

# مهرآب

دوره جدید شماره ۵  
ویژنامه آب و فناوری  
آبان ماه ۱۴۰۱

## آب و فناوری



## همراه بانک سینا؛ بانکی در دستان شما

پرداخت قبض . خرید شارژ . انتقال وجه . و بسیاری خدمات دیگر

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: خسرو رفیعی

سردبیر: عبدالله اسکویی

دبیر علمی: مناسعودی آشتیانی

ویراستار: ناهید السادات حسینی

مدیر اجرایی: سیاوش رفیعی

گزارش و خبر: شهرزاد رفیعی - یاسمن وزیری

مدیر هنری: بهروز حاتمی امین

همکاران تحریریه: فاطمه عباسی - مهسا فلاحتی

مدیر بازرگانی: الهام صدقی

بازاریابی و تبلیغات: ۸۸۲۱۰۲۳۰

چاپ: آیین چاپ تابان

نشانی: خیابان ولیعصر تقاطع پارک وی ابتدای کوچه ترکش

دور پلاک ۲۸۲۱

تلفن: ۲۶۲۱۸۸۰ و ۲۶۲۱۱۰۱۴

ایمیل: kh.rafeei@gmail.com

نشانی های فضای مجازی: www.Mehreab.com



### فهرست

- |    |                                                                           |   |
|----|---------------------------------------------------------------------------|---|
| ۲  | نقش فناوری ها در بهینه سازی مصرف آب                                       | □ |
| ۳  | لزوم توجه به استفاده از فناوری های فرهنگی و نرم در آب                     | □ |
| ۴  | برگزاری رویداد نقش فناوری و نوآوری در صنعت آب                             | □ |
| ۵  | نقشه راه فناوری های مدیریت منابع آب کشور                                  | □ |
| ۷  | نبرد کنتور هوشمند دولت و پمپ آب کشاورز در غیاب اینترنت اشیا               | □ |
| ۱۰ | بحرانی تدریجی، بی رنگ، بی بو و بی مزه                                     | □ |
| ۱۲ | علم ژنتیک: بذریابی برای اقلیم خشک با مصرف آب کمتر و محصول بیشتر           | □ |
| ۱۸ | راه حل های فوری جهت مقابله با کمبود آب آشامیدنی                           | □ |
| ۲۰ | آب و فناوری بهره گیری از تکنولوژی هسته ای در بخش کشاورزی                  | □ |
| ۲۱ | اندازه گیر خودکار رسوب معلق رودخانه مبتنی بر فناوری اپتیک و طیف نوری*     | □ |
| ۲۲ | دستیابی به ارزش واقعی پایش رطوبت خاک با اتکا بر فناوری سنسور از دور       | □ |
| ۲۴ | سامانه نانوحباب؛ سرآغاز یک تحول در تصفیه فاضلاب                           | □ |
| ۲۹ | قنات، فناوری سازگار با محیط زیست                                          | □ |
| ۳۰ | دستی در خاک، دستی بر آتش                                                  | □ |
| ۳۲ | سد زیر زمینی قنات بزرگ وزوان؛ اعجاز فناوری کهن                            | □ |
| ۳۴ | سامانه پایش، پیش بینی و مدیریت سیل و خشکسالی در سطح کشور (پیک باران)      | □ |
| ۳۶ | نقش سامانه یکپارچه مدیریت هوشمند آب و کشاورزی در افزایش بهره وری منابع آب | □ |
| ۳۹ | پکیج آموزشی نرم افزار MATLAB در علوم محیطی                                | □ |
| ۴۰ | سنسور فناوری های جذب آب برای نیروگاه های گاز سوخت در قطر                  | □ |
| ۴۲ | اثرات فن آوری های نوین در مدیریت منابع آب و کشاورزی در چین                | □ |
| ۴۴ | هوش مکانی تقویت شده و مدیریت منابع آب                                     | □ |
| ۴۵ | «زیرساخت اطلاعات مکانی» یکی از ارکان اساسی در حکمرانی آب                  | □ |
| ۴۶ | امکان سنجی کشت گلخانه ای با استفاده از سیستم آبیاری چگالش                 | □ |
| ۴۸ | استفاده از روش های نوین برآورد مقدار بارش در مناطق فاقد آمار استان فارس   | □ |
| ۴۹ | فناوری های بومی ایران: سد سازی                                            | □ |
| ۵۰ | مدیریت موثر آب با رویکرد مشارکتی هوش مصنوعی                               | □ |
| ۵۲ | استفاده از ربات ها در مدیریت کیفیت آب                                     | □ |





## نقش فناوری‌ها در بهینه‌سازی مصرف آب

با گسترش روزافزون جمعیت و توسعه امکانات زندگی و بالا رفتن سطح بهداشت عمومی روز به روز به نیاز آبی مردم افزوده می‌شود. این موضوع خصوصاً در بخش کشاورزی و صنعت در سطح شهرها که محل تمرکز جمعیت و فعالیتهای مختلف اجتماعی، سیاسی و فرهنگی است نمود بیشتری پیدا کرده‌اند. اهمیت خاصی برخوردار است. از یک سو میزان منابع آب با کیفیت و کمیت مطلوب در دسترس، در این مناطق محدود بوده و از سوی دیگر با رشد جمعیت نیاز به کشت بیشتر و توسعه محصولات کشاورزی افزایش یافته و بخش صنعت روزبه‌روز رشد کرده و به آب بیشتری نیاز دارد. امروز دیگر نمی‌توان با توجه به کاهش منابع سطحی و زیرزمینی تنها به ایجاد منابع جدید و با توسعه منابع موجود چشم دوخت بلکه باید سعی کرد با استفاده از سیاست‌های صحیح مدیریتی میزان آب مورد نیاز و مصرفی را حتی الامکان کاهش داد. از جمله راهکارهایی که در جهان مدرن امروز ایران به آن پرداخته شده استفاده صحیح از فناوری‌های جدید در این بخش است. آنچه امروز در تحولات جهانی نظاره‌گر آن هستیم کاهش میزان مصرف آب در صنایع، جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، آشنایی کامل و استفاده از تغییرات پارامترهای هواشناسی، مدل‌سازی بارش و رواناب به خصوص برای تخمین سیلاب‌های شهری و روستایی و استفاده اصولی از این سیلاب‌ها، اصلاح زیرساخت‌های آب شهری و روستایی و جلوگیری از هدرروی آب و غیره می‌باشد. به عنوان مثال در شهر تهران هر سال نیاز به بازسازی ۲۰۰ کیلومتر شبکه آب تهران است که با فناوری‌های جدید به راحتی می‌توان از این هدرروی جلوگیری کرد و شاید نیاز به حفاری و تعویض لوله‌ها و اتصالات آن نباشد.

در ارتباط با آلودگی آب نیز می‌توان با بهره‌گیری از فناوری‌ها و تکنولوژی‌های جدید، بسیاری از فرآیندهای آلوده‌کننده را حذف و با ایجاد زیرساخت‌های مطلوب از شبکه آب تهران به صورت بهینه بهره‌مند شد.

در خصوص سیستم توزیع آب شهری هنوز به سیستم‌های قدیمی متوسل می‌شویم، در صورتیکه می‌توان با تکنولوژی جدید تغییرات جدید در آن به وجود آورد. امروزه آب شرب، آب بهداشتی، آب صنعتی و آب کشاورزی همگی به یک صورت در سیستم سنتی توزیع و مصرف می‌شود که می‌توان با فناوری‌های جدید تمام این روشها را اصلاح کرد. تقاضا در بخش‌های مختلف متفاوت است که باید همه آنها را شناسایی و در دستور کار قرار داد.

برای پایین آوردن سرانه مصرف نباید فقط نگاهمان به کم مصرف کردن مشتریان در هر سه بخش کشاورزی، صنعت و شرب باشد. امروز باید راه کار ارائه کرد و از نوآوری و فناوری‌های جدید به بهترین شکل ممکن بهره برد. در بخش آب شرب و بهداشتی از سرشیرهای کاهنده استفاده کنیم، انواع فناوری‌ها برای استفاده آب در آشپزخانه، حمام و سرویس بهداشتی تولید شده که هنوز بیش از ۹۰ درصد مردم از آن بی‌اطلاع هستند. مبتکرین این فناوری‌ها در کشور مظلوم واقع شده‌اند و علیرغم کمبود آب کمتر به آنها توجه شده است. در بخش صنعت بیشترین تکنولوژی‌ها را ایجاد کردند انواع فناوری‌ها رشد کرده و برای پساب کارخانه‌ها روش‌های جدیدی می‌توان به کار گرفت. صاحبان کارخانه‌ها باید از فناوری‌های جدید استفاده کنند و اجازه ندهند پساب کارخانه‌ها رها شده و محیط زیست را آلوده کنند و آب را هدر دهند. آب استفاده شده باید همواره در چرخش مصرف قرار گیرد. کشاورزی در جهان امروز پیشرفت قابل توجهی دارد و گیاهانی مقاوم در برابر کم آبی معرفی شده‌اند و روند کاهش محصولات متحول شده است. سازمان‌های تحقیقاتی به ویژه در وزارت کشاورزی بسیار فعال هستند که کمتر به آنها توجه شده. انواع بذرها اصلاح شده که در مقابل کم‌آبی مقاومت دارند تهیه شده که باید کشاورزان از این بذرها آگاهی یابند و از آن استفاده کنند. این بخش از کشاورزی که بیشترین مصرف آب را دارند مغفول مانده است و سرمایه‌گذاری در این بخش بهترین راهکار برای مقابله با خشکسالی است. در بخش کشاورزی شرکت‌های دانش بنیان خوبی به وجود آمده است که برای کاهش مصرف آب فعالیت می‌کنند و نیاز به حمایت جدی دارند.

مهمترین عامل برای مقابله با خشکسالی، جلب توجه مسئولین به مهمترین مسئله زیربنایی کشور است که همیشه در طول سال‌های گذشته به آن توجه نکرده و غفلت کرده‌ایم. آمایش سرزمین ایجاد سیستم مدیریت پایدار، هماهنگی بین سازمان‌های ذیربط و تشکیل اتاق‌های فکر مستمر با حضور پیشکسوتان و مهندسان کارآزموده، استفاده از آخرین فناوری‌ها، راه‌اندازی نظام مهندسی در شاخه‌های مرتبط با مدیریت آب در بخش‌های مختلف به‌صورت مجزا و جداگانه، بهبود الگوهای بهره‌برداری و بهره‌وری، توسعه استفاده از آب‌های غیر متعارف در بخش صنعتی و فضای سبز، استفاده صحیح از فناوری‌های جدید در این بخش است.

آنچه امروز در تحولات جهانی نظاره‌گر آن هستیم کاهش میزان مصرف آب در صنایع است که باید مورد توجه قرار گیرد. و اما حرف آخر و همیشگی، کاشت چمن برای ایجاد فضای دلبذیر و مطلوب از دیرباز موجب نشاط برای مردم بوده است ولی در کشور خشک و نیمه‌خشک ما گناهی نابخشودنی است. ما باید از فناوریهای جدید برای آبیاری فضاهایی که چمن کاشته‌ایم استفاده کرده و از آبیاری بارانی به صورت غیر متعارف جلوگیری کنیم یا اگر امکان استفاده از تکنولوژی‌های جدید را نداریم، کاشت چمن را ممنوع و به جای آن از گیاهان مقاوم در مقابل کم آبی استفاده کنیم. در شماره‌های پیشین همین ماهنامه به گیاهان مختلف که هم زیبا هستند و هم مقاوم در برابر خشکسالی اشاره و آنها را معرفی کرده‌ایم و مسئولین ما به ویژه در شهرداری‌های کشور باید با این روش‌ها آشنا شده و آن را برای مقابله با مصرف بی‌رویه آب به کار بندند و از مجریان و مسئولین درخواست می‌کنیم شرکت‌های دانش بنیان را موظف کنند در زمینه استفاده بهینه و کاهش مصرف آب به‌ویژه در بخش‌های صنعتی و کشاورزی به‌صورت ویژه تمرکز کنند. به امید روزی که اگر شهر جدیدی احداث می‌شود، اگر کارخانه‌ای تاسیس می‌شود، اگر محصولی کاشته می‌شود و... قبل از هر چیز به تامین آب آن فکر کرده و برای آن برنامه‌ریزی کنیم.

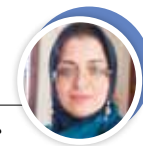
**خسرو رفیعی مدیر مسئول**





## لزوم توجه به استفاده از فناوری‌های فرهنگی و نرم در آب

منا مسعودی آشتیانی



دبیر علمی نشریه مهر آب

(پیشرفته، متوسط سطح پایین)، حوزه کاربرد (محصول و فرآیند)، از منظر راهبردی (کلیدی، پایه، پیشگام، اولیه) و ... ارائه نمود.

اما یکی از دست‌بندی‌های مؤثر و کلیدی مغفول مانده در حوزه «فناوری و آب» که می‌بایست به آن تمرکز بیشتری کرد، استفاده از ظرفیت‌ها و بکارگیری مشارکت تمامی دستگاه‌ها و نهادهای دولتی و غیردولتی، شرکت‌های تولیدی و خدماتی بویژه شرکت‌های دانش‌بنیان و خلاق، اساتید حوزه و دانشگاه و مراکز پژوهشی، فرهنگی و فناوری، هنرمندان، متخصصان، پژوهشگران و دانشجویانی که در زمینه صنایع فرهنگی و فناوری‌های نرم به فعالیت می‌پردازند، حوزه‌های مرتبط با «آب و فناوری‌های فرهنگی و نرم» برای تمامی گروه‌های سنی و اقشار جامعه است؛ چراکه تکلف به اجرای آن در تمامی اسناد بالادستی، چشم‌اندازها و مأموریت‌های ایشان درج شده است.

از جمله نمونه‌های قابل ذکر در خصوص به کارگیری «فناوری‌های فرهنگی و نرم مرتبط با آب» می‌توان به تولید محتوا و نشر مکتوب و رقومی، طراحی، اسباب‌بازی، نوشت‌افزار، ظواهر و سبک پوشش، صنایع دستی و گردشگری، فناوری‌های اجتماعی، نوآوری‌های اجتماعی، پویانمایی، فناوری‌های مهندسی انگیزه، بازیوارسازی، آموزش و یادگیری است.

یکی از دست‌بندی‌های مؤثر و کلیدی مغفول مانده در حوزه «فناوری و آب» که می‌بایست به آن تمرکز بیشتری کرد، حوزه‌های مرتبط با «آب و فناوری‌های فرهنگی و نرم» برای تمامی گروه‌های سنی و اقشار جامعه است

درک شخصی از معنی فناوری است. از فناوری برای انجام وظایفی گوناگون در زندگی روزمره‌مان استفاده می‌کنیم، به طور خلاصه؛ می‌توانیم فناوری را در قالب محصولات، فرایندها، یا سازمان‌ها توصیف نماییم. از فناوری برای گسترش توانایی‌هایمان استفاده می‌کنیم. هم‌چنین فناوری به عنوان کاربرد علم برای حل یک مشکل تلقی می‌شود.

- کاربرد منظم معلومات علمی و دیگر آگاهی‌های نظام‌یافته برای انجام وظایف عملی
- کلیه دانش‌ها، فرایندها، ابزارها، روش‌ها و سیستم‌های به کار رفته در ساخت محصولات و ارائه خدمات.
- کاربرد عملی دانش و ابزاری برای کمک به تلاش انسان.

علاوه بر این یونیدو فناوری را کاربرد علوم در صنایع یا استفاده از رویه‌ها و مطالعات منظم می‌داند و در فرهنگ لاروس نیز فناوری را مطالعه ابزارها، شیوه‌ها و روش‌های مورد انتظار و مورد استفاده در حوزه‌های گوناگون صنعت تعریف می‌کند. برخی فناوری را با نگرشی محدود به ماشین‌آلات و تجهیزات قلمداد می‌کنند و برخی دیگر وسعت بیشتری برای آن قائلند.

حال آنکه می‌توان دست‌بندی‌های متنوعی از فناوری‌ها براساس شاخص‌های مختلف از جمله میزان پیچیدگی و سطح پیشرفته بودن

با توجه به اهمیت، نقش و ضرورت توجه به بکارگیری فناوری‌ها در حوزه‌های متفاوت و متنوع مرتبط با آب، لازم است نخست تعریفی از «فن‌آوری» و «فناوری» ارائه نماییم.

فرهنگستان زبان و ادب فارسی، متصل نوشتن واژه فناوری را صحیح می‌داند تا این کلمه با واژه فن آوری - به مفهوم انتقال تکنولوژی - اشتباه نشود.

واژه فناوری برآمده از چهار پاره است: فن + میاوند الف + پسوند - ور + ی مصدری این واژه بر بنیاد کلمات دیگر زبان فارسی مانند دلاوری، تنآوری و جنگاوری ساخته شده است و معنی آن «فن‌وری» است. آوردن تشدید بر روی کلمه‌ی فن از دید فرهنگستان، درست است، هر چند در زبان فارسی نوشتاری امروز کمتر به کار می‌رود.

فرهنگستان زبان و ادب فارسی واژه‌ی فناوری را برابر واژه‌ی «تکنولوژی» قرار داده - به معنای داشتن و به کار گرفتن فن و روش‌های علمی و ورزشی در آن دانش - و این معانی را با استفاده از پسوند (ور) که معنای دارندگی و ورزشی را بیان می‌کند به واژه‌ی فناوری منتقل ساخته است.

به بیانی دیگر «فناوری» بدنه‌ای از دانش است که در خدمت خلق ابزار، پردازش امور، و استخراج مواد به کار می‌رود. مفهوم اصطلاح «فناوری» بسیار گسترده است و هر فرد دارای



## برگزاری رویداد نقش فناوری و نوآوری در صنعت آب

نو آفرینی توسکانو و مهندس گلی جیرنده مدیر عامل و عضو هیات مدیره شرکت مهندسان مشاور علوم مکانی بود. در این بخش اعضای پنل به بررسی چالش ها و ارائه راهکارها در خصوص نقش فناوری و نوآوری در مدیریت منابع آب پرداختند.

رویداد نقش فناوری و نوآوری در صنعت آب از مجموعه رویداد های همایش بین المللی مهر آب به مناسبت هفته صرفه جویی در مصرف آب روز دوشنبه ششم تیر ماه در پارک علم و فناوری دانشگاه شهید بهشتی تهران برگزار شد. در این رویداد دکتر فریبرز مسعودی رئیس پارک علم و فناوری دانشگاه شهید بهشتی طی سخنانی به تبیین نقش نوآوری و فناوری در صنعت آب پرداخت و بر لزوم توجه بیشتر به موضوع ارتباطات و روابط عمومی در عرصه نوآوری و فناوری تاکید کرد.

همچنین خسرو رفیعی رئیس انجمن روابط عمومی ایران طی سخنانی اظهار داشت: بهره گیری از فناوری های جدید برای توسعه و بهبود وضعیت مصارف و منابع آب در کشور ما که از این لحاظ وضعیتی فوق بحرانی دارد یک ضرورت است و اگر از این ظرفیت ها استفاده نشود با چالش های بیشتری مواجه خواهیم بود. دکتر علیرضا عطری پژوهشگر پژوهشگاه فضای مجازی سخنرانی خود را تحت عنوان کاربرد هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در آبیاری هوشمند ارائه کرد. بخش دوم برنامه اجرای پنل با حضور خانم دکتر بنفشه زهرایی دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران و دبیر کارگروه ملی سازگاری با کم آبی، دکتر یاسر نیک پیمان عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی، دکتر حجت میان آبادی پژوهشگر دیپلماسی آب و استادیار دانشگاه تربیت مدرس، دکتر حمید رضا مختاری عضو هیات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و بنیانگذار باشگاه



### فناوری های خط انتقال

- لوله های آبریز
- شیر موتوری
- پمپ دو مرحله

### فناوری های هیدرومکانیکال سد و برقابی

- بالابر دریاچه قشالی
- دروازه قشالی
- خابانه بجرک شیر

### فناوری های الکترومکانیکال سد و برقابی

- ژنراتور بزرگ
- خنک کننده
- سازه های بزرگ

### فناوری های ابزار دقیق

- پیرومتر لیزری
- گرانج سنج
- لیزر تکرار

### فناوری های آب سطحی و هواشناسی

- قیاس سنج
- سطح سنج لولای دیجیتال
- PObase دیجیتال

### فناوری های مدیریت منابع آب

- سیستم اطلاعات منابع آب
- سیستم شبیه ساز منابع و مدیریت

### فناوری های آب زیرزمینی

- عمل پاپ اولتراسونیک
- کنتور اولتراسونیک

### سرعت تحول در فناوری

فناوی امروز به سرعت با تحول تکنولوژی ها و فرآیندها روبرو است

### نقشه راه فناوری

روشی کشف و توصیف آینده مطلوب و لیسن راه رسیدن به آن به زبانی ساده و قابل فهم برای سازمان (رايزت فال)

کاربردهای نقشه راه

- تحلیل بازار و تعیین سهم بازار
- تعیین اهداف و برنامه های عملیاتی
- تعیین منابع و بودجه
- تعیین ریسک ها و فرصت ها
- تعیین شاخص های عملکرد
- تعیین زمان بندی
- تعیین مسئولیت ها
- تعیین گزارشات و گزارشات
- تعیین منابع انسانی
- تعیین منابع مالی
- تعیین منابع فیزیکی
- تعیین منابع اطلاعاتی
- تعیین منابع ارتباطی
- تعیین منابع فرهنگی
- تعیین منابع اجتماعی
- تعیین منابع سیاسی
- تعیین منابع اقتصادی
- تعیین منابع علمی
- تعیین منابع هنری
- تعیین منابع ورزشی
- تعیین منابع تفریحی
- تعیین منابع مذهبی
- تعیین منابع اجتماعی
- تعیین منابع سیاسی
- تعیین منابع اقتصادی
- تعیین منابع علمی
- تعیین منابع هنری
- تعیین منابع ورزشی
- تعیین منابع تفریحی
- تعیین منابع مذهبی

انجام های انجام پژوهش

### نقشه راه فناوری های مدیریت منابع آب ایران

نقشه راه فناوری های مدیریت منابع آب ایران

انجام های انجام پژوهش

## نقشه راه فناوری های مدیریت منابع آب کشور

حرکت است و در این راستا فناوری های بخش آب به سرعت در حال تکامل و بهبود هستند. شناخت نیازهای بخش آب کشور در زمینه های مختلف توسعه ای و برنامه ریزی برای رسیدن به نقطه مطلوب فناوری به مدیران و برنامه ریزان کمک می نماید تا با دید روشن و آگاهی بیشتر، به سمت آینده مطلوب حرکت نمایند و بدین ترتیب دستیابی به رفاه اجتماعی بیشتر در کنار آلمان توسعه پایدار را تحقق بخشند.

### ■ چشم انداز نقشه راه فناوری های مدیریت منابع آب کشور

آب موهبتی الهی است، مایه حیات و دارای ارزش های ذاتی فراوان که در تمدن ایرانی-اسلامی دارای احترام و ارزش زیادی است. فناوری های مدیریت منابع آب به عنوان ابزاری مهم و موثر در تامین، توزیع و مصرف آب، نقش برجسته ای را در بهره وری آب و مدیریت پایدار منابع آب ایفا می کنند. براساس اسناد بالادستی کشور، چشم انداز نقشه راه فناوری های مدیریت منابع آب کشور عبارت است از:

«توسعه فناوری های مدیریت منابع آب و حمایت از توان تولید داخل با تمرکز بر تجهیز بخش منابع آب کشور در افق ۱۴۱۰ به فناوری های تولید داخل با استانداردهای جهانی قابل رقابت با نمونه های بین المللی که دارای قابلیت اطمینان استفاده در بخش بهره برداری از منابع آب بوده و بتواند کاهش هزینه های راه اندازی و بهره برداری را برای کشور به دنبال داشته باشد» رسیدن به این چشم انداز مستلزم برنامه ریزی برای دستیابی به اهدافی چون، تقویت و پرورش استعدادها، خلاقیت ها و نوآوری ها در زمینه منابع آب در راستای اقتصاد مقاومتی، استقرار بالای

برنامه ریزی راهبردی فرایندی است سازمانی برای تعریف راهبرد سازمان و تصمیم گیری برای چگونگی یافتن منابع مورد نیاز برای رسیدن به مقصود استراتژی. برای آنکه سازمان بداند به کجا خواهد رفت باید به خوبی دریابد که در شرایط فعلی در کجا قرار گرفته است. پس از آن باید آنچه می خواهد باشد را به درستی تعریف کرده و چگونگی رسیدن به آن جایگاه را مشخص کند. مستندات حاصل از این فرایند را برنامه راهبردی یا نقشه راه سازمان می نامند. برنامه ریزی راهبردی برای برنامه ریزی موثر به منظور تصویر کردن طرح و برنامه یک سازمان به کار می رود، اما نمی تواند مشخصا پیش بینی کند بازار در آینده چگونه رفتار خواهد کرد و در آینده نزدیک چه اتفاقاتی رخ خواهد داد. متفکران و خبرگان حوزه استراتژی در سازمان می باید استراتژی های سازمان را بر اساس زنده ماندن در شرایط سخت طراحی کنند و در این راه از ابزاری به نام نقشه راه استفاده می نمایند.

### ■ نقشه راه چیست؟

رابرت گالوین نقشه راه را انگلی گسترده به آینده یک زمینه تحقیقاتی می داند که از دانش جمعی در مورد مشخص ترین محرک های تغییر در آن زمینه استفاده می نماید در بخش های مهندسی، تدوین نقشه راه می تواند تاثیر مثبت فراوانی بر مدیران و تصمیم گیران داشته باشد زیرا ایشان را قادر می سازد در مورد آینده مطلوب آرمانی خود و نحوه حمایت از فناوری بنیادین تصمیم گیری نمایند از دیدگاه برنامه ریزی و ارزیابی علوم و فنآوری، نقشه راه، ابزار تصویرنگاری مهمی است که روابط میان برنامه های پژوهشی پیشنهادی یا موجود، برنامه های توسعه، توانمندی های لازم، و نیازها را شکل می دهد. از نظر مدیریت تحقیق و توسعه، نقشه راه فرصتی را برای مباحثه میان افراد علمی، صنعتی و دولتی و محققان فراهم می کند تا راههای منطقی را برای توسعه فنآوری پیدا کنند. با توسعه دانش آینده پژوهی و تاثیر بلافاصله آینده نگر در موفقیت و پیشرفت، امروزه تهیه نقشه راه در تمام بخش هایی که فرصت های توسعه و پیشرفت را به چالش می کشاند، ضرورتی انکارناپذیر است.

### ■ اهمیت نقشه راه در بخش آب

امروزه صنعت آب بخش بزرگی از فضای توسعه کشور بزرگ ایران را به خود اختصاص داده است. در حوزه های مختلفی چون اندازه گیری و پایش متغیرهای اقلیمی و هیدرولوژیکی، شیرین سازی آب های شور، مهار، استحصال و بهره برداری از آب های سطحی و زیرزمینی، انتقال آب، تصفیه و بازچرخانی آب، انرژی رقبایی و جز و مدی و بخش های متعدد دیگر نیاز به فناوری های مدرن و تکنولوژی های بروز و کارآمد احساس می شود. در لایحه بودجه سال ۱۳۹۷ کل کشور، بخش آب در فصول مربوط به امور اقتصادی، رتبه دوم اعتبارات تملک دارایی های سرمایه ای را به خود اختصاص داده است. اعتبارات تملک دارایی های سرمایه ای بخش آب بیش از ۴۴ هزار میلیارد ریال از کل اعتبارات اقتصادی است که نشان از اهمیت بخش آب در فرایند توسعه کشور است. بدیهی است بخش عمده ای از این اعتبارات در ارتباط مستقیم با هزینه های فناوری ها و تکنولوژی های است که در داخل و یا خارج کشور تامین می شود. دنیای امروز با سرعت بسیار زیاد در جهت بهبود فرآیندها و افزایش بهره وری در



۹۰ درصدی نظام پیشرفته نوآوری و فناوری در حوزه منابع آب کشور، شناخت و انتقال دانش فناوری‌های منابع آب به داخل کشور و گسترش ارتباطات و تعاملات به منظور استفاده حداکثری از ظرفیت‌های ملی و بین‌المللی در توسعه و تبادل فناوری‌هاست.

## هفت محور تدوین سیاست‌ها و راهبردهای توسعه فناوری‌های مدیریت منابع آب

در این پژوهش به منظور تدوین سیاست‌ها و راهبردهای توسعه فناوری‌های مدیریت منابع آب، ۷ محور کلی تدوین گردید که عبارتند از: (۱) فناوری‌های خط انتقال، (۲) فناوری‌های هیدرومکانیکال سد و برق‌آبی، (۳) فناوری‌های الکترومکانیکال سد و برق‌آبی، (۴) فناوری‌های ابزار دقیق، (۵) فناوری‌های آب سطحی و هواشناسی، (۶) فناوری‌های مدیریت منابع آب و (۷) فناوری‌های آب زیرزمینی.

هر کدام از این ۷ محور فناوری مجموعه‌ای از زیرمحورهایی است که دسته‌بندی مشخصی از فناوری‌ها را شامل می‌شود. ذیل هر زیرمحور نیز فناوری‌های مدیریت منابع آب کشور که شامل ۱۳۹ فناوری می‌شود قرار گرفته است. در محور خط انتقال چهار زیرمحور مختلف متصور است که به ترتیب عبارتند از: (۱) لوله‌ها، (۲) شیرآلات، (۳) پمپ‌ها و (۴) فناوری‌های جانبی. این زیرمحورها مشتمل بر ۲۰ فناوری مختلف است. در محور هیدرومکانیکال نیز زیرمحورهای (۱) بالابر، (۲) شیر، (۳) دریچه، (۴) محرک و (۵) سایر فناوری‌های هیدرومکانیکال در برگیرنده ۱۸ فناوری مختلف است. در محور الکترومکانیکال ۱۹ فناوری در قالب ۳ زیرمحور دسته‌بندی شده است که این زیرمحورها عبارتند از: (۱) تجهیزات اصلی، (۲) کنترل و حفاظت و (۳) سایر فناوری‌های الکترومکانیکال. و اما زیرمحورهای فناوری‌های شناسایی شده ابزار دقیق نیز عبارتند از (۱) فشارسنجی، (۲) تغییر شکل سنجی، (۳) لرزه سنجی، (۴) نشت سنجی، (۵) سطح سنجی، (۶) دما سنجی و (۷) سیستم قرائتگر. این محور شامل ۲۶ فناوری ابزار دقیق می‌باشد. به همین ترتیب در محور فناوری‌های آب سطحی و هواشناسی، چهار زیرمحور (۱) سنسورهای آب و هواشناسی، (۲) سطح سنجی، (۳) سامانه‌های آب و هواشناسی و (۴) مازول‌های پایش و ۱۹ فناوری شناسایی شده است. در محور فناوری‌های مدیریت منابع آب سه محور (۱) سیستم اطلاعات، (۲) سیستم حوضه آبریز و رودخانه و (۳) سیستم‌های مدیریتی مشتمل بر ۱۶ فناوری شناسایی و ارزیابی شده است. در نهایت محور آب زیرزمینی شامل سه دسته بزرگ و متنوع از فناوری‌های آب زیرزمینی است که عبارتند از: (۱) فناوری‌های اندازه‌گیری، (۲) سامانه پایش و (۳) فناوری‌های کمکی. این محور مشتمل بر ۱۷ فناوری مختلف است.

برای ارزیابی وضعیت شرایط موجود فناوری‌ها از روش سطح آمادگی ناسا استفاده گردید. در این روش سطح آمادگی فناوری مشتمل بر ۹ سطح متوالی است که از «پایه پردازی» تا «ثبات عملکرد و تجاری شدن» را در بر می‌گیرد. بدین منظور پرسشنامه‌ای تهیه گردید و با شناسایی متخصصین و کارشناسان خبره در هر محور از فناوری‌ها، سطح آمادگی فناوری‌ها به صورت جزئی ارزیابی گردید. با توجه به نتایج به‌طور کلی می‌توان گفت که در کشور ایران، در محور «آب

سطحی و هواشناسی» بالاترین سطح آمادگی و در محور «ابزار دقیق» کمترین سطح آمادگی وجود دارد. این نتایج پایه‌ای برای شناخت وضع موجود و ارزیابی‌های بعدی است.

در ادامه سطح جذابیت و توانمندی فناوری‌های شناسایی شده با تهیه یک پرسشنامه مفصل و اخذ نظرات خبرگان ارزیابی گردید. جذابیت فناوری‌ها با در نظر گرفتن ۴ دسته (۱) شاخص سیاسی-اجتماعی، (۲) بازار، (۳) رقابت و (۴) فناوری و در قالب ۱۶ شاخص ارزیابی شد. توانمندی فناوری‌ها نیز در ۳ دسته (۱) سرمایه، (۲) ظرفیت فناوری و (۳) بلوغ فناوری و در قالب ۱۱ شاخص مختلف ارزیابی شد. در نهایت نتایج پرسشنامه‌ها، با روش ماتریس GE -کنسزی ارزیابی و برای تدوین استراتژی‌ها استفاده شد.

ارزیابی سطح جذابیت-توانمندی برای هر فناوری به صورت مستقل انجام شد و با توجه به جذابیت و توانمندی‌های هر یک از محورها، زیرمحورها و فناوری‌ها، فرصت‌ها و چالش‌ها و نقاط ضعف و قوت این محور فناوری شناسایی شده و سیاست‌های کلان، استراتژی‌ها و برنامه‌های عملیاتی توسعه برای هر زیرمحور تعریف شد. تحلیل جذابیت و توانمندی فناوری‌های خط انتقال، نشان داد که تمامی فناوری‌ها از جذابیت متوسط تا نسبتاً بالایی برای توسعه و فعالیت برخوردار هستند. در بعضی موارد از جمله فناوری لوله‌های آریست جذابیت فناوری نسبت به بقیه موارد بسیار پایین بوده است. بیشترین جذابیت نیز در محور فناوری‌های جانبی و فناوری شیرآلات برقی وجود دارد.

تحلیل جذابیت و توانمندی فناوری‌های هیدرومکانیکال، نشان داد که تمامی فناوری‌ها از جذابیت متوسط تا نسبتاً بالایی برای توسعه و فعالیت برخوردار هستند. تحلیل نتایج توانمندی، اما نشان می‌دهد که در محور فناوری‌های هیدرومکانیکال، سطح توانمندی کم تا متوسط است.

به عبارتی استقلال فناوری در بسیاری بخش‌های این محور فناوری وجود ندارد و تجربه شرکت‌های تولیدی داخل در این محور نسبتاً کم و به همین ترتیب نیروی انسانی محدودی در این محور فعالیت دارند. تحلیل جذابیت و توانمندی فناوری‌های الکترومکانیکال نشان داد که تمامی فناوری‌ها از جذابیت بالایی برای توسعه و فعالیت برخوردار هستند.

این فناوری‌ها از نظر سرمایه‌گذاری لازم برای تولید و تهدیدات فناوری رقیب دارای ضعف بوده لیکن به دلیل پتانسیل بخش به بخش و استفاده از آنها در بخش‌های دیگر صنعت به جز صنعت آب، گردش مالی و سطح و شدت رقابت دارای جذابیت بسیار زیادی است.

تحلیل نتایج توانمندی، اما نشان می‌دهد که در محور فناوری‌های الکترومکانیکال، سطح توانمندی متوسط تا زیاد است. تحلیل جذابیت و توانمندی فناوری‌های ابزار دقیق، نشان داد که تمامی فناوری‌ها از جذابیت نسبتاً بالایی برای توسعه و فعالیت برخوردار هستند. یکی از عوامل مهم جذابیت بالای این فناوری‌ها، امکان استفاده از آنها در بخش‌های دیگر صنعت بخصوص صنعت ساختمان سازی است که در قالب شاخص انتقال بخش به بخش در تعیین جذابیت دیده شده است. علیرغم جذابیت بالای این فناوری‌ها، متأسفانه توانمندی فناوری از کم تا زیاد می‌باشد.

تحلیل جذابیت و توانمندی فناوری‌های محور

آب و هواشناسی، نشان می‌دهد که توانمندی کشور در تمامی این فناوری‌ها بسیار بالا است. اگرچه جذابیت بازار متوسط تا بالا ارزیابی می‌شود. فناوری‌های آب زیرزمینی به دلیل تنوع اقدام شناسایی شده، در نمودار جذابیت و توانمندی نیز پراکندگی زیادی را به خود اختصاص داده‌اند.

از نظر جذابیت، فناوری‌های شناسایی شده در محدوده متوسط تا زیاد قرار می‌گیرند. بیشترین جذابیت‌ها در بین این فناوری‌ها مربوط به فناوری‌های ذخیره، پردازش و انتقال داده، پیرومتر، عمق یاب اکوستیک و بانک اطلاعات آب زیرزمینی بوده است.

کمترین توانمندی نیز مربوط به پنج دسته فناوری‌ها است که عبارتند از: عمق یاب اکوستیک، ماده ردیاب، مدل شبیه ساز آبخوار، عمق یاب التراسونیک و کنترل التراسونیک. بر این اساس فناوری‌های مبتنی بر سیستم‌های اکوستیک و التراسونیک در کشور از سطح پایین توانمندی برخوردارند.

## نقشه راه رسیدن از وضع موجود به نقطه مطلوب

در نهایت نیز نقشه راه رسیدن از وضع موجود به نقطه مطلوب ترسیم گردید. در این کار برنامه‌های عملیاتی در محور زمان تنظیم گردید که از آن به عنوان «ترسیم نقشه راه فناوری» یاد می‌شود. افق زمانی نقشه راه فناوری‌های مدیریت منابع آب، سال ۱۴۱۰ در نظر گرفته شد و بنابراین طی یک برنامه ۱۰ ساله اهداف نقشه راه تحقق خواهد یافت. شاخص‌های ارزیابی نقشه راه حاضر در مراحل مختلف شامل شاخص‌های زمانی، کیفی و اقتصادی است.

از جمله این شاخص‌ها می‌توان به زمان آغاز و خاتمه برنامه، تعداد اهداف محقق شده و سطح نسبی تحقق اهداف و هزینه انجام شده در مقایسه با هزینه پیش‌بینی شده اشاره نمود و پیشنهاد شده است که هر سال نقشه راه فناوری‌های مدیریت منابع آب کشور بروزرسانی و اصلاح گردد تا تحقق اهداف نقشه راه در مراحل مختلف قابل ارزیابی باشد.

باید در نظر داشت که در گذر زمان تغییر و تحولاتی در ساختار یا روش اجرا یا نحوه مدیریت منابع آب کشور اتفاق خواهد افتاد که بعضاً ممکن است از قبل برنامه‌ریزی نشده باشد. بعلاوه حوادث غیرمترقبه و پیش‌بینی نشده در حوزه منابع آب بسیار رخ می‌دهد که می‌تواند نقشه راه را تحت تاثیر قرار دهد.

بنابراین مهم است که نقشه راه مدیریت منابع آب کشور در بازه‌های زمانی مشخص، مورد ارزیابی و در صورت لزوم بازنگری قرار گیرد. در نقشه راه حاضر برنامه بازنگری دوساله در نظر گرفته شده است و بر این اساس هر دو سال عملکرد نقشه راه مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفته و بر اساس نتایج بدست آمده و تغییر و تحولات رخ داده، بروزرسانی انجام خواهد شد.

✳ کارفرما: شرکت مدیریت منابع آب ایران، گروه تحقیقات کاربردی  
نماینده کارفرما: دکتر مجتبی نوری  
ناظر طرح: دکتر فریده کرم زاده  
مشاور: دانشگاه تربیت مدرس  
سازمان مجری: دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد علوم و تحقیقات تهران  
مجری: فرهاد هوشیاری پور



• شناخت نیازهای بخش آب کشور در زمینه‌های مختلف توسعه ای و برنامه ریزی برای رسیدن به نقطه مطلوب فناوری به مدیران و برنامه ریزان کمک می‌نماید تا با دید روشن و آگاهی بیشتر، به سمت آینده مطلوب حرکت نمایند و بدین ترتیب دستیابی به رفاه اجتماعی بیشتر در کنار آرمان توسعه پایدار را تحقق بخشند.





حکمرانی آبهای زیرزمینی ایران در عصر رقابت فناوریهای آبی:

## نبرد کنتور هوشمند دولت و پمپ آب کشاورز در غیاب اینترنت اشیا

«پروانه‌های بهره‌برداری اصلاح شده: حجم آب پروانه‌های بهره‌برداری فعلی چاه‌های مجاز بر اساس آئین نامه مصرف بهینه آب کشاورزی تعدیل می‌گردد. حجم آب تعدیلی در مقایسه با حجم فعلی مندرج در پروانه بهره‌برداری چاه مجاز که بر اساس ماده ۳ قانون توزیع عادلانه آب و توان آبدی چاه تعیین می‌گردد هر کدام که کمتر باشد به عنوان حجم تخلیه مجاز در پروانه جدید قید می‌گردد و این پروانه جدید، پروانه بهره‌برداری اصلاح شده تلقی می‌گردد.»

در همین دستورالعمل، در مرحله دوم و پس از اصلاح پروانه‌های بهره‌برداری نوبت به کاهش مجدد پروانه‌های بهره‌برداری یا تعدیل پروانه‌ها در محدوده‌هایی می‌رسد که میزان آب قابل برنامه‌ریزی آنها، در صورت اجرای آئین نامه مصرف بهینه آب کشاورزی و صدور پروانه‌های بهره‌برداری اصلاح شده، مساوی یا کمتر از مجموع حجم مندرج در پروانه‌های مذکور باشد. از آن زمان، پروانه‌های تک تک چاه‌های کشاورزی در کمیسیون‌های صدور پروانه‌های بهره‌برداری در وزارت نیرو (شرکت‌های آب منطقه‌ای در استان‌ها) مورد بازبینی و اصلاح و اصلاح مجدد یا تعدیل واقع شد و در پروانه‌های جدید، میزان جدید بهره‌برداری به تفکیک اصلاح و تعدیل به بهره‌برداران آب ابلاغ شد. برای کنترل میزان برداشت آب، نصب کنتور

کنتور هوشمند به عنوان بازگر جدید حکمرانی آب در شبکه دولتی بود که توانست اثر شیء دیگری بنام پمپ آب که پیش از این بازگر برتر شبکه کشاورزان بود را کنترل کند. در واقع، کنتور هوشمند «بعد زمان» را به سیستم بهره‌برداری از آب اضافه کرد و از این طریق، پمپ آب که پیش از این امکان استحصال آب در همه ساعات شبانه‌روز را داشت محدود شد



عباس فقیه خراسانی

جامعه شناس توسعه و مشاور علمی مرکز بین‌المللی فئات و سازه‌های تاریخی آب یونسکو

کاهش شدید سطح آب زیرزمینی در ایران باعث شد تا دولت در ایران از فناوری کنتور هوشمند برای کنترل سطح برداشت از چاه‌ها بهره بگیرد. این کنتور ها امکان قطع جریان آب در زمان سررسید میزان تعریف شده برای بهره‌برداری از آب چاه را دارند. این میزان بر اساس دستورالعمل‌های طرح احیا و تعادل بخشی آبهای زیرزمینی در دو نوبت کاهش یافته و به بهره‌برداران آب ابلاغ شده است. کنتور هوشمند به عنوان بازگر جدید حکمرانی آب در شبکه دولت بود که توانست اثر شیء دیگری بنام پمپ آب که پیش از این بازگر برتر شبکه کشاورزان بود را کنترل کند. در واقع، کنتور هوشمند «بعد زمان» را به سیستم بهره‌برداری از آب اضافه کرد و از این طریق، پمپ آب که پیش از این امکان استحصال آب در همه ساعات شبانه‌روز را داشت محدود شد.

بحران منابع آب زیرزمینی را داشته باشد. در این فرضیه، نیازی به مشارکت کشاورزان نبود، کنتور هوشمند می‌توانست جریان آب را به محض رسیدن به میزان تعیین شده در پروانه بهره‌برداری قطع کند. میزان بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی امپیش از این اصلاح شده بود.

دستورالعمل سوم طرح احیا و تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی که در تیرماه ۱۳۹۴ ابلاغ شد، نحوه اصلاح و تعدیل پروانه‌های بهره‌برداری از چاه‌های کشاورزی را بیان می‌کرد:

واقعیت این است که ورود کنتور هوشمند به شبکه حکمرانی آب در ایران، زمینه دگرگونی نظام بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی را فراهم ساخت. یک شیء که می‌توانست یک شیء دیگر، یعنی پمپ آب را کنترل کند. پمپ آب به‌طور مشخص در شبکه بهره‌برداری صاحبان چاه و کشاورزان قرار داشت در حالیکه کنتور هوشمند را باید در شبکه کنترل دولتی حکمرانی آب جای داد. در وضعیت جدید، حکمرانی آب، حتی بدون مشارکت کشاورزان می‌توانست ادعای حفاظت از محیط زیست و کنترل





در نوع رابطه میان جامعه و آب، اشیاء همواره نقشی اساسی داشته‌اند. اگر چه با ورود کنتور هوشمند به این رابطه، به نظر می‌رسید که سطح آبخوان‌های زیرزمینی مطابق با محاسبات پیشین و کاهش پروانه‌های بهره‌برداری از چاه‌ها در طول یک بازه ده ساله به میزان تعادلی باز خواهد گشت اما کسری مستمر سالیانه مخازن آب زیرزمینی از زمان ابلاغ طرح جامع احیا و تعادل بخشی آبهای زیرزمینی همچنان به شدت ادامه یافت.

هوشمند با هزینه بهره‌برداران اجباری شد. مطابق با پروانه‌های اولیه بهره‌برداری از چاه‌ها، ساعت کارکرد مجاز واترپمپ‌ها به‌طور متوسط بین ۳۰۰۰ تا ۵۵۰۰ ساعت در سال تعریف می‌شد. بسیاری از چاه‌های کشاورزی به‌ویژه پس از تصویب قانون تسهیل برقی کردن چاه‌های کشاورزی (۱۳۸۰) و الزام دولت به اعطای حداکثر تسهیلات و امکانات مورد نیاز برقی شدن چاه‌های کشاورزی بر اساس احکام برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران و معاف شدن بهره‌برداران از هزینه تامین و مصرف برق، می‌توانستند به صورت تمام وقت در ۲۴ ساعت شبانه روز و هر ۷ روز هفته در کل سال در حال پمپاژ و بهره‌برداری از آب به نسبت قدرت پمپ بر مبنای پروانه اولیه باشند. پیش از این، واترپمپ‌های دیزلی توان عمل یکسره در طول سال را نداشتند. اولین اقدام موثر حفاظت از سفره‌های آب زیرزمینی، خاموشی اجباری واترپمپ چاه‌ها در فصل زمستان با قطع کردن برق آنها بود. این یک گام به سوی نبرد با پمپ‌های آب در غیبت فناوری کنتور هوشمند بود.

به یک معنا، وساطت اشیاء بود که توانست قدرت برتر را در میزان بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی مشخص کند. اگر کنتور هوشمند نمی‌آمد، تنها راه محافظت از آب، خنثی کردن تکنولوژی کشاورزان در استحصال آب از طریق قطع برق بود که البته مشکلات متعدد اجتماعی - تکنیکی را نیز به همراه داشت. دولت با این اقدام، به ضعف ابزاری خود اذعان می‌کرد و بدین سان، گفتگو میان اجزای حکمرانی آب به این دلیل شکل نمی‌گرفت که اصولاً کشاورز نیاز آنچنان به گفتگو حس نمی‌کرد. بخشی از دولت حامی او بود و بحران کاهش

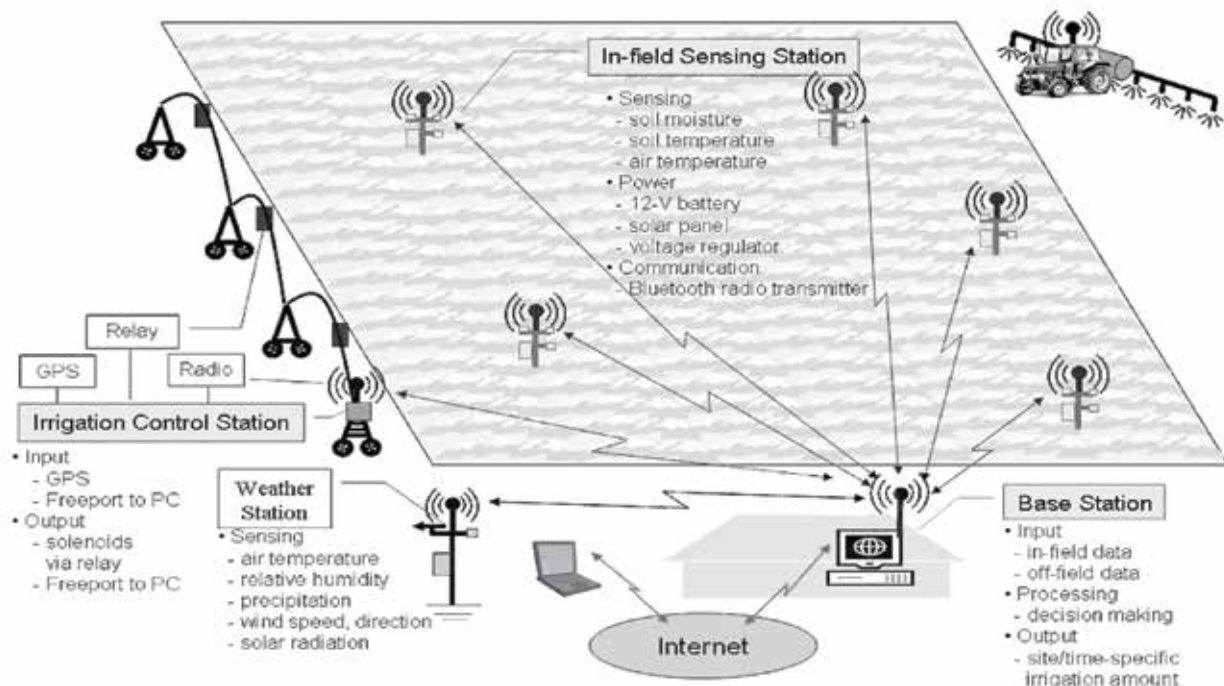
شدید و فزاینده آب نامرئی زیرزمینی نیز به درستی احساس نمی‌شد.

در نوع رابطه میان جامعه و آب، اشیاء همواره نقشی اساسی داشته‌اند. اگر چه با ورود کنتور هوشمند به این رابطه، به نظر می‌رسید که سطح آبخوان‌های زیرزمینی مطابق با محاسبات پیشین و کاهش پروانه‌های بهره‌برداری از چاه‌ها در طول یک بازه ده ساله به میزان تعادلی باز خواهد گشت اما کسری مستمر سالیانه مخازن آب زیرزمینی از زمان ابلاغ طرح جامع احیا و تعادل بخشی آب‌های زیرزمینی همچنان به شدت ادامه یافت.

برای مثال، در استان یزد که یکی از پنج محدوده مطالعه و اجرای پایلوت این طرح بود، پس از اصلاح و تعادل بخشی صد درصدی پروانه‌های بهره‌برداری و نصب کنتورهای هوشمند بر روی همه چاه‌های کشاورزی، در سال آبی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ همچنان با کسری ۳۸۰ میلیون مترمکعبی مخازن آب زیرزمینی مواجه شد. این در حالی بود که وزارت نیرو برای یزد صرفه‌جویی ۸۱۶ / ۲۲۳ میلیون متر مکعبی در طول فاز اول سند سازگاری با کم‌آبی (۱۳۹۹-۱۴۰۵) - با تصور به تعادل رسیدن سالیانه سفره آب زیرزمینی در صورت صرفه‌جویی به این میزان در طول ۶ سال، یا به عبارتی با تصور میزان کسری سالیانه حدود ۲۲۴ میلیون مترمکعبی در سال ۱۴۰۵ - در نظر گرفته بود. بنابراین با وجود وساطت کنتور هوشمند، آبخوان‌های زیرزمینی یزد در حدود ۱۵۰ میلیون مترمکعب بیش از پیش‌بینی فنی برای سال ۱۴۰۵ با در نظر گرفتن تغییر اقلیمی، رشد جمعیت و سایر فاکتورهای موثر از جمله تغذیه مصنوعی سالیانه ۳۰ میلیون مترمکعبی به آبخوان مواجه شد.

این مساله نشان میداد که در شبکه جدید حکمرانی آب با حضور کنتور هوشمند، هنوز هم رابطه میان دولت به‌عنوان نیروی برتر و بهره‌برداران آب که خود در شبکه دیگری با حضور پمپ آب قرار داشتند به درستی بازتعریف نشده و بنابراین، بهره‌برداران آب می‌توانند با استفاده از نیروی شبکه خود، از قوانین جدید عبور کنند. به نظر می‌رسید که اهداف لاقابل بخشی از دولت در راستای حفاظت تشدید یافته از منابع آب برای مجموعه کنشگران دیگر شبکه مرتبط با حکمرانی و بهره‌برداری از آب به درستی تفسیر نشده و آنان به شبکه تیم اصلی میدان برنامه‌ریزی برای تعادل بخشی به سفره‌های آب زیرزمینی با واسطه کنتور هوشمند به تمامی نیویسته‌اند.

در همین استان، یزد، ۸۵ درصد مصرف سالیانه آب در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. این درحالیست که مخازن آب زیرزمینی که تامین کننده ۸۹٫۳ درصد آب این استان هستند با کسری ۳۸۰ میلیون مترمکعبی در سال آبی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ مواجه بود. مجموع کسری مخازن آبی این استان بر اساس برآورد سال ۱۴۰۰ وزارت نیرو، ۵ میلیارد و ۱۵۶ میلیون مترمکعب بوده است. تمام چاه‌های کشاورزی در استان یزد به کنتور هوشمند مجهز شده است. این کنتور می‌تواند به محض رسیدن میزان استخراج به نقطه از قبل تعیین شده توسط شرکت آب منطقه‌ای یزد، جریان آب را قطع کند. میزان استفاده از آب در فرآیند اصلاح و تعدیل پروانه‌های بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی کاهش یافته است. دقت کنید که این یک فرآیند حکمرانی در حوزه «توزیع آب» است. اما عملاً در حوزه «مصرف آب» هنوز هم اقدام موثری برای تغییر سیستم‌های آبیاری رخ نداده و در



آب بهره برد. شکل زیر شمای کلی از نوع کارکرد سنسورها و نحوه ارتباط آنها با سیستم مدیریت هوشمند یک مزرعه را نمایش می‌دهد:

ورود کنتور هوشمند در خرده سیستم توزیع آب، ابتدای مسیر گذار به حکمرانی هوشمند آب و به نفع منابع آب‌های زیرزمینی است. اگر این هدف که اینک از سوی بخشی از دولت آغاز شده همراهی سایر بخش‌های حکمرانی آب از جمله کشاورزان را برانگیزد، دگرگونی حکمرانی آب به سوی هوشمند شدن رخ خواهد داد و گرنه در میانه مسیر گذار دچار تلاطم و یا حتی فروپاشی خواهد شد.

برای اتفاق مذاکره و مشارکت، قدرت شبکه کشاورزی می‌تواند از طریق بکارگیری اینترنت اشیا در خرده سیستم «مصرف آب» افزایش یابد.

از سوی دیگر، تسهیل‌گری اجتماعی، آموزش و افزایش آگاهی کشاورزان از بحران آب و لزوم بکارگیری کنتورهای هوشمند و نقش این کنتورها در برقراری عدالت توزیع آب و البته شکل‌گیری بازار آب مجازی که از طریق آن کشاورز بتواند در صورت صرفه جویی در مصرف آب، مازاد سهمیه آب که در کارت هوشمند خود دارد را در معرض فروش بگذارد می‌تواند ایده‌های کاربردی دیگری در جهت افزایش مشارکت کشاورزان در حکمرانی هوشمند آب باشند.

این نتیجه نهایی است: کنتور هوشمند مقتدر به تنهایی نخواهد توانست از آب‌های زیرزمینی محافظت کند، شیخون پمپ‌های آب در میدان‌های خالی از معارض مثل چاه‌های غیر مجاز، نبرد را پیچیده‌تر خواهد کرد.

اینترنت اشیا با اضافه شدن به شبکه کشاورزان و کاستن از میزان مورد نیاز آب در کنار افزایش بهره‌وری کشاورزی به این نبرد سر در گم پایان خواهد داد و با یکپارچه شدن اجزای حکمرانی آب، فصل نوینی در حکمرانی هوشمند آب تجربه خواهد شد.



**شبکه کشاورزان که پیشتر با ابزار پمپ آب می‌توانست دست برتر را در برداشت آب داشته باشد با ورود کنتور هوشمند تضعیف شده است. تکنولوژی در شبکه کشاورزی یعنی پمپ آب در برابر تکنولوژی در شبکه دولت یعنی کنتور هوشمند مغلوب شده است.**

وضعیت جدید می‌تواند عدم اعتماد آنان به سیستم حکمرانی، دغدغه معیشت و عدم آمادگی برای تغییر باشد. شبکه کشاورزان که پیشتر با ابزار پمپ آب می‌توانست دست برتر را در برداشت آب داشته باشد با ورود کنتور هوشمند تضعیف شده است. تکنولوژی در شبکه کشاورزی یعنی پمپ آب در برابر تکنولوژی در شبکه دولت یعنی کنتور هوشمند مغلوب شده است. ضعف شبکه کشاورزی از تکنولوژی است و این باید در مرحله اول جبران شود تا سپس بخش کشاورزی با دولت در فضایی برابر گفتگو کند. این تکنولوژی می‌تواند اینترنت اشیا باشد.

اینترنت اشیا تکنولوژی دگرگون‌کننده سیستم سنتی آبیاری به سیستم هوشمند است که آنرا کشاورزی ۴.۰ می‌خوانیم. ادبیات تولید شده در این بخش در سطح جهانی می‌کوشد تا تغییر سیستم مصرف آب در بخش کشاورزی، افزایش بهره‌وری زمین و تولید بیشتر محصول، آنچه که اقتصاد کشاورزی را متحول کرد، کاهش هدررفت آب، کاهش فعالیت پدی کشاورزان، امکان کنترل آبیاری از راه دور به‌ویژه در مواقع بحرانی همچون زمانه کووید ۱۹، کاهش مصرف انرژی و در نهایت سود بیشتر کشاورزان را توضیح دهد.

آبیاری هوشمند از تکنولوژی‌های سنجش هوشمند آغاز می‌شود. سنسورهایی که در خاک قرار می‌گیرند و انواع داده مانند میزان رطوبت خاک، کیفیت زمین و آب و دمای محیط را به سیستم مدیریت هوشمند آب یک مزرعه منتقل می‌کنند. سیستمی که می‌تواند از داده‌های ماهواره‌ای یا برآمده از سنسورهای اطراف زمین مثل سنسورهای سنجش وضع آب و هوا، زاویه تابش خورشید، سرعت وزش باد و رطوبت نسبی هوا در کنار داده‌های دیگری مانند میزان نیاز گیاهان موجود در مزرعه به آب، شیب زمین و نوع خاک و مواد افزوده شده به زمین برای کنترل میزان مصرف

بسیاری از بخش‌های کشاورزی یزد، نسبت مستقیم بدون واسطه‌ای میان میزان آب در دسترس و کارایی کشاورزی و درآمد حاصل از آن وجود دارد.

توازن قدرت میان شبکه‌های دولت و کشاورزی با ورود یک بازیگر جدید بنام کنتور هوشمند به هم خورده است. پیش از این، کشاورز ابزار پمپ آب را داشت و دولت می‌توانست در صورت لزوم برق را قطع کند. کنتور هوشمند توانسته تا اثر دائمی پمپ آب را خنثی کند و آنرا به کنترل خود درآورد. کنتور مشخصاً در شبکه دولت است و کشاورزان در برابر آن چاره‌ای جز تسلیم ندارند. باید آن را به هزینه خود تهیه، نصب و پایش کنند. ابزار برتر در دست بخشی از دولت است و همچنان نیروی غالب در شبکه حکمرانی آب همان بخش است که می‌تواند خاطیان را از آب محروم کند.

حضور کنتور هوشمند در شبکه حکمرانی آب، کل شبکه را دگرگون ساخته است. از این منظر، می‌توان کنتور را یک سینتگما در نشانه‌شناسی تلقی کرد. در نشانه‌شناسی، به هریک از واحدهای پایه متن یک سینتگما گفته می‌شود.

یک سینتگما در یک پیوند جدید، کل معنای شبکه را تغییر می‌دهد. برای مثال به نقش کاما در جمله توجه کنید. کنتور هوشمند، در شبکه‌های اولاً فهم می‌شود که در آن قرار دارد و آن شبکه حکمرانی آب است و سپس، روابط درون این شبکه را دگرگون ساخته و بدان معنای تازه‌ای بخشیده است.

معنای جدید می‌تواند این باشد که دولت می‌خواهد از بحران جبران‌ناپذیر آب جلوگیری کند. برای این منظور، کنتور را با هدف بقای آب به شبکه خود منضم ساخته اما در فرایند تفسیر هدف خود برای کشاورزان ناموفق بوده و مذاکره میان اعضای شبکه حکمرانی آب به نتیجه نرسیده است.

دلیل عدم مشارکت کامل کشاورزان در







# بحرانی تدریجی، بی رنگ، بی بو و بی مزه



بیژن یاور

استاد دانشگاه و مدیر گروه مطالعات فناوری‌های نوین شهری مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، شهرداری تهران

برای درک بهتر و راحت تر جایگاه و میزان اهمیت مبحث حوزه آب شاید ذکر برخی آمارهای مربوط به آب مجازی بعضی از مواد غذایی، آموزنده باشد! جالب است بدانیم آب مجازی مورد نیاز برای تولید یک لیتر شیر حدوداً معادل ۱۰۰۰ لیتر آب، یک کیلوگرم برنج حدوداً معادل ۳۰۰۰ لیتر آب، یک کیلو گرم هندوانه حدوداً معادل ۵۰۰ لیتر آب و یک کیلوگرم گوشت گاو حدوداً معادل ۱۳۵۰۰ لیتر آب بوده و این چنین حجم از آب برای تولید آنها مورد نیاز است!

همانطوری که در سال‌های اخیر نیز ملاحظه می‌کنیم بسیاری از استان‌های کشور کم و بیش دارای مشکلات مربوط به آب هستند که در شرایط کنونی و با یک برنامه‌ریزی و مدیریت راهبردی، قابلیت حل مساله وجود دارد و از این طریق مساله می‌تواند در مراحل فعلی خود حل شود.

در دنیای قدیم بسیاری از شهرها در کنار منابع قابل توجه و در دسترس آب بنا نهاده شده است و در دنیای کنونی اهمیت حیاتی این ماده بی رنگ، بی بو و بی مزه یعنی حوزه آب به قدری مهم و در کانون توجهات دانشمندان، برنامه‌ریزان و مدیران رشته‌ها و حوزه‌های گوناگون بوده که مبحثی تحت عنوان مناقشات آبی (Water Conflicts=WatCon) جایگاه خود را پیدا نموده است. این گروه از دانشمندان معتقدند که بسیاری از جنگ‌ها و مناقشات در آینده بر سر تامین منابع آب خواهد بود لذا پرداختن و تمرکز بر این موضوع یک امر حیاتی و ضروری به نظر می‌رسد. لذا در این خصوص



«تغییر نگرش منجر به تغییر رفتار از مدیریت صرف پاسخ یا مقابله در شرایط اضطراری و بحرانی به سمت مدیریت جامع ریسک منابع آب از اهمیت بسزایی برخوردار است. به تعبیری ساده تر عوامل تغییر نگرش منجر به تغییر رفتار مبتنی و با کمک فناوری های نوین باید شناخته شده، سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در مرحله بعد تقویت شود.»

منابع آب و نمونه‌های مشابه باعث مشکلات عدیده‌ای گردیده است که از جمله آن می‌توان به خشک شدن بسیاری از رودخانه‌ها مانند زاینده رود که برخی از آن در ذهن مردم دارای جایگاه ویژه‌ای بوده و به تبع آن دغدغه‌های فراگیری را ایجاد نموده است، اشاره نمود. خارج شدن منابع آبی کشور در قالب آب مجازی، فرونشست زمین در اطراف کلانشهرهای بزرگ در اثر استفاده بی‌رویه از چاه‌های نیمه عمیق و عمیق که باعث خالی شدن ذخیره سفره‌های آب زیرزمینی و نبود فاصله زمانی مناسب برای پر شدن و تمدید این ذخایر و نمونه‌های مشابه؛ همه و همه نشانگر اهمیت موضوع حوزه برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب است. شاید یکی از دلایل ادامه یافتن و استمرار چنین مشکلاتی فقدان یک سیستم یکپارچه مدیریت و فرماندهی واحد در خصوص برنامه‌ریزی و مدیریت آب در ستاد و صف است.

آب مجازی عبارتست از مقدار آب پنهان در غذا و خوراکی‌ها یا سایر محصولات و اجناس که از مکانی به مکان دیگر مبادله و مورد تجارت قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر آب مجازی مقدار و میزان آبی است که یک کالا هر چه که باشد و یا فرآورده کشاورزی طی فرآیند تولید مصرف می‌کند تا بتواند به محصول نهایی بدل گردد.

همانطوریکه می‌دانیم در دنیای امروزی و شرایط کنونی یکی از مشکلات اساسی و یک از دغدغه‌های اصلی مدیران و برنامه‌ریزان و خصوصاً آینده پژوهان رسیدگی به نیازهای نسل‌های نوع بشر است و دقیق‌تر آنکه دانشمندان به دنبال تامین نیازمندی‌های نسل فعلی نوع بشر بدون به خطر انداختن نیازهای نسل آینده است که از آن به «توسعه پایدار» تعبیر می‌شود.

در جهان امروز یکی از نیازهای اصلی نوع بشر که حیاتش به آن بستگی دارد «آب» است. آب، که از نیازهای حیاتی و اصلی نوع بشر است که تامین آن چه به صورت مستقیم برای مصارف «آب شرب» و چه به صورت غیرمستقیم یعنی تامین آب برای مصارف «کشاورزی»، «صنعتی» و نمونه‌های مشابه دارای اهمیتی حیاتی، راهبردی و استراتژیک می‌باشد. مباحثی مانند: مناطق خشک و نیمه‌خشک، بیابانی و نیمه‌بیابانی، تغییرات اقلیمی (Climate Change)، آب مجازی (Virtual Water)، مناقشات آبی

(Water Conflicts=WatCon) و نمونه‌های مشابه در چارچوب این حوزه یعنی آب به گونه‌ای مطرح می‌شود. امروزه به دلیل برداشت بیش از حد از سفره‌های آب زیرزمینی، عدم آبخوان و آبخیزداری، برنامه‌ریزی و مدیریت نامناسب



می یابد و نسل آن نوع فناوری‌ها تغییر کرده و قدیمی محسوب می‌گردد.

در اینجا یک سوال مهم پیش می‌آید! آیا مدیران و برنامه‌ریزان ما فناوری‌ها را انکار جهل (Ignoring Ignorance) آنها موجب فراهم آمدن چنین شرايطی شده است؟ شاید هم پهنای باند ذهنی (تحصیلات، تجربه و نمونه‌های مشابه) آنها پاسخگوی فناوری‌های نوین نبوده و نیاز است که افراد ویژه ارزش آفرین (کارآفرین) در این خصوص داشته باشیم یا مشکل جای دیگری است؟ شاید ساختارها بیش از حد، اداری بوده و درگیر آنها شده‌ایم و به جای اینکه همین ساختارها و فرایندها تسهیل‌گر فعالیت‌ها شوند، جریان امور را کند و طولانی‌تر کرده‌اند! گاهی اوقات بدها و تبصره‌ها بسیار بیشتر از ماده‌های قانونی بوده به طوری که مواد قانونی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. پرواضح است که درگیر روزمرگی‌ها شده‌ایم و با وجود اینکه فناوری‌های نوین دارای جایگاه خاص خود بوده و همه به آن معترف هستند، اما پیشرفت و تحول اساسی در این خصوص دیده نمی‌شود. روزمرگی (Routineness) هم، خواسته یا ناخواسته بسیار تاثیرگذار است.

عملیاتی شدن بکارگیری فناوری‌های نوین مربعی است که هر یک از اضلاع آن شامل: ۱. مردم ۲. شرکت‌های دانش بنیان، مراکز رشد، پارک‌های علمی و فناوری و نمونه‌های مشابه، ۳. استادان متخصص و مرتبط دانشگاه و ۴. مدیران و مسئولین شهری. به عبارت ساده تر این مربع دارای چهار راس می‌باشد که عبارتند از: ۱. مردم، ۲. فناوران، ۳. اساتید مرتبط، ۴. مدیران، برنامه ریزان و مسولین.

نتیجه آنکه کشور و به تبع آن کلانشهر تهران به عنوان پایتخت، به‌طور جدی در مباحث مدیریت ریسک منابع آب، نیازمند معطوف کردن توجه مدیریتی و کارشناسی و تخصصی اساسی و یکپارچه بوده و نیازمند بازنگری جدی در این خصوص است تا بتوان نقش فناوری‌های نوین را در این چارچوب گنجانند و برای آن اهمیت ویژه‌ای قائل شد! البته فناوری‌های نوین نیز موضوعی است که می‌تواند ضمن پایش انواع مخاطرات و مدیریت ریسک مربوط به منابع آب، شرایط را بهبود بخشد.

ابتکارهای فناوری‌ها شهرداری تهران در برنامه چهارم مدیریت شهری شهرداری تهران که در دست اقدام است، نویدبخش برنامه‌ای منسجم و امیدبخش با تمرکز بر فناوری‌های نوین شهری است.

این برنامه با تکیه بر توان سرمایه انسانی خبره داخل شهرداری کلانشهر تهران و همکاری نزدیک شورای اسلامی شهر و شهرداری تهران در حال انجام بوده و مدیران و برنامه‌ریزان خودشان باید آن را اجرایی کنند و قطعاً موازی‌کاری‌ها و مسیرهای موازی را حذف خواهند نمود. متفاوت بیاندیشیم.

است، به‌گونه‌ای که شعار آن عبارت بود از «هشدار سریع برای تمامی ساکنان کره زمین تا ۵ سال آینده». با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی و موارد مشابه طبیعی است که منابع آب نیز جایگاه خاصی را دارند چراکه حیات انسان به آن وابسته می‌باشد.

سیستم‌های هوشمند و فناوری‌های نوین کمک می‌کند تا به‌صورت خودکار با استفاده از انواع فناوری‌ها، پردازش تصاویر، هوش مصنوعی (AI)، اینترنت اشیا (IoT) و نمونه‌های مشابه بتوانیم به آینده‌ای پایدار برای همه دست یابیم.

برنامه پیشگیری و کاهش خطر بسیار ضروری است. پلتفرم جهانی ۲۰۲۲ فرصتی منحصر به فرد و به موقع برای نشان دادن اهمیت همبستگی و همکاری بین‌المللی و همچنین بحث در مورد راه‌هایی برای مقابله با عوامل ریسک اساسی در سطح محلی و جهانی فراهم نمود. علاوه بر این، چگونگی تقویت حاکمیت ریسک بلایا و نحوه ایجاد سیستم‌های قوی‌تر برای مدیریت انواع مخاطرات مورد بررسی قرار گرفت

همانطوری که می‌دانیم برنامه‌ریزی عبارتست از ایجاد تعادل بین منابع دایما در حال کاهش و نیازهای دایما در حال افزایش و منابع آب نیز از این سیستم برنامه‌ریزی مستثنی نیست. انواع فناوری‌ها مانند اینترنت اشیا (IoT)، اینترنت بدن (IOB) و نمونه‌های مشابه در هر لحظه با داشبوردهای متنوع، کنترل‌های لازم، مدیریت ریسک، مدیریت شرایط اضطراری و بحران، HSE و نمونه‌های مشابه را به عمل می‌آورد و از این طریق سعی در حفظ منابع می‌نماید. از این طریق کارها و فعالیت‌ها سیستمی شده و دیگر سلیقه‌ای نخواهد بود.

سیلاب و رخدادهای گسترده تحت تاثیر تغییرات اقلیمی مرتبط با منابع آبی رخ داده در سال‌های اخیر هشدار جدی مبنی بر رویکرد انفعالی (Reactive) است و بایستی ضمن کنار گذاشتن آن، فعالانه (Proactive) وارد مدیریت و برنامه‌ریزی خردمندانه، اندیشه‌محور و هوشیارانه شد. بهره‌مندی از انواع فناوری‌های نوین، بکارگیری داشبوردهای مدیریتی و نمونه‌های مشابه در زمینه مدیریت ریسک به طور اخص و مدیریت شرایط اضطراری و بحران، HSE و نمونه‌های دیگر هم ضرورت دارد.

یکی از مشکلات اساسی که وجود دارد مدت متوسط نهادینه‌شدن استفاده از فناوری‌های نوین بوده که زمان آن بسیار طولانی است، درحالی‌که در بسیاری از کشورها این فناوری‌ها در حال استفاده هستند اما در کشور، بکارگیری آنها طولانی شده و نهادینه‌شدن آنها زمان‌بر بوده و زمانی فناوری نوین مربوطه مورد استفاده قرار می‌گیرد که نسل‌های جدید آن توسعه یافته است.

به عبارت ساده‌تر بهره‌مندی از برخی فناوری‌ها به حدی طول می‌کشد که نمونه‌ها و نسل‌های جدیدتر هم ایجاد شده و توسعه



در دنیای قدیم بسیاری از شهرها در کنار منابع قابل توجه و در دسترس آب بنا نهاده شده است و در دنیای کنونی اهمیت حیاتی این ماده بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه یعنی حوزه آب به قدری مهم و در کانون توجهات دانشمندان، برنامه‌ریزان و مدیران رشته‌ها و حوزه‌های گوناگون بوده که می‌توان تحت عنوان مناقشات آبی (Water Conflicts= WatCon) جایگاه خود را پیدا نموده است

می‌توان گفت که برای حل مساله آب و تامین منابع آن برای نسل‌های آتی می‌توان وزارتخانه‌های جدید را تاسیس نموده و آن را مسئول رسیدگی به این امر در کشور در نظر گرفت! البته این مورد به معنای تشکیل یک وزارتخانه از فاز صفر و از نقطه آغازین نبوده بلکه به معنای تمرکز سازمان‌های مسئول و متولی امور آب کشور در یک وزارتخانه است به گونه‌ای که مشکلات مختلف پیش آمده تجزیه و تحلیل شده و در اسرع وقت تحت مدیریتی واحد و دارای ساختاری یکپارچه راه‌حل‌هایی برای آن در نظر گرفته شود.

برای رسیدن به یک راه حل مناسب می‌توان انواع مشکلات و مسائل برداشت شده در طول سالیان مختلف را با توجه به تاریخ شفاهی مربوط به حوزه آب را تحلیل نموده و پس از بررسی نوع سناریو و انتخاب روش ارزیابی ریسک‌های مورد نظر در قالب و در یک معادله ریسک محور قرار گرفته و در خصوص راه‌حل‌های آن و ضرب اطمینان راه‌حل‌های مورد نیاز تصمیم‌های لازم را به گونه‌ای اتخاذ نمود تا با برنامه‌ریزی متناسب و مناسب، مدیریت یکپارچه به راه حل با بیشترین سودمندی نائل آید.

شکل‌گیری وزارتخانه‌ای به نام «وزارت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب» یا «وزارت آب» می‌تواند محلی برای ایجاد کانون و سوق توجهات به سمت مکانی که متولی این امر است در نظر گرفته شود! این به مفهوم ایجاد دفتر و دستک جدید نبوده بلکه به معنای تمرکز قسمت‌های مختلف متولی آب در قالب یک وزارتخانه می‌باشد! نکته‌نهایی اینکه موضوع تامین آب یک مساله جدی است و نمی‌بایستی تحت تاثیر روزمرگی‌ها و عادی‌انگاری‌ها قرار گرفته و به صورت دوره‌ای و بحرانی یادآوری شود! متفاوت بیاندیشیم!

کمبرود منابع آب در جهان و به تبع آن در کشور عزیزمان، ایران اسلامی و همچنین عدم بکارگیری و استفاده از فناوری‌های نوین و به‌روز برای مدیریت جامع ریسک، شرایط اضطراری و بحران را به خوبی نشان می‌دهد. به عبارتی ساده تاکنون تغییر نگرش منجر به تغییر رفتار از مدیریت سنتی منابع آب به مدیریت مدرن و متکی بر فناوری‌های نوین با ملحوظ نمودن مدیریت جامع ریسک صورت نگرفته و حتی به آن سمت حرکت هم نکرده است! دلیل آن هم می‌تواند جدی نگرفتن موضوع و بحث احتمالات و البته دشواری‌های خاص آن برای درک اهمیتش از سوی مدیران و برنامه‌ریزان، بی‌توجه به هشدارها و پیش‌نشانگرها، نیندیشیدن به راه‌هایی برای پیش‌بینی، جدی نگرفتن سامانه‌ها و داشبوردهای مرتبط باشد. به همین دلیل و برای همین منظور دفتر کاهش خطرپذیری (ریسک) بحران سازمان ملل متحد (UNDRR) به‌عنوان متولی امر در خرداد امسال و در هفتمین نشست جهانی کاهش خطرپذیری (ریسک) بحران و بلايا (7th GPDRR) در بالی اندونزی بر تشکیل سامانه‌های هشدار اولیه تأکید کرده





گفت و گو با دکتر نجفیان رییس موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر

## علم ژنتیک: بذرهایی برای اقلیم خشک با مصرف آب کمتر و محصول بیشتر

و ما با آن ها رو به رو هستیم چه کاری کردیم. برای مثال وقتی در فصل زمستان گندم، آبی به خود ندیده چگونه ۷/۵ یا ۸ میلیون تن تولید شده است، تازه می گویند ۱۱ میلیون تن. این ها از کجا می آید؟ چگونه است که می گویند وقتی آب نباشد گندمی هم نیست. ولی ما کارهایی انجام دادیم که برایتان توضیح می دهم. ولی قبلش من موسسه را برای شما معرفی می کنم. موسسه ما یک موسسه مادر بوده که در طی زمان بخش هایی از آن منفک شده است. اسم آن هنوز مانده ولی کار روی محصولات زراعی انجام می شود. سعی می کنم خلاصه ای از موسسه اصلاح بذر یا موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر که اسم کاملش است، از گذشته به چه صورت بوده و چکار می کند و چگونه در اقتصاد کشاورزی کشور اثر گذار است را توضیح دهم.

این موسسه بسیار قدیمی و ریشه دار است. در سال ۱۳۰۹ پیشگامانی مانند مرحومان دکتر عطایی و عدل که از مدرسین مدرسه عالی فلاحیت بودند - که الان به موزه تبدیل شده است - و آن زمان زیر نظر وزارت کشاورزی و فوائد عامه بود، تصمیم گرفتند که هم آموزش کشاورزی و هم تحقیقات کشاورزی را برنامهریزی کنند. بنابراین مدرسه عالی فلاحیت را پس از یک دوره کوتاه توقف، دوباره راه اندازی کردند.

ظاهرا می گویند در سال ۱۲۷۴ مدرسه عالی مظفری در چهاردانه تهران تاسیس شده و آنجا یک مدتی کار کرده و تعطیل شده و بعد این دوستان در سال ۱۳۰۹ در محل فعلی دانشکده کشاورزی آن را احیای کردند. این بزرگواران یعنی دکتر عدل و دکتر عطایی و چند نفر مدرس خارجی از فرانسه و دیگر کشورها هم دانشجوی کشاورزی می گیرند و هم تحقیقات کشاورزی را شروع می کنند. همچنین گونه های بومی کشور را شناسایی و از گندم و جو شروع می کنند و با این هدف که از این ها انتخاب بهینه کنند و بنرهای بهتری را به کشاورزان بدهند، این گونه های بومی را جمع آوری می کنند. از همان موقع

بخش کشاورزی در سرزمین کم آب ما به عنوان بزرگترین مصرف کننده همواره مورد پرسش بوده که چرا اقداماتی برای بهینه سازی مصرف آب انجام نداده است و ما همچنان شاهد راندمان و بهره وری پایین آب در کشاورزی هستیم. توجه به فناوری های نوین و بهره گیری از آن برای تولید بذر های سازگار با کم آبی یکی از مهمترین راهکارهای کاهش مصرف آب در کشاورزی است. برای آشنایی با این اقدامات با جناب آقای نجفیان رییس موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به گفت و گو نشستیم.

آب یک مساله کلیدی است و من از شما خواهش می کنم از آب فقط در مورد محصولات زراعی از من اطلاعات بخواهید. من مطمئن شما اطلاعات دقیقی را می خواهید بنویسید و میگویند هر چیزی را از اصحابش بشنوید. من در حوزه وظایف موسسه اصلاح بذر می گویم که برای آن چالش هایی که در ذهن شماست

■ جناب آقای نجفیان ضمن تشکر از زمانی که در اختیار نشریه مهر آب قرار دادید لطفا در ابتدای گفت و گو موسسه را معرفی و نیز فعالیت هایی که در خصوص اصلاح بذر در جهت بهینه سازی مصرف آب در بخش کشاورزی صورت گرفته است تشریح بفرمایید.

موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر بسیار قدیمی و ریشه دار است. در سال ۱۳۰۹ پیشگامانی مانند مرحومان دکتر عطایی و عدل که از مدرسین مدرسه عالی فلاحیت بودند - که الان به موزه تبدیل شده است - و آن زمان زیر نظر وزارت کشاورزی و فوائد عامه بود، تصمیم گرفتند که هم آموزش کشاورزی و هم تحقیقات کشاورزی را برنامهریزی کنند. بنابراین مدرسه عالی فلاحیت را پس از یک دوره کوتاه توقف، دوباره راه اندازی کردند.





این هدف غایی و اصیل این موسسه بوده است که در سال ۱۳۲۷ به دانشگاه تهران ملحق شد. بنابراین وزارت کشاورزی که می‌خواست فعالیت‌های خوبی را که شروع کرده بود ادامه دهد بنگاه اصلاح بذر را در همین محل احداث و راه اندازی کرد. اولین بخشی که شروع به کار کرد بخش غلات بود. موسسه کم کم تکامل پیدا کرد و در سال ۱۳۳۸ قانون رسمی شدن تشکیلات موسسه را در مجلس شورای ملی و سنا تصویب کردند و ما اساسنامه ۸ ماده‌ای داریم که آن زمان شخص اول مملکت آن را تصویب و تایید و بودجه تعیین کرد و اختیارات خوبی به رئیس این موسسه داد.

آنقدر برای کشور این موسسه مهم بود که رئیس موسسه توسط شخص اول مملکت حکم مسئولیت خود را دریافت می‌کرد و بعد از ۱۳۳۸ کم کم بخش‌های مختلف شکل گرفت. بخش تحقیقات غلات که قدیمی‌ترین بخش تحقیقاتی موسسه بود، بخش تحقیقات باغبانی و سبزی و صیفی سال ۱۳۳۹ شکل گرفت و بعد ها در سال ۱۳۵۷ بخش تحقیقات سبزی و صیفی از بخش تحقیقات باغبانی جدا شد و بعنوان بخش مستقل ادامه فعالیت داد. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی در سال ۱۳۴۸ و بخش تحقیقات ذرت سال ۱۳۴۹ شکل گرفت و در سال ۱۳۶۳ بخش علوفه نیز راه اندازی شد. در سال ۱۳۷۷ با ادغام این دو بخش، بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای شکل گرفت. در سال ۱۳۵۹ بخش تحقیقات حبوبات که قبلاً به صورت اداره بررسی‌های حیوانات تاسیس شده بود پایه گذاری و بعدها با بخش تحقیقات سبزی و صیفی ادغام شد. در سال ۱۳۵۶ واحد ذخایر توارثی و در سال ۱۳۶۰ بانک ژن گیاهی ملی ایران تاسیس و بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی و بانک ژن ملی گیاهی ایران شکل گرفت و در حال حاضر این موسسه بیش از ۲۵۰ محقق و هیات علمی در سراسر کشور دارد. حدود ۶۸ نفر از این محققین و اعضای هیات علمی در ستاد و ۱۸۲ نفر در مراکز استانی ما مستقر هستند چون مادر هر استان یک بخش اصلاح بذر داریم که همکاران مادر آن‌جا حضور دارند و دبلیش این بوده که تحقیقات کشاورزی بایستی متناسب با اقلیم باشد و وقتی شما دسته بندی اقلیمی انجام می‌دهید باید هر تیمی را سازماندهی کنید بنابر این، هماهنگ کنندگان برنامه‌ها و هسته مرکزی در اینجا هستند ولی همکارانشان در مراکز استانها برنامه‌ها را با بخش ستادی هماهنگ می‌کنند با این هدف که اقلیمی که در نهایت ما معرفی می‌کنیم سازگار با آن مناطق اقلیمی باشند.

همچنین یک رشته از مسائل استانی خاص هم داریم مثلاً فرض کنید در شمال کشور ما اقلیم گرم خزری داریم. آنجا معدن بیماری‌هاست و مسائل تحقیقاتی آنجا با جنوب کشور که گرم و خشک است تفاوت دارد. کمبود آب و گرمای آخر فصل چالش دارد برای کشاورزان و یا در مناطق مرکزی خشکی و در مناطق سرد، سرما داریم و یک رشته از مسائل استانی که هر استان دارد.

این تیم‌های پژوهش هستند که کل فعالیت‌های پژوهشی موسسه و تولید بذر را انجام می‌دهند تقریباً در ۵۲ ایستگاه تحقیقاتی

کشاورزی کار می‌کنیم. یعنی در سراسر کشور کلاً شبکه تحقیقاتی ما پراکنده شده است و ایستگاه تحقیقاتی داریم که هم بتوانیم فناوری‌های حاصل شده را به عرصه ببریم و هم از آنجاها بازخورد بگیریم و چالش‌ها را شناسایی کنیم و برای حل آن پژوهش‌های جدید طراحی و راهکار ارائه دهیم.

بر اساس شاخص خشکی یا کم آبی تقریباً ۶۷ درصد مناطق کشور خشک ۲۹ درصد هم نیمه خشک است و این یعنی ما نباید خود را با کشورهایمانند انگلیس و آلمان که در اروپا هستند و در تمام طول سال نم باران می‌آید مقایسه کنیم. این مورد برای ما کار را سخت می‌کند چون اغلب نقاط کشور خشک است و اگر منابع محدود آب داریم باید آن را بسیار بها بدهیم و مصرف هر قطره آب را با حساب و کتاب و با درایت کامل همانند گذشتگان مدیریت کنیم. ایرانی‌ها در گذشته چه طور قنات را اختراع کردند؟ برای همین بوده. آن‌ها می‌دانستند آب در دشت‌های ایران بسیار کلیدی و حیاتی است و آن را از زیر زمین جا به جا می‌کردند که یک قطره از آن هم تبخیر نشود و مستقیم به سر مزرعه و محل مصرف برسد. با این حال یک درصد بسیاری کمی از کشور و بخشی در ساحل خزر مرطوب در نظر گرفته می‌شود. موسسه ما اهدافش این است: اول کارش تحقیقات به نژادی و به زراعی است. البته باغی هم بوده که جدا شده که بعداً می‌گویم چند واحد از این موسسه جدا شده‌اند. تولید و معرفی ارقام با پتانسیل عملکرد بالا که این ارقام باید حتماً برای اقلیم ایران مناسب باشند یعنی باید واجد مقاومت و تحمل نسبت به تنش‌های زنده و غیر زنده باشند. کم آبی یکی از مسائل مهم هست. بعضی سال‌ها ترسالی داریم و بعضی اوقات بیماری‌های غلات هست و بعضی وقت‌ها شوری آب و خاک داریم و باید رقم مناسب آن را معرفی کنیم. برای اینکه بتوانیم تولید غذا بکنیم. گاهی اوقات هم روی روش‌های نوین و پیشرفته زراعی کار می‌کنیم تا بتوانیم حداکثر بهره‌برداری را از بذر بگیریم. یعنی شما یک بذر خوب هم که به دست چند کشاورز می‌دهید مثل اسب تیزرویی هست که به ۵ تا سوار کار بدهید. یکی با آن رکورد می‌زند و مسابقه را می‌برد. یکی زمین می‌خورد و دو تا هم متوسط کار می‌کنند. دقیقاً زارعین ما هم همین‌طور هستند. ما باید زارعین را به آن حدی که می‌توانند برنده شوند برسانیم. این یک چالش بزرگی است که خیلی از بحث‌ها در آن است. یعنی بحث بهره‌برداری از آب، مدیریت صحیح، دانش فنی و تکنولوژی و ماشین‌آلات و... همه چی در آن هست. و دلیل این که الان می‌گوییم در



#### بر اساس شاخص

خشکی یا کم آبی تقریباً

۶۷ درصد مناطق کشور

خشک هست و ۲۹

درصد هم نیمه خشک

است و این یعنی ما نباید

خود را با کشورهایمانند

انگلیس و آلمان

که در اروپا هستند و

در تمام طول سال نم

باران می‌آید مقایسه

کنیم. این مورد برای

ما کار را سخت می‌کند

چون اغلب نقاط کشور

خشک است و اگر منابع

محدود آب داریم باید

آن را بسیار بها بدهیم

و مصرف هر قطره آب

را با حساب و کتاب و

با درایت کامل همانند

گذشتگان مدیریت

کنیم

کشور ما بهره‌وری پایین است خیلی از بحث‌ها روی همین قسمت متمرکز می‌شود که چرا اگر در صفادشت منطقه ملارد آقای زارع بیات امسال با اینکه زمستان خشک بوده با استفاده از کود دامی و استفاده از ریز مغذی‌ها و رقم گندم بهاران که خود بنده معرفی کردم توانسته ۱۴ تن و ۷۰۰ کیلو در هکتار رکورد گیری و برداشت کند. بیشترین رکورد گندم در دنیا حدود ۱۷ تن در هکتار است که برای انگلیس و گندمیست که حدود ۹ الی ۹/۵ ماه در زمین است. ولی آن‌ها هم متوسط عملکردشان ۸ تن است. حالا ما رکورد ۱۴، ۱۲، و ۱۰ هم داریم ولی عملکرد متوسط ما ۴ الی ۴/۵ تن در هکتار است و تازه اگر آمارها درست باشد چرا که این هم متأسفانه جای سوال دارد. البته گندم ما ۵ تا ۷ ماه در زمین هست. در مناطق شمالی و جنوبی کمتر از این است. در آنجا آذرمه می‌کارند و در آخر اردیبهشت برداشت می‌کنند. یعنی حدود ۶ ماه. برای همین گندمی که ۶ ماه توی زمین بوده را نباید با گندمی که ۹ ماه توی زمین رشد می‌کند را با هم مقایسه کرد. در کنار انجام این تحقیقات یکی از وظایف اصلی ما تولید بذر است. یعنی مثل اینکه ایران خودرو یا سایپا یک مدل جدید خودرو را می‌سازند و می‌گویند این خودرو مثلاً مصرف بنزینش کمتر است و کابین راحت‌تری دارد و سرعتش بیشتر، دوامش بیشتر و مقاومت بدنه‌اش بیشتر است. حالا یک نمونه تهیه کرده. مثل ما که در ابتدای کار یک رقم را معرفی کردیم و بعد باید این را انبوه‌سازی کنیم که مردم از آن استفاده کنند. این فرآیند تولید بذر است. یعنی ما رقم اصلاح شده جدید را انبوه‌سازی کنیم و در آخر، بذر، پنجره ورود یافته‌های علم ژنتیک و هر آنچه که ما معماری کردیم به مزارع کشاورزی است و ما از طریق بذر وارد مزارع کشاورزان می‌شویم. پس بذر خیلی مهم است.

وظیفه‌های دیگری که داریم مدیریت ذخایر ژنتیکی و بانک ژن ملی گیاهی ایران است که در همین موسسه پایه گذاری شده است. ما می‌دانیم که خداوند آنقدر به ایران برکت داده که می‌گویند مادر طبیعت هر آنچه بذر متنوع بوده به ایران داده است. یعنی همه گونه داریم. از گیاهان دارویی تا باغی و میوه و همه گیاهان که این یک نعمت بزرگی است و خیلی از کشورهای دنیا پیگیر این موضوع هستند. برای همین ما خیلی از زندهای مهم را می‌توانیم از ذخایر ژنتیکی بانک ژن ملی ایران به ارقام تجاری وارد کنیم. مثلاً زنگ سیاه گندم در سال ۹۹ در دنیا چالش شد و ما جزو اولین کشورهایی بودیم که به ارقام مقاوم دست پیدا کردیم. بنابراین تنوع ژنتیکی خودش ابزار به



نژادگر است. از تنوع ژنتیکی که خداوند به ما داده با استفاده از علم ژنتیک و فیزیولوژی رقم بهتر را انتخاب می کنیم و برای دستیابی به تنوع ژنتیکی بیشتر ارقام مختلف را با هم تلاقی می دهیم و صفاتشان را با هم ترکیب می کنیم و بعد از آن با خالص سازی و چندین سال غربال ژرم پلاسما و انجام آزمایش های لازم رقم جدید اصلاح شده معرفی می کنیم.

کشاورزی به این دلیل پیشرفت کرده است. ما بذرهایی با خصوصیات بهره برداری متنوع داریم. بذرهایی که کیفیت نشان متفاوت است و یا بذرهایی که میزان آب متفاوتی استفاده می کنند. به قدری شبکه تحقیقاتی این موسسه بزرگ و گسترده بوده و هست و با اینکه موسسه های تحقیقاتی متعددی مانند موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، موسسه تحقیقات خرما، برنج، مرکبات، بیوتکنولوژی، ثبت و گواهی بذرها و نهالها موسسه تحقیقات باغبانی از موسسه تحقیقات اصلاح بذرها جدا شده اند هنوز هم ما بزرگترین شبکه تحقیقاتی را داریم. چون الان روی ۳۵ محصول زراعی کار تحقیقاتی می کنیم. این ۳۵ محصول در گروه غلات، دانه های روغنی، ذرت و علوفه، سبزی های زراعی و حبوبات قرار می گیرند. خیلی از این محصولات، محصولات اساسی هستند مانند گندم، جو، تریتیاله، یولاف، ذرت های مختلف، سورگوم، یونجه، شبدر، اسپرس، ارزن های مختلف، کلزا، آفتابگردان، سویا، کنجد، گلرنگ، سیب زمینی، پیاز، بادمجان، گوجه فرنگی و فلفل که عمدتاً در سبد غذایی احاد جامعه خیلی مهم هستند. بخش تحقیقات غلات در ۱۳۹۰، ذرت و گیاهان علوفه ای در سال ۱۳۴۲، دانه های روغنی ۱۳۴۸، سبزی و صیفی ۱۳۳۹ و ۱۳۵۶ هم بخش ژنتیک و بانک ژن تاسیس شدند. در بخش غلات کارهای مختلفی انجام می شود که در نهایت رقم اصلاح شده ای که معرفی می شود از نظر بیماری باید مقاوم باشد و احتیاج به سم برای کنترل بیماری نداشته باشد. یا کیفیت نان آن آنقدر بالا باشد که نانوا نان خوب از آن

ببزد. بحث آب خیلی مهم است. ما در دهه ۸۰ تمرکز زیادی بر آب داشتیم چون می دانستیم که آب شرایط بحرانی می شود و در آینده آب کافی نخواهد بود و ما باید تا جایی که خلقت به ما اجازه می دهد ارقامی را معرفی کنیم که با حداقل آب، بیشترین بازدهی را داشته باشند. آب الان یکی از مسائل و چالش های کلان کشور است. تحمل به کم آبی و تحمل شوری آب و خاک از صفات کلیدی هستند که در اصلاح ارقام گندم و جو به آنها توجه می شود و برنامه های جدایی دارند. در کشور برای گندم و جو چهار اقلیم یا منطقه جغرافیایی بزرگ تعریف کرده ایم منطقه گرم و مرطوب شمال، منطقه گرم و خشک جنوب، مناطق سرد و مناطق معتدل کشور. هر کدام از این مناطق چالش های خودشان را دارند. در بعضی مناطق چالش آب شدید است مثلاً در جنوب کشور و مناطق معتدل. مناطق سرد که کوهستانی هستند و بارندگی بیشتری دارند. شمال کشور هم که آب و بارندگی هست ولی تنش های زنده مانند بیماری ها مشکل آفرین است. ما برای کارهای به نژادی گندم و جو ارتباطات بین المللی خوبی داریم و این خیلی کمک کرده که فعالیت های به نژادی ما از استانداردهای بین المللی برخوردار شوند. چون ارقام اصلاح شده را در این اقلیم های سخت تربیت کرده ایم، بوم سازگارند و در نتیجه به راحتی پاسخگو هستند و ارقام وارداتی کمتر می توانند با آنها رقابت نمایند. دستاوردهای بخش تحقیقات غلات ما معرفی و آزاد سازی ۱۵۲ رقم شامل گندم نان ۱۰۹ رقم، گندم دورم که برای ماکارونی مناسب است ۹ تا ۱۰ رقم، جو ۲۲ رقم و تریتیاله که یک محصول ساخت دست بشر و حاصل تلاقی چاودار و گندم است سه رقم معرفی شده است. تریتیاله خصوصیات سرسختی چاودار و خصوصیات دانه های گندم و عملکرد خوب این را گرفته و این الان یک ظرفیت خوب برای کشور از نظر تولید این محصول شده است و به راحتی در شرایط سختی که گندم عملکرد



ما در دهه ۸۰ تمرکز زیادی بر آب داشتیم چون می دانستیم که آب شرایط بحرانی می شود و در آینده آب کافی نخواهد بود و ما باید تا جایی که خلقت به ما اجازه می دهد ارقامی را معرفی کنیم که با حداقل آب، بیشترین بازدهی را داشته باشند. آب الان یکی از مسائل و چالش های کلان کشور است

زیادی ندارد، این محصول می تواند ۱۰ تا ۱۲ تن دانه در هکتار محصول بدهد و محصول علوفه اش هم حدود ۳۰ تا ۴۰ تن می باشد. به گفته برخی دامداران، تریتیاله به صورت خصیل و سیلویی در شش ماهه اول سال می تواند جای ذرت علوفه ای را برای خوراک دام بگیرد و این در زنجیره تامین علوفه بسیار حائز اهمیت است. بنابراین یکی از کارهای خوبی که انجام شده و با عنایت به اینکه ذرت زراعت تابستانه و آب بری است و ما حدود ۹ میلیون تن ذرت دانه ای نیاز داریم که با توجه به محدودیت های آب در تابستان تقریباً ۱ میلیون و دویست یاسید هزار تن را خودمان تولید و بقیه را وارد می کنیم. البته در ذرت سیلویی ۱۵ میلیون تن تولید می کنیم و خود کفاییم. یعنی تقریباً دو سوم مزارع ذرت کشور برای تولید ذرت سیلویی استفاده می شود. کلاً زراعت ذرت کشور حدود ۳۵۰ هزار هکتار بوده در سالهای اخیر که کم آبی فشار آورده است زارعینی که ذرت می کارند ابتدا در زمین خود گندم و بعد ذرت علوفه ای می کارند و آن را به برداشت دانه نمی رسانند برای همین در سالهای اخیر به موازات کمبود منابع آبی از سطح ذرت دانه ای کم شده و به علوفه ای تبدیل شده است. این ظرفیت خوبی است و ما ذرت سیلویی کافی برای دامداری ها داریم. ولی یک نظر هست که می گوید باید این سطح زراعت ذرت را مدیریت کنید و اگر می توانید محصولی با نیاز آبی کمتر و با قابلیت استفاده از آب سبز (بارندگی های زمستانه) جایگزین کنید و همانطوریکه ذکر شد محصولاتی مانند تریتیاله و جوی بدون پوشینه و ارزن های مختلف و برخی علوفه ای جدی مانند تاج خروس و ... که می توانند از آب سبز استفاده کنند و یا نیاز آبی کمتری دارند را توسعه می دهیم.

#### ■ آیا از تریتیاله آرد هم می گیرند؟

تریتیاله به تنهایی برای تهیه نان از نظر ارزش غذایی خوب است اما برای عمل آوری خمیر به دلیل آنکه گلوتن آن شل است، باید به نسبتی با آرد گندم مخلوط شود و یا گلوتن به آن اضافه کنند (گلوتن قسمت پروتئینی آرد گندم است که به آن خاصیت کشسانی و عمل آوری نان می دهد). در برخی مناطق هم اکنون نان تریتیاله تولید می شود و خیلی هم طرفدار دارد. این محصول می تواند در بهره وری آب به ما کمک کند. که الان هم زراعت آن در حال توسعه است. بویژه اینکه در اراضی کم بازده می توانیم این محصول را تولید کنیم. جایی که گندم قدرت رویش کمتری دارد.

#### ■ فقط آبی است یا دیم هم دارد؟

دیم هم دارد. موسسه تحقیقات دیم هم روی این محصول کار می کند. ما تریتیاله هایی هم داریم که دیم کشت می شوند به طوری که خیلی خوب به شما خصیل بدهد که این را شما می توانید برداشت و سیلو کنید. درصد پروتئینش هم خوب است.

خواهش می کنم با همکاران من در مورد این محصولات و خصیل آن ها و دیگر محصولات بوم سازگار مانند جو... صحبت کنید. جو در اصفهان این روزها که از بی آبی له می زند در تامین علوفه سبز و سیلویی نقش آفرینی کرده است و دامداران راضی هستند و از خصیلش برداشت می کنند. پروتئین بالا دارد و به اقتصاد کشاورزان





کمک می کند. جو محصولی است که آب کمتری مصرف می کند و وقتی هم علوفه آن را به دام بدهند می توانند در آنجا روی ذرت تمرکز نکنند و روی سیلاژ این محصولات تریپتیکاله و جو تمرکز کنند و نهایتاً خیلی به منابع آب فشار نیاورند و تقاضای آب خود را کاهش دهند. ■ **نسبت به ذرت خیلی آب کمتری**

**می خواهد؟**

بله حدوداً یک سوم میزان آب مورد نیاز ذرت، آب نیاز دارد.

■ **برای تریپتیکاله و جو الان به ازای هر تن چقدر آب مصرف می شود؟**

تریپتیکاله حدود ۲۵ درصد کمتر از گندم آب نیاز دارد و بنابراین بهره وری مصرف آب بیشتری دارد. یک سیکل به نژادی ۲۰۰۰ گندم شروع می شود. و بعد با شرایط مختلف غریال و در انتها دو یا سه نمونه برتر می مانند که پس از آزمون نهایی در مزارع کشاورزان بعنوان رقم اصلاح شده جدید معرفی می شود.

همانطوریکه که گفته شد علاوه بر محصولات کم آب بر تریپتیکاله و جو در گندم نیز هدف ما معرفی ارقام متحمل به کم آبی است و در این زمینه توفیقات خوبی داشته ایم مانند معرفی گندم «سیروان». گندم سیروان را گروه به نژادی گندم نان برای اقلیم معتدل کشور که مسئول گروه خودم هستم معرفی کرده است. گندم سیروان را برای ارتقای بهره وری مصرف آب معرفی کرده ایم البته برای مناطق معتدل، در حالیکه بواسطه همین خصوصیت خوب تحمل به گرما و کم آبی آن در مناطق گرم هم توسعه پیدا کرد. یک رقم گندم معمولی در شرایط معمول حدود ۷۵۰۰ متر مکعب در هکتار آب برای آبیاری نیاز دارد ما با کار به نژادی و معرفی ارقام متحمل این میزان نیاز آبی را به حدود ۵۰۰۰ متر مکعب تقلیل می دهیم. حال اگر همین رقم متحمل به کم آبی را با آبیاری دقیق مانند «آبیاری نواری یا تیپ» عمل بیاورید می توانید میزان آب مصرفی را تا حدود ۳۵۰۰ متر مکعب تقلیل دهید. یعنی حدود ۵۰ درصد صرفه جویی در مصرف آب در مقایسه با شرایطی که ما آب را غرقابی یا فارویی به زراعت می دادیم.

■ **سیروان برای کردستان است؟**

خیر من چون ارادت خاصی به آب و رودخانه سیروان داشتم نام آن را «سیروان» گذاشتم برای احترام به تقدس آب و البته این رقم متحمل به کم آبی است. از این دست ارقام ما زیاد معرفی کرده ایم و هم اکنون در عرصه های تولید گندم کشور نقش آفرینی می کنند مانند گندم زودرس بهارن که مقداری زودرس تر از سیروان است و یا گندم رخشان که در نظر آباد کرج ۱۲ میلیون و ۴۰۰ تن رکورد عملکرد داشته. یا اخیراً گندم طلایی را معرفی کردیم که بسیار زودرس می باشد و حداقل نیاز آبی را در طول دوره رشد دارد. در مناطق اقلیمی دیگر نیز همکاران من ارقام بسیار خوبی مانند گندم مهرگان، گندم حیدری و ... معرفی کرده اند.

■ **این گندم سیروان که گفتید در سرما هم مناسب است؟**

بله در سرما هم خوب است. در اقلید فارس که سرما اذیت می کند این رقم بهتر از حتی برخی ارقام زمستانه جواب داده است. گندم

برداری نماید و اگر نبود با قطع آبیاری یونجه را وارد فاز خواب تابستانه کند. پاییز بارندگی شد دوباره سبز می شود. اینکه میگویند یونجه زراعت آب بری هست به این دلیل است که یونجه در مناطق گرم کشور در تمام ۳۶۵ روز سال رشد می کند و باید آب بدهید البته خوب تولید چند چین علوفه می کند. گندم فقط ۷ ماه در زمین است. ما نمیتوانیم گندم را با یونجه مقایسه کنیم و بگوییم این ۷ هزار مترمکعب و این ۱۳ هزار متر مکعب یا بیشتر آب می خواهد. چون این یونجه برای کل سال است. یونجه همیشه در زمین است ولی یک مزیت هم دارد که در مناطق معتدل و سرد می توانید به آن خواب تابستانه بدهید.

ارزنها محصولاتی هستند که ۷۵ روز ۳۰ یا ۳۵ تن علوفه به شما می دهند. یعنی یک ظرفیت خدادادی بسیار خوب. دانه خشک هم حدود ۳ تن می دهند. الان ما دو سه نوع ارزن داریم. ارزن معمولی، ارزن مرواریدی، ارزن دم روباهی. الان در منطقه بشرویه در خراسان جنوبی و طیس می بینید ارزن کاری زیاد و چالش آب خیلی جدی تر است. ولی این ارزن به کشاورزان و دامداران کمک می کند و خیلی هم راضی هستند. هم علوفه آن و هم دانه اش را برای پرندگان و طیور استفاده می کنند. سورگوم هم شبیه ذرت است ولی در شرایط سخت تر قابلیت رویش دارد. یعنی اگر بتوانیم درصد بالایی از سیلاژ ذرت را با خصیل و سیلاژ این گیاهان جایگزین کنیم معنایش این است که درصد قابل توجهی از مزارع ذرتی را که داریم می توانیم به سمت تولید دانه ذرت ببریم و لذا تولید دانه ذرت را که در سالهای اخیر به ۱ میلیون و دویست هزار تن کاهش پیدا کرده است برگردانیم به حدود ۳ میلیون تن و در نهایت ۶ میلیون تن مابقی ذرت دانه ای مورد نیاز را وارد کنیم و به میزان ارزش تولید داخلی این محصول مهم از خروج ارز جلوگیری کنیم. جالب است بدانید بهره برداری دانه ذرت در ایران حدود ۹ تن در هکتار است و رکوردش حدود ۱۸ تن در هکتار است و متوسط برداشتمان تقریباً دو تن بالاتر از میانگین جهانی است. ولی خوب این زراعت تابستانه است و ما هم آب کافی برای تولید همه ذرت دانه ای مورد نیاز کشور نداریم. ■ **آیا واقعا ذرت بیشتر از گندم آب می**

**خواهد؟**

بله. ببینید اولاً که ذرت از لحاظ فیزیولوژی یک گیاه کاملاً متفاوت است گندم نصف دوره رویشی را در زمستان و با آب سبز می تواند دوام بیاورد و رشد کند و ممکن است در سالی آنقدر بارندگی باشد که نیاز به آبیاری نباشد. ولی ذرت گیاه تابستانه است و دقیقاً در فصلی

«طلایی» در مناطق معتدل گرم کشور یعنی جاهایی که آب نداریم و یا زارع به هر دلیلی مجبور می شود دیر زمین را بکار رقم کار سازیت. این رقم هم می تواند از آب کمتری استفاده کند. الان یکی از راهبردها، استفاده از پتانسیل علم ژنتیک، برای مدیریت بهره وری مصرف آب و استفاده از ارقام زودرس برای فرار از کم آبی است. یعنی شما فصل رویش را کوتاه می کنید که آب کمتری بدهید و محصول زودتر به دست آید. البته محصول مناسب و مورد رضایت زارع. لذا این ها جلوه هایی از استفاده از تنوع ژنتیکی خدادادی است که ذکر کردم.

در بخش ذرت و گیاهان علوفه ای در کشور ما الان صنعت گوشت و پروتئین توسعه پیدا کرده و البته در گذشته هم پدران ما با کشاورز بوده اند یا دامدار یا هر دو. یعنی هر خانواده ای چند تا دام داشت و کشاورزی هم می کرد. علوفه همیشه اهمیت داشته و حالا در دوره جدید که کشاورزی صنعتی و مجوزهای احداث دامداری زیادی داده شده و دامداری ماده اولیه اش دانه ذرت، جو، کنجاله سویا و سیلاژ ذرت است. تقاضا برای کنسانتره ذرت، جو، کنجاله سویا و نیز سیلاژ ذرت و علوفه های خصیل مانند جو و تریپتیکاله و یونجه و شبدر افزایش یافته است. البته در این قسمت کار کارشناسی انجام نشده است. باید دید ظرفیت تولید و آب کشور چقدر است و چقدر از نیاز این دامداری ها را پاسخ گو هست. بنابراین این علوفه خیلی مهم است. ذرت محصول بومی مان بوده ولی ما ارزن ها را در کشور داریم. یونجه که ایران یکی از خاستگاه هایش است و یونجه ایران معروف است. می دانید که یونجه بومی و همدانی و یونجه شمال غرب کشور و به طور کل یونجه های بومی ما بسیار جالب و معروف هستند و یکی از بهترین علوفه ها برای دام یونجه بوده و کسی هم نتوانسته بساط این زراعت را جمع کند. برخی به دلیل اینکه یونجه یک زراعت ۱۲ ماهه است و در تمام طول سال رشد دارد آن را محصولی با نیاز آبی بالا قلمداد می کنند. چون یونجه تا زمانی که آبیاری بشود رشد می کند و اگر آب ندهید رشدش متوقف ولی زنده می ماند و قابلیت رشد مجدد دارد. یعنی در تابستان می توانید یونجه را بخوابانید دوباره پاییز آب بدهید سبز می شود. سه چهار ساله هم هست. تا چهار سال و پنج سال می توان استفاده کرد و بعد باید دوباره از نو کشت شود. موسسه تحقیقات اصلاح بذر اخیراً یک رقم جدید یونجه معرفی کرد که ضریب خواب تابستانه اش عالی است.

یعنی باز برای بهره وری مصرف آب زارع می تواند پس از استقرار زراعت خوب در سال اول کشت هر وقت آب بسود به آن بدهد و چین

موسسه تحقیقات اصلاح بذر اخیراً یک رقم جدید یونجه معرفی کرد که ضریب خواب تابستانه اش عالی است. یعنی باز برای بهره وری مصرف آب زارع می تواند پس از استقرار زراعت خوب در سال اول کشت هر وقت آب بسود به آن بدهد و چین





می‌دهیم تا محصولات کم‌آبر جدیدی را به کشاورزان معرفی کنیم. حتی باقلا با درصد تانن کم اصلاح کردیم و دانه آن را دادیم واحد پرورش طیور و مقایسه کردند با دانه ذرت و هیچ کمبودی نداشته و آن را تولید می‌کنند که تا حدی جای کنسنتره ذرت را بگیرد. همانطوریکه که گفته شد محصولات دیگری مانند یونجه و شبدرهای متفاوت نیز در دستور کار بوده‌اند و ارقام متنوعی از آنها به کشاورزان معرفی شده است. شبدرهای مختلفی کار کردیم و می‌دانید که شبدر یکی از نعمت‌های خداست و یکی از علوفه‌های خیلی خوب است و علوفه سبز دامداران ما را می‌تواند تامین کند. برای مثال برنج کران در گیلان اگر بعد از برداشت برنج شبدر بکارند می‌توانند علوفه قابل توجهی تامین کنند. این‌ها ظرفیت‌هایی است که در عرصه زراعت کشور بالقوه وجود دارد.

در بخش دانه‌های روغنی مطابق آمار رسمی وابستگی زیادی برای واردات روغن خام، دانه روغنی سویا و نیز کنجاله سویا داریم، ما فقط در استان گلستان حدود ۷۰ هزار هکتار زراعت سویا داشتیم. به دلیل افزایش قیمت برنج کشاورزان به کشت این محصول روی آوردند و سطح سویا کاهش یافته است. کنگد مشکلی که دارد در ذات خودش کپسول‌های دانه وقتی از پایین بوته می‌رسند، کپسول‌های بالای بوته آن هنوز سبز است و یعنی مانند گندم نیست که خوشه یکبار خشک شود و شما بتوانید با ماشین برداشت کنید. برای همین نمی‌شود سویا را مکانیزه برداشت کرد. مضافاً اینکه به دلیل محدودیت ژرم پلاسما اغلب ارقام معرفی شده دارای کپسول‌های شکوفه هستند و زارع ناچار است این زراعت را برای جلوگیری از ریزش دانه هادستی برداشت کند. به طور کلی روغن کنگد مناسب‌ترین روغن برای سرخ کردن است چون درصد و ضریب تصعید آن بالاست. کنگد و گلرنگ بومی ایران است و در دشت‌های ایران گلرنگ وحشی را به عنوان یک خاردار و اذیت‌کننده می‌شناسیم. گلرنگ زراعی یک زراعت خوب است و گل آن را خیلی خوب می‌خرند و به عنوان افزودنی غذا و استفاده در صنعت غذا کاربرد دارد و دانه اش هم روغنی است و برای تولید روغن صنعتی و خوراکی می‌شود استفاده کرد. سویا یکی از زراعت‌های خوب ماست. آفتابگردان هم همینطور ارقام هیبریدی هم تولید می‌کنیم. آفتابگردان روغنی زمانی صفر شده بود ولی الان دارد توسعه پیدا می‌کند و سعی داریم در خوزستان و برخی مناطق گرم دیگر در زمستان کشت شود که از آب سبز استفاده کند. به طور کلی تلاشمان این است دانه‌های روغنی را توسعه دهیم، برای کلزا ارقام محتمل کشت تاخیری را معرفی کرده ایم یعنی اگر شما کلزای مناطق سرد را باید پاییز بکارید ولی اگر کلزاها را دیرتر هم کاشتید می‌توانند محصول بدهند. این می‌تواند به فصل آبی نزدیک بوده و از آب بهتر بهره برداری شود. ضمن اینکه کلزای بهاره ما خوب جلو رفته و نهایتاً در مغان و گلستان و مناطقی جنوب کلزای بهاره خوب جا افتاده و کلزایی که می‌کاریم بیشترش بهاره است ولی کلزای زمستانه ما زیاد توفیق نداشته است علت آنهم در قبل اشاره شد. در مناطق سرد و معتدل که

با کمک بخش اجرا، هم‌اکنون در حال توسعه زراعت‌های علوفه‌ای کم‌آب بر مانند سورگوم، ارزن‌های متفاوت، تریپیکاله و جو هستیم و روی محصولات علوفه‌ای جدیدی مانند گرامینه‌های زمستانه و تاج خروس علوفه‌ای کار تحقیقاتی انجام می‌دهیم تا محصولات کم‌آبر جدیدی را به کشاورزان معرفی کنیم

## ■ بازار خرید آن چگونه؟

بازار خریدش هم وجود دارد و دولت با سیاست خرید تضمینی محصولات اساسی تولید شده را از کشاورز تولید کننده می‌خرد. خود قیمت خرید تضمینی یکی از اهرم‌های اجرای الگوی کشت به حساب می‌آید. در هر صورت ذرت در کشور ما جا افتاده و در حالیکه بومی کشور ما نیست ولی محصولی آب بر است. البته ما الان ذرت‌های زود رس، متوسط رس و دیررس داریم. ذرت‌های دیررس مانند هیبرید ۷۰۴ که الان خیلی در کشور می‌کارند اگر با ذرت‌های میان رس و زود رس که کمتر آب می‌خواهند جایگزین شوند و یکی دو نوبت آب هم صرفه جویی کنیم خود یک برد است. الان ما ارقام میان رس را داریم توسعه می‌دهیم و خوشبختانه رقابت خوبی هم دارند و کم‌کم به طرف توسعه این نوع ذرت‌ها پیش می‌رویم. الان بذری داریم که به شرکت‌های خصوصی واگذار شده‌اند و رقیب ۷۰۴ به حساب می‌آیند و آب کمتری مصرف می‌کنند و کشاورزانی که می‌کارند آخر شهریور می‌توانند علوفه آن را برداشت کنند. در حالی که ذرت‌های دیر رس حدود ۲۰ مهر ماه قابلیت برداشت علوفه دارند و کشاورزهایی که ذرت‌های میان رس را بکارند سپس آن می‌توانند کلزای زمستانه بکارند. یعنی زمینشان برای کشت کلزای زمستانه جواب می‌دهد. ولی آنانی که ذرت‌های دیررس می‌کارند چون برداشت علوفه آنها به ماه مهر کشیده می‌شود، می‌توانند کلزای زمستانه بکارند چون برای کشت کلزای زمستانه دیر شده است و کلزای آنها در صورت عدم استقرار مناسب در اثر سرمای اوایل پاییز از بین می‌رود. استحضار دارید کلزای زمستانه عملکرد دانه حدود ۶ تا ۷ تن دارد و هم برای حاصل خیزی زمین و کنترل بیماری‌های زراعت گندم و ذرت مناسب است و هم به خود اتکایی در تولید روغن کمک می‌کند. در هر صورت با کمک بخش اجرا، هم‌اکنون در حال توسعه زراعت‌های علوفه‌ای کم‌آب بر مانند سورگوم، ارزن‌های متفاوت، تریپیکاله و جو هستیم و روی محصولات علوفه‌ای جدیدی مانند گرامینه‌های زمستانه و تاج خروس علوفه‌ای کار تحقیقاتی انجام

باید آن را بکارید که وارد چالش آبی می‌شویم و بارندگی‌ها قطع می‌شود و به دلیل افزایش دما تبخیر زیاد می‌شود و رودخانه‌های فصلی خشک می‌شوند. یعنی در مناطق معتدل و سرد از اردیبهشت و خرداد که ذرت کشت می‌شود به بعد تا اوایل مهرماه برای برداشت به صورت علوفه ای رشدش ادامه دارد و برای برداشت دانه ای هم تا آبان ماه رشدش طول می‌کشد که دقیقاً در این بازه زمانی در کشور ما که کشور نیمه خشکی است بارندگی وجود ندارد و منابع آبی در تنش قرار می‌گیرند. در مناطق گرم هم که در اواخر تیرماه تا اوایل مرداد کشت می‌شود قسمت اعظمی از فزونی این زراعت در دوره بدون بارندگی طی می‌شود و باید دید با کشت محصولات دیگری که از آب سبز استفاده می‌کنند مانند جو، تریپیکاله و با کشت محصولات علوفه‌ای با نیاز آبی کمتر تا چه حد میتوان نیاز به کشت ذرت را کاهش داد.

## ■ کشاورزان باید بالاخره از این آب استفاده کنند و گاهی به جای کشت غلات گیاهان جالبی می‌کارند. از نظر قیمتی آیا میتوان کاری کرد که کشاورز به جای کشت جالبی غلات بکارند؟

به موضوع روز اشاره کردید یعنی الگوی کشت. ما الگوی کشت توصیه شده داریم ولی وقتی روی آن قانون و مقررات تشویقی و تنبیهی گذاشتید میتوانستید آن سیاست‌ها را پیاده کنید. مثلاً در خراسان رضوی وقتی آب نیست باید کاری کنیم که خربزه کاری محدود بشود. بعد باید کشاورز را تشویق کنیم که زراعت‌های اصلی را تولید کند.

محصولاتی مانند غلات، دانه‌های روغنی، علوفه‌های کم‌آب بر بکارند. اگر ما کنگد تولید کنیم یعنی از وابستگی چهار میلیارد دلاری واردات روغن و کنجاله سویا کم کرده ایم. قرار است روی محصولات جالبی آب بر تعرفه ببندند که صادرات این‌ها دیگر مقرون به صرفه نباشد. در عوض روی آن محصولات اساسی و موثر در امنیت غذایی کشور نیز مشوق بدهند. مثلاً اگر شما کنگد کاشتید حق آبه را ۱۰ درصد به شما تخفیف بدهند. این سیاستی است که باید جواب بدهد.





کلزای زمستانه مورد نیاز است هر کسی که زمین دارد یا گندم می‌کارد و پشت بند آن ذرت علوفه ای می‌کارد و گندم را در تیر برداشت می‌کند و بعد ذرت می‌کارد و ذرت در مهر ماه به نتیجه می‌رسد و برای همین بعد از برداشت ذرت دیگر می‌ترسد کلزای زمستانه بکار د چون کلزای زمستانه را باید اول مهر آب داده باشید و در ۲۰ مهر استقرار کامل یافته باشد تا که سرما را بتواند تحمل کند. ما تلاش می‌کنیم که ذرت آن‌ها را عوض کنیم و کلزاهای مناسب بهشان بدهیم یعنی نظام تناوبی «گندم-ذرت علوفه ای - کلزا- ذرت علوفه ای» را اجرا کنند. این نظام تناوبی به نفعشان هم هست. خاکشان حاصلخیز، بیماری‌ها کنترل و بهره‌وری آب هم بهتر می‌شود.

چون کلزا ریشه‌اش عمیق است و خاک را برای زراعت گندم و ذرت حاصلخیز می‌کند. در حالی که گندم و ذرت بیماری فوزاریوم را توسعه می‌دهند و هر دو باهم سازگاری کمتری دارند. در مورد آفتابگردان روغنی که در سالهای اخیر یک هکتار هم کشت نمی‌شد و همه‌اش شده بود کشت آفتابگردان آجیلی چون سود خوبی هم دارد ولی آفتابگردان روغنی که مشتری آن فقط کارخانه‌های روغن‌کشی هستند حذف‌ارز ترجیحی باعث شد واردات روغن سخت شود و صرفه آن کاهش یابد. با واگذاری رقم هیبرید شمس که یک رقم روغنی است به بخش خصوصی و یک شرکت R&D در کرمانشاه، دو سال پیش ۶ هکتار بذر آن تولید شد و در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در خوزستان ۸۰۰ هکتار مزرعه تجاری و تولید دانه آن را کاشتند و خیلی هم راضی بودند و قرار است طی دو سال دیگر به سطح ۲۰ هزار هکتار برسد. همچنین در حال تلاش هستیم تا سوپراهم علاوه بر استانهای گلستان، مازندران و اردبیل (مغان) در استان خوزستان و استانهای غربی توسعه دهیم. در زراعت کنجد نیز با دستیابی به یک رقم خارجی با کپسول ناشکاف و تلاقی آن با ارقام داخلی این نوید ایجاد شده که بزودی ارقام تولید داخل متحمل به ریزش معرفی کنیم تا مکانیزاسیون برداشت این زراعت پا بگیرد و در آن صورت زراعت کنجد توسعه قابل توجه خواهد داشت و به افزایش ضریب خود اتکایی تولید روغن کمک خواهد کرد.

ما در بخش تحقیقات سبزی‌های زراعی و حبوبات آبی ۵ محصول سبزی فضای باز را در دستور کار داریم که عبارتند از: سیب زمینی، پیاز، گوجه فرنگی، بادمجان و فلفل و نیز انواع حبوبات آبی شامل لوبیاهای مختلف، ماش، پاج باقلا و نخود فرنگی را کار می‌کنیم.

در این بخش هم ارقام بسیار خوبی به کشاورزان معرفی شده است که میتوان به ارقام مختلف لوبیا قرمز، لوبیا چیتی و لوبیا سفید اشاره کرد. همچنین ارقام لوبیای سبز، و ارقامی از محصول ماش معرفی شده است.

همکاران ما روی پیاز سفید قم کار و رقم اصلاح شده جدیدی را معرفی کردند که تا ۱۵۰ تن در هکتار محصول دارد و متحمل به آفت تریپس هست و هفت ماه انبار مانی دارد. شرکت‌های خارجی این بذر را از ما می‌خواستند. همکاران روی گوجه فرنگی هم کار کردند و الان اولین گوجه‌های هیبریدی را به موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر برای طی مراحل ثبت داده ایم که به زودی معرفی می‌شوند. در محصول بادمجان

برای مناطق سرد از روی بذری که توزیع می‌شود حساب کردم تقریباً ۱/۵ میلیارد متر مکعب در آب آبیاری در سال صرفه جویی می‌کنند. این رقم‌ها خوب توسعه پیدا کردند و این یعنی بوم سازگار بوده‌اند و کشاورزان آنها را پسند کرده‌اند. چون زارع ما فهمید است و می‌فهمد کدام بذر کم آب می‌خواهد. البته ارقامی که برای مناطق گرم معرفی کردیم هم خوب هستند.

ولی بعضی خوب می‌درخشند و هر کشاورزی راضی است. البته توسعه زیاد این ارقام خوب هم، مساله است. چون اگر کل کشور با یک نوع بذر کشت شود و اگر بیماری اتفاق بیفتد کل کشت زیر سوال می‌رود. لذا باید ارقام مختلفی کشت شود که ضعف‌های هم را پوشش دهند. در دانه‌های روغنی تلاش می‌کنیم زراعت‌های فراموش شده و یا جدید را توسعه دهیم.

در علوفه‌ها روی آمارانت یا تاج خروس کار می‌کنیم. علوفه‌اش را وارد کشور کردیم. تاج خروس هم زیباست و هم علوفه است. میتوان آن را سیلو کرد و به دام داد.

دانه‌اش را کشورهای امریکای لاتین برای شیرینی پزی استفاده می‌کنند. همین کینوا هم از خانواده تاج خروس است. یک‌سری علف‌های زمستانه را هم وارد کار کردیم. موسسه اصلاح بذر با کاری که روی اصلاح بذر‌ها از بذر تا سفره مردم می‌کند سعی دارد موضوع امنیت غذایی را نیز همراهی کند. در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ با این که زمستان اصلاً بارندگی نبود و خشک بود و اکثر گندم دیم‌ها بین رفت ولی گندم آبی توانست جبران کند و محصول بدهد.

امیدواریم با تقویت برنامه‌ها و اعتلای سطح فعالیت‌ها و ارتباط بیشتر با عرصه و ایجاد تعادل در استفاده از منابع آب و خاک و تقویت مراکز تحقیق و توسعه و جلوگیری از تغییر کاربری‌های مخرب و بی‌حد و حصر بیشتر بتوانیم کنار مردم باشیم.

بدون تردید در هر جامعه‌ای که چراغ کشاورزی روشن باشد و مدیریت کلان کشور برای آن برنامه ریزی دقیق داشته باشد، امنیت وجود خواهد داشت.

**ما هم به سهم خود از تلاش‌های همه دست‌اندرکاران و مسئولان بخش کشاورزی برای افزایش بازدهی و راندمان آب در کشوری که با تنش آبی روبروست تشکر و سپاسگزاری می‌کنیم.**

نیز چند رقم اخیراً معرفی کردیم که در حال ترویج هستند. «کینوا» یکی از محصولات جدیدی است که موسسه وارد کشور و روی آن کار کرد و بومی امریکای جنوبی و لاتین هست از پرو و بولیوی وارد شده است. این گیاه در خاک‌های بسیار شور قابلیت تولید محصول و دانه دارد. الان کشاورزان این محصول را می‌کارند و در حال توسعه است. این محصول هم دارویی و هم غذایی است.

در مورد بانک ژن هم همانطوریکه در ابتدا گفته شد ایران تنوع ژنتیکی بالایی دارد و بانک ژن ملی گیاهی ایران یکی از ده بانک ژن مهم دنیاست. از لحاظ اهمیت ذخایرش و نه از لحاظ کمیت. البته از لحاظ کمیت هم در خاور میانه شماره یک هستیم. چون بیش از ۷۰ هزار نمونه ژنتیکی اینجا وجود دارد.

#### هفتاد هزار ژن اینجا هست؟

۷۰ هزار نمونه ژنتیکی و میلیاردها ژن. برای مثال آن خیارهای معطر قدیمی که دیگر در عرصه پیدا نمی‌شوند اینجا داریم و بذر آنها نگهداری می‌شود. ما ۱۷ هزار نمونه ژنتیکی گندم داریم.

یک گندم بومی داریم به اسم کاموت در خراسان. که در ایتالیا و اروپا مانند طلا ارزش دارد. چون این را میکارند و با آن نان درست می‌کنند.

در مورد بانک ژن ایران مرکز اصلی تنوع انواع غلات، سبزیجات، گیاهان روغنی، گیاهان صنعتی مانند پنبه و کتان و چغندر و در حوزه درختان میوه انار، زیتون، انگور، سیب، هلو، انجیر، آلو، گیلاس و... بحساب می‌آید. و از لحاظ ذخایر ژنتیکی این گروه‌های محصولی، غنی هستیم و نگهداری، احیا و آریایی این ذخایر ژنتیکی هم کارهای تخصصی هست که در بانک ژن انجام می‌شود.

در نهایت شایان ذکر است بگویم در کشور ما حدوداً در سال ۷۰۰ هزار تن از بذرهای ارقامی که موسسه معرفی کرده کشت و کار چه رسمی و چه غیر رسمی میشود. حدود ۲۵۰ هزار تن رسمی است، یعنی بذری که آزمون می‌شود و لیبل گواهی می‌خورد و یکسری هم خود مصرفی کشاورزان است که با یک حساب سر انگشتی ارزش آنها حدود ۵۰۰ میلیون دلار است.

یعنی بخواهیم آن را وارد کنیم باید ۵۰۰ میلیون دلار از اختصاص بدهیم. ما با اصلاح و تکنولوژی توانستیم حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد نیاز آبی گندم را کم کنیم. من دو رقم گندم «سیروان» برای مناطق معتدل و «پیشگام»



در کشور ما حدوداً در سال ۷۰۰ هزار تن از بذرهای ارقامی که موسسه معرفی کرده کشت و کار چه رسمی و چه غیر رسمی میشود. حدود ۲۵۰ هزار تن رسمی است، یعنی بذری که آزمون می‌شود و لیبل گواهی می‌خورد و یکسری هم خود مصرفی کشاورزان است که با یک حساب سر انگشتی ارزش آنها حدود ۵۰۰ میلیون دلار است





## راه حل های فوری جهت مقابله با کمبود آب آشامیدنی



مجید مطلبی



مدیر عامل شرکت فردا فن کامران

تصمیم گیرندگان در سطح وزارت نیرو و شرکت مهندسی آبفای کشور باید بپذیرند که هر شهر به مثابه آبکش بزرگ و بدون کنترل می ماند که اگر سیاست های مصرف آب در آنها به سمت مدیریت مصرف نرود، هرگونه تامین آب و با هر حجمی در راز مدت جوابگوی مصرف شهرها نخواهد بود.

راه حل بسیار ساده است: بکارگیری لوازم به روز کاهنده مصرف آب بدون کاهش راحتی مصرف کننده.

مثلاً برای شیر روشویی در منازل با بکارگیری آبفشان با حداکثر خروجی ۴ لیتر در دقیقه میتوان به مصرف بهینه آب دست یافت.



برای شیر روشویی در اماکن عمومی استفاده از آبفشانهای اسپری با خروجی ۲ لیتر در دقیقه با قابلیت خروجی ثابت در دامنه فشارهای ۰/۸ تا ۵ بار مناسبترین ابزار بهینه سازی مصرف میباشد.

زیر به سرعت به کار بسته شود:

۱- اجرای قوانین و مقررات در مصرف بهینه آب برای شیرآلات بهداشتی، سردوش ها و شلنگ های بهداشتی که وارد بازار می شوند.

۲- ساختمانهای جدید بر اساس مقررات بخش مربوط به مصرف آب در مقررات ملی ساختمان تجهیز شده و پس از راستی آزمایی مجوز پایان کار دریافت نمایند.

۳- مراکز عمومی شامل مدارس، دانشگاه ها، مراکز خرید، ساختمانهای دولتی و عمومی، فرودگاه ها و ... به سرعت به تجهیزات مصرف بهینه آب مجهز شوند.

۴- ساختمان های خصوصی، ساختمان های مسکونی، شهرک ها و اماکن شخصی ظرف ۱۲ تا ۲۴ ماه به اقلام مصرف صحیح آب تجهیز شوند.

چنانچه عزم ملی برای انجام چهار مورد فوق وجود داشته باشد، به جرأت می توان گفت که جامعه خود را با توجه به شرایط کم آبی به تدریج انطباق می دهد، البته اگر هیچگونه تعریفی از Day Zero (روز ته کشیدن منابع آب) برای هر شهری وجود نداشته باشد مشکلی به بزرگی شهر همدان گریبانگیر تک تک شهرهای ما خواهد شد.

بر اساس تعریف Day Zero بود که مسئولین شهر کیپ تاون در آفریقای جنوبی به کمک تجهیزات فناورانه شرکت نوپلر آلمان که بزرگترین سازنده این اقلام در سطح بین المللی می باشد، توانستند با برنامه ریزی دقیق خود راز فاجعه در امان بدارند. مسئولین مربوطه در شرکت های آبفا و همینطور

همانگونه که همه می دانیم کمبود آب در سال های اخیر مخصوصاً با تغییرات شرایط جوی در بسیاری از کشورها مسئله روز بوده است. کشور ما هم در این زمینه مستثنی نبود و با توجه به قرار گرفتن در ناحیه خشک، مناطق گسترده ای از آن درگیر مشکل کم آبی می باشد.

در این زمینه میتوان به گزارش WWF (صندوق جهانی طبیعت) استناد کرد که تهران را در رده سوم ۲۰ کلانشهر دنیا که دچار بیشترین تنش آبی در جهان هستند قرار داده است.

البته در این فهرست سه شهر از پنج شهر اول در هند و ردیف دوم مربوط به استانبول بوده است. شاید برای برخی سوال باشد که با وجود نزدیکی استانبول به دریا و هوای تقریباً مرطوب پس چرا استانبول در ردیف دوم قرار دارد.

البته ناگفته پیداست جمعیت زیاد در این ۲۰ کلانشهر دنیا، خود از عوامل تنش آبی در آن ها می باشد.

آب آشامیدنی با ارزش ترین منبع حیات در کره خاکی هست که بدون آن، هیچ گیاه، جانور، انسان و هرگونه موجودی نمی تواند زندگی کند.

متأسفانه آگاهی از اهمیت آن بر کسی پوشیده نیست، ولی همچنان در زمینه مصرف صحیح آن دچار بی مبالایی در بخش های وسیعی از روش های مصرف آن هستیم.

برای دستیابی به روش های کاربردی و کارآمد مصرف صحیح آب آشامیدنی، لازم است چهار اقدام



کننده های جریان حداکثر ۱۲ لیتری بر روی خروجی شیر و یا ورودی شلنگ توالت میزان متعارفی از مصرف آب بدون کاهش راحتی مصرف کننده را به کار گرفت.



برقراری جریان یکنواخت آب) بسیار موثر خواهد بود. در مورد شیرهای حمام با قرار دادن تنظیم کننده جریان ۹ لیتری در مسیر سردوش (بر روی خروجی شیر و یا ورودی سردوش) عملاً جریان ثابت ۹ لیتر در دامنۀ فشار ۰/۸ تا ۱۰ بار به دست خواهد آمد که بسیار مطلوب می باشد.



جهت جلوگیری از کاهش راحتی مصرف کننده در هنگام به کارگیری این محصولات بر روی شیر آلات، حتماً می بایست از تجهیزات نوین و کارآمد روز دنیا استفاده شود و به عنوان مثال همچنانکه پیشتر ذکر شد از تنظیم کننده های جریان با قابلیت خروجی ثابت در دامنۀ فشارهای ۰/۸ تا ۱۰ بار استفاده کرد.

تمامی موارد فوق را میتوان با اطلاع رسانی به مشترکین از مثلاً فاصله زمانی ۶ ماه زودتر شروع به استفاده کرد.

بدیهی است چنانچه مسئولین مربوطه بایک برنامه ریزی فوری نسبت به انجام آزمایش پایلوت در یک بخش شهر یا منطقه کوچک قابل ردیابی و تشخیص اثر بخشی اینگونه تجهیزات اقدام کنند، تأثیرات ملموس آن برای کارشناسان و تصمیم گیرندگان حوزه مربوطه به سرعت آشکار خواهد شد.

نکته مهم در این زمینه بهره گیری از تجهیزات با کیفیتی است که تأثیرات مثبت استفاده از آنها در بلند مدت مدنظر باشد.

البته برای خروجی وان در شیرهای حمام این عدد را می توان تا حداکثر ۱۵ لیتر در دقیقه (در مناطق بدون تنش آبی) افزایش داد. در مورد شیرهای توالت هم می توان با تنظیم



در شیر آشپزخانه نیز) با دست بالا گرفتن راحتی مصرف کننده) می توان آبفشان با حداکثر مصرف ۹ لیتر در دقیقه را نصب کرد. ذکر این نکته ضروری است که در شهرهای با تنش آبی بالا این عدد میتواند حداکثر ۶ لیتر در دقیقه لحاظ شود.



در نمونه آبفشان دو هسته ای به دلیل خروجی ثابت ۶ لیتر در دقیقه در دامنۀ فشارهای ۰/۲ تا ۵ بار عملاً میزان خروجی یکنواختی در فشارهای مختلف به دست می آید که این امر مخصوصاً در مجتمع های مسکونی و یا ساختمان های بلند مرتبه (به جهت







## آب و فناوری بهره گیری از تکنولوژی هسته ای در بخش کشاورزی



محمد برشان

نویسنده و پژوهشگر

فائو ۵۰ درصد محصولات کشاورزی قبل از رسیدن به دست مصرف کننده از بین می رود با استفاده از فناوری هسته ای می توان با پرتو افکنی از فساد در انبارها جلوگیری و مدت زمان ماندگاری آنها را طولانی کرد و وضعیت آب و خاک را رصد کرد. استفاده از فناوری هسته ای مانع از جوانه زدن محصولات و بذرها در انبارها می شود و بسیاری از بیماری ها و آفات قابل درمان است. در جهان امروز تاکنون ۱۰۰ محصول کشاورزی به صورت مقاوم درآمده اند و دانشمندان به کمک فناوری هسته ای قادرند بذرهایی بوجود بیاورند که هم محصول بیشتری بدهند و هم آب کمتری مصرف کنند و هم در برابر آب و خاک و سرما و گرما مقاوم باشند حتی می توان در مناطق کویری هم گیاهان مقاوم کاشت. ۸۰ درصد از اتلاف منابع آبی براساس آمارها به دلیل عدم استفاده از فناوری های پیشرفته آبیاری است.



براساس گزارش فائو  
استفاده از تکنولوژی  
هسته ای در بخش  
کشاورزی می تواند  
باعث افزایش تولید،  
کاهش تلفات، بالا رفتن  
ضریب امنیتی غذایی  
شود و در آینده ۹۰  
درصد نیاز غذایی جهان  
وابسته به این فناوری  
خواهد بود

با استفاده از فناوری  
هسته ای می توان با  
پرتو افکنی از فساد در  
انبارها جلوگیری و مدت  
زمان ماندگاری آنها را  
طولانی کرد و وضعیت  
آب و خاک را رصد کرد

افزایش تولید، کاهش تلفات، بالا رفتن ضریب امنیتی غذایی شود و در آینده ۹۰ درصد نیاز غذایی جهان وابسته به این فناوری خواهد بود. چون امکان توسعه سطح کشت به دلیل محدودیت شدید آب وجود نخواهد داشت و استفاده از تکنولوژی هسته ای بسیار شمر ثمر خواهد بود چرا که منجر به اصلاح گونه های مختلف می شود و گونه های جدید اصلاح شده محصول بیشتری تولید می کنند و در برابر آفات و بیماری ها مقاومت و با آب کم محصول بیشتری تولید خواهند کرد.

تاکنون بسیاری گونه های زراعی با استفاده از فناوری هسته ای اصلاح شده است. در شیلی کاکائو و قهوه اصلاح شده و به روش فناوری هسته ای کشت می شود. فائو در ازبکستان برنامه هایی را برای استفاده از ایزوتوپ های هسته ای برای جلوگیری از هدر رفتن آب در حین آبیاری اجرا کرده است. براساس گزارش

ایران در ردیف بالای جهانی هدر رفت آب قرار دارد. زیستگاه های آبی نابود شده، شیلات از بین رفته، گونه ها منقرض شده و سفره های آب پایین و پایین تر می روند، مشکل آب در ایران با پمپ و لوله وسد و کانال حل نمی شود. باید تغییرات جدی در فضای فکری مدیریت آب ایجاد و راهکارهای نوین اتخاذ شود.

توزیع جغرافیایی جمعیت، توانمندسازی کشاورزان و جوامع روستایی، تجدید نظر در توزیع محصولات، ایجاد تعاونی های محلی کشاورزی، ایجاد بازار آب، ایجاد حساب محیط زیستی، افزایش سطح آگاهی جامعه در مورد محیط زیست، آموزش و تولید ارقام کشاورزی کم مصرف با استفاده از فناوری های نوین از جمله راهکارهای اساسی برای مدیریت بهینه مصرف آب به شمار می آید.

براساس گزارش فائو استفاده از تکنولوژی هسته ای در بخش کشاورزی می تواند باعث





## اندازه گیر خودکار رسوب معلق رودخانه مبتنی بر فناوری اپتیک و طیف نوری\*

### ۱- شرح مختصر طرح

سامانه اندازه گیر خودکار رسوب معلق رودخانه مبتنی بر فناوری اپتیک و طیف نوری، با هدف تعیین سریع غلظت رسوب معلق طراحی و ساخته شده است. سامانه مزبور در تمام مطالعات هیدرولوژی، هیدرولیک، آبخیزداری و تعیین کیفیت آب کاربرد دارد. سامانه نهایی مشتمل بر دو قسمت گیرنده فرستنده مرئی و مادون قرمز روی ساختار آلومینیومی پیاده سازی شد.

گیرنده مرئی با توجه به میزان گذر مستقیم نور از مخلوط رسوبی و گیرنده های مادون قرمز، با توجه به بازپراکنش نور و نیز گذر نور، میزان غلظت را تعیین می کند. محل قرارگیری گیرنده ها و میزان نور فرستنده ها با انجام آزمایش ها و شبیه سازی های مختلف تعیین شد.

ساختار مرئی قابلیت تشخیص غلظت تا ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر و ساختار مادون قرمز قابلیت تشخیص غلظت تا ۴۰۰۰۰ میلی گرم بر لیتر را دارد و تشخیص استفاده از قسمت مرئی یا مادون قرمز در سامانه میکروکنترلر برنامه ریزی شده است.

این سامانه قابلیت اندازه گیری غلظت رسوبات معلق به صورت خارج از محل

(نمونه های تهیه و منتقل شده به محل تخمین با استفاده از لوله های آزمایش) و نیز به صورت مستقیم و در محل (نمونه های پمپ شده آب جاری حاوی رسوبات) را با ضریب همبستگی بیش از ۹۵ درصد داراست. سامانه به صورت مشخص از نیازمندی های وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و حتی صنایع مختلف مرتبط با آب و طبعاً در تمام ایستگاه های هیدرومتری مورد نیاز است.

### ۲- شرح دستاوردهای ویژه طرح

۱- فراهم سازی تخمین غیر مستقیم مستدام، مرتب و خودکار غلظت رسوب معلق.  
۲- ساخت تخمین گر خودکار با هزینه قابل قبول و در عین حال ساختار ساده و کارا.  
۳- قابلیت ساخت در اندازه ها و ابعاد و ظرفیت های مختلف و کاربرد در شرایط

متنوع.  
۴- نمونه برداری و تخمین سریع و مناسب از رسوب معلق در دامنه غلظت های متعارف و با حداقل نیاز به نیروی تخصصی.

۵- تهیه رسوب نمود بازه های زمانی و شرایط هیدرولوژیکی جریان مختلف و تحلیل فرآیندهای حاکم بر تولید رسوب در انواع بوم سازگان ها.



این سامانه قابلیت  
اندازه گیری غلظت

رسوبات معلق به صورت  
خارج از محل (نمونه های  
تهیه و منتقل شده به  
محل تخمین با استفاده  
از لوله های آزمایش) و  
نیز به صورت مستقیم  
و در محل (نمونه های  
پمپ شده آب جاری  
حاوی رسوبات) را با  
ضریب همبستگی بیش  
از ۹۵ درصد داراست

۶- زمینه سازی نمونه برداری و تخمین رسوب معلق در شرایط سیلابی و هم زمان با وقوع رگبار و بدون حضور کارشناس با اطلاع رسانی خودکار.

### ۳- برنامه های آتی برای توسعه طرح

۱- ساخت دستگاه با ابعاد کوچک تر و قابلیت کاربرد بالاتر.  
۲- بهره گیری از منابع انرژی مختلف و بهینه سازی بهره وری.  
۳- ساخت حمایتی دستگاه های بیش تر و واسنجی های منطقه ای.  
۴- ثبت اختراع، بازاریابی و نصب تعداد مناسب دستگاه در ایستگاه های هیدرومتری.

\* پژوهشگران: دکتر سید حمید رضا  
صادقی و دکتر وحیده السادات صادقی  
مرتبیه علمی: استاد و استادیار

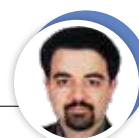
دانشگاه: دانشگاه تربیت مدرس و  
دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده: منابع طبیعی و فنی و  
مهندسی





## دستیابی به ارزش واقعی پایش رطوبت خاک با اتکال بر فناوری سنجش از دور



محمد فشایی

دکتری علوم و مهندسی آب دانشگاه  
فردوسی مشهد

### ب) روش های اندازه گیری رطوبت خاک

رطوبت خاک معمولاً به چهار روش ذیل قابل دستیابی است: ۱) مشاهدات میدانی (۲) مدلسازی عددی (۳) سنجش از دور (۴) داده گواری

با وجود اهمیت غیر قابل انکار رطوبت خاک در مطالعات منابع طبیعی، به دلیل دشواری در اندازه گیری های پیوسته از نظر مکانی و زمانی و پرهزینه و وقت گیر بودن اندازه گیری های میدانی، از این مشخصه تاکنون به طور گسترده در مدل های اقلیمی استفاده نشده است. پژوهشگران دریافته اند رطوبت خاک برای نشان دادن خشکسالی کشاورزی از بارش در شرایط خشکسالی مناسب تر است، زیرا ارتباط بیشتری با کاهش عملکرد محصول دارد. تغییر رطوبت خاک نقش کلیدی در مدل های هیدرولوژیکی و همچنین شاخص های خشکی داشته و دسترسی به یک بانک اطلاعاتی رطوبت خاک که از توزیع زمانی و مکانی مناسبی برخوردار باشد می تواند در برنامه ریزی آبیاری و همچنین مدیریت پدیده های زیان بخش جوی نقش موثری داشته باشد.

با وجود اهمیت غیر قابل انکار رطوبت خاک در مطالعات منابع طبیعی، به دلیل دشواری در اندازه گیری های پیوسته از نظر مکانی و زمانی و پرهزینه و وقت گیر بودن اندازه گیری های میدانی، از این مشخصه تاکنون به طور گسترده در مدل های اقلیمی استفاده نشده است



مقصود از تنش کاهش انحراف از فتوسنتز و تعرق و نهایتاً یک رشد نامحدود در عملکرد محصول می باشد.

تنش یا کمبود آب به شرایطی اطلاق می گردد که در آن سلول ها و بافت ها در وضعیتی قرار گرفته اند که آماس آن ها کامل نیست. دامنه تغییرات تنش آب از کاهش جزئی پتانسیل آب که فقط با دستگاه های اندازه گیری قابل ثبت بوده و در اواسط روزهای داغ آفتابی مشاهده می شود تا پژمردگی دائم و خشک شدن گیاه متغیر است. از آن جایی که رطوبت خاک منبع اصلی تامین آب مورد نیاز گیاه است لذا جلوگیری از بروز تنش آبی در گیاهان وابسته به پایش مستمر تغییرات رطوبت خاک است. رطوبت خاک یکی از اجزای اصلی چرخه آب در طبیعت بوده و در برنامه ریزی آبیاری و پایش و پیش بینی خشکسالی به ویژه در اکوسیستم های کم آب نقش کلیدی ایفا می کند.

### الف) رطوبت خاک و سلامت گیاه

انجمن ملی تحقیقات آمریکا، سلامتی مرتع را به عنوان درجه ای از عملکرد مطلوب و بی نقص خاک و اکوسیستم آن مرتع بر می شمرد. همچنین این انجمن پیشنهاد کرد سلامتی یک مرتع که در معرض ریسک قرار گرفته و یا از حالت سلامت خارج شده است باید بر مبنای سه معیار مختلف سنجیده شود: ۱) درجه پایداری خاک و حوزه آبریز، ۲) عملکرد چرخه غذا و انرژی، ۳) فعالیت مکانیسم های حفاظتی و بازایی این انجمن پیشنهاد کرد که لازم است این معیارها از طریق عواملی همچون مشخصه های سطح خاک (فرسایش و نفوذ)، سرعت تعرق یا فتوسنتز و همچنین نشانه های فیزیولوژیکی گیاه (تراکم، رنگ، سن، استحکام و ...) سنجیده شود.

به بیان دیگر سلامتی گیاه در گروی «فقدان تنش» بودن است که در این تعریف



رطوبت پروفیل خاک در ناحیه ریشه با استفاده از مدل های داده گواری توسعه یافته است.

دورسنجی رطوبت خاک با محدودیت هایی نیز همراه است. ضخامت بسیار کم لایه سطحی (۲ تا ۷ سانتی متر) که توسط ماهواره سنجش می شود، مقیاس بزرگ تصاویر ماهواره ای (حدود ۲۰ کیلومتر) و کیفیت پایین در شرایط خاص مثل پوشش گیاهی متراکم و کوهستانی بودن مناطق، جزو بزرگ ترین محدودیت های فعلی تکنیک های تخمین رطوبت خاک با استفاده از سنجش از دور هستند.

اندازه گیری رطوبت خاک با استفاده از امواج مایکروویو ویژگی های ذیل را در بر دارد: (۱) در تمام شرایط جوی امکان اندازه گیری وجود دارد

(۲) مستقل از روشنایی خورشید بوده و در طول روز یا شب امکان اندازه گیری وجود دارد (۳) وابستگی قوی میان اندازه گیری های مایکروویو و خصوصیات دی الکتریک خاک که تا حد زیادی وابسته به تغییرات میزان رطوبت در خاک است.

سنجش از دور مایکروویو فعال رطوبت خاک دارای مزیت اندازه گیری رطوبت خاک در مقیاس مکانی کوچک می باشد، به خصوص رادار روزنه مصنوعی که توانایی ثبت داده در سطح زمین در مقیاس مکانی کمتر از ۱۰ متر را داراست.

مطالعات متعددی طی سال های اخیر در خصوص تبدیل و واسنجی داده های رطوبت خاک تولید شده توسط سنجنده های مختلف که تصاویر مایکروویو را مخابره می کنند صورت گرفته است. برخی از پرکاربردترین سنجنده ها که در این مطالعات مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از: AMSR-E، AMSR۲، SMOS، AMSR و ... SSM، ASCAT

## ج) کاربرد فناوری سنجش از دور در پایش رطوبت خاک

تخمین های رطوبت خاک غالباً از سه منبع مایکروویو، نوری و حرارتی تامین می شود. اغلب الگوریتم های مبتنی بر رطوبت خاک ماهواره ای، متکی بر تصاویر مایکروویو غیرفعال، مایکروویو فعال، یا ترکیبی از داده های چندین سنجنده هستند.

داده های سنجش از دور در محدوده طیف مادون قرمز نزدیک که از آن ها به طور غیرمستقیم برای اندازه گیری رطوبت خاک استفاده می شود تحت تاثیر عواملی همچون ابرناکی، ذرات معلق در جو، پوشش گیاهی و ... قرار گرفته و از قدرت کافی برای نفوذ به سطح خاک و تعیین وضعیت رطوبتی آن برخوردار نمی باشد. در حالیکه تابش های مایکروویو دارای چنین محدودیت هایی نیستند. از سوی دیگر داده های مایکروویو رطوبت خاک غالباً دارای ابعاد پیکسل بسیار بزرگ (بیش از ۱۰ کیلومتر) هستند و این موضوع واسنجی و کاربرد آن ها را با مشکل مواجه می سازد.

مبانی محاسباتی رطوبت خاک به دست آمده از تصاویر مایکروویو غیرفعال بستگی به رابطه بین گذردهی خاک و مقدار آب در خاک دارد. روابطی تجربی وجود دارند که دمای روشنایی مایکروویو غیرفعال را به رطوبت خاک مرتبط می سازند. برای تخمین رطوبت خاک ناحیه ریشه، داده های رطوبت خاک مایکروویو می تواند با یک مدل سطحی مناسب پیوند داشته باشد.

در حال حاضر ماهواره های متعددی مانند ESA، SMAP، SMOS، ASCAT، AMSR و CCI وجود دارند که موفق شده اند با فاصله زمانی ۲ تا ۳ روزه بازبازی رطوبت سطحی خاک را ارائه کنند. با پیشرفت فناوری سنجش از دور و مدل های مبتنی بر رطوبت خاک، اندازه گیری رطوبت لایه سطحی خاک به تخمین

دید جامع و یکنواخت از نواحی مختلف زمین و تصویر برداری مکرر از مناطق وسیع و غیر قابل دسترسی به همراه اطلاعات با فواصل زمانی منظم و کاهش اثر فعالیت های میدانی بر محیط زیست، علاوه بر هزینه کم و سهولت تهیه داده ها از ویژگی های مهم سیستم های سنجش از دور است که جایگاه آن را در تعیین خصوصیات سطحی خاک مانند رطوبت، برجسته کرده است.

در حال حاضر با استفاده از سنجش از دور امکان تخمین رطوبت خاک یا میزان مواد مغذی موجود در برگ گیاهان به طور مستقیم وجود ندارد.

در عین حال ما می توانیم این اطلاعات را از اندازه گیری های سنجش از دور استخراج نماییم. آن گاه که انطباق بین داده های حسگر و ویژگی های اندازه گیری شده خاک و گیاه صورت می گیرد ما می توانیم در مورد شرایط نواحی وسیع تری که در مورد آن ها اندازه گیری زمینی واقعی انجام نگرفته باشد نتیجه گیری نماییم.

این عمل منجر به دستیابی به ارزش واقعی سنجش از دور یعنی توانایی در کسب اطلاعات بسیار وسیع با کمترین نیروی کار و در زمانی بسیار کوتاه می گردد.

مطالعات متعددی تاکنون به منظور ارائه روشی که بتواند به صورت غیرمستقیم تخمینی از رطوبت خاک ارائه نماید، انجام شده است.

دو انگیزه مهم در اغلب این مطالعات مستتر است: نخست آن که اندازه گیری میدانی رطوبت خاک دشوار و هزینه بر است و دیگری آن که پهنه بندی مکانی داده های نقطه ای رطوبت خاک که در ایستگاه های هواشناسی یا تحقیقات کشاورزی صورت می گیرد با خطا و عدم قطعیت زیادی مواجه است.



تخمین های رطوبت خاک غالباً از سه منبع مایکروویو، نوری و حرارتی تامین می شود. اغلب الگوریتم های مبتنی بر رطوبت خاک ماهواره ای، متکی بر تصاویر مایکروویو غیرفعال، مایکروویو فعال، یا ترکیبی از داده های چندین سنجنده هستند







## سامانه نانوحباب؛ سر آغاز یک تحول در تصفیه فاضلاب

### ■ روش کار سامانه نانوحباب:

ارزیابی عملکرد سامانه نانوحباب واتوکس در فرایند هوادهی سیستم های تصفیه بیولوژیکی فاضلاب به روش لجن فعال با خارج کردن بلوتر از مدار بهره برداری آغاز شده و هوادهی در راکتور شماره ۲ (پابلوت) توسط سامانه نانوحباب واتوکس انجام شد. مجموع انرژی مصرفی به منظور هوادهی راکتور شماره ۲ به میزان ۸ کیلو وات است که ۵۵ کیلووات آن متعلق به سامانه نانوحباب واتوکس و ۲۵ کیلووات آن متعلق به میکسر فاضلابی مورد استفاده است. با توجه به اینکه روش هوادهی توسط سامانه نانوحباب یک روش هوادهی با جریان آرام است، لذا به منظور معلق نگه داشتن محتویات راکتور هوادهی و جلوگیری از رسوب گذاری و تشکیل لجن در کف راکتور هوادهی و نیز اختلاط کامل فاضلاب ورودی با لجن فعال از یک عدد میکسر فاضلابی استفاده شد.

در مرحله راه اندازی، هوادهی توسط نانوحبابها و اختلاط به وسیله ی میکسر با رژیم جریان بسته انجام شد. نتایج پایش اکسیژن محلول در راکتور هوادهی موید تامین اکسیژن مطلوب در راکتور در زمان تشکیل فرایند بود. همچنین گزارش بیولوژی واحد کنترل کیفی شرکت فاضلاب تهران بیانگر وضعیت مناسب بیولوژی لجن فعال بود. پس از اطمینان کامل از تشکیل فرایند و شرایط پایدار در راکتور هوادهی مورد نظر، بهره برداری از سیستم با روال عادی صورت گرفت و کلیه پارامترهای فرایندی به صورت روزانه توسط آزمایشگاه اندازه گیری و کنترل شد.

### ■ مزایای استفاده از سامانه نانو حباب:

- ۱- تامین اکسیژن مورد نیاز فرایندهای بیولوژیکی حوض هوادهی
- ۲- راندمان بالای حذف COD, BOD و کدورت پایین پساب خروجی
- ۳- بهبود پارامترهای بهره برداری و کاهش حجم تولید لجن
- ۴- کاهش مصرف انرژی
- ۵- کاهش حجم تأسیسات و فضای مورد نیاز

### ■ سیدمرتضی احتشامی



معاون بهره برداری شرکت فاضلاب تهران

نانوحبابها همانطور که از نامشان معلوم است حبابهای گازی بسیار ریز در مقیاس نانو هستند که در داخل مایع حضور دارند. این حبابها ویژگیهای فیزیکی منحصر به فردی دارند که آنها را از حبابهای معمولی متمایز می کنند. از جمله مهمترین آنها می توان به پایداری طولانی مدت در داخل مایع به دلیل شناوری بسیار پایین و سطح باردار منفی اشاره کرد. کاربرد نانوحبابها در صنایع مختلف بسیار گسترده بوده و کارایی بسیار بالای آنها ثابت شده است. از دیگر ویژگیهای مهم حبابهای نانو می توان به عدم ترکیب آنها با یکدیگر اشاره کرد. با توجه به دستیابی شرکت نانو حباب انرژی به دانش فنی طراحی و تولید سامانه های تولید حبابهای بسیار ریز گازی و با توجه به سیاستهای کلان دولت در حمایت از شرکت های دانش بنیان و فناوری و راینی های انجام شده فیما بین ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ( معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری )، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور و شرکت فاضلاب تهران به منظور ارزیابی عملکرد سامانه نانوحباب واتوکس در تصفیه خانه های فاضلاب مقرر شد تا پایلوتی در تصفیه خانه فاضلاب قیصریه توسط شرکت دانش بنیان نانو حباب انرژی اجرا شود.

### ■ نانوحبابها و ویژگیهای آنها

سامانه های نانوحباب شرکت نانو حباب انرژی می توانند گاز را با راندمان بسیار بالا توسط یک فرایند خاص انتقال دو فازی به داخل مایع تزریق کنند. مزیت ویژه نانوحبابها نسبت به انتشار دهنده های مرسوم در اندازه بسیار ریز و فشار داخلی بالای آنها می باشد که سبب می شود تا مدت زمان زیادی را به صورت پایدار در داخل مایع بمانند و در نتیجه سبب انتقال بسیار موثر گاز به داخل مایع شوند. این حبابها شناوری بسیار پایینی دارند و به دلیل حرکت براونی می توانند در سرتاسر مایع پخش شوند.

### ■ کاربرد فناوری نانوحباب در تصفیه آب و فاضلاب

کاربرد نانوحبابها به دلیل توانایی هایی که در صنایع مختلف و به ویژه در صنعت تصفیه آب و فاضلاب دارند به سرعت در حال رشد است. فرایند هوادهی و اکسیداسیون یکی از مراحل مهم در عملیات تصفیه آب، پساب های

صنعتی و فاضلاب ها محسوب می شود. با تزریق هوا به داخل آب، ذرات معلق به صورت شناور در سطح آب قرار گرفته و جدایی شوند. همچنین ورود هوا به داخل آب باعث بهبود فعالیت های بیولوژیکی در تصفیه آب و افزایش میزان اکسیژن محلول در آب می شود. در اکثر روشهای انتقال جرم در تصفیه آب و فاضلاب از پخش کننده های گازی استفاده می شود که باعث انتقال گاز شده و از ساختار ساده ای نیز برخوردارند. به هر حال، تماس دهنده ها باید دارای ارتفاع نسبتاً عمیق و مساحت سطح عریضی باشند تا انتقال گاز به شکل موثری انجام شود. علاوه بر آن، پدیده گرفتگی پخش کننده و کانال عمودی حباب باعث کاهش کارایی تماس دهنده ها می شود. به استثنای پخش کننده های حباب مرسوم، روش های دیگری از قبیل همزن های توربینی، اژکتورها، ستون های پر شده و محفظه های پاششی نیز وجود دارند که تمام این روشها مزایا و معایب ویژه خود را دارند.



کاربرد نانوحبابها به دلیل توانایی هایی که در صنایع مختلف و به ویژه در صنعت تصفیه آب و فاضلاب دارند به سرعت در حال رشد است. فرایند هوادهی و اکسیداسیون یکی از مراحل مهم در عملیات تصفیه آب، پساب های صنعتی و فاضلاب ها محسوب می شود



## تجهیزات مدرن کاهنده مصرف آب



PCW-02 Regulators 1/2" for hand shower

رگولاتورهای با خروجی ثابت مناسب برای سردوش



PCA® Aerators for faucets

آبفشان های خروجی ثابت و ضد رسوب برای شیرآلات بهداشتی

**waterlimited!**  
SIMPLE SOLUTIONS

راه حل های ساده  
صرفه جویی در مصرف آب

تداوم زندگی با حفظ هر قطره آب



PCW-02 Regulators 1/2" for bib taps

رگولاتورهای با خروجی ثابت مناسب برای شیرهای شلنگی و شیر پیسوار



PCW-01 Washer Regulators 1/2" for shower hoses

رگولاتورهای با خروجی ثابت مناسب برای شلنگ های حمام و توالت

صرفه جویی در مصرف آب ، صرفه جویی در انرژی ، کاهش دی اکسید کربن  
با محصولات فردا فن کامران



# سامانه بیمه ایران من [my.iraninsurance.ir](http://my.iraninsurance.ir) را ببینید پرداخت خسارت در محل



۰۹۶۶۸  
مرکز پاسخگویی

بیمه ایران  
Iran Insurance



# شبکه فروش قدرتمند بیمه سرمد

با پشتوانه عظیم بانک صادرات ایران

بیش از ۱۰۰۰ نماینده فعال و ۳۹ شعبه در سطح کشور



بیمه سرمد بانک صادرات ایران

مرکز تماس ۲۴ ساعته ۱۵۱۶

[www.sarmadins.ir](http://www.sarmadins.ir)



# مدیریت منابع آب، خاک و انرژی با حمایت از توسعه‌ی کشت گلخانه‌ای



مركز ارتباط بيمار: ۰۲۱-۸۱۳۰۱۰۱  
اداره كل روابط عمومى و همكارى هاى بين المللى  
keshavarzibank  
www.bki.ir



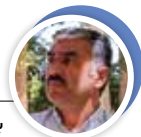


## قنات، فناوری سازگار با محیط زیست



زهره منتظر

راهنمای گردشگری، مسئول گردشگری  
پایگاه قنات زارچ



ابراهیم کاظم نژاد

باستان شناس، مدیر پایگاه میراث جهانی  
قنات زارچ، حسن آباد مشیر و دهنو

اگر بپذیریم که اصلی‌ترین جنبه فناوری، بالابردن کیفیت زندگی انسان و گسترش توانایی‌های اوست، بنابراین می‌توان از تکنولوژی قنات به عنوان یکی از کارآمدترین فناوری‌های انسان از دوران باستان تا کنون نام برد. هزاران سال پیش شرایط سخت آب و هوایی و معیشتی در مناطق کویری و کم باران، ایرانیان باستان را به سوی این فناوری و کشف علوم مرتبط با آن سوق داد و موفق به ابداع شیوه‌ای کارآمد و کم مصرف در انتقال آب از دل زمین به سطح آن شدند. مجاری‌ای که با شیب مناسب و بهره گرفتن از نیروی گرانش و همچنین استفاده از اصول و قواعد مهندسی خاص ایجاد شدند. این سیستم اثرات عمیقی در بهبود وضع معیشتی، ساماندهی اجتماعی و استحکام پایه‌های تمدن ایرانی در حوزه تمدن‌کاری بر جای نهاد تا جایی که از نقطه نظر کارشناس علوم اجتماعی یکی از ملزومات شناخت فرهنگ و تمدن دیرپای این مناطق شناخت همه جانبه قنات و نظام تولیدی وابسته به آن است. نوعی سبک زندگی اجتماعی، اقتصادی و سیاسی که حتی در نسل امروز نیز قابل ردیابی است. بنابراین قنات نه تنها روشی برای استحصال آب و آبیاری، که میراثی فنی و فرهنگی است.

کاربردی ترند. آب در تنوره انباشته شده و با توجه به ارتفاع آب در تنوره، انرژی پتانسیل ذخیره شده افزایش یافته و هنگام خروج از انتهای تنوره انرژی جنبشی زیادی تولید می‌کند که با فشار زیاد موجب چرخش پره‌های آسیاب می‌شود. چرخش پره‌ها منجر به چرخش سنگ روپین آسیاب شده و در نهایت دانه‌های غله مابین دو سنگ تبدیل به آرد می‌شوند. آسیاب‌های سنتی و قنات‌ها نقش مهمی در تامین امنیت غذایی مردم نیز داشته‌اند.

با وجود ویژگی‌های شاخص مهندسی و محیط‌زیستی قنات به عنوان تنها روش پایدار استخراج آب و همچنین نقطه کانونی پیدایش تمدن در برخی از نقاط جهان، متأسفانه در سالهای اخیر قربانی روندی شده که توسط مدرنیته به وجود آمده است. که منجر به خشک شدن بخش وسیعی از قنات و حتی کشت‌خاها شده است. در سال ۹۵ با در نظر گرفتن ظرفیت‌های تکنولوژیکی، فرهنگی و اجتماعی قنات، ۱۱ قنات که هر کدام دارای شاخصه‌ای خاص در بین دیگر قنات‌ها بودند به عنوان قنات‌های ایرانی به ثبت یونسکو رسیدند که یکی از آن‌ها قنات زارچ بود.

قنات زارچ علاوه بر داشتن عنوان طولانی‌ترین قنات ایران، دارای مشخصه دیگری نیز بود. این قنات متأسفانه به کنالی جهت دفع فاضلاب تبدیل شده و تقریباً به موت بود. با پیگیری‌ها و عملکرد برنامه‌ریزی شده پایگاه میراث جهانی قنات زارچ با همکاری شورای این قنات، اداره کل میراث فرهنگی، جهاد کشاورزی، شهرداری منطقه تاریخی و مردم محلی، این قنات مجدداً به چرخه حیات بازگشته و اکنون آب حیات بخش در گالری آن در جریان است. در شماره بعدی مجله مهرآب به تفصیل در مورد مراحل احیای این قنات و مرمت سازه‌های معماری وابسته به آن توضیح خواهیم داد.

ساختمان‌های عمومی استفاده‌شده به این شکل با تکنیکی ساده اما کارآمد از شهروندان سویل تا حدی در برابر گرما مراقبت به عمل آمد.

۲. موضوع دوم استفاده از آب برای تولید دیگر انرژی‌ها و استفاده از آن در صنعت است. پر واضح است، در صورتی که دنیا به همین روند ادامه یابد، وابستگی متقابل آب و انرژی در سال‌های آینده تشدید خواهد شد و پیامدهای مهمی برای امنیت انرژی و آب خواهد داشت. هر کدام از این منابع در بسیاری از مناطق به دلیل رشد اقتصادی، جمعیت و تغییرات آب و هوایی با تقاضاهای محدودیت‌های فزاینده‌ای مواجه شده‌اند. در گذشته علاوه بر قنات، سازه‌های وابسته به آن همچون آب‌انبارها، سدهای زیر زمینی و آسیاب‌ها نیز به عنوان روش‌هایی پایدار و بدون آلاینده‌گی جهت ذخیره و استفاده از آب به صورت صنعتی مورد استفاده قرار می‌گرفتند که با توجه به بحران‌های پیش رو لازم است تا در آنها نیز بازنگری صورت گیرد. در قدیم آب‌انبارها به عنوان ذخایر استراتژیک در زمان جنگ، تابستان و خشکسالی، استفاده می‌شده‌است.

درست است که امروزه منابع بزرگ ذخیره‌ای آب در هر شهری وجود دارد ولی به علت اینکه در روی زمین قرار دارند، خطرات زیادی آنها را تهدید می‌کند.

در آسیاب‌ها علاوه بر اینکه هیچگونه انرژی فسیلی یا الکتریکی استفاده نمی‌شده است، تولید آب خاکستری و فاضلاب، نیز صفر بوده و در تعامل کامل با محیط زیست عمل می‌کرده است. اساس کار آسیاب انرژی حاصل از آبی‌ست که از قنات به درون چاهی بنام تنوره هدایت می‌شود. منطق استفاده از تنوره در آسیابها، استفاده از رابطه معکوس بین سطح مقطع آب و فشار آن است. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد تنوره آسیاب، بیش از آنکه نمودی از هنر معماری مردمی باشند، در خدمت اهدافی

ویژگی‌های متمایز قنات در استحصال آب نسبت به روش‌های مدرن استخراج آب از سفره‌های زیر زمینی توسط پمپ‌های مکش و چاه‌های آرتزین باعث شده تا این تکنیک تعامل بالایی با طبیعت داشته و آب سفره‌های زیر زمینی را به روشی متعادل تخلیه سازد. عامل اصلی در ایجاد توازن بین سفره‌ها توسط قنات، نوسانات آبدی آن در دوره‌های ترسالی و خشکسالی است که باعث ایجاد تعادل پایدار منابع آب می‌گردد.

جداز بحث بحران آب که امروزه تمام دنیا با توجه به تغییرات آب و هوایی و گرم شدن کره زمین به نوعی با آن دست به گریبان هستند، بحران انرژی یکی دیگر از مسائلی است که با توجه به افزایش جمعیت جهان و تقاضای فزاینده برای انرژی، کم و بیش در نقاط مختلف جهان چهره خود را آشکار ساخته است. انرژی و آب به طور پیچیده ای به هم مرتبط هستند. تمام منابع انرژی (از جمله برق) در فرایند تولید خود به آب نیاز دارند: استخراج مواد خام، خنک‌سازی در فرایندهای حرارتی، در فرایندهای تمیز کردن، کشت و نیرو دادن به توربین‌ها.

بحران‌های پیش رو و چگونگی حل مشکل آنان توسط قنات را به دوشکل می‌توان مورد بررسی قرار داد:

۱. بهره برداری از منابع زیر زمینی آب با استفاده از پمپ‌های مکش با شرایط آموزشی علاوه بر صدمه‌ای که به منابع آبی وارد می‌سازد، مستلزم مصرف میزان قابل توجهی انرژی الکتریکی و یا سوخت فسیلی است که قطعاً تبعات زیست محیطی، آلودگی و تشویش اکوسیستم طبیعی را به همراه دارد. حال آنکه در قنات آب تنها با کمک نیروی گرانش زمین به سطح منتقل می‌شود و عاری از هرگونه تبعات منفی است. در موج گرمای شدیدی که اروپا در سال جاری (۲۰۲۲) تجربه کرد، در سویل اسپانیا از تکنیک قنات برای جابجایی آب و خنک ساختن معابر و





## دستی در خاک، دستی بر آتش



مارال منصوری

پژوهشگر قنات

### ■ موزه قنات شامل چه اشیایی است؟

موزه قنات مجموعه‌ای از ادوات کندوکاو در قنات و ابزار کار مقنن است که برای اولین بار در ایران این مجموعه فراهم آمده است. از انواع ابزار حفاری در قنات گرفته تا انواع چراغ ها، پیله سوزها، ابزار تراز کشی، جهت‌نمایی، انواع کلنگ‌های آبگیر کنی و کار کنی، بونه تراشی (سقف تراشی)، کلنگ میله چاه‌کنی، انواع دیلم، ادوات سنجش زمان و آب، بیلچه، وسایل پخت و پز مقنن و به طور خلاصه هر آنچه که در طول زندگی یک فرد مقنی در هنگام کار مورد نیاز و استفاده او بوده است در این مجموعه گرد هم آمده.

### ■ ایده ایجاد موزه قنات چگونه به ذهن‌تان رسید؟

از همان زمان کودکی که به همراه پدر، عموها و دایی خود در قنات کار می‌کردم و از آنها می‌آموختم همیشه در دل خود آرزو داشتم که روزی بتوانم ابزار و ادوات کار مقنن را جمع‌آوری کنم و نمونه‌های مختلفی از آن را داشته باشم. با گذشت زمان علاقه‌ام به این کار بیش‌تر شد و می‌خواستم دیگران را هم با دانش بومی قنات و این شغل سخت و طاقت‌فرسا و البته ارزشمند، آشنا کنم.

این فکر همیشه با من بود و در طی سفرهای بسیار به شهرهای مختلف ایران، هر کجا نمونه‌ای از ابزار کار که دارای قدمت و فن ساخت ویژه‌ای بود توجه مرا به خود جلب می‌کرد، تهیه می‌کردم و پس از مدتی توانستم از این طریق مجموعه کاملی از انواع ابزار آلات مورد استفاده مقنن را فراهم آورم.

تا این که سرانجام در سال ۱۳۹۸ و با همکاری اداره میراث فرهنگی شهرستان اردکان موفق به ثبت ملی ادوات حفر کاریز شده و

در باره فن حفر کاریز آنچه جالب توجه است توانایی و هوشمندی یک فرد مقنی است که در حقیقت بازیگر اصلی این ماجرا و پدیدآورنده‌ی آن چیزی است که همواره شگفتی‌آور است؛ قنات.

یک فرد مقنی جدای از کند و کاو در دل زمین و آموختن تمامی فنون مربوط به آن باید از آهنگری و ساخت ابزار، نجاری و طناب‌بافی هم سر رشته داشته باشد. مقنن پس از انجام کار در کنار قنات به آهنگری (چیلونگری) و ترمیم ابزار کار خود مشغول می‌شدند. بسیاری از بوکن‌ها (اقامتگاه موقت مقنن) مجهز به کوره و دم‌برای آهنگری بوده است. به همین دلیل شاید عنوان این نوشتار بتواند تا حدی گویای آن چیزی باشد که مقنن در طول زندگی پربار خود به آن مسلط بوده و از این دانش در راه آبادانی سرزمین ایران بهره گرفته اند؛ دستی در خاک و دستی بر آتش.

مجموعه گنجینه قنات اردکان مدتی است با فراهم آوردن ابزار آلات حفر کاریز در قالب موزه‌ی قنات نقش بسیار مهمی در شناساندن و معرفی این فن در بین علاقه‌مندان داشته است. به همین جهت گفتگویی با مدیریت این مجموعه انجام گرفته است که در ادامه از نظر می‌گذرد.

### ■ لطفا خودتان را معرفی کنید

اینجانب جواد قانع اردکان استادکار تجربی و از کارشناسان قنات در استان یزد هستم که از سن شش سالگی همراه با پدر خود استاد محمد قانع اردکان کار در قنات را آغاز کردم.

خانواده من به شغل مقنی‌گری اشتغال داشته‌اند و من جدای از پدر از آموزش‌های استادی مختلف در گوشه و کنار ایران بهره‌بردم. مرحوم استاد قاسم هاتفی که دایی

من بودند و مرحوم استاد علی مقنی باشپان از کارشناسان خبره قنات نقش ویژه‌ای در آموزش بنده داشته‌اند.

### ■ درباره گنجینه قنات برایمان بگویید

مجموعه گردشگری گنجینه قنات اردکان در شهر اردکان واقع در استان یزد از سال ۱۳۹۶ فعالیت خود را آغاز کرده است و شامل موزه قنات، مسیر قنات خشک و قنات آبدار است.



برای اولین بار در ایران توانستیم مجموعه‌ای خصوصی از ابزار کندوکاو در قنات را با عنوان موزه قنات یا موزه گنجینه قنات اردکان به نمایش بگذاریم.

#### ■ در مورد اشیای موزه بیش تر توضیح دهید

هر کدام از ابزاری که در موزه ی قنات قرار دارند به نوعی نشان دهنده چگونگی روند کار در قنات و نمایشی از هوشمندی، توانایی و خبرگی سازندگان آنها و کسانی است که این ابزار را به کار می گرفته‌اند. این ابزار در نگاه اول بسیار ساده هستند و شاید حتی کار کردن با آنها هم آسان به نظر برسد. اما در اصل این شکوه و شگفتی فناوری حفر کاریز است که با ابزار آلای ساده و محدود چنین سازه عظیم و پیچیده ای خلق شده است.

#### ■ اما این اشیای تنها محدود به ابزار حفر کاریز نمی شوند

بله همینطور است. چون داستان کاریزها به حفر آنها ختم نمی شود و پس از به دست آمدن آب و هدایت آن به شهرها و روستاها با نظام های پیچیده و گوناگون تقسیم بندی و سنجش حجم آب رو به رو هستیم که هر کدام نیازمند ابزار خاص خود است و در این مجموعه بخشی از اشیای به این موضوع اختصاص داده شده است. البته گفتنی است که نظام تقسیم آب و واحدهای اندازه گیری و مدار گردش آب در هر ناحیه مخصوص به خود است و به عوامل زیادی بستگی دارد اما در هر صورت بیشتر روستاها و شهرهای ایران در به کار گیری تعداد زیادی از این اشیای و ابزار مشترک هستند.

#### ■ آیا به هدف خود که آشنایی بیشتر افراد با حرفه مقنی گری بوده نزدیک شده اید؟

میتوانم این را با اطمینان بگویم که افرادی که از این مجموعه بازدید می کنند و با قنات و ابزار کار آن از نزدیک آشنا می شوند این مجموعه را با احساس و دیدگاه دیگری ترک می کنند. این موضوع هم سن و سال نمی شناسد و کودک و پیر و جوان پس از آشنایی با قنات نسبت به آن احساس مسئولیت می کنند و به پدیدآورندگان آن درود می فرستند. وقتی این بازخوردها را می بینم فکر می کنم به هدف خود نزدیک شده ام. چون قبل از هر چیز علاقه و توجه یک هموطن را به کاریز جلب کرده ام.

#### ■ سپاس که در این گفتگو شرکت کردید و با آرزوی موفقیت برای شما

من هم از شما تشکر می کنم و امیدوارم توجه به کاریزها و دانش و فرهنگ و آداب و رسوم نهفته در آن اولویت میراث دوستان و پژوهشگران باشد چرا که زندگی امروزمان و پایداری سرزمین ایران را مدیون کاریزها و گمنامانی هستیم که با کار طاقت فرسا در اعماق زمین از روزگاری دور به درازای تمام تاریخ ایران زندگی را بر ایمان ممکن کرده اند.







## سد زیر زمینی قنات بزرگ وزوان؛ اعجاز فناوری کهن



مارال منصوری

پژوهشگر قنات

از شهر میمه تا مظهر قنات، دیگری از خیابان شریعتی شهر میمه به سمت شرق ادامه دارد و محل آخرین رشته در جهت غربی تا پارک قدس شهر میمه حفر شده است.

به این ترتیب طول قنات با حساب رشته های دیگر آن در حدود چهل کیلومتر است. فاصله مظهر قنات تا سد یک کیلومتر، از بند تا آخرین حلقه چاه باز و موجود یک کیلومتر و یک کیلومتر آن در داخل شهر میمه قرار گرفته است. حلقه مادر چاه قنات وزوان در پای کوه سفید جوشقان قرار گرفته و در حدود هشتاد متر عمق دارد.

سد یا بند قنات وزوان در ۱۲۰۰ متری از صادر چاه و در عمق ۱۸ متری از سطح زمین قرار گرفته است. این سد در حقیقت یک دیوار سنگی در میان کوره قنات است که راه حلی قانع کننده برای جلوگیری از تخلیه ی ناخواسته آب می باشد. مقنن در میانه ی قنات، در قسمتی که بین محل آبرازی قنات (ترونها تیره کار) و محل انتقال آب (خشکون یا خشکه کار) است اقدام به ساخت سد کرده اند.

در این محل سه سد در کنار هم بسته شده که در حال حاضر دو سد آن متروکه ولی سد سوم فعال و مورد بهره برداری است. سد اول سد کهنی است که قراین نشان می دهد متعلق به دوران ساسانی است. مدتی بعد به خاطر فرو نشستن سد دومی در مقابل آن می بندند که از تاریخ احداث و سازندگان آن آگاه نیستیم. با پایین نشستن آب کوره قنات سد دوم، سد سومی در کنار این دو سد بسته شده که هم اکنون نیز فعال است. (صفی نژاد-کاریز در ایران)



**قنات کهن وزوان یکی از یازده قنات ایرانی است که همراه با سایر قنات هایی از شهرهای دیگر ایران در سال ۲۰۱۶ به ثبت جهانی یونسکو رسیده و در ردیف میراث متعلق به بشریت قرار گرفته است. آنچه این سازه عظیم را متمایز می کند ایجاد بند و سد زیرزمینی در مسیر گالری قنات و امکان ذخیره سازی حجم زیادی از آب در فصل سرد سال است.**

قنات وزوان در یک بستر سنگی حفر شده است و بیشتر طول کوره قنات دارای دیواره ها و سقف سنگی هستند. در بسیاری از نقاط از لاشه سنگ های عظیمی برای استحکام سقف استفاده شده که در اصطلاح به آن قوچ بندی می گویند. استفاده از این فن در بسیاری از نواحی کوهستانی که سنگ فراوان یافت می شود معمول و مرسوم است و از طرفی اجرای آن به استحکام هر چه بیش تر سازه قنات کمک زیادی کرده و از تخریب و بند آمدن آب در مسیر جلوگیری می کند. این قنات دارای سه رشته فرعی است که به موازات هم حفر شده اند. رشته ی اصلی تا پای کوه سفید جوشقان ادامه دارد. رشته ی دیگر

وزوان تاریخ کهنی دارد و اشاره به وجود کاروانسراها، قلعه ها و آب انبارها در منابع مختلف که تعداد محدودی از آنها اکنون به جای مانده اند گواه این مدعاست. از این میان قبرستان تاریخی وزوان متعلق به زرتشتیان و قنات بزرگ و کهن وزوان قابل توجه هستند. در قبرستان قدیمی وزوان سنگ قبرهایی مشاهده شده که به نظر می رسد قدمت بسیار زیادی دارند و قبل از اسلام هم وجود داشته اند. سنگ ها بدون کتابت و هر کدام دارای علامت هندسی ویژه ای هستند. قنات بزرگ و تاریخی وزوان نیز، هم از جهت قدمت و هم از جهت فناوری منحصر به فردش جای بحث و بررسی بسیار دارد.

قنات کهن وزوان یکی از یازده قنات ایرانی است که همراه با سایر قنات هایی از شهرهای دیگر ایران در سال ۲۰۱۶ به ثبت جهانی یونسکو رسیده و در ردیف میراث متعلق به بشریت قرار



آن با بستن دریچه های سد اقدام به ذخیره سازی آب می کردند. دریچه ها تا بهار سال آینده بسته می ماندند و از نیمه فروردین ماه با انجام مراسم مخصوصی به مرور باز می شدند. البته اشاره به این موضوع ضرورت دارد که زمان باز کردن دریچه ها بستگی مستقیم به حجم آب ذخیره شده در پشت سد، میزان بارندگی سالیانه و همینطور نیاز به آب تغییر می کند. گاهی در بیست و پنجم اسفندماه، گاهی در اوایل فروردین ماه دریچه ها گشوده می شده و در نهایت تخلیه آب پشت سد تا تیرماه ادامه داشته است.

برای رها سازی آب و باز کردن دریچه ها یک نفر میراب را که وظیفه ی اصلی و مخصوص او گشودن سد بوده است، با طناب و چرخ چاه به پایین می فرستادند. این کار با خواندن قرآن و در طی مراسمی ویژه انجام می شده است که متأسفانه از کیفیت و چگونگی برگزاری آن در دوره های پیش از اسلام اطلاعی در دست نیست. برای هر بار باز کردن و برای هر کدام از دریچه ها همین مناسبات انجام شده و در نهایت با دلمی بزرگ سنگ تخت یا دریچه تخت را می گشودند. به طور معمول در فصل بهار، هنگامی که مزمار نیاز به آبیاری دارند از قسمت خشکون وارد قنات شده تا به سد برسند. سپس حفره های بالایی را باز و به آب اجازه خروج می دهند. اگر ابتدا حفره های پایینی باز شوند ممکن است سد در برابر نیروی ناگهانی آب در هم شکسته شده و مسئول باز کردن آب بند هم غرق شود. به همین دلیل دریچه ها یا هله ها به درستی و به ترتیب از بالا به پایین گشوده می شوند. بعد از باز شدن اولین دریچه صبر می کنند تا سطح آب به زیر دریچه پایینی برود تا نوبت به گشودن دریچه بعدی بشود. به این ترتیب تمام خروجی ها باز شده و آب ذخیره شده در پشت سد تخلیه می شود. این روش آبیاری و بستن آب در قنات به وسیله بند و ساخت سد زیر زمینی در مسیر کوره قنات تأثیر بسیار مطلوبی در ذخیره سازی آب و مدیریت آن در طول سال دارد. تا سال ۱۳۶۶ از پشت سد به شکل سنتی بهره می گرفتند ولی در این سال جهاد سازندگی محلی که به تعمیر این قنات پرداخت تمام دریچه های سنتی سد را مسدود و بر روی دریچه تخت یا مظهر درون قنات دو شیر فلکه بزرگ نصب نمود که بستن یا باز کردن آن با برنمه نیاز زارین انجام می گیرد و مقدار آب مورد نیاز به دلخواه کم و زیاد می شود. (صفی نژاد- کاریز در ایران).

با وجود قدمت زیاد و فناوری کم نظیر سد قنات کهن وزوان مطالعات و پژوهش های انجام شده کافی به نظر نمی رسد و با توجه به مشاهدات میدانی نگارنده بررسی های علمی و دقیق در سازه قنات و نظام آبیاری و همچنین آداب و رسوم و مردم شناسی آن لازم و ضروری است.

۹ متر دارد و تمام آن از سنگ است. محل ذخیره آب شامل هفت متر ارتفاع و بیش از دو متر و چهل سانتی متر از دیواره سد در داخل سنگهای سخت استحکام بخشی شده است.

سنگچین دیواره سد جدای از آن که با گذشت نزدیک به سه هزار سال همچنان استوار و پا بر جا است نمایشی از هوشمندی و خبرگی مقنیان باستان است. قطعات سنگ با دقت انتخاب شده و برای پیوستگی کل آن از گچ مخصوصی استفاده کرده اند که در اصطلاح محلی به آن گچ چارو می گویند و به احتمال زیاد همان ساروج است. بر روی دیواره سد هفت دریچه یا خروجی وجود دارد که پنج دریچه قابل مشاهده است. در اصطلاح محلی به دریچه ها هله (Hole) می گویند. پایین ترین و اولین دریچه که نزدیک به کف کوره قنات است را هله تخت یا دریچه تخت یا دریچه بند قنات می نامند و دریچه بالای آن دریچه روی تخت نام دارد. آخرین دریچه در بالای سد برای کنترل حجم آب پشت سد بوده و حکم سر ریز را دارد تا در صورت لزوم از فشار آب کاسته شود.

در حقیقت می توان دریچه تخت یا هله تخت را مظهر زیر زمینی قنات وزوان هم به حساب آورد. پس می شود گفت قنات وزوان دارای دو مظهر یکی در زیر زمین و در پایین سد و یکی در سطح زمین و در جاییکه آب از قنات خارج می شود است. در اصطلاح مقنیان مظهر درون قنات را مظهر کور و مظهر واقع در سطح زمین و جایی که آب افتابی می شود را مظهر روشن می گویند. آقای حسینعلی طاحونه دیرباز نشسته فیزیک واز محلیان شهر وزوان است که اطلاعات جالبی درباره قنات وزوان دارد. او اشاره می کند که در سیصد متری بالای سد سه شکاف هر کدام به فاصله بیست متری وجود دارد که یکی از آنها دارای آب گرم، یکی دارای آب ولرم و دیگری دارای آب سرد بوده است. او در سال ۱۳۳۴ در قنات مشاهده کرده است که آب از کف زمین مشابه چاه های آرتزین فوران می کند و گسلی باعث جدایی رشته آب سرد و گرم شده است. هنگامی که لازم است جریان آب به طور موقت مسدود شود به خصوص در فصل زمستان دریچه ها را پر می کنند و در نتیجه آب در پشت بند ذخیره و نگهداری می شود. دریچه ها از درون با چوب، پارچه و خاک رس بسته می شدند. در گذشته مسدود کننده اصلی کوزه ای سفالی بود که به دور آن پارچه می پیچیدند و به هنگام باز نمودن دریچه با ضربه زدن چوب دستی به درون کوزه آن را شکسته و آب از دریچه مورد نظر با فشار جاری می گردید. (صفی نژاد)

از اوایل آذر ماه و با شروع روزهای سرد سال و نیاز کمتر به آب و برای جلوگیری از هدر رفت



سد یا بند قنات وزوان در ۱۲۰۰ متری از مادر چاه و در عمق ۱۸ متری از سطح زمین قرار گرفته است. این سد در حقیقت یک دیوار سنگی در میان کوره قنات است که راه حلی قانع کننده برای جلوگیری از تخلیه ی ناخواسته آب می باشد.

مقنیان در میانه ی قنات، در قسمتی که بین محل آبرای قنات (تروپ یا تره کار) و محل انتقال آب (خشکون یا خشکه کار) است اقدام به ساخت سد کرده اند

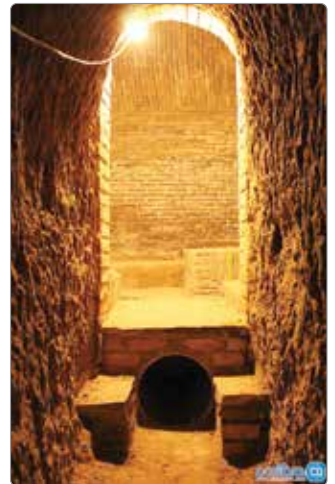
سنگچین دیواره سد جدای از آن که با گذشت نزدیک به سه هزار سال همچنان استوار و پا بر جا است نمایشی از هوشمندی و خبرگی مقنیان باستان است. قطعات سنگ با دقت انتخاب شده و برای پیوستگی کل آن از گچ مخصوصی استفاده کرده اند که در اصطلاح محلی به آن گچ چارو می گویند و به احتمال زیاد همان ساروج است

در سیصد متری بالای سد سه شکاف هر کدام به فاصله بیست متری وجود دارد که یکی از آنها دارای آب گرم، یکی دارای آب ولرم و دیگری دارای آب سرد بوده است

از اوایل آذر ماه و با شروع روزهای سرد سال و نیاز کمتر به آب و برای جلوگیری از هدر رفت آن با بستن دریچه های سد اقدام به ذخیره سازی آب می کردند. دریچه ها تا بهار سال آینده بسته می ماندند و از نیمه فروردین ماه با انجام مراسم مخصوصی به مرور باز می شدند.

در بررسی های انجام شده اخیر به نظر می رسد سد اصلی همان سد فعالی است که امروز هم مورد استفاده و بهره برداری قرار دارد و دو سد دیگر به نوعی به عنوان سد کمکی ساخته شده اند. بر دیواره های قنات و بر روی سنگ های سد آثاری از دوده و سیاهی به چشم می خورد که در بعضی منابع هم به آن اشاره شده است و دلیل آن را روشن کردن آتش برای استحکام سازه قنات ذکر کرده اند. در صورتی که مشاهدات میدانی احتمال تجمع و همنشینی میراب ها در فضای پشت سد در زمان خالی بودن آن و یا برگزاری مراسم و آیینی ویژه و آفرودختن آتش های بزرگ و مشعل ها در تاریکی زیر زمین بسیار قوی تر است.

سد زیرزمینی قنات وزوان ارتفاعی در حدود







## سامانه پایش، پیش بینی و مدیریت سیل و خشکسالی در سطح کشور (پیک باران)

### ■ شرکت دانش بنیان دیده بان توسعه پایدار

آب منطقه ای پوشهر) در سال ۱۳۹۳ منتشر گردید و متعاقباً نرم افزار تحت اندروید این سامانه که یک رابط کاربری برای اهداف پایش، پیش بینی طولانی مدت و مدیریت سیل و خشکسالی نیز طراحی و تولید شد.



این نرم افزار در عین سهولت کاربرد، اطلاعات بسیار ارزشمندی را در اختیار طیف وسیعی از مدیران، برنامه ریزان و کارشناسان قرار می دهد. نرم افزار پیک باران اطلاعات علمی قابل توجهی از وضعیت خشکسالی در گذشته، اکنون و آینده را در حداقل زمان ممکن در اختیار کاربران قرار می دهد. مدت زمان پیش بینی ها تا ۱۲ ماه آینده است. این دوره طولانی مدت پیش بینی با دقت بالا، امکان برنامه ریزی های کلان در زمینه مدیریت منابع آب و کاهش خطرات خشکسالی و سیل را فراهم می سازد.

در واقع بر اساس اطلاعات پایش و پیش بینی شدت خشکسالی ها، پیشنهادات فنی متناسب با منطقه مورد بررسی، جهت مدیریت شرایط خشکسالی یا ترسالی ارائه می گردد.

برای پیش بینی شدت خشکسالی یا ترسالی، حجم بسیار زیادی از اطلاعات اولیه داده کاوی شده و با استفاده از روش های مختلف مبتنی بر هوش مصنوعی، مدلسازی پیش بینی ها در هر ایستگاه هواشناسی (یا باران سنجی) انجام می شود.

سیل و خشکسالی از بلایای طبیعی پرمخاطره و دو روی یک سکه هستند. خشکسالی یکی از پدیده های معمول و قابل تکرار اقلیم است که تمام بخش های مختلف اکوسیستم و جامعه را تحت تأثیر قرار می دهد (۱، ۲، ۳). از طرف دیگر، معمولاً وقوع ترسالی ها منجر به ایجاد سیلاب می گردد. خشکسالی پدیده پیچیده ای است که تعریف و شناخت آن برای افراد مختلف متناسب با تخصص های گوناگون بعضاً متفاوت است (۴). خشکسالی و سیل مانند هر بلای طبیعی دیگری نیازمند مدیریت می باشد و مانند سایر بلایا نیازمند یک سیستم پیش هشدار (Early warning system) است که این سیستم شامل چهار عنصر اصلی پایش و پیش بینی (Monitoring and Forecasting)، دانش ریسک و یا خطر (Risk knowledge)، انتشار اطلاعات (Disseminating information) و همچنین پاسخ (Response) یا اقدامات اجرایی کاهش خطر است (۶، ۷، ۸، ۹). باید توجه داشت که علی رغم خسارت های بسیار زیاد خشکسالی و سیل، سیستم های پیش هشدار آن ها مخصوصاً در رابطه با خشکسالی، جزء ضعیف ترین سامانه ها نسبت به انواع توسعه یافته برای سایر بلایای طبیعی محسوب می گردند که این ریشه در پیچیدگی مسئله خشکسالی چه از نظر تعریف، پایش، عواقب و پیامدهای محیطی و اجتماعی آن و همچنین پیش بینی آن دارد (۴، ۵). هر چند که تلاش های گسترده ای در زمینه پایش این بلایا صورت گرفته است، اما بررسی ها حاکی از آن است که خصوصاً در رابطه با پیش بینی و آن هم پیش بینی میان مدت و بلندمدت هنوز چالش های بسیاری وجود دارد. البته باید در نظر داشت که همیشه بین پیش بینی دقیق و همچنین زمان کافی برای پیش بینی یک حالت تعادل (Trade-off) وجود دارد، به طوری که با افزایش دقت پیش بینی ها، زمان پیش بینی به شدت کاهش می یابد و از طرف دیگر با افزایش زمان پیش بینی، به طور قابل توجهی دقت پیش بینی ها کاهش می یابد (۹).

شرکت دانش بنیان دیده بان توسعه پایدار بر اساس اصول علمی، موفق به ارائه نرم افزاری قابل نصب بر روی گوشی های هوشمند برای پایش، پیش بینی بلند مدت و مدیریت سیل و خشکسالی شده است. تحقیقات پایه این سامانه در سال ۱۳۸۹ شروع و سپس اولین نتایج آن در استان های فارس و پوشهر (با حمایت شرکت سهامی

## کاربردهای نرم افزار پیک باران در مدیریت منابع آب:

- مدیریت کلان منابع آب
- پیش بینی تولید نیروی برق آبی
- برنامه ریزی به منظور مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، صنعت و شرب
- پیش بینی و مدلسازی تغییرات دبی رسوب ورودی به پشت سدها
- پیش بینی اعتبارات خشکسالی و توزیع آن
- کاهش قابل توجه خسارات ناشی از خشکسالی در سطح کشور
- برنامه ریزی الگوی کشت به منظور تامین امنیت غذایی و امنیت آبی

## منابع:

- Shi X, Ding H, Wu M, Shi M, Chen .1 A comprehensive .F, Li Y, Yang Y drought monitoring method integrating .e135600:10 multi-source data. PeerJ Drought .(2022). Muller.M., Bahn, M.2 legacies and ecosystem responses to subsequent drought. Global Change Issue17, Biology, Volume28 Niaz R, Almazah MMA, Hussain .3 I, Faisal M, Al-Rezami AY, Naser MA A new comprehensive approach .2022( for regional drought monitoring. ENVIRONMENTAL SCIENCE Pandey, A., Khobra, R., Masthigowda .4 H., Wadhwa, Z., Krishnappa, G., Singh, Elucidating» .(2022). G., Singh. G. P the Drought Responsiveness in Wheat .3957:7.no, 14 Genotypes» Sustainability .de Jager, A; Corbane, C., Szabo, F .5 Recent Developments in Some .(2022) Long-Term Drought Drivers. Climate .31, 10. Lellyett, S.C; Truelove, R.N; Huda, .6 A.K.S. Improving Early Warning of ,2022 Drought in Australia. Climate .91, 10. Yildirim, G.; Rahman, A.; Singh, .7 Bibliometric Analysis of .(2022). V.P. A Drought Indices, Risk, and Forecast as Components of Drought Early Warning .253, 14, Systems Kousari, M.R.; Hosseini, M.E.; .8 .2017( .Ahani, H; and Hakimelahi, H Introducing an operational method to forecast long-term regional drought based on the application of artificial intelligence capabilities. Theoretical and .380-127:361. Applied Climatology Grasso, V.F. and Singh, A., Early .9 warning systems: State-of-art analysis United ,(2011) and future directions .Nations Environment Programme



آگاهی از وضعیت فعلی و آینده منابع آب دریافتی، سرعت عمل در مدیریت شرایط سیل و خشکسالی را به طور قابل توجهی افزایش می دهد. خروجی های این سامانه در قالب یک نرم افزار کارشناسی و مدیریتی ارائه می گردد و اطلاعات بسیار مفیدی از وضعیت خشکسالی یا ترسالی در حداقل زمان ممکن در اختیار کارشناسان و مدیران قرار می دهد. این نرم افزار گزارش هایی که نیاز به صرف وقت زیادی دارند را در حداقل زمان ممکن در اختیار کارشناسان و مدیران قرار می دهد و بر روی گوشی های هوشمند به راحتی قابل نصب و استفاده است.

اطلاعات دریافتی از این نرم افزار به عنوان اطلاعات پایه بسیاری از فعالیت های مدیریتی است که بر اساس این اطلاعات سرعت واکنش به تهدیدها و فرصت ها به طور قابل توجهی افزایش می یابد.

## قابلیت های نرم افزار پیک باران:

- اولین سامانه با قابلیت پیش بینی بلندمدت (۱۲ ماه آینده) خشکسالی و ترسالی بر اساس توانایی های هوش مصنوعی

- به کارگیری قابلیت روش های داده کاوی مبتنی بر هوش مصنوعی و برتری این روش ها به روش های حل عددی در پیش بینی های طولانی مدت

- تطابق بالای پیش بینی های طولانی مدت با واقعیت

- نرم افزاری کاملاً کاربردی، جدید، علمی و تخصصی با محیطی کاملاً ساده و کاربر دوست (User Friendly)

- مشاهده نتایج پایش و پیش بینی کوتاه مدت، میان مدت و طولانی مدت شدت ترسالی و خشکسالی منطقه مورد نظر در قالب نقشه ها و نمودارهای سری های زمانی

- پایش شاخص خشکسالی SPI در مقیاس های زمانی ماهانه (۱، ۳، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴ ماهه)، سالانه، و همچنین شاخص دهک ها

- قابلیت اضافه کردن سایر شاخص های خشکسالی مانند SPEI, RDI, SDI, GRI و همچنین شاخص های خشکسالی مبتنی بر شاخص های پوشش گیاهی NDVI, VHI, VCI نظیر

- مشاهده نتایج پایش و پیش بینی در مقیاس های زمانی مختلف به صورت نقشه های نقطه ای، طبقاتی، شبکه ای و نمودار سری زمانی و امکان خروجی گرفتن از آن

- امکان خروجی گرفتن و ارائه نتایج با فرمت های متنی (txt, xls,xlsx) و فرمت های ذخیره سازی و نمایش داده های مکانی (geotiff.shp,kml,kmz)

- ارائه توصیه های فنی و کارشناسی بر اساس نتایج پایش و پیش بینی، تفسیر نقشه ها برای مدیریت سیل و خشکسالی

- با پشتوانه علمی مقالات ارائه شده در مجلات معتبر بین المللی (ISI)





## نقش سامانه یکپارچه مدیریت هوشمند آب و کشاورزی در افزایش بهره‌وری منابع آب

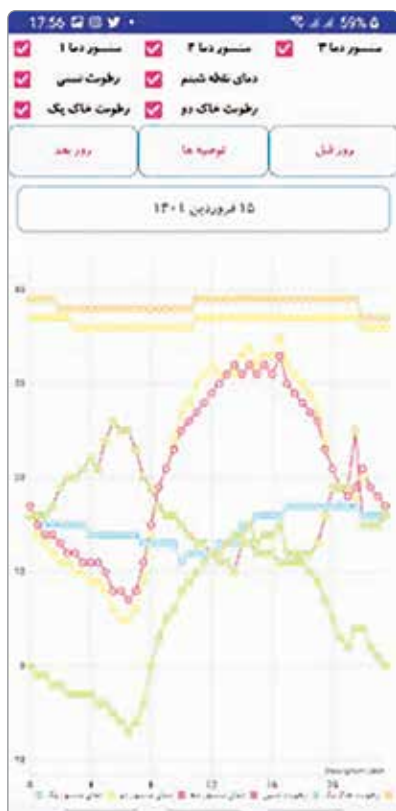
■ شرکت دانش بنیان دیده بان توسعه پایدار

کشاورزی یعنی سرمایه‌گذاری محصولات کشاورزی تشریح می‌گردد. این سامانه شامل دو بخش سخت افزاری و نرم افزاری است. بخش سخت افزاری شامل دیتالاگرهای متنوعی که در انواع مختلف متناسب با نیاز کاربر ارائه می‌گردد. این دیتالاگرها در دو نوع فوق کم مصرف (منبع تغذیه باتری) برای محیط‌های طبیعی (Out door) و پایشگر آنلاین (منبع تغذیه برق شهری و باتری پشتیبان) برای محیط‌های داخلی (In door) تولید شده است. این دیتالاگرها برای برداشت پارامترهای هواشناسی و محیطی نظیر دما و رطوبت خاک و هوا، تغییرات سطح آب در آب‌های سطحی و زیرزمینی، دی، EC، pH، NPK و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکی نیست که بخش قابل توجهی از منابع آبی در کشور صرف تولیدات کشاورزی می‌گردد. مدیریت یکپارچه منابع آب به هیچ عنوان جدا از وضعیت بهره‌وری نهاده‌های پایه در بخش کشاورزی نیست. به خاطر شرایط خاص اقلیمی کشور که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی در بسیاری از نقاط واقعیت گریز ناپذیر آن است، هر گونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع محدود آب، خاک و گیاه است که عوامل اصلی حیات قلمداد می‌گردند. از طرف دیگر تخریب منابع آب و خاک نیز در بسیاری از گزارشات و مقالات علمی در نقاط مختلف ایران گزارش شده است (۱، ۲، ۳، ۴). افت سطح منابع آب زیرزمینی، افت کیفیت آب، خشک شدن باغ‌ها و بسیاری از اراضی کشاورزی، افزایش فرسایش و پیرو آن تولید رسوب و ... همه از جمله مشکلاتی است که شدت آن‌ها در چند دهه اخیر افزایش یافته است (۵، ۶). اهمیت این منابع بر کسی پوشیده نیست و این حقیقت که این منابع امانتی است که باید به نسل آینده سپرده شود مورد توجه بسیاری از مدیران و برنامه‌ریزان واقع شده و اصلی پذیرفته شده می‌باشد. در این میان استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند نقش بسیار مهمی در افزایش بهره‌وری منابع آب داشته باشد. لذا لازم و ضروری است تا نقش و اهمیت و همچنین کارایی فناوری‌های نوین در افزایش بهره‌وری منابع آب در بخش کشاورزی بیشتر مورد توجه قرار گیرد. در همین راستا شرکت دانش بنیان دیده بان توسعه پایدار (ZimaScience) با تولید سامانه یکپارچه مدیریت هوشمند آب و کشاورزی (ZimaSmart) توانسته است در افزایش بهره‌وری منابع آب به موفقیت‌های بزرگی دست یابد. در ادامه این سامانه و نقش آن در کنترل یکی از مهمترین تهدیدهای کاهش بهره‌وری آب در بخش





به جهت زیرساخت های قوی نرم افزاری و سخت افزاری، این سامانه به راحتی به عنوان یک راه حل همواره مورد استفاده قرار می گیرد. برای مثال، در فروردین ماه سال جاری که سرمازدگی بخش های قابل توجهی از محصولات باغی استان های جنوبی کشور به خصوص فارس، کرمان و یزد را از بین برد، در استان یزد و در محدوده چاه افضل اردکان، استفاده از این سامانه در یک محدوده ۱۲۰ هکتاری موجب ایجاد یک منطقه عاری از سرمازدگی شد. با استفاده از بخش سخت افزاری و نرم افزاری پیشرفته این سامانه و با پایش، پیش بینی و اقدام به موقع، از سرمازدگی محصولات این مجموعه از باغات پسته جلوگیری شد و هم اکنون به عنوان یکی از پایلوت های موفق سرمازدگی در سطح استان یزد شناخته شده است.



■ **آثار و بقایای اقدامات مبارزه با سرمازدگی در باغات پسته چاه افضل اردکان**  
بررسی نتایج در محدوده چاه افضل اردکان نشان می دهد باغات این محدوده محتمل خسارات ۸۰ تا ۹۰ درصدی گردیده است در حالی که باغات پایلوت که در

تنش های دمایی مانند سرمازدگی و گرمزدگی، تنظیم زمان آبیاری، پایش و کنترل آفات، پایش و پیش بینی مراحل فنولوژی گیاهی، مدیریت منابع آب و تغذیه گیاهی می باشد. با توجه به مدلسازی های پیشرفته مذکور امکان افزایش تولید، افزایش بهره وری و کاهش ریسک و در نهایت افزایش سود اقتصادی برای کاربران فراهم می گردد. همچنین بخش نرم افزاری شامل نرم افزار پیشرفته تحلیل داده، نرم افزار طراحی سازه، نرم افزار پردازش تصویر، الگوریتم پیشرفته مدیریت آب و کشاورزی بر مبنای تلفیق فناوری های نوین اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، داده کاوری و سنسج از دور می باشد.



بخش نرم افزاری سامانه شامل برنامه های ذخیره در پایگاه داده و اقتباس داده از دیتابیس و دارای الگوریتم پردازشگر پیشرفته داده های برداشت شده توسط دیتالاگرها، داده های اقتباس شده از مدل های پیش بینی هواشناسی، داده های بدست آمده از تصاویر ماهواره ای یا سنسج از نزدیک و داده های بدست آمده از محیط مزرعه می باشد. سامانه مجهز به نرم افزار بادرام تحت گوشی های هوشمند برای نمایش داده های برداشت شده توسط دیتالاگرها، تحلیل داده ها در قالب نقشه و نمودار، نتایج حاصل از تحلیل تصاویر ماهواره ای، سنسج از نزدیک و نمایش نتایج مدلسازی پایش و پیش بینی



آن سامانه یکپارچه مدیریت هوشمند آب و کشاورزی مستقر بوده عاری از هر گونه خسارت سرمایه‌گذاری می‌باشد. در این مجموعه پایلوت میزان عملکرد محصول بیش از ۳ تن در هکتار می‌باشد. در حالی که سایر باغات تقریباً فاقد محصول یا با محصول بسیار اندک و با کیفیت پایین می‌باشد.

لازم بذکر است بهره‌وری آب، به ویژه در سال‌های اخیر نظر برنامه‌ریزان و صاحب‌نظران علوم آب را به خود جلب نموده و در سطوح مختلف منطقه‌ای، ملی و بین المللی مورد توجه قرار گرفته است. امروزه با توجه به دیدگاه مدیریت جامع منابع آب، استفاده از مفهوم بهره‌وری آب می‌تواند در فرایند مدیریت و تخصیص منابع محدود آب نقش بسزایی ایفا نماید. طبق تعریف بهره‌وری آب عبارت از مقدار محصول تولید شده از واحد حجم آب می‌باشد (به طور مثال از یک مترمکعب آب چقدر سیب زمینی تولید میشود) و واحد آن معمولاً کیلوگرم بر مترمکعب تعریف می‌باشد. به عبارت دیگر در بهره‌وری تأکید بر مقدار تولید محصول از آب می‌باشد در نتیجه، رابطه بین عملکرد محصول و بهره‌وری آب مستقیم می‌باشد (۷، ۸). بنابراین متناسب با این تعریف، کلیه راهکارهایی که موجب به افزایش عملکرد محصول گردد به افزایش بهره‌وری آب منتج می‌گردد. هدف اصلی سامانه یکپارچه مدیریت هوشمند آب و کشاورزی دستیابی به افزایش بهره‌وری آب و نهاده‌ها، عملکرد محصول و در نهایت سودآوری اقتصادی و اکولوژیکی (کشاورزی پایدار) بر مبنای کاهش خسارات تنش‌های زیستی و غیر زیستی نظیر سرمایه‌گذاری و گرم‌زدگی، تنش خشکی و خشکسالی، طغیان آفات، سلامت گیاه، با اصلاح الگوی کشت متناسب با نیاز آبی گیاهان و موجودی منابع آب، پیشگیری از تخریب منابع آب و خاک می‌باشد. به طور مثال در پروژه مقابله با سرمایه‌گذاری باغات چاه‌افضل اردکان با استفاده از این سامانه، عملکرد محصول و در نهایت بهره‌وری آب به طور قابل توجهی افزایش یافته است در حالی که در سایر باغات عملکرد محصول و پیرو آن بهره‌وری آب بسیار پایین بوده است. همچنین استقرار این سامانه در سال جاری در بخش زراعت نیز نتایج موفقیت آمیز و مشابهی با پروژه مذکور را نشان می‌دهد.



**■ بیخ زدگی گندم (عدم استفاده از سامانه)**  
**بکارگیری سامانه یکپارچه مدیریت هوشمند آب و کشاورزی (ZimaSmart) نتیجه استفاده از سامانه، بهره‌وری بالا و عاری از سرمایه‌گذاری**  
در مجموع نتیجه می‌گیریم که مدیریت صحیح و متناسب با منابع طبیعی موجود، ضرورتی مهم برای رسیدن به توسعه پایدار است. در میان همه منابع طبیعی، آب شیرین از اصلی ترین منابعی است که باید به آن اهمیت ویژه داد. بسیاری از کشورها به دلیل بهره‌برداری از آب تجدیدنپذیر خود به منظور رفع فشار فوری ناشی از تنش آبی، سبب تهی کردن ذخایر و منابع آب، تضعیف توسعه اقتصادی و کاهش امنیت بلند مدت غذایی خود شده‌اند. علاوه بر اینها پدیده تغییر اقلیم نیز باعث گردیده تا امروزه تأمین آب یکی از بزرگترین و مهمترین چالش‌های پیش روی انسان باشد. به ویژه در مناطق خشک کمبود گسترده و شدید آب زندگی بسیاری را در معرض خطر قرار داده است و افزایش روز افزون جمعیت باعث حادث شدن این مشکل شده است. پتانسیل زیادی جهت کاربرد مفهوم بهره‌وری آب جهت کاهش معضل کم آبی و نیز تعدیل عدم تعادل پراکندگی بارش در کشور وجود دارد. در این راستا، استفاده از محصولات دانش بنیان بر مبنای فناوری های نوین نظیر سامانه یکپارچه مدیریت هوشمند آب و کشاورزی می‌تواند کلیدی راهگشا برای حل معضلات هدر رفت منابع آبی محدود و ارزشمند کشور گردد.

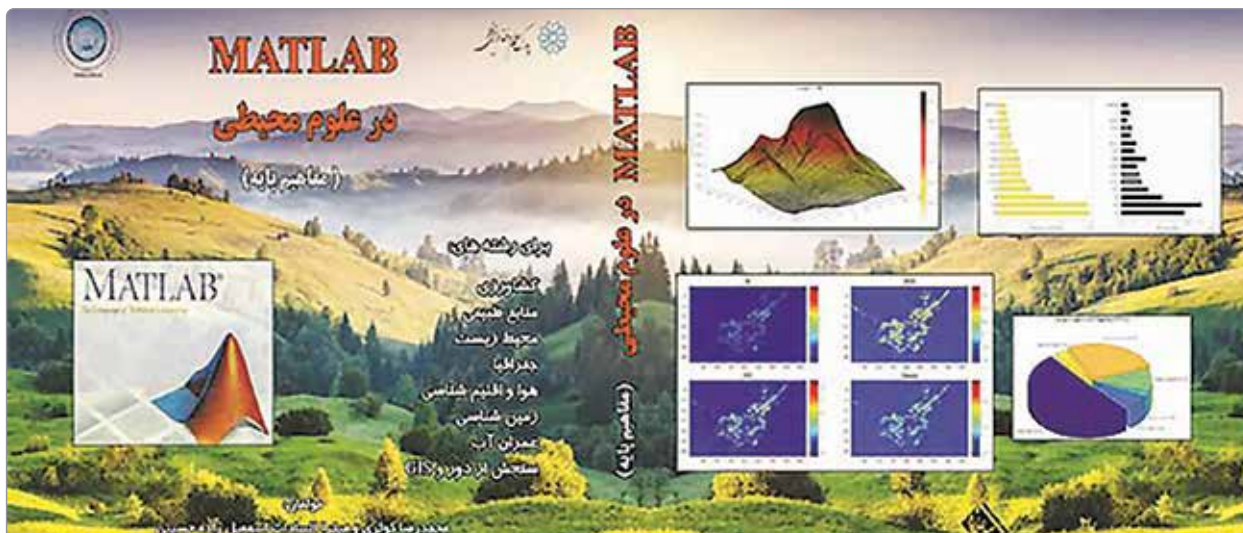
**کاربردهای سامانه یکپارچه مدیریت هوشمند آب و کشاورزی در مدیریت منابع آب:**

- افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی و صنعت با اصلاح الگوی مصرف
- اصلاح الگوی کشت متناسب با نیاز آبی گیاهان و موجودی منابع آب
- اندازه‌گیری، پایش و پیش بینی آبدهی قنات، رودخانه‌ها و کانال‌های آبیاری

- پایش ورود آب به سدهای خاکی، سیل بندها و سامانه‌های پخش سیلاب
- داده کاوی، تحلیل پیشرفته داده‌های مرتبط با منابع آب به منظور برنامه ریزی اصولی و کاربردی
- مدلسازی مکانی اطلاعات و پیش بینی تغییرات پارامتری در مکان‌های مختلف
- پایش و پیش بینی پارامترهای مرتبط با مدیریت منابع آب نظیر:
  - دبی آب‌های سطحی
  - تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی
  - رطوبت خاک
  - تغییرات دمای
  - تغییرات پوشش گیاهی
  - فرسایش و رسوب
  - انواع خشکسالی‌های هواشناسی، هیدرولوژی و کشاورزی
  - شوری و قلیائیت خاک

#### ■ منابع:

۱. Sadeghi, S.H., Hazbavi, Z. (۲۰۲۲). Land Degradation in Iran. In: Global Degradation of Soil and Water Resources. Springer, Singapore
۲. Nikpour, N., Fotoohi, S., Hosseini, S.Z. et al (۲۰۲۲). An assessment of land degradation and its effects on geomorphology using LADA model: a case study of Ilam Province, west of Iran. Environ Earth Sci ۸۱, ۲۷۴.
۳. Savari, M., Eskandari Damaneh, H., Factors involved in the degradation of mangrove forests in Iran: A mixed study for the management of this ecosystem, Journal for Nature Conservation, Volume ۶۶, Moazam, Hossein Bashari, F.,
۴. Mosaddeghi, M. R., Jafari, R., Tarkesh, M. (۲۰۲۲). Soil quality indicators along a degradation gradient in central Iran: comparison of two regions with contrasting grazing systems, Agronomy and Soil Science
۵. Zakeri, M. A Mirnia, S. K., Assessment of water security in the large watersheds of Iran, Environmental Science & Policy, Volume ۱۲۷, Pages ۳۷-۳۱.
۶. Samaei, F., Emami, H., Lakzian, A. Assessing soil quality of pasture and agriculture land uses in Shandiz county, northwestern Iran, Ecological Indicators, Volume ۱۲۹.
۷. Karandish, F. Hogeboom, R. Physical versus virtual water transfers to overcome local water, Advances in Water Resources
۸. Deng, G. Lu, F. Wu, L. Xu, C. Social network analysis of virtual water trade among major countries in the world, Science of the Total Environment



## پکیج آموزشی نرم افزار MATLAB در علوم محیطی

### ■ شرکت دانش بنیان دیده بان توسعه پایدار

امروزه داده های حجیم برداشت شده از منابع مختلف مرتبط با مدیریت منابع آب و نیاز به تحلیل و فرآیندهای محاسباتی پیچیده، نیاز به دانش برنامه نویسی را بیش از پیش نمایان ساخته است. در حیطه علوم محیطی زبان برنامه نویسی MATLAB جایگاه منحصر به فردی دارد. MATLAB یک زبان سطح بالای برنامه نویسی است که توسط میلیون ها مهندس، محقق و دانشمند در سرتاسر جهان بکار گرفته می شود. این نرم افزار، با مجموعه ای بسیار گسترده از توابع کتابخانه ای و جعبه ابزارهای مختلف و همچنین ساده سازی فرآیندهای برنامه نویسی، شرایط بسیار مناسبی را برای کارشناسان و محققان فراهم ساخته تا بر اساس آن بتوانند به راحتی داده های مورد نظر خود را مورد تجزیه و تحلیل و مدل سازی قرار دهند. از ویژگیهای بارز این نرم افزار، انعطاف پذیری و سادگی کاربرد آن می باشد. این در حالی است که تاکنون از این نرم افزار ارزشمند در علوم محیطی استفاده کافی نشده است. شاید یکی از علت های اصلی عدم استفاده کافی از نرم افزار MATLAB در علوم محیطی، فقدان منابع آموزشی تخصصی در این زمینه است.

با توجه به این موضوعات است که شرکت دیده بان توسعه پایدار (ZimaScience) مستقر در پارک علم و فناوری یزد اقدام به تهیه پکیج MATLAB در علوم محیطی نموده است. این پکیج شامل دو کتاب کاربردی با عناوین: ۱- MATLAB در علوم محیطی (مفاهیم پایه) ۲- MATLAB در علوم محیطی (پردازش داده) و ۶۰ ساعت فیلم آموزشی در زمینه مفاهیم پایه، هیدرولوژی و مدیریت منابع آب، بازسازی نواقص آماری، شبکه های عصبی مصنوعی، تعیین روند در سری های زمانی با استفاده از آزمون من - کندال و رگرسیون خطی، ساماندهی داده های حجیم می باشد. این کتاب ها از جمله منابع کاربردی در زمینه برنامه نویسی در علوم محیطی از جمله رشته های عمران، مدیریت منابع آب، سنجش از دور و GIS، هوا و اقلیم شناسی، زمین شناسی، محیط زیست، منابع طبیعی و کشاورزی و .. می باشد.

### کتاب MATLAB در علوم محیطی (مفاهیم پایه):

در کتاب حاضر کلیه مفاهیم پایه و اصول مورد نیاز برای شروع برنامه نویسی کاملاً حرفه ای و تخصصی برای رشته های علوم محیطی مهیا شده است. سعی بر آن شده که تمامی تمرین ها به صورت کاملاً کاربردی و

مکانی (GIS & RS) با تمرین های کاملاً کاربردی به مخاطبان آموزش داده می شود. مخاطبان پس از مطالعه کامل آن می توانند مهارت های قابل توجهی از برنامه نویسی را کسب و در امور اجرایی و تحقیقات کاربردی خود استفاده نمایند.

### سرفصل های کتاب:

فصل اول - مرتب سازی داده ها و استخراج پارامترهای آماری آن  
فصل دوم - بازسازی نواقص آماری  
فصل سوم - درون یابی یک بعدی و دوبعدی داده ها  
فصل چهارم - برازش معادلات و انطباق منحنی  
فصل پنجم - پردازش و تفسیر داده های مکانی در MATLAB  
فصل ششم - روش های آماری چند متغیره  
فصل هفتم - استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در علوم محیطی

### ■ کاربردهای پکیج آموزشی MATLAB در مدیریت منابع آب:

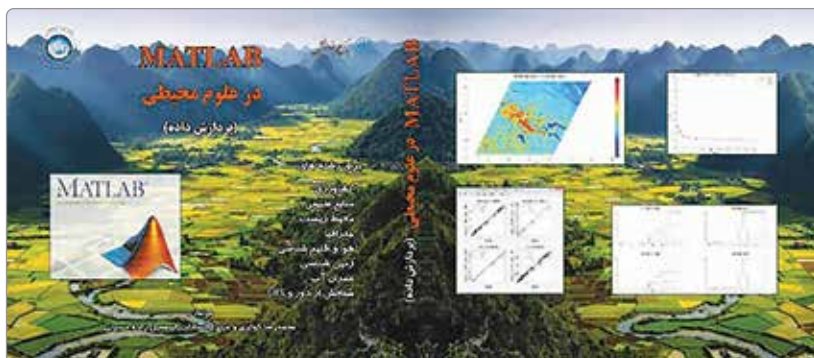
- استخراج اطلاعات مفید و کاربردی از میان حجم انبوه داده ها
- تحلیل اطلاعات و خوشه بندی اطلاعات
- پیش بینی در سری های زمانی
- پیش بینی روند تغییرات پارامترهای مورد نظر
- داده کاوی و تحلیل داده
- برنامه ریزی در مدیریت منابع آب
- مدلسازی مکانی اطلاعات و پیش بینی تغییرات پارامتری در مکان های مختلف

مرتبط با رشته های مختلف علوم محیطی طراحی شود. در عین حال از ملاک های اصلی انتخاب تمرین های کتاب ملموس بودن و فهم ساده آن است. کلیه تمرین ها به ترتیب از ساده ترین شکل ممکن تا تخصصی ترین مثال ها ارائه شده اند.

### سرفصل های کتاب:

فصل اول - آشنایی با MATLAB و محیط کار آن  
فصل دوم - مفاهیم اصلی  
فصل سوم - کار با آرایه ها  
فصل چهارم - ماتریس های چند بعدی  
فصل پنجم - جستجو در آرایه ها  
فصل ششم - رشته های کارکتری در MATLAB  
فصل هفتم - کار با آرایه های سلولی و ساختمان  
فصل هشتم - اسکرپت ها و توابع m-file  
فصل نهم - کنترل روند، استفاده از حلقه ها و دستورات شرطی  
فصل دهم - خواندن و نوشتن فایل های Excel در MATLAB  
فصل یازدهم - خواندن و نوشتن فایل های متنی در MATLAB

فصل دوازدهم - اشکال گرافیکی دو بعدی و سه بعدی  
فصل سیزدهم - استخراج پارامترهای آماری  
کتاب MATLAB در علوم محیطی (پردازش داده):  
در کتاب حاضر به ارائه مباحث کاملاً کاربردی پرداخته شده است. به طوری که بخش مهمی از نیازهای برنامه نویسی و مدلسازی کاربران در علوم محیطی را پوشش دهد. موضوعاتی مانند کار با داده های حجیم و رفع نواقص داده، داده کاوی و مدلسازی و همچنین کار با اطلاعات







## سنتز فناوری‌های جذب آب برای نیروگاه‌های گاز سوخت در قطر

یاسمن وزیر



مترجم

مگاواتی را فراهم سازد. جایگزین‌های جذب آب در طیف وسیعی از شرایط عملیاتی (فشار، دما و نرخ جریان) مدل‌سازی و بهینه‌سازی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که واحد سردایش که در این سه شرایط یعنی دمای گردش آب ۵۰ درجه سانتیگراد، فشار ۶ اتمسفر و سرعت جریان ۳۵۰۰ متر مکعب در ساعت (قابل بازیافت) عمل می‌کند، می‌تواند تا ۸۰٪ درصد از آب موجود در گاز دودکش را استخراج کند. علاوه بر هزینه تولید و درصد جذب آب، معیارهای مورد استفاده برای غربالگری فناوری‌های جایگزین، عبارت از دوره بازگشت سرمایه، انتشار کربن دی اکسید و نرخ کاهش آب شور، است. این کار تحقیقاتی مشخص کرد که جایگزین سردایش با کمترین دوره بازپرداخت (۸ سال و ۸ ماه)، کمترین میزان انتشار کربن دی اکسید ( $13 \text{ kg CO}_2 / \text{m}^3$ ) و بیشترین کاهش آب شور (۳/۴۴) (H<sub>2</sub>O) و بیشترین کاهش آب شور (۳/۴۴) درصد) را در بین همه جایگزین‌های آزمایش شده به همراه خواهد داشت. پیشنهاد فناوری بازیابی آب توسط سردایش برای قطر و سایر کشورهای دارای منابع آبی محدود، به‌ویژه کشورهای که به منابع گاز طبیعی دسترسی دارند، ارزش افزوده خواهد داشت.

### روش‌شناسی

به منظور طراحی یک فرآیند جذب آب مناسب، ابتدا یک نیروگاه برق و یک دستگاه شیرین‌سازی آب (نمک‌زدایی آب) توسط نرم‌افزار ASPEN HYSYS شبیه‌سازی

در سال ۲۰۱۵ قطر رتبه دوم مصرف سرانه آب در جهان را به خود اختصاص داد. سرانه مصرف آب در قطر ۲۵۵/۵ مترمکعب بوده است، با این حال از نظر جغرافیایی قطر در یکی از خشک‌ترین مناطق جهان قرار دارد. اقتصاد پرونق آن، نیاز به آب شیرین را هر روز افزایش می‌دهد. در سال ۲۰۲۰ تقاضای آب شیرین در قطر، از ۴۵۶ میلیون مترمکعب در سال ۲۰۱۵ به ۵۵۴ میلیون مترمکعب رسید. آب زیرزمینی تنها منبع آب شیرین است و تنها ۳۰ درصد نیاز محلی را تامین می‌کند که به طور انحصاری توسط بخش کشاورزی مصرف می‌شود. در سال ۲۰۱۵، ۲۵۰ میلیون مترمکعب آب از سفره‌های زیرزمینی قطر استخراج شد. با این حال، کل تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی از بارندگی و جریان‌های ورودی از مناطق اطراف تنها ۴۷/۵ میلیون مترمکعب بوده است. این عدم تعادل تهدید قابل توجهی برای این سفره‌های زیرزمینی آب شیرین است و هجوم آب دریا به آب زیرزمینی پیامد مستقیم این عدم تعادل است.

با یکدیگر تولید می‌شوند. گاز دودکشی که از نیروگاه‌های گاز سوخت خارج می‌شود، حاوی ۱۰-۱۶ درصد (وزنی/وزنی) بخار آب همراه با مقدار قابل توجهی گرمای نهان است، اگرچه فرآیند جذب و استفاده از کربن دی اکسید مورد توجه زیادی قرار گرفته است، اما با این حال جذب آب توسط نیروگاه نیز اخیراً توجه محدودی را به خود جلب کرده است. نیروگاه‌های قطر هر ساله ۳۳ میلیون مترمکعب آب مصرف می‌کنند. این مقاله به بررسی فناوری‌های جایگزین منتخب مانند فناوری جذب آب که شامل فرآیندهای جذب، فشرده‌سازی و خنک‌سازی، سردایش (quenching)، جذب و فیلتراسیون غشایی است، می‌پردازد تا بازیابی بخار آب موجود در جریان گاز دودکش یک نیروگاه برق ۷۵۰

محققان: Ahmed T. Yasir, Fadwa Eljack, Monzure-Khoda Kazi

منبع اصلی آب در قطر به کمک دستگاه‌های نمک زدای آب تامین می‌شود که ۶۸ درصد آب شیرین محلی را تامین می‌کند. ظرفیت فعلی نمک‌زدایی آب قطر، ۴۵۱ میلیون گالن ایمپریتال در روز یا ۲/۲ میلیون مترمکعب در روز است.

در پاسخگویی به تقاضای فزاینده آب، قطر قصد دارد تا پایان سال ۲۰۲۲ ظرفیت نمک زدایی آب را به ۵۰۰ میلیون گالن ایمپریتال افزایش دهد. از آنجایی که دستگاه‌های نمک زدای آب بسیار انرژی‌بر هستند، در قطر ۷۵ درصد آب شیرین شده و ۷۱ درصد برق، از شبکه‌های شدن دستگاه نمک زدای آب و برق

**پیشنهاد فناوری بازیابی آب توسط سردایش برای قطر و سایر کشورهای دارای منابع آبی محدود، به‌ویژه کشورهای که به منابع گاز طبیعی دسترسی دارند، ارزش افزوده خواهد داشت**





شده است، سپس توسعه یافتند و بر اساس داده‌های منتشر شده اعتبارسنجی شده‌اند. این سیستم شبکه سازی شده که در تصویر پایین مشاهده می‌کنید از نظر فناوری به سایر سیستم‌های شبکه‌ای شده در قطر نزدیک تر است.

علاوه بر این، فرآیند جایگزین صفحات جریانی که قادر به جذب آب از گاز دودکش هستند، سنتز شده و مولفه‌های کلیدی که بر نرخ جذب آب و هزینه کل سالیانه تأثیر می‌گذارند، شناسایی شده‌اند.

جایگزین‌های فرآیند سنتز شده برای بازیابی آب، از اصل جذب، اصل فشرده سازی و خنک‌سازی و اصل سردایش پیروی می‌کردند و بعد از فرآیند سنتز، مدل‌های توسعه یافته طبق اطلاعات به دست آمده تایید شدند.

شدت انرژی واحدهای مختلف در فرآیندهای جذب آب سنتز شده، با واحدهای مشابه مقایسه شده است. پس از تایید اعتبار، متغیرهای فرآیند منتخب با جایگزین فرآیندهای دیگر توسط صفحه گسترده HYSYS، بهینه شدند تا با کاهش هزینه کل سالیانه نرخ جذب آب را افزایش دهند. هنگامی که متغیرهای کلیدی بهینه شدند، گرمای تلف شده از هر جایگزین توسعه یافته با دستگاه نمک‌زدایی و توسط تحلیلگر انرژی ASPEN ادغام شد. در نهایت، عملکرد فنی - اقتصادی و زیست محیطی جایگزین‌های فرآیند، ارزیابی شده است. عملکردهای فنی بر اساس نرخ بازیابی آب (%) و شدت گرمای جایگزین‌های فرآیند ( $\text{H}_2\text{O kJ/m}^3$ )، سنجیده شده است.

#### ■ دستگاه نمک‌زدایی

سه نوع فناوری برای نمک‌زدایی آب اجرا می‌شود: تقطیر سریع چند مرحله‌ای (multi stage flash)، چند اثر (multi effect) و اسمز معکوس (reverse osmosis) در قطر بیشتر امکانات بر اساس فناوری تقطیر سریع چند مرحله‌ای است. در این روش، آب دریا تا دمای آب شور یعنی ۹۵ تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد گرم می‌شود و توسط ستون‌های تقطیر، تبخیر جزئی آب شور صورت می‌گیرد. تعداد ستون‌های تقطیر می‌تواند بین ۱۷ تا ۴۰ ستون متغیر باشد. بخار هر واحد تقطیر برای گرم کردن آب شور ورودی استفاده می‌شود.

درصد) را به خود اختصاص می‌دهد، در حالیکه سرمایه‌ش، کمترین هزینه تولید را دارد (۳/۵۰ دلار آمریکا بر مترمکعب). از آنجایی که هیچ فناوری وجود ندارد که هر دو شرایط را برآورده کند، تصمیم نهایی به ارزیابی فنی - اقتصادی و زیست محیطی بستگی دارد.

#### ■ جمع‌بندی

• برای جذب آب از نیروگاه‌های گاز سوخت در قطر، سردایش عملکرد فنی - اقتصادی و زیست محیطی بهتری از خود نشان داده است. دما، فشار و نرخ جریان سیال فناوری‌ها برای به حداقل رساندن کل هزینه سالیانه و به حداکثر رساندن نرخ جذب آب بهینه شده‌اند. سردایش توانست ۴۷/۳ درصد آب موجود در گاز دودکش را با فشار پایین خوراک جذب کند. اگر گاز دودکش با فشار بالا در دسترس باشد، میزان جذب آب به ۸۰/۷ درصد می‌رسد.

• در یک سیستم شبکه‌ای شده نیروگاه برق - گاز سوخت، افزودن یک دستگاه جذب آب می‌تواند نیاز گرمایشی دستگاه نمک‌زدایی آب را از ۲۵ به ۹ درصد کاهش دهد (بسته به شرایط خوراک).

• نیروگاه جذب آب ۱۳-۱۷ کیلوگرم کربن دی اکسید بر مترمکعب آب (۱۳-۱۷  $\text{H}_2\text{O kg CO}_2/\text{m}^3$ ) منتشر می‌کند که کمتر از میانگین جهانی یعنی ۲۵ کیلوگرم کربن دی اکسید بر مترمکعب آب است.

• یک نیروگاه جذب آب می‌تواند نرخ تولید آب شور را از ۳/۴۴ به ۲/۰۲ درصد کاهش دهد.

منبع: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263876219305805>

۲۰-۳۰ مرحله اول به عنوان مراحل بازیابی حرارت شناخته می‌شوند که در این مراحل است که آب شور توسط بخار تقطیر گرم می‌شود. در این تحقیق ۳-۱۰ مرحله آخر به عنوان مراحل رد حرارت شناخته می‌شوند.

#### ■ بهروری

نیروگاه جذب آب در درجه اول یک فرآیند خنک‌کننده است، بنابراین برای خنک کردن جریان‌های داغ به آب سرد نیاز است و برای فشرده‌سازی نیز از بخار فشار بالا استفاده می‌شود. علاوه بر این، برق به عنوان ابزار برای پمپ‌ها استفاده می‌شود. فرض بر این است که همه پمپ‌ها دارای بازده ۹۰ درصدی هستند. هزینه آب خنک‌کننده، بخار (در ۶۹۰ کیلو پاسکال) و برق به ترتیب ۰/۰۳۲ دلار آمریکا بر متر مکعب، ۰/۰۱۸ دلار آمریکا بر مترمکعب و ۰/۰۰۸ دلار آمریکا بر کیلو وات بود.

#### ■ اعتبارسنجی

از آنجایی که توضیح هیچ‌یک از این فرآیندها که جذب آب را با استفاده از فناوری‌های پیشنهادی گزارش دهد، در ادبیات موجود نبود مراحل مختلف پردازش فناوری‌ها به طور مستقل بر اساس مصرف انرژی آنها برای تولید مقدار مشابهی از محصولات مقایسه شدند.

#### ■ تکنولوژی جذب آب ایده آل

فناوری جذب آب ایده آل، یک فناوری با کمترین هزینه تولید و بالاترین نرخ جذب آب خواهد بود.

در فشار بالای خوراک، سردایش بیشتری نرخ جذب آب (بسیار ۸۰/۷ درصد) را به خود اختصاص می‌دهد، اما سرمایه‌ش کمترین هزینه تولید (با ۲/۷۸ دلار آمریکا بر مترمکعب) را دارد. از سوی دیگر، در فشار پایین خوراک، سردایش بیشترین میزان جذب آب (۴۷/۳)



در یک سیستم

شبکه‌ای شده نیروگاه

برق - گاز سوخت،

افزودن یک دستگاه

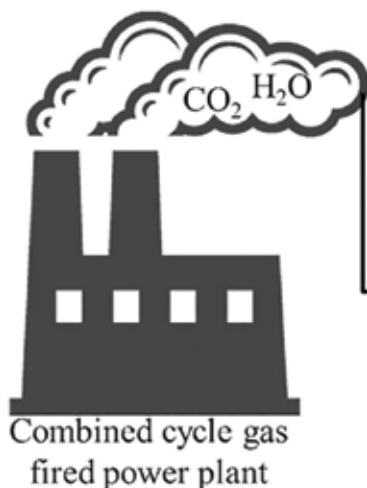
جذب آب می‌تواند

نیاز گرمایشی دستگاه

نمک‌زدایی آب را از ۲۵

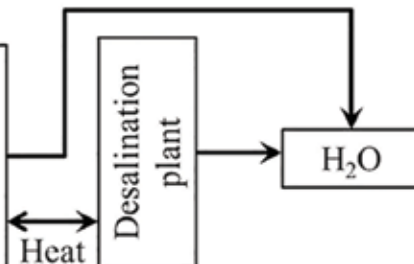
به ۹ درصد

کاهش دهد



#### Synthesized Water Capture Technologies

Absorption Cooling  
Cooling & Absorption  
Compression & Cooling  
Quenching







## اثرات فن آوری های نوین در مدیریت منابع آب و کشاورزی در چین

دانشگاه سیچوان با الهام از ماده ای که به عنوان مادر مروری شناخته می شود، ماده ای قوی، بادوام و منعطف به دست آورده و از آن برای ایجاد یک نانو کامپوزیت بادوام، انعطاف پذیر و خود ترمیم شونده مدلسازی کردند. تیم تحقیقاتی از این ماده جدید برای توسعه یک ربات نرم ماهی مانند ۱۵ میلی متری استفاده کردند که به آن امکان می داد به سرعت شنا کرده و میکروپلاستیک ها را در آب جذب کند. روباتهای نرم باید هنگام کار در محیط های آبی پیچیده، سازگاری و تحمل محیطی بالایی داشته باشند. این مطالعه نشان داد که در مقایسه با ساختارهای سنتی، مواد جدید مورد استفاده در ربات نرم ماهی شکل دارای تعاملات فوق مولکولی زیادی بین لایه ها است که به ربات اجازه میدهد تا استحکام و عملکرد خود را حتی در صورت آسیب دیدگی باز یابی کند و به عملیات برداشت میکروپلاستیک خود ادامه دهد. این ماهی رباتیک میتواند با سرعتی معادل ۲/۶۷ برابر طول بدن خود در ثانیه شنا کند که از نمونه های قبلی و پلانکتونها بیشتر است. در حال حاضر، ربات نرم تنها می تواند

گسترش کشاورزی مدرن در چین در دهه های گذشته، مسیری طولانی را طی کرده و از تکیه بر ورودی منابع به یک مدل مبتنی بر نوآوری تبدیل شده است

گذشته یک بانک ملی منابع پلاسمای جوانه زراعی با قویترین ظرفیت نگهداری در جهان و همچنین تعدادی مزرعه دام و طیور برای حفظ منابع ژنتیکی ساخته و آلودگی تولید شده از بخش کشاورزی را به طور مؤثر مهار کرده است و با اقداماتی مانند جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی، سالهاست که مصرف کل کودهای شیمیایی در این کشور کاهش یافته است.

### ماهی رباتیک چین برای پاکسازی اقیانوسها از میکروپلاستیک

دانشمندان چینی یک ربات شناگر به شکل ماهی ابداع کرده اند که با نور فعال میشود و میتواند میکروپلاستیک های موجود در آبها را بخورد و در صورت آسیب، خود را ترمیم کند. میکروپلاستیک ها، قطعات پلاستیکی کوچکتر از ۵ میلی متر هستند که به طور گسترده در اقیانوسها پراکنده شده اند. آنها به راحتی توسط موجودات دریایی خورده و از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل می شوند و تهدیدی جدی برای سلامت انسان و اکوسیستم به حساب می آیند. دانشمندان

### منافع حاصل از کشاورزی مدرن در چین

به گفته مقامات وزارت کشاورزی چین، گسترش کشاورزی مدرن در چین در دهه های گذشته، مسیری طولانی را طی کرده و از تکیه بر ورودی منابع به یک مدل مبتنی بر نوآوری تبدیل شده است. فناوری و تجهیزات کشاورزی پیشرفت کرده و کشاورزی مدرن در چین در حال حرکت به مرحله جدیدی است و مشکل طولانی مدت و با سابقه در بخش کشاورزی یعنی وابستگی به شرایط آب و هوایی در حال بهبود است. بیش از ۵۴ درصد از زمین های کشاورزی به صورت مؤثر آبیاری می شود و در مجموع ۶۰ میلیون هکتار زمین کشاورزی با کیفیت بالا ساخته شده است. پیشرفت هایی در علم و فناوری کشاورزی صورت گرفته و با ساخت ۵۰ سیستم فناوری کشاورزی مدرن، ۴۷ آزمایشگاه اصلی ملی و ۱۰۰ ایستگاه بررسی، به ۶۱ درصد از کل توسعه در بخش کشاورزی کمک کرده است. نتایج قابل توجهی در توسعه گونه های گندم با مصرف آب کم و مقاوم به خشکی، برنج فوق سبز و جوجه های گوشتی پر سفید به دست آمده است و میزان خودکفایی منابع بذر گیاهی در چین از ۹۵ درصد فراتر رفته است. سال گذشته، چین به طور مستقل نژادهای جدید جوجه های گوشتی پر سفید را توسعه داد و وابستگی ۱۷ ساله این کشور به منابع ژنتیکی وارداتی برای جوجه ها را شکست. نرخ مکانیزاسیون عمومی در کاشت، داشت و برداشت محصولات زراعی بیش از ۷۲ درصد است و نرخ مکانیزاسیون در دامپروری، محصولات آبی و کشاورزی گلخانه ای بهبود چشمگیر داشته است. این کشور گامهای مثبتی در جهت ترویج کشاورزی سبز نیز برداشته است. منابع کشاورزی از طریق بهبود کاربری زمینهای زراعی و سیستمهای آبیاری کارآمد محافظت شده است. چین سالهای





توانند ردیف‌های مستقیم را در فواصل دقیق قرار دهند که برای کاشت‌های مختلط بسیار مهم است و طی دو روز با تراکتورهای مجهز بیدو ۴۰ هکتار به زیر کشت رفت. علاوه بر پشتیبانی از کاشت، سیستم بیدو با ماشین‌هایی از جمله دروگرها و هواپیماهای بدون سرنشین که کودها را پخش می‌کنند و این تضمین را ایجاد کرده که محصولات را می‌توان با ماشین‌آلات مراقبت و برداشت کرد. به گفته وزارت کشاورزی چین تا پایان سال ۲۰۲۱ حدود ۶۰۰ هزار دستگاه در سراسر کشور به سیستم بیدو مجهز شده‌اند. تنها در استان هوئی، سیستم بیدو روی ۲۷۴۰۷ ماشین کشاورزی در ۳۸۸۵ تعاونی کشاورزی نصب شده است. تراکتورها، ماشین‌های برداشت، نشانکاران برنج، ماشین‌های خشک دانه و کودپاش‌ها توسط بیدو تحت یک پروژه ملی هدایت می‌شوند و به کشاورزان محلی که ماشین‌های خود را به آن مجهز می‌کنند یارانه داده می‌شود. به عنوان مثال، کشاورزانی که از سیستم راندگی خودکار بیدو استفاده می‌کنند، ۸۰۰۰ یوان معادل ۱۱۹۵ دلار یارانه دریافت می‌کنند. تجهیزات هدایت شونده بیدو در حال حاضر در شخم زدن، حذف علفهای هرز، برداشت، کنترل آفات استفاده می‌شود. سیستم بیدو یکپارچه با فناوریهای دیگر، مانند سنجش از راه دور، به مدیران کمک می‌کند تا کل فرآیند کشاورزی را رصد کرده و اطلاعات دقیقی را در مورد هر قطعه از زمین‌های کشاورزی ارائه دهند و به کشاورزان کمک می‌کند تا کار را مطابق با زمینهای کشاورزی فردی انجام دهند. فناوری‌ها کار کشاورزی را بسیار آسان کرده است. کار مزرعه امروز به لطف فناوری‌های مدرن مانند سیستم بیدو که باعث می‌شود بسیاری از کارها توسط ماشین‌آلات انجام شود کاملاً با نسل قبل متفاوت است.

\*\*\*خبرنامه فن آوری چین / سال دوم  
شماره ۹ / شهریور ۱۴۰۱

است و یک عنصر ضروری برای رشد و توسعه محصولات زراعی محسوب میشود. فرایندهای جذب کربن فتوسنتزی و جذب و استفاده از نیتروژن با هم مرتبط هستند و برای رشد، توسعه و تشکیل محصول بسیار مهم است. این تحقیق امکان بهبود بیشتر محصول را در شرایط رشد مداوم جمعیت، کاهش زمین‌های قابل کشت و تغییرات آب و هوای جهانی فراهم می‌کند. و کشف اینکه یک ژن می‌تواند چندین مسیر فیزیولوژیکی مهم را به طور همزمان تنظیم کند، با تضاد طولانی مدت بین عملکرد بالا و رشد زودرس در تولیدات کشاورزی مقابله می‌کند. این ژن همچنین می‌تواند در محصولات مختلف مورد استفاده قرار گیرد و برای ترویج تولید فشرده کشاورزی پایدار از اهمیت زیادی برخوردار است. اما مهمتر از آن این تحقیق ایده‌ها و استراتژی‌های جدیدی را برای افزایش عملکرد محصول و استفاده کارآمد از منابع با بهبود هم‌افزایی صفات فیزیولوژیکی متعدد در آینده ارائه می‌دهد.

■ «بیدو» کشاورزی را کارآمدتر می‌کند  
با ادامه کار کشاورزی تابستانی در سراسر چین، امکانات هوشمند مانند تراکتورهای خودکار استفاده گسترده‌ای یافته که کار را کارآمدتر کرده و هزینه‌های نیروی کار کاهش می‌یابد. یکی از فناوری‌هایی که از امکانات هوشمند پشتیبانی می‌کند، سیستم ماهواره‌ای ناوبری بیدو است؛ سیستم بومی چین که به دلیل خدمات موقعیت‌یابی با دقت بالا شناخته شده است. در مزرعه‌ای در استان شاندونگ، کشاورزان از ماه ژوئن از تراکتورهای مجهز به سیستم بیدو برای کاشت سویا در بین ردیف‌های ذرت استفاده می‌کنند. این اولین سالی است که کاشت ترکیبی این دو محصول امتحان می‌شود و کشاورزان این امکان را دارند تا دانه‌های سویا را بدون کاهش عملکرد ذرت برداشت کنند.

سیستم بیدو تضمین می‌کند تراکتورها می‌



**محققان پکن ژنی را در برنج یافته‌اند که می‌تواند عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش و دوره رشد را کاهش دهد؛ کشفی که می‌تواند گامی در جهت بهبود امنیت غذایی باشد**



**با ادامه کار کشاورزی تابستانی در سراسر چین، امکانات هوشمند مانند تراکتورهای خودکار استفاده گسترده‌ای یافته که کار را کارآمدتر کرده و هزینه‌های نیروی کار کاهش می‌یابد**

عملکرد جمع آوری میکروپلاستیک‌ها را از سطح آب به صورت جهت دار انجام دهد. اما محققان روی ماده جدیدی کار میکنند که می‌تواند آلایندہ‌های میکروپلاستیک را در زیر آب شناسایی کرده و داده‌های زنده را به صورت آنلاین به اشتراک بگذارد. انتظار می‌رود که طراحی نانوساختار جدید، مسیر گسترده مؤثری را برای دیگر رباتهای یکپارچه ارائه دهد و در بسیاری از زمینه‌ها مانند تولید انرژی خورشیدی، کاتالیز واکنشهای شیمیایی، زیست پزشکی و هواپا استفاده شود.

## ■ کشف یک نوع ژن برنج برای افزایش عملکرد و کاهش چرخه رشد

محققان پکن ژنی را در برنج یافته‌اند که می‌تواند عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش و دوره رشد را کاهش دهد، کشفی که می‌تواند گامی در جهت بهبود امنیت غذایی باشد. گسترش این ژن در یک گونه معمولی برنج می‌تواند عملکرد آن را بیش از ۵۰ درصد افزایش دهد و زمان برداشت را بیش از دو هفته کوتاه تر کند. تیم محققین آکادمی علوم کشاورزی چین از سال ۲۰۱۸ این آزمایش را در مناطقی با آب و هوای مختلف از جمله پکن، شهر گرمسیری سانیا و هانگژو در کنار رودخانه یانگ تسه آزمایش کرده است.

ژن OsDREB1C در بسیاری از گیاهان وجود دارد و تغییر آن در گندم باعث افزایش بیش از ۲۰ درصدی بهره‌وری و کاهش تقریباً یک هفته‌ای دوره رشد می‌شود. برنج یکی از مهم ترین محصولات غذایی در جهان است و بیش از نیمی از جمعیت جهان به برنج به عنوان منبع اصلی غذایی متکی هستند. با افزایش مستمر جمعیت و کاهش اراضی زیرکشت، بهره‌وری محصول در سالهای اخیر کاهش یافته و اتخاذ رویکردها و استراتژیهای جدید برای بهبود بیشتر عملکرد در غلات ضروری است. در چند دهه گذشته ژنهای زیادی یافته شده که می‌توانند عملکرد برنج را افزایش دهند، اما بیشتر آنها به زمان رشد بیشتری نیاز دارند. این امر می‌تواند بر بهره‌وری کلی مزارع برنج در بسیاری از مناطق، به ویژه در مناطق گرمسیری که دو یا حتی سه برداشت در سال دارند، تأثیر بگذارد. بیشتر گونه‌های برنج مولد نیز به کود اضافی نیاز دارند که می‌تواند محیط زیست را آلوده کند و بر پایداری زمین‌های کشاورزی تأثیر بگذارد. تیم تحقیقاتی چین برنج اصلاح شده را در شالیزارهای آزمایشی بدون دادن نیتروژن به آن که یکی از پرمصرفترین کودهاست پرورش دادند. محققان دریافتند در حالی که بیشتر ژن‌ها بر یک صفت خاص تأثیر می‌گذارند، این ژن جدیداً یافته شده فتوسنتز، دریافت نیتروژن و گلدهی را تنظیم می‌کند. فتوسنتز اساس تمام ماده و انرژی زنده روی زمین است. گیاهان دی اکسید کربن و آب را از طریق فتوسنتز به مواد آلی جذب می‌کنند تا تثبیت کربن کامل شود. در همین حال، نیتروژن یک بخش کلیدی از کلروفیل، پروتئین، اسید نوکلئیک و متابولیت‌ها





تا الگوها و روندهایی که مربوط به نیازمندی‌ها، ضرورت‌ها، محدودیت‌ها و سایر رویکردهای مهم در مدیریت منابع آب می باشد، را برآورد نمایند و در نهایت امکان اخذ، اجرا، نظارت و پایش تصمیمات مهم و استراتژیک را به طرز مؤثرتری اخذ نمایند.

امروزه، مفهوم هوش مکانی در تلفیق با مفاهیمی همچون: هوش تجاری (Business Intelligence) به معنای شناسایی و توسعه فرصت‌های جدید تجاری با بررسی و تحلیل داده‌های مربوط به کسب و کار مشخص، و هوش مصنوعی (Artificial Intelligence) به معنای استفاده از روش‌های کامپیوتری برای شناسایی الگوهای پیچیده موجود در مجموعه داده‌ها و روابط بین متغیرها، منجر به توسعه مفهوم «هوش مکانی تقویت شده با هوش تجاری و هوش مصنوعی» گردیده و به تدریج جایگزین مناسبی برای روش‌های سنتی تحلیل و تصمیم‌گیری را در اختیار می‌گذارد.

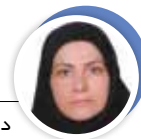
بدین ترتیب «هوش مکانی تقویت شده با هوش تجاری و هوش مصنوعی» در حوزه مدیریت منابع آب، این قابلیت را دارا می باشد که ضمن توجه به جنبه‌های داده‌ای، فرآیندی، موضوعی و تکنولوژیکی باعث گردد تا نیروی متخصص انسانی روی فرآیندهایی با ارزش بالاتر متمرکز شوند و نتایج تجزیه و تحلیل‌های انجام شده توسط روش‌های هوش مصنوعی را در جنبه‌های کسب و کارهای مرتبط با مدیریت منابع آب مورد بررسی و ارتقاء قرار دهند.

در حال حاضر سیستم‌های تحلیلی مبتنی بر مفاهیم یاد شده، به عنوان مؤثرترین و کارآمدترین روش‌های مدیریت منابع آب شناخته می‌شوند. سیستم‌های تحلیلی مبتنی بر «هوش مکانی تقویت شده» که گاهی تحت عناوینی همچون: «مدیریت هوشمند منابع آب» یا «آب دیجیتال» (آبی است که با تجزیه و تحلیل داده‌ها، مدل‌های رگرسیون و الگوریتم‌های احتمالی مدیریت می‌شود) نیز یاد می‌شوند، این مفاهیم را در بطن شیوه‌های نوظهور جهت مدیریت منابع آب قرار می‌دهند.

از مهمترین مزایای این شیوه‌های نوظهور می‌توان به یکپارچگی و پایداری، امکان به روز رسانی جهت تطبیق با شرایط خاص و در نهایت مقرون به صرفه بودن اشاره نمود.



## هوش مکانی تقویت شده و مدیریت منابع آب



سیده زهرا درواری

دانشگاه شهید بهشتی، مرکز رشد نوآوری و کارآفرینی، شرکت دانش بنیان توسعه زیرساخت مکان آشنا

شناخته می‌شود، به عنوان ظرفیت سازماندهی و درک داده‌های پیچیده با استفاده از روابط جغرافیایی تعریف می‌شود. به عبارت دیگر، هوش مکانی فرآیند استخراج اطلاعات معنادار از داده‌های مکانی و با ترتیب زمانی در رابطه با حل یک مسئله مشخص را شامل شده، از طریق تصویرسازی و آنالیز داده‌های مکانی به دست می‌آید و منجر به درک و فهم بهتر، بینش عمیق‌تر، تصمیم‌گیری و پیش‌بینی بهتر می‌گردد. این مفهوم، به تحلیل گران جنبه‌های مختلف مدیریت منابع آب، امکان بهینه کردن استراتژی‌هایشان را از طریق دسته‌بندی داده‌های مکانی می‌دهد. این داده‌های مکانی عمدتاً از رفتارهای ذی‌نفعان و ذی‌مدخلان، فاکتورهای محیطی و روش‌های تکنولوژیک (اینترنت اشیاء، سیستم‌های موقعیت‌یاب و ...) به دست می‌آید. همچنین آنالیزهای مکانی مرتبط با جنبه‌های مختلف مدیریت منابع آب کمک می‌کند

مدیریت منابع آب مجموعه فعالیت‌های مرتبط با برنامه‌ریزی، توسعه، توزیع و مدیریت جهت استفاده بهینه از این منابع را شامل می‌شود.

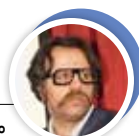
در دهه‌های اخیر، رشد سریع سکونت‌گاه‌ها، صنعتی شدن، رشد جمعیت و افزایش رقابت برای منابع طبیعی کمیاب، مدیریت بهینه منابع آب را با چالش‌های جدی مواجه ساخته است. کمبود منابع آب در سال‌های اخیر، یکی از عوامل تعیین‌کننده در توسعه پایدار در بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی محسوب می‌شود. امروزه بهبود مدیریت مصرف آب با استفاده از روش‌های جدید مدیریت منابع آب بعنوان یک راهکار اساسی برای حل کمبود و توزیع مناسب منابع آب در نظر گرفته می‌شود.

هوش مکانی (Location Intelligence) که گاهی مترادف با هوش فضایی (Spatial Intelligence)





## «زیر ساخت اطلاعات مکانی» یکی از ارکان اساسی در حکمرانی آب



عباس گلی جیرنده

مدیرعامل و عضو هیئت مدیره شرکت  
مهندسان مشاور «نوآوران علوم مکانی»

نمودن مشکل مدیریت و تحلیل اطلاعات درون سازمانی، با تبادل و دسترسی دادن به SDI های سایر سازمان مرتبط، امکان تصمیم گیری در پروژه های کلان را برای کشور محقق می سازد.

متأسفانه با گذشت بیش از یک دهه، کمترین هیچ تمایلی برای پیاده سازی SDI سازمانی، در خیلی از ارگان های دولتی دیده نمی شود و در محقق شدن طرح «SDI استانی» هیچ گونه همکاری را شاهد نیستیم. از این رو دیدن پروژه های مشابه یا موازی، پدید آمدن تعارضات بیشمار در اهداف طرح ها و برنامه های بین دستگاه های اجرایی، امری است بدیهی.

امید است تصمیم گیران، متولیان و متخصصین حوزه آب در کنار پرداختن به پدیده های نوظهور که جذابیت علمی و رسانه ای دارد (IoT)، هوشمند سازی و غیره) نگاه ویژه ای به این زیر ساخت لاینفک در حکمرانی آب داشته باشند.



یکی از اهداف پیاده سازی SDI، امکان دسترسی و تبادل اطلاعات بین دستگاه ها و ارگان های مرتبط می باشد. موفقیت در پروژه کلان الگوی کشت کشور با هدف بهره برداری مناسب از منابع آب، در گروی تبادل و دریافت اطلاعات جانبی از SDI وزارت جهاد کشاورزی می باشد.

پیاده سازی SDI در حوزه آب امکان پذیر نمی باشد.

تحلیل الگوی مصرف، یکی از دست آوردهای پیاده سازی این سامانه می باشد که این امکان را برای مدیران و برنامه ریزان فراهم می سازد که حتی برنامه های آموزشی/ ترویجی و مدیریتی را به صورت هدفمند در کلان شهر را برنامه ریزی نمایند.

لازم به ذکر است یکی از اهداف پیاده سازی SDI، امکان دسترسی و تبادل اطلاعات بین دستگاه ها و ارگان های مرتبط می باشد.

موفقیت در پروژه کلان الگوی کشت کشور با هدف بهره برداری مناسب از منابع آب، در گروی تبادل و دریافت اطلاعات جانبی از SDI وزارت جهاد کشاورزی می باشد. مالکیت اراضی، نوع محصول، نیاز آبی محصول، دوره آبیاری، نقشه خاک و غیره از جمله اطلاعاتی است که موفقیت تحلیل شبکه های سیستم توزیع آب را محقق می سازد.

از این رو پیاده سازی SDI علاوه بر مرتفع

زیر ساخت اطلاعات مکانی Spatial Data Infrastructure (SDI) در حوزه آب تنوعی از داده های مکانی (نقشه) و اطلاعات غیر مکانی (توصیفی) از زنجیره آب را شامل می گردد را دارا می باشد. تجمیع نقشه ها و اطلاعات از محل استحصال آب تا مصرف کننده در یک بستر یکپارچه می تواند حکمرانی آب را تسهیل نماید. این اطلاعات شامل میزان استحصال آب (میزان آبدی و موقعیت مکانی)، شبکه انتقال آب (نقشه کانال ها، لوله ها، مخازن، پمپ ها و دریچه ها) و جوامع ذی نفع (صنایع، کشاورزی و مصارف شهری و روستایی) می باشد. زیر ساخت اطلاعات مکانی را می توان به عنوان یک «زیر سیستم بنیادی» در سامانه مدیریت منابع آب کشور نام برد. تحقق پیاده سازی (Supervisory Control and Data Acquisition) SCADA با هدف نظارت، کنترل و جمع آوری اطلاعات، تحلیل شبکه های سیستم توزیع آب، الگوی کشت و هوشمند سازی در مصرف آب بدون





## امکان سنجی کشت گلخانه‌ای با استفاده از سیستم آبیاری چگالشی (گیاه مورد مطالعه ریحان) \*

ضرورت و مسائل اساسی تحقیق

شوری زدایی با استفاده از انرژی خورشیدی یکی از راه‌های مقابله با کمبود آب در بخش کشاورزی است. آبیاری چگالشی ترکیبی از آبیاری زیر سطحی و دستگاه تقطیر ساده خورشیدی است. در هیچ یک از پژوهش‌های گذشته به بررسی عملی آبیاری چگالشی برای تامین نیاز آبی گیاهان پرداخته نشده است. به عبارت دیگر تاثیر استفاده از آبیاری چگالشی بر عملکرد و رشد گیاهان هنوز مشخص نیست و همچنین هنوز مشخص نیست که آیا آبیاری چگالشی توانایی تامین نیاز آبی گیاهان را دارد یا خیر. برای پاسخ به این سوالات در این پژوهش یک طرح کوچک آبیاری چگالشی ساخته شد تا توان سیستم آبیاری چگالشی برای تامین نیاز آبی گیاه ریحان مورد بررسی قرار گیرد.

۳. رطوبت‌ساز در طول دوره ۲۰ روز آزمایش، مقدار ۲۵۱ لیتر آب را بخار کرد و در قالب هوای گرم و مرطوب به لوله‌های منفذدار منتقل نمود که ۳۳/۲ درصد از آن در بستر کشت و لوله به آب شیرین تبدیل شد.  
۴. متوسط مقدار آبیاری در روز ۲/۰۸ میلی‌متر بود. دمای خاک نیز به ۳۴/۱ درجه سانتی‌گراد رسید.

در آزمایش دوم سطح بستر کشت با استفاده از یک پلاستیک شفاف پوشیده شد و فقط منافذی برای کشت بذر در سطح آن ایجاد گردید. همچنین ترکیب حجمی بستر کشت یک قسمت کوکوبیت و یک قسمت لیکا یا پوک به صنعتی بود. نتایج آزمایش دوم نشان داد که: ۵. ارتفاع گیاهان کاشته شده در بستر کشت آبیاری چگالشی در روز برداشت ۶۵ درصد بیشتر از گیاهان گلدان‌های شاهد بود که به طور کامل آبیاری می‌شدند.

۶. وزن تر و خشک گیاهانی که با آبیاری چگالشی آبیاری می‌شدند به ترتیب، ۲۲۳ و ۲۸۶ درصد بیشتر از گیاهان گلدان‌های شاهد بود که به طور کامل آبیاری می‌شدند.

۷. رطوبت‌ساز در طول دوره ۲۴ روز آزمایش، مقدار ۳۰۱ لیتر آب را بخار کرد و در قالب هوای گرم و مرطوب به لوله‌های منفذدار منتقل نمود که ۵۰/۸ درصد از آن در بستر کشت و لوله به آب شیرین

را تامین می‌نمود. برای بررسی تأثیر عملکرد آبیاری چگالشی بر رشد و نمو گیاهان تعدادی گلدان نیز به کشت شاهد اختصاص یافت. میزان تولید آب شیرین و میزان آبیاری نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

در آزمایش اول سطح بستر کشت بدون پوشش بود و ترکیب حجمی بستر کشت مورد آزمایش یک قسمت شن، یک قسمت کود گاوی پوسیده و سه قسمت خاک برگ بود. نتایج آزمایش اول نشان داد که:

۱. ارتفاع گیاهان کاشته شده در بستر کشت آبیاری چگالشی در روز برداشت ۳۴ درصد بیشتر از گیاهان گلدان‌های شاهد بود که به طور کامل آبیاری می‌شدند.

۲. وزن تر و خشک گیاهانی که با آبیاری چگالشی آبیاری می‌شدند به ترتیب، ۳۲ و ۶۳ درصد بیشتر از گیاهان گلدان‌های شاهد بود که به طور کامل آبیاری می‌شدند.

### ■ نتایج و دستاوردها

در این پژوهش برای بررسی امکان کشت گلخانه‌ای با استفاده از آبیاری چگالشی یک طرح کوچک آبیاری چگالشی در گلخانه ایجاد شد و دو بار مورد آزمایش قرار گرفت. آبیاری چگالشی مورد بررسی شامل یک رطوبت‌ساز به مساحت ۱/۲ مترمربع و پنج لوله‌ی منفذدار به طول دو متر بود که با فواصل ۲۰ در عمق هشت سانتیمتری بستر کشت به مساحت دو مترمربع دفن شده بودند. آب‌شور موجود در رطوبت‌ساز با استفاده از یک المنت حرارتی گرم می‌شد. بخار آب هوای بالای سطح آب‌شور را گرم و مرطوب می‌کرد. این هوای گرم و مرطوب با استفاده از یک دمنده به لوله‌های منفذدار جریان پیدا می‌کرد. بخار آب موجود در این هوای مرطوب در جدار لوله و بستر کشت میعان می‌کرد و آب مورد نیاز گیاهان ریحان که در بستر کشت کاشته شده بودند

آبیاری چگالشی ترکیبی از آبیاری زیر سطحی و دستگاه تقطیر ساده خورشیدی است. در هیچ یک از پژوهش‌های گذشته به بررسی عملی آبیاری چگالشی برای تامین نیاز آبی گیاهان پرداخته نشده است



## ■ موانع، محدودیت‌ها و مشکلات در تحقق اهداف و کاربردی شدن نتایج

- در برخی منابع گذشته عنوان شده که افزایش دمای خاک یا بستر کشت ممکن است موجب رشد بیشتر قارچ‌های بیماری‌زا شود.

- بیا توجه به روش‌های نوین و مطالعات جدید در این راستا ولی متأسفانه همچنان از روش‌های قدیمی جهت برآورد نیاز آبی گیاهان استفاده می‌شود.

آبیاری چگالشی و آبیاری تقطیری از روش‌های نوین هستند که با استفاده از انرژی خورشیدی انرژی مورد نیاز خود را تامین می‌کنند و در مناطقی که دارای نور خورشید مناسبی نیستند باید مورد بررسی قرار گیرد.

## ■ راهکارهای عملیاتی و پیشنهادات در جهت کاربرد و استفاده از نتایج

- به نظر می‌رسد در راستای حل مشکل فوق و پیشگیری از رشد قارچ‌های بیماری‌زا، این موضوع می‌بایست در پژوهش‌های آینده مورد بررسی قرار گیرد و تحقیقات بیشتری برای تبیین ابعاد مختلف این روش ضروری به نظر می‌رسد.

بمنظور استفاده از این روش می‌بایست ابتدا معادلات حاکم بر مسئله، شرایط مرزی و اولیه آن برای یک سیستم تولید آب چگالشی نمونه، استخراج گردد و سپس با استفاده از روش حجم محدود، گسسته‌سازی آن تشریح گردد.

- بمنظور استفاده از این روش می‌بایست بررسی کارایی سامانه آبیاری تبخیری-تقطیری در افزایش بهره‌وری آب و امکان سنجی افزایش رطوبت خاک‌های مختلف بهبود یافته انجام گردد.

\* شرکت آب منطقه‌ای البرز  
پژوهشگران:  
حسین عرب نژاد، حمیده نوری،  
فرهاد میرزائی

۳۲ و ۶۳ درصد بیشتر بود. لذا نتایج نشان داد که آبیاری چگالشی توان تأمین نیاز آبی گیاه ریحان را داشت و همچنین دمای حاصل از میعان رشد گیاهان را محدود نکرد. تحلیل اقتصادی نیز نشان داد که آبیاری چگالشی در مقایسه با نمک‌زدایی به روش اسمز معکوس اقتصادی‌تر است.

- در پژوهش‌های بعدی آبیاری چگالشی برای آبیاری گیاهان دیگری مانند گوجه فرنگی که یکی از محصولات اصلی کشت گلخانه‌ای است یا آناناس که نیاز آبی کمی دارد ولی محصول گران قیمتی است مورد بررسی قرار گیرد.

- یک مدل فیزیکی دقیق‌تر که امکان تغییر پارامترهای مختلف، از جمله دمای آب موجود در رطوبت‌ساز، دما و رطوبت هوای ورودی به رطوبت‌ساز، و نوع خاک موجود در بستر کشت در آن وجود داشته باشد نیز ساخته شود. در مدل فیزیکی پیشنهادی می‌توان برای اندازه‌گیری بهتر میزان آب تولیدی، از سنسورهای وزنی که وزن بستر کشت را به طور دقیق اندازه‌گیری می‌کنند استفاده کرد تا تولید آب شیرین در ساعات مختلف روز نیز قابل اندازه‌گیری باشد.

- توسعه یک مدل ریاضی که قابلیت تخمین میزان آبیاری را داشته باشد.

- ارزش مصرفی آب در بخش‌های، شرب، صنعت و کشاورزی متفاوت است و اظهار نظر در خصوص اقتصادی بودن این روش نیاز به پژوهشی مستقل دارد.

- برای نایل شدن به توسعه پایدار منابع آب، تعادل بین هزینه و ارزش منابع آب می‌تواند شاخص کمی مناسبی به لحاظ سنجش و ارزیابی اقدامات و پیامدهای مدیریت منابع آب در سطح ملی در مقاطع زمانی مختلف باشد که نیاز به بررسی آن در پروژه‌های آتی می‌باشد.



## آب عامل عمده در تولید محصولات و مواد غذایی و پایداری زیست‌بوم محسوب می‌شود. نیاز به منابع آبی روز به روز افزایش می‌یابد. با توجه به کمبود آب و خشک بودن بسیاری از عرصه‌ها، توسعه فناوری‌های جدید تأمین نیاز آبی گیاه در مرحله استقرار یا پس از آن حائز اهمیت است. حل مشکل کم‌آبی، نیازمند توسعه فناوری‌های نوین است

تبدیل شد. ۸. متوسط مقدار آبیاری در روز ۳/۱۸ میلی‌متر بود. دمای خاک نیز به ۳۴/۸ درجه سانتی‌گراد رسید.

نتایج این دو آزمایش نشان داد که آبیاری چگالشی توان تأمین نیاز آبی گیاه ریحان در کشت گلخانه‌ای را دارد و رشد و نمو گیاهان به دلیل دمای مناسب منطقه ریشه و تهویه خوب ناشی از عملکرد آبیاری چگالشی حتی از آبیاری کامل نیز بیشتر بود.

بعلاوه نتایج نشان داد که برای تولید بیشتر آب شیرین بهتر است از بستر کشت با تخلخل بیشتر استفاده شود و همچنین برای کاهش خروج بخار آب بهتر است که سطح بستر کشت با استفاده از یک پوشش پلاستیکی پوشیده شود.

تحلیل اقتصادی نیز نشان داد که آبیاری چگالشی نسبت به روش اسمز معکوس بیشتر اقتصادی است.

## ■ بکارگیری نتایج

آب عامل عمده در تولید محصولات و مواد غذایی و پایداری زیست‌بوم محسوب می‌شود. نیاز به منابع آبی روز به روز افزایش می‌یابد. با توجه به کمبود آب و خشک بودن بسیاری از عرصه‌ها، توسعه فناوری‌های جدید تأمین نیاز آبی گیاه در مرحله استقرار یا پس از آن حائز اهمیت است. حل مشکل کم‌آبی، نیازمند توسعه فناوری‌های نوین است.

چگالش بخار در خاک، روشی نوین و در حال توسعه بوده که با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر دارای قابلیت در افزایش راندمان مصرف آب است.

آبیاری چگالشی به عنوان روشی برای آبیاری با استفاده از آب بی کیفیت و انرژی خورشیدی، ترکیبی از آبیاری زیرسطحی و دستگاه تقطیر ساده خورشیدی است.

در این تحقیق باهدف بررسی توان آبیاری چگالشی برای تأمین نیاز آبی گیاهان، طرحی به مساحت دو مترمربع در گلخانه ایجاد شد. برای این منظور مخزنی (رطوبت‌ساز) به ابعاد ۱۵×۷×۱۷ سانتیمتر ساخته شد که آب شور موجود در آن با استفاده از یک المنت گرمایشی تبخیر می‌شد.

بخار آب هوای بالای سطح آب شور را گرم و مرطوب می‌کرد. این هوا به ۵ عدد لوله‌ی منفذدار به طول دو متر که با فواصل ۲۰ سانتیمتر در عمق ۸ سانتیمتری خاک دفن بودند دمیده می‌شد.

سپس بخار آب در داخل جدار لوله و خاک میعان کرده و آب موردنیاز گیاهان ریحان که در خاک کشت شده بودند را تأمین می‌نمود. نتایج نشان داد که رطوبت‌ساز روزانه به طور متوسط ۱۲۵۵۰ میلی‌لیتر آب را به صورت بخار آب، وارد لوله‌های منفذدار نمود و از این مقدار به طور متوسط ۴۱۶۷ میلی‌لیتر در خاک و لوله به آب مایع تبدیل می‌شد. همچنین این سیستم با آبیاری متوسط روزانه بیش از دو میلی‌متر توان تأمین نیاز آبی گیاه ریحان را داشت و تولید ماده تر و خشک در آبیاری چگالشی نسبت به گلدان‌های شاهد







## استفاده از روشهای نوین بر آورد مقدار بارش در مناطق فاقد آمار استان فارس

RT-3B42 در جنوب استان بخصوص شهرستان های لار، لامرد، گراش و داراب بهتر است از این ماهواره در این مقیاس های زمانی در این مکان ها استفاده شود. در مقیاس زمانی روزانه به طور کلی ماهواره زمان واقعیIMERG و CDR PERSIANN مهارت بیشتری دارد هر چند کهIMERG در جنوب فارس در شهرستان لامرد دارای RMSE (root-mean-square error) بالایی است. در مقیاس زمانی ۶ ساعته ماهواره های زمان واقعی از نظر مقداری مهارت مناسبی دارد اما از نظر نحوه شناسایی عملکرد مناسبی ندارند. نتایج تصحیح ماهواره ها نشان داد که استفاده از دو روش mean bias-removal (MBR) و multiplicative ratio (MR) باعث نتایج متفاوت خواهد شد بطوری که روش MR باعث تصحیح عملکرد شناسایی وقایع بارش توسط ماهواره ها می شود اما روش MBR بیشتر از نظر کمی باعث بهبود ماهواره شده است. در کل استفاده از روش MBR برای تصحیح ماهواره توصیه می شود.

وجود داشته، لذا در این پژوهش ابتدا به ارزیابی تخمین بارش ۵ ماهواره زمان گذشته و زمان واقعی در مقیاس های زمانی سالانه، ماهانه، روزانه و ۶ ساعته بر روی کل استان فارس پرداخته شد و سپس مورد تصحیح قرار گرفت.

### ■ نتیجه گیری:

به دلیل لزوم استفاده از سیستم های بارش ماهواره ای بخصوص ماهواره های زمان واقعی در استان فارس، در این پژوهش به ارزیابی تخمین بارش توسط ۵ ماهواره از جمله سه ماهواره زمان واقعی (CDR PERSIANN-CCS)، TRMM RT-3B42 وIMERG) و دو ماهواره زمان گذشته (CDR PERSIANN و TRMM 3B42V7) در مقیاس های زمانی سالانه، ماهانه، روزانه و ۶ ساعته پرداخته شد. همچنین تخمین این ماهواره ها در مقیاس روزانه مورد تصحیح قرار گرفت. در این مطالعه، داده های بارش روزانه ۲۸ ایستگاه سینوپتیک هواشناسی و ۱۶۳ ایستگاه باران سنجی برای ارزیابی در طی دوره ۲۰۱۹-۲۰۲۰ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که در اغلب ایستگاه ها در هر دو مقیاس سالانه و ماهانه، ماهواره زمان گذشته CDR PERSIANN دارای بیشترین دقت با ضریب همبستگی بالای ۰/۸ است. هر چند به دلیل میزان نویز کمتر ماهواره TRMM

حوضه های آبریز استان فارس به سبب داشتن موقعیت خاص جغرافیایی، توپوگرافی ویژه، بارش های متنوع، قطب مهم کشاورزی و تراکم بالای جوامع روستایی و شهری اهمیت خاصی دارد و با توجه به نقش کلیدی بارندگی به عنوان اساسی ترین مولفه هیدرولوژی در مطالعات هیدرولوژیکی، هیدروکلیماتولوژی و هواشناسی، ضرورت برآورد دقیق مقادیر بارندگی در این حوضه را آشکار می سازد. داده های بارندگی اغلب از طریق شبکه ایستگاه های هواشناسی در بازه های زمانی متفاوتی برداشت می شود که در برخی مناطق، ایستگاه های موجود با تراکم کمی احداث شده اند. با توجه به این مشکل ایستگاه های زمینی برآورد باران، میتوان از گزینه های دیگر موجود جهت تخمین مقدار بارش استفاده کرد که در این بین با توجه به ظهور فناوری های پیشرفته در فرآیند دریافت اطلاعات هواشناسی ماهواره ای، از آن ها میتوان برای برآورد مقادیر بارندگی بویژه در مناطق فاقد ایستگاه کمک گرفت.

### ■ هدف

حال با توجه به اینکه از یک طرف ضرورت استفاده از بارش تخمین زده شده ماهواره ای بخصوص در مناطق فاقد آمار وجود دارد و از طرف دیگر احتمال وجود خطا در این گونه سیستم ها بدلیل تخمین غیر مستقیم بارش



## فناوری‌های بومی ایران: سد سازی



محمد صادق  
سبط الشیخ انصاری

مدیر نوآوری شرکت سنگ آهن مرکزی ایران

از پل بند دزفول و سدهای قلعه رستم، شعیبیه، کارون، عجیرب، کرخه، ابوالعباس، ابوالفارس، نیمور، چمپو فداغ، جراحی، ایزدخواست به عنوان نخستین بند قوسی جهان و سدهای دیاله و بلادی در عراق می‌توان به عنوان سدهای دوران ساسانیان نام برد.

سد سازی در ادوار مختلف تاریخی ایران تداوم داشته است که می‌توان از بندامیر، بند تیکان، بند موان و بند خاکی دختر در دوران آل بویه، پل بند سوس و سد شش طراز در دوران غزنویان، سد ساوه و سد کبار در دوران ایلخانیان، بند قهرود، بند قمصر، بند اخمد، بند فریمان، بند کلات، سد کریت و بند طرق در دوران صفویه و افشاریه، بند دره و بند عمر شاه در دوران قاجاریه نام برد.

مصلح استفاده شده در فناوری سدسازی ایران، بالولیت مصالح محلی بوده است و عمدتاً از سنگ لاشه، آجر، ملات گچ، ساروج و سنگ تراشیده تشکیل شده‌اند. همچنین با توجه به انتقال نیروهای جانبی آب، سدها از نوع وزنی، قوسی و پایه‌ای بوده‌اند.

در تمام نقاطی که سدهای قدیم ایران بنا شده است، شرایط طبیعی از لحاظ تنگی دره و استقامت کوه‌ها و غیره به خوبی مراعات شده است. این سدها اغلب در نقاط کوهستانی و دوردست که حتی امروز به سختی می‌توان به آنجا دسترسی پیدا کرد قرار گرفته‌اند. باید قبول کرد که انتخاب محل سد پس از جستجوی بسیار توسط کارشناسان و سدسازان قدیمی صورت می‌گرفته است.

و نیازهای روزمره، آب مادی بسیار ارزشمند محسوب می‌شده که این امر را می‌توان علاوه بر بندسازی، سدسازی و آثار به جا مانده دیگر در فرهنگ ایرانی و ارزشی که برای آب قایل می‌شدند و حافظه تاریخی مردم ایران به وضوح مشاهده و مطالعه کرد.

در سرزمین‌های ایران و مصر که از قدیم در معرض سیلاب و طغیان رودخانه‌ها قرار داشتند، ساخت بندهای متفاوت در طول مسیر رودخانه‌ها و یا مناطق سیل خیز به جلوگیری از خسارات این گونه طغیان‌ها کمک فراوانی می‌کرد. تاریخ سد سازی در ایران، مصر و بین النهرین (میان رودان) قدمتی بسیار طولانی دارد و هنوز هم می‌توان نشانه‌هایی از آن‌ها را در این سرزمین‌ها یافت.

پادشاهان هخامنشی به واسطه نیاز جغرافیایی کشور ایران و علاقه‌ای که به گسترش و آبادانی سرزمین تحت فرمانروایی خود داشتند، سدها و بندهای زیادی در بخش‌های جنوب غربی و جنوبی ایران ساختند. از جمله این سدها می‌توان به بند ناصری، بند فیض آباد، بند بهمن، سد کوروش، بند داریوش و سد خرم بید اشاره نمود.

در زمان ساسانیان، فناوری سد سازی یکی از نقاط اوج خود را با ساخت سد شادروان شوشتر بر روی رودخانه کارون رقم زد. در زمان عیلامیان نیز برای بالا بردن سطح آب در کارون و رساندن آن به سطح شهر شوشتر سدی به نام میزان بر روی این رود زده شد که با بند فیصر تکمیل گردید.

یکی از بندهای دیگری که پس از سد شوشتر ساخته شده سد اهواز با طول بیش از ۱۰۰۰ متر بوده و احتمالاً ۸ متر ضخامت داشته است. بند قیصر بر روی کارون نیز پس از سدهای شوشتر و اهواز از مهم ترین سدهای روی این رودخانه به شمار می‌آمده است و چنان که از نام آن پیداست، نمایانگر کاربرد «قیصر» برای آب بندی آن به منظور افزایش پا بر جایی و سختی و استحکام سد بوده است.

تکنولوژی و فناوری‌ها از مهم ترین مولفه‌های مهم رشد، توسعه و پیشرفت بشر در طول تاریخ بوده است. انسان از اولین روزهای زندگی خویش سعی کرده تا با ساخت ابزارهایی هر چند ساده، بیش از پیش بر محیط پیرامون خود احاطه پیدا کند و این فرایند، مسیر خود را تا امروز طی کرده است.

با افزایش جمعیت و پراکندگی جغرافیایی بشر شاهد تنوع فرهنگ‌ها و در پی آن افزایش کشفیات و اختراعات بوده ایم. فناوری‌های هر جامعه در ابتدا به نوعی مربوط به آن منطقه خاص بوده و بر پایه ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی همان جامعه توسعه یافته و به نوعی بومی شده است.

در سرزمین ایران نیز فناوری جایگاه مناسبی در معماری، هنر، عمران، شیمی، نجوم، شهرسازی، علوم انسانی و سایر علوم داشته است اما در دوران معاصر، طرح های توسعه در کشور بدون توجه به فناوری‌های بومی برنامه ریزی و اجرا شده است. برای تعیین و تبیین فرایند توسعه کشور، شناخت فناوری‌های بومی از ضروریات می‌باشد که در این شماره به یک فناوری بومی اشاره می‌کنیم.

سد سازی یا بند سازی از فعالیت‌های مهندسی به شمار می‌رود که شرایط تاریخی و جغرافیایی خاص هر منطقه در پیدایش، شکل گیری و گسترش آن سهم به سزایی دارد. در گذشته های دور و در هر منطقه خاص جغرافیایی ساکنان آن بنا بر ضرورت یا نیاز، نسبت به ایجاد سد، بند یا آبگیر اقدام می‌کرده‌اند تا نیازهای خود در زمینه آبیاری و آبرسانی را مرتفع سازند. در مناطقی نیز سد سازی به خاطر پایین بودن سطح آب‌های رودخانه‌ها یا نیاز جهت تغییر مسیر رود، انجام می‌گرفته تا سطح آب را بالا آورده و برای نیازهای کشاورزی و عمرانی از آن استفاده کنند. در ایران نیز به جهت کمبود آب، شرایط اقلیمی خاص

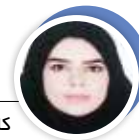
منابع:

– پایگاه اطلاع رسانی وزارت نیرو  
مقاله «مروری بر سدهای باستانی ایران» نوشته  
ریحانه نوروز و علی نورزاد





## مدیریت مؤثر آب با رویکرد مشارکتی هوش مصنوعی



مهتاب صفری

کارشناس پژوهشگاه فضای مجازی

در حال حاضر کاربرد هوش مصنوعی<sup>۱</sup> به صورت گسترده مورد توجه قرار گرفته است. هوش مصنوعی مدت‌هاست که در زندگی روزمره ما به عنوان یک سیستم ترجمه، موتور جستجو، دستیار زبان خصوصی یا ربات‌هایی که برای فعالیت‌های خاص برنامه‌ریزی شده‌اند، تغییرات جدی ایجاد نموده است.

کیفیت ساسلو<sup>۲</sup>، مدیر پروژه هوش مصنوعی و سیاست خارجی موسسه آلمانی *Stiftung Neue Verantwortung* عنوان می‌نماید: «امروزه مسئله‌ی هوش مصنوعی، به عنوان یک معیار ارزنده جهت دستیابی به موفقیت‌های آتی در زمینه‌های مختلف علم، جامعه و به ویژه اقتصاد به اندازه کافی پذیرفته شده است. این امر تا حدود زیادی به این واقعیت مربوط می‌شود که کاربردهای بالقوه برنامه‌های کامپیوتری هوشمند بسیار متنوع بوده و به عنوان یک فناوری مقطعی، شاخه‌های مختلف علوم را به یکدیگر متصل می‌نماید. در حالی که روشن است که هوش مصنوعی احتمالاً در این حد از پیشرفت ثابت باقی مانده و فقط در آینده امکان توسعه بیشتر را خواهد یافت.

### هوش مصنوعی چیست؟

در حال حاضر فناوری تشخیص صدا یا چهره، موتورهای جستجوگر، ماشین‌های خودکار، بازی‌های رایانه‌ای، ربات‌ها به خصوص ربات‌های فعال در زمینه‌های اجتماعی (ربات‌های چت که ارتباطات انسانی را تقلید می‌کنند)، در برگیرنده‌ی هوش مصنوعی هستند.

اما دقیقاً هوش مصنوعی چیست؟ تاکنون

هیچ تعریف معتبر جهانی از هوش مصنوعی ارائه نشده است. هوش مصنوعی را می‌توان به عنوان برنامه‌های رایانه‌ای توصیف نمود که توانایی یادگیری و قابلیت بهبود بخشیدن خود را دارا می‌باشد. این قابلیت‌ها تا حدودی هوشمند بوده و امکان ایجاد ساختارهای تصمیم‌گیری شناختی انسان توسط برنامه‌نویسی را فراهم می‌نمایند و شامل ادراک بصری، تشخیص و تولید گفتار، استدلال، تصمیم‌گیری، عمل و همچنین توانایی سازگاری با محیط‌های پویا می‌باشد.

به عنوان مثال الگوریتم‌های ساده و «غیر هوشمند» مانند سیستم‌های حمل و نقل جهت ارائه‌ی پاسخ به سؤالات واضح و صریحی مانند: مشکل این است و راه‌حل چیست (مثلاً کوتاه‌ترین فاصله از A تا B را پیدا کنید) برنامه‌ریزی شده‌اند. از سوی دیگر، کاربردهای بسیار ناهمگن هوش مصنوعی نه تنها بر اساس برنامه‌ریزی قطعی کلاسیک نبوده، بلکه بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های آماری می‌باشد. به عبارتی در یک فرایند یادگیری — که یادگیری ماشین<sup>۲</sup> نیز نامیده می‌شود —

هوش مصنوعی از داده‌های آموزشی الگومی گیرد که این امر می‌تواند سبب خود تعمیمی سیستم پس از مرحله یادگیری شود.

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد بازار هوش مصنوعی در اروپا از حدود سه میلیارد یورو در سال ۲۰۱۹ به ده میلیارد یورو در سال ۲۰۲۲ خواهد رسید. از طرفی رصدخانه فناوری اطلاعات اروپا در پژوهش خود تحت عنوان هوش مصنوعی در اروپا — آماده جهت پرواز عنوان می‌نماید: میزان گردش مالی حاصل از هوش مصنوعی مطابق با میانگین رشد سالانه ۳۸ درصد می‌باشد.

در سال‌های اخیر رشد سریع توان کامپیوتری عامل تعیین‌کننده جهت دستیابی به پیشرفت‌های سریع در زمینه‌ی برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی می‌باشد، زیرا تنها توان کامپیوتری است که به سرعت امکان پردازش مقادیر بسیار زیادی از داده‌های هوشمند سازی را فراهم می‌نماید. بنابراین پایانی برای این تغییر و تحولات وجود ندارد. دانشمندان علوم کامپیوتر داریو آمودی و دنی هراندز، که هر دو برای شرکت تحقیقاتی خصوصی OpenAI، که توسط ایلان ماسک تأسیس شده است، کار می‌کنند، در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیده‌اند که توان کامپیوتری در بازه زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷، به میزان ۳۰۰۰۰۰ افزایش یافته است. این بدان معناست که در حال حاضر به‌طور میانگین سرعت سیستم‌های هوش مصنوعی جدید در هر سه ماه و نیم به میزان دو برابر افزایش می‌یابد که در نهایت این امر سبب افزایش حجم پردازش داده‌ها می‌شود.

### هوش مصنوعی در چارچوب اهداف توسعه پایدار مرتبط با آب

در آینده نزدیک کاربرد هوش مصنوعی، کلان داده‌ها و اینترنت اشیا (IoT) به‌طور قطعی در صنعت آب برجسته خواهند شد. ساخت سیستم‌های آب (توزیع آب، ذخیره آب، و سیستم‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب) انعطاف‌پذیر و با کارآمدی بیشتر برای کاهش پیامدهای کمبود آب و بحران‌های ناشی از تغییرات آب و هوایی جهانی ضروری است. طبق گزارش مایکروسافت و پرایس واتر‌هاوس کوپرز برآورد می‌شود که نوآوری‌ها و مداخلات مبتنی بر هوش مصنوعی در بخش آب تأثیر مثبتی معادل ۲۰۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۳۰ داشته باشد که ۰.۴-۰.۲٪ از تولید ناخالص داخلی جهانی خواهد بود. این تأثیر ممکن است در مقایسه با تأثیر هوش مصنوعی بر سایر صنایع و SDGها (اهداف توسعه پایدار)، کوچک به نظر برسد، اما این مشارکت نقشی حیاتی در حفظ منابع آب شیرین، جنگل‌ها و اقیانوس‌ها خواهد داشت.

حوزه‌های کلیدی که انتظار می‌رود هوش مصنوعی در آن‌ها در بخش آب تأثیر بگذارد، در شکل زیر فهرست شده‌اند. شکل اهدافی از SDG را فهرست می‌کند که هر یک از حوزه‌های کلیدی در آن مشارکت دارند. چهارمین انقلاب صنعتی در بخش آب، توسط هوش مصنوعی پیش می‌رود. این انقلاب از سیستم‌های فیزیکی-حسگر هوشمند برای نظارت بر زیرساخت‌های آب و برنامه‌ریزی بازرسی و نگهداری بر اساس وضعیت دارایی استفاده می‌کند.

بر خلاف تصور عموم که گمان می‌کنند، آبی که هر روز از شبکه‌های لوله‌کشی منازل عبور می‌کند، فقط یک آب معمولی است اما با یک نگاه واقع بینانه متوجه می‌شویم این آب

در سال‌های اخیر رشد سریع توان کامپیوتری عامل تعیین‌کننده جهت دستیابی به پیشرفت‌های سریع در زمینه‌ی برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی می‌باشد، زیرا تنها توان کامپیوتری است که به سرعت امکان پردازش مقادیر بسیار زیادی از داده‌های هوشمند سازی را فراهم می‌نماید

SDG Targets

|                                          | 3.3 | 3.9 | 6.1 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 6.6 | 11.5 | 15.1 |
|------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| تعمیر و نگهداری پیشگويانه زیرساخت‌های آب |     |     | ●   | ●   | ●   |     |     |      |      |
| پیش‌بینی تقاضا و مصرف آب                 |     |     | ●   |     | ●   | ●   |     |      | ●    |
| نظارت بر مخازن آب و سدها                 |     |     |     |     | ●   | ●   | ●   |      | ●    |
| پایش کیفیت آب                            | ●   | ●   | ●   | ●   |     |     |     |      |      |
| پایش و پیش‌بینی بلایای مرتبط با آب       |     |     |     |     |     |     |     | ●    |      |

● SDG 3 ● SDG 6 ● SDG 11 ● SDG 15

پایدار در بلندمدت را می‌طلبد. تمامی این موارد بدان معنی است که ما الزامی بایست فراتر از خود فناوری فکر کنیم تا به بینش عمیق در رابطه با پیامدهای کاربرد هوش مصنوعی بر جامعه و محیط زیست دست یابیم.

آینده‌نگری استراتژیک برای کاربردهای هوش مصنوعی جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار مرتبط با آب این توصیه‌های کلیدی می‌تواند به‌عنوان دستورالعمل‌های اولیه برای توسعه استراتژی‌ها و برنامه‌هایی برای استفاده از هوش مصنوعی برای کمک به دستیابی به اهداف توسعه پایدار مرتبط با آب استفاده شود.

سیاست‌گذاران باید ارزیابی‌های جامعی از عوامل اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی را قبل از پذیرش هوش مصنوعی در بخش آب انجام دهند، زیرا کاربردهای آینده‌نگر هوش مصنوعی به موارد خاص بستگی دارد. همچنین انجام مطالعات پایه برای اندازه‌گیری ظرفیت اجرا، بازگشت سرمایه و تأثیر مداخله مهم است.

برای اطمینان از نتایج مثبت توسعه، سیاست‌های مربوط به استفاده از هوش مصنوعی برای چالش‌های مرتبط با آب باید با ظرفیت‌ها و سیاست‌های توسعه زیرساخت همراه شود.

سیاست‌های توسعه ظرفیت باید به نیازهای تمام ذینفعان مرتبط با آب از جهت توسعه مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی رسیدگی کند. سیاست‌های توسعه زیرساخت باید به نیازهای اساسی محاسبات، انرژی، تولید داده و ذخیره‌سازی بپردازند و توالی این سیاست‌ها حیاتی است.

برای کاهش جابجایی شغلی پیش‌بینی شده که با نوآوری مبتنی بر هوش مصنوعی در بخش آب همراه خواهد بود، سیاست‌ها باید سرمایه‌گذاری‌ها را به سمت ایجاد نیروی کار ماهر همراه با توسعه آموزش مرتبط با بخش آب در همه سطوح هدایت کنند.

چالش‌های مرتبط با آب، از سطح مردمی تا سطح جهانی متقاطع هستند و نیاز به درک اکوسیستم آب دارند. برای کشورهایی که توسط رودخانه‌ها و حوضه‌های آبخیز اصلی به هم متصل هستند، این موضوع مهم است که در توسعه سیاست‌هایی که استفاده از هوش مصنوعی را برای مقابله با چالش‌های مشترک مرتبط با آب ارتقا می‌دهد، همکاری کنند.

یک شورا یا نهاد با نمایندگی از همه ذینفعان باید در سطح ملی تشکیل شود تا امکان پذیرش موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی توسط آژانس‌های آب فراهم شود. این شورا یا نهاد باید وظیفه توسعه سیاست‌ها، دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های رفتاری را برای اتخاذ هوش مصنوعی در بخش آب داشته باشد.

می‌دهد که حدوداً ۶۰ درصد از کل آب مورد استفاده در بخش کشاورزی هدر می‌رود، به عبارتی بخش کشاورزی باعث هدر رفت ۴۲ درصد از کل برداشت‌های آب در سراسر جهان می‌شود.

آمار شرح داده شده حاکی از ناکارآمدی و ناپایداری سیستم‌های مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی می‌باشند که نیاز مبرمی به تغییر و تحول گسترده دارند، در حال حاضر این ناکارآمدی و ناپایداری سیستم باعث افزایش به‌کارگیری تکنیک‌های کشاورزی هوشمند با استفاده از هوش مصنوعی شده‌اند.

از این‌رو در طی سالیان پیش رو طیف وسیعی از سیستم‌ها و تکنیک‌ها جهت ایجاد مزارع دیجیتال با یکدیگر ادغام می‌شوند که از حداقل میزان آب جهت تولید محصول استفاده نموده و مقادیر هدر رفت آب را تقریباً به صفر می‌رسانند.

همچنین گزارش‌های منتشر شده توسط PWC در دسامبر ۲۰۲۱، نشان می‌دهد که در صورت استفاده صحیح از هوش مصنوعی در چهار بخش کلیدی کشاورزی، آب، انرژی و حمل‌ونقل می‌توان آینده بسیار پایدارتری برای بشریت فراهم نمود.

کشورهای پیشگام در این زمینه مانند استرالیا، کانادا و ژاپن معتقدند علیرغم ترس از دست رفتن برخی مشاغل توسط هوش مصنوعی، این فناوری می‌تواند ۳۸/۲ میلیون شغل جدید در سراسر جهان ایجاد کند و افراد ماهر بسیاری را به این سمت سوق دهد. بدیهی است که نیاز مبرم به حل چالش‌های مرتبط با آب (کمبود آب، آلودگی، هدر رفت و...) همراه با اصلاح و پایدارسازی محیط زیست جهانی مشترک، از طریق تلاش‌های مستمر، منجر به پذیرش گسترده تکنیک‌های هوش مصنوعی در زمینه‌های مبتنی بر آب خواهد شد.

بسیاری از پژوهشگران و متخصصان معتقدند اگر این روند به‌کارگیری هوش مصنوعی در مدیریت منابع آب، ادامه یابد ممکن است به‌سرعت نحوه تأمین و مصرف آب دست‌خوش تغییرات مثبت شود، که به نوبه خود می‌تواند خطوط تأمین آب ایمن و پایدار را در سراسر جهان، حتی برای افرادی که در مناطقی با کمبود شدید آب زندگی می‌کنند فراهم نماید، البته که دستیابی به این هدف تعهد به یک چشم‌انداز جهانی



**هوش مصنوعی علاوه بر کاربرد در زمینه ارزیابی دقیق منابع آب و تأمین تقاضای آب، به ابزاری ضروری جهت جلوگیری از هدر رفت آب تبدیل شده است**



**سیاست‌گذاران باید ارزیابی‌های جامعی از عوامل اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی را قبل از پذیرش هوش مصنوعی در بخش آب انجام دهند، زیرا کاربردهای آینده‌نگر هوش مصنوعی به موارد خاص بستگی دارد. همچنین انجام مطالعات پایه برای اندازه‌گیری ظرفیت اجرا، بازگشت سرمایه و تأثیر مداخله مهم است**

حاوی اطلاعات بسیار ارزشمندی است که به‌طور متوالی در کنار آن جریان دارد.

امروزه بسیاری از ناکارآمدی‌های سیستم‌های آب‌رسانی به صورت متوالی با استفاده از سیستم‌های تحلیلی مبتنی بر هوش مصنوعی مجهز به حسگرهای اینترنت اشیا بررسی می‌شود، که ترکیبی به‌اندازه کافی قدرتمند جهت پیگیری، پیش‌بینی و پاسخگویی مستمر به سطوح تقاضای منابع آبی را ایجاد می‌نمایند.

با ایجاد و استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی امکان تجزیه و تحلیل داده‌ها فراهم می‌شود که متعاقباً اپراتورهای انسانی در این مورد آزاد شده تا بر فرآیندهای شناختی مانند اعتبارسنجی و پایش تجزیه و تحلیل‌های هوش مصنوعی تمرکز نمایند. همچنین به‌تازگی شرکت آب استرالیا ملبورن و اثر نتایج پژوهش‌های خود در رابطه با کاربرد هوش مصنوعی جهت عملیات تصفیه و تأمین آب را منتشر کرده است که نشان می‌دهد چطور با استفاده از هوش مصنوعی و بدون نیاز به اپراتور انسانی، استفاده بهینه از پمپ‌ها و دستگاه‌های مورد استفاده در فرآیند تصفیه و تأمین آب را کالبره کرده‌اند.

آن‌ها اذعان نمودند که کاربرد هوش مصنوعی باعث صرفه‌جویی در هزینه انرژی به میزان ۲۰ درصد در شرکت مادر، شده است.

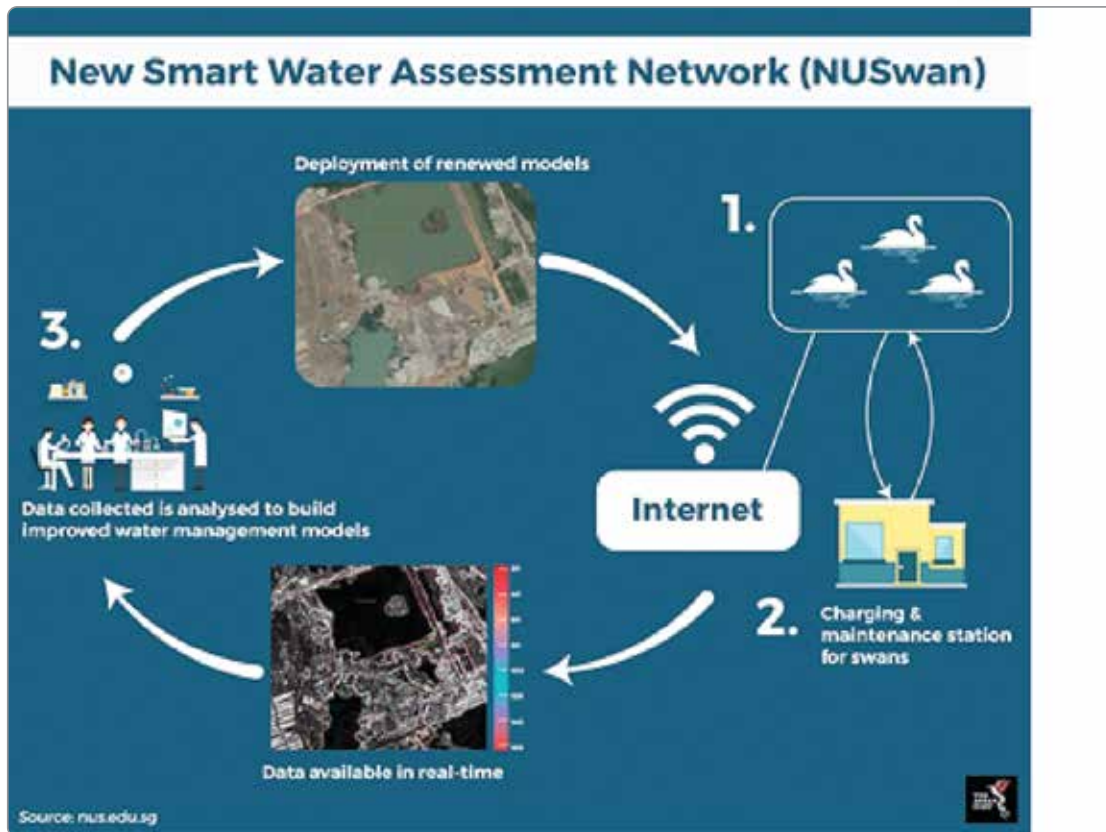
هوش مصنوعی علاوه بر کاربرد در زمینه ارزیابی دقیق منابع آبی و تأمین تقاضای آب، به ابزاری ضروری جهت جلوگیری از هدر رفت آب تبدیل شده است.

مسئله‌ی هدر رفت آب در کشورهای که دچار تنش آبی هستند؛ از جمله بسیاری از مناطق خاورمیانه و شمال آفریقا که در آن فقط ۶۰ درصد از کل جمعیت دسترسی کافی به آب آشامیدنی سالم و بهداشتی را دارند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

بعلاوه هوش مصنوعی در قلب استفاده کارآمد از آب در مزارع نسل بعدی است. بر اساس گزارش بانک جهانی، حدوداً ۷۰ درصد از منابع آبی در سطح جهان در بخش کشاورزی مصرف می‌شوند، این امر بخش کشاورزی را بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب تبدیل نموده است.

حتی قابل توجه‌تر، گزارش‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد نشان





## استفاده از ربات ها در مدیریت کیفیت آب



میثم عباسی

پژوهشگر پژوهشگاه فضای مجازی

ربات با استفاده از فناوری بی سیم نتایج زنده را به PUB منتقل می کند. قوهای رباتیک قادرند که سطوح pH آب شیرین، اکسیژن محلول، میزان کدر بودن و کلروفیل را که همگی برای تعیین کیفیت کلی آب مورد استفاده قرار می گیرند نظارت کنند.

سازندگان قوهای رباتیک عقیده دارند به دلیل آن که این سیستم ها از انرژی الکتریکی استفاده می کنند آلودگی زیست محیطی ندارند و در آینده می توان با فراهم کردن منبع انرژی شان با پنل های خورشیدی آن ها را سبزتر کرد.

علاوه بر این برای کاربرد در بازه های زمانی طولانی با کمترین نیاز به تعمیرات، ساختار این سیستم های هوشمند تا حد امکان دارای دوام بالا در شرایط سخت آب و هوایی طراحی شده است. از سنسورهای چندگانه گرفته تا قوهای مصنوعی، رباتیک و سیستم های خودکار هوشمند می توانند با به حداقل رساندن خطای انسانی نقش مؤثری در مدیریت و کنترل بهینه فرآیندهای حساس به خصوص مواردی که با طبیعت سروکار دارند، داشته باشند.

NUSwan یک مفهوم نوآورانه در زمینه نظارت مکانی-زمانی بر کیفیت آب است. به عنوان یک راه حل جامع برای به حداقل رساندن استفاده از منابع و اثر بخشی هزینه طراحی و توسعه داده شده است، به طوری که می توان داده ها را در زمان واقعی و با حداقل استفاده از نیروی انسانی جمع آوری کرد.

به گفته دست اندرکاران پروژه، قوهای رباتیک طراحی شده ابزاری ساده و در عین حال قدرتمند برای مشاهده محیط آب هستند و توانایی شان جهت جمع آوری داده ها در طی یک مأموریت هدایت شده در زمان واقعی، امکان نمونه گیری تعاملی را در مکان های مورد نظر فراهم می سازد. این ویژگی تعاملی، قابلیت سنجش هم زمان چندین پارامتر با سرعت بالا برای مشاهده گرادبان غلظت برای شناسایی بهتر و تشخیص نقاط حساس با زمان بندی متفاوت را در اختیار محققان قرار می دهد.

در حال حاضر، هیئت خدمات عمومی سنگاپور (PUB) هشت قوی رباتیک را در مخازن آبی معین شده مستقر کرده است. هر

حفظ کیفیت آب، به ویژه در مناظر شهری، موضوعی چالش برانگیز است زیرا منابع آبی در معرض آلودگی های صنعتی و روان آب های شهری از جمله فاضلاب قرار دارند. از این رو مدیریت صحیح آب برای توسعه یک کشور چالشی بسیار مهم است.

سنگاپور در سال های اخیر سرمایه گذاری های کلانی بر روی استفاده از ظرفیت های فناوری های نوین در توسعه متوازن با اولویت حفظ محیط زیست داشته است. از جمله جدیدترین پروژه های این کشور می توان به پروژه استفاده از سیستم های رباتیک هوشمند در مدیریت منابع آب ارائه شده توسط دانشمندان دانشگاه NUS اشاره نمود.

این پروژه که SWAN (شبکه ارزیابی هوشمند آب) نامیده می شود ربات هایی را به شکل قو تدارک دیده است که روی سطح آب قرار می گیرند. این ربات ها از طریق اینترنت اشیا با یکدیگر و با سیستم کنترل مرکزی ارتباط دارند.

به گفته طراحان پروژه SWAN هدف از آن ارائه راهکارهای نوآورانه برای نظارت بر آلودگی های وارد شده به منابع آبی است. پروژه

سازندگان قوهای رباتیک عقیده دارند به دلیل آن که این سیستم ها از انرژی الکتریکی استفاده می کنند آلودگی زیست محیطی ندارند و در آینده می توان با فراهم کردن منبع انرژی شان با پنل های خورشیدی آن ها را سبزتر کرد.



| خدمات آنلاین بیمه‌دی |



باشما، برای جبران

۱۶۷۱ 

 بیمه‌دی  
day insurance





بیمه پاسارگاد

# مستمری برای همه

به نمایندگی های بیمه پاسارگاد مراجعه فرمایید.

[pasargadinsurance.ir](http://pasargadinsurance.ir)

۰۲۱-۸۲۴۸۹

