



یادداشت کوتاه



محمد جواد عبادی

سید حسین سجادی فر

شرکت آب فاضلاب استان تهران

## نقش هوش مصنوعی در حکمرانی داده محور آب

مهاجرت تأثیر می‌گذارند. هوش مصنوعی امکان می‌دهد تا این پیوندها به صورت یکپارچه بررسی شده و آثار کوتاه مدت و بلندمدت تصمیم‌ها پیش از اجرا ارزیابی شوند.

یکی از چالش‌های ساختاری حکمرانی آب، نحوه تعریف شاخص‌های عملکرد در بخش‌های مختلف است. هر بخش بر اساس مأموریت‌های قانونی و اهداف تخصصی خود ارزیابی می‌شود، اما این شاخص‌ها اغلب بازتاب‌دهنده کامل پیامدهای فرابخشی تصمیم‌ها نیستند. برای نمونه، موفقیت در افزایش تولید یا صادرات محصولات کشاورزی ممکن است از نظر اقتصادی یک دستاورد تلقی شود؛ اما اگر این موفقیت متکی بر کشت محصولات آب‌بر و شیوه‌های غیراصولی آبیاری و کشت باشد، هزینه‌های زیست‌محیطی آن در بلندمدت بسیار فراتر از منافع کوتاه‌مدت خواهد بود. این هزینه‌ها معمولاً به شکل پراکنده و غیرمستقیم ظاهر می‌شوند و در ارزیابی عملکرد هیچ بخشی به طور کامل انعکاس نمی‌یابند.

این وضعیت لزوماً ناشی از تعارض منافع یا بی‌توجهی به محیط‌زیست نیست، بلکه بیشتر نشان‌دهنده فقدان ابزارهایی است که بتوانند تصویر جامعی از منافع و هزینه‌ها در سطح ملی ارائه دهند. در اینجا هوش مصنوعی می‌تواند نقش کلیدی در هم‌راستاسازی شاخص‌ها ایفا کند. با کمک مدل‌های هوشمند، امکان کمی‌سازی آثار زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی سیاست‌ها فراهم شده و تصمیم‌گیران می‌توانند ارزش واقعی گزینه‌های مختلف را با نگاهی جامع‌تر مقایسه کنند. این رویکرد زمینه را برای تعریف شاخص‌هایی فراهم می‌سازد که علاوه بر کارایی بخشی، پایداری سرزمینی را نیز مدنظر قرار می‌دهند. در این چارچوب، ادغام حسابداری

ایران سرزمینی است که شکل‌گیری تمدن آن با درک عمیق از محدودیت‌های آبی و ضرورت سازگاری با اقلیم خشک و نیمه‌خشک گره خورده است. تجربه‌های تاریخی مدیریت آب در این سرزمین نشان می‌دهد که پایداری و حفاظت از منابع آبی، همواره حاصل تعادل میان بهره‌برداری و نگهداری بوده است. با این حال، در دهه‌های اخیر، افزایش فشارهای اقلیمی، رشد تقاضا، توسعه فعالیت‌های اقتصادی و پیچیده‌تر شدن روابط میان‌بخشی، حکمرانی آب را با چالش‌هایی روبه‌رو کرده که پاسخ به آن‌ها نیازمند رویکردهایی فراتر از ابزارهای سنتی تصمیم‌گیری است.

در چنین بستری، هوش مصنوعی به عنوان یکی از دستاوردهای برجسته عصر داده، فرصتی نوین برای ارتقای کیفیت حکمرانی آب فراهم کرده است. این فناوری نه به منزله جایگزینی تجربه مدیریتی یا دانش تخصصی موجود، بلکه به عنوان ابزاری کمکی برای تصمیم‌سازی آگاهانه‌تر، شفاف‌تر و آینده‌نگرانه قابل بهره‌برداری است. در سطح جهانی، استفاده تدریجی از هوش مصنوعی در مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی کشاورزی و حفاظت از محیط‌زیست نشان داده که تصمیم‌های مبتنی بر تحلیل داده‌های جامع، از پایداری و مقبولیت بیشتری برخوردارند.

ویژگی برجسته هوش مصنوعی، توانایی آن در تحلیل هم‌زمان روابط پیچیده و چندسطحی است. این قابلیت در حوزه آب اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا تصمیم‌ها معمولاً پیامدهایی فراتر از یک بخش یا بازه زمانی مشخص دارند. برای مثال، سیاست‌های حوزه کشاورزی علاوه بر آثار اقتصادی، بر منابع آب زیرزمینی، کیفیت خاک، سلامت تالاب‌ها و حتی الگوهای

آب در حکمرانی داده‌محور اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. چارچوب‌های استاندارد حسابداری آب، امکان تمایز میان مصارف مصرفی و غیرمصرفی، رصد تغییرات ذخایر و بازنمایی صریح نیازهای زیست‌محیطی را فراهم می‌کنند و با تبدیل پیچیدگی‌های هیدرولوژیک به شاخص‌های قابل فهم برای تصمیم‌گیری، تبیین‌پذیری تحلیل‌های هوش مصنوعی را افزایش می‌دهند. این شفافیت، به‌ویژه در شرایط بروز تعارض میان بخش‌ها و مناطق مختلف، زمینه پاسخگویی نهادی و اعتبار تصمیم‌ها را تقویت می‌کند.

از منظر محیط‌زیستی، بهره‌گیری از هوش مصنوعی می‌تواند به درک دقیق‌تر نقش اکوسیستم‌ها در امنیت آبی و رفاه اجتماعی کمک کند. تالاب‌ها، دریاچه‌ها و آبخوان‌ها نه تنها عناصری طبیعی، بلکه زیرساخت‌های حیاتی سرزمین هستند که خدمات ارزشمندی مانند تنظیم اقلیم، کاهش گرد و غبار و پشتیبانی از معیشت جوامع محلی ارائه می‌دهند. تحلیل‌های مبتنی بر داده می‌توانند این خدمات را به‌شکلی ملموس‌تر در فرآیند تصمیم‌سازی وارد کرده و نشان دهند که حفاظت از محیط‌زیست، بخشی از راه‌حل توسعه پایدار است، نه مانعی در برابر آن.

حرکت به‌سوی بهره‌گیری مؤثر از هوش مصنوعی در حکمرانی آب می‌تواند به‌تدریج و متناسب با ظرفیت‌های موجود انجام شود. آغاز با پروژه‌های پایلوت در حوضه‌های آبریز منتخب، تمرکز بر مسائل مشخص و قابل اندازه‌گیری، و استفاده از داده‌های در دسترس، امکان یادگیری نهادی و کاهش ریسک را فراهم می‌کند. هم‌زمان، یکپارچه‌سازی تدریجی داده‌ها میان نهادهای مرتبط و ارتقای فرهنگ استفاده از داده‌ها، بستر لازم برای تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری هوشمندتر را تقویت خواهد کرد.

در نهایت، هوش مصنوعی فرصتی برای ارتقای عقلانیت جمعی در حکمرانی آب است؛ فرصتی برای اتخاذ تصمیم‌هایی مبتنی بر شواهد، تحلیل‌های بین‌بخشی و نگاه بلندمدت. بهره‌گیری آگاهانه از این فناوری نه نیازمند تغییرات شتاب‌زده است و نه مستلزم بازتعریف مأموریت‌ها، بلکه می‌تواند به‌عنوان ابزاری توانمندساز در چارچوب‌های موجود به‌کار گرفته شود. اگر این مسیر با دقت، تدرج و اعتماد به دانش همراه شود، می‌توان امیدوار بود که حکمرانی آب در ایران بیش از پیش در خدمت پایداری سرزمین، رفاه جامعه و امنیت نسل‌های آینده قرار گیرد.