

The Effect of Limited Water Resources on Hydropolitic Tensions (Case Study: Iran's Central Catchment with Emphasis on Zayandehrood Basin)

Abed Golkarami ^{1*}, Morad Kaviani Rad ²

¹ PhD Candidate, Kharazmi University, Tehran, Iran

² Associate Professor, Kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract

Hydropolitics is a branches in Political Geography which is about role of water in political relations in various levels. Iran is one of the countries that is located in arid and semi-arid areas and because of inappropriate place and time transmittal of precipitation, has suffered from water scarcity. Meanwhile, Zayanderood basin, which is the biggest river of central catchment area of Iran, supplies water of some parts of Isfahan, Chaharmahal-Bakhtiari and Yazd provinces. This basin is very important because of its high agricultural and tourism potential and being the population and industrial pole of the country. These factors have increased the need for water in the basin between residents of this catchment and other beneficiaries so that some tensions and disputes has occurred. This paper is based on the premise that with the growth of the industry and settlements and all the constraints of water resources, the tensions caused by the shortage of water resources will increase. Data for this paper were obtained from library and field methods. The results indicated that population growth and urbanization, the growth of industries, its changing nature and unsustainability, the unplanned withdrawal of underground water and traditional agriculture, have been one of the most important limiting factors for water and, consequently, caused tension in this basin. As a result, Zayanderood's water per capita dramatically decreases and exacerbates the shortage of water and can endanger national security with the economic, social and environmental consequences as a hydro-political crisis.

Key words: Geopolitics, Hydropolitics, Water Crisis, Zayanderood Basin.

تأثیر محدودیت منابع آب بر تنش‌های هیدروپلیتیک (نمونه موردی: حوضه آبریز مرکزی ایران با تأکید بر حوضه آبریز زاینده‌رود)

عابد گل کرمی*: دانشجوی دکتری تخصصی جغرافیای سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

مراد کاویانی‌راد: استادیار جغرافیای سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

وصول: ۱۳۹۳/۰۸/۱۰ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۶، صص ۱۳۴-۱۱۳

چکیده

هیدروپلیتیک یکی از گرایش‌های جغرافیای سیاسی است که به مطالعه نقش آب در رفتارهای سیاسی در مقیاس‌های گوناگون می‌پردازد. ایران از جمله کشورهای است که به دلیل قرارگرفتن در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارش‌ها با کمبود آب روبه‌رو بوده است. در این میان، حوضه آبریز زاینده‌رود با داشتن بزرگ‌ترین رود حوضه آبریز مرکزی کشور، تأمین‌کننده آب بخشی از استان‌های اصفهان، چهارمحال بختیاری و یزد است و با داشتن توان بالای کشاورزی و گردشگری و نیز در برگرفتن قطب جمعیتی و صنعتی کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. این عوامل سبب شده است تا نیاز آبی در این حوضه بین آبریزنشینان و دیگر بهره‌مندان از آن، افزایش یابد تا آنجا که منجر به درگیری و تنش نیز شده است. پژوهش حاضر بر این فرض استوار است که با رشد و گسترش صنعت و سکونتگاه‌ها و همه عوامل محدودیت‌زای منابع آبی، تنش‌های برخاسته از کمبود منابع آبی افزایش خواهد یافت. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش به روش کتابخانه‌ای و میدانی گردآوری شده است. نتایج حاصل گویای آن است که رشد جمعیت و شهرنشینی، رشد صنایع، تغییر اقلیم و ناپایداری‌های آن، برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و کشاورزی سنتی، از مهم‌ترین عوامل محدودکننده آب و به دنبال آن باعث تنش در این حوضه شده است. از این‌رو، سرانجام آبی زاینده‌رود کاهش چشمگیری داشته است که بر تشدید کمبود آب می‌افزاید و این بحران هیدروپلیتیک می‌تواند با پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی خود، امنیت ملی را به مخاطره افکند.

واژه‌های کلیدی: ژئوپلیتیک، هیدروپلیتیک، بحران آب، حوضه آبریز زاینده‌رود.

مقدمه

بهره‌برداری بی‌رویه از طبیعت موجود منجر به بحران‌های زیست‌محیطی شده است. هرچند خود دولت‌ها نقش محوری در ایجاد این بحران‌ها دارند، اما به احساس خطر و تشریک مساعی دولت‌ها و جامعه بین‌المللی انجامیده است. گسترش بحران‌های زیست‌محیطی و پیامدهای ناشی از آن، زمینه الگوهای تعامل و همکاری، یا کشمکش بین گروه‌ها، بازیگران سیاسی و کشورها را فراهم کرده و باعث جلب توجه به جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک، در حل مسائل زیست‌محیطی شده است. به گونه‌ای که این موضوع به صورت یکی از گرایش‌های ژئوپلیتیک در آمده است و همچنین، برخی آن را مترادف با ژئوپلیتیک منابع می‌دانند (دالبی، ۱۳۸۳: ۱۱۳). نکته قابل توجه این است که بحران زیست‌محیطی تنها در چارچوب مناسبات دولت‌ها و بین‌کشورها محدود نمی‌شود و در سطح داخلی کشورها بین گروه‌های قومی، ایالت‌ها و بعضاً در سطح تقسیمات کشوری برای به دست گرفتن منابع کمیاب مانند آب، کشمکش و ستیز وجود دارد. از این‌رو، اهمیت منابع و سرمایه‌های طبیعی و انسانی و ضرورت حفظ تعادل‌های اکولوژیک، توسعه پایدار و ارتباط آن با مسائل امنیتی و سیاسی، رقابت و ستیز بازیگران سیاسی به‌ویژه دولت‌ها را به همراه داشته است. بر همین مبناست که بحران‌های زیست‌محیطی موضوعی ژئوپلیتیکی و در حیطه مطالعات جغرافیای سیاسی قرار می‌گیرند. در این میان کمبود آب، یعنی مهم‌ترین عنصر و منبع زیستی طبیعت، عامل تهدیدکننده محیط‌زیستی و زمینه بحران‌های زیست‌محیطی و اجتماعی است؛ زیرا این منبع زیستی سرچشمه همه

فعالیت‌های انسان است و کمبود آن بر همه جنبه‌های زندگی انسان تأثیر مستقیم دارد (Toset et al, 2000: 968). بحران از آنجا آغاز می‌شود که مقدار آب، این ماده حیاتی، ثابت و پراکندگی آن در طبیعت نابرابر، ولی مصرف آن به واسطه گسترش و رشد جمعیت در حال افزایش است. گسترش اقتصاد جهانی مبتنی بر صنعت و فناوری و به دنبال آن افزایش آلاینده‌ها به‌ویژه گازهای گلخانه‌ای، مزید بر علت و باعث تغییر اقلیم و گرمایش کره زمین شده است. همه این دلایل، مصرف بیش از پیش و کمبود آب را در پی داشته است. از این‌رو، تلاش برای دستیابی به آب و حفظ و مدیریت آن از سوی دولت‌ها و اجتماعات انسانی، آنان را به رقابت واداشته و سبب شده است که آب به‌عنوان عامل ژئوپلیتیکی موجب تنش، درگیری و جنگ در سطح محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی باشد (صادقی، ۱۳۸۵: ۲۰۴). کشور ایران هم به دلیل قرارگرفتن در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله کشورهایی است که با کمبود آب روبه‌روست و همانند بسیاری از مناطق جهان از پراکنش نامناسب آب، خاک، جمعیت و نیز نبود پراکنش یکنواخت زمانی و مکانی بارش‌ها و به دنبال آن ناهمگونی فضایی منابع و مصارف آبی دچار است. یافته‌های موجود گویای این است که این کشور در آینده دچار تشدید بحران آب می‌شود و سرانه آب تجدیدشونده کشور به علت افزایش مصرف، کاهش می‌یابد و به پایین‌تر از استاندارد جهانی خواهد رسید (مختاری‌هشی، ۱۳۷۸: ۱۲۷-۱۵۹) و تنش‌ها و درگیری ناشی از کمبود آب در مناطق داخلی کشور دور از انتظار نیست.

روش‌شناسی

روش پژوهش پژوهش حاضر به نوعی توصیفی - تحلیلی است و هدف از انجام آن ضمن غنابخشیدن ادبیات حوزه مورد بحث، ریشه‌ها، مسائل و عوامل محدودکننده منابع آب در حوضه آبریز زاینده‌رود و بحران هیدروپلیتیک حاکم بر آن است. داده‌ها و یافته‌های مورد نیاز برای این پژوهش به شیوه کتابخانه‌ای (کتاب، آمارنامه، سالنامه، نشریات و اینترنت) و میدانی (مصاحبه) گردآوری شده است.

مبانی نظری پژوهش

هیدروپلیتیک

شیوه‌های تعامل بهره‌کشان انسان از محیط جغرافیایی در کاهش، کمبود، تخریب و آلودگی منابع زیستی به تغییرات محیطی و بحران محیطی انجامیده است. بحران زیست‌محیطی از جمله بحران‌هایی است که در نتیجه بهره‌کشی از طبیعت به وجود می‌آیند و جوامع انسانی و نظام‌های سیاسی را به واکنش وادار می‌دارد. همچنین، بحران‌های محیطی از پیامدهای گسترش اقتصاد جهانی مبتنی بر صنعت و فناوری است که صاحبان آن با رفتارهای اکوفاشیستی خود در پیدایش و رشد نابسامانی‌های زیست‌محیطی برای قدرت بیشتر و مدیریت بر جوامع انسانی و استثمار آن‌ها سهمیم بوده‌اند. کمبود آب و تقاضا برای آن به عنوان مسأله‌ای زیست‌محیطی، زمینه بحران‌های اجتماعی است که می‌تواند با پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی خود، بقا و حیات یک دولت و ساکنان آن را به عنوان یک نظام در داخل و خارج تهدید کند. از این منظر است آب عاملی ژئوپلیتیک به شمار می‌رود و در حیطه مطالعه جغرافیای سیاسی قرار می‌گیرد.

نکته قابل ذکر این است که بحران و مسائل محیطی نسبت به اجتماعات بشری، تعریف و سنجش می‌شوند؛ حال مسأله‌ای مانند کمبود آب چه زمانی به بحران تبدیل می‌شود و اجتماعات بشری را به خطر می‌اندازد؟ برای پی‌بردن به این موضوع به تعریف بحران پرداخته می‌شود. بدین ترتیب، برخی این اصطلاح را همان فشار، اضطراب، فاجعه، بلا یا خشونت احتمالی به کار می‌برند (رابینسون، ۱۳۷۸: ۱۱۵)؛ اما به فراخور رشته‌ها تعبیرهای متفاوتی از این واژه در حوزه‌های علمی می‌شود. به هر روی، بحران تهدیدی جدی نسبت به زیرساخت‌های زیربنایی یا ارزش‌ها و هنجارهای اساسی یک سیستم است که مورد ادراک بهره‌مندان از آن قرار می‌گیرد و تحت فشار زمانی و محدودیت گزینه‌ها، در شرایط عدم قطعیت شدید و احساس کاهش کنترل، اتخاذ تصمیمات حیاتی، دقیق و پرهزینه را الزامی می‌کند (حسینی، ۱۳۸۵: ۴۷)؛ بنابراین، کمبود آب زمانی بحران به شمار می‌آید که پیامد اجتماعی داشته باشد و بتواند بر امنیت افراد و جامعه تأثیر بگذارد و به دنبال آن نظام سیاسی را به چالش بکشد. کمبود آب در وضعیت فعلی مسأله‌ای است که با کاهش روزافزون در آینده به بحران تبدیل می‌شود و پیامدهای جبران‌ناپذیری به جا می‌گذارد. امروزه روند کاهشی آب، سیمای ناخوشایندی از آینده را در پی دارد. به گونه‌ای که مصرف آب نسبت به اوایل قرن بیستم ۱۷ برابر و نسبت به سه قرن پیش، ۴۵ برابر شده است (مختاری هشی، ۱۳۸۷: ۱۲۱) و تقاضای آب شیرین به عنوان منبعی که دچار کمبود فزاینده است، چشم‌انداز بحران‌زایی را برای حیات بشری ترسیم می‌کند.

دچار تغییر کرده است و بحث‌هایی مانند امنیت زیست‌محیطی در پی نگرانی‌های ناشی از کمبود منابع کمیاب مطرح می‌شود که علت مناقشه و درگیری بین دولت‌ها شناخته شده است (دالبی، ۱۳۸۳: ۱۱۴). این امر تا آنجاست که تحلیلگران مسائل زیست‌محیطی، سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۳۰ میلادی را به دو دوره اقتصادی (۱۹۹۰-۱۹۵۰) و زیست‌محیطی (۲۰۳۰-۱۹۹۰) تقسیم کرده‌اند. نکته حایز اهمیت در این تقسیم‌بندی آن است که در دوره اول، امنیت ملی عمدتاً ماهیت ایدئولوژیکی و نظامی داشت و شاخصه آن جنگ سرد بود، حال آنکه در دوره دوم، امنیت ملی بیشتر از امنیت غذایی و شغلی و مسائل زیست‌محیطی تأثیر خواهد گرفت و مردم گرسنه و بدون شغل اغلب در مرزهای بین‌المللی جابه‌جا خواهند شد (براون و همکاران، ۱۳۷۴: ۱۲۳).

بدین ترتیب در قرن بیست و یکم، مسائل زیست‌محیطی، به‌ویژه تقسیم آب و بحران آب در صدر اولویت سیاست‌های داخلی و خارجی کشورهای درگیر در بحران آب قرار خواهد گرفت. این امر، زمامداران این کشورها را به مدیریت بر منابع آب به‌عنوان ضرورتی انسانی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ملزم می‌کند و آنان را با چالشی مخاطره‌آمیز که گریزی از آن نیست، روبه‌رو می‌سازد (صادقی، ۱۳۸۲: ۲۰۴)؛ بنابراین، دسترسی به منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار بوده و آب که یکی از عوامل طبیعی است، جزو عوامل ژئوپلیتیکی به‌شمار می‌رود (نامی و محمدپور، ۱۳۸۹: ۱۳۴). با توجه به اهمیت منابع آب در سرنوشت جوامع بشری است که ژئوپلیتیک آب یا هیدروپلیتیک موضوعیت پیدا کرده است. از این‌رو، می‌توان گفت که هیدروپلیتیک به مطالعه نقش آب در

با ادامه این روند در آینده، برخی بر این باورند که آب به‌عنوان کالایی کمیاب و گران‌بها به جای نفت در کانون رویارویی‌ها و آشتی‌ها قرار خواهد گرفت (انگلمن و روی، ۱۳۷۳: ۴۲)، زیرا کمبود رو به تزاید آب و منافع مشترک دولت‌ها بر سر آب‌های بین‌المللی نظیر رودخانه‌ها سبب شده است که آب عاملی تعیین‌کننده در روابط دولت‌ها با یکدیگر باشد و حتی بر روابط واحدهای سیاسی در درون کشورها نیز تأثیر بگذارد. به‌گونه‌ای که امروزه به‌صورت ماده‌ای رقابتی و مطلوب و در عین حال عامل نگران‌کننده حیات و زیست انسان‌ها وارد عرصه مناسبات و مناقشات دولت‌ها شده است. در تأیید این موضوع می‌توان به ۳۰۰ پیمان بین کشورهای گوناگون جهان اشاره کرد که برای حل مسائل موردی درباره منابع آب منعقد شده و در متن‌های حدود ۲۰۰۰ پیمان بین‌المللی بندهایی درباره آب آمده است (حافظنیا و نیکبخت، ۱۳۸۱: ۴۹؛ اردکانیان، ۱۳۸۴: ۳). از این منظر، تاریخ بشر آکنده از کشمکش بر سر این منابع است، زیرا میزان آب شیرین ثابت و مصرف آن روزافزون است و از آن با عنوان منشاء ستیزش‌های آینده بشر یاد می‌شود (Dolatyar and Gray, 2000, 75). تنش‌های آبی در بیشتر کشورهای خاورمیانه و مناطق خشک جهان دیده می‌شود. تنش‌های آبی در سطح داخلی کشورها نیز بین ساکنان مکان‌های روستایی و شهری نیز به چشم می‌خورد. این تنش‌ها در کشورهایی که سازماندهی سیاسی فضایی آن‌ها بدون در نظر گرفتن عوامل طبیعی و جغرافیایی است، بیشتر نمایان و چشمگیر است.

نکته قابل توجه این است که بحران کمبود آب، افزون بر تهدید امنیت جهان، مفهوم امنیت ملی را نیز

در هر کشوری هیدروپلیتیک و سیاست‌های آبی به راهبردها و برنامه‌های مربوط به منابع آب برمی‌گردد که مبتنی بر وضعیت جغرافیایی و جایگاه آن در محیط بین‌الملل است. هر کشور به طور کلی، دارای سیاست‌های آبی در بخش‌های گوناگون آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی است و برای ایجاد سازه‌هایی به منظور ذخیره‌سازی، آبرسانی، تصفیه آب و آبخیزداری، برنامه‌ریزی و سیاستگذاری می‌کند و مؤسسه‌ای برای این مهم ایجاد می‌شوند. از این‌روست که به مدیریت منابع آب در داخل می‌پردازند تا در سطح خارج از کشور بهتر بتواند با سیاست‌های آبی در جهت منافع و اهداف ملی گام بردارند.

بحران آب در جهان

هر چند ۷۰ درصد سطح کره زمین، یعنی ۱۶۵۰ میلیون کیلومتر مکعب را آب فرا گرفته است، اما از این مقدار آب، کمتر از ۳ درصد آن قابل استفاده است و بقیه آن به دلیل شوری قابل استفاده نیست (میرزایی، ۱۳۸۹: ۷۰). به این ترتیب، از مجموع منابع آب کره زمین، ذخایر آب شیرین، تنها ۲/۶ درصد کل حجم ذخایر آب‌های سطح زمین را شامل می‌شود که بخش اعظم آن به صورت یخ در قطب‌های کره زمین و یخچال‌های طبیعی (۱/۹۸ درصد) و آب‌های زیرزمینی (۰/۵۹ درصد) وجود دارند و در دسترس نیستند؛ بنابراین، از مجموع آب‌های کره زمین، تنها ۰/۱۴ درصد آب قابل استفاده و در واقع حیات آدمی وابسته به همین مقدار اندک آب است. از این مقدار نیز حدود ۰/۰۰۱ درصد، آب موجود در اتمسفر، رودخانه‌ها، گیاهان و جانوران، ۰/۰۰۵ درصد رطوبت خاک و ۰/۰۰۷ درصد آب شیرین موجود در دریاچه‌هاست (علیزاده، هیدرولوژی کاربردی، ۱۳۸۴: ۲۷).

مناسبات و مناقشات اجتماعات انسانی و ملت‌ها و دولت‌ها می‌پردازد؛ اعم از آنکه در داخل کشورها و یا بین آن‌ها دارای ابعاد فراکشوری، منطقه‌ای و بین‌المللی باشد (حافظ‌نیا، ۱۳۹۰: ۱۰۲). بر این اساس، هیدروپلیتیک شاخه‌ای از علم جغرافیای سیاسی است که به مطالعه نقش آب در رفتارهای سیاسی و بحران‌های برآمده از آن در مقیاس‌های گوناگون می‌پردازد؛ هیدروپلیتیک ترکیبی از دو واژه آب و سیاست است که تأثیر و نقش‌آفرینی منابع آب بر روابط سیاسی کشورها را بررسی و مطالعه می‌کند (turton, 2013,15-16). به دیگر سخن، پاسخ به این پرسش است که چگونه از آب برای اعمال قدرت استفاده کنیم (علیزاده، ۱۳۸۳: ۶۹). هیدروپلیتیک، مطالعه ستیز و همکاری میان ملت‌ها بر سر تقسیم منابع آب شیرین است (Elhance, 2000, 201-222). از این‌رو، هیدروپلیتیک دانشی است که با توجه به ثابت بودن میزان آب شیرین و ابعاد فزاینده مصرف آن، به مطالعه برهمکنشی واحدهای سیاسی در سطوح محلی، منطقه‌ای و کروی درباره منابع آب شیرین می‌پردازد (کاویانی‌راد، ۱۳۸۴: ۳۳۹) و کمبود منابع آب را از عوامل سازنده بحران هیدروپلیتیک می‌داند. در دانش جغرافیای سیاسی، شاید نخستین‌گویی که در قالب الگو به تبیین خاستگاه‌های جغرافیایی تنش میان همسایگان پرداخت؛ الگوی «های‌پوتیتکا»^۱ی پیترو هاگت بود. او در یک کشور تخیلی، تنش‌های آبی را دو قالب ربودن آب علیای رودها و اختلاف تفسیری درباره خط تقسیم آب بررسی کرده است (هاگت، ۱۳۷۹: ۳۷۲).

¹ Hypothetica

است. از این گذشته، عرصه جهانی برای دسترسی به آب صحنه پرتنشی است، زیرا نود درصد مردم دنیا در کشورهای زندگی می‌کنند که دارای منابع آب مشترک با کشورهای دیگر هستند (بیران و هنربخش، ۱۳۸۷: ۱۹۴) و ۴۰ درصد در اطراف رودهایی زندگی می‌کنند که در بیش از دو کشور جریان دارند. تلاش برای دستیابی، حفظ و مدیریت آب در ۵۰ سال گذشته، بیش از ۱۸۳۰ مورد مناقشه بوده است که ۳۷ مورد آن سبب بروز جنگ و انفجار شده است (کاویانی‌راد، ۱۳۸۴: ۳۴۱). افزون بر این، یکی از عواملی که منابع آب را با محدودیت روبه‌رو خواهد کرد، تغییر اقلیم و گرمایش کره زمین است. تغییر اقلیم که در نتیجه افزایش گازهای گلخانه‌ای و فعالیت‌های صنعتی بشر به وجود آمده است، سبب کاهش در منابع آب و افزایش دما و به دنبال آن افزایش تبخیر است. این عامل نقش مهمی در از بین بردن منابع آب دارد و جهان آینده را بیش از پیش با کمبود آب روبه‌رو خواهد کرد. داده‌ها و اطلاعات موجود گویای آن است که منابع آب شیرین جهان با توجه به پراکندگی، رشد مصارف و دیگر عوامل محدودکننده، با وضعیت بحرانی روبه‌روست و آب به‌عنوان عاملی ژئوپلیتیک در صحنه سیاسی جهان، بیش از پیش نقش‌آفرینی خواهد کرد.

یافته‌های پژوهش و بحث

وضعیت کم‌آبی در ایران

کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک کره زمین قرار دارد (علی‌جانی، ۱۳۷۲: ۲۱). داشتن این موقعیت جغرافیایی، پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارش و نیز ناهمگونی فضایی منابع و مصارف آب را

این مقدار آب کره زمین به‌وسیله چرخه بسته هیدرولوژی در طبیعت تجدید می‌شود و مقدار آن از ابتدای شکل‌گیری کره زمین ثابت بوده است. از سوی دیگر، پراکنش این حجم محدود آب نیز در سطح کره زمین ناهمگون و پراکنش مکانی و زمانی آب نیز متغیر است و برابر با پراکنش جمعیت و نیاز جوامع بشری به آب نیست؛ بنابراین، به نظر می‌رسد یکی از بزرگ‌ترین بحران‌های بشری که در آینده با شدت بیشتر به دامنه آن افزوده خواهد شد، مشکل کمبود منابع آبی مورد نیاز بشر باشد. بنابر پژوهش‌های انجام‌شده، هر ۲۰ سال، مصرف سرانه آب دو برابر می‌شود و این میزان نیز دو برابر نرخ رشد جمعیت خواهد بود و تا سال ۲۰۲۵، بر جمعیت جهان ۲/۶ میلیارد نفر افزوده خواهد شد. از این‌رو، نزدیک به دوسوم این جمعیت، مشکلات جدی کمبود آب را احساس و یک‌سوم باقی‌مانده کمبود واقعی آب را تجربه خواهند کرد (کاویانی‌راد، ۱۳۸۴: ۳۴۰). جهان کنونی از کمبود آب در رنج است. بر اساس آمارهای موجود، در حال حاضر نزدیک به ۲/۴ میلیارد نفر، یعنی افزون بر نیمی از ساکنان کره زمین به آب آشامیدنی و سالم دسترسی ندارند و بیش از ۲۶ کشور با بیش از ۳۰۰ میلیون نفر جمعیت با بحران کمبود آب روبه‌رو هستند که در صورت ادامه این روند تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۶۶ کشور با جمعیتی حدود دوسوم جمعیت دنیا خواهد رسید. بر اساس گزارش بانک جهانی، کاهش سالانه منابع آب شیرین در سال ۲۰۰۷، بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲ در جهان، ۳ هزار و ۸۰۷ میلیارد و ۴۰۰ میلیون متر مکعب و از این میزان، ۷۰ درصد مربوط به کشاورزی، ۲۰ درصد مربوط به صنعت و ۱۰ درصد مصارف داخلی و شرب بوده

آسمانی در کشور رخ می‌دهد، از این میان ۲۷۰ میلیارد متر مکعب آن تبخیر و تعرق می‌شود و ۱۳۰ میلیارد متر مکعب آن در سال به‌عنوان آب‌های تجدیدپذیر از راه آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی می‌تواند بهره‌برداری شود. ظرفیت استحصال سالانه آب کشور به‌طور میانگین حدود ۷۴ میلیارد مترمکعب است که از این مقدار ۶۹/۵ میلیارد مترمکعب (نزدیک به ۹۴ درصد) در بخش کشاورزی، ۳/۵ میلیارد مترمکعب (نزدیک به ۴/۷ درصد) در بخش شرب و مصارف داخلی و یک میلیارد متر مکعب (نزدیک ۱/۳ درصد) در بخش صنعت، از مهم‌ترین مصارف آن است (www.roshangari.net/as/ds).

معیاری که برای پرآبی و کم‌آبی یک کشور به کار برده می‌شود، منابع آب قابل تجدید در کشور به ازای هر نفر در سال است. بر پایه شاخص‌های رایج در دنیا، امروزه با توجه به جمعیت جهان، مقدار آب تجدیدشونده دنیا حدود ۶۵۰۰ متر مکعب در سال برای هر نفر است (علیزاده، ۱۳۸۴: ۱۴)، ولی این مقدار به‌طور یکنواخت پراکنده نشده است. به‌گونه‌ای که در بعضی مناطق دنیا مقدار آن زیاد و در برخی جاها بسیار کم است. این رقم در مصر ۳۰، در قطر ۴۰، در لیبی ۱۶۰ و در عربستان سعودی ۱۴۰ متر مکعب در سال برای هر نفر است که همه آن‌ها جزو کشورهای کم‌آب جهان و منطقه خاورمیانه به‌شمار می‌روند. در ایران، هم بر اساس شاخص‌های یادشده، با در نظر گرفتن جمعیت کنونی کشور (۷۵۱۴۹۶۶۹ نفر)، مقدار سرانه آب تجدیدشونده حدود ۱۸۳۰ متر مکعب در سال برآورد می‌شود (جدول ۱) و با توجه به میزان بارش و تبخیر آبی در ایران، در بهترین شرایط گنجایش منابع آب تجدیدشونده سالانه

در پی داشته است (علیزاده، ۱۳۸۴: ۲)؛ به‌گونه‌ای که بسیاری از مناطق مرکزی و شرقی همواره با کمبود آب روبه‌رو بوده است. مناطق شمالی و قسمت‌هایی از مناطق غربی کشور نیز با آب مازاد و قابل برنامه‌ریزی روبه‌رو هستند و آب مازاد یا از مرزها خارج می‌شود و یا به دریاچه خزر و خلیج فارس می‌ریزد (ضرابی و همکاران، ۱۳۸۶: ۷۱). از آنجا که ایران در یکی از مناطق خشک جهان قرار دارد، ۲۵ درصد خاک ایران در منطقه بسیار خشک، ۴۰ درصد در منطقه خشک و ۲۵ درصد در منطقه غیرخشک قرار دارد (ببران و هنربخش، ۱۳۸۷: ۱۹۸). مهم‌تر از همه، بیشتر شهرهای ایران نیز در مناطقی مکان‌گزینی شده‌اند که دور از رودخانه‌هایی هستند که جریان آب آن‌ها مستقیم از رواناب حاصله از بارندگی‌ها تأمین شده است. میانگین بارندگی سالانه در سطح کره زمین حدود ۸۶۰ میلی‌متر برآورد می‌شود؛ در برابر، میانگین بارندگی سالانه ایران تقریباً معادل ۲۴۰ میلی‌متر است؛ بدین ترتیب، بارندگی در ایران حتی کمتر از یک‌سوم میانگین بارندگی در دنیا است (علیزاده، ۱۳۸۴: ۱۳). این مقدار کم نیز پراکنش مکانی بسیار ناهمگنی دارد، به‌گونه‌ای که تنها یک‌درصد از مساحت کشور بارشی بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر دارد، در حالی که ۲۸ درصد از پهنه کشور، بارش سالیانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر دارد و به‌طور کلی، مقدار بارش در ۹۶ درصد از پهنه کشور از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر است. از نظر پراکنش زمانی نیز این بارش‌ها فصلی است و در فصولی که بیشترین نیاز به آب وجود دارد، کمترین بارش صورت می‌گیرد (موحدانش، ۱۳۸۴: ۳۵۸). میزان بهره‌برداری از آب در کشور ۱۱۳ میلیارد متر مکعب است. در حالی که سالانه حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب ریزش‌های

۱۳۵ میلیارد متر مکعب خواهد بود و ظرفیت بهره‌برداری آب کشور از حدود ۱۰۰ میلیارد متر مکعب فراتر نمی‌رود (کاویانی‌راد، ۱۳۸۴: ۳۴۰). از آنجا که کشور ایران در مرز مناطق معتدل و خشک کره زمین قرار دارد، تغییر اقلیم به‌عنوان عامل جدید محدودکننده منابع آب، نسبت به دیگر مناطق جهان بیشتر تأثیر می‌گذارد و روند کاهش آب در آن را تشدید می‌کند. همچنین، نوسانات سالانه مقدار بارش به دلیل خشکسالی و ناهنجاری‌های اقلیمی نیز از مسائل عمده‌ای است که موجب بروز مشکلات بسیاری از نظر بحران آب می‌شود (مختاری‌هشی، ۱۳۹۲: ۶۳). برای بررسی میزان اثرات گرم شدن زمین بر منابع آبی ایران، پژوهش‌های گوناگونی با استفاده از داده‌های آبی - هواشناسی و الگوهای رواناب گوناگون، انجام شده است. نتیجه داده‌های رواناب دوره‌ای از ۳۹۸ ایستگاه آب‌سنجی نشان می‌دهد شاخص سیلاب در ۴۷ درصد آنها تغییر کرده است. به علاوه در ۶۰۰ ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۰ به‌طور مشخص تغییرات اقلیم مشاهده شده است. مهم‌تر از همه، الگوی درازمدت رواناب که برای ۳۰ حوضه رودخانه‌ی استفاده شد، نشان می‌دهد افزایش دما، حجم رواناب را در زمستان، به دلیل تبدیل بارش برف به باران و در بهار، به دلیل آب شدن سریع برف‌ها افزایش می‌دهد. همچنین، مشخص شده است که افزایش دما بر رواناب حوضه‌های آبریز تأثیر گذاشته و نوسانات رواناب ناشی از بارندگی را کاهش می‌دهد (گزارش دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا، سازمان حفاظت

محیط زیست، ۱۳۹۲: ۱۲). افزون بر همه عوامل پایدار و ذاتی اقلیم، رشد سریع جمعیت و فعالیت‌های فضایی آن مهم‌ترین عامل کاهش سرانه آب تجدیدشونده کشور است. جمعیت ایران در طی هشت دهه گذشته، نزدیک ۶/۸ برابر شده و از کمتر از ۱۰ میلیون نفر در سال ۱۳۰۰ خورشیدی به بیش از ۷۰ میلیون نفر در سال ۱۳۸۵ رسیده است. با هر نرخ از رشد جمعیت، سازمان ملل متحد پیش‌بینی می‌کند ایران تا سال ۲۰۵۰ جزو ده کشور نخست پرجمعیت جهان خواهد بود. بر این پایه، میزان سرانه آب تجدیدشونده کشور نیز از میزان نزدیک به ۱۳۰۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۰۰ به حدود ۱۹۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۸۵ کاهش یافته است و در صورت ادامه این روند، وضعیت به مراتب بدتر خواهد شد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲: ۱۴).

با روند کنونی رشد جمعیت و مصرف آب پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۴۰۲ خورشیدی سرانه آب قابل تجدید کشور از ۱۸۳۰ متر مکعب در سال به ۱۵۳۰ برسد که در این صورت با مسائل زیادی روبه‌رو خواهد شد (جدول ۱). بنابراین، مصرف زیاد و نبود پراکنش زمانی و مکانی بارش و به دنبال آن پراکنش نامناسب آب در مناطق جغرافیایی کشور، به همراه رشد جمعیت و گسترش ناهمگون در کشاورزی و صنعت از جمله دلایل اصلی برای بروز بحران‌ها و چالش‌های آبی در ایران آینده خواهد بود و بحران آب را تشدید خواهد کرد (بیران و هنربخش، ۱۳۸۷: ۱۹۸؛ مختاری‌هشی، ۱۳۹۲: ۶۵).

جدول ۱. اطلاعات آماری و چشم‌انداز آبی کشور

کل کشور	میانگین بارش (میلی‌متر)	مساحت (کیلومتر)	جمعیت	حجم بارش (میلیارد مترمکعب)	تجدیدشونده (میلیارد مترمکعب)	حجم آب تجدیدشونده (میلیارد مترمکعب)	حجم تخلیه سالانه (میلیارد مترمکعب)	سرانه آب (مترمکعب)	نرخ رشد جمعیت	جمعیت پیش‌بینی شده در ۱۴۰۴	سرانه آب در ۱۴۰۴
مقادیر	۲۴۵	۱۶۴۸۱۹۵	۷۵۱۴۹۶۶۹	۴۰۴/۴	۱۳۷/۵	۷۰/۵	۱۸۳۰	۱/۲۹	۸۹۸۸۰۶۲۹	۱۵۳۰	

منبع: مرکز آمار ایران

حوضه آبریز مرکزی ایران

کشور ایران با توجه وضعیت توپوگرافی و شرایط اقلیمی و تأثیر این عوامل بر منابع و شبکه آب‌ها، به شش حوضه آبریز تقسیم شده است (موحدانش، ۱۳۸۴: ۲۲۱). از این شش حوضه، یکی از حوضه‌هایی که با توجه به جمعیت‌پذیری از تنش‌های آبی رنج می‌برد، حوضه آبریز مرکزی ایران است که با مساحت ۸۴۱۴۰۰ کیلومتر مربع از شمال به رشته‌کوه‌های البرز، از غرب به رشته‌کوه‌های زاگرس، از جنوب به کوه‌های فارس و بلوچستان و از شرق به ارتفاعات شرقی محدود می‌شود (آزادبخت و نوروزی، ۱۳۸۷: ۹۶-۹۷). استان‌های اصفهان، یزد، کرمان و بخش‌هایی از قم و چهارمحال بختیاری نیز در آن قرار دارد. این حوضه به‌خاطر پهنه‌اش از تنوع هیدرولوژیک برخوردار است و به همین دلیل به هفت زیرحوضه تقسیم می‌شود (موحدانش، ۱۳۸۴: ۳۰۲). جمعیت‌پذیری این زیرحوضه‌ها هیچ‌کدام برابر نیست و از بین این‌ها زیرحوضه، گاوخونی جمعیت بیشتری را در خود جای داده است که استان اصفهان در آن قرار دارد.

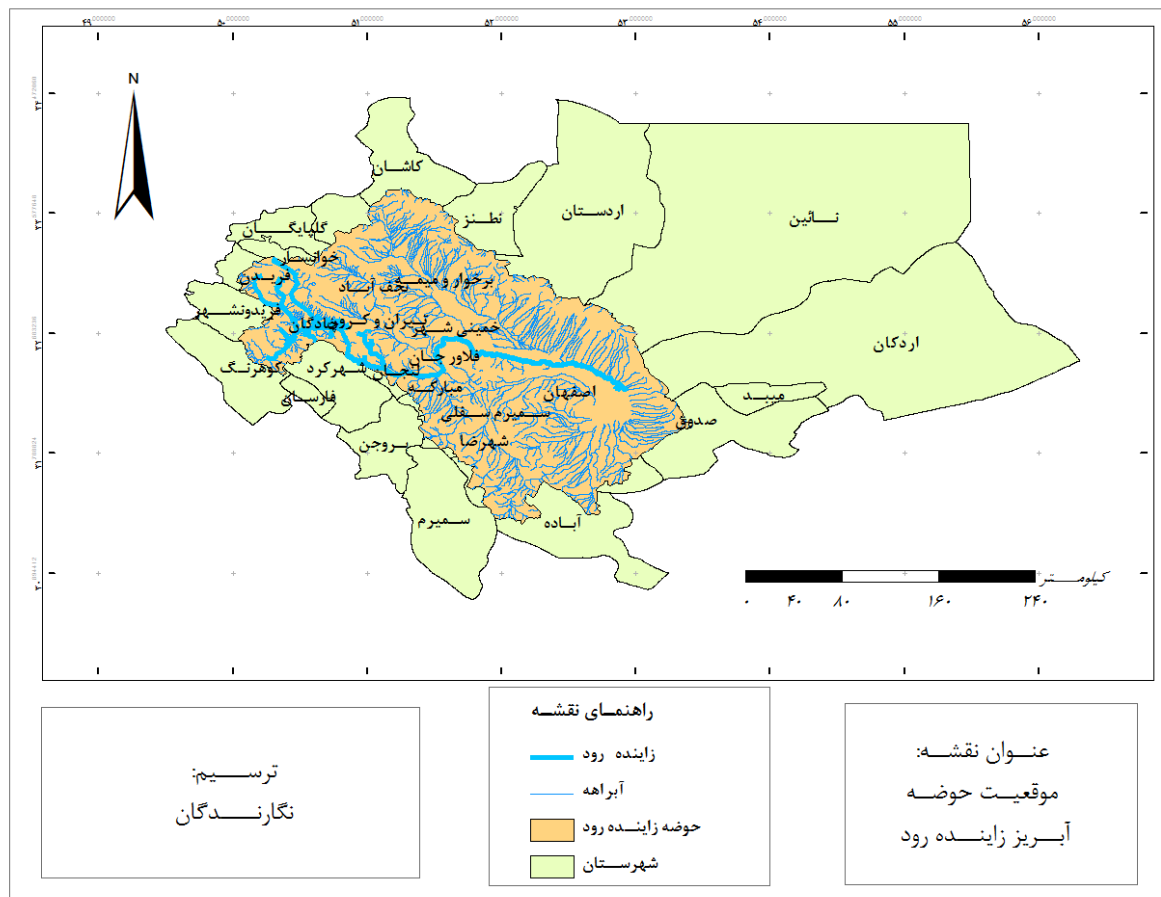
حوضه آبریز زاینده‌رود

حوضه آبریز زاینده‌رود یکی از زیرحوضه‌های گاوخونی است که به تنهایی نزدیک ۶۵ درصد از مساحت گاوخونی را دربرگرفته است. زاینده‌رود

بزرگ‌ترین و حیاتی‌ترین رودخانه حوضه آبریز ایران مرکزی، در آن جاری است و بیشتر آب این رودخانه از ذوب برف و جریان آب چشمه‌ها تأمین می‌شود (معاونت آب و آبفا، ۱۳۹۰). حوضه آبریز زاینده‌رود با مساحت ۴۱۳۱۴۷ کیلومتر مربع بین مختصات جغرافیایی ۲۰ درجه ۵۰ دقیقه تا ۲۴ درجه ۵۳ دقیقه طول شرقی و ۱۲ درجه ۳۱ دقیقه تا ۴۲ درجه ۳۳ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱) (ضرابی و همکاران، ۱۳۸۶: ۶۹). این حوضه بخش‌هایی از استان‌های اصفهان، چهارمحال و بختیاری، فارس و یزد را در بر می‌گیرد. در محدوده این حوضه یک مرکز استان و ۱۰ مرکز شهرستان واقع شده است (شکل ۱). زاینده‌رود، بزرگ‌ترین رودخانه این حوضه با بده متوسط رودخانه ۴۰ تا ۵۰ متر مکعب در ثانیه، به‌طور طبیعی از پای زردکوه بختیاری و هفت‌تنان و شعب آن‌ها در منطقه شوراب تنگ گزی از استان چهارمحال بختیاری در رشته‌کوه زاگرس سرچشمه می‌گیرد و پس از گذشتن از میان شهر اصفهان و پیمودن مسیری نزدیک به ۳۶۰ کیلومتر، به باتلاق گاوخونی می‌ریزد. به دلیل طول نسبتاً زیاد آن و جهت جنوب غربی به سمت شرق از پراکنش و تفاوت بارشی نسبتاً زیادی در سراب و پایاب رودخانه برخوردار است، به‌گونه‌ای که در

۱۳۷۹: ۱-۵؛ ضربی و همکاران، ۱۳۸۴: ۴). میزان
تبخیر آبی متوسط سالانه حوضه زاینده‌رود برابر
۳۰۰۰ میلی‌متر و حدود ۳۰ برابر بارش آن است
(شفقی، ۱۳۵۳: ۶۳).

سراب بارشی از ۱۰۰۰ میلی‌متر در پایاب بارشی به
۱۰۰ میلی‌متر کاهش می‌یابد. در مجموع حوضه آبریز
زاینده‌رود میانگین بارش ۱۴۲/۵ میلی‌متر دارد
(سالمی و مورای راست، ۱۳۸۳: ۷؛ حسینی ابری،



شکل ۱. موقعیت حوضه آبریز زاینده‌رود در استان اصفهان و استان‌های همجوار (ترسیم: نگارندگان)

بخشی از استان‌های چهارمحال و بختیاری و یزد است
(جدول ۲) (ضربی و همکاران، ۱۳۸۶: ۷۳). میزان
برداشت سالانه از منابع آب زیرزمینی و سطحی استان
اصفهان که بیشترین استفاده از زاینده‌رود را دارد، در
مجموع حدود ۷۵۰۰ میلیون مترمکعب است. سهم
بخش‌های گوناگون از آب‌های استان در سال‌های
ترسالی و خشکسالی متفاوت است، به گونه‌ای که
میزان آب بخش کشاورزی نزدیک ۷۰۰۰ میلیون

مصارف آب زاینده‌رود

حوضه زاینده‌رود با ۱/۹ درصد مساحت کشور و
۱/۹۵ درصد از کل بارندگی، توانسته است ۶/۵ درصد
جمعیت کشور را به خود اختصاص دهد و نزدیک به
۷/۵ درصد از سهم مصارف آب شرب، صنعت و
کشاورزی از کل کشور را نیز داشته باشد. این
رودخانه با میزان سرانه ۱۱۵۰ متر مکعب، آب آبیاری،
شرب و صنعت استان اصفهان و تأمین‌کننده آب سالم

کمیت آب اتاق بازرگانی اصفهان، سالانه از زاینده‌رود بین ۵۰ تا ۶۵ میلیون متر مکعب آب به یزد و ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون متر مکعب آب براساس تعداد پمپاژها به چهارمحال و بختیاری منتقل و همچنین، حدود ۱۰۰ میلیون متر مکعب از چاه‌های حریمی اطراف زاینده‌رود برداشت می‌شود.

مترمکعب، بخش آب آشامیدنی حدود ۴۵۰ میلیون مترمکعب و بخش صنعت حدود ۲۰۰ میلیون مترمکعب در سال است؛ بنابراین، مصرف بهینه آب در هر یک از بخش‌های یادشده در کاهش برداشت‌ها از آب‌های سطحی و زیرزمینی تأثیرگذار است (گزارش جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲: ۶۷). بنابر گزارش مسئول

جدول ۲. شاخص‌های ویژه حوضه آبریز زاینده‌رود

سهم مصرف آب کشاورزی از کشور	۷ درصد	سهم کل جمعیت حوضه از کشور	۶/۵ درصد
سهم اضافه‌برداشت از آبخوان‌های کشور	۸ درصد	سهم مساحت کل حوضه از کشور	۱/۹ درصد
سهم سرانه آب (مترمکعب)	۱۱۵۰	سهم کل بارندگی حوضه از کشور	۱/۹۵ درصد
سهم سرانه نسبت به کل کشور	۵/۶	سهم مصارف آب شرب و صنعت از کشور	۸ درصد

منبع: آب منطقه‌ای اصفهان، ۱۳۹۰: ۱۳۴

جمعیت و گسترش شهرنشینی در استان اصفهان و دیگر استان‌های بهره‌مند از زاینده‌رود که نزدیک به ۲۵ شهر و بیش از ۱۷۰۰ روستاست، از جمله عواملی است که بر میزان مصرف آب این رودخانه اثر مستقیم دارد و میزان سرانه آب آن را کاهش می‌دهد. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰، استان اصفهان با ۴ میلیون و ۸۷۹ هزار نفر، ۶/۵ درصد از کل جمعیت کشور را در خود جای داده است که با نرخ ۱/۳۷ درصد هر روز بر تعدادشان افزوده می‌شود، در حالی که این میزان برای کشور ۱/۲۹ درصد است. میزان شهرنشینی و رشد آن در این حوضه، به‌عنوان عامل دیگر افزایش مصرف آب در زاینده‌رود، بدین صورت است: استان اصفهان ۸۵/۴ درصد شهرنشین با متوسط رشد ۲/۹ درصد، استان یزد ۷۹/۷۱ درصد با متوسط رشد ۲/۹۶ درصد، استان چهارمحال و بختیاری ۵۱/۵۶ با متوسط رشد ۲/۵۸ است که هرکدام بجز چهارمحال و بختیاری تفاوت قابل ملاحظه‌ای بالاتر از مقادیر کشوری را

عوامل محدودیت‌زای منابع آب حوضه زاینده‌رود

محدودیت منابع آب زاینده‌رود تابعی از عواملی است که در صورت توجه‌نکردن به آن‌ها می‌تواند بر شدت کم‌آبی زاینده‌رود بیفزاید و با پیامدهای اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و سیاسی خسارت‌های جبران‌ناپذیری بر حوضه و کشور وارد کنند. این عوامل عبارت‌اند از:

رشد جمعیت و شهرنشینی

زاینده‌رود علت وجودی همهٔ سکنه‌های مشروب از آب آن در حوضه است. هر چند ۸۰ درصد آب این رودخانه از کوه‌های بختیاری و جریانی است که خارج از استان وارد اصفهان می‌شود، اما زاینده‌رود با شهر اصفهان معروف و عجیب است و بیشترین مصرف آن متوجه این شهر و استان اصفهان است؛ زیرا نزدیک به ۸۰ درصد مساحت حوضه زاینده‌رود در این استان قرار دارد. بدین ترتیب، حیات و بقای این استان با نبض این رودخانه می‌تپد. از این‌رو، رشد

نشان می‌دهند (نتایج کلی سرشماری ۱۳۹۰: ۴۵). افزون بر این، استان اصفهان به‌ویژه شهر اصفهان به دلیل داشتن قابلیت‌های فرهنگی و صنعتی، از مکان‌های مهاجرپذیر است. پذیرش مهاجر نیز عامل دیگری است که در افزایش مصرف آب و کاهش سرانه آب زاینده‌رود مؤثر است. از این‌رو، پیش‌بینی می‌شود که با این نرخ رشد جمعیت در دو دهه آینده، سرانه آب آن برای هر نفر نزدیک به ۱۰۰۰ متر مکعب خواهد رسید (جدول ۳). گذشته از این، براساس مطالعات موجود کل نیازهای ۱۰ سال آینده حوضه

زاینده‌رود، به ۵/۷ میلیارد مترمکعب در سال ۱۴۰۰ خواهد رسید و کل منابع قابل دسترس آب در صورت انجام کلیه طرح‌های انتقال آب از طریق تونل کوه‌رنگ ۳ و طرح بهشت‌آباد و با در نظر گرفتن آب‌های برگشتی و زیرزمینی و سطحی و تونل‌های انتقال آب به ۳/۹ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۴۰ می‌رسد. در نتیجه، حوضه یادشده در سال ۱۴۰۰ با کمبود آبی ۱/۸ میلیارد مترمکعب روبه‌رو می‌شود که چشم‌انداز تنش‌زایی را در آبریزنشینان این حوزه به‌ویژه شهر اصفهان و حومه ارائه می‌دهد.

جدول ۳. اطلاعات آماری جمعیت استان‌های بهره‌مند از آب زاینده‌رود

استان	جمعیت ۱۳۹۰	نرخ رشد جمعیت ۸۵-۹۰	سرانه آب (مترمکعب) ۱۳۹۰	پیش‌بینی جمعیت در سال ۱۴۰۴	سرانه آب (م.م) ۱۴۰۴
اصفهان	۴۸۷۹۳۱۲	۱/۳۷	۱۲۱۷	۵۹۰۰۱۰۲	۱۰۰۶
چهارمحال و بختیاری	۸۹۵۲۶۳	۰/۸۳	۴۱۰۴	۱۰۰۸۷۳۱	۳۶۴۲
یزد	۱۰۷۴۴۲۸	۱/۶۳	۳۴۲۴	۱۳۴۸۰۰۳	۲۷۲۹

منبع: مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱: ۳۷

ناپایداری و تغییر اقلیم

تغییر اقلیم و گرمایش کره زمین که بر اثر افزایش گازهای گلخانه‌ای، مسأله‌ای جدید در کانون عوامل تهدیدزای بشر شده است، با کاهش بارش و افزایش دما بر منابع آب رودخانه‌ها اثرگذار است. نتایج مطالعات در این زمینه نشان می‌دهد در ایران تغییر اقلیم مشهود است و تأثیرات آن در کم‌شدن بارش و افزایش دما در طی سال‌های اخیر و نیز تداوم خشکسالی‌ها در کشور نمایان است که طی سال‌های آینده از سمت جنوب غربی وارد ایران شده و حوضه آبریز زاینده‌رود هم از این پدیده اقلیمی بی‌نصیب نمانده است و نمی‌ماند. به نحوی که طی چند سال اخیر به‌خاطر گرم‌شدن هوا در سرشاخه‌های زاینده‌رود،

۶۰ درصد بارش از برف به باران تبدیل شده و این عامل نقش مهمی در پایین‌آوردن آبدهی زاینده‌رود داشته است (صمدی بروجنی، ۱۳۹۲: ۱). بر پایه پژوهش‌های انجام‌شده، کاهش بارندگی و افزایش دما در حوضه زاینده‌رود و نیز کاهش آبدهی آن در آتی پیش‌بینی می‌شود (مساح بوانی و مرید، ۱۳۸۴: ۱۷). یکی دیگر از عواملی که آب حوضه آبریز زاینده‌رود را دستخوش تغییر می‌کند، ناپایداری اقلیمی و خشکسالی‌های آن است که از نظم خاصی پیروی نمی‌کند، چنانکه به‌طور یک‌سال در میان دو سال پیاپی، سه‌سال یک‌بار، سه‌سال پیاپی و در یک مورد پس از شش سال روی داده است (گزارش آب منطقه‌ای اصفهان، آرشیو). به عبارت دیگر،

الگوی کشت است. مکانیزه کردن کشاورزی و گسترش کاشت گلخانه‌ای و نیز جایگزین کردن کشت کم‌مصرف از راه‌های جلوگیری از مصرف آب است. در اصفهان کشاورزی عمدتاً به شکل سنتی است و هنوز هم به روال گذشته آبیاری به شکل غرقابی و نشتی صورت می‌گیرد (حسینی ابری، ۱۳۸۲: ۱۱۴) که این روش‌های بهره‌برداری مستلزم آب فراوان است و در الگوی کشت آن‌ها محصولات پرمصرفی چون برنج، ذرت، علوفه و سیب‌زمینی دیده می‌شود که این امر کارآیی پایین آب در بخش کشاورزی را در پی داشته است. به همین دلیل، بیشترین مصرف مربوط به کشاورزی است (جدول ۲). سهم کشاورزی این منطقه از میزان برداشت سالانه آب‌های زیرزمینی و سطحی، نزدیک به ۷۰۰۰ میلیون متر مکعب در سال است و در مواقعی که کشاورزان با کمبود روبه‌رو می‌شوند با پمپاژهای غیرقانونی به‌ویژه در بالادست، بر این رقم افزوده می‌شود (صمدی بروجنی، ۱۳۹۰: ۴؛ گزارش جهاد کشاورزی استان اصفهان، ۱۳۹۲).

برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی

زایش آب‌های زیرزمینی حاشیه رودخانه در گذشته آنقدر مشهود بوده است که نام زاینده‌رود را به این خاطر به آن داده‌اند. این امر به خاطر شرایط اقلیمی حاکم بر حوضه است و باعث شده منابع آب زیرزمینی نقش حیاتی و بارزی در تأمین نیازهای ساکنان این منطقه داشته باشد. بدین ترتیب، در حاشیه زاینده‌رود، بین منابع آب زیرزمینی و رودخانه زاینده‌رود رابطه‌ای دوسویه برقرار است؛ اما در سال‌های اخیر به دلیل حجم زیاد تخلیه سالانه آب با چاه‌های عمیق و برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، زایش طبیعی حاشیه رود از بین رفته و

خشکسالی‌های زاینده‌رود روند مشخصی ندارد که نشان از ناپایداری شدید اقلیم منطقه است (کاویانی، ۱۳۸۰: ۷۰). از این‌رو، تغییر اقلیم در حوضه زاینده‌رود یکی از عوامل تهدیدکننده منابع آب آن در آینده خواهد بود. به نحوی که با کاهش بارش و افزایش دما باید بیش از پیش شاهد بحران کمبود آب در زاینده‌رود بود.

گسترش صنایع

صنایع در هر جایی به‌خاطر فعالیت خاص تولیدی و جذب نیروی کار، در افزایش مصرف آب اهمیت دارند. بدین ترتیب، در مکان‌یابی صنایع به ظرفیت محیطی از نظر آب و پذیرش جمعیت شاغل در صنعت توجه می‌شود. در حوضه زاینده‌رود، در اصفهان صنایعی وجود دارد که با توجه به شرایط محیطی و آبی منطقه مکان‌یابی نشده‌اند و این امر باعث افزایش مصرف آب شده است. اصفهان با صنایعی نظیر دو کارخانه سیمان، کارخانه فولاد، مجتمع ذوب آهن، پتروشیمی و فرآورده‌های نفتی و ده‌ها کارخانه دیگر یکی از قطب‌های صنعتی کشور است که همه فعالیت اینها محدود به وجود آب زاینده‌رود است. بر پایه گزارش آب منطقه‌ای، سهم صنایع استان اصفهان از آب زاینده‌رود برابر ۱۸۸ تا ۲۰۰ میلیون متر مکعب است و پیش‌بینی می‌شود با توجه به رشد صنایع، این رقم در سال‌های آینده چند برابر شود (گزارش آب منطقه‌ای اصفهان، ۱۳۹۰). صنایع در استان اصفهان یکی از عوامل مهاجرپذیری است که بر رشد جمعیت این استان می‌افزاید و افزایش مصرف آب را در این حوضه بالا می‌برد.

کشاورزی سنتی

در کشاورزی آنچه که می‌تواند در جلوگیری از مصرف آب مؤثر واقع شود، روش‌های بهره‌برداری و

از ۷ هزار و ۶۰۰ حلقه چاه غیرقانونی در مسیر زاینده‌رود وجود دارد که باعث شده هرچه بیشتر آبدهی زاینده‌رود کاهش شدید یابد و ظرفیت محیطی حوضه با چالش جدی روبه‌رو شود. به نحوی که در حال حاضر، در سطح حدود ۵۵ درصد از حوضه زاینده‌رود آب زیرزمینی با کیفیت وجود ندارد و از ۴۵ درصد باقیمانده، نزدیک به ۳۰ درصد مناطق ممنوعه است (ضرابی و همکاران، ۱۳۸۴: ۷۴).

زمینه پیشرفت بیابان را نیز در آنجا فراهم کرده است. گفتنی است، ادامه چنین روندی نه تنها موجب بیابان‌زایی می‌شود که رانش زمین و ایجاد شکاف‌هایی در سطح زمین را نیز به دنبال دارد. در حال حاضر، نزدیک به ۲۵ هزار حلقه چاه در حوضه آبریز زاینده‌رود وجود دارد که در حدود ۲۵۰۰ میلیون مترمکعب آب تأمین‌کننده بخش‌های گوناگون مصرف است (صمدی بروجنی، ۱۳۹۰: ۵). افزون بر این، بیش

جدول ۴. اطلاعات آماری تخلیه سالانه آب با چاه‌های عمیق

استان	حجم تخلیه سالانه (میلیارد مترمکعب)	حجم تخلیه سالانه با چاه‌های عمیق (میلیارد مترمکعب)	درصد تخلیه چاه‌های عمیق نسبت به کل تخلیه
اصفهان	۶۳	۱/۲	۳۴
چهارمحال و بختیاری	۳/۸	۰/۵	۱۴/۳
یزد	۱/۳	۰/۹	۷۲/۴

منبع: مختاری هشی، ۱۳۹۲: ۷۲

شیخ‌بهایبی است که امروزه هم به‌عنوان سندی حقوقی از آن یاد می‌شود و هم قابل ارائه در محاکم قانونی است که شیخ‌بهایبی، حکیم نامدار، در پاسخ به تنش‌ها و درگیری‌های ناشی از کم‌آبی آن دوره برای تقسیم آب بین ساکنان و بهره‌مندان آب زاینده‌رود تنظیم و تدوین کرده است. بر اساس این طومار، کل آب رودخانه به ۳۳ سهم کلی و ۲۷۵ سهم جزئی‌تر بین ۷ بلوک آبخور آن تقسیم شده که از حدود ۷۰ کیلومتری غرب اصفهان تا ۱۲۰ کیلومتری شرق این شهر ادامه داشته است (حسینی ابری، ۱۳۷۹: ۷۱). تقسیم آب بر اساس طومار از ۷۵ روز بعد از نوروز تا آخر آبان‌ماه به مدت ۱۶۰ روز اجرا شده و در فصول سرد سال که نیاز به آبیاری وجود نداشته است، به اصطلاح رودخانه آزاد بوده و هر کس به هر میزان نیاز داشته

پیشینه کمبود آب و زمینه شکل‌گیری تنش و آشوب‌ها در اصفهان

محدودیت منابع آب در زاینده‌رود مربوط به سال‌های اخیر نیست. این رودخانه از آنجا که در منطقه‌ای خشک و کویری واقع شده است، همواره ساکنان آن با محدودیت منابع آب روبه‌رو بوده‌اند. به نحوی که در دوره صفوی یکی از مسائلی که باعث نگرانی حکومت بود، مسأله کمبود آب زاینده‌رود و تقسیم آب آن بود که عاملی تهدیدآمیز به‌شمار می‌رفت. برای پی‌بردن به این موضوع می‌توان به تقسیم‌نامه‌های آبی اشاره کرد که بر حسب ضرورت برای بهره‌برداری و بهره‌وری درست آب زاینده‌رود نظم و نسق ویژه‌ای داشته است. آخرین تقسیم‌نامه زاینده‌رود در عرف جامعه محلی به نام طومار

افزون بر این، انتقال آب از لنجان صورت گرفته و اکنون هم انتقال آب از بهشت‌آباد هم در دست انجام است. انتقال آب، سیاستی ترمیمی است که همچنان هم راهکاری ضروری قلمداد می‌شود. اما باز با وجود انجام این روش و ساخت سدهای ذخیره‌سازی بر روی آن، همچنان نیاز آبی در این حوضه زیاد است و تاکنون نه تنها نتوانسته مشکل کم‌آبی زاینده‌رود را برای بهره‌مندان آن حل کند که به‌عنوان عاملی تهدیدزا بر زندگی ساکنان حوضه تأثیر گذاشته است. به گونه‌ای که در طی این سال‌ها تلاش برای دستیابی به آب در حوضه زاینده‌رود از یک خواست مدنی و اداری به یک نیاز حیاتی و بقایی در آمده است و به شکل تنش و درگیری و اعتراض‌ها و نیز آشوب‌های اجتماعی وارد عرصه جدیدی شده است.

اوج نیاز به آب را می‌توان در درگیری بین کشاورزان شرق استان اصفهان با مأموران امنیتی در اسفند ۱۳۹۱ مشاهده کرد. در این درگیری ۳۵ نفر مصدومیت پیدا کردند (اسماعیلی، ۱۳۹۱) و درگیری بین کشاورزان و مأموران نیروهای انتظامی استان در حالی به‌وقوع می‌پیوندد که کشاورزان شرق اصفهان معتقدند آب زاینده‌رود که از سال‌های دور به زمین‌های آن‌ها اختصاص می‌یافت، اکنون به استان‌های یزد، قم، کاشان و کارخانه‌های بزرگی مانند فولاد مبارکه و ذوب‌آهن فروخته می‌شود. این کشاورزان در اعتراض به قطع سهمیه حوا به کشت زمین‌های خود، با تجمع و تحصن در مقابل خط لوله انتقال آب اصفهان به یزد اعتراض خود را نشان دادند، اما به دلیل نشنیدن پاسخ مثبتی از سوی مسئولان، به تخریب و آسیب‌رساندن به خط لوله انتقال آب به یزد اقدام و ایستگاه‌های پمپاژ آب به یزد را به کلی تخریب کردند

است، می‌توانسته از آن بهره‌برداری کند (همان، ۱۳۸۸: ۵). این تقسیم‌نامه هر چند امروزه هم در اصفهان و حومه برای امور کشاورزی و آشامیدنی کارایی دارد و قابل استناد است، در زمان تنظیم آن، خود یک راه حل برای کم‌آبی و از بین بردن تنش‌های آبی بوده است و ساکنان اصفهان و حومه آن از این راه توانسته‌اند به شکل مسالمت‌آمیزی به امور زراعی و آشامیدنی خود از بستر زاینده‌رود بپردازند.

با گذشت زمان و افزایش جمعیت و شهرنشینی و نیز گسترده‌شدن دامنه مصرف آب در زاینده‌رود، به‌کارگیری سیاست‌های جدید برای مدیریت منابع آب و پیشگیری از تنش‌های احتمالی در این عرصه ضروری شد. از جمله سیاست‌هایی که برای تأمین آب لازم و کاهش نیاز آبی در نظر گرفته شد، انتقال آب از حوضه‌های آبریز دیگر به زاینده‌رود بود که همچنان هم ادامه دارد. بدین ترتیب، از نخستین تونل کوه‌رنگ در سال ۱۳۳۲ بهره‌برداری شد و در سال ۱۳۶۴ تونل دوم نیز به بهره‌برداری رسید. پس از آن در سال ۱۳۷۷ عملیات ساخت سومین تونل کوه‌رنگ آغاز شد که تاکنون ادامه دارد و در مجموع آورد هر کدام از اینها ۲۵۵ میلیون مترمکعب آب برای زاینده‌رود است. در کنار این اقدامات، سد زاینده‌رود، به‌منظور کنترل سیلاب‌های فصلی، تنظیم آب کشاورزی مورد نیاز ۱۰۰ هزار هکتار از اراضی دشت اصفهان و تأمین آب مورد نیاز صنایع مستقر در اصفهان، نیز در سال ۱۳۴۹ در فاصله ۱۱۰ کیلومتری غرب اصفهان به بهره‌برداری رسید. بیشینه حجم مخزن این سد، ۱۴۷۰ میلیون متر مکعب (در تراز ۲۰۶۳ متر) و حجم مفید آن ۱۰۹۰ میلیون مترمکعب و همچنین مساحت دریاچه سد، ۵۴ کیلومتر مربع در تراز بیشینه است.

می‌شد حدود ۹ ماه، قطره آبی از راه زاینده‌رود به آنجا نرفت و کشاورزی آن سامان با مشکل جدی روبه‌رو شدند. کشاورزان طی این دو سال چند بار به استانداری رفتند و اعتراض‌های خود را ابراز داشتند، ولی توفیقی برای آنان حاصل نشد. سرانجام در اسفند ۱۳۹۱ به درگیری انجامید که بازتاب ملی و جهانی داشت و به سوژه خبری برای معاندان جمهوری اسلامی ایران تبدیل شد (حسینی، ۱۳۹۲).

و مشکلات زیادی برای مردم به‌وجود آوردند که در نتیجه باعث قطعی و جیره‌بندی آب در ۱۳ شهر استان یزد شد (شکل ۲). در مقابل مسئولان یزد، استان اصفهان را با قطع سنگ آهن مجتمع ذوب آهن اصفهان تهدید کردند که از یزد تأمین می‌شود. البته پیشینه و زمینه این درگیری به شهریورماه ۱۳۹۰ برمی‌گردد که آب زاینده‌رود برای کشاورزان شرق استان اصفهان جاری شد، ولی از تیرماه ۱۳۹۱ همان‌طور که پیش‌بینی



شکل ۲. اعتراض کشاورزان شرق استان اصفهان و قطع لوله انتقال آب استان یزد به‌دست کشاورزان

در کمتر از سه‌ماه، چهار بار دیگر از سوی مردم اهواز با حضور اقشار مختلف و حتی مسئولان ارشد نظام (رئیس سازمان محیط زیست) در ساحل کارون برگزار شد و مراتب اعتراض خود را نسبت به انتقال آب اعلام داشتند و خواستار پیگیری این موضوع از سوی مسئولان به‌ویژه رئیس‌جمهور شدند و بیان کردند که با انتقال آب سرشاخه‌های کارون، دبی یا آورد رودخانه‌های منتهی به جلگه خوزستان و خلیج فارس به‌شدت کاهش پیدا می‌کند (شکل ۳) (خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران؛ خبرگزاری فارس، ۱۳۹۲/۹/۸).

گفتنی است، تنش و اعتراض‌های مردمی نسبت به آبرسانی و مدیریت بهینه آب برای ساکنان حوضه زاینده‌رود تنها محدود به ساکنان و بهره‌مندان حوضه آبریز زاینده‌رود نیست و به حوضه‌ها و استان‌های همجوار آن، یعنی حوضه آبریز کارون و چهارمحال و بختیاری سرایت داشته است. مردم خوزستان در ۲۴ مهرماه ۱۳۹۲ در اعتراض به انتقال آب رودخانه کارون به زاینده‌رود اصفهان با تشکیل زنجیره انسانی مخالفت خود را نسبت به طرح انتقال آب (طرح بهشت‌آباد) اعلام کردند که این موضوع با نام زنجیره انسانی حمایت از کارون انعکاس پیدا کرد. این حرکت نمادی



شکل ۳. اعتراض مردم استان خوزستان در انتقال آب کارون به استان اصفهان

انتقال آب این استان به اصفهان از طریق تونل بهشت‌آباد اعلام کردند (شکل ۴) (سایت خبری تحلیلی الف، ۱۳۹۳/۱/۲۸).

پس از اعتراض مردم خوزستان به انتقال آب اصفهان، مردم چهارمحال و بختیاری در ۲۸ فروردین ۱۳۹۳ با تجمع مقابل استانداری، اعتراض خود را به



شکل ۴. اعتراض مردم چهارمحال و بختیاری در انتقال آب کارون به استان اصفهان

است که در صورت بی‌توجهی به آن ممکن است پیامدهای ناگواری برای امنیت منطقه و کشور در پی داشته باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش گویای آن است که زاینده‌رود، سرچشمه حیات استان اصفهان و استان‌های همجوار، با واقع شدن در حوضه خشک و کویر مرکزی ایران، از

با وجود این، بحران آبی زاینده‌رود تنها محدود به حوضه آن نیست و سیاست‌های انتقال آب از حوضه‌های مجاور به آن، بعد دیگری از بحران هیدروپلیتیک است که بر دامنه تنش‌های آبی می‌افزاید. بدین ترتیب، با اجرای همه سیاست‌های آبی که در این حوضه صورت گرفته است، باز مشکل کم‌آبی نه تنها رفع نشده که بر دامنه آن نیز افزوده شده و زمینه تنش‌های جمعیتی را بیش از پیش فراهم کرده

کم‌شدن بازدهی اقتصادی و سرانجام بحران جمعیتی در حوضه، پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را به‌وجود می‌آورد که عوامل سازنده بحران هیدروپلیتیک آن را فراهم کرده است و به‌عنوان بحرانی ژئوپلیتیک، نه‌تنها امنیت عمومی و اجتماعی آبریزنشینان، بر امنیت ملی نیز تأثیر می‌گذارد.

پیشنهاد

با توجه به تأثیرات و پیامدهای تشدید بحران آب در زاینده‌رود، نقش و جایگاه سیاستگذاران و برنامه‌ریزان از اهمیت بالایی برخوردار است و در نظر نگرفتن نقش ژئوپلیتیک آن و گرفتن تصمیم نادرستی در این زمینه از سوی مسئولان می‌تواند زمینه‌ساز تهدید امنیت بخشی از کشور و به‌دنبال آن امنیت ملی باشد؛ بنابراین، برای آنکه بتوان از بحران هیدروپلیتیکی زاینده‌رود جلوگیری کرد و برنامه‌ریزی و سیاستگذاری در این زمینه را به‌سمتی برد که هم بتوان عطش آبی آبریزنشینان را برطرف کرد و هم برای پیشرفت منطقه و کشور گام برداشت، رعایت نکات زیر در حوضه آبریز زاینده‌رود لازم به‌نظر می‌رسد:

۱- زاینده‌رود را نباید متعلق به یک استان و یا یک منطقه دانست، در گام اول متعلق به آبریزنشینان و در گام بعدی کشور است، پس باید مدیریت آن را از استانی درآورد و مدیریت حوضه‌ای بر آن حاکم کرد و از تجربیات جهانی در این زمینه استفاده کرد، تا بتوان بر مصارف و منابع آن مدیریتی جامع داشت و با نگاه کلان‌کشوری بر آن برای بهینه‌سازی آب برنامه‌ریزی کرد. یکی از راه‌های تأمین آب زاینده‌رود و جلوگیری از تشدید کم‌آبی، انتقال آب بین‌حوضه‌ای است که در حال حاضر ضروری قلمداد می‌شود. اما

ایام گذشته تا کنون با به‌کارگیری سیاست‌های آبی، مانند ساخت بندها و تدوین حق‌آبه و همچنین، در دوره‌های نزدیک‌تر ساخت سد و انتقال آب بین‌حوضه‌ای، نه‌تنها مشکل آب آن حل نشده، زمینه بحران‌های اجتماعی افزون بر درون این حوضه و واحدهای سیاسی آن برای دستیابی به آب، به حوضه‌های مجاور زاینده‌رود نیز سرایت کرده است. در این میان، در طی این سال‌ها افزون بر استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری، سهم‌شدن بخشی از استان یزد در آب زاینده‌رود مزید بر علت شده که می‌تواند بر دامنه بحران آب زاینده‌رود بیفزاید. نکته قابل توجه این است که زاینده‌رود با این وضعیت و سیاست‌های آبی که بر آن رفته، در هر سال با این تنش‌ها روبه‌رو بوده است. پیش‌بینی می‌شود که در آینده‌نچندان دور تلاش برای دستیابی، حفظ و مدیریت بهینه آب در حوضه آبریز زاینده‌رود، با پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی خود و در صورت توجه‌نکردن به آن، امنیت اجتماعی و ملی را تهدید خواهد کرد و هرگونه فعالیت فضایی در این حوضه می‌تواند به بروز و تشدید بحران آب بینجامد. مهم‌تر از همه، در استان اصفهان افزون بر جمعیت‌پذیری بالا، داشتن کشاورزی و قطب صنعتی‌بودن این استان در کشور و آن هم صنایعی که مصرف آب بالایی دارند، داشتن جاذبه فرهنگی و تاریخی و تبدیل‌شدن آن به قطب گردشگری کشور، بر تقاضای آب افزوده است و با رشد و گسترش هرکدام از این قابلیت‌ها باید منتظر تشدید بحران آب در حوضه زاینده‌رود بود. پیش‌بینی می‌شود با تشدید بحران آب در زاینده‌رود با به‌وجود آمدن مسائلی نظیر رکود صنایع، رکود کشاورزی، رکود گردشگری،

این‌رو، باید نخست از حفر غیرقانونی چاه‌ها در حاشیه رودخانه جلوگیری شود و با مصرف کم بر ذخیره سفره آب‌های زیرزمینی افزود تا افزون بر جلوگیری از پایین آمدن آب زاینده‌رود، از پدیده‌هایی مانند نشست زمین نیز پیشگیری کرد.

منابع

اردکانیان، رضا، (۱۳۸۴). مشغله‌ای برای دو دهه، ویژه‌نامه مدیریت منابع آب، روزنامه ایران، دوشنبه ۱۷ مرداد ۱۳۸۴.

آزادبخت، بهرام و غلامرضا نوروزی، (۱۳۸۷). جغرافیای آب‌های ایران، چاپ اول، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

احسانی، مهرزاد، خالدی، هومن، (۱۳۸۲). بهره‌وری آب کشاورزی، بی‌جا، بی‌نا.

ار، انگلن و پی لی روی، (۱۳۷۳). آب و جمعیت، ترجمه مصطفی بزرگزاده و عباسقلی جهان‌نما، قهرمان قدرت‌نما، فصلنامه آب و توسعه، سال دوم.

اسماعیلی، محمدمهدی، (۱۳۹۱). استانداری اصفهان: حوادث اصفهان کشته نداشت، فقط ۳۵ نفر مجروح شدند، سایت خبری عصر ایران، مصاحبه با معاون سیاسی - امنیتی استانداری اصفهان، ۱۳۹۱/۱۱/۱۲، www.asriran.com/fa/260383

بیران، صدیقه و هنربخش، نازلی، (۱۳۸۷). بحران وضعیت آب در جهان و ایران، فصلنامه راهبرد، شماره ۴۸.

براون، لستر و همکاران، (۱۳۷۴). وضعیت جهان در سال ۱۹۹۴، ترجمه عبدالحسین وهابزاده، تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی.

حافظ‌نیا، محمدرضا، (۱۳۸۵). اصول و مفاهیم ژئوپلیتیک، چاپ دوم، مشهد، انتشارات پژوهشکده امیرکبیر.

انتقال آب باید در قالب منافع ملی و مطالعات جامع منطقه‌ای ارزیابی و تأثیرات این انتقال از دیدگاه‌های گوناگون در محیط فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و بیولوژیکی بررسی شود. افزون بر آن، یکی از عوامل تأثیرگذار بر افزایش تقاضا برای آب در حوضه، صنعتی بودن آن است؛ به‌ویژه وجود صنایع آب‌بر. برای جلوگیری از تشدید بحران آب نمی‌توان صنایع را تعطیل کرد، ولی باید از رشد و گسترش آن‌ها جلوگیری کرد. صنایع جدید باید بر اساس آمایش سرزمین مکان‌یابی شوند و در صورت اجازه و پیش‌بینی این طرح‌ها باید کارخانه‌ها مکان‌یابی شوند. بنابر این مناسب‌است در برنامه‌ریزی‌های آینده، گسترش صنعت گردشگری باید محور اصلی پیشرفت در نظر گرفته شود و بیش از این اجازه نداد که صنایع آب‌بر و آلاینده‌هایی مثل فولاد و پتروشیمی در استان اصفهان گسترش یابد.

۲- بیشترین مصرف آب در حوضه زاینده‌رود مربوط به بخش کشاورزی است. برای جلوگیری از مصرف آب در این بخش لازم است، روش‌های آبیاری و افزایش کارایی مصرف آب در اراضی زراعی را از راه اصلاح ساختار آبیاری سنتی در مزارع و باغات بهینه‌سازی کرد. همچنین، برای کاهش تلفات آب باید الگوی کشت پرمصرف آبریزنشینان را تغییر داد و کشت‌های با مصرف کم‌آب را جایگزین کرد. از سوی دیگر، مدیریت آب رودخانه زاینده‌رود بدون مدیریت آب‌های زیرزمینی ممکن نخواهد بود، چون سطح آب زیرزمینی دشت‌های همجوار رودخانه زاینده‌رود بیش از حد پایین آمده است. رفع این مسأله در کوتاه‌مدت ممکن نخواهد بود و می‌تواند در تشدید خشکی زاینده‌رود نقش تعیین‌کننده‌ای داشته باشد. از

- حافظ‌نیا، محمدرضا، مجتهدزاده، پیروز، عزیزاده، جعفر، (۱۳۸۳). هیدروپلیتیک هیرمند و تأثیر آن بر روابط سیاسی ایران و افغانستان، فصلنامه راهبرد، شماره ۲۳.
- حسینی، محمود، (۱۳۹۲). ریشه‌شناسی بحران آب در اصفهان، مجله چشم‌انداز ایران، مصاحبه با استاندار سابق استان اصفهان، کد مطلب: ۲۲۱۱۱، ۱۳۹۲/۴/۳۱، شماره ۸۷.
- حسینی ابری، سیدحسن، (۱۳۷۹). زاینده‌رود از سرچشمه تا مرداب، چاپ اول، اصفهان، نشر گله‌ها.
- حسینی ابری، سیدحسن، (۱۳۸۸). رابطه طومار شیخ‌بهای با تقسیم سنتی آب زاینده‌رود، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی گروه جغرافیا، سال اول، پیش‌شماره ۲.
- حسینی ابری، سیدحسن، (۱۳۸۲). زاینده‌رود و اصفهان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۶.
- حسینی، سیدحسین، (۱۳۸۵). بحران چگونه تعریف می‌شود، فصلنامه امنیت، شماره یکم.
- خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، (۱۳۹۲/۹/۸). شماره: ۱۳۹۲۰۹۰۸۰۰۵۴۹.
- خبرگزاری فارس، (۱۳۹۲/۹/۸). کد خبر: ۸۰۹۲۷۹۳۱ (۳۶۸۱۵۱۲).
- دالبی، سیمون، (۱۳۸۳). منابع و جنگ‌های محیطی آینده، ترجمه فائزه باهری، تهران، ماهنامه گزارش گفتگو، سال سوم، شماره ۱۰.
- رابینسون، جیمز آ، (۱۳۷۸). بحران، گزیده مقالات سیاسی - امنیتی، تهران، انتشارات پژوهشکده مطالعات راهبردی.
- سایت خبری تحلیلی الف، (۱۳۹۳/۱/۲۸). پنجشنبه ۲۸ فروردین ۱۳۹۳، کد مطلب: ۲۲۳۱۱۰.
- سالمی، حمیدرضا و راست هاموند مورای، (۱۳۸۳). سیمای کلی هیدرولوژی حوضه آبخیز زاینده‌رود، مجله آب و فاضلاب، شماره ۱۵.
- شفقی، سیروس، (۱۳۵۳). جغرافیای اصفهان، چاپ اول، اصفهان، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- صادقی، سید شمس‌الدین، (۱۳۸۶). هیدروپلیتیک و بحران آب: چالش‌های آینده در خاورمیانه و خلیج فارس، فصلنامه سیاسی - اقتصادی، شماره ۱۱۶ - ۱۱۵.
- صمدی بروجنی، حسین، (۱۳۹۰). ریشه‌های علل بحران کم‌آبی در زاینده‌رود، بی‌جا، بی‌نا.
- ضرابی، اصغر، حلییان، امیرحسین، شبانکاری، مهران، (۱۳۸۶). برنامه‌ریزی انتقال بین‌حوضه‌ای آب از کارون به زاینده‌رود، مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان، شماره ۲۲.۶۷ - ۸۴.
- علیجانی، بهلول، (۱۳۷۷). آب و هواشناسی ایران، چاپ چهارم، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- علیزاده، امین، (۱۳۸۴). هیدرولوژی کاربردی، چاپ هیجدهم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.
- علیزاده، جعفر، (۱۳۸۳). هیدروپلیتیک هیرمند و تأثیر آن بر روابط سیاسی ایران و افغانستان، به راهنمایی دکتر محمدرضا حافظ‌نیا، دانشگاه تربیت مدرس، گروه آموزشی جغرافیای سیاسی.
- کاوایانی، محمدرضا، (۱۳۸۰). بررسی شاخص‌های خشکی و خشکسالی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۰، مشهد.
- کاوایانی‌راد، مراد، (۱۳۸۴). مناسبات هیدروپلیتیک ایران و افغانستان، فصلنامه مطالعات راهبردی، شماره ۲۸.
- گزارش سالانه امور مطالعه منابع آب، (۱۳۹۰). آب منطقه‌ای اصفهان، بی‌جا، بی‌نا.

نامی، محمدحسن و محمدپور، علی (۱۳۸۹). بررسی هیدروپلیتیک حوضه غرب کشور (زاب، سیروان و الوند)، فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره چهاردهم.

نتایج کلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۰، تهران، انتشارات مرکز آمار ایران.

هاگت، پیتر، (۱۳۷۹). جغرافیا ترکیبی نو، ترجمه شاپور گودرزی‌نژاد، تهران، انتشارات سمت.

Dolatyar, Mostafa and Tim Gray (2000), Water Politics in the Middle East: A Context For Conflict or Cooperation, New York, St. Martin s, P 75.

Elhance, Arun (2000), Hydropolitics: Grounds for Dispair, Reasons for Hope, Vol. 5, No. 2, PP. 201-222.

Toset, H.P.W., Gleditsch, N. P., Heger, H. (2000), Shared River and Interstate Conflict, Political Geography, Vol. 19, No. 8, PP. 971-996.

Turton, Anthony (2003), Hydropolitics in the developing world, pub CIPS, pretovia. South Africa.

www.roshangari.net/as/ds.

گزارش دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا، (۱۳۹۲). تهران، سازمان حفاظت محیط زیست.

محمدی فتیده، محمد، (۱۳۷۷). شناخت منابع آب، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه گیلان، گیلان.

مختاری هشی، حسین، (۱۳۷۸). بررسی وضعیت هیدروپلیتیک ایران، پژوهشنامه حقوق و علوم سیاسی (دانشگاه مازندران)، شماره دهم، صص ۱۵۹-۱۲۷.

مختاری هشی، حسین، (۱۳۹۲). هیدروپلیتیک ایران؛ جغرافیای بحران آب در افق سال ۱۴۰۴، فصلنامه بین-المللی ژئوپلیتیک، سال نهم، شماره دوم.

مختاری هشی، حسین، (۱۳۸۷). هیدروپلیتیک خاورمیانه در افق سال ۲۰۲۵م؛ مطالعه موردی: دجله و فرات، اردن و نیل، فصلنامه ژئوپلیتیک - سال چهارم، شماره اول.

موحددانش، علی اصغر، (۱۳۷۳). هیدرولوژی آب‌های سطحی، چاپ سوم، تهران، انتشارات سمت.

میرزایی، محمدعلی، (۱۳۸۶). چالش‌های هیدروپلیتیک ایران و عراق با تأکید بر اروندرود، فصلنامه سیاسی - اقتصادی، شماره ۲۶۴ - ۲۶۳.

