



مفهوم سازی کل نگر بحران آب با استفاده از پویایی شناسی سیستم‌ها سلسله گزارش‌های پویایی شناسی چالش‌های کشور (۴)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ انتشار:

۱۴۰۲/۷/۲۹

شماره مسلسل: ۱۹۳۴۲

کد موضوعی: ۲۵۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:

مفهوم‌سازی کل‌نگر بحران آب با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم‌ها
سلسله گزارش‌های پویایی‌شناسی چالش‌های کشور (۴)

نام دفاتر:

مطالعات زیربنایی- مرکز شبیه‌سازی و مطالعات سیستمی

تهیه و تدوین کنندگان:

جمال محمدولی سامانی، مراد اسدی (دفتر مطالعات زیربنایی)
محمد مهدی فروزان‌فر (تهیه مدل- مرکز شبیه‌سازی)

مدیر مطالعه و طراح مدل:

هادی افراسیابی

همکاران:

حمیدرضا ایزد بخش
رامین حسینعلی‌زاده

ناظران علمی:

بابک نگاهداری
محمدحسن معادی رودسری

تاریخ شروع:

۱۴۰۱/۱۲/۶

تاریخ خاتمه:

۱۴۰۲/۶/۱۵

ویراستار ادبی:

سیده مرضیه موسوی‌راد

گرافیک و صفحه‌آرایی:

آذر مهمان‌نواز

واژه‌های کلیدی:

۱. مدل پویایی‌شناسی سیستم‌ها
۲. بحران آب
۳. مفهوم‌سازی کل‌نگر
۴. شاخص‌های مهم منابع آب
۵. بیانیه سیاستی کنسرسیوم (در موضوع حکمرانی آب)

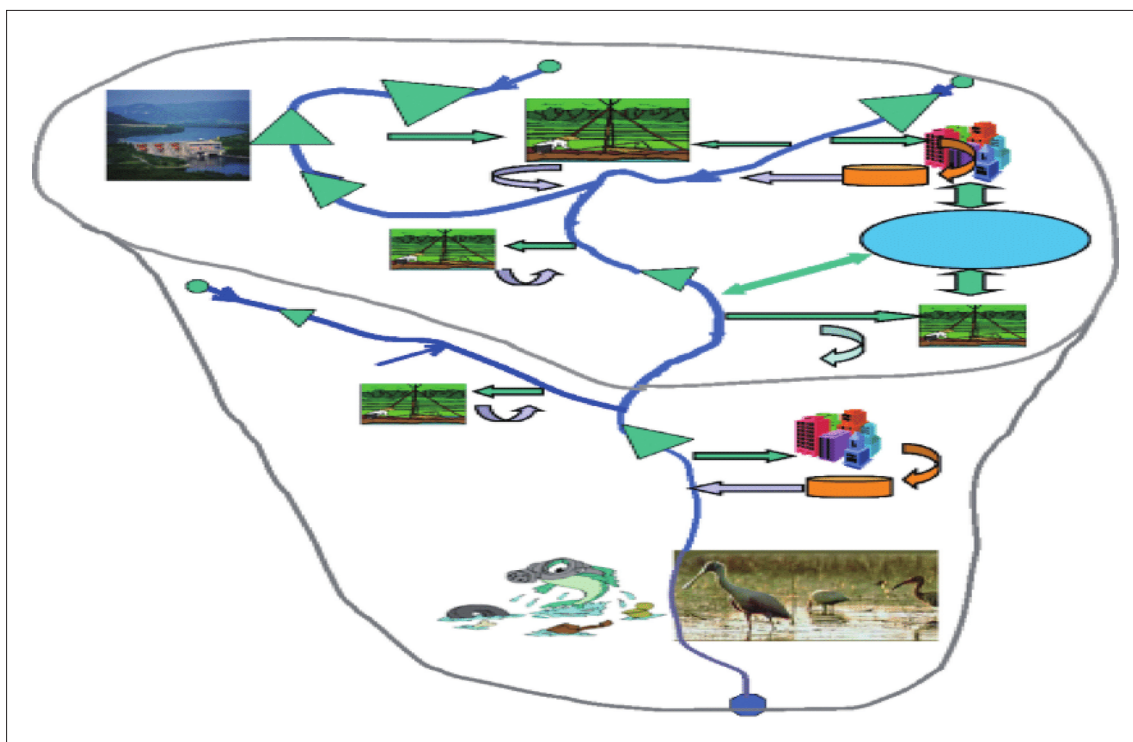


فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۹
۲. مروری بر وضعیت منابع آبی کشور در حوضه‌های آبریز اصلی.....	۱۰
۳. مدل تحلیل پویایی‌شناسی بحران آب.....	۱۵
۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....	۲۴
پیوست.....	۲۵
منابع و مآخذ.....	۲۸

فهرست جداول و شکل‌ها

جدول ۱. شاخص بهره‌وری آب.....	۱۱
جدول ۲. تعیین شاخص سرانه آب تجدیدپذیر.....	۱۱
جدول ۳. طبقه‌بندی وضعیت آبی حوضه‌های آبریز درجه یک براساس شاخص سرانه آب تجدیدپذیر.....	۱۲
جدول ۴. تعیین شاخص نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب.....	۱۳
جدول ۵. شاخص نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب.....	۱۳
جدول ۶. پیش‌بینی وضعیت آینده در صورت ادامه سناریوی وضع موجود.....	۱۵
جدول ۷. تعاریف متغیرهای مورد استفاده در مدل پویایی‌شناسی بحران آب.....	۲۵
شکل ۱. شاخص وابستگی کشاورزی به منابع آب زیرزمینی در کشورهای مختلف.....	۱۰
شکل ۲. روند کاهشی میزان آب تجدیدپذیر کشور.....	۱۲
شکل ۳. نمای جامع مدل پویایی‌شناسی بحران آب.....	۱۶
شکل ۴. متغیرهای در تعامل با متغیر منابع آب.....	۱۷
شکل ۵. تقاضا و مصارف آب.....	۱۸
شکل ۶. آثار محیطی کمبود آب.....	۱۹
شکل ۷. کمبود آب و تقاضا.....	۲۰
شکل ۸. کمبود آب و فشار اجتماعی.....	۲۱
شکل ۹. اثر یارانه و هزینه طرح‌های آبی.....	۲۲
شکل ۱۰. اثر کیفیت حکمرانی.....	۲۳
شکل ۱۱. فساد و تعارض منافع.....	۲۴



مفهوم سازی کل نگر بحران آب با استفاده از پویایی شناسی سیستم‌ها سلسله گزارش‌های پویایی شناسی چالش‌های کشور (۴)

چکیده



مصارف آبی کشور به میزان تقاضا بوده که به نوبه خود از متغیرهایی نظیر جمعیت، سطح زیر کشت، توسعه فضای سبز و باغات و انگیزه اشتغال‌زایی در بخش کشاورزی تأثیر می‌پذیرد. به طور کلی نتایج ارزیابی صورت گرفته نشان می‌دهد بهبود کیفیت حکمرانی در بخش آب، در نهایت به تغییرات در تقاضای مصرف آب و ارتقای بهره‌وری منجر خواهد شد.

جهت نیل به حکمرانی با کیفیت نیز توجه به گزاره‌های «بیانیه سیاستی کنسرسیوم و شبکه مراکز پژوهشی راهبردی در موضوع حکمرانی آب» در سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بخش آب می‌تواند مورد استناد قرار گیرد.

در هم تنیدگی عوامل و متغیرهای مختلف اقتصادی و اجتماعی، سبب شده هر یک از آنها به صورت مستقیم و در وضعیتی کاملاً پویا (دینامیک) بر بحران آب و خشکسالی در کشور اثرگذار باشند. به همین سبب بهره‌گیری از مدل تفکر سیستمی در راستای حل مسائل پویای مرتبط با بحران آب، دید بهتری نسبت به وضعیت این بخش، تعامل اجزای تشکیل دهنده آن با همدیگر و اثرگذاری و اثرپذیری آنها در تعامل با سایر بخش‌ها را تسهیل کرده و برای تصمیم‌گیران در سطوح مختلف حاکمیت بسیار کارا خواهد بود. به همین سبب از این مدل برای تحلیل وضعیت بخش آب کشور استفاده شده که در آن «منابع آب» به عنوان متغیر محوری در نظر گرفته شده است. تحلیل مدل بیانگر وابستگی



بیان مسئله

شناخت متغیرهای اصلی و دینامیک‌های مؤثر بر بحران آب نه تنها شناخت وضعیت کلی را در کشور ارتقا می‌بخشد، بلکه تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی در بستری جامع را تسهیل خواهد کرد تا بتوان با شناسایی مهم‌ترین عوامل اثرگذار، بهینه‌ترین اقدامات و راهکارها را اجرایی نمود و از وقوع اثرات ناخواسته و پیش‌بینی نشده تصمیمات جلوگیری کرده و یا آنها را به حداقل رساند. در همین راستا، مدل تفکر سیستمی در مواجهه با مسئله پویای بحران آب و خشکسالی مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بتوان با بهره‌گیری از این ابزار، ابعاد مختلف و متغیرهای اصلی مرتبط با بخش آب را در یک نگاه کلان‌نگر مورد بازشناسی قرار داده و در ادامه با بهره‌گیری از متغیرهای شناسایی شده و روابط علی موجود بین آنها، محدودیت‌های تصمیم‌گیری برای اقدام در بخش آب را مشخص کرد. نتایج بهره‌گیری از تفکر سیستمی در مواجهه با مسائل بخش آب، می‌تواند به هم‌گرایی بیشتر بین دستگاه‌های اجرایی منجر شده و خط‌مشی‌گذاری سیاست‌های مؤثر بر ارتقای امنیت آبی کشور را بهبود بخشد.

در راستای شناخت وضعیت بخش آب کشور، به شاخص‌های مهم این بخش رجوع شده است. بر این اساس، حجم آب تجدیدپذیر کشور در دو بازه زمانی شامل دوره آماری اول، بلندمدت تا ۱۳۸۵ و دوره آماری دوم از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ به ترتیب حدود ۱۲۵ و ۸۹ میلیارد مترمکعب بوده است. در دوره دوم مقدار بارندگی در کل کشور نسبت به دوره اول حدود ۱۲ درصد کاهش یافته که اثر آن در کاهش میزان آب تجدیدپذیر حدود ۲۹ درصد برآورد شده است. شاخص بهره‌وری آب در ایران نیز نشان می‌دهد مقدار این شاخص در کشور از متوسط جهانی بسیار کمتر بوده و نزدیک به کشورهای با درآمد کم است. علت اصلی این امر را می‌توان در برداشت و مصرف بالای آب در بخش کشاورزی و همچنین قیمت بسیار پایین یا مجانی بودن آب در این بخش جستجو کرد. شاخص سرانه آب تجدیدپذیر فالکن مارک نیز نشان می‌دهد کشور در وضعیت بحرانی قرار داشته که به معنای امنیت آبی نامناسب بوده و عملاً امنیت غذایی و اجتماعی را نیز تحت الشعاع قرار خواهد داد. در بین حوضه‌های درجه یک کشور، فلات مرکزی و حوضه آبریز قره‌قوم دارای بدترین وضعیت (کم‌آبی مطلق) هستند. شاخص دیگر در همین ارتباط، شاخص سازمان ملل بوده که نسبت به شاخص قبلی دید صحیح‌تری را از وضعیت منابع آب در دسترس ارائه می‌دهد. این شاخص براساس نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب محاسبه شده که براساس آن وضعیت بحرانی شدید برای کشور برقرار بوده و لذا این شاخص نیز تصویر مناسبی از امنیت آبی در کشور نشان نمی‌دهد. اهمیت مفهوم امنیت آبی ناشی از درهم‌تنیدگی آن با مفهوم امنیت غذایی و به تعبیر کلی‌تر، امنیت تولید محصولات غذایی است. به همین سبب از کمبود آب شیرین برای جامعه کشاورزی و صنایع آب‌بر به‌عنوان یک تهدید بسیار جدی برای امنیت غذایی و تولید یاد می‌شود. در حال حاضر، عدم تناسب الگوی غذایی و تولیدی جمعیت فعلی با ظرفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی کشور مشهود است که این عدم تناسب منجر به اضافه‌برداشت شدید از منابع آب متعارف شده به طوری که باعث کسری مخازن زیرزمینی به میزان بیش از ۱۴۳ میلیارد مترمکعب در چهار دهه اخیر شده است.

برای بهبود وضعیت بخش آب کشور و ارتقای شاخص‌های اشاره شده فوق و به‌طور کلی جهت شناخت وضعیت بخش آب و تصمیم‌سازی صحیح، لازم است متغیرهای پویای اثرگذار بر این بخش شناسایی شده تا بتوان روابط بین آنها را احصا کرد. در همین راستا مدل پویایی‌شناسی سیستم‌ها استفاده شده که برای ایجاد این مدل، منابع آب، مصارف، تقاضا، سطح زیر کشت، امنیت غذایی، انگیزه اصلاح الگوی مصرف، توسعه فضای سبز و باغات، جریان‌های مرزی، هزینه طرح‌های آبی و کمبود آب به‌عنوان متغیرهای مهم تأثیرگذار بر بخش آب در نظر گرفته شده‌اند.



■ یافته‌های کلیدی

برای تشریح مدل از متغیر محوری «منابع آب» و عوامل تأثیرگذار بر آن آغاز کرده که تحت تأثیر سه متغیر جریان‌های مرزی، بارش و مصارف است. میزان مصارف آبی کشور به نوبه خود تحت تأثیر میزان تقاضای آب بوده که از متغیرهای جمعیت، سطح زیر کشت، توسعه فضای سبز و باغات و انگیزه اشتغال‌زایی در بخش کشاورزی تأثیر می‌پذیرد. تحلیل این مدل نشان می‌دهد با افزایش عوامل مصرف‌کننده آب مانند زمین‌های کشاورزی و باغات و همچنین فضای سبز شهرهای بزرگ، مصرف آب بارشد چشمگیری مواجه می‌شود. همچنین عوامل مختلفی همچون پایین بودن هزینه اشتغال در بخش کشاورزی و مشکل بیکاری بر انگیزه توسعه بخش کشاورزی تأثیر گذاشته و تقاضا برای آب را افزایش داده و فشار مضاعفی را به منابع کشور وارد می‌کند. این موارد در کنار تضادهای منافع و فساد موجب کاهش بهره‌وری و اتلاف بیشتر منابع آبی می‌شود. در نگاهی دیگر، بررسی ارتباط بین متغیرهای مدل نشان می‌دهد کمبود آب موجب افزایش فشار اجتماعی شده و دولت‌ها را مجاب به پرداخت یارانه در حوزه آب می‌کند و این رویکرد انگیزه برای استفاده بهره‌ور و بهینه از آب را کاهش می‌دهد. همچنین کیفیت حکمرانی نیز در نهایت به تغییرات در تقاضای مصرف آب و توسعه بخش کشاورزی و همچنین ارتقای بهره‌وری به‌ویژه در بخش کشاورزی منجر می‌شود، بنابراین مدیریت کارآمد بحران آب نیازمند حکمرانی باکیفیت است.

■ پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

به‌طور کلی بررسی‌ها بیانگر این نکته است که در دهه‌های اخیر نیاز غذایی و صنعتی آب بر جمعیت از ظرفیت منابع آبی موجود برای تولید مورد نیاز فراتر رفته است. یعنی اگر هدف خودکفایی، تولید محصولات غذایی مورد نیاز جمعیت در کشور باشد، با الگوی فعلی (مصرف غذا و تولید محصولات کشاورزی)، منابع آب کافی برای پاسخ‌گویی به آن وجود ندارد. این شرایط به‌صورت اضافه‌برداشت از منابع آب سطحی و زیرزمینی بروز پیدا کرده که به بحران آب دامن می‌زند. به همین سبب ضرورت دارد با اعمال مدیریت تقاضا، افزایش بهره‌وری، توجه به تجارت آب مجازی و اصلاح مأموریت‌های استانی مخصوصاً در بخش کشاورزی و صنایع آب‌بر و اصلاح الگوهای زندگی، امنیت غذایی را به‌صورتی پایدار فراهم کرد. برای اصلاح مسیرهای ناصحیح گذشته که منشأ مشکلات امروز بخش آب هستند، باید به این نکته نیز توجه داشت که مشکلات آبی مناطق مختلف کشور تابع مقیاس آن منطقه بوده و نمی‌توان برای کل کشور نسخه واحدی ارائه داد.

۱. مقدمه

بحران آب در ایران تنها ناشی از تغییرات اقلیمی نیست، به عبارت دیگر سوءمدیریت و عدم وجود برنامه‌ریزی در بخش آب نیز در این بحران دخیل بوده‌اند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد سهم عوامل انسانی از جمله توسعه مصارف آب‌بر، وضعیت اقتصادی و معیشت وابسته به آب، وضعیت صادرات - واردات، سطح زیر کشت، رشد جمعیت، امنیت غذایی، انگیزه اصلاح الگوی مصرف و بهره‌وری و غیره در ازدیاد مصارف بیشتر از سهم عوامل طبیعی ناشی از کاهش بارش‌ها در کمبایی‌های آبی بوده است. آثار کم‌آبی مشاهده شده در سال‌های اخیر در واقع حلقه مؤخر از زنجیره روند فزاینده مصرف آب در دشت‌ها و حوضه‌های کشور است. در هم‌تنیدگی عوامل و متغیرهای مختلف اقتصادی و اجتماعی، سبب شده هر یک از آنها به صورت مستقیم و در وضعیتی کاملاً پویا (دینامیک) بر بحران آب و خشکسالی در کشور اثرگذار باشند. به همین دلیل شناخت متغیرهای اصلی و دینامیک‌های مؤثر بر بحران آب، نه تنها شناخت وضعیت کلی را در کشور ارتقا می‌بخشد، بلکه تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی در بستری جامع را تسهیل خواهد کرد تا بتوان با شناسایی مهم‌ترین عوامل اثرگذار، بهینه‌ترین اقدامات و راهکارها را اجرایی کرد و از وقوع آثار ناخواسته و پیش‌بینی نشده‌ی تصمیمات جلوگیری کرده و یا آنها را به حداقل رساند.

ارائه راهکارهای محلی یا مقطعی برای مشکلات ناشی از بحران آب، شاید به صورت موقت راهگشا باشد، با وجود این راه‌حل‌های ارائه شده به‌طور هم‌زمان می‌تواند در سایر حوضه‌ها خود تبدیل به مسئله شود. به همین سبب نیاز است تا با دید بلندمدت موضوعات مرتبط با بحران آب در کنار هم قرار گرفته و اصطلاحاً به صورت سیستمی بررسی و تحلیل شود. در واقع با هدف ارائه راه‌حل‌های نهادی برای بهبود وضعیت منابع آب و براساس دریافت‌های حاصل از نتایج تحلیل سیستمی و یکپارچه عوامل و متغیرهای دخیل در بحران آب، مکانیسم‌های پنهان در بخش آب و سایر بخش‌های مرتبط با آن مشخص می‌شود. این مهم با بهره‌گیری از یک فرایند تحلیل سیستمی و کل‌گرایانه میسر خواهد شد تا بتوان مسئله بحران آب و خشکسالی موجود در کشور را به اجزای مختلف تجزیه و به‌طور هم‌زمان روابط بین آنها را شناسایی کرد.

در گزارش حاضر سعی شده تا به تبیین شرایط فعلی کشور در قالب آمار و اطلاعات پرداخته و جایگاه کشور در مقایسه با روندهای جهانی بررسی شود. در ادامه با بهره‌گیری از تفکر سیستمی در مواجهه با مسئله پویای بحران آب و خشکسالی در کشور، ضمن شناخت اجزای مختلف مسئله، با بهره‌گیری از متغیرها و روابط علی موجود بین آنها، ضمن ایجاد یک دیدگاه کل‌نگر نسبت به مسئله، محدودیت‌های تصمیم‌گیری در سطح ملی توسط مسئولین ذی‌ربط و مجموع حاکمیت نیز مشخص شده که می‌تواند به همگرایی بیشتر بین دستگاه‌های اجرایی منجر شده و خط‌مشی‌گذاری سیاست‌های مؤثر بر ارتقای امنیت آبی کشور را بهبود بخشد.

۲. مروری بر وضعیت منابع آبی کشور در حوضه‌های آبریز اصلی

۲-۱. شاخص‌های مهم منابع آب

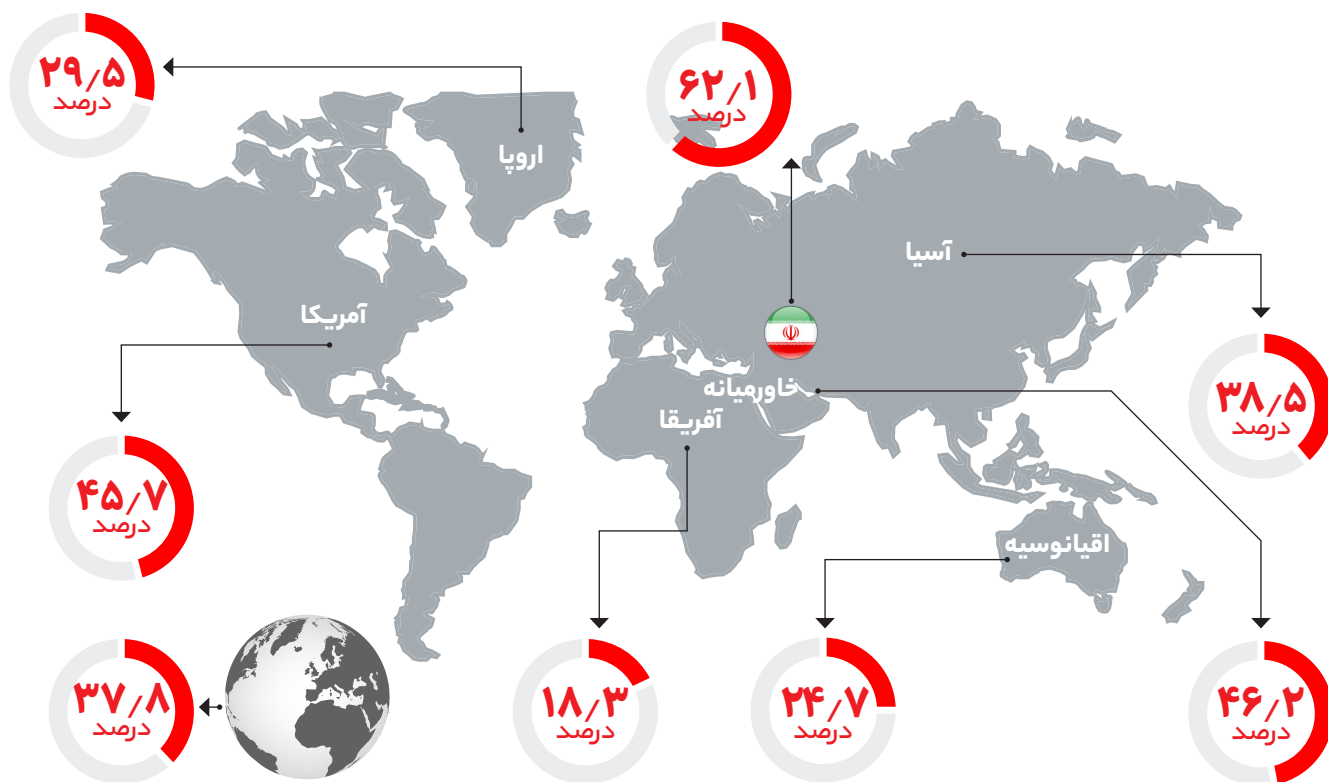
۲-۱-۱. شاخص وابستگی کشاورزی به منابع آب زیرزمینی

یکی از مهم‌ترین و در عین حال بزرگ‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده منابع آب، بخش کشاورزی است که تأمین مصارف این بخش می‌تواند از منابع سطحی یا زیرزمینی صورت گیرد. معمولاً در اقلیم‌های خشک، منابع آب استراتژیک زیرزمینی نقش بسیار مهمی در تأمین بخش‌های مختلف مصرف داشته و صیانت از این منابع دارای ضرورتی حیاتی است.

شاخص وابستگی منابع کشاورزی به منابع آب زیرزمینی، می‌تواند سهم این بخش در برداشت‌های صورت گرفته و پتانسیل آن برای برداشت مازاد از این منابع را مشخص کند. می‌توان گفت که با افزایش این شاخص تهدیدپذیری کشاورزی و به تبع آن امنیت غذایی از نوسانات منابع آب زیرزمینی بیشتر می‌شود. کسری مخازن دشت‌های کشور و شور شدن آنها و مهاجرت مردم ساکن این نواحی و ایجاد توزیع جمعیتی نامتوازن، از مواردی است که ارتباط این شاخص را با امنیت آبی و امنیت اجتماعی نیز روشن می‌سازد. شاخص وابستگی کشاورزی به منابع آب زیرزمینی در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که این جدول نشان می‌دهد، مقدار این شاخص به‌طور معناداری در ایران بیشتر از سایر مناطق جهان است.

کشور ایران، در اقلیمی عمدتاً گرم و خشک با محدودیت‌های منابع آبی، به‌خصوص در مناطق مرکزی و شرقی روبه‌رو بوده است. مقدار آب تجدیدپذیر کشور در دو دوره آماری مهم شامل دوره اول، (بلندمدت تا سال ۱۳۸۵)، و دوره دوم (از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵) به ترتیب حدود ۱۲۵ و ۸۹ میلیارد مترمکعب و میزان بارندگی نیز به ترتیب در این دو دوره برابر ۲۴۶ و ۲۱۷ میلی‌متر بوده است [۱]. در دوره دوم مقدار بارندگی در کل کشور نسبت به دوره اول حدود ۱۲ درصد کاهش یافته که اثر آن در کاهش میزان آب تجدیدپذیر حدود ۲۹ درصد برآورد شده است. کاهش بارندگی و آب تجدیدپذیر به دلایل خشک‌سالی، تغییر اقلیم، افزایش دما و تغییر الگوهای بارش (نوع بارش و مدت آن) اتفاق افتاده است. در مقیاس حوضه‌های آبریز درجه یک کشور که شامل شش حوضه بزرگ است، بیشترین کاهش آب تجدیدپذیر در حوضه آبریز قره‌قوم به میزان ۵۷ درصد اتفاق افتاده است. کاهش مذکور در حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان با توجه به اینکه این حوضه بیشترین حجم تولید آب را در میان سایر حوضه‌های آبریز درجه یک کشور دارد، بسیار چشمگیر است. از کاهش ۳۶ میلیارد مترمکعبی حجم آب تجدیدپذیر دوره دوم نسبت به دوره اول داده‌های آماری بخش آب، سهم هریک از حوضه‌های آبریز درجه یک خلیج فارس و دریای عمان، فلات مرکزی، دریای خزر، دریاچه ارومیه، قره‌قوم و مرزی شرق به ترتیب ۶۰، ۱۹، ۹، ۵، ۴ و ۳ بوده است.

شکل ۱. شاخص وابستگی کشاورزی به منابع آب زیرزمینی در کشورهای مختلف



این امر را می توان در برداشت و مصرف بالای آب در بخش کشاورزی و همچنین قیمت بسیار پایین یا مجانی بودن آب در این بخش جستجو کرد. پایین بودن مقدار این شاخص در حقیقت بیانگر این است که در شرایط بهره وری موجود، پتانسیل تحت الشعاع قرار گرفتن امنیت آبی و در نتیجه امنیت غذایی بالاست. با ایجاد خلل در شرایط امنیت آبی با توجه به زمانبر بودن افزایش بهره وری، آسیب های چشمگیری می تواند به امنیت غذایی وارد شود.

۲-۱-۲. شاخص بهره وری آب

بهره وری آب از دو منظر بیوفیزیکی و اقتصادی قابل بررسی بوده، با وجود این، به طور کلی می توان کشورهای مختلف را با توجه به نسبت تولید ناخالص داخلی به میزان برداشت از منابع آب متعارف (شیرین) مورد بررسی قرار داده تا بهره وری آب را برآورد کرد. شاخص بهره وری آب در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس این جدول می توان گفت که این شاخص در ایران از متوسط جهانی بسیار کمتر است. علت اصلی

جدول ۱. شاخص بهره وری آب

مقدار شاخص (دلار آمریکا بر متر مکعب آب شیرین)	منطقه
۴	کشورهای با درآمد پایین
۱۱	کشورهای با درآمد متوسط
۵۶	کشورهای با درآمد بالا
۵	ایران
۲۱	جهان

مأخذ: [۳]

مورد بررسی قرار داد. یکی از شاخص های شناخته شده بدین منظور، شاخص فالکن مارک بوده که وضعیت منابع آب را براساس سرانه آب تجدیدپذیر دسته بندی کرده و مطابق با جدول ۲ تعیین می شود.

۲-۱-۳. شاخص سرانه آب تجدیدپذیر

با استفاده از شاخص سرانه آب تجدیدپذیر می توان وضعیت آبی یک حوضه آبریز یا یک کشور را براساس حجم آب تجدیدپذیر و جمعیت آن

جدول ۲. تعیین شاخص سرانه آب تجدیدپذیر

وضعیت	سرانه آب تجدیدپذیر (متر مکعب بر نفر بر سال)
مناسب	بیشتر از ۱۷۰۰
بحرانی	از ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰
کم آبی	از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰
کم آبی مطلق	کمتر از ۵۰۰

مأخذ: [۴]

ریشه این وضعیت را می توان ناشی از توسعه، بدون توجه به ظرفیت منابع آب دانست. در حال حاضر نیز نداشتن برنامه و سند آمایش، عملاً امنیت غذایی را نیز در معرض خطر جدی قرار داده و می تواند به تنش های اجتماعی منجر شود.

جدول ۳ پیش بینی طبقه بندی وضعیت آبی را براساس شاخص سرانه آب تجدیدپذیر نشان می دهد. بر این اساس حوضه آبریز فلات مرکزی که مناطق بسیار وسیعی از کشور را تشکیل می دهد و حوضه آبریز قره قوم دارای بدترین وضعیت (کم آبی مطلق) هستند. در مقیاس کشوری نیز وضعیت بحرانی بوده که به معنای امنیت آبی نامناسب است.



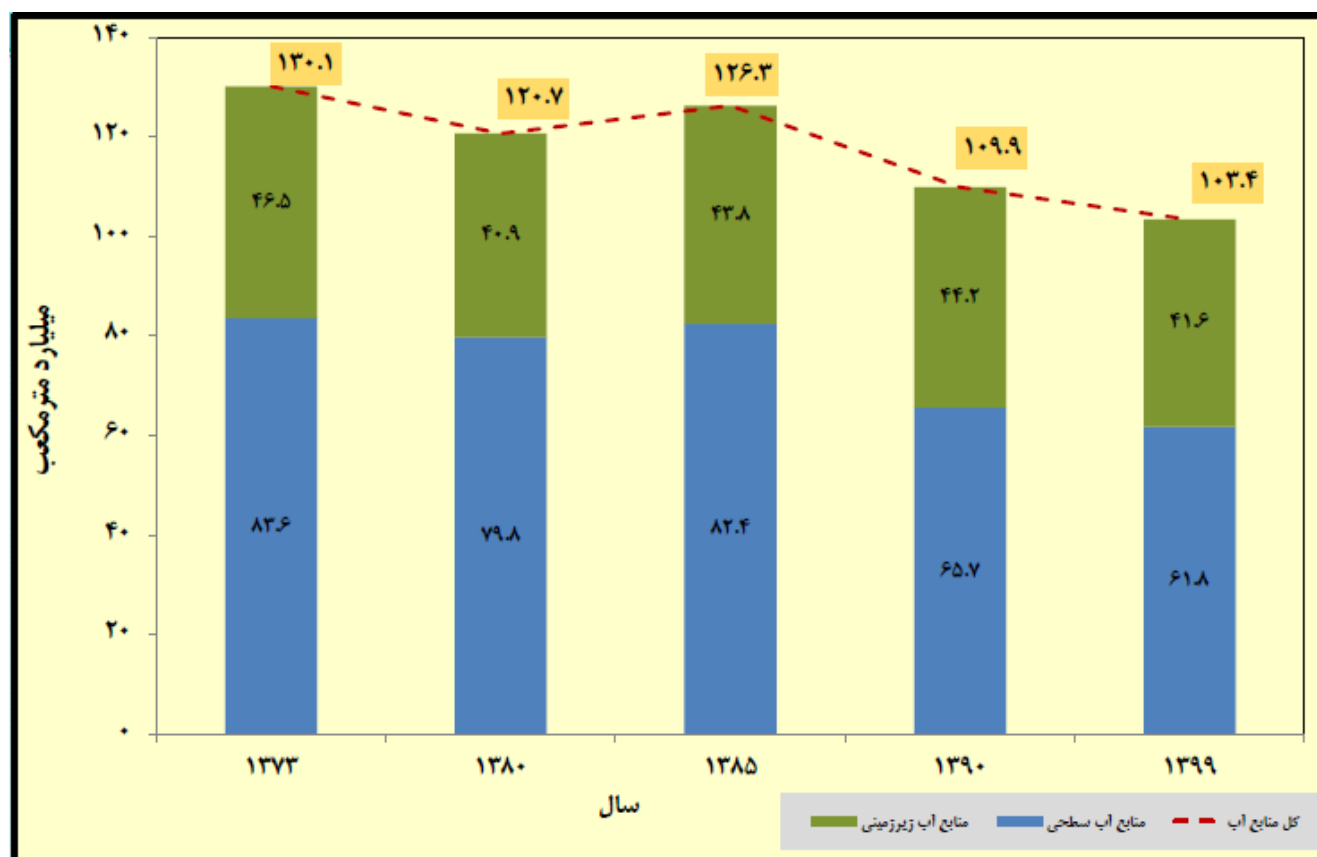
جدول ۳. طبقه‌بندی وضعیت آبی حوضه‌های آبریز درجه یک بر اساس شاخص سرانه آب تجدیدپذیر

ردیف	حوضه آبریز درجه یک	وضعیت شاخص
۱	دریای خزر	مناسب
۲	خلیج فارس و دریای عمان	مناسب
۳	دریاچه ارومیه	بحرانی
۴	فلات مرکزی	کم‌آبی مطلق
۵	مرزی شرق	کم‌آبی
۶	قره‌قوم	کم‌آبی مطلق
کل کشور		بحرانی

مأخذ: [۱]

در شکل ۲ نیز روند کاهشی میزان آب تجدیدپذیر کشور در دهه‌های اخیر را می‌توان مشاهده کرد.

شکل ۲. روند کاهشی میزان آب تجدیدپذیر کشور



مأخذ: [۱]

شاخص به‌عنوان شاخص سازمان ملل نیز شناخته شده و نسبت به شاخص قبلی دید صحیح‌تری را از وضعیت منابع آب در دسترس ارائه می‌دهد. این شاخص براساس نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب محاسبه شده و سپس براساس جدول ۴ وضعیت آبی تعیین می‌شود.

۴-۱-۲. شاخص نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب (شاخص سازمان ملل)

شاخص دیگری که برای بررسی وضعیت منابع آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، شاخص نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب است که علاوه بر میزان آب تجدیدپذیر، مصارف را هم مدنظر قرار می‌دهد. این

جدول ۴. تعیین شاخص نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب

وضعیت	نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب
خوب	کم‌تر از ۴۰ درصد
بحرانی	از ۴۰ تا ۷۰ درصد
بحرانی شدید	از ۷۰ درصد تا ۱۰۰ درصد
شکست	بیش‌تر از ۱۰۰ درصد

مأخذ: [۵]

نشان‌دهنده وضعیت بحرانی شدید برای ایران است. با توجه به مقدار این شاخص در ایران و فاصله کم آن تا وضعیت شکست، باید عنوان کرد که از منظر این شاخص در حال حاضر تصویر مناسبی از امنیت آبی در ایران برقرار نیست.

جدول ۵، مقادیر شاخص نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب را در مناطق مختلف براساس برآورد صورت گرفته در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. همان‌طور که این جدول نشان می‌دهد، مقدار این شاخص در ایران به‌طور چشمگیری از بقیه نقاط جهان بالاتر است. این امر حاکی از وارد آمدن فشار بیش از حد به منابع آب است و براساس جدول ۴

جدول ۵. شاخص نسبت آب مصرفی به پتانسیل منابع آب

مقدار شاخص (درصد)	منطقه
۸۳/۹	شمال آفریقا و غرب آسیا
۲۰/۲	آمریکای شمالی
۳۰/۴	شرق و جنوب شرق آسیا
۸/۴	اروپا
۶۸/۹	غرب آسیا
۲/۷	اقیانوسیه
بیش از ۷۵	ایران
۱۸/۲	جهان

مأخذ: [۶]



باز توزیع فضایی و جغرافیایی جمعیت، متناسب با ظرفیت زیست با تأکید بر تأمین آب با هدف توزیع متعادل و کاهش فشار جمعیتی مورد تأکید قرار گرفته است. عدم توجه به این ابرچالش و دخالت اقتصاد سیاسی و تبعات جهت‌گیری غلط توسعه، علی‌الخصوص در مناطق فلات مرکزی این ابرچالش را تبدیل به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های حکمرانی آب کرده، به نحوی که بدخیم بودن این چالش روز به روز مشهودتر شده است. مفهوم امنیت آبی با مفهوم امنیت غذایی و به تعبیر کلی‌تر، امنیت تولید ارتباط تنگاتنگ دارد. در حال حاضر توجه توأمان به دو عنصر ظرفیت آب و خاک به چشم می‌خورد و از کمبود آب شیرین برای جامعه کشاورزی و صنایع آب‌بر به‌عنوان یک تهدید محیطی بسیار جدی برای امنیت غذایی و تولید یاد می‌شود، حتی سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد در تعریفی امنیت آبی را توانایی تأمین آب کافی و مطمئن برای جمعیت ساکن در مناطق خشک جهان به‌منظور رفع نیازهای تولید مخصوصاً کشاورزی معرفی می‌کند. حال توجه به برخی ابزارهای سیاستگذاری کلان‌کشوری، نظیر آب‌قابل‌برنامه‌ریزی و سند ملی تغذیه و امنیت غذایی، زمینه پاسخ‌گویی دقیق‌تری به این سؤال کلیدی، یعنی پیدا کردن رابطه تعادلی بین جمعیت، امنیت آبی و امنیت غذایی و امنیت تولید فراهم خواهد کرد. به عبارت دیگر آیا با توجه به وضعیت منابع آب، کشور ما ظرفیت پاسخ‌گویی به تحولات جمعیتی موجود را دارد یا خیر؟ برای پاسخ به این سؤال لازم است با استفاده از ردپای آب مورد استفاده واقعی محصولات کشاورزی، منابع آب لازم برای تولید الگوی مطلوب مواد غذایی در کشور برآورد شده و با میزان آب قابل برنامه‌ریزی کشور مقایسه شود. در این راستا عدم تناسب الگوی غذایی و تولیدی جمعیت فعلی با ظرفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی، کشور مشهود است، مخصوصاً در آب‌های زیرزمینی، باعث کسری مخازن زیرزمینی به میزان بیش از ۱۴۳ میلیارد مترمکعب در چهار دهه اخیر شده است [۱]. تخلیه مخازن آب‌های زیرزمینی در دهه‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ تشدید شده و با روندی افزایشی تداوم یافته، به طوری که متناسب با افزایش جمعیت و توسعه بخش کشاورزی به شرایط سخت و نسبتاً برگشت‌ناپذیر در برخی مناطق رسیده است.

۲-۳. شرایط آینده کشور

با توجه به افزایش نیازهای آبی کشور از مناظر مختلف (شرب، صنعت و کشاورزی) به دلیل افزایش جمعیت در سال‌های آتی، در صورت ادامه روندهای موجود در سیاستگذاری‌ها و مدیریت بخش آب، به‌طور مسلم امنیت آبی منتج از امنیت غذایی کشور با مخاطرات جدی‌تر روبه‌رو خواهد شد. جدول ۶، پیش‌بینی وضعیت جنبه‌های مختلف آب را در کشور در صورت ادامه سناریوی وضع موجود نشان می‌دهد.

شایان توجه است که در مقیاس‌های مکانی کوچک‌تر از کل کشور (مثلاً مقیاس حوضه‌های آبریز در جه‌دو یا استان‌ها)، متأسفانه در برخی موارد وضعیت شکست حاصل شده و تحت این شرایط مصارف آب از منابع تجدیدپذیر مربوطه پیشی گرفته است. این امر بدان معناست که مصارف از منابع استاتیک زیرزمینی که طی سالیان متمادی ذخیره شده است، تأمین می‌شود که این موضوع به کسری مخزن می‌انجامد. نتیجه حاصل اختلال در امنیت غذایی و در نتیجه ناپایداری محیط زیست، ناامنی اجتماعی و سیاسی خواهد بود.

۲-۲. تعادل بین جمعیت، امنیت آبی و امنیت غذایی و امنیت تولید

این یادداشت تأکید بر چند موضوع دارد که عدم درک و یا کم‌توجهی نسبت به آنها موجب بروز ناپایداری مخرب در محیط زیست، توسعه ملی و بحران‌های اجتماعی، سیاسی و امنیتی می‌شود که خروج از این شرایط ناپایدار مستلزم بازنگری برنامه‌ریزی‌های موجود همچنین اتخاذ اقدامات طولانی‌مدت همراه با ارزیابی و نظارت‌های مستمر برای توقف مسیر انحراف و تصحیح جهت‌گیری توسعه است. در جهت‌گیری کلان توسعه، سند آمایش سرزمین به‌عنوان محور اصلی مطرح می‌شود که یکی از اهداف مهم این سند عملاً ارائه الگوی مکانی و زمانی توسعه متناسب با ظرفیت‌های موجود، پیوند و ارائه نقطه تعادل بین جمعیت، امنیت آبی و امنیت غذایی کشور است، اما فقدان این سند در چهار دهه اخیر باعث تغییر و تحولات خطرناک مخصوصاً در مصارف بخش کشاورزی با هدف ایجاد امنیت غذایی شده و در نهایت عدم تناسب بین امنیت آبی و امنیت غذایی برای جمعیت موجود را به همراه داشته است. شرایط موجود حاکی از آن است که روند تولید برخی محصولات غذایی فراتر از نیاز جمعیت بوده و در مقابل روند تولید برخی محصولات کشاورزی نظیر دانه‌های روغنی و محصولات پروتئینی، پاسخ‌گوی نیاز جمعیتی نیست. در عین حال برآوردها حاکی از آن است که تولید مواد غذایی مخصوصاً در بیست سال اخیر از ظرفیت منابع آبی کشور در بخش کشاورزی فراتر رفته است (با ظرفیت آب تجدیدپذیر تناسب ندارد).

این امر حساسیت و اهمیت اصولی برنامه‌ریزی منابع آب برای تأمین پایدار مصارف و نیازهای مناطق مختلف در قالب سند آمایش سرزمین را دوچندان می‌سازد. متأسفانه در پنجاه سال اخیر به‌واسطه تغییر و تحولات جمعیتی، فشار زیادی به منابع زیستی به‌ویژه منابع آب ایران تحمیل شده، به گونه‌ای که طی سال‌های اخیر نگرانی‌های جدی در خصوص عدم تکافوی منابع آبی و تشدید ناامنی آبی به وجود آورده است. برای نمونه در مصبه پنج‌شورای عالی آب از تعادل بین امنیت آبی و امنیت غذایی به‌عنوان ابرچالش و دغدغه برانگیزترین مسائل کلان کشور یاد شده است و طی بند «۹» سیاست‌های کلی جمعیتی،

جدول ۶. پیش بینی وضعیت آینده در صورت ادامه سناریوی وضع موجود

سناریوی ادامه وضعیت موجود				
۵	۴	۳	۲	۱
کاهش منابع آب موجود	کاهش بارندگی و الگوی آن به دلیل تغییر اقلیم	افزایش دما به دلیل تغییر اقلیم	تداوم خشکسالی ها بر اساس پیش بینی ها	کمبود ذاتی منابع آب در کشور
تهدید امنیت آبی و غذایی کشور	استهلاک تأسیسات و کاهش بهره وری	اکودگی فزاینده منابع آب و کاهش کیفیت	افزایش نیاز بخش های مختلف	افزایش جمعیت
از بین رفتن منابع طبیعی کشور	نابودی بیشتر زیست بوم های آبی	کاهش بیشتر ذخایر آب زیر زمینی و تبعات آن	استفاده بیشتر از ذخایر استاتیک و نابودی آنها	کاهش بیشتر سهم محیط زیست
تحت الشعاع قرار گرفتن امنیت ملی	امنیتی شدن موضوع آب	افزایش مناقشات منطقه ای و بین المللی	افزایش مناقشات محلی و داخلی	افزایش مناقشات بین بخش های مختلف

مأخذ: [۷]

■ بر اساس شاخص های استاندارد بین المللی، تمام آب تجدید پذیر را نمی توان استفاده کرد. حداکثر میزان قابل استفاده از آب تجدید پذیر، ۴۰ درصد است. علت اصلی این امر در عدم قطعیت ها و پایداری و حفظ محیط زیست است.
حال برای درک بهتر مؤلفه های مختلف، بحران آب در چارچوب ابزار پویایی شناسی مورد بررسی قرار می گیرد.

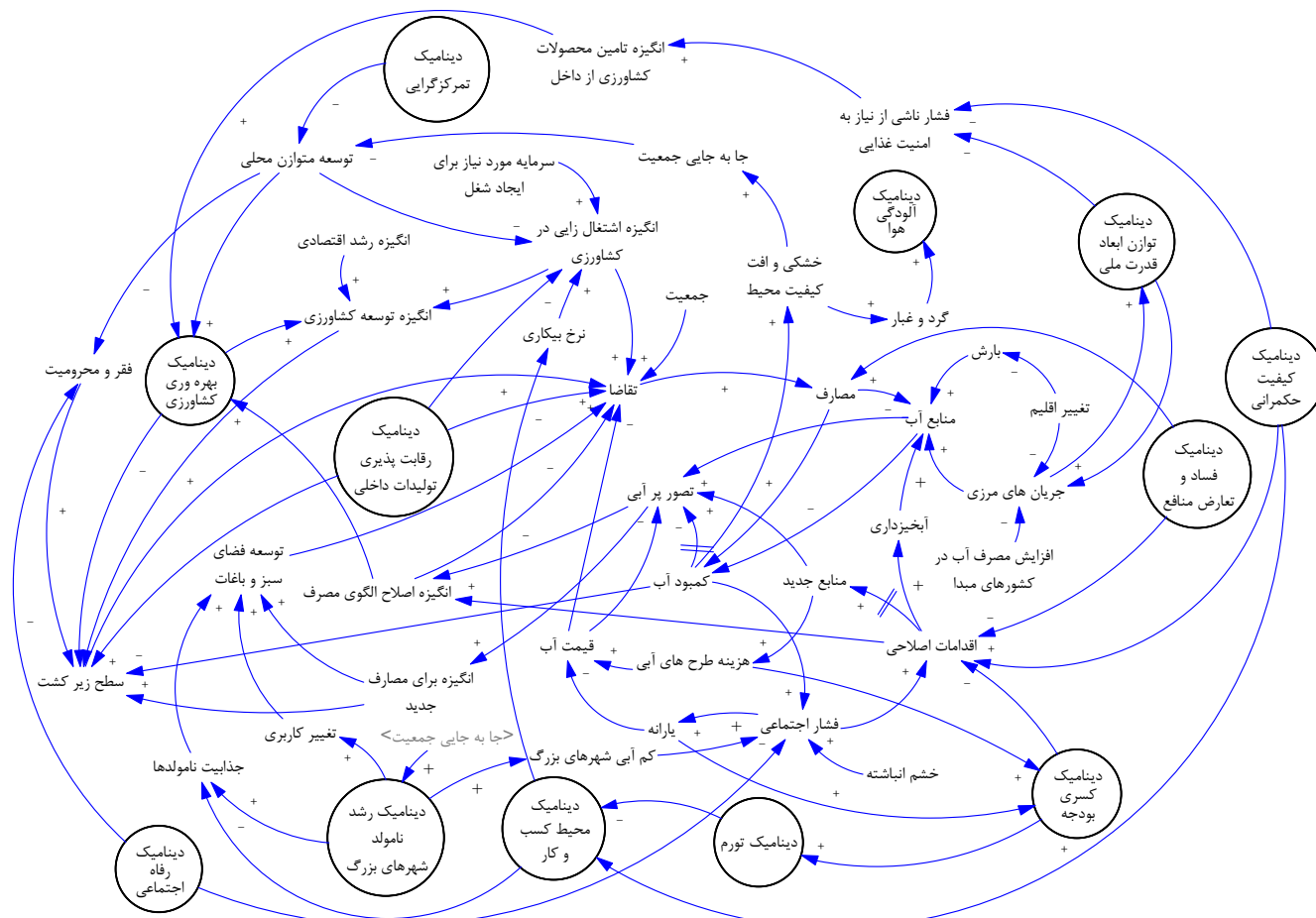
همان طور که اشاره شد، میزان آب تجدید پذیر کشور محدود است. در این مورد سه نکته قابل توجه است:
■ به دلیل تغییرات اقلیم، همین میزان محدود رو به کاهش است،
■ به دلیل افزایش جمعیت و توسعه اقتصادی و در نتیجه آنها توسعه مصارف، نیاز کشور به آب رو به افزایش است که در دید کلی این امر به معنای کاهش امنیت آبی است،

۳. مدل تحلیل پویایی شناسی بحران آب

به صورت تدریجی و در قالب شکل تشریح شده اند.

در این بخش به معرفی اجمالی مدل پویایی شناسی، متغیرها و روابط علی موجود پرداخته شده است. برای این منظور بخش های مختلف مدل

شکل ۳. نمای جامع مدل پویایی‌شناسی بحران آب



تشریح شده، با رنگ آبی نمایش داده می‌شوند. متغیر منابع آب تحت تأثیر سه متغیر مهم جریان‌های مرزی، بارش و مصارف است و با افزایش مصرف کاهش و با افزایش دو متغیر دیگر رشد می‌کند. متغیر جریان‌های مرزی نیز، به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی منابع آبی، تحت تأثیر تغییر اقلیم و مصرف آب در کشورهای همسایه است. تغییر اقلیم همچنین بر روی متغیر بارش نیز اثر می‌گذارد. کمبود منابع آبی متغیری است که از میزان منابع آبی در دسترس و همچنین میزان آب مصرفی به‌دست می‌آید. با افزایش منابع، کمبود آب کاهش و بارش مصارف کمبود آب افزایش می‌یابد. روابط مربوط به مفاهیم فوق در شکل ۴ نمایش داده شده‌اند.

شکل ۳، نمای کلی متغیرهای به‌کار رفته در مدل را نمایش می‌دهد. منابع آب، مصارف، تقاضا، سطح زیر کشت، امنیت غذایی، انگیزه اصلاح الگوی مصرف، توسعه فضای سبز و باغات، جریان‌های مرزی، هزینه طرح‌های آبی و کمبود آب، از جمله متغیرهایی هستند که در این مدل مورد توجه قرار گرفته‌اند. در شکل‌های بعدی به‌صورت مبسوط همه متغیرها و روابط فی‌مابین آنها معرفی خواهند شد.

برای تشریح مدل از متغیر محوری «منابع آب» و عوامل تأثیرگذار بر آن آغاز کرده و به‌تدریج سایر متغیرها به‌منظور تشریح مدل معرفی و روابط آنها نیز با متغیرهای قبلی نشان داده می‌شوند. متغیرها و روابط جدید در هر تصویر با رنگ قرمز و متغیرهای قبلی با رنگ مشکی و روابط قبلاً

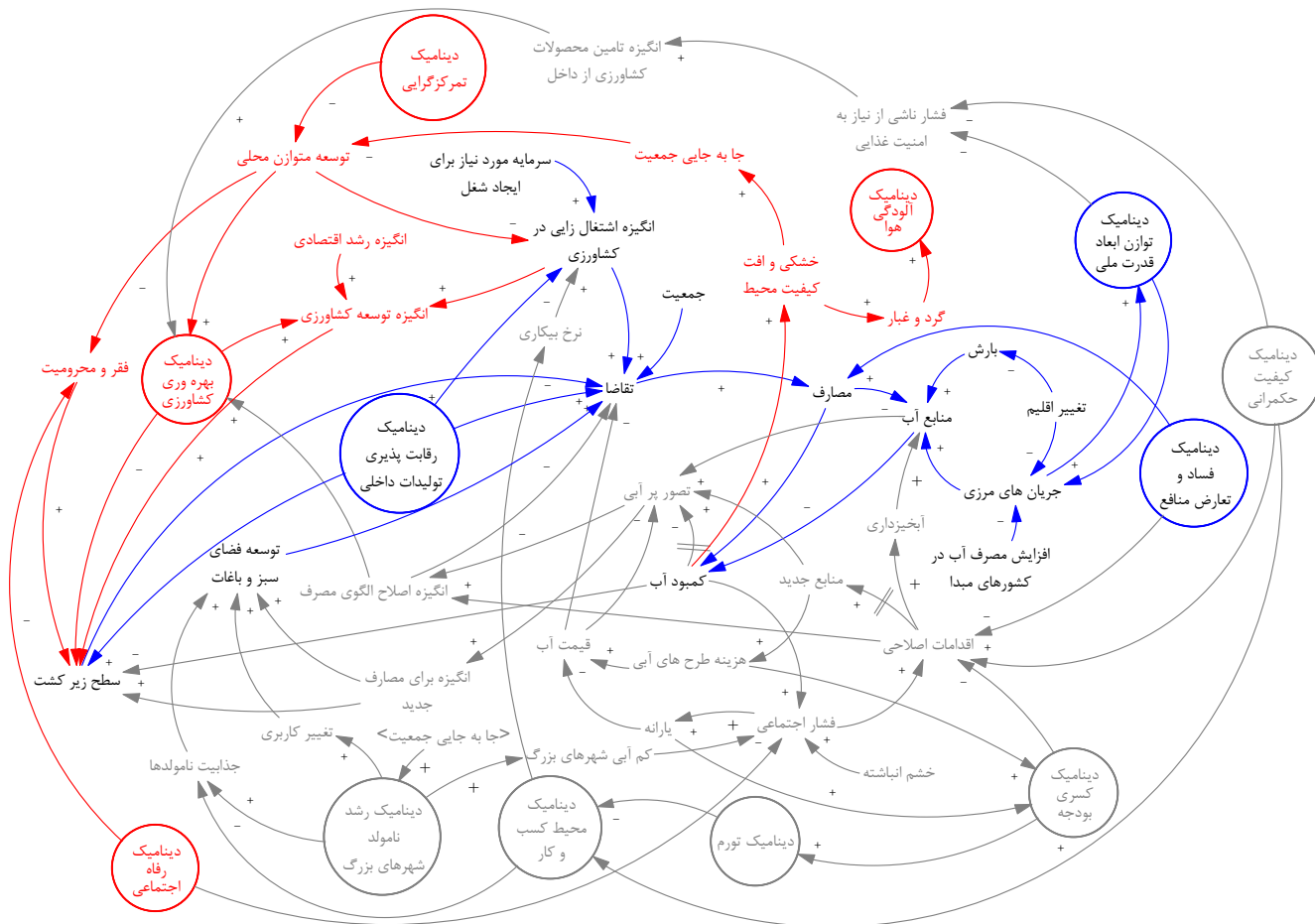
شکل ۴. متغیرهای در تعامل بامتغیر منابع آب



مختلفی همچون پایین بودن هزینه اشتغال در بخش کشاورزی و مشکل بیکاری بر انگیزه توسعه بخش کشاورزی تأثیر گذاشته و تقاضا برای آب را افزایش داده و فشار مضاعفی را به منابع کشور وارد می‌کند. این موارد در کنار تضادهای منافع و فساد موجب کاهش بهره‌وری و افزایش اتلاف منابع آبی می‌شود. موارد فوق در شکل ۵ مشخص شده‌اند.

میزان مصارف آبی کشور تحت تأثیر میزان تقاضای آب قرار دارد که خود از متغیرهای مختلفی اثر می‌پذیرد. تقاضا در مدل توسعه داده شده از متغیرهای جمعیت، سطح زیر کشت، توسعه فضای سبز و باغات و انگیزه اشتغال‌زایی در کشاورزی تأثیر می‌پذیرد. با افزایش عوامل مصرف کننده آب مانند زمین‌های کشاورزی و باغات و همچنین فضای سبز شهرهای بزرگ مصرف آب با رشد چشمگیری مواجه می‌شود. همچنین عوامل

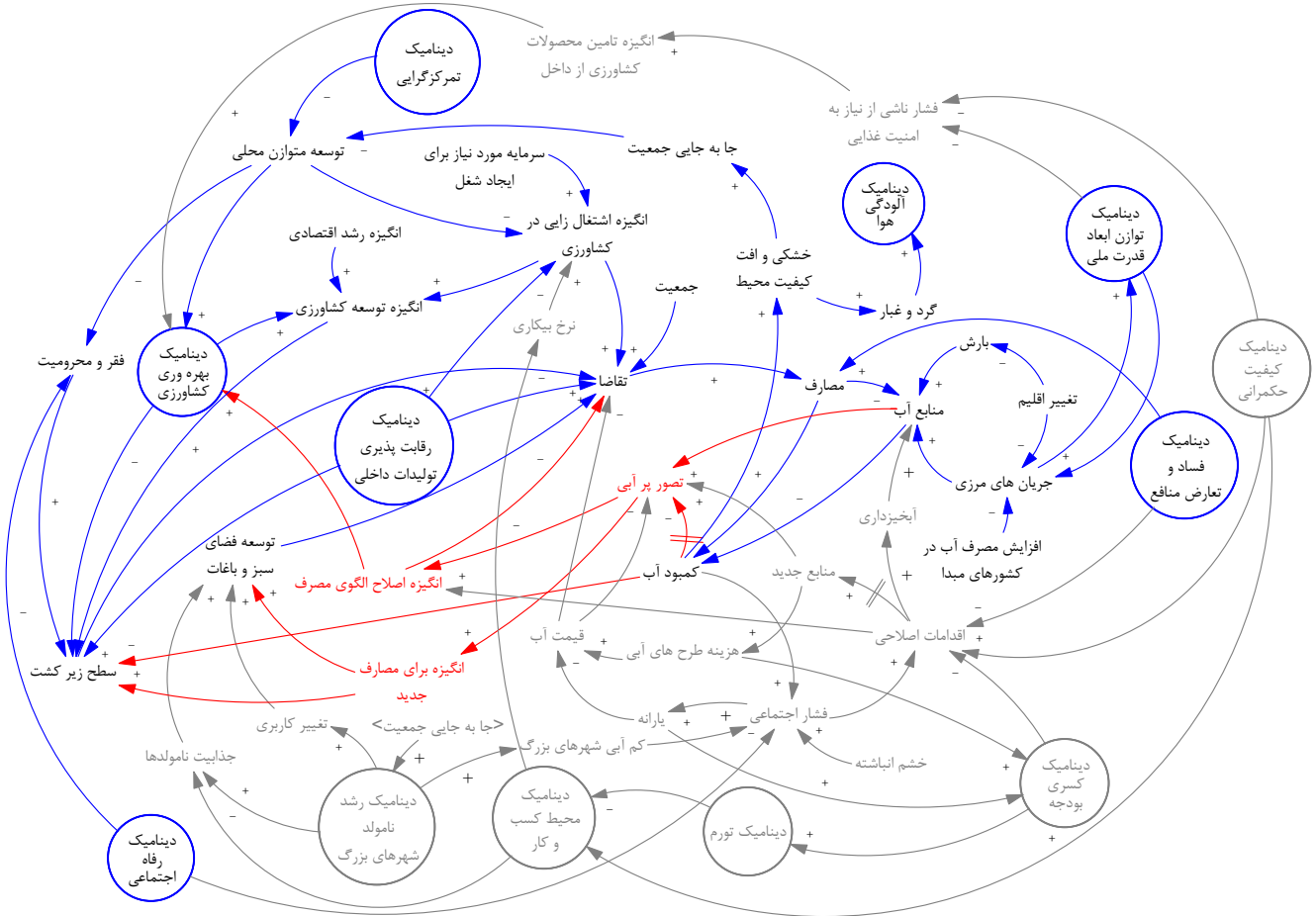
شکل ۵. تقاضا و مصارف آب



همچنین کاهش توسعه متوازن محلی سبب افزایش انگیزه اشتغال زایی در بخش کشاورزی می‌شود که به افزایش سطح زیر کشت می‌انجامد. کاهش بهره‌وری در کشاورزی، نتیجه دیگری از کاهش توسعه متوازن است که باعث افزایش سطح زیر کشت برای جبران هزینه‌ها و در نتیجه رشد تقاضای آب می‌شود.

شکل ۶، مربوط به ارتباط کمبود آب و توسعه متوازن محلی و آثار آنها بر سیستم مورد مطالعه است. بر اساس روابط مشخص شده در شکل ۶، با افزایش کم‌آبی، خشکی و افت کیفیت منابع آب نیز افزایش می‌یابد که منجر به مهاجرت و جابه‌جایی جمعیت می‌شود. این مهاجرت توسعه متوازن محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاهش توسعه متوازن محلی باعث افزایش فقر و محرومیت و در نتیجه افزایش فشار اجتماعی می‌شود.

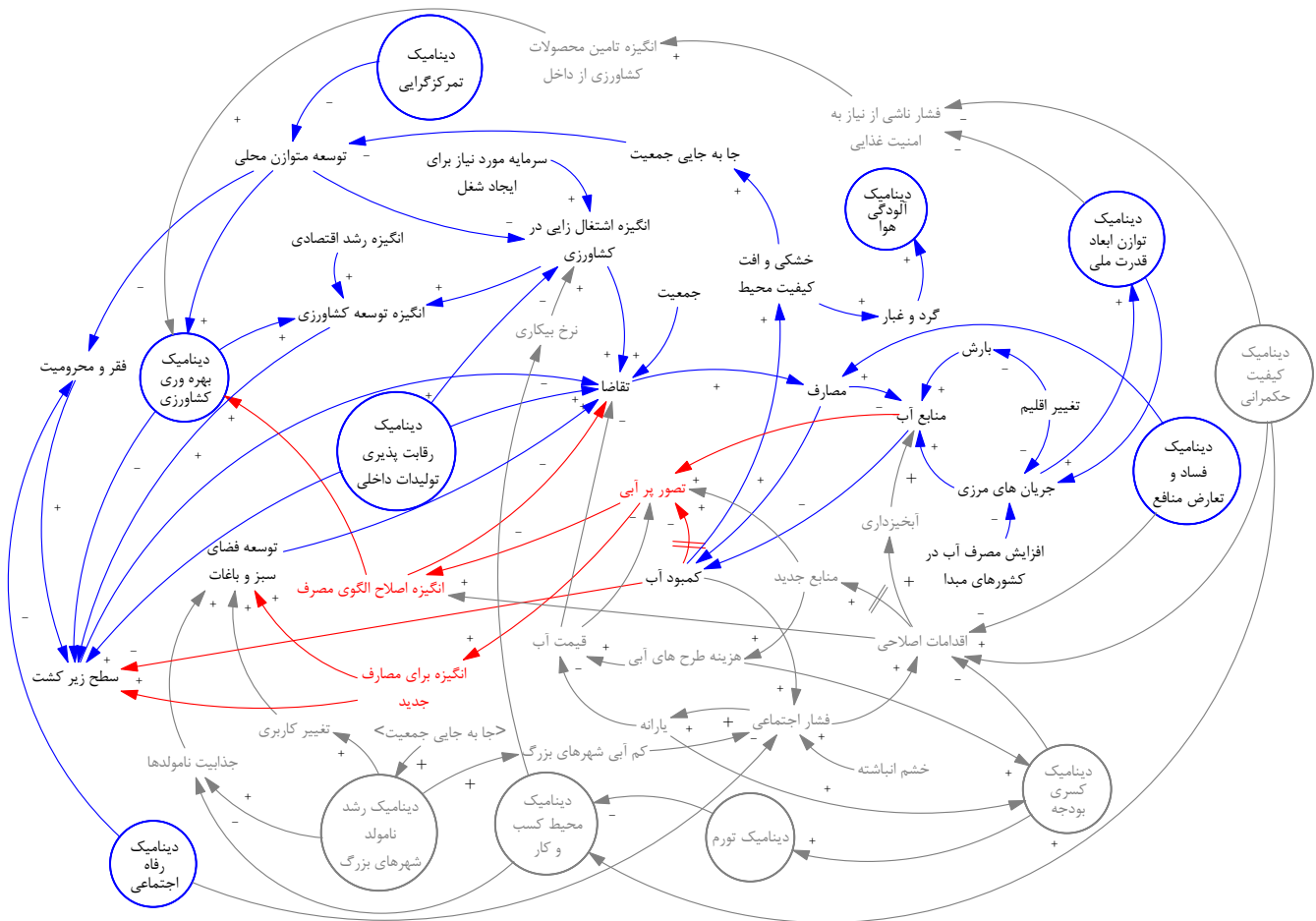
شکل ۶. آثار محیطی کمبود آب



روی انگیزه اصلاح الگوی مصرف، انگیزه برای مصارف جدید و همچنین سطح زیر کشت اثر می‌گذارد و این متغیرها به مرور تقاضای مصرف آب را کاهش می‌دهند (شکل ۷).

کمبود آب علاوه بر تأثیرات محیطی که آثار آن در شکل ۶ اشاره شد موجب تلاش برای اصلاح الگوهای مصرف و همچنین کاهش توسعه مصارف جدید نیز می‌شود. با وقوع کمبود در منابع آبی تصور پرآبی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. کاهش انتظارات در مورد ظرفیت منابع آبی

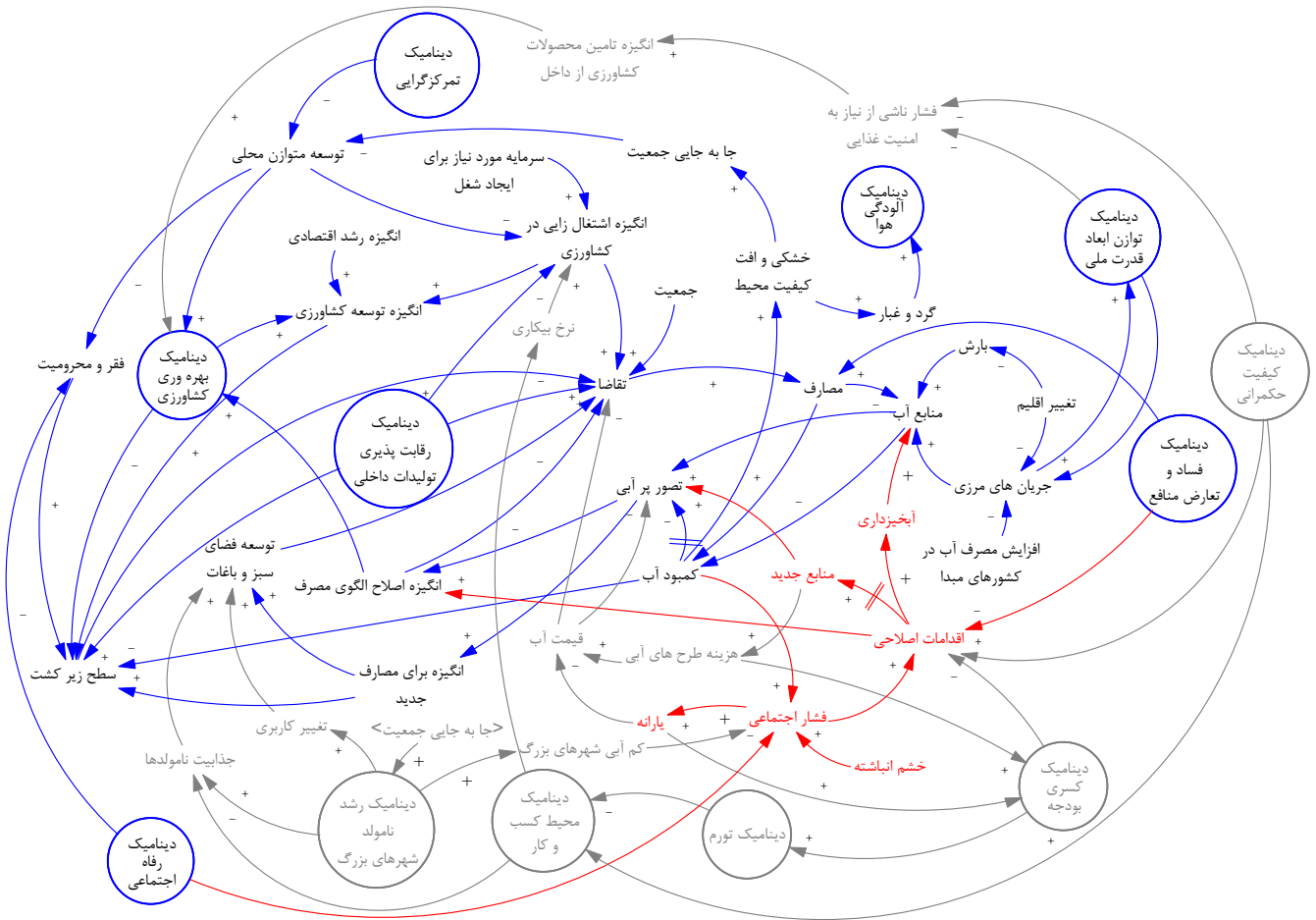
شکل ۷. کمبود آب و تقاضا



پرداخت شده، تصور عمومی در مورد تحت فشار بودن منابع آبی رانیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. به عبارت دیگر هنگامی که آب با قیمت ارزان در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌گیرد این تصور در آنها شکل می‌گیرد که این منابع به وفور در اختیار قرار دارد و دقت و انگیزه آنها را برای استفاده بهره‌ور و بهینه از آن کاهش می‌دهد (شکل ۸).

کمبود آب همچنین موجب افزایش فشار اجتماعی می‌شود. یکی از نتایج این فشار اجتماعی، پرداخت یارانه بیشتر توسط دولت در حوزه آب است تا تأثیر کمبود آب روی هزینه‌ها را جبران کند. در حالی که این رویکرد به منظور حمایت توسط دولت اتخاذ می‌شود، ولی انگیزه کاهش مصرف را کاهش داده و موجب افزایش تقاضا می‌شود. یارانه‌های

شکل ۸. کمبود آب و فشار اجتماعی

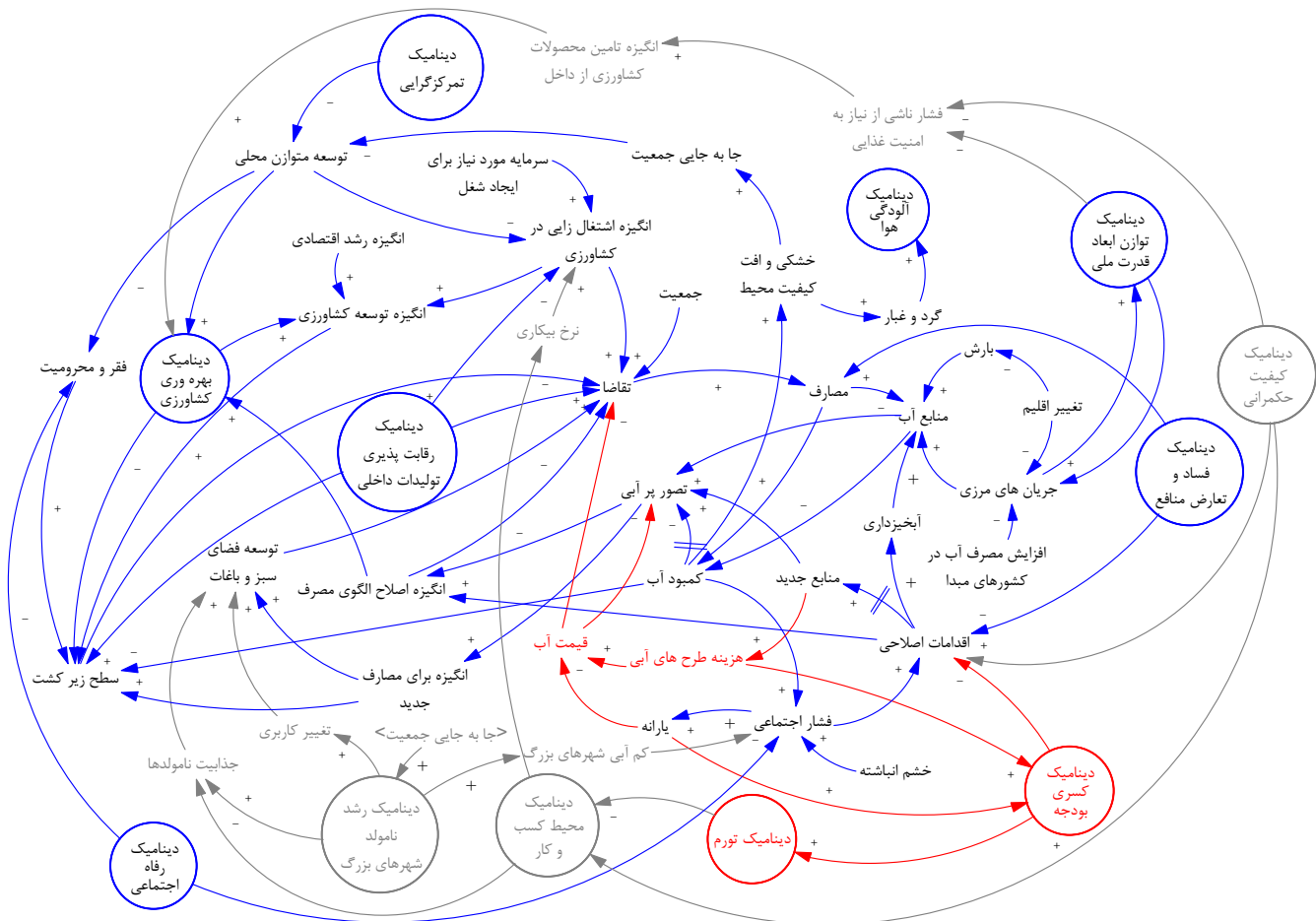


آبی چرخه هیدرولوژیک می تواند اثر منفی بر منابع آب حوزه داشته و مشکلات را پیچیده تر کند [۸]. در اینجا کاربرد اصولی و نقش مثبت اقدامات آبخیزداری مدنظر است.

بر اساس روابط نشان داده شده، همچنین اقدامات اصلاحی و هزینه طرح های آبی تحت تأثیر وقوع فساد و تعارض منافع هستند (شکل ۸). با افزایش فساد و وجود تعارض منافع، کارایی و اثربخشی اقدامات اصلاحی کاهش می یابد. همچنین با افزایش فساد، هزینه طرح های آبی افزایش می یابد که این امر موجب ائتلاف منابع مالی شده و می تواند کسری بودجه را در صورت وجود تشدید کند (شکل ۹).

از نتایج دیگر افزایش فشار اجتماعی، اتخاذ اقدامات اصلاحی توسط دولت است که در دو شاخه تلاش برای اکتشاف منابع آبی جدید و یا انتقال بین حوضه های آب و همچنین توسعه طرح های آبخیزداری است. مورد اول با وجود اینکه در کوتاه مدت مشکلات را تا حدی رفع می کند، ولی در بلندمدت موجب کاهش انگیزه اصلاح الگوی مصرف شده و ایجاد مصارف جدید در منطقه دچار بحران می شود. از سوی دیگر با اجرای صحیح و متوازن طرح های آبخیزداری و لحاظ نقش آن در بیلان منابع آب می توان توزیع پایدار این منابع را انتظار داشت. به عبارت دیگر بکارگیری غیراصولی اقدامات آبخیزداری، بدون لحاظ پیوستگی منابع آب سبزی و منابع آب آبی حوضه آبریز و عدم توجه به مؤلفه های بیلان

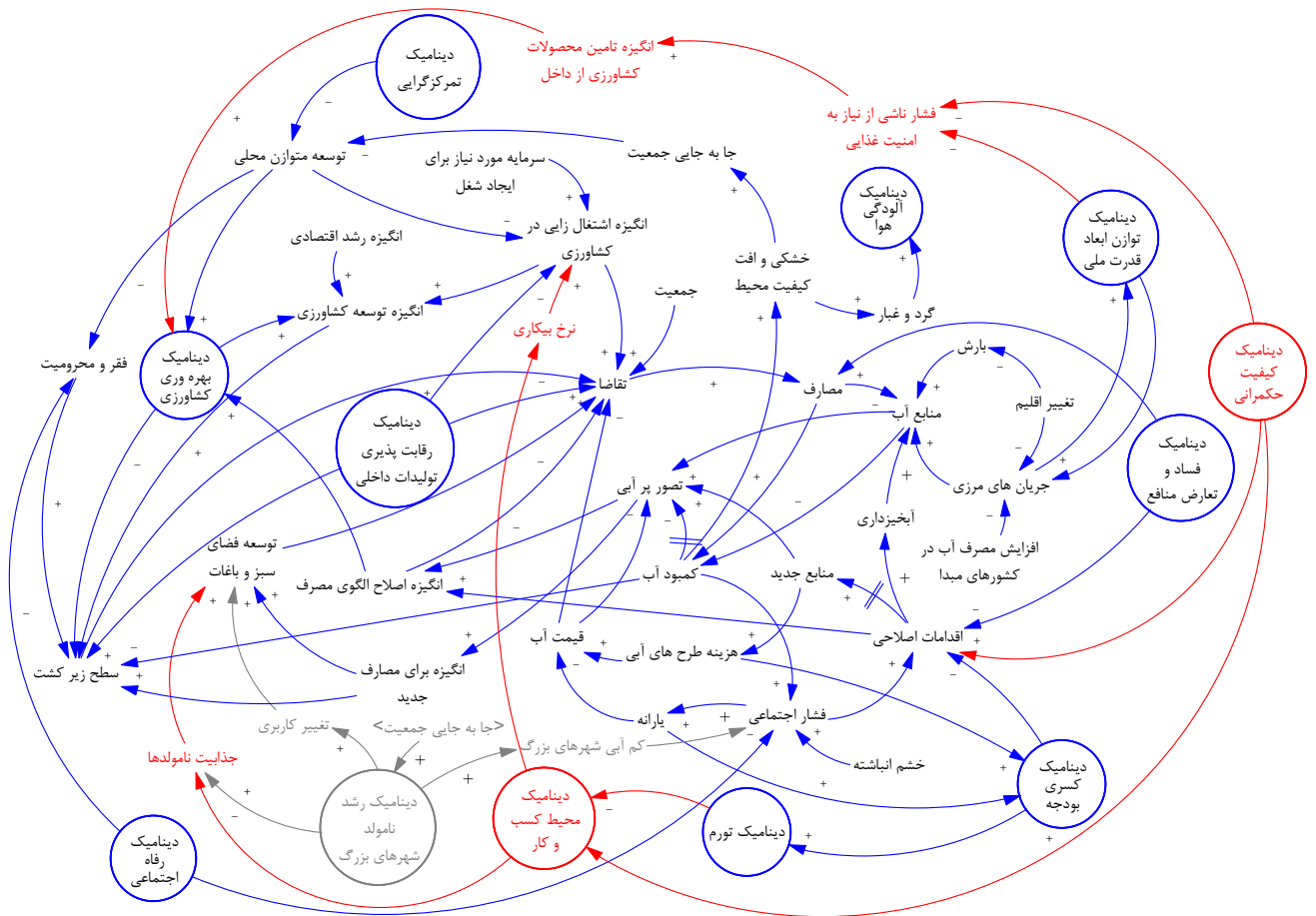
شکل ۹. اثر بارانه و هزینه‌ی طرح‌های آبی



و همچنین بهبود بهره‌وری در بخش کشاورزی منجر شوند؛ بنابراین و مدیریت کارآمد بحران آب نیازمند حکمرانی باکیفیت نیز هست. شکل ۱۰ موارد مطرح شده در این بخش را با استفاده از روابط علی و معلولی در مدل پویایی‌شناسی بحران آب مشخص نمایش می‌دهد.

کیفیت حکمرانی عامل دیگری است که روی بخش‌های مختلف مدل بحران آب تأثیرگذار است. کیفیت حکمرانی می‌تواند روی تولید محصولات کشاورزی در داخل کشور، روی کیفیت اقدامات اصلاحی و همچنین کیفیت محیط کسب و کار اثرگذار باشد. این اثرگذاری‌ها می‌توانند به تغییرات در تقاضای مصرف آب و توسعه بخش کشاورزی

شکل ۱۰. اثر کیفیت حکمرانی

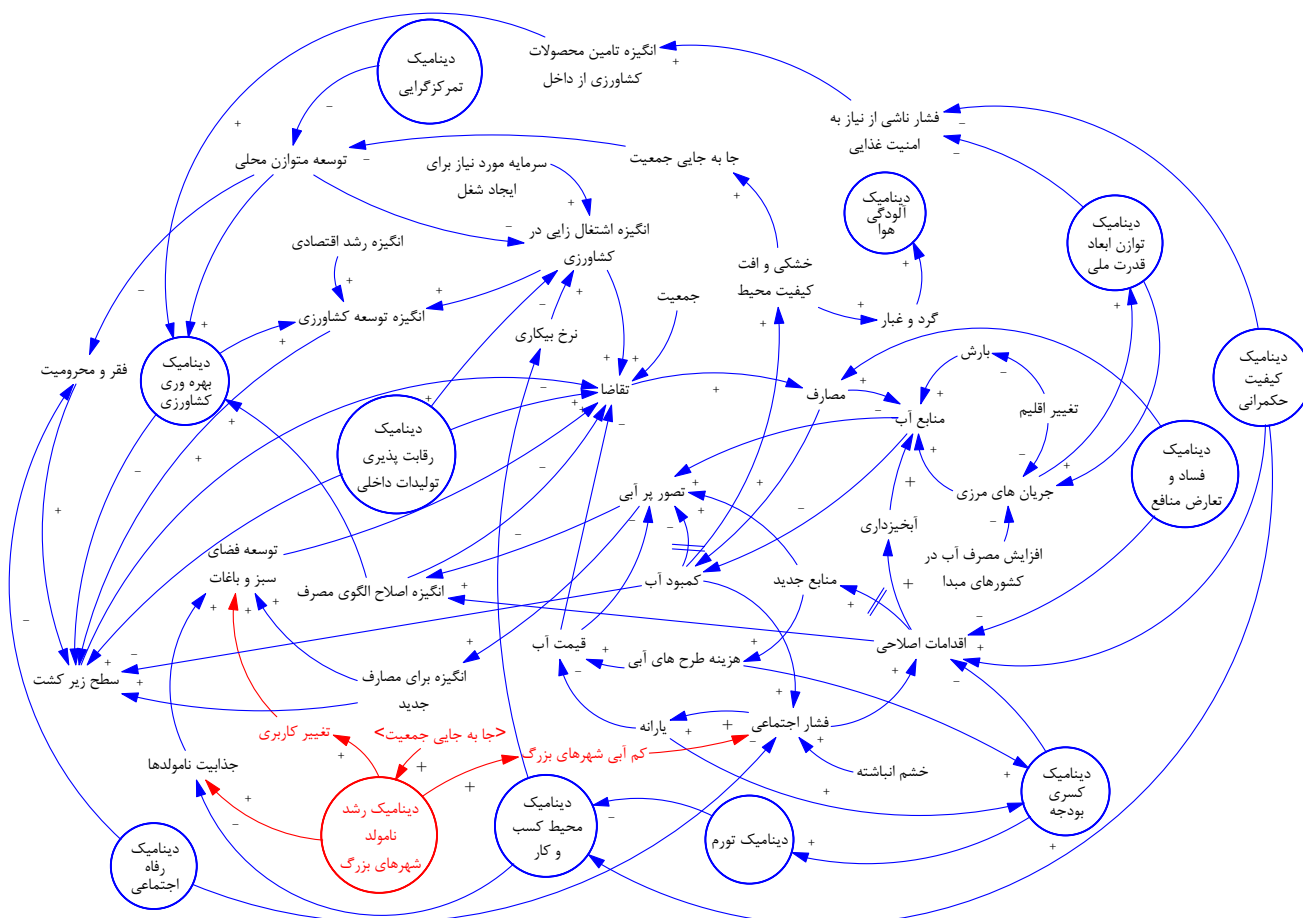


نامولده اثر گذاشته و موجب تغییر کاربری زمین‌ها می‌شوند که هر دو مورد، افزایش تقاضای آب را به همراه دارد.

شکل ۱۱. به معرفی جایگاه و اثرگذاری مدل پویایی‌شناسی رشد نامولده شهرهای بزرگ در مدل پرداخته‌است. این مدل پویایی‌شناسی تحت تأثیر جابه‌جایی جمعیت قرار داشته و روی جذابیت فعالیت‌های



شکل ۱۱. فساد و تعارض منافع



۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

حاکمیت از جنبه درک محدودیت‌ها در تدوین سیاست‌ها و اولویت‌دهی دستگانه‌های اجرایی کشور می‌تواند به هم‌گرایی بیشتر دستگاه‌های اجرایی در تأمین امنیت آبی کشور بینجامد. یکی از متون راهنما برای این منظور «بیانیه سیاستی کنسرسیوم و شبکه مراکز پژوهشی راهبردی در موضوع حکمرانی آبی» [۹] است که توجه به گزاره‌های آن می‌تواند در سیاستگذاری‌های این حوزه مورد استناد قرار گیرد. متن این بیانیه در پیوست دوم گزارش حاضر آورده شده است.

شایان ذکر است که بررسی بحران آب در مناطق مختلف کشور تابع مقیاس آن منطقه در ابعاد مختلف بوده و نمی‌توان برای کل کشور نسخه واحدی ارائه داد. لذا ممکن است برای تسهیل بحران آب و حل مشکلات بخش آب و مدیریت کارآمد منابع آب، حتی در یک حوضه آبریز درجه دو، ارائه چند الگو مورد نیاز باشد تا بتوان ضمن هماهنگ‌سازی مناطق مختلف و تعریف مسیرهای اصلاحی، زمینه را برای بهره‌برداری پایدار و بهینه از منابع آب فراهم کرد.

تحقیقات حاکی از آن است که تحولات جمعیت، در تغییر نیاز به محصولات غذایی یا تولید محصولات صنعتی آب‌بر در کشور نقش داشته و در دهه‌های اخیر نیاز غذایی و صنعتی آب‌بر جمعیت از ظرفیت منابع آبی موجود برای تولید مورد نیاز فراتر رفته است. یعنی اگر هدف خودکفایی، تولید محصولات غذایی مورد نیاز جمعیت در کشور به شیوه کنونی باشد، با الگوی مطلوب غذایی فعلی، منابع آب کافی برای پاسخ‌گویی به آن وجود ندارد؛ بنابراین نگاه به مفهوم خودکفایی محصولات کشاورزی و احیاناً خودکفایی در صنعت آب‌بر باید با اعمال مدیریت تقاضا، افزایش بهره‌وری، توجه به تجارت آب مجازی و اصلاح مأموریت‌های استانی مخصوصاً در بخش کشاورزی و صنایع آب‌بر و اصلاح الگوهای زندگی تغییر یابد. این تغییرات بایستی دربرگیرنده افزایش شفافیت، ایجاد نظام مشارکت مردمی، افزایش آگاهی عمومی از طریق آموزش و در نهایت استقرار نظام حسابداری آب و نظارت مستمر بر سه مؤلفه جمعیت، منابع آب و مصارف آب باشد.

پذیرش این مبانی در سطح ملی توسط مسئولین ذی‌ربط و مجموع

پیوست ۱. تعاریف متغیرهای کلیدی موجود در دینامیک بحران آب و خشکسالی

جدول ۷. تعاریف متغیرهای مورد استفاده در مدل پویایی شناسی بحران آب

ردیف	متغیر	تعریف
۱	توسعه متوازن محلی	توسعه ای است که شرایط پایدار محیط زیست محلی را تضمین می کند.
۲	انگیزه اشتغال زایی در کشاورزی	انگیزه رشد اقتصادی منطقه و ملی یا انگیزه معیشتی است.
۳	نرخ بیکاری	در صد نیروی غیر شاغل نسبت به جمعیت مؤثر.
۴	سرمایه مورد نیاز برای ایجاد شغل در کشاورزی نسبت به سایر بخش ها	میزان بودجه مورد نیاز ایجاد یک شغل کشاورزی و در صد آن در مقایسه با بقیه مشاغل.
۵	توازن ابعاد قدرت ملی	تعادل ابعاد اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، امنیتی و علمی یک ملت.
۶	بهره وری در کشاورزی (اقتصادی)	میزان درآمد حاصل از مصرف یک متر مکعب آب.
۷	انگیزه توسعه کشاورزی	عامل محرک توسعه بخش کشاورزی از بعد امنیت غذایی و یا معیشت است.
۸	افزایش مصرف آب در کشورهای مبدأ	در مباحث حوضه های آبریز مرزی مطرح است و نشان دهنده تأثیر آن مصارف بر کشورهای پایین دست آن.
۹	جابه جایی جمعیت	جابه جایی که منشأ آن کمبود آب و مهاجرت برای امرار معاش است.
۱۰	انگیزه رشد اقتصادی	عوامل مؤثر انگیزشی در ایجاد رشد اقتصادی که ابعاد مختلف سیاسی، اعتقادی، دفاعی، ملی و منطقه ای می تواند داشته باشد.
۱۱	امنیت غذایی	دسترسی به غذای سالم و پایدار برای آحاد مردم.
۱۲	کیفیت حکمرانی	نحوه مدیریت منجر به موفقیت و رضایت مندی ذی نفعان است
۱۳	جمعیت	تعداد نفوس مردم در منطقه یا کشور در زمان معین.
۱۴	بارش	میزان نزولات جوی سالیانه.
۱۵	تغییر اقلیم	تغییر الگوی متوسط بارش و دمای یک منطقه تحت تأثیر تحولات آب و هوایی کره زمین.
۱۶	تقاضا	میزان درخواست یک کالا.
۱۷	منابع آب (متعارف)	میزان ذخایر منابع آب سطحی و زیرزمینی در یک سال.
۱۸	جریان های مرزی	آورد منابع آب از کشورهای همسایه به داخل کشور یا از داخل کشور به سوی کشورهای همسایه در حوضه های آبریز مرزی و مشترک.



ردیف	متغیر	تعریف
۱۹	رفاه اجتماعی	میزان تعادل بین منابع و مصارف اقتصادی.
۲۰	سطح زیر کشت	مساحت زمین کاشته شده یک یا چند محصول.
۲۱	توسعه فضای سبز و باغات	میزان افزایش سطح فضای سبز یا باغات در منطقه تحت تأثیر کاهش محصولات زراعی یا ایجاد مصارف جدید با منابع آب موجود.
۲۲	انگیزه برای مصارف جدید	افزایش تقاضای آب مردم تحت تأثیر ایجاد منابع آب جدید مانند شیرین‌سازی آب دریا یا آب‌های ژرف و یا غیر متعارف دیگر.
۲۳	نرخ بیکاری	در صد غیر شاغلین به کل جمعیت مؤثر.
۲۴	تغییر کاربری	تغییر کاربرد اراضی از حالت مولد کشاورزی به مسکونی یا تجاری یا صنعتی و احیاناً به فضای سبز.
۲۵	انگیزه اصلاح الگوی مصرف	عوامل محرک فردی و اجتماعی برای اصلاح و بهینه‌کردن مصارف آب.
۲۶	گردوغبار	گردوخاک مناطقی که بدون رطوبت در معرض فرسایش بادی قرار می‌گیرد (بامناً داخلی و خارجی).
۲۷	خشکی و افت کیفیت محیط	بروز شرایط خشک و خشکسالی در مناطق مختلف تحت تأثیر عوامل تغییر اقلیم یا کاهش بارش.
۲۸	کمبود آب	میزان نیاز آبی برای ایجاد تعادل بین منابع و مصارف.
۲۹	مصارف	میزان آب مورد نیاز برای مصارف مختلف.
۳۰	اقدامات اصلاحی	اقدامات مدیریتی و تقنینی برای اصلاح مصارف آب و مدیریت آن.
۳۱	فشار اجتماعی	مناقشات اجتماعی تحت تأثیر مباحث کمبود یا بی‌عدالتی‌ها در مدیریت منابع آب.
۳۲	خشم انباشته	خشم متراکم شده تحت تأثیر بی‌عدالتی، عدم شفافیت و عدم مشارکت ذی‌نفعان.
۳۳	قیمت آب	قیمتی است که توسط دولت از مصرف‌کنندگان دریافت می‌شود. ضمناً این قیمت واقعی و ذاتی نیست.
۳۴	یارانه	میزان هزینه‌هایی که حاصل اختلاف قیمت واقعی با قیمت فروش آب، توسط دولت به‌عنوان کمک پرداخت می‌نماید.
۳۵	هزینه طرح‌های آبی	کل میزان بودجه هزینه شده برای اتمام طرح.
۳۶	منابع جدید	منابع آب دریا، تصفیه آب پساب‌ها، بارور کردن ابرها و ...
۳۷	فساد و تعارض منافع	فسادی است که از تداخل منافع تصمیم‌گیران و مدیران در مراحل مختلف مدیریت منابع آب حاصل می‌شود.
۳۸	کسری بودجه	اختلاف منابع با مصارف مالی دولت‌ها.
۳۹	تصور پرآبی	تصور است که پس از انتقال آب سطح، آب دریا و ... به‌وجود می‌آید؛ (مانند تهران و اصفهان و ...)

آبریز، ترویج و توسعه روش‌های خلاقانه و نوین در کشاورزی، توسعه کشت گلخانه‌ای و غیره با لحاظ عدم آسیب‌پذیری در کل زنجیره ارزش این بخش باید مورد توجه قرار گیرد.

۶ نظر به پیشینه پرابهام مدیریت آب و عدم انطباق آن با اسناد آمایش سرزمین و خودمحموری هر استان در بارگذاری مصارف آب، در شرایط فعلی، صرفاً مدیریت در مقیاس حوضه آبریز جوابگوی مسائل آبی نخواهد بود؛ بنابراین هرگونه مقیاس‌گذاری باید بسته به ماهیت مسائل، ذی‌نفعان و ذی‌مدخلان درگیر صورت گرفته و به تناسب هر مسئله، سازوکار مربوط به آن طراحی و پیاده‌سازی شود.

۷ در مواجهه با مسائل پیچیده و بدخیم آبی، باید آثار جانبی و آثار برگشتی سیاست‌ها مورد توجه قرار گرفته و رویکرد یادگیری اجتماعی تدریجی و تکاملی در همه طرف‌های درگیر با افزایش آگاهی نسبت به بسترهای فرابخشی مؤثر بر آن اتفاق افتد.

۸ راه پایدار مدیریت منابع آبی از طریق مشارکت مؤثر و مسئولیت اجتماعی همه ذی‌نفعان مبتنی بر تسهیم عادلانه و متعادل قدرت، منافع و مسئولیت‌ها میسر است. برای تحقق مدیریت مشارکتی در تمامی مراحل طراحی، اجرا و پایش سیاست‌ها، دولت و مجلس باید ظرفیت‌سازی‌ها و تعاملات لازم را به دور از هرگونه تعارض منافع در مسئله آب فراهم کنند.

۹ در دیپلماسی آب درک شرایط پایین‌دستی و تفاوت آن با شرایط بالادستی ضروری است. اقدامات در شرایط پایین‌دستی باید براساس تقویت ابزارهای تعاملی در زمینه‌های سیاسی - امنیتی، اجتماعی، ارتباطات اقتصادی و بهره‌برداری مشترک دنبال شود که همین شرایط از همسایگان پایین دست کشور نیز مورد انتظار است.

پیوست ۲. بیانیه سیاستی کنسر سیوم و شبکه مراکز پژوهشی راهبردی در موضوع حکمرانی آب

۱ سیاستگذاری در مدیریت منابع آب باید با توجه به سرمنشأهای اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و سایر پیشران‌های آن تنظیم شود. در این راستا حتی سیاستگذاری‌های ذی‌ربط از بالا به پایین باید با سیاستگذاری عملیاتی براساس مبانی علمی و ملاحظات میدانی همه کنشگران در سطح عملیاتی منطبق بوده و با توجه به ماهیت منطقه‌ای آب و توجه به ناهمگنی‌های مکانی صورت گیرد. در این زمینه نقش دولت و مجلس در حوزه نظارت و تنظیم‌گری اهمیت زیادی دارد.

۲ سیاستگذاری در بخش آب، بارگذاری‌ها بر منابع آب، جانمایی و استقرار کانون‌های مصرف باید در چارچوب برنامه آمایش سرزمین با تأکید بر ظرفیت برد منابع آب، تغییر اقلیم و بستر تاریخی شکل‌گیری مسائل، انجام پذیرد.

۳ مدیریت آب کشور نیازمند تغییر نگرش از عرضه‌محوری به تقاضامحوری است. باید از اقدامات عرضه‌محور که به‌نوعی منجر به تحریک تقاضا می‌شوند پرهیز شود و ایجاد توهم پرآبی صورت نپذیرد.

۴ امنیت غذایی در گرو امنیت آبی است. جلوگیری از آسیب به تأمین آب کافی برای نیازهای حیاتی انسان، تأمین آب برای فعالیت‌های اقتصادی و تولید غذا، تأمین آب برای زیست‌بوم‌های طبیعی و کاهش آسیب‌پذیری در برابر بلایای منشأ آبی به‌عنوان چهار مؤلفه امنیت آبی در برنامه‌ریزی‌های امنیت غذایی و جمعیت باید با نگاه هم‌بست در سیاستگذاری‌ها مورد توجه قرار گیرد.

۵ برای ارتقای بهره‌وری بخش‌های مختلف مصرف‌کننده به‌ویژه بخش کشاورزی، اصلاح الگوی کشت، توجه به راندمان در مقیاس حوضه



۱. وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران.
۲. سازمان خواربار جهانی، ۲۰۱۰.
۳. بانک جهانی، ۲۰۲۰.
4. Damkjaer, S., Taylor, R. The Measurement of Water Scarcity: Defining a Meaningful Indicator. *Ambio* 46, 513–531, 2017.
۵. محمدجانی، اسماعیل و نازنین، یزدانیان. تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن، فصلنامه روند، سال بیست و یکم، شماره‌های ۶۵ و ۶۶، ۱۳۹۳.
۶. سازمان خواربار جهانی، ۲۰۲۰.
۷. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، بررسی بحران آب و پیامدهای آن در کشور، مسلسل ۱۵۶۰۸، ۱۳۹۶.
۸. نورافکن، امیر حسین. اختری، روح‌انگیز و دلاور، مجید. ارزیابی تأثیرات اقدامات آبخیزداری بر مؤلفه‌های بیلان آبی و رسوب مطالعه موردی: حوضه آبریز وردیج - واریش، مجله تحقیقات منابع آب ایران، سال هفدهم، ۲۸۹-۲۷۷، ۱۴۰۰.
۹. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، بیانیه سیاستی کنسرسیوم و شبکه مراکز پژوهشی راهبردی در موضوع حکمرانی آب، ۱۴۰۱.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir