خبرنامه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
NEWSLETTER
Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID)
Spring, 2022. No.125
شماره ۱۲۵- بهار ۱۴۰۱

مطالب این شماره:

- دوست محترم- آینده پژوهی
- اخبار کمیسیون بین المللی آبیاری و زهکشی
  - نهمین اجلاس شورای جهانی آب،WWF9
- اخبار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
  - شرکت در نمایشگاه بین‌المللی کتاب
  - برگزاری وبینار علمی تخصصی «مفهوم جدید عدم‌قطعیت عمیق تغییر اقلیم و بررسی حساسیت متغیرهای اقلیمی غیرشرطی»
- پیشکسوتان آب ایران
- به سوی توسعه پایدار
  - نقشه راه اینترنت اشیاء
  - دستورالعمل صرفه‌جویی واقعی آب در کشاورزی
- محیط‌زیست
  - تنوع زیستی و آب
- نوآوری
- هوشمندسازی سدها و تأسیسات ذخیره آب
- معرفی سد
  - معرفی سدهای زیرزمینی
- اینفوگراف
  - شهرسازی و تأثیر آن بر منابع آب

دوست محترم
آینده پژوهی

امروزه سرعت تغییرات در بخش‌های مختلف زندگی انسان‌ها چنان شتابی گرفته که دیگر نمی‌توان با روش‌های سنتی به بررسی و تحلیل آن‌ها پرداخت. حال سؤالی که مطرح می‌شود اینست که با چه روش یا روش‌هایی می‌توان از آینده آگاهی یافت؟

آینده اساسا دارای عدم قطعیت است، اما باید توجه داشت که در آینده، آثار و رگه‌هایی از اطلاعات و واقعیت‌هایی که ریشه در گذشته و حال دارند، وجود دارد. عدم قطعیت نهفته در آینده برای برخی، توجیه‌کننده نداشتن دوراندیشی آنان بوده و برای عده‌ای دیگر منبعی گرانبهایی از فرصت‌ها می‌باشد.

آینده‌پژوهی

آینده‌پژوهی یا Futures Studies شامل مجموعه تلاش‌هایی است که با جستجوی منابع، الگوها و عوامل تغییر یا ثبات به تجسم آینده‌های بالقوه و برنامه‌ریزی برای آن‌ها پرداخته می‌شود. آینده پژوهی رشته‌ای مستقل است که در آن به شکلی سیستماتیک یا روشمند به مطالعه آینده پرداخته می‌شود. این رشته تصاویری از آینده در اختیار قرار می‌دهد تا در زمان حال، براساس این تصاویر بتوانیم به شکل کارآمدتری تصمیم‌گیری کنیم.

برخی افراد مفهوم پیشگویی را که افرادی همچون منجمین و فالگیران انجام می‌دهند با آینده پژوهی یکسان در نظر می‌گیرند، اما بایستی توجه داشت که توانایی پیشگویی عمدتا به واسطه ویژگی‌ها و توانایی‌های شخصی فرد پیشگو می‌باشد. این نکته پیشگویی را فرآیندی شخصی و غیرعینی کرده و باعث می‌شود که نتوان نتایج پیشگویی را به نحوی

عینی آزمود. در مقابل در آینده‌پژوهی هدف این است که مطالعه به صورت نظام‌مند و تا حد امکان بر مبنای نظریات علمی انجام گیرد تا بتوان نتایج آینده‌پژوهی را مورد نقد و آزمون قرار داده و در عین حال به آن‌ها اعتماد کرد.

امروزه در زمینه مطالعات مربوط به آینده اصطلاحات و مفاهیم مختلفی مانند آینده‌شناسی، پیش‌بینی، آینده‌نگاری، آینده‌پژوهی و ... مورد استفاده قرار گرفته و در برخی موارد توافق نظر در مفهوم آن‌ها وجود ندارد.

نکته قابل توجه اینکه تحقیقات در مورد آینده تا حد زیادی بر قضاوت انسان‌ها استوار بوده و حتی عالی‌ترین تحقیقات آینده‌پژوهی نیز دارای محدودیت‌هایی هستند که بایستی مورد توجه قرار گیرند.

برخی از روش‌های مورد استفاده در آینده‌پژوهی شامل تحلیل روند، تحلیل الگوی چرخه‌ای، واکاوی محیطی، سناریوپردازی و روش دلفی می‌باشد:

- تحلیل روند: تحلیل روند بر این منطق استوار است که تغییر در آینده، به همان ترتیبی خواهد بود که در گذشته رخ داده است. در این نوع تحلیل، آینده‌پژوه به سادگی می‌تواند با برون‌یابی، منحنی ترسیم شده را به سال‌های آینده تعمیم داده تا ببیند که روند مورد نظر در یک نقطه‌ی مشخص از آینده، چگونه خواهد بود.
- تحلیل الگوی چرخه‌ای: این روش با تحلیل روند که قبلا اشاره شد مرتبط بوده و بر این اصل استوار است که روند وقوع بسیاری از پدیده‌ها، چرخه‌ای است. تحلیل الگوی چرخه‌ای به معنی استفاده از الگوهای تکرارشونده بوده و در پیش‌بینی تحولات آینده در حوزه‌های مختلفی همچون سیاست عمومی و اقتصاد، کاربرد دارد.
- واکاوی محیطی: در واکاوی محیطی با استفاده از منابع اطلاعاتی همچون رسانه‌های آنلاین، مسائل نوظهور شناسایی شده و اشخاص و سازمان‌ها قادر می‌شوند تا تغییرات محیط پیرامونی را به موقع پیش‌بینی کنند.
- سناریوپردازی: سناریو عبارت است از زنجیره‌ی وقایعی که تصور می‌شود در آینده به وقوع پیوندد. در سناریوپردازی پژوهشگران معمولا چندین سناریو ارائه می‌دهند تا کاربران بتوانند حالات جایگزین را تجسم و از پیامدهای بالقوه تحولات و تصمیمات کنونی آگاه شوند.
- روش دلفی: روش دلفی فرآیندی ساختار یافته برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود در نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است. در روش یا تکنیک دلفی نظر متخصصان در هر قلمرو علمی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می باشد؛ بنابراین اعتبار روش دلفی تا حد زیادی به اعتبار علمی متخصصان شرکت‌کننده در این روش بستگی دارد.

جمع‌بندی

آگاهی از آینده و برنامه‌ریزی برای رسیدن به شرایط مطلوب‌تر همواره جزو آرزوهای بشر بوده و در این ارتباط سعی کرده تا با استفاده از روش‌های مختلف به این خواسته دست یابد. امروزه استفاده از پیشگویان، کاهنان، منجمین و فالگیران برای اطلاع از آینده، جای خود را به روش‌های علمی و سیستماتیک همچون آینده‌پژوهی داده است. آینده‌پژوهی در شرایط حاضر توسط نهادها و مؤسسات مختلف دولتی و غیردولتی مورد استفاده قرار گرفته و حتی کرسی‌های دانشگاهی نیز برای این منظور در نقاط مختلف دنیا بوجود آمده است.

آینده‌پژوهی در زمینه موضوعاتی مختلفی همچون تکنولوژی، علوم انسانی، سیاست و ... کاربرد داشته و به عنوان ابزاری مهم در دست کشورهای پیشرفته جهت ارتقای شرایط فعلی و آتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از آینده‌پژوهی در حوزه‌های مختلف کاربرد دارد. به عنوان نمونه دولت‌ها در بسیاری از کشورهای پیشرفته از نتایج حاصل از آینده‌پژوهی برای تغییر سیاست‌های فعلی و برنامه‌ریزهای سیاست‌های آتی خود از آن استفاده می‌کنند. نتایج حاصل از آینده‌پژوهی حتی برای بخش‌های خصوصی، شرکت‌ها و بخش‌های کوچک اقتصادی نیز کاربرد دارد چرا که نتایج حاصل از آینده‌پژوهی می‌تواند سمت و سوی برنامه‌ریزی و نحوه سرمایه‌گذاری‌های آتی آن‌ها را مشخص نماید.

سابقه استفاده از آینده‌پژوهی به شکل فعلی در دنیا به چند دهه اخیر می‌رسد و در ایران نیز با کمی تأخیر آینده‌پژوهی مورد توجه و استفاده ذینفعان قرار گرفته است.

با توجه به اینکه موضوع آب و کمبود آن در کشور از جمله موضوعات اساسی بوده و تبعات آن می‌تواند بخش‌های مختلفی همچون اقتصاد، جامعه و حتی سیاست را تحت تاثیر خود قرار دهد، بنابراین توجه به آینده‌پژوهی در زمینه آب در ایران از اهمیت خاصی برخوردار است. در حال حاضر اقدامات مختلفی در قالب برگزاری همایش، مقالات و ... در زمینه آینده‌پژوهی در حوزه آب کشور انجام گرفته و به نظر می‌رسد آشنایی کارشناسان با این موضوع می‌تواند نتایج درخشانی به دنبال داشته و از اتلاف سرمایه‌های کشور جلوگیری نماید. در حال حاضر کشورهای مختلفی دارای طرح‌های آینده‌پژوهی در سطح کلان در بخش آب خود بوده (به عنوان نمونه به شکل پیوست مراجعه شود) و لازم است که با توجه به اهمیت آب در ایران یک تحقیقات جامع با موضوع آینده‌پژوهی آب در ایران پیگیری شود. از طرف دیگر لازم است که برای بخش‌های جزئی‌تر آب کشور نیز حسب مورد تحقیقات ویژه‌ای تدارک دیده شود.

نکته قابل توجه این است که استفاده از نتایج آینده‌پژوهی سایر کشورها فقط به عنوان یک راهنمای اولیه معقول بوده و با توجه به شرایط کشورهای مختلف، لازم است این نوع پژوهش‌ها به صورت محلی، منطقه‌ای و کشوری و در کمال صداقت کارشناسی انجام گردد.

برخی منابع برای کسب اطلاعات بیشتر:

https://iranianfuturist.com
https://www.nowandnext.com

اخبار کمیسیون بین المللی آبیاری و زهکشی

نهمین اجلاس شورای جهانی آب، WWF9

اجلاس شورای جهانی آب بزرگترین رویداد آبی در سطح جهان است. این رویداد از سال ۱۹۹۷ به صورت منظم هر سه سال یکبار در یکی از کشورهای عضو این شورا برگزار می‌شود. شرکت‌کنندگان در این اجلاس از طیف وسیعی شامل نمایندگان نهادهای دولتی، نمایندگان مجلس، شهرداری‌ها، جامعه علمی، جامعه شهری و بخش خصوصی می‌باشند. این رویداد فرصت مناسبی برای نهادهای دولتی و جامعه بین‌المللی می‌باشد تا چالش‌های آبی خود را طرح نموده و به اجماع برای یافتن راه حل‌های مناسب بپردازند. علاوه بر این، اجلاس فرصت مناسبی برای ارتقای سطح همکاری‌ها و تعریف پروژه‌های مشترک می‌باشد.

نهمین اجلاس شورای جهانی آب از ۲۱ لغایت ۲۷ مارس ۲۰۲۲ (هفته اول فروردین ۱۴۰۱) در شهر داکار– سنگال با حدود ۵۰۰۰ نفر شرکت‌کننده از سراسر جهان برگزار شد.

این رویداد بر روی چهار اولویت:

۱– امنیت آبی و جمع‌آوری و تخلیه بهداشتی فاضلاب‌ها
۲– آب برای تحول روستایی
۳– همکاری‌های بین‌المللی و
۴– روش‌ها و ابزارها برای دسترسی به اهداف برگزار شد.

آقای دکتر سعید نی‌ریزی، رئیس افتخاری کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی به همراه آقای مهندس سلامت، نایب رئیس این کمیسیون به عنوان نمایندگان ایران و با هدف برگزاری دو جلسه موضوعی با عناوین مدیریت هوشمند منابع آب و گذر از توسعه روستایی به تحول روستایی در اجلاس شرکت نمودند.

از جمله مطالب مهم جلسات مذکور عبارتند از:

جلسه گذر از توسعه روستایی به تحول روستایی

- تحول روستایی به معنی ارتقای سطح تولید محصولات کشاورزی، بهبود شرایط کسب و کار و صادر کردن مازاد تولید بازار و تنوع در الگوهای تولیدی و معیشتی می‌باشد.
- تحول روستایی همچنین شامل توسعه اشتغال در فعالیت های غیرکشاورزی می‌باشد.
- توسعه روستایی با فعالیت‌های کم درآمد همراه است حال آنکه تحول روستایی با فعالیت‌های پردرآمد همراه است.
- تحول روستایی نیازمند تغییر در سطح جوامع روستایی به مراکز تجاری و بازرگانی می‌باشد.
- گذر از توسعه روستایی به تحول روستایی نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و سرمایه‌گذاری‌های مکفی در زمینه توسعه ظرفیت‌های آموزشی و فناوری‌های مدرن کشاورزی برای مدیریت اراضی کشاورزی کوچک مقیاس می‌باشد.
- راهبردهای توسعه روستایی باید به صورت زیربنایی تغییر یابند.
- زنان و جوانان نقش مهمی در این فرآیند ایفا می‌کنند.

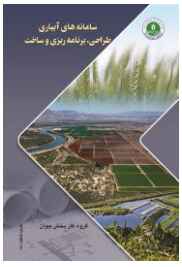
جلسه مدیریت منابع هوشمند آب

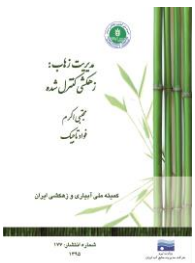
- مدیریت هوشمند آب یک ابزار مؤثر برای مقابله با کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد.
- بهبود مدیریت منابع آب با استفاده از تدقیق داده‌های با کیفیت و اطلاعات مرتبط امکان پذیر است.
- مدیریت هوشمند آب شرایط برگشت‌پذیری را تسهیل می‌کند.
- اینترنت اشیا (اینترنت ابزار و داده‌های عظیم) نقش مهمی را در مدیریت هوشمند منابع آب، ایفا می‌کند.
- برخی چالش‌های مهم مدیریت هوشمند منابع آب، تأمین مالی یا سرمایه‌گذاری‌های جدید بوده که باید به درستی بیان شود.
- سیاست‌گذاری‌های نامناسب چالش دیگری برای مدیریت هوشمند آب است.

اخبار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

شرکت در نمایشگاه بین‌المللی کتاب

کمیته آبیاری و زهکشی ایران در راستای گسترش فعالیت و بالا بردن دانش و فنون آبیاری و زهکشی و ارائه اطلاعات علمی در بخش مجازی بیست و یکمین نمایشگاه بین‌المللی کتاب با تازه‌ترین انتشارات خود شرکت نمود که مورد استقبال کارشناسان و دانشجویان قرار گرفت.





برگزاری وبینار علمی تخصصی «مفهوم جدید عدم‌قطعیت عمیق تغییر اقلیم و بررسی حساسیت متغیرهای اقلیمی غیرشرطی»

به همت گروه‌کار کارشناسان جوان کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران و همکاری انجمن علمی دانشجویی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، کمیته منطقه‌ای آبیاری و زهکشی مازندران، گروه‌کار کارشناسان جوان کمیته منطقه‌ای آبیاری و زهکشی قزوین، انجمن علمی دانشجویی علوم و مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین، وب‌سایت مرجع مهندسی آب ایران و کمیته تحقیقات و فناوری شرکت آب منطقه‌ای البرز، وبینار علمی تخصصی با عنوان مفهوم جدید عدم‌قطعیت عمیق تغییر اقلیم و بررسی حساسیت متغیرهای اقلیمی غیرشرطی در تاریخ ۲۵ خرداد ۱۴۰۱ از ساعت ۱۲ الی ۱۴ برگزار شد.

در این وبینار تلاش شد تا در مورد بازتاب عدم‌قطعیت‌های مستتر در تغییر اقلیم و اثرات آن بر شرایط آب و هوایی بحث شود. در این راستا مفهوم عدم قطعیت عمیق و تفسیر آن در علوم آب و محیطزیست مورد ارزیابی قرار گرفت. در ادامه چهارچوب محاسباتی جدیدی که بر اساس زنجیره مارکوف مونت‌کارلو توسط این تیم تحقیقاتی معرفی شده بود، باز و موشکافی شد. در انتهای نتایج بدست آمده در یک مطالعه موردی (حوضه کرخه) که همراه با چهارچوب یاد شده در مجله معتبر Nature's Scientific Reports منتشر شده بود، مرور گردید.

لازم به ذکر است که در این پژوهش، آقای مهندس بابک ذوالقدر اصلی و همکاران، با کمک چهارچوب‌های آماری و ریاضی، به جنبه‌های کمتر شناخته شده در مبحث مهم تغییر اقلیم و تأثیر آن بر منابع آب پرداختند. در این تحقیق با کمک شبیه‌سازی مونت‌کارلو و زنجیره مارکوف تلاش شد تا دید جدیدی از عدم قطعیت عمیق داده‌های هیدروکلیموتولوژی منتج از شبیه‌سازی‌های مدل‌ها اقلیمی حاصل شود. درک عمیق‌تر پیچیدگی‌های موجود در این داده‌ها قادر است تا ما را در سازگاری هر چه بهتر با این پدیده و اثرات آن به خصوص در حیطه منابع آب یاری کند.

دسترسی به ویدئوی وبینار:
https://www.aparat.com/v/GiTCo

پیشکسوتان آب ایران

به سبب سابقه طولانی آموزش و به کارگیری فنون مرتبط با علوم آب و آبیاری در ایران، بی‌شک دانش‌آموختگان بسیاری در این رشته وجود دارند که در طول سالیان متمادی حضور در عرصه‌های آموزشی، پژوهشی و اجرایی خدمات شایانی را در جهت رشد و شکوفایی روزافزون دانش، فرهنگ و تمدن این مرز و بوم از خود به جا گذاشته‌اند.

به لحاظ ضرورت صیانت از دستاوردهای با ارزش پیشکسوتان و لزوم ارج نهادن به تلاش بی‌شائبه آنان و همچنین ایجاد انگیزه هرچه بیشتر در نسل جدید کارشناسان این رشته لازم است از چهره‌های ماندگار این رشته یاد شود.

به همین روی برآن شدیم کلیه افرادی که تا پیش از سال ۱۳۵۰ در این رشته فارغ التحصیل شده‌اند و در بخش‌های مختلف از جمله دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، مهندسین مشاور، پیمانکاران و غیره فعالیت نموده‌اند با ذکر نام و نیز اشاره‌ای مختصر و گذرا به سوابق علمی و کاری معرفی شوند.

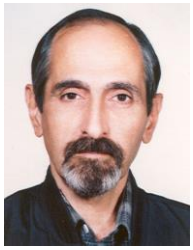
- **آقای مهندس جهانگیر انصاری مهابادی**

در سال ۱۳۲۰ در مهاباد اردستان متولد شد. ایشان در سال ۱۳۴۴ مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته آبیاری و آبادانی از دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران اخذ نمود. آقای مهندس انصاری مقالات متعددی در زمینه آبیاری و زهکشی ارائه نموده است.

سوابق حرفه‌ای ایشان به شرح ذیل می‌باشد:

- مدیر پروژه مرحله یک آبیاری دشت خداآفرین؛
- مدیر پروژه سد و شبکه آبیاری هریرود؛
- عضو هیأت‌مدیره و مدیر امور آبیاری و زهکشی شرکت خدمات مهندسی آب و برق؛
- عضو هیأت‌مدیره و معاون فنی و رئیس کمیته فنی شرکت خدمات مهندسی آب؛
- مدیر امور آبیاری و زهکشی و عضو کمیته سیمای طرح شرکت مهاب قدس؛
- مدیر عامل شرکت مهندسی انجام ـ طرح ـ تدبیر.

- **آقای مهندس داریوش بهره‌دار**



در سال ۱۳۲۹ در اراک متولد شد. ایشان مدرک تحصیلی کارشناسی خود را در رشته آبیاری و آبادانی از دانشگاه تهران در سال ۱۳۵۲ اخذ نمود. آقای مهندس بهره‌دار مؤلف ۷ عنوان مقاله و ۶ عنوان کتاب می‌باشد. ایشان در بهار سال ۱۴۰۱ درگذشت. سوابق حرفه‌ای آقای بهره دار به شرح زیر می‌باشد:

- بیش از ۳۰ سال اشتغال در ۱۱ شرکت مهندسی مشاور؛
- مشارکت در مطالعات و طراحی ۳۸ پروژه آبیاری و زهکشی؛
- راهبری و مدیریت کلان ۱۰ پروژه آبیاری و زهکشی؛
- مطالعات فنی زیربنایی طرح توسعه نیشکر از طریق ۱۲ مؤسسه مهندسی مشاور؛
- همکاری و فعالیت در زمینه بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی در سطح کشور.

به سوی توسعه پایدار

نقشه راه اینترنت اشیاء

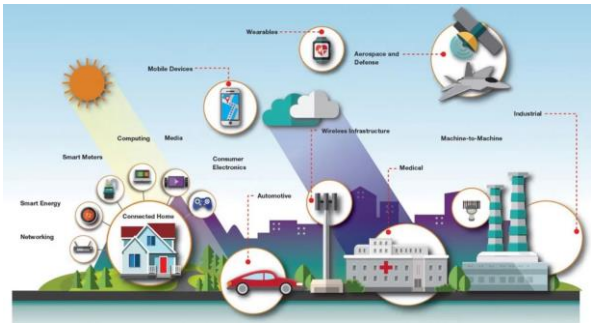
اینترنت اشیاء (IoT[1]) به عنوان یکی از فناوری‌های اصلی برای بهبود و حتی تغییر شکل زندگی بشر طی سال‌های اخیر در جهان مطرح شده و برخی از کشورهای بزرگ جهان توسعه این فناوری را به عنوان موتور محرک رشد اقتصادی خود انتخاب نموده‌اند. پیش‌بینی‌های مختلفی وجود دارد ولی بر اساس برخی مطالعات برآورد می‌گردد تا سال ۲۰۲۵ جهان به اهداف کمی نظیر ۵۰ میلیارد اشیای متصل به یکدیگر، ۴ میلیارد نفر متصل به یکدیگر، ۴ هزار میلیارد دلار فرصت درآمدزایی، ۲۵ میلیون اپلیکیشن کاربردی، ۲۵ میلیارد سیستم-های یکپارچه هوشمند و ۵۰ هزار میلیارد گیگابایت داده تولیدشده در حوزه اینترنت اشیاء خواهد رسید[2]. اینترنت اشیاء فناوری مربوط به قرن آینده نیست، در حال حاضر و همین امروزه وجود دارد و در حال ایجاد تغییرات وسیعی در شهرهای مدرن و زندگی روزمره انسان‌ها در سراسر جهان است. اینترنت اشیاء با لوازم، دارایی‌ها، اطلاعات، دانش، خدمات و کسب و کار افراد سروکار دارد. امروزه استفاده از اینترنت و فناوری روز دنیا در حوزه‌های مختلف، یکی از الزامات به شمار می‌آید. این فناوری در مناطق شهری و مسکونی، کشاورزی و شیلات، شبکه‌های آبرسانی، مدیریت آب صنایع و تأسیسات تصفیه آب و پساب می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. عمده کاربردهای اینترنت اشیاء در صنعت آب شامل موارد زیر می‌باشد[3]:

- تحلیل و مدیریت حسگرها؛
- پایش نشتی و اتلاف آب در تأسیسات؛
- مدیریت هوشمند انرژی؛
- کنترل از راه دور سیستم‌ها؛
- پایش کیفیت آب و پساب؛
- مدیریت تعمیر و نگهداری؛
- مدیریت هوشمند مصرف آب؛
- مانیتورینگ هوشمند.

1- Internet of Things

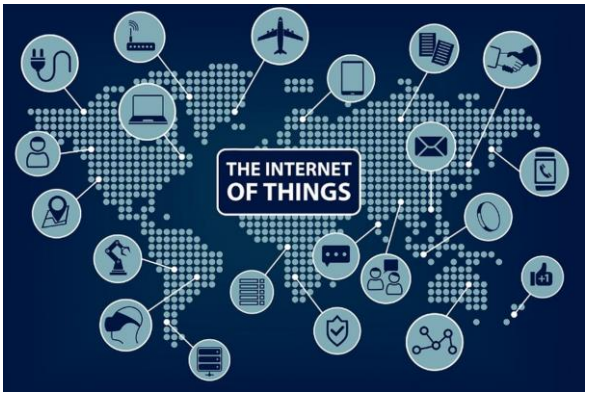
2 Rivera & Goasduff, 2014; Morfino & Rampone, 2020

3 Wang , 2020; Cays, 2021; Bansal et al., 2022



شکل ۱- نقشه راه اینترنت اشیاء (IoT)

با افزایش جمعیت کره زمین در چند دهه آینده، اهمیت آب بیشتر خواهد شد. بر اساس آخرین گزارش‌ها جمعیت کره زمین در سال ۲۰۵۰ میلادی به ۱۰ میلیارد نفر خواهد رسید که این امر موجب افزایش تقاضا برای منابع آبی خواهد شد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، مانند ایران، مدیریت منابع آبی ارزش بسیاری دارد. حدود ۵۰ درصد منابع آب کشور ما، با توجه به خشک و نیمه‌خشک بودن اقلیم آن، زیرزمینی است و کمتر از پنج درصد منابع آب بر روی زمین روان هستند. به بیانی دیگر، در صورت برداشت آب رودها امکان تأمین آب آن در بارندگی بعدی وجود دارد، اما درباره ۵۰ درصد آب زیرزمینی، اینطور نیست. اما نوآوری‌های اخیر در حوزه اینترنت اشیاء روزنه‌های امید را برای پاسخگویی به این مشکلات ایجاد کرده و باعث مدیریت منابع آبی و نیز صرفه‌جویی در مصرف آب شده است. بنابراین حوزه اینترنت اشیاء و برنامه‌های کاربردی، نقشی محوری در زندگی روزمره و کشاورزی هوشمند بر عهده دارد (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۹).



اینترنت اشیاء: ابزار مهم هوشمندسازی کشاورزی

۱. امروزه با توجه به پیشرفت فناوری و افزایش جمعیت جهان، دیگر روش‌های سنتی پاسخ‌گوی نیازها نبوده و برای تولید بیشتر و با کیفیت محصولات کشاورزی با هزینه کمتر راه‌حل‌هایی همچون اینترنت اشیاء در کشاورزی هوشمند و آبیاری دقیق مطرح شده است. ایده‌های نوآورانه و پیشرفت‌های تکنولوژیک به صنعت کشاورزی کمک می‌کند تا تولید افزایش و تخصیص منابع بهینه شود. در اواخر قرن نوزدهم و قرن بیستم، شاهد تعدادی از نوآوری‌های مکانیکی مانند تراکتور و ماشین بودیم. امروزه برای تولید محصولات کشاورزی بیشتر با هزینه‌های پایین‌تر و مصرف بهینه منابع از اینترنت اشیاء (IoT) استفاده می‌شود. IoT از راه‌اندازی یک راهکار هوشمند و جامع در کشاورزی تا تولید یک سنسور خاص برای بازار می‌تواند ایفای نقش کند[1]. اپلیکیشن‌های اینترنت اشیاء در کشاورزی شامل ردیابی وسایل نقلیه کشاورزی، نظارت بر دامداری، نظارت بر انبارداری و موارد دیگری مانند موارد ذیل است:

- سنسورهای مخصوص احشام که می‌تواند وقتی حیوانات از گله خارج می‌شوند به چوپان اطلاع دهد تا دوباره آن‌ها را به گله برگرداند؛
- سنسورهای خاک که می‌توانند شرایط نامنظم مانند میزان اسیدی بودن بیش از حد خاک را به کشاورزان هشدار دهد، که این امر به کشاورزان این امکان را می‌دهد که محصولات با کیفیت‌تر تولید کنند؛
- تراکتورهای بدون سرنشین که با قابلیت کنترل از راه دور، باعث صرفه‌جویی قابل‌توجهی در هزینه‌های نیروی کار می‌شود؛
- سنسورهای تشخیص رطوبت، دما و ترکیبات معدنی خاک به منظور نظارت بهتر بر کشاورزی.

1 Tzounis et al., 2017; Shi et al., 2019

۲. در چند سال آینده شاهد استفاده روزافزون این دست فناوری‌ها و فناوری‌های دیگری در زمینه کشاورزی هوشمند خواهیم بود. در واقع، استقرار دستگاه‌های IoT در دنیای کشاورزی می‌تواند منجر به رشد سالیانه ۲۰ درصدی فرآورده‌های کشاورزی شود. بر اساس گزارش تحقیقاتی Machina January 2016، انتظار می‌رود که تعداد دستگاه‌های هوشمند کشاورزی از ۱۳ میلیون دستگاه در سال ۲۰۱۴ به ۲۲۵ میلیون دستگاه تا سال ۲۰۲۴ افزایش یابد. چند نمونه از کاربردهای IoT در کشاورزی هوشمند و دقیق عبارت‌اند از:

۳. **سیستم نظارت بر خاک:** Cropx[1] سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تولید می‌کند که رطوبت، دما و رسانایی الکتریکی در خاک را اندازه‌گیری می‌کنند. این سیستم به کشاورزان هشدار می‌دهد که چه اندازه به آبیاری نیاز دارند.

۴. **مانیتورینگ سنسور بی‌سیم:** TempuTech[2] به کشاورزان برای محافظت و نگهداری از محصولاتشان کمک می‌کند. آسانسورهای سیلو و غلات با ایجاد آتش و گرد و غبار می‌تواند خطرساز باشد. استفاده از این سنسورها برای مقابله با خطرات از ارزش ویژه‌ای برخوردار است. TempuTech با استفاده از تجهیزات GE[3]، روشی برای اتصال به سنسورهای بی‌سیم ایجاد کرده و به کشاورزان کمک می‌کند تا داده‌ها را از آسانسورهای سیلو و غلات جمع‌آوری کنند.

۵. **تجهیزات هوشمند:** CLAAS یکی از تولیدکنندگان پیشرو در زمینه تجهیزات مهندسی کشاورزی است. کشاورزان می‌توانند تجهیزات CLAAS[4] را به‌صورت Autopilot راه‌اندازی کنند و برای بهبود جریان محصول و به حداقل رساندن تلفات و خودکارسازی فرآیند تجهیزات از این دستگاه استفاده کنند.

۶. **پلتفرم مدیریت اطلاعات پهپادها:** PrecisionHawk[5] یک UAV[6] مستقل ایجاد کرده که داده‌های با کیفیت بالا را از طریق مجموعه‌ای از سنسورهایی که برای نقشه‌برداری و تصویربرداری از زمین‌های کشاورزی استفاده می‌شوند، جمع‌آوری می‌کند. قبل از فرستادن پهپاد به هوا، کشاورزان تعیین می‌کنند که چه بخشی از مزرعه مورد بررسی قرار گیرند و دقت یا ارتفاع آن را تنظیم کنند. هر پهپاد می‌تواند شرایط آب و هوایی را با استفاده از هوش مصنوعی شناسایی کند و بهترین مسیر پرواز را بر اساس مواردی مانند سرعت باد یا فشار هوا انتخاب می‌کند.

شکل ۲- مزایا و کاربردهای اینترنت اشیاء (IoT) در آبیاری و کشاورزی هوشمند و دقیق

1 integrates data from soil sensors, satellites, crop models, and field properties
2 Equipment monitoring systems, to helpl farmers and protect grain management companies
3General Electric (Multnational conglomerate company)
4 an agricultural machinery manufacturer based in harsewinkel

5 A commercial drone and data copany
6 Unmanned aerial vehicle

نکات کلیدی کاربردی درباره اینترنت اشیاء در علم آبیاری

سامانه‌های کشاورزی در ایران اکثرا سنتی بوده و به دلیل دشواری فعالیت‌های کشاورزی بدین شیوه، سطح زیرکشت و تحت مدیریت کشاورزان نسبت به کل زمین‌های قابل‌کشت بسیار پایین است. از این رو هوشمندسازی و مکانیزه کردن سامانه‌های کشاورزی موجب گسترش این صنعت به دلیل آسان‌تر شدن امور کشاورزی خواهد شد. نباید فراموش شود که هوشمندسازی سامانه‌های آبیاری، نیازمند هزینه‌های بیشتر نسبت به سامانه‌های سنتی است. آموزش به کشاورزان برای رسیدن به بیشترین عملکرد نیز از دیگر مشکلات این سامانه‌ها است. در وضع فعلی و کشاورزی و آبیاری سنتی در کشور، سامانه‌های هوشمند در مزارع کوچک صرفه اقتصادی نخواهند داشت و این درحالی است که اکثر مزارع کشور به‌صورت خرده مالکی مدیریت می‌شوند. با توسعه سامانه‌های نوین آبیاری نیز می‌توان کارهای خوب و ارزشمندی در زمینه هوشمندسازی سامانه‌های آبیاری مبتنی بر اینترنت اشیاء انجام داد.

در همین رابطه، تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که بهره‌گیری از سامانه‌های هوشمند آبیاری علاوه بر بهبود عملکرد گیاهان، موجب کاهش تلفات آب و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی خواهد شد. همچنین امروزه دسترسی به اینترنت و گوشی‌های هوشمند و سایر فناوری‌های وابسته در اکثر روستاها امکان‌پذیر شده است و قشر جوان به صورت گسترده‌ای از این امکانات استفاده می‌کنند. استفاده از سامانه‌های آبیاری هوشمند باعث جذب قشرهای مختلف به این صنعت خواهد شد[1]. به‌طورکلی می‌توان دلایل مهم نوسازی و هوشمندسازی سامانه‌های آبیاری مبتنی بر IoT را در موارد زیر خلاصه کرده و نتایج این مطالعه را بدین‌صورت شرح داد:

۱. بهره‌وری آب را به‌طور ساده می‌توان به‌صورت مقدار محصول تولیدشده بخش بر مقدار آب مصرفی تعریف کرد. با استفاده از مدرنیزه کردن سامانه‌های آبیاری می‌توان امکان تولید محصول بیشتر با مصرف آب کمتر را فراهم کرد. با استفاده از سامانه‌های هوشمند آبیاری بهره‌وری آب تا بیش از ۵۰ درصد قابل‌افزایش خواهد بود.

۲. نوسازی سامانه‌های آبیاری باعث بهبود زندگی روستایی می‌شود. حفظ منابع آبی در مناطق روستایی باعث می‌شود تا جمعیت در این منطقه تثبیت و از مهاجرت‌ها کاسته شود. این امر باعث افزایش ارزش اجتماعی آب خواهد شد.

۳. بهبود مدیریت فنی سامانه‌های آبیاری باعث کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی می‌شود. به‌روزرسانی این سامانه‌ها از شسته شدن نمک‌ها و مواد مغذی به‌طور مؤثری جلوگیری خواهد کرد.

۴. ورود فناوری‌های جدید به عرصه کشاورزی منجر به جذاب‌تر شدن این فعالیت‌ها خواهد شد که خود نیز رقابت برای رسیدن به جدیدترین سامانه‌ها را در بین کشاورزان افزایش خواهد داد.

۵. تجاری‌سازی، توسعه و بهبود فضای کسب‌وکار و ایجاد اشتغال‌های نوپا و پایدار نیز از دستاوردهای مهم حاصل از هوشمند سازی است.

۶. جلوگیری از سرعت رو به رشد بحران آب و همچنین تلفات آب در بخش کشاورزی، از دیگر مزیت‌های هوشمندسازی سامانه‌های آبیاری است که از این طریق می‌توان گامی مهم در راستای کشاورزی پایدار برداشت.

1 Amro, 2020; Munir et al., 2021; Cranmer et al., 2022

منابع

- Amro, A. (2020). IoT Vulnerability Scanning: A State of the Art. *Computer Security*, 84-99.
- Bansal, M., Sirpal, V., & Choudhary, M. K. (2022). Advancing e-Government using Internet of Things. In *Mobile Computing and Sustainable Informatics* (pp. 123-137). Springer, Singapore.
- Cays, J. (2021). The Energy Essential: Physical Forces Animate All Things. In *An Environmental Life Cycle Approach to Design* (pp. 15-38). Springer, Cham.
- Cranmer, E. E., Papalexi, M., tom Dieck, M. C., & Bamford, D. (2022). Internet of Things: Aspiration, implementation and contribution. *Journal of Business Research*, *139*, 69-80.
- Morfino, V., & Rampone, S. (2020). Towards near-real-time intrusion detection for IoT devices

using supervised learning and apache spark. *Electronics*, *9*(3), 444.
- Munir, M. S., Bajwa, I. S., Ashraf, A., Anwar, W., & Rashid, R. (2021). Intelligent and Smart Irrigation System Using Edge Computing and IoT. *Complexity*, *2021*.
- Rivera, J., & Goasduff, L. (2014). Gartner says a thirty-fold increase in internet-connected physical devices by 2020 will significantly alter how the supply chain operates. *Gartner*.
- Shi, X., An, X., Zhao, Q., Liu, H., Xia, L., Sun, X., & Guo, Y. (2019). State-of-the-art internet of things in protected agriculture. *Sensors*, *19*(8), 1833.
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems engineering*, *164*, 31-48.
- Wang, H. (2020). Ecological landscape planning and design based on the Internet of Things system and VR technology. *Microprocessors and Microsystems*, 103431.

دستورالعمل صرفه‌جویی واقعی آب در کشاورزی

یک سند فنی توسط فائو در سال ۲۰۲۰ میلادی[1] به‌عنوان دستورالعمل روشن و عملی در مورد نحوه اجرای صرفه‌جویی "واقعی"[2] آب در کشاورزی با انتخاب روش‌ها و راهکارهای مناسب برای افزایش بهره‌وری آب منتشر شده است[3]. بین صرفه‌جویی "واقعی" آب و صرفه‌جویی "ظاهری"[4] آب تمایز وجود دارد. صرفه‌جویی "ظاهری" در مورد کاهش برداشت آب بحث می‌کند؛ اما تغییرات در مصرف آب را در نظر نمی‌گیرد. این مسئله معمولاً به‌عنوان تعریفی برای ذخیره آب از طریق روش‌ها و راهکارهای افزایش بهره‌وری آب استفاده می‌شود. از طرفی صرفه‌جویی "واقعی" آب، کاهش مصرف آب و جریان‌های برگشتی غیرقابل بازیافت (روناب یا نفوذ) را در نظر می‌گیرد. این سند بر پارادوکس بین صرفه‌جویی مصرف آب در مقیاس مزرعه و حوضه تأکید می‌کند. این راهنما به‌طور موازی راهبردهای صرفه‌جویی مصرف آب را ارائه می‌کند. به‌طوری که می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا میزان بهره‌وری آب را بدون افزایش مصرف آب افزایش دهند. سند مذکور از تجربیات مدیران آب و متخصصان آبیاری که طراحی و مدیریت سامانه‌های آبیاری را انجام می‌دهند و سیاست‌گذاران یا برنامه‌ریزان حوضه رودخانه که در تخصیص منابع آب تصمیم‌گیری می‌کنند برای مخاطبان مختلف تهیه‌شده است.

افزایش مصرف آب منجر به کمبود آب در بسیاری از کشورهای آسیایی شده است. روند کنونی کم‌آبی ادامه خواهد داشت؛ زیرا پیش‌بینی می‌شود شکاف بین تقاضا و عرضه آب به دلیل عواملی مانند رشد جمعیت و توسعه اقتصادی[5] و عوامل محیطی مانند تخریب زمین[6] و تغییر اقلیم افزایش یابد[7]. راه‌حل‌های مناسب برای تغییر این روند اغلب باید بر کشاورزی آبی متمرکز شود؛ زیرا آبیاری بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب شیرین در تقریباً تمام مناطق کم‌آب است. فائو همواره به دنبال یافتن راه‌حل‌های پایدار کشاورزی برای مدیریت کمبود آب بوده است. متأسفانه راه‌حل‌های غلبه بر بحران آب با نگاه به بخش کشاورزی ساده نیست و اغلب منجر به انتظارات غیرواقعی شده است. تصورات غلط و دیدگاه‌های بیش‌ازحد ساده (و اغلب نادرست) در دهه‌های اخیر موردبررسی قرارگرفته و توصیف‌شده است؛ اما پذیرش این بینش توسط تصمیم‌گیرندگان و مدیران بخش آبیاری به دلایل مختلف محدودشده است. این امر می‌تواند به دلیل مشکل دسترسی به اطلاعات کافی برای تصمیم‌گیری باشد. از سوی دیگر، برآورد میزان صرفه‌جویی واقعی آب مستلزم جمع‌آوری داده‌های گسترده است. علاقه اغلب تصمیم‌گیران کلیدی به مقیاس‌های خاصی به‌عنوان‌مثال مقیاس مزرعه برای کشاورزان و مقیاس حوضه برای مدیران حوضه و رودخانه محدود می‌شود.

1Guidance on Realizing Real Water Savings with Crop Water Productivity Interventions
2 “Real” water savings
3 Van postal et al., 2020
4 “Apparent” water savings

5 Dinar et al., 2019
6 IPCC, 2019
7 Turral et al., 2011

دستیابی به یک هدف و زبان مشترک بین آن‌ها می‌تواند چالش‌برانگیز باشد.

نکته قابل‌توجه این است که نوسازی سامانه‌های آبیاری در بسیاری از موارد منجر به افزایش مصرف آب‌شده است. برخلاف صرفه‌جویی در مصرف آب که اغلب تصور می‌شود توسط برنامه‌هایی مانند نوسازی سامانه‌های آبیاری انجام می‌شود[1]. مفاهیمی مانند "آبیاری در مقیاس حوضه"[2] و "حسابداری آب[3]" نشان داده‌اند که درواقع صرفه‌جویی مفروض آب در سطح مزرعه اغلب در مقیاس حوضه قابل توجه نبوده و یا حتی مصرف آب را افزایش می‌دهد[4]. برنامه کمبود آب توسط دفتر منطقه‌ای فائو در آسیا و اقیانوسیه[5] ابتکاری است که مجموعه‌ای از ابزارها، اسناد راهنمایی و فرآیندهای گفتگوی سیاستی را برای حمایت از کشورها برای بهبود بهره‌وری آب در مواجهه با کمبود آب و آماده‌سازی بخش کشاورزی برای آینده‌ای سازنده با آب کمتر مهیا می‌کند. رویکرد پیشنهادی منحصربه‌فرد است؛ زیرا به‌طور سیستماتیک کار تجزیه و تحلیل فنی و داده‌های لازم را با اصلاح سیاست، حاکمیت و توسعه ظرفیت ترکیب می‌کند (اصلاح سیاست، حاکمیت و توسعه ظرفیت کار دشوارتری است به‌طوری‌که عموماً به سرمایه‌گذاری کمتری نیاز است).

پیشینه و مفاهیم صرفه‌جویی واقعی آب

معمولاً تصور می‌شود که مصرف‌کنندگان آب کشاورزی مقادیر زیادی آب را در طول فرآیند آبیاری هدر می‌دهند. بنابراین صرفه‌جویی واقعی آب می‌تواند نیاز به ساخت تأسیسات اضافی برای بهره‌برداری بیشتر از آب را کاهش دهد[6]. این تصور از دانشی رایج ناشی می‌شود که بیان می‌کند راندمان کاربرد آبیاری در مزرعه اغلب در حد ۲۰ تا ۵۰ درصد است؛ به این معنی است که ۸۰ تا ۵۰ درصد باقی‌مانده به‌نوعی هدر می‌رود. این مهم از تصور غلط کلیدی از مفهوم توسعه‌یافته کلاسیک "راندمان آبیاری[7]" در مهندسی آبیاری ناشی می‌شود. راندمان آبیاری معمولاً به‌عنوان نسبت آب مصرفی به آب تأمین یا برداشت‌شده از یک منبع برآورد می‌شود؛ اما اعمال مفهوم کلاسیک راندمان آبیاری در سطح حوضه آبریز منجر به تصمیم‌گیری‌های نادرست و درنتیجه خط‌مشی عمومی نادرست می‌شود[8]. همچنین، کلر و کلر (۱۹۹۵) بیان کردند که "راندمان کلاسیک، جریان‌های بازگشتی و استفاده مجدد از آن‌ها را در نظر نمی‌گیرند. بنابراین، استفاده تنها از مفاهیم راندمان آبیاری می‌تواند به این نتیجه برسد که فرصت‌های قابل‌توجهی برای افزایش راندمان وجود دارد. بااین‌حال، در واقعیت علیرغم ناکارآمدی‌های آبیاری در مقیاس مزرعه، دامنه بهبود راندمان در مقیاس زیر حوضه یا حوضه (و درنتیجه صرفه‌جویی واقعی آب) به دلیل استفاده مجدد از جریان‌های برگشتی در مکان دیگر متفاوت است. علاوه بر این، رویکرد بیش‌آبیاری در مزارع و افزایش تلفات نشت از کانال‌های انتقال آب به دلیل ایجاد فرصت برای تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی از طریق جریان‌های برگشتی ممکن است به ارتقای بهره‌وری محلی (راندمان کاربرد یا انتقال) ترجیح داده شود.

ادبیات علمی و گزارش‌های کارشناسان و جلسات مربوط به صرفه‌جویی "واقعی" آب به‌سرعت در حال رشد است. اصطلاح صرفه‌جویی واقعی آب در اینجا برای تأکید بر این نکته است که چشم‌انداز نگاه ظاهری و صرفاً در سطح مزرعه باید به‌کل حوضه گسترش یابد. از طرفی بررسی‌ها نشان داده است ادغام راهکارها در دو بخش آب و کشاورزی به‌طور بالقوه می‌تواند منجر به صرفه‌جویی واقعی آب و یا افزایش بهره‌وری آب شود. از راهکارهای معمول در رابطه با مدیریت آب و عملیات به‌زراعی می‌توان به مالچ پاشی (پلاستیک، خاک، کاه

1) Adamson and Loch, 2014; Pérez-Blanco et al., 2020; Perry and Steduto, 2017; Ward and Pulido-Velazquez, 2008.(
2 “Irrigation in the basin context”
3 “Water accounting”
4 Giordano et al., 2017
5 FAO’s Regional office Asia and Pacific (RAP) Water Scarcity Program
6 Molden et al, 2001
7 “Irrigation efficiency”
8 Keller and Keller, 1995

و کلش)، کم‌آبیاری در زمان‌های خاص رشد، تراکم کاشت، کنترل علف‌های هرز، کود، انتخاب رقم، تقویت‌کننده‌های رشد (پلی آمین‌ها)، روش‌های خاک‌ورزی و تراس‌بندی اشاره کرد که در آن می‌توان بهره‌وری آب را بهبود بخشید. جنبه مهم دیگر در زمینه صرفه‌جویی آب، همبستگی بین تبخیر و تعرق محصول و عملکرد است. بررسی‌ها نشان داده است که عملکرد با تعرق محصول با فرض ثابت بودن سایر عوامل تأثیرگذار خطی است[1]. گزینه‌های زیادی برای صرفه‌جویی واقعی آب به‌خصوص در آسیا ممکن است به دلیل وجود تنوع گسترده در روش‌های آبیاری، محصولات زراعی و مدیریت محصول امکان‌پذیر باشد. پری و استدوتو (۲۰۱۷) خاطرنشان کردند: « جمع‌آوری داده‌های مزرعه‌ای از تعداد زیادی کشاورز نشان داد برخی از آن‌ها نسبت به سایر کشاورزان عملکرد بالاتری با همان سطح تعرق محصول داشته‌اند. یک تفسیر رایج از این مشاهدات این است که مدیریت بهتر آب، سایر نهاده‌ها و روش‌های به‌زراعی می‌تواند منجر به این مقدار افزایش محصول شده باشد و به‌طورکلی تولید می‌تواند برای همان سطح مصرف آب افزایش یابد (یا می‌توان آب را «صرفه‌جویی» کرد درحالی‌که میزان تولید حفظ می‌شود). پری و استدوتو (۲۰۱۷) در ادامه بیان کردند که تابع تقریباً خطی بین عملکرد و تعرق محصول «برای بسته‌های مشخص و منسجم رشد محصول (تاریخ کاشت، رقم، تراکم کاشت، میزان کوددهی، خاک و غیره) به دست می‌آید به طوری که فقط ورودی آب متغیر است». به‌عبارت‌دیگر، اگر میزان آب به کار گرفته‌شده کم باشد، صرفاً افزایش تامین سایر نهاده‌ها باعث افزایش تولید (کیلوگرم) می‌شود؛ اما بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب) را افزایش نمی‌یابد. افزایش بهره‌وری آب (که مبنایی را برای صرفه‌جویی واقعی آب فراهم می‌کند) معمولاً به تغییرات در شیوه‌های مدیریتی دیگر کشاورز بستگی دارد که بر جنبه‌های آب، عملیات به‌زراعی و کشاورزی متمرکز است. به‌طوری‌که در آن صرفه‌جویی واقعی در آب امکان‌پذیر است یا تولید بالاتری را می‌توان با همان مقدار تعرق (تبخیر و تعرق) به دست آورد. بااین‌حال، رابطه غیرخطی بین تبخیر و تعرق و عملکرد محصول می‌تواند با توجه به طیف گسترده‌ای از اقلیم و شیوه‌های مدیریت آب و به‌زراعی به دست آید.

اغلب تصور می‌شود راهکارهایی که بهره‌وری آب را افزایش می‌دهند منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود. به این دلیل که می‌توان همان مقدار محصول را با آب کمتر تولید کرد. این فرض تنها در صورتی درست است که تخصیص آب در هنگام راهکار در نظر گرفته‌شده کاهش یابد. بااین‌حال، در عمل هنوز سامانه‌های مؤثر تخصیص آب و قابل‌اجرا در جهان در حال توسعه نیافته است. مورد موازی یعنی افزایش بهره‌وری زمین (کیلوگرم در هکتار) به‌راحتی قابل‌درک است. اگر یک کشاورز بتواند ۲۰ درصد محصول بیشتر در هکتار با یک رقم جدید به دست آورد، پس از آن انتظار نداریم که او سطح زیر کشت را کاهش دهد. درواقع، افزایش بهره‌وری آب اغلب تأثیر نامطلوبی بر افزایش تقاضای آب دارد. کشاورز می‌تواند با افزایش بهره‌وری آب، میزان آب بیشتری از چاه عمیق‌تر پمپاژ کند. تأثیر این عامل در استفاده از آبیاری قطره‌ای دوچندان می‌شود. این فناوری منجر به افزایش مصرف آب در واحد آب پمپاژ می‌شود و درنهایت بهره‌وری آب تحت پمپاژ افزایش می‌یابد.

"صرفه‌جویی در مصرف آب" جنبه مهم دیگری است که علاوه بر تغییر پارادایم در مدیریت آب کشاورزی از دیدگاه راندمان آبیاری در مقیاس مزرعه به سمت ارزیابی مقیاس حوضه باید در نظر گرفته شود. شاید بدیهی به نظر برسد که صرفه‌جویی در مصرف آب به‌طورکلی مثبت تلقی می‌شود؛ اما سؤال مهمی که باید پرسیده شود این است که برای آب صرفه‌جویی شده چه اتفاقی می‌افتد و در کدام مقیاس (زمانی و مکانی) باید این امر ارزیابی شود. پری (۲۰۲۰) تعریف زیر را برای صرفه‌جویی در مصرف آب پیشنهاد می‌کند. "صرفه‌جویی در آب راهکاری است که منجر به افزایش آب قابل‌دسترس برای استفاده در مصارف جایگزین مفید از جمله محیط‌زیست یا احیای آبخوان می‌شود." به‌عبارت‌دیگر، اگر هیچ استفاده

1 Perry and Steduto, 2017

مفید جایگزینی وجود نداشته باشد، احتمالاً به هدف صرفه‌جویی در مصرف آب نیازی نیست. به این تعریف می‌توان اضافه کرد که استفاده مفید جایگزین باید دارای اولویت و یا بهره‌وری آب بالاتر در مقایسه با استفاده‌کننده اصلی باشد. اولویت اغلب توسط فرآیندهای تصمیم‌گیری بین بخش‌ها تعیین می‌شود (به‌عنوان‌مثال کشاورزی در مقابل محیط‌زیست)، درحالی‌که بهره‌وری آب بیشتر برای مقایسه مصرف در یک بخش (مانند سبزیجات آبی در مقابل برنج آبی) استفاده می‌شود.

اغلب با حرکت از دیدگاه مزرعه به حوضه مشاهده می‌شود که آب بسیار کمتری نسبت به آنچه معمولاً تصور می‌شود به دلیل استفاده مجدد از تلفات آب[1] از دست می‌رود. از منظر هیدرولوژی این دانش رایج بوده و به آن چرخه آب گفته می‌شود. به طوری که آب هرگز از بین نمی‌رود؛ زیرا آب تبخیر شده در مکانی دیگر به‌صورت باران یا برف می‌بارد. در علم آبیاری این مفهوم تحت عنوان "به دنبال آب[2]" در سال ۲۰۰۰ شروع و اغلب به‌عنوان حسابداری آب نامیده می‌شود. بنابراین جریان‌های برگشتی در مقیاس حوضه مطرح می‌شوند. یک مثال معمولی از این رویکرد در شکل ۱ نشان داده‌شده است.

چارچوب حسابداری آب

در حسابداری آب مهم است که بین «استفاده»[3] از آب (به‌عنوان‌مثال برای تولید برق‌آبی یا شستن لباس) و «مصرف»[4] آب (به‌عنوان‌مثال در یک سامانه آبیاری با تبخیروتعرق (ET) از طریق محصولات کشاورزی تمایز در نظر گرفته شود. در مورد اول، اکثر آب مصرف‌شده مستقیماً به همان سامانه هیدرولوژیکی بازمی‌گردد و شاید در مکان دیگری به‌نوعی آلوده‌شده باشد؛ اما آب از نظر فیزیکی برای استفاده مجدد در دسترس باقی می‌ماند. بااین‌حال، هنگامی‌که آب از طریق تبخیر و تعرق مصرف می‌شود دیگر در دسترس نیست (مگر در سامانه‌های بسته مانند گلخانه‌های هیدروپونیک که در آن تبخیروتعرق ممکن است متراکم شده و دوباره استفاده شود). توضیحات داده شده در خصوص مصرف آب مربوط به دیدگاه مهندسی بوده و کاملاً در ارتباط با برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از تأسیسات آبیاری است. این دیدگاه تمایل دارد تا مقداری از آب آبیاری را به‌عنوان تلفات تلقی کند. از سوی دیگر، یک تحلیل‌گر محیط‌زیست ممکن است به این "تلفات" به‌عنوان منبع تغذیه سفره‌های زیرزمینی یا جریان به تالاب‌ها علاقه زیادی داشته باشد. به عبارت دیگر، تحلیل‌گر محیط‌زیست"تلفات"در نظر گرفته‌شده توسط مهندس را به‌عنوان یک "منبع آب" در نظر بگیرد.

تلاش‌های زیادی برای بهبود و ارتقای چارچوب‌های حسابداری آب پیشنهادشده است. اصلاحاتی در تمام این پیشنهادها انجام شد که منجر به سطح بیشتری از پیچیدگی شد. علاوه بر سطح پیچیدگی مضاعف، درک پیام اصلی در خصوص این که "آب هرگز از دست نمی‌رود"را برای تصمیم‌گیرندگان و افراد غیرمتخصص دشوار می‌کرد. درنهایت، کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی یک رویکرد ساده با تمرکز بر چهار جزء اصلی جریان آب را اتخاذ کرد. پری (۲۰۰۷) این رویکرد را به چهار مؤلفه اصلی ساده کرد تا اطمینان حاصل شود که مؤلفه‌های آب از اجزای اصلی آن است. در این سند این رویکرد به‌عنوان "دنبال آب" نامیده و در شکل ۲ نشان داده‌شده است. براساس مفاهیم اصلی این سند، آب به کار گرفته‌شده برای آبیاری را می‌توان به اجزای زیر تقسیم کرد:

بخش مصرفی (در اصل تبخیر و تعرق)، شامل:

- مصرف مفید[5] (تعرق محصول یا تبخیر از برج‌های خنک‌کننده یا سایر مصارف مفید مانند اهداف محیط‌زیستی).

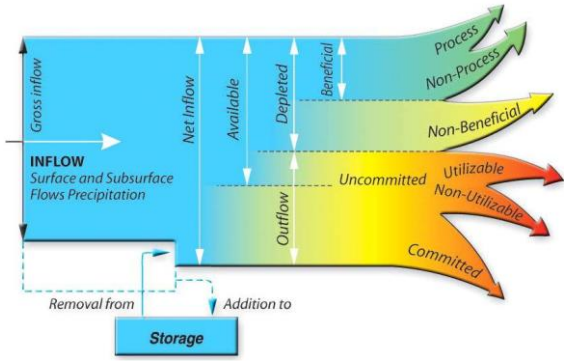
1 “lost” water
2 “Follow the water”
3 “Using”
4 “Consuming”

5 Beneficial (BC)

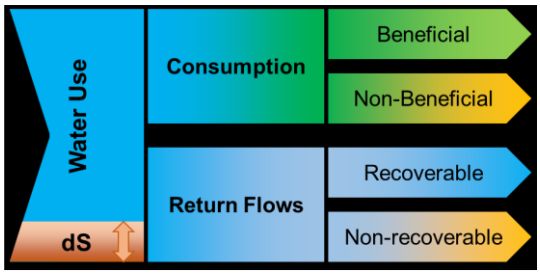
- مصرف غیرمفید[1] (مانند تعرق توسط علف‌های هرز، تبخیر از سطوح آزاد آب و خاک مرطوب، یا صعود مویینگی در طول دوره آیش).

بخش غیرمصرفی، شامل:

- جریان‌های قابل بازیافت[2] (آبی که به سمت زهکش‌ها جریان می‌یابد و درنهایت به رودخانه برای انحراف احتمالی به پایین‌دست و نفوذ به سفره‌های آب شیرین بازمی‌گردد).
- جریان‌های غیرقابل بازیافت[3] (نفوذ به سفره‌های آب‌شور، خروج به زهکش‌هایی که انحراف پایین‌دستی ندارند یا جریان مستقیم به دریا و اقیانوس دارند).



شکل ۱- چارچوب حسابداری آب برای کشاورزی آبی (Molden et al., 2001).



شکل ۲- سامانه ساده حسابداری آب که به‌عنوان "به دنبال آب" شناخته می‌شود: dS نشان‌دهنده تغییر در آب ذخیره‌شده است.

1 Non-Beneficial (NBC)
2 Recoverable (RF)
3 Non-recoverable (NRF)

چارچوب حسابداری آب بر اساس قانون بقای جرم است که بر اساس معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$Water\ use = BC + NBC + RF + NRF + dS$$

چارچوب حسابداری آب[4] جریان‌های مختلف مرتبط با هر نوع مصرف آب را متمایز می‌کند و می‌تواند برای هر بخش و در هر مقیاس بدون تغییر اعمال شود. در ادامه و در شماره‌های آتی فصلنامه کمیته ملی آبیاری و زهکشی در خصوص روش‌های صرفه‌جویی واقعی مصرف آب در بخش کشاورزی و دستورالعمل‌های کاربردی و عملی بر اساس رویکرد "Follow the water" و "Real" water savings منتشر خواهد شد.

4 Perry, 2007; Batchelor et al., 2016

منابع:

- Adamson, D. and Loch, A. 2014. Possible negative feedbacks from "gold-plating" irrigation infrastructure. Agric. Water Manag. 145, 134–144. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.09.022
- Dinar, A., Tieu, A. and Huynh, H. 2019. Water scarcity impacts on global food production. Glob. Food Sec. 23, 212–226. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.07.007
- Giordano, M., Turral, H., Scheierling, S., Treguer, D. and McCornick, P. 2017. Beyond "More Crop per Drop": evolving thinking on agricultural water productivity. https://doi.org/10.5337/2017.202
- IPCC, 2019. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.
- Keller, A.A. and Keller, J. 1995. Effective Efficiency: A Water Use Efficiency Concept for Allocating Freshwater Resources.

- Molden, D., Sakthivadivel, R. and Habib, Z. 2001. Basin-level use and productivity of water: examples from South Asia, Researh Report (IWMI).
- Pérez-Blanco, C., Hrast-Essenfelder, A. and Perry, C. 2020. Irrigation technology and water conservation: from panaceas to actual solutions Submitted.
- Perry, C., Steduto, P. 2017. Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence. FAO. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35540.81280
- Turral, H., Burke, J. and Faures, J.-M. 2011. Climate change, water and food security. FAO Water Reports 36, FAO Water Reports 36.
- Van postal, J., Dorogres, P., Kaune, A., Steduto, P. and Perry, CH. 2020. FAO's Water Scarcity Program, Guidance on Realizing Real Water Savings with Crop Water Productivity Interventions, pp.54.
- Ward, F.A. and Pulido-Velazquez, M., 2008. Water conservation in irrigation can increase water use. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 105, 18215–18220. https://doi.org/10.1073/pnas.0805554105

محیط‌زیست

تنوع زیستی و آب

یکم خرداد معادل ۲۲ می روز جهانی تنوع زیستی است که دبیرخانه کنوانسیون تنوع زیستی(CBD)[1] شعار امسال را "ساختن آینده‌ای مشترک برای همه جانداران" اعلام کرد. این شعار برای ادامه ایجاد حرکت و حمایت از چهارچوب جهانی تنوع زیستی پس از سال ۲۰۲۰ که در کنفرانس آتی تنوع زیستی سازمان ملل متحد (COP 15)[2] تصویب خواهد شد، انتخاب شد (شکل۱). تنوع زیستی پاسخی به چندین چالش توسعه پایدار است. از راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت گرفته تا آب و هوا، امنیت غذایی و آب، مسائل بهداشتی، معیشت پایدار، تنوع زیستی پایه و مبنایی است که می‌توانیم به کمک آن جهانی بهتر را بسازیم. این پیام مهم CBD، ابزار بین المللی کلیدی برای توسعه پایدار است.

شکل۱- پوستر منتشر شده به مناسبت روز جهانی تنوع زیستی

تنوع بیولوژیکی اغلب بر حسب تنوع گسترده گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها شناخته می‌شود، اما شامل تفاوت‌های ژنتیکی در هر گونه می‌باشد. به عنوان مثال، بین انواع محصولات و نژادهای دام و تنوع اکوسیستم‌ها (دریاچه‌ها، جنگل‌ها، بیابان‌ها، مناطق کشاورزی) که میزبان انواع تعاملات بین اعضای خود (انسان، گیاهان، حیوانات) هستند نیز می‌باشد. حال این سوال پیش می‌آید که ارتباط بین تنوع زیستی و منابع آب چه می‌تواند باشد؟

تنوع زیستی و منابع آب به طور ذاتی به هم مرتبط هستند. تنوع زیستی از منابع آب مانند چرخه مواد مغذی در خاک و گیاهان حمایت می‌کند. این فرآیند کیفیت آب را کنترل می‌کند. به طور مشابه، منابع آب نیز از تنوع زیستی حمایت می‌کند: بدون آب کافی، بر گونه‌ها فشار وارد می‌شود و در نتیجه باعث از بین رفتن تنوع زیستی می‌شود. حفظ تنوع زیستی به آبراه‌ها در برابر آلودگی نیتروژن کمک می‌کند. در واقع، نهرها با گونه‌های بیشتر به حذف مواد مغذی اضافی در آب کمک می‌کنند. بر این اساس، در یکی از اهداف توسعه پایدار- هدف ششم (SDG 6)[3] که مربوط به آب و فاضلاب می‌باشد در مورد توسعه پایدار اکوسیستم آبی از جمله جنگل، تالاب، دریاچه‌ها

1 Convention on biological diversity (CBD)
2 https://www.cbd.int/meetings/COP-15

3 Sustainable Development Goal 6

به عنوان بخشی از تنوع زیستی صحبت می‌کند.

برخی از اهداف ویژه مدیریت آب که اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی می‌توانند در دستیابی به آن‌ها کمک کنند عبارتند از:

۱- مدیریت آب شهری: حفاظت از تنوع زیستی، پوشش گیاهی طبیعی و سایر ویژگی‌های اکوسیستم در حوضه‌های آبریز بخشی از مدیریت صحیح کاربری زمین است. اکوسیستم‌های دست نخورده از آلودگی منابع آب جلوگیری می‌کند، فرسایش را کاهش می‌دهد و از سیل جلوگیری می‌کند و در نتیجه به ارائه آب پاک‌تر با اطمینان بیشتر کمک می‌کند.

۲- مدیریت آب کشاورزی: دشت‌های سیلابی دست نخورده به تنظیم جریان‌های فصلی آب کمک می‌کند و در دسترس بودن و کیفیت آب را برای کشاورزی و صنعت تضمین می‌کند. سیلاب‌دشت‌ها در امتداد بدنه‌های آبی اغلب برای کاهش رواناب مواد مغذی، مواد شیمیایی و رسوبات حاصل از کشاورزی استفاده می‌شود و به بهبود کیفیت آب کمک می‌کند. پوشش گیاهی در اقلیم‌های محلی، از بارش باران و نفوذ آب‌های زیرزمینی و امنیت آب برای کشاورزی و دام پشتیبانی می‌کند.

۳- مدیریت آب برای سدها و نیروگاه‌های آبی: مدیریت پوشش گیاهی و خاک در حوضه‌های آبریز برای جلوگیری از فرسایش و کاهش بار رسوب در مخازن از دیرباز رویکرد خوبی بوده است. به طور فزاینده‌ای، بازسازی اکوسیستم برای بهبود قابل توجه کارایی سد و طول عمر مفید آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴- کاهش خطر بلایای طبیعی: وجود اکوسیستم‌های طبیعی (اعم از پوشش گیاهی انبوه) از خطرات احتمالی جلوگیری می‌کند هر چند افزایش خشکسالی و تخریب این مناطق خطرات را افزایش داده و موجب احداث خاکریزهای مصنوعی و صرف هزینه شده است.

۵- تامین آب آشامیدنی: ارائه آب پاک یکی از انگیزه‌های اولیه برای ایجاد مناطق طبیعی حفاظت شده است. در مناطقی که کیفیت آب ضعیفی وجود دارد، به طور فزاینده‌ای مشهود است که بهبود مدیریت حوضه می‌تواند بسیار مقرون به صرفه‌تر از تصفیه آب از طریق روش‌های مصنوعی باشد.

تأثیر ترکیبی افزایش نرخ برداشت آب، اصلاح جریان، تبدیل زیستگاه تالاب، اقدامات حفاظتی در برابر سیل، افزایش بار مواد مغذی و آلودگی، اکولوژی آبزیان را در سراسر جهان تغییر داده است. اکوسیستم های آب شیرین نسبتا بیشترین مقدار گونه‌های در معرض خطر انقراض را دارند و برخی از سریع‌ترین نرخ‌های از دست دادن تنوع زیستی را در بین همه زیستگاه نشان می‌دهند. به ویژه تالاب‌ها در معرض تهدید هستند. تغییرات اساسی در روند کسب و کارها به منظور رسیدگی به این چالش‌ها و دستیابی به سه هدف کلیدی جهانی مورد نیاز است: کاهش و سپس توقف از دست دادن تنوع زیستی، نگه داشتن میانگین افزایش دمای جهانی زیر ۲ درجه سانتیگراد؛ و دستیابی به سایر اهداف توسعه انسانی. GBO-4[1] و گزارش‌های پشتیبان آن مسیرهای قابل قبولی را برای تحقق این امر ارائه می‌دهند. رویکردهای مختلف شناسایی شده شامل افزایش بهره‌وری و کارایی کشاورزی، حفظ و احیای زیستگاه‌های تخریب شده و همچنین استفاده مؤثر از زمین های متروکه، توجه بیشتر به الگوهای مصرف و کاهش ضایعات و ترویج رویکردهای انرژی زیستی و تولید چوب است که برای تأثیرات آن‌ها بر تنوع زیستی سه مسیر گسترده، که از این رویکردها به طرق مختلف استفاده می‌کنند، در GBO-4 مورد بررسی قرار گرفتند.

۱- فناوری جهانی: این مسیر بر توسعه راه حل‌های فنی و منطقی بهینه در مقیاس بزرگ، مانند تشدید تولید در مناطق نسبتا کوچک، برای افزایش بازده کشاورزی، تکیه بر رویکردهای مبتنی بر بازار و سطح بالایی از هماهنگی بین‌المللی تأکید دارد. نتیجه آن بهره‌وری بالاتر در سطح کمتر است، بنابراین فرصت‌هایی برای حفاظت مؤثر از مناطق طبیعی باقی مانده فراهم می‌کند. در این مسیر، میانگین از دست دادن تنوع زیستی آبزیان کمترین است، عمدتا به این دلیل که

1 Global Biodiversity Outlook 4

تشدید کشاورزی باعث افزایش نیاز سطح زیر کشت و تبدیل تالاب‌ها به زمین‌های کشاورزی می‌شود. این سناریو همچنین بیشترین پیشرفت‌ها را در تصفیه فاضلاب شهری در نظر دارد.

۲- راه حل‌های غیرمتمرکز: این مسیر بر راه حل‌های منطقه‌ای مانند افزایش استفاده پایدار و سازگار با تنوع زیستی از منابع زمین و کشاورزی که با کریدورهای طبیعی در هم تنیده شده است، تمرکز دارد. به طور خاص خواستار راه‌حل‌های اکولوژیکی نوآورانه (تقویت زیست‌محیطی) است که پیشرفت‌های تکنولوژیکی و تکیه بر خدمات اکوسیستم را ترکیب می‌کند. این مسیر افزایش تمرکز بر بهره‌برداری از خدمات اکوسیستم، بهره‌برداری بیش از حد و در نتیجه تخریب زمین را تعدیل می‌کند. اگرچه این مسیرکمترین فواید را برای آب شیرین نشان می‌دهد.

۳- تغییر مصرف: این مسیر تغییرات در الگوی مصرف انسان را اولویت‌بندی می‌کند، به ویژه با داشتن سرانه مصرف گوشت، لبنیات و تخم مرغ در راستای توصیه‌های غذایی. همچنین خواستار تلاش‌های بلندپروازانه برای کاهش ضایعات در مصرف مواد غذایی و زنجیره‌های تولید و افزایش بازیافت و استفاده مجدد از چوب و کاغذ است. اثر کلی این مسیر کاهش تقاضای جهانی برای تولید محصولات زراعی است که منجر به کاهش نیاز به تبدیل مناطق طبیعی برای اهداف تولید و کاهش نیاز به سایر نهاده‌ها مانند آب و کود می‌شود.

منابع:

1- Water and Biodiversity, Summary of the findings of the Fourth Edition of the Global Biodiversity Outlook as they relate to water

2-https://www.unep.org/events/un-day/international-day-biological-diversity-2022

https://www.cbd.int/biodiversity-day

https://www.un.org/en/observances/biological-diversity-day

نوآوری

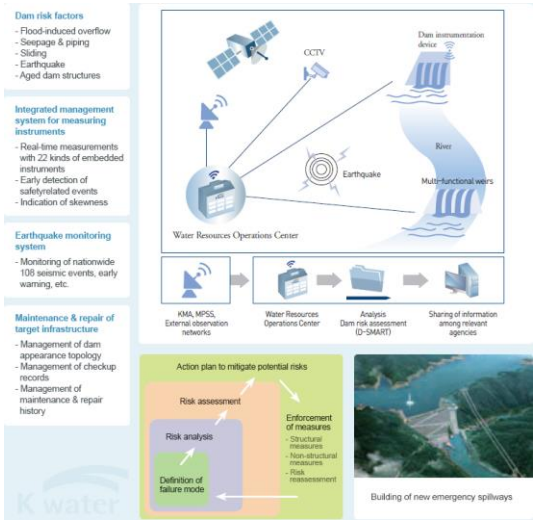
هوشمندسازی سدها و تأسیسات ذخیره آب

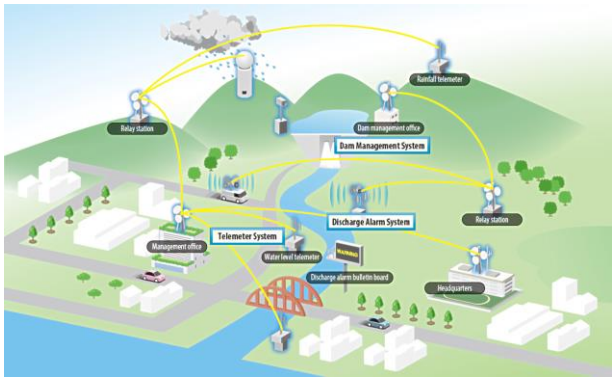
پیش‌بینی جریان ورودی به منابع آبی یکی از مهمترین مسائل در برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه آن‌ها در جهت تولید انرژی برق‌آبی و تخصیص آب به منابع مصرف، محسوب می‌شود. پارامترهای مختلفی بر میزان دبی ورودی به سد اثرگذار می‌باشند. در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر ایران، متغیرهای اقلیمی نظیر درجه حرارت و بارندگی بیشترین تأثیر را بر میزان رواناب ورودی به منابع آبی دارند. یک مدل بارش-رواناب ماهانه مناسب، ابزاری توانمند جهت بررسی اثر تغییرات اقلیمی بر قابلیت دسترسی آب برای تولید انرژی برق‌آبی به شمار می‌آید.

تحقیقات نشان داده است که رابطه میان مقدار رواناب و متغیرهای اثرگذار بر آن ارتباطی غیرخطی و پیچیده دارند. شبکه‌های عصبی مصنوعی به علت خصوصیات منحصر به فرد خود، قابلیت بالایی را در شبیه‌سازی روابط غیرخطی دارا می باشند. شبکه‌های عصبی مصنوعی تحولی عظیم در تحلیل رفتار سیستم‌های دینامیک در علوم مختلف مهندسی آب ایجاد کرده است. با تبیین ویژگی‌های شبکه عصبی مصنوعی، شبکه استاتیکی برای بازیابی ارتباط غیرخطی مابین متغیرهای مستقل و وابسته طراحی می‌شود تا به کمک آن، تخمین هوشمند دبی متوسط ماهیانه ورودی به سد میسر شود. همچنین ، با طراحی و بسط مدل شبکه عصبی دینامیکی بر مبنای کارکرد سری زمانی، مقدار آورد ماهانه ورودی به سد،

مورد پیش‌بینی قرار می‌گیرد. سپس از شبکه عصبی برای مدل‌سازی سری زمانی غیرخطی آورد ماهانه رودخانه استفاده می‌شود. همچنین با مقایسه نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی استاتیکی و دینامیکی، عملکرد مدل‌های طراحی شده مورد ارزیابی و سنجش قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌داد که انطباق خوبی مابین مقادیر پیش‌بینی شده با شبکه‌های عصبی ترکیبی و داده‌های مشاهداتی وجود دارد. همچنین نتایج نشان می‌داد که مدل شبکه عصبی دینامیکی سری زمانی با دقت بالاتری نسبت به مدل استاتیکی، مقدار آورد ماهانه را پیش‌بینی می‌نماید.

همچنین طراحی نامناسب ابعاد هندسی دریچه‌های تخلیه‌کننده و بازشدگی ناگهانی آن، باعث ایجاد خسارات مالی و جانی در پایین‌دست سد و عدم استفاده بهینه از آب درون مخزن می‌شود. برای افزایش تراز آب بر روی توربین‌های مولد برق، کنترل سیلاب‌ها و افزایش کارایی سد، تعیین ابعاد هندسی دریچه تخلیه‌کننده و هوشمندسازی آن ضروری است. براساس معادلات خطی فضای حالت، هیدروگراف ورود و خروج سیل طرح از مخازن سد رسم می‌شود. با تعیین مقادیر مناسب برای پارامترهای بازشدگی دریچه‌ها، تنظیم نقطه تعادل هیدروگراف دبی ورود و خروج از مخازن سد، ارتفاع آب، حجم آب ذخیره شده در مخازن، ابعاد دریچه تخلیه کننده هر مخزن تعیین می‌شود. با تنظیم و تغییر پارامترهای باز شدگی نه تنها می‌توان نقطه‌ی تعادل دبی ورود و خروج سیل را در همان مکان هندسی روش پالس قرار داد بلکه در گستره وسیعی از هیدروگراف ورودی قابل تعیین است که با هر شرایط محیطی و اقتصادی انطباق پذیر است. سیستم‌های هوشمند دریچه تخلیه‌کننده با استفاده از المان‌های الکترونیکی، میکروپروسسور، فاصله سنج، سنسورهای فرستنده و گیرنده اولتراسونیک، پردازشگر، قطعات دیگر و نرم‌افزارهای مناسب ، طراحی و ساخته شدند. دریچه هوشمند تخلیه‌کننده، مجهز به سیستم‌های هشدار دهنده است و بر اساس برنامه بهره بردار و نظر طراح، از راه دور و بوسیله امواج ماهواره‌ای باز و بست می‌شود. سیستم‌های هوشمند دریچه، در آزمایشگاه و کانال‌های باز آزمایش می‌شوند که از دقت بالایی برخوردار است. با نصب سیستم‌های هوشمند دریچه، نیروی انسانی کاهش، سیلاب‌ها کنترل و کارایی سد افزایش می‌یابد. این روش ساده، قابل اعتماد و انطباق پذیر با شرایط محیط است و در عمل می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش‌های کنترل دستی و غیراتوماتیک باشد.





معرفی سد

معرفی سدهای زیرزمینی

یکی از مسائل مهم و قابل توجه در سراسر دنیا، حفظ و نگهداری از منابع آب است. در سال‌های اخیر تلاش‌هایی در استفاده از تکنولوژی‌های سازگار با طبیعت، در کنترل، تغذیه و مدیریت منابع آب صورت گرفته است که نمونه آن ایجاد سدهای زیرزمینی در مناطق مختلف می‌باشد. سدهای

زیرزمینی در مسیر جریان آب‌های زیرزمینی یا آب‌های زیرسطحی ساخته می‌شوند و با ایجاد مانع به صورت فیزیکی یا هیدرولیکی در مسیر جریان، سبب ایجاد ذخایر آبی در زیر زمین می‌شوند. لازم به ذکر است که معمولا موانع هیدرولیکی در مجاورت سفره‌های آب شور در کنار دریا، با هدف سد کردن آب شور دریا و حفاظت از سفره‌های آب شیرین، اجرا می‌گردند. موانع فیزیکی در محل آبراهه‌های خشک و خشک‌رودهای آبراهه‌های فصلی و نه رودخانه‌های دائمی ساخته می‌شوند و به این ترتیب به جای ذخیره آب در سطح، در زیر زمین آب ذخیره می‌شود. به زبان ساده‌تر، همانگونه که سدهای روزمینی در تنگه‌های مخصوصی بنا می‌شوند، در زیر خاک و در محل خشک‌رودها نیز چنین تنگه‌هایی وجود دارد و سدهای زیرزمینی در این محل‌ها ساخته می‌شوند. در تصویر شماره یک، شماتیک یک سد زیرزمینی ارائه شده است.

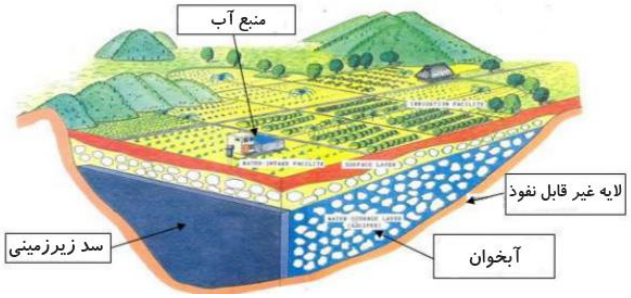
قرار گرفتن ایران بر روی کمربند خشک زمین و شرایط هیدروکلیماتولوژی کشور سبب شده که از گذشته‌های دور به منابع آب‌های زیرزمینی توجه خاص شود. بهره‌برداری از این منابع از هزاران سال پیش توسط قنات صورت گرفته است. اما یکی از معایب اصلی قنات‌ها، خروج همیشگی جریان آب حتی در فصول غیر زراعی و هدر رفت آب است. با توجه به گسترش کویرها و صحراهای داخلی در نواحی مرکزی و جنوبی کشور و کمبود بارندگی و در دسترس نبودن منابع آب سطحی به صورت پایه و دائمی، حفظ و توسعه منابع آب‌های زیرزمینی، یک ضرورت فوری است. یکی از راهکارهای ساده و کاربردی برای جلوگیری از هدررفت منابع آب زیرزمینی و جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، سدهای زیرزمینی است. میزان بسیار کم تبخیر، کاهش خطر آلودگی، نبود خسارت مخزن، پایداری سازه‌ای بسیار بالا، عدم وجود تهدید برای ساکنین و ابنیه پایین‌دست سد، هزینه احداث پایین، استفاده از منابع آب قابل تجدید (استفاده از آب‌های زیرزمینی کم عمق)، تکنولوژی ساخت ساده و با استفاده از منابع قرضه محل، عدم تغییر کاربری اراضی و اکوسیستم منطقه، امکان استفاده از نیروی کار محلی، نزدیک‌تر بودن سد به محل مصرف، عدم خطر خراب شدن توسط سیل، طول عمر بالا، هزینه بهره‌برداری و نگهداری به مراتب پایین‌تر از سدهای سطحی و... از جمله مهمترین مزیت‌های به کارگیری این نوع سدها هستند. بحث رسوب در سدهای زیرزمینی نیز دقیقا برعکس سدهای روی زمینی است یعنی رسوبگذاری در آن‌ها یک مزیت تلقی می‌شود و هرچه رسوب بیشتر باشد آبخوان سد بزرگتر می‌شود.

سدهای زیرزمینی از دهه‌های گذشته در مناطق مختلف جهان و به طور مشخص، در کشورهای برزیل، هندوستان، آمریکا، کشورهای عربی نظیر تونس، مراکش و الجزایر، ژاپن، چین و آفریقا به کار گرفته شده، در مناطق شاخ آفریقا به کارگیری سدهای زیرزمینی از بیابان‌های برهوت، جنگل‌های انبوه به وجود آورده است. در کشور ما تاریخچه استفاده از سدهای زیرزمینی، به تمدن‌های قدیمی برمی‌گردد. به طوریکه یکی از قدیمی‌ترین سدهای زیرزمینی در جهان در دوره صفویه در میمه اصفهان و در نزدیکی کاشان احداث شده است. ولی متاسفانه و علی‌رغم آنکه شرایط توپوگرافی و اقلیمی ایران در بسیاری از مناطق، پتانسیل بالای ایجاد سدهای زیرزمینی را نشان می‌دهد و سابقه و اهمیت دیرینه استفاده از آب‌های زیرزمینی به صورت‌های مختلف از جمله قنات‌ها و کاریزها نیز در کشور وجود دارد، تا کنون در خصوص احداث سدهای زیرزمینی، مطالعات جدی به عمل نیامده است. البته در کشور، چندین سد زیرزمینی ساخته شده و چندین سد دیگر نیز در دست ساخت می‌باشد. سابقه ساخت سد زیرزمینی در ایران در عصر حاضر به سال ۱۳۷۰ می‌رسد که در کهنوج کرمان به منظور تأمین آب شرب شهرکی، توسط وزارت جهاد سازندگی وقت انجام شد، همچنین سد زیرزمینی کوثر دامغان نمونه موفق دیگری از این نوع سد است که هم اکنون در حال آبدهی است.

هدف از طراحی سدهای زیرمینی را بطورکلی می‌توان در چهار بخش ذکر کرد:

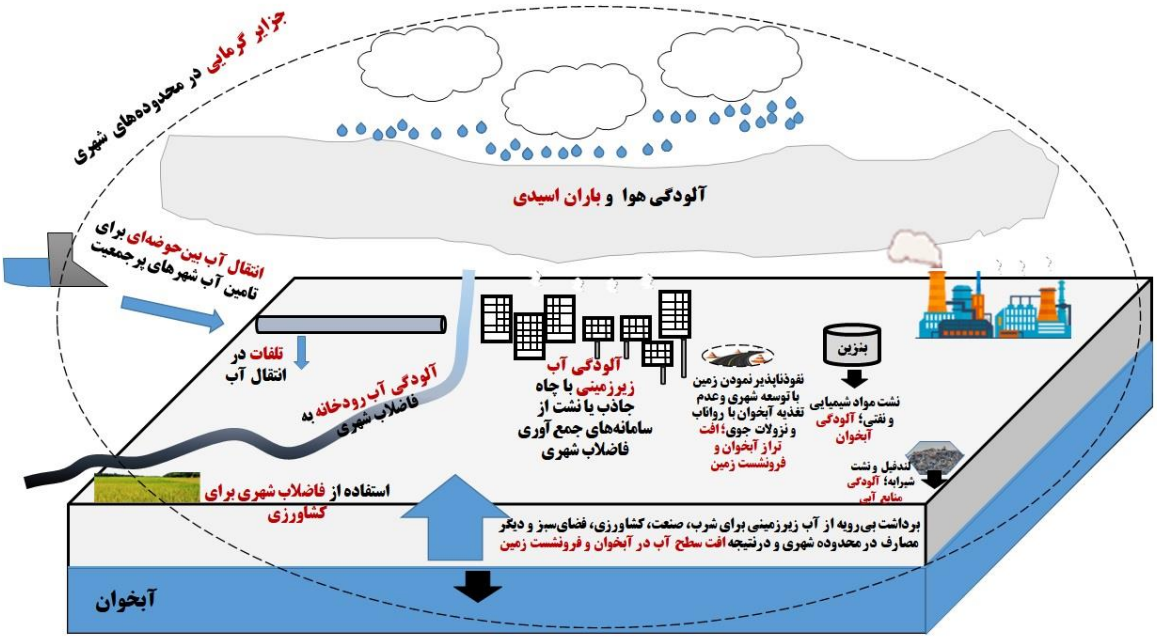
- تأمین آب مصرفی،

- مدیریت منابع آب (مانند مسدود کردن چند چشمه یا قنات و هدایت آب آن‌ها به چشمه اصلی یا مادر چاه قنوات)،
- جلوگیری از پیشروی آب شور به آب‌های زیرزمینی مانند سواحل و دشت‌های نمک،
- آثار زیست محیطی مانند جلوگیری از پخش آلودگی یا تشعشعات هسته‌ای و اثرات سوء آن‌ها بر آب‌های زیرزمینی.



شکل شماره ۱: تصویر شماتیک سد زیرزمینی

اینفوگراف



منبع: شریفیان، ه؛ بهزادفر، م؛ فیضی، م؛ تعارض‌های گرودارن نهادی در جغرافیای شهری و جایگاه رویکرد طراحی شهری حساس به آب از منظر اجتماعی؛ نمونه موردی، غرب تهران. (۱۴۰۰). مجله نگرشی نو در جغرافیایی انسانی.

قابل توجه علاقمندان

الف- نسخه الکترونیک کتب و نشریات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران از طریق آدرس اینترنتی زیر قابل دانلود می‌باشد.
http://irncid.org/Publication.aspx

ب- شماره‌های پیشین خبرنامه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران از طریق آدرس اینترنتی زیر قابل دانلود می‌باشد.
http://irncid.org/NewsLetter.aspx

پ- علاقمندان برای ارسال مقاله به ژورنال کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی که از نشریات معتبر آب می‌باشد می‌توانند به آدرس اینترنتی زیر مراجعه نمایند. شایان ذکر است که این ژورنال توسط انتشارات معتبر Wiley چاپ می‌شود.
http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291531-0361

اعضای هیأت تحریریه این شماره:

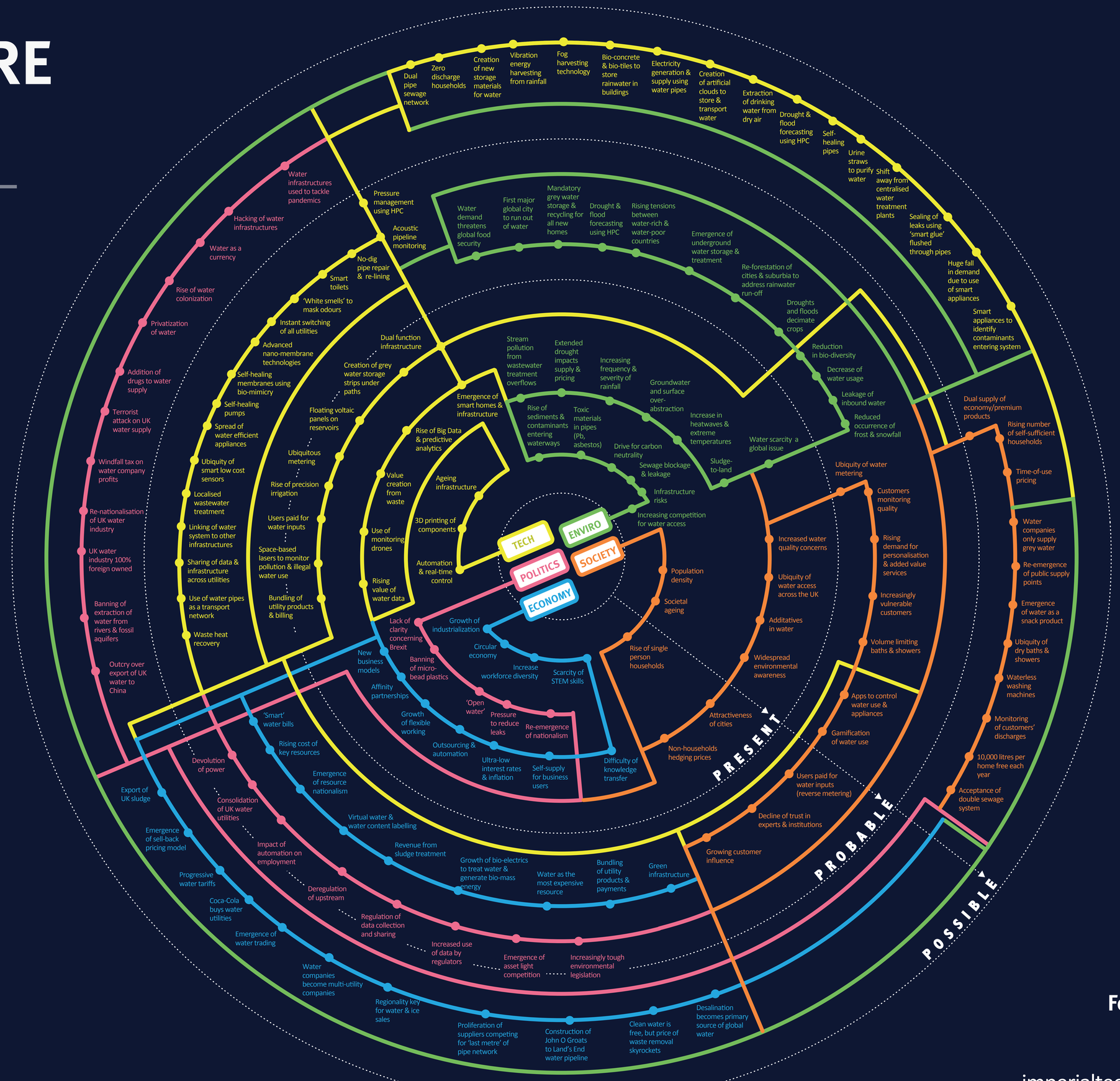
مهرزاد احسانی	امید رجا
علیرضا سلامت	ستاره امینی
سحر نوروزی	مصطفی ابجدی
هومن خالدی	مریم یوسفی
حسن فراهانی	محمدجواد امامی اسکاردی
مسعود پوغلام آمیجی	پریسا کهنسال نودهی
المیرا ابدی	

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
تهران- خیابان شهید دستگردی (ظفر)- خیابان کارگزار- خیابان شهرساز- پلاک ۱- طبقه دوم، تلفن: ۲۲۲۵۷۳۴۸- نمابر: ۲۲۲۷۲۲۸۵
E-mail: irncid@gmail.com,
http://www.irncid.org

THE FUTURE OF WATER

A TIMELINE FOR THE UK

- SOCIETY
- TECHNOLOGY
- POLITICS & REGULATION
- ECONOMY
- ENVIRONMENT



Developed in September 2017 by Imperial Tech Foresight with academic input from Ana Mijic and Christoph Mazur

Present
Defined as existing now or thereabouts (by 2020).

Probable
Defined as occurring with a more than 50 per cent probability by or before 2030.

Possible
Defined as potentially occurring (i.e. not impossible) by or before 2040.

Tech Foresight

imperialtechforesight..com