نشریه علمی دانشجویی

آبخوان

دوره ۱۲، شماره ۱، پاییز ۱۳۹۹

با محوریت **آب و تغییر اقلیم**

بخش اول: تاریخچه تغییر اقلیم

بخش دوم: سامانه‌های آبیاری و چالش کارایی آن‌ها

بخش سوم: همبست آب، غذا و انرژی

بخش چهارم: مصرف آب محصولات استراتژیک پر مصرف

بخش پنجم: مصاحبه با اساتید

بخش ششم: معرفی نرم افزار و مدل‌های به روز در رشته علوم و مهندسی آب

بخش هفتم: اطلاعات عمومی، تحلیل مستندهای علمی

نشریه علمی دانشجویی آبخوان

با محوریت آب و اقلیم

شماره مجوز: ۳۰/۱۱۱/۳۲

تاریخ اخذ مجوز: ۱۳۸۴/۰۶/۲۰

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

دوره دوازدهم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۹

مدیر مسئول: مسعود پورغلام آمیجی (دانشجوی دکتری گروه مهندسی آبیاری و آبادانی)

سردبیر: رضا دلباز (دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی)

استاد مشاور انجمن علمی دانشجویی: دکتر آرزو نازی قمشلو

اعضای هیئت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا): مسعود پورغلام آمیجی، محسن حسینی جلفان، رضا دلباز، امید رجا، بهاره رحمانی، پویا شهریور، هدی ظاهری، هادی محرمی و سپینود محمدی لیری

طراح جلد: گروه علمی ترویجی مرجع مهندسی آب

صفحه‌آرا: امیرحسین کاسه‌چی

این نشریه با حمایت بنیاد علمی آموزشی قلم‌چی منتشر شده است

فهرست مطالب

۲ **بخش اول: تاریخچه تغییر اقلیم**

۲ تغییرات آب‌وهوایی، گرمایش زمین و تغییر اقلیم

۴ کرونا و تغییر اقلیم

۸ **بخش دوم: سامانه‌های آبیاری و چالش کارایی آن‌ها**

۸ آبیاری تحت‌فشار؛ توسعه یا توهم توسعه؟

۱۰ مروری بر توسعه آبیاری تحت‌فشار در ایران

۱۳ **بخش سوم: همبست آب، غذا و انرژی**

۱۳ پیوند آب، غذا و انرژی و ردپای کربن

۱۶ مفهوم آب مجازی

۲۰ **بخش چهارم: مصرف آب محصولات استراتژیک پر مصرف**

۲۰ محصولات راهبردی و ردپای آب در ایران

۲۵ **بخش پنجم: مصاحبه با اساتید**

۲۵ پروفسور علی خلیلی؛ استاد پیشکسوت هواشناسی کشاورزی

۳۱ **بخش ششم: معرفی نرم‌افزار و مدل‌های به روز در رشته علوم و مهندسی آب**

۳۴ نرم‌افزارهایی که کمتر نامشان را شنیده‌ایم

۳۵ **بخش هفتم: اطلاعات عمومی، تحلیل مستندهای علمی و اخبار جالب**

۳۵ مستند Brave Blue World (2019)

۳۸ اثرات زیست‌محیطی تغییر اقلیم؛ اگر یخ‌های قطبی یک شبه آب شوند، چه اتفاقی خواهد افتاد؟

۴۱ شهرهایی که تا سال ۲۰۵۰ زیر آب می‌روند!

۴۸ **بخش هشتم: دیگر فعالیت‌های انجمن علمی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰**

پیش‌گفتار

نظر به اینکه منابع آب و خاک و منابع طبیعی، در کشورمان در حال نابودی می‌باشند؛ در نتیجه برای جلوگیری از این منابع هرچه زودتر تدریس این موضوعات از مدارس ابتدایی نه تنها به شکل نظری بلکه به صورت عملی شروع بشود، وگرنه صدور بخش‌نامه و آئین‌نامه حتی گماردن پلیس اثرگذار نخواهد بود. نصیحت یا صدور بخش‌نامه برای جوامعی است که به این نوع مسائل نگرش ملی داشته باشد و حفاظت از این منابع را پاره‌ای از ارزش‌های ملی خود بداند. متأسفانه مردم تا به عمق مطلب پی نبرند، شرایط خیلی بحرانی‌تر از شرایط فعلی خواهد شد. موضوع حفاظت و بهره‌برداری صحیح از این منابع، مواردی نیستند که حالت دستوری باشد. این حالت شاید برای شرایطی قابل قبول باشد که تعداد محدودی از افراد جامعه نسبت به این موضوع بی‌تفاوت باشند. موقعی که کل جامعه نسبت به این مسائل بی‌تفاوت هستند، عملا جلوگیری امکان‌پذیر نیست و این درست همانند شرایطی است که اکنون در جامعه پابرجاست. وقتی که بی‌تفاوتی در یک جامعه حاکم باشد، حتی پیاده کردن بهترین طرح‌ها هم با صرف هزینه‌های زیاد (برای مثال، احیاء و تعادل بخشی آب‌های زیرزمینی و یا طرح‌های امثال آن‌ها) نمی‌تواند کارساز باشد.

با توجه به اهمیت موضوع، مجددا تکرار می‌کنم سرآغاز آموزش و یادگیری موضوع بهره‌برداری صحیح از این منابع که ارزش حیاتی دارند و ادامه زندگی به آن‌ها وابسته است، حتما باید افراد جامعه از سنین دبستانی و حتی کودکستانی با روش‌های بدون استفاده از فرمول‌ها و متدهای پیچیده شروع شود. خوشبختانه در عصر رایانه این نوع یادگیری‌ها از طریق فیلم‌های کارتونی و پویانمایی در محیط دبستان، هم حالت سرگرمی می‌تواند داشته باشد و هم این مطالب در این سنین در ذهن آن‌ها نقش می‌بندد. البته این راه‌کار باید با موارد دیگر نیز همراه باشد تا کارساز شود. موضوع دومی که البته بعد از اینکه موضوع اول به واقعیت پیوست می‌تواند در حفظ و پایداری این منابع مؤثر واقع شود، مشارکت مستقیم ذی‌نفعان در ساخت و بهره‌برداری و مدیریت از این منابع می‌باشد. موضوع سوم ایجاد حس اعتماد یا به عبارتی اعتمادسازی در جامعه است که جزو مسئولیت‌های حاکمیت به حساب می‌آید. البته موضوع آخر، شرط لازم برای موفقیت موارد بالا محسوب می‌شود وگرنه تمام تلاش‌های انجام‌گرفته قبلی را به راحتی تحت تأثیر قرار داده و سرمایه‌گذاری‌های قبلی را بی اثر خواهد نمود.

نسل ما که عرضه صیانت از این منابع را نداشت، امید است که با بکار گرفتن راهکارهای پیشنهادی، نسل بعدی بتواند ما را شرمنده کند. متأسفانه، ادامه حیات در این منطقه‌ای که ما زندگی می‌کنیم و محل زندگی نسل آینده خواهد بود، برای ادامه زندگی چاره‌ای به جز بکار بستن راهکارهای موارد بالا را ندارد.

دکتر تیمور سهرابی

استاد بخش مهندسی آبیاری و زهکشی
مدیریت گروه مهندسی آبیاری آبادانی

بخش اول: تاریخچه تغییر اقلیم

تغییرات آب‌وهوایی، گرمایش زمین و تغییر اقلیم

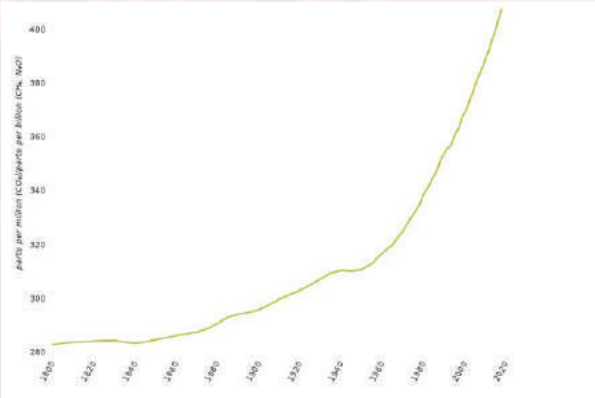
رضا دلباز

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی

گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

اصلی وجود دارد که می‌گوید: "اگر تا کنون پروازی را از دست نداده‌اید، زمان زیادی را در فرودگاه هدر داده‌اید». این اصل یعنی حذف کامل یک اتفاق نامطلوب، انرژی و هزینه زیادی می‌طلبد که گاها به صرفه نیست. به عنوان مثال جهت کاهش تصادفات جاده‌ای از مردم تقاضا می‌شود با سرعت کم حرکت کنند و این از لحاظ اقتصادی شاید به دولت کمک بکند اما از بعد زمانی قطعاً وقت بیشتری را اتلاف خواهد کرد. بسیاری از بحران‌های کشوری به دلیل نداشتن برنامه مشخص و آینده‌نگری همانند کرونا ممکن است به یک بحران جهانی تبدیل شود. علت این اتفاق نیز می‌توان به عدم تشخیص سیگنال از نویز توسط دولت‌ها اشاره نمود. همان‌طور که شاید شنیده باشید مطالعاتی به پندمیک کرونا در سال‌های اخیر اشاره کرده باشند اما به دلیل تولید انبوه مقالات امکان تشخیص سیگنال از نویز برای دولت‌مردان دشوار است. موارد فوق ذات پیش‌بینی‌ناپذیر وقایع جهان را نشان می‌دهد. می‌بینید که یک بال زدن خفاش در چین منجر به سلسله حوادثی شد که زندگی مردم را تغییر داد. این بیماری به دلیل ناگهانی بودن، ناشناخته بودن، واضح و فوری بودن اثر آن یعنی مرگ و نامشخص بودن پایان آن، توجه بسیاری به خود جذب کرده است. اما خطر بالقوه دیگری که تدریجی، شناخته‌شده، غیرقابل بازگشت و مهلک‌تر است و توجه چندانی به آن نمی‌شود، مسئله گرمایش زمین (Global Warming) است. در یکی از سناریوهای احتمالی، با آب شدن یخ‌های قطب، ممکن است ویروس‌هایی در اعصار مختلف تاریخی منجمد شده‌اند، آزاد شوند. مشخصاً با بسیاری از این ویروس‌ها تا کنون هیچ انسانی مواجه نشده است. ویروس‌هایی که شاید کرونا در برابر آن‌ها شوخی بیش نباشد. تحقیقات اخیر از کشف ۲۸ گونه جدید ویروس‌ها در این یخ‌ها گزارش می‌دهند. اما دانشمندان چطور این‌قدر قاطعانه در مورد گرمایش جهانی سخن می‌گویند و چه شواهدی برای این نظریه وجود دارد؟

بر اساس شواهدی که در یخچال‌های قطبی وجود دارد می‌توان غلظت کربن دی‌اکسید را در دوره‌های مختلف زمین (حداقل از حدود ۸۰۰۰۰۰ سال قبل) مورد بررسی قرار داد. این شواهد نشان می‌دهند که رشد غلظت کربن دی‌اکسید از ابتدای قرن بیستم به طرز چشمگیری افزایش یافته است. از آغاز انقلاب صنعتی انسان ۳۶۵ میلیارد تن کربن تنها به واسطه سوختن سوخت‌های سنگواره‌ای به جو زمین افزوده است و هرساله ۹ میلیارد تن به این میزان اضافه می‌شود. این افزایش باعث خواهد شد در سال ۲۰۵۰ حداقل دمای متوسط جهانی ۳/۵ تا ۷ درجه فارنهایت افزایش یابد. رشد غلظت کربن دی‌اکسید در اتمسفر در



غلظت کربن دی‌اکسید در هر سال

دو قرن اخیر در نمودار صفحه قبل نشان داده شده است.

همچنین مدرک معتبر دیگری که در اختیار ماست، گزارش‌های ایستگاه‌های هواشناسی سراسر جهان از گذشته تا کنون است. این گزارش‌ها افزایش دمای زمین را به طور کامل تائید می‌کنند.

دیدگاه جهانی در خصوص گرمایش جهانی پس از کرونا وارد فاز تازه‌ای خواهد شد که امیدواریم دولتمردان حداقل این پیش‌بینی را قبل از وقوع فاجعه بیشتر جدی بگیرد.

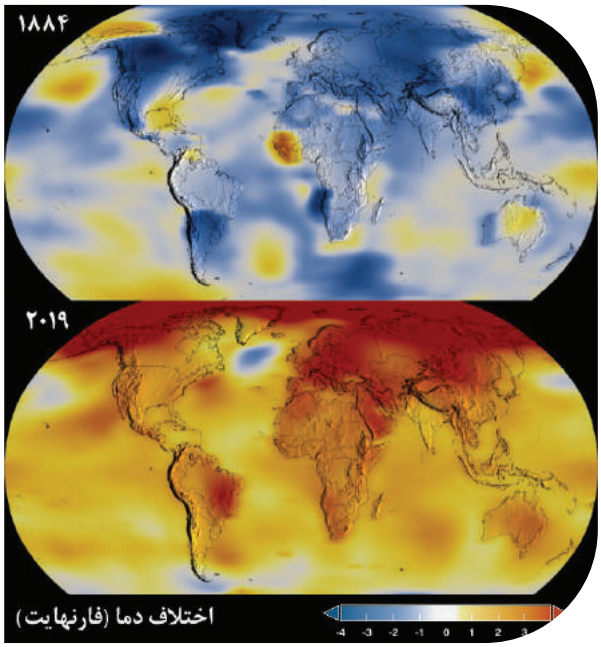
سرگذشت نظریه گرمایش جهانی:

سوانته آرنیوس (Svante Arrhenius)، دانشمند سوئدی و برنده جایزه نوبل شیمی اولین شخصی بود که ادعا کرد که احتراق سوخت‌های فسیلی ممکن است در نهایت منجر به گرم شدن کره زمین شود و در سال ۱۸۹۶ محاسبه کرد که دو برابر شدن مقدار دی‌اکسید کربن جو زمین، یخ‌های قطبی را ذوب خواهد کرد.

در سال ۱۹۳۰ فیزیکدان آمریکایی به نام ادوارد اولسون هولبرت (Edward Olson Hulburt) در آزمایشگاه نیروی دریایی نتایج آرنیوس را تائید کرد.

گای کلندر (Callendar Guy Stewart) مهندس انگلیسی در سال ۱۹۳۸ نتایج مطالعات را کنار هم قرار داد تا نشان دهد دمای زمین و کربن دی‌اکسید هردو در حال افزایش هستند.

در نهایت در سال ۱۹۶۰ کارل سیگن (Carl Sagan) که پایان‌نامه خود را بر روی اثر گازهای گلخانه‌ای روی سیاره زهره انجام میداد توانست بر اساس روابط ریاضی رابطه بین دی‌اکسید کربن و گرمایش زمین را نشان دهد.



تغییرات دمایی زمین از سال ۱۸۸۴ تا ۲۰۱۹

منابع

- https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/
- https://www.livescience.com/unknown-viruses-discovered-tibetan-glacier.html
- https://www.eea.europa.eu/

کرونا و تغییر اقلیم

سپینود محمدی لیری
دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی آب
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

کرونا، تلنگری برای بحران پیشرو

کوید ۱۹ رابطه ما و محیط‌زیست را متمرکز کرده است. همه‌گیری بیماری کرونا توانایی جهان را برای پاسخگویی به بحران بهداشتی پیش‌آمده به چالش کشید و جدی بودن پیامدهای تغییرات اقلیمی را برای جهانیان آشکارتر کرد.

دبیر سازمان ملل اظهار داشته است که: «بحران بهداشتی به وجود آمده توسط کرونا تلنگری برای بحران‌های بعدی پیش روی ماست». پیام کرونا برای ما این می‌تواند باشد که: تغییرات اقلیمی نیز در آینده زندگی روزمره ما را به خطر می‌اندازد. درست است بیماری کرونا بسیار به اقتصاد و زندگی مردم آسیب زد اما هم‌اکنون مهم‌ترین تهدید پیش روی ما تغییرات اقلیمی است.

در حالی که جهان برای جلوگیری از شیوع ویروس و بهبود آن تلاش می‌کند، همزمان باید با به‌کارگیری نوآوری‌هایی که به ما امکان می‌دهد انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را از بین ببریم، از بروز فاجعه جلوگیری کند. فرصت ما برای کاهش تولید کربن بسیار محدود است. عواقب جدی نگرفتن هشدارها در این زمینه گریبان همه جوامع را می‌گیرد. آتش‌سوزی، سیل، خشکسالی و سایر حوادث غیرقابل‌پیش‌بینی آب‌وهوا در سراسر جهان بیش از هر وقت دیگری دیده می‌شود که نشان‌دهنده این موضوع است.

از آنجا که فعالیت‌های اقتصادی بسیار کند شده است، جهان امسال نسبت به سال‌های گذشته گازهای گلخانه‌ای کمتری منتشر کرده است. تحلیل‌گران در مورد برآورد انتشار امسال اختلاف‌های زیادی دارند اما آژانس بین‌المللی انرژی این کاهش را حدود هشت درصد اعلام کرده است. این بدان معناست که به جای ۵۱ میلیارد تن کربن، ۴۷ میلیارد تن آزاد کرده‌ایم. اگر بتوانیم هرسال به همین میزان کاهش ادامه دهیم به وضعیت خوبی خواهیم رسید.

اما باید در نظر داشت که برای دستیابی به این کاهش ۸ درصدی چه‌کارهایی صورت گرفته است؛ بیش از ۶۰۰,۰۰۰ نفر جان خود را از دست داده و ده‌ها میلیون نفر بیکار شده‌اند. آوریل امسال ترافیک اتومبیل‌ها نصف آوریل ۲۰۱۹ بود و برای ماه‌ها ترافیک هوایی متوقف شد. پس این

وضعیتی نیست که کسی بخواهد آن را ادامه دهد. علاوه بر این، کاهش‌های پیش‌آمده به معنای واقعی کلمه با بیشترین هزینه ممکن صورت گرفته است.

درست است که کرونا از طریق تغییر کامل سیستم‌های صنعتی، انرژی و حمل‌ونقل بستری برای کاهش انتشار و پایداری آب‌وهوا ایجاد کرده است و در حال حاضر این دو در یک راستا عمل می‌کنند اما برای این‌که به نتیجه درستی برسیم نیازمند برنامه طولانی‌مدت هستیم. دبیر کل انجمن سازمان هواشناسی بارها تأکید کرده است که «رکود اقتصادی و صنعتی ناشی از بیماری کرونا نمی‌تواند جایگزین اقدامات کنترل تغییر اقلیم باشد». لذا زمان آن رسیده است که یک جنبش جهانی برای به حداقل رساندن تأثیرات تغییر اقلیم ایجاد شود. این جنبش به همکاری دولت‌ها و بخش‌های خصوصی نیازمند است و باید شرایط اضطراری آب‌وهوا به یک اولویت سیاست تبدیل شود.

ما در دوران کرونا شاهد مرگ‌ومیر دلخراش مردم و ترس و دلهره حاکم بر جامعه بودهایم اما بحران کرونا هر چه که باشد، تغییر اقلیم از آن وحشتناک‌تر است. تأمل در چالش‌های بحران امروز ممکن است به ما کمک کند تا برای آینده بهتر آماده شویم. کرونا چنان بینشی به ما داده است که بتوانیم اثرات تغییرات اقلیم را ملموس‌تر درک کنیم. حال به درس‌هایی که می‌توان از کرونا گرفت می‌پردازیم.

تأثیرات اجتماعی و اقتصادی

اقدامات اولیه می‌تواند هزینه اجتماعی اولیه بالایی داشته باشد اما تأثیرات آن‌ها بسیار زیاد است. هیچ اقدامی نکردن در کوتاه‌مدت هزینه کمی دارد اما تأثیرات بلندمدت آن هزینه‌های زیادی با خود به همراه دارد؛ مانند کمبود آب، درگیری، جنگ و غیره. سرمایه‌گذاری اقتصادی در پیشگیری مؤثر بوده و از بدترین آسیب‌ها جلوگیری می‌کند. پس عدم فعالیت در راستای تغیر اقلیم می‌تواند در درازمدت خسارات اجتماعی و اقتصادی زیادی داشته باشد.

نابرابری اجتماعی و مکانی

مانند بحران تغییرات آب‌وهوا، بیماری کرونا هم در کشورهای گوناگون و گروه‌های اجتماعی مختلف تأثیرات متفاوت داشته است. خطر برای افراد مسن، کسانی که همراه خطر بوده‌اند، قشرهای آسیب‌پذیر و مردم کشورهای ضعیف بیشتر بوده است. تغییر اقلیم نیز به همین صورت عمل می‌کند. حفاظت از افراد آسیب‌پذیرتر در برابر تغییرات اقلیم نیاز زودهنگام به توافق‌نامه‌ها، حمایت‌ها و سیاست‌هایی دارد که در هنگام بروز بحران نابرابری‌های اجتماعی را به حداقل می‌رساند.

تضعیف همبستگی بین‌المللی

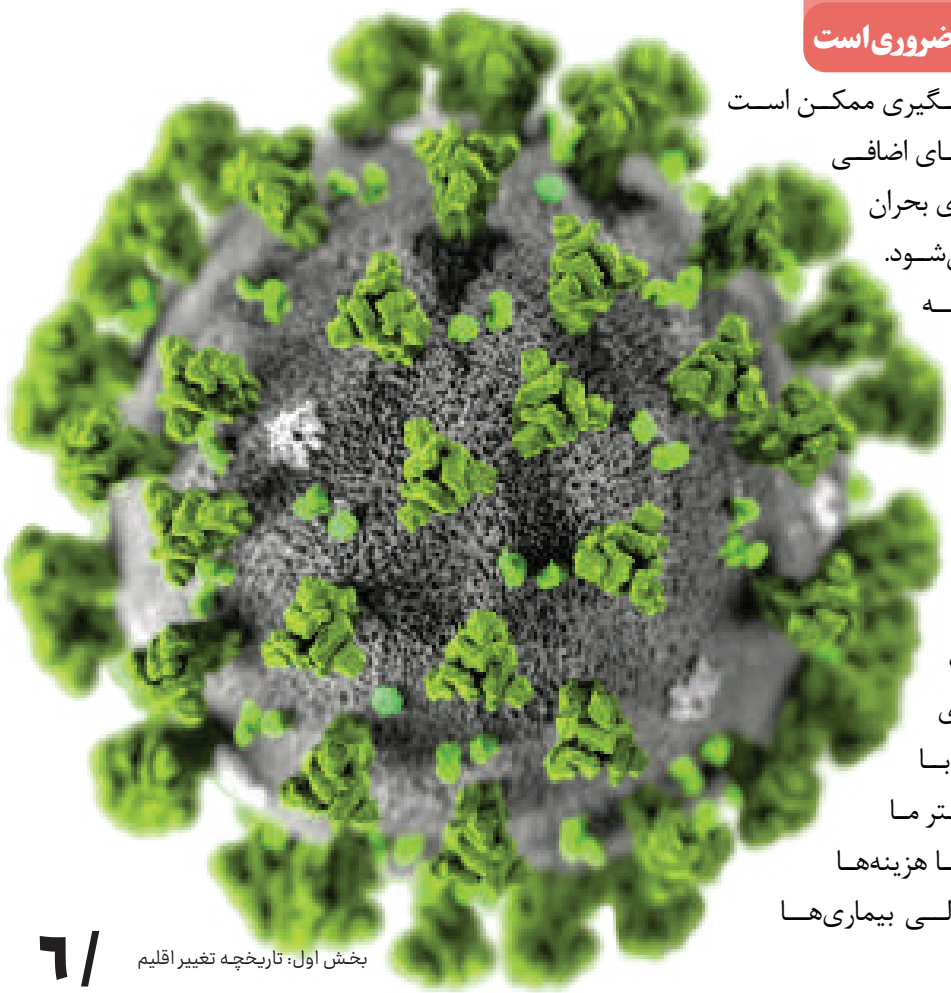
می‌توان گفت یکی از اولین بحران‌های جهانی که وقتی ملت‌ها با آن روبه‌رو شدند و برای منابع محدود رقابت کردند، بحران کرونا بود. دولت‌ها

وسوسه شدند برای حفاظت از شهروندان خود به هر هزینه‌ای که ممکن بود برای سایرین ایجاد شود، حفاظت کنند. اقداماتی مانند محدودکردن صادرات مواد بهداشتی، تلاش برای انحصار دسترسی به واکسن یا اختلاف‌نظرهای پیش‌آمده در اتحادیه اروپا برای همبستگی اقتصادی جهت مقابله با بحران، همه نمونه‌هایی از این رفتارها است. تغییرات آب‌وهوا هم احتمالاً همین سناریو را به همراه خواهد داشت. این تجربه نشان‌داد که بحران‌های این‌چنینی باعث رفتارهای خودخواهانه، سیاست‌های ملی‌گرایانه و اولویت قرار دادن افراد ثروتمند بر جمعیت عمومی جهان می‌شود.

اقدامات اولیه جهت پیشگیری ممکن است از سوی بعضی مردم هزینه‌های اضافی تلقی شود اما هنگام اوج‌گیری بحران به خوبی تأثیر آن نمایان می‌شود. هم‌اکنون کشورهایی که اقدامات پیشگیرانه زودهنگام و مؤثر را اعمال کردند، شاهد مهار بهتر بیماری بودند. این قضیه اهمیت مشارکت عمومی را نشان می‌دهد. مطالعات زیادی نشان دادند که پیشگیری از تغییرات آب‌وهوایی از لحاظ اقتصادی بسیار به‌صرفه‌تر از سازگاری با آن است. به روشی مشابه بیشتر ما بیمه درمانی شخصی داریم تا هزینه‌ها ما را در برابر عواقب احتمالی بیماری‌ها محافظت کنند؛ با استدلالی مشابه سرمایه‌گذاری برای تغییرات آب‌وهوا برای جلوگیری از هزینه‌های بعدی که بسیار بیشتر است ضروری است.

سخن پایانی

همان‌طور که در بالا اشاره کردیم، شباهت‌های شگفت‌انگیزی بین این دو بحران وجود دارد. تحلیل و بررسی بحران کرونا به ما در تدوین استراتژی‌های کارآمد کمک می‌کند. این قضیه باعث افزایش درک عمومی از روحیه ریسک‌گریزی شده است و می‌تواند زمینه‌ساز تلاش برای اقدامات پیشگیرانه جهت حفاظت از تغییر اقلیم باشد. با وقوع اتفاقات اخیر درک ما از پیشگیری و مدیریت بحران بیش از هر زمان دیگری است. اکنون باید از شرایط فعلی درس بگیریم و برای جلوگیری از بدترین پیامدهای احتمالی تغییر اقلیم که در انتظار ما و نسل‌های آینده است، اقدام کنیم.



منابع

- Abou Chakra, M., Bumann, S., Schenk, H., Oschlies, A., & Traulsen, A. (2018). Immediate action is the best strategy when facing uncertain climate change. Nature communications, 9(1), 1-9.
- Althor, G., Watson, J. E., & Fuller, R. A. (2016). Global mismatch between greenhouse gas emissions and the burden of climate change. Scientific reports, 6, 20281.
- Burke, M., Hsiang, S. M., & Miguel, E. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. Nature, 527(7577), 235-239.
- Glanemann, N., Willner, S. N., & Levermann, A. (2020). Paris Climate Agreement passes the cost-benefit test. Nature communications, 11(1), 1-11.
- Linton, N. M., Kobayashi, T., Yang, Y., Hayashi, K., Akhmetzhanov, A. R., Jung, S. M., ... & Nishiura, H. (2020). Incubation period and other epidemiological characteristics of 2019 novel coronavirus infections with right truncation: a statistical analysis of publicly available case data. Journal of clinical medicine, 9(2), 538.
- Nishiura, H., Kobayashi, T., Miyama, T., Suzuki, A., Jung, S. M., Hayashi, K., ... & Linton, N. M. (2020). Estimation of the asymptomatic ratio of novel coronavirus infections (COVID-19). International journal of infectious diseases, 94, 154.
- Ripple, W., Wolf, C., Newsome, T., Barnard, P., Moomaw, W., & Grandcolas, P. (2019). World scientists' warning of a climate emergency. BioScience.
- Trisos, C. H., Merow, C., & Pigot, A. L. (2020). The projected timing of abrupt ecological disruption from climate change. Nature, 580(7804), 496-501.
- Wei, Y. M., Han, R., Wang, C., Yu, B., Liang, Q. M., Yuan, X. C., ... & Yan, J. (2020). Self-preservation strategy for approaching global warming targets in the post-Paris Agreement era. Nature communications, 11(1), 1-13.
- www.en.unesco.org/news/united-science-report-climate-change-has-not-stopped-covid19
- www.public.wmo.int/en/resources/coronavirus-covid-19/climate-change
- Yang, J., Zheng, Y., Gou, X., Pu, K., Chen, Z., Guo, Q., ... & Zhou, Y. (2020). Prevalence of comorbidities in the novel Wuhan coronavirus (COVID-19) infection: a systematic review and meta-analysis. International journal of infectious diseases.
- Yang, Y., Peng, F., Wang, R., Guan, K., Jiang, T., Xu, G., ... & Chang, C. (2020). The deadly coronaviruses: The 2003 SARS pandemic and the 2020 novel coronavirus epidemic in China. Journal of autoimmunity, 102434.

بخش دوم: سامانه‌های آبیاری و چالش کارایی آن‌ها

آبیاری تحت‌فشار؛ توسعه یا توهم توسعه؟

مسعود پورغلام آمیجی
دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

نقدی بر عملکرد سامانه‌های نوین آبیاری (تحت‌فشار) و سرمایه‌گذاری‌های مرتبط انجام‌شده

بررسی برنامه‌های گذشته نشان می‌دهد که توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار از مهم‌ترین اقداماتی است که برای جبران بیلان آبی منفی، مقابله با خشک‌سالی، احیای تالاب‌ها، افزایش بهره‌وری و غیره در دستور کار دولت بوده است. این امر در قانون برنامه توسعه ششم (ماده ۳۵ – بند ب) نیز مجدداً مورد تأکید قرار گرفته است. اما مراجع معتبر ملی و جهانی، نسبت به کارکرد این سامانه‌ها تردید جدی دارند که حتی در صورت رعایت نکردن ملزومات آن، مشابه هر فناوری دیگر، می‌تواند آثاری عکس مانند افزایش مصرف آب و تخریب محیط‌زیست را به دنبال داشته باشد. ضمن اینکه طراحی این‌گونه سامانه‌ها همچنان به روال قبلی خود باقی است؛ بدون اینکه به بحث تغییر اقلیم پیش‌آمده که تمامی جوامع و صنایع را درگیر و دستخوش تغییرات کرده است، توجهی شود. مشکلات پیشین همچنان به قوت خود باقی است و تلاش چندانی برای رفع وضعیت بحرانی، صورت نمی‌گیرد. حال آنکه انتظار تغییر رویکرد در استفاده از سامانه‌ها نوین آبیاری در شرایط تغییر اقلیم، خیالی واهی و تلاشی عبث و بیهوده است.

نکات مهم

۱) تعیین هدف از سرمایه‌گذاری روی توسعه سامانه‌های آبیاری نوین (تحت‌فشار)

متأسفانه بیشترین دلیل برای این سرمایه‌گذاری در کشور، تأکید بر کاهش مصرف آب است. جمع‌بندی نشست کارشناسان داخلی در مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی و مرکز مطالعات راهبردی ریاست جمهوری (۱۳۹۷)، گزارش فائو با عنوان آیا فناوری پیشرفته آبیاری باعث صرفه‌جویی می‌شود (۲۰۱۷)؟ و نشریه معتبر علوم با عنوان افزایش راندمان آبیاری به ندرت موجب صرفه‌جویی آب می‌شود (۲۰۱۸)؛ تأکید دارند که اصولاً این سامانه‌ها ذاتاً ظرفیتی را برای کاهش مصرف آب ندارد. در نهایت بنا به تجربیاتی از مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری جهانی، کارکرد این سامانه‌ها باید در بستری چندبُعدی و از ابعاد مختلفی مانند انرژی، نیروی کار، آب، اقتصاد تولید و محیط‌زیست بررسی شود.

۲) بسترسازی برای نگاه همبسته و نظام‌مند (سیستماتیک)

مشکل عمومی که در برنامه‌های مدیریت آب و کشاورزی رخ می‌دهد، وجود نداشتن نگاه همبسته به آن‌ها در مقیاس حوضه آبریز، عدم ملاحظه آثار متقابل آن‌ها بر هم و در نهایت نوع رفتار بهره‌برداران در پاسخ به آن‌هاست. ملاحظه شده است که در مواردی، این سامانه‌ها در نهایت بر تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و جریان زیست‌محیطی اثر منفی دارند. این در شرایطی است که هدف اصلی مجلس شورای اسلامی و دولت از حمایت از این سامانه‌ها، احیای سفره‌های آب زیرزمینی بوده است.

۳) عدم توجه به رفتارهای جدید بهره‌برداران بعد از اقدامات منجر به صرفه‌جویی آب

هم اکنون در بسیاری از دشت‌های کشور به دلایل مختلف نوعی کم‌آبیاری (خواسته و یا ناخواسته) به انجام می‌رسد. برخی از اقدامات (مانند تغییر الگوی کشت) می‌تواند موجب صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه‌ای شود؛ اما، به دلیل نبود نهاد و ابزار لازم در کنترل تخصیص (مانند نبود نظام‌های بهره‌برداری قوی، کنتورهای هوشمند و غیره)، بخش عمده‌ای از آب صرفه‌جویی‌شده (خواسته و یا ناخواسته)، صرف جبران کم‌آبیاری‌ها شده و در نهایت انتظارات مورد نظر به خصوص برای تأمین حقابه تالاب‌ها که معمولاً در انتهای حوضه‌های آبریز قرار دارند، عملیاتی نمی‌شود.

۴) رابطه بهره‌وری آب و توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار

به‌رغم برخی تصورات پیرامون افزایش بهره‌وری آب به دلیل توسعه این سامانه‌ها، گزارش‌های معتبر علمی حکایت دارد که آبیاری تحت‌فشار با افزایش تعرق و کاهش تنش‌های رطوبتی آب توانسته به عملکرد بیشتر نائل آید نه با مصرف آب کمتر.

۵) ضعف ساختاری در محاسبه و برآورد مصرف در کشور

نظام‌نامه سنتی محاسبه بیلان آب کشور و مصرف بخش کشاورزی در ابهام است و حتی ارقام اعلام‌شده، بر اساس واقعیت‌های علمی قابل دفاع نیست. از طرفی برخی دستگاه‌های متولی نیز پذیرای این موضوع نیستند. از ضعف‌های این نظام‌نامه، عدم امکان تمایز بین "برداشت" و "مصرف" است. به‌عنوان مثال، آنچه از منابع آب زیرزمینی برداشت می‌شود، الزاماً مصرف نیست، زیرا بخشی از آن مجدداً در قالب آب برگشتی، به منابع آب سطحی و زیرزمینی باز می‌گردد که می‌تواند کارکردهای مثبت یا منفی خود را داشته باشد. نتیجه عدم تمایز مذکور، موجب برآورد غیرواقعی راندمان (مزرعه و حوضه)، بهره‌وری آب کشاورزی و عدم حصول نتایج مورد انتظار از طرح ملی تعادل‌بخشی سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به تجربه چنددهه‌ای کشور در تحقق نیافتن اهداف حفاظت از منابع آبی و کارایی نداشتن راه‌حل‌ها از جمله توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار، محورهای زیر برای حمایت دولت (از جمله تعیین ردیف بودجه خاص برای مسائل آب کشور) از حفظ منابع آبی و پایداری سرزمین مورد تأکید است:

۱) تدوین قانون سامانه ملی حسابداری آب کشور

لازم است بیلان آبی کشور با رویکرد نظری جدید، استقرار "حسابداری ملی آب کشور" را

در دستور کار قرار دهد. به این منظور بستر لازم سازمانی، نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مهیا و در اسرع وقت عملیاتی شود. ساختار چنین سامانه‌هایی فراتر از ظرفیت یک وزارتخانه و مستلزم وجود بسترهای قانونی خاص خود است که در این خصوص مجلس شورای اسلامی نقش تعیین‌کننده‌ای را خواهد داشت. این سامانه باید بتواند، ظرفیت فناوری‌های جدید در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار را از منظر صرفه‌جویی واقعی نیز نشان دهد.

۲) اصلاح نظام حکمرانی آب

نظام تدبیر آب کشور برای پاسخگویی به بحران آب، همسویی و هم‌افزایی بیشتری را طلب می‌کند. تقویت اهداف مشترک، تشریک مسئولیت و منافع از مهم‌ترین آن‌ها است. همچنین، اجماع در جلوگیری از بارگذاری بیش از توان اکولوژیکی و ظرفیت حمل سرزمین از مهم‌ترین مراحلی است که قوه مقننه در حصول به آن بسیار تأثیرگذار است. اصلاح نظام بهره‌برداری آب کشور در اولویت هرگونه سرمایه‌گذاری برای فناوری‌های جدید است.

۳) اولویت در ارتقای نظام تخصیص آب کشور (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری)

به رغم تأکیدات برنامه‌های گذشته، مدیریت تخصیص آب کشور با مشکلات زیادی همراه است. نبود امکانات لازم در تحویل حجمی آب، فقدان فراگیر کنتورهای هوشمند روی چاه‌ها، نبود پیوست‌های تبخیر در برنامه تعادل‌بخشی و غیره قسمتی از این کاستی‌ها است. بدیهی است که هرگونه توفیق در مدیریت مصرف آب و کاهش برداشت‌ها منوط به وجود چنین نظامی خواهد بود. ارزیابی هرگونه فناوری نوین آبیاری در قالب کاهش مصرف و پایداری در مقیاس حوضه آبریز قبل از هرگونه سرمایه‌گذاری از بودجه‌های عمومی نیز در این چارچوب قابل بررسی است.

مروری بر توسعه آبیاری تحت‌فشار در ایران

با توجه به توضیحات بیان‌شده، خالی از لطف نیست که سطح تحت پوشش سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار مطابق با جدیدترین آمار مورد بررسی قرار گیرد. کل سطح تحت پوشش سامانه‌های نوین آبیاری تا پایان آبان ماه ۱۳۹۹ در اراضی سنتی و پایاب چاه‌ها و منابع آب کوچک بالغبر ۲۱۰۲۰۰۰ هکتار بوده است که با احتساب ۲۹۹۰۰۰ هکتار اراضی پایاب شبکه‌ها، در مجموع کل سطح اراضی تحت پوشش این سامانه‌ها برابر ۲۴۰۱۰۰۰ هکتار می‌باشد (جدول پیوست). همچنین مطابق امکان‌سنجی و اطلاعات تحلیل‌شده، پتانسیل توسعه ۷۵۵۰۰۰۰ هکتار

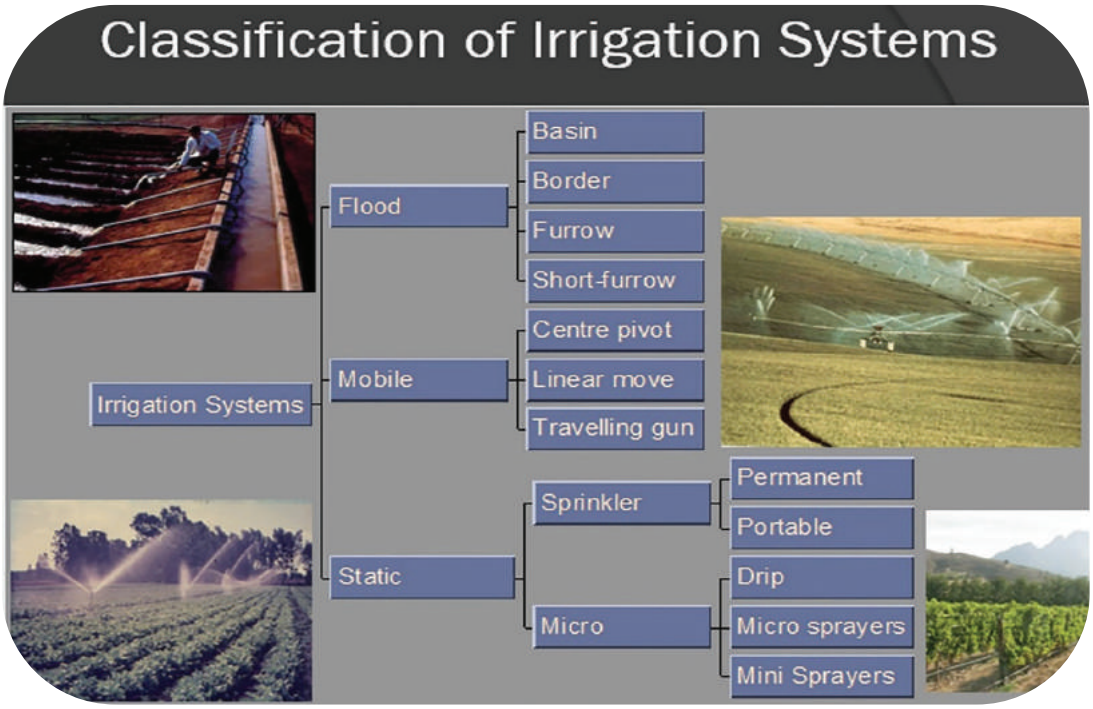
اجـرای سـامانه‌های مختلـف آبیـاری در کل کشـور تشـخیص داده شـده اسـت. البتـه ایـن مطالعـات مربـوط بـه ابتـدای دهه ۸۰ بـوده کـه بـا توجـه بـه شـرایط جدیـد اقلیمـی و محدودیت‌هـای ایجادشـده، نیـاز بـه بازنگـری و به‌روزرسـانی دارد.

پروژه‌های خاتمه یافته سامانه‌های نوین آبیاری از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹/۰۸/۳۰

ردیف	استان	مساحت بارانی (ha)	مساحت قطرهای (ha)	مساحت کمفشار (ha)	مجموع (ha)
۱	فارس	۹۳۸۴۹	۱۴۳۵۶۸	۲۹۸۱	۲۴۰۳۹۸
۲	خراسان رضوی	۶۳۳۲۰	۸۳۲۲۸	۳۰۶۴۸	۱۷۷۱۹۶
۳	همدان	۱۲۵۰۲۰	۵۵۸۵	۱۲۳۳۹	۱۴۲۹۴۴
۴	اصفهان	۶۹۹۸۶	۳۷۶۱۹	۱۸۴۶۸	۱۲۶۰۷۳
۵	هرمزگان	۱۹۴۷	۱۰۹۲۰۱	۱۴۸	۱۱۱۲۹۶
۶	کرمان	۲۰۵۳۳	۵۷۰۹۰	۱۲۱۷۲	۸۹۷۹۵
۷	جنوب کرمان	۴۸۴۵	۷۷۴۸۹	۳۳۰	۸۲۶۶۴
۸	کرمانشاه	۶۹۶۳۳	۷۵۶۱	۴۶۷۲	۸۱۸۶۶
۹	آذربایجان غربی	۴۹۶۶۸	۱۳۸۲۳	۴۳۱۷	۶۷۸۰۸
۱۰	گلستان	۵۶۸۰۲	۷۷۴۱	۲۵۹۹	۶۷۱۴۲
۱۱	آذربایجان شرقی	۳۲۰۳۳	۲۹۳۵۸	۴۱۲۷	۵۵۵۱۸
۱۲	مرکزی	۴۹۷۴۷	۱۳۶۵۵	۱۸۵۲	۶۵۲۵۴
۱۳	چهارمحال و بختیاری	۴۴۴۴۴	۱۶۲۷۳	۲۳۹	۶۰۹۵۶
۱۴	تهران	۲۰۹۱۲	۲۷۶۲۶	۸۵۱۴	۵۷۰۵۲
۱۵	کردستان	۴۸۸۲۲	۴۶۱۸	۳۰۷۵	۵۶۵۱۸
۱۶	لرستان	۵۰۸۷۳	۵۲۱۰	۰	۵۶۰۸۳
۱۷	خوزستان	۳۰۱۰۶	۱۹۴۱۹	۱۸۸۴	۵۱۴۰۹
۱۸	زنجان	۳۳۸۹۰	۱۶۵۷۶	۱۹۶	۵۰۶۶۲
۱۹	قزوین	۱۸۳۳۶	۲۷۳۳۴	۴۹۳۹	۵۰۶۰۹
۲۰	مازندران	۹۷۵۱	۳۱۸۹۰	۱۶۴۳	۴۳۲۸۴
۲۱	بوشهر	۲۶۰۳	۲۵۷۵۶	۰	۳۸۳۵۹
۲۲	سیستان و بلوچستان	۱۱۳۱۱	۱۹۹۷۴	۶۰۹۲	۳۷۳۷۷
۲۳	سمنان	۸۲۳۶	۲۲۷۶۱	۵۴۰۹	۳۶۴۰۶
۲۴	کهگیلویه و بویراحمد	۱۶۴۳۶	۱۸۴۲۸	۲	۳۴۸۶۶
۲۵	ایلام	۲۶۴۵۹	۷۲۳۲	۰	۳۲۶۹۱
۲۶	یزد	۱۵۴۹	۱۸۸۱۲	۱۱۰۲۶	۳۱۳۸۷
۲۷	خراسان شمالی	۱۴۸۴۳	۱۰۳۰۷	۶۱۵۵	۳۱۳۰۵
۲۸	خراسان جنوبی	۱۶۶۰	۸۰۱۹	۱۷۹۷۹	۲۷۶۵۸
۲۹	اردبیل	۱۸۲۶۴	۴۲۶۳	۳۷۳۳	۲۶۲۶۰
۳۰	قم	۳۳۹۱	۱۰۲۸۱	۱۲۳۷۸	۲۶۰۵۰
۳۱	گیلان	۳۳۲۱	۱۰۰۸۴	۴۸۲۴	۱۸۲۲۹
۳۲	البرز	۵۷۶۶	۱۰۰۶۰	۴۷۳	۱۶۲۹۹
مجموع		۱۰۰۸۲۶۶	۹۱۰۸۳۶	۱۸۳۳۰۸	۲۱۰۲۱۴۰

نکته: بنابراین این استراتژی‌ها و با توجه به افق ۲۰۳۰ کمیته ملی آبیاری و زهکشی (ICID)، انتظار می‌رود فناوری‌های نوین و نوظهور آبیاری در آینده نقش بسیار بیشتری داشته باشند. با توجه به پتانسیل گسترش بیشتر کشاورزی آبی که تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۲۰ میلیون هکتار می‌رسد و روز به روز در حال افزایش است، باید بر نوآوری و عملکرد بهتر زیرساخت‌های آبیاری موجود از طریق نوسازی و استفاده بهینه از هر قطره آب موجود در سطح مزرعه تأکید شود. لذا در میان سایر فناوری‌ها، فناوری جدید نقش مهمی در دستیابی به چشم‌انداز ICID برای سال ۲۰۳۰ ایفا می‌کند: با هدف جهانی بدون فقر و گرسنگی از طریق توسعه پایدار روستایی متمرکز بر مصرف هوشمندانه آب.

فناوری آبیاری هوشمند بسیار مورد تأکید است تا بتواند با یک آب‌وهوای متغیر و تغییر اقلیم، سازگار شود و بنابراین، انتظار می‌رود که فناوری‌های جدید در سامانه‌های آبیاری همراه با فناوری موجود، نقش بسیار بیشتری در آینده داشته باشد. زیرا هنگامی‌که تقاضا برای آب بیش‌ازحد باشد، نقش فناوری و ایده‌های جدید در عملیات کشاورزی در برابر آب‌وهوایی که سریعاً در حال تغیر است، ضروری می‌باشد. در دنیای پیشرفته امروزی و ارزشمند بودن هر قطره آب، موفقیت با کسانی است که سامانه‌های خود را بر اساس تحقیقات عالی، نوآوری و دانش روز مورد طراحی قرار می‌دهند، با دقت تمام، سامانه‌های آبیاری کشاورزان را کنترل کرده و سامانه‌های آبیاری را به‌طور مؤثر مدیریت و بهره‌برداری می‌کنند.



منابع

» گزارش معاونت آب و خاک. (۱۳۹۹). دفتر سامانه‌های نوین آبیاری، معاونت آب و خاک، وزارت جهاد کشاورزی، کرج (۱۳۹۹/۰۸/۳۰).

» مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۷). معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی. شماره مسلسل ۲۵۰۱۶۲۹۶.

- Grafton, R. Q., Williams, J., Perry, C. J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., ... & Allen, R. G. (2018). The paradox of irrigation efficiency. Science, 361(6404), 748-750.
- Perry, C., Steduto, P., & Karajeh, F. (2017). Does improved irrigation technology save water?.
- Reinders, F. B. (2020). New products and emerging irrigation technologies in light of the ICID vision 2030. Irrigation and Drainage, 69(2), 294-298.

بخش سوم: همبست آب، غذا و انرژی

پیوند آب، غذا و انرژی و ردپای کربن

محسن حسینی جلفان

دانشجوی دکتری سازه‌های آبی
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

پیش‌بینی‌های جهانی نشان می‌دهد که با توجه به رشد جمعیت، توسعه اقتصادی، افزایش شهرنشینی، تغییر در رژیم‌های غذایی منجر به افزایش تقاضا در بخش‌های انرژی، غذا و آب(شرب، صنعت و کشاورزی) و درنتیجه فشار بر منابع طبیعی شده است. تمام این عوامل سبب شده تا به دلیل عدم تناسب در تأمین و تقاضای آب، به منابع آب سطحی و زیرزمینی نیز در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان آسیب برسد. این در حالی است که از یک سو با افزایش جمعیت نیاز به تولید محصول بالا رفته و از طرف دیگر با رشد مصارف شهری و صنعتی، سهم آب بخش کشاورزی که بخش اعظمی از تولید غذای مردم دنیا به آن وابسته است، نسبت به گذشته کمتر شده است. بنابراین کشاورزی وابسته به آبیاری (در قالب برداشت آب آبیاری از منابع آب زیرزمینی، توزیع منابع آب سطحی در شبکه‌های آبیاری سنتی و مدرن و در نهایت برداشت سنتی از نهرها و رودخانه‌ها) که تقریباً ۴۰ درصد تولید محصولات غذایی را تأمین می‌کند، با یک چالش مواجه شده است. لذا در چنین شرایطی ارتقای مدیریت مصرف آب می‌تواند بهعنوان یکی از موثرترین راهکارها در استفاده بهینه از منابع محدود آب تلقی شود.

از طرفی با توجه به آنچه که در بالا تشریح شد، بخش اعظمی از تولید غذای مردم دنیا به تولید محصولات کشاورزی وابسته است. از اینرو می‌توان نتیجه گرفت کشاورزی مهم‌ترین مصرف‌کننده آب و انرژی می‌باشد در نتیجه باید تعادل و توازنی بین برداشت و بهرهبرداری از منابع تولید و میزان بهرهوری ایجاد شود. تقاضا برای انرژی نیز در سرتاسر منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا رشد چشمگیری دارد. لذا تقاضا برای انرژی نیز همانند آب، نه‌تنها با افزایش جمعیت بلکه با پیشرفت و گسترش صنعتی در حال تغییر است. غذا و آب برای وجود انسان ضروری است و انرژی کلید توسعه آن است. آب، انرژی و غذا ارتباط قوی با یکدیگر دارند و نقش مهمی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار ایفا می‌کنند. در واقع بهرهبرداری از منابع بایستی متعادل و در راستای توسعه پایدار باشد. به‌طور علمی همبست آب، انرژی و غذا (Water Energy Food Nexus) را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای ارزیابی توسعه و اجرای سیاست‌هایی که به‌طور همزمان بر امنیت آب، انرژی و غذا تأکید می‌کنند، تعریف کرد. به‌طور دقیق‌تر WEFN رویکرد مفهومی و تحلیلی برای سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی ارائه کرده و چارچوبی برای مدیریت هماهنگ و استفاده از منابع طبیعی در تمام بخش‌ها و مقیاس‌ها پیشنهاد می‌دهد. اجزای رویکرد همبست که شامل آب، انرژی و امنیت غذایی می‌باشد، همواره همبستگی و وابستگی متقابلی نسبت به هم دارد.

پیوند پویا بین آب، انرژی و غذا

ردپای کربن

به‌منظور بررسی توسعه پایدار، صاحب‌نظران عرصه محیطزیست درصدد برآمدند تا با یافتن واحد سنجش معنادار و با اتخاذ یک رویکرد بیوفیزیکی به بررسی اصل پایداری بپردازند. از اینرو شاخص‌های متعددی پیشنهاد شد تا جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی از توسعه پایدار را به تصویر بکشند. یکی از شاخص‌های ارزیابی توسعه پایدار که با کمی کردن فشار محیطزیستی حاصل شده در راستای تأمین تقاضای داخلی می‌تواند تا حدودی یک ابزار مناسب در زمینه سیاستگذاری کشورها باشد، شاخص «ردپا» است. منظور از ردپا، این است که برای تأمین نیازهای درونی جامعه چه میزان از سرمایه طبیعی در مقیاس جهانی کاسته شده است. در اوایل دهه ۱۹۹۰ ویلیام ریس، رئیس دانشگاه بریتیش کلمبیا، مفهوم ردپای بوم‌شناختی را مطرح کرد. ریس بیان کرد که FF، اندازهگیری میزان فشاری است که انسان بر طبیعت تحمیل می‌کند. اصلاح ردپای کربن که طی چند سال اخیر رایج شده و با افزایش نگرانی‌ها عمومی در خصوص تغییرات آب‌وهوایی، مفهوم آن توسعه یافته است، ریشه در واژه ردپای بومشناختی مطرح‌شده توسط واگرنال (۱۹۹۶) دارد. ردپای اکولوژیکی شامل ۶ ردپای: کشاورزی، ماهیگیری، ساختگاه، مرتع، جنگل و کربن می‌باشد. ردپای کربن به‌عنوان یکی از ۶ زیرمجموعه ردپای اکولوژیکی توسط واگرنال به وجود آمد و هدف او در ارائه ردپای بومشناختی توسعه و آزمایش ابزاری بود که با آن بتوان اهمیت بحران‌های پایداری را به یک اقدام عمومی بدل کند. در زمینه محیطزیستی، مفهوم ردپای کربن از حدود سال ۱۹۷۰ مطالعه شده است. هماکنون نیز تحت عناوین انتشار گازهای گلخانه‌ای حین فرآیند تولید (Manufacturing Process GHGs emission)، شدت کربن محصولات (Product carbon intensity) و حسابداری کربن (Carbon accounting) استفاده می‌شود. برخی تعاریف که برای ردپای کربن در منابع علمی ارائه شده است.

تعاریف ردپای کربن

منبع	تعریف
Patel (2006)	ردپای کربن معادل مقدار دیاکسید کربن منتشره ناشی از فعالیت‌های روزانه می‌باشد. مانند شستن لباس یا استفاده از وسایل حمل و نقل.
Hammond (2007)	وزن کربن انتشاریافته بر اساس کیلوگرم یا تن به ازای هر فرد یا فعالیت.
Eckel (2007)	میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم ناشی از فعالیت‌های کسب‌وکار.
Johnson (2009)	مجموعه‌ای از گازهای گلخانه‌ای و گاز انتشاریافته از یک کالا یا سرویس در طول عمر خود.
Williams et al. (2012)	مقیاسی از مقدار کل خروجی دیاکسید کربن (CO_2) و متانول (CH_4) مربوط به یک جمعیت، سیستم یا فعالیت معین با در نظر گرفتن همه منابع، ذخیره شدن‌ها در محدوده زمانی و مکانی آن جمعیت، آن سیستم یا فعالیت.
Solis-Guzman (2014)	یک روش برای شناسایی و اندازه‌گیری گازهای گلخانه‌ای منحصر به فرد، اندازه‌گیری میزان انتشار این گازها در هر فعالیتی و در همه مراحل (تهیه مواد اولیه، تخصیص مواد برای هر محصول) می‌باشد.
Velayatzadeh et al. (2016)	میزان CO_2 است که توسط بخش‌های اقتصادی و در راستای تأمین تقاضای نهایی داخلی، در سطح جهان (خواه تولید داخلی باشد، خواه وارداتی) منتشر می‌شود.

در نتیجه با توجه به تعاریفی که تشریح شد، تعاریف و شیوه‌های متعدد محاسبه ردپای کربن که استفاده از آن در ابعاد گسترده در رسانه و مجامع علمی رایج شده است که باعث به وجود آمدن مناقشات بسیاری در بین محققان شده است، چنین ابهامی را می‌توان به دلیل عدم وجود متدولوژی مناسبی برای محاسبه و تحلیل آن دانست. مطالعات زیادی نیز به‌وسیله شرکت‌ها و سازمان‌های خصوصی در این زمینه صورت گرفته است. که یکی از فراگیرترین تقسیمبندی‌ها، ردپای کربن بخش‌های تولیدی را به

دو بخش مستقیم و غیرمستقیم به‌صورت زیر تقسیم کرده است:

انتشار «مستقیم» کربن ناشی از تولید کالاها و خدمات آن بخش تولیدی است درحالی‌که ردپای «غیرمستقیم» مربوط به مصرف کالاها و خدمات به واسطهی است که خود کربن انتشار داداند و بخش‌های تولیدی در فرآیند تولید خود از آن‌ها استفاده می‌نماید. در بسیاری از موارد، به‌کارگیری تمامی انتشارات غیرمستقیم امری غیرممکن یا بسیار سخت است، از اینرو، بسیاری از مطالعات مربوط به برآورد ردپای کربن، فقط انتشارات مستقیم را در نظر گرفتهاند.

حدود ۹۰ درصد از منشأ آلودگی دیاکسید کربن در ایران ناشی از مصرف انرژی می‌باشد. پس مصرف انرژی از جهت انتشار دیاکسید کربن به‌عنوان مهم‌ترین آلاینده دارای اهمیت است. تأمین انرژی، از مهم‌ترین مباحث مطرح در تمام کشورهای جهان در امر توسعه به شمار می‌رود. امروزه تولید بخش کشاورزی به‌اندازه‌ای به نفت و مشتق‌های آن وابسته گردیده است که هرگونه خلل در تأمین انرژی موردنیاز این بخش به‌گونه‌ای معنادار بر سطح تولید اثر می‌گذارد.

در ایران نیز این واقعیت که حدود ۹۸ درصد از کل انرژی مصرفی مورد نیاز کشور از فراورده‌های هیدروکربنی تشکیل می‌شود و گاه تا ۷۰ درصد از درآمدهای ارزی کشور از محل فروش نفت تأمین می‌گردد. امروزه با توجه به انباشت گازهای گلخانه‌ای آلاینده در جو زمین که در نتیجه استفاده بیرویه از سوخت‌های فسیلی حاصل شده و باعث افزایش غیرطبیعی درجه حرارت کره زمین گردیده است، نقش جدیدی بر عهده بخش کشاورزی گذاشته شده است. به‌عبارت‌دیگر بخش کشاورزی می‌بایست علاوه بر انجام وظایف پیشین خود که هم‌راستای تحول‌های توسعه در اقتصاد کشور شکل گرفته است، تولید انرژی را نیز در چارچوب وظایف خود قرار دهد. این فرایند به‌طور گسترده در کشورهایی مانند برزیل و ایالات‌متحده آمریکا به‌طور جدی آغاز شده و در دیگر کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه نیز در حال تکوین است.

در چنین شرایطی و با توجه به یافته‌های بین‌المللی و تائید دانشمندان مبنی بر واقعی بودن پدیده گرمایش زمین و ضرورت اتخاذ سیاست‌های عقلایی در زمینه مصرف انرژی، بدیهی است که در ایران نیز می‌بایست با تکیه بر تجربه سایر کشورها و در آینده نه‌چندان دور، چگونگی استفاده از سوخت‌های فسیلی موردبازنگری قرار گرفته و کاربرد انرژی‌های نو در بخشهای مختلف از جمله کشاورزی مدنظر قرار گیرد.

منابع

- Patel, J. (2006). “Green Sky Thinking”. Environment Business, 122 , 32-49.
- Hammond, G. (2007). “Time to Give Due Weight to The ‘Carbon Footprint’ Issue”. Nature, 445(7125), 256-288.
- Eckel, A. (2007). “The Reality of Carbon Neutrality Energetics London”. Gravure, 21(2), 35-36.
- Jacobsen, R., Vandermeulen, V., Vanhuylenbroeck, G. & Gellynck, X. (2014). “A Life Cycle Assessment Application: The Carbon Footprint of Beef in Flanders (Belgium)”. Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors, Vol. 2, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, 31-52, Springer.
- Williams, Ian, et al. “A beginner’s guide to carbon footprinting.” Carbon Management 3.1 (2012): 55-67.
- Solís-Guzmán, Jaime, Alejandro Martínez-Rocamora, and Madelyn Marrero. “Methodology for determining the carbon footprint of the construction of residential buildings.” Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors, Volume 1. Springer, Singapore, 2014. 49-83.
- Hosseini Jolfan, Mohsen, et al. “EFFECTS OF CANAL AUTOMATION ON REDUCING GROUNDWATER EXTRACTION WITHIN IRRIGATION DISTRICTS: CASE STUDY OF QAZVIN IRRIGATION DISTRICT.” Irrigation and Drainage 69.1 (2020): 11-24.

مفهوم آب مجازی

امید رجا

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

افزایش تقاضا و رقابت بین منابع آب، مدیریت هرچه بیشتر منابع آب را ایجاب می‌کند. آب مجازی[1] در تولیدات محصولات کشاورزی یکی از مولفه‌های مهم در مدیریت آب در سطح جهانی و به خصوص در مناطق کم‌آب است.

اصطلاح آب مجازی اولین بار توسط آلن (Allen, ۱۹۹۷) به‌منظور اشاره به مقدار آب موجود و قابل‌دسترس در سامانه جهانی از طریق مبادله کالاهای کشاورزی، ارائه شد. طبق تعریف، آب مجازی عبارت است از مقدار آب لازم برای تولید یک کیلوگرم از یک ماده کشاورزی. منبع آب مجازی می‌تواند آب سبز[2] (بخشی از تبخیر و تعرق که در طول فصل کشت مستقیماً از بارندگی تأمین می‌شود) یا آب آبی[3] (بخشی از تبخیر و تعرق که از منابع آب سطحی یا زیرزمینی تأمین می‌شود) باشد (Masud et al., 2019). آب خاکستر[4] به آب بازیافتی/ پساب و فاضلاب‌های حاصل از فعالیت‌های کشاورزی، خانگی و صنعت اطلاق می‌شود که دربرگیرنده تمام جریان‌ها به استثنای فاضلاب خروجی از سرویس‌های بهداشتی و فعالیت‌های معمول روزانه نظیر رخت‌شویی، شستشوی ظروف و حمام کردن است که می‌توانند برای اموری مثل آبیاری فضاهای سبز، سیفون توالت و غیره مورد استفاده مجدد برسند. به‌طورکلی برای تولید محصولات کشاورزی از آب سبز و آبی استفاده می‌شود. به بیان دیگر، چنانچه در طول فصل کشت در محل مورد نظر بارندگی اتفاق بیفتد، باران مؤثر به‌صورت مستقیم در منطقه ریشه ذخیره شده و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد که به آن آب سبز می‌گویند. این در حالی است که اگرچه منبع تأمین آب آبی نیز بارش است، لکن از آنجایی که در فصل غیرکشت اتفاق افتاده است، لذا جهت استفاده از آن‌ها برای تأمین نیاز آبی گیاه، باید برداشت آب از منابع آب سطحی و یا زیرزمینی در طول فصل کشت صورت گیرد. به همین منظور این منبع آب، آب آبی نامیده می‌شود (Bazrafshan et al., 2020; Kimwaga et al., 2018). به‌طور کلی انواع آب به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند: آب آبی (آب رودخانه‌ها، پشت سدها، داخل لوله‌ها)، آب سبز (رطوبت موجود در خاک‌ها، بارندگی و غیره) و آب خاکستری (پساب‌ها، فاضلاب‌ها، آب شور و غیره).

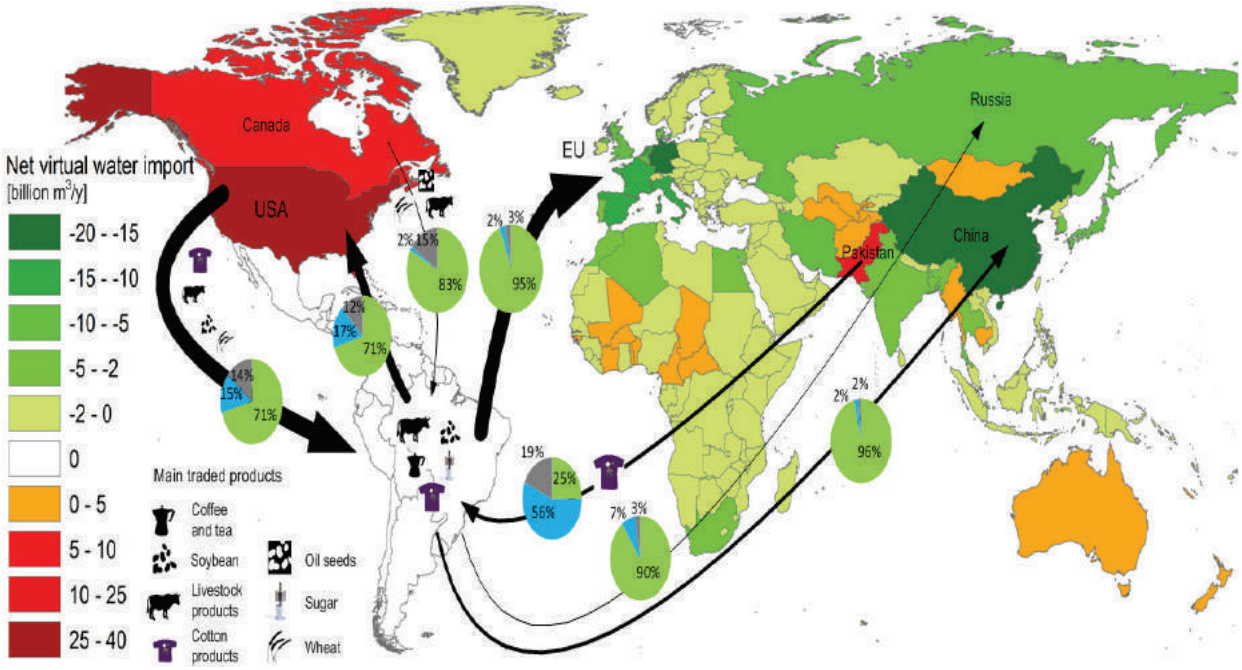
آب مجازی یا مفهوم میزان آب مصرفی طی فرآیند تولید یک کالا/ فرآورده کشاورزی (ردپای آب[5])، معیار مناسبی برای تعیین میزان مصرف واقعی آب محسوب شده و با استفاده از آن، میزان تقاضای واقعی آب یک کشور برآورد می‌شود (Hoekstra et al., 2019). به عبارت دیگر آب مجازی مقدار آبی است که یک کالا یا یک فرآورده کشاورزی طی فرایند تولید مصرف می‌کند تا به

1- Virtual Water
2- Green water
3- Blue Water
4- Greywater
5- Water Footprint

مرحله تکامل برسد و مقدار آن معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان است. شرایط اقلیمی و فرهنگی، محل تولید، مدیریت و برنامه‌ریزی در میزان و حجم آب مصرفی واقعی کالا مؤثر است و مقدار آن برای یک کالا در مناطق مختلف جهان متفاوت است. به‌عنوان مثال برای تولید یک برگ کاغذ، ۱۰ لیتر آب مصرف می‌شود. میانگین آب مصرفی برای تولید یک کیلوگرم هندوانه ۳۰۰ لیتر یا یک کیلوگرم گندم به‌طور متوسط ۱۳۰۰ لیتر است. در هر یک فنجان قهوه، ۱۴۰ لیتر آب پنهان است. میانگین جهانی مصرف آب برای تولید یک کیلوگرم گوشت گاو ۱۵۴۰۰ لیتر، گوسفند ۱۰۴۰۰ لیتر، خوک ۶۰۰۰ لیتر و مرغ ۴۳۰۰ لیتر است. برای تولید یک تی‌شرت از جنس پنبه حداقل ۲۰۰۰ لیتر (بسته به منطقه تولید) آب مصرف می‌شود. در طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ برای تولید گوشت گاو مصرفی در سراسر جهان ۸۰۰ میلیارد مترمکعب آب مصرف شده است.

درحالی‌که کشورها برای تأمین آب، غذا، انرژی و سایر منابع ضروری برای رفاه مردم، معیشت و توسعه اقتصادی کشور تلاش می‌کنند، بیشتر کشورها به واردات و همچنین صادرات کالاها و خدمات تکیه می‌کنند. ممکن است یک کشور با اتکا به کالاهایی که می‌توانند تولید شوند، خودکفا شود یا ممکن است کشوری تصمیم بگیرد با واردکردن محصولات پر آب‌بر از فشار بر منابع آب خود بکاهد. یک کشور دیگر می‌تواند امنیت انرژی را با استفاده از منابع طبیعی خود برای تولید برق در ازای امنیت غذایی با واردات مواد غذایی انتخاب کند.

کشورها می‌توانند از طریق روابط تجاری بین‌المللی خود آب مجازی را وارد و صادر کنند. در سطح جهانی، عمده‌ترین صادرکنندگان ناخالص آب مجازی ایالات‌متحده آمریکا، چین، هند، برزیل، آرژانتین، کانادا، استرالیا، اندونزی، فرانسه و آلمان و عمده واردکنندگان ناخالص آب مجازی ایالات‌متحده آمریکا، ژاپن، آلمان، چین، ایتالیا، مکزیک، فرانسه، انگلیس و هلند هستند. بزرگ‌ترین صادرکنندگان خالص آب مجازی در آمریکای شمالی و جنوبی (ایالات‌متحده آمریکا، کانادا، برزیل و آرژانتین)، آسیای جنوبی (هند، پاکستان، اندونزی و تایلند)



نقشه جهانی کشورهای دارای خالص واردات (سبز)/ صادرات (قرمز) آب مجازی مربوط به محصولات کشاورزی و صنعتی طی دوره ۱۹۹۶-۲۰۰۵ (Mekonnen et al., ۲۰۱۱)

و استرالیا یافت می‌شوند. بزرگ‌ترین واردکنندگان خالص آب مجازی آفریقای شمالی و خاورمیانه، مکزیک، اروپا، ژاپن و کره جنوبی هستند.

مقدار کل آبی که در صورت تولید کل محصولات کشاورزی در داخل کشور وارداتی مورد نیاز بود، ۲۴۰۷ میلیارد مترمکعب در سال است. با این وجود، این محصولات فقط با ۲۳۸۸ میلیارد مترمکعب در سال در کشورهای صادرکننده تولید می‌شوند و این امر موجب صرفه‌جویی در منابع آب در مقیاس جهان به میزان ۳۶۹ میلیارد مترمکعب در سال می‌شوند (Mekonnen et al., 2011). این صرفه‌جویی معادل ۴٪ (۸۳۶۳ میلیارد مترمکعب در سال) از ردپای جهانی آب مربوط به تولید محصولات کشاورزی است.

افزایش جمعیت کشور در دهه‌های اخیر و نیز تلاش برای خودکفایی در تولید محصولات استراتژیک جهت تأمین امنیت غذایی[6] کشور منجر به برداشت بی‌رویه از منابع آب شده است (Faramarzi et al., 2010; Bazrafshan et al., 2020). در مناطق نیمه‌خشک و خشک مانند کشور ایران، نوع منبع مورد استفاده از نظر آب آبی یا سبز بودن، تجدیدپذیر/ناپذیر بودن برای تولید محصولات کشاورزی حائز اهمیت است. آب تجدیدپذیر مقدار آبی است که حوضه طی چرخه آبی سالیانه توانایی بازیابی آن را دارد. آب تجدید ناپذیر مقدار آبی است که در صورت مصرف، فرایند تولید و جایگزین‌شدن آن‌ها به‌صورت طبیعی بسیار زمان‌بر است (حداقل میلیون سال‌ها).

آب مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی نه‌تنها برای مصرف داخل کشور و حتی صادرات آن حتی‌المقدور باید از آب سبز تأمین شود. چرا که آب سبز یک منبع تأمین آب تجدیدپذیر است. متأسفانه برای تولیدات محصولات کشاورزی به‌خصوص محصولات کشت تابستانه از قبیل گوجه‌فرنگی، ذرت، چغندرقند، برنج، خیار و غیره در اکثر دشت‌های کشور عمدتاً از آب آبی (منابع آب زیرزمینی و آب سطحی ذخیره‌شده در پشت سدها) مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسته به نوع اقلیم منطقه، سهم برداشت نوع منبع آب آبی متفاوت است. به‌طورکلی در اکثر دشت‌های کشور به دلیل بارش کم در فصل بهار و حتی حداقل ریزش‌های جوی در فصل تابستان، عمدتاً از آب آبی (به‌خصوص آب زیرزمینی تجدیدناپذیر) برای تولید محصولات تابستانه استفاده می‌شود. حتی در استان‌های شمالی کشور که متوسط بارش بیش از متوسط بارش کشور است، علاوه بر منابع آب سطحی از منابع آب زیرزمینی برای کشت برنج استفاده می‌شود. استفاده از منابع آب زیرزمینی تجدیدناپذیر برای تولید محصولات کشاورزی اثرات منفی جبران‌ناپذیری را به دنبال خواهد داشت. به‌طوری‌که افت بیش از حد سطح آب زیرزمینی در اکثر دشت‌های کشور مشکلاتی همچون افزایش شوری آب زیرزمینی، ریزش دیواره چاه‌ها، کج شدن لوله جدار چاه‌های بهره‌برداری، ایجاد ترک در ساختمان‌ها، ایجاد شکاف در زمین‌های کشاورزی و وقوع پدیده نشست سطح زمین در اراضی را ایجاد کرده است.

با توجه به منفی بودن بیلان آب سفره‌های زیرزمینی در بسیاری از نقاط کشور، باید از کشت محصولات پر آب‌بر در بخش کشاورزی خودداری شود. ضمن اینکه بر اساس اصول آمایش سرزمین[7]، تولیدات صنعتی نظیر فولاد به مناطقی منتقل شود که منابع آب کافی در اختیار دارند. مصرف سالانه آب برای فولاد مبارکه اصفهان بالغبر ۶۰ میلیون مترمکعب معادل آب ذخیره‌شده در پشت یک سد است. طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی، ایران با تولید سالانه بیش از ۲ میلیون و ۲۰۰ هزار

6- Food Security
7- Spatial Planning

تـن هندوانـه در رتبـه چهـارم جهـان قـرار دارد. ایـن محصـول در چهـار فصـل کشـت می‌شـود و سـالانه بیـش از ۱۰۰ هـزار تـن هندوانـه بـه عـراق، امـارات متحـده عربـی و کویـت صـادر می‌شـود. بـا صـادرات ۱۰۰ هـزار تـن هندوانـه، هفـت برابـر ذخیـره آب پشـت سـد کرخـه، آب مجـازی بـه خـارج از کشـور صـادر می‌شـود. ذخیـره آب بـه فـرم مجـازی راهـی بـرای غلبـه بـر شـرایط کم‌آبـی کشـور اسـت. به‌طوری‌کـه اگـر محصـولات کشـاورزی پـر آب‌بـر در مناطـق بـا منابـع آب قابـل دسـترس بیشـتر، تولیـد و بـه یـک منطقـه بـا منابـع آب قابـل دسـترس کمتـر صـادر شـود، دیگـر در مناطـق خشـک نیـاز بـه مصـرف آب بـرای تولیـد ایـن محصـولات نیسـت. بـه عبـارت دیگـر، تجـارت آب مجـازی[8] نـه تنهـا بـه معنـای ذخیـره آب در کشـورهای وارد کننـده اسـت بلکـه ذخیـره آب در زمـان و در سـطح جهـان هـم محسـوب می‌شـود.

بسـیاری از کشـورها بـا واردکـردن محصـولات پـر آب‌بـر و صـادرات محصـولات کـه مصـرف آب کمتـری دارنـد، در منابـع آب داخلـی خـود صرفه‌جویـی می‌کننـد. صرفه‌جویـی در مصـرف آب از طریـق واردات یـک محصـول می‌توانـد بـه معنـای صرفه‌جویـی در مصـرف آب در سـطح جهانـی باشـد اگـر انتقـال از مناطـق بـا بهـره‌وری نسـبتاً زیـاد آب (یعنـی کالاهایـی بـا ردپـای آب کوچـک) بـه مکان‌هایـی بـا بهـره‌وری کـم‌آب (کالاهایـی بـا ردپـای آب بـزرگ) باشـد. مدیـران و سیاسـت‌گذاران در کشـورهای کـم‌آب بیـش از صرفه‌جویـی در مصـرف جهانـی آب بـه صرفه‌جویـی و مدیریـت منابـع آب در مقیـاس ملـی علاقه‌منـد هسـتند. بـرای کشـور کـم‌آب ماننـد ایـران ممکـن اسـت گزینـه واردات آب مجـازی (از طریـق واردات محصـولات پـر آب‌بـر) از فشـار بـر منابـع آب داخلـی بکاهـد.

8- Virtual Water Trade

منابع

- Allan, J. A. (1997). 'Virtual water': a long term solution for water short Middle Eastern economies? (pp. 24-29). London: School of Oriental and African Studies, University of London.
- Bazrafshan, O., Zamani, H., Ramezanietedli, H., Moshizi, Z. G., Shamili, M., Ismaelpour, Y., & Gholami, H. (2020). Improving water management in date palms using economic value of water footprint and virtual water trade concepts in Iran. Agricultural Water Management, 229, 105941.
- Faramarzi, M., Yang, H., Mousavi, J., Schulin, R., Binder, C. R., & Abbaspour, K. C. (2010). Analysis of intra-country virtual water trade strategy to alleviate water scarcity in Iran. Hydrology & Earth System Sciences Discussions, 7(2): 2609-2649.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., & Van Oel, P. R. (2019). Progress in Water footprint assessment: Towards collective action in water governance.
- Kimwaga, R. J., Simbarashe, G., & Mtalo, F. W. (2018). Coping with Water Scarcity in Eastern Africa. The Potential Role of Intra-regional Virtual Water Trade.
- Masud, M. B., Wada, Y., Goss, G., & Faramarzi, M. (2019). Global implications of regional grain production through virtual water trade. Science of the Total Environment, 659: 807-820.
- Mekonnen, M.M., Pahlow, M., Aldaya, M.M., Zarate, E. & Hoekstra, A.Y. (2015) Sustainability, efficiency and equitability of water consumption and pollution in Latin America and the Caribbean, Sustainability, 7(2): 2086-2112.

بخش چهارم: مصرف آب محصولات استراتژیک پرمصرف

محصولات راهبردی و ردپای آب در ایران

هادی محرمی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

کشور ما دارای نعمت خدادادی اقلیم‌های گوناگون است که زمینه را برای پرورش و تولید محصولات کشاورزی مختلف فراهم می‌سازد اما تولید محصولات کشاورزی مسئله‌ای چندبعدی است که اقلیم تنها بخشی از موضوع است. مسائل سیاسی داخلی و خارجی (ابعاد سیاسی و اجتماعی)، بازار محصول در داخل و خارج از کشور (بعد اقتصادی)، تفکرات، آداب و رسوم (بعد فرهنگی) در تولید آن محصول (کشاورزی و غیره) تأثیرگذار هستند. لذا به راحتی و با اتکا به یک بعد از موضوع نمی‌توان گفت این محصول تولید شود و آن یکی تولید نشود و تصمیم‌گیری نیازمند واقع‌نگری و حتی تا حدی خطرپذیری است تا امنیت غذایی کشور و توسعه‌ی پایدار تأمین شود. هدف این نوشتار نیز دفاع یا تقبیح کشت هر محصول نیست زیرا این مسئله با توجه محل کشت به ابعادی که ذکر شد بستگی دارد.

محصولات راهبردی حوزه‌ی امنیت غذایی در ایران به‌طورکلی شامل گندم، برنج، جو، ذرت، قند و شکر، روغن، کنجاله، پنبه، گوشت و شیر هستند. لازم به ذکر است این محصولات نظیر کنجاله، قند و شکر، روغن و.. خود از یک محصول کشاورزی به دست آمده‌اند یا در تولید محصولات دیگری نقش موثری دارند.

آب مجازی و ردپای آب

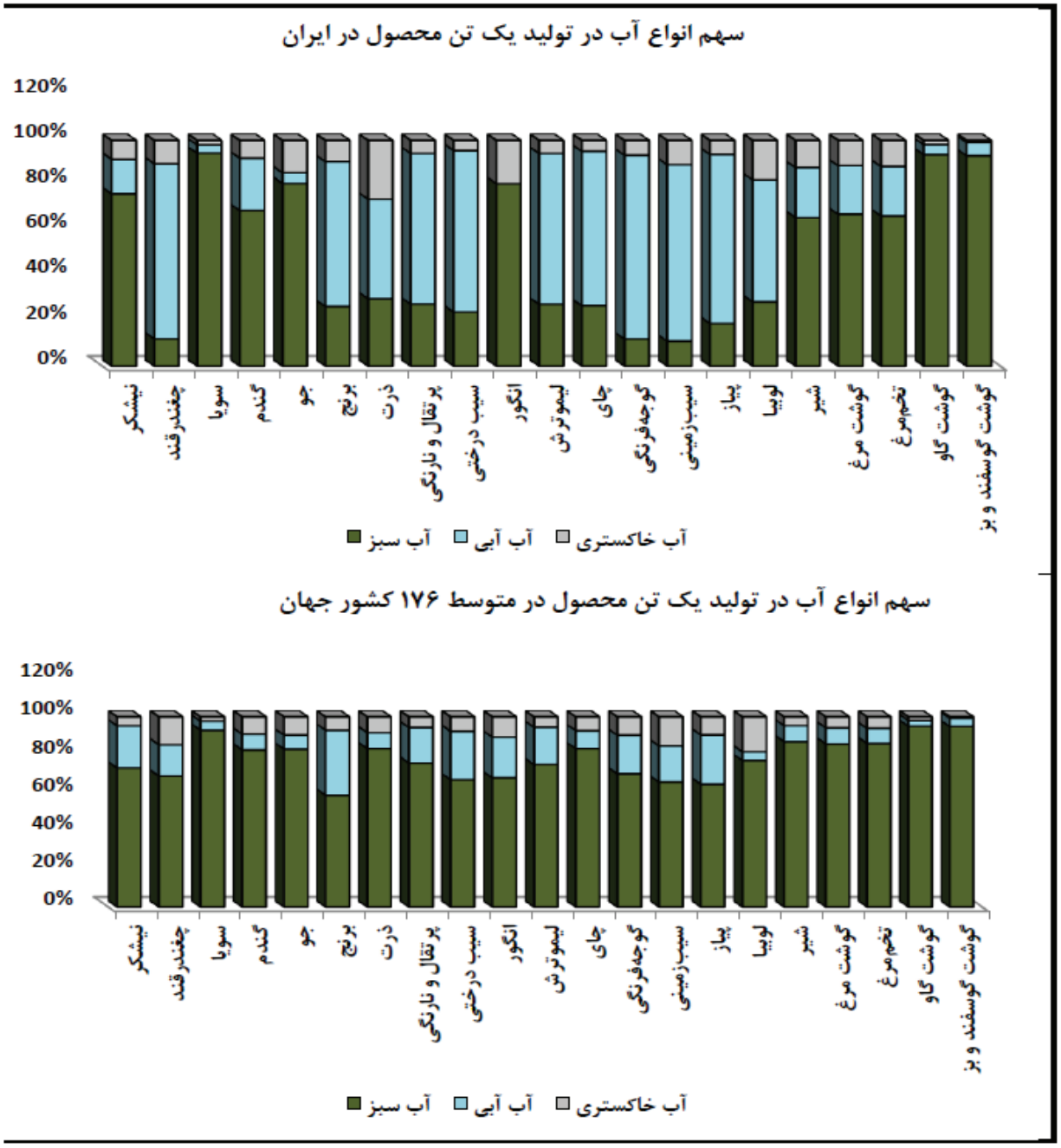
در دهه‌ی ۱۹۹۰ توسط آلن مفهوم آب مجازی مطرح شد و تعریف آن چنین است: میزان آبی که به‌صورت مصرف نهان و آشکار در طی مدت تولید یک کالای معین استفاده می‌گردد. یک جریان بین‌المللی از آب مجازی با تجارت جهانی کالاها به وجود آمده است که اصطلاحاً تجارت آب نامیده می‌شود. برای رساندن این مفهوم تا قبل از سال ۱۹۹۳ واژه‌ی آب جاسازی‌شده به کار می‌رفت، اما نتوانست توجه مدیران منابع آب را به خود معطوف کند. مفهوم ردپای آب، مفهوم جامع‌تری نسبت به آب مجازی دارد. ردپای آب تنها به مصرف مستقیم آب توسط مصرف‌کننده یا تولیدکننده محصور نمی‌شود و شاخصی چندبعدی برای استفاده از آب شیرین است که در این شاخص استفاده‌ی غیرمستقیم از آب نیز در نظر گرفته می‌شود. ردپای آب می‌تواند ارتباط بین مصارف انسانی از آب شیرین و میزان استفاده از آب در ساخت نوع خاصی از کالا را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دهد. اگر هدف از محاسبه‌ی

میزان کل مصرف آب در تولید محصولات منتخب در ایران در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱

ردیف	نوع	محصول	تولید کل (میلیون تن)	سهم از تولید (درصد)	مصرف آب (میلیون مترمکعب)	سهم از مصرف آب (درصد)
۱	صنعتی- زراعی	نیشکر	۶/۵	۱۰/۹	۹۴۱	۰/۹
۲		چغندرقند	۳/۵	۵/۹	۱,۵۴۷	۱/۵
۳		سویا	۰/۱۵	۰/۳	۳۳۷	۰/۳
۴	غلات- زراعی	گندم	۹/۳	۱۵/۵	۲۹,۶۲۵	۲۸/۴
۵		جو	۲/۸	۴/۷	۴,۳۱۴	۴/۱
۶		برنج	۱/۵	۲/۵	۵,۱۹۱	۵
۷		ذرت	۱/۹	۳/۲	۲,۳۱۵	۲/۲
۸	محصولات باغی	پرتقال و نارنگی	۳/۲	۵/۳	۲,۳۸۲	۲/۳
۹		سیب درختی	۳/۲	۵/۳	۳,۲۸۷	۳/۲
۱۰		انگور	۲/۸	۴/۷	۱,۱۵۱	۱/۱
۱۱		لیموترش	۰/۴۳	۰/۷	۲۸۲	۰/۳
۱۲		چای	۰/۱	۰/۲	۱,۰۳۴	۱
۱۳	سبزیجات- زراعی	گوجه‌فرنگی	۵/۶	۹/۴	۱,۹۷۲	۱/۹
۱۴		سیب‌زمینی	۴/۶	۷/۷	۱,۴۹۹	۱/۴
۱۵		پیاز	۲/۱	۳/۵	۷۲۶	۰/۷
۱۶	حبوبات- زراعی	لوبیا	۰/۱۹	۰/۳	۵۱۱	۰/۵
۱۷	تولید فرآورده‌های پروتئینی- دام و طیور	شیر	۸/۳	۱۳/۹	۱۳,۳۲۸	۱۲/۸
۱۸		گوشت مرغ	۲	۳/۳	۱۴,۷۶۲	۱۴/۲
۱۹		تخم‌مرغ	۰/۹	۱/۵	۵,۴۰۰	۵/۲
۲۰		گوشت گاو	۰/۴	۰/۷	۱۱,۱۱۵	۱۰/۷
۲۱		گوشت گوسفند و بز	۰/۳۵	۰/۶	۲,۵۶۸	۲/۵
	جمع		۵۹/۸۲	۱۰۰	۱۰۴,۲۸۵	۱۰۰

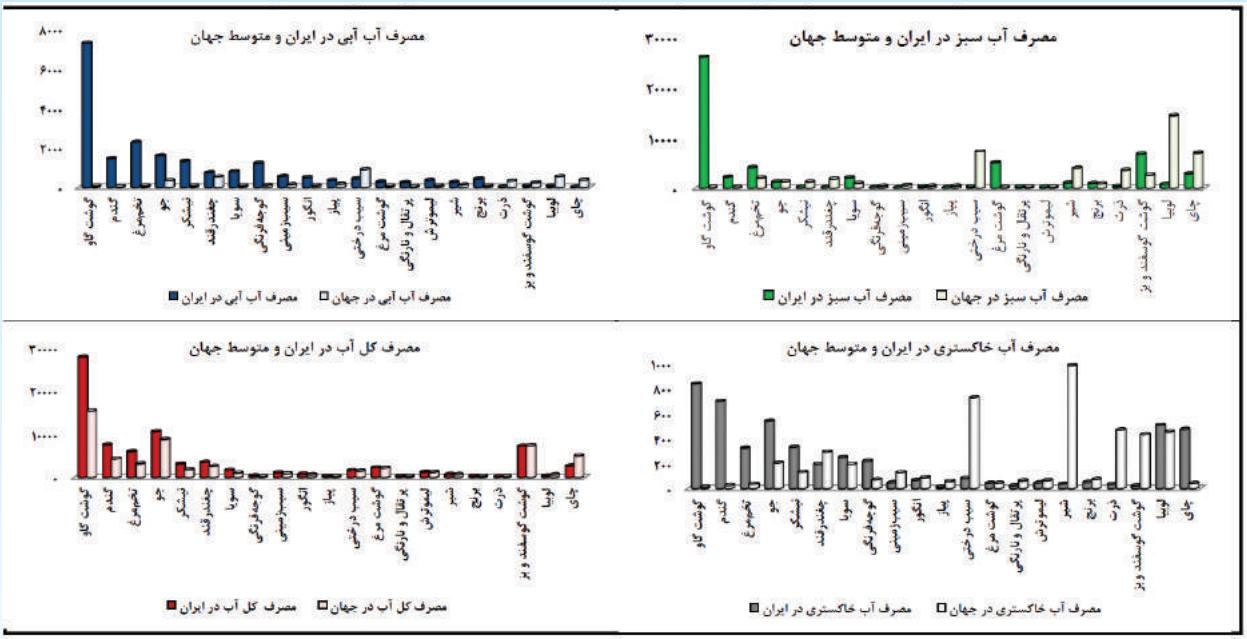
مأخذ: مطالعات تحقیق براساس گزارش یونسکو (۲۰۱۱) و آمارنامه کشاورزی (سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲).

مقایسه سهم انواع آب در تولید یک تن محصول در ایران و متوسط ۱۷۶ کشور جهان



مأخذ: همان.

مقایسه سهم انواع آب در تولید یک تن محصول در ایران و متوسط ۱۷۶ کشور جهان



مأخذ: براساس مطالعات تحقیق براساس گزارش یونسکو (۲۰۱۱).

مقایسه سهم مصرف انواع آب در تولید محصولات منتخب کشاورزی در ایران با متوسط جهانی

ردپای آب، تنها محاسبه‌ی آب به کار گرفته‌شده برای تولید محصول باشد، می‌توان از محتوی آب مجازی یک محصول به‌جای ردپای آب صحبت کرد. اما مفهوم ردپای آب کاربرد گسترده‌ای دارد. به‌عنوان مثال در مورد یک مصرف‌کننده می‌توان با نگاهی دقیق به ردپای آب کالاها و خدماتی که مصرف می‌کند، صحبت کرد و یا در مورد ردپای یک تولیدکننده می‌توان با اندازه‌گیری ردپای کالاها و خدماتی که توسط او تولید می‌شود مقدار آن را اندازه‌گیری کرد. علاوه بر این، مفهوم ردپای آب، مانند آب مجازی، تنها

میزان مصرف آب سبز، آبی، خاکستری و کل آب در تولید محصولات منتخب و متوسط کشورهای جهان

ردیف	نوع	محصول	مصرف آب در ایران به‌ازای تولید هر تن محصول				مصرف آب در متوسط کشورهای جهان به‌ازای تولید هر تن محصول			
			آب سبز	آب آبی	آب خاکستری	کل آب	آب سبز	آب آبی	آب خاکستری	کل آب
۱	صنعتی- زراعی	نیشکر	۱۱۰	۲۲	۱۲	۱۴۴	۱۳۹	۵۷	۱۳	۲۰۹
۲		چغندرقند	۵۴	۳۴۶	۴۶	۴۴۶	۸۲	۲۶	۲۵	۱۳۳
۳		سویا	۲۱۰۲	۸۱	۴۵	۲۲۲۸	۲۰۳۷	۷۰	۳۷	۲۱۴۴
۴	غلات- زراعی	گندم	۲۱۹۸	۷۳۷	۲۴۹	۳۱۸۴	۱۲۷۷	۳۴۲	۲۰۷	۱۸۲۶
۵		جو	۱۲۴۲	۷۳	۲۱۹	۱۵۳۴	۱۲۱۳	۷۹	۱۳۱	۱۴۲۳
۶		برنج	۹۳۴	۲۲۶۷	۳۳۰	۳۵۳۱	۱۸۰۰	۵۳۵	۲۹۳	۲۶۲۸
۷		ذرت	۳۷۴	۵۵۲	۳۲۴	۱۲۵۰	۹۴۷	۸۱	۱۹۴	۱۲۲۲
۸	محصولات باغی	پرتقال و نارنگی	۲۰۵	۴۹۷	۴۳	۷۴۵	۴۰۷	۱۱۲	۷۰	۵۸۹
۹		سیب درختی	۲۶۰	۷۷۵	۴۸	۱۰۸۳	۵۶۱	۱۳۳	۱۲۷	۸۲۱
۱۰		انگور	۳۳۸	۰	۸۰	۴۱۸	۴۲۵	۹۷	۸۷	۶۰۹
۱۱		لیموترش	۱۸۱	۴۴۰	۳۸	۶۵۹	۴۳۲	۱۵۲	۵۸	۶۴۲
۱۲		چای	۲۸۴۶	۷۲۵۶	۵۰۷	۱۰۶۰۹	۷۲۳۲	۸۹۸	۷۲۶	۸۸۵۶
۱۳	سبزیجات- زراعی	گوجه‌فرنگی	۴۲	۲۸۴	۲۳	۳۴۹	۱۰۸	۶۳	۴۳	۲۱۴
۱۴		سیب‌زمینی	۳۶	۲۵۵	۳۵	۳۲۶	۱۹۱	۳۳	۶۳	۲۸۷
۱۵		پیاز	۶۷	۲۶۵	۲۲	۳۵۴	۱۹۲	۸۸	۶۵	۳۴۵
۱۶	حبوبات- زراعی	لوبیا	۷۶۷	۱۴۵۱	۴۷۰	۲۶۸۸	۳۹۴۵	۱۲۵	۹۸۳	۵۰۵۳
۱۷	تولید فرآورده‌های پروتئینی- دام و طیور	شیر	۱۰۶۲	۳۵۶	۱۹۴	۱۶۱۲	۸۶۳	۸۶	۷۲	۱۰۲۱
۱۸		گوشت مرغ	۵۰۵۴	۱۶۱۴	۸۳۸	۷۵۰۶	۳۵۴۵	۳۱۳	۴۶۷	۴۳۲۵
۱۹		تخم‌مرغ	۴۰۲۷	۱۳۲۰	۶۹۷	۶۰۴۴	۲۵۹۲	۲۴۴	۴۲۹	۳۲۶۵
۲۰		گوشت گاو	۲۵۹۷۱	۱۲۰۸	۵۳۹	۲۷۷۱۸	۱۴۴۱۴	۵۴۴	۴۵۱	۱۵۴۰۹
۲۱		گوشت گوسفند و بز	۶۷۵۷	۴۲۹	۶۷	۷۲۵۳	۶۹۵۲	۳۶۷	۴۲	۷۳۶۱

مأخذ: مطالعات تحقیق براساس گزارش یونسکو (۲۰۱۱).

به حجم آب اشاره ندارد. در حقیقت ردپای آب یک شاخص چندبعدی است که نه‌تنها به حجم آب مورد استفاده توجه دارد که همچنین بر نوع آب مصرفی (تبخیر آب باران، آب سطحی و یا زیرزمینی و آلودگی آب) و محل و زمان مصرف آن در فرایند تولید، تأکید دارد. آب سبز، آب آبی و آب خاکستری اجزا آب مجازی هستند. آب سبز یعنی بخشی از کل جریان تبخیری که برای اهداف انسان اختصاص‌یافته یا رطوبت خاک در مناطق غیراشباع، به بیان دیگر آب باران نفوذ کرده به خاک که هنوز به ناحیه‌ی اشباع نرسیده؛ آب آبی یعنی حجم آب‌های زیرزمینی و سطحی مصرف‌شده برای نیازهای انسان و آب خاکستری به معنای آب تصفیه‌شده که قبلاً توسط فعالیت‌های بشر آلوده‌شده و نیاز به تصفیه داشته تا به استاندارد قابل مصرف برسد.

منابع

» میرباقری، و.، برادران نصیری، م.، امامی، ج. و حسینی ثابت، س. (۱۳۹۵). تولید و تجارت محصولات اساسی بخش کشاورزی در بازه زمانی سال های ۱۳۸۰-۱۳۹۵. مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، تهران.

- Allen, J.A. (1998). Virtual water: a strategic resource, global solutions to regional deficits. National Ground Water Association, 4(36), 545-546.
- Hoekstra, Arjen; & Chapagain, Ashok. (2007). Water Footprints of Nations: Water Use by People as a Function of Their Consumption Pattern. Water Resources Management, 21, 35-48.
- Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K.; Aldaya, M.M.; & Mekonnen, M.M. (2011). The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard. London, UK: Earthscan.
- Chouchane, Hatem; Krol, Maarten S.; & Hoekstra, Arjen Y. (2018). Virtual water trade patterns in relation to environmental and socioeconomic factors: A case study for Tunisia. Science of The Total Environment, 613-614, 287-297.

بخش پنجم: مصاحبه با اساتید

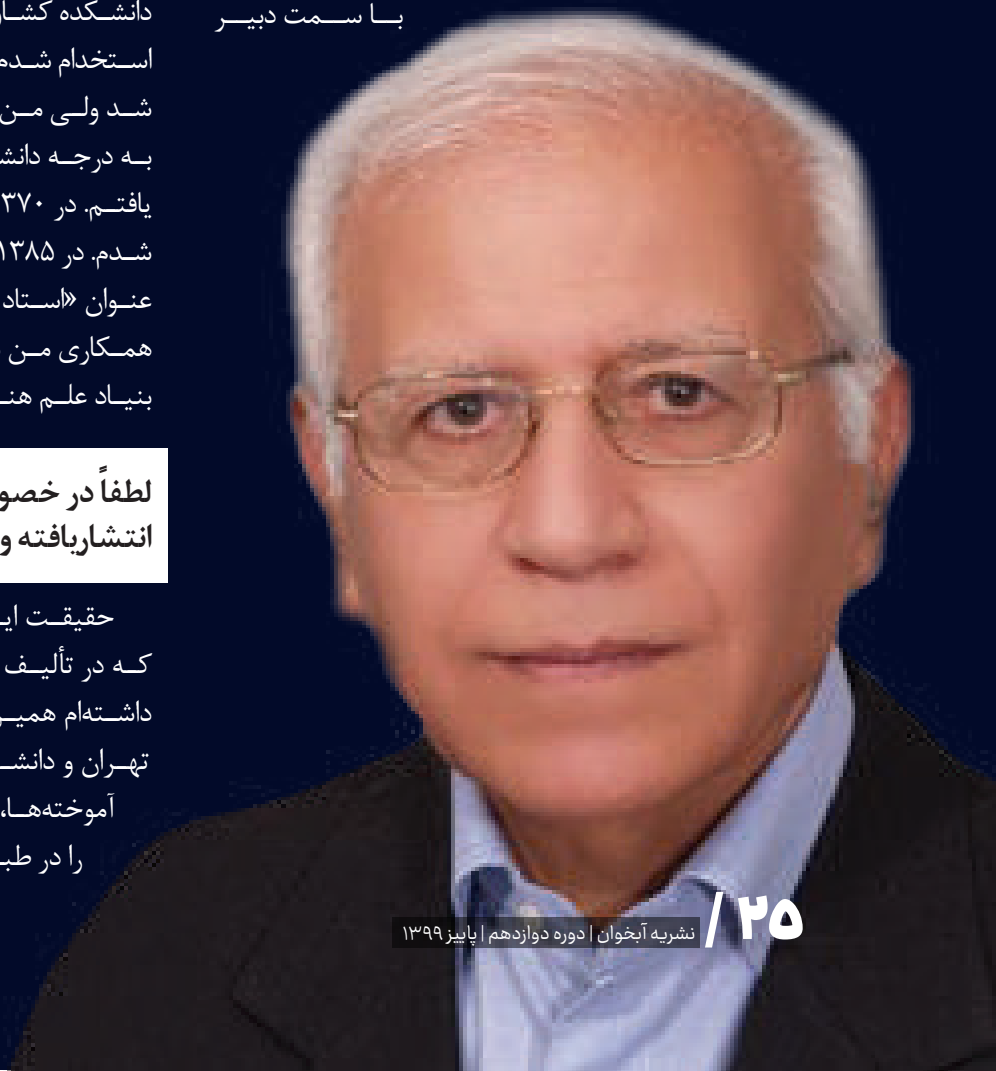
پروفسور علی خلیلی؛ استاد پیشکسوت هواشناسی کشاورزی دانشگاه تهران

مسعود پورغلام آمیجی

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

لطفاً اگر امکان دارد مختصری از زندگی شخصی و تحصیلی خودتان را برای ما شرح بدید.

از برنامه مصاحبه شما و اینکه فرصتی به وجود آوردید که در این دوره سکوت کرونایی گفت و شنودی با دانشجویان عزیز داشته باشم، متشکرم. من تحصیلات ابتدایی را در سبزوار و دوره دانشسرای مقدماتی و دیپلم ریاضی را در مشهد گذراندم. دوره‌ای که مرا عاشق معلمی کرد. تحصیلات دانشگاهی لیسانس را در رشته ریاضی در دانشگاه تهران در ۱۳۳۷ سپری کردم و بلافاصله با سمت دبیر ریاضی استخدام شدم و همزمان در تکاپوی ادامه تحصیل در خارج از کشور بودم. در ۱۳۳۸ در کنکور اعزام دانشجو به خارج که از بین دانش‌آموختگان لیسانس (کارشناسی فعلی) ریاضی یا فیزیک که برای انتخاب یک نفر در رشته هواشناسی برگزار شد، موفق شدم و به فرانسه اعزام و در دانشکده علوم دانشگاه پاریس به تحصیل مشغول شدم. در ۱۳۴۴ درجه دکتری دولتی Doctra d'Etat در علوم فیزیک (هواشناسی) را با درجه افتخارآمیز و تبریک کتبی هیئت داوران کسب کردم و بلافاصله به ایران برگشتم و در گروه علوم پایه دانشکده کشاورزی به‌عنوان استادیار فیزیک و هواشناسی استخدام شدم. بعداً این گروه به دانشکده علوم منتقل شد ولی من در گروه آبیاری ماندم. متعاقباً در ۱۳۴۹ به درجه دانشیاری و در ۱۳۵۴ به مقام استادی ارتقا یافتم. در ۱۳۷۰ به عضویت فرهنگستان علوم انتخاب شدم. در ۱۳۸۵ بازنشسته و در اردیبهشت ۱۳۹۸ به کسب عنوان «استاد پیشکسوت دانشگاه تهران» مفتخر شدم. همکاری من با شیب ملایم با گروه و فرهنگستان و بنیاد علم هنوز ادامه دارد.



لطفاً در خصوص دستاوردهای علمی، کتب انتشاریافته و ابداعات خود توضیح دهید؟

حقیقت این است که مهم‌ترین کتاب‌ها و آثاری که در تألیف آن‌ها هر چند بسیار اندک مشارکتی داشته‌ام همین عزیزانی هستند که امروز در دانشگاه تهران و دانشگاه‌های دیگر کشور در کسوت استادی، آموخته‌ها، داشته‌ها، دانسته‌ها و ساخته‌های خود را در طبق اخلاص به دانشجویان عرضه می‌دارند

و کامل‌تر از آنچه که ما در توان خود داشتیم را به انجام می‌رسانند و یا مهندسانی که در کارهای خود برخی از این آموخته‌ها را با مهارت‌های ابتکاری خود می‌آمیزند و در طراحی پروژه‌ای گرهای از کار فروبسته‌ای می‌گشایند. افتخار اصلی من «شغل آموزش» است و همان‌طور که میدانید فعل آموختن دوسویه است؛ هم دادنی است و هم گرفتنی.

از اینکه بگذریم اولین کار دانشگاهی من ترجمه مشترک کتاب مبانی فیزیک بود با همکاری دکتر رهبر در انتشارات دانشگاه تهران. در سال‌های آغازین خدمت، تدوین دستورالعمل‌هایی برای بخش عملی دروس فیزیک و هواشناسی که تقریباً ۸۰٪ آن هنوز جاری است. مشارکت در تدوین فرهنگ آبیاری در فرهنگستان علوم با همکاران دکتر فرهودی و دکتر رحیمی از دانشگاه تهران، دکتر علیزاده از دانشگاه فردوسی، دکتر سپاسخواه از دانشگاه شیراز، شادروانان دکتر موحد دانش از دانشگاه تبریز و دکتر صدقی از دانشگاه اهواز، همچنین تألیفاتی در زمینه اقلیم ایران به انگلیسی و فارسی، کتابی درباره تابش خورشید در گستره ایران، درسنامه‌هایی در زمینه خرد اقلیم‌شناسی و هوا و اقلیم‌شناسی، تدوین اطلس نقشه‌های اقلیمی ایران، ۳۳ مقاله در مجلات بین‌المللی ۶۸ مقاله در مجلات علمی پژوهشی داخلی.

ولی آنچه من به‌عنوان دستاورد علمی حاصل عمر میتوانم ذکر کنم اجرای ۳ طرح ملی جامع یعنی مطالعات هواشناسی طرح جامع آب کشور، مطالعات اقلیم، سکونت و آسایش در طرح کالبدی ملی ایران و پهنه‌بندی دیجیتال ایران در طرح پهنه‌بندی اقلیمی ایران در مقابل آسیب‌های خشکسالی، سرمازدگی و بارش‌های سیل‌آسا است که در قالب همکاری بخش صنعت و دانشگاه برای بیمه کشاورزی به انجام رسید. در هرکدام از این طرح‌ها اقلیم‌های متنوع ایران از زوایا و کاربردهای مختلف مورد بررسی علمی و کاربردی قرار گرفته است.

چرا این رشته تحصیلی و کاری را انتخاب کردید؟

صادقانه بگویم هواشناسی در آغاز مورد علاقه من نبود. ایده‌آل من ادامه در ریاضیات محض و سپس معلمی بود. دنبال بورسیه شدن بودم. کاملاً اتفاقی مطلع شدم که وزارت فرهنگ وقت (آموزش و پرورش کنونی) یک بورس تحصیلی برای رشته هواشناسی را بین دانش‌آموختگان لیسانسه ریاضی یا فیزیک به مسابقه گذاشته است. هواشناسی آن زمان تازه تأسیس شده بود و خیلی هم نام‌آور نبود. بنده شرکت کردم و پذیرفته و اعزام شدم با این امید که موافقت وزارت را برای تغییر رشته خواهم گرفت ولی وقتی به آن پرداختم شیفته‌اش شدم. همه آنچه در ریاضی در دوره کارشناسی در ایران آموخته بودم در این رشته کاربرد داشت. در ایران هم در همین رشته به معلمی پرداختم. کار در گروه آبیاری به من نشان داد که درست درجایی که باید و شاید قرار گرفته‌ام. آموخته‌های من فیت رشته آبیاری بود و با آن برازش داشت. همکاری با مشاورین در زمینه‌های بسیار متنوع هواشناسی بر تجربیات و شیفتگی‌ام افزود. باورش ساده نیست که اولین تجربه مشاوره‌ای من با شرکت پندام بود درباره مطالعات ایمنی سایت کارون. گزارش مقدماتی اثرات زیست‌محیطی ایجاد نیروگاه اتمی در دارخوین که در سال ۱۳۵۰ مطالعاتش آغاز شده بود. مسئله اصلی پروژه انتشار نحوه و میزان آلودگی هوا تحت شرایط هواشناسی محل بود. دومین پروژه مسائل هواشناسی مطالعات آب و خاک رودخانه کل بود که گزارش آن عملاً الگوی تدوین گزارش‌های هواشناسی در مطالعات منابع آب و خاک شد. تا قبل از آن مطالعات هواشناسی در بطن مطالعات هیدرولوژی به‌طور ضمنی گنجانده شده بود. در حال حاضر این نوع تهیه گزارش استانداردشده و تدریس می‌شود. در سال ۵۵ سازمان هواشناسی برنامه احداث شبکه هواشناسی کشاورزی را پیش رو داشت. دو اقدام انجام گرفت: یکی اینکه از طرف دانشگاه مأمور تأسیس دانشکده هواشناسی و علوم جو در آن سازمان شدم که تشکیلات این دانشکده بعداً تغییر پیدا و کرد و دیگر اینکه دوره تحصیلات تکمیلی هواشناسی کشاورزی در این گروه تشکیل گردید و اندکاندک به کمک دانش‌آموختگان این گروه در چند دانشگاه دیگر کشور نیز ایجاد شد.

آیا می‌توانید برای ما خاطره‌ای نیز بگویید؟

خاطره من مربوط به استخدامم در دانشکده کشاورزی است. سال ۱۳۴۴ بود. در همان روزهای مراجعتم به ایران، آگهی نیاز دانشکده کشاورزی به یک نفر هیئت‌علمی برای فیزیک و هواشناسی در روزنامه اطلاعات درج شده بود. وقتی به دانشکده مراجعه کردم مرا به دفتر شادروان دکتر مهدوی (که اینک تالار مهدوی به نام ایشان است) راهنمایی کردند. اتاقشان همین کلاس بزرگ انتهای سالن بود. در زدم، داخل شدم، ابهتی داشتند و بسیار کاریزماتیک بودند. سن و قیافه‌ام بیشتر به دانشجو می‌خورد. از زیر عینک نگاهی استادانه کردند و ابتدا به ساکن گفتند هر وقت نمره‌ها آماده شد آگهی می‌کنند. عرض کردم دانشجو نیستم. در رابطه با آگهی برای استخدام آمده‌ام. فرمودند، آهان، ببخشید، بفرمایید بنشینید، مدارکتان؟ پوشه مدارکم را در اختیارشان گذاشتم. خودشان دکترای ریاضی از فرانسه داشتند و آشنا به سیستم آموزشی آنجا. ده‌دقیقه‌ای بررسی کردند و سؤالاتی کردند و از اینکه با کدام استاد کارکرده‌ام. بعد پا شدند با من دست دادند و گفتند تبریک! شما استخدام شدید. بروید خودتان را به دکتر منجمی (استاد هواشناسی و فیزیک دانشکده) معرفی کنید. من به آقای دکتر منجمی در اتاقی که الان دفتر کار من است مراجعه کردم. با لهجه شیرین اصفهانی پررنگ گفت آقای دکتر رهبر برای ادامه تحصیل به فرانسه می‌روند. اداره عملیات فیزیک در این ترم و هواشناسی در ترم آینده با شماست. از اول آبان، دو هفته دیگر شروع میشود. کارتان را شروع کنید و چنین بود که از تولید به مصرف کار خود را در حرفه‌ای که ایده آلم بود شروع کردم. شیرینی چنین آغازی هرگز از یادم نمی‌رود. چند سال بعد فیزیک از هواشناسی جدا شد.

وضعیت رشته مهندسی آب در مقایسه با کشورهای پیشرفته را چگونه ارزیابی میکنید؟

خوشبختانه برنامه‌های آموزشی ما در سطح تحصیلات پایه آبیاری و بخصوص در سطح تحصیلات تکمیلی از نظر محتوای علمی با دانشگاه‌های معتبر جهان قابل مقایسه است و مواد و روش‌های آموزش هم غیر از مواردی که از داده‌های بومی استفاده می‌کنیم از همان دانشگاه‌ها گرفته شده است. دلیلش یا شاهدش اینکه دانش‌آموختگان ما وقتی به آن دیار می‌روند و امکانات آنجا در دسترسشان قرار می‌گیرد می‌درخشند؛ به خصوص در استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارها و کارهای نظری گوی سبقت را از همگنان می‌ربایند و از عهده طرح یا کاربرد پیشرفته‌ترین مدل‌ها و محاسبات مهندسی بر می‌آیند. همچنین آن‌هایی که در بخش‌های خصوصی به کار می‌پردازند، به‌خوبی جوابگوی نیازهای فنی بخش خود می‌باشند. اختلافی که بین اینجا و آنجا مشاهده میشود بعضاً مربوط به سیستم اداری-اجتماعی ما و جامعه بهره گیر از تخصص‌های دانشگاهی است که با آنجاها تفاوت‌هایی دارد. در حال حاضر تعداد مشاغلی هم که برای دانش‌آموختگان سطوح مختلف عرضه میشود، محدود است و در کنار این مسائل، تولید مازاد بر نیاز هم داریم و فشار اشتغال عمدتاً بر بخش دولتی است. من وضعیت رشته مهندسی آب در دانشگاه‌های بزرگ خودمان در مقایسه با دانشگاه‌های خارج را از نظر علمی قابل مقایسه و مثبت ارزیابی می‌کنم.

کمبودها و کاستی‌های رشته و دانشگاه از نظر شما چه می‌باشد؟

در سیستم آموزشی ما متأسفانه آموزش مهندسی بیش از آنکه مهارت محور باشد، دانش‌محور است. واضحتر بگویم تمام توان آموزش مهندسی صرف قوی کردن دانش مهندسی و بخش‌های نظری آن می‌شود و دانشجو با بعد عملی کار کمتر آشنا می‌گردد. در زمینه دانش مهندسی آب، گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران و بسیاری از دانشگاه‌های خوب دیگر ما موفق عمل کرده‌اند. مثلاً حتی در دوره کارشناسی مهندسی آبیاری دانشجو در حدود ۱۵۰ واحد درسی را می‌گذراند ولی احساس می‌کند که مهارت زیادی را کسب نکرده است. درصورتی‌که با همین تعداد

واحد که شماری از آن‌ها نیز عمومی است، دانش لازم و نه مهارت لازم در رشته آبیاری را کسب کرده است. به همین دلیل دانشجویان ما در خارج به دلیل داشتن دانش پایه مهندسی قوی، موفق عمل می‌کنند ولی در زمینه بهره‌گیری از دانش خود نیاز به کارآموزی‌های قویتر درون دانشگاهی و برون دانشگاهی دارند. البته امکانات هم محدود است و با حجم زیاد دانشجو همخوانی زیادی ندارد. برنامه‌های عملی الزاماً در مقیاس زمانی کوتاه‌تری اجرا می‌رود و عمده مهارت‌ها در ضمن کار و اشتغال به دست می‌آید.

توصیه شما به دانشجویان این رشته چیست؟

اگر از جمله کسانی هستید که رشته انتخابی‌تان موردعلاقه‌تان نیست، اولین کارتان باید این باشد که بررسی کنید و قانع شوید که مهندسی آبیاری (حالا شما بخوانید مهندسی آب-کشاورزی) چه جایگاه و ارج کاربردی در حل مسائل خرد مقیاس، منطقه‌ای، ملی و جهانی مربوط به آب دارد. آب خود در آینده‌ای نه‌چندان دور چالش اصلی ملی و بین‌المللی خواهد بود، همین الان هم هست و رشته مهندسی آب و آبیاری اگر مهم‌ترین نباشد، هم‌ارز بهترین رشته‌های مهندسی است. البته علاقه، سوخت و نیروی محرک موتور یادگیری برای حرکت است و طی یک مسیر باید سوخت کافی داشت.

توصیه من به دانشجویان این رشته و هر رشته مهندسی دیگر این است که از فرصت دانشجویی استفاده کنند. دانشگاه مکاره آموختن و آموزاندن است. مهارت‌های خود را در زمینه‌های رشته خود تا می‌توانید بالا ببرید. متأسفانه بحران جهانی کرونا امکان حضور فیزیکی در محیط دانشگاه را به حداقل ممکن رسانیده است ولی این دانشگاهیان هستند که حرفه و وظیفه و اکثراً عشق آن‌ها آموزش است. از بازه زمانی دانشجویی بهره ببرید. در زمان ما امکانات فنی آموزش و پژوهش نسبت به آنچه شما اکنون در دسترس دارید واقعاً اندک بود. از محاسبات لگاریتمی که شما با ماشین‌حساب دستی مهندسی‌تان در چشم به هم زدنی انجامش می‌دهید تا فرایندهای آماری مگا دیتا و سهولت‌های اینترنتی برای دسترسی به منابع قوی و مطمئن هیچ خبری نبود. من خودم در اوایل خدمت برای دسترسی به رفرنس‌های علمی راجع به پژوهشی که در دست داشتم، شش ماهی وقت صرف کردم مقاله‌های رفرنس را پس از ردیابی دستی و پله‌ای و مکاتبه از طریق پست دریافت می‌کردم که بسیار وقت‌گیر بود. اینترنت یک معجزه قرن حاضر از جنس «هرچه میخواهد دل‌تنگت بپرس» است و معلم خستگی‌ناپذیر و دانای همیشه در دسترس است.

استاد به نظر شما چطور دانش‌آموختگان جوان می‌توانند از تجارب شما و سایر پیشکسوتان در جهت خلاقیت و نوآوری بهره بگیرند؟

البته مشورت و نظرخواهی از کسانی که در حرفه یا رشته‌ای معین عمری را سپری کرده‌اند، مفید و آموزنده است ولی خلاقیت و نوآوری یک برآیند ذهنی از مجموعه دانسته‌ها، تجربه‌ها و تحلیل‌هایی از داده‌های محیطی است که در همه اشخاص یکسان انجام نمی‌شود و دستورالعمل واحدی ندارد. تنها یک اصل مسلم وجود دارد که برای هر مشکل راه‌حلی وجود دارد ولی الزاماً تجربه مثبت یک شخص برای دیگری ممکن است مثبت نباشد و برعکس. بنابراین در مبحث خلاقیت و نوآوری از تجربه پیشکسوتان و به‌طورکلی مجرب‌ترها، به‌عنوان یک داده و یا بهتر بگویم یکی از داده‌ها باید بهره جست ولی ترکیب نهایی داده‌ها را خودتان باید بریزید، اگر غیر این باشد دیگر اسمش نوآوری و خلاقیت نمیشود.

استاد برای کسانی که تازه می‌خواهند وارد وادی علوم و مهندسی آب شوند، چه صحبتی دارید؟

برای ورود به وادی آب همان ابتدا نباید بی‌گدار به آب زد. حتماً باید قبل از ورود ضمن مشورت با اهل فن و امین از چند و چون رشته آگاه شوند و نخست ببینند این رشته چه مقدار با علایق آن‌ها هماهنگ است. در افق کاری این رشته چه امکانات و چه زمینه‌هایی وجود دارد. بازار کار پسا تحصیلی

رشته چگونه است. در این رشته تا کجا می‌تواند پیش رفت. موفق‌های این رشته تا چه ارتفاعی صعود کرده‌اند. حداقل موفقیت و حداکثر آن چیست. اکنون زمان آن رسیده است که در بررسی‌های خود شرایط پسا تحصیلی را نه‌تنها در ایران بلکه در افق‌ها و کشورهای دیگر نیز در نظر باید گرفت ولی باز تأکید می‌کنم که علاقه حرف اول را می‌زند. حالا شما که وارد وادی آب شده‌اید، پس خیلی خوش آمده‌اید. این حرف برای کسانی است که هنوز وارد نشده‌اند.

جناب آقای دکتر؛ بعد از بازنشستگی از دانشگاه، اوقات فراغت خود را چگونه می گذرانید؟

تفاوت کار و فراغت اینطور بیان‌شده که کار یک الزام و دیسیپلین انجام دارد و نوعی اجبار را متضمن است. درصورتی‌که در فراغت شخص آزادی عمل دارد و فعالیت او برایش فرح‌بخش است. کسانی که از کارشان لذت می‌برند در حقیقت همواره در فراغت هستند. من حقیقتاً بازنشستگی را به‌عنوان تغییر از حالت کار به حالت یک فراغت گسترده احساس نکرده‌ام. با بنیاد علم همکاری دارم و پروژه‌های علمی پیشنهادی را داوری می‌کنم، به امور مجله پژوهشی هواشناسی کشاورزی که در سال ۱۳۹۲ به کمک اولین دانش‌آموخته‌های دکتری تأسیس شد و سردبیری آن را عهده دارم، می‌پردازم، با فرهنگستان علوم به‌عنوان یک عضو همکاری دارم و البته ارتباطم با گروه دوست‌داشتنی آبیاری محفوظ است. به مطالعه کتاب‌های غیرتخصصی می‌پردازم و بالاخره کتابی در دست تهیه دارم که به فصل پایانی آن رسیده است و اگر فرصت و سعادتی باشد به پایان می‌برم.

آمدن شما به این رشته اتفاقی بوده یا با مطالعه؟

قبلاً صحبت شد. انگیزه اولیه‌ام استفاده از بورس تحصیلی برای ادامه تحصیل و بنابراین اتفاقی بود ولی اتفاقی که بعدها شکرگزار وقوعش شدم. رشته هواشناسی دامنه کاربرد وسیعی دارد و ردپای بسیاری از گرایش‌ها در آن دیده می‌رود و به علاقه طیف وسیعی از دانش‌پژوهان در زمینه‌های آمار، محیط‌زیست، کشاورزی، پزشکی، آبشناسی، ترمودینامک و دینامیک محیط‌های گازی، آلودگی هوا و بسیاری دیگر پاسخ می‌دهد.

اگر این رشته درس نمیخواندید، دوست داشتید در چه رشته‌ای تحصیل کنید؟

پاسخ شما به زمان طرح سؤال بستگی دارد. اگر در سال‌های آغازین دانش‌آموختگی‌ام کسی این سؤال را مطرح می‌کرد بدون تردید پاسخم دوست داشتم ریاضیات محض بخوانم» بود. شاید یکی از دلایل این شیفتگی تأثیر کلاس‌های اثرگذار دکتر هشترودی در زمان تحصیلم بود. اما چون شما امروز این سؤال را به فاصله این‌همه سال مطرح می‌کنید پاسخم بی‌تردید هواشناسی با دید اقلیم‌شناسی و تغییر اقلیم است. از اتفاق‌هایی که نهایتاً این مسیر شغلی را برایم ترسیم کرد، شاکر و راضی هستم.

آیا از دیگر دانشگاه‌های داخلی و یا خارجی و یا هرجایی پیشنهاد همکاری داشتید؟

چند سال پس از مراجعتم به ایران پروفسور کنی (Queney) استادم در فرانسه به من اطلاع داد که یک پست آموزشی در بخش وی وجود دارد و پیشنهاد کرد که مرا معرفی کند. البته دو سال اول پیمانی میبود. دکتری من دولتی بود و من شرایط احراز را داشتم. ایشان هم از کار من در زمان دانشجویی خیلی راضی بودند ولی انگیزه قوی‌ای برای رفتن نبود. هرچند تعهدهای بورسی‌ام را انجام داده بودم. من تازه ازدواج کرده بودم همسرم هم عضو هیئت علمی بودند. یکی دو سال بعد به مرتبه استادی ارتقا می‌یافتم. دولت یک خانه سازمانی مناسب عملاً مجانی در اختیارم گذاشته بود، از شرایط شغلی و ارتباطم با همکاران و دانشجویانم بسیار راضی بودم. گمشده‌ای نداشتم که در دیار دیگر آن را بجویم. آن موقع این شرایط من بود و چنین تصمیم گرفتم. چندین سال بعد هم فرصت چندماهه‌ای برای همکاری با دانشگاه ایست لنسینگ در میشیگان پیش آمد. خیلی شرایط

آنجا هم برایم نسبت به ایران جذاب نبود. من چون درخت به آفتاب و باد و باران این سرزمین خو گرفته و ریشه در خاک آن دارم. از بهارش لذت برده‌ام و حالا با زمستانش هم می‌سازم. در مورد دانشگاه‌های داخلی هم از یکی دو دانشگاه غیردولتی و یا تازه تأسیس از من دعوت به همکاری شد ولی به رعایت برخی ملاحظات و همچنین به علت کافی بودن حجم کارم در دانشگاه تهران از این دعوت معذرت خواستم.

حدوداً چند دانشجوی ارشد و دکتری را راهنمایی و یا مشاوره کردید؟

حدوداً ۶۵ رساله ارشد، ۶ رساله دکتری و یک پروژه پسادکتری. خوشحالم که این دانش‌آموختگان خود در حال حاضر تقریباً همگی در کسوت هیئت‌علمی دانشگاه‌های کشور و یا یکی دو موسسه پژوهشی خارج از کشور اشتغال دارند. ضریب اشتغال و جذب دانش‌آموختگان رشته هواشناسی در آغاز ۱۰۰ ٪ و در سال‌های بعد تا حدود ۹۰ ٪ در مشاغل مرتبط بوده است. مشاغل غیر مرتبط را آمار ندارم. البته اکنون برخی دانشگاه‌های غیردولتی تعداد پذیرششان را افزایش داده‌اند که از نظر توسعه کمی دانش ممکن است توجیه داشته باشد ولی به عقیده من از نظر تعادل عرضه و تقاضا زیاده‌روی است.

آیا سطح علمی گروه ما و دیگر گروه‌های آبیاری و هواشناسی کشور تفاوتی دارد؟

اگر مقصودتان دانشگاه‌های داخل کشور است؛ کم‌وبیش قابل تصور است که تفاوت‌هایی وجود دارد. حداقل تفاوت این است که گروه آبیاری پیشکسوت و آغازگر آموزش دانشگاهی رشته‌های مختلف مهندسی آب و آبیاری در ایران است و سوربن یا آکسفورد تحصیلات کشاورزی ایران محسوب می‌شود و تجربه سالها آموزش و پژوهش را اندوخته دارد. بنیان‌گذاران این رشته در سایر دانشگاه‌ها خود از دانش‌آموختگان این گروه بوده‌اند و من معتقدم یک تأثیر معنوی در اینجا دیده می‌شود. خوشبختانه در حال حاضر به سمتی پیش می‌رویم که مجموعه مهندسی آب در دانشگاه‌های کشور از نظر علمی به هم‌پیوستگی زیادی پیدا کرده‌اند و یکدیگر را در زمینه‌ها مختلف علمی به‌ویژه هدایت رساله‌های دکتری تقویت می‌کنند. تشکیل شورای مدیران گروه‌های آبیاری دانشگاه‌های کشور که پیشنهاد آن از طرف این گروه داده شد، نوید انسجام بیشتری را می‌دهد. همین ویژگی‌ها در بخش هواشناسی هم دیده می‌رود. آموزش هواشناسی حتی قبل از اینکه مدرسه عالی فلاحت تبدیل به دانشکده کشاورزی شود، در اینجا وجود داشت. متفقین پس از ترک ایران تمامی وسایل ایستگاه هواشناسی خود را به دانشکده اهدا کردند و هنوز برخی از ابزار موزه‌ای آن زمان در آزمایشگاه وجود دارد. اولین دوره‌های رسمی تحصیلات تکمیلی هواشناسی و برنامه‌ریزی‌های مربوط در این گروه ایجاد شد و به انجام رسید. اولین ایستگاه هواشناسی کشاورزی ایران طی قراردادی با سازمان هواشناسی در مزرعه دانشکده کشاورزی ایجاد شده و کماکان فعال است و شما اطلاعات هواشناسی روز مزرعه را در تابلو الکترونیکی ورودی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی می‌توانید مشاهده کنید. در این مورد هم روند ارتباط رشته هواشناسی کشاورزی دانشگاه‌های کشور در قالب برنامه‌های شورای مدیران رفته‌رفته شکل می‌گیرد ولی در هر حال دانشگاه تهران پیشکسوت دانشگاه‌هاست.

ضمن سپاس فراوان به جهت حضور جنابعالی در این مصاحبه، منتظر شنیدن صحبت پایانی شما هستیم

آرزوی سلامتی و موفقیت برای شما و همه دانشجویان در درس و زندگی.
شاد باشید و بدانید که مشکلی نیست که آسان نشود.

ارادتمند، علی خلیلی، به وقت آذر ۱۳۹۹

بخش ششم: معرفی نرم‌افزار و مدل‌های به‌روز در رشته علوم و مهندسی آب

هدی ظاهری

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی آب
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

QGIS

نرم‌افزار QGIS که از سال ۲۰۱۳ به این نام شناخته میشود، مخفف دو کلمه Quantum GIS می‌باشد و در سنجش از راه دور و اطلاعات و داده‌های جغرافیایی کاربرد دارد. این نرم‌افزار ابزارهای بسیار کاربردی برای ایجاد، ویرایش، تجسم و تحلیل و انتشار فضایی اطلاعات را فراهم کرده است. QGIS مانند دیگر نرم‌افزارهای جی‌آی‌اس به کاربران اجازه می‌دهد تا با استفاده از تکنیک‌های گوناگون ترسیم نقشه، لایه‌های مختلف نقشه را تولید و ترسیم کنند. در این نرم‌افزار نقشه‌ها در قالب‌های مختلف از جمله گرافیک برداری و گرافیک شطرنجی و برای کاربردهای گوناگون به کار گرفته می‌شوند.

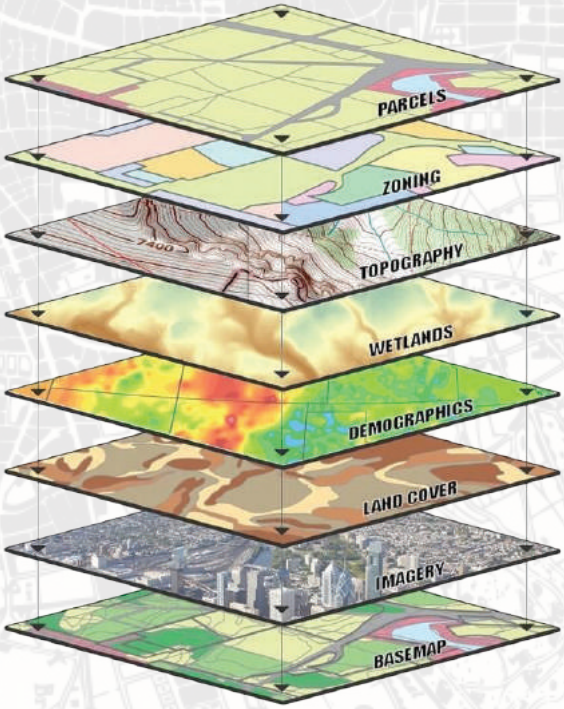
QGIS به‌عنوان نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) عمل می‌کند و به کاربران امکان می‌دهد علاوه بر تهیه و تولید نقشه ، اطلاعات مکانی را تجزیه‌وتحلیل و ویرایش کنند. QGIS با سایر بسته‌های GIS منبع باز، از جمله GRASS GIS، PostGIS وMapServer قابلیت ادغام دارد و می‌توان با استفاده از زبان‌های پایتون و C++ قابلیت‌های آن را افزایش داد.

حال به بیان قابلیت‌های این نرم‌افزار می‌پردازیم:

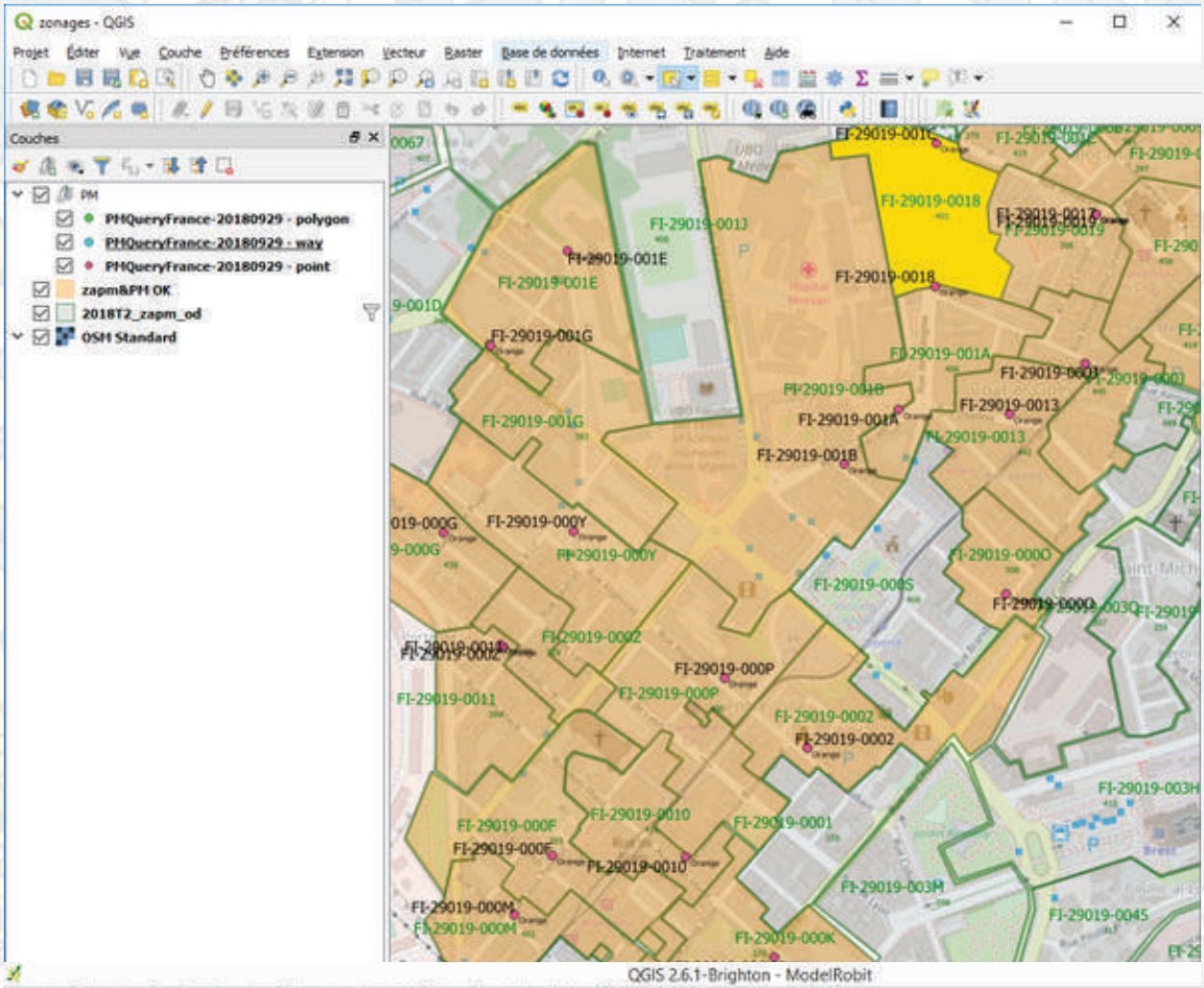
۱. نرم‌افزار QGIS قابلیت نمایش داده‌ها را برای ما فراهم می‌کند. شما می‌توانید داده‌های خود را به‌صورت raster و vector با فرمت‌های مختلف به نمایش بگذارید. از این نرم‌افزار می‌توانید به‌عنوان یک نرم‌افزار تبدیل فرمت نیز استفاده کنید.

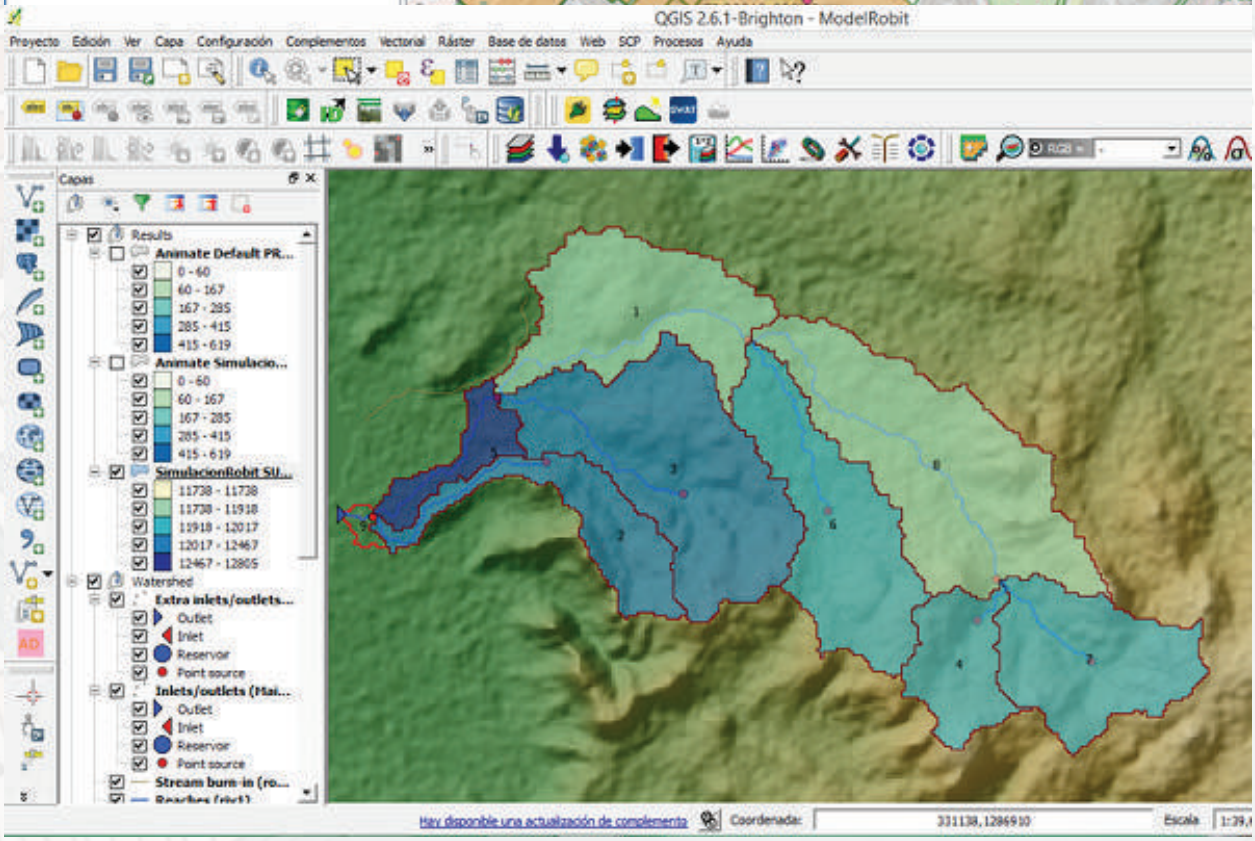
۲. ابزارهای پردازشی زیادی در نرم‌افزار QGIS نظیر (Georefrecing، GDAL) وجود دارد که شما می‌توانید با استفاده از توابعی که این ابزارها در اختیار شما قرار می‌دهند بر روی داده‌ها پردازش‌هایی به‌صورت گرافیکی انجام دهید.

۳. با استفاده از ماژول arcpy می‌توانید اقدام به نوشتن کدهای پایتون در نرم‌افزار QGIS کنید و از توابعی که این نرم‌افزار در اختیار شما قرار داده است برای نوشتن دستورات پایتون و آنالیز داده‌ها استفاده کنید .



تولید لایه‌های مختلف نقشه

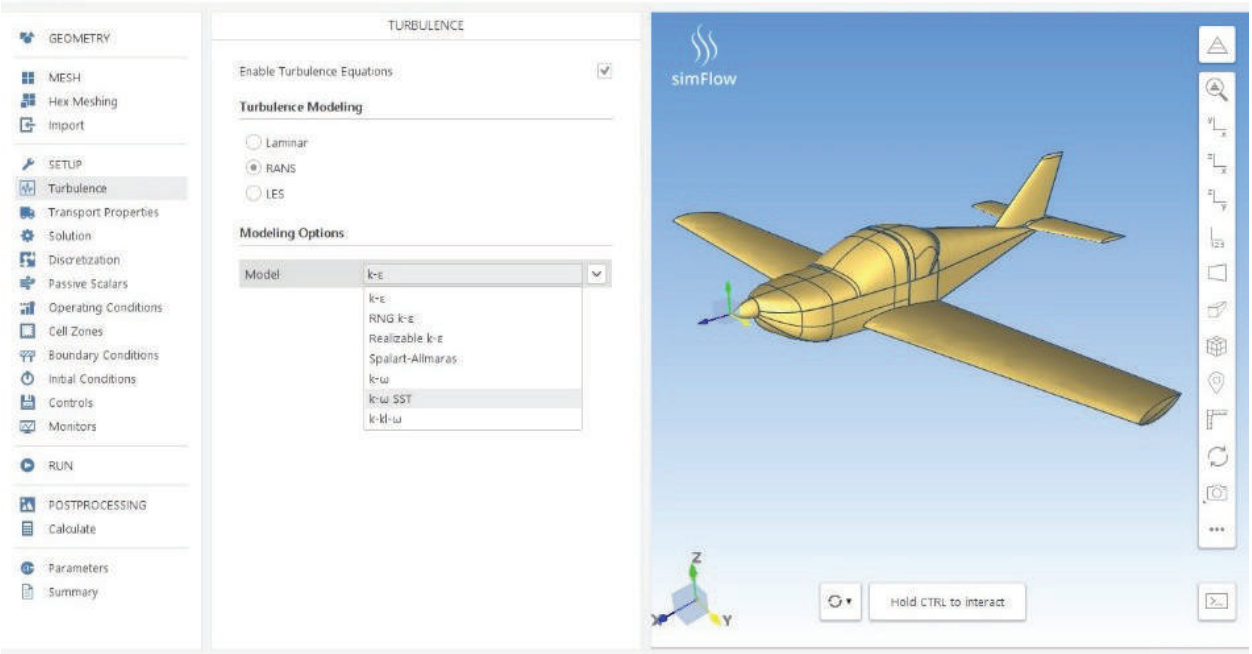

zonages - QGIS
Projet Éditer Vue Couche Préférences Extension Vecteur Raster Base de données Internet Traitement Aide
Couches
PM
PMQueryFrance-20180929 - polygon
PMQueryFrance-20180929 - way
PMQueryFrance-20180929 - point
zapm&PM OK
2018T2_zapm_od
OSM Standard


QGIS 2.6.1-Brighton - ModelRobit
Proyecto Edición Ver Capa Configuración Complementos Vectorial Ráster Base de datos Web SCP Procesos Ayuda
Capas
Results
Animate Default PR...
Animate Simulacio...
SimulacionRobit SU...
Watershed
Extra inlets/outlets...
Outlet
Inlet
Reservoir
Point source
Inlets/outlets (Mai...
Stream burn-in (ro...
Hay disponible una actualización de complementos
Coordenadas
Escala

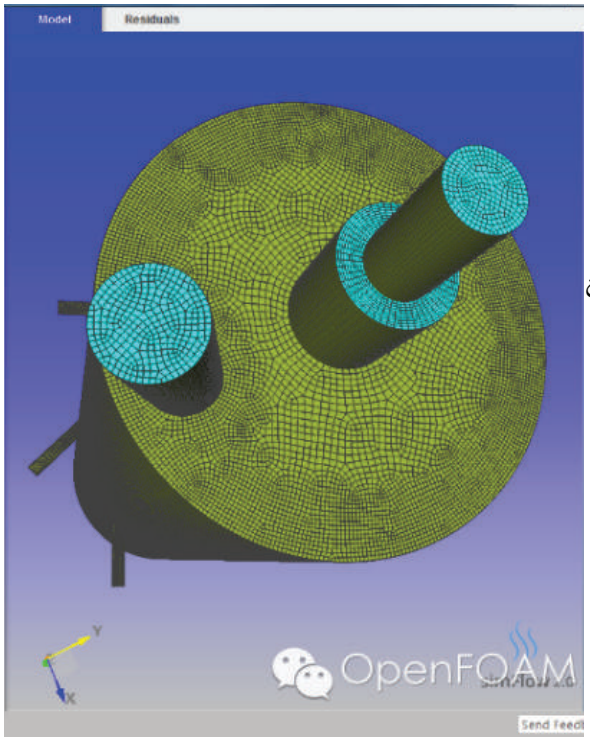
Simflow

SimFlow نرم‌افزاری است که برای اولین بار در سال ۲۰۱۲ توسط مهندسین جوانی طرح‌ریزی و تولید شد که مجذوب توانایی‌ها و قابلیت‌های OpenFoam شده و به دنبال استفاده حداکثری و با هزینه‌های کمتر از این فناوری بودند. یکی از نکاتی که در ساخت این برنامه به چشم می‌خورد، سهولت در به‌کارگیری آن نسبت به سایر مدل‌های مشابه است.

از این مدل در موارد زیر می‌توان استفاده کرد:



۱. طراحی و خلق شبکه
۲. تعیین شرایط مرزی
۳. پارامتری کردن موارد
۴. شبیه‌سازی
۵. محاسبه موازی تنها با یک کلیک
۶. ارسال نتایج فرآیند همراه با پیش‌نمایش

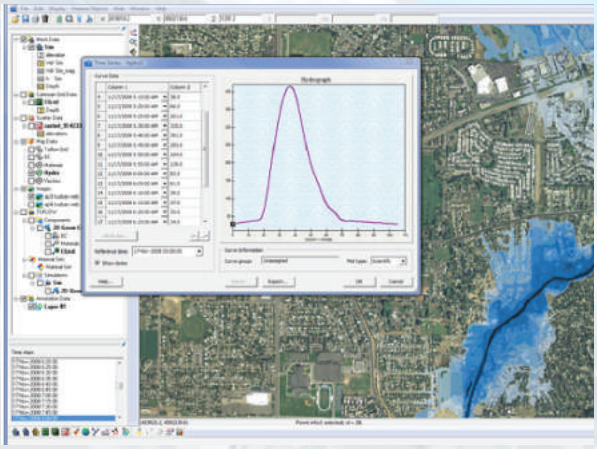


هم‌چنین SimFlow به‌عنوان یک ابزار عددی جامع توانایی ارائه خدمات زیر را نیز دارد:

۷. تبدیل سال جاری فشرده به غیر فشرده و بالعکس
۸. جریان‌های آشفته
۹. انتقال حرارت، از جمله انتقال حرارت مزدوج
۱۰. جریان چند فازی
۱۱. حفره
۱۲. واکنش‌های شیمیایی

نرم‌افزارهایی که کمتر نامشان را شنیده‌ایم

هادی محرمی
دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی



TUFLOW

TUFLOW یک موتور محاسباتی قدرتمند است که به‌صورت یک‌بعدی و دوبعدی معادلات جریان سطح آزاد را برای انتشار سیل و انتشار موج جزر و مد شبیه‌سازی می‌کند.

TUFLOW برای این کاربردها مناسب است:

- طغیان رودخانه‌ها و نهرها با الگوهای پیچیده‌ی جریان
- مناطق لوله‌کشی‌شده در نواحی شهری
- هیدرولیک رودخانه و جزر و مد ساحلی
- تحلیل جزر و مد، طوفان و سونامی

نحوه‌ی عملکرد TUFLOW

TUFLOW دوبعدی، بر اساس شبکه تفاضل محدود Stelling، طرح متناوب جهت ضمنی (ADI) است که معادلات جریان آب کم‌عمق سطح دوبعدی آزاد را حل می‌کند. این طرح برای اداره‌ی رژیم‌های کنترل جریان بالادستی (به‌عنوان مثال جریان فوق بحرانی)، عرشه‌های پل و غیره. در حالت یک‌بعدی نیز TUFLOW مبتنی بر نرم‌افزار WBM معادلات سنت ونانت را با استفاده از یک راه حل صریح دومرحله‌ای حل می‌کند.

منبع: basin.ir

CIVIL 3D Storm and Sanitary Sewer Analysis

یک راه حل قدرتمند BIM (خود BIM ماجرای دیگری دارد) برای رواناب شهری و فاضلاب برای مهندسین عمران، طراحان و مشاوران؛ Storm and Sanitary Analysis AUTODESK یک برنامه‌ی جامع هیدرولوژی و تحلیل هیدرولیکی است.

Storm and Sanitary Analysis AUTODESK تحلیل رواناب‌های سطحی و فاضلاب‌ها را در طول برنامه‌ریزی و طراحی ادغام می‌کند که به شما کمک می‌کند بهره‌وری کلی پروژه را بهبود بخشیده و قابلیت‌های مهندسی خود را افزایش دهید .

این نرم‌افزار همراه با AutoCAD Civil 3D و AutoCD Map 3D، به شما کمک می‌کند تا به داده‌های دقیق‌تری دسترسی پیدا کنید تا رشد و شهرنشینی را با کارایی و پایداری بیشتری مدیریت کنید.

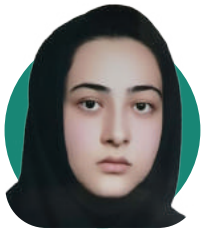
SSA خارج از Civil 3D اجرا می‌شود، اما برای شروع برنامه، باید Civil 3D را اجرا کنید.

منبع

- https://knowledge.autodesk.com/

بخش هفتم: اطلاعات عمومی، تحلیل مستندهای علمی و اخبار جالب

مستند Brave Blue World (۲۰۱۹)



بهاره رحمانی
دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی آب
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

مستند جهان آبی در مورد فعالان و نوآورانی است که با توجه به مشکلات بی‌آبی منطقه جغرافیایی که در آن ساکن هستند دست به ابتکار و راه‌حل‌های خلاقانه زده‌اند. برای مثال خواننده، بازیگر و کارآفرین آمریکایی، «جیدن اسمیت" هنگام بروز بحران آلودگی آب آشامیدنی به سرب با استفاده از سیستم فیلتر و تصفیه آب برای مردمی که در دسترسی به آب پاک مشکل داشتند با ساخت جعبه آب در سنگ چخماق آب را فیلتر می‌کند و در هر ۶۰ ثانیه ۳۷ لیتر آب تمیز تولید می‌کند که به‌طور خاص برای فیلتر کردن سرب ساخته شده است اما با توجه به آلودگی آب هر منطقه می‌توان پیکربندی را تغییر داد.

«بث کرجی» یکی دیگر از نوآوران حاشیه‌ساز که ساکن کنیا است، کشوری که امروزه با بحران خشک‌سالی مواجه شده است. او با الهام گرفتن از سوسک نامبینایی که با استفاده از رطوبت هوا، آب مورد نیازش را تأمین می‌کند؛ با ساخت دستگاهی به نام Majik که عملکردش مانند یخچال و فریزر است توانست آب تمیز را تولید کند. در واقع هوا توسط یک فن کشیده می‌شود و سپس از طریق سیم‌پیچی‌های کندانسور، آنجا تراکم اتفاق می‌افتد و آب تمیز به مخزن جمع‌کننده منتقل می‌شود. شش برابر آب روی کره زمین در جو وجود دارد این یعنی منابع عظیم آبی. ساخت این دستگاه در کنیا باعث شده که دیگر

مستند جهان شجاع آبی ۲۰۱۹

کودکان مجبور به پیاده‌روی طولانی برای پیدا کردن آب نباشند و وقت را صرف تحصیل کنند.

روزانه بیش از ۱۲۰۰ کودک زیر پنج سال، به دلیل عدم دسترسی به سرویس‌های بهداشتی مناسب، جان خود را از دست می‌دهند. شرکت دیکسون برای حل این مشکل جهانی راهکاری ارائه داده است به این ترتیب که به هر خانه یک توالت اختصاص داده و به‌طور هفتگی و منظم فضولات جمعشده را به مرکز منتقل می‌کنند تا توسط کارگران مربوطه به کود کشاورزی و زغال‌سنگ تبدیل شوند. در این فرآیند علاوه بر کاهش کربن دود حاصله، به انرژی‌ای معادل سه برابر انرژی سوخت زغال‌سنگ معمولی دست خواهیم یافت. زغال‌سنگی که برای تشکیل هر تن آن ۸۸ اصله درخت قطع شده، این راهکار کمک به حفظ این منابع ارزشمند می‌کند.

در شهر شیکاگو که بزرگ‌ترین تصفیه‌خانه آب را در جهان دارد آن‌ها آب را تصفیه می‌کنند و یکی از آلاینده‌های موجود در آب که فسفر است را با اضافه کردن کمی کلرید منیزیم در آب جدا می‌کنند و به‌عنوان کود آلی کشاورزی می‌فروشند. جمله معروف» زباله تو گنج دیگری « در اسپانیا توسط یک مبتکر مورد استفاده قرار گرفته است. آن‌ها از جلبک موجود در آب فاضلاب بیوگاز یا متان تولید می‌کنند و با استفاده اکسیژن حاصل از جلبک‌ها فاضلاب را تمیز و آب تصفیه‌شده تولید می‌کنند. جلبک‌های باقی‌مانده، جمع شده و به‌عنوان سوخت زیستی استفاده می‌شود و سوخت پساب به‌عنوان سوخت ماشین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

عده‌ای از دانشمندان دانمارکی، با مطالعه بر روی آناتومی بدن انسان دریافتند که در بدن هریک از ما پروتئینی به نام «آیوریون» به‌صورت طبیعی وجود دارد که می‌تواند مانند یک فیلتر عمل کرده و هر آنچه که توسط بلعیدن وارد سیستم گوارش می‌شود را پاک‌سازی کند، سپس آماده ورود به اندام‌های داخلی سازد. آن‌ها از این روند الگو گرفته و پروتئین غشایی‌ای را تولید کردند که توانایی تصفیه آب اقیانوس‌ها را دارد.

امروزه صنعت یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان آب می‌باشد، به همین دلیل حجم فاضلاب خروجی آن‌ها نیز به مراتب زیاد و قابل‌ملاحظه است. شرکت لورال، یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های تولید لوازم آرایش، با

استفاده از فناوری تصفیه نوین فاضلاب خود، دست به اقدام خلاقانه‌ای زده است، به این ترتیب که با تعبیه سیستم‌های تصفیه‌کننده، فاضلاب جمع‌آوری‌شده خود را پاک‌سازی، سپس آماده استفاده مجدد برای تأمین نیازهای کمپانی می‌کند. اگر صنعت از این فناوری رهبری کند، تا ۹۰ درصد مصرف آب جهانی برای تولید کاهش پیدا می‌کند.

امروزه منطقه چنای هند با مشکل بی‌آبی روبروست. مردمان آن مجبور به خرید آب از تانکرهای سیار می‌باشند. در این شرایط ساکنان یک آپارتمان ۲۰۹ واحدی با خرید دستگاه تصفیه آب، فاضلاب خانگی خود را تصفیه کرده، علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه، آب مورد نیاز خود را تأمین می‌کنند.

در سفینه‌های فضایی تنها منابع آب ، ادرار بازیافتی و مایعاتی است که از رطوبت بازیافت شده‌ای که نفس کشیدن شما هنگام غذا خوردن به وجود می‌آورد. فناوری با تقلید از عملکرد روده کوچک توانایی تولید مجدد دارد و سپس در آزمایشگاه با استفاده از مهندسی ژنتیک و تکنیک‌های مختلف برای ساخت غشاهای دیگر برای بازیافت آب را می‌توان بارها استفاده کرد.

مدیریت بحران آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی می‌باشد. ما می‌توانیم به جای صرف انرژی و هزینه اضافی برای جمع‌آوری و رهاسازی فاضلاب در محیط‌زیست با استفاده از فناوری و روش‌های خلاقانه دسترسی بشر به آب پاک را آسان‌تر کنیم. و این هدف تنها با تعبیه سامانه‌های تصفیه فاضلاب در واحدهای مختلف صنعتی، کشاورزی و حتی خانگی میسر می‌گردد.

اثرات زیست‌محیطی تغییر اقلیم؛

اگر یخ‌های قطبی یک شبه آب شوند، چه اتفاقی خواهد افتاد؟

پویا شهریور

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی آب
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

تقریباً ۹۹ درصد از یخ‌های قطبی در گریلند و قطب جنوب قرار دارند و هرسال مقداری از آن‌ها در اقیانوس ذوب می‌روند، به‌طور طبیعی صدها هزار سال طول می‌کشد تا این یخ‌ها ذوب شوند اما اگر یخ‌های قطبی یک شبه ذوب شوند چه خواهد شد؟

طی یک شب سطح آب دریاها ۶۶ متر بالا می‌آید و شهرهای ساحلی مثل نیویورک، شانگهای و لندن به زیر آب خواهند رفت و بیش از ۴۰ درصد از جمعیت کره زمین را مجبور به ترک خانه‌هایشان می‌کند همزمان با وقوع این مشکلات در روی زمین، در زیر زمین نیز مسائل خطرناکی اتفاق می‌افتد آب شور دریاها به سفره‌های زیرزمینی آب شیرین نفوذ خواهند کرد و وارد سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود این سفره‌ها تأمین‌کننده آب شرب، کشاورزی و نیروگاه‌های ما می‌باشند که همه منابع از بین خواهند رفت.

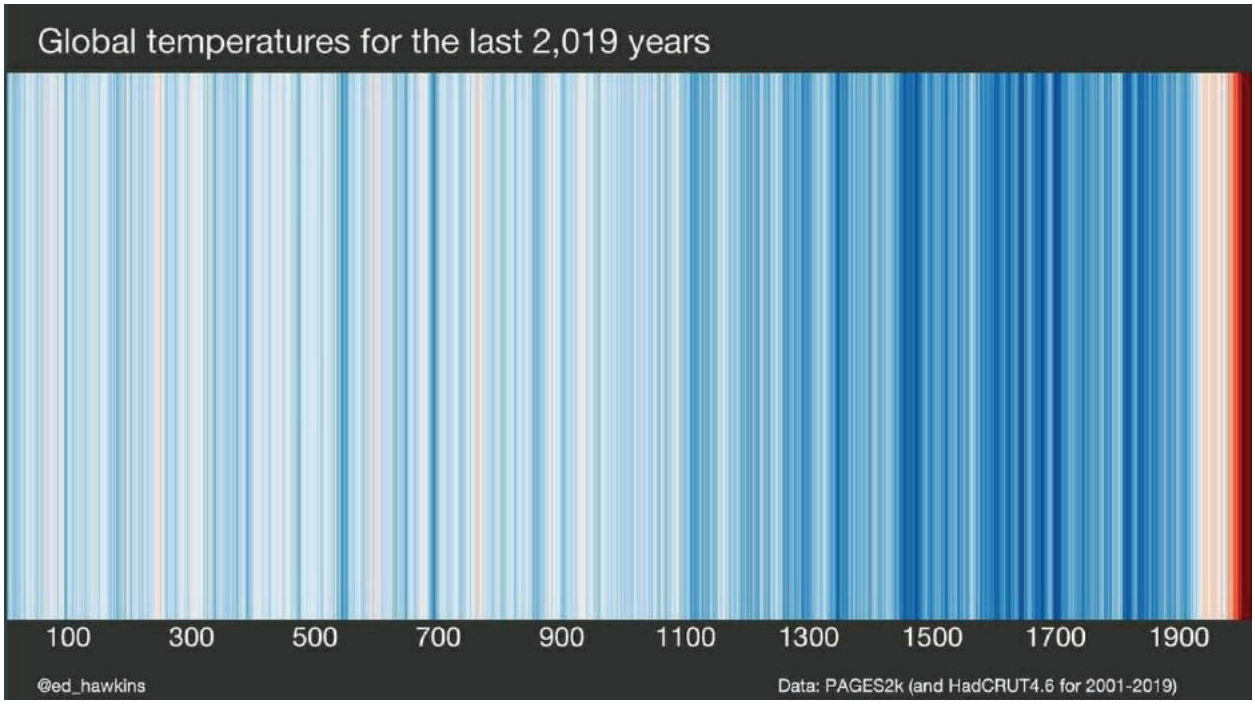
بهعلاوه یخ‌های قطبی از آب شیرین تشکیل شده‌اند که با ذوب شدنش، ۶۹ درصد از آب شیرین جهان را وارد اقیانوس‌ها می‌کند. این مسئله جریان‌های اقیانوسی و الگوهای آب‌وهوایی را مختل می‌کند مثلاً گلف استریم جریان اقیانوسی قوی است که هوای گرم را به اروپا منتقل می‌کند و به جریان آب شور غلیظ قطبی برای درست کار کردن نیاز دارد اما آب شیرین می‌تواند شوری آب را کاهش داده و آن را از کار بیندازد بدون این جریان هوای گرم، دما در اروپا به شدت پایین خواهد آمد و شاهد یک عصر یخبندان در اروپا خواهیم بود تازه این اول مشکلات است.

حالا ببینید اگر یک درصد یخ باقی‌مانده آب

شود چه پیش می‌آید. بخشی از آن یک درصد یخ باقی‌مانده در یخچال‌های جهان قرار دارد. رشته‌کوه‌های هیمالیا به‌خصوص بزرگ‌ترین تهدید به شمار می‌رود زیرا درون آن مواد سمی وجود دارد مواد سمی مثل DDT دانشمندان دریافته‌اند که این یخچال‌ها مواد سمی را برای دهه‌ها در خود نگه می‌دارند و آب شدن یخ‌ها این مواد وارد منابع آبی می‌شود و همه این منابع را آلوده می‌کند .

بقیه حجم یک درصد آب زیرزمین قرار دارند که بیشتر آن در زیست‌بوم تاندرا قطبی قرار دارد که به آن خاک منجمد می‌گویند. خاک منجمد مواد زیستی هستند که بیش از دو سال به‌صورت منجمد در خاک باقی می‌مانند. با آب شدن خاک منجمد، آلودگی جیوه ای اولین مشکل خواهد بود و برآورد می‌رود بیش از ۵۶ میلیون لیتر جیوه در خاک منجمد ذخیره‌شده باشد که تقریباً با کل جیوه در جهان برابری می‌کند.

به علاوه میکروارگانیسم‌ها مواد آلی موجود در خاک را تجزیه کرده و دو گاز گلخانه قوی متان و دی‌اکسید کربن را وارد اتمسفر می‌کنند. برآورد می‌شود که میزان گازهای گلخانه‌ای با این شکل دو برابر افزایش خواهد داشت و دمای کره زمین را سه و نیم درجه سانتیگراد بالا خواهد برد. این دما ممکن است کم به نظر بیاید اما رودها و دریاچه‌های جهان را خشک خواهد کرد. منابع آبی به واسطه گرما بخار خواهند شد و موجب بروز خشکسالی و ایجاد آب‌وهوای



گراف تغییرات دما در دو هزار سال گذشته

تغییر وضعیت خرس قطبی در اثر گرمایش زمین، ذوب شدن یخ‌های قطبی و کاهش محدوده قلمرو زندگی

بیابانی می شود. همچنین بخار اضافه موجود در جو زمین موجب بروز طوفان‌های سهمگین سیل و گردباد های بیشتری می‌شود. احتمال به وقوع پیوستن این بلاها نزدیک به صفر است چون با این حجم یخ می‌توان کل آمریکای شمالی را تا ارتفاع یک و نیم کیلومتر با یخ پوشاند، اما انسان امروز با انجام فعالیت‌های بدون محدودیت خودش در حال سرعت بخشیدن به این روند می‌باشد.

دو هزار سال تغییرات دمایی در سطح جهان که بیانگر سرعت گرفتن افزایش دما در دوره‌های اخیر می‌باشد. دیرک نوتز (مدیر گروه تحقیقاتی مرکز مکس پلانک در آلمان) و جولین استروو (از مرکز داده‌های یخ و برف ملی آمریکا) بیان می‌کنند:» آب‌رفتن سریع یخ‌های قطبی یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های تغییر اقلیم در سیارمان است. در طول ۴۰ سال گذشته، پوشش یخ‌های قطبی در تابستان‌ها تقریباً نصف شده است، تحقیقات نشان می‌دهد درصورتی‌که برنامه‌ای برای کاهش سریع انتشار گازهای گلخانه‌ای اجرا نشود، این مقدار باقی‌مانده هم تا میانه‌های قرن حاضر در تابستان آب خواهد شد و احتمالاً تا ۶۰ یا ۷۰ سال آینده خبری از یخ‌های قطبی نخواهد بود». با ادامه این روند اکوسیستم موجودات قطبی نیز به نابودی کشانده می‌شود.

طبق بررسی دیرک نوتز و جولین استروو، به ازای هر تن دی‌اکسیدکربنی که هر فرد روی این کره خاکی تولید می‌کند، ۳ مترمربع از یخ‌های قطبی ذوب می‌شود. این یافته‌ها به ما کمک می‌کنند تا خسارتی را که به یخ‌های قطبی و اقلیم زمین وارد می‌کنیم بهتر بشناسیم.

جولین استروو می‌گوید: «تا اینجا، بحث تغییر اقلیم موضوعی تقریباً انتزاعی بود و دریافتی عینی از این قضیه نداشتیم، ولی یافته‌های جدید این تحقیقات درک بهتری از این وضعیت به ما می‌دهند. برای مثال، الان می‌توان گفت که دی‌اکسیدکربن تولیدی به ازای هر صندلی در پروازی از مثلاً لندن به سان‌فرانسیسکو می‌تواند ۵ متر مربع از یخ‌های قطب شمال را آب کند».

اگر برای بهتر شدن اوضاع کاری انجام نشود و دمای زمین فقط یک درجه بالا برود اثرات مخرب آب‌وهوایی که هم اکنون شاهد آن هستیم، غیرقابل بازگشت خواهد بود. بنابراین اگر مراقب محیط‌زیست نباشیم شرایط ممکن است بسیار بدتر شود.

شهرهایی که تا سال ۲۰۵۰ زیر آب میروند!

سپینود محمدی لیری

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی آب
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

با افزایش آب‌های اقیانوس طی سه دهه آینده، بسیاری از مناطق ساحلی با طغیان دریاها و اقیانوس‌ها روبه‌رو خواهند شد. در اینجا تنها به برخی از مکان‌های باورنکردنی در سراسر جهان که اگر اقدامات آماده‌سازی اساسی برای طغیان آب در آنجا انجام نشود، تا سال ۲۰۵۰ می‌تواند زیر آب باشد، اشاره شده است.

لندن - انگلستان

از مناطق آسیب‌پذیر، امتداد رودخانه تایمز است. مهم‌ترین ساختمان‌های شهر مانند برج لندن، خانه‌های پارلمان و فضاهای فرهنگی شهر همه در وضعیت بحرانی هستند.

شهر بروژ - بلژیک

خط ساحلی بلژیک و شهرهای ساحلی بسیار زیبا در کنار بسیاری از ساحل‌های کم ارتفاع دریای شمال در برابر افزایش سطح دریا بسیار آسیب‌پذیر هستند. شهر زیبای بروژ در شمال غربی این کشور نیز شامل آن می‌شود.

دلفت - هلند

در اثر بالا آمدن سطح دریا تا سال ۲۰۵۰ دلفت در معرض خطر طغیان قرار گرفته است. همراه با آن روتردام و بخش‌هایی از آمستردام نیز در معرض خطر است.

ریب - دانمارک

قدیمی‌ترین شهر دانمارک، ریب، نیز به دلیل سطح آب در دریای شمال با آینده نامشخصی روبرو است. این شهر به قرن ۹ برمی‌گردد و بندر مهم دریای شمال است.

ویلاهرمسا - مکزیک

در خلیج مکزیک، ایالت کم ارتفاع تاباسکو نیز با افزایش سطح آب دریا ممکن است کاملاً غرق شود. در حال حاضر نیز در معرض سیلاب‌های فصلی است.

شهر پاناما – پاناما

شـهر پاناما احتمـالاً تـا سـال ۲۰۵۰ بـه زیـر آب مـی‌رود. ایـن شـهر در سـال ۱۵۱۹ توسـط اسـتعمارگران اسـپانیایی تأسـیس شـدند و عنـوان اولیـن شـهرک اروپایـی در سـواحل اقیانـوس آرام را بـه خـود گرفتنـد.

بانکوک – تایلند

ایـن شـهر بـزرگ در دلتـای رودخانـه چائـو فرایـا قـرار دارد. سـاختمان‌های شـهر در اثـر بـالا آمـدن آب‌هـا فرسـایش یافته‌انـد. امـا احتمـالاً بـه‌زودی به‌طـور کامـل در دریـا فـرو رود و معابـد باسـتانی و کاخ‌هـای مجلـل را بـا خـود بـه زیـر ببر ند.

ونیز-ایتالیا

یکی از مشهورترین شهرهای توریستی دنیا، ونیز می‌تواند در صورت افزایش یک متری سطح آب دریا به زیر آب رود. این شهر تاکنون چندین آب‌گرفتگی جدی داشته است که باعث میلیون‌ها دلار خسارت به ساختمان‌های تاریخی آن شده است.

کادیز-اسپانیا

قدیمی‌ترین شهر موجود در اروپای غربی نیز در معرض خطر است. کادیز، همراه با سایر مناطق آندلس، به شدت تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوایی قرار خواهد گرفت.

اسکندریه - مصر

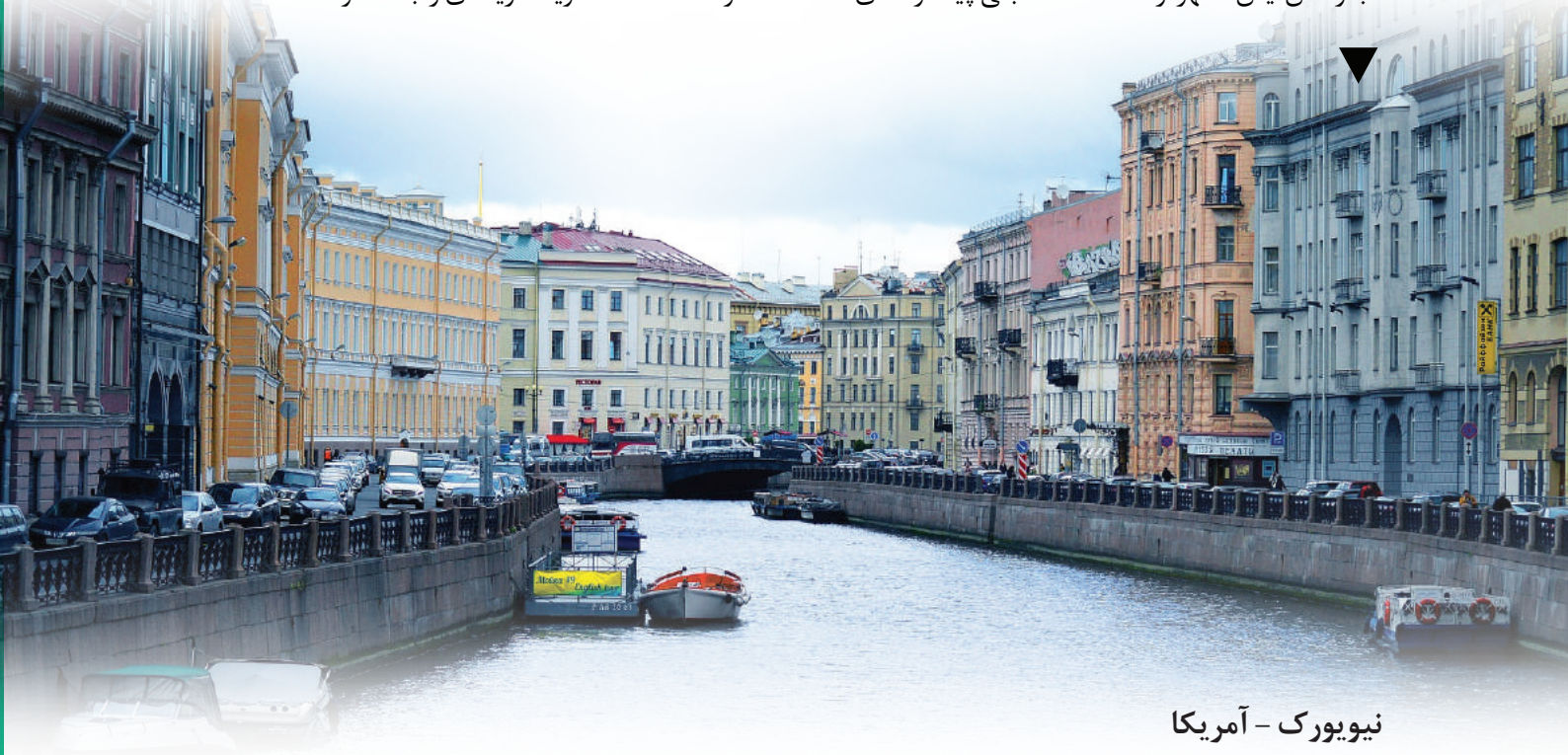
در بندر دریایی باستان اسکندریه مصر مکان‌های میراث فرهنگی زیادی در معرض خطر است. کلان‌شهر مدرن در حدود سال ۳۳۰ قبل از میلاد توسط الکساندر کبیر تأسیس شد و ممکن است تا سال ۲۰۵۰ در اثر افزایش آب از بین برود.

شانگهای - چین

شانگهای به معنی "شهر روی دریا" است، اما به‌زودی می‌تواند شهر بزرگ زیر دریا باشد، در واقع این یکی از خطرناک‌ترین شهرهای چین است که با جمعیت بسیار زیاد مردم در زمین‌های کم ارتفاع از آسیب‌پذیرترین مناطق است.

سن‌پترزبورگ - روسیه

سن‌پترزبورگ پایتخت سابق روسیه و یکی از بزرگ‌ترین شهرهای این کشوراست. روسیه برای جلوگیری از زیر آب رفتن این شهر از امکانات ضدآبی پیشرفته‌ای استفاده کرده است که هزینه زیادی را به همراه داشته است.



نیویورک - آمریکا

یکی دیگر از شهرهای بزرگ جهان که با آینده نامشخصی روبرو است شهر نیویورک است. در واقع کل ایالت نیویورک در معرض تهدید است. خطر وقوع سیل بیش از ۱٫۸ متر بین امروز تا ۲۰۵۰ در منطقه نیویورک ۶۸ درصد است.

منابع

- www.nytimes.com/interactive/2019/10/29/climate/coastal-cities-underwater.html
- www.loveexploring.com/gallerylist/91927/incredible-places-that-will-be-underwater-by-2050

بخش هشتم: دیگر فعالیتهای انجمن علمی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹

انجمن‌های علمی دانشجویی

گروه مهندسی آبیاری و آبادانی و گروه علوم دامی دانشگاه تهران برگزار می‌کنند

کارگاه آموزشی

نرم افزار فتوشاپ

به همراه اعطای گواهی معتبر شرکت در دوره

مدرس: رضا دلباز

دارای سابقه فعالیت در شهرداری مشهد،
دانشگاه تهران و دانشگاه فردوسی مشهد

Adobe Connect

این دوره به صورت مجازی برگزار خواهد شد.

فیلم آموزشی نحوه شرکت در کارگاه بر روی کانال ما قرار خواهد گرفت.

بیش از ۱۵ ساعت آموزش با رویکرد ورود به بازارکار

سرفصل های دوره:

- معرفی و آموزش مقدماتی نرم افزار به طور جامع
- آموزش طراحی پوستر
- آموزش طراحی کالیگرافی
- آموزش فتومونتاژ
- آموزش فتوشاپ در تولید محتوا

زمان برگزاری اولین جلسه:
پنج شنبه ۲۷ آذر

ساعت:
۱۷ الی ۲۰

شماره تماس جهت ثبت نام:
۰۹۳۸ ۴۵۷ ۸۷۱۱

هزینه برای عموم:
۸۰ هزار تومان

برای دانشجویان پردیس:
۵۰ هزارتومان

کانال انجمن‌های علمی دانشجویی در تلگرام: @AnimSSAUT | @UTIRE

انجمن علمی دانشجویی
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران برگزار می‌کند

کارگاه آموزش کاربردی

نرم افزار ArcGIS

به همراه اعطای گواهی معتبر شرکت در دوره

مدرس: مهندس امید رجا
دارای سابقه فعالیت در شرکت های مهندسین مشاور و ستاد احیای دریاچه ارومیه

Adobe Connect

این دوره به صورت مجازی برگزار خواهد شد.

بیش از ۱۴ ساعت آموزش با رویکرد کاربرد در بازار کار

سرفصل‌های دوره:

مقدمه ای بر GIS و ArcCatalog
معرفی کامل ArcMap
پردازش زمینی (Geoprocessing)
کار با ابزار Spatial Analyst tool
تهیه نقشه‌های مختلف

زمان برگزاری اولین جلسه:
پنج شنبه ۹ بهمن
ساعت:
۱۷ الی ۲۰

هزینه برای عموم:
۱۰۰ هزار تومان
برای دانشجویان پردیس:
۷۰ هزارتومان

کانال انجمن علمی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی در تلگرام: @UTIRE

نشریه دانشجویی آبخوان

نشریه علمی دانشجویی

آبخوان