



## مدیریت هوشمند خشکسالی و کم‌آبی در ایران: از تجارب منطقه‌ای تا انقلاب هوش مصنوعی



دکتر پژمان طاهری

### شرکت مهندسی آب و فاضلاب استان تهران و عضو هیئت مدیره انجمن آب و فاضلاب ایران

ایران طی سه دهه گذشته با خشکسالی‌های مستمر و تشدید تنش آبی مواجه بوده، وضعیتی که امنیت آبی کشور را به چالشی اساسی بدل ساخته است. اثرات ترکیبی تغییر اقلیم، رشد جمعیت و الگوهای مصرف ناپایدار، بسیاری از مناطق کشور را به شرایط کم‌آبی مزمن سوق داده است. برخلاف دهه‌های گذشته که دوره‌های خشکسالی با فواصل ترمیم همراه بود، امروز شاهد ناترازی دائمی میان عرضه و تقاضای آب هستیم. این واقعیت، ضرورت تغییر رویکرد و گذار از مدیریت مبتنی بر تأمین به مدیریت تطبیقی و تقاضامحور را اجتناب‌ناپذیر ساخته و تاب‌آوری ملی آب را به یک الزام بدل کرده است.

تجارب منطقه‌ای کشورهای خشک و نیمه‌خشک، در خاورمیانه و شمال آفریقا، به‌ویژه عراق، ترکیه و اردن، نکات مهمی برای ایران به همراه دارد. عراق با کاهش جریان رودخانه‌ها به دلیل ساخت سد در بالادست و خشکسالی‌های طولانی، ناچار به اتکا بیشتر به منابع آب زیرزمینی و بازسازی سیستم‌های آبیاری شده است. ترکیه با ساخت سدهای بزرگ، مدیریت یکپارچه حوضه‌های آبریز و توسعه آبیاری نوین، بهره‌وری منابع آبی خود را افزایش داده است. اردن نیز در شرایط خشکسالی و بحران، به ترویج فناوری‌های صرفه‌جویی آب و اجرای پروژه‌های بازچرخانی روی آورده است. در کنار این کشورها، نمونه‌هایی موفق مانند فلسطین اشغالی، تونس و مراکش در مناطقی با اقلیم مشابه و استرالیا در آن سوی دنیا با راه‌کارهایی هم‌چون بازچرخانی آب، بازیابی منابع، آبیاری سازگار با اقلیم، مدیریت یکپارچه منابع، مشارکت نهادهای مردمی و ارتقای آگاهی عمومی، توانسته‌اند تاب‌آوری خود را افزایش دهند. درحالی‌که معیار ایده‌آل‌ترین تاب‌آوری ۱/۰۰ (۱۰۰٪) است و برای بسیار از جوامعی که نام برده شد این معیار استخراج شده و برنامه‌های مدیریت منابع آب در جهت ارتقای آن به صورت کمی در حال اجرا است، هنوز حدود معیار تاب‌آوری آبی برای ما ناشناخته مانده است. نگاهی به تجارب بیان شده نشان می‌دهد که نوآوری فناوریانه، اصلاح سیاست‌ها، ارتقای مدیریت ها و مشارکت جامعه، ارکان اصلی افزایش تاب‌آوری در برابر خشکسالی و کم‌آبی در اقلیم‌های خشک و

نیمه خشک هستند.

در شرایط تداوم کم‌آبی، تخصیص هوشمند منابع موجود به محور اصلی مدیریت پایدار تبدیل می‌شود. در همین راستا، پیشرفت‌های هوش مصنوعی و کارایی آن تحلیل داده‌ها، امکان پایش لحظه‌ای مصرف، بارش، کیفیت آب و وضعیت زیرساخت‌ها را فراهم آورده است. با اتکاء به این فناوری، سازمان‌های مسئول تأمین و توزیع آب می‌توانند توزیع را بهینه، تلفات را کاهش و در شرایط بحران، مصارف حیاتی را در اولویت قرار دهند. ادغام پایش‌های هوشمند و تحلیل‌های پیش‌بینی‌گر و مدیریت بر مبنای گزینه‌های تصمیم‌یار، دیگر یک آرمان آینده‌نگرانه نیست، بلکه ضرورتی عملی برای تخصیص، تأمین و توزیع کارآمد منابع آب است.

از دیگر سو هزینه‌های بالا و پیچیدگی‌های انتقال آب از منابع دریایی دوردست و نگرانی از اثرات نامطلوب ناشی از انتقال آب بین حوزه‌های، لزوم تمرکز بر بهره‌برداری بهینه از منابع موجود را دوجندان کرده است. آب‌های زیرزمینی که زمانی به‌عنوان ذخیره پنهان تلقی می‌شدند، اکنون تحت فشار بی‌سابقه قرار گرفته‌اند. در این شرایط، رویکرد احیای هوشمند و مدیریت‌شده سفره‌های زیرزمینی، بازیابی ذخایر زیرزمینی با پساب کلان شهرها و بازچرخانی آب، راه‌کاری عملی، زودبازده و مقرون به صرفه در مقایسه با طرح‌های بزرگ انتقال و هزینه‌های تصاعدی مدیریت آب بدون درآمد (برای بخش‌های هدررفت واقعی و هدر رفت ظاهری به‌جز مؤلفه مصارف غیرمجاز) هستند. این رویکرد نه تنها تاب‌آوری سامانه‌های آبی محلی را افزایش می‌دهد، بلکه با روندهای جهانی مدیریت چرخشی آب، جایی که هر قطره آب ارزشمند تلقی می‌شود و دوباره به چرخه بازمی‌گردد نیز، هم‌سو است. عامل کلیدی تحقق این اقدامات، گذار به حکمرانی مشارکتی و تطبیقی آب است. وضعیت موجود حاصل از ساختارهای حاضر مدیریت آب هستند که تاکنون آزموده شده‌اند و این چنین نمایانده‌اند که در مواجهه با چالش‌های پیچیده و پویا، کارآمدی پایینی داشته‌اند. توانمندسازی ذی‌نفعان محلی، تقویت همکاری‌های بین‌بخشی، ادغام دانش علمی در فرآیند تصمیم‌گیری و نوسازی مدیریت با تریق تدریجی متخصصین جوان، گام‌های اساسی برای ساخت آینده‌ای تاب‌آور در حوزه آب کشور است. تجربه کشورهایی که موفق به عبور از بحران‌های آبی شده‌اند، نشان می‌دهد که حکمرانی فراگیر و نوآوری فناوریانه، حتی در شرایط دشوار نیز می‌تواند به نتایج پایدار منجر شود.

در پایان، خاطر نشان می‌شود که همگرایی تجارب منطقه‌ای، پیشرفت‌های فناوریانه و حکمرانی مشارکتی، فرصت کم‌نظیری برای بازتعریف رویکرد ایران در مواجهه با خشکسالی و کم‌آبی فراهم می‌آورد. پذیرش مدیریت هوشمند، بهره‌گیری از تجارب منطقه‌ای و استفاده از ظرفیت علمی و اجرایی متخصصین داخلی، بین‌المللی و جوانان، می‌تواند بخش آب کشور را به الگویی از تاب‌آوری و نوآوری بدل سازد، چرا که ظرفیتی که در کشور وجود دارد می‌تواند همه این عوامل را بخوبی جذب نماید. در خاتمه این فرصت را مغتنم شمرده و با توجه به پتانسیل‌های اجرایی، ظرفیت‌های مهندسی و علمی آب و فاضلاب، دسترسی به متخصصین و نیز امکان فراهم آمده برای استفاده از تجارب بین‌المللی، برگزاری یک رویداد مستقل با محوریت عنوان این پیشگفتار را به مراجع آب و فاضلاب کشور پیشنهاد می‌نمایم.