مدیریت بحران آب (مطالعه تطبیقی)

کد موضوعی: ۲۵۰
شماره مسلسل: ۱۶۱۱۵
مهرماه ۱۳۹۷

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات زیربنایی

به‌نام خدا

فهرست مطالب

چکیده..... ۱
مقدمه..... ۲
۱. مطالعه تطبیقی مدیریت بحران آب..... ۳
۱-۱. رژیم صهیونیستی..... ۳
۱-۲. کالیفرنیا..... ۱۴
جمع‌بندی و نتیجه‌گیری..... ۲۱
۱. سیاست حفظ منابع موجود آبی کشور و سیستم مدیریت توسعه‌یافته..... ۲۱
۲. سیاست مدیریت تقاضا..... ۲۲
۳. سیاست کاهش وابستگی به میزان بارش سالیانه به‌وسیله استفاده از منابع آبی بااطمینان..... ۲۳
منابع و مآخذ..... ۲۴

مدیریت بحران آب (مطالعه تطبیقی)

چکیده

کشور ایران از لحاظ شاخص‌های مختلف بین‌المللی در وضعیت تنش آبی قرار دارد. وضعیت نابسامان مدیریت منابع موجود آبی کشور یکی از علل اصلی قرار گرفتن ایران در شرایط تنش آبی است. در صورت ادامه وضع موجود مدیریت منابع آب، کشور ایران با مشکلات متعددی ازجمله مشکلات اجتماعی، سیاسی و اقتصادی مواجه خواهد شد. ازاین‌رو باید سیاست‌ها و راهکارهای مناسبی جهت مدیریت وضع موجود و برون‌رفت از وضعیت تنش آبی اتخاذ شود. در گزارش حاضر با مطالعات تطبیقی در زمینه گذر از بحران آب، راه‌حل‌های به‌کار گرفته شده توسط کشورهای موفق درگیر در خشکسالی و بحران آب بررسی شده است. رژیم صهیونیستی و ایالت کالیفرنیای آمریکا دو نمونه موفق مدیریت بحران آب هستند که در این گزارش به بررسی این دو مورد موفق در گذر از بحران آب، پرداخته شده است. در ابتدا به بیان سیاست‌ها و اهداف کلی این کشورها اشاره شده و سپس راهکارهای مؤثر جهت دستیابی به اهداف تعیین‌شده، بررسی می‌شود. ازجمله ابتدایی‌ترین سیاست‌های اتخاذ شده توسط رژیم صهیونیستی و ایالت کالیفرنیا در زمینه مدیریت بحران آب، سیاست حفظ منابع موجود آبی؛ همچون جلوگیری از اتلاف آب در فرایند انتقال است. همچنین استفاده از روش‌های آبخیزداری و پُر کردن آبخوان‌ها به‌وسیله کنترل سیلاب‌ها جهت جلوگیری از تبخیر آب و کنترل نوسانات تأمین آب، از روش‌های مؤثر در این زمینه است. ازجمله سیاست‌های متداول دیگر در زمینه مدیریت بحران آب در کشورهای موفق، می‌توان کاهش وابستگی به منابع با اطمینان کم، همچون بارش سالیانه و تکیه بر منابع با اطمینان بیشتر، همچون آب‌های تولید شده توسط آب‌شیرین‌کن‌ها و تصفیه فاضلاب را بیان کرد. رژیم اشغالگر قدس بیش از ۵۰ درصد آب بخش کشاورزی خود را از تصفیه فاضلاب و در حدود ۸۵ درصد مصارف آب شهری خود را از آب‌شیرین‌کن‌ها تهیه می‌کند. مدیریت تقاضا نیز ازجمله سیاست‌های رایج در زمینه مدیریت بحران آب است، به این صورت که کشورهای موفق با وضع تعرفه‌ها و مشوق‌ها، میزان و نحوه مصرف آب را مدیریت می‌کنند. برای مثال رژیم صهیونیستی جهت استفاده کشاورزان از فاضلاب تصفیه شده، مشوق ارائه می‌دهد؛ اما در عوض، تعرفه آب تازه برای استفاده کشاورزان بسیار بالاتر از تعرفه‌های معمول جهانی است. با پیاده‌سازی سیاست‌های مناسب و افزایش بهره‌وری، تولید محصولات کشاورزی بر واحد آب در نیم قرن گذشته در رژیم اشغالگر قدس هفت برابر و در کالیفرنیا چهار برابر شده است. سیاست‌های

پیشنهادی به‌طور خلاصه شامل سیاست حفظ منابع موجود آبی کشور و سیستم مدیریت توسعه‌یافته، سیاست مدیریت تقاضا و همچنین سیاست کاهش وابستگی به میزان بارش سالیانه به‌وسیله استفاده از منابع آبی بااطمینان است. هر یک از سیاست‌های بیان شده، نیازمند راهکارهای مناسب و مرتبط هستند که در این گزارش به آنها اشاره می‌شود.

مقدمه

ذخایر آب جزء منابع تجدیدشونده محسوب می‌شوند، با وجود این مقدار آبی که سطح کره زمین از طریق چرخه آب به‌طور سالیانه دریافت می‌کند، ثابت است. این در حالی است که توزیع آب تجدیدشونده روی سطح زمین یکنواخت نبوده و معمولاً با توزیع جمعیت و نیازهای آبی تناسب ندارد. بیشتر سطح زمین را آب پوشانده است، اما فقط در حدود کمتر از ۳ درصد این آب‌ها شیرین هستند. بخش بیشتر آب‌های شیرین در قطب‌ها قرار دارد که دسترسی به آنها دشوار است. به‌عبارت دیگر تنها کمتر از ۲ صدم درصد آب موجود در جهان قابل استفاده است [۱]. کشور ایران به‌دلیل داشتن بارش سالیانه کمتر از یک‌سوم متوسط جهانی، در زمره کشورهای با محدودیت منابع آب قلمداد می‌شود. آب در فرایند توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هر منطقه، نقش عمده و کلیدی دارد و در ایران به‌دلیل کمبود منابع آب، مدیریت صحیح آن برای رسیدن به توسعه پایدار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای مدیریت صحیح منابع آب لازم است وضعیت کمبود و یا بحران آب در کشور مشخص شود. شاخص‌ها و مدل‌های متعددی برای ارزیابی کمبود آب کشور به‌کار گرفته می‌شوند. در ادامه به‌طور خلاصه شرایط کشور ایران از نظر برخی از مهم‌ترین این شاخص‌ها مشخص خواهد شد. براساس شاخص «فالکن مارک»[1] کشورهایی که سرانه آب تجدیدپذیر آنها کمتر از ۱۷۰۰ مترمکعب در سال است، در شرایط تنش آبی قرار دارند [۲]. براساس گزارش فائو در سال ۲۰۰۵، سرانه آب تجدیدپذیر ایران برابر ۲۰۰۰ مترمکعب در سال بوده است [۳]. بر این اساس ایران در میان کشورهای بدون تنش آبی قرار داشته است. اما به‌دلیل افزایش جمعیت و کاهش بارش در سال‌های اخیر، این مقدار کاهش یافته و طبق گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۴، سرانه آب به مقدار ۱۶۳۹ مترمکعب رسیده است [۴]. بنابراین طبق این شاخص ایران در شرایط تنش آبی قرار دارد. کمیسیون توسعه پایدار سازمان ملل، میزان برداشت از منابع آب تجدیدپذیر هر کشور را به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری بحران آب معرفی کرده است. طبق این شاخص اگر کشوری سالیانه بیش از ۴۰ درصد منابع آب تجدیدپذیر خود را برداشت کند، در وضعیت بحران شدید آب قرار خواهد داشت [۲]. در کشور ایران در سال ۲۰۱۶ حدود ۱۰۸ درصد از منابع آب تجدیدشونده، برداشت شده و

1. Index of Falken Mark

درنتیجه کشور از نظر این شاخص در وضعیت تنش آبی شدید قرار دارد[۵]. شاخص بهره‌وری آب، از دیگر شاخص‌های مهم است. این شاخص میزان تولید ناخالص داخلی به‌ازای هر مترمکعب آب برداشت شده را تعیین می‌کند. این شاخص نشان‌دهنده کیفیت و راندمان استفاده از منابع آب هر کشور است. به‌طور کلی کشورهای توسعه‌یافته با کشورهای در حال توسعه از نظر این شاخص بسیار تفاوت دارند. طبق آمار اعلام شده توسط بانک جهانی در سال ۲۰۱۵، مقدار این شاخص در بین کشورهای توسعه‌یافته برابر ۷۷/۹ دلار تولید ناخالص داخلی به‌ازای هر مترمکعب آب بوده در حالی‌که مقدار همین شاخص در بین کشورهای درحال توسعه برابر ۴/۹ دلار تولید ناخالص داخلی به‌ازای هر مترمکعب آب بوده است [۴]. براساس آمار بانک جهانی، ایران در میان کشورهای با درآمد بالاتر از متوسط قرار دارد. اما متأسفانه شاخص بهره‌وری آب در ایران برابر ۵/۵ بوده که بسیار پایین‌تر از کشورهای با درآمد متوسط است و این نشان‌دهنده پایین بودن کیفیت و راندمان اقتصاد کشور از جهت مصرف آب است. همان‌طور که در این بخش به آن اشاره شد، کشور ایران از لحاظ شاخص‌های مختلف بین‌المللی در وضعیت تنش آبی قرار دارد. وضعیت نابسامان مدیریت منابع موجود آبی کشور یکی از علل اصلی قرار گرفتن کشور ایران در شرایط تنش آبی است. ازاین‌رو لازم است تا در اسرع وقت، گام‌های مناسب پیرامون مدیریت و برون‌رفت از وضعیت بحرانی آب برداشته شود.

۱. مطالعه تطبیقی مدیریت بحران آب

قبل از بیان گام‌ها و مراحل رسیدن به وضع مطلوب مدیریت بحران آب، در ابتدا به تشریح وضعیت مطلوب پیاده‌شده در کشورهای پیشرفته در قالب مطالعه تطبیقی پرداخته می‌شود. مطالعه تطبیقی کشورهای مختلف دنیا یکی از پیش‌نیازهای اساسی برای آماده کردن طرح مدیریت بحران آب مطابق با شرایط کشور است. با الگوگیری از تجربیات کشورهای مختلف در سطوح برنامه‌های کلان، استراتژی‌های اصلی، ایده‌ها و برنامه‌های اجرایی، می‌توان ضریب موفقیت طرح‌های آماده‌شده برای مدیریت بحران داخلی را افزایش داد. در ادامه به بررسی طرح مدیریت بحران آب توسط رژیم صهیونیستی و ایالت کالیفرنیا به‌عنوان دو نمونه موفق اشاره می‌شود.

۱-۱. رژیم صهیونیستی

رژیم صهیونیستی در غرب آسیا و در منطقه خاورمیانه قرار دارد. این منطقه در ساحل شرقی دریای مدیترانه واقع شده و از سمت شمال با لبنان، شمال شرقی با سوریه، شرق با اردن و جنوب با مصر هم‌مرز است. طبق اطلاعات بانک جهانی وسعت این رژیم حدود ۲۰ هزار کیلومتر مربع بوده که درواقع کمی

کوچک‌تر از استان گلستان است و جمعیتی نزدیک به ۹ میلیون نفر در آن ساکن هستند [۴]. داشتن خط ساحلی به طول حدود ۲۰۰ کیلومتر از دیگر خصوصیات جغرافیایی این منطقه است [۳]. صحرای «نِگِب»[1] بیش از نیمی از مساحت رژیم صهیونیستی را دربرگرفته و نقاط مرتفع چندانی بجز ارتفاعات بخش اشغالی جولان و کوه جرمق در این منطقه وجود ندارد.

۱-۱-۱. وضعیت آبی

این رژیم دارای آب‌وهوای مدیترانه‌ای است. به‌طوری که تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های کوتاه، سرد و بارانی دارد. درحقیقت ۷۵ درصد بارش سالیانه در سه ماه زمستان می‌بارد. آب‌وهوای این منطقه از یک‌سو تحت تأثیر خصوصیات آب‌وهوای گرم و خشک کشور مصر بوده و ازسوی دیگر تحت تأثیر رطوبت دریای مدیترانه است. بارش در مناطق اشغالی به‌شدت غیر یکنواخت است، به‌طوری که در جنوب آن میانگین بارش سالیانه حدود ۱۰۰ میلیمتر بوده، اما میزان بارش در برخی نقاط شمالی آن به بیش از ۶۰۰ میلیمتر در سال می‌رسد. تغییرات شدید بارش در سال‌های مختلف طبیعی بوده و رخ دادن چندین سال خشکسالی غیرمعمول نیست [۶].

۲-۱-۱. بحران آب

حجم آب تجدیدپذیر در این منطقه سالیانه به‌طور متوسط ۱/۷۸ میلیارد مترمکعب است [۳]. طبق آخرین آمار، سرانه آب تجدیدپذیر مربوط به این رژیم برابر ۲۷۶ مترمکعب در سال بوده و با توجه به شاخص فالکن مارک می‌توان گفت که این رژیم در وضعیت کمبود شدید آب قرار دارد [۶]. به‌علاوه رژیم اشغالگر قدس با توجه به برداشت ۷۹ درصدی از منابع آب تجدیدپذیر، از نظر شاخص آسیب‌پذیری منابع آب نیز شرایط تنش شدید آبی را تحمل می‌کند. با توجه به وابستگی حدود ۵۷ درصدی منابع آب آن به کشورهای بالادست، از این نظر نیز وضعیت مناسبی نداشته و تنش آبی را به‌خصوص در بلندی‌های جولان افزایش داده است [۳]. همه شاخص‌ها نشان می‌دهند که رژیم اشغالگر قدس در شرایط کمبود شدید آب به‌سر می‌برد. اما این رژیم توانسته در این شرایط بحرانی نیاز آبی خود را تأمین کند. رژیم صهیونیستی با وجود اینکه نیمی از وسعت آن بیابان است و جمعیتی نزدیک به ۹ میلیون نفر دارد، نه تنها نیاز غذایی و کشاورزی خود را تأمین کرده، بلکه موفق به صادرات محصولات کشاورزی نیز شده است.

۳-۱-۱. گذر از بحران

با توجه به کمبود شدید آب در این منطقه، این رژیم گزینه‌ای جز انطباق با شرایط موجود و استفاده از فناوری‌های نو نداشته است. درحقیقت رژیم اشغالگر قدس با مدیریت صحیح بحران آب توانسته کمبود آب را رفع کند و به امنیت پایدار در این حوزه برسد. این رژیم برای دستیابی به امنیت پایدار در تأمین تقاضای

1. Negev

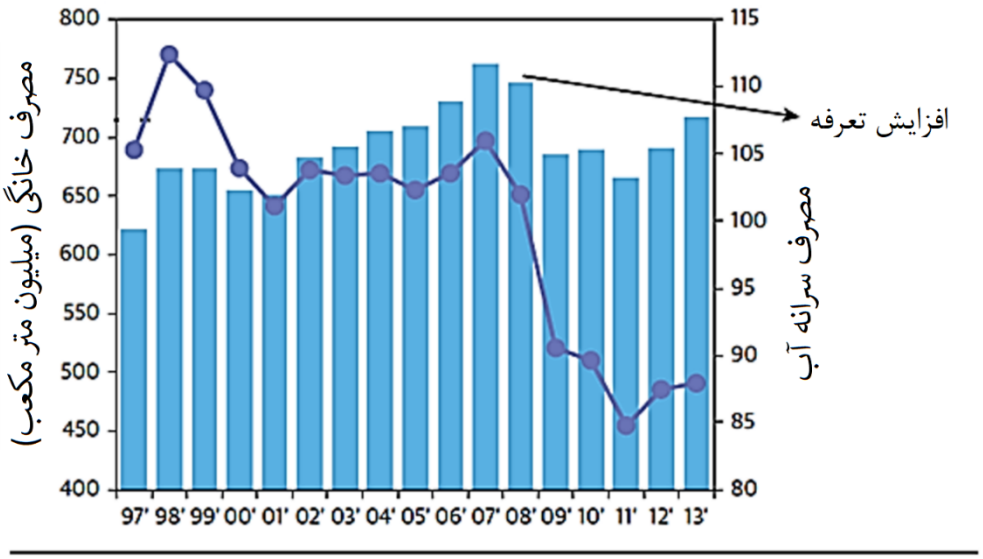
آبی خود، دست به انجام یکسری اصلاحات ساختاری زده و زیرساخت‌های مورد نیاز را فراهم کرده است. در ادامه به هشت سیاست کلی که برای مدیریت کمبود آب توسط این رژیم اتخاذ شده است، می‌پردازیم:

الف) مدیریت سختگیرانه تقاضای آب

این سیاست با مدیریت در امور مجوز آبرسانی، اندازه‌گیری مصرف آب، بهبود بهره‌وری، کاهش مصرف آب خانگی و تبدیل آب به محصولات کشاورزی باارزش پیگیری شده است. تلاش برای مدیریت تقاضا توسط این رژیم از سال ۲۰۰۸ و زمانی که دولت کمپین بزرگی را برای حفاظت از آب ایجاد کرد، آغاز شده است. در این کمپین موفقیت‌آمیز، نصب وسایل کم‌مصرف مانند سردوش و شیرآلات کم‌مصرف ترویج شد. به‌طور موازی یک کمپین اطلاع‌رسانی به‌منظور آموزش همگانی در مورد مصرف آب از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ اجرا شد. در این کمپین مجموعه‌ای از فعالیت‌های رسانه‌ای و آموزشی در جهت تأثیرگذاری عمومی به‌کار گرفته شد. شعار «اساسِ تغییر، پذیرش عمومی است»[1] به‌عنوان محور اصلی کمپین مطرح شد. به‌علاوه از چهره‌ای با چین‌وچروک به‌عنوان نماد فقدان آب، برای تحت تأثیر قرار دادن عموم مردم استفاده شد. کمپین اطلاع‌رسانی عمومی[2] سال ۲۰۰۸ تأثیر زیادی بر عموم مردم گذاشت. هزینه تبلیغات صورت گرفته در حدود ۷/۵ میلیون دلار بوده که با توجه به کاهش مصرف ۷۶ میلیون مترمکعبی توسط مصرف‌کنندگان، این تبلیغات یک سرمایه‌گذاری ارزشمند محسوب می‌شد. درواقع برای صرفه‌جویی یک مترمکعب آب، حدود ۰/۱ دلار در این کمپین هزینه شده بود. اما با فروش این حجم آب با نرخ بیش از ۲ دلار بر مترمکعب، نه تنها هزینه تبلیغات تأمین شد، بلکه سود مالی قابل توجهی نیز به‌دست آمد. نمودار۱ تغییرات مصرف آب در رژیم اشغالگر قدس را از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۳ نشان می‌دهد[۶].

1. The Basis for Change is Public Acceptance
2. Public Awareness Campaign

نمودار ۱. کاهش مصرف آب آشامیدنی در رژیم صهیونیستی با اجرای کمپین اطلاع‌رسانی عمومی[۶]

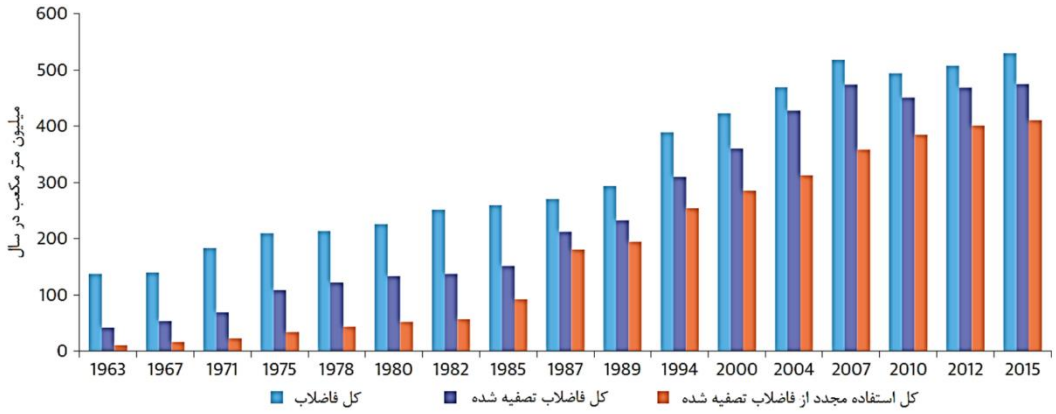


همان‌طور که مشاهده می‌شود، پس از ایجاد کمپین‌های ذکر شده، مصرف سرانه آب بخش خانگی به‌شدت کاهش یافته است.

ب) گسترش استفاده از پساب فاضلاب تصفیه‌شده برای آبیاری

با اجرای این اصل، بیش از ۵۰ درصد کل آب مورد نیاز برای کشاورزی، از فاضلاب تصفیه‌شده تأمین می‌شود. این رژیم توانسته است با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، بیش از ۸۵ درصد پساب‌های فاضلاب را تصفیه کرده و برای آبیاری محصولات کشاورزی استفاده کند [۶]. کمبود آب، رشد جمعیت و تلاش برای جلوگیری از برداشت بیش از حد منابع آب زیرزمینی باعث شده است که رژیم صهیونیستی برنامه‌های گسترده‌ای برای استفاده از تصفیه پساب فاضلاب در نظر بگیرد. همچنین این رژیم جزو معدود کشورهایی است که چرخه آب شهری را تقریباً بسته است. به این معنا که بیشتر فاضلاب شهری، تصفیه شده و در مصارف آبیاری فضای سبز یا مصارف بهداشتی دوباره استفاده می‌شود. نمودار ۲ نشان می‌دهد که چگونه سهم استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده از حدود ۱۰ درصد از ۱۳۰ میلیون مترمکعب فاضلاب در اوایل دهه ۱۹۶۰، به ۸۷ درصد از ۵۰۰ میلیون مترمکعب در سال ۲۰۱۵ رسیده است [۶]. علاوه‌بر این استفاده از پساب فاضلاب تصفیه‌شده از سال ۱۹۸۵ (سال وقوع اولین بحران آب)، به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است.

نمودار ۲. میزان فاضلاب تولید شده، تصفیه شده و مصرف شده در رژیم صهیونیستی[۶]



سایت‌های تصفیه فاضلاب معمولاً دو دسته هستند. در دسته اول، فاضلاب در دو مرحله تصفیه می‌شود، اما در دسته دوم، فاضلاب یک مرحله بیشتر نسبت به دسته اول تصفیه می‌شود. از سایت‌های دسته دوم می‌توان بدون محدودیت، برای همه مصارف کشاورزی استفاده کرد. یکی از بزرگ‌ترین سایت‌های تصفیه فاضلاب در رژیم صهیونیستی، توانسته با استفاده از روش نوینی به نام «تصفیه آبخوان خاکی»،[1] مرحله سوم تصفیه را نیز انجام دهد. در این روش پساب فاضلابِ تصفیه‌شده (دو مرحله‌ای) به حوضچه‌های آبگیرِ طراحی‌شده تزریق می‌شود و به‌طور طبیعی توسط شن‌وماسه تصفیه می‌شود. برای جلوگیری از پخش آلودگی، بین آب طبیعی آبخوان‌ها و پساب تصفیه‌شده جداسازی کامل از طریق ذخیره‌سازی در سطوح آب مختلف صورت می‌گیرد. درنهایت پساب تصفیه‌شده به‌دلیل دارا بودن استانداردهای لازم، بدون محدودیت در آبیاری کشاورزی استفاده می‌شود. سیاست‌های قیمتگذاری به‌گونه‌ای است که کشاورزان برای مصرف فاضلاب تصفیه‌شده به‌جای آب تازه انگیزه می‌یابند. قیمت هر مترمکعب پساب تصفیه‌شده برای آبیاری بدون محدودیت برابر ۰/۳ دلار بر مترمکعب بوده و برای آبیاری همراه با محدودیت برابر ۰/۲۵ دلار بر مترمکعب است. در حالی که قیمت آب تازه برابر ۰/۶۶ دلار بر مترمکعب است و این تفاوت قیمتِ بیش از ۵۰ درصد انگیزه لازم را ایجاد می‌کند [۶, ۷].

ج) گسترش استفاده از آب‌شیرین‌کن در مقیاس بزرگ

رژیم صهیونیستی به‌دلیل داشتن خطوط ساحلی طولانی نسبت به مساحت خود، شرایط مناسبی برای تولید گسترده آب شیرین از دریای مدیترانه دارد. درحقیقت این رژیم با استفاده وسیع از آب‌شیرین‌کن‌ها توانسته است حدود ۸۵ درصد آب آشامیدنی و آب مورد نیاز بخش خدمات شهری را تأمین کند [۶]. علاوه‌بر این به‌وسیله این طرح وابستگی آب آشامیدنی به بارش باران کم شده و امنیت آب آشامیدنی

1. Soil Aquifer Treatment

برای مردم فراهم شده است. در اوایل سال ۲۰۰۰ رژیم صهیونیستی با توجه به سیاست افزایش رشد جمعیت و همچنین به‌دلیل مواجه شدن با کمبود آب، تصمیم به توسعه نیروگاه‌های آب‌شیرین‌کن با هدف اصلی تأمین آب مصارف شهری گرفت. به‌طور هم‌زمان ذخایر گازی جدیدی کشف شد و اتخاذ این استراتژی جدید (آب‌شیرین‌کن) را به‌دلیل تأمین انرژی این نیروگاه‌ها آسان کرد. در ۱۵ سال گذشته پنج نیروگاه آب‌شرین‌کن در امتداد ساحل مدیترانه ساخته شده است. در جدول ۱ زمان احداث، هزینه ساخت و ظرفیت تولید آب هر نیروگاه قابل مشاهده است. با توجه به جدول، کل حجم آب تولیدی توسط آب‌شیرین‌کن‌ها در سال ۲۰۱۷ برابر با ۵۸۷ میلیون مترمکعب آب در سال بوده است. در حال حاضر آب‌شیرین‌کن‌ها ۸۵ درصد مصارف آب شهری را تأمین کرده و ۴۰ درصد کل آب مصرفی رژیم صهیونیستی را تولید می‌کنند [۶]. هزینه آب تولید شده در این نیروگاه‌ها از ۰/۷۸ دلار بر مترمکعب در نیروگاه اول به ۰/۵۴ دلار بر مترمکعب در نیروگاه «سرک»[1] که بزرگ‌ترین نیروگاه است، رسیده و درواقع قیمت آب تولید شده توسط آب‌شیرین‌کن‌ها در رژیم صهیونیستی یکی از کمترین مقادیر در جهان است و همین باعث داشتن توجیه اقتصادی و ثبات مالی کل سیستم شده است. اتخاذ این سیاست برای مشتریان و مصرف‌کنندگان به‌صرفه بوده و کل هزینه‌ها نیز از طریق تعرفه تأمین می‌شود[۷].

جدول آمار مربوط به نیروگاه‌های اصلی آب‌شیرین‌کن در رژیم صهیونیستی[۶]

نام پروژه	زمان بهره‌برداری	قیمت آب تولید شده بر واحد مترمکعب (دلار)	ظرفیت تولید آب شیرین (میلیون مترمکعب)	هزینه سرمایه‌گذاری تخمین زده شده (میلیون دلار)
عسقلان	۲۰۰۵	۰/۷۸	۱۱۹	۲۷۰
پالماخیم	۲۰۰۷	۰/۸۶	۹۰	۱۶۰
خدرا	۲۰۱۰	۰/۷۲	۱۲۷	۴۳۰
سورک	۲۰۱۳	۰/۵۴	۱۵۰	۴۱۰-۵۴۰
اشدود	۲۰۱۶	۰/۶۵	۱۰۰	۴۱۰-۵۴۰

د) ایجاد شبکه انتقال و توزیع آب ملی

در این رژیم به‌منظور بهینه‌سازی در توزیع و مصرف آب، زیرساخت‌های لازم برای ایجاد یک شبکه انتقال و توزیع آب یکپارچه فراهم شده است. با این شیوه، آب فراهم‌شده از همه منابع مانند آب‌شیرین‌کن‌ها، آب تصفیه‌شده فاضلاب‌ها و سفره‌های آب زیرزمینی، توسط یک شبکه آب ملی به هم مرتبط شده و بسته به تقاضای محلی و شرایط هیدرولوژیکی توزیع می‌شود. رژیم صهیونیستی به‌دلیل مواجه بودن با تغییرات فصلی بارش و یکنواخت نبودن بارش در مناطق مختلف، از سیستم مدرنی برای ذخیره‌سازی و

1. Sorek Plant

انتقال آب از مناطق مرطوب شمالی به سرزمین‌های خشک مرکزی و جنوبی که بخش عمده کشاورزی در این مناطق است، استفاده کرده است. تجمیع آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی در یک سیستم توزیع آب یکپارچه از ویژگی‌های این سیستم مدرن است. این رژیم توانسته با ایجاد زیرساخت‌های لازم، بیش از ۹۵ درصد از منابع آبی خود را به مصرف‌کنندگان خانگی و کشاورزان منتقل کند. این زیرساخت‌های عظیم شامل بیش از ۳۰۰۰ تأسیسات و ۱۲۰۰۰ کیلومتر خطوط انتقال که تحت کنترل ۱۰ مرکز فرماندهی است، می‌باشد. این زیرساخت‌های انتقال آب تقریباً تمامی مناطق را دربرگرفته و این امکان را برای رژیم غاصب صهیونیستی فراهم کرده تا منابع آب طبیعی را با توجه به نیاز هر منطقه تنظیم کند [۶].

هـ) استفاده از سفره‌های آب زیرزمینی به‌عنوان مخازن آب

در شرایطی که امکان استفاده از مخازن و سدهای سطحی فراهم نباشد، از سفره‌های آب زیرزمینی به‌عنوان مخزن استفاده می‌شود. این مخازن طبیعی با آب فراهم‌شده از طریق تصفیه فاضلاب و آب کنترل‌شده ناشی از سیلاب‌ها، پُر و آبگیری می‌شوند. همچنین نظارت گسترده و کنترل دائم بر سطح آب این آبخیزهای طبیعی از دیگر سیاست‌های اجرا شده است. با گسترش استفاده از آب‌شیرین‌کن‌ها و فاضلاب تصفیه‌شده، این امکان به‌وجود آمده که از آبخوان‌ها به‌عنوان مخازن ذخیره آب استفاده شود. این آبخوان‌ها از یک‌سو باعث به حداقل رسیدن اتلاف آب ناشی از تبخیر شده و ازسوی دیگر نقش کنترل‌کننده نوسانات تأمین آب را ایفا می‌کنند. درواقع در سال‌های پُربارش، این آبخوان‌ها آبگیری می‌شود و در سال‌های خشک و کم‌بارش، آب از مخازن محلی پمپاژ می‌شود. مدیریت آبخوان‌ها به‌عنوان مخزن بسیار حساس است و درواقع آبخوان‌ها توسط شبکه گسترده‌ای از «پیزومترها»[1] و فشارسنج‌ها پایش شده و نظارت کاملی بر ورود و خروج آب با هدف جلوگیری از تخلیه غیرقانونی صورت می‌گیرد. هر آبخوان دارای دستورالعمل‌ها و محدودیت‌های خاصی است. به‌طور مثال در آبخوان‌های ساحلی، پمپاژ آب به‌منظور حفاظت در برابر نفوذ آب شور دریا به آبخوان، محدودیت دارد. در ادامه برخی از دستورالعمل‌های کلی برای پایش وضعیت آبخوان‌ها بیان شده است.

- کارشناس هیدرولوژی آب منطقه، پارامترهای نظارتی را تعیین می‌کند و فهرستی از چاه‌ها و چشمه‌هایی که دائم باید پایش شوند را مشخص کرده و بازه زمانی پایش را تعیین می‌کند.
- سطح آب‌های زیرزمینی در ۱۵۰۰ حلقه چاه به‌طور منظم اندازه‌گیری می‌شود.
- اندازه‌گیری‌ها به پایگاه داده مرکزی ارسال می‌شوند.
- کارشناس هیدرولوژی آب منطقه، داده‌ها را بررسی کرده و در صورت نیاز درخواست تکرار نمونه‌گیری را می‌دهد.

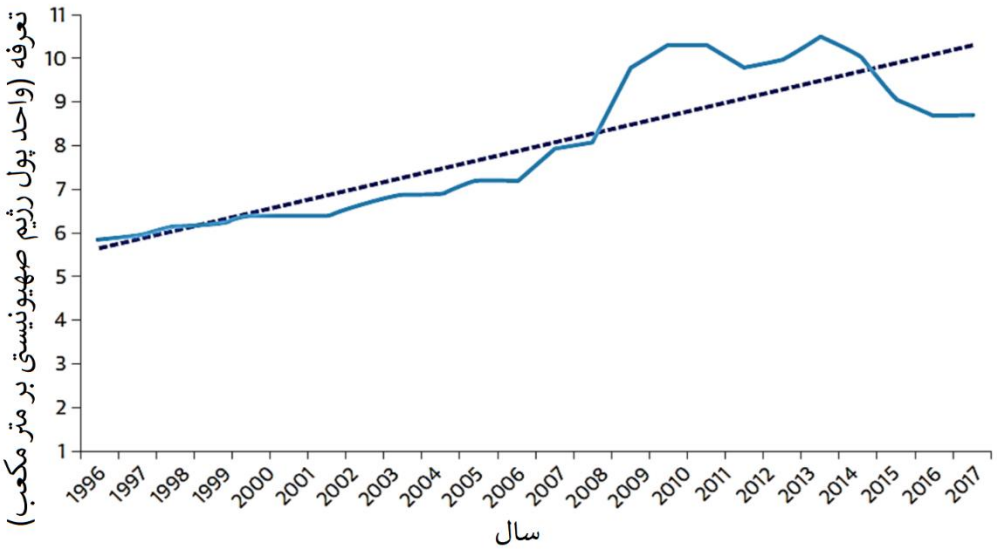
1. Piezometers

و) اصلاحات ساختاری برای ارتقای پایداری مالی بخش مدیریت آب

رژیم اشغالگر قدس با تأسیس یک دستگاه نظارتی قوی، نظام تعرفه‌گذاری مستقلی ایجاد کرده و توانسته با تنظیم تعرفه برای همه طیف‌های مصرف‌کننده آب، بخش زیادی از هزینه خدمات آبرسانی و زیرساخت‌های مربوط به آن را فراهم کند. یک اصل مهم در مدیریت مدرن آب در رژیم صهیونیستی، حرکت به سمت خودکفایی از نظر تأمین مالی همه بخش‌های مربوط به آب ازجمله مصارف شهری و کشاورزی است. این خودکفایی مالی از طریق تأسیس یک دستگاه نظارتی ملی که مسئول کنترل همه مصارف آب است و با نام اختصاری IWA[1] نامیده می‌شود، ایجاد شده است. همچنین ایجاد یک مکانیسم قیمتگذاری براساس بازپرداخت کامل هزینه‌ها و ایجاد انگیزه برای همکاری بخش خصوصی از دیگر عوامل خودکفایی مالی است. درحقیقت بعد از اصلاحات قیمتگذاری آب در رژیم صهیونیستی، تعرفه آب با توجه به هزینه‌های واقعی تولید و حمل‌ونقل تعیین می‌شود. به‌عنوان مثال با وقوع اصلاحات ساختاری، شرکت «مکروت»[2] که یکی از مهم‌ترین شرکت‌های دولتی تأمین آب است، از یک شرکت وابسته به بودجه دولتی به یک شرکت تجاری تبدیل شده است. تعرفه شرکت مکروت سالیانه توسط IWA به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که هزینه‌های تأمین مالی بخش خصوصی در آن منعکس شود. این تعرفه نمونه موفقی از سرمایه‌گذاری بخش خصوصی است و همین باعث شده با وجود دولتی بودن شرکت مکروت، ارتباط نزدیکی با بخش خصوصی داشته باشد. همه این عوامل موجب می‌شود کیفیت عملکرد سیستم انتقال آب بسیار بالا رود. برای مثال کل اتلاف در سیستم انتقال و توزیع آب در حدود ۳ درصد گزارش شده است [۶]. برای مقایسه می‌توان به اتلاف واقعی بیش از ۱۰ درصدی آب در شبکه انتقال و توزیع کشور ایران اشاره کرد.[3] درحقیقت ورود بخش خصوصی به مدیریت این حوزه، باعث افزایش راندمان عملکرد سیستم شده و درنتیجه اتلاف آب به حداقل رسیده است. همچنین این رژیم از طریق فشار عمومی بر عملکرد ضعیف، باعث ارتقای خدمات آب شهری شده است. اگر خدمات آبرسانی رضایت بخش نباشد، دستگاه نظارتی می‌تواند با جریمه یا تغییر مدیر اجرایی نقش نظارتی خود را ایفا کند[۷]. همان‌طور که در نمودار ۳ مشخص است، بخش عمده افزایش تعرفه آب آشامیدنی و بهداشتی در سال ۲۰۰۹ صورت گرفته است. در این سال اراده سیاسی قوی برای اصلاح تعرفه‌ها به‌وجود آمد و باعث شد شرکت‌های خدماتی، درآمد کافی و مناسبی برای استقلال مالی از دولت کسب کنند. بهبود وضعیت شرکت‌های خدماتی در سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴، به دستگاه نظارتی امکان کاهش تعرفه‌ها را در سال ۲۰۱۴ داد.

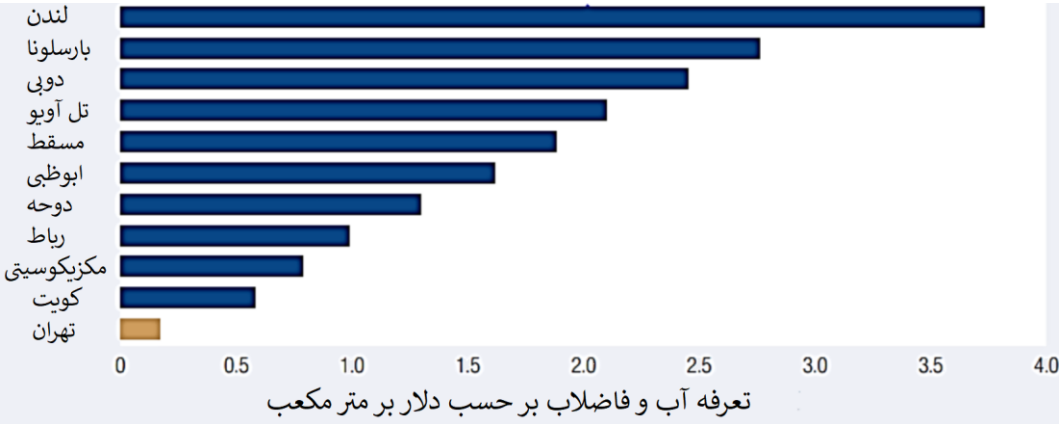
1. Israel Water Authority
2. Mekorot
۳. مصاحبه با علی سیدزاده مدیرکل مدیریت مصرف آب آبفای کشو، ۱۳۹۷.

نمودار ۳. میانگین تعرفه آب مربوط به مصارف شهری در رژیم صهیونیستی[۶]



در سال ۲۰۱۷ میانگین تعرفه آب آشامیدنی و بهداشتی حدود ۲/۴ دلار به‌ازای هر مترمکعب بوده و به‌طور متوسط تنها ۴۴ درصد این هزینه اختصاص به خدمات آبرسانی و جمع‌آوری فاضلاب داشته است. ۲۲ درصد به شرکت مکروت به جهت تولید و انتقال آب تازه، ۱۸ درصد به هزینه‌های تصفیه پساب، ۱۶ درصد به هزینه‌های آب‌شیرین‌کن و ۴/۵ درصد به یارانه‌ها مربوط بوده است [۶]. تعرفه آب آشامیدنی و بهداشتی، ساختار دومرحله‌ای با افزایش تصاعدی دارد. تعرفه مرحله اول برای سقف مصرف ۳/۵ مترمکعب در هر ماه، ۱/۸ دلار بر مترمکعب است. اگر مصرف بیش از ۳/۵ مترمکعب در ماه باشد، تعرفه آب مصرف شده در مرحله دوم با ۶۱ درصد افزایش یعنی ۲/۸۵ دلار به‌ازای هر مترمکعب محاسبه می‌شود [۶, ۷]. این ساختار تصاعدی برای مدیریت تقاضا طراحی شده و به‌گونه‌ای است که مردم بتوانند نیازهای اساسی خود را با هزینه مقرون به‌صرفه برآورده کنند. درواقع درنهایت حدود ۷۵ درصد مصرف خانگی با تعرفه مرحله اول محاسبه می‌شود.

نمودار ۴. مقایسه تعرفه آب و فاضلاب کشور ایران با دیگر کشورهای جهان[۸]



متأسفانه یکی از علت‌های ناکارآمدی سیستم تولید و پخش آب در ایران تعرفه پایین آب است. همان‌طور که در نمودار ۴ قابل مشاهده است تعرفه آب آشامیدنی در کشور ایران نسبت به سایر کشورها بسیار پایین است. قیمت آبیاری در رژیم صهیونیستی بسیار بالاتر از آنچه کشاورزان در سایر کشورها در سراسر جهان می‌پردازند، است. این امر متضمن آن است که کشاورزان از مؤثرترین روش‌های آبیاری استفاده کنند. همچنین این پدیده باعث ترویج روش‌های مدرن کشاورزی برای تولید محصولات ارزشمند شده است. تعرفه آب مربوط به آبیاری، بسته به منابع آب، منطقه و سال متفاوت است. قیمت آب تازه بین ۰/۲۲ دلار تا ۰/۷ دلار بر مترمکعب می‌باشد. قیمت آب شور، به شوری آب بستگی داشته و بین ۰/۲۴ تا ۰/۴۳ دلار بر مترمکعب متفاوت است. همچنین قیمت آب حاصل از تصفیه پساب فاضلاب ۰/۲۲ تا ۰/۳۴ دلار بر مترمکعب بوده و کمتر از آب تازه تعیین می‌شود تا انگیزه‌ای برای کشاورزان باشد[۶].

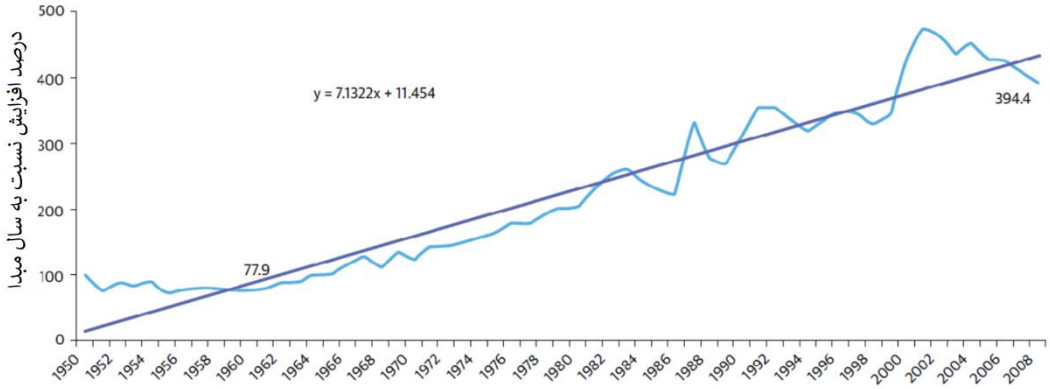
ز) کنترل سیلاب‌ها و توسعه جنگل‌کاری

به‌دلیل بارش‌های کوتاه‌مدت و پوشش ضعیف گیاهی احتمال وقوع سیل در بیابان زیاد است. این سیل اگر آبگیری نشود، در بیابان از دست می‌رود. یکی از ایده‌های به‌کار گرفته شده توسط این رژیم، فراهم کردن زیرساخت‌های لازم برای استفاده از آب سیلاب است. این زیرساخت‌ها شامل دیواره‌های نگهدارنده و سدهای کوچک است که توسط آنها می‌توان آب را جمع‌آوری و ذخیره کرد. این آب به‌طور طبیعی در آبخوان‌ها نفوذ کرده و درنهایت قابل برداشت خواهد بود. مقدار آب جمع‌آوری شده و قابل برداشت، به الگوی بارش و قدرت آن بستگی دارد. این مقدار از حداکثر ۶۲ میلیون مترمکعب در سال ۱۹۸۰ تا حداقل ۴ میلیون مترمکعب در سال ۱۹۹۰ متغیر است. اگرچه در این روش نسبت به منابع آب دیگر، حجم آب کمتری به‌دست می‌آید، اما تلاش رژیم اشغالگر قدس جذب تمامی آب‌های قابل دسترس است. یکی از روش‌های کاهش سیلاب و هدایت آب باران به سفره‌های آب زیرزمینی، برنامه جنگل‌کاری است. سهم جنگل در این رژیم از ۲ درصد در سال ۱۹۴۸ به ۸ درصد در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است [۶].

ح) توسعه بخش کشاورزی

به‌رغم کمبود شدید آب، حفاظت از بخش کشاورزی از اولویت‌های ملی در رژیم صهیونیستی است. این امر به استفاده از روش‌های نوین آبیاری و تمرکز کشاورزان بر تولید محصولات ارزشمند وابسته است. توسعه فناوری‌های آبیاری مدرن به‌همراه دسترسی به فاضلاب تصفیه شده، باعث حفظ کشاورزی در رژیم صهیونیستی شده است. همان‌طور که در نمودار ۵ قابل مشاهده است با وجود اینکه مقدار آب در چهار دهه گذشته افزایش نیافته است، تولید محصولات کشاورزی بر واحد آب به‌دلیل افزایش بهره‌وری آبیاری، هفت برابر شده است. به کمک روش‌های مدرن آبیاری و افزایش بهره‌وری در تولید محصولات کشاورزی، متوسط آب داده شده به زمین‌های کشاورزی از ۷۰۰۰ مترمکعب در یک هکتار در سال ۱۹۹۰ به ۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال ۲۰۰۰ کاهش یافته است [۶].

نمودار ۵. شاخص بهره‌وری آب کشاورزی در رژیم صهیونیستی[۶]

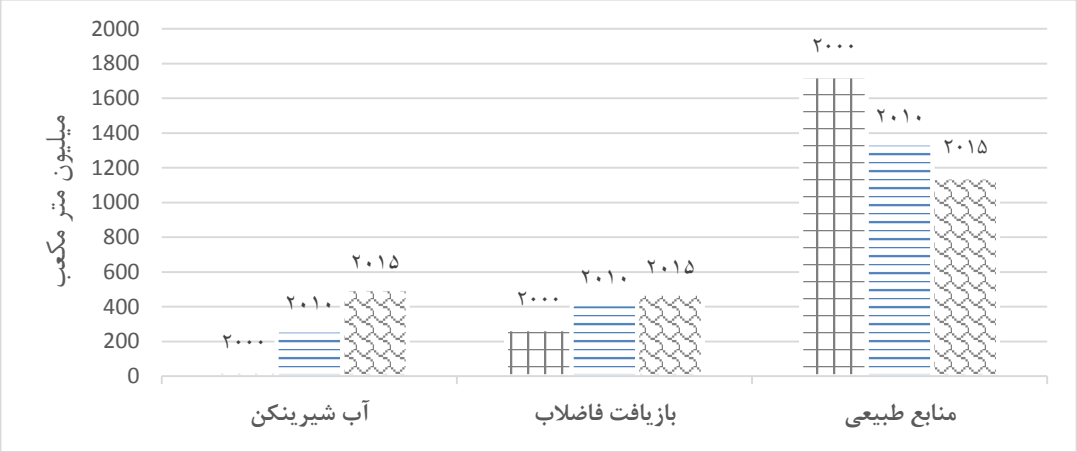


شرکت‌های رژیم صهیونیستی در اوایل دهه ۱۹۵۰ پیشگام توسعه تکنولوژی‌های نوین آبیاری با راندمان بالا مانند «آبیاری قطره‌ای»[1] و «مینی اسپری»[2] بودند. فناوری‌های امروزی شامل اسپری و آبپاش‌های اتوماتیک، اسپری‌های کم‌مصرف و قطره‌پاش اتوماتیک است. این فناوری‌ها قادر هستند حجم آب لازم را که متناسب با غلظت کود است، برای ریشه گیاهان فراهم کنند و سپس به کمک سیستم‌های کنترلی، بهینه‌ترین زمان آبیاری را تعیین کنند. توسعه موفق فناوری‌های آبیاری با مصرف کم، باعث شده نزدیک به ۸۰ درصد تجهیزات آبیاری ساخته‌شده توسط این رژیم صادر شوند[۹]. با وجود کمبود شدید آب، رژیم اشغالگر قدس توانسته با اجرای این سیاست‌ها به مدیریت پایدار در حوزه آب برسد. درحقیقت این رژیم از طریق بازیافت فاضلاب از سال ۱۹۹۸ و گسترش استفاده از آب‌شیرین‌کن‌ها از سال ۲۰۰۶، توانسته میزان بهره‌برداری از

1. Drip Irrigation
2. Mini Sprinklers

منابع آب زیرزمینی را کاهش دهد. نمودار ۶ سهم منابع اصلی تأمین آب را طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ نشان می‌دهد. با توجه به اقدامات انجام شده در دو دهه گذشته، حجم آب تولید شده تقریباً ثابت مانده و با وجود کاهش شدید بارش‌های اخیر، نیاز مصرف‌کنندگان تأمین شده است.

نمودار ۶. توزیع منابع آب رژیم صهیونیستی در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ [۱۰]



۲-۱. کالیفرنیا

کالیفرنیا یکی از ایالت‌های آمریکاست که در کرانه اقیانوس آرام قرار دارد و با داشتن جمعیتی در حدود ۴۰ میلیون نفر پُرجمعیت‌ترین ایالت آمریکاست. مساحت کالیفرنیا برابر ۴۲۳۹۷۰ کیلومتر مربع است و بیش از نیمی از باغ‌های میوه آمریکا در ایالت کالیفرنیا قرار دارد. کشاورزی کالیفرنیا از نظر فروش محصولات رتبه اول را در ایالات متحده داراست [۱۱].

۱-۲-۱. وضعیت آبی

آب‌وهوای کالیفرنیا بسیار متغیر بوده و این ایالت با خشکسالی‌های دوره‌ای و وقوع سیلاب‌ها همراه است. بیشتر بارش‌ها در دامنه‌های غربی کوه‌های شمال کالیفرنیا رخ می‌دهد، اما بیشتر جمعیت و زمین‌های کشاورزی در نیمه جنوبی که خشک‌تر است، قرار دارد. میزان بارش در کالیفرنیا به‌طور متوسط، سالیانه حدود ۲۴۷ میلیارد مترمکعب است [۱۲]. بیشتر این آب به‌خصوص در مناطق گرم و خشک تبخیر می‌شود. حدود ۹۲ میلیارد مترمکعب آن باقی‌مانده و در حوضه‌های آب سطحی و زیرزمینی جاری می‌شود. نابرابری در دسترسی به منابع آب در کالیفرنیا بسیار شدید است، به‌طوری که حدود دوسوم آب‌های جاری از ناحیه‌ای به اندازه یک‌پنجم کالیفرنیا به‌ویژه مناطق کوهستانی شمال کالیفرنیا، سرچشمه می‌گیرد. در مقابل یک‌سوم ایالت که بسیار خشک است، تنها به ۰/۱ درصد از منابع آب طبیعی دسترسی دارد. در مناطق خشک، جمعیت زیادی زندگی می‌کنند و مناطق کشاورزی زیادی در این مناطق وجود دارد. درحقیقت به‌دلیل سیاست‌های اشتباه انتقال آب از مناطق دیگر در قرن بیستم،

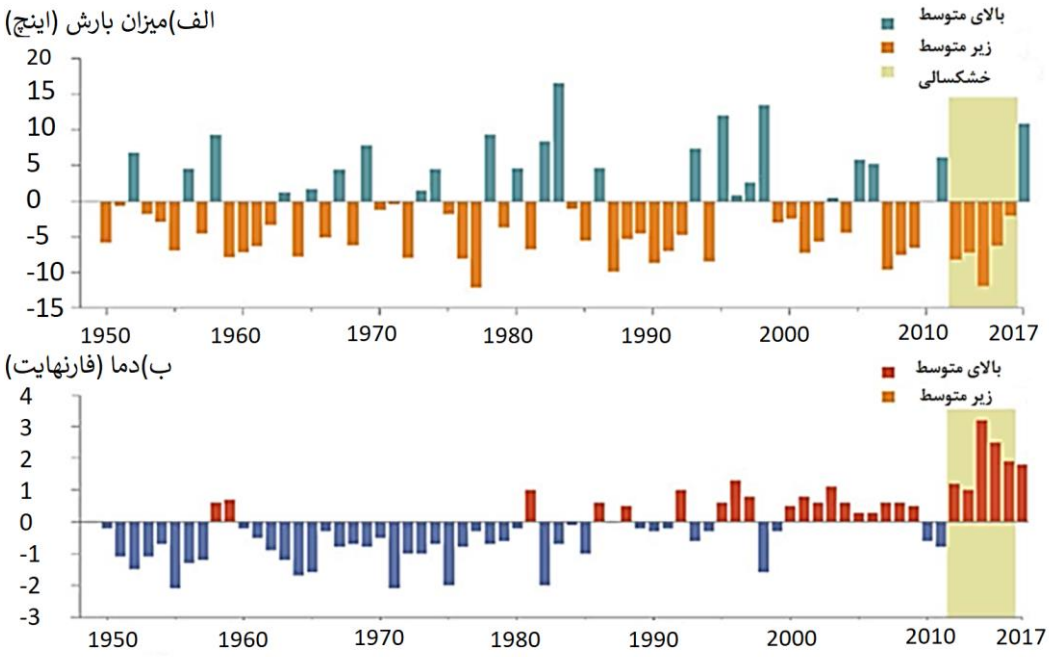
الگوهای مصرف به‌شدت نسبت به توزیع آب موجود، منحرف شده و انطباق با شرایط خشکسالی سخت‌تر شده است. از منابع اصلی تأمین آب کالیفرنیا می‌توان به بارش در داخل ایالت و ایالت‌های مجاور، آب‌های زیرزمینی، آب حاصل از تصفیه پساب فاضلاب و آب به‌دست آمده از آب‌شیرین‌کن‌ها اشاره کرد. حدود ۸۰ درصد منابع آب طبیعی کالیفرنیا از جریان‌های آب سطحی داخل و خارج از ایالت تأمین می‌شود، درحالی که آب‌های زیرزمینی ۱۸ درصد از کل منابع آب را شامل می‌شود. آب‌شیرین‌کن‌ها و بازیافت فاضلاب بخش کوچک، اما مهمی از منابع آب محلی را تأمین می‌کنند [۱۲]. منبع اصلی آب وارد شده از خارج از ایالت، رودخانه «کلرادو»[1] است که در حال حاضر ظرفیتی حدود ۱/۲۳ میلیارد مترمکعب در سال دارد. البته به‌دلیل رشد جمعیت و افزایش تقاضا در دیگر ایالت‌ها میزان تخصیص آب به کالیفرنیا کمتر شده است.

۲-۲-۱. بحران آب

وقوع خشکسالی‌های دوره‌ای در کالیفرنیا از ویژگی‌های آب‌وهوای نیمه‌خشک آن منطقه است. به همین دلیل قوانینی برای توزیع و مصرف مناسب آب، بهره‌برداری صحیح از مخازن، حوضه‌های آب زیرزمینی، قنات‌ها و آب رودخانه‌ها به‌منظور مدیریت کمبود آب در دوره‌های خشکسالی وضع شده است. از مهم‌ترین خشکسالی‌های اخیر می‌توان به یک دوره خشکسالی کوتاه‌مدت و شدید از سال ۱۹۷۶ تا سال ۱۹۷۷ و خشکسالی بلندمدت از سال ۱۹۸۷ تا سال ۱۹۹۲ اشاره کرد. آخرین خشکسالی در سال ۲۰۱۲ آغاز شد که شامل چهار سال از خشک‌ترین سال‌های ۱۲۰ سال اخیر بوده است. با وجود بارش‌های قابل توجه در اوایل سال ۲۰۱۶ در شمال کالیفرنیا، هنوز خشکسالی این ایالت از بین نرفته است. نمودار ۷ تغییرات دما و بارش در چند سال گذشته را نشان می‌دهد. متوسط بارش و دما به‌ترتیب ۶۰ میلیمتر و ۰/۴ درجه سانتیگراد بالای صفر است [۱۳]. همان‌طور که مشاهده می‌شود چهار سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ جزو گرم‌ترین و کم‌بارش‌ترین سال‌های اخیر است.

1. Colorado River

نمودار ۷. تغییرات بارش و دما در سال‌های اخیر در کالیفرنیا[۱۳]



۳-۲-۱. گذر از بحران

آب یکی از منابع چالش‌برانگیز ایالت کالیفرنیاست و برنامه‌ریزی و مدیریت آن، پایه اساسی اقتصاد و محیط زیست این ایالت است. وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی، دسترسی به منابع باکیفیت آب را در آینده تهدید می‌کند. همچنین از آبخوان‌های کالیفرنیا بیش از حد برداشت می‌شود و زیرساخت‌های قدیمی سیستم آب به‌همراه تغییرات اقلیم و رشد جمعیت، دولت کالیفرنیا را برای تأمین آب مصارف شهری، کشاورزی و محیط زیست تحت فشار قرار داده است. دولت کالیفرنیا برای مدیریت دوره‌های خشکسالی و حرکت به‌سوی توسعه پایدار مدیریت آب، هرساله برنامه جامع خود را مطابق با شرایط جدید به‌روزرسانی می‌کند. این برنامه جامع سه هدف مهم را دنبال می‌کند [۱۴]:

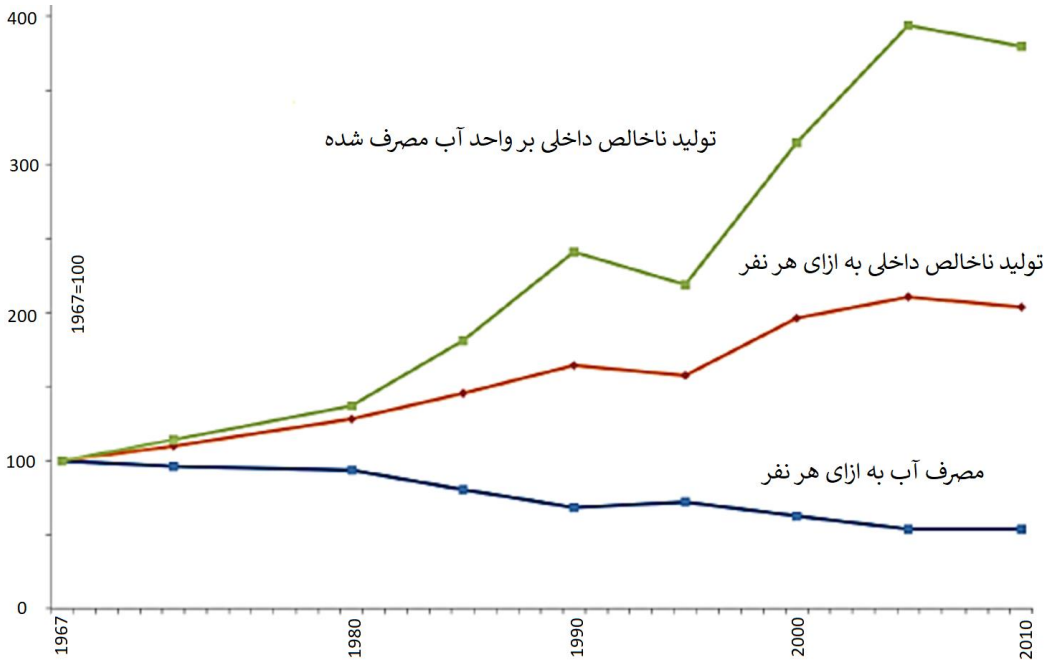
۱. داشتن منابع آب قابل اعتمادتر،

۲. بازسازی و محافظت از گونه‌های مهم و زیستگاه‌ها،

۳. سیستم مدیریت منابع آب توسعه‌یافته.

کالیفرنیا با وجود مواجه بودن با خشکسالی‌های پی‌درپی، در سال‌های اخیر با به‌کارگیری روش‌های مدرن و استفاده از نوآوری‌ها، نه تنها توانسته سرانه مصرف آب خود را کاهش دهد، بلکه رشد اقتصادی خود را نیز حفظ کند و درنتیجه شاخص بهره‌وری آب را به‌شدت افزایش دهد. نمودار ۸ نشان می‌دهد که شاخص بهره‌وری آب طی کمتر از نیم قرن چهار برابر شده است [۱۵].

نمودار ۸. مقایسه بین مصرف آب با شاخص بهره‌وری آب در کالیفرنیا طی ۴۰ سال اخیر [۱۵]



در ادامه به نوآوری‌ها و تکنولوژی‌های جدید که به کمک مدیریت آب در کالیفرنیا آمده‌اند، اشاره می‌شود.

الف) مدیریت آبخیزداری[1]

مدیریت آبخیزداری مجموعه اقداماتی است که برای بهینه‌سازی عملکرد حوضه آبریز و رفع نیازهای زیست‌محیطی و انسانی در نظر گرفته می‌شود. طبق گفته آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده، آبخیزداری از مؤثرترین روش‌های حل چالش منابع آب است [۱۵]. وضعیت و عملکرد حوضه آبریز تابعی از جریان و انتقال انرژی، ویژگی‌های خاک و محیط زیست گیاهی و حیوانی است. در کالیفرنیا اکثر حوضه‌های آبریز تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی مانند ساخت‌وساز جاده و چرای بیش از حد دام، آسیب دیده است. همچنین به‌دلیل تغییرات اقلیم، حوضه‌ها در معرض تهدید هستند. با مدیریت صحیح حوضه آبریز می‌توان آب آشامیدنی شهری و روستایی را با کیفیت لازم تأمین کرد. راه‌حل‌های زیر می‌تواند به مدیریت آبخیزداری کمک کند:

- جمع‌آوری اطلاعات برای مدل کردن وضعیت آبخیز و استفاده از مدل‌های پیچیده و کامل‌تر برای برنامه‌ریزی دقیق‌تر مدیریت آبخیز،
- دادن مشوق‌های مالی به کشاورزان و مالکان زمین برای محافظت از اکوسیستم و مدیریت پایدار

1. Watershed Management

آبخیز مربوط به خود به‌همراه کنترل و نظارت منظم،

- مدیریت آب‌های جاری و سیلاب‌ها برای ذخیره‌سازی و آبگیری آبخوان‌ها،
- پایش و گزارش وضعیت آبخوان‌ها.

ب) مدیریت برداشت، انتقال و ذخیره‌سازی آب

برداشت و انتقال آب شامل فرایندها و زیرساخت‌های توسعه‌یافته با هدف برداشت آب از منابع طبیعی و انتقال آن به سایت‌های تصفیه آب است. از پروژه‌های مهم انتقال آب کالیفرنیا می‌توان به پروژه آب ایالتی، پروژه دره مرکزی و پروژه کانال کلرادو اشاره کرد. ذخیره‌سازی آب به دو صورت کوتاه‌مدت و بلندمدت امکان‌پذیر است. ذخیره‌سازی کوتاه‌مدت برای تقاضای آب در کوتاه‌مدت مناسب بوده و ذخیره‌سازی بلندمدت برای جمع‌آوری آب در فصل‌های تَر به‌منظور استفاده در فصل‌های خشک مناسب است. در ادامه به نوآوری‌های مهم در این زمینه اشاره شده است:

- استفاده از پمپ‌های VFD[1] برای مدیریت استخراج آب متناسب با حجم مورد نیاز و دبی لازم،
- شناسایی و کاهش نشت با استفاده از روش‌های تشخیص نشت مانند روش‌های مبتنی‌بر «آکوستیک»،[2] «روباتیک»[3] و «تحلیل داده»،[4]
- استفاده از کانال‌های بتونی به‌جای استفاده از کانال‌های خاکی برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل زمین در حین انتقال،
- استفاده از بازار آب برای تأمین آب مورد نیاز،
- ذخیره‌سازی آب در آبخوان‌ها در سال‌های پُربارش برای استفاده در دوره‌های خشکسالی.

ج) مدیریت تقاضای آب

در سال‌های گذشته به‌دلیل سخت شدن تأمین آب در کالیفرنیا، مدیران بر کنترل تقاضای آب متمرکز شده‌اند. عمده تقاضای آب در بخش‌های کشاورزی، شهری (آشامیدنی، بهداشتی و صنعتی) و محیط زیست است. آب تخصیص داده شده به همه مصرف‌کنندگان در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۵ به‌طور متوسط ۷۷ میلیارد مترمکعب در سال و از این میان سهم آب کشاورزی برابر با ۳۲ میلیارد مترمکعب یا تقریباً ۴۱ درصد بوده است [۱۵]. جغرافیای منحصربه‌فرد کالیفرنیا و آب‌وهوای مدیترانه‌ای به این ایالت امکان داده که به یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی تبدیل شود. به‌طوری که بیش از ۲۵۰ محصول در کالیفرنیا کشت می‌شود. ازاین‌رو لازم است هم در سیستم توزیع آب ایالتی و هم در سیستم آب مزارع از دستگاه‌های کامپیوتری و ارتباطی برای جمع‌آوری اطلاعات و کنترل بهتر سیستم استفاده شود. این داده‌های جمع‌آوری‌شده می‌تواند

1. Variable-frequency Drive
2. Acoustic Detection Method
3. Robotic Detection Method
4. Data Analytics-based Detection Method

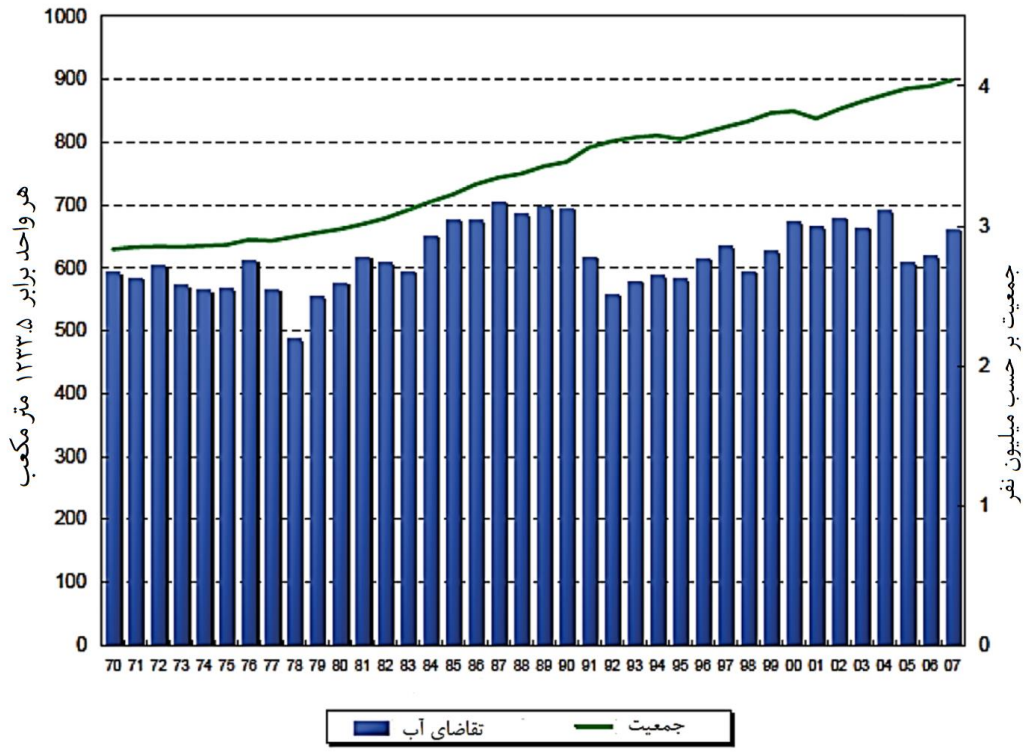
مبنای تصمیم‌گیری بهتر باشد. در ادامه به روش‌های بهینه‌سازی آبیاری اشاره می‌شود:

- یک معیار مهم در ارزیابی آب کشاورزی، راندمان مصرف آب است. برای مثال شرکت تولیدی «استامولس»[1] از فناوری «هواجت»[2] استفاده می‌کند و توسط این روش در هنگام آبیاری قطره‌ای، حدود ۱۵ درصد هوا به‌همراه آب به ناحیه ریشه گیاهان داده می‌شود. استفاده از این روش در برخی محصولات باعث شده تولید در هر مترمربع زمین به‌طور متوسط ۲۳ درصد افزایش یابد [۱۵].
- تعیین مقدار و زمان مناسب آبیاری برای رسیدن به تولید حداکثر با مصرف بهینه آب.
- ارتقای سیستم‌های آبیاری به‌منظور به حداقل رساندن اتلاف آب به‌همراه تغییر سیستم آبیاری سطحی مانند روش غرقابی به روش‌های آبیاری تحت فشار.
- حدود سه میلیون هکتار از کل ۹ میلیون هکتار زمین‌های کشاورزی کالیفرنیا، توسط سیستم‌های قطره‌ای آبیاری می‌شوند [۱۵]. برای مقایسه می‌توان گفت که در ایران تنها حدود ۵ درصد زمین‌های کشاورزی با روش آبیاری تحت فشار آبیاری می‌شوند [۱۶]. با گذشت زمان به‌دلیل آسیب دیدن لوله‌های توزیع و یا کاهش فشار پمپ، یکنواختی توزیع بسیار پایین می‌آید. با جایگزین شدن تجهیزات ازکارافتاده در مصرف آب و برق صرفه‌جویی شده و هزینه این تغییرات در کمتر از یک سال برمی‌گردد.
- با بهبود ساختار کانال‌های آب، امکان مدیریت و کنترل آب، افزایش و اتلاف آب کاهش می‌یابد. همچنین استفاده از کنترل از راه دور و سیستم‌های نظارتی برای اندازه‌گیری دبی و عمق آب، باعث بهبود قابل توجه در توزیع آب به زمین‌های کشاورزی می‌شود.

صرفه‌جویی در آب شهری معمولاً ارزان‌ترین روش برای مدیریت منابع آب است. تخمین زده شده است که ایالت کالیفرنیا می‌تواند با افزایش بازدهی مصرف آب شهری، بیش از ۲/۸ میلیارد مترمکعب آب در سال، معادل بیش از یک‌سوم کل آب شهری کالیفرنیا را صرفه‌جویی کند [۱۵]. به‌عنوان مثال در شهر لس‌آنجلس[3] برای حفاظت از آب تلاش‌هایی شده است و از اوایل دهه ۱۹۷۰ به‌دلیل رشد جمعیت، مجموعه‌ای از مشوق‌ها، مقررات و اصلاحات ساختاری برای تأمین آب مورد نیاز، توسعه یافته است. در نمودار ۹ نتیجه این تحولات قابل مشاهده است.

1. Stamoules Produce
2. Air Jection
3. Los Angeles

نمودار ۹. تغییرات جمعیت و تقاضای آب در شهر لس‌آنجلس[۱۵]



همان‌طور که مشاهده می‌شود با وجود افزایش یک میلیونی جمعیت شهر، حجم آب تأمین شده تقریباً ثابت مانده است. در سال ۲۰۰۹ برای حل چالش آب مربوط به «دلتای سان جوکین»،[1] دولت محلی کالیفرنیا قانونی را تصویب کرد که به‌موجب آن باید تا سال ۲۰۲۰ سرانه مصرف آب شهری ۲۰ درصد کاهش یابد [۱۵]. در ادامه راه‌حل‌های اتخاذ شده برای صرفه‌جویی مصارف خانگی توسط ایالت کالیفرنیا بیان شده است:

- استفاده از وسایل کم‌مصرف مانند سردوش و شیرآلات کم‌مصرف،
- استفاده مدیران حوزه آب از روش‌های پیشرفته اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات و بهینه‌سازی سیستم توسط داده‌ها و ارائه جزئیات مصرف به مشتریان با هدف تأثیر سازنده بر رفتار آنها،
- استفاده از سیستم‌های هوشمند برای آبیاری بهینه فضای سبز هر خانه،
- استفاده از سیستم جمع‌آوری آب و بازیابی آن برای برخی مصارف خانگی.

1. Sacramento-San Joaquin Delta

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این بخش با توجه به اطلاعات جمع‌آوری‌شده از سیاست‌ها و راهکارهای اتخاذ شده توسط کشورهای موفق در زمینه مدیریت بحران آب، راه‌حل‌های مناسب جهت مدیریت بحران آب ایران پیشنهاد می‌شود. پیشنهادهای نهایی شامل سه سیاست کلی: حفظ منابع موجود آبی کشور و سیستم مدیریت توسعه‌یافته، مدیریت تقاضا و کاهش وابستگی به میزان بارش سالیانه به‌وسیله استفاده از منابع آبی بااطمینان است که در ادامه به هر یک پرداخته می‌شود.

۱. سیاست حفظ منابع موجود آبی کشور و سیستم مدیریت توسعه‌یافته

با توجه به ارزیابی وضعیت آب کشور توسط شاخص‌های معتبر، به نظر می‌رسد مدیریت کمبود آب از طریق مدیریت صحیح منابع آب موجود امکان‌پذیر باشد. برای مثال با توجه به شاخص فالکن مارک سرانه آب کشور در مرز تنش آبی قرار دارد. کم‌هزینه‌ترین راه‌حل برای جلوگیری از وقوع تنش آبی در کشور، حفظ منابع آب موجود است. یکی از موانع اساسی در مدیریت کمبود آب، عدم دسترسی به اطلاعات دقیق نسبت به وضعیت آبی کشور است. بنابراین اولین گام در این رابطه جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل جامع توسط یک دستگاه نظارتی یکپارچه است. درحقیقت وجود یک دستگاه نظارتی قوی با داشتن اطلاعات جامع صحیح، از اولویت‌های مدیریت کمبود آب است. برای مدیریت کمبود آب لازم است عملکرد سیستم تولید و انتقال آب، راندمان بالایی داشته باشد. با مقایسه تعرفه آب آشامیدنی کشور ایران با سایر کشورهای جهان، مشاهده شد که اختلاف قابل توجهی در این زمینه وجود دارد. این تعرفه پایین کارآمدی سیستم مدیریت آب را به‌شدت تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. درحقیقت عرضه بیش از ۲۰ درصد آب بدون درآمد در شهرها و اتلاف بیش از ۱۰ درصد آب در سیستم شبکه انتقال، نشانه‌هایی از ضعف عملکرد سیستم مدیریت آب است [۱۷]. بنابراین با منطقی کردن تعرفه‌های آب و فاضلاب می‌توان از اسراف آب توسط مصرف‌کنندگان و اتلاف آب در سیستم توزیع جلوگیری کرد. همچنین با توسعه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در حوزه تولید و توزیع آب، راندمان عملکرد سیستم افزایش خواهد یافت. همان‌طور که اشاره شد، اتلاف آبی ایران در فرایند انتقال بسیار بالاتر از کشورهای موفق است، ازاین‌رو باید با روش‌های نوین همچون نشتی‌سنجی به‌وسیله روش‌های آکوستیک و نیز استفاده از کانال‌های بتونی به‌جای کانال‌های قدیمی خاکی از اتلاف آب در فرایند انتقال جلوگیری کرد. موارد ذکر شده پیرامون سیاست حفظ منابع موجود آبی کشور و سیستم مدیریت توسعه‌یافته را می‌توان در بندهای زیر خلاصه کرد:

- جمع‌آوری اطلاعات کامل از سهم موارد مختلف در سیستم تولید، توزیع و مصرف آب،
- راه‌اندازی سامانه یکپارچه و دقیق برای کنترل کامل اطلاعات به‌صورت آنلاین در شبکه تولید،

توزیع و مصرف،

- تهیه برنامه بلندمدت و کوتاه‌مدت برای کنترل سهم بخش‌های مختلف در مصرف آب،
- تکمیل اطلاعات آبخوان‌های مختلف کشور (فعال و غیرفعال)،
- تصفیه فاضلاب و پساب‌ها و ذخیره آنها با کیفیت‌های مختلف در سفره‌های زیرزمینی که می‌تواند عامل احیای بعضی از سفره‌های از بین رفته نیز باشد،
- قیمتگذاری واقعی آب و منطقی کردن تعرفه‌های آب و فاضلاب،
- ارتقاء راندمان عملکرد سیستم تولید و انتقال آب و کاهش اتلاف،
- توسعه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در حوزه تولید و توزیع آب،
- استفاده از روش‌های نوین همچون نشتی‌سنجی به‌وسیله روش‌های آکوستیک جهت کاهش اتلاف در فرایند انتقال،
- جلوگیری از انتقال وسیع آب که عامل برهم زدن اکوسیستم‌های محیط زیستی می‌شود.

۲. سیاست مدیریت تقاضا

یکی از گام‌های عملی و زودبازده در کنترل منابع آبی، مدیریت تقاضای آب است. همان‌طور که در مطالعات تطبیقی اشاره شد، کشورهای موفق با وضع تعرفه‌های تصاعدی چندمرحله‌ای و سنگین، مصرف‌کننده را مجبور به کنترل مصرف آب کرده‌اند. در کشور ایران نیز تعرفه‌ها تصاعدی است، اما همچنان با قیمت واقعی آب تولید شده فاصله دارد. به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود تا مطالعه دقیق‌تری پیرامون ارزشگذاری آب انجام پذیرد. البته با توجه به استفاده ۹۲ درصدی از منابع آب تجدیدپذیر کشور در بخش کشاورزی (۷ درصد مربوط به بخش خانگی و ۱ درصد مربوط به بخش صنعت)، لازم است به این بخش توجه ویژه‌ای شود [۱۶]. مطابق مشاهدات پیرامون نحوه مدیریت بحران رژیم صهیونیستی، این رژیم، سنگین‌ترین تعرفه‌ها را بر بخش کشاورزی اعمال می‌کند که این سیاست، موجب افزایش چشمگیر بهره‌وری آبی این رژیم شده است. به‌عبارت دیگر این رژیم توانسته است، با وجود وضعیت تنش آبی، همچنان رونق کشاورزی خود را حفظ کند و حتی افزایش دهد. این امر نشانگر این واقعیت است که کشاورزان رژیم صهیونیستی به‌دلیل قیمت بالای آب تازه، به استفاده از آب ارزان‌تر حاصله از پساب تصفیه‌شده روی می‌آورند و همچنین از روش‌های مدرن با مصرف آب کمتر استفاده می‌کنند. درنتیجه با تولید محصولات باارزش، بهره‌وری آب در بخش کشاورزی رژیم صهیونیستی افزایش چشمگیری یافته است. لذا یکی از گام‌های مؤثر در مدیریت تقاضای آب در ایران، ساماندهی بخش کشاورزی است. درحقیقت لازم است از طریق مطالعه دقیق، برنامه جامع و مدیریت قوی، کاشت محصولات در مناطق مختلف کشور را مدیریت کرد. ازاین‌رو محصولات باید متناسب با شرایط آبی هر منطقه و با توجه به نیازهای اساسی کشور انتخاب شوند. موارد ذکر شده پیرامون سیاست مدیریت تقاضا را

می‌توان در بندهای زیر خلاصه کرد:

- وضع تعرفه‌های تصاعدی چندمرحله‌ای و سنگین مطابق با قیمت واقعی آب،
- انجام مطالعات دقیق‌تر پیرامون ارزشگذاری آب،
- لزوم توجه ویژه به بخش کشاورزی با توجه به سهم قابل توجه این بخش در بحران آب،
- افزایش تعرفه آب بخش کشاورزی به‌منظور اجبار کشاورزان به افزایش شاخص بهره‌وری،
- حفظ رونق کشاورزی به‌وسیله افزایش شاخص بهره‌وری،
- پیاده‌سازی برنامه جامع و مدیریت قوی کاشت محصولات در مناطق مختلف کشور از طریق مطالعات دقیق به‌منظور کشت محصولات متناسب با شرایط آبی هر منطقه و با توجه به نیازهای اساسی کشور.

۳. سیاست کاهش وابستگی به میزان بارش سالیانه به‌وسیله استفاده از منابع آبی بااطمینان

تأمین منابع آب با اطمینان بالا همچون آب به‌دست آمده از نمک‌زدایی آب‌های دریا، در بسیاری از کشورهای موفق به‌عنوان روشی مؤثر مشاهده می‌شود. برای مثال رژیم اشغالگر قدس و ایالت کالیفرنیا با ایجاد سایت‌های شیرین‌سازی آب شور، حساسیت منابع آبی خود به میزان بارش سالیانه (که متغیر بوده و در دوران خشکسالی کاهش می‌یابد) را از بین برده‌اند. رژیم اشغالگر قدس ۸۵ درصد آب خدمات شهری خود را از آب‌شیرین‌کن‌ها تأمین می‌کند. ایران نیز با توجه به مجاورت با دریای عمان، دریاچه خزر و دریای خلیج فارس موقعیت مناسبی از این لحاظ دارد. در حال حاضر میزان آب نیروگاه‌های آب‌شیرین‌کن در ایران که اجرایی شده یا در حال برنامه‌ریزی هستند، حدود ۱۸۰ میلیون مترمکعب در سال است که این میزان کمتر از ۲دهم درصد کل آب‌های تجدیدشونده در کشور است.[۱] همان‌طور که در بررسی‌های مدیریت بحران آب توسط رژیم اشغالگر قدس مشاهده می‌شود، کشورهای موفق چرخه آب مصرفی خود را بسته‌اند. بدین صورت که فاضلاب تولیدی، رها نشده و پس از تصفیه، در بخش کشاورزی استفاده می‌شود. متأسفانه در ایران تنها ۲۵ درصد فاضلاب تصفیه می‌شود و بقیه پساب فاضلاب بدون آنکه تصفیه شود، در طبیعت رها می‌گردد [۸]. با توجه به استفاده بالای ۹۰ درصدی آب ایران در بخش کشاورزی، لازم است درصد استفاده از پساب تصفیه‌شده در بخش کشاورزی به نسبت استفاده از آب تازه، افزایش یابد. ازجمله راهکارهای مؤثر استفاده شده در کشورهایی همچون رژیم صهیونیستی و ایالت کالیفرنیا، می‌توان به ارائه مشوق و ترغیب کشاورزان به استفاده از پساب تصفیه‌شده اشاره کرد. همچنین کشورهای موفق در زمینه مدیریت آب در نقطه مقابل، با وضع تعرفه‌های سنگین، کشاورزان را از استفاده از آب تازه منصرف کرده‌اند. ازسوی دیگر، بیش از ۵۰ درصد برداشت از منابع آب

۱. مصاحبه با علی‌اصغر قانع معاون برنامه‌ریزی و توسعه شرکت مهندسی آبفای کشور و حمیدرضا جانباز مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب، ۱۳۹۶.

تجدیدپذیر کشور به آب‌های زیرزمینی مربوط است و بیش از ۵۰ درصد برداشت آب‌های زیرزمینی از طریق تخلیه چاه‌های عمیق صورت می‌گیرد. به‌طور متوسط هرساله حدود پنج میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی کاسته می‌شود [۱۸]. همگی این آمارها در خطر بودن منابع آب زیرزمینی را نشان می‌دهند. یکی از گام‌های لازم توجه ویژه به مدیریت آبخیزداری است. وضعیت آبخوان‌ها باید به‌طور مرتب پایش شده و نتایج آن تحلیل شود. می‌توان با مدیریت سیلاب‌ها، آبخوان‌ها را پُر کرد؛ علاوه‌بر این کشورهای موفق، سفره‌های زیرزمینی خود را به‌وسیله منابع بااطمینان یعنی آب‌شیرین‌کن و پساب تصفیه‌شده، پُر می‌کنند. پُر کردن این آبخوان‌ها از یکسو باعث به حداقل رساندن اتلاف آب ناشی از تبخیر شده و ازسوی دیگر نقش کنترل‌کننده نوسانات تأمین آب را ایفا می‌کند. موارد ذکر شده پیرامون سیاست کاهش وابستگی به میزان بارش سالیانه به‌وسیله استفاده از منابع آبی بااطمینان را می‌توان در بندهای زیر خلاصه کرد:

- نمک‌زدایی آب‌های دریا و استفاده از آب‌شیرین‌کن‌ها،
- تصفیه فاضلاب، بستن چرخه آبی و استفاده از فاضلاب در بخش کشاورزی،
- ارائه مشوق و ترغیب کشاورزان به استفاده از پساب تصفیه‌شده،
- وضع تعرفه‌های سنگین برای آبیاری محصولات کشاورزی در جهت محدود کردن استفاده از آب تازه،
- مدیریت آبخیزداری،
- پایش وضعیت آبخوان‌ها به‌طور مرتب، تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری صحیح و به‌موقع،
- پُر کردن آبخوان‌ها به‌وسیله مدیریت سیلاب‌ها،
- پُر کردن سفره‌های زیرزمینی به‌وسیله منابع بااطمینان همچون آب شیرین‌شده و پساب تصفیه‌شده،
- استفاده از ظرفیت آبخوان‌ها و سفره‌های زیرزمینی جهت جلوگیری از تبخیر آب،
- کنترل نوسانات تأمین آب با استفاده از ظرفیت آبخوان‌ها و سفره‌های زیرزمینی.

منابع و مآخذ

۱. یزدانیان، اسماعیل و محمدجانی، نازنین. «تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن»، نشریه: روند (روند پژوهش‌های اقتصادی)، ۱۳۹۳.

2. J. Zargan and S.M. Waez-Mousavi, "*Water Crisis in Iran: Its Intensity, Causes and Confronting Strategies*", Indian Journal of Science and Technology. vol. 9, no. 44, PP., 2016.

3. FAO. *AQUASTAT Main Database, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. Available from: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm, 2018.

4. World Bank. *World Development Indicators. World Bank: Washington DC,*. Available from:www.worldbank.org, 2018.
5. M. Mesgaran and P. Azadi, "*A National Adaptation Plan for Water Scarcity in Iran"*, STANFORD IRAN 2040 PROJECT. vol., no., PP., 2018.
6. P. Marin, S. Tal, J. Yeres, and K.B. Ringskog. "World Bank",Water Management in Israel: Key Innovations and Lessons Learned for Water Scarce Countries, 2017.
7. D. Katz, "*Undermining Demand Management with Supply Management: Moral Hazard in Israeli Water Policies"*, Water. vol ,۸ .no. 4, PP. 159-172, 2016.
8. World Bank Group, "The Iran Economic Monitor", Global Practice for Macroeconomics & Fiscal Management, 2017.
9. D. Ben-Zoor and M. Priampolsky. "Water Technology in Israel",The Finance Division | Economics Department, Bank Leumi le-Israel, 2016.
10. Central Bureau of statistics. *Water Production And Consumption, By Source And Purpose*. Available from: http://www.cbs.gov.il/reader, 2018.
11. World population review. *California Population*. Available from: http://worldpopulationreview.com. 2018
12. E. Hanak. "Managing California's water: from conflict to reconciliation",Public Policy Instit. of CA., 2011.
13. J. Mount, et al. "Managing California's Freshwater Ecosystems",Lessons from the 2012–16 Drought, 2017.
14. California Natural Resources Agency (CNRA). *California Water Action Plan, Update.* http://resources.ca.gov/docs/california_water_action_plan/Final_California_Water_Action_Plan.pdf, *2016.*
15. California Council on Science and Technology. "Achieving a Sustainable California Water Future Through Innovations in Science and Technology",2014.
16. K. Madani, "*Water management in Iran: what is causing the looming crisis?"*, Journal of environmental studies and sciences. vol. 4, no. 4, PP. 315-328, 2014.
۱۷.آبفا. «سالنامه آماری آب کشور، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب»، ۱۳۹۱.
۱۸.مظاهری، مهدی و عبدالمنافی، نرجس‌السادات. «بررسی بحران آب و پیامدهای آن در کشور»، ۱۳۹۵.

مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شناسنامه گزارش	شماره مسلسل: ۱۶۱۱۵

عنوان گزارش: مدیریت بحران آب (مطالعه تطبیقی)

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه آب و محیط زیست)

تهیه و تدوین‌کنندگان: حمیدرضا ساوالانپور، مهدی بهمن، امین آزادی

ناظران علمی: حسین افشین، محمدتقی فیاضی

ویراستار تخصصی: ـــــ

ویراستار ادبی: ـــــ

واژه‌های کلیدی:

۱. بحران آب

۲. رژیم صهیونیستی

۳. ایالت کالیفرنیا

۴. مطالعه تطبیقی

۵. کمبود آب

تاریخ انتشار: ۱۳۹۷/۷/۲۸