دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست و دوم، شماره‌ی ۸۰
زمستان ۱۴۰۱، صفحات ۲۹-۱

DOI:10.52547/GeoSpa.22.4.1

*رضا رنج پور[۱]
سید کمال صادقی[۲]
محمد علی متفکر آزاد[۳]
داود بهبودی[٤]
امین تسلیمی[٥]

مقاله مروری

محاسبه شاخص فقر آب و بررسی روند آن طی برنامه های مختلف توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران[٦]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۰

چکیده

با ورود به هزاره سوم و هم زمان با افزایش جمعیت در بسیاری از کشورها تقاضا برای آب به منظور تامین نیازهای جمعیتی افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است. ولی کمیابی آب و بحران آبی که امروز جهان با آن رو به رو است موجب پیدایش مفهوم امنیت آب و فقر آب در ادبیات اقتصادی کشورهایی شده است که با بحران آب مواجه هستند. فقر آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر و بحران چندبعدی دهه‌های آینده به ویژه در کشورهای کم آب است. بحرانی که می‌تواند منجر به بسیاری از تحولات در جهان باشد. در این مقاله بر خلاف روش‌های معمول مورد استفاده در محاسبه فقر آب، شاخص فقر آب بر اساس نظریه فاجعه بر اساس سیستم ارزیابی چند شاخصه و به روش منطق فازی ریاضی محاسبه شده است. زیرشاخص‌های مورد استفاده در محاسبه شاخص فقر آب شامل منابع آب (نرخ کمبود آب، نسبت تامین آب سطحی، نسبت سایر عوامل در تامین

*۱- گروه توسعه اقتصادی و برنامه ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران. (نویسنده مسئول).
E-mail: r.ranjpour@tabrizu.ac.ir
۲- گروه توسعه اقتصادی و برنامه ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران.
۳- گروه توسعه اقتصادی و برنامه ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران.
٤- گروه توسعه اقتصادی و برنامه ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران.
٥- دانشجوی دکتری گروه توسعه اقتصادی و برنامه ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران.
٦- این مقاله مستخرج از رساله دکتری می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

آب)، دسترسی به آب (منابع آب سرانه، کشش قیمتی تقاضای آب، ضریب جینی برای استفاده داخلی)، ظرفیت سفره‌های زیر زمینی (نرخ بهره برداری از منابع آب زیر زمینی، نرخ بهره برداری از منابع آب سطحی، نرخ رقیق سازی)، استفاده از منابع آب (مصرف سرانه آب جهت آبیاری در بخش کشاورزی، مصرف سرانه آب آشامیدنی، مصرف سرانه آب در بخش صنعت) و تمامیت زیست محیطی (خشک شدن منابع آب سطحی، نرخ کویر زدائی، نرخ کویر زایی) است. نتایج حاصل از محاسبه شاخص فقر آب طی دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤ نشان دهنده سیر صعودی روند این شاخص و مولفه‌های زیر مجموعه آن است که نشان از بدتر شدن وضعیت امنیت آب در ایران طی سال‌های اخیر و احتمالا بدتر شدن و ادامه این وضعیت بغرنج برای سال‌های متمادی آینده است؛ به عبارت دیگر با ادامه روند فعلی چه از نظر منابع و چه از نظر مدیریت تولید و مصرف وضعیت منابع آبی کشور رفته رفته در حال از بین رفتن است و ایران از نظر منابع آب در حال فقیرتر شدن است.

کلید واژه‌ها: فقر آب، امنیت آب، بحران آب، نظریه فاجعه، منطق فازی، برنامه‌های توسعه اقتصادی.

مقدمه

امروزه، آب به عنوان کالایی اقتصادی – اجتماعی از اهمیت ویژه ای برخوردار است و نیاز روز افزون به آب در همه ابعاد زندگی بشر باعث شده تا آب به عنوان کالایی کمیاب در دسترس جوامع قرار داشته باشد. آب به عنوان عنصر اساسی زندگی و وجه مشترک تمامی اهداف و چالش‌های توسعه پایدار در تمامی جوامع شده و مدیریت مناسب و کارآمد منابع آب به یک موضوع تخصصی تبدیل شده است به طوریکه دسترسی به اهداف بنیادی توسعه مانند ریشه کن کردن فقر، توسعه عدالت محور و حفظ و حراست از محیط زیست بدون پرداختن دقیق به مساله مدیریت منابع آب غیرممکن به نظر می‌رسد. تاثیر تغییر اقلیم روی منابع آب موضوعی جدی است که باعث دغدغه خاطر دست‌اندرکاران در سطح ملی و بین المللی شده است. به طوری‌که اگر همین امروز انتشار گازهای گلخانه‌ای متوقف شود، افزایش دما و تاثیرات وابسته شامل خشک‌سالی‌ها و طغیان رودخانه‌ها برای چند دهه آینده ادامه خواهد یافت. تغییرات در بارش همراه با افزایش دما و کاهش پوشش برف بر کمیت و کیفیت آب تاثیر گذاشته است و تغییر در اقلیم عملا منجر به تغییر در چرخه هیدرولوژیکی آب شده و شرایط ویژه‌ای را در منابع آب ملی، منطقه‌ای و بین المللی ایجاد کرده است. در این میان خشک‌سالی به عنوان یک خطر طبیعی برای جوامع انسانی تهدید محسوب شده و اثرات منفی و زیان باری را برای محیط زیست بر جا گذاشته است که با افزایش تقاضای آب تشدید خواهد شد.

در صورت تداوم روند فعلی سهم جمعیت مواجه با تنش آبی شدید از کل جمعیت جهان از ۲٦/۲ درصد در سال ۲۰۰۰ به ٤۲/٤ درصد در سال ۲۰۵۰ افزایش خواهد یافت و تعداد افرادی که در سال ۲۰۵۰ شرایط "تنش آبی شدید" را تجربه خواهند کرد، به حدود ۳/۹ میلیارد نفر خواهد رسید. بر اساس گزارش سازمان توسعه و همکاری اقتصادی هر چند انتظار می رود میزان دسترسی به آب آشامیدنی بهداشتی در جهان در دهه‌های آینده افزایش پیدا کند، اما در افق سال ۲۰۵۰ همچنان نزدیک به ۳۰۰ میلیون نفر از دسترسی به آب آشامیدنی و بهداشتی در جهان محروم خواهند

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بود. هم چنین تحت تاثیر افزایش جمعیت، رشد مصرف سرانه و نیز ثابت بودن منابع آب تجدیدپذیر، میزان برداشت سالانه منابع آب شیرین (سطحی و زیرزمینی) به نسبت مجموع منابع آب تجدیدپذیر تا افق سال ۲۰۵۰ افزایشی خواهد بود و انتظار می‌رود در افق سال ۲۰۵۰ منطقه خاورمیانه و بخش‌هایی از قاره آفریقا، آمریکا و جنوب شرق آسیا در وضعیت تنش آبی در سطح بالا قرار گیرند (OECD, 2015).

با توجه به حساسیت خاص مدیریت و توسعه منابع آبی تا به حال شاخص‌های مختلفی برای سنجش وضعیت منابع آبی و امنیت آب در کشورهای مختلف ارائه شده است که هر کدام دارای نقاط قوت و ضعف خاص خود می‌باشند. در این مقاله شاخص جدیدی با عنوان «شاخص فقر آب» ارائه شده است که معیارهای گسترده‌تری از جمله تمامیت زیست‌محیطی، منابع آب، دسترسی به آب، استفاده از منابع آب و ظرفیت سفره‌های زیرزمینی را در بر می‌گیرد. این شاخص برای ایران از آنجا اهمیت پیدا می‌نماید که دسترسی زمانی و مکانی به آب در آن بسیار متفاوت است و شاخص‌های ساده‌ای از فقر آب نظیر نسبت منابع آب در دسترس بر تعداد جمعیت، چندان نشان دهنده واقعیت‌های موجود در زمینه وضعیت منابع آب مناطق مختلف نیستند. در این مقاله بر خلاف روش‌های معمول مطالعات پیشین صورت گرفته بر مبنای پژوهش‌های Sullivan (2002) و پیروان مکتب او در محاسبه فقر آب، از سیستم فاجعه و روش منطق فازی بر اساس مقاله Xiao-jun et al (2014) برای محاسبه شاخص فقر آب استفاده شده است.

فقر آب و امنیت آب دو روی یک سکه هستند. در مناطقی که فقر آب شدیدتر است به معنی به خطر افتادن امنیت آب است و مناطقی که از فقر آب کم تری رنج می‌برند، بدین معناست که از امنیت آب بالاتری برخوردارند. لذا در راستای هدف مطالعه حاضر شاخص فقر آب به جای شاخص امنیت آب در نظر گرفته شده است. تعریف و اندازه‌گیری امنیت آب از طریق راه‌های معتبر مشکل است. وجود ناسازگاری و نیز دامنه گسترده‌ای از ابزارهای ارزیابی به دست آمده از تعاریف متعدد در مورد امنیت آب سبب شده تا تبیین مفهوم امنیت آب را برای دولت‌مردان و سیاست‌مداران با چالش رو به رو کند. این امر به ویژه برای کشورهای در حال توسعه یافته به وضوح دیده می‌شود (Wescoat et al., 2008).

هر دامنه مفهومی که به طریقی به هستی‌شناسی مفهوم امنیت مرتبط می‌گردد، امنیت آب را در چارچوب روش‌ها و ابزارهایی که آن را تعریف و اندازه‌گیری و قالب‌بندی می‌کند. در سال‌های اخیر امنیت آب تبدیل به یک مفهوم بسیار پیچیده، بحث‌برانگیز و مجادله چندمنظوره شده است و محققان مطالعات زیادی را در این زمینه انجام داده‌اند و سیاست‌گذاران نیز علاقه خاصی به این حوزه نشان داده‌اند (Jepson, 2014).

امنیت آب برای جوامع انسانی در برگیرنده جنبه‌های مختلف سیاست‌گذاری‌های کلان توسعه است به طوری که یکی از اهداف توسعه هزاره سوم به نصف رسانیدن افراد بدون دسترسی پایدار به آب آشامیدنی سالم تا سال ۲۰۱۵ بود. سایر اهداف توسعه هزاره سوم نیز به طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تاثیر دستیابی به آب شیرین است. اجلاس جهانی ریو نیز در بخش گزارش عملکرد مرتبط با امنیت آب بر ضرورت توسعه همکاری‌ها و هم افزایی کنوانسیون‌های

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

زیست‌محیطی تاکید نموده است. در قانون فدرال ایالات‌متحده امریکا امنیت آب آشامیدنی و امنیت زیرساخت‌های آب آشامیدنی سنگ بنای امنیت این کشور است. نگرانی در مورد امنیت آب منعکس کننده یک بحران بزرگ همراه با آسیب‌پذیری در مورد خطر فقدان آب، محرومیت جمعیتی از انسان‌ها در دسترسی به آب، تغییرات آب و هوایی و آلودگی محیط زیستی است (Norman et al., 2013). انجمن آب آسیا و اقیانوسیه نیز اولین نشست خود را تحت عنوان «امنیت آب، رهبری و تعهد» در سال ۲۰۰۷ برگزار کرد.

در ایران نیز در دهه اخیر امنیت آب به موضوع مورد بحث داخلی برنامه‌های کلان اقتصادی و رده‌های بالای مدیریتی کشور تبدیل شده است. با این حال موضوع امنیت آب در ایران مسئله‌ای است که کم تر به آن پرداخته شده است. لذا با توجه به بحران حال حاضر آب در ایران مطالعه حاضر قصد دارد مسئله امنیت آب را از کانال فقر آب به طور علمی و دقیق مورد واکاوی و بررسی کامل قرار دهد. مسئله امنیت آب در ایران آن چنان که باید و شاید مورد توجه مطالعات اقتصادی و دانشگاهی قرار نگرفته است. با توجه به سند چشم‌انداز ۱٤۰٤ و ضرورت قرار گرفتن ایران در رتبه اول اقتصادی در منطقه و نقش آب در اقتصاد و ضرورت افزایش بهره وری آب در رشد بخش کشاورزی و صنعت که می‌تواند در نیل به اهداف سند چشم‌انداز نقش مهمی ایفا کند و ضرورت مقابله با بحران حتمی آب در آینده و با توجه به سیاست افزایش جمعیت و ضرورت برنامه‌ریزی در جهت ایجاد، تحقق و حفظ امنیت آب و امنیت غذایی، انجام این تحقیق در زمینه اطلاع از وضعیت حال حاضر و گذشته امنیت آب در ایران ضروری می‌نماید. تشدید بحران آب در سال‌های آینده با توجه به افزایش جمعیت، افزایش آلودگی‌ها، تخریب پوشش گیاهی، تغییر اقلیم و بروز خشکسالی‌ها اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

مقاله حاضر از بخش‌های زیر تشکیل شده است: در بخش ابتدایی در مقدمه بررسی کلیات موضوع شامل بیان مسئله و اهمیت و ضرورت پرداختن به مسئله امنیت آب و فقر آب لحاظ گردید. بخش دوم به بررسی تعاریف متعدد از امنیت آب و فقر آب در مطالعات گذشته و مرور پیشینه تجربی در زمینه امنیت آب و فقر آب و زیرشاخص‌های به کار گرفته شده در این زمینه اختصاص دارد. در بخش سوم به معرفی مدل مطالعه حاضر برای محاسبه شاخص فقر آب و نحوه جمع‌آوری داده‌ها و روش کلی تحقیق و تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش پرداخته می‌شود. بخش پایانی نیز به بررسی روند شاخص فقر آب و زیرشاخص‌های زیرمجموعه آن طی برنامه‌های توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران و نتیجه‌گیری نهایی اختصاص یافته است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق جغرافیای کشور ایران طی سال‌های ۱۳٦۸-۱۳۹٤ می‌باشد

پیشینه پژوهش

برخی از مطالعات نظیر Chaves and Alipaz (2007) ارزیابی آسیب‌پذیری امنیت آب را با تغییرات آب و هوایی و تغییرات در تامین آب مرتبط کردند. شاخص پایداری حوضه را گسترش دادند. در برخی از مطالعات امنیت آب به

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

صورت گسترده‌ای به مفهوم دسترسی به آب قابل اعتماد و مقرون به صرفه برای یک زندگی سالم در نظر گرفته می‌شد (Asian Development Bank, 2013). در حالی که برخی دیگر از مطالعات بر اساس نظریه آمارتیا سن، مفهوم امنیت آب را با شکاف در دسترسی به آب با کیفیت و قابل اطمینان مرتبط دانستند و معتقد بودند که آب مورد نیاز و ضروری برای ادامه حیات بشر رو به فرسایش است (Subbaraman et al., 2013). در حالی که بسیاری از مطالعات مقتضی پیشین روی توسعه انسانی و امنیت انسانی متمرکز بودند (Stevenson et al., 2012). برخی دیگر از مطالعات در زمینه امنیت آب ادامه دهنده راه آن‌ها بوده و روی مبحث توسعه انسانی به عنوان مرکز ثقل تمرکز کردند. این مطالعات معتقد بودند که امنیت آب چیزی فراتر از دسترسی به زیرساخت‌های آب است (Jepson, 2014).

اغلب مطالعات صورت گرفته در زمینه فقر آب در سه دهه گذشته به این مقوله پرداختند که یکی از هرج و مرج‌های حتمی آتی بین دولت‌ها بر سر مسئله آب خواهد بود. مشکلات زیست‌محیطی که خود معلول عوامل مرتبط با آب نظیر کم آبی، تغییر اقلیم، تغییر الگوی بارش است در نهایت منجر به ضعیف شدن حکومت‌ها و تغییر و شکست دولت‌ها می‌گردد فقر آب می‌تواند ناشی از ناامنی در آب باشد (Mascarenhas, 2012).

Sullivan et al (2006) در مقاله خود تحت عنوان کاربردهای شاخص فقر آب در مقیاس‌های مختلف: یک داستان عبرت‌آموز به بررسی کاربردهای مختلف شاخص فقر آب در سطوح حوزه آبخیز، منطقه و کشوری پرداختند. ایشان در مطالعه خود بر نقش مقیاس‌های مختلف در مدیریت منابع آب توجه نمودند. Falkenmark et al (2007) در مطالعه خود کشورها را از جهت تامین آب، بر حسب حجم سرانه منابع آب سالانه تجدید پذیر رده‌بندی کردند. ایشان در مطالعه خود کشورهای با حجم سرانه سالانه بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ متر مکعب آب را به عنوان کشورهای دارای تنش آب، کشورهای با حجم سرانه سالانه کم تر از ۱۰۰۰ متر مکعب آب را به عنوان کشورهای دارای کمبود آب و کشورهای با حجم سرانه سالانه کم تر از ۵۰۰ متر مکعب آب را به عنوان کشورهای دارای تنش شدید آب به مردم معرفی نمودند.

Wescoat et al (2008) در مطالعه‌ای با عنوان آب و فقر در ایالات‌متحده مشاهده نمودند که در کشورهای توسعه‌یافته توجهی به وضعیت آب آشامیدنی و بهداشت فردی مرتبط با آب افراد فقیر نمی‌شود. بیش از یک میلیارد نفر در جهان فاقد دسترسی به آب آشامیدنی سالم و بیش از دو میلیارد نفر در دنیا فاقد دسترسی به بهداشت پیشرفته می‌باشند.

Shakya (2012) در مطالعه خود تحت عنوان تجزیه و تحلیل و نقشه‌برداری از فقر آب حوزه آبخیز ایندراواتی[۷] در نپال پرداخت. وی در مطالعه خود به محاسبه شاخص فقر آب برای این حوزه آبخیز پرداخت و نقشه فقر آبی را برای این حوزه رسم نمود. نتایج حاصل از محاسبات وی در مورد شاخص فقر آب حوزه مذکور حاکی از این بود که این حوزه از لحاظ فقر آب در حد متوسط قرار دارد. هم چنین یافته‌های حاصل از برآورد وی نشان داد که موجودی منابع آب و ظرفیت منابع آب از حوزه‌های بالادستی و پایین‌دستی با هم تفاوت معنی‌داری دارد. Manandhar et al (2012)

7- Indrawati

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در پژوهش خود با عنوان کاربردهای شاخص فقر آب در نپال مطالعه موردی حوزه آبخیز رودخانه کالی گاندالی[8] به محاسبه شاخص فقر آب برای این حوزه آبخیز پرداختند. ایشان به مطالعه و محاسبه دامنه تغییرات برای مولفه‌ها و زیر مقیاس‌های شاخص فقر آب در این منطقه پرداختند. نتایج حاصل از یافته‌های تحقیق ایشان بیانگر این مطلب بود که دامنه تغییرات شاخص فقر آب چیزی در حدود ۲۰ واحد مقیاس در داخل حوزه است؛ اما در مورد مولفه‌های تشکیل دهنده شاخص فقر آب نتایج ایشان نشان دهنده تغییرات بیش تر شاخص‌های دسترسی و منابع در سطح حوزه آبخیز و تغییرات شدیدتر شاخص‌های مصرف، محیط‌زیست و ظرفیت در زیر واحدهای حوزه آبخیز بود.

Shabaz Baghian (2013) در تحقیق خود با عنوان تحلیل منطقه‌ای امنیت آب استان همدان و کاهش آسیب‌پذیری ناشی از کم آبی با رویکرد سیستماتیک به ابداع یک متدولوژی برای تحلیل سیستماتیک امنیت آبی در یک منطقه در استان همدان پرداخت. وی پایه‌های فکری برای تحلیل رفتارهای انسانی در مواجهه با بحران کم آبی با رویکرد توسعه پایدار را تبیین نمود. وی با به کارگیری یک ابزار مناسب (رویکرد سیستماتیک) امنیت آبی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

Jaber Zadeh (2014) به تدوین تحقیق خود با عنوان برآورد شاخص فقر آب در استان‌های کشور پرداخت. وی در این مقاله که گزارشی روی ساختار شاخص بین‌المللی فقر آب بود مقدار شاخص فقر را برای استان‌های ایران مورد سنجش قرار داد. نتایج حاصل از تخمین شاخص فقر آب در مطالعه وی حاکی از آن بود که استان ایلام بالاترین رتبه را از لحاظ داشتن کم ترین مقدار فقر آب و استان سیستان و بلوچستان در ایران دارای پایین‌ترین رتبه و بدترین وضعیت از لحاظ شاخص فقر آب قرار دارند.

Asiabi Hir et al (2015) به نگارش مقاله‌ای با عنوان شاخص فقر آب و اهمیت آن در مدیریت منابع آب پرداختند. ایشان در این مطالعه مروری ضمن بررسی ضرورت و اهمیت مسئله کم آبی در ایران و جهان صرفا به بررسی ادبیات و مطالعات تجربی در زمینه فقر آب پرداخته و نهایتا شاخص فقر آب را بر اساس مطالعات صورت گرفته گذشته معرفی نمودند.

مواد و روش‌ها

ادبیات امنیت آب

تعاریف متعددی توسط محققین و اندیشمندان در حوزه‌های مختلف علوم انسانی در مورد امنیت آب ارائه شده است. در هر تعریف بسته به زاویه دید محققین آن رشته و چارچوب نظری مطرح شده امنیت آب تعریف شده است:

نوع اول از تعاریف در مورد امنیت آب بر مقدار و دسترسی به آب که اغلب بر ابزارهای ارزیابی امنیت مرتبط می‌شوند تاکید دارند. این نوع از مطالعات ترکیبی از دو شاخص اهمیت آب و بحران آب در اندازه‌گیری امنیت آب است (Falkenmark et al., 2007).

8- Kali Gandaki River Basin (KGRB)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

نوع دوم ادبیات دانشگاهی در امنیت آب به موضوع خطرات مربوط به آب و آسیب‌پذیری آب مربوط است. برای مثال، یونسکو – موسسه آموزش و پرورش آب- طرفدار زیرساخت‌ها و سیستم‌های رویکرد به امنیت آب که شامل حفاظت از سیستم‌های آب آسیب‌پذیر، حفاظت در برابر خطرات مرتبط با آب مانند سیل و خشک‌سالی، توسعه پایدار از منابع آب و حفاظت دسترسی به توابع آب و خدمات است (UNESCO, 2015).

نوع سوم از ادبیات در مورد امنیت آب به نیازهای اولیه انسان مربوط می‌شود که طیف گسترده‌ای از مسائل از جمله دسترسی به آب آشامیدنی، امنیت غذایی و نگرانی‌هایی در مورد توسعه انسانی را در بر می‌گیرد. در دهه ۱۹۹۰ میلادی وقتی صحبت از امنیت آب در مطالعات می‌شد، بر نیاز انسان به آب تاکید می‌گشت. در این دهه امنیت آب به صورت زیر تعریف می‌شد: دسترسی به مقدار مکفی و با کیفیت آب آشامیدنی با قیمت مقرون به صرفه که بتواند نیازهای کوتاه مدت و بلند مدت هر انسان را جهت حفاظت از سلامتی، امنیت و رفاه و ظرفیت تولیدی بالقوه را تامین کند. امنیت انسان در رویکرد برنامه توسعه سازمان ملل متحد به عنوان زیربنای بسیاری از مسائل تعریف شده است (UNDP, 1994). Jansky et al امنیت آب را به عنوان همه جوانب امنیت انسانی مربوط به استفاده و مدیریت آب تعریف نمودند (Jansky et al., 2008: 289).

نوع چهارم از ادبیات تحقیق در مورد پایداری امنیت آب است. در راستای همکاری‌های بین‌المللی در زمینه آب، امنیت آب در هر سطحی از مصرف خانوارها تا مقیاس‌های جهانی آن به این معنی است که هر شخصی دسترسی به آب کافی و ایمن را با هزینه قابل قبول داشته باشد تا بتواند بهداشت و سلامتی و زندگی کاری خود را با آن مدیریت کند. چارچوب امنیت آب شامل هفت متغیر تامین نیازهای اساسی، امنیت تامین مواد غذایی، حفاظت از اکوسیستم‌ها، سهیم کردن همه در منابع آب، مدیریت مخاطرات، ارزش‌گذاری آب، مدیریت عقلانی آب می‌شود. سازمان مشارکت جهانی آب در مورد مقررات اساسی مورد نیاز برای منابع آب، امنیت آب را به صورت مدیریت در یک حوضه بر اساس زندگی مستمر و دسترسی به مقادیر کافی از آب با کیفیت و قابل قبول هم برای انسان و هم برای محیط‌زیست تعریف می‌کند (The United Nations World Water Development Report, 2003).

همچنین تعاریف متعددی از مفهوم امنیت آب توسط طیف وسیعی از سازمان‌های بین‌المللی به ویژه مشارکت جهانی آب و مجمع جهانی اقتصاد صورت گرفته است. مفهوم امنیت آب از دیدگاه‌های مختلف به صورت موارد زیر قابل‌بیان است:

الف) از منظر " برنامه ارزیابی جهانی آب سازمان ملل متحد": این برنامه، چهار شاخص اصلی را به عنوان مؤلفه‌های امنیت آب که معرفی می‌کند که عبارتند از: تأمین آب برای نیاز پایه انسانی، تأمین آب برای امنیت تمدنی، تأمین آب برای حفظ محیط‌زیست و تأمین آب برای صنعت و انرژی (The United Nations World Water Development Report, 2003).

ب) از نظر بیانیه وزرای آب اجلاس جهانی آب لاهه در دومین اجلاس جهانی آب که در سال ۲۰۰۰ برگزار شد: در این بیانیه امنیت آب به مفهوم پرداختی به مقوله‌های تأمین نیازهای حیاتی، امنیت بخش تأمین غذا، حفاظت

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

محیط‌زیست، مشارکت در مدیریت منابع آب، اعمال مدیریت ریسک، ارزش‌گذاری آب، استقرار حکمرانی آب و نهایتاً آب صنعت، انرژی و شرب تعریف می‌شود.

ج) امنیت آب از دریچه دومین اجلاس جهانی آب در کیوتو در سال ۲۰۰۳ امنیت آب بدین صورت تعریف شده است: دسترسی مطمئن به میزان قابل‌قبول کمی و کیفی آب برای تولید غیرقابل پیش‌بینی مرتبط با آب را در جامعه دارد (The 2nd World Water forum, 2003).

د) امنیت آب از دیدگاه بانک جهانی: بانک جهانی تنها نهادی است که امنیت آب را به صورت کمی عنوان نموده که عبارت است از تأمین سالیانه یک متر مکعب آب شرب و بهداشتی برای شرب فرد، تأمین ۱۰۰ متر مکعب آب بهداشتی برای بهداشت فرد و تأمین ۱۰۰۰ متر مکعب آب برای تولید کشاورزی، صنعتی و زیست‌محیطی، لذا از منظر این نهاد تأمین ۱۱۰۱ مترمکعب در سال برای هر نفر به مفهوم تأمین امنیت آب است (Norman et al., 2013).

ه) بانک توسعه آسیا امنیت آب را به صورت زیر تعریف می‌کند: یکی از شاخص‌های اولیه امنیت آب تامین آب مکفی برای انسان است. زمانی که هر فرد دسترسی به آب سالم و مقرون به صرفه کافی برای برآوردن نیازهای اولیه نظیر نوشیدن و شست و شو دارد امنیت آب فراهم است. در بسیاری از کشورها، ذخیره‌سازی مخزن برای اهداف آبیاری به عنوان یکی از شاخص‌های امنیت آب قلمداد می‌شود. در چارچوب تمرکز بر مقدار آب گسترش نگرانی از ذخیره‌سازی مخازن و در نظر گرفتن کل چرخه آب نیز به عنوان شاخص امنیت آب در نظر گرفته می‌شود از این منظر می‌توان امنیت آب را به تهدید کمبود آب یا خطر طغیان رودخانه‌ها یا در کل به ناتوانی در مدیریت آب نسبت داد (Asian Development Bank, 2013).

– ضرورت محاسبه و کاربردهای شاخص فقر آب

هدف از محاسبه شاخص فقر آب به‌کارگیری روشی برای اندازه‌گیری رفاه خانوارها در رابطه با دسترسی به آب است که درجاتی را برای اثرات کمبود آب بر جمعیت انسانی ارائه می‌دهد. شاخص فقر آب به دنبال اندازه‌گیری دسترسی به آب در منطقه و اندازه‌گیری ظرفیت مردم در دستیابی به آن است. ممکن است مردم برای دستیابی به آب به ناچار فاصله زیادی را پیاده طی کنند و یا ممکن است آب در نزدیک آن‌ها باشد اما به دلایل مختلفی استفاده از آن برایشان محدود شده باشد. ممکن است مردم به دلیل فقر درآمد دچار «فقر آب» باشند. بین «فقر آب» و«فقر درآمد» رابطه‌ای قوی وجود دارد (Jemmali and Solivan, 2014).

در شاخص فقر آب بر خلاف سایر شاخص‌های مرتبط با مسئله کم آبی و بحران آب، ابعاد مختلف تاثیرگذار بر مدیریت و توسعه منابع آب در نظر گرفته شده و ابزاری موثر و جامع برای تحلیل موجودیت منابع آب سطحی و ارتباط آن با نیازهای انسان و محیط‌زیست است. به دلیل عدم وجود الگوی مصرف مناسب و هدفمند، آشنایی با الگوهای مدیریتی و مصرفی به روز و نو در سطح جهان و البته تطابق داده شده با شرایط متفاوت اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی ایران می‌تواند دریچه‌ای متفاوت و مناسب در زمینه مدیریت آب نسبت به گذشته به روی مسئولین و مردم

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

کشور بگشاید. واقعیت‌های موجود در رابطه با وضعیت منابع و مصارف منابع آب ایران بیان گر ضرورت تدوین و محاسبه معیارهای به مراتب جامع تر نسبت به شاخص‌های معمول است.

بر اساس مطالب مطرح شده، شاخص‌های متعددی وجود دارند که به امنیت آب و توسعه انسانی مربوط می‌شوند. در زیر به مرور برخی از مهم‌ترین این شاخص‌ها که در مطالعات مورد استفاده قرار گرفته‌اند پرداخته می‌شود. برخی از مطالعات از یک شاخص تک متغیره برای اندازه‌گیری امنیت آب و داده‌های حاصل از سرشماری خانوارها و یا نیاز اساسی خانوارها به آب استفاده نمودند. برخی دیگر از مطالعات از یک شاخص توسعه یافته تر به عنوان شاخص کلیدی در محاسبه محرومیت از منابع آب استفاده نمودن. شاخص‌های زیستی_فرهنگی که احساس نگرانی در مورد امنیت آب را اندازه‌گیری می‌کنند، از یک سری روش‌های شاخص گذاری استفاده می‌کنند که امنیت آب را به عنوان یک چالش فردی در نظر می‌گیرند (Mason, 2012).

بانک توسعه آسیا سه زیر شاخص برای اندازه‌گیری امنیت آب در بخش مصرف خانوارها را در نظر می‌گیرد: ۱- دسترسی به آب لوله‌کشی ۲-بهداشت ۳- پیشرفت بهداشت (Asian Development Bank , 2013). انباشته شدن شاخص‌های زیست‌محیطی یک دیدگاه جامعی از امنیت آب را در یک حوضه، یک منطقه و یا یک کشور ارائه می‌دهد. اغلب مطالعات برجسته گذشته از شاخص فقر آب[9] برای اندازه‌گیری امنیت آب استفاده نمودند.

شاخص فقر آب یک شاخص تجمیع شده برای مدیریت آب است که تلاش می‌کند تا یک تصویر جامعی از چالش مدیریت آب را مطرح کند. شاخص فقر آب یک میانگین وزنی از پنج متغیر: منابع آب، دسترسی به آب، ظرفیت سفره‌های زیرزمینی، استفاده از منابع آبی و تمامیت زیست‌محیطی است (Komnenic et al., 2009). شاخص فقر آب طراحی شد تا مشکل آب به صورت ساختاری ارزیابی گردد. این مشکل به اشکال گوناگون در کشورها یا مناطق مختلف ظهور و بروز می‌کند. لذا شاخص فقر آب در ارزیابی‌های بین منطقه‌ای و بین کشورها مفید خواهد بود (Gleick et al., 2002).

هر شاخصی در چارچوب تعریفی که از امنیت آب دارد محدود شده است. تعاریف متعدد از امنیت آب و فقدان برخی از داده‌ها تجمیع اطلاعات را با مشکل رو به رو کرده است و ارزیابی و مقایسه مدل‌ها را به خاطر قیاس‌ناپذیری مقیاس‌های امنیت آب با چالش رو به رو نموده است. مقیاس‌های دسترسی به آب، کیفیت آب، زیرساخت‌های آب چه در بحث مصرف خانگی و چه در حوضه آبخیز یا سطح ملی به تنهایی گویای تمامی جوانب امنیت آب نیستند و ماهیت چندوجهی توسعه امنیت آب را آن گونه که به عملکرد اجتماعی آب نیز مربوط می‌شود را نشان نمی‌دهند. رویکردهای زیست‌محیطی در مورد امنیت آب نیز که غالبا بر طبیعت و مقیاس‌های زیست‌محیطی در یک حوضه آبخیز تاکید می‌کنند، به طور مقتضی با مقیاس‌های مدیریتی امنیت آب در سطوح مصرف خانگی منطبق نیستند. در زیرخلاصه ای از مطالعاتی که در آن شاخص‌هایی برای امنیت آب استفاده شده معرفی شده است.

9- Water Poverty Index (WPI)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۱- شاخص‌های امنیت آب در مطالعات پیشین (Jepson, 2014)

Table 1- water security indexes in other studies (Jepson, 2014)

سال مطالعه و محقق	شاخص امنیت آب	مقیاس	قلمرو	دامنه مفهومی
Gleick et al (2002)	نیاز اساسی به آب	تک متغیر	فردی	توسعه انسانی
Wescoat et al (2008)	شاخص فقر آب	تک متغیر	مصرف خانگی	توسعه انسانی
Korc and Ford (2013)	شاخص فقر آب	چند متغیره	قلمرو سیاسی	توسعه انسانی
Wutich (2011)	شاخص تجربی امنیت آب	تک متغیره	فردی	توسعه انسانی
Jemmali and Sullivan (2014)	شاخص فقر آب	چند متغیره	جغرافیای سیاسی	پایداری
Norman et al (2013)	شاخص‌های وضعیت امنیت آب	چند متغیره	حوضه	پایداری
Dunn and Bakker (2011)	زیرساخت‌های اساسی دسترسی به آب	تک متغیره	منطقه‌ای	آسیب‌پذیری و انطباق با خطر

با توجه به حساسیت خاص مدیریت و توسعه منابع آبی تا به حال شاخص‌های مختلفی برای سنجش وضعیت منابع آبی کشورهای مختلف ارایه شده است که هر کدام دارای نقاط قوت و ضعف خاص خود می‌باشند. محققان گذشته در زمینه فقر آب برای محاسبه فقر آب از یک روش ساده محاسبه میانگین وزنی از پنج شاخص منابع آب، دسترسی به آب، ظرفیت سفره‌های زیرزمینی، استفاده از منابع آبی و تمامیت زیست‌محیطی استفاده نمودند. در مطالعه حاضر بر خلاف روش مطالعات پیشین که در بالا ذکر شد برای محاسبه شاخص فقر آب از یک میانگین وزنی استفاده نمی‌گردد. بلکه در این مطالعه از نظریه سیستم فاجعه بر اساس شاخص‌ها و زیر شاخص‌های متغیر اصلی فقر آب برای محاسبه نهایی اسکالوگرام فقر آب استفاده خواهد شد. در این روش از منطق فازی رایج در علوم ریاضی برای ساختن یک اسکالوگرام برای فقر آب که در نهایت مقداری بین صفر و یک را برای آن لحاظ خواهد کرد استفاده می‌شود. پس از محاسبه شاخص فقر آب در ایران، سیر تغییرات فقر آب در ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

-معرفی شاخصی جهت اندازه‌گیری امنیت آب و فقر آب

سیستمی که در این مطالعه برای محاسبه فقر آب برای ایران استفاده می‌شود "نظریه فاجعه بر اساس سیستم ارزیابی چند شاخصه[10]" و برگرفته از مقاله Xiao-jun et al (2014) است. به طوری که در این مقاله از نظریه فاجعه بر اساس سیستم ارزیابی چند شاخصه و با استفاده از روش منطق فازی که در علوم ریاضی مطرح می‌گردد به محاسبه اسکالوگرام فقر آب پرداخته می‌شود و نهایتا شاخص محاسبه شده از فقر آب مقداری بین صفر و یک خواهد بود.

نظریه فاجعه از یکی از شاخص‌های روش‌شناسی نشات گرفته شده است. این نظریه برای مقابله با سیستم‌های پویای تحت کنترل یک تابع انرژی بالقوه طراحی شده است (Wang et al., 2011). در نظریه فاجعه و در حالت کلی متغیرهای سیستم به دو نوع تقسیم می‌شوند: ۱- متغیرهای درون زا؛ که این متغیرها، متغیرهایی هستند که از درون مدل به دست

10- Catastrophe theory based multi-criteria evaluation system

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

می‌آیند. ۲- متغیرهای کنترل؛ که این متغیرها، متغیرهایی هستند که در حالی که سیستم در حال اجرا است، از خارج مدل روی متغیرهای درون زا اثر می‌گذارند.

شکل کلی تابع عضویت فازی به صورت $V(x_i, c_a)$ است. در این رابطه x_i متغیر وابسته و c_a پارامتر کنترل است. فرض می‌شود که با تغییر متغیرهای کنترل متغیر وابسته به آهستگی تغییر می‌کند.

بر اساس نظریه فاجعه، با استفاده از مدل Xiao-jun et al., (2014) شاخص فقر آب به تعدادی زیر شاخص تقسیم می‌شود که در آن هر زیر شاخص متشکل از تعدادی معیار ارزیابی است. مدل فاجعه یک سیستم است که بر پایه چند زیر شاخص که خود متشکل از چند معیار هستند، استوار است. نوع هر زیر شاخص بر اساس تعداد معیارهای ارزیابی مشخص می‌گردد. اگر زیر شاخص فقط یک معیار داشته باشد برابر[11] نام می‌گیرد. اگر معیار از دو معیار تشکیل شده باشد، نوک هلالی[12] نام‌گذاری می‌شود. اگر زیر شاخص متشکل از سه معیار باشد، دم چلچله‌ای[13] نام می‌گیرد. اگر زیر شاخص دارای چهار معیار باشد، از آن با عنوان پروانه‌ای[14] یاد می‌شود.

جدول ۲- مدل فاجعه بر اساس تعداد مختلف پارامترهای کنترل و حالت یک زیر سیستم (Xiao-jun et al., 2014)

Table 2- Catastrophe theory multi-criteria evaluation in a sub system (Xiao-jun et al., 2014)

مدل فاجعه	پارامترهای کنترل	متغیرهای حالت	تابع بالقوه
برابر	۱	۱	$V_a(x) = \frac{1}{3}x^3 + ax$
نوک هلالی	۲	۱	$V_{ab}(x) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx$
دم چلچله‌ای	۳	۱	$V_{abc}(x) = \frac{1}{5}x^5 + \frac{1}{3}ax^3 + \frac{1}{2}bx^2 + cx$
پروانه‌ای	٤	۱	$V_{abcd}(x) = \frac{1}{6}x^6 + \frac{1}{4}ax^4 + \frac{1}{3}bx^3 + \frac{1}{2}cx^2 + dx$
تخم‌مرغی نقطه وسط[15]	۳	۲	$V_{abc}(x,y) = x^3 + y^3 + axy + bx + cy$
بیضی نقطه وسط[16]	۳	۲	$V_{abc}(x,y) = x^3 - xy^2 + y^3 + a(x^2 + y^2) + bx + cy$
سهمی در نقطه وسط[17]	٤	۲	$V_{abc}(x,y) = x^2y + y^4 + ax^2 + by^2 + cx + dy$

داده‌های هر یک از زیر شاخص‌ها با استفاده از مدل فاجعه مربوطه برای دست‌یابی به یک تابع عضویت فازی نظیر به نظیر با آن زیر شاخص استاندارد می‌شود. این فرآیند برای توابع فازی که متعلق به یک زیر شاخص هستند، تکرار می‌شود و به طور متناظر این فرایند برای تمامی زیر شاخص‌ها تکرار می‌شود. این مراحل برای توسعه و ارزیابی مدل

11- fold
12- Cusp
13- Swallowtail
14- Butterfly
15- Oval umbilici point
16- Elliptic umbilici point
17- Parabolic umbilici point

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جامع و اساسی فازی دنبال می‌گردد. سپس نظریه فاجعه برای ارزیابی فقر آب به صورتی که در مراحل زیر مطرح می‌شود، مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد (Xiao-jun et al., 2014).

مرحله اول: استقرار سیستم شاخص‌ها

در تحقیق حاضر تاثیر عوامل مختلف محیطی، اقتصادی و اجتماعی روی فقر آب به طور جداگانه بررسی می‌شود؛ اما این عوامل در آن واحد با یکدیگر تعامل دارند و هم چنین بر کلیت سیستم نیز تأثیرگذارند. در نتیجه این عوامل روی فقر آب موثر هستند. وقتی که ارتباط این عوامل با هم در مراحل خاص برای دست‌یابی به مقادیر معینی از فقر آب در نظر گرفته می‌شود، می‌توان یک سیستمی را یافت که شامل چند بخش مستقل از هم است که به صورت طبیعی با هم در ارتباط هستند تا به یک تابع قطعی برسند؛ بنابراین ترکیب مفهومی و ماهیت ارتباط مدل منجر می‌شود تا شاخص فقر آب به پنج زیر شاخص امنیت محیطی خارجی، امنیت منابع آب، امنیت اجتماعی آب، امنیت اقتصادی آب و امنیت زیست‌محیطی آب تقسیم شود. این زیر شاخص‌ها به صورت جداگانه و مستقل از هم اما در ارتباط با یکدیگر در نظر گرفته می‌شوند. هر زیر شاخص شامل تعدادی معیار می‌شود. این معیارها برای دست‌یابی به فقر آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. فهرست این زیر شاخص‌ها و معیارها مرتبط با آن در جدول (۳) آورده شده است. داده‌های تمامی شاخص‌های ذکر شده در پایگاه‌های داده بانک مرکزی ایران، مرکز آمار ایران، وزارت نیرو سازمان جهاد کشاورزی و سازمان آب و فاضلاب کشور اخذ شده است.

جدول ۳- زیر شاخص‌ها و معیارها جهت دستیابی به شاخص فقر آب برگرفته از: Xiao-jun et al (2014)

Table 3- the sub indexes and the criterions for water powerty from: Xiao-jun et al (2014)

زیر شاخص	معیار ها	نحوه استاندارد سازی معیارها
تمامیت زیست‌محیطی	خشک شدن منابع آب سطحی	کم تر بهتر است.
	نرخ کویر زدائی	بیش‌تر بهتر است.
	نرخ کویر زائی	کم‌تر بهتر است.
منابع آب	نرخ کمبود آب	کم تر بهتر است.
	نسبت تامین آب سطحی	بیش‌تر بهتر است.
	نسبت سایر عوامل در تامین آب	بیش‌تر بهتر است.
دسترسی به آب	منابع آب سرانه	بیش‌تر بهتر است.
	کشش قیمتی تقاضای آب	بیش‌تر بهتر است.
	ضریب جینی برای استفاده داخلی	کم‌تر بهتر است.
استفاده از منابع آب	مصرف سرانه آب جهت آبیاری در بخش کشاورزی	کم‌تر بهتر است.
	مصرف سرانه آب آشامیدنی	کم‌تر بهتر است.
	مصرف سرانه آب در بخش صنعت	کم‌تر بهتر است.
ظرفیت سفره‌های زیرزمینی	نرخ بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی	کم‌تر بهتر است.
	نرخ بهره‌برداری از منابع آب سطحی	کم‌تر بهتر است.
	نرخ رقیق‌سازی	هر چه باشد خوب است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مرحله دوم: استاندارد کردن معیارها

از آن جایی که دامنه و واحدهای داده‌های اصلی با هم متفاوت هستند، ارزش هر معیار به یک متغیر جدید که دامنه تغییر آن بین صفر و یک است تبدیل می‌شود تا تمامی متغیرها استاندارد شوند. استاندارد کردن با استفاده از فرمول‌های متفاوت برای انواع مختلف معیارها انجام می‌شود (جدول ٤).

جدول ٤- نحوه استانداردسازی معیارهای و معیارهای شاخص فقر آب در نظریه فاجعه و فرمول استانداردسازی معیارها بر اساس ماهیت معیارها (Xiao-jun et al., 2014)

Table 4- Standardization of water powerty in catastrophe theory and Criteria standardization formula based on the nature of the criteria (Xiao-jun et al., 2014)

برای معیارهایی که مقادیر بهترشان زمانی است که آن‌ها بیش‌تر می‌شوند از ضابطه بزرگ‌تر، بهتر است[18]استفاده می‌شود.	$Y=\begin{cases}1 & X\geq a_2\\ \frac{X-a_1}{a_2-a_1} & a_1<X<a_2\\ 0 & 0<X<a_1\end{cases}$
در معیارهایی که مقادیر بهترشان زمانی است که آن‌ها کم‌تر می‌شوند، از فرمول "کوچک‌تر، بهتر است[19]" استفاده می‌شود که به صورت مقابل است.	$Y=\begin{cases}1 & 0<X<a_1\\ \frac{a_2-X}{a_2-a_1} & a_1<X<a_2\\ 0 & X\geq a_2\end{cases}$
برای معیارهایی که نمی‌توان آن‌ها را در هیچ کدام از دو طبقه‌بندی بالا قرار داد، از فرمول "هر چه باشد خوب است[20]" استفاده می‌شود که به صورت مقابل است.	$Y=\begin{cases}\frac{2(X-a_1)}{a_2-a_1} & a_1\leq X\leq\frac{a_1+(a_2-a_1)}{2}\\ \frac{2(a_2-X)}{a_2-a_1} & \frac{a_1+(a_2-a_1)}{2}<X<a_2\\ 0 & X>a_2 \text{ or } X<a_1\end{cases}$

توضیح: a_2 به عنوان حد بالا و بیش‌ترین مقدار هر معیار و a_1 به عنوان حد پایین و کم‌ترین مقدار هر معیار در داده‌های خام است.

مرحله سوم: متغیرهای تابع عضویت فازی

پس از استاندارد کردن داده‌ها، تابع عضویت فازی فاجعه هر شاخص به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

فاجعه نوک هلالی: برای زیر سیستم‌های دو شاخصی: $x_a=a^{0.5}$, $x_b=b^{1/3}$

فاجعه دم چلچله‌ای: برای زیر سیستم‌های سه شاخصی $x_a=a^{0.5}$, $x_b=b^{1/3}$, $x_c=c^{1/4}$

فاجعه پروانه‌ای: زیر سیستم‌های چهار شاخصی $x_a=a^{0.5}$, $x_b=b^{1/3}$, $x_c=c^{1/4}$, $x_d=d^{1/5}$

ضمن محاسبه تابع عضویت فازی مدل فاجعه اصول زیر رعایت می‌گردد:

اصل غیر مقایسه‌ای: تابع متغیرهای کنترل نمی‌تواند با هیچ یک از سایر توابع در سیستم جایگزین شود. بنابراین کوچک‌ترین مقادیر متغیرهای کنترل (a, b, c, d) در هر سیستم استفاده می‌شوند. برای مثال: $x=\min\{x_a,x_b,x_c,x_d\}$

18- Larger is better (LIB)
19- Smaller is better (SIB)
20- All is ok

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

اصل مقایسه‌ای: متغیرهای کنترل می‌توانند کمبود یکدیگر را جبران کنند. لذا میانگین آن‌ها می‌تواند در سیستم استفاده گردد: $X = \frac{x_a + x_b + x_c + x_d}{4}$

مرحله چهارم: محاسبه فقر آب

همان‌طور که در جدول (۳) مشخص است هر زیر شاخص از سه معیار اصلی تشکیل شده است. در ابتدا معیارها با استفاده از ضوابط توابع ریاضی داده شده در جدول (٤) استانداردسازی شده تا بین صفر و یک تعریف شوند. پس از استانداردسازی معیارها بر اساس اصل مقایسه‌ای از معیارهای استاندارد شده میانگین گرفته می‌شود. سپس با توجه به تعداد متغیرهای برون زا (معیارها) برای هر زیر شاخص با استفاده از توابع بالقوه فازی در جدول (۲) مقادیر زیر شاخص‌ها محاسبه می‌گردد. در نهایت با تکرار این روش برای زیر شاخص‌ها، شاخص اصلی فقر آب به عنوان یک شاخص بین صفر و یک محاسبه می‌گردد. روند و مقادیر شاخص فقر آب و زیر شاخص‌های آن در شکل‌های (۱ تا ٦) و جدول (۵ و ٦) آورده شده است.

جدول ۵- زیر شاخص‌ها و معیارها جهت دستیابی به فقر آب (Xiao-jun et al., 2014)

Table 5- Sub indexes and criterions for Water powerty (Xiao-jun et al., 2014)

زیر شاخص	معیارها	معیار استاندارد شده	میانگین معیارهای استاندارد شده برای هر دوره	نحوه استانداردسازی، اصل مقایسه‌ای یا غیر مقایسه‌ای و تابع عضویت فازی هر زیر شاخص
$V_1(X)$: تمامیت زیست‌محیطی	خشک شدن منابع آب سطحی a	$x_a = a^{1/2}$	$X = \frac{x_a + x_b + x_c}{3}$	بیش‌تر بهتر است و اصل مقایسه‌ای استفاده شد.
	نرخ کویر زدایی b:	$x_b = b^{1/3}$	$V_1(X) = \frac{1}{5}X^5 + \frac{1}{3}aX^3 + \frac{1}{2}bX^2 + cX$	
	نرخ کویر زایی c:	$x_c = c^{1/4}$		
منابع آب	نرخ کمبود آب a:	$x_a = a^{1/2}$	$X = \frac{x_a + x_b + x_c}{3}$	بیش‌تر بهتر است و اصل مقایسه‌ای استفاده شد.
	نسبت تامین آب سطحی b:	$x_b = b^{1/3}$	$V_2(X) = \frac{1}{5}X^5 + \frac{1}{3}aX^3 + \frac{1}{2}bX^2 + cX$	
	نسبت سایر عوامل در تامین آب C:	$x_c = c^{1/4}$		
$V_3(X)$: دسترسی به آب	منابع آب سرانه a:	$x_a = a^{1/2}$	$X = \frac{x_a + x_b + x_c}{3}$	بیش‌تر بهتر است و اصل مقایسه‌ای استفاده شد.
	کشش قیمتی تقاضای آب b:	$x_b = b^{1/3}$	$V_3(X) = \frac{1}{5}X^5 + \frac{1}{3}aX^3 + \frac{1}{2}bX^2 + cX$	
	ضریب جینی برای استفاده داخلیC:	$x_c = c^{1/4}$		
$V_4(X)$: استفاده از منابع آب	مصرف سرانه آب در بخش کشاورزی a:	$x_a = a^{1/2}$	$X = \frac{x_a + x_b + x_c}{3}$	کم‌تر بهتر است و اصل مقایسه‌ای استفاده شد.
	مصرف سرانه آب آشامیدنی b:	$x_b = b^{1/3}$	$V_4(X) = \frac{1}{5}X^5 + \frac{1}{3}aX^3 + \frac{1}{2}bX^2 + cX$	
	مصرف سرانه آب در بخش صنعت C:	$x_c = c^{1/4}$		

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ادامه جدول ۵- زیر شاخص‌ها و معیارها جهت دستیابی به فقر آب (Xiao-jun et al., 2014)

Continue of Table 5- Sub indexes and criterions for Water powerty (Xiao-jun et al., 2014)

$V_5(X)$: ظرفیت سفره‌های زیرزمینی	نرخ بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی a:	$x_a = a^{1/2}$	$X = \frac{x_a + x_b + x_c}{3}$	بیش‌تر بهتر است و اصل مقایسه‌ای استفاده شد.
	نرخ بهره‌برداری از منابع آب سطحی b:	$x_b = b^{1/3}$	$V_5(X) = \frac{1}{5}X^5 + \frac{1}{3}aX^3 + \frac{1}{2}bX^2 + cX$	
	نرخ رقیق‌سازی c:	$x_c = c^{1/4}$		
شاخص نهایی فقر آب	$W = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5}{5}$	$WPI(W) = \frac{1}{6}V_1 W^6 + \frac{1}{5}V_2 W^5 + \frac{1}{4}V_3 W^4 + \frac{1}{3}V_4 W^3 + \frac{1}{2}V_5 W^3$		

جدول ٦- محاسبه شاخص فقر آب و زیر شاخص‌های تشکیل دهنده آن برای ایران

Table 6- Water powert and its sub indexes for Iran

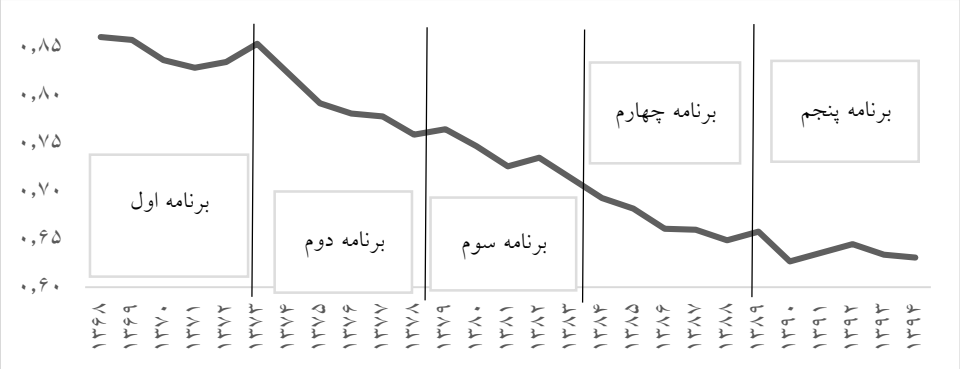
سال	برنامه توسعه	فقر آب	ظرفیت سفره‌های زیرزمینی	دسترسی به آب	منابع آب	استفاده از منابع آب	تمامیت زیست‌محیطی
۱۳٦۸		۰/٤۹	۰/٦۲۸	۰/۸٤٥	۰/۷۹۷	۰/٤۳۳	۰/۸٦۹
۱۳٦۹	برنامه اول	۰/٥۱	۰/٦۱٥	۰/۸۲۱	۰/۷۸۳	۰/٤۲٦	۰/۸٥۸
۱۳۷۰	توسعه	۰/٥۱	۰/٥۹۹	۰/۷۸۹	۰/۷٦۱	۰/٤۰٥	۰/۸٤۷
۱۳۷۱	اقتصادی	۰/٥٤	۰/٥۷٦	۰/۷۱۳	۰/۷٥۳	۰/٤۸٤	۰/۸۳٦
۱۳۷۲		۰/٥٦	۰/٥٥٤	۰/٦٥٦	۰/۷۳٥	۰/٥٤٤	۰/۸۲٥
۱۳۷۳	بدون برنامه	۰/٥۷	۰/٥٦۸	۰/٦۸۹	۰/۷۲۷	۰/٥۷۱	۰/۸٥٤
۱۳۷٤		۰/٥٥	۰/٥٥۸	۰/۷۳۸	۰/٦۸۹	۰/۷۳۹	۰/۸۰۳
۱۳۷٥	برنامه دوم	۰/٥٦	۰/٥٥۳	۰/۷٤۰	۰/٦۸۱	۰/۷۷۸	۰/۷۹۲
۱۳۷٦	توسعه	۰/٥٥	۰/٥٥۱	۰/۷٥۱	۰/٦۷۳	۰/٦۹۸	۰/۸۷۱
۱۳۷۷	اقتصادی	۰/٦۱	۰/٥۲۹	۰/٦۹۱	۰/٦٥٥	۰/٥٤۹	۰/۷۷۰
۱۳۷۸		۰/٦۰	۰/٥۰٦	۰/٦۲۸	۰/٦۳۷	۰/۷٤۷	۰/۷٥۹
۱۳۷۹		۰/٦۲	۰/٥۰۹	۰/٦۱۸	۰/٦٦۹	۰/٦۳۸	۰/۷٤۸
۱۳۸۰	برنامه سوم	۰/٥٦	۰/٤۹۰	۰/٥۲۳	۰/٦۷۱	۰/۸٦۹	۰/۷٦۷
۱۳۸۱	توسعه	۰/٦٦	۰/٥۰۲	۰/٦۱۰	۰/٦۷۳	۰/٤۸۷	۰/۷۲٦
۱۳۸۲	اقتصادی	۰/٦٥	۰/٤۹۷	۰/٥۸۸	۰/٦۸٥	۰/۷۷۱	۰/۷۱٥
۱۳۸۳		۰/٦٤	۰/٤۹۹	۰/٥۹۷	۰/٦۹۷	۰/۷٥۲	۰/۷۰٤
۱۳۸٤		۰/٦٥	۰/٤۸٥	۰/٦۳۹	۰/٦۰۹	۰/٥۸۲	۰/٦۹۳
۱۳۸٥	برنامه چهارم	۰/٦۸	۰/٤٦۸	۰/٥۹۷	۰/٥۹۱	۰/٤۳٤	۰/٦۸۲
۱۳۸٦	توسعه	۰/٦۹	۰/٤٥٤	۰/٥۷۳	۰/٦۸۳	۰/۷۰۱	۰/٦٦۱
۱۳۸۷	اقتصادی	۰/٦۷	۰/٤٥٤	۰/٥۹۲	۰/٥٦٥	۰/۸۸٥	۰/٦٦۰
۱۳۸۸		۰/٦۸	۰/٤۲۱	۰/٤۸٦	۰/٥٤۷	۰/٥۷۷	۰/٦٤۹
۱۳۸۹	بدون برنامه	۰/٦۹	۰/٤۱۰	۰/٤٤۱	۰/٥۳۹	۰/۷۱۳	۰/٦٥۸
۱۳۹۰		۰/۷۱	۰/۳۹۸	۰/٤۳٦	۰/٥۳۱	۰/۳۹۸	۰/٦۲۷
۱۳۹۱	برنامه پنجم	۰/۷۰	۰/۳۹٥	۰/٤۰۱	۰/٥٤۳	۰/٥۸۱	۰/٦۳٦
۱۳۹۲	توسعه	۰/٦۹	۰/٤۰٦	۰/٤۱٥	۰/٥٦٥	۰/۷٤۱	۰/٦٤٥
۱۳۹۳	اقتصادی	۰/۷۱	۰/٤۲۰	۰/٤۷۳	۰/٥۱۳	۰/۷۳۹	۰/٦۹٤
۱۳۹٤		۰/۷۱	۰/۳۹۸	۰/٤٥٦	۰/٥٥۱	۰/۷۳۸	۰/٦۳۷

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

یافته‌ها و بحث

روند شاخص فقر آب و زیر شاخصهای تشکیل دهنده آن

شاخص تمامیت زیست محیطی



شکل ۱: روند شاخص تمامیت زیست محیطی برای دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤

Figure 1: The trend of environmental integrity index for the period 1989-2015

تغییر اقلیم(گرم شدن کره زمین) بر کلیه فعالیت‌هایی که از آب مربوطه بهره‌برداری می‌کنند تاثیرات منفی داشته باشد. رودخانه‌ها به دلیل تغییرات در میزان دما و بارندگی تحت تاثیر قرار می‌گیرند که نهایتا میزان آب موجود از نظر مقدار تبخیر با نوسانات همراه می‌شود. متوسط حجم کل ریزش‌ها در ٤٤ سال گذشته برابر ۲٤۳/۸ میلی‌متر بوده است.

کم ترین میزان بارندگی در حوضه آبریز هامون به میزان ۱۰۳ میلی‌متر و بیش‌ترین میزان بارندگی در حوضه آبریز دریای خزر با ٤۲۳/۳ میلی‌متر بوده است. حجم قابلت آبگیری از سدهای کشور در پایان سال آبی ۱۳۹٤ به حدود ٤۷/٤ میلیارد متر مکعب رسیده است (Annual Report of Iranian Water Management Corporation, 2015).

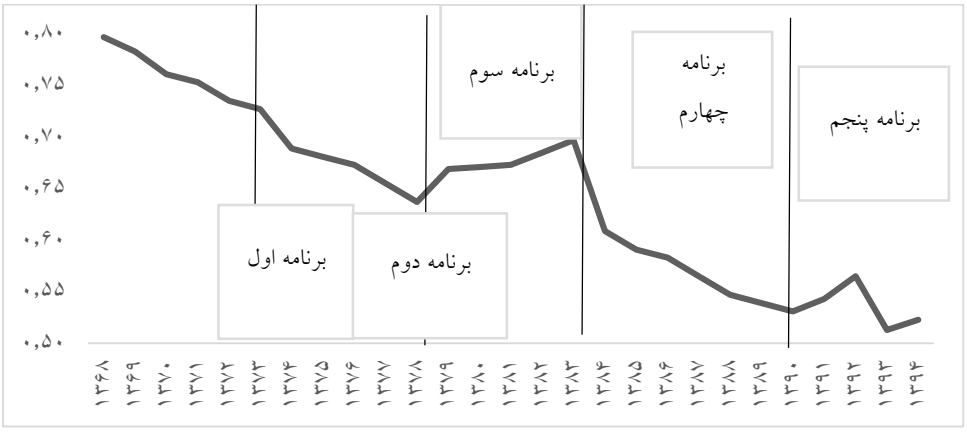
موقعیت رشته‌کوه‌های زاگرس و البرز سبب شده است که ۷۰ درصد بارندگی تنها در ۲۵ درصد از مساحت کشور وجود داشته باشد. از یک سو نیمی از مساحت کشور به حوضه آبریز مرکزی اختصاص داشته که تنها یک سوم از منابع آب تجدید پذیر در آن واقع است و از سوی دیگر، حدود نیمی از منابع آب تجدید پذیر ایران در حوضه آبریز خلیج‌فارس و دریای عمان قرار دارد که یک چهارم از مساحت کشور را پوشش می‌دهد. مهار آب‌های سطحی از طریق ایجاد سد و سرمایه‌گذاری در این زمینه بدون توجه کافی به ملاحظات فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی و نبود هماهنگی طرح‌های مکمل بهره‌برداری از چالش‌های مدیریت منابع آب در کشور است. تجربه بحران دریاچه ارومیه که بخش قابل‌توجهی از آن ناشی از احداث سدها در مسیر این دریاچه بود، از جمله مشکلات حوزه امنیت آب است. مهم‌ترین تهدیدی که در آینده برای کشور ما وجود دارد، مساله آب است.

شاخص منابع آب

محدودیت منابع آب و تنش زیاد بر ذخایر آبی در کشور موجب شده است تا توجه زیادی به مدیریت کارآمد و بهینه منابع آبی در بخش تقاضا شود. مدیریت عرضه عملیاتی هم چون مهار آب‌های سطحی، انتقال آب از طریق کانال،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

استفاده از آب‌های زیرزمینی در آبیاری و استفاده از آب کانال‌ها را شامل می‌شود. مدیریت تقاضای آب شامل مواردی نظیر اصلاح الگوی مصرف در بخش‌های مختلف مصرفی، تغییرات نهادی، اصلاحات سازمانی و مشارکت مصرف‌کنندگان در امر مدیریت منابع آب را شامل می‌شود. اگر الزامات سیاستی برای حمایت از بخش آب تقویت نشود، بحران آب به بدتر شدن خدمات آب رسانی برای میلیون‌ها نفر، کاهش اراضی کشاورزی، کاهش تولید مواد غذایی، افزایش سریع قیمت مواد غذایی و کاهش مصرف سرانه مواد غذایی منجر خواهد شد. عدم توجه به توسعه تکنولوژی، ذخیره‌سازی منابع آب و اصلاحات سیاستی ممکن است تقاضای آب برای مصارفی به غیر از کشاورزی را حتی با سرعتی بیشتر از آنکه پیش‌بینی شده است، افزایش دهد، که در این صورت موجب بدترشدن وضعیت منابع آب و تشدید بحران آب خواهد شد.



شکل ۲: روند شاخص منابع آب برای دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤

Figure 2: The trend of water resorse for the period 1989-2015

سهم ایران از منابع آب شیرین جهان نسبت به مناطق دیگر در سطح پایین تری قرار دارد. در حالی که یک درصد از جمعیت جهان به ایران اختصاص دارد، سهم آن از منابع آب شیرین تنها ۰/۳ درصد است (سیاست‌های اجرایی بخش آب، ۱۳۹۳). از مجموع ٤۲۰ میلیارد مترمکعب بارندگی سالانه در کشور ٦٦ درصد آن پیش از رسیدن به رودخانه‌ها تبخیر می‌شود. کل منابع آب تجدید پذیر داخلی سالانه برابر ۱۲۸/۵ میلیارد متر مکعب است و با احتساب ۹ میلیارد متر مکعب منابع آب تجدید پذیر خارجی، حجم سالانه منابع آب تجدید پذیر واقعی ۱۳۷/۵ میلیارد متر مکعب برآورد می‌شود. آب ورودی به سه سد مهم کشور (کارون ، دز و سفید رود) بیش از ۵۰ میلیون متر مکعب در سال است. این در حالی است که این رخدادها در کشوری اتفاق می‌افتد که ۵۲ درصد آن کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر در سال بارندگی دارد و ۷۰ درصد وسعت آن فاقد رودخانه دائمی است.

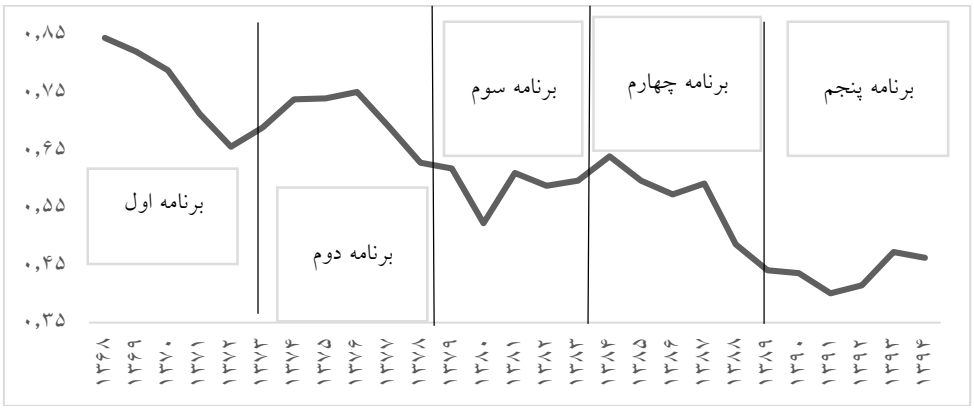
منابع آب مصرفی و آشامیدنی در برخی نقاط از خارج از کشور تامین می‌شود. برای آب مورد نیاز سیستان و بلوچستان را از هیرمند تامین می‌شود. در کشور افغانستان سدهایی در سردهانه‌ها و سرچشمه‌های آب هیرمند ایجاد می‌کنند که باعث مشکلات جدی برای سیستان و بلوچستان شده است. از طرفی سد دوستی بین ایران و ترکمنستان ایجاد شده و

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

تقریبا ۸۰ درصد آب شرب کلان شهر بزرگی مثل مشهد را تامین می‌کند، اما به دلیل احداث سد در بالادست سد دوستی، مشهد دچار بحران شده و پیش‌بینی می‌شود اگر همین روند ادامه پیدا کند، ظرف دو سه سال آینده مشهد با بحران آب آشامیدنی رو به رو خواهد شد. ترکیه در قالب طرحی به نام طرح گاپ در حال احداث ۲۲ سد در سرچشمه‌های دجله و فرات است که آینده سوریه و عراق و منطقه را به خطر انداخته و حداقل خطری که برای ایران خواهد داشت ریزگردهاست که حتی تهران و شمال ایران را هم تحت تاثیر ریزگردهای حاصل از این تصمیم قرار خواهد داد. علاوه بر این، حجم قابل ملاحظه‌ای آب از مرزهای کشور ما خارج می‌شود، بیش از ۱۰ میلیارد مترمکعب آب تولید ایران از مرزها خارج می‌شود؛ که یا به دریا می‌ریزد یا اصلا مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (Annual Report of Iranian Water Management Corporation, 2015).

شاخص دسترسی به آب

ایران با میانگین بارندگی سالیانه ۲۲۸ میلی‌متر در مقابل ۸۱۳ میلی‌متر متوسط بارندگی سالیانه کره زمین در مجموع یکی از کشورهای خشک جهان محسوب می‌گردد. خشک‌سالی در کشورهایی نظیر ایران که با مساله کم آبی و کاهش نزولات جوی رو به رو است، هر چند سال یک بار رخ می‌دهد و بخش‌های وسیعی از ایران به علت واقع شدن در قلمرو اقلیمی خشک و نیمه خشک همواره بارش کمی دریافت می‌کنند و از این رو به طور دائم با کمبود آب مواجه هستند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اقلیمی نواحی خشک ایران تغییر شدید در رژیم بارش آن است.



شکل ۳: روند شاخص دسترسی به آب برای دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤

Figure 3: The trend of water access for the period 1989-2015

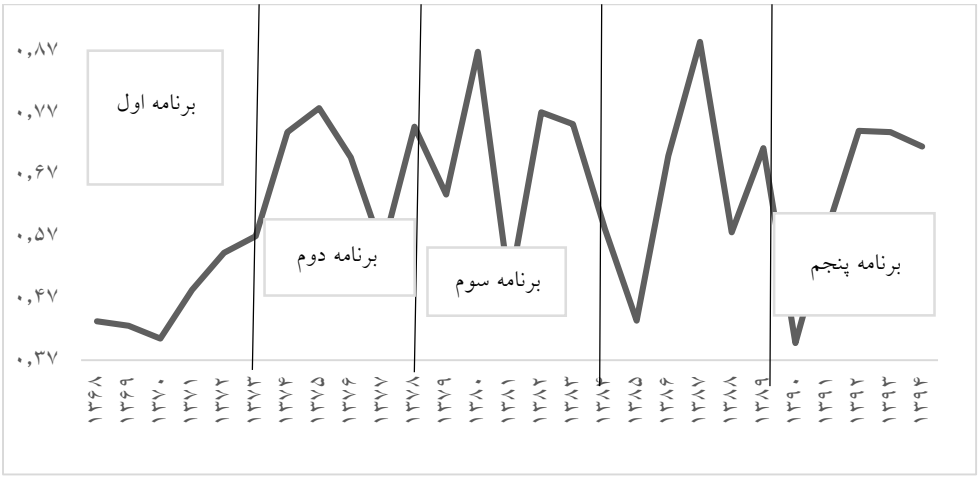
بررسی وضعیت بارندگی در کشور در ۵ دهه گذشته نشان می‌دهد که روند بلندمدت بارندگی نزولی بوده و حجم بارندگی در سال‌های اخیر نسبت به گذشته با کاهش همراه است. افت بارندگی سبب شده که حجم آب موجود در مخازن سدها تنها ۳۸ درصد از کل مخازن را در بر گیرد در حالی که متوسط میزان بارندگی سالانه در جهان ۸۱۳ میلی‌متر است، میزان بارندگی در منطقه خاورمیانه و ایران به ترتیب ۲۱۷ و ۲۲۸ میلی‌متر بوده که کم‌تر از یک سوم متوسط بارندگی جهان است (سیاست‌های کلان آب، ۱۳۹۲). بر اساس آخرین آمارها حجم جریان‌های سطحی آب

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در کشور از مهر ماه سال ۱۳۹۲ تا پایان شهریور ماه سال ۱۳۹٤ بیش از ٤۲/۷ میلیارد متر مکعب بوده که نسبت به روند بلندمدت ۵۲ درصد کاهش یافته است. حجم جریان‌های سطحی آب در تمامی حوضه‌های آبریز کشور در مقایسه با بلندمدت کاهشی بوده و بیش‌ترین کاهش در حوضه آبی هامون با ۷۷ درصد کاهش اتفاق افتاده است (Annual Report of Iranian Water Management Corporation, 2015). در بسیاری از شهرهای جنوبی کشور، طرح جیره‌بندی یا نوبت‌بندی آب اجرا گردید. خشک‌سالی‌های اخیر باعث شده در بخش کشاورزی مشکلاتی رخ دهد و در نتیجه بسیاری از روستاها در بخش جنوبی کشور خالی از سکنه شود و روستاییان به شهرها مهاجرت کنند و حاشیه‌نشین شوند؛ در کشور ما بیش از ۱۱ میلیون نفر حاشیه‌نشین وجود دارد که بخش قابل ملاحظه‌ای از آن روستاییانی هستند که بیکار شده و شغل خود را از دست داده‌اند. این مساله، مشکلاتی را به صورت زنجیره‌ای در کشور ایجاد کرده است.

شاخص استفاده از منابع آب

اتکای بیش از حد اقتصاد ایران به نفت یکی از عوامل اصلی پایین بودن بهره‌وری در بخش‌های مختلف اقتصاد کشور قلمداد می‌شود. بخش کشاورزی نیز از این قاعده کلی مستثنی نیست. در حالی که این بخش ۹۳ درصد آب کشور به میزان ۸۳ میلیارد متر مکعب را می‌بلعد، روی هم رفته از راندمانی بین ۳۰ تا ۳۵ درصد در آبیاری در بخش کشاورزی برخوردار بوده و بهره‌وری آب به تولید در این حوزه حدود ۰/۷۵ کیلوگرم در متر مکعب است.



شکل ٤: روند شاخص استفاده از منابع آب برای دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤

Figure 4: The trend of water resorces use for the period 1989-2015

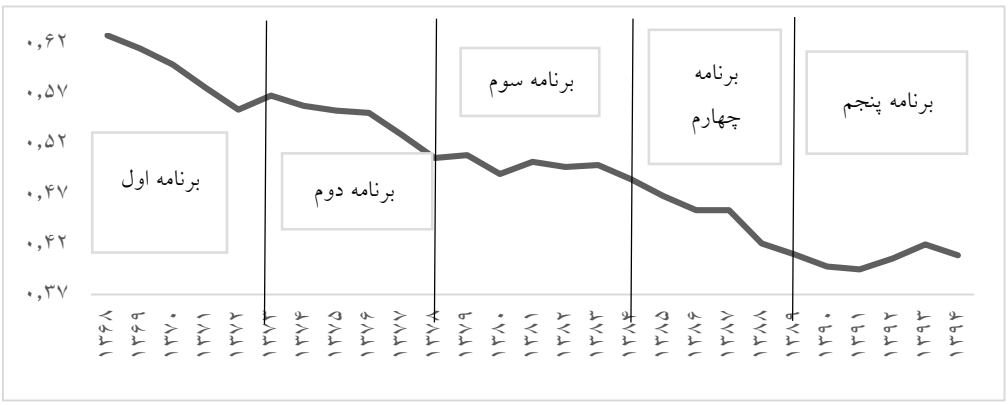
سهم کشاورزی با این حجم بالای مصرف آب معادل ۱۵ درصد از تولید ناخالص ملی بدون نفت را تشکیل می‌دهد. در بین استان‌های کشور بیش‌ترین سهم بخش کشاورزی در تولید ناخالص داخلی بدون نفت به‌ترتیب به استان‌های کرمان، گلستان و اردبیل به ترتیب به میزان ٤۰، ۳۲ و ۳۰ درصد اختصاص دارد (Annual Report of Iranian Water Management Corporation, 2015).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بیش از ۹۰ درصد آب در ایران به مصارف کشاورزی می‌رسد. متوسط راندمان آب در بخش کشاورزی کم‌تر از ۳۰ درصد برآورد شده است. با توجه به سهم بیش از ۹۰ درصدی بخش کشاورزی از مصرف منابع آب کشور، هر نوع برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری برای ارتقای راندمان آب در این بخش زمینه‌ساز کاهش قابل توجه مشکلات منابع آب در کشور خواهد بود. مصرف آب در ایران بیش تز از الگوهای جهانی است به گونه‌ای که گفته می‌شود سرانه هدر رفت مصرف آب در ایران بسیار بیش‌تر از سرانه هدر رفت آب جهانی است. با توجه به محدود بودن منابع آبی وقوع بحران آبی در آینده، دور از انتظار نمی‌باشد که این پدیده می‌تواند پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی فراوانی را در پی داشته باشد. برآوردها نشان می‌دهند که در سال ۱٤۱۰ ایران به جرگه کشورهای در تنش آبی خواهد پیوست (Annual Report of Iranian Water Management Corporation, 2015). منابع آبی ایران با توجه به تقاضای رو به افزایش حجم و استفاده‌های گوناگون از آن به شدت تحت فشار است و تخصیص آن میان بهره بردارن مختلف که از وظایف مدیریت منابع آب به شمار می‌آید روز به روز پیچیده‌تر می‌گردد. در مورد توزیع آب، بین استان‌های کشور هم اختلافات جدی به وجود آمده است. به طور مثال بین خوزستان، چهارمحال و بختیاری، اصفهان و یزد، در مساله زاینده‌رود و سرچشمه‌های آن اختلافاتی وجود دارد. اغلب استان‌های ما دچار اختلافات جدی در بحث توزیع آب شده‌اند.

شاخص ظرفیت سفره‌های زیرزمینی

در سرفصل‌های برنامه دوم توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی (۱۳۷٤-۱۳۷۸) آمده است که: به منظور اجرای سیاست‌های صرفه‌جویی و هدایت مصرف‌کنندگان آب کشاورزی به سوی بهره‌برداری مطلوب، معقول و کار از منابع آب کشور، وزارت نیرو موظف است با اتخاذ تدابیر اجرایی و اقتصادی لازم، نسبت به تحویل آب در شبکه‌های آبیاری و چاه‌های عمیق و نیمه عمیق براساس الگوی مصرف بهینه آب کشاورزی برای این گونه مصرف‌کنندگان به صورت حجمی اقدام نماید.



شکل ۵: روند شاخص ظرفیت سفره‌های زیرزمینی برای دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤

Figure 5: The trend of the capacity index of underground aquifers for the period 1989-2015

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

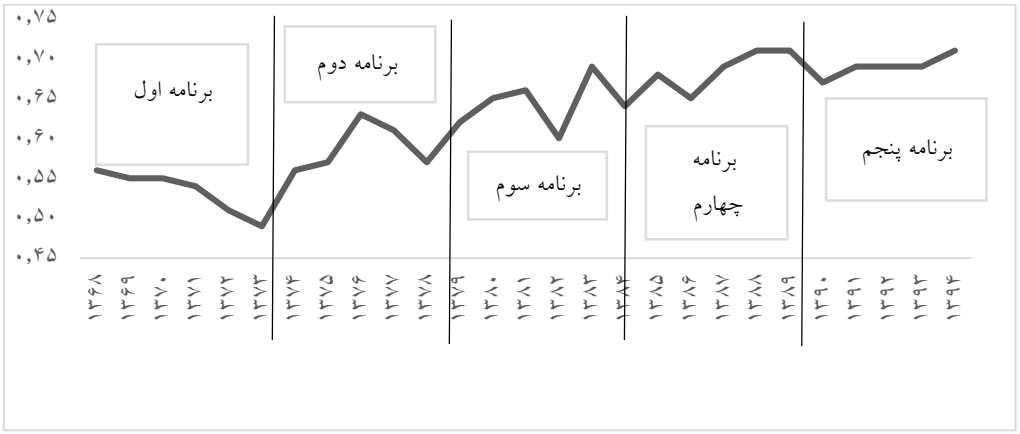
در ماده ۱۷ برنامه چهارم توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی (۱۳۸٤-۱۳۸۸) آمده است که: دولت مکلف است، نظر به جایگاه محوری آب در توسعه کشور، منابع آب کشور را با نگرش مدیریت جامع و توأماً عرضه و تقاضا در کل چرخه آب با رویکرد توسعه پایدار در واحدهای طبیعی حوزه‌های آبریز با لحاظ نمودن ارزش اقتصادی آب، آگاه‌سازی عمومی و مشارکت مردم به گونه‌ای برنامه‌ریزی و مدیریت نماید که هدف‌های زیر تحقق یابد: به منظور ایجاد تعادل بین تغذیه و برداشت سفره‌های آب زیرزمینی در دشت‌های با تراز منفی، دولت مکلف است با تجهیز منابع مالی مورد نیاز و تمهیدات سازه‌ای و مدیریتی، مجوزهای بهره‌برداری در این دشت‌ها را بر اساس مصرف معقول [موضوع ماده (۱۹) قانون توزیع عادلانه آب] که با روش‌های نوین آبیاری قابل دسترس است، اصلاح نماید به طوری که تا پایان برنامه چهارم تراز منفی سفره‌های آب زیرزمینی بیست و پنج درصد (۲۵٪) بهبود یابد.

یکی از دلایل اصلی تقاضای زیاد آب کشاورزی در کشور برگرفته از اختلاف زیاد میان قیمت اقتصادی آب و قیمت عرضه فعلی آن است و به همین دلیل در چند سال اخیر برداشت بیش از حد از چاه‌ها، افزایش عمق و حتی حفر غیرمجاز چاه‌ها افزایش شدیدی یافته است. این امر به نوبه خود تهدیدی برای امنیت آب محسوب می‌گردد. مجموع چاه‌های مجاز تا پایان سال ۱۳۱۹ شامل ٤٥ هزار حلقه بوده که میزان استخراج آب در سال ۱۳۹۱ برابر ٤۹/۸ میلیارد متر مکعب گزارش شده است. ۸٦/۱ درصد از چاه‌ها و ۸۵/۸ درصد از استخراج به بخش کشاورزی اختصاص دارد. علاوه بر چاه‌های مجاز بنا به برآوردهای غیررسمی حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ هزار حلقه چاه غیرمجاز در کشور وجود دارد که به صورت غیرقانونی از منابع آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری می‌نمایند. بین سال‌های ۱۳۸٦ تا ۱۳۹۲ در مجموع ٦۰/۳ هزار حلقه چاه غیرمجاز توسط وزارت نیرو شناسایی شده است. سفره‌های آب‌های زیرزمینی از منابع تجدیدشونده کشور محسوب می‌شوند. در سال‌های اخیر افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی، خسارت‌های غیرقابل جبرانی بر منابع آب زیرزمینی کشور وارد کرده است. برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی باعث افزایش سفره‌های آب شور و شور شدن منابع آب شیرین در نقاط مختلف کشور شده است. تداوم افت بارندگی در کشور در مقایسه با روند بلندمدت و بهره‌برداری نادرست از منابع آب کشور به ویژه در بخش کشاورزی منجر شده که در چند دهه گذشته سطح آب سفره‌های زیرزمینی کشور حدود ۱۸ متر کاهش یابد. برداشت کشورهای همسایه از مخازن مشترک آبی به عنوان یکی از مسائلی که باید به آن توجه شود. کشورهای عربی سالانه ۷ میلیارد مترمکعب آب از خلیج‌فارس و دریای عمان را شیرین و استفاده می‌کنند در حالی که ما فقط ۲۰۰ میلیون مترمکعب آب شیرین می‌کنیم.

شاخص فقر آب

در نهایت شکل (٦) روند شاخص فقر آب را طی دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤ نشان می‌دهد. مقایسه روند شاخص فقر آب طی برنامه‌های مختلف توسعه پس از انقلاب اسلامی شاخص فقر آب را با روند صعودی طی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ٦: روند شاخص فقر آب برای دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤

Figure 6: The trend of water powerty for the period 1989-2015

مقایسه شاخص "نسبت وابستگی به منابع آب خارجی" در ایران و کشورهای دیگر نشان می‌دهد که منابع آب وارد شده از کشورهای هم جوار تحت تأثیر موقعیت جغرافیایی آن‌ها متفاوت است. وابستگی کشورها به منابع آب کشورهای همسایه یکی از دلایل اصلی نزاع بر سر آب بوده است. طبق گزارش‌های سازمان ملل در نیم قرن اخیر، بیش از ۱۸۳۰ مورد مناقشه در زمینه آب در جهان رخ داده که ۳۷ مورد آن سبب بروز جنگ و یا انفجار سدها شده است. در منطقه خاورمیانه و قاره آفریقا کشورهای مصر، سودان و اتیوپی بر سر تقسیم آب رود نیل و کشورهای عراق، سوریه، ترکیه و ایران بر سر رودهای دجله و فرات تنش‌های جدی دارند. میزان وابستگی ایران به منابع خارجی در سطح نسبتاً پایینی قرار داشته و حدود ۷ درصد از منابع آب ایران از منابع خارجی تأمین می‌شود. هر چند شاخص وابستگی کشور به منابع آب ورودی از کشورهای همسایه در سطح پایینی قرار دارد، اما محدودیت منابع آب در شرق کشور سبب شده است که اختلافات جدی بین ایران و افغانستان در خصوص میزان بهره مندی از آب رودخانه هیرمند که از افغانستان سرچشمه می‌گیرد، وجود داشته باشد.

فقر آب شدیدا تحت تاثیر عوامل بسیاری از جمله: افزایش جمعیت، شهرنشینی، توسعه اقتصادی، تغییرات در استاندارد زندگی، افزایش آلودگی آب، برداشت بیش از اندازه از منابع آب‌های زیرزمینی و تغییرات آب و هوایی است. فقر آب به طور بالقوه همواره در معرض خطر افزایش جمعیت و تغییرات آب و هوایی است. تغییرات آب و هوایی دسترسی و حفظ فقر آب را بد تر می‌کند. تغییرات آب و هوایی جهانی منجر به افزایش پیچیدگی و هزینه‌های تامین آب می‌شود. به طور کلی تغییرات آب و هوایی منجر به کاهش دسترسی به آب در کشورهای که در حال حاضر از کمبود آب و افزایش تنوع محیط زیستی در کشورهایی که به آب دسترسی دارند می‌شود.

اگر روند ملاحظه شده در شکل‌های بالا به همین شکل ادامه پیدا کند ناامنی آب سال‌های پیش رو بدتر خواهد شد. افزایش جمعیت، رشد اقتصادی، رشد شهرنشینی، توسعه صنعتی و کشاورزی و تغییرات آب و هوایی ناامنی آب را افزایش می‌دهد. رشد جمعیت و توسعه اقتصادی، منجر به کمبود آب می‌گردد. یکی از جنبه‌های کلیدی فقر آب ارتباط آن با امنیت غذایی، توسعه اقتصادی و کاهش فقر است. رشد جمعیت فشار بر عرصه‌های طبیعی را افزایش داده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بهره‌برداری غیراصولی و تغییر کاربری‌ها منجر به تخریب اکوسیستم و ایجاد ناامنی در منابع آبی شده است.
بعد از وقوع انقلاب اسلامی به واسطه تغییرات فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی شاهد دو برابر شدن جمعیت کشور در یک بازه زمانی ۲۵ ساله بودیم. رشدی که به نظر می‌رسد در آینده هم اگرچه با شیب ملایم تری، با توجه به ساختار سنی جمعیت و باورهای اعتقادی قابل تکرار است. با افزایش جمعیت، روند صعودی تقاضا برای آب امری طبیعی و مسلم است. اصولاً رشد جمعیت عامل اصلی بحران آب در سطح جهانی است و می‌توان آن را مادر بحران آب نامید. به علاوه این که سهم جمعیت شهرنشین ایران از ۲۰/۷ درصد در سال ۱۲۷۹طبق سرشماری‌های دوره ۱۳٤۵ تا ۱۳۸۵ به ترتیب به ۳۱/٤، ۳۸، ٤۷، ٥٤/۳، ٦۸/٥، درصد افزایش یافته است و در سال ۱۳۹۰ از مرز ۷۱ درصد گذشته است. بنابراین موازنه جمعیت به سود شهرها و به زیان روستاها برهم خورده است. به این معضل می‌توان رشد تعداد شهرها، شکل‌گیری پدیده نخست شهری و تمرکز جمعیت در کلان‌شهرهای تهران، اصفهان، اهواز، قم و زاهدان با منابع محدود آب را اضافه کرد. نداشتن سیاست‌های مناسب و اجرایی برای توزیع همگون جمعیت، توزیع امکانات و توقف روند افزایشی شهرنشینی شهری مانند زاهدان با دسترسی محدود به منابع آب در دوره ۱۳۳۵ تا ۱۳۷۵ از رتبه ۲۵ به رتبه ۱۰ جمعیتی در میان شهرهای کشور برسد. رشد جمعیت کشور در دهه‌های گذشته، در کنار بهبود شاخص‌های اقتصادی و رفاهی کشور سبب افزایش مصرف آب در بخش‌های مختلف شامل کشاورزی، شرب و صنعتی شده است. با توجه به تداوم افزایش جمعیت در سال‌های آتی، رشد مصرف آب اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. تحت تأثیر مشکلات ساختاری حاکم بر بخش کشاورزی (نظام خرده مالکی، سطح سواد پایین کشاورزان، تشکیل نشدن سرمایه ثابت ناخالص کافی و مولد و تداوم شرایط خشکسالی در سال‌های اخیر)، رشد جمعیت کشور و افزایش مصرف مواد غذایی منجر به فشار به منابع طبیعی به ویژه منابع آب‌های زیرزمینی کشور می‌گردد. افزایش جمعیت، افزایش ضریب شهرنشینی و رشد تقاضای آب بحران آب را تشدید می‌کنند. شهرنشینی امنیت آب و غذا را تهدید می‌کند. با گسترش شهرها، نیاز به مصرف آب افزایش می‌یابد و این امر منجر به کاهش سهم آب کشاورزی و در نتیجه کاهش محصولات کشاورزی می‌گردد. علاوه بر آن مهاجرت مردم روستایی به شهرها، تعداد شاغلین در بخش کشاورزی را نیز کاهش داده و در نتیجه باز هم از میزان محصولات کشاورزی کاسته می‌شود. این امر به نوبه خود امنیت آب و غذا را تهدید می‌کند. با رشد اقتصادی، نیاز به انرژی بسیار افزایش یافته و این در حالی است که منابع انرژی محدود است. روند کنونی فعالیت شهرها در جهان سوم با توجه به تغییرات آب و هوا هشدار دهنده است، چرا که شهرها نقش به سزایی در تعداد ماشین‌ها، ساختمان‌ها و صنایع دارد. رشد اقتصادی، تغییرات آب و هوایی و گسترش شهرنشینی از عوامل تهدیدکننده امنیت آب محسوب می‌شوند. از یک طرف باید به فکر تولید آب باشیم، از یک طرف باید به فکر مصرف صحیح آب باشیم؛ ۹۲ درصد منابع آب موجود کشور را به بخش کشاورزی می‌بریم و ٦٥ درصد منابع در آن جا تلف می‌شود (Policies of the water sector, 2014).

– نگاهی به مقوله آب در برنامه‌های توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران

نخستین برنامه توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران (۱۳٦۹–۱۳۷۳) به‌دلیل رویکرد برنامه‌ریزی و توسعه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منطقه‌ای نسبت به برنامه‌های قبل از انقلاب از جایگاه ممتازتری برخوردار شد. در این دوران ۵ ساله، طرح جامع آب (جاماب) کشور را به ۸ منطقه کلان بر اساس حوزه آبریز رودخانه‌ها تقسیم و به مطالعه و پیش‌بینی آب مورد نیاز شهرها در این مناطق تا سال ۱۳۸۱ پرداخت. هم چنین بر اساس بند ج تبصره ٦ این برنامه: دولت مکلف بود به منظور احیاء و توسعه بخش‌های محروم و ایجاد تعادل‌های منطقه‌ای ترتیبی اتخاذ نماید که با توجه به شرایط و استعدادهای خاص هر منطقه، تخفیف عوارض در امور عمرانی و خدمات عمومی از قبیل: آب بها، برق، تلفن و گاز را معمول دارد. بر اساس بند ز تبصره ۲۹ به منظور استفاده حداکثر از ظرفیت‌های منابع آب و نیروی کشور به دولت اجازه داده شد که احداث سدهای کارون سه، کارون جریانی چهار، کرخه و گاویشان را تا سقف سه میلیارد دلار از طریق انعقاد قراردادهای اعتباری بلندمدت تأمین کند. هم چنین در خط مشی ١٤ و ١٥ هدف کلی چهارم این برنامه به صورت زیر آمده است:

سازمان‌دهی و ایجاد تشکل‌های قانونی حقابه بران و مصرف‌کنندگان آب و جلب همکاری و مشارکت آنان در امر نگهداری و بهره‌برداری از تأسیسات آبی کشور.

تجدیدنظر اساسی در سازمان‌دهی و مدیریت اقتصادی بخش‌های آب و کشاورزی بالاخص در موارد تعیین قلمرو مسوولیت‌ها، ایجاد هماهنگی‌های لازم بین ارگان‌های ذیربط و استفاده صحیح و معقول از منابع آب.

در برنامه دوم توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران (۱۳۷۸ -۱۳۷٤) حفظ جنگل‌ها و ممانعت از آلودگی آب و هوا مورد توجه قرار گرفت و به صورت سه تبصره حفاظت از منابع طبیعی با تأکید بر جنگل‌ها و تضمین بهره‌برداری پایدار از منابع و پیشگیری از آلودگی هوا و آب آورده شد. بر اساس تبصره ۱۹ به وزارت نیرو اجازه داده شد که: در مورد فروش آب شرب (خانگی) تعرفه تصاعدی اعمال نماید و تعرفه آب مصرفی غیرشهری بخش صنعت را سالانه به میزان بیست و پنج درصد (۲۵٪) نسبت به سال ماقبل بر مبنای سال ۱۳۷۳ (مترمکعبی ۲ ریال) افزایش دهد. هم چنین در بند ۸ این تبصره آمده است که: بخشی از مطالب کتب درسی مدارس و دانشگاه‌ها به موضوع اهمیت آب و انواع انرژی و ضرورت مدیریت بر مصرف آن و آموزش عمومی جامعه از طریق صدا و سیما و مطبوعات در این زمینه به منظور اشاعه فرهنگ صرفه‌جویی و پرهیز از اتلاف و اسراف منابع اختصاص داده شود.

در برنامه سوم توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران (۱۳۷۹-۱۳۸۳) به دولت اجازه داده شد به منظور اجرای سیاست‌های صرفه‌جویی و هدایت مصرف‌کنندگان آب کشاورزی برای بهره‌برداری بهینه، آب را در رودخانه‌ها و شبکه‌های آبیاری و ایستگاه‌های پمپاژ و چاه‌های عمیق و نیمه عمیق براساس الگوی مصرف بهینه آب کشاورزی نسبت به تدوین و اجرای نظام بهره‌برداری، مشارکت بخشی غیردولتی (حقّابه داران و مالکان) و ایجاد تشکل‌های بهره‌برداری آب و خاک اقدام نماید و برای این‌گونه مصرف‌کنندگان، براساس قانون تثبیت نرخ آب بهای زراعی قیمت‌گذاری نموده و تحویل دهد.

همچنین به منظور بهره‌برداری اصولی از آب و حفظ ارزش واقعی آن و سهولت در نقل و انتقال آن، دولت موظف است نسبت به تهیه و صدور اسناد آب به حقّابه داران و مالکان اقدام نماید.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بر اساس ماده ۱۷ فصل اول برنامه چهارم توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران (۱۳۸٤-۱۳۸۸) دولت مکلف بود، نظر به جایگاه محوری آب در توسعه کشور، منابع آب کشور را با نگرش مدیریت جامع و توأماً عرضه و تقاضا در کل چرخه آب با رویکرد توسعه پایدار در واحدهای طبیعی حوزه‌های آبریز با لحاظ نمودن ارزش اقتصادی آب، آگاه‌سازی عمومی و مشارکت مردم به گونه‌ای برنامه‌ریزی و مدیریت نماید که هدف‌های زیر تحقق یابد: با اصلاح ساختار مصرف آب و استقرار نظام بهره‌برداری مناسب و با استفاده از روش‌های نوین آبیاری و کم‌آبیاری، راندمان آبیاری و به تبع آن کارایی آب به ازای یک متر مکعب در طی برنامه بیست و پنج درصد (۲۵٪) افزایش یافته و با اختصاص به محصولات با ارزش اقتصادی بالا و استفاده بهینه از آن موجبات افزایش بهره‌وری آب را فراهم سازد.

بر اساس ماده ۱٤۰ فصل منابع آب برنامه پنجم توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران (۱۳۹۰-۱۳۹٤) به منظور مدیریت جامع (به هم پیوسته) و توسعه پایدار منابع آب و در راستای ایجاد تعادل بین تغذیه و برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی در کلیه دشت‌های کشور، وزارت نیرو موظف بود اقدامات زیر را به انجام رساند:

۱ـ پروژه‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای در سطح تمامی دشت‌های کشور با اولویت دشت‌های ممنوعه آبی

۲- اقدامات حفاظتی و جلوگیری و مسلوب‌المنفعه نمودن برداشت‌های غیرمجاز از منابع آب زیرزمینی در چهارچوب قانون تعیین تکلیف چاه‌های آب فاقد پروانه

۳- نصب کنتورهای حجمی بر روی کلیه چاه‌های آب محفوره دارای پروانه با هزینه مالکان آن

٤- اعمال سیاست‌های حمایتی و تشویقی

۵- اجرای نظام مدیریتی آب کشور براساس سه سطح ملی، حوضه‌های آبریز و استانی به نحوی اقدام نماید که تا پایان برنامه با توجه به نزولات آسمانی، تراز منفی سفره‌های آب زیرزمینی در این دشت‌ها نسبت به سال آخر برنامه چهارم حداقل بیست و پنج درصد (۲۵٪) (دوازده و نیم درصد(۱۲/۵٪) از محل کنترل آب‌های سطحی و دوازده و نیم درصد (۱۲/۵٪) از طریق آبخیزداری و آبخوان‌داری) با مشارکت وزارت جهاد کشاورزی بهبودیافته و با استقرار نظام بهره‌برداری مناسب از دشت‌های موضوع این بند اهداف پیش‌بینی‌شده را تحقق بخشد.

بر اساس مواد مطرح شده در فصل آب برنامه‌های توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران می‌توان به وضوح دریافت که دولت‌مردان و سیاست‌مداران کشور به خوبی متوجه وضعیت بحرانی منابع آب کشور و شدت یافتن این بحران طی برنامه‌های توسعه اقتصادی پس از انقلاب اسلامی ایران بودند.

نتیجه‌گیری

آب همواره نقش اساسی را در جوامع انسانی بازی کرده است. آب منبع حیات، معیشت و رفاه است. آب به عنوان یک نهاده در اغلب محصولات کشاورزی، انرژی و صنعتی توسط افراد سالم در زیست‌بوم‌های سالم به کار گرفته می‌شود. با افزایش جمعیت و تولید بیش تز استفاده از منابع طبیعی افزون‌تر گردید و با وجود محدودیت‌های منابع

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مشکلات زیست‌محیطی و انسانی ایجاد شد. یکی از این نوع منابع، منابع آبی هستند که بنا به وضعیت کشورها می‌تواند برخی از آن‌ها را با مشکلات جدی روبه رو کند.

علاوه بر نبود و یا ضعف مدیریت صحیح منابع آب باید به فهرست بلند بالای مدیریت سازه‌ای، سرمایه‌گذاری محدود و توزیع ناعادلانه آن در بخش کشاورزی، عدم نظارت بر برداشت آب از منابع، عدم تدوین الگوی کلان کشت مناسب با شرایط محیطی، تمرکز جمعیت در کلان‌شهرها، حمایت ناکافی از روش‌های آبیاری نوین را نیز اضافه نمود. به علاوه کوتاه بینی، نگاه بخشی و تک بعدی همین مدیران موجب تمرکز بر نشانه‌های بحران به جای علل بحران و اعمال مدیریت انفعالی به جای مدیریت فعالانه و پیشگیرانه شده است. بنابراین تا پذیرش وقوع بحران، تغییر در پارادایم، لزوم استفاده از تجربیات دیگر کشورها در مدیریت منابع آب، بومی‌سازی تجربیات جهانی، مهار رشد شهرنشینی، بهینه‌سازی توزیع جمعیت، تغییرات بنیادی در زیرساخت‌های کشاورزی، بالا بردن بهره‌وری کشاورزی، تدوین الگوی مناسب کشت، خرید تضمینی محصولات تولیدی بر اساس الگوی کشت، واقعی شدن قیمت انرژی و آب، ارائه مشوق‌های لازم به تعاونی‌های تولیدی روستایی بخش کشاورزی، راه‌اندازی بازار آب و حمایت از سرمایه‌گذاری در این بخش و پایش مصرف آب در بخش‌های مختلف به دغدغه فکری و اجرایی مدیران منجر نشده و نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای مورد نیاز فراهم نگردد، انتظار بهبود در شرایط و عبور از بحران نمی‌رود.

سیاست‌مداران، روشنفکران، گروه‌های مرجع و آحاد جامعه باید خود را برای انتخاب‌های سخت و پذیرش نظرات کارشناسانه و ریاضتی آماده کرده و تا دیر نشده دست به اقدام عملی بزنند. به نظر محققین، آنان راه عبور از بحران و رسیدن به شرایط مطلوب را ساده، سطحی، کوتاه مدت و بدون مشارکت همگانی و عزم ملی می‌دانند یا از عمق بحران، پیچیدگی و چندبعدی بودن موضوع خبر ندارند و یا از صداقت و دلسوزی واقعی نسبت به آینده کشور و مردم چنان‌که باید و شاید برخوردار نیستند.

در این مقاله پس از مروری جامع بر مطالعات مطرح تجربی پیشین در زمینه امنیت آب و فقر آب و بیان تعاریف دقیق از مقوله فقر آب به عنوان شاخصی از امنیت آب که توسط سازمان‌های بین‌المللی مربوطه و محققان متخصص در این زمینه صورت گرفت، به اهمیت موضوع مسئله فقر آب و بحران آبی حال حاضر و پیش روی کشورمان پرداخته شد. سپس با استفاده از نظریه سیستم چند شاخصه فاجعه و استفاده از تابع عضویت فازی شاخص فقر آب برای ایران به خاطر در دسترس نبودن داده‌ها و اطلاعات لازم برای برخی از سال‌ها طی دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤ محاسبه و مقایسه گردید. همان طور که از شکل‌های (۱ تا ٦) مشخص است، وضعیت فقر آب و شاخص‌های زیرمجموعه سیستم امنیت آب سیر پر نوسان و در بیش تز موارد نزولی دارند.

بحران آب یکی از مسائل مهم جهانی است که در منطقه جنوب غرب آسیا نمود بیشتری دارد. ایران به عنوان یکی از کشورهای خشک این منطقه، چالش‌های فراوانی در حوزه آب دارد. در این میان، ایران در مقام یکی از پهناورترین

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

کشورهای این منطقه، یکی از خشک‌ترین کشورهای خاورمیانه است؛ اما ایران بر اساس آمارهای رسمی، به لحاظ کشاورزی، در رتبه نخست منطقه به حساب می‌آید. بر این اساس، ایران، نیازهای آبی زیادی دارد و به دلیل مصرف بی‌رویه، بیلان آب در ایران به شدت منفی است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد: پایین رفتن سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی و خشک شدن چاه‌ها و قنات‌ها باعث تهدید بخش فعالیت‌های اقتصاد کشاورزی و به خطر افتادن امنیت آب شده و منجر به مهاجرت روستاییان و شهرنشینان شهرهای کوچک به شهرها بزرگ و کلان‌شهرها می‌شود. علاوه بر آن نوعی رقابت هیدروپلیتیکی میان شهرها، کشاورزان و بخش صنعت ایجاد شده است که شهرهای بزرگ و صنایع بزرگ دست بالا را دارند و امنیت آبی مناطق روستایی و کشاروزی را در ایران به خطر انداخته است. این مسئله نشان‌دهنده بدتر شدن بحران آب طی سال‌های اخیر و خطرناک تر شدن وضعیت کشور در زمینه امنیت آب است. بغرنج تر شدن وضعیت منابع آب در کشور حتی بدون نگاه به این ارقام و اعداد نیز کاملا ملموس است. تجربه تلخ سال‌های اخیر نظیر خشک شدن رودخانه‌ها و دریاچه‌های طبیعی کشور موید وضعیت وخیم امنیت آب در ایران است. مسئله‌ای که اگر با نگاه کارشناسانه و دقیق به آن ننگریست و راه حل مدیریتی برای آن نیاندیشید مطمئنا به بهتر شدن اوضاع کمک نکرده و منجر به بدتر شدن شرایط کنونی نیز خواهد شد. متاسفانه در ایران در سال‌های گذشته تنها راه حل این مشکل را ایجاد سدهای گوناگون در مسیر رودخانه‌های بزرگ و مهم که شریان حیاتی محیط‌زیست مناطق حاشیه‌ای آن رودخانه‌ها هستند می‌دانند. به عبارت دیگر احداث سدهای گوناگون و غیرضروری در جای جای مسیر رودخانه‌ها چرخه طبیعی اکوسیستم منطقه را بر هم زده است. مسئله‌ای که حتی بدون مراجعه به آمار و اطلاعات می‌توان به آن پی برد یا کافی است فقط به حافظه تاریخی خود مراجعه کرد این است که در سال‌های گذشته میزان نزولات جوی در فصول بارشی بسیار بیش تز از وضعیت حال حاضر بود. یا صرفا گرم‌تر شدن نسبی ماه‌های نیمه اول سال یا به هم خوردن ترتیب فصل‌ها و ماه‌ها علتی غیر از سو مدیریت منابع آب و مدیریت بتنی آب ندارد. موسسه‌ی منابع جهان اقدام به پیش‌بینی وضعیت آب در ۱۶۷ کشور جهان در سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۳۰ و ۲۰۴۰ کرده است. بنابراین پیش‌بینی، احتمالاً افزایش جمعیت، افزایش مصرف و گسترش شهرنشینی تقاضا برای آب را در سراسر جهان افزایش خواهد داد. گزارش به صورت کلی بسیار نگران کننده است و چشم‌اندازِ خطرناکی را از آینده‌ی جهان تصویر می‌کند. اما آن‌چه آن‌را نگران‌کننده‌تر می‌کند فهرست ۳۳ کشوری است که تا سال ۲۰۴۰ «به شدت» دچار تنش آب خواهند شد. نام کشور ما ایران نیز در اوایل این فهرست به چشم می‌خورد. منطقه‌ی خاورمیانه هم‌اکنون نیز از لحاظ امنیت آب در شمار فقیرترین مناطق جهان است. کشورهای این منطقه با نرخ بسیار بالایی از سفره‌های آب زیرزمینی و سایر منابع آبی خود بهره‌برداری می‌کند (OECD, 2015).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

References

- Annual Report of Iranian Water Management Corporation., (2015), "Ministry of energy, vice president of water affairs, Tehran. [Online]: https://stu.wrm.ir/. [In Persian].
- Asiabi Hir, R., Mostafazadeh", R., Raoof, M., Esmali Ouri, A., (2015), "Predicting drought using statistical methods and large-scale climate signals", ***Journal of Extension and Development of Watershed Management***, 11 (3): 23-17. [In Persian].
- Asian Development Bank., (ADB), (2013), "***Asian water development outlook: Measuring water security in Asia and the Pacific***", Asian Development Bank Pub, Mandaluyong City, Philippines**.**
- Chaves, H., Alipaz, S., (2007), "An integrated indicator based on basin hydrology, environment, life, and policy: the watershed sustainability index", ***Water Resources Management***, 21 (5): 883-895.
- Dunn, G., Bakker, K., (2011), "Fresh water-related indicators in Canada: an inventory and analysis", ***Canadian Water Resources Journal***, 36 (2): 135-148.
- Falkenmark, M., Berntell, A., Ja¨gerskog, A., Lundqvist, J., Matz, M., Tropp, H., (2007), "***On the verge of a new water scarcity: A call for good governance and human ingenuity***", SIWI Policy Brief. Stockholm International Water Institute (SIWI), Stockholm.
- Gleick, P. H., Chalecki, E. L., Wong, A., (2002), "***Measuring water well-being: water indicators and indices***", In: Gleick, P. (Ed.), The World's Water: Island Press Pub, Washington, DC.
- Jaberzadeh, M., (2014), "***Estimation of water poverty index in the provinces of the country***", ***Proceedings of the 7th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering***, Tehran, (Dec. 2014). [Online]: https://civilica.com/doc/318899. [In Persian].
- Jansky, L., Nakayama, M., Pachova, N. I., (2008), "***International water security: Domestic threats and opportunities***", United Nations University Press Pub, Tokyo; New York.
- Jemmali, H., Sullivan, C. A., (2014), "Multidimensional analysis of water poverty in MENA region: An empirical comparison with physical indicators", ***Social indicators research***, 115(1): 253-277.
- Jepson, W., (2014), "Measuring 'no-win'waterscapes: Experience-based scales and classification approaches to assess household water security in colonias on the US–Mexico border", ***Geoforum***, (51): 107-120.
- Korc, M. E., Ford, P. B., (2013), "Application of the Water Poverty Index in border colonias of west Texas", ***Water Policy***, 15 (1): 79-97.
- Komnenic, V., Ahlers, R., Zaag, P., (2009), "Assessing the usefulness of the water poverty index by applying it to a special case: can one be water poor with high levels of access?" ***Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C***, (34): 219-224.
- Manandhar, S., Pandey, V. P., Kazama, F., (2012), "Application of water poverty index (WPI) in Nepalese context: a case study of Kali Gandaki River Basin (KGRB)", ***Water Resources Management***, 26 (1): 89-107.
- Mascarenhas, M., (2012), "Redefining water security through social reproduction: lessons learned from Rajasthan's 'Ocean of Sand", ***IDS Bulletin***, 43 (2): 51-58.
- Mason, L. R., (2012), "Gender and asset dimensions of seasonal water insecurity in urban Philippines", ***Weather, Climate, and Society***, 4 (1): 20–33.
- Norman, E. S., Dunn, G., Bakker, K., Allen, D. M., Albuquerque, R. C., (2013), "Water security assessment: integrating governance and freshwater indicators", ***Water Resources Management***, 27 (2): 535-551.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- OECD, (2015), "***Water: The environmental outlook to 2050***", Organization for economic co-operation and development (OECD) Pub, [Online]: https://www.oecd.org/env/ resources / 49006778 .pdf
- Shabaz Baghian, M. R., (2013), "***Regional analysis of water security in Hamedan province and reducing vulnerability due to water shortage with a systematic approach***", MS Thesis, BuAli Sin Univ, Faculity of Agriculture Sciences. [In Persian].
- Stevenson, E. G. J., Greene, L. E., Maes, K. C., Ambelu, A., Tesfaye, Y. A., Rheingans, R., Hadley, C., (2012),"Water insecurity in 3 dimensions: an anthropological perspective on water and women's psychosocial distress in Ethiopi", ***Social Science & Medicine***, 75 (2): 392-400.
- Shakya, B., (2012), "***Analysis and mapping water poverty of Indrawati Basin***", World Wide Fund for Nature Nepal Report, 70. [On line]: https://wwf.panda.org/wwf_news/ ?205791/ Water-Poverty-of-Indrawati-Basin-Analysis-and-Mapping.
- Subbaraman, R., Shitole, S., Shitole, T., Sawant, K., O'brien, J., Bloom, D. E., Patil-Deshmukh, A. (2013), The social ecology of water in a Mumbai slum: failures in water quality, quantity, and reliability", ***BMC Public Health***, 13 (1): 12-32.
- Sullivan, C., (2002), "Calculating a water poverty index", ***World Development***, 30 (7): 1195–1210.
- Sullivan, C., Meigh, J., Lawrence, P., (2006), "Application of the water poverty index at different scales: A cautionary tale", ***Water International***, 31 (3): 412-426.
- "The 2nd World Water forum", (2003), [Online]: https://www.worldwatercouncil.org/en/kyoto-2003.
- Undp Pub., (1994), "***Human development report: New Dimensions of Human Security***", UNDP: New York.
- UNESCO-IHE Pub., (2015), "Research Themes. Water Security". [Online]: https://en.unesco.org/themes/water-security/hydrology/IHP-VIII-water-security
- Wang, W., Liu, S., Zhang, S., Chen, J., (2011), "Assessment of a model of pollution disaster in near-shore coastal waters based on catastrophe theory", ***Ecological Modelling***, 222 (2): 307-312.
- Wescoat Jr., J. L., Headington, L., Theobald, R., (2008), "Water and poverty in the United States", ***Geoforum***, 38 (5): 801-814.
- The United Nations World Water Development Report, (2003), [Online]: https://unesdoc.unesco. org/ark:/48223/ pf0000 129726_eng.
- Wutich, A., (2011), "The moral economy of water reexamined: reciprocity, water insecurity, and urban survival in Cochabamba, Bolivia", ***Journal of Anthropological Research***, 67 (1): 5-26.
- Xiao-jun, W., Jian-yun, Z., Shahid, S., Xing-hui, X., Rui-min, H., Man-ting, S., (2014), "Catastrophe theory to assess water security and adaptation strategy in the context of environmental change", ***Mitigation and adaptation strategies for global change***, 19 (4): 463-477.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]