

ایران با مشکلات گسترده‌ای در حوزه مدیریت منابع آب مواجه است که ناشی از کاهش منابع آب تجدیدپذیر، افزایش تقاضا و مدیریت غیر اصولی می‌باشد. به علاوه، عواملی همچون تغییرات اقلیمی، خشکسالی‌های مکرر، بهره‌برداری بیش از حد از منابع زیرزمینی و عدم توازن در توزیع آب میان بخش‌های کشاورزی، صنعتی و شهری، نیز منجر به تشدید بحران در تأمین پایدار آب گردیده است. رویکرد مدیریت تقاضای آب (WDM) که دربرگیرنده روش‌های تنظیم و کاهش مصرف آب از طریق ترکیبی از اصول اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌باشد، به عنوان یک راهکار کلیدی، در دهه‌های اخیر اهمیت بیشتری یافته است. هدف از این مطالعه، بررسی اصول و فرآیندهای اجرایی و پیاده‌سازی مدیریت تقاضا می‌باشد. بدین منظور، ابتدا مفهوم مدیریت تقاضا و نقش آن در کاهش مصرف آب و بهبود بهره‌وری منابع تشریح می‌شود. سپس، ابزارهای اجرایی مختلف، شامل اقدامات تعرفه‌ای مانند قیمت‌گذاری پلکانی، و اقدامات غیرتعرفه‌ای همچون برنامه‌های آگاهی‌بخشی عمومی و مقررات اجباری مصرف، معرفی و تحلیل خواهند شد. در نهایت، برای دستیابی به اجرای هرچه مؤثرتر مدیریت تقاضای آب، نیاز به استفاده توأمان ترکیبی از سازوکارهای سیاستی و هماهنگی و هم‌افزایی بین نهادهای دولتی، خصوصی و جوامع محلی می‌باشد. **واژه‌های کلیدی:** مدیریت تقاضا آب، پارادایم مدیریت آب، اقدامات تعرفه‌ای و غیرتعرفه‌ای، هزینه‌ها و منافع مدیریت تقاضا.

مقدمه

آب یک ماده خالص (محدود و بدون جایگزین) برای زندگی بشر و ادامه نسل او و سایر اشکال حیات بر روی کره زمین است. درعین حال، آب کالا است؛ کالایی عمومی و نیز کالایی اقتصادی (زیرا عامل تولید و تجمع ثروت است). بهبود مدیریت منابع آب یکی از مسائل مهم جهانی است. هدف اصلی مدیریت آب تأمین آب پاک با کیفیت و کمیت کافی برای تمامی مصارف، مدیریت پایدار آن و ارائه خدمات بهداشتی و مدیریت فاضلاب برای همگان می‌باشد. در کشورهای توسعه‌یافته، با وجود دسترسی تقریباً جهانی به آب، همچنان دغدغه‌های عمده‌ای از جمله ارتقای مدیریت آب، بهبود کیفیت آب، نوسازی و به‌روزرسانی زیرساخت‌ها، اثرات تغییرات اقلیمی و اهمیت این موضوع در بالاترین سطوح سیاسی وجود دارد (Tortajada و همکاران، ۲۰۱۹). در سال ۲۰۱۴، ۵۴ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کردند و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ این رقم به دو سوم جمعیت جهانی برسد، که منجر به افزایش ۵۵ درصدی تقاضای آب خواهد شد. برای مدیریت شرایط آینده آب، شهرها باید چالش‌های فعلی مانند امنیت آب، مدیریت تقاضا، حفاظت و مصرف پایدار را حل کنند. تقاضای جهانی آب از ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۰ تقریباً هشت برابر شده و تا سال ۲۰۲۵ احتمالاً بیش از ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت. بیش از ۶۵ درصد جمعیت جهان در آینده نزدیک با کمبود آب روبرو خواهند شد، که این موضوع به دلیل افزایش شهرنشینی و کاهش کیفیت و دسترسی به منابع آب است (Atiq و Arfanuzzaman و Rahman، ۲۰۱۷؛ Ray Biswas و همکاران، ۲۰۲۳).

کشور ایران با کمبود مزمن آب و چالش‌های فزاینده‌ای مواجه است که ناشی از تغییرات اقلیمی، افزایش دما، تبخیر، تغییر الگوی بارش و

رشد جمعیت می‌باشد. این عوامل به کاهش منابع آب تجدیدشونده و افزایش تقاضای آب به دلیل توسعه شهری، صنعتی و بهبود رفاه عمومی منجر شده است. در نتیجه، مناطق بیشتری از کشور در آینده با کمبود شدید آب مواجه خواهند شد. برای مقابله با این چالش‌ها، بازسازی زیرساخت‌های قدیمی و ساخت زیرساخت‌های جدید اکنون به عنوان راه‌حل‌های مهندسی برای کاهش عدم قطعیت‌های اقلیمی آینده در چرخه هیدرولوژیکی، به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. متأسفانه، به دلیل مدیریت دولتی آب و نیز بارانه‌ای بودن قیمت آب در شهرها، فرهنگ استفاده صرفه‌جویانه از آب در ایران تضعیف شده و جایگاه خاص خود را (آن‌چنانکه نزد پیشینان بود) از دست داده است. این وضعیت حاکی از ضرورت تغییر فوری در سیاست‌های مدیریت آب کشور به سمت کاهش جدی میزان مصرف است. در چنین شرایطی، چالش‌های جدی پیش‌روی مدیریت آب کشور در سال‌های آتی عبارتند از:

۱. کاهش سرانه آب تجدیدپذیر، ناشی از تغییر اقلیم و رشد جمعیت؛
 ۲. اُفت سفره‌های آب زیرزمینی، زوال کمی و کیفی این آب‌ها و نشست زمین، ناشی از برداشت بیش از حد آب؛
 ۳. رشد شوری در اراضی فاریاب و کاهش حاصل‌خیزی خاک، ناشی از کم‌آبایی و فرسایش خاک‌ها؛
 ۴. هدررفت آب در شبکه‌های توزیع، ناشی از محدودیت منابع مالی؛
 ۵. بازده پایین کاربرد آب در تمامی بخش‌های مصرف‌کننده، ناشی از عدم توجه به ضرورت تحول فناورانه در کاربری‌های آب، که به نوبه خود معلول اقتصاد دولتی و ناکارآمد آب است.
- علاوه بر این موارد، عدم هماهنگی میان سازمان‌های ذی‌ربط نیز فرآیند حل مشکلات را پیچیده‌تر کرده است. راه‌حل جامع برای این مسائل در «حکمرانی محلی آب» بر اساس «مدیریت یکپارچه و مشارکتی آب» نهفته است که دستیابی به آن زمان‌بر است. با

این حال، یکی از مؤلفه‌های راه‌حل که به طور نسبی سریع‌تر قابل دستیابی است، مدیریت تقاضای آب (WDM^۱) می‌باشد.

تعریف مدیریت تقاضا

در سه دهه اخیر، به دلیل عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب و محدودیت‌های موجود در توسعه منابع آبی در بسیاری از نقاط

جهان، توجه فزاینده‌ای به مدیریت تقاضای آب معطوف شده است. با محدود و گران‌شدن گزینه‌های توسعه منابع آب، نقش مدیریت تقاضا به طور چشمگیری افزایش یافته است. به طور کلی، مدیریت تقاضا به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که بر کاربرد آب تأثیر گذاشته و باعث کاهش مصرف آن می‌گردد. در عین حال تعاریف مختلفی برای مدیریت تقاضای آب استفاده می‌شود که تعدادی از این تعاریف در جدول (۱) آورده شده است:

جدول ۱- تعاریف مدیریت تقاضا در مراجع مختلف

ردیف	منبع	تعریف
۱	DWAF ^۲ ۱۹۹۹	گزینش و پیاده‌سازی راهبردها (سیاست‌ها و مشوق‌ها) توسط نهاد آب که تقاضا و کاربرد آب را تحت تأثیر قرار داده و منجر به بهبود در یک یا چند مورد از موارد زیر گردد: بهره‌وری اقتصادی، توسعه اجتماعی، برابری/ انصاف اجتماعی، حفاظت محیط‌زیست، پایایی عرضه‌ی آب، و مقبولیت سیاسی.
۲	IUCN ^۳ , ۲۰۰۰	یک رویکرد مدیریتی است که هدف آن حفظ منابع آب از طریق تحت تأثیر قرار دادن تقاضا است. این مدیریت شامل استفاده از مشوق‌هایی برای ارتقاء استفاده کارآمد و عادلانه از آب است. مدیریت تقاضای آب این پتانسیل را دارا است که موجب افزایش دسترسی به آب از طریق افزایش کارایی تخصیص و بهبود بازده مصرف گردد. اصول این مدیریت عبارت‌اند از: «بهره‌وری اقتصادی»، «دسترسی منصفانه»، «حفاظت از محیط‌زیست و پایایی اکوسیستم»، «افزایش مشارکت مردم در حکمرانی آب» و نیز «ارتقاء مسئولیت‌پذیری، پاسخگویی، و مقبولیت سامانه مدیریت آب».
۳	Khumalo ۲۰۱۳	مشوق استفاده بهتر از منابع آب موجود از طریق مدیریت اقتصادی و کارآمد مصارف است، تا نیاز به افزایش عرضه را کاهش دهد؛ و شامل مجموعه‌ای از اقدامات و نظام‌های سازمانی برای افزایش سطح فنی، اجتماعی، اقتصادی، محیط‌زیستی، و کارایی نهادی در استفاده‌های مختلف از آب می‌باشد. مدیریت تقاضا بطور ویژه اهداف زیر را دنبال می‌نماید: • افزایش کارایی مصرف آب در دو بُعد: - درون بخشی: کاهش تلفات و استفاده‌های ناصحیح آب درون هر بخش؛ و - میان بخشی: بهینه‌سازی استفاده از آب با تخصیص معقول میان بخش‌های مختلف؛ با تأکید بر توسعه فعالیت‌هایی که صرفاً نیازمند آب جاری هستند (مانند: تولید انرژی، تفریحات، آبی‌پروری و ماهیگیری، و...). • کسب ارزش بیشتر به ازای هر واحد از منابع آب استفاده شده. • صرفه جویی در سرمایه‌گذاری (زیرساخت‌ها و امور زیربنایی) مورد نیاز برای تأمین آب. • کمک به کاهش فشار بر منابع آب، به ویژه برای کاهش یا توقف برداشت اضافی (بیش از تجدیدپذیری) با هدف حفظ پایایی این منابع.
۴	Abu-Bakar ۲۰۲۱	به مجموعه‌ای از تدابیر و سیاست‌ها اطلاق می‌گردد که هدف آن‌ها افزایش کارایی و حفظ منابع آب موجود است. سیاست‌های مدیریت تقاضای آب به دو نوع اصلی رویکردهای مرتبط با قیمت و رویکردهای غیر مرتبط با قیمت (تعرفه) تقسیم می‌گردد.

شایان ذکر است که در سال‌های اخیر اصطلاح «مدیریت مصرف» در کشور کاربرد زیادی یافته است. در این خصوص، باید توجه داشت که مدیریت تقاضا و مدیریت مصرف هر دو به مدیریت منابع آب مرتبط هستند، اما تفاوت‌های اصلی در تمرکز و رویکرد آن‌ها وجود دارد. «مدیریت تقاضا» بر کاهش و کنترل نیاز به آب پیش از بروز افزایش مصرف تمرکز دارد و شامل تدوین سیاست‌ها و اقدامات برای پیشگیری از افزایش تقاضا و عدم تعادل بین عرضه و تقاضا بوده و هدف آن بهبود بهره‌وری آب و جلوگیری از آلودگی

و تخریب منابع آبی است. این فرآیند بهبود بهره‌وری در مصرف آب و پیشگیری از آلودگی و تخریب منابع آبی را در پی دارد. در مقابل، «مدیریت مصرف» بر کنترل و بهینه‌سازی مصرف واقعی آب تمرکز دارد و شامل نظارت، اجرای محدودیت‌ها، و استفاده از تکنولوژی‌های صرفه‌جویی برای کاهش مصرف فعلی آب در سطوح مختلف است. به طور کلی، مدیریت تقاضا به پیشگیری از افزایش نیاز به آب پرداخته و مدیریت مصرف بر نحوه استفاده و بهره‌برداری از آب در عمل تمرکز دارد.

اکوسیستم، از جمله حفظ تنوع زیستی است. این سیستم‌ها باید اصل تاب‌آوری را در نظر بگیرند، به این معنا که باید قادر به حفظ کارکرد مؤثر خود تحت شرایط متغیر اجتماعی و زیست‌محیطی باشند. در نتیجه به موازات و به تدریج، توجه مدیران و مهندسين به مدیریت تقاضای آب در مقابل عرضه آب، و نیز صرفه‌جویی (WC^o) در استفاده از آب معطوف گردیده است.

ارتباط مدیریت تقاضا با مدیریت آب

برای فهم بهتر مدیریت تقاضا، شناخت جامع‌تری از مدیریت آب مورد نیاز است. محیط مدیریت آب در شکل (۱) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشهود است محیط طبیعی (هیدرولوژیکی) و بستر اطلاعاتی موجود احاطه کامل بر لایه‌های سیاستی، منابع (مالی، انسانی، ...) و مهندسی دارند. در واقع دامنه مدیریت و توان مهندسی محدود به وضعیت هیدرولوژیکی منطقه؛ داده، اطلاعات و دانش موجود است؛ همچنین، تابع امکانات (منابع) در دسترس نیز می‌باشد. علاوه بر این، در تصویر به طور واضح تفکیک نقش سیاست‌گذاران و مدیران از نقش مهندسين نمایش داده شده است.



شکل ۱- اجزاء و محیط مدیریت آب

همان‌گونه که از شکل بالا پیداست، مؤلفه‌های مدیریت آب به دو حالت می‌توانند دسته‌بندی گردند که در هر دو حالت شامل ۴ دسته (زیر بخش) می‌باشند. در حالت اول عناوین زیر بخش‌های اصلی عبارت‌اند از: تأمین، توزیع، کاربرد و جریان برگشتی. در حالت دوم عناوین این زیر بخش‌ها عبارت‌اند از: عرضه، تقاضا، واحد مصرف‌کننده و کنترل آلودگی. با توجه به این تقسیم‌بندی مشخص می‌شود که مدیریت تقاضا با سایر اجزای مدیریت آب ارتباط داشته و قسمتی از مدیریت‌های عرضه و واحد مصرف‌کننده را نیز شامل می‌شود. به نظر می‌رسد با این دیدگاه، مفهوم نسبتاً جامعی از مدیریت تقاضا حاصل می‌گردد. اکنون که مؤلفه‌های هر کدام از زیر بخش‌های مدیریتی مشخص شده‌اند، نیاز است تا اهداف هر کدام از آن‌ها نیز شناخته شوند.

در بیشتر دوره قرن بیستم، مدیریت تقاضای آب (WDM) توجه چندانی را به خود جلب نکرد. برنامه‌ریزان آب به سادگی با ضرب کردن میزان استفاده پیش‌بینی‌شده آب به ازای هر نفر (مصرف سرانه) در جمعیت تحت پوشش، مصرف آب آینده را محاسبه می‌کردند. سپس زیرساخت‌های آبی، نظیر مخازن و لوله‌های انتقال، برای ذخیره‌سازی و انتقال مقدار مورد نیاز ساخته می‌شدند. به عبارت دیگر، محور اصلی توسعه بر بهره‌برداری حداکثری از منابع طبیعی متمرکز بود که در حوزه منابع آب به شکل پارادایم «توسعه منابع آب» ظهور یافته است. این پارادایم با مراحل متوالی «پیش‌بینی نیازها»، «شناسایی منابع» و «اجرای پروژه‌های تأمین»، بیشتر بر جنبه عرضه آب تأکید داشت و به مدیریت تقاضا کمتر توجه می‌کرد (داوری و همکاران، ۱۴۰۳). با این حال، در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، ترکیبی از عوامل باعث شد که برنامه‌ریزان به بازنگری در تمرکز محدود خود بر مدیریت عرضه بپردازند. این عوامل عبارت بودند از: (۱) کاهش منابع آب غیرقابل بهره‌برداری نزدیک به شهرها و دشواری بیشتر در دسترسی به منابع باقی‌مانده؛ (۲) منابع آب زیرزمینی آلوده و/یا در حال کاهش که عرضه موجود را محدودتر می‌کرد؛ (۳) افزایش خشکسالی‌ها و رقابت شدیدتر میان کاربران آب شهری، صنعتی و کشاورزی؛ (۴) افزایش آگاهی نسبت به هزینه‌های زیست‌محیطی توسعه‌های بزرگ مقیاس زیرساخت‌های آبی؛ (۵) افزایش درک عمومی از وابستگی متقابل آب، اکوسیستم‌های فعال و سلامت انسانی؛ و (۶) هزینه‌های بالا برای ساخت و نگهداری زیرساخت‌های آبی که اشتیاق به سرمایه‌گذاری را از سوی سازمان‌های آب کاهش می‌داد. نتیجه موارد مذکور، تغییر تمرکز از سمت و سوی بهره‌برداری منابع آب غیرقابل استفاده به روش‌های جدید تأمین نیازهای آب با منابع کمتر، هزینه پایین‌تر و کاهش تخریب اکولوژیکی بود (Stavenhagen و همکاران، ۲۰۱۸). مدیریت آب می‌تواند به عنوان ایجاد/ حفظ «تعادل بین عرضه و تقاضای آب» در بلندمدت، معرفی شود. بنابراین، مدیریت آب بایستی توأمان هم عرضه و هم تقاضای آب را شامل گردد. همزمان با تغییر پارادایم از توسعه منابع آب به مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM^۱)، رویکرد مدیریت تقاضا به عنوان یکی از گزینه‌های سیاستی و راهبردی برای مدیریت آب پررنگ شده است. بدین لحاظ و برای درک بهتر از ارزش مدیریت تقاضا، لازم است تا موقعیت آن در درون مدیریت یکپارچه منابع آب جانمایی گردد. در مطالعه‌ای دیگر، (Poff و همکاران، ۲۰۱۶) بیان کردند که سیستم‌های مدیریت آب پایدار باید به گونه‌ای طراحی شوند که علاوه بر تأمین نیازهای جامعه در طول عمر زیرساخت‌ها، به حفظ کارکردهای اکولوژیکی کلیدی نیز توجه داشته باشند. این کارکردها شامل تأمین طولانی‌مدت کالاها، خدمات، و ارزش‌های

هزینه‌ها/منافع مدیریت تقاضا به دو نوع «مستقیم» و «غیرمستقیم» تقسیم می‌شوند. هزینه‌ها/منافع مستقیم، به پیاده‌سازی مدیریت تقاضا مربوط می‌شوند؛ در حالی که هزینه‌ها/منافع غیرمستقیم، به تبعات ناشی از پیاده‌سازی مدیریت تقاضا ارتباط پیدا می‌کنند.

۱-۲- هزینه‌ها و منافع مستقیم

مانند هر پروژه دیگری، پروژه‌های مدیریت تقاضا (اعم از رویکردهای سخت و یا نرم) هزینه‌هایی در بر دارند که به طور مشخص ناشی از پیاده‌سازی یک اقدام یا سیاست است و در مقابل این پروژه‌ها دارای منافع بسیاری نیز می‌باشند. برای انتخاب گزینه‌های برتر برای هر مورد، بایستی هزینه‌ها و منافع برآورد و تحت تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در هر حال پس از چنین آنالیزی بایستی معلوم گردد تأمین هزینه‌ها بر عهده کیست و منافع آن به کجا واصل می‌شود. در جدول‌های (۲) و (۳) فهرستی از هزینه‌ها و منافع مربوط به پیاده‌سازی سیاست‌های مدیریت تقاضا به تفکیک بخش‌های مصرف‌کننده ارائه شده است.

۱) رویکردهای اقدامات مدیریت تقاضا

به طور کلی مدیریت تقاضا دارای رویکردهای سخت و نرم می‌باشد. روش‌های فنی همان اقدامات سخت (سازه‌ای و تجهیزاتی) می‌باشند که اجرای آنها نیازمند سخت‌افزار می‌باشد و ساخت تأسیسات و تجهیزات و ... را در پی خواهد داشت. به عبارت دیگر، رویکردهای سخت شامل ابزارهای ملموس و فیزیکی هستند که به طور مستقیم بر مصرف آب تأثیر می‌گذارند. در حالی که، رویکردهای نرم به استراتژی‌های غیرملموس و مدیریتی اشاره دارند که به تغییر رفتارها و آگاهی‌بخشی کمک می‌کنند. روش‌های اقتصادی و اجتماعی از نوع اقدامات نرم به‌شمار می‌آیند که نیازمند مدیریت، نهادسازی، آگاهی‌رسانی، آموزش و ظرفیت‌سازی و تدوین قوانین و ضوابط می‌باشد. نکته مهم این است که اقدامات سخت به تنهایی و بدون اعمال روش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی منجر به پایایی نخواهند شد.

جدول ۲- فهرستی از هزینه‌های پیاده‌سازی مدیریت تقاضا و اهمیت آن‌ها در مصارف شهری، کشاورزی و صنعتی

ردیف	اقدامات	شهری (خانگی، عمومی، خدمات)	کشاورزی و دامداری (+فضای سبز)	صنعت و معدن
۱	نصب و نگهداری تجهیزات اندازه‌گیری آب	√	√	√
۲	مشوق‌های مالی برای فناوری‌های جدید آبیاری (برای مثال آبیاری قطره‌ای)	-	√√	-
۳	برنامه‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی	√√	√	√
۴	تغییر فضای سبز شهری از طریق جایگزینی و کاشت گیاهان کم‌آب‌بر	√	-	-
۵	ترویج «روش‌های علمی برنامه‌ریزی آبیاری» به کشاورزان و فضای سبز شهری	√	√√	-

جدول ۳- فهرستی از منافع پیاده‌سازی مدیریت تقاضا و اهمیت آن‌ها در مصارف شهری، کشاورزی و صنعتی

ردیف	اقدامات	شهری (خانگی، عمومی، خدمات)	کشاورزی و دامداری (+فضای سبز)	صنعت و معدن
۱	کاهش مقدار کود مصرفی به دلیل کاهش زه‌آب‌ها	-	√	-
۲	کاهش آب بدون درآمد به دلیل کاهش هدررفت فیزیکی (با مدیریت فشار)	√√	√	√
۳	کاهش پساب‌ها و زه‌آب‌ها (به دلیل مصرف آب کم‌تر)	√	√√	√
۴	کاهش هزینه‌های تصفیه فاضلاب (به دلیل مصرف آب کم‌تر)	√√	-	√
۵	افزایش عملکرد و کیفیت محصول در نتیجه بکارگیری برنامه‌ریزی علمی آبیاری	-	√	-

۲-۲- هزینه‌ها و منافع غیرمستقیم

اعمال سیاست‌های مدیریت تقاضا ممکن است موجب تحمیل برخی فشارها (نارضایتی) و یا وقوع برخی بهبودها برای مصرف‌کنندگان آب گردد. این فشارها/بهبودها را می‌توان به عنوان هزینه/درآمد نامحسوس در نظر گرفت که بایستی در ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب گزینه برتر، مورد توجه قرار گیرند. منظور از هزینه‌های غیرمستقیم، نارضایتی‌های ناشی از اقدامات

مدیریت تقاضای آب است که به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری و پیش‌بینی نیستند. تعدادی از آن‌ها عبارت‌اند از: ۱- افزایش آب‌بها؛ ۲- هزینه‌های مترتب بر افزایش بازده مصرف آب در خانه‌ها (خرید لوازم کم‌آب‌بر خانگی)، در صنعت (تغییر فناوری تولید به منظور کاهش مصرف آب) و کشاورزی (تغییر سامانه آبیاری)؛ ۳- کاهش اجباری مصرف آب (کوچک‌تر شدن باغچه‌ها، استخرهای شنا، وان‌های حمام و دیگر مصارف غیر ضروری آب)؛

۴- از دست رفتن فرصت‌های شغلی سنتی در بخش کشاورزی و لذا کاهش استانداردهای زندگی روستائیان؛ و ۵- کاهش کیفیت ارائه خدمات شرکت‌های تأمین آب (آبفا، ...) ناشی از کاهش درآمد این شرکت‌ها.

همچنین منظور از منافع غیرمستقیم، منافع ناشی از اقدامات مدیریت تقاضای آب است که تعدادی از آن‌ها عبارت‌اند از: ۱- فراهم ساختن آب ارزان‌تر برای قشر کم درآمد؛ ۲- افزایش آگاهی و توانمندی جوامع؛ ۳- رشد فرصت‌های شغلی جدید؛ ۴- تأمین آب برای جمعیت بیشتر، ناشی از کاهش سرانه مصرف و بدون نیاز به

تغییر در شبکه موجود آب شهری؛ ۵- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ۷- محیط‌زیست سالم‌تر به دلیل کاهش تولید فاضلاب/پساب (و حتی به دلیل بازچرخانی آب در مقیاس واحدهای مسکونی).

۳) سیاست‌های مدیریت تقاضای آب

(Stavnhagen و همکاران، ۲۰۱۸) در مطالعه‌ای، سیاست‌ها و تأثیرات مدیریت تقاضای آب را براساس دو دسته‌بندی اصلی اقدامات تعرفه‌ای و غیرتعرفه‌ای بر کاهش مصرف آب بررسی نمودند که به طور خلاصه در جدول (۴) قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۴- مروری بر سیاست‌ها و پیامدهای مدیریت تقاضای آب (WDM)

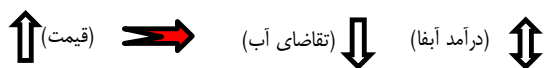
سیاست‌ها	تأثیرات
۱. تعرفه‌ای	<ul style="list-style-type: none"> • مصرف آب معمولاً نسبت به قیمت بی‌کشش است. • افزایش قیمت آب منجر به کاهش مصرف آب می‌شود. • اثر بازگشتی: کاهش مصرف آب به دلیل افزایش قیمت معمولاً پس از مدتی کاهش می‌یابد و ممکن است به سطحی بالاتر از پیش از تغییر قیمت برسد. • مصرف آب تا یک آستانه خاص (برای نیازهای اساسی، بهداشت و نظافت) به تغییرات قیمت بی‌کشش است، در حالی که هر میزان آب اضافی پس از این آستانه نسبت به قیمت، حساسیت بیشتری نشان می‌دهد. • آگاهی از قیمت آب بر مصرف آب تأثیر می‌گذارد.
اصلاح ساختار تعرفه‌ای	<ul style="list-style-type: none"> • ساختارهای تعرفه‌ای هوشمند، مانند قیمت‌گذاری به صورت پلکانی، مصرف آب را کاهش می‌دهند. • با این حال، با تلاش برای ایجاد تعرفه‌ای منصفانه‌تر یا کاراتر معمولاً این سیستم پیچیده‌تر می‌شود و در نتیجه، فهم آن برای مصرف‌کنندگان دشوارتر خواهد بود. • تعرفه‌گذاری پلکانی در کشورهای در حال توسعه اغلب به نتایج ناکارآمد منجر می‌شود و نابرابری را ترویج می‌کند.
۲. غیرتعرفه‌ای	<ul style="list-style-type: none"> • کاهش نشت در زیرساخت‌های شبکه انتقال و توزیع آب به عنوان یکی از مؤثرترین تدابیر مدیریت تقاضای آب در نظر گرفته می‌شود. • با تدوین استانداردهای لوله‌کشی و برچسب‌گذاری کارایی در استرالیا و ایالات متحده، مصرف آب به میزان ۵ تا ۱۰ درصد طی ۱۰ سال کاهش یافت. • ضوابط بازدارنده مالی اعمال شده در کالیفرنیا تحت تأثیر خشکسالی توسط بیش از ۵۰ درصد مشتریان رعایت نشد.
پایش هدفمند میزان مصرف آب	<ul style="list-style-type: none"> • پایش مصرف آب باعث صرفه‌جویی در مصرف آب به میزان ۱۰ تا ۲۵ درصد به دلیل ارائه اطلاعات، برنامه‌ریزی برای تبلیغات و تعمیرات نشت‌ها می‌شود. • به طور میانگین مصرف آب به میزان ۲۰ درصد در برنامه‌های ایالات متحده، کاهش یافت. • پایش مصرف آب و اطلاع‌رسانی آن موجب افزایش آگاهی شهروندان نسبت به ضرورت صرفه‌جویی در آب می‌شود.
پویش‌های آگاهی‌بخشی عمومی	<ul style="list-style-type: none"> • کمپین‌های اطلاع‌رسانی، عامل مهمی در جهت تشویق به استفاده معقول‌تر از آب تلقی می‌شوند. • پخش‌های رسانه‌ای می‌توانند به‌طور موقت تقاضای آب را حدوداً ۲ تا ۵ درصد کاهش دهند. • اثربخشی این کمپین‌ها به وضوح مشخص نیست و می‌تواند از ۰ تا ۸ درصد متغیر باشد.
نصب تجهیزات کاهنده مصرف آب	<ul style="list-style-type: none"> • صرفه‌جویی قابل توجه در مصرف آب با استفاده از سردوش‌های کم‌مصرف. • در ایالات متحده مصرف آب خانگی می‌تواند از طریق برنامه‌های «نوسازی»^۱ به میزان ۹-۱۲ درصد کاهش یابد، یا از طریق تعویض کامل لوازم خانگی با لوازم بسیار کارآمدتر و تعمیر نشت‌های قبلی (مانند نشت توالت یا سایر نشت‌ها) به میزان ۳۰-۵۰ درصد کاهش پیدا کند.

۳-۱- تعرفه‌گذاری

تعرفه‌گذاری آب، یکی از راهکارهای مهم برای مدیریت بهینه منابع آب، به‌ویژه در شرایط کم‌آبی و بحران‌های محیط‌زیستی می‌باشد. در این زمینه، توجه به مفاهیمی همچون کشش قیمت و تابع تقاضا ضروری می‌باشد. همچنین، روش‌ها و گزینه‌های مختلفی برای تعیین قیمت آب وجود دارد.

کشش قیمت و تقاضای آب: تقاضا به طور کلی در علم اقتصاد به علاقه و تمایل مصرف‌کنندگان برای خرید کالا یا خدمات خاص اشاره دارد. در زمینه آب، این مفهوم معمولاً معادل «نیاز آبی» در نظر گرفته می‌شود. اصولاً، طبق قانون کلی اقتصاد، با کاهش قیمت یک کالا، تقاضا برای آن کالا افزایش می‌یابد، زیرا نیاز واقعی به آن کالا به هر قیمتی باید تأمین شود. کشش تقاضا به واکنش مصرف‌کنندگان نسبت به تغییرات قیمت اشاره دارد. در این زمینه، کشش قیمت به عنوان یک شاخص کلیدی مطرح است که به معنی درصد تغییر در میزان تقاضا به ازای یک درصد تغییر در قیمت است. در خصوص کشش قیمت آب، این شاخص به سنجش میزان تمایل مصرف‌کنندگان به کاهش یا افزایش مصرف آب در پاسخ به تغییرات قیمت می‌پردازد. به عبارت دیگر، کشش قیمت آب میزان تغییر در تقاضا را به ازای تغییرات قیمتی نشان می‌دهد؛ یعنی چگونه افزایش قیمت آب می‌تواند منجر به کاهش مصرف آب و کاهش قیمت آن به افزایش مصرف

آب منجر شود. شکل (۲) رابطه بین عوامل مختلف مرتبط با کشش قیمت را نمایش می‌دهد.

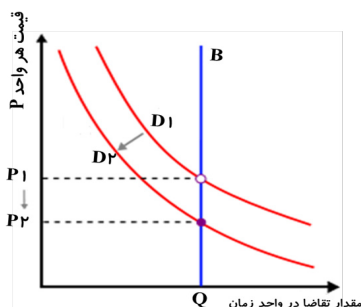


شکل ۲- رابطه بین روندهای عوامل مختلف مرتبط با کشش قیمت

از مطالعات گزارش شده تاکنون می‌توان یک نتیجه استخراج نمود: تقاضا نسبت به افزایش قیمت دارای نوسان است. از طرف دیگر بین مقادیر محاسبه شده، ارتباط و تناسبی دیده نمی‌شود و این می‌تواند به دلیل نتیجه به کار بستن روش‌های گوناگون (قیمت متوسط، حاشیه‌ای، ...) در پژوهش‌ها باشد. همچنین باید در نظر داشت که تعرفه‌ها علاوه بر معقول بودن، بایستی عادلانه نیز باشند. مصارف مسکونی به دلیل برخی عوامل از پیچیدگی بالاتری برخوردارند. تفاوت در عواملی مانند نوع منازل (آپارتمان یا ویلا)، بعد خانوار (تعداد ساکنین هر خانه)، فصل و نیازهای متغیر، و ... موجب این پیچیدگی می‌گردند. عدم توجه به این تفاوت‌ها، موجب بی‌عدالتی در تعیین تعرفه‌ها می‌گردد (جدول ۵). گرچه، محدودیت‌های موقت (مثلاً فصلی) منابع آب ممکن است شرکت‌های آب و فاضلاب را وادارند تا موقتاً برای مشتریان، بدون توجه به عدالت، محدودیت اعمال نمایند.

جدول ۵- عوامل تمایز در تعرفه‌گذاری آب خانگی

عامل	ناعادلانه	عادلانه
خانوار	ثابت: بدون توجه به تعداد نفرات ساکن هر واحد مسکونی؛ مثلاً ۲۰ مترمکعب در ماه برای هر خانه (فرض بعد خانوار ثابت)	متغیر: با توجه به تعداد نفر ساکن هر واحد مسکونی؛ مثلاً ۴ مترمکعب در ماه برای هر نفر
تفاوت فصلی	قیمت ثابت در تمام فصول بدون توجه به مصارفی چون کولر آبی و آبیاری (و کمک به فضای سبز شهری)	تعدیل قیمت در تابستان برای حد معقول این‌گونه کاربری‌ها، به‌ویژه برای درختان (کمک به فضای سبز شهری)
تفاوت نوع مسکن	ثابت برای آپارتمان و ویلا (بدون توجه به فضای سبز)	متغیر برای این دو
تفاوت درآمد خانوار	یکسان برای همه اقشار و دارای قیمت از یک لیتر تا هر مقدار	تا حد ۵۰ لیتر در روز مجانی (حمایت از اقشار ضعیف)؛ و مازاد با بهای متفاوت (تابعی از مساحت زمین و منطقه مسکونی، به‌عنوان یک شاخص میزان برخورداری خانوار)



شکل ۳- توابع تقاضا

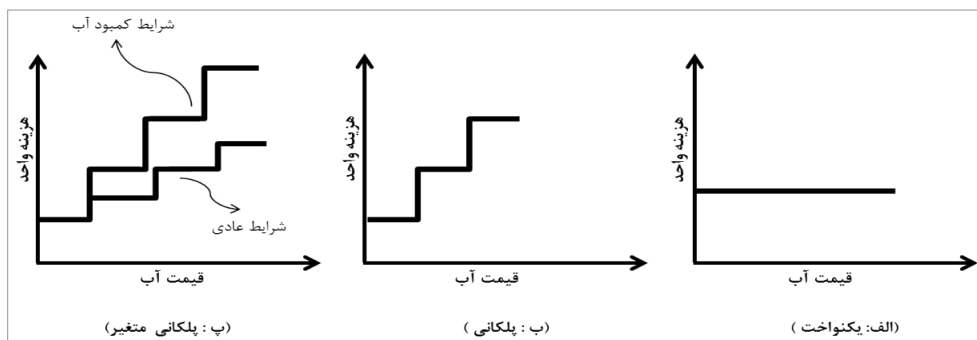
تابع تقاضا: تابع تقاضا که در شکل (۳) نشان داده شده است، ارتباط بین مقدار کالا و تمایل خریدار به خرید با قیمت معین را نشان می‌دهد. منحنی‌های تابع تقاضا عموماً دارای شیب منفی هستند. منحنی‌های D_1 ، نمونه تقاضای معمول هستند که نشان می‌دهند که هرچه قدر قیمت کم‌تر، تقاضا بیش‌تر خواهد شد. اما منحنی B ، منحنی تقاضایی است که در آن رابطه‌ای میان تقاضا و قیمت مشاهده نمی‌شود. این حالت صرفاً در نیازهای بسیار مبرم (نیازی که به هر قیمت بایستی برآورده گردد) می‌تواند مصداق یابد.

گزینه‌های قیمت‌گذاری: به طور سنتی تاکنون متولیان آب، افزایش تقاضای آب را با تأمین آب بیش‌تر (و نه تغییر قیمت) پاسخ داده‌اند. افزایش قیمت آب برای مصارف خانگی به منظور کنترل تقاضای یک راه‌حل جدی و مؤثر است که بایستی بدان بیشتر پرداخته شود. شکل (۴) گزینه قیمت‌گذاری آب را نمایش می‌دهد: ۱- قیمت یکنواخت (شکل ۴- الف)؛ ۲- قیمت پلکانی با در نظر گرفتن حداقل نیاز شرب و بهداشتی (شکل ۴- ب)؛ ۳- قیمت پلکانی متغیر (فصلی، خشکسالی/ترسالی) با در نظر گرفتن حداقل نیاز شرب و بهداشتی (شکل ۴- پ). قیمت‌گذاری پلکانی متغیر، روشی است که هم‌زمان دو منظور را برآورده می‌سازد. ۱- جبران هزینه‌های تأمین و توزیع آب، ۲- معقول ساختن مصرف در شرایط محدودیت منابع.

در تمامی حالات فوق می‌توان مقدار هزینه ماهانه را ثابت در نظر گرفت. از دو منحنی ارائه شده در شکل (۴- پ) منحنی بالایی مربوط به شرایط کمبود آب و منحنی پایینی مربوط به

شرایط عادی می‌باشد. گرچه در حداقل مصرف (نیازهای شرب و بهداشتی) هردو منحنی بر هم منطبق‌اند، اما در پلکان‌های بعدی کاملاً مشهود است که قیمت در شرایط کمبود به سرعت افزایش می‌یابد و لذا منجر به کاهش تقاضای آب خواهد شد.

به‌طور کلی می‌توان گفت، قیمت‌گذاری آب به عنوان یک ابزار مدیریت تقاضا ممکن است در برخی موارد به حفظ آب کمک کند، اما این رویکرد در همه شرایط مؤثر نیست. تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش قیمت‌ها، همیشه عامل اصلی در کاهش مصرف آب نیست و اقداماتی مانند سرمایه‌گذاری در تعمیر و نگهداری زیرساخت‌ها، اجرای مقررات، نصب کنتورهای فردی و کمپین‌های آگاهی‌رسانی عمومی برای تشویق به صرفه‌جویی در مصرف آب، تأثیر بیشتری در حفاظت از منابع آب دارند. دلیل این امر آن است که هزینه‌های آب و فاضلاب، معمولاً سهم کمی از درآمد خانوار را تشکیل می‌دهد، به همین دلیل تغییر قیمت‌ها تأثیر چشمگیری بر رفتار مصرفی مردم ندارد (Tortajada و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ۴- گزینه‌های مختلف قیمت‌گذاری آب

۲-۲- اصلاح فرآیند تخصیص و تحویل آب

فرآیند تخصیص آب به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که برای تعیین و تخصیص منابع آب به مصرف‌کنندگان مختلف (کشاورزی، شهری، صنعتی و غیره) انجام می‌شود. در صورت تخصیص مناسب و سازگار با نوسانات آب، اطمینان از استفاده بهینه و عادلانه از منابع آبی در دسترس و پاسخگویی به نیازهای متنوع و متغیر مصرف‌کنندگان حاصل می‌گردد. لذا برای مدیریت مؤثر تقاضای آب، نیاز است که متولیان منابع آب از روش‌های مختلف تخصیص موجود و پیامدهای آن‌ها بر منابع آبی، آگاهی داشته باشند. در زمینه تخصیص منابع آبی، توجه به نکات زیر حائز اهمیت می‌باشد:

الف) فرآیند تخصیص آب در تمامی بخش‌های مصرفی (کشاورزی، شهری، صنعت) در کشور قابل تقسیم به دو نوع می‌باشد. (۱) روش‌های سنتی: که عموماً مبتنی بر تقسیم آب بر اساس سهم (و نه حجم) شکل گرفته است. این سیستم بیشتر به نوسانات آب و هوایی واکنش نشان می‌دهد و به شرایط تغییرات اقلیمی سازگار است. نمونه‌ای از این سیستم، عبارتند از: حقاچه‌های قدیمی‌تر

مانند برداشت آب از قنوت، چشمه‌ها و برخی از دهانه‌های آبگیر. همچنین بیش‌تر قراردادهای تحویل آب در پایاب سدها نیز از همین قاعده پیروی می‌نمایند. (۲) روش‌های نوین: در این سیستم، مجوزهای برداشت آب از چاه‌ها عموماً بر اساس ساعت کارکرد و دبی صادر می‌گردند. این نوع مجوزها اشاره به برداشت حجم ثابت داشته و لذا با نوسان تجدیدپذیری منابع آب (نوسانات آب و هوایی/ اقلیمی) انطباق ندارند؛ چنین مجوزهایی در شرایط کاهش تجدیدپذیری منابع آب در نتیجه یک خشکسالی طولانی، منجر به افت آبخوان می‌گردد. این روش معمولاً در شرایطی که نیاز به برنامه‌ریزی دقیق‌تر و کنترل بیش‌تری است، به کار می‌رود. در حال حاضر، حریم‌های هیدرولیکی در مقوله تخصیص آب لحاظ می‌گردد، اما توجه کافی به حریم‌های هیدرولوژیکی صورت نمی‌گیرد. منظور از حریم هیدرولیکی، حفظ فاصله کافی بین چاه جدید تا نقاط برداشت موجود است؛ به نحوی که چاه جدید اثر منفی بر نقاط برداشت موجود نداشته باشد. منظور از حریم هیدرولوژیکی، توجه به وابستگی منابع آب یک حوضه اعم از سطحی و زیرزمینی، از بالادست تا پایین‌دست می‌باشد؛ به

نحوی که پایایی منابع آب موجود حوضه و پایایی برداشت از این منابع (در نقاط برداشت موجود) حفظ گردد. نتیجه این نقص در مدیریت، برداشت بیش از حد منابع آب و بحران‌های آبی ناشی از آن است. به‌ویژه، عدم توجه به حریم هیدرولوژیکی موجب خشک شدن قنوات و چاه‌ها و افزایش رقابت مخرب میان بهره‌برداران از منابع عمومی شده است. برای رفع این مشکلات، پیشنهاد می‌شود که مجوزهای برداشت آب بر اساس سهم‌بندی منابع و با در نظر گرفتن حقابه‌های قدیمی صادر شوند و میزان برداشت به کمتر از ۷۵ درصد آب تجدیدپذیر محدود گردد تا فشار بر منابع کاهش یابد و پایایی منابع آب حفظ شود.

پ) با هدف افزایش بهره‌وری در شرایط کمبود آب، آب‌بران اقدام به جلوگیری از تلفات آب و یا بازچرخانی آب می‌کنند. این عمل در نهایت نتیجه عکس داشته و منجر به افزایش مصرف آب (مصرف به معنای برداشت منهای برگشت) می‌گردد؛ و در حوضه‌ای که دارای عدم تعادل است و از افت مزمن کمیت و کیفیت آب رنج می‌برد، افزایش مصارف به هیچ وجه قابل تحمل نیست. به عنوان مثال، اگر در کشاورزی با آبیاری سطحی سنتی، بخش زیادی از آب مصرفی به منابع زیرزمینی باز می‌گردد و در پایین دست قابل بازیابی است؛ اما با استفاده از فناوری‌های جدید مانند لوله‌کشی، بخش بیشتری از آب به مصرف نهایی می‌رسد و بنابراین آب برگشتی کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند منجر به کاهش دسترسی پایین دست به آب و تشدید بحران آب در حوضه شود.

با این حال، چنانچه واحدی با تغییر فناوری درصدد افزایش بهره‌وری آب باشد، صرفاً حق دارد تا فقط روی سهم مصرفی خویش تمرکز نماید. زیرا آب برگشتی منبعی برای تأمین آب آب‌بران پایین دست می‌باشد. در واقع تخصیص آب به یک واحد (کشاورزی/صنعتی/خدماتی)، هم بر مبنای مجوز برداشت و هم با توجه به فناوری کاربرد آب در آن واحد باید برنامه‌ریزی گردد؛ و هرگونه تغییر فناوری بایستی مجدداً مبنای تعدیل تخصیص قرار گیرد. غفلت از این مهم موجب رشد مصرف آب در حوضه می‌شود؛ و لذا در شرایط وخیم، قطعاً منجر به تشدید وضعیت آب خواهد گردید. علاوه بر کمیت آب برگشتی، کیفیت آن نیز نقشی اساسی در نگهداری و حفاظت از منابع آب دارد. مدیریت تقاضا، تا جای ممکن در مجوزهای بهره‌برداری از منابع آب بایستی حداقل کیفیت آب برگشتی را نیز مشخص و معین نماید؛ و البته برای عدم برگشت آب با حجم و کیفیت معین، بایستی جریمه‌های بازدارنده تصویب و اعمال گردد.

۳-۳- ضوابط اجباری، مشوق‌ها و بازدارنده‌های مالی

با توجه به اهمیت مدیریت تقاضا، تدوین ضوابط یا قوانین و نیز اجباری کردن برخی ضوابط (تعریف استاندارد) برای کاهش

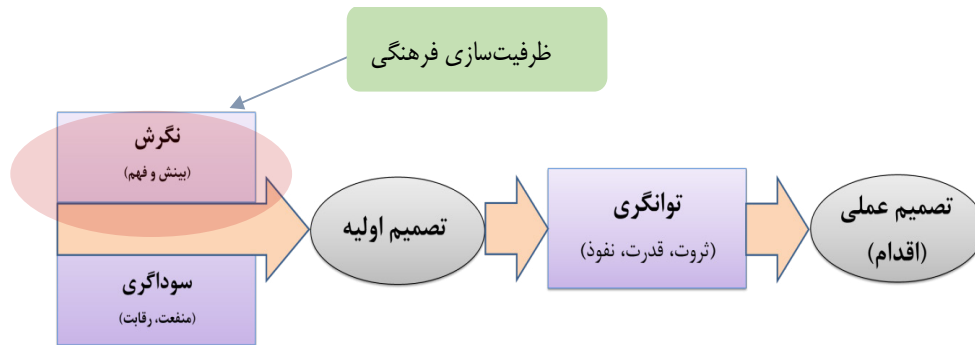
مصرف آب، ضروری به نظر می‌رسد. به عنوان مثال، ضوابط اجباری می‌تواند صنایع را ملزم به بازچرخانی آب برگشتی و کاهش آلودگی به حدی معین نماید که این امر منجر به استفاده چندباره از آب خواهد شد. علاوه بر این، بازچرخانی موجب کاهش حجم فاضلاب دفع شده به محیط می‌گردد که از لحاظ محیط‌زیستی مطلوب است. متقابلاً به دلیل وجود ضوابط اجباری برای دفع فاضلاب (کاهش آلاینده‌ها) نیاز برای تصفیه کامل فاضلاب اغلب منجر به افزایش استفاده مجدد از آب شده است. پرداخت مشوق‌های مالی به‌طور مستقیم (به واحد تولیدی) یا غیر مستقیم (یارانه به تولید کننده تجهیزات بازچرخانی و تصفیه)، روند کاهش تقاضای آب برای صنعت را تشدید می‌نماید.

از طرفی، افزایش جریمه‌های مؤثر و فوری برای صنایع متخلف که آلودگی بیش از حد مجاز، تولید و دفع می‌کنند، انگیزه‌ای قوی برای کاهش مصرف آب فراهم می‌آورد. در صورتی که جریمه‌ها بر مبنای حجم فاضلاب تخلیه شده اعمال شوند، صنایع به افزایش سهم بازچرخانی آب ترغیب خواهند شد و حجم نهایی فاضلاب کاهش خواهد یافت. اگر این جریمه‌ها بر اساس میزان آلاینده‌ها وضع شوند، صنایع به نصب تأسیسات تصفیه فاضلاب تشویق خواهند شد که این تأسیسات، فاضلاب را با کیفیت بالاتری تصفیه می‌کنند و این آب تصفیه شده می‌تواند به جای تخلیه، مجدداً در فرآیند تولید استفاده شود. به طور کلی، تنظیم جریمه‌ها بر اساس هر دو معیار حجم و آلودگی بهترین راهکار است که به طور همزمان بازچرخانی آب (=کاهش تقاضا) و تصفیه فاضلاب (=کاهش آلودگی) را تقویت می‌کند.

۳-۴- ظرفیت‌سازی فرهنگی

(Tortajada و همکاران، ۲۰۱۹) بیان کردند که پویش‌های آموزشی می‌توانند تأثیر مثبتی بر رفتار خانوارها در انتخاب فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب و ایجاد عادات صرفه‌جویی داشته باشند.

یکی دیگر از روش‌های مدیریت تقاضا، افزایش درک و پذیرش مصرف‌کنندگان از «محیط طبیعی، منابع آب و عواقب رفتار غیرمسئولانه نسبت به این دو» می‌باشد. برای درک بهتر اثر این روش بر الگوی رفتار کنشگران (افراد حقیقی یا حقوقی)، در شکل (۵) عوامل مؤثر بر موضع‌گیری ایشان در فضای کنشگری نمایش داده شده است. در شکل مشهود است که اقدام هر کنشگر نتیجه سه عنصر توانگری، سوداگری و منفعت‌طلبی، و نگرش وی است. ظرفیت‌سازی فرهنگی به دنبال تغییر نگرش کنشگر نسبت به شرایط پیرامونش از طریق رشد «جامع‌نگری» و «واقع‌بینی» وی می‌باشد.



شکل ۵- مدل رفتار کنشگران

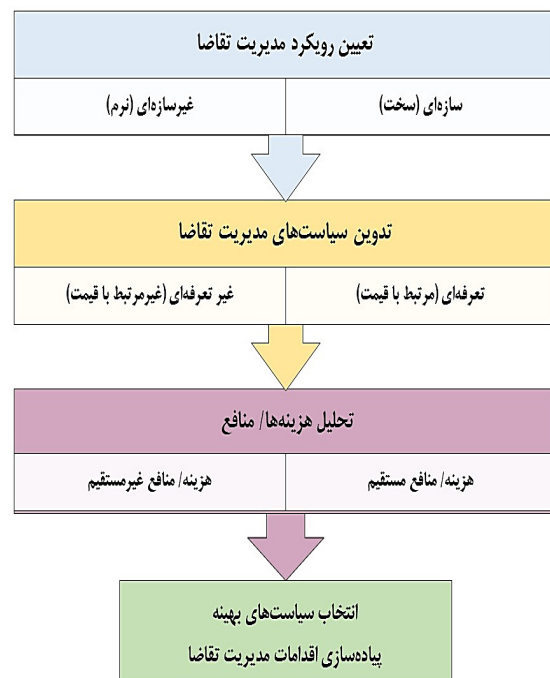
نتیجه‌گیری

در مواجهه با چالش‌های پیچیده مدیریت منابع آب، تدوین استراتژی‌های مؤثر برای مدیریت تقاضا امری حیاتی است. یکی از اصلی‌ترین ابزارها در این راستا، قیمت‌گذاری مناسب آب است که باید به گونه‌ای طراحی شود که به کاهش مصرف و افزایش کارایی منجر گردد. این سیاست باید به نحوی تنظیم شود که هزینه‌های واقعی آب را بازتاب دهد و برای افراد و صنایع، انگیزه مالی برای کاهش مصرف و استفاده از فناوری‌های بهره‌وری آب را فراهم کند. علاوه بر این، فرهنگ‌سازی و آموزش به عنوان ابزاری کلیدی در تغییر رفتار مصرف‌کنندگان و ارتقاء آگاهی عمومی در مورد اهمیت مدیریت تقاضا و مصرف بهینه آب بسیار مهم است. این امر می‌تواند از طریق برنامه‌های آموزشی، پوشش‌های عمومی و ارتقاء آگاهی در مورد تأثیرات محیطی و اقتصادی مصرف آب، حاصل گردد.

نقش سازمان‌ها و نهادهای متولی حوزه آب و فاضلاب در این فرآیند نیز بسیار اساسی است. آن‌ها بایستی به عنوان نهادهای اجرایی و نظارتی، در تدوین و پیاده‌سازی سیاست‌های قیمت‌گذاری و همچنین برنامه‌های فرهنگی و آموزشی فعال باشند. همچنین، بایستی علاوه بر نظارت بر اجرای درست سیاست‌های قیمتی، با فراهم کردن ابزارها و زیرساخت‌های لازم برای مدیریت تقاضا و بهینه‌سازی مصرف آب، نقش کلیدی ایفا کنند. در نهایت، بایستی تأکید نمود که با ترکیب بهینه‌ای از انواع سیاست‌های اقتصادی، ابزارهای اجرایی و فرهنگ‌سازی، می‌توان به نتیجه مطلوب در مدیریت تقاضا و کاهش بحران‌های مربوط به منابع آب رسید. لذا، توجه توأمان به اقتصاد، ابزارها و فرهنگ‌سازی به عنوان اصول اصلی چارچوب پیاده‌سازی مدیریت تقاضا، برای دستیابی به راه‌حل‌های پایدار و مؤثر ضروری است.

نتیجه دیگر ناشی از تغییر نگرش کنشگران، تغییر در سوداگرایی ایشان است. بدین معنی که کسب فهم عمیق‌تر از پیرامون (یعنی واقع‌بینی) و نیز دانستن پیامد رفتارهای نابخردانه بر پیرامون (یعنی جامع‌نگری)؛ موجب آن می‌شود که: «آن‌چه را تا دیروز منفعت می‌پنداشته، امروز خسارت بداند». برای مثال آب‌برانی که به جان آب زیرزمینی افتاده و آن را تاراج می‌نمایند، هرگاه به این درک برسند که عاقبت این رفتار به ضرر همه آن‌هاست، به احتمال زیاد به دنبال راه‌حلی جمعی برای توقف این تاراج خواهند بود.

در مجموع براساس مطالعات انجام شده و موارد ذکر شده در این بخش می‌توان چارچوب کلی پیاده‌سازی مدیریت تقاضا را به شرح شکل (۶) ترسیم نمود.



شکل ۶- چارچوب پیاده‌سازی مدیریت تقاضا آب

partment of Water Affairs and Forestry, Pretoria, south africa.

IUCN. (2000). Vision for Water and Nature: A World Strategy for Conservation and Sustainable Management of Water Resources in the 21st Century. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.

Khumalo, S. (2013). Water crisis in cities: an investigation into the contribution of water demand management towards mitigating the scarcity of potable water in the city of Bulawayo. University of South Africa, Pretoria. <http://hdl.handle.net/10500/13785>

Poff, N. L., Brown, C. M., Grantham, T. E., Matthews, J. H., Palmer, M. A., Spence, C. M., Wilby, R. L., Haasnoot, M., Mendoza, G. F., Dominique, K. C., & Baeza, A. (2016). Sustainable water management under future uncertainty with eco-engineering decision scaling. *Nature Climate Change*, 6 (1), 25–34. Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nclimate2765>

Ray Biswas, R., Sharma, R., Gyasi-Agyei, Y., & Rahman, A. (2023). Urban water security: water supply and demand management strategies in the face of climate change. *Urban Water Journal*, 20(6), 723–737. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2023.2209549>

Stavenhagen, M., Buurman, J., & Tortajada, C. (2018). Saving water in cities: Assessing policies for residential water demand management in four cities in Europe. *Cities*, 79, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.03.008>

Tortajada, C., González-Gómez, F., Biswas, A. K., & Buurman, J. (2019). Water demand management strategies for water-scarce cities: The case of Spain. *Sustainable Cities and Society*, 45, 649–656. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.044>

1-Water Demand Management

2-Department of Water Affairs and Forestry

3-International Union for Conservation of Nature

4-IWRM: Integrated Water Resources Management

5-Water Conservation

۶- این استانداردها شامل مجموعه‌ای از قوانین و مقررات فنی هستند که به نحوه نصب، طراحی و نگهداری سیستم‌های لوله‌کشی و تجهیزات مرتبط با آب می‌پردازند. هدف آن‌ها این است که اطمینان حاصل کنند که سیستم‌های آبرسانی به طور مؤثر عمل کرده و در عین حال مصرف آب را به حداقل برسانند. به عنوان مثال، استانداردهای لوله‌کشی می‌توانند شامل الزامات برای استفاده از تجهیزات با کارایی بالا یا طراحی سیستم‌های لوله‌کشی به گونه‌ای باشند که از نشت و هدررفت آب جلوگیری کنند.

۷- این برچسب‌ها برای محصولات و تجهیزات مختلف، از جمله لوازم بهداشتی مانند شیرآلات و دستشویی‌ها، استفاده می‌شوند. برچسب‌گذاری کارایی اطلاعاتی درباره میزان مصرف آب محصول را ارائه می‌دهد و مصرف‌کنندگان را قادر می‌سازد تا انتخاب‌های آگاهانه‌تری داشته باشند. این برچسب‌ها معمولاً نشان‌دهنده کارایی آب محصول هستند و به آن‌ها کمک می‌کند تا کالاهایی را که مصرف آب پایین‌تری دارند، شناسایی کنند.

8-Retrofit Programs

منابع

داوری، ک، اسلامی، الف، عمرانیان، ح، درخشان، ه، و سالاریان، م. (۱۴۰۳). مدیریت آب (منابع و کاربردها). چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد مشهد.

Abu-Bakar, H., Williams, L., & Hallett, S. H. (2021). A review of household water demand management and consumption measurement. *Journal of Cleaner Production*, 292, 125872. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125872>

Arfanuzzaman, M., & Atiq Rahman, A. (2017). Sustainable water demand management in the face of rapid urbanization and ground water depletion for social-ecological resilience building. *Global Ecology and Conservation*, 10, 9–22. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.01.005>

DWAF. (1999). Water Conservation and Demand Management National Strategy Framework. De-