

فن آب

خبرنامه فناوری و نوآوری آب

شماره چهارم | شهریور ماه ۱۴۰۳





فن آب

فناوری و نوآوری آب

شماره چهارم | شهریور ماه ۱۴۰۳

راهبری:

مرکز همکاری های تحول و پیشرفت ریاست جمهوری

معاونت امور صنعتی | گروه آب

اجرا:

پژوهشکده مطالعات فناوری ریاست جمهوری / کمیته آب

ناظران:

محمد حسنوی

مهدی نظری

تهیه کنندگان:

علی عبد الهی نسب (سر دبیر)

حمیدرضا بر جسته

ریحانه نوفلی

آرش تقی پور

طراح گرافیک:

علی قربی

تلفن: ۰۲۱-۶۶۵۰۰۰۶۵

نمابر: ۰۲۱-۶۶۵۰۰۰۶۰

پست الکترونیکی:

ab@cpdi.ir

info-water@tsi.ir



فهرست عناوین

سخن سر دبیر/ ۲

پیش درآمد

ظهور هوش مصنوعی و تأثیر آن در مدیریت منابع آب و فاضلاب / ۳

اخبار مرتبط با فناوری و نوآوری حوزه آب

مدیریت آب در نیوساوث ولز بر پایه اطلاعات دقیق مصرف آب / ۴
رشد استفاده از فناوری نشت یابی ماهواره‌ای / ۵

معرفی رویدادهای اخیر فناوری و نوآوری حوزه آب

هفته بین المللی آب سنگاپور ۲۰۲۴ / ۶
هفته جهانی آب ۲۰۲۴ / ۷

معرفی رویدادهای آتی فناوری و نوآوری حوزه آب

نمایشگاه Aquatec چین ۲۰۲۴ / ۸
نمایشگاه و کنفرانس IFAT هند ۲۰۲۴ / ۹

مرور مطالعات و دستاوردهای مراکز تحقیقاتی و پژوهشی

کار بست هوش مصنوعی و یادگیری عمیق برای کشاورزی دقیق / ۱۰
ساده سازی شناسایی مواد شیمیایی به کمک هوش مصنوعی / ۱۱

کار بست فناوری های روز دنیا در حوزه های مرتبط با آب در ایران

نقش هوش مصنوعی در کشاورزی نوین / ۱۲

بررسی یک شرکت مطرح در حوزه آب

معرفی شرکت تجاری UKCRIC / ۱۴

یادداشت تحلیلی-سیاستی در حوزه فناوری آب

ارزیابی اقتصادی چند بعدی به کمک هوش مصنوعی / ۱۵

ظهور هوش مصنوعی و تأثیر آن در مدیریت منابع آب و فاضلاب



فاضلاب، بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی هستند و اغلب، ۳۰ تا ۴۰ درصد کل انرژی مصرفی را تشکیل می‌دهند. در سطح ملی، این عدد دو درصد کل انرژی مصرفی در ایالات متحده است. هوش مصنوعی می‌تواند زمان کارکرد پمپ‌ها را بهینه کند تا فقط در زمان نیاز، از انرژی استفاده کنند. این امر می‌تواند باعث صرفه‌جویی انرژی شود.

۶. آبیاری هوشمند و بهینه‌سازی مصرف آب

در بخش کشاورزی، سیستم‌های آبیاری هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی، داده‌های اقلیمی، شرایط خاک و نیازهای محصول را برای بهینه‌سازی مصرف آب تجزیه و تحلیل می‌کنند. این امر نه تنها هدر رفت آب را کاهش می‌دهد، بلکه با برآورد دقیق نیاز آبی و کشاورزی دقیق ضمن حفظ محصول، برداشت آب برای مصارف کشاورزی را نیز کاهش می‌دهند.

۷. نظارت بر فاضلاب برای تأمین سلامت عمومی

با هدف شناسایی و ردیابی رخدادهای مرتبط با بهداشت عمومی، از جمله شیوع بیماری‌هایی مانند COVID-19، می‌توان از هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به فاضلاب شهری، استفاده کرد. با شناسایی ذرات ویروسی و سایر عوامل بیماری‌زادر فاضلاب، هوش مصنوعی می‌تواند بسیار سریع‌تر از روش‌های سنتی، بروز بیماری‌های همه‌گیر را تشخیص دهد.

ظهور هوش مصنوعی^۱ (AI)، همانند سایر حوزه‌ها، منجر به ایجاد تحولات در صنعت آب نیز شده است. در ادامه هفت اثر بنیادی هوش مصنوعی در بخش آب و فاضلاب مرور شده است.^۲

۱. هوش مصنوعی، پرچم‌دار سرمایه‌گذاری‌های فناورانه در آب و فاضلاب

بخش‌های خدماتی مرتبط با آب و فاضلاب در هوش مصنوعی سرمایه‌گذاری می‌کنند. به عنوان مثال، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰، فقط در ایالات متحده آمریکا و کانادا مجموعاً ۶/۳ میلیارد دلار در راه‌حل‌های نوآورانه هوش مصنوعی در بخش آب و فاضلاب سرمایه‌گذاری خواهد شد. این سرمایه‌گذاری بخشی از اهداف بلندمدت برای دیجیتالی‌شدن صنعت آب و فاضلاب است. در این میان، یکی از مهم‌ترین حوزه‌های سرمایه‌گذاری، زیرساخت‌های فاضلاب و تخلیه آب است. با توجه به تأثیرات تغییرات اقلیمی، وجود زیرساخت‌های فرسوده و روش‌های قدیمی طراحی، فاضلاب تصفیه نشده زیادی وارد محیط زیست شده و اثرات منفی زیادی بر جامی‌گذارد. با آموزش مدل هوش مصنوعی با هزاران نمونه، می‌توان بدون نیاز به دانستن فرآیندهای دقیق، مقدار جریان فاضلاب ورودی به محیط زیست را پیش‌بینی کرد.

۲. صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرایی

به‌طور میانگین، شرکت‌های آب و فاضلاب آمریکا در هر سال بیش از ۳۰۰ دلار به ازای هر مشتری هزینه می‌کنند. با توجه به صرف هزینه‌سنگین، پتانسیل صرفه‌جویی قابل توجهی وجود دارد. هوش مصنوعی می‌تواند با کاهش هزینه‌های مصرف انرژی، بهینه‌سازی استفاده از مواد شیمیایی برای تصفیه و امکان حفاظت و نگهداری فعالانه زیرساخت‌ها، ۲۰ تا ۳۰ درصد در هزینه‌های عملیاتی^۳ (OPEX)، صرفه‌جویی کند.

۳. پیش‌بینی وقایع غیرمنتظره و یادگیری از آن‌ها با سرعت بیشتر

ترکیب لوله‌های آب، برای شرکت‌های آب و فاضلاب هم از نظر مالی و هم از نظر سرمایه اجتماعی پرهزینه است. هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی می‌توانند الگوهای داده‌ای مرتبط با خرابی و نشت‌ها را شناسایی کنند. همچنین فرصت یادگیری مجدد از هر رویداد نیز برای هوش مصنوعی فراهم است.

۴. فراهم کردن اطلاعات دقیق برای پشتیبانی تصمیم‌تصدیان

متصدیان، دیگر نیازی به تجزیه و تحلیل متغیرهای پیچیده برای تصمیم‌گیری‌های مهم مانند روشن یا خاموش کردن پمپ‌ها، تعیین میزان مواد شیمیایی در فرآیندهای مختلف یا هشدارهای مربوط به فرآیندهای تعمیر و نگهداری تجهیزات ندارند. هوش مصنوعی با شناسایی چالش‌ها و ارزیابی روندها، اطلاعات و هشدارهای لازم را به متصدیان ارائه می‌کند.

۵. بهینه‌سازی مصرف انرژی برای تأمین آب آشامیدنی و فاضلاب

بر اساس آمار آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا^۴، در بسیاری از شهرهای آمریکا، بخش تأمین آب آشامیدنی و تصفیه‌خانه‌های



بسمه تعالی

همانطور که می‌دانیم مسائل مرتبط با آب و امنیت آبی از مهم‌ترین موضوعات کشور محسوب می‌شوند. استفاده از فناوری‌های روز دنیا می‌تواند در مواجهه کارآمدتر با مسائل آبی، به مراتب نقش مؤثرتری ایفا کند. اساس شکل‌گیری فن آب، خبرنامه فناوری و نوآوری بر محور معرفی فناوری‌های روز دنیا به متخصصان و علاقمندان این حوزه است.

اهمیت استفاده از هوش مصنوعی در بخش آب و کشاورزی را نمی‌توان نادیده گرفت. همین موضوع باعث شده است تا در این شماره از خبرنامه فن آب، بیشتر به نقش هوش مصنوعی در صنعت آب پرداخته شود. به عنوان مثال، هوش مصنوعی با ارائه ابزارهای پیشرفته برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی الگوهای مصرف، به بهینه‌سازی منابع آب کمک می‌کند. این فناوری می‌تواند نشتی‌ها را تشخیص داده و با مدیریت دقیق‌تر منابع، از هدررفت آب جلوگیری کند. در این خصوص در بخش اخبار، به دو خبرکلی در خصوص تحلیل داده و پیش‌بینی الگوی مصرف و نشتیابی ماهواره‌ای اشاره شده است.

در بخش رویدادهای گذشته به اتفاقات رویدادهای فناوری آب چین و هفته بین‌المللی آب سنگاپور پرداخته شده

است. این دو رویداد از جمله مهم‌ترین رویدادهایی است که اخیراً برگزار شده است. همچنین در بخش رویدادهای آتی، نمایشگاه آب هند (IFAT India 2024) و آکواتک چین (Aquatech China 2024) به علاقمندان معرفی شده است. یکی از مهمترین بخش‌های مصرف آب و انرژی، بخش کشاورزی است. هوش مصنوعی نقش کلیدی در بهبود بهره‌وری و افزایش تولید محصولات کشاورزی ایفا می‌کند. با تحلیل داده‌های آب و هوا و خاک، سامانه‌های هوشمند می‌توانند بهترین زمان و روش برای آبیاری و کاشت را پیشنهاد دهند. این فناوری، به کشاورزان کمک می‌کند تا با شرایط متغیر آب و هوایی سازگار شده و محصولات با کیفیت‌تری تولید کنند. در بخش کاربست فناوری‌های روز دنیا در ایران، اهمیت هوش مصنوعی در کشاورزی تبیین شده است. همچنین در بخش دستاوردهای علمی، به نقش هوش مصنوعی در برآورد دقیق نیاز آبی گیاهان اشاره شده است. علاوه بر این در این بخش به سبب نقش روزافزون هوش مصنوعی در ارتقاء کیفیت آب، به ارائه نتایج یک پژوهش علمی در این حوزه نیز پرداخته شده است.

امید است مطالب ارائه شده در این شماره فن آب، برای متخصصان حوزه آب جذاب باشد و این اقدام ما، گامی کوچک در راستای کاهش بحران آب کشور باشد. بی‌صبرانه منتظر دریافت نکات، انتقادات و پیشنهادات شما عزیزان در خصوص فن آب هستیم.

علی عبدالهی نسب

سردبیر خبرنامه فناوری و نوآوری آب

پی‌نوشت‌ها

1 Artificial Intelligence

2 بخش از مطالب این بخش از وبسایت ذیل تهیه شده است:

<https://www.autodesk.com/blogs/water/2022/05/01/ai-in-water-10-ways-ai-is-changing-the-water-industry/>

3 Operational Expenditures

4 US EPA

مدیریت آب در نیوساوت ولز بر پایه اطلاعات دقیق مصرف آب



وزارت تغییرات اقلیمی، انرژی، محیط زیست و آب نیوساوت ولز استرالیا، در حال اجرای پروژه‌ای نوآورانه، **مبتنی بر هوش مصنوعی**، در راستای اجرای برنامه بهره‌وری آب است. ایالت نیوساوت ولز^۱ در تلاش برای افزایش بهره‌وری آب از طریق بررسی دقیق الگوهای مصرف آب خانگی است. **دسترسی به داده و اطلاعات، نخستین گام برای مدیریت هوشمند آب است.** در این راستا سرمایه‌گذاری ۱۶۳،۵۰۰ دلار در حوزه کنتورهای هوشمند و فناوری هوش مصنوعی در شهرهای بالینا^۲، باتورست^۳، دوبو^۴ و منطقه شورای رودخانه مورای^۵ صورت گرفته است. شایان توجه است که، این همکاری توسط دانشگاه گریفیث^۶ راهبری می‌شود. این دانشگاه در سال‌های اخیر از نرم‌افزار هوش مصنوعی خود به نام Autoflow به منظور نظارت و تجزیه و تحلیل مصرف آب در مناطق مسکونی رونمایی کرده است. این رویکرد نوآورانه، اطلاعات دقیقی در مورد استفاده از آب و شناسایی میزان مصرف فعالیت‌های خاص مانند سرویس بهداشتی، استحمام، شست‌وشو و سایر مصارف ارائه می‌کند. هوش مصنوعی Autoflow، با بهره‌گیری از بانک اطلاعاتی داده‌های مصرف آب در موارد مختلف می‌تواند با دقت بسیار خوبی مصرف آب در هر بخش را دسته‌بندی کند. بطور قطع، این ابتکار عمل با استفاده از کنتورهای آب هوشمند بهره‌مند از سیستم‌های اینترنت اشیا میسر است. متخصصان معتقدند که این پروژه می‌تواند شاخص‌های مدیریت آب را به ویژه در طول خشکسالی و دوره‌های افزایش تقاضا ارتقاء دهد.

این نرم‌افزار، نخستین نمونه استفاده از تکنولوژی هوش مصنوعی با هدف فراهم کردن اطلاعات حیاتی برای برنامه‌ریزی بهتر و مدیریت منابع آبی در نیوساوت ولز است و نتایج آن در اواخر سال ۲۰۲۴ منتشر خواهد شد. اشرف الشربینی^۷، مدیر اجرایی عملیات تاب‌آوری در وزارت تغییرات اقلیمی، انرژی، محیط زیست و آب نیوساوت ولز در خصوص این پروژه بیان کرد: «اگر کسی از شما بپرسد که هر روز چقدر آب برای دوش گرفتن، مسواک زدن، پرکردن بطری آب یا جوشاندن آب کتری مصرف می‌کنید، اغلب پاسخی ندارید. این مطالعه کنتورهای هوشمند و فناوری هوش مصنوعی را جمع‌بندی کرده تا دقیقاً متوجه شویم چه مقدار آب در شبکه شهری و برای چه نیازی مورد استفاده قرار می‌گیرد»^۸.

رشد استفاده از فناوری نشت‌یابی ماهواره‌ای



در سال‌های اخیر، کشورهای متعددی از نشت‌یابی ماهواره‌ای برای صرفه‌جویی در آب و کاهش هزینه‌های اجرایی خود استفاده کرده‌اند. به عنوان مثال، شرکت خدمات آب مینی‌لاد^۹ واقع در فیلیپین، در راستای کاهش هدررفت آب در شبکه، از تصاویر ماهواره‌ای و هوش مصنوعی برای تشخیص نشت لوله‌های مدفون در زمین استفاده می‌کند. ۳۰۰۰ کیلومتر مربع استفاده شده است.



اطلاعات مربوط به نشت آبی که توسط الگوریتم‌های هوش مصنوعی شناسایی شده در سیستم اطلاعات جغرافیایی با جزئیات مناسبی مانند **مختصات محله و خیابان** ثبت می‌شود. این موضوع، منجر به شناسایی و تعمیر نشت‌های شبکه توزیع در کمترین زمان ممکن شده است.^{۱۰}

این فناوری، در سایر کشورها نیز مورد اقبال قرار گرفته است. به عنوان مثال، **اداره برق، آب و گاز شارجه در امارات^{۱۱} (SEWA) از سال ۲۰۲۳، نشت‌یابی ماهواره‌ای را در دستور کار خود قرار داده است.** تجربه سال ۲۰۲۳ از تحلیل ۴۰۰ کیلومتر خطوط انتقال و توزیع آب، منتج به شناسایی ۵۴۲ نشت در شبکه انتقال و توزیع شد. به عبارتی دیگر ۷۸۸ میلیون گالن آب، معادل ۲۷ میلیون درهم (تقریباً ۷/۳ میلیون دلار) صرفه‌جویی حاصل شد.^{۱۲}

پی‌نوشت‌ها

- 1 New South Wales
- 2 Ballina
- 3 Bathurst
- 4 Dubbo
- 5 Murray River Council area
- 6 Griffith University
- 7 Ashraf El-Sherbini

۸ لینک خبر: <https://B2n.ir/n63107>

- 9 MAYNILAD Water Services, Inc.
- 10 Asterra
- 11 <https://www.bworldonline.com/corporate/2024/05/07/593136/maynilad-says-it-uses-satellite-ai-for-leak-detection/>
- 12 The Emirate of Sharjah's utility Sharjah Electricity, Water and Gas Authority
- 13 <https://sharjah24.ae/en/Articles/2024/02/06/SEWA-applies-satellite-leak-detection-in-the-UAE>

هفته بین المللی آب سنگاپور 2024



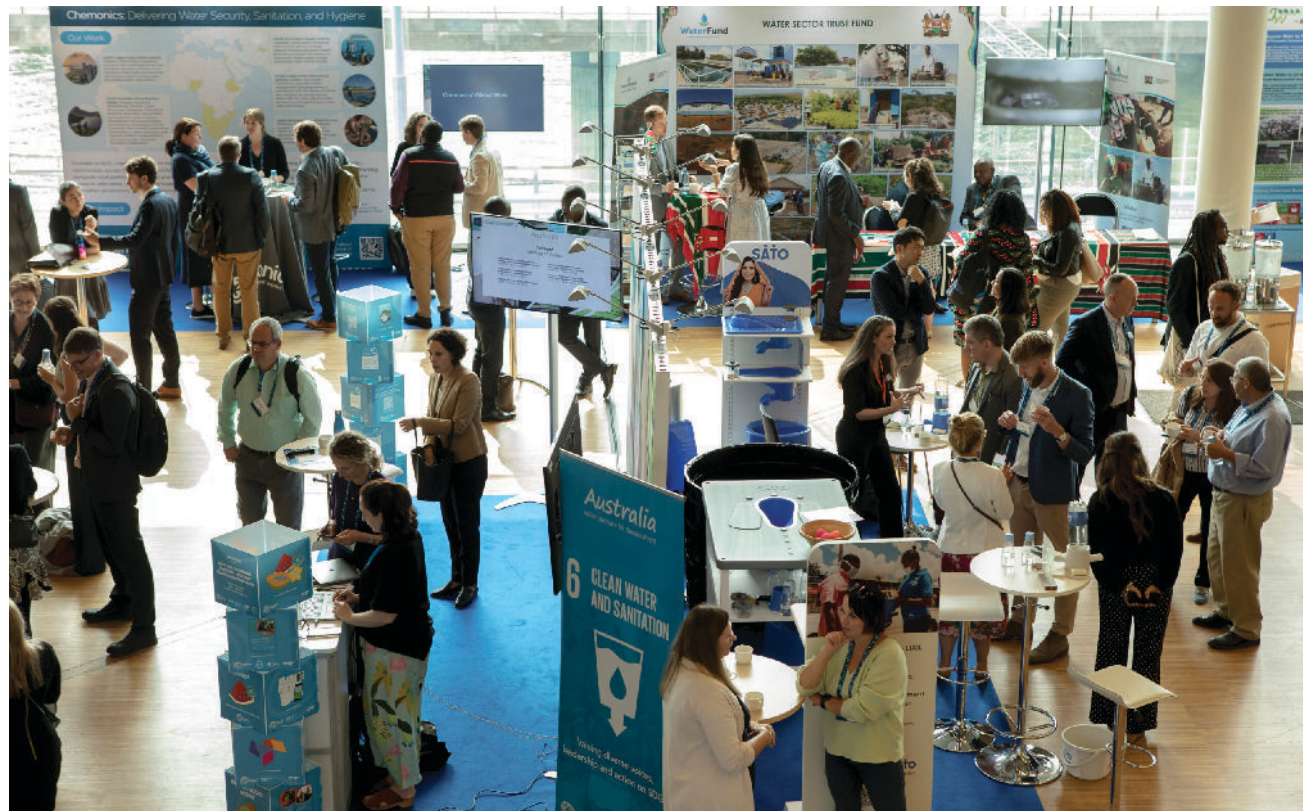
هفته بین المللی آب سنگاپور، با حضور بیش از ۲۴۰۰۰ بازدیدکننده در طول ۵ روز، از ۱۸ تا ۲۲ ژوئن مصادف با ۲۹ خرداد تا ۲ تیر ماه ۱۴۰۳ در سنگاپور برگزار شد. در این دوره، بیش از ۵۰٪ غرفه‌ها متعلق به ۲۹ کشور به جز سنگاپور بود. همچنین هشت پایون از کشورهای نظیر استرالیا، کانادا، چین، آلمان، کره جنوبی، سوئیس و بریتانیا در این نمایشگاه حضور داشتند. همانطور که در شماره قبلی خبرنامه معرفی این رویداد اشاره شده بود، برنامه‌های متعددی در طی برگزاری نمایشگاه ارائه شده

است. جایزه لی کوآن یو، به عنوان جایزه معتبر در حوزه آب که در سطح بین المللی به رسمیت شناخته شده، به یک فرد یا سازمان برای کمک‌های شایان به حل مشکلات آبی جهان از طریق توسعه یا به کارگیری فناوری‌های نوآورانه، سیاست‌ها یا برنامه‌های منتج به بهبود کیفیت زندگی، اعطاء می‌شود. این جایزه، در سال ۲۰۲۴ به پروفیسور خرتین مدما^۳ به دلیل تلاش‌های پیشگامانه ایشان در علم اپیدمیولوژی و بحث نظارت بر فاضلاب برای مبارزه با همه‌گیری کووید-۱۹ اعطا شده است. ارزش این جایزه ۳۰۰ هزار دلار است.

جدول برنامه بازدید میدانی هفته جهانی سنگاپور

Theme	Water Recycling & Desalination	Net Zero	Stormwater Management & Coastal Protection	Research and Innovation - Centres of Excellence
18 & 22 June 2024	1) Keppel Marina East Desalination Plant 2) Changi Water Reclamation Plant/ Deep Tunnel Sewerage System/ Sembcorp NEWater Plant	1) Chestnut Ave Waterworks 2) Sembcorp Tengeh Floating Solar Farm	1) Marina Barrage 2) Bishan Ang Mo Kio Park 3) Technology Centre for Offshore and Marine, Singapore (TCOMS) 4) Coastal Protection and Flood Resilience Institute (CFI) Singapore	1) Nanyang Environment and Water Research Institute (NEWRI) 2) Separation Technologies Applied Research and Translation Centre (START)

هفته جهانی آب 2024



هفته جهانی آب، یکی از مهم‌ترین رویدادهای حوزه آب است که سالانه جمع کثیری از علاقه‌مندان به موضوع آب را گرد هم می‌آورد. این رویداد، از سال ۱۹۹۱ هرساله توسط مؤسسه بین‌المللی آب استکهلم^۲ برگزار می‌شود. موضوع اصلی رویداد هفته جهانی آب ۲۰۲۴، پل زدن مرزها: آب برای آینده‌ای صلح‌آمیز و پایدار عنوان شده بود. تأکید این رویداد، به رسمیت شناختن ارتباطات و تعاملات منطقه‌ای و جهانی جوامع و ملت‌ها و تلاش مشترک برای دستیابی به آینده‌ای صلح‌آمیز و پایدار است. نمایشگاه امسال، از تاریخ ۲۵ تا ۲۹ آگوست معادل ۴ تا ۸ شهریور ماه ۱۴۰۳ در استکهلم سوئد برگزار شد.

استقبال از نمایشگاه هفته جهانی آب منجر شد تا تعداد جلسات و پنل‌های رویداد

۲۰۲۴، نسبت به دوره قبل ۲۵٪ افزایش یابد. طبق داده‌های منتشر شده، بیشترین تمرکز در چهار دسته صورت گرفته است که عبارتند از: ۱. آب‌های فرامرزی و دیپلماسی آب، ۲. اکوسیستم‌ها و انعطاف‌پذیری اقلیم، ۳. حقوق بشر، جنسیت، جوانان و گروه‌های کم‌نماینده و ۴. آب، فاضلاب و بهداشت. تمرکز اصلی رویداد ۲۰۲۴ بر دیپلماسی، حکمرانی و مدیریت آب معطوف بود اما در بخش‌های متعددی به بررسی نقش فناوری در ارتقا امنیت آبی و تأمین آب شرب و محیط زیست پرداخته شد. شایان ذکر است که در این رویداد حدود ۴۰ نهاد و شرکت معتبر در غرفه‌های مخصوص، محصولات و خدمات خود را ارائه کردند.

در این دوره، بیش از ۳۰۰ برنامه شامل پنل‌های سخنرانی، جلسات آموزشی و

بخش فیلم برگزار شد. یکی از بخش‌های این رویداد اهدا جوایز در دو بخش جوانان و بزرگسالان بود^۳. در این دوره، علاوه بر افراد حاضر در استکهلم، بیش از ۱۲۰۰۰ نفر از ۱۹۸ منطقه به صورت آنلاین در این رویداد حاضر بودند. محوریت برنامه‌های هفته جهانی آب ۲۰۲۵ استکهلم، تغییرات اقلیمی انتخاب شد. این رویداد از ۲۴ تا ۲۸ آگوست مصادف با ۲ تا ۶ شهریور ۱۴۰۴ برگزار خواهد شد. نهادهای دولتی و خصوصی متعددی برای حضور در این رویداد برنامه‌ریزی می‌کنند.

پی‌نوشت‌ها

- 1) World Water Week
- 2) Stockholm International Water Institute (SIWI)

۲ جدول برنامه‌های هفته جهانی آب:

B2n.ir/s57227



نمایشگاه Aquatec چین 2024

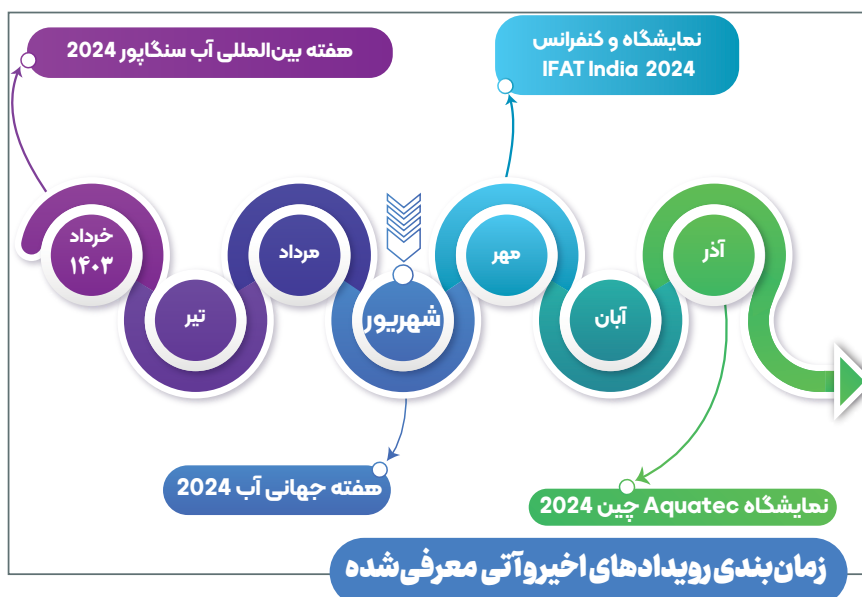


می‌کند^۴. بطور کلی نمایشگاه‌های برگزار شده توسط آکواتک بازخوردهای خوبی به همراه داشتند.

پی‌نوشت‌ها

- 1 <https://ifat.de/en/india/>
- 2 Adequate
- 3 <https://www.aquatechtrade.com/shanghai>

۴ اطلاعات نمایشگاه‌های آکواتک:
<https://www.aquatechtrade.com/pressroom>



جایزه نوآوری Aquatec چین را اهدا خواهد کرد. شرکت‌ها در ۵ حوزه مختلف از جمله تصفیه فاضلاب، کنترل فرآیند، اتوماسیون و مواد شیمیایی سبز برای فناوری آب بایکدیگر به رقابت خواهند پرداخت. شایان ذکر است که آکواتک به عنوان برگزارکننده رویدادهای مهم حوزه آب، نمایشگاه‌هایی در مکزیک و هلند نیز برگزار

نمایشگاه آکواتک چین^۳ یا Aquatec China 2024 پیشروترین نمایشگاه تجاری فناوری آب در چین است که تمام جنبه‌های آب از جمله آب آشامیدنی، آب صنعتی، تصفیه فاضلاب، تصفیه لجن، راه‌حل‌های هوشمند مدیریت آب را پوشش می‌دهد. در واقع آکواتک چین تنها نمایشگاه تجاری در چین است که به طور کامل بر روی آب تمرکز دارد.

در نمایشگاه آکواتک چین مخاطبان تأثیرگذار بر صنعت آب و فاضلاب حضور خواهند داشت. به طور کلی، مخاطبان متشکل از متخصصان آب، رهبران صنعت، کارشناسان و تصمیم‌گیرندگانی هستند که به دنبال راه‌حل‌ها و نوآوری‌های پیشرفته در فناوری و مدیریت آب هستند. نمایشگاه امسال از تاریخ ۱۱ تا ۱۳ دسامبر معادل ۲۱ تا ۲۳ آذر ماه ۱۴۰۳ در شانگهای چین برگزار خواهد شد.

این نمایشگاه تجاری در چین است که توانسته بیش از ۱۷۵۰ شرکت برتر در کنار بیش از ۶۵۰۰ بازدیدکننده از ۴۵ کشور جهان را جذب کند. برای نخستین بار Aquatec با گردآوری محصولات نوآورانه غرفه‌داران و بررسی آن‌ها



نمایشگاه و کنفرانس IFAT هند 2024

چالش‌های محیط‌زیستی فعلی از طریق راه‌حل‌ها و نوآوری‌های خاص کشور و منطقه مورد بحث قرار خواهند گرفت. در این نمایشگاه، کارشناسان صنعت از طریق به اشتراک گذاشتن و ارائه دانش و تجربیات خود با جامعه، بینش‌هایی را در مورد مسائل و روندهای فعلی محیط‌زیستی تبادل می‌کنند. برخی از محورهای کنفرانس عبارتند از: ۱. بررسی تأمین مالی و نقش دیجیتالی شدن در صرفه‌جویی آب، ۲. غشاهای و مواد پیشرفته برای تصفیه آب و فاضلاب، ۳. مدیریت هوشمند آب، ۴. فناوری‌های پیشرفته برای تصفیه آب و فاضلاب مانند ZLD، ۵. فناوری‌های نوآورانه و مدل‌های کسب و کار برای بازیابی منابع در مدیریت پساب.

بازدیدکنندگان در این رویداد می‌توانند به کمک نرم‌افزار IFAT، با شرکت‌های حاضر آشنا شوند و به راحتی وقت ملاقات تجاری تنظیم کنند. شایان ذکر است که IFAT برگزارکننده نمایشگاه دیگری در حوزه فناوری آب دهلی نیز هست.



نروژ، چین، سنگاپور، سوئیس و اتریش در IFAT 2024 هند قطع شده است. در IFAT هند، موضوعاتی مانند سیستم‌های فاضلاب، تصفیه فاضلاب متناسب، راه‌های تأمین آب پایدار، مدیریت کل‌نگر زباله و بازیافت برای رسیدگی به

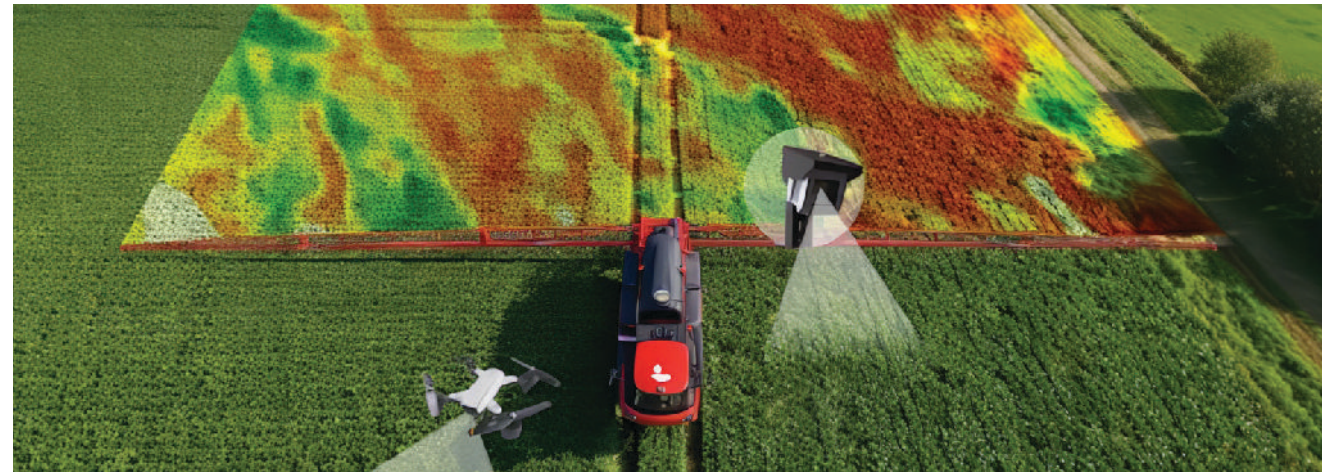
شبکه‌ای جهانی در موضوع فناوری‌های محیط‌زیستی است. این شبکه، علاوه بر نمایشگاه تجاری پیشرو IFAT مونیخ، شامل نمایشگاه‌های تجاری در چین، هند، آفریقای جنوبی، برزیل و ترکیه نیز می‌شود. IFAT، شبکه‌ای جهانی برای تصمیم‌گیران در بخش فناوری‌های محیط‌زیستی است.

نمایشگاه و کنفرانس IFAT 2024 هند، به عنوان یکی از معتبرترین نمایشگاه‌های هند در حوزه آب در تاریخ ۱۶ تا ۱۸ اکتبر ۲۰۲۴ مصادف با ۲۵ تا ۲۷ مهر ماه ۱۴۰۳ در بمبئی برگزار می‌شود. در دوره قبلی این نمایشگاه در هند (۲۰۲۳)، بیش از ۱۴۰۰۰ بازدیدکننده از حدود ۴۰۰ غرفه از ۲۵ کشور جهان بازدید کردند.

در این نمایشگاه، امکان حضور کشورها در قالب پویون نیز وجود دارد. در سال ۲۰۲۳، کشورهای آلمان، نروژ سوئیس، هلند، بریتانیا و ایتالیا در قالب پویون حضور داشتند. تا به امروز حضور ۶ پویون از کشورهای آلمان،



کاربست هوش مصنوعی و یادگیری عمیق برای کشاورزی دقیق

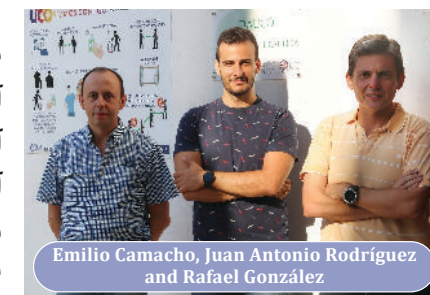


بطور کلی، آبیاری در بخش کشاورزی به دو عنصر اساسی آب و انرژی وابسته است. در اکثر نقاط جهان از جمله ایران مشکلات تنش آبی و بحران انرژی وجود دارد. در این شرایط، بهینه‌سازی در حوزه آبیاری محصولات کشاورزی می‌تواند بسیاری از مشکلات این بخش را حل کرده و آن‌ها را به سمت بهره‌وری، صرفه‌جویی اقتصادی و حفظ محیط‌زیست سوق دهد. آشنایی با زمان و مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری، ابهامات تصمیم‌گیری را کاهش داده و هزینه‌های انرژی و مصرف آب را بهینه می‌کند. **درس‌ال‌های اخیر، پیشرفت‌های حوزه هوش مصنوعی و علوم داده این فرصت را فراهم کرده است.**

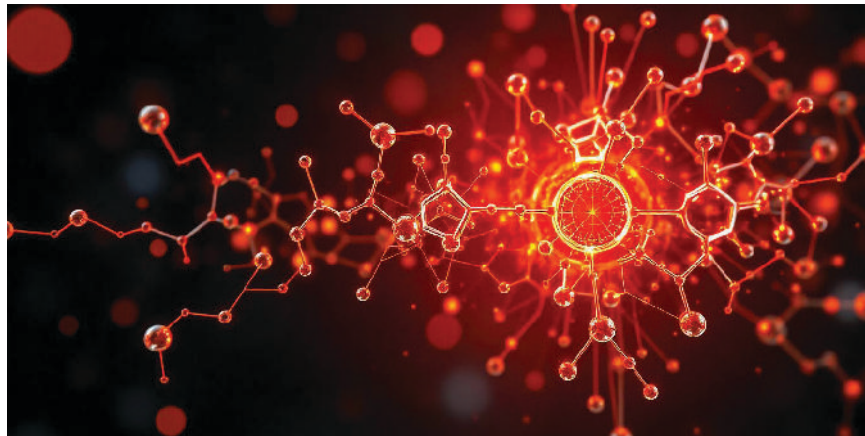
محققان دانشگاه کوردوبا^۱ اسپانیا، در سال ۲۰۲۴ در بخشی از **پروژه بزرگ هُپ^۲ که بر روی توسعه یک مدل کل‌نگر آبیاری دقیق و بهره‌گیری از هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری**

متمرکز است، از ظرفیت‌های هوش مصنوعی در شبکه آبیاری تحت فشار و کشاورزی دقیق استفاده کردند. این پروژه، با همکاری و حمایت وزارت علوم و نوآوری اسپانیا، دولت خودمختار آندلس^۳ و آژانس تحقیقات دولتی اسپانیا انجام شده است. در چارچوب این مطالعه، مدل‌هایی توسعه یافته است که

برآورد دقیقی از میزان آب مورد نیاز برای تولید محصولات کشت شده به کشاورزان ارائه می‌کند. **این مدل‌ها، توانایی اطلاع‌رسانی نیاز آبی گیاهان در افاق یک هفته با خطای استاندارد و بسیار مناسب ۲ درصد به کار بردارند.** در این پژوهش، از یادگیری عمیق با ظرفیت یادگیری از داده‌های واقعی بدون وابستگی به مکان استفاده شده است. **نقطه عطف این مدل نسبت به سایر مدل‌های توسعه داده شده، عدم محوریت و وابستگی به کاربر عنوان شده است.** در این پروژه از نسخه اصلاح‌شده شبکه‌های عصبی تبدیل‌کننده^۴ (TNN)، منطق فازی و الگوریتم‌های ژنتیک به صورت ترکیبی استفاده شده و مدلی برای پیش‌بینی نیاز آب آبیاری در مقیاس محدوده‌های شبکه آبیاری تحت فشار، با دوره زمانی میان مدت (یک هفته) توسعه داده است.



ساده‌سازی شناسایی مواد شیمیایی به کمک هوش مصنوعی



امروزه استفاده از مواد شیمیایی بطور گسترده در تمام وسایل و محصولات صنعتی رواج یافته است. علیرغم وجود مقررات گسترده در این زمینه، بسیاری از مواد شیمیایی وارد زیست‌بوم‌های طبیعی می‌شوند. **در حال حاضر، بیش از ۱۰۰ هزار ماده شیمیایی در بازار وجود دارد که تنها تأثیر برخی از آن‌ها بر سلامت انسان و حیوانات مورد آزمایش قرار گرفته است.** به عنوان مثال، بررسی‌ها نشان می‌دهد رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریا‌های سوئد مانند دریای بالتیک، به دلیل وجود مواد شیمیایی متعدد آلوده شده و زندگی جانداران منطقه از این موضوع در خطر است. **در حال حاضر، یکی از چالش‌های مهم، توانایی تعیین مواد شیمیایی خطرناک برای انسان و محیط‌زیست در مراحل ابتدایی است.** در حال حاضر، ارزیابی و آزمایش همه انواع مواد شیمیایی با سیستم‌های کنونی که اغلب شامل آزمایش‌های حیوانی است، عملاً غیرممکن است و نیاز به روش‌های جایگزین دارد. ارزیابی مخاطرات محیط‌زیستی، منوط به دسترسی به داده‌های سمی بودن^۵ گروه‌های مختلف ارگانیسم‌ها است. از طرفی، تولید داده‌های سمی بودن به صورت تجربی نیازمند صرف منابع و زمان زیادی است.

کاهش تعداد آزمایش‌های حیوانی کمک‌کند. توسعه‌دهندگان این مدل با توجه کاربرد آن در بخش‌های مهم و حساس، استفاده از این مدل را بدون محدودیت و رایگان کردند. همچنین باید توجه داشت که هوش مصنوعی هر چه اطلاعات بیشتری در دسترس داشته باشد، قدرتمندتر می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود که رویکردهوش مصنوعی برای یافتن مواد شیمیایی خطرناک با گذشت زمان بهبود یابد. این نکته می‌تواند کمک بزرگی باشد تا از تأثیرات منفی مواد شیمیایی بر روی انسان‌ها و محیط‌زیست در آینده جلوگیری شود. به علاوه، نظر به اینکه زمانی که مدل بر روی داده‌هایی با چندین غلظت مؤثر آموزش داده شده است، عملکرد آن بهبود یافته است، نتیجه‌گیری می‌شود یادگیری عمیق و مدل‌ها ظرفیت قابل توجهی برای پیشرفت پیش‌بینی محاسباتی سمی بودن مواد شیمیایی دارند.

محققین نتایج این تحقیق را با عنوان «ترانسفورماتورها امکان پیش‌بینی دقیق سمیت شیمیایی حاد و مزمن را در ارگانیسم‌های آبی فراهم می‌کنند»^۶ منتشر کردند.

پی‌نوشت‌ها

- 1 University of Córdoba
- 2 HOPE
- 3 Junta-de- Andalucía Government
- 4 Transformer Neural Networks
- 5 Transformer Deep Learning
- 6 Attention Mechanisms
- 7 Attention is all water need: Multistep time series irrigation water demand forecasting in irrigation districts
- 8 Computers and Electronics in Agriculture
- 9 Toxicity Data
- 10 Chalmers University of Technology
- 11 Transformers
- 12 Toxicity-Specific Features
- 13 Transformers enable accurate prediction of acute and chronic chemical toxicity in aquatic organisms

نقش هوش مصنوعی در کشاورزی نوین

تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت فشار قابل توجهی بر دوی بخش آب و کشاورزی برای تأمین غذا وارد می کند. برای **مقابله با کمبود مواد غذایی به عنوان یک چالش جهانی، می توان از روش های فناوریانه و نوآورانه استفاده کرد.** استفاده از هوش مصنوعی بسیاری از چالش ها را حل کرده است. **هوش مصنوعی با استفاده از روش های کشاورزی دقیق، بهبود مدیریت محصول و افزایش کارایی زنجیره تأمین، کشاورزی را متحول می کند.** ادغام فناوری های هوش مصنوعی در کشاورزی می تواند منجر به حل بسیاری از چالش ها و کاهش معایب متعدد کشاورزی سنتی شود. برخی از مزایای این امر عبارتند از:

۱. **انجام کشاورزی دقیق:** کشاورزی دقیق مبتنی بر هوش مصنوعی شامل استفاده از داده های ماهواره ها، پهپادها و حسگرها برای نظارت بر سلامت محصول، شرایط خاک و عوامل محیطی است. الگوریتم های یادگیری ماشین این داده ها را تجزیه و تحلیل می کنند تا بینش های عملی مانند زمان کاشت

بهینه، نرخ کاربرد کود و استراتژی های مدیریت آفات را ارائه دهند. این رویکرد بازده محصول را به حداکثر و استفاده از منابع را به حداقل می رساند.

۲. **نظارت بر محصول و تشخیص بیماری:** سیستم های تشخیص تصویر مبتنی بر هوش مصنوعی می توانند تصاویر محصولات را برای تشخیص علائم بیماری، هجوم آفات یا کمبود مواد مغذی تجزیه و تحلیل کنند. تشخیص زودهنگام، به کشاورزان اجازه می دهد که اقدامات هدفمند، کاهش تلفات محصول و بهبود بهره وری کلی را انجام دهند. به عنوان مثال، مدل های هوش مصنوعی می توانند بیماری های خاصی را از روی تصاویر برگ با دقت بالا شناسایی کنند.

۳. **بهینه سازی زنجیره تأمین:** هوش مصنوعی می تواند زنجیره تأمین کشاورزی را با پیش بینی تقاضا، مدیریت موجودی و بهینه سازی لجستیک بهینه کند. الگوریتم های یادگیری ماشینی می توانند روند بازار، الگوهای

اقلیم شناسی و داده های فروش تاریخی را برای پیش بینی دقیق تقاضا تجزیه و تحلیل کنند.

۴. **ماشین آلات هوشمند:** هوش مصنوعی امکان توسعه و استفاده از ماشین آلات خودران مانند تراکتور و دروگرها را فراهم کرده است که نقش نیروی انسانی را به حداقل می رساند. این ماشین ها از حسگرهای هوشمند و یادگیری ماشینی برای پیمایش در مزارع، کاشت بذر و برداشت مؤثر محصولات استفاده می کنند. همچنین استفاده از ماشین آلات هوشمند هزینه های استفاده از نیروی کار را کاهش می دهد.

علیرغم مزایای متعدد، پذیرش هوش مصنوعی در کشاورزی با چند چالش جدی مواجه است که عبارتند از: ۱. **دسترسی به داده ها با کیفیت مناسب**، ۲. **نیاز به تخصص**، ۳. **هزینه های اولیه بالا** و ۴. **امنیت داده و اطلاعات.**

بطور کلی ظهور هوش مصنوعی این فرصت را ایجاد کرده است که با افزایش کارایی، پایداری و بهره وری بستر ایجاد

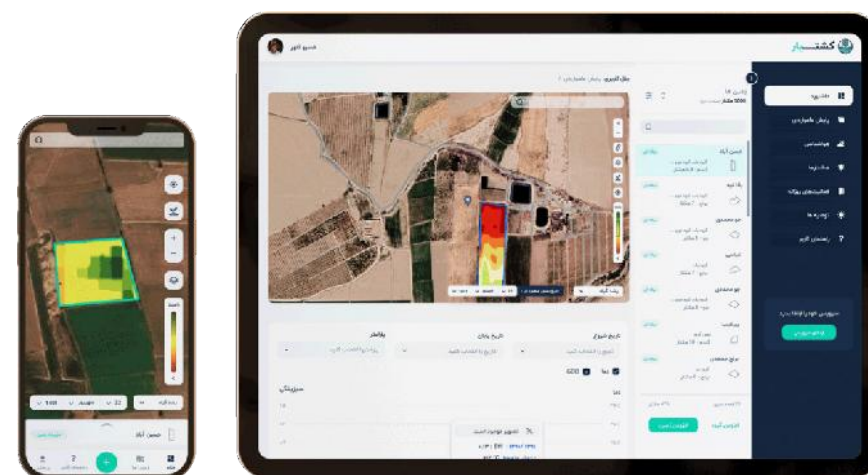
تحول در حوزه کشاورزی فراهم شود. **هوش مصنوعی راه حل های نوآورانه ای را برای برخی از مهم ترین چالش ها در این بخش ها ارائه کرده که به برخی از آن ها در این شماره و شماره های قبلی خبرنامه فن آب پرداخته شده است.** خوشبختانه در ایران شرکت های متعددی

به بخش کشاورزی هوشمند ورود کردند. این شرکت ها با بهره گیری از فناوری های پیشرفته و هوش مصنوعی، به بهینه سازی مصرف آب و بهبود بهره وری در کشاورزی کمک می کنند. **شاید بتوان مهم ترین چالش های موجود در زمینه هوشمندسازی**

کشاورزی در ایران را عدم وجود داده با کیفیت و دقت لازم در کنار عدم شناخت و اعتماد کشاورزان دانست. بدیهی است که با پذیرش هوش مصنوعی، می توان راه را برای آینده ای پایدارتر و انعطاف پذیرتر برای آب و کشاورزی هموار کرد.



- پی نوشت ها**
- 1 Zero Liquid Discharge
 - 2 Pretreatment
 - 3 Brine Concentrator
 - 4 Brine Crystallizer
 - 5 Tong, Tiezheng, and Menachem Elimelech. "The global rise of zero liquid discharge for wastewater management: drivers, technologies, and future directions." *Environmental science & technology* 50.13 (2016)
 - 6 Nakoa, Khaled, et al. "Sustainable zero liquid discharge desalination (SZLDD)." *solar Energy* 135 (2016)



پلتفرم کشاورزی هوشمند شرکت کشتیار



معرفی شرکت تجاری UKCRIC



از جمله شرکت‌هایی که همواره تلاش میکند در حوزه‌های نوظهور پیشگام باشد، شرکت تجاری UKCRIC است. شرکت تجاری UKCRIC محیطی مناسب برای دسترسی یکپارچه به دانشگاه‌های پیشرو بریتانیا در حوزه‌های زیرساختی، مجموعه‌های علمی و مهندسی هدفمند و راهکار محور و همچنین تحقیقاتی برای حمایت از شاهکارهای مهندسی و نوآوری در سطح جهانی است. شرکت UKCRIC، به منظور **درک بهتر و رسیدگی به چالش‌های زیرساختی درهم‌تنیده، ذی‌مدخلان متفاوت از قبیل دانشگاه‌ها را در پروژه‌های خود مشارکت می‌دهد.** UKCRIC تحقیقات بین‌رشته‌ای و مبتنی بر سیستم را در راستای **دگرگونی زیرساخت‌ها و سیستم‌های شهری، ایمن‌سازی بیشتر، انعطاف‌پذیر و پایدار و ایجاد فرصت‌های اقتصادی برای بریتانیا فراهم کرده است.** جامعیت تحقیقات UKCRIC، زیربنای تجدید، حفظ و بهبود زیرساخت‌ها و شهرها در بریتانیا و جاهای دیگر است. UKCRIC با هدف کاهش ریسک، کمک به اولویت‌بندی‌ها و ارائه راه حل‌ها، تحلیل و نوآوری برای زیرساخت‌های ملی و سرمایه‌گذاری‌های آینده شهری، از طریق درگیر کردن دولت، صنعت، به دنبال آینده‌ای امن‌تر، انعطاف‌پذیرتر و پایدارتر است.

جمعیتی مختلف مانند شرایط آب و هوایی و اقلیمی، شبکه توزیع و روند جمعیتی را بطور کامل تطبیق می‌دهد. این سامانه با بهره‌گیری از هوش مصنوعی پیشرفته خود قادر به انجام پیش‌بینی‌های ضروری برای مدیریت شبکه آب است که برخی از این موارد عبارتند از:

۱. **پیش‌بینی دقیق تقاضای آب:** پیش‌بینی نوسانات مصرف آب بر اساس عوامل مختلف.

۲. **شناسایی سریع خرابی‌های سیستم:** شناسایی مشکلات احتمالی شبکه آب، قبل از ایجاد و تشدید آن‌ها.

۳. **پیش‌بینی کمبود منابع:** هشدار به تصمیم‌گیران در مورد کمبود آب.

۴. **بهینه‌سازی توزیع آب:** مدیریت کارآمد توزیع آب در داخل شبکه.

۵. **کاهش نشتی و مصرف انرژی:** به حداقل رساندن هدررفت آب و کاهش هزینه‌های عملیاتی.

گین و اثر با بهره‌گیری از هوش مصنوعی به بهبود کارایی و عملکرد شبکه‌های آب کمک می‌کند. این سیستم با بهینه‌سازی توزیع و کاهش نشتی، صرفه‌جویی در هزینه و کاهش اثرات محیط‌زیستی را فراهم می‌کند. همچنین با ارائه بینش‌های مبتنی بر داده، تصمیم‌گیری راهبردی را تسهیل می‌کند و رضایت مشتریان را از طریق تأمین پایدار آب افزایش می‌دهد.

۱. **مدیریت سیل:** استفاده از ظرفیت‌های طبیعی و زیرساخت‌های سبز برای کاهش خطرات سیل در شهرها.

۲. **بهبود کیفیت آب:** ارتقای کیفیت آب شهری از طریق مداخلات اکولوژیکی.

۳. **مشارکت مردم:** مشارکت جوامع محلی در طراحی، اجرا و نگهداری پروژه‌های زیربنایی سبز برای اطمینان از برآوردن نیازهای محلی و پایدار بودن آن‌ها در درازمدت.

طرح‌گین و اثر علاوه بر پرداختن به چالش‌های فنی، مزایای اجتماعی و محیط‌زیستی را نیز به همراه دارد و شهرها را برای زندگی امکان‌پذیرتر و انعطاف‌پذیرتر می‌کند. این فناوری نوآورانه، داده‌های آنی^۲ شبکه آب بریتانیا را با عوامل محیطی و

پی‌نوشت‌ها	
1	gAln Water
2	Real-time data

ارزیابی اقتصادی چندبعدی به کمک هوش مصنوعی^۱

است که به محققین اجازه می‌دهد اهداف را با انتخاب مستقیم تراز عملکردی که مطابق با ترجیحات آن‌ها است، اولویت‌بندی کنند.

از دو کاربرد اخیر این روش می‌توان به طراحی مجدد سیستم آب و انرژی غنا و سد جدید نیل در اتیوپی اشاره کرد. در غنا، این روش به سرمایه‌گذاری‌های جدید در فناوری‌های تولید انرژی و خطوط انتقال نیرو کمک می‌کند تا انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش یابد و خدمات آب و انرژی بهبود یابد. در اتیوپی، این روش به نشان دادن قوانین اجرایی/عملیاتی همکاری چندجانبه به ذینفعان که با ابهامات در تغییرات اقلیمی سازگار هستند و تعادل تولید ناخالص ملی سه کشور (اتیوپی، سودان و مصر) را حفظ می‌کند، و در عین حال تحویل آب کافی به کشورهای پایین‌دستی را حفظ می‌کند، کمک می‌کند.

در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که تحلیل هزینه-منفعت (CBA) مبتنی بر هوش مصنوعی فرآیند تصمیم‌گیری را سریع‌تر می‌کند و راهکارهای بهینه و متعادل را به سرعت شناسایی و ارائه می‌کند. لازم به ذکر است که اقدام بر اساس تحلیل‌های هزینه-منفعت چندبعدی نیازمند حکمرانی ارتقاء یافته و مشارکت ذینفعان است.

با استفاده از هوش مصنوعی در مراحل ابتدایی پروژه، ذینفعان می‌توانند از تحلیل کارآمد بهره‌برده و برنامه‌ریزی راهبردی مؤثرتری داشته باشند. این رویکرد در برابر چالش‌های جهانی، ابزاری ارزشمند برای تصمیم‌گیری آگاهانه در حوزه توسعه پایدار و سایر حوزه‌های سیاست‌گذاری است.

دودویی (بله/خیر) می‌تواند به شدت مدل را با کندی و مشکلات بعدی روبه‌رو کند.

۴. **بهینه‌سازی مجدد:** تعاملات پیوسته و جدید سیستم‌های آبی مستلزم به‌روزرسانی مجدد معادلات و شروط غیرخطی است که در مدل‌سازی‌های ریاضی بسیار پیچیده است.

۵. **وزن‌دهی قبلی:** برخی از فرآیندهای بهینه‌سازی چندهدفه برنامه‌نویسی ریاضی، قبل از روشن شدن مفاهیم ضرایب و وزن‌های مؤلفه‌های مختلف به تصمیم‌گیرندگان، نیاز به تعیین وزن‌های از پیش تعیین‌شده برای هر هدف دارند. تصمیم‌گیرندگان باید وزن هر هدف را از قبل مشخص کنند که اغلب غیرعملی است.

هوش مصنوعی با روش‌های جستجوی مبتنی بر قاعده که جایگزینی برای بهینه‌سازی ریاضی هستند، امکان طراحی چندبعدی را در دنیای واقعی فراهم کرده است. این روش‌ها، به ویژه الگوریتم‌های تکاملی چندهدفه، از فرآیند تکامل زیستی الهام گرفته‌اند و به محققین اجازه می‌دهند تا مشکلات طراحی چندبعدی بهینه‌سازی را مدیریت کنند.

مدل‌های شبیه‌سازی منابع آب به دلیل استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای شبیه‌سازی تخصیص آب با اولویت، محبوبیت زیادی پیدا کرده‌اند. **الگوریتم‌های تکاملی چندهدفه تا ۱۰ هدف همزمان را با معیارهای عملکردی مانند اطمینان‌پذیری خدمات‌رسانی آب، تاب‌آوری و آسیب‌پذیری می‌توانند ارزیابی کنند.** همچنین در این روش

از کاهش عملکرد به دلیل وجود متغیرهای باینری (بله/خیر) خبری نیست و به‌طور مجزا شبیه‌سازی‌های مستقل را برای هر رویداد جدیدی انجام می‌دهد. همچنین در این روش نیازی به تعیین وزن‌های از پیش تعیین‌شده نیست بلکه یک روش بهینه‌سازی پسینی

مدیریت و برنامه‌ریزی در حوزه آب بدون در نظر گرفتن سایر بخش‌ها امکان‌پذیر نیست. هسته مدیریتی و برنامه‌ریزی سامانه‌های آبی شامل متخصصین حوزه‌های مختلف است که زیرساخت‌ها و مداخلات سیاستی را بطور همزمان در نظر می‌گیرند. درک برهم‌کنش بخش‌های مختلف در ارزیابی‌ها امری لازم و ضروری است. در این بین، **اقتصاد رami توان یکی از زبان‌های مشترک عنوان کرده می‌توان از آن برای محاسبه کمی مزایا، هزینه‌ها و اثرات استفاده کرد.**

یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین روش‌های تحلیل اقتصادی، **روش نسبت هزینه به درآمد** است. این روش ارزش سرمایه‌گذاری در سامانه‌های آبی را در مقایسه با درآمد حاصل، ارزیابی و اولویت‌بندی می‌کند. محبوبیت این روش باعث استفاده از آن در مدل‌سازی‌های حوزه آب شده است. شایان ذکر است که این روش نیز مانند سایر روش‌ها دارای مزایا و معایب خاص خود است. برخی از محدودیت‌های طراحی مدل بر مبنای این روش اقتصادی عبارتند از:

۱. **اصول و اندرکنش‌های درهم‌تنیده سیستم‌های آبی:** سیستم‌های آبی به عنوان یک سیستم درهم‌تنیده دارای تعاملات و اندرکنش‌های متعدد و متقابل است. مدل‌سازی ریاضی این تعاملات و کنش‌ها تقریباً غیرممکن است. ساده‌سازی تعاملات و در نظر نگرفتن برخی از آن‌ها باعث ایجاد مشکلات بعدی در مرحله اجرا شده و نتایج مدل‌سازی با نتایج اجرایی متفاوت خواهد بود.

۲. **پیچیدگی محاسباتی:** مدل‌های چند هدفه با بیش از دو الی سه هدف به‌ویژه برای سامانه‌های بزرگ به دلیل محاسبات سنگین با محدودیت‌های شدید اجرایی همراه است.

۳. **مسائل غیرمحدب:** مسائل منابع آبی غیرمحدب هستند. در این شرایط تصمیمات

پی‌نوشت‌ها

- این بخش برگرفته از مقاله زیر است:
Policy Note: Artificial Intelligence Enables Multi-Dimensional Economics of Water
- non-convex



خبرنامه هادر دنیای مدرن تبدیل به یکی از ابزارهای ارتباطی مؤثر در جوامع شده‌اند. با توجه به حجم بزرگ اطلاعات و محتواهای موجود در اینترنت، خبرنامه‌ها به عنوان یک راهکار برتر برای شناخت مسائل، دستاوردها و اخبار پیرامون مورد توجه قرار گرفته‌اند. لذا با توجه به اهمیت این موضوع، برای نخستین بار مهمترین تحقیقات، رویدادها، اخبار مربوط به حوزه فناوری‌ها و نوآوری‌های حوزه آب رصد و بازگردانی شده و در قالب خبرنامه فناوری و نوآوری آب منتشر شده است.

این مهم به همت کمیته آب پژوهشکده مطالعات فناوری ریاست جمهوری و حمایت مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت ریاست جمهوری حاصل شده است.



به اطلاع صاحب نظران و متخصصان حوزه فناوری و نوآوری آب می‌رساند که خبرنامه فن آب فرصتی را برای مشارکت در تولید محتوای خبرنامه فراهم کرده است. برای اطلاعات بیشتر لطفاً با ایمیل زیر در ارتباط باشید.

Abdollahinasab@tsi.ir

