌هایی که مرز حوزه آبخیز تطابق بیشتری با مرز سیاسی دارد چالش‌های حکمرانی منابع آب کمتر بوده است و اگر از ابتدا ایالت‌های آمریکا را مبتنی بر حوزه‌های آبخیز تقسیم‌بندی می‌کردند مشکلات به مراتب کمتری در مدیریت منابع آب ایجاد می‌شد. مرور ادبیات موضوع پژوهش بیانگر تلاش جامعه علمی برای تطبیق مرزهای سیاسی با مرزهای طبیعی حوزه آبخیز در حکمرانی منابع آب است (Schlager and Blomquist, 1999; Paton et al, 2004; Memon et al, 2010; Davidson and Cohen, 2011; Strange and Dallimer, 2015; Gardner, 2019; Zipper et al, 2020). این در حالیست که در سال‌های اخیر بنا بر گستره وسیع کشور ایران برخی از استان‌ها تقسیم شده است که مسائل مرتبط با مرزبندی‌های سیاسی را افزایش داده است لذا هدف اصلی مطالعه حاضر واکاوی مرزهای سیاسی (انسان‌ساخت) و طبیعی (مرز حوزه آبخیز) در نظام حکمرانی منابع آب است. حال که در این شرایط هستیم و امکان مدیریت یکپارچه منابع آب کره زمین با چالش‌های اجتماعی-سیاسی همراه شده است، چه باید کرد؟ برنامه‌ریزی مبتنی بر مکانیسم رودخانه می‌تواند حکمرانی منابع آب را تسهیل کند. به‌منظور بررسی این مسئله کشور ایران را به دو دلیل بررسی میکنیم: ۱- شرایط هیدرواقليمی متنوعی دارد. ۲- پیشینه تاریخی زیادی در مورد آب دارد.

۱- شرایط هیدرواقليمی ایران

بدنبال آخرین تغییرات زمین‌شناسی در غرب آسیا، پوسته ایران زمین مابین دو پوسته قاره‌ای آفریقا از جنوب غرب و اوراسیا از شمال شرق قرار گرفته است. بدین ترتیب با تشکیل سلسله جبال زاگرس و البرز مساحت زیادی از سرزمین ایران دارای توپوگرافی شد و حوزه‌های آبخیز فراوانی در آن شکل گرفت. میزان آبی که بواسطه چرخه آب از جو به زمین منتقل می‌شود از طریق شبکه آبراه‌های موجود در حوزه‌های آبخیز از ارتفاعات به مناطق پست زهکشی می‌شود. جریان آب رودخانه‌ها و مسیل‌ها در کوهپایه‌های البرز و زاگرس باعث شد تا رسوبات به دشت‌ها منتقل شود. انباشت رسوبات با دانه‌بندی متنوع در گذر زمان باعث تشکیل آبخوان‌های پرابی در مخروط افکنه‌ها گردید و زمینه‌ای برای شروع حیات شکل گرفت (Haynes and McQuillan, 1974). بنابراین تنوع زمین‌شناسی به سهم خود موجب تنوع اقلیمی شد و در حوزه‌های آبخیز با زمین‌شناسی متفاوت، اکوسیستم‌های گوناگونی شکل گرفت به‌گونه‌ای که مجموعه‌ای متنوع از پدیده‌های طبیعی اعم از جنگل، مرتع، کویر، یخچال، آتش‌فشان، چشمه، تالاب، دریا، دریاچه، رودخانه و... در سرزمین ایران تشکیل شده است (Habibi and Ruban, 2017; Yousefi et al, 2019). در فصول سرد، مناطق زیادی از کشور دمای زیر صفر را تجربه می‌کنند، با وجود این گرم‌ترین نقطه کره زمین با دمای بالاتر از ۸۰ درجه در کویر لوت وجود دارد (Azarderakhsh et al, 2020). همچنین بارش‌های جوی بصورت پراکنده و نامنظم از ۱۳۰۰ میلیمتر در رشت تا ۶۰ میلیمتر در یزد متغیر است. بطور کلی وضعیت بارش و تبخیر در ایران به نسبت سه به یک از میانگین سالانه جهانی فاصله دارد (Afshar and Fahmi, 2019). بنابراین علیرغم تنوع زمین‌شناسی، اقلیمی و تنوع زیستی غنی که دارد اما محدودیت ذاتی منابع آب باعث شکنندگی اکوسیستم ایران شده است. تنوع اقلیمی و زیستی موجب شده تا جوامع انسانی گوناگونی با قومیت‌های متفاوت در مناطق مختلف ایران تشکیل شود که در هر کدام از آن‌ها بسته به محیطی که در آن قرار گرفته‌اند باورها و رفتارهای مختلفی نهادینه شد و باعث شکل‌گیری خرده فرهنگ‌های متنوعی در سرتاسر کشور شده است. همچنین از نظر جغرافیایی ایران موقعیت استراتژیکی دارد و به دریاهای آزاد منتهی می‌شود. محدوده وسیعی دارد که از منظر تقسیم‌بندی سیاسی با ۱۵ کشور دیگر مرز مشترک (مرز زمینی و مرز دریایی) دارد. معادن، منابع انرژی و بطور کلی فرصت‌ها و ظرفیت‌های بسیار فراوانی برای توسعه در این کشور مهیا شده است. شکنندگی اکوسیستم مدیریت منابع آب را در این سرزمین پیچیده نموده است.

۲- پیشینه تاریخی آب در ایران

با وجود محدودیت ذاتی منابع آب شیرین در کمربند خشک خاورمیانه، ایرانیان در مدیریت منابع آب پیشتاز بوده‌اند و به‌خوبی به نقش ارزشمند آب در فرآیند تولید و توسعه پی برده‌اند. برای جشن آب در زمان‌های گذشته، سرودن شعر مرتبط با آب و اختصاص روز آب در تقویم شمسی بازتاب ارتباط عمیق هویت ایرانیان با منابع آب و ارزشمند بودن آن در شالوده فرهنگ ایران قدیم بوده است (Manuel et al, 2018). نمی‌توانیم در مورد گذشته آبی ایران صحبت کنیم بدون اینکه از قنات اسمی نبریم. مجموعه‌ای طولانی از تونل‌های

زیرزمینی افقی و عمودی که آب مازاد خاک را به کمک انرژی گرانش زمین به یک خروجی مشخص زهکش می‌کند. حفاری در اعماق زیرزمین و برقراری شیب بهینه جهت عبور آب به گونه‌ای که آب مستحصل شده در عمق ۳۵۰ متری نه در زمین نفوذ کند و نه موجب فرسایش بستر شود حاکی از وجود مهارت و دانش بومی بسیار غنی در حوزه مدیریت منابع آبی این سرزمین است (Alemohammad and Gharari 2017). در واقع احتیاج و نبوغ دانش بومی منجر به خلق پاسخی مثبت به محدودیت آبی شد که زیربنای تمدن فلات مرکزی ایران است (Saatsaz, 2020). مردم ایران با اختراع مجموعه ارزشمندی از روش‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای که با دانش بومی لعاب گرفته‌اند (جدول ۱)، توانسته‌اند از منابع آب بصورت هوشمندانه و پایدار در یک مکان خشک، سیل خیز و کم آب زندگی کنند، تمدن‌سازی کنند و نمونه‌ای از یک تجربه موفق از زندگی اجتماعی انسان‌ها در شرایط سخت طبیعت بر جای بگذارند (Madani, 2014). در نیم قرن اخیر مسائل اجتماعی مختلفی در ایران روی داده است و مسیر توسعه تحت تاثیر این عوامل از مدار پایداری خارج شده است. از آنجایی که اثر منفی درازمدت تصمیم‌گیری‌های مرتبط با آب و محیط‌زیست در بازه‌ای بیشتر از عمر مدیریتی یک انسان روی می‌دهد لذا احتمال اینکه تصمیم‌گیرندگان این حوزه از جانب طرفداران محیط‌زیست کمتر در معرض نقد و انتقاد قرار گیرند، کاهش یافته است و به مرور زمان احتمال تغییر و یا بازنگری در سیاست‌های مدیریتی اشتباه کاهش یافته است. لذا روند اضمحلال منابع آب شدت گرفته است. این در حالیست که آخرین تصمیم‌های دولت منعکس کننده جایگزینی رویکردهای سخت و مهندسی مطلق با رویکردهای سازگار با طبیعت است. بحث شیرین‌سازی آب دریا و انتقال آن به فلات مرکزی ایران در قالب یک شبکه هیدرولیکی ۳۵۰۰ کیلومتری، سدسازی و همچنین استحصال آب‌های ژرف در دستور کار دولت قرار گرفته است. استمرار چنین سیاست‌هایی که همگی در پی افزایش عرضه آب هستند بصورت مسکن و مقطعی عمل کرده و بدون توجه به اثرات درازمدت، مسائل و مشکلات حوزه آب را تشدید می‌کنند (Gohari et al, 2013). در شرایط کنونی کشور، عدم رفتار صحیح با سامانه آب باعث کاهش چشمگیر منابع آب شده و تحت عنوان خشکسالی‌های انسان‌ساخت محیط‌زیست سرزمین را با مشکل جدی مواجه کرده است (AghaKouchak et al, 2021). در چنین وضعیتی یا باید شیوه حکمرانی موجود ادامه پیدا کند که در این صورت تداوم تخریب و به مخاطره انداختن امنیت زیستی سرزمین را بدنبال دارد و یا اینکه سیاست جدیدی برای نظام حکمرانی منابع آب کشور اتخاذ شود.

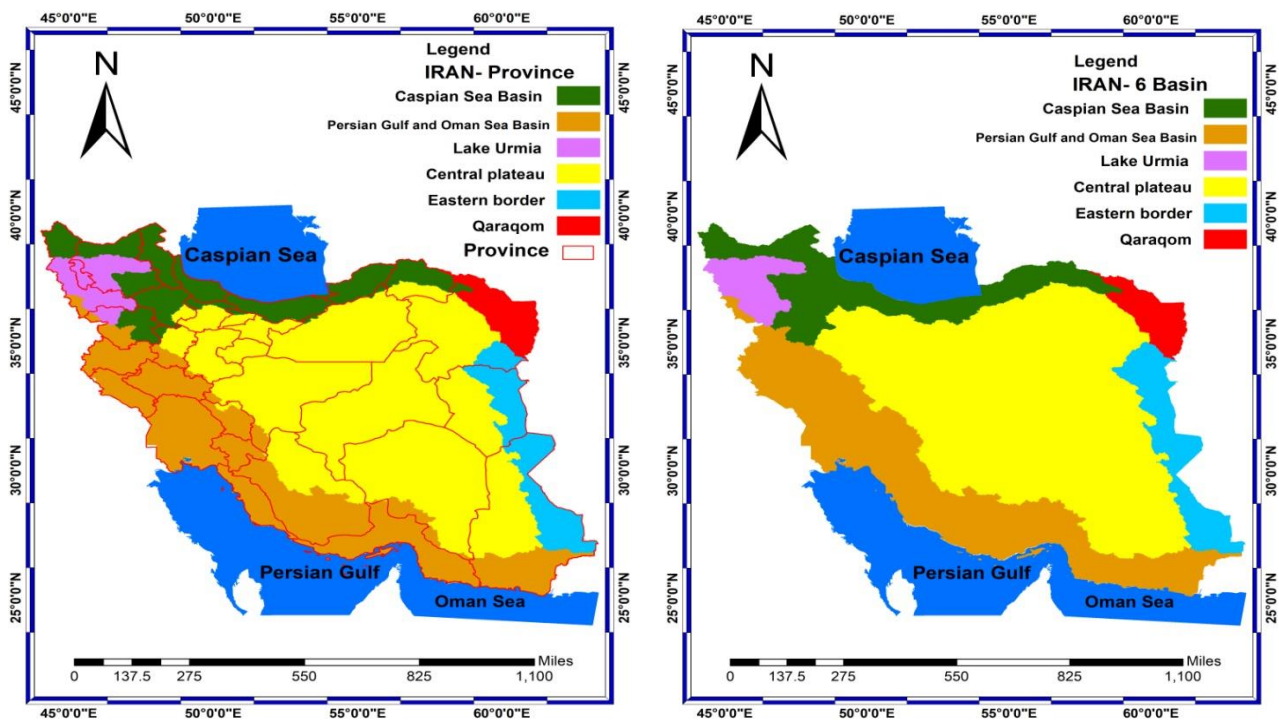
جدول ۱. دانش بومی مرتبط با مدیریت منابع آب

Table 1. Indigenous knowledge in Iran's water resources management

دانش بومی		نام دانش بومی	کاربرد دانش بومی
غیر سازه‌ای	سازه‌ای		
	*	قنات	استحصال آب
*	*	باغستان سنتی قزوین	مدیریت سیل و خشکسالی
*		کشت هندوانه دیم	استفاده از رطوبت خاک
*		بازار آب، میراب، مقسم	تخصیص عادلانه آب
	*	بادگیر یزد	خنک سازی و کاهش نیاز به مصرف آب
	*	آسیاب آبی شوشتر	استفاده از انرژی جنبش آب
	*	آب انبار	ذخیره آب با دمای مناسب
	*	پل کشکان	مهار سیلاب
	*	سد قوسی طیس	ذخیره آب
*	*	لوله سفالی، حشر	هدایت آب
*		نثار و برآفتاب کردن	بهره‌برداری از رطوبت خاک در مراتع
	*	تغذیه مصنوعی آبخوان	چاه نزو

آیا عدم تطابق مرزهای حوزه آبخیز با مرزهای سیاسی مشکلات مدیریت منابع آبی ایران را تشدید کرده است؟

کسی که هیدرولوژی خوانده باشد می‌داند که بنابر پیچیدگی ذاتی مدیریت منابع آب هرگونه برنامه ریزی متکی بر مرزبندی‌های سیاسی می‌تواند مدیریت منابع آب را در حوزه آبخیز پیچیده‌تر کند (Kauffman, 2002). بر اساس تقسیمات سیاسی، ایران به ۳۱ استان تقسیم می‌شود که در قالب ۶ حوزه آبخیز درجه یک، منابع آب را از ارتفاعات به مناطق پست زهکشی می‌کنند (شکل ۱). هر حوزه آبخیز درجه یک به نوبه خود از اجتماع زیرحوزه‌های درجه دو دیگری تشکیل شده است به طوری که در حالت کلی به ۳۰ زیرحوزه درجه دو قسمت می‌شوند (شکل ۲). هرچند در تقسیم‌بندی حوزه آبخیز تلاش شده است مرزهای آبخوان تا حد امکان مورد نظر قرار گیرد اما مسئله این است که مرز حوزه آبخیز با مرز سیاسی منطبق نیست و در جاهایی که مرز سیاسی با مرز حوزه آبخیز منطبق نیست، پیچیدگی و تنش آبی بیشتر شده است.

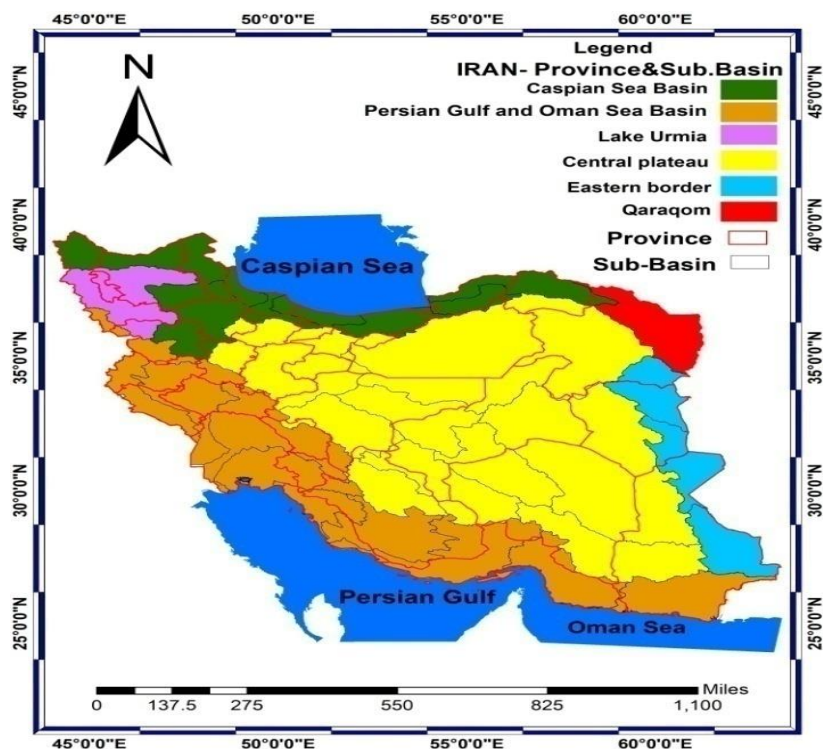


شکل ۱. موقعیت حوزه‌های آبخیز درجه یک و استان‌های ایران

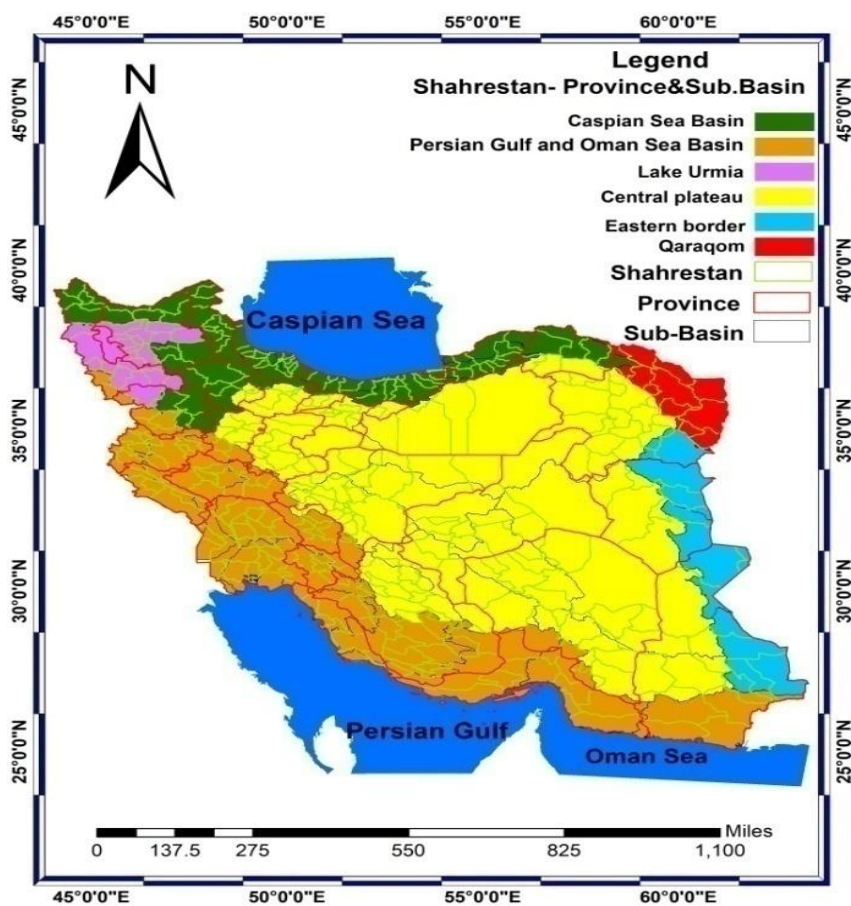
Fig. 1. The location of the main watersheds and province of Iran

چگونه مرزبندی سیاسی باعث توسعه ناپایدار می‌شود؟

نیاز آبی تمام اجزای اکوسیستم در گرو حرکت طبیعی آب در حوزه آبخیز است. عدم نگاه سیستمی در مدیریت منابع آب در کنار تمرکز قدرت ناشی از مرزبندی سیاسی استان‌ها می‌تواند از حرکت طبیعی آب در حوزه آبخیز جلوگیری کند و منابع آب را بسوی دلخواه هدایت کند و زمینه‌ساز معضلات محیط‌زیستی شود. بطور کلی مدیریت منابع آب ایران در مقیاس استانی انجام می‌گیرد. بعلاوه داخل هر استان نیز تقسیم‌بندی‌های سیاسی دیگری به نام واحدهای شهرستان وجود دارد (شکل ۳) لذا مدیریت منابع آب عملاً در مقیاس شهرستانی انجام می‌پذیرد. این در حالیست که اثرات منفی تغییرات اقلیم بیشتر از هر زمان دیگری از طریق آشوبناکی هیدرولوژیکی، پیچیدگی ذاتی کلان سامانه آب را تشدید نموده است.



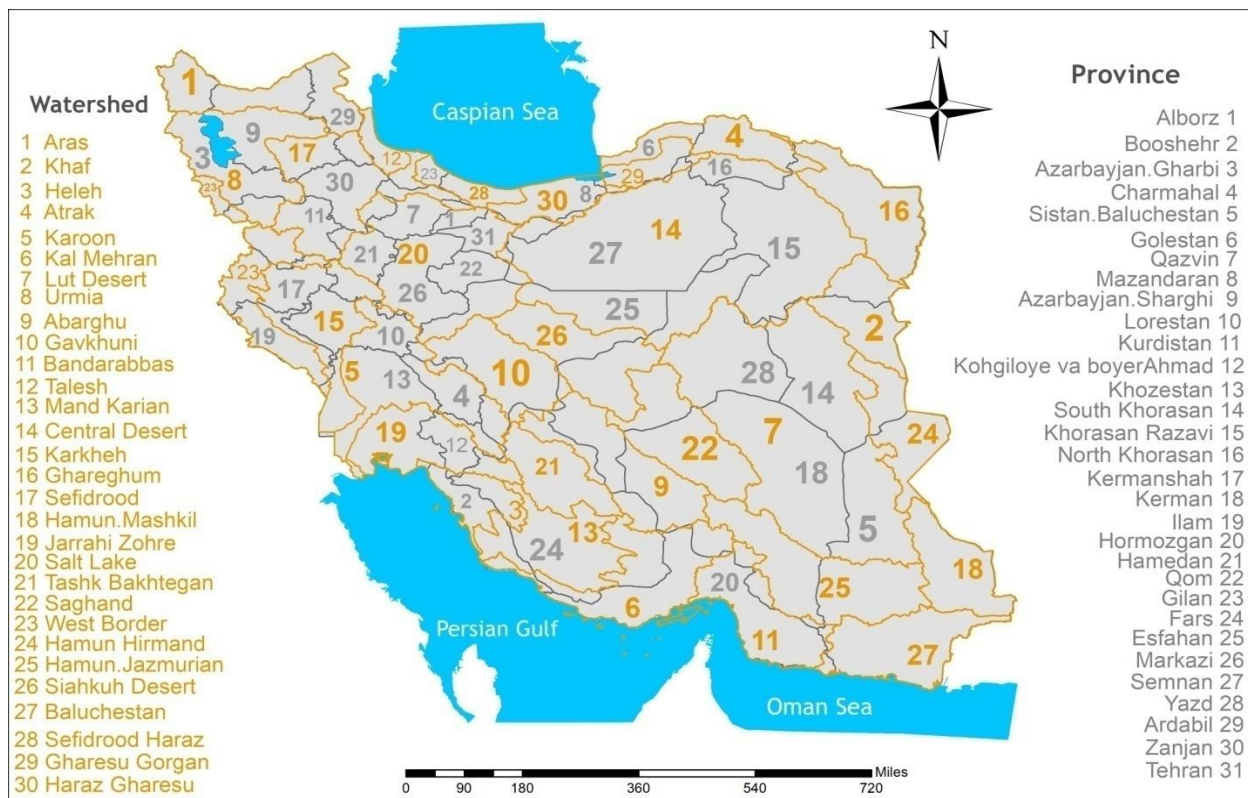
شکل ۲. موقعیت حوزه‌های آبخیز اصلی و زیرحوزه‌ها و استان‌های ایران
 Fig. 2. The location of the main watersheds, sub-basins and province of Iran



شکل ۳. تقسیمات سیاسی استان‌های ایران
 Fig. 3. Political divisions of Iran's province

در کشور ایران بروکراسی شدید اداری، همکاری برای مدیریت منابع آب را بین این واحدهای سیاسی دشوار نموده است. مبتنی بر کهن الگوی سیستمی "موفقیت برای موفق"، قدرت سیاسی بالا در برخی استان‌ها موجب تخصیص نابرابر منابع بین استان‌های مختلف می‌شود به گونه‌ای که استان‌هایی که قدرت سیاسی بالاتری دارند سهم بیشتری از منابع را از آن خود خواهند کرد. بدین ترتیب شانس دستیابی به فرصت‌ها و موفقیت‌ها برای استان‌هایی که منابع بیشتری به آن اختصاص داده شده است بیشتر خواهد شد. از طرفی مدیریت منابع آب در مقیاس استانی (تقسیم‌بندی‌های کوچکتر) باعث می‌شود منابع طبیعی مشاعی مثل آب در معرض رقابت بیشتری قرار گیرد. جمعیت‌های موجود در هر استان (یا شهرستان) به پشتوانه قدرت‌های سیاسی موجود در داخل محدوده سیاسی‌شان، خواستار میزان آب بیشتری به‌منظور توسعه خواهند شد. بدین ترتیب واحدهای سیاسی استان به‌منظور دسترسی بیشتر به منابع آب و پیمودن سریعتر مسیر توسعه در یک رقابت نابرابر با همدیگر قرار خواهند گرفت و فرصت رشد برابر بین جوامع مختلف از بین خواهد رفت. لذا احتمال دستیابی به توسعه پایدار کاهش پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال تمرکز قدرت سیاسی در استان‌های فلات مرکزی ایران مثل یزد، سمنان و اصفهان که میانگین بارش ۲۰۰ میلی‌متر است، باعث استقرار صنایع آب‌بر در منطقه خشک شده است. شکوفایی اقتصادی کوتاه مدت در این مناطق باعث توجیه تصمیم‌گیرندگان و طرفداران توسعه صنایع در این مناطق شده است. ازدیاد طرح‌های انتقال آب و سدسازی افراطی که در سرتاسر کشور رونق گرفته است شاهدهی بر این موضوع است. این طرح‌ها پاسخی موقتی به اثرات منفی توسعه ناپایدار می‌دهند و علی‌رغم اینکه در کوتاه مدت اثر مسکن دارند موجب مخفی ماندن اثرات منفی توسعه ناپایدار و تشدید و تعویق مشکل به آینده خواهند شد. از آنجایی که تبعات منفی تصمیم‌گیری اشتباه در حوزه آب و محیط‌زیست در بازه‌ای طولانی‌تر از عمر یک انسان (و یا حداقل عمر مدیریتی یک انسان) بوقوع می‌پیوندد لذا صدور مجوز برای اجرای طرح‌های مغایر با ملزومات حفظ محیط‌زیست نیز تسهیل می‌شود. بنابراین در ارزیابی طرح‌های محیط‌زیستی میبایست تبعات درازمدت طرح نیز مدنظر قرار گیرد. تغییر مدل حکمرانی آب کشور از مقیاس استانی (مدیریت مبتنی بر تقسیم‌بندی سیاسی) به مقیاس طبیعی (مدیریت مبتنی بر تقسیم‌بندی حوزه آبخیز) پیش‌نیاز تخصیص عادلانه آب بوده که در صورت تحقق آن رقابت بین استان‌ها کاهش یافته و طبیعتاً تمایل سیاستمداران به طرح‌های انتقال آب و سدسازی در استان تحت مدیریتشان رو به کاهش خواهد بود. تداوم مدیریت منابع آب در مقیاس استانی تخصیص عادلانه منابع آب را با مسئله‌های متعددی مواجه می‌سازد که در یک افق بلندمدت همه ذینفع‌های آب از آن متضرر می‌شوند.

در نیمه غربی کشور که کوهستانی‌تر است، عدم تطبیق مرزبندی‌های سیاسی با مرزبندی‌های طبیعی و طبیعتاً تنش آبی بیشتر خود را نشان می‌دهد (شکل ۴). بنابراین هرچه تراکم مرزهای سیاسی بیشتر باشد تنش آبی هم بیشتر خواهد شد لذا بحث تخصیص حقایقه‌ها هم پیچیده‌تر می‌شود. اگر مرز سیاسی بین این استان‌ها از روز اول مبتنی بر مرزبندی طبیعی شکل گرفته می‌شد و بستری فراهم می‌شد که مدیریت منابع آبی کشور بجای مرزبندی سیاسی مبتنی بر مرزبندی طبیعی حوزه آبخیز انجام شده بود، رقابت سیاسی که بر سر جذب منابع مختلف بویژه آب بین استان‌های گوناگون وجود دارد شکل نمی‌گرفت و منابع آب بدون دخالت قدرت سیاسی بین استان‌ها به‌طور طبیعی در حوزه‌های آبخیز به گردش می‌آمد. بنابراین می‌توان انتظار داشت که صنایع آب‌بر در شهرهای خشکی مثل اصفهان، یزد و سمنان با میانگین بارش پایین 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 محدوده جغرافیایی منطبق با موجودی منابع آب منطقه انجام می‌گرفت.



شکل ۴. حوزه‌های آبخیز فرعی و تقسیمات سیاسی استان‌های ایران
 Fig. 4. Sub-Watersheds and political divisions of Iran's province

نتیجه‌گیری و بحث

استناد به گزارش‌های علمی هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم^۱، در آینده‌ی نزدیک تغییرات آب و هوایی در منطقه‌ی خاورمیانه کاهش بارش‌ها را بدنبال دارد و این منطقه خشک‌تر می‌شود. لذا کمبود ذاتی منابع آب در ایران نیز تشدید می‌شود (Kahil et al, 2015). از طرفی نیاز به نیروی جوان و رشد جمعیت در کشور برای عبور از مشکلات ناشی از پیری جمعیت انتظار می‌رود همسو با افزایش جمعیت، سرانه منابع آب نیز کاهش یابد. در چنین شرایط اسفناکی به منظور استفاده مطلوب از منابع آب محدود و کاهش آسیب‌پذیری می‌بایست از تمامی دانش، توان و ظرفیت موجود در حوزه‌های گوناگون برای حکمرانی منابع آب و تخصیص عادلانه آن استفاده نمود که این موضوع مهم منوط به شناسایی و بررسی نقش و رفتار تمامی اجزاء موثر در کلان سامانه آب است (Ardakanian, 2005). سدسازی بی‌رویه، تخلیه آبخوان‌ها، نرخ بالای فرسایش خاک، تخریب تنوع زیستی، فرونشست زمین و روند رو به رشد طرح‌های انتقال آب شواهدی محکم مبنی بر وضعیت بغرنج منابع آبی کشور و استمرار سیاست‌گذاری‌های قدیمی است. مدیریت عرضه‌محور منابع آب بصورت مسکن عمل کرده و اگر چه در کوتاه مدت توسعه ناپایدار را از نظر پنهان می‌سازد اما در یک افق بلند مدت موجب تشدید اثرات منفی توسعه ناپایدار خواهند شد. بعلاوه تحریم‌های بین‌المللی نیز مزید بر علت شده بطوریکه کشور تحریم شده به منظور جلوگیری از فروپاشی اقتصادی از طریق افزایش اتکال بر منابع طبیعی بطور غیرمستقیم موجب فشار بر منابع آبی کشور می‌شود. تغییرات آب و هوایی، تحریم‌های بین‌المللی، خشکی ذاتی سرزمین، خشکسالی‌های انسان‌ساخت و استمرار توسعه ناپایدار همگی حکمرانی منابع آب را در ایران پیچیده کرده و احتمال رخداد وقایع حدی را افزایش داده است. بطوریکه سیل، خشکسالی، آتش‌سوزی، منازعات اجتماعی بر سر آب و ... روند افزایشی به خود گرفته است. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شد، مدیریت منابع آب که در سطوح شهرستانی و تحت تاثیر تقسیم‌بندی سیاسی استان‌ها انجام می‌پذیرد، پیچیدگی ذاتی مدیریت منابع آب را تشدید می‌کند لذا یک گام اساسی برای تغییر شرایط موجود، مدیریت منابع آب مبتنی بر مرزهای طبیعی حوزه آبخیز است که با توجه به پیشرفت تکنولوژی و نرم‌افزاری در عصر حاضر اصلاح مرزبندی‌ها تسهیل شده است. البته اکتفای کامل به مرزبندی‌های طبیعی حوزه‌های آبخیز با چند چالش دیگر همراه است که به منظور حکمرانی

منابع آب باید مورد توجه قرار گیرند. به‌عنوان مثال در برخی از حوزه‌های آبخیز زاگرس که دارای سازند کارستی‌اند، مرز طبیعی حوزه آبخیز با مرز هیدروگرافی حوزه آبخیز منطبق نیست. در موارد دیگری مرز سامان عرفی یک ایل، روستا، شهر و یا استان در محدوده‌ای مغایر با مرز طبیعی قرار دارد و ممکن است حقایق آبخیزنشینیان یک حوزه آبخیز مبتنی بر مسائل اجتماعی همچون مالکیت و ... از منابع آبی موجود در حوزه مجاور تامین شود. چالش بعدی مرزهای اکولوژیکی جانداران است که مبتنی بر ملاحظات اکولوژیکی گونه‌های مختلف در مکان‌های مختلف متغیر است و لزوماً از مرزبندی طبیعی و سیاسی حوزه آبخیز تبعیت نمی‌کند. بی‌توجهی به مرزهای اکولوژیکی باعث شد تا مرزبندی سیاسی از طریق رشد شهرنشینی موجب کاهش آشیان اکولوژیکی گونه ببر مازندران در شمال ایران شود که در نهایت منجر به انقراض این گونه شد (Tohidifar et al, 2016). مرزهای قومیتی و حتی ایدئولوژیک چالش دیگری است که مبتنی بر یک باور عمومی مشترک بین یک جامعه‌ی مشخص، فرقه و یا گروه، تخصیص عادلانه آب را با پیچیدگی همراه می‌کند. به‌عنوان مثال یکی از انگیزه‌های دولت ترکیه در پروژه سدسازی گاپ و داپ بهره‌مندی از منابع آبی و انرژی غنی است (Bilgen, 2019) که معادل وابستگی آبی کشورهای همسایه و آسیب‌پذیری آن‌ها به پذیرش تصمیم‌گیری آزادانه دولت ترکیه در منطقه است تا به‌موجب آن بتواند در صدد احیای امپراطوری قدیمی عثمانی باشد که مرزهای آن مغایر با مرزهای طبیعی و سیاسی کشورها است. به‌طور کلی به‌موجب هر نوع اتحادی که زمینه همکاری گروهی از جوامع انسانی خرد و یا کلان فراهم شود به گونه‌ای که این همکاری از حرکت طبیعی آب جلوگیری نماید، سلامت اکوسیستم در معرض خطر قرار خواهد گرفت. این موضوع در کشورهایی که اقتصاد تحت فشار دارند و نیز کشورهایی که محیط زیست اولویت اول جامعه‌ی تصمیم‌گیر نیست خسارات جبران ناپذیری را به‌دنبال خواهد داشت. استفاده ناصحیح از منابع آب و توسعه ناپایدار زمینه‌ساز بروز معضلات محیط‌زیستی می‌شود که تبعات منفی آن گریبانگیر تمام ذینفع‌ها خواهد شد. هم‌اکنون ظهور ریزگردها در اکثر استان‌های ایران به‌عنوان بازخوردی از عدم تخصیص حقایق تالاب‌ها و محیط‌زیست، تمام کشورهای منطقه را ملزم به یک مشارکت اجبارآمیز کرده است. به‌طوریکه هیچکدام از کشورهای ایران، سوریه و یا عراق بطور جداگانه نمی‌توانند این مشکل را برطرف نمایند. علاوه بر این، محدوده اثر برخی از معضلات محیط‌زیستی مثل تغییرات اقلیمی بزرگ‌مقیاس است و تمام مرزبندی‌های سیاسی و طبیعی کره زمین را در بر می‌گیرد، به همین دلیل است که در کنفرانس‌های تغییر اقلیم همه کشورها گرد هم می‌آیند و صرف نظر از مرزبندی‌های اناساز در مورد کل کره زمین بصورت واحد تصمیم‌گیری می‌شود. لذا در یک نگرش سیستمی کلان جوامع انسانی محکوم به برقراری یک مشارکت بزرگ در جهت مهار و کاهش اثرات منفی معضلات مشترک بشر هستند. همکاری و تلاش جامعه جهانی برای ساخت واکسن کرونا در مواجهه با همه‌گیری کرونا نمونه‌ای از این همکاری‌های اجبارآمیز است. در زمان گذشته که هنوز معضلات محیط‌زیستی به مرحله ظهور نرسیده بود مواردی مثل ساخت دیوار چین بعنوان یک رفتار ضد محیط‌زیستی چندان دیده نمی‌شد، اما اکنون که روند تخریب محیط‌زیست شدت گرفته است و نیز بواسطه ارتقای دانش محیط‌زیستی ارتباط‌های اکوسیستمی تا حدودی آشکار شده است لزوم تغییر برخی الگوهای گذشته هویدا می‌شود به‌عنوان مثال ساخت دیوار ترکیه بنابر انفصال در مرزهای اکولوژیکی حیات‌وحش محکوم می‌شود. توجه به ابعاد اجتماعی سیستم‌های طبیعی-انسانی یکی از ملزومات حکمرانی است که کم‌توجهی به آن منجر به پیچیدگی بیشتر سامانه آب خواهد شد. لذا پیشنهاد می‌شود در گام اول حکمرانی منابع آب برنامه‌ریزی‌ها در مقیاس حوزه آبخیز مد نظر قرار گیرد و در مرحله پیشرفته‌تر تاثیر مرزهای هیدروگرافی، اکولوژیکی، قومیتی، ایدئولوژیکی و ... نیز در تصمیم‌گیری دخالت داده شود. برای حکمرانی منابع آب باید به سمتی حرکت شود که اثرگذاری مرزبندی‌های سیاسی در حرکت طبیعی آب از بین رود تا زمینه‌ای برای مهار تغییرات اقلیمی و بروز مفاهیم دیگری چون تحقق عدالت زیستی فراهم شود. تغییر مرزبندی‌های سیاسی به مرزبندی‌های طبیعی به معنای غایت و سرانجام حل تمام مشکلات حوزه آب نمی‌باشد و صرفاً یکی از جنبه‌های بنیادین در تخصیص بهینه مدیریت منابع آب است که بایستی به موازات مجموعه‌ای از راهکارها و سیاست‌های تلفیقی سازگار با اقلیم مد نظر قرار گیرد. در این راستا کاهش وابستگی به آب و ایجاد تنوع اقتصادی بویژه برای کشاورزان که بازیگران اصلی منابع آب هستند ضروری است. با توجه به پیشینه غنی ایران در مدیریت منابع آب به‌نظر می‌رسد تدوین و احیای دانش بومی آبی در مناطق مختلف و ترکیب آن با دانش آکادمیک جزو ضروریات حکمرانی منابع آب در این سرزمین است. به‌طوریکه مسیر توسعه کشور منطبق با وضعیت آب و اکوسیستم اصلاح و بازنگری شود. در بخش صنعت تولید محصولات و صنایع دستی که در یک برهه زمانی مطابق وضعیت اکوسیستم رونق گرفته است و بومی شده‌اند مد نظر قرار گیرد. بطور مثال بافتن فرش و ... جزو صنایعی‌اند که با وضعیت اکوسیستم ایران تطبیق دارند و می‌تواند بدون نیاز آبی زیاد به‌عنوان مشاغل جایگزین کشاورزی معیشت جامعه روستایی را تامین نماید. مانع زدایی برای پیاده‌سازی حکمرانی

منابع آب راه درازی در پیش دارد، یافته‌های این پژوهش نقطه آغازی است برای تصحیح مسیر مدیریت منابع آب و اصلاح روندی که از گذشته تا به امروز مورد جست و جوی برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران بوده است و باعث می‌شود که اهمیت روابط اکوسیستم با منابع آب به‌عنوان محور عرضه خدمات اکوسیستم بیشتر مد نظر قرار بگیرد.

منابع

- 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.
- Afshar, N. R., & Fahmi, H. (2019). Impact of climate change on water resources in Iran. *International Journal of Energy and Water Resources*, 3, 55-60.
- AghaKouchak, A., Mirchi, A., Madani, K., Di Baldassarre, G., Nazemi, A., Alborzi, A., ... & Wanders, N. (2021). Anthropogenic drought: Definition, challenges, and opportunities.
- Alemohammad, S. H., & Gharari, S. (2017). Qanat: An ancient invention for water management in Iran. In found in *Proceedings of Water History Conference*, Delft, The Netherlands.
- Ardakanian, R. (2005). Overview of water management in Iran. In *Water Conservation, Reuse, and Recycling: Proceeding of an Iranian-American workshop*, The National Academies Press, Washington, DC (pp. 18-33).
- Arnold, R. D. (2021). Systems Thinking: Definition, Skills, Simulation, and Assessment. Stevens Institute of Technology.
- Azarderakhsh, M., Prakash, S., Zhao, Y., & AghaKouchak, A. (2020). Satellite-based analysis of extreme land surface temperatures and diurnal variability across the hottest place on Earth. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 17(12), 2025-2029.
- Baijous, W., Patrick, R. J., & Furgal, C. (2024). Measuring First Nations Engagement in Water Governance in Manitoba. *Water*, 16(12), 1734.
- Baker, M. E., Weller, D. E., & Jordan, T. E. (2006). Comparison of automated watershed delineations. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(2), 159-168.
- Balibar, E. (2002). World borders, political borders. *Pmla*, 117(1), 68-78.
- 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.
- Bernauer, T., & Siegfried, T. (2012). Climate change and international water conflict in Central Asia. *Journal of Peace Research*, 49(1), 227-239.
- Bilgen, A. (2019). The southeastern anatolia project (GAP) in Turkey: an alternative perspective on the major rationales of GAP. *Journal of Balkan and Near Eastern Studies*, 21(5), 532-552.
- 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).
- 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.
- Habibi, T., & Ruban, D. A. (2017). Outstanding diversity of heritage features in large geological bodies: The Gachsaran Formation in southwest Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 133, 1-6.
- Haynes, S. J., & McQuillan, H. (1974). Evolution of the Zagros suture zone, southern Iran. *Geological Society of America Bulletin*, 85(5), 739-744.
- Hjorth, P., & Madani, K. (2023). Adaptive water management: on the need for using the post-WWII science in water governance. *Water Resources Management*, 37(6), 2247-2270.
- 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.
- Kahil, M. T., Dinar, A., & Albiac, J. (2015). Modeling water scarcity and droughts for policy adaptation to climate change in arid and semiarid regions. *Journal of Hydrology*, 522, 95-109.

- Kauffman, G. J. (2002). What if... the United States of America were based on watersheds? *Water Policy*, 4(1), 57-68.
- 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.
- Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis?. *Journal of environmental studies and sciences*, 4, 315-328.
- Manuel, M., Lightfoot, D., & Fattahi, M. (2018). The sustainability of ancient water control techniques in Iran: an overview. *Water History*, 10, 13-30.
- 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 management*, 17(1), 35-44.
- 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.
- Saatsaz, M. (2020). A historical investigation on water resources management in Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3), 1749-1785.
- 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*.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.
- Thomas, C. D. (2010). Climate, climate change and range boundaries. *Diversity and Distributions*, 16(3), 488-495.
- Tohidifar, M., Moser, M., Zehzad, B., & Ghadirian, T. (2016). Biodiversity of the hyrcanian forests. *A Synthesis Report. DO, I, 10*.
- 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, M., Kafash, A., Valizadegan, N., Ilanloo, S. S., Rajabizadeh, M., Malekoutikhah, S., ... & Ashrafi, S. (2019). Climate change is a major problem for biodiversity conservation: A systematic review of recent studies in Iran. *Contemporary Problems of Ecology*, 12, 394-403.
- 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.