



مرکز ملی فضای مجازی
پژوهشگاه فضای مجازی

عصر
فضای
مجازی
صدویست و سوم



کاربرد هوش مصنوعی
در بهبود مدیریت آب

Application of Artificial Intelligence In
Improving Water Management

بسم الله الرحمن الرحيم

عصر
فضای
مجازی

مجله‌اش شماره ۱۳۳

دی ۱۴۰۱



مرکز ملی فضای مجازی
پژوهشگاه فضای مجازی

کاربرد هوش مصنوعی در بهبود مدیریت آب

محتوای انتشار یافته در این اثر
الزاماً بیانگر دیدگاه مرکز ملی فضای مجازی نیست

تهیه شده در پژوهشگاه فضای مجازی
(گروه کشاورزی و منابع طبیعی دیجیتال)

تهیه کننده: بهزاد سرهادی
(کارشناس ارشد مهندسی منابع آب - دانشگاه بوعلی سینا)
همایون مقیمی
(هئیت علمی دانشگاه پیام نور تهران - دکتری زمین شناسی)
ناظر علمی:
دکتر مسعود ساعت ساز
(هئیت علمی دانشگاه زنجان - دکتری محیط زیست آبهای
سطحی - زیرزمینی)

نشانی: تهران، میدان آرژانتین، خیابان میهقی، نبش خیابان
۱۶ غربی، پلاک ۲۰
تلفن: ۰۲۱-۸۶۱۲۱۰۶۱
کد پستی: ۱۵۱۵۶۷۴۳۱۱

فهرست

۵ سخن نخست

۹ چکیده

۱۳ مقدمه

بخش اول

۱۹ راهبردها در گستره مدیریت آب

بخش دوم

۲۵ تغییرات در رویکردهای مدیریت آب

بخش سوم

۲۹ حکمرانی آب

۳۱ نمایه‌های حکمرانی

۳۶ تناسب شاخص‌های حکمرانی جهانی با بخش آب

۳۷ گسست‌های عمومی حکمرانی آب

۳۹ روند مبهم توسعه جهانی در بهبود مدیریت آب

۴۳ طراحی ریخت‌شناسی مشارکتی حکمرانی آب

بخش چهارم

۴۹ حکمرانی مؤثر آب با رویکرد مشارکت هوش مصنوعی

۵۳ ارزیابی نفوذ راهبرد هوش مصنوعی در حکمرانی آب کشور

۵۸ نمونه‌های بهره‌گیری از هوش مصنوعی در حکمرانی آب

۶۱ هوش مصنوعی و اهداف توسعه پایدار

۶۲ کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت آب و پساب

۶۵ اشکال راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای کمبود آب

۶۶ هوش مصنوعی در بهبود حکمرانی آب

بخش پنجم

- ۶۹ — شفاف‌ها و چالش‌ها
- ۷۱ — چالش‌های قانون‌گذاری و حقوقی توسعه هوش مصنوعی در بخش آب
- ۷۲ — مسئولیت مدنی
- ۷۳ — گردآوری و مدیریت داده‌ها

بخش ششم

- ۷۹ — توصیه‌های سیاستی
- ۸۳ — منابع

سخن نخست



فضای مجازی با شتاب شگرف و رو به تزایدی که در حال بسط و گسترش است تمام ساحات اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی زندگی بشر را درنور دیده و هر روز بخش بزرگی از زندگی واقعی را در خود فرو برده و حیات متفاوت و جدیدی به آن می‌دهد. لذا به نظر می‌رسد دو نگاه کلان به فضای مجازی وجود دارد: نگاه اول که بالاخص در ابتدای رشد و تکوین فضای مجازی مسلط شده بود، آن را همچون ابزاری کنار سایر ابزارهای بشری تصویر می‌کرد که تنها طریقت داشت. اما نگاه دوم، در نتیجه رشد تحولات خیره‌کننده فضای مجازی و سایه گسترش آن در حوزه‌ها و شئون بشر در یک دهه اخیر آن را چون سکویی می‌داند که بسیار فراتر از شأن ابزاری حیات انسان‌ها را سامان جدیدی داده و ادعای تمدن نوینی را دارد. رویکردی که از قضا از چشمان بصیر رهبر انقلاب نیز دور نمانده و انتظاری تمدنی از فضای مجازی در ایران را مطالبه داشته‌اند.

در همین راستا گزارش‌های عصر فضای مجازی تلاش می‌کند تا فهم سازمان‌ها و دستگاه‌های مرتبط با حوزه فضای مجازی را ارتقاء بخشیده و آن‌ها را برای مواجهه فعال و خردمندانه با تحولات این عرصه مهیا سازد.

سید ابوالحسن فیروزآبادی
 دبیر شورای عالی و رئیس مرکز ملی فضای مجازی

چکیده



آب یک نیاز ضروری برای زندگی است و مدت‌ها است که بسیاری جوامع با آلودگی و کمبود آن مواجه هستند. تغییر اقلیم واقعی است که می‌تواند تنش آبی را در بسیاری از نقاط افزایش دهد. همچنین، چالش افزایش آلودگی آب، افزون بر تغییرات اقلیمی، می‌تواند منجر به یک بحران بزرگ در زمینه مدیریت آب شده که بسیاری از کشورها، هنوز آمادگی مقابله با آن را نداریم. بر پایه گزارش یونیسف و سازمان جهانی بهداشت، از هر سه نفر در سراسر جهان یک نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارد. اگر به این موضوع رسیدگی نکنیم، این سناریو در سال‌های آینده بدتر خواهد شد. با توسعه سریع اقتصادی-اجتماعی و کاربرد گسترده فناوری اطلاعات، ساخت منابع آب هوشمند به عاملی کارآمد برای بسیاری از کشورها برای بهبود مدیریت علمی منابع آب تبدیل شده است. ایده اصلی مدیریت هوشمند آب، بهبود اثربخشی و کارایی مدیریت و تخصیص آب و سایر جنبه‌های مرتبط با استفاده از فناوری هوش مصنوعی و سایر فناوری‌های نوین است. هوش مصنوعی، بیشتر به عنوان یک فناوری کلیدی برای ایجاد تغییرات مثبت در دنیای امروزه به تصویر کشیده شده است. بحث‌ها و گزارش‌هایی در مورد

هوش مصنوعی پایدار وجود دارد که به کارگیری آن می‌تواند در حفظ محیط زیست کارآمد باشد. در دسامبر ۲۰۲۱، یک شرکت چند ملیتی، به نام پرایس واتر هائوس کوپرز، در زمینه ارائه خدمات مدیریتی در منابع آب، گزارشی را منتشر کرد، مبنی بر اینکه استفاده از هوش مصنوعی در آب می‌تواند سهمی برابر ۵/۲ تریلیون دلار در اقتصاد جهانی و کاهش چهار درصدی گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ داشته باشد. بنابر این، گزارش پیش رو، برای درک بیشتر کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت آب و نقش آن در توسعه پایدار، نگارش شده است. بر پایه یافته‌ها، رسیدگی به چالش‌های خاص مرتبط با آب (کمبود آب، آلودگی، هدر رفتن و...) برای بازسازی محیط جهانی مشترک ما، نیازمند همراهی گسترده‌تر، تلاش‌های پایدارتر، و پذیرش گسترده راه‌حل‌های هوش مصنوعی در زمینه آب است.

در این زمینه، سیاست‌گذاران، پیش از پذیرش هوش مصنوعی در بخش آب، باید ارزیابی‌های اجتماعی، اقتصادی، و فرهنگی فراوانی، انجام دهند. همچنین، انجام پژوهش‌های پایه برای اندازه‌گیری توان اجرا، بازده سرمایه‌گذاری و تأثیر بکارگیری روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی ارزشمند است. با نگرش به چالش‌های حقوقی و قانون‌گذاری توسعه هوش مصنوعی در بخش آب، که در این سند به آن اشاره شده است، سفارش می‌شود که دولت، روند استفاده از برنامه‌های قانونی راه برای دست‌یابی به محیطی ایمن و بهره‌مند از سامانه‌های هوش مصنوعی شتاب دهد. به همین سان، ایجاد سازوکارهای مناسب برای گسترش هوش مصنوعی و یک بهره‌گیری از رویکرد هنجار در توسعه این فن‌آوری، بایسته است.

این کار، توسعه دهندگان را توانمند می‌سازد تا به نوآوری خود ادامه دهند.

واژگان کلیدی

مدیریت هوشمند آب، حکمرانی آب، هوش مصنوعی، نمایه‌های حکمرانی، راهبردها

مقدمه



بر پایه گزارش یونیسف و سازمان جهانی بهداشت، از هر سه نفر در سراسر جهان یک نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارد. در حالی که از هر سه نفر، دو نفر به امکانات اولیه شستشوی دست دسترسی ندارند. افزون بر این، ۴۰ درصد از جمعیت جهان، تحت تأثیر نوعی کمبود آب هستند. از سویی، مدیریت ایمن و بهداشتی پساب به چالشی بزرگ برای بسیاری از شهرها و کشورهای جهان تبدیل شده است. اگر به این موضوع رسیدگی نشود، این سناریو در سال‌های آینده بدتر خواهد شد. با توسعه سریع اقتصادی-اجتماعی و کاربرد گسترده فناوری اطلاعات، برای بسیاری از کشورها، ساخت منابع آب هوشمند به عاملی کارآمد برای بهبود مدیریت علمی منابع آب تبدیل شده است. ایده اصلی مدیریت هوشمند آب، بهبود اثربخشی و کارایی پایش سیل، نظارت و مدیریت محیط آب، مدیریت و تخصیص منابع آب، نظارت بر شبکه لوله‌های تأمین آب و زهکشی و سایر جنبه‌های مرتبط با استفاده از فناوری هوش مصنوعی و دیگر اطلاعات جدید است. یکی از مسیرهای کلیدی مدیریت آب در حال حاضر و آینده به کارگیری فناوری‌ها اطلاعاتی و هوشمندسازی است [۲۶]. زمانی که از هوش مصنوعی سخن می‌گویم، بی‌درنگ فناوری‌های پیشرفته، ربات‌هایی که توانایی درک و تصمیم‌گیری دارند، و جهانی در آینده که در آن ماشین و انسان در کنار هم زندگی می‌کنند، از اندیشه

ما گذر می‌کنند. این امر، در حالی است که هوش مصنوعی و استفاده از آن، بسیار واقعی‌تر از آن چیزی است که گمان می‌شود؛ و اکنون در زمینه‌های گوناگون زندگی مورد استفاده جای می‌گیرد.

تعریف هوش مصنوعی (AI)، بسته به سازمان و زمینه‌ای که این واژه در آن استفاده می‌شود، متفاوت است. بر پایه تعریفی که سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۱، در سال ۲۰۱۹ ارائه کرده است، سامانه هوش مصنوعی، "یک سامانه استوار بر ماشین است که می‌تواند مجموعه معینی از اهداف تعریف‌شده به‌وسیله انسان، پیش‌نگری، دستور کار، یا تصمیم‌گیری مؤثر بر محیط‌های واقعی یا مجازی را انجام دهد"، است. پیمان‌نامه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی درباره هوش مصنوعی، نخستین استاندارد بین دولتی است، که به‌وسیله ۴۲ کشور، از جمله کشورهای عضو OECD، در ماه مه ۲۰۱۹ (اردیبهشت ۱۳۹۸) پذیرفته شد. این توصیه، دربرگیرنده‌ی دو بخش است:

- بخش نخست، دربردارنده اصول پاسخگوی و قابلیت اطمینان هوش مصنوعی؛

- و بخش دوم سیاست‌های ملی و همکاری‌های بین‌المللی برای پیاده‌سازی هوش مصنوعی با قابلیت اطمینان [۴].

برای توسعه مدیریت هوش مصنوعی، سازمان‌های دیگر نیز، در حال گسترش استانداردهای بین‌المللی هستند. در سال ۲۰۲۰، سازمان جهانی استاندارد و کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک^۲ در همکاری با هم، استانداردهایی در زمینه کلان داده‌ها توسعه داده‌اند و اکنون در حال توسعه استانداردهایی برای اکوسیستم هوش مصنوعی هستند [۱].

در گفتمان جهانی، شتابی فزاینده برای ایجاد یک چارچوب کارآمد در مدیریت

1. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development).

2. IEC (International Electrotechnical Commission).

هوش مصنوعی، به‌ویژه در زمینه‌هایی مانند حقوق پایه و پایداری وجود دارد [۲]. با این حال، پرسش این است آیا در این امر، همان اندازه شتاب در ایران دیده می‌شود یا خیر؟ با بررسی پژوهش‌ها، می‌توان دریافت که بخش زیادی از ادبیات موجود در زمینه هوش مصنوعی به زبان فارسی بر فناوری و کاربرد هوش مصنوعی متمرکز است و داده‌های کمی در زمینه حکمرانی هوش مصنوعی وجود دارد. همچنین داده‌ها در مورد مدیریت هوش مصنوعی در زیرساخت‌های اجتماعی و در زمینه‌های وابسته به نیازهای پایه انسان، مانند فراهم کردن آب و مدیریت پساب بسیار کمتر است. همچنین با توجه به جنبه چند عاملی و متغیرهای غیر خطی مدیریت منابع آب در ایران، بخصوص با توجه به کمبود آب قابل استحصال در حوضه‌های کلان کشور، پایش و پیش‌بینی بحران‌های ناشی از تنش آورد جریان، مستلزم توسعه شبیه‌های پویایی است که روابط بین عوامل را خارج از وضعیت پیشین آنها، در یک چهارچوب احتمالاتی غیر وابسته بررسی نماید. به این معنا که بتوان در صورت بروز بحران در یک حوضه آبریز، دشت، و یا در مقیاس خرد و حساس‌تر شهرها، اثر پذیری‌ها و اثرگذاری‌های آن را با تعیین دامنه در دیگر مناطق هم‌ارزیابی کرد. تعیین گستره بحران نیز از پایه‌ای‌ترین معیارهای تحلیل در مدل‌های تصمیم‌ساز مدیریت منابع آب است. رویکرد هوش مصنوعی برای حل نسبی این جنبه از بحران آب و اقلیم در کشور ایران، می‌تواند کاربردی و بسیار حائز اهمیت باشد [۳]. بدین‌وسیله، گزارش پیش‌رو، برای شتاب دادن به فرایند بازنگری مدیریت منابع آب در داخل کشور و ارائه نمونه‌هایی از پژوهش‌های انجام شده در دیگر کشورها، در به‌کارگیری هوش مصنوعی در مدیریت منابع آب نگارش شده است.

بخش اول

راهبردها در گستره مدیریت آب



آب، یک عنصر بنیادی برای زندگی بر روی زمین بوده و نقش بسزایی در توسعه پایدار در زمینه های اجتماعی، اقتصادی، بهداشتی، زیست محیطی، فرهنگی و سیاسی دارد. در دهه های گذشته، بهره برداری از منابع آب، به گونه چشمگیری افزایش یافته است، که منجر به زوال کیفیت آب، آلودگی، فرسایش خاک، و تخریب زیست بوم ها شده است. بی گمان، پیامدهای آن بر همه جنبه های توسعه در کشور تأثیر می گذارد.

ایران با جمعیتی نزدیک به ۸۴ میلیون نفر و وسعتی برابر با ۱۶۴۸۱۵۹ کیلومتر مربع، یکی از کشورهای خشک و نیمه خشک جهان است. در این توزیع منابع آب سطحی اندک بوده و توزیع جغرافیایی مناسب ندارند. بارندگی، فصلی و نامتوازن است. بیش از ۶۵ درصد از سرزمین ایران، بارش سالانه کمتر ۱۰۰ میلی متر در سال دارند. سطح تبخیر در کشور بسیار بالا است. این در حالی است که میانگین بارندگی ایران در سال آبی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ برابر ۱۸۲/۳ میلیمتر بوده است که کمتر از یک چهارم میانگین جهانی است (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۴۰۰).

افزون بر دو عامل اضافه برداشت و آلودگی، عامل خشک‌سالی سبب ویرانی کمی و کیفی منابع آب کشور شده است. برای نمونه، پژوهش‌ها نشان می‌دهد از مجموع ۶۰۹ آبخوان موجود در ایران، ۳۰۰ آبخوان در شرایط بحرانی و ممنوعه بحرانی و ۴۰ آبخوان در شرف ممنوعیت قرار دارند (ساعت ساز، ۱۳۹۴). با کاهش سرانه آب در کشور و نزدیک شدن به حد سرانه ۱۲۰۰ مترمکعب در هر سال، منابع آب کشور زیر تنش شدید قرار گرفته اند. در بیشتر شهرهای ایران، دستیابی به آب سخت شده و برخی از شهرهای پرجمعیت، با بحران آب روبرو هستند. در این شهرها، حفاظت و مدیریت منابع و توزیع آب، نیازمند رسیدگی فوری است. با نگرش به جنبه‌های اجتماعی، فرهنگی، زیست محیطی، بهداشتی، اقتصادی، سیاسی، و امنیتی، نیاز ویژه به توسعه چارچوب مدیریت منابع آب در کشور وجود دارد، به گونه‌ای که با برقراری این سازوکار، نهادهای حکمرانی بتوانند در کنار تأمین بهینه حبابه‌های کشاورزی، صنعتی و محیط زیستی، معیار مناسبی از آب آشامیدنی را که برای سلامت و بهداشت همه شهروندان ضروری است، برآورد سازند. اگر چه حکمرانی خوب آب در کشور، نمی‌تواند بازتاب دهنده و با تکرار یک نمونه یا مدل اولیه در دیگر کشورها یا مناطق دیگر، باشد، این امر، نیاز به توسعه و تصویب آئین‌نامه‌های اجرایی دارد تا همگون با جامعه محلی و شرایط کشور ایران باشد. برای دستیابی به اثربخشی در سیاست‌های حکومتی و رعایت برابری اجتماعی، حقوق آب، و اصلاح ساختاری، نیاز است به افکار عمومی و همکاری همه جانبه توجه ویژه شود. باید باور داشت که سیاست‌ها و راهبردهای نوین، تنها نیازمند ساماندهی جامع یا کاملاً یکپارچه نیست، بلکه این سیاست‌ها، باید به گونه‌ای، توانایی اجرا داشته باشند

که بتوانند برنامه های جدیدی را که عمل گرا بوده و بیشتر به دنبال حمایت از همه اقشار باشد را تدوین نمایند. بنابراین، باید در یکراه حل کارا، همیاری و همکاری همگانی در نظر گرفته شود، تا دستور کار و هدف راهبردها و سیاستها، بازتاب کننده ماهیت حکمرانی مشارکتی آب باشد [۲].

بخش دوم

تغییرات در رویکردهای مدیریت آب



در حالی که موضوع حکمرانی، از حدود ۱۹۸۰، مورد توجه روزافزون در ادبیات توسعه جهان بوده است، این جستار، یک موضوع نوین در بخش منابع آب است. پیدا کردن هرگونه بحث جدی در مورد مدیریت منابع آب، پیش از سال ۲۰۰۰، بسیار سخت است. بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰، بیشتر الگوها برای بخش آب عبارت بودند از مدیریت پایدار منابع آب و یا مدیریت یکپارچه منابع آب، که هیچ کدام در نظام توزیع آب، کارا نبودند [۱۱].

در سال ۲۰۰۳، شورای جهانی آب^۱، حکمرانی آب را "مجموعه‌ای از سامانه‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و اداری که برای توسعه و مدیریت منابع آب و ارائه خدمات آب در سطوح گوناگون جامعه وجود دارد" تعریف کرد [۲۲].

جدا از این تعاریف، اگر پیشینه پژوهش‌های آب را بررسی کنیم، یک واقعیت آشکار، نمایان می‌شود، یعنی به نظر می‌رسد دوران "مدیریت پایدار منابع آب" به پایان خود می‌رسد؛ یا حتی به پایان رسیده است. دوران مدیریت یکپارچه منابع آب در دو دهه گذشته نیز همین گونه است،

که اکنون، کم کم، ولی بی سروصدا، به وسیله نهادهای ملی آب و سازمان‌های بین‌المللی کنار گذاشته می‌شود؛ زیرا مجال اجرا در هیچ نقطه‌ای از جهان برای شرایط کلان یا خرد وجود نداشته است [۱۱].

بخش سوم

حکمرانے آب



نمایه‌های حکمرانی

در حالی که ده‌ها نمایه حکمرانی در ادبیات توسعه وجود داشته است، چهار مورد از آن، در سطح جهانی بیشترین توجه را به خود جلب کرده است. این موارد به‌وسیله راهنمای بین‌المللی ریسک کشوری و بانک بین‌المللی ترمیم و توسعه، همچنان به روز می‌شوند. با این حال، هیچ کدام از نمایه‌های حکمرانی، برای تدوین نقشه راه محلی و منطقه‌ای، و یا کمک به چگونگی بهبود مدیریت هر بخش خاص، مفید نیستند [۱۲]. در ادامه، با شرح بیشتری به این چهار نمایه پرداخته شده است:

۱ - **شاخص راهنمای ریسک بین‌المللی کشورها:** شاخص راهنمای ریسک بین‌المللی کشورها، برای ارزیابی خطرات مالی، اقتصادی، و سیاسی در کشورها و مقایسه آن‌ها بین کشورها طراحی شده است [۲۱]. امتیازات این شاخص توسط گروهی از تحلیلگران ICRG^۱ که در انگلستان مستقر هستند، تعیین می‌شود. این نمایه، دو بخش ریسک‌های مالی - اقتصادی، و ریسک‌های سیاسی دارد. بخش نخست، بر پایه آمار مشاهده شده، مانند سطوح رشد اقتصادی و

1. ICRG (International Country Risk Guide).

تورم، تولید ناخالص داخلی، رابطه بدهی خارجی به تولید ناخالص داخلی، و مازاد یا کسری بودجه به عنوان درصد تولید ناخالص داخلی است. درحالی که برآورد باورمند این آمارها برای بیشتر کشورها دشوار است، ولی واقعیت این است که این بخش از نمایه، بر پایه داده‌های مشاهداتی و برآورد شده است. در سوی دیگر، ارزیابی ریسک سیاسی یک دیدگاه کاملاً ذهنی برگرفته از نظرات کارشناسان ICRG در موضوعات مختلف از پیش تعیین شده، مانند پتانسیل دولت برای ماندن در سمت و اجرای برنامه های اعلام شده خود، خطرات سرمایه‌گذاری مانند اعتبار قرارداد و سلب مالکیت، سطوح فساد، کیفیت بوروکراسی و وجود سامانه های مستقل قانونی و مجری قانون است. ICRG ارزیابی‌های ماهانه برای کم و بیش ۱۴۰ کشور و همچنین برنامه های یک ساله و پنج ساله را بر پایه بهترین و بدترین حالت ها به کاربران خود ارائه می دهد.

۲- شاخص خانه آزادی: خانه آزادی^۱ یک سازمان غیر انتفاعی و غیردولتی در آمریکا است که حقوق سیاسی و آزادی های مدنی کشورها را به وسیله کارشناسان داخلی خود ارزیابی می کند. هم ریسک های مالی - اقتصادی و هم ریسک های سیاسی در مقیاس یک تا هفت (یک بهترین و هفت پایین ترین) ارزیابی می شود و سپس این ریسک ها به شیوه میانگین برآورد می شود، به گونه ای که چهار گزینه: غیر آزاد (زیر سه)، کم و بیش آزاد (سه تا پنج)، یا کاملاً آزاد (شش تا هفت) مطرح می شود. حقوق سیاسی روند انتخابات، چندگانگی سیاسی، و مشارکت و کارکرد دولت، را در نظر می گیرد. آزادی های مدنی، آزادی بیان و اندیشه، حق سازماندهی،

1. Freedom House

حکمرانی قانون، و حقوق فردی را در نظر می گیرد. خانه آزادی، برای حدود ۱۹۲ کشور و چندین منطقه مورد مناقشه، فقط رتبه بندی سالانه دو نوع ریسک را ارائه می دهد [۲۱].

۳- شفافیت بین المللی^۱: شکی نیست که در سال های اخیر، نمایه های حکمرانی تدوین شده به وسیله شفافیت بین الملل بیشترین توجه را به خود جلب کرده است. شفافیت بین الملل یک سازمان غیردولتی کوچک در آلمان است، که در سال ۱۹۹۳ آغاز به کار کرد. این سازمان به طور سالیانه اقدام به انتشار شاخص ادراک فساد می کند. نخستین نمایه شاخص ادراک فساد^۲ با عنوان شفافیت بین المللی در سال ۱۹۹۵ گزارش شد. این نمایه طی بازه ۲۰۰۹-۲۰۱۰، ۱۸۰ کشور و سرزمین را در بر گرفت. دامنه این نمایه، از مقیاس صفر (فاسدترین) تا ده (کمترین فساد)، و بر پایه ترکیبی از نظرسنجی های گوناگون، از بینش افراد شاغل مقیم و غیر مقیم و ارزیابی های کارشناسانه از درک نرخ فساد در کشورها است. در سال ۲۰۰۹، برای نیوزلند بالاترین نرخ CPI برابر ۹/۴ و برای سومالی پایین ترین نرخ (برابر ۱/۱) گزارش گردید. این برآورد، بر پایه ۱۳ نظرسنجی مستقل بود. البته این نظرسنجی ها، دربرگیرنده همگی ۱۸۰ کشور نبود. این نمایه، همچنین، بازه اطمینان را برای هر کشور سنجش نمود، به گونه ای که نمایه شفافیت بین المللی در سال ۲۰۱۰، ۹۰ درصد اطمینان دارد و نمره واقعی هر کشور در بازه صفر تا ده است. لازم به یادآوری است از آنجاییکه نگرش به فساد در هر کشور تغییر می کند، نرخ CPI یک کشور خاص، از یک سال به سال دیگر تغییر می کند البته که می تواند به این

معنی نباشد که سطح واقعی فساد به همان اندازه تغییر کرده است. از آن جا که روش های مورد استفاده برای ایجاد CPI، با گذشت زمان قابل تغییر هستند، هنگام استفاده از این نمایه، برای سنجش سال به سال در سطح واقعی فساد در یک کشور خاص، باید بسیار دوراندیش بود [۲۱].

۴- ارزیابی نهادی و سیاستی کشورها: بانک جهانی برای «ارزیابی نهادی و سیاستی کشورها»، نمرات عددی سالانه بر پایه ارزیابی کیفیت سیاست ها و نهادهای یک کشور را گزارش می کند. این ارزیابی ها از ژوئن ۲۰۰۶ منتشر گردید که جزء عناصر کلیدی مهم برای کنترل یک کشور است که به وسیله کارکنان بانک تهیه می شود. انگیزه منطقی انجام سالانه این ارزیابی ها، این باور در بانک جهانی است که "سیاست ها و نهادهای خوب، با وجود نوسانات احتمالی سالیانه، ناشی از عوامل درونی و بیرونی، کم کم منجر به رشد بهینه و کاهش تهیدستی می شوند". نرخ CPIA از ۱۶ شناسه گرفته شده است که با وزن برابر، در چهار خوشه دسته بندی شده اند (۲). خوشه ها و شناسه ها در جدول (۱) نشان داده شده است. هر شناسه نمره ای بین یک تا شش دریافت می کند. بر خلاف خوشه ها، شناسه ها وزن یکسانی ندارند. کارکنان بانک، عملکرد واقعی کشور را بر پایه هر شناسه ارزیابی کرده و نمره ای را برآورد می کنند. این میانگین ها، برای به دست آوردن نمره خوشه ای، بکار گرفته می شوند. میانگین چهار خوشه، رتبه ترکیبی کشور را نشان می دهد [۲۱].

شاخص	خوشه
برای مدیریت کلان اقتصادی برای سیاست مالی برای سیاست بدهی	سیاست های ساختاری مدیریت اقتصادی
برای سیاست های تجاری برای سیاست های بخش مالی برای محیط نظارتی کسب و کار	سیاست های ساختاری
برای برابری جنسیتی برای ارزش ویژه بخش دولتی استفاده از منابع برای ایجاد منابع انسانی برای حمایت اجتماعی و کار برای سیاست ها و موسسات برای پایداری زیست محیطی	شمول اجتماعی و برابری
برای حقوق مالکیت و مبتنی بر قانون حکومت برای کیفیت بودجه ای و مدیریت مالی برای کارآیی بسیج درآمد برای کیفیت مدیریت دولتی برای شفافیت، پاسخگویی و فساد در بخش دولتی	مدیریت و نهادهای بخش دولتی

تناسب شاخص‌های حکمرانی جهانی با بخش آب

در حالی که چهار نمایه یادشده، در نگاهی جامع، بینشی خردگرایانه از حکمرانی کلی در یک کشور خاص را نشان می‌دهند، استفاده از آن‌ها، برای مدیریت بخش آب، نه تنها دشوار است بلکه، با ریسک همراه است. همان گونه که هیچ راه حلی وجود ندارد که این نمایه‌ها، به شیوه‌ای یکسان، برای همه کشورهای جهان کاربرد داشته باشد، کارکرد کلی حکمرانی آب در یک کشور، به گونه‌ای ویژه، نشان دهنده اثربخشی حکمرانی در مدیریت منابع آب نیست. یکی از نمونه‌های خوب کارکرد کلی حکمرانی آب مربوط به شرکت تأسیسات آب در پنوم‌پن، کامبوج، است. ارزیابی مستقل، مشاهده گر و جامع، نشان می‌دهد که کارایی آن در بازه زمانی ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۹ بسیار خوب بوده است [۱۱]. بسیاری از شاخص‌های عملکرد سامانه آبرسانی پنوم‌پن نسبت به لندن، پاریس یا لس‌آنجلس، و به مراتب، از بیشتر شهرها در کشورهای در حال توسعه، بهتر است. به هر روی، اکنون هیچ شاخصی برای حکمرانی در منابع آب وجود ندارد که بتوان با اطمینان از آن استفاده کرد. بنابراین، ایجاد مجموعه‌ای از نمایه‌های کاربردی و خردگرایانه که بتواند بینشی در مورد کیفیت مدیریت یک اداره آب و آبیاری بدهد، مفید خواهد بود. بسیار بعید است که یک نمایه فراگیر حکمرانی، برای تمام جنبه‌های بخش آب ایجاد شود. با این وجود، باید تلاش کرد تا چنین نمایه‌هایی توسعه داده شود که به مدیران آب در داوری درباره کارآمدی آن‌ها، بهبود یا بدتر شدن کارکرد آن‌ها در گذر زمان و همچنین هم‌سنجی کارآمدی آن‌ها در کنش با سایر بخش‌های مدیریت آب، کمک کند. با این حال، نهادها در یک کشور، ممکن

نیست که بتوانند یک نمایه فراگیر برای مدیریت آب، حتی برای همه بخش‌های آن کشور ایجاد کنند. این بدین سبب است که به گمان زیاد، ابزار و شیوه‌های حکمرانی برای مصارف گوناگون استفاده از آب، متفاوت است. برای نمونه، مدیریت سامانه‌های آب شهری، به نهادهای مهارت‌ها، و رویکردهای بسیار متفاوتی نسبت به حکمرانی آب آبیاری نیاز دارد [۱۲]. ساختارها و عملکردهای نهادهای پاسخگو در این کاربری کشاورزی و شهری متفاوت است. این نهادهای بیشتر به سطوح مختلف دولتی وابسته هستند و چهارچوب‌های قانونی، اجرایی، و بازرسی یکسان ندارند. بنابراین، آن‌ها نمی‌توانند یک شاخص حکمرانی داشته باشند. این چالش، پیچیدگی توسعه شاخص‌های حکمرانی کارا و اعتمادپذیر را برای همه بخش آب افزایش می‌دهد.

گسست‌های عمومی حکمرانی آب

اجرای چارچوب پایدار حکمرانی آب، نیازمند آن است که کشورها، شکاف حکمرانی مربوط به چهارچوب بندی و اجرای سیاست آب را از میان بردارند. این شکاف‌های حکمرانی، هنگام تلاش برای دستیابی به اهداف مدیریت پایدار آب باید مورد ارزیابی قرار گیرد. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، هفت دسته از شکاف یا گسست‌های هماهنگی را که در بیشتر کشورها دیده می‌شوند، شناسایی کرده است. این دسته شکاف‌ها در جدول (۲) رده بندی شده است. جدول ۲. رده بندی عوامل ضعف حکمرانی آب از منظر OECD.

عنوان گسست	علت
گسست اداری	یکسان نبودن مرزهای مدیریت و مرزهای جغرافیایی حوضه آبریز
گسست داده و اطلاعات	نبود اطلاعات و داده های مناسب و راستی آزمایی شده برای بازیگران اصلی و دیگر ذینفعان
گسست سیاسی	همکاری نمودن ارگان های دولتی و غیردولتی
گسست سرمایه گذاری	نبود سازوکار مستقل و بهینه برای سرمایه گذاری در صنعت آب کشور
گسست اهداف	نبود همخوانی بین سیاست ها و راه بردهای تأمین امنیت آبی و امنیت غذایی کشور
گسست ظرفیت	نبود ظرفیت زیرساختی، فناوری، و علمی در سامانه حکمرانی آب
گسست مسئولیت پذیری	نبود شفافیت در سامانه حکمرانی آب به سبب عدم آگاهی، فساد، و عدم همکاری دیگر ذینفعان

با توسعه زیرساخت های هوشمند گسست های رده بندی شده بالا تا اندازه بسیار زیادی از میان برداشته خواهد شد. البته پایداری و کارکرد زیرساخت های هوشمند، در ازای هزینه های صرف شده، نیازمند پویایی و بهره مندی از داده های حقیقی و برداشت شده به وسیله سنجنده های خودکار است.

بررسی فنی چالش های آب در یک جامعه یکپارچه محاسباتی، نیازمند هماهنگی اداری، هماهنگی منافع مشترک خصوصی و همگانی در بهره مندی از سامانه های عرضه آب و ایجاد اهداف پایدار و کنترل فنی نیازمندی های

جوامع منطقه‌ای است. این امر، در بیشتر حالت‌ها، با اشتراک منافع منجر به مسئولیت‌پذیری و مشارکت دیگر بهره‌برندگان وابسته خواهد بود و به‌نوبه خود، عامل ارزشمند بستر ساز برای سرمایه‌گذاری‌های در صنعت آب کشور است. به این ترتیب، می‌توان به توسعه سامانه‌ها پایه‌ریزی شده بر بستر هوش مصنوعی، نه به‌عنوان یک انتخاب بلکه یک ضرورت بزرگ نگاه کرد [۱۲].

روند مبهم توسعه جهانی در بهبود مدیریت آب

بهبود حکمرانی آب برای کاربری‌های گوناگون، به سبب نبود پردازش‌های مناسب، مشاهده‌گرانه، بی‌طرفانه و مستقل، همواره مختل می‌شود. متأسفانه، علیرغم نبود پژوهش‌های تحلیلی، گسترده و کاربردی در زمینه مدیریت مناسب آب، آموختن درس‌هایی از موفقیت‌های سایر کشورها و استفاده از دانش آن‌ها، بسیار اندک است. برای نمونه، دانش امروزی جامعه علمی آب، درباره این که در یک دهه گذشته، کدام شهرها و نهادها در بخش آبیاری پیشرفت چشمگیری در زمینه بهبود حکمرانی آب داشته‌اند، بسیار کم است.

عملکرد بیشتر نهادهای بین‌المللی و سازمان‌های بشردوستانه که گرایش به بهبود مدیریت آب دارند، با فرض "بهترین" شیوه‌ها، که به ندرت به گونه اعتمادپذیر و مشاهده‌گرانه تعریف‌شده‌اند، راه‌بری شده‌اند. برای نمونه، در زمینه مدیریت آب شهری، شمار کمی از نهادها، به گمان خود، بهترین شیوه‌ها را تعریف کرده‌اند. به هر روی، آیا این به معنای تأمین آب ۲۴ ساعته است که می‌توان بدون هیچ آلودگی، نوشید یا استفاده کرد؟ آیا این دربردارنده خودکفایی مالی از راه قیمت‌گذاری مناسب آب و بازیابی هزینه‌ها است؟ یا بیانگر کم‌بودن هدررفت آب

(برای نمونه کمتر از ۱۰٪) است؟ آیا نشانگر شفافیت سازمان‌ها و پاسخگویی در خدمات است؟، آیا نشان دهنده این است که تهیدستان هم به آب سالم دسترسی دارند؟ آیا بر نبود فساد اشاره دارد؟ یا اینکه آیا باید بر پایه دستیابی به مزایای اجتماعی، مانند مشارکت در سلامت یا کاهش تهیدستی، با ارجحیت به شاخص‌های فنی و اقتصادی که مربوط به استفاده از منابع با کارایی بیشتر است، یک ابزار را بهتر ارزیابی کرد؟ آیا آن‌ها باید دربرگیرنده تأمین آب و مدیریت پساب باشند؟ آیا چنین شاخص‌هایی باید همه چالش‌های یادشده را در نظر گیرد؟ این‌ها سوالاتی کلیدی هستند. بیشتر از این سوالات یا پرسیده نمی‌شود، یا پاسخ داده نمی‌شوند، یا به‌درستی پاسخ داده نمی‌شوند.

حتی اگر بتوان چنین شاخص‌هایی را توسعه داد (و ما مطمئن نیستیم که این موارد شدنی است)، برخی چالش‌های ویژه برای هر کشوری وجود دارد که می‌توانند مورد توجه نباشند، به‌عنوان مثال، برای نشان دادن سطح کیفیت و مدیریت آب می‌توان به مکزیک اشاره نمود که میانگین اقامت مدیر اصلی آب شهری در حدود ۱۸ ماه و در هند، حدود ۳۶ ماه است. نه در مکزیک و نه در هند و حتی در داخل کشور این احتمال وجود ندارد که یک مدیر حرفه‌ای با سابقه در موقعیت مدیریتی خود ثابت بماند. در این حالت، تا زمانی که مدیران خوب و کارآزموده برگزیده نشوند و زمان کافی برای پی بردن به پیچیدگی‌ها و کاستی‌های در سامانه آب شهری، ساماندهی برنامه‌های مناسب، و سپس پیاده‌سازی راه کارها وجود نداشته باشد، بی‌گمان، مدیریت آب شهری در کشور به اندازه چشمگیری بهبود نخواهد یافت.

بر پایه سیاست کنونی (جایگزینی پی در پی مدیران)، انتظار بر این که یک مجموعه به اهداف از پیش تعیین شده خود برسد، غیر واقعی

است. یک مدیر خوب در یک شرکت آب، که در عمل انتظار می‌رود مدیریت آب را بهبود بخشد، باید حداقل شش تا هشت سال سرپرستی داشته باشد تا بتواند کارایی مجموعه را بررسی کند. موفقیت در حکمرانی آب، مانند بسیاری از زمینه‌های دیگر حکمرانی، خودباوری و توانمندی ایجاد می‌کند و این دو، به‌نوبه خود، موفقیت بیشتری را ایجاد می‌کنند [۱۱].

با این حال، در عین این که "بهترین" شیوه‌ها مورد نگرش واقع شده، این گونه چالش‌ها به ندرت به شکل آشکار یا باورپذیر مورد توجه هستند. افزون بر این، واژگان به ندرت به‌درستی تعریف‌شده و به شکل پیوسته از یک اصطلاح "بهترین" در رویه‌های دیگر استفاده می‌شود، که بحث کلی حکمرانی را به طور جدی تضعیف می‌کند.

چالش‌های زیادی در مورد رویکرد "بهترین" شیوه‌ها وجود دارد. همه شیوه‌های امروزی موسوم به "بهترین"، بر پایه پردازش دقیق و مشاهده گرانه‌ی شمار زیادی از پژوهش‌های موردی مدیریت آب، از مراکز مختلف شهری گزینش نشده‌اند. برای نمونه، نهادهای بین‌المللی گرایش دارند برخی شهرهای را آن هم زمانی که خود به مجموعه خاصی در آن کشور وام داده باشند، به‌عنوان شهرهای با "بهترین" شیوه مدیریت آب شهری در نظر بگیرند. این امر، نه تنها یک سوگیری در گزینش را آشکار می‌کند، بلکه، سوالاتی در مورد باورپذیری و عینی بودن چنین برچسب "بهترین" را ایجاد می‌کند. اینکه آیا نهادهای تصمیم‌گیرنده برای نمایش بهترین کارایی خود تمایل دارند بگویند که وام‌های آن‌ها می‌تواند دست آوردهای برجسته‌ای داشته باشد؟ در نبود ارزیابی مستقل و اعتمادگرایانه از این بهترین شیوه‌ها، باور به چنین برآوردهایی دشوار است. افزون بر

سوگیری های انتخابی که در کاغذ "بهترین" شیوه ها از آن برگزیده می شود، بسیاری از شهرهایی را که می توانند در عمل از نظر مدیریت آب شهری خوب باشند، مورد ارزیابی قرار نمی گیرند؛ زیرا آن ها، در عمل "پدرخوانده" ندارند که بتوانند برچسب بهترین را کسب کنند. برای بدست آمدن برچسب "بهترین"، شیوه هایی که از آن ها می توان خدمات گوناگون استفاده کرد، ایجاد شبکه ارزیابی گسترده تر بایسته است [۱۲]. افزون بر این، مفهوم "بهترین" از بیخ و بن اشتباه است. از دیدگاه مفهومی و واقعی نمی توان "بهترین" روشی را که برای همه جهان در عمل "بهترین" باشد، ارائه کرد. این امر به این سبب است که جهان دارای فرهنگ های گوناگون، مسائل سیاسی، هنجارهای اجتماعی، الگوهای اقلیمی، دسترسی های متفاوت به منابع آب و منابع مالی، توانمندی های مدیریتی، ساختارهای نهادی و سطوح فساد ناهمگن است. سامانه های حکمرانی، چارچوب های قانونی و بازرسی، فرآیندهای تصمیم گیری و انواع و کارآمدی نهادهای حکمرانی آب، بیشتر از دید منطقه ای، از کشوری به کشور دیگر و از شهری به شهر دیگر، گوناگون هستند. افزون بر این، کشورهای در حال توسعه در سطوح گوناگون پیشرفت اجتماعی و اقتصادی قرار دارند و توانایی آن ها برای استفاده و جذب فناوری متفاوت است. نیازهای آبی کشور ها و همچنین دسترسی به آب در هر منطقه ای متفاوت از دیگری است. بر این پایه، در چنین حالات، باورپذیر نیست بگویم "بهترین" روش مدیریت آب باید دربرگیرنده همه کشورها و شهرها، با شرایط فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و ساختاری بسیار متفاوت، باشد. برای داشتن شیوه های خوب و کارآمد در مدیریت آب، بایسته است که هر کشور یا شهر راهبرد ویژه خود را بر پایه شرایط،

محدودیت ها، انتظارات، و توانمندی های ویژه خود ساماندهی کند. رونویسی کور کورانه از هر روش به اصطلاح "بهترین" شیوه حکمرانی که به وسیله نهادهای جهانی گوناگون رواج داده می شود، برای کشورها و شهرهای دیگر می تواند در مواردی بسیار تهدیدآمیز باشد، مگر آنکه، این روش ها را با احتیاط بکار گرفته شوند و همخوان با شرایط و بایستگی های مدیریتی آب در حال و آینده یک سرزمین باشند. راهبردهای حکمرانی آب نباید صرفاً بر پایه شرایط آخرین راهبردهای نهادهای بین المللی، بدون ارزیابی موشکافانه میزان ارزش، سودمندی، و قابلیت تکرارپذیری درزمینه خاص کشور یا شهر خاص، ساختار بندی شود. آنچه مورد نیاز است، تلاشی استوار برای شناسایی موارد «خوب» مدیریت آب (نه "بهترین") از سراسر جهان است که می تواند، پس از بررسی تمامی جوانب سازگاری مناسب، برای کاربردهای احتمالی استفاده شود. اذعان می گردد، حداقل ده الی ۱۲ مورد مستقل، مشاهده گرایانه و باورپذیر در مورد حکمرانی خوب وجود دارد که می تواند جامعه ای از شیوه های خوب را پیکربندی کند. به هر روی، الگوهای مناسب به سادگی در دسترس نیستند. پس از واکاوی الگوها در جوامع موفق و ارزیابی قابلیت اجرای آن ها در یک مکان ویژه، کشورها یا شهرها می توانند جنبه های کارآمد هر یک از روش ها را در راهبردهای مدیریت آب خود برگزیده و اجرا کنند [۱۲].

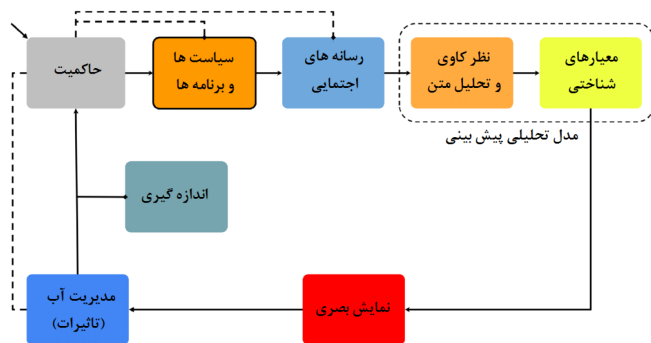
طراحی ریخت شناسی مشارکتی حکمرانی آب

ریخت شناسی درونی حکمرانی آب دربرگیرنده هفت پودمان (ماژول) اصلی، مقررات و انطباق، سیاست و برنامه، راهبرد و برنامه ریزی،

تأمین مالی، شیوه های مدیریت، فرایند و پایش، و مشارکت بهره برندگان است [۱۱].

همه پودمان ها برای کارکرد بهینه سامانه به هم پیوسته و وابسته هستند. هم زمان، چندین جنبه مدیریت آب و حفاظت از آب از طریق پردازش پویایی سامانه تدوین شده که در حالت کلی، در شش بخش اقتصادی، زیست محیطی، توسعه، انسان نهاد، اجتماعی، فرهنگی و فنی رده بندی می شود. ساختارهای تجربه شده، نمونه ای از تجزیه و تحلیل شناخته شده از جنبه های مدیریت آب است. هر جنبه دربرگیرنده عوامل گوناگونی است که بر مدیریت آب، در زندگی روزمره ما، تأثیر می گذارد. هر عامل نقش حیاتی ایفا می کند و به برنامه ریزی، توسعه و توزیع منابع آب در تمام منطقه جغرافیایی کمک می کند.

برای پیشرفت حکمرانی پایدار آب، نیاز به مشارکت همه ذینفعان است. دلیل اصلی نگرانی از چارچوب مرجع حکمرانی این است که بیشتر ذینفعان رفتار جداگانه دارند و ارتباط بین آنها، در بیشتر حالت ها نادیده گرفته می شود. بدین منظور نیاز است که عوامل اجتماعی، نهادی، حقوقی، فنی، اقتصادی، و اداری یکپارچه شوند. این کارها، از راه پیوند بین مدیریت همه بخش ها و مدیریت آب انجام شده، تا از ساماندهی بهتر راهبردها در بخش آب اطمینان حاصل شود. بر پایه آموزه های دیگر کشورها، ما به یک چارچوب پیشگام برای مدیریت پایدار آب نیاز داریم که ساماندهی و مدیریت آب را برای رفاه همگانی و جامعه پابرجا نماید. در سامانه های کارا، دو عنصر کلیدی، اجتماعی و احساسی، در چارچوب یکپارچه برای دستیابی به حکمرانی پایدار آب گنجانده شده است (شکل ۱).



شکل ۱. ارتباط حکمرانی و مدیریت آب در چارچوبی منسجم از حکمرانی پایدار آب^۱ [۱۱].

این چارچوب رابطه و وابستگی دوسویه بین حکمرانی و مدیریت آب را توضیح می‌دهد. در این ساختار، همبستگی بین دو بخش از حکومت یعنی (الف) مشارکت ذینفعان و (ب) سیاست و برنامه، از جنبه‌های گوناگون مدیریت آب نهاده می‌شود. بسته به هدف پژوهش، واحدهای دیگر نیز می‌توانند به شیوه‌های همانند یکپارچه شوند. سیاست در پیوند با حفظ عوامل انسانی به‌عنوان یکی از ارزشمندترین زمینه‌های مورد نگرش است. بازتاب برداشت و دیدگاه همگانی درباره سیاست و برنامه‌ها، یک جنبه کلیدی برای تصمیم‌گیری برای اقدامات بعدی و حاشیه‌نگاری برای پالایش دست آوردها است. پیوند آب و حکمرانی، رفاه همگانی و بهبود محیط زیست را شتاب می‌دهد. گام‌های مربوط به بررسی پیوند این دو مولفه، بر پایه شکل ۱، به صورت زیر است [۱۱].

- با نگرش به جنبه‌های مدیریتی و مدیریت آب، سیاست‌گذار طرح را با عنوان سیاست و برنامه راه‌اندازی کرد.
- به‌عنوان بهره‌بردار، همه مردم دیدگاه خود را در مورد سیاست، در بستر

۱. در شکل منظور از اندازه‌گیری، بررسی شاخص‌های توسعه بر پایه حاکمیت آب است. نوعی صحت‌یابی و تعیین اینکه چه مقدار اهداف از قبل تعیین‌شده برآورد شده است که بسته به هدف، مواردی همچون سرانه مصرف آب، کاهش هزینه‌ها، افزایش راندمان و ... در نظر می‌گیرد.

شبکه‌های اجتماعی بیان می‌کنند.

- برداشت دیدگاه و بررسی متن بر روی داده‌های شبکه‌های اجتماعی انجام شده و عوامل شناسایی شده استخراج می‌شوند.
- این عوامل را می‌توان با هدف مدیریت آب به صورت آشکار بیان کرد تا اهدافی را که نیاز به رسیدگی فوری دارند، شناسایی کنیم.
- عوامل شناسایی شده می‌توانند با سازوکارهایی یکپارچه شوند و می‌توانند به ساماندهی دوباره سیاست کمک کنند.

رسانه‌های اجتماعی می‌توانند به کاهش ریسک در تصمیم‌سازی‌ها و تحریک نوآوری کمک کنند. کشاورزانی که از اثرات منفی تغییرات آب و هوایی تأثیر می‌پذیرند، می‌توانند از رسانه‌های اجتماعی، برای در میان گذاشتن اطلاعات، بهره‌جویند. کشاورزان، جز ارزشمندترین مدیران آب هستند، زیرا ۷۰ درصد آب شیرین برداشت شده در سطح جهان برای کشاورزی استفاده می‌شود. رسانه‌های اجتماعی می‌توانند این مجال را برای کاهش تلفات آب ایجاد نمایند. مدیران آب، نه تنها از رسانه‌های اجتماعی، در حفاظت از خود، بلکه در تلاش‌های خود، برای کاهش تلفات آب استفاده می‌کنند. بسیاری از دولت‌ها در سراسر جهان، از این شبکه‌ها به‌منظور مشارکت شهروندان، شرکت‌ها، و کارشناسان برای بدست آوردن اطلاعات بیشتر در زمینه سیاست‌گذاری، دریافت بازخورد در مورد ارائه خدمات، و توسعه نوآوری‌ها وابسته به جامعه، استفاده می‌کنند. بنابراین زمان آن رسیده است که مشارکت همگانی در اولویت باشد. برای رواج این کار، کشور نیازمند به مجموعه داده‌های در دسترس همگان و بررسی محلی بیشتر این داده‌ها و همچنین نیازمند به آموزش و آگاهی بیشتر در مورد پیامدهای بحران ناشی از آب است [۳].

رسانه‌های اجتماعی می‌توانند اطلاعات را به صورت زنده هنگام بروز بلایای طبیعی ارائه دهند، ولی به چگونگی ادغام اطلاعات رسانه‌های اجتماعی و یکپارچه کردن و جمع‌آوری اطلاعات قابل اطمینان آن، با ابزارهای دیگر برای پیش‌بینی و پایش فاجعه کمتر توجه شده است. تاکنون، نمونه‌های موفق در این راستا، مرکز تحقیقات مشترک کمیسیون اروپا^۱، گوگل، و فیس‌بوک بوده که به دنبال استفاده از هوش مصنوعی برای جمع‌آوری داده‌های سیل هستند. همه این ابزارها با هم می‌توانند به سازمان‌های امدادگر و مدیریت بحران تصویر بهتری از آنچه که با آن مواجه خواهند شد بدهد [۳].

بخش چہارم

حکمرانے مؤثر آب بارویکرد
مشارکتے ہوش مصنوعے



حکمرانی مؤثر آب با رویکرد مشارکتی هوش مصنوعی

در راستای آنچه بیان شد، می‌دانیم که امروزه از دولت‌ها انتظار می‌رود تا دو تغییر یعنی ایجاد سامانه‌های سبز و سامانه‌های رقومی (دیجیتال) را به انجام رسانند. این تغییرات در بخش مدیریت آب می‌تواند راهبردهای مشترکی داشته باشد: مورد نخست، نیازمند اقداماتی برای راه کارهای پایدارتر است. راهبرد دوم باید تغییرات اجتماعی را به‌گونه‌ای هدایت کند، که هر شهروند بتواند از مزایای کامل و حداکثر این سامانه‌ها بهره‌مند شود. در راستای این راهبردها، کاربردهای هوش مصنوعی می‌توانند به حفظ محیط زیست و پیش از هر چیز، حفظ ارزشمندترین منبع، یعنی آب کمک کنند. در حکمرانی آب، افزون بر موضوع کیفیت، انجام کارهای مرتبط با مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب، مسائل دیگری چون مدیریت کشمکش‌ها و حفظ دارایی‌ها و حقوق همگی ذینفعان حقیقی و حقوقی، و پاسداشت از ارزش ذاتی زیست محیطی به‌عنوان دارایی همگانی، از دیگر موضوعات ارزشمند و در خور نگرش است. همچنین سازماندهی و بسترسازی، برنامه‌ریزی راهبردی، تخصیص آب، توسعه و مدیریت منابع آبی، و ساماندهی مقررات حوزه‌های اصلی عملکردی، از دیگر مأموریت‌های حکمرانی آب است؛ که تحول و بهبود آن‌ها

مسئولیت‌های وابسته با آن، به سبب پیوند داشتن با سازماندهی و هماهنگی عوامل سازمانی بخش آب، روابط پیچیده‌های با حکمرانی آب پیدا کرده است. افزون بر این، برای گسترده کردن گستره بخش خصوصی و بازار در میدان حکمرانی آب و اجازه دادن به مبادله این حقوق، رویه اقتصادی جدیدی به پیچیدگی حکمرانی آب افزوده می‌شود. به باور برخی کارشناسان، پایه نظریه سرمایه اجتماعی ارزش نهادن به روابط است، از این رو، سرمایه اجتماعی را باید سازه‌ای پیوند دهنده دانست. سرمایه اجتماعی، نشانه آمادگی جامعه برای همکاری با هدف حل چالشی مشترک است. بخش حکمرانی آب کشور دربرگیرنده تصویب، شروع، و اجرای سیاست‌های آب، نهادهای قانونی و ساده سازی وظایف دولت در زمینه مدیریت آب است که پیامدهای آن، به شیوه رفتار کارگزاران در رابطه با آئین‌نامه‌ها و مسئولیت‌هایی که به آن‌ها واگذار شده است، بستگی دارد. میدان مدیریت آب، خود بخشی از پیشرفت‌های گسترده اجتماعی، سیاسی، اداری و اقتصادی است [۱۱] و بنابراین، در کنش مستقیم با تصمیم‌های مدیران خارج از بخش آب نیز است. پژوهش‌های آکادمیک، بسیاری از کارهای نظری را به نمایش می‌گذارد که برای درک نزدیکی بین آب و سامانه‌های حکومتی انجام شده است. ولی تا کنون، در هیچ کشوری، طرح بهنجار و مفهومی و یا همراه با راه‌حل‌های پایه‌ریزی شده بر مبنای فناوری بازنمایی نشده است [۲]. رقومی سازی و هوش مصنوعی موتور دگرگونی هستند که می‌توانند به دولت‌ها و حتی شرکت‌ها اجازه دهند که جایگاه رقابتی خود را به‌گونه‌ای پایدار در بازارهای جهانی گسترش داده و پابرجا نمایند [۳۳]. چالش‌های پیش روی جامعه، رهنمود شدن به‌سوی یک

مدل نوین تر و عادلانه تر است که می‌تواند از توانایی داده‌ها و هوش مصنوعی بهره جویی نماید. بیشتر تمرکز در چنین رویکردی، بر بیرون کشیدن داده‌های پنهان از داده‌های آشکار خواهد بود. آب، به‌عنوان سرچشمه زندگی و به‌عنوان یک سرمایه طبیعی، فرهنگی، اقتصادی، و سیاسی، است که حصول اطمینان از نگاهبانی، استفاده بهینه و بجا در ساختار مدیریت آب تطبیقی، نیاز به مدیریت هوشمند دارد؛ هوش مصنوعی می‌تواند در کنش پذیری هوش جمعی، پراکنده در شهروندی، که اکنون به جوامع هوشمند واقعی تبدیل شده است، کمک کند. مدیریت منابع آب نیازمند ساماندهی الگوهای نوینی است که از یک سو بتوانند حفاظت از منابع آب را از راه سامانه‌های جدید و فناوری‌های هوشمند انجام نماید، و از سوی دیگر بتوانند کارایی استفاده از منابع را ارتقا و کارایی شبکه‌ها و پالایش آلودگی‌ها را نیز افزایش دهند. توسعه فناوری‌های کارآمد که توانایی گسترش و تبادل حجم زیادی از داده، بین تصمیم‌گیرندگان، مدیران، و شهروندان را دارند، می‌تواند منجر به ایجاد دانش گسترده‌ای شود که برای داده‌رسانی به سامانه‌های هوش مصنوعی و در پشتیبانی از حفاظت بهتر از محیط زیست بسیار اهمیت دارد.

ارزیابی نفوذ راهبرد هوش مصنوعی در حکمرانی آب کشور

برای پایش نفوذ هوش مصنوعی در کارکرد حکمرانی آب کشور، باید به وضعیت راهبردهای برگزیده در سطوح کلان پرداخته شود. هدف راهبردی هوش مصنوعی، ایجاد زمینه‌ای برای استفاده از هوش مصنوعی در کمک به چاره‌اندیشی برای چالش‌های ملی و محلی است. برنامه‌های راهبردی هوش مصنوعی، یک

نقشه راه و یک برنامه اجرایی است که از شش بخش ساخته شده است:

- توسعه منابع انسانی برای هوش مصنوعی.
- اجرای برنامه‌های هوش مصنوعی در پنج حوزه برتر (مراقبت‌های بهداشتی، کشاورزی، زیرساخت‌ها، ترابری و توسعه منطقه‌ای).
- گسترش پژوهش و پیشرفت.
- پشتیبانی از هوش مصنوعی با استفاده از نهادها (کار و کسب‌های کوچک و شهرداری‌ها).
- ساخت زیرساخت‌های داده.
- چهارچوب اخلاقی در استفاده از هوش مصنوعی [۱۱].

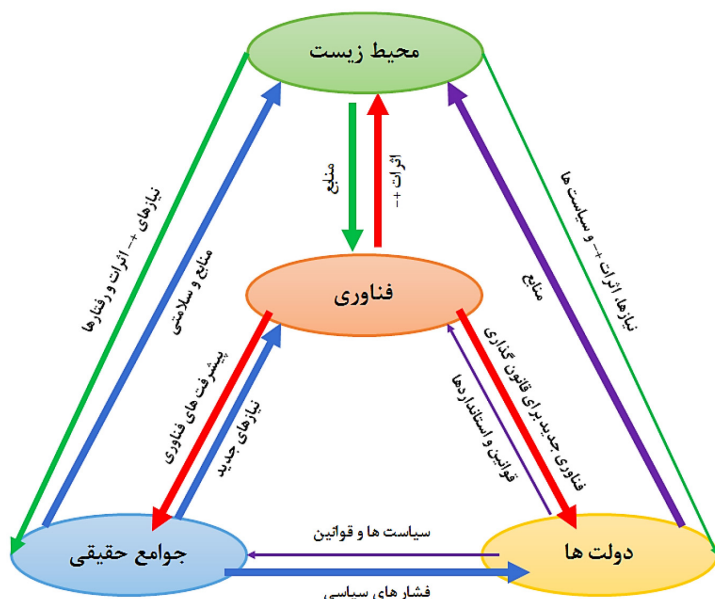
راهبرد درست هوش مصنوعی بر ارزش نهادن و در کانون گذاشتن افراد متخصص در مدیریت هوش مصنوعی بر پایه اصول اجتماعی انسان‌محور، است [۲۲].

اصول اجتماعی هوش مصنوعی انسان‌محور دربرگیرنده سه رکن عزت، تنوع و پایداری است. کلمه کلیدی در زیربنای مفهوم هوش مصنوعی "یکپارچگی" است؛ که در بخش آب به معنی: مدیریت کل "زنجیره تأمین آب" با همکاری و همیاری سازنده شهروندان، نهادهای مدیریتی، بنیادهای پژوهشی و دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، سرپرستان بازرسی و پایش، برای دستیابی به مدیریت کارآمد منابع آبی در هر شرایطی است. بی شک، بینش درست از مدیریت منابع آب نمی‌تواند صرفاً محدود به دولت، به‌عنوان یکی از بخش‌های فراهم‌کننده شبکه‌های پخش، پالایش و ...، باشد، بلکه به دیدگاه گسترده‌تری نیاز دارد. حتی کارآمدترین راهبردهای برگزیده، بدون "آگاهی" شهروندان، که باید به‌عنوان بازیگران اصلی در یک سامانه

همکاری داشته باشند، هیچ شانس برای پیروزی ندارند [۲۲]. عوامل فشار بر چرخه آب و مناطق کاربرد هوش مصنوعی را، در چهار دسته می‌توان نمایش داد [۱۱]: ۱) تغییرات آب و هوایی، ۲) آلودگی، ۳) تغییرات فیزیکی، ۴) بهره‌برداری بیش از اندازه. در کشور، وزارت نیرو، سیاست‌های کلی آب و پساب را مدیریت می‌کند. این وزارت خانه، در یک برنامه جامع از مشاغل وابسته می‌خواهد طرح‌های آزمایشی را با استفاده از فناوری روز انجام دهند. در همین زمینه، در بسیاری از کشورهای پیشرفته، قانون به بخش خصوصی اجازه می‌دهد تا فناوری‌های نوین را در هنگام دریافت پشتوانه مالی، برای هزینه‌های سرمایه‌ای آزمایش کند. از سوی دیگر، واقعیت این است که در زمینه مدیریت آب و پساب، پروژه‌های هوش مصنوعی هنوز در مرحله امکان سنجی هستند. این واقعیت نشان می‌دهد که دانش هوش مصنوعی در بخش آب هنوز در مرحله‌ی نیست که بخش خصوصی بتواند از گسترش و اجرای راه‌حل‌های پشتیبانی شده از آن سود ببرد. با نگرش به گسترش سامانه‌های نرم افزاری و هوش مصنوعی، چالش‌های حقوقی جدید مطرح می‌شود. از نمونه‌های آن شیوه برخورد با حقوق مالکیت و بیان مسئولیت قانونی در صورت بروز هرگونه رخداد است [۱۲]. یکی از چالش‌ها در امضای قراردادها، برای استفاده از فناوری هوش مصنوعی این است که هنگام بستن قرارداد، کارایی نرم افزار ساخته شده، به شکل دقیق مشخص نشده و به مجموعه داده ارائه شده بستگی دارد. بنا بر این، برای استفاده از فناوری هوش مصنوعی بوسیله شرکت‌های خصوصی، با تجربه کم، آئین‌نامه‌هایی نیاز است که بتواند شیوه ساماندهی

قرارداد برای توسعه و استفاده از نرم افزار هوش مصنوعی را توضیح دهد. همچنین وزارت نیرو، باید شیوه‌نامه‌هایی را برای شرکت‌های کوچک و متوسط، برای پیاده‌سازی هوش مصنوعی در عملیات روزانه فراهم کند؛ و با ارائه دوره‌های آنلاین رایگان، از گسترش و مدیریت هوش مصنوعی پشتیبانی نماید. همچنین بایسته است تا وزارت نیرو، ارائه‌دهندگان خدمات آب را موظف کند که پایگاه‌های داده مربوط به زیرساخت‌های تأمین آب را، به‌عنوان بستر لازم برای توسعه فناوری هوش مصنوعی در آینده، به‌روزرسانی کرده و نگهداری کنند [۲۱]. چالش بنیادین دیگر این است که سامانه‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی زیرساخت‌های تأمین آب، بین ساختارهای دولتی، از دهستان، شهرستان، مراکز استان تا سطح کشوری، متفاوت است، بنابراین همگرایی اطلاعات در مرزهای اداری را دشوار کرده است. آئین‌نامه‌ها باید بتوانند از فرایند رقومی شدن اطلاعات، با هدف به اشتراک‌گذاری داده‌ها بین دولت‌های محلی، پشتیبانی کند. که مشابه این فرآیند، در کشور ژاپن، به‌عنوان یک کشور پیشگام در بهره‌برداری از هوش مصنوعی انجام شده است [۱۲].

شکل ترسیمی (۲) کنش و واکنش هوش مصنوعی و جامعه را نشان می‌دهد. پیکان‌های (فلش) پهن تر نشان دهنده تغییر تندتر است. در این نمایش، فناوری بر روی افراد، از راه پیشرفت‌های فنی تأثیر می‌گذارد، که شیوه کار و کنش افراد با یکدیگر و بعلاوه با محیط را تغییر می‌دهد، درحالی‌که افراد از راه نیازهای جدید با فناوری پیوند می‌خورند.



شکل ۲. کنش و واکنش هوش مصنوعی و جامعه [۱].

در توضیح شکل، فناوری هوش مصنوعی (از جمله خود فناوری و توسعه‌دهندگان آن) از راه تحولات جدیدی که نیاز به آزمایش مناسب دارند، بر دولت‌ها تأثیر می‌گذارد. همچنین، توسعه‌دهندگان این فناوری، از راه لابی و تأثیرگذاری بر تصمیم‌گیرندگان، بر دولت تأثیر می‌گذارند. دولت‌ها، آئین نامه و استانداردهایی را برای فناوری ارائه می‌دهند. دولت‌ها از راه خط‌مشی و قوانین بر افراد تأثیر می‌گذارند و افراد به آئین نامه جدیدی نیاز خواهند داشت که متناسب با شرایط تغییر در دولت‌ها باشد. محیط زیست، با فراهم کردن منابع مورد نیاز برای پیشرفت این فناوری، با فناوری تعامل می‌کند؛ و فناوری درکنش با محیط زیست قرار می‌گیرد. افزون بر این، محیط

یا به گونه منفی یا مثبت در کنش با نیازها، تأثیرات و انتخاب‌های افراد و دولت‌هایی است که به‌نوبه خود به منابع زیست محیطی نیاز دارد. در پایان، محیط نیز یک لایه زیرین است که "مرزهای مشخصی" را برای کنش و واکنش‌های یادشده فراهم می‌کند [۱].

نمونه‌های بهره‌گیری از هوش مصنوعی در حکمرانی آب

در چند سال گذشته، هوش مصنوعی، موضوع بسیاری از تبلیغات رسانه‌ای بوده است. یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، و هوش مصنوعی در مقالات بی‌شماری، و حتی خارج از انتشارات فناوری گرا، پخش می‌شوند. این مقالات، به آینده‌ای از سامانه‌های خودکار و دستیاران مجازی اشاره دارند. آینده‌ای که گاه در یک نور تیره و گاه در آرمان‌شهری ترسیم می‌شود، جایی که کارهای انسانی کمیاب خواهد بود و بیشتر فعالیت‌های اقتصادی، به‌وسیله روبات‌ها یا هوش مصنوعی انجام می‌شود. هوش مصنوعی در دهه ۱۹۵۰ متولد شد، زمانی که شمار اندکی از پیشگامان حوزه نوپای علوم رایانه، آغاز به پرسیدن این سوال کردند که آیا رایانه‌ها می‌توانند «فکر کنند» یا خیر؟ این پرسشی است که امروزه، هنوز در حال بررسی پیامدهای آن هستیم. یک تعریف کوتاه از این دیدگاه به این بیان است: تلاش برای خودکارسازی وظایف فکری که بیشتر به‌وسیله انسان انجام می‌شود. هوش مصنوعی یک زمینه کلی است که یادگیری ماشین و یادگیری عمیق را در بر می‌گیرد. اگرچه یادگیری ماشین تنها در دهه ۱۹۹۰ آغاز به شکوفا شدن کرد، ولی بازتاب به محبوب‌ترین و کارآمدترین زیرشاخه هوش مصنوعی تبدیل شد، روندی که ناشی از سریع‌تر در دسترس بودن سخت افزار و مجموعه داده‌های بزرگ‌تر است.

برای تعریف یادگیری عمیق، که پایه نیازمندی بخش‌های گسترده آب است، و پی بردن به تفاوت بین یادگیری عمیق و سایر رویکردهای یادگیری ماشین، نخست به ایده‌ای در مورد آنچه الگوریتم‌های یادگیری ماشینی انجام می‌دهند نیاز داریم. برای انجام یادگیری ماشین، به سه چیز نیاز داریم:

- داده‌های ورودی.
- نمونه‌هایی از خروجی مورد انتظار.
- راهی برای اندازه‌گیری اینکه آیا الگوریتم کار خود را به خوبی انجام می‌دهد یا خیر؟

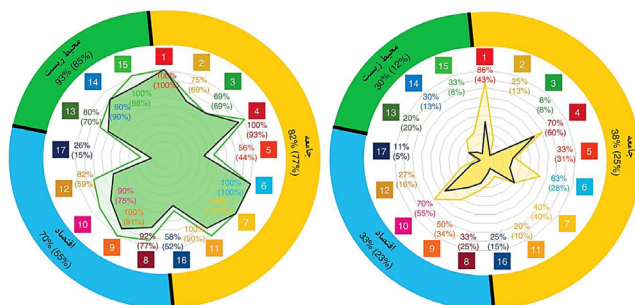
بنابراین، یادگیری ماشین از دیدگاه فنی "جستجو برای نمایش‌های مفید برخی از داده‌های ورودی، در یک فضای از پیش بیان‌شده از احتمالات، با استفاده از راهنمایی از یک سیگنال بازخورد است. این ایده ساده، به شما مجال می‌دهد تا دامنه گسترده‌ای از وظایف فکری، از تشخیص چالش‌ها، تا اداره خودکار سازه‌ها را حل کنید. اگرچه یادگیری عمیق یک زیرشاخه نسبتاً قدیمی از یادگیری ماشین است، اما در آغاز دهه ۲۰۱۰ به شهرت رسید [۱۳]. سال‌ها پس از آن، چیزی جز یک انقلاب در این زمینه به دست نیامده است، با دست آوردهای بیشمار در زمینه مشکلات ادراکی مانند دیدن و شنیدن چالش‌هایی که دربرگیرنده مهارت‌هایی است که برای انسان، طبیعی و آشکار به نظر می‌رسد، ولی، زمان زیادی برای ماشین‌ها گنگ بوده است. در بخش آب، استفاده از یادگیری عمیق برای حل بسیاری از چالش‌های مهم، از جمله بحران در تصفیه‌خانه‌ها تا دستیارهای دیجیتال برای گردآوری و پردازش داده‌های کیفیت و کمیت آب، به‌تازگی ظهور نموده است. پژوهش‌های هوش مصنوعی در پنج سال اخیر (۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰)، به گونه شگفت‌انگیزی با شتاب پیشرفت

کرده‌اند. تا اندازه زیادی، به سبب سطح بودجه‌ای که پیش‌تر در تاریخ کوتاه هوش مصنوعی دیده نشده بود، تاکنون، بسیاری از دامنه کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع آب، مشخص نشده‌اند. این به این معنی است که، در خدمات خرد و حتی خانه‌های شهروندان، هنوز از هوش مصنوعی به شکلی باورپذیر برای عرضه آب استفاده نمی‌شود. امروزه، می‌توان پرسش‌های ساده‌ای از تلفن هوشمند خود پرسید و پاسخ‌های بخردانه دریافت نمود، می‌توان اطلاعات کم و بیش مفید و کارشناسانه، مانند بحران‌های آب و هوایی دریافت کرد، یا می‌توان واژه «آب» را در گوگل جستجو کرد و بی‌درنگ، عکس‌های مرتبط را از آخرین تغییرات وابسته به واژه جستجو شده پیدا نمود. با این حال، در دنیای امروز، هوش مصنوعی، هنوز به سوی یک کانون در شیوه کار، اندیشه، و زندگی بشر، که ناشی از برنامه‌ریزی‌های کلان حکمرانی است، رهنمون نشده است [۱۳]. اکنون، شاید سخت باشد که باور کنیم هوش مصنوعی می‌تواند تأثیر زیادی بر دنیای ما بگذارد. جواب ساده است، زیرا هوش مصنوعی، آن‌گونه که باید به کار گرفته شود، بکار گرفته نشده است. همان‌گونه که در سال ۱۹۹۵، باور داشتن اینترنت در آینده دشوار بود. در آن زمان، بیشتر مردم نمی‌دانستند که اینترنت چگونه با آن‌ها در پیوند است و چگونه زندگی آن‌ها را تغییر می‌دهد. همین امر، امروز درباره یادگیری عمیق و هوش مصنوعی درست است. در آینده‌ای نه چندان دور، هوش مصنوعی دستیار و حتی دوست انسان‌ها خواهد بود. به پرسش‌های شما پاسخ می‌دهد، به آموزش درباره چالش‌های آب کمک می‌کند و مراقب کیفیت آب عرضه شده است. این فناوری پیونددهنده انسان به دنیای پیچیده‌تر و فشرده‌تر اطلاعاتی خواهد بود. ارزشمندتر از آن، هوش مصنوعی به همه بشریت کمک می‌کند تا با کمک به دانشمندان، یافته‌های نو را

در همه زمینه‌های تخصصی آب چه کاربردی و چه نظری، بدست آورند. در این راه، شاید با چند ناکامی و شاید زمستانی جدید هوش مصنوعی روبرو شویم - به همان شکلی که فناوری اینترنت، در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۱۹۹۹، بیش از اندازه ظرفیت خود گسترش یافت و ناگهان، در آغاز دهه ۲۰۰۰، از سقوطی رنج برد که سرمایه‌گذاری در این فن آوری را راکد کرد. هوش مصنوعی، کم و بیش، برای هر فرآیندی که جامعه و زندگی روزمره ما را می‌سازد، بسیار همانند به اینترنت امروزی کاربرد دارد، و صنعت آب نیز بیرون از این مدار نخواهد بود. با این حال، شاید، زمانی به درازا بکشد تا هوش مصنوعی در جایگاه واقعی خود به کار گرفته شود - جایگاهی که هنوز هیچ‌کس جرئت رویارویی با آن را نداشته است - اما هوش مصنوعی در راه است و دنیای ما را به روشی شگفت انگیز دگرگون خواهد کرد [۱۳].

هوش مصنوعی و اهداف توسعه پایدار

بر پایه گزارش‌های بخش آب سازمان ملل، شواهد مستندی از پتانسیل هوش مصنوعی به‌عنوان (الف) فعال-کننده یا (ب) بازدارنده در هر یک از SDG ها کار می‌کند (شکل ۳).



شکل ۳. اثرات مثبت (سمت چپ) و منفی (سمت راست) هوش مصنوعی بر جنبه‌های مختلف اهداف توسعه پایدار [۱۱].

شماره‌های درون مربع‌های رنگی نشان دهنده هریک از SDG ها هستند. درصد‌های بالا، نشان دهنده نسبت همه راه بردهایی است که به می‌توانند زیر تأثیر هوش مصنوعی باشند و راهبردها، در دایره درونی شکل نمایانگر نسبت ها در هر SDG است. برآوردهای سه گروه اصلی، یعنی جامعه، اقتصاد و محیط زیست نیز در دایره بیرونی شکل نشان داده شده است. برآوردها، با در نگرش به نوع شواهد، به‌وسیله بخش سایه دار درونی و اندازه درون براکت نشان داده می‌شود [۱۱]. همچنین، انسیتوی دانشگاه سازمان ملل برای آب، محیط زیست و بهداشت^۱ از آینده‌نگری راهبردی به‌منظور بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار مرتبط با آب (SDG) استفاده نموده است. از هوش مصنوعی می‌توان به‌منظور پیش بینی بلایای مرتبط با آب با دقت بالاتر، مقیاس مکانی وسیع‌تر، و در زمان کوتاه‌تر، نسبت به روش‌های دیگر استفاده کرد؛ که مجال مدیریت متمرکز فعالیت‌های پس از فاجعه را فراهم می‌آورد. کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت آب می‌تواند از زیان‌های اقتصادی زیادی جلوگیری کند، از جوامع و اکوسیستم‌ها نگهداری کرده و مرگومیر ناشی از حوادث ناشی از آب را کاهش دهد. سیاست‌گذاران باید ارزیابی‌های اجتماعی، اقتصادی، و فرهنگی فراوانی، پیش از پذیرش هوش مصنوعی در بخش آب انجام دهند. همچنین انجام پژوهش‌های پایه برای اندازه‌گیری توان اجرا، بازده سرمایه‌گذاری و تأثیر مداخله ارزشمند است. [۲۷].

کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت آب و پساب

برخی از سازه‌های آب و پساب کشور، اکنون، دارای فناوری‌های داده محور هستند که به آن‌ها مجال می‌دهد اطلاعاتی را که پیش‌تر در دسترس نبوده

در مورد عرضه و تقاضای آب، ویژگی‌های تأثیرگذار و عملکردهای سامانه در اختیار داشته باشند. بهره‌برداری بهینه از توانایی بالای هوش مصنوعی در بخش آب برای پردازش شماری زیادی داده و واکاوی روابط، این مجال را می‌دهد از گزینه‌های فنی و سیاسی، به‌ویژه در گام برنامه‌ریزی پشتیبانی شود. مدیریت منابع آب، به‌ویژه برای حفاظت از تنوع زیستی، دارای اهمیت است [۱۱].

جدول (۳) کاربردهای کلیدی، بکار گرفته شده و بکار گرفته نشده، هوش مصنوعی در تأمین آب و مدیریت پساب را چکیده بندی می‌کند. کاربردهای هوش مصنوعی از چت بات‌های ساده برای پشتیبانی مشتری تا سامانه‌های باارزش برای هم‌اندیشی یا پشتیبانی از عملیات و نگهداری تصفیه آب و پساب، گوناگون است. همچنین گستره کار از منبع (منابع آب) تا خروجی (تخلیه پساب) نوسان دارد. این جدول نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند با کارآمدی فراوان از مدیریت پایدار چرخه آب یکپارچه، پشتیبانی کند. این امر، به‌ویژه در فرآیندهای تصفیه آب، با استفاده از فناوری بیولوژیکی، مانند تصفیه پساب خانگی، با نگرش به ماهیت فرایند، که به ما اجازه نمی‌دهد آنچه در اندازه میکروارگانیسم‌ها اتفاق می‌افتد را ببینیم، بسیار ارزشمند است. از این دید، می‌توان گفت ماهیت «جعبه سیاه» فرآیندهای تصفیه پساب با سامانه‌های هوش مصنوعی که شبیه جعبه‌های سیاه هستند، هم‌افزایی بالایی دارد، در شرایط ویژه ای کار می‌کند، و خروجی‌هایی را ارائه می‌دهد بدون اینکه اپراتورها نیازمند باشند که خود الگوریتم را دریابند [۲۲].

جدول ۳. کاربردهای کلیدی موجود و بالقوه هوش مصنوعی در تأمین آب و مدیریت پساب (۳۱).

عنوان	کاربرد	شرح
مدیریت منابع آب	تقاضای آب کوتاه و بلندمدت پیش‌نگری/مدیریت	ابزارهای هوشمند همراه با اطلاعات مکانی و مدل سازی برای شناسایی و پیش‌نگری چالش‌های مربوط به مدیریت منابع آب
تصفیه آب و پساب	سنجش کارایی بهینه‌سازی کارایی پیش‌نگری کیفیت آب	داده‌کاوی کیفیت آب بهینه‌سازی و پایش سامانه‌ها از نمونه نرخ پمپاژ که بر هزینه‌های انرژی تأثیر می‌گذارد پیش‌نگری کیفیت آب خام یا کیفیت آب تصفیه شده بر پایه پارامترهای ورودی
تأمین آب	نشت یابی نظارت بر فرسودگی لوله بهینه‌سازی مصرف آب	تشخیص نشتی و آب بدون استفاده مدل سازی و پیش‌نگری خرابی لوله‌های آب و پساب دستگاه‌های خانگی هوشمند برای پایش مصرف آب
تخلیه پساب	مدیریت تخلیه پساب ردیابی آلاینده‌ها	همانگی تخلیه پساب برای جلوگیری از سرریز پساب در دوره‌های بارانی و کاهش هزینه برداشت، همچنین، برداشت آب شناسایی منبع آلاینده‌های دیده شده در پایین‌دست
پالایش لجن	مدیریت پالایش لجن	بهینه‌سازی فرآیندهای سوزاندن با استفاده از هوش مصنوعی
آبیاری کشاورزی	بهبود راندمان آبیاری	بهینه‌سازی بهره‌برداری از منابع آب و کنترل چرخه مصرف با آب خاکستری

عنوان	کاربرد	شرح
مشتري مداری	آگاهی و خدمات جانبی. تعرفه ها و شرکت های زیرشاخه ای شرکت مادر	همکاری مشتری با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی مانند چت بات ها بهینه سازی خدمات به وسیله مدیریت تجمعی داده ها و پیش نگری ها
تاب آوری	امنیت فضای مجازی در برابر بلایای طبیعی	هوش مصنوعی به عنوان ابزاری کارآمد برای محافظت از زیرساخت های حیاتی در برابر حملات فضای مجازی پیشنهاد شده است سامانه های هشدار اولیه با استفاده از هوش مصنوعی در برابر سیلاب های شهری

اشکال راه حل های مبتنی بر هوش مصنوعی برای کمبود آب

راه حل های مبتنی بر هوش مصنوعی برای کمبود آب به اشکال زیر است:
بهینه سازی مصرف آب:

به عنوان مثال، آبیاری و استفاده صنعتی از آب شامل تصمیم گیری های پیچیده
زیادی است که با استفاده از فناوری های هوش مصنوعی مناسب قابل حل است.

نظارت و نگهداری سیستم های توزیع:

نظارت بر لوله ها، شیرها و پریزها در مقیاس بزرگ بسیار دشوار
است و برای انجام موفقیت آمیز آن نیاز به نیروی انسانی زیادی
دارد. با این حال، یک سیستم مبتنی بر هوش مصنوعی می تواند
بسیاری از این مشکلات را در زمان واقعی عیب یابی کند. این می تواند
مقادیر قابل توجهی از هدر رفت آب را در مقیاس بزرگ کاهش دهد.
کاهش عدم قطعیت: هوش مصنوعی به پیش بینی عدم
قطعیت ها کمک می کند، مانند اختلال در عرضه به دلیل خطرات

محیطی یا انسان‌ساز. آن‌ها همچنین می‌توانند در ایجاد مدل‌های توزیع اخلاقی در مواقع کمبود آب کمک کنند [۲۵].

هوش مصنوعی در بهبود حکمرانی آب

یکی از مهم‌ترین چالش‌های توسعه پایدار که کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با آن روبرو هستند، اطمینان از دسترسی مطمئن همه مردم به خدمات تأمین آب و بهداشت است. این بدان معنی است که منابع آب باید با دقت مدیریت شوند. دسترسی به موقع اطلاعات در شرایط بحرانی حاضر برای تصمیم‌گیری در مدیریت منابع آب بسیار مهم است. برآوردهای سال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که ۲۹٪ از جمعیت جهان (بیش از ۲ میلیارد نفر) به آب آشامیدنی سالم در خانه دسترسی ندارند و ۵۵٪ (بیش از ۴ میلیارد) به سیستم تخلیه پساب ایمن دسترسی ندارند. نحوه اداره آب حداقل از نظر میزان آب ایجاد شده از طریق بارندگی یا تصفیه از طریق فناوری، مهم است [۲۴]. حتی اگر تمام آبی را که داریم تصفیه نماییم، اگر به‌درستی مدیریت نشوند، هرگز به دست مصرف‌کننده نهایی نمی‌رسد. در شرایط حاضر بحران آب، نمی‌توان مزایای فناوری هوش مصنوعی را نادیده گرفت. حکمرانی آب مملو از چالش‌هایی است. باین‌حال، پیشرفت در هوش مصنوعی پتانسیل قابل توجهی برای ایجاد تحول در شیوه حاکمیت آب به حداقل سه روش ایجاد می‌کند [۲۴].

اول، تجزیه و تحلیل بهتر و بهینه‌سازی منابع.

مهم‌ترین قابلیت هوش مصنوعی، با توجه به میزان آبی که هر سال هدر می‌رود، این است که پتانسیل این را دارد که بهینه‌سازی فردی منابع آب را به شدت بهبود بخشد. اگرچه هنوز آنالوگ کاملی وجود ندارد، اما

تعدادی مثال وجود دارد که در آن‌ها از هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی تخصیص انرژی در تهویه مطبوع و وسایل الکتریکی استفاده شده است. به همین ترتیب، هوش مصنوعی در سیستم‌های آب خانگی می‌تواند شیرهای آب نشت‌دار و دیگر امکانات خانگی را شناسایی کند، آب جاری را که فراموش شده است را خاموش کند، و پیشنهادهایی را در مورد نحوه بهینه‌سازی بهتر تخصیص آب موجود ارائه دهد تا مصرف‌کنندگان بتوانند ضمن مراقبت در مصرف آب در هزینه‌های خود صرفه‌جویی کنند [۲۴].

دوم، بهبود حقوق مالکیت و مشخص کردن مالکیت.

در مقایسه با زمین، که از نظر ساخت و ساز، یک اندازه و مکان ثابت است، آب ذاتاً متحرک و پراکنده است: می‌تواند از مکانی به مکان دیگر جریان یابد. بنابراین، آیا مالکیت آب بر سهمی از جریان است یا مقداری خاص؟ از آنجایی که هوش مصنوعی به کاربران اجازه می‌دهد مدل‌های پیش‌بینی بهتری ایجاد کنند که نه تنها قابل اطمینان‌تر هستند، بلکه تأثیر متغیرهای توضیحی رقیب را نیز مجزا می‌کنند، طرفین می‌توانند با ریسک کمتر و راحت‌تر به‌عنوان خریدار و فروشنده با یکدیگر قرارداد ببندند. به‌عنوان مثال، اگر معمولاً دو طرف به دلیل عدم اطمینان بالای ناشی از تغییر در آب و هوا، قادر به عقد قرارداد نبودند، قابلیت‌های هوش مصنوعی می‌تواند منجر به پیش‌بینی‌های مطمئن‌تر در مورد جریان مورد انتظار آب و امکان وقوع حوادث غیرمترقبه را فراهم کند [۲۴].

سوم، متعادل کردن عرضه و تقاضا.

یکی از چالش‌های مرتبط با توسعه بازارهای آب، ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا برای آب است. به دلیل نقش اساسی که آب، مانند برق، ایفا

می‌کند، کمبود آن بسیار پرهزینه است. هوش مصنوعی می‌تواند پیش‌بینی سیستماتیک بهتری برای تقاضا و عرضه آب، رعایت اولویتهای منحصر به فرد جوامع خاص و استفاده از دهه‌ها داده‌های تاریخی در مورد الگوهای آب و هوا برای پیش‌بینی رویدادهای نادر را امکان‌پذیر کند. به این معنا که هوش مصنوعی با کمک به پیش‌بینی‌ها دقیق‌تر و ارائه یک جریان ثابت از داده‌ها برای به‌روزرسانی مداوم مدل‌های حاکم بر پیش‌بینی‌ها، شرایط مناسبی را برای شکل‌گیری بازارها ایجاد می‌کند که به طور مؤثر عرضه و تقاضا را متعادل می‌کند. البته که هوش مصنوعی قرار نیست نوشدارویی برای مدیریت آب باشد و در نهایت به به‌کارگیری این قابلیت‌ها از طریق سیاست‌گذاران بستگی دارد، باین‌حال، این پتانسیل را دارد که تصمیم‌گیری را تا حد زیادی بهبود بخشد و هنر شدنی‌ها را گسترش دهد. مسلماً بخش‌های خصوصی و دولتی باید به‌منظور شناسایی روش‌های به اشتراک‌گذاری داده‌ها به نحوی که حریم خصوصی و اعتماد مصرف‌کننده حفظ شود، گرد هم آیند، اما این امر تا زمانی امکان‌پذیر است که هر دو طرف با ذهنی باز و متعهد به ارائه ارزش به موکلین خود باشند [۲۴].

بخش پنجم

شکاف‌ها و چالش‌ها



چالش های قانون گذاری و حقوقی توسعه هوش مصنوعی در بخش آب

بحث ها در زمینه یکپارچگی موضوعات مربوط به اداره هوش مصنوعی در قانون اساسی می تواند دربرگیرنده زیرمجموعه گسترده ای از آئین نامه ها، به عنوان حقوق خصوصی مانند قانون شهروندی، قوانین جزایی مانند قانون کیفری، حقوق اداری و قانون اساسی مالکیت باشد. قوانین اداری دربردارنده قوانین مربوط به دولت های محلی است که به شکل سنتی، سامانه های آب و زیرساخت های پیرامون را مدیریت و اداره می کنند. حقوق مالکیت فکری از راه اصول حقوق خصوصی در برگرفته می شود و هدف آن تعدیل و توزیع منافع شخصی است. از سوی دیگر، بر پایه قوانین همگانی، که بر حوزه اداری چیره است، دولت یا نهاد همگانی این آزادی را دارد که بر پایه نظم روابط کنترلی و روابط قدرت، به عنوان برجسته ترین قدرت همگانی با منافع خصوصی رویارو شود. برپایه آئین نامه های اداری، توازن بین منافع همگانی و منافع خصوصی مورد نیاز است. بنابراین، هنگام مقایسه اجرای سامانه های هوش مصنوعی با بخش دولتی و بخش خصوصی به سبب تفاوت در قوانین همگانی و خصوصی، باید مجموعه ای از اصول گوناگون بکار برده شود. نگرش به این نکته که منافع همگانی در زمینه اداری ارزش بسیار زیادی دارد، بسیار مهم است. برای نمونه، حتی اگر افزایش نرخ آب یکنواخت و

گسترش شبکه‌های پساب از دیدگاه اقتصادی بخردانه باشد، همیشه گزینه‌ها، با نگرش به منافع همگانی وابسته به دیدگاه ذینفعان انتخاب نمی‌شوند. از این موضوع می‌توان چنین برآورد که حتی اگر هوش مصنوعی در زمینه اداری، از جمله مدیریت آب، معرفی شود، تصمیم‌های پایانی و مسئولیت‌های آن باید تا زمانی که مردم مناسب می‌دانند به‌وسیله مردم گرفته شود. در این مورد، نقش هوش مصنوعی به پشتیبانی از داوری انسان می‌انجامد تا جایگزین آن. همچنین از آن جا که تأثیر اجتماعی و تهدید گسترش سریع هوش مصنوعی را نمی‌توان اندازه‌گیری کرد، بایسته است تا در یک چهارچوب گفتمان، چالش‌های حقوقی مربوط به اخذ هوش مصنوعی برای جامعه انسانی ارزیابی شوند [۱۱]. بر پایه چنین چهارچوبی، چالش‌های حقوقی در زمینه هوش مصنوعی، در موضوعات کلان، دربرگیرنده اصول و ایدئولوژی‌ها، و موضوعات خرد، همانند ایجاد آئین‌نامه‌ها برای حل مشکلات قانونی ویژه، سازماندهی می‌شوند. در مورد نخست، برای نمونه، در برخی کشورهای پیشگام در زمینه هوش مصنوعی، گفتگوهای آغاز شده است در این زمینه که آیا یک قانون مستقل می‌تواند بر روبات‌ها و هوش مصنوعی حاکم باشد. در مورد دوم، پرسش درباره آئین‌نامه‌ها و قراردادهای درباره استفاده از هوش مصنوعی و پاسخگویی به پیامدهای تصمیم‌های گرفته شده به‌وسیله هوش مصنوعی، همچنان یک چالش باقی مانده است [۱۲].

مسئولیت مدنی

در استفاده از هوش مصنوعی، مسئولیت مدنی برای هرگونه رخداد ناشی از استفاده از مدل آموزش دیده، یک نگرانی کلیدی است. اگر حادثه‌ای رخ دهد و خسارتی به سبب خطای ایجاد شده به‌وسیله مدل آموزش دیده ایجاد شود، روشن نیست که چه کسی پاسخگوی خسارت است. برای نمونه، گمان

کنید که عملیات تصفیه خانه آب آشامیدنی به وسیله هوش مصنوعی خودکار شده است و این برنامه سبب اختلال در کارایی تصفیه خانه و تأمین آب شده است. میزان مالی خسارت دربرگیرنده هزینه های نیروی کار مربوط به تأمین آب و جبران خسارت به کاربران برای قطع آب است. توسعه دهندگان، فروشندگان، و کاربران هریک توانایی این را دارند که مسئولیت آن را بر عهده بگیرند. گاهی، درخواست زیان، بر پایه ضمانت نامه، در حقوق خصوصی وجود دارد. ضمانت محصول باید بر پایه ماده قانونی فراهم شود، تا بار مصرف کنندگان را که از خرابی محصولات آسیب می بینند، کاهش می دهد. در اینجا، خرابی محصول، زمانی گفته می شود که ویژگی های آن یا شکل مورد انتظار استفاده از آن، بدون ایمنی بسنده باشد [۱۵]. بالین حال، در مورد سامانه های AI، اثبات خرابی محصول، روی هم رفته دشوار است. حتی اگر یک سامانه هوش مصنوعی به گونه ای خودسرانه، ناکارآمد طراحی نشده باشد، پیش بینی اینکه سامانه چگونه در طی یک فرآیند خودآموزی تغییر خواهد کرد، دشوار است. بنابراین، اثبات کاستی ها و کمبودهای یک برنامه هوش مصنوعی دشوار است [۲۵]. همچنین دیدگاه های وجود دارد که ماهیت جعبه سیاه محصولات هوش مصنوعی می تواند با نگرش به بار اثبات مسئولیت محصول، برای تولیدکنندگان زبان داشته باشد.

گردآوری و مدیریت داده ها

سامانه های پشتیبانی شده به وسیله هوش مصنوعی در بیشتر مواقع به حجم زیادی داده مانند داده های اخذ شده از حسگرها، تصاویر ماهواره ای و... نیاز دارند. خود داده ها هیچ گونه حق مالکیتی ندارند [۱۱]. بالین حال سفارش می شود که، قانون کپی بازبینی شود تا مقررات محدود کننده و انعطاف پذیر حقوقی در زمینه پیشرفت رقومی شدن

و شبکه‌سازی را در بر بگیرد. هنگامی که داده‌های مورد نیاز برای یادگیری ماشین ایجاد می‌شود، دامنه استفاده از آثار بدون حق پخش گسترش می‌یابد. از سوی دیگر، شاید، مواردی باشد که یک شرکت خصوصی که کار نگهداری و مدیریت پروژه‌های تأمین آب را بر عهده دارد، مقدار زیادی داده را در اختیار داشته باشد. در نگاه نخست، به نظر می‌رسد که داده‌ها می‌توانند آزادانه مورد استفاده قرار گیرند، ولی به گمان زیاد، باید قراردادهایی برای محدود کردن استفاده رایگان تنظیم شود. در مورد داده‌های ثانویه، مانند مجموعه‌ای از داده‌های خام یا داده‌های پردازش شده از داده‌های خام مورد استفاده برای آموزش هوش مصنوعی، بسته به شرایط می‌توانند در زیر چهار چوب قوانین گوناگون قرار گیرند. وقتی داده‌ها به گونه سامانه محور ساخته می‌شوند و نوآوری در انتخاب یا ترکیب سامانه محور اطلاعات شناسایی می‌شود، این موضوع در دسته پایگاه‌های داده دارای حق پخش جای می‌گیرد. ارائه صرف اطلاعات را نمی‌توان یک ایده فنی به حساب آورد و داده‌های فردی در زمره نوآوری‌ها جای نمی‌گیرند. بنابراین، از داده‌های ثانویه به وسیله قانون ثبت نوآوری حتی در کشورهای توسعه یافته محافظت نمی‌شوند [۲۱].

محافظت از داده‌های ثانویه زیر نام "حق تجاری" زیرپوشش قانون در هم‌اندیشی‌های قانون‌گذار باید مورد کنکاش باشد. باین حال، برای به رسمیت شناخته شدن زیر نام "حق تجاری"، نیاز به شناسایی و مشخص نمودن اطلاعات زیر پوشش مدیریت محرمانگی، شناسایی تنگنای دسترسی، و امضای یک قرارداد محرمانه، است. بسیاری از چالش‌ها، مانند نیاز به اجرای سازوکارهای کنترل محرمانگی و حفاظت از قانون پیشگیری از رقابت نابرابر، همچنان وجود دارد.

توصیه‌های سیاستی

با نگرش به گفته‌های بالا، سفارش می‌شود که دولت، روند استفاده از برنامه‌های قانونی را برای کسب محیطی ایمن و بهره‌مندی از سامانه‌های هوش مصنوعی شتاب دهد. به همین سان، برای جلوگیری از محدودیت بیش‌ازاندازه این فرایندهای قانونی، یک رویکرد هنجار بایسته است. این کار توسعه‌دهندگان را توانمند می‌سازد تا به نوآوری خود ادامه دهند. از آنجا که بودجه مالی دولت، با نگرش به شرایط اقتصادی نمایان نیست، بخش خصوصی می‌تواند از نوآوری‌هایی همانند سامانه‌های هوش مصنوعی، بدون پشت گرمی به یارانه‌های دولتی، سود پایدار ببرد. در این راستا، انگیزه‌های مالی زیادی برای توانمندسازی بخش خصوصی در توسعه هوش مصنوعی در حال شکوفایی است. در طرح‌های پذیرفته شده، یارانه برای پژوهش‌های دانشگاهی، به‌وسیله اجرای پروژه‌های آزمایشی AI، از ایجاد کسب و کارهای جدید پشتیبانی می‌کند. در میان گذاشتن برآوردهای پژوهشی با بهره‌برندگان و دیگر شرکت‌های خصوصی، که از یارانه‌های دولتی پشتیبانی می‌کنند، می‌تواند منجر به راستی‌نمایی بهتر و شتاب بیشتر نوآوری شود. افزون بر این، چارچوب‌های پایش و ارزیابی هوش مصنوعی در زمینه مدیریت آب، همانند ایجاد سازوکارهای قانونی برای پایش و ارزیابی، می‌تواند کارایی و پایداری را افزایش دهد. در برنامه‌های آموزشی و تربیتی در زمینه هوش مصنوعی، و نیز چالش‌های حقوقی، باید اطمینان بدست آید که فرایند تصمیم‌گیری دربرگیرنده توسعه و استفاده از هوش مصنوعی دربردارنده همه بهره‌برندگان از نمونه زنان، افراد دارای ناتوانی جسمی و سایر افراد است. آموزش یاران باید به‌گونه‌ای هم‌زمان انجام شود تا این اطمینان بدست آید که آموزش یاران برای برآوردن نیاز فرصت‌های آموزشی، به‌ویژه آموزگاران مدرسه و کودکانی که آن‌ها آموزش می‌دهند، به تعداد بسنده

وجود دارد. بسیار ارزشمند است که شکاف سواد هوش مصنوعی تا آنجا که می‌توان کم باشد تا هوش مصنوعی، ابزاری تصمیم‌گیرنده در نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی نشود. افرادی که از هوش مصنوعی و چالش‌های حقوقی آن آگاه هستند شاید، به سبب آگاهی، از فرصت‌های بهتری برخوردار باشند. دولت باید این شکاف را در حالی که هنوز چندان بزرگ نیست، از میان بردارد، زیرا هرچه زمان بیشتری بدون رسیدگی بگذرد، شکاف بزرگ‌تر خواهد شد. توسعه‌دهندگان، از نمونه بخش خصوصی، نخست باید در چهارچوب بندی چنین برنامه‌های آموزشی همکاری داشته باشند. این کار برای بخش خصوصی نیز مفید خواهد بود، زیرا در پایان، به سود همه جامعه خواهد بود. با نگرش به گفته‌های بالا، سفارش‌های زیر به واحدهای مدیریت آب در بخش همگانی ارائه می‌شود:

• نهادهای دولتی باید یک ساختار حقوقی آماده کنند تا خدمات خود را در زمینه هوش مصنوعی به نیروهای خصوصی واگذار کنند. امروزه، از ارائه‌دهندگان خدمات انتظار می‌رود داده‌های کلان گردآوری شده (مانند عملیات و نگهداری، کیفیت آب، رخدادهای دیگر موارد) را به چهارچوبی که به‌وسیله دولت، برای ایجاد یا بهبود یک سامانه هوش مصنوعی، بدون انگیزه مالی ایجاد شده است، ارائه دهند. در بدترین حالت، داده‌های ارائه شده به سود یک شرکت رقیب پایان می‌پذیرد. ایجاد سامانه‌های هوش مصنوعی پرهزینه است و بررسی داده‌های بزرگ گردآوری شده از سایر نهادها بایسته است. بنابراین، یک چارچوب قانونی بایسته است تا از پشتیبانی از بخش خصوصی اطمینان بدست آورده و همچنین اطمینان داشته باشد که بهترین داده‌ها به دست کاربران می‌رسد تا از یک سامانه هوش مصنوعی نیرومند با داده‌رسانی کلان استفاده کنند. روند گسترش مشارکت خصوصی در خدمات آب و پساب همچنین به دستیابی به کارایی بهتر خدمات

کمک می‌کند. برای استفاده از خروجی هوش مصنوعی، شهرداری‌ها باید گام‌های تصویب را پیش از اجرا در نظر بگیرند. اگر این گمان باشد که هر گونه نتیجه آشکار از یک فرآیند تصمیم‌گیری از جمله هوش مصنوعی می‌تواند چالش‌های ارزشمندی مانند از دست دادن جان انسان، آسیب بدنی، یا مشکلات سلامتی را ایجاد کند، خروجی الگوریتم هوش مصنوعی نباید به گونه‌ای خودکار در کارایی خدمات بازتاب داده شود، و فرایند حفاظت، همانند تصمیم‌گیری انسانی، باید در مورد بخردانه بودن خروجی داوری کند. این عملکرد سه گانه را تضمین می‌کند که ایمنی کاربر، ایمنی اپراتور و حفاظت از شرکت توسعه AI است. فرایند تصمیم‌گیری باید روشن و فراگیر باشد. در زمینه رویکرد بخش خصوصی، ساماندهی یک سامانه هوش مصنوعی توانمند، باید یک فرصت کلیدی تجاری برای مشارکت در ارائه خدمات عمومی باشد. نمونه‌های زیر باید به وسیله شرکت‌های خصوصی برای ایجاد سامانه هوش مصنوعی مورد ارزیابی باشد. فرایند تصمیم‌گیری که سامانه هوش مصنوعی از آن پشتیبانی می‌کند، باید با هم‌اندیشی با نهاد وابسته در بخش عمومی، موشکافانه بررسی شده و بهره‌برندگان به روشی فراگیر و روشن رفتار نمایند.

- تجزیه و تحلیل داده‌های حجیم ارائه شده به وسیله ارائه‌دهندگان خدمات کنونی برای ایجاد یک سامانه هوش مصنوعی خوب بایسته است. حقوق مالکیت فکری چنین داده‌هایی باید به گونه‌ای قانونی به دست آمده و داده‌ها باید موشکافانه پایش و محافظت شوند.
- جدا از سطوح فنی یک سامانه هوش مصنوعی، نمی‌توان به این نتیجه رسید که چگونه برآوردها یا خروجی‌هایی از سامانه هوش مصنوعی به دست آمده است. برنامه‌های کاربردی باید هوشیارانه نظارت داشته باشند یا فرایندهای دیگری داشته باشند تا بررسی کنند که آیا خروجی با نگرش به هدف کار و تأثیر واقعی خروجی بر خدمات، بخردانه

است یا خیر. اگر برآورد نامناسب باشد، باید کارهای حفاظتی برای راهاندازی سازوکارهای پیشگیرانه انجام شود. این می‌تواند از آسیب‌های اقتصادی یا جانی به شهرداری‌ها یا استفاده‌کنندگان جلوگیری کند.

- انتظار می‌رود که سامانه‌های حکومتی دربرگیرنده قوانین و آئین‌نامه‌های وابسته به هوش مصنوعی، با شتاب توسعه یابند. بخش خصوصی باید نسبت به شیوه اداره بخش دولتی بر سامانه هوش مصنوعی و چالش‌های مربوط به حقوق مالکیت اطلاعات هشیار باشد.

بخش هشتم

توصیه‌های سیاستی



هوش مصنوعی می‌تواند آینده آب را تغییر دهد. بدیهی است که نیاز مبرم به رسیدگی به مسائل خاص مرتبط با آب (کمبود آب، آلودگی، هدر رفتن و...) نیاز به همراهی گسترده‌تر به‌منظور تعمیر محیط جهانی مشترک ما از طریق تلاش‌های پایدارتر، و پذیرش گسترده راه‌حل‌های هوش مصنوعی در زمینه آب دارد. همان‌گونه که بسیاری از تحلیلگران برجسته صنعت و ناظران رسانه‌ای معتقدند به‌کارگیری هوش مصنوعی می‌تواند به‌سرعت شیوه تأمین و مصرف آب را دگرگون نماید. این به‌نوبه خود، می‌تواند افزون بر آبرسانی بهینه، برای ساکنین در مناطق با کمبود شدید آب، یک چشم‌انداز جهانی پایدار در بلندمدت را تضمین کند. با گذشت زمان، شاید در آغاز دهه ۲۰۳۰، این توانایی در کنار تریلیون‌ها دلار سود اقتصادی برابر با زندگی‌های بی‌شماری باشد که نجات‌یافته و بهبودیافته‌اند، باشد. البته باید اذعان نمود، برای اطمینان از دستاوردهای مثبت توسعه و به‌کارگیری این فناوری، سیاست‌های وابسته به استفاده از هوش مصنوعی، در حل چالش‌های آب، باید با ظرفیت‌ها و سیاست‌های توسعه زیرساخت‌ها همراه باشد. سیاست‌های توسعه ظرفیت، باید افزون بر به‌نیازهای هوش مصنوعی و فناوری اطلاعات و ارتباطات، به توسعه مهارت‌های وابسته به هوش مصنوعی همه ذینفعان در زمینه آب،

رسیدگی کند. سیاست‌های توسعه زیرساخت، باید به زیرساخت‌های پردازشی، انرژی، تولید داده، و ذخیره‌سازی بپردازد.

همچنین، پیوستگی در اجرای این سیاست‌ها بسیار با ارزش است. به‌منظور برای کاهش جابجایی‌هایی کاری در آینده، که همراه با نوآوری هوش مصنوعی در بخش آب با آن روبرو می‌شویم، سیاست‌ها باید، سرمایه‌گذاری‌ها را به‌سوی توانمندسازی نیروی کار ماهر، با توسعه آموزش‌های وابسته به بخش آب در همه بخش‌ها رهنمون سازند. این نیروی کار ماهر، باید به‌گونه‌ای راهبردی، برای جبران وابستگی به بخش خصوصی سازماندهی شود. چالش‌های بخش آب، گذرگاهی از تراز بومی به تراز جهانی است و حل آن، نیاز به شناخت اکوسیستم آب دارد. به‌ویژه برای کشورهایی که با رودخانه‌ها و حوضه‌های بزرگ به دیگر کشورها در پیوند هستند، این موضوع مهم است که در توسعه سیاست‌هایی که استفاده از هوش مصنوعی را برای رویارویی با چالش‌های مشترک بخش آب پیش می‌برد، همکاری کنند. به‌علاوه نیاز است یک انجمن یا نهاد، با نمایندگانی از همه بهره‌برندگان، در سطح ملی پایه‌ریزی شود تا مجال پذیرش هدفمند هوش مصنوعی به‌وسیله سازمان‌های آب فراهم شود. این انجمن یا نهاد، باید سیاست‌ها، آئین‌نامه‌ها و رمزهای رفتاری را برای پذیرش هوش مصنوعی در بخش آب داشته باشد. این توصیه‌های کلیدی می‌تواند به‌عنوان رهنمودهای اصلی برای توسعه استراتژی‌ها و برنامه‌هایی برای استفاده از هوش مصنوعی برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار مرتبط با آب استفاده شود.

منابع



- AI Strategy. Available online: <https://www8.cao.go.jp/cst-p/ai/.html> (accessed on 31 May 2021).
- Aziza Akhmouch, Francisco Nunes Correia, the 12 OECD principles on water governance—When science meets policy, Util. Policy 43 (2016) 14–20.
- Eduardo Araral, Yahua Wang, Water governance 2.0: a review and second generation research agenda, Water Resour. Manag. 27 (11) (2013) 3945–3957.
- Guidelines for Implementing Electronic Systems for Basic Inventories of Waterworks Facilities. Available online: <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunit-suite/bunya/0000205762.html> (accessed on 31 May 2021).
- Howes, A.; Pogrebna, G.; Yeung, K. AI Governance by Human Rights—Centered Design, Deliberation, and Oversight. In The Oxford Handbook of Ethics of AI, 1st ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 2020; p. 75.
- ISO/IEC JTC 1/SC 42. Available online: <https://www.iso.org/committee/6794475.html> (accessed on 31 May 2021).
- Ministry of Economy, Trade and Industry. Contract Guidelines on Utilization of AI and Data, Version 1.1. Available online: <https://www.meti.go.jp/press/2018/06/20180615001/20180615001.html> (accessed on 31 May 2021).
- Ministry of Internal Affairs and Communications. Amendment to the Water Supply Act (no.177/1957). Available online: <https://elaws.e-gov.go.jp/document?law-id=332AC0000000177> (accessed on 20 June 2021).
- Ministry of Internal Affairs and Communications. Patent Act (no.121/1959). Available online: <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=334AC0000000121> (accessed on 10 August 2021).
- Ministry of Internal Affairs and Communications. Product Liability Act (no.85/1994). Available online: <https://elaws.e-gov.go.jp/document?law-id=406AC0000000085> (accessed on 10 August 2021).
- Money Control, Clean Ganga Is Still a Dream, 2019. <https://www.money-control.com/news/business/economy/-clean-ganga-is-still-a-dream-data-shows-no-real-work-done-2325841.html/>.
- National Portal of India, Namami Gange Programme, 2019 (Accessed 19 March 2019), <https://www.india.gov.in/spotlight/namami-gange-programme#tab=tab-1/>.

- Nishant, R.; Kennedy, M.; Corbett, J. Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda. *Int. J. Inf. Manag.* 2020, 53, 102104.
- OECD. Measuring the Digital Transformation; OECD Publishing: Paris, France, 2019.
- OECD. Recommendation of the Council on OECD Legal Instruments Artificial Intelligence; OECD/LEGAL/0449. Available online: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449> (accessed on 20 June 2021).
- Press Information Bureau, Government of India, Ministry of Water Resources, Progress of Clean Ganga Mission, 2019. <http://pib.nic.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=137894/>.
- Sharma, A and Shekhar, H. A predictive analytics framework for Sustainable Water Governance, Sustainable Computing: Informatics and Systems, 2021.
- S.J. Van de Meene, Rebekka R. Brown, Megan A. Farrelly, towards understanding governance for sustainable urban water management, *Glob. Environ. Chang.* 21 (3) (2011) 1117–1127.
- Social Principles of Human-Centric AI. Available online: <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/jinkouchinou/> (accessed on 20 July 2021).
- Takeda, T; Kato, J; Matsumura, T; Murakami, T and Abeynayaka A. Governance of Artificial Intelligence in Water and Wastewater Management: The Case Study of Japan, hydrology, 2021.
- Twitter. <https://twitter.com/>, 2019 (accessed 8 August 2019).
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I. et al. The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nat Commun* 11, 233 (2020).
- Yanaga, M.; Shishido, G. Robots, AI and the Law; Yuhikaku Publishing, Co., Ltd.: Tokyo, Japan, 2018. (In Japanese)
- <https://globalwaterforum.org/2020/11/19/three-ways-artificial-intelligence-can-enhance-water-governance/>
- <https://www.analyticsinsight.net/ai-in-water-sector-a-new-frontier-of-responsible-ai/>
- https://www.mdpi.com/journal/water/special_issues/Artificial_Intelligence_Water
- <https://unstats.un.org/sdgs/unsdg>



مرکز ملی فضای مجازی
پروژه شبکه فضای مجازی

csri.majazi.ir

حوزه فضایی مجازی به اندازه انقلاب اسلامی اهمیت دارد. این فضا مثل یک روخانه پر از آب و خروشان است که می آید و دائماً هم بر آب آن افزوده و خروشان تر می شود. اگر ما بر این روخانه تدبیر کنیم و برنامه داشته باشیم، زهکشی کنیم و هدایت کنیم این روخانه را تا به سد بریزد، می شود فرصت. اگر رهاش کنیم و برنامه ای برای آن نداشته باشیم می شود یک تهدید.



csri.ac.ir