

## بررسی اسنادی وضعیت منابع و مصرف‌های آب کشاورزی در ایران: واکاوی وضعیت موجود، آسیب‌شناسی و راه‌های برون‌رفت از چالش‌ها<sup>۱</sup>

جواد بذرافشان<sup>۲</sup>، علی خلیلی، شاهرخ زند پارسا، علیرضا سپاسخواه، امین علیزاده، جواد فرهودی<sup>۳</sup>

### چکیده

کشور ایران با میانگین بارش سالانه ۲۵۴ میلی‌متر (بلندمدت) و ۲۱۰ میلی‌متر (دوره خشکسالی)، میانگین سالانه تبخیر پتانسیل بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر و تسلط اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک بر ۸۵٪ مساحت آن، در یکی از کم‌آب‌ترین منطقه‌های دنیا قرار گرفته است. این عامل‌ها موجب شده است که تولید بخش بزرگی از فراورده‌های کشاورزی در ایران وابسته به آب‌های سطحی و زیرزمینی باشد. در این مقاله، بر مبنای آمار و مستندهای گردآوری شده از مراجع معتبر، وضعیت کنونی منابع و مصرف آب در کشور بررسی شده است. افزون بر این، واکاوی از کفایت منابع آب کشاورزی در شرایط فعلی و آینده، جایگاه کشور از نظر منابع و مصرف آب در دنیا، آسیب‌شناسی و راه‌های برون‌رفت از وضع موجود ارائه شده است. بررسی پژوهش‌ها در سطح ملی نشان می‌دهد که با وجود افزایش راندمان و بهره‌وری آب آبیاری در مزرعه در سال‌های اخیر، به دلیل‌های مانند بی‌توجه بودن به پتانسیل‌های اقلیمی و منابع آب و بی‌برنامه بودن توسعه زمین‌های کشاورزی برای تأمین نیاز غذایی جمعیت در حال رشد کشور، شاهد برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی و نابودی آبخوان‌ها هستیم. در این مقاله، کاهش آب مصرفی کشاورزی همراه با افزایش بهره‌وری آن، اجرای طرح‌های تعادل‌بخشی آب زیرزمینی و دیگر منابع برای فراورده‌های کشاورزی به عنوان راهکارهای پایه‌ای برون‌رفت از چالش‌های موجود پیشنهاد شده است.

**واژه‌های کلیدی:** اقلیم، امنیت آبی، ایران، بهره‌وری آب، تولیدهای کشاورزی، راندمان آبیاری، منابع آب.

### مقدمه

امنیت غذایی هر کشور به عواملی چند بستگی دارد مانند: آب و شیوه استحصال و نحوه مصرف آن، جمعیت و روند افزایش و کنترل آن، انتخاب الگوهای مناسب کشت در کشاورزی و الگوی مصرف و سرانجام عامل‌های طبیعی، فرهنگی و

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۱

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲۰

بخشی از طرح "بررسی وضع موجود تولیدهای زراعی، باغی و دامی و منابع طبیعی به روش مطالعات اسنادی" گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم.

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: jbazr@ut.ac.ir

۳- اعضای شاخه آبیاری فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران و به ترتیب، دانشیار دانشگاه تهران، استادان دانشگاه تهران، دانشگاه شیراز، دانشگاه شیراز، دانشگاه فردوسی مشهد و دانشگاه تهران.

اجتماعی و مدیریت مطلوب بهره‌گیری از منابع (۱۷). در شرایط کنونی، تأمین امنیت غذایی در کشور با توجه به دو عامل افزایش سرانه مصرف فراورده‌های کشاورزی و کاهش دسترسی به منابع آب (به دلیل‌های مختلف، مانند گرمایش جهانی و توسعه بی‌برنامه زمین‌های کشاورزی)، هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی (تأمین غذای سالم و عاری از آفت‌کش‌ها، هورمون‌ها و مانند این‌ها) (۶) با چالش‌های جدی روبه‌روست و یکی از راهکارهای مؤثر برای برون‌رفت از این مشکل، کاهش مصرف آب کشاورزی و استفاده بهینه از آب در تولید فراورده‌های کشاورزی است.

در علوم آب، معیارهای مختلفی برای سنجش میزان استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی و تولید محصول‌های وابسته به آن ارائه شده است. یکی از اولین و مهم‌ترین معیارها، راندمان آبیاری<sup>۱</sup> است. راندمان آبیاری، سوای انواع مختلف آن، در مفهوم کلی به صورت "نسبت آب مصرفی گیاه به کل جریان آب ورودی به سامانه تأمین آب" تعریف شده است (۲۰). شاخص دیگر، شاخص کارایی مصرف آب<sup>۲</sup> است که به صورت "مقدار تولید محصول به ازای واحد حجم آب تبخیر-تغرق شده در واحد هکتار" تعریف می‌شود. در دهه آخر قرن بیستم، واژه دیگری با عنوان بهره‌وری آب<sup>۳</sup> برای سنجش استفاده بهینه از آب مطرح شد. بهره‌وری آب عبارت است از "نسبت محصول و یا سود خالص حاصل از زراعت، جنگل‌داری، آبی‌پروری، دامپروری یا سامانه ترکیبی کشاورزی به میزان آب به‌کاررفته برای رسیدن به آن محصول یا سود خالص" (۲۳). از نظر کاربردی، میان بهره‌وری آب، راندمان آبیاری و کارایی مصرف آب تفاوت مشخصی وجود دارد. راندمان آبیاری با عملکرد سیستم آبیاری، کارایی مصرف آب با عملکرد گیاه در تولید محصول، و بهره‌وری با عملکرد کل سیستم تعریف می‌شود. تعیین میزان آب مصرفی در بخش کشاورزی (و سایر بخش‌های وابسته به آب) نیز از دیگر مسئله‌های مهم در علوم آب است. برای این منظور، از روش بیان آبی<sup>۴</sup> استفاده می‌شود. طبق تعریف ارائه شده در فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی (۱۳) بیان آبی عبارت است از "موازنه بین عنصرهای مختلف چرخه آب (بارش، تبخیر، آب‌های سطحی و زیرزمینی) در حوضه آبریز در مدت معین".

مقاله حاضر، بخشی از مطالعه اسنادی طرح "بررسی وضعیت موجود تولیدهای زراعی، باغبانی، دامی و منابع طبیعی به روش بررسی‌های اسنادی و تنظیم گزارش" از منظر آب و آبیاری است که شاخه "آبیاری" فرهنگستان علوم کشاورزی آن را آماده کرده است. در این مقاله، بر مبنای پژوهش‌های اجراشده در دوره زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ در مقیاس ملی، سعی گردیده است چشم‌اندازی از وضعیت کشور در زمینه منابع و مصرف آب، به‌ویژه شاخص‌های مصرف آب در کشاورزی و روند بهبود آن‌ها در زمان ارائه شود. افزون بر آن به کفایت منابع آب کشاورزی در حال حاضر و آینده کشور نیز نگاهی شده است. سرانجام وضعیت منابع آبی ایران با دیگر کشورها مقایسه و آسیب‌شناسی وضع موجود و راهکارهای برون‌رفت از چالش‌های موجود ارائه شده است.

## مواد و روش‌ها

### داده‌ها

داده‌ها مستخرج از مقاله‌های علمی-پژوهشی است که متخصصان آب و آبیاری در مراجع معتبر ملی و بین‌المللی به چاپ رسانده‌اند. افزون بر پژوهش‌های دانشگاهی، گزارش‌های آماری ارائه شده از مراجع ذی‌ربط (وزارت نیرو و مرکزها و

مؤسسه‌های تحقیقاتی وابسته، وزارت جهاد کشاورزی، بانک مرکزی) و بانک جهانی نیز بررسی شده‌اند. ازین پس، مجموعه داده‌ها "اسناد" نامیده می‌شوند. بیان این نکته لازم است که تنها پژوهش‌هایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که در مقیاس کل کشور اجرا شده‌اند.

## دوره زمانی

در این پژوهش، به طور عمده اسناد منتشرشده در بازه زمانی پنج‌ساله اخیر (۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷) گردآوری و واکاوی شده‌اند.

## روش اجرای طرح

در این مقاله، پنج معیار "پتانسیل اقلیمی تولید محصول‌های کشاورزی"، "راندمان آبیاری"، "کارایی مصرف آب"، "بهره‌وری آب" و "بیلان آبی" بررسی شده‌اند که رابطه مستقیمی با تولید فراورده‌های کشاورزی و منابع طبیعی در کشور دارند و برنامه‌ریزی در راستای سازگاری یا بهبود آن‌ها، پایداری تولیدهای کشاورزی و منابع طبیعی را تضمین می‌کند. افزون بر آن، موردی‌هایی مانند کفایت منابع آبی، جایگاه ایران از نظر منابع و مصرف آبی در بین کشورهای منطقه و آسیب‌شناسی و راهکارهای برون‌رفت از چالش‌های موجود نیز واکاوی شده‌اند. از این‌رو، اسناد گردآوری شده از نظر موضوعی دسته‌بندی و نتیجه‌ها با یکدیگر مقایسه شدند. اسناد موردنیاز طرح از پایگاه‌های اطلاعاتی ملی و بین‌المللی قابل‌دسترس استخراج گردید. هیچ‌گونه تجزیه و واکاوی آماری ویژه‌ای برای مقایسه داده‌ها نیاز نبود.

## **نتایج و بحث**

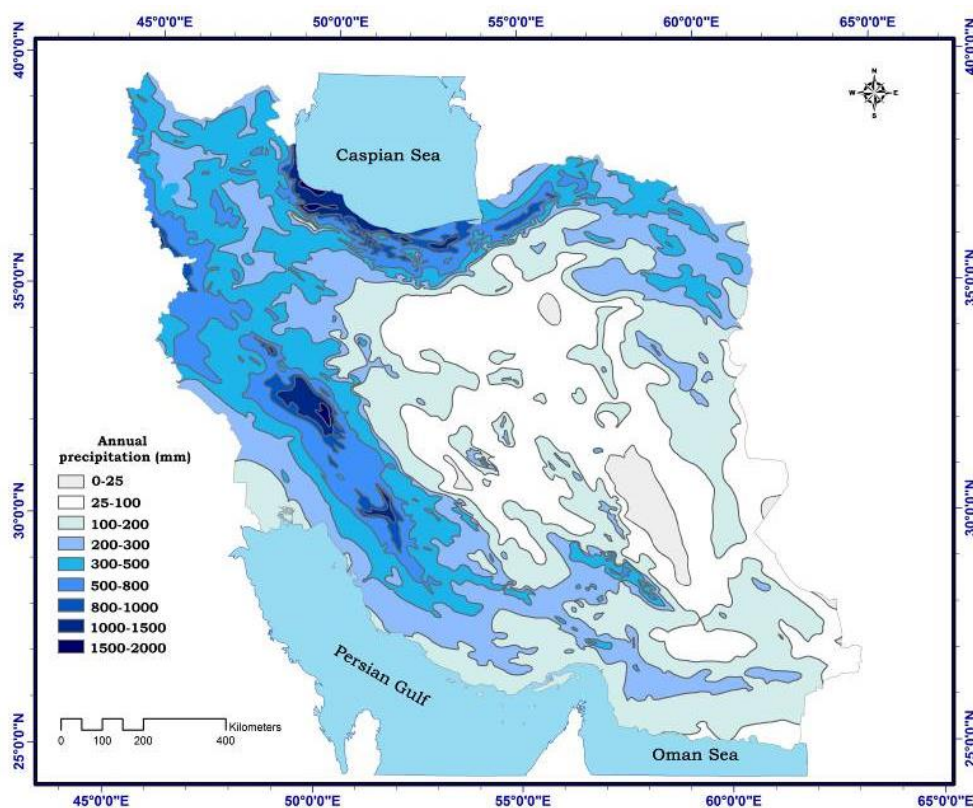
### پتانسیل اقلیمی تولید فراورده‌های کشاورزی

در هر ناحیه جغرافیایی، مجموعه عامل‌های اقلیمی شامل بارندگی، دما، رطوبت هوا، تابش دریافتی از خورشید و باد که از عامل‌هایی مانند عرض جغرافیایی، توپوگرافی، فاصله از دریا و جریان‌های جوی تأثیر می‌پذیرند، سبب تشکیل اقلیم‌های گوناگون می‌شوند. موفقیت در تولید فراورده‌های کشاورزی در منطقه‌های جغرافیایی مختلف تا اندازه بسیار زیادی بستگی به شناخت کافی از پتانسیل‌های اقلیمی آن منطقه‌ها دارد. در تعیین پتانسیل اقلیمی ناحیه‌های تولید کشاورزی، توجه به شرایط میانگین وضع هوا (شناخت اقلیم) و خطرهای اقلیمی ضروری است. بر پایه پژوهش‌های مرتبط با شناخت اقلیم ایران در طرح جامع آب کشور (۸)، که با استفاده از آمار ۱۱۰۰ ایستگاه باران‌سنجی و ۵۰۷ ایستگاه دماسنجی در سیستم طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن گسترش‌یافته به‌انجام رسید، مشخص شد که ۶۵٪ مساحت کشور زیر پوشش اقلیم خشک، ۲۰٪ در گستره اقلیم نیمه‌خشک و بقیه در اقلیم‌های مدیترانه‌ای تا بسیار مرطوب قرار می‌گیرند.

نقشه هم‌بارش ایران در طرح جامع آب کشور (۸) بر مبنای داده‌های ۱۱۰۰ ایستگاه باران‌سنجی و بازنگری آن بر پایه داده‌های بلندمدت ۱۴۴۱ ایستگاه (۲۱) با تفکیک ۱×۱ کیلومتر مربع رسم شده است. بر مبنای این نقشه، میانگین سالانه درازمدت بارش در ایران از ۱۳ میلی‌متر در مرکز کویر لوت تا ۲۰۳ میلی‌متر در جنوب غربی دریای خزر متغیر است (شکل ۱). بر مبنای آمار بارش همان ایستگاه‌ها، میانگین سالانه بارش ایران ۲۵۴ میلی‌متر گزارش شده است. البته این مقدار در دهه‌های اخیر به دلیل خشکسالی‌ها کاهش یافته و بر پایه پژوهش‌های ترابی (۵) با استناد به ایستگاه‌های وزارت نیرو ۲۱۰/۴

میلی‌متر محاسبه شده است. در پژوهش یادشده، میانگین بلندمدت (۳۱-۱۳۳۰ تا ۹۱-۱۳۹۰) بارش سال آبی در کشور ۲۳۲/۴ میلی‌متر برآورد شده است. در پژوهشی دیگر، ناصری و همکاران (۱۹) بر پایه آمار وزارت نیرو میانگین بارش درازمدت پنجاه‌ساله (۴۳-۱۳۴۲ تا ۹۳-۱۳۹۲) و کوتاه‌مدت هفت‌ساله (۸۷-۱۳۸۶ تا ۹۳-۱۳۹۲) را به ترتیب ۲۴۹ و ۲۰۶ میلی‌متر برآورد کردند، که از نظر مقدار با میانگین درازمدت به‌دست آمده در پژوهش‌های خلیلی و رحیمی (۲۱) و میانگین کوتاه‌مدت پژوهش‌های ترابی (۵) به‌تقریب همخوانی دارند.

بخش بزرگی از زمین‌های مستعد زراعت در ایران منطبق بر نواحی‌ای است که بارش سالانه آن‌ها در محدوده ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر قرار می‌گیرد، که دشت‌های آذربایجان و شمال خراسان، دامنه‌های البرز و شرق و غرب زاگرس و کوه‌های مرکزی را شامل می‌شود. در برآورد پتانسیل اقلیمی کشاورزی به‌ویژه در مورد زراعت دیم مقدار بارش سالانه و دقیق‌تر از آن، مقدار بارش مؤثر، صرف‌نظر از شرایط ادا فیک، ریخت‌شناسی زمین و شیب و مرغوبیت خاک، بنیادی‌ترین مؤلفه برآورد محسوب می‌گردد. بارش مؤثر، مقدار آبی از بارندگی است که قابل دسترس گیاه است و به‌طور مستقیم در مرحله‌های مختلف رشد و نمو به مصرف آن می‌رسد. مقدار آن برحسب نوع محصول و اقلیم از روی بارش سالانه و رژیم سالانه بارش و دما قابل برآورد است و کمبود آن در زراعت آبی باید با آبیاری تأمین شود (۲۱).



شکل ۱- نقشه همبارش میانگین بارندگی‌های سالانه ایران ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ (۲۰).

در پژوهش‌های مسگران و همکاران (۲۲) در زمینه استعداد زمین‌های کشاورزی ایران آمده است که در سیستم طبقه‌بندی اقلیمی یونسکو (۲۶) مبتنی بر نسبت بارش به تبخیر-تعرق بالقوه، ۹۸٪ اقلیم ایران در محدوده اقلیم‌های فراخشک،

خشک و نیمه‌خشک قرار می‌گیرد. مرداد و دی به ترتیب خشک‌ترین و مرطوب‌ترین ماه‌های سال به شمار می‌روند. در پنج ماه متوالی خرداد تا مهر بیش از نیمی از کشور شرایط فراخشک را دارد. این پژوهشگران می‌گویند نیاز تبخیری اتمسفر در این ماه‌ها بسیار بیشتر از مقدار بارش است و تکافوی نیاز رطوبتی گیاهان را نمی‌کند. افزون بر آن، در منطقه‌های با اقلیم مرطوب، بالا بودن نسبت بارش به تبخیر-تعرق بالقوه به دلیل کاهش دماست تا افزایش بارش و بنابراین، در این منطقه‌ها نیز ممکن است بارش کافی برای رشد گیاهان اتفاق نیفتد.

بارش‌های سیل‌آسا، سرمازدگی و خشکسالی از پدیده‌هایی هستند که هر ساله خسارت‌های شدیدی به بخش کشاورزی وارد می‌کنند. در طرح ملی بیمه محصولات کشاورزی، ریسک آسیب‌های زراعی بارش‌های سیل‌آسا (بارش بیشینه ۲۴ ساعته بیش از ۵۰ میلی‌متر) (۱۰) و سرمازدگی بهاره (۹) در پهنه کشور محاسبه شده است. در ارزیابی ریسک بارش‌های سیل‌آسا از ۴۰۵ ایستگاه هواشناسی واجد آمار پیوسته ۲۵ تا ۵۳ سال استفاده شد. نقشه‌های تهیه شده امکان استخراج ریسک بارش‌های سیل‌آسا را در کاربری‌های مختلف (جنگل، مرتع، زراعت دیم، باغ‌ها و زراعت آبی) با قابلیت تفکیک ۱×۱ کیلومتر مربع در هفت طبقه از کم‌خطر تا بسیار پرخطر فراهم می‌کنند. نتیجه این بررسی نشان می‌دهد که ریسک بارش‌های سیل‌آسا به ازای افزایش هر کیلومتر ارتفاع ۷/۳٪ و به ازای افزایش هر درجه عرض جغرافیایی ۳/۵٪ کاهش می‌یابد. شدت بارش‌ها در ناحیه‌های جنوب کشور قابل مقایسه با ناحیه‌های شمال کشور است. بخش وسیعی از ایران مرکزی با ریسک خطر کمتر از ۲۰٪ جزء منطقه‌های کم‌خطر محسوب می‌شود. برای ارزیابی ریسک سرمازدگی، نقشه‌های تاریخ وقوع آخرین سرماهای بهاره با ۱۳ آستانه دمایی از ۸/۹- تا ۴/۱+ درجه سلسیوس برای ۲۷ محصول زراعی و باغبانی در پهنه کشور تهیه گردید. در مورد اثرهای مخرب خشکسالی بر تولید فراورده‌های کشاورزی تحقیق جامعی دیده نشده است. در نقشه‌هایی که هم‌اکنون مرکز ملی خشکسالی کشور تهیه می‌کند و به صورت هفتگی ارائه می‌دهد، برای پایش خشکسالی‌های هواشناسی، کشاورزی و هیدرولوژی از تعدادی از شاخص‌های مرسوم استفاده می‌شود. بستر اولیه این نقشه‌ها در طرح پورتال ملی اطلاع‌رسانی خشکسالی (۲) تهیه و آماده شده و هم‌اکنون نیز در حال توسعه یافتن است. البته، نقشه‌های تهیه‌شده در موضوع خشکسالی کشاورزی، ارتباطی با محصول‌های کشاورزی ندارد. با این حال، از نقشه‌ها می‌توان در برنامه‌ریزی برای کاهش خسارت‌های خشکسالی بر فراورده‌های کشاورزی بهره‌گرفت.

## بیان آبی

بر پایه پژوهش‌های ترابی (۵)، میزان مصرف آب سطحی، زیرزمینی و مجموع این دو منبع در دوره خشکسالی در جدول ۱ آمده است. در این جدول دیده می‌شود سهم کشاورزی از مجموع آب سطحی و زیرزمینی کشور ۷۷/۵۱۲ میلیارد مترمکعب است که ۳۳/۶۴۸ میلیارد مترمکعب آن از آب سطحی و بقیه از آب زیرزمینی تأمین می‌شود. بر پایه بررسی‌های وزارت نیرو، مقدار آب تجدیدپذیر کشور در دوره‌های خشکسالی و غیرخشکسالی به ترتیب ۸۸/۸۷۵ و ۱۲۴/۷۸۸ میلیارد مترمکعب محاسبه شده است.

ناصری و همکاران (۱۹) بر پایه آمار دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت مدیریت منابع آب ایران و وزارت نیرو، حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی را با رویکرد تفکیک مؤلفه‌های بیان آب در چرخه هیدرولوژی در دو دوره بلندمدت پنجاه‌ساله (۴۳-۱۳۴۲ تا ۹۳-۱۳۹۲) و کوتاه‌مدت هفت‌ساله (۸۷-۱۳۸۶ تا ۹۳-۱۳۹۲) بارش در سطح کشور برآورد کرده‌اند و میانگین حجم آب مصرفی تعدیل نشده در بخش کشاورزی (بدون احتساب تلفات) را در این دو دوره به ترتیب ۶۷ و ۸۳ میلیارد

مترمکعب تخمین زده‌اند. میانگین آب مصرفی تعدیل شده (با احتساب تلفات) در بخش کشاورزی در دوره هفت‌ساله برابر ۷۵ میلیارد مترمکعب (معادل حدود ۷۱٪ آب تجدیدپذیر) است.

جدول ۱- مصرف آب در بخش‌های مختلف در دوره‌های خشکسالی بر حسب میلیارد مترمکعب (۵).

منبع	شرب	فضای سبز	صنعت	کشاورزی	مجموع
آب سطحی	۴/۲۹۶	۰/۱۲۱	۱/۳۴۶	۳۳/۶۴۸	۳۹/۴۱۱
آب زیرزمینی	۴/۶۶۱	۰/۴۳۹	۰/۸۸۴	۴۳/۸۶۹	۴۹/۸۵۳
مجموع	۸/۹۵۷	۰/۵۶۰	۲/۲۳۰	۷۷/۵۱۲	۸۹/۲۶۴

### راندمان آبیاری

در زمینه راندمان‌های مختلف آبیاری (راندمان کاربرد، راندمان انتقال و توزیع، و راندمان کل)، بررسی‌های زیادی در کشور شده است. عباسی و همکاران (۱۴) با تحقیقی جامع در زمینه روند تغییرهای زمانی و مکانی راندمان‌های آبیاری در کشور، نتیجه‌های به‌دست آمده از بیش از ۲۰۰ پژوهش اجرا شده در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ در کشور را از جنبه‌های مختلف ارزیابی و مقایسه کرده‌اند. گزارش این پژوهشگران نشان می‌دهد که راندمان کاربرد آب آبیاری در کشور از ۲۲/۵ تا ۵۵/۵٪ متغیر و میانگین آن ۵۶/۰٪ است. میانگین راندمان کاربرد در سامانه‌های کرتی، نواری و جویچه‌ای به ترتیب ۵۵/۳، ۵۲/۹ و ۵۲/۵٪ است. میانگین راندمان کاربرد آب آبیاری در روش‌های آبیاری بارانی حدود ۶۲/۱٪ و در روش‌های آبیاری قطره‌ای ۷۱/۱٪ است. بررسی روند تغییر در راندمان کاربرد آبیاری در سال‌های مختلف نشان می‌دهد که راندمان کاربرد آبیاری در دو دهه ۷۱ تا ۸۰ و ۸۱ تا ۹۰ و نیم‌دهه ۹۱ تا ۹۴ به ترتیب ۵۲، ۵۸/۴ و ۵۸/۸٪ است. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد راندمان انتقال و توزیع (به معنی تلفات آب در کانال‌های انتقال و توزیع) نیز در دهه‌های یاد شده به ترتیب ۶۷/۰، ۶۸/۵ و ۷۴/۲٪ بوده است. بدین ترتیب راندمان کل در دهه‌های یادشده به ترتیب ۳۴/۸، ۴۰/۰ و ۴۳/۶٪ برآورد شده است.

### کارایی مصرف و بهره‌وری آب آبیاری

در زمینه کارایی مصرف آب، بررسی‌های پراکنده در استان‌ها، حوضه‌های آبریز، و دشت‌های مختلف کشور اجرا شده است. مهتدی و همکاران (۱۸) بر پایه آمار وزارت جهاد کشاورزی در مورد تولید محصول‌های زراعی در استان خوزستان و آمار حجم خالص آبیاری ارائه شده در سند ملی آب، کارایی مصرف آب جو، گندم و یونجه را به ترتیب ۰/۸۵، ۱/۰۴ و ۰/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد کرده‌اند. حیدری (۷) کارایی مصرف آب آبیاری محصول‌های زراعی و باغبانی را در حوضه آبریز کرخه محاسبه و مقایسه کرده‌است. وی می‌گوید در میان محصول‌های زراعی، گوجه‌فرنگی با کارایی مصرف آب واقعی ۳/۳۰ کیلوگرم (وزن تر) بر مترمکعب بیشترین و گندم با ۰/۵۳ کیلوگرم (وزن دانه) بر مترمکعب کمترین کارایی مصرف آب را دارند. همچنین در میان محصول‌های باغبانی، سیب با کارایی مصرف آب واقعی ۰/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و گردو با کارایی مصرف آب ۰/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین مقدار را کارایی مصرف آب در حوضه آبریز دارد. در بین محصول‌های زراعی، سیب زمینی، ذرت دانه‌ای، چغندر قند، پیاز، گوجه‌فرنگی، خیار و هندوانه و در بین محصول‌های باغبانی هلو، سیب و انگور کارایی مصرف آب بالاتری دارند و مزیت نسبی کشت آن‌ها بالاتر است.

بهره‌وری آب آبیاری یکی از شاخص‌های مصرف بهینه آب آبیاری است که کمیت آن به شدت وابسته به آمار حجم آب آبیاری است، زیرا تعیین مقدار محصول تولیدی، به دلیل دسترسی به آمار رسمی، به طور معمول ساده‌تر از تعیین حجم آب آبیاری است. عباسی و همکاران (۱۵) حجم آب آبیاری را به روش بیلان آبی محاسبه و بر اساس آمار تولید محصول‌های زراعی و باغبانی، بهره‌وری آب آبیاری را به تفکیک سال‌های مختلف برآورد کرده‌اند. به پایه بررسی این پژوهشگران، بهره‌وری آب آبیاری در کشور از ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب در سال ۱۳۸۴ به ۱/۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب در سال ۱۳۹۴ رسیده است. میانگین بهره‌وری آب آبیاری در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ معادل ۱/۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب است که در برنامه چشم‌انداز ۲۰ ساله ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب هدف‌گذاری شده است. در محاسبه بهره‌وری، در برخی موارد وزن خشک و در برخی دیگر وزن تر محاسبه شده است که این موضوع باعث ابهام در واکاوی و نتیجه‌گیری می‌شود. برای نمونه، تولید گوجه فرنگی بهره‌وری بالاتری نسبت به تولید گندم دارد.

### کفایت منابع آب کشاورزی

بر پایه میزان آب موردنیاز برای تولید فراورده‌های کشاورزی به‌منظور تأمین غذای جمعیت با جیره‌های مختلف غذایی (۲۴) که در جدول ۲ ارائه شده است، کفایت منابع آب قابل‌دسترس برای تولیدفراورده‌های کشاورزی در سال‌های مختلف برای جمعیت‌های مختلف محاسبه و نتیجه در جدول ۳ ارائه شده است. محاسبه‌ها نشان می‌دهند که منابع آب قابل‌دسترس در بخش کشاورزی در سال‌های آتی (۱۴۲۵ خورشیدی) تنها برای تأمین غذای ۵۵ میلیون نفر کفایت می‌کند، مگر این که بهره‌وری آب کشاورزی به حدی افزایش یابد که بتواند برای جمعیت رو به رشد آینده کافی باشد که به نظر امکان‌پذیر نیست. در این صورت، بخشی از نیاز غذایی باید با کاهش پسماندهای کشاورزی، تغییر الگوی مصرف، شیرین کردن آب شور، جمع‌آوری رواناب باران یا واردکردن آب مجازی تأمین شود.

جدول ۲- آب مورد نیاز برای تأمین جیره‌های غذایی مختلف (۲۴).

نوع رژیم غذایی	متر مکعب برای هر نفر در روز
رژیم مبنا (آمریکا)	۵/۴
۲۵٪ کاهش در مصرف تولیدهای دامی	۴/۶
جایگزینی ۵۰٪ گوشت گوساله با گوشت ماکیان	۴/۸
جایگزینی ۵۰٪ گوشت گوساله با سبزی‌ها	۴/۴
کاهش ۵۰٪ در مصرف تولیدهای دامی	۳/۴
رژیم گیاه‌خواری	۲/۶
رژیم زنده ماندنی	۱/۰

جدول ۳- کفایت میزان آب کشاورزی برای تأمین غذای جمعیت ایران (حسب میلیون نفر) برپایه جیره‌های مختلف غذایی.

سال	مقدار آب کشاورزی (میلیارد مترمکعب)	جیره زنده ماندنی نفر - روز / $1.0 \text{ m}^3$	جیره ۵۰٪ مصرف تولیدهای میانگین جیره‌ها نفر - روز / $3.4 \text{ m}^3$	دامی (مبنا) آمریکا نفر - روز / $2.2 \text{ m}^3$
۱۳۹۲	۷۷/۵	۲۱۲	۶۲	۹۶
۱۴۲۵	۴۴/۰	۱۲۰	۳۵	۵۵

### مقایسه وضعیت آبی ایران با سایر کشورها

در این بخش، با استناد به گزارش بانک جهانی (۲۵) و گزارش موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو (۳)، وضعیت منابع آبی ایران با کشورهای منطقه منا<sup>۱</sup> (خاورمیانه و شمال آفریقا) مقایسه می‌شود:

- ❖ برابر گزارش بانک جهانی (۲۵)، کشور ایران از نظر سرانه منابع آب تجدیدپذیر (۲۰۲۰ مترمکعب برای هر نفر در سال) در رتبه دوم، پس از عراق (۳۰۷۷ مترمکعب برای هر نفر در سال) قرار می‌گیرد. این در حالی است که موسسه تحقیقات آب (۳)، سرانه آب تجدیدپذیر کشور را بر مبنای آمار ۱۳۹۰، حدود ۱۷۶۸ مترمکعب بیان کرده است. حتی بر مبنای رقم‌های جدید ارائه‌شده، به دلیل کاهش منابع آب تجدیدپذیر و افزایش جمعیت کشور سرانه آب تجدیدپذیر به ۱۳۴۶ مترمکعب در سال رسیده است.
- ❖ حجم منابع آب تجدیدپذیر سرزمینی در سال‌های نرمال ۱۲۸/۵ میلیارد مترمکعب در سال است که کشور ما از این نظر در جایگاه نخست و پس از آن عراق با ۳۵/۲ میلیارد مترمکعب در رتبه دوم قرار می‌گیرد. رقم ارائه شده توسط بانک جهانی در حال حاضر در دوره‌های خشکسالی کاهش یافته و به ۱۰۵ میلیارد مترمکعب رسیده است.
- ❖ حجم منابع آب ورودی از مرزها به کشور در حدود ۹ میلیارد مترمکعب است. رتبه اول این نوع منابع آب مربوط به مصر (۵۶/۵ میلیارد مترمکعب) و ایران در جایگاه چهارم پس از عراق قرار می‌گیرد.
- ❖ تجارت خالص آب مجازی در کشور ۶/۸+ میلیارد مترمکعب است. مصر با ۱۸/۹+ میلیارد مترمکعب بالاترین تراز تجارت و سوریه با ۴/۱- میلیارد مترمکعب کمترین تجارت آب مجازی را دارد. زارعی و جعفری (۱۱) میانگین آب مجازی ۱۶ محصول صادراتی کشاورزی در ایران در فاصله سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ را در حدود ۴۴۶۸ لیتر بر کیلوگرم و میانگین آب مجازی ۱۶ محصول وارداتی کشاورزی را در همین سال‌ها ۲۷۱۴ لیتر بر کیلوگرم برآورد کردند. بنابراین، ایران از نظر فراورده‌های کشاورزی جزو کشورهای صادرکننده آب مجازی است. بررسی این پژوهشگران نشان می‌دهد که ارزش آب مجازی صادراتی بسیار بالا است، ولی با توجه به بحران منابع آب کشور، ارزش آب مجازی تولید شده در مقایسه با ارزش واقعی آب، بسیار ناچیز است (۱۱). در این شرایط، برای کاهش تجارت آب مجازی باید روش‌های تولید و نوع مواد غذایی با توجه به عامل‌های مختلف از جمله ملاحظه‌های منطقه‌ای، سیاسی و توسعه زیرساخت‌ها تغییر یابد (۱۲).



- ❖ از نظر برداشت آب‌های تجدید پذیر، ایران با ۵۳٪ در جایگاه چهاردهم و کویت با ۲۲۰٪ در جایگاه نخست قرار می‌گیرد. گزارش موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو (۳) رقم ۹۵٪ را برای برداشت آب از کل منابع آب تجدیدپذیر در دوره‌های نرمال پیش از وقوع خشکسالی‌ها ارائه کرده است. مقدار نرمال درصد برداشت از منابع آب تجدیدپذیر برای ادامه زیست این منابع، ۴۰ تا ۵۰٪ تعریف شده است.
- ❖ در حدود ۹۰٪ آب برداشت شده از منابع تجدیدپذیر در دوره‌های نرمال قبل از وقوع خشکسالی‌ها در بخش کشاورزی کشور مصرف می‌شود. برپایه پژوهش‌های ترابی (۵) این عدد ۸۶/۸٪ است. از این نظر، ایران پس از سوریه (۹۴/۹٪)، عراق (۹۲/۲٪)، و عمان (۹۰/۴٪) در جایگاه چهارم قرار می‌گیرد.
- ❖ رتبه ایران از نظر کارایی مصرف آب در کشاورزی (۳۰٪)، جایگاه دهم است. مراکش با بیش از ۷۰٪ از این نظر در رتبه اول قرار می‌گیرد.

### آسیب‌شناسی، واکاوی وضعیت کنونی و راه‌های برون‌رفت از چالش‌های موجود

ایران با قرار گرفتن در کم‌آب‌ترین منطقه جهان یکی از کشورهایی است که با بیشترین آسیب‌پذیری در برابر کم‌آبی روبه‌رو است. برابر گزارش بانک جهانی (۲۵)، بیش از ۹۰٪ جمعیت و تولید ناخالص داخلی کشور ما در منطقه‌هایی قرار دارند که برداشت از منابع آبی از حد بهره‌برداری قابل دوام فراتر رفته یا نزدیک به آن است. بخش عمده آب در کشاورزی استفاده می‌شود و بازده اقتصادی آب کشاورزی در ایران در ردیف پایین‌ترین بازده‌ها در منطقه است. قیمت آب در منطقه‌های شهری ایران، در میان پایین‌ترین قیمت‌ها در جهان است و از این‌رو هشداری در مورد ارزش آب و نیاز به صرفه‌جویی نمی‌دهد. در عین حال، توان و قابلیت ادامه کار عرضه‌کنندگان آب را تضعیف می‌کند و دولت را مجبور می‌سازد پارانه زیادی برای آبرسانی، تولید و نگهداری آن پرداخت کند. همراه با کمیاب‌تر شدن منابع آب، محیط‌زیست کشور بیشترین خسارت را متحمل می‌شود. نشانه‌های بحران کم‌آبی از نظر محیط زیست شامل خشک شدن دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌ها و فرونشست زمین و آلودگی آب‌ها می‌شود.

در کنار بحران منابع آبی کشور، تحول‌های شدید اقلیمی نیز جمعیت و اقتصاد کشور را در معرض خطرهای بزرگی قرار می‌دهد. کشاورزی ایران به شدت در مقابل این تحول‌ها و به‌ویژه خشکسالی آسیب‌پذیر است. برآوردها نشانگر این است که حتی تغییری کوچک معادل یک میلی‌متر کمتر از میانگین در میزان بارش، می‌تواند باعث زیان اقتصادی معادل ۹۰ میلیون دلار شود. با وجود اینکه امنیت مواد غذایی از اولویت‌های کشور است، در دوره‌های خشکسالی مقدار عمده‌ای از مواد غذایی باید به کشور وارد شود. برای نمونه، در خشکسالی دوره ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۰، ایران نزدیک به ۸۰٪ نیاز کشور به گندم را از خارج وارد کرده و یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان گندم جهان بوده است. بی‌توجه بودن به اثرهای خشکسالی می‌تواند بر معیشت روستاییان تأثیر بگذارد و منجر به مهاجرت آن‌ها به شهرها و ایجاد دشواری‌های اجتماعی در شهرها شود. در آن سوی طیف تحول‌های آب‌وهوایی، ایران همچنین در مقابل جاری شدن سیل بسیار آسیب‌پذیر است. از سیلاب‌های سده اخیر ایران می‌توان به سیلاب رخ داده در آذربایجان شرقی در سال ۱۳۱۳، خوزستان در ۱۳۵۸، کرمان، سمنان، نیشابور، اصفهان و تهران در ۱۳۶۶، فارس در ۱۳۶۹، سیستان در ۱۳۷۷، گلستان، قزوین، زنجان، مازندران در ۱۳۷۸ و سیلاب اخیر ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸ اشاره کرد. تلفات جانی و وارد آمدن خسارات زیاد بر تأسیسات زیربنایی و لوله‌های انتقال نفت و گاز، تخریب

واحدهای مسکونی و زمین‌های کشاورزی، قطع شبکه‌های آبرسانی، برق و مخابرات، قطع راه‌های ارتباطی و محاصره شدن روستاها در سیلاب از اثرهای مخرب این سیلاب بوده است. بیان این نکته لازم است که اغلب این سیلاب‌ها در اثر تجمع رسوب در آبراهه‌ها و رودخانه‌ها به دلیل فرسایش حوضه‌های آبریز یا تجاوز به حریم آبراهه‌ها و رودخانه‌ها رخ داده که از ظرفیت عبور آب در آن‌ها کاسته است. در یک جمع‌بندی از آسیب‌شناسی وضعیت منابع و مصارف آب کشور، به بخش‌هایی از بیانیه "هشدار وضعیت آب کشور" (۴) که فرهنگستان علوم (گروه کشاورزی) آن را تهیه کرده است اشاره می‌شود:

۱- در حالی که برای تأمین یک حالت پایدار نسبی نمی‌بایست سالانه بیش از نیمی از آب‌های قابل تجدید کشور را برداشت و به مصرف رسانده می‌شد امروز تا مرز یکصد و بیست درصد و فراتر از آن نیز پیش رفته‌ایم. به طوری که در حدود سی سال گذشته بالغ بر یکصد و بیست میلیارد مترمکعب آب از منابعی که در عمل غیر قابل تجدید بوده و می‌بایست به‌عنوان ذخیره آبی کشور محافظت می‌شدند، برداشت شده است. برداشت بیش از اندازه از منابع آب‌های زیرزمینی نه تنها به از بین رفتن کمی آن‌ها منجر شده است، بلکه در بعضی مناطق کیفیت این منابع را نیز به حدی تقلیل داده است که بر پایه عرف علمی کشاورزی استفاده از آن‌ها را در زراعت غیر ممکن ساخته است.

۲- مصرف آب در بخش کشاورزی از منابع آب زیرزمینی به نحوی است که هر سال افزون بر تمامی آب‌هایی که وارد لایه‌های آبدار می‌شوند، دستکم بین هشت تا یازده میلیارد مترمکعب بیش از آن برداشت می‌شود و این در شرایطی است که آب شرب و بهداشت بیشتر شهرهای کشور نیز از همین منابع تأمین می‌شود و پایان یافتن این منابع آسیب‌های جبران‌ناپذیر اجتماعی نیز در پی خواهد داشت.

۳- در سال‌های گذشته بیش از آن‌چه که می‌بایست به مدیریت آب در سطح مزرعه توجه شود در بخش‌های فیزیکی تأمین آب سرمایه‌گذاری شده است. به همین دلیل بخش کشاورزی کشور به صورت پهن‌رفتی<sup>۱</sup> گسترش پیدا کرده و سطح‌های زمین‌های کشاورزی و باغبانی از حدود دو برابر توان بوم‌شناختی آبی سرزمین فراتر رفته است. حتی در مواردی که توصیه شده است گیاهانی که مصرف آبی آن‌ها کمتر است کشت شوند سطح‌های زمین‌های زیر کشت آن‌ها به قدری افزایش پیدا کرده است که در مجموع آب بیشتری نسبت به قبل مصرف می‌شود.

۴- در چند سال گذشته مجلس و دولت اعتبار هنگفتی به توسعه روش‌های آبیاری زیر فشار اختصاص داده است که در تولید و افزایش محصول تأثیر چندانی نداشته و باعث ذخیره آب نشده است. پیشتر نیز برخی پژوهشگران (۱) در مورد پیامدهای گسترش آبیاری زیر فشار و تأثیر آن بر بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی هشدار دادند.

برای برون رفت نسبی از دشواری‌های آب کشور، باید یک راهبرد ملی و اجرای دقیق آن در سطح مدیریت آب، خاک و کشاورزی و نیز منابع انسانی مرتبط با آن‌ها اتخاذ کرد تا در حد ممکن بتوان از پیامدهای این بحران کاست. برخی راه‌های برون‌رفت از معضل بحران آب در کشور به شرح زیر است (۴):

۱- کشاورزی باید به‌صورت متراکم<sup>۲</sup> و با استفاده از مزیت‌های نیروی انسانی و اقلیمی کشور و نقش آن در تولید ناخالص ملی و بدون ملاحظه‌های سیاسی صورت گیرد. اجرای طرح گسترش گلخانه از جمله این موارد است. در صورتی که طرح گسترش گلخانه منجر به کاهش برداشت آب و مصرف آن در تولیدات کشاورزی شود می‌تواند به طرح تعادل بخشی آب زیرزمینی کمک نماید، در غیر این صورت اثر مثبتی بر آن نخواهد داشت. در صورتی که با گسترش گلخانه از سطح زیر

کشت مزرعه باز کاسته شود و در نتیجه منجر به کاهش برداشت آب و مصرف آن در تولیدهای کشاورزی شود می‌تواند به طرح تعادل بخش آب زیرزمینی کمک نماید.

۲- علت اصلی هجوم بیش از اندازه به منابع آب، نبودن کار در بخش صنایع و نیاز کشاورزان به داشتن درآمد حاصله از کشاورزی برای امرار معاش می‌باشد. در صورت تداوم یافتن این شرایط، خسارات به صورت تجمعی افزایش می‌یابد و الزامی است تا افزون بر اعمال مدیریت قاطع و یکپارچه بر منابع آب، با انجام تمهیداتی برای جایگزین نمودن سود ناشی از تولیدهای کشاورزی با دیگر موارد مانند صنایع و گردشگری، استفاده از آب‌های سطحی و زیرزمینی را به تدریج کم نمود.

۳- برنامه تعادل بخشی آب زیرزمینی با شدت ادامه یابد در غیر این صورت کاهش منابع آب زیرزمینی با شدت بیشتری ادامه خواهد یافت و تبعات منفی آن بیشتر خواهد شد. برای سرعت بخشی به اجرای طرح تعادل بخشی آب زیرزمینی اعتبار بودجه‌ای کافی برای هوشمند کردن برداشت آب از چاه با کنتورهای حجمی هوشمند الزامی است. افزون بر این، به نظر می‌رسد که مدیریت افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی از طریق توسعه سامانه‌های آبیاری نوین بدون هماهنگی با برنامه طرح تعادل بخشی آب زیرزمینی موفقیت قابل قبولی نداشته باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که همانند اعتبارهای بودجه‌ای در نظر گرفته شده برای طرح توسعه سامانه‌های آبیاری نوین، بودجه مشابه برای هوشمند کردن برداشت آب از چاه‌ها نیز در نظر گرفته شود.

### جمع‌بندی

درباره مسائل آبیاری و منابع آب، به صورت حوضه‌ای یا در بخشی از کشور و روی یک یا چند محصول کشاورزی خاص، خوشبختانه پژوهش‌های زیادی شده است. به طور کلی، پرداختن به مسائل آب و آبیاری در مقیاس کل کشور به دلیل حجم عظیم اندازه‌گیری‌های مورد نیاز بسیار دشوار و هزینه‌بر است. به همین دلیل، انتظار می‌رود تعداد پژوهش‌ها در گستره مسائل آب و آبیاری در مقیاس کل کشور چندان زیاد نباشد. در این پژوهش، با توجه به هدف‌های طرح در مقیاس کلان کشور، تنها از آن دسته از اسنادی بهره‌گیری شده است که نگرش سراسری (کل کشور) به مسائل آب داشته‌اند. نتیجه‌های مهم به دست آمده به شرح زیر است:

۱- به جرات می‌توان گفت که نقشه‌های اقلیمی تهیه شده در طرح جامع آب کشور، آخرین نقشه‌های مستند اقلیمی ایران هستند که در تهیه آن‌ها دقت و وسواس علمی زیاد (انتخاب و اصلاح روش) و قابلیت تفکیک مکانی بالا (تراکم زیاد ایستگاه‌های هواشناسی) به کار رفته است. بدون شک، فرمول‌های اقلیمی توان کافی برای تفکیک درست اقلیم‌ها و زیر اقلیم‌های یک منطقه را ندارند و باید با توجه به شرایط خاص اقلیمی منطقه‌ها اصلاح شوند. به طور معمول چنین اتفاقی در پژوهش‌های مربوط با اقلیم نمی‌افتد و بیشتر آن‌ها با استناد به یک طبقه‌بندی اقلیمی موجود به دسته‌بندی و مقایسه نتیجه‌ها دست می‌زنند. در زمینه خطرهای اقلیمی مؤثر بر تولید فراورده‌های کشاورزی نیز تنها یک مطالعه سراسری به انجام رسیده است که نتیجه مفصل آن در طرح بیمه محصولات کشاورزی برای بارش‌های سیل‌آسا، سرمازدگی و خشکسالی و به‌طور خلاصه در مقاله‌های خلیلی (۸، ۹) ارائه شده است. در موضوع خشکسالی و پیامدهای آن بر فراورده‌های کشاورزی به اطلاعات بسیار گسترده‌تری، به‌ویژه اندازه‌گیری‌های رطوبت خاک نیاز است. تاسیس شبکه

اندازه‌گیری دائمی رطوبت خاک در نواحی عمده کشاورزی ایران می‌تواند از یک سو راهگشای بسیاری از پژوهش‌های علمی مرتبط با کشاورزی باشد و از سوی دیگر زمینه اطلاع‌رسانی دقیق‌تری از وضعیت خشکسالی کشاورزی به کشاورزان را فراهم آورد.

۲- پژوهشگران میانگین‌های مختلفی از بارش سالانه بارش کشور پژوهشگران گزارش داده‌اند. مهمترین دلیل این تفاوت‌ها، اختلاف در طول دوره آماری و تراکم ایستگاه‌های مورد بررسی و به احتمال روش و الگوریتم پذیرفته شده برای برآورد بارش در منطقه‌های بدون ایستگاه است. این مسئله از آن نظر مهم است که بخش مهمی از بارندگی در منطقه‌های مرتفع کشور رخ می‌دهد و تراکم شبکه ایستگاه‌ها در این منطقه‌ها نسبت به منطقه‌های کم‌ارتفاع بسیار ضعیف‌تر است و خطای کم برآوردی در نقشه همبارش را به وجود می‌آورد. در حالی که خلیلی و رحیمی (۲۱) میانگین بارش سالانه ایران را ۲۵۴ میلی‌متر گزارش کرده‌اند، ترابی (۵) این مقدار را ۲۳۲/۴ میلی‌متر و ناصری و همکاران (۱۹) ۲۴۹ میلی‌متر گزارش داده‌اند. نکته قابل توجه این است که در بیشتر بررسی‌ها به روند کاهشی مقدار بارش سالانه در کشور اشاره شده است. از این‌رو، با توجه به افزایش کلی دمای کره زمین (که هم در شبکه داده‌های ملی و هم در شبکه داده‌های جهانی محرز شده است)، به‌روز رسانی شرایط اقلیمی بارش کشور اهمیت زیادی دارد.

۳- حجم آب آبیاری به‌کار رفته در بخش کشاورزی را ترابی (۵) معادل ۷۷/۵ میلیارد مترمکعب و ناصری و همکاران (۱۹) ۷۵ میلیارد مترمکعب برآورد کرده‌اند.

۴- تنها یک بررسی جامع در زمینه راندمان‌های آبیاری و بهره‌وری آب آبیاری در بخش کشاورزی وجود دارد که نتیجه تعداد زیادی پژوهش‌های پیشین را خلاصه کرده است. در حالی که نتیجه به دست آمده از آزمایشی به آزمایش دیگر و در بین روش‌های مختلف آبیاری و محصول‌های کشاورزی فرق می‌کند، این نتیجه‌ها نشانگر روند صعودی و بهبود راندمان‌های آبیاری در کشور است. برمبنای بررسی‌های عباسی و همکاران (۱۴) میانگین راندمان کاربرد آبیاری بین ۵۲/۵٪ (آبیاری جویچه‌ای) و ۷۱/۱٪ (آبیاری قطره‌ای) تغییر می‌کند و میانگین آن در کشور ۵۶/۰٪ است. همانند راندمان آبیاری، بهره‌وری آب آبیاری کشاورزی در کشور نیز روند صعودی دارد. میانگین بهره‌وری آب آبیاری کشاورزی در کشور ۱/۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب است، اگر چه این افزایش ممکن است به دلیل افزایش تولید سبزی و صیفی و دیگر فراورده‌های باغبانی باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود که به‌جای محاسبه بهره‌وری آب در سطح مزرعه مقدار آن در سطح حوضه تعیین و در واکاوی‌های مربوط به‌کار برده شود.

۵- منابع آب قابل‌دسترس در بخش کشاورزی در سال‌های آتی (۱۴۲۵ خورشیدی) فقط برای تأمین غذای ۵۵ میلیون نفر کافی است، مگر اینکه بهره‌وری آب کشاورزی به‌حدی افزایش یابد که بتواند برای جمعیت رو به رشد آینده کافی باشد که به‌نظر امکان‌پذیر نخواهد بود. در این صورت، بخشی از نیاز غذایی باید از راه کاهش پسماندهای فراورده‌های کشاورزی، تغییر الگوی مصرف، شیرین کردن آب شور، جمع‌آوری رواناب باران یا وارد کردن آب مجازی تأمین شود.

۶- از دلیل‌های مهم بحران آب در کشور در دهه‌های اخیر می‌توان به برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی بدون توجه به توسعه پایدار سرزمین، بی‌توجه‌بودن به مدیریت آب در مزرعه، و توسعه نسنجیده روش‌های آبیاری زیرفشار در کشاورزی اشاره کرد که همگی سبب به‌خطر افتادن امنیت آبی و غذایی در کشور گردیده است.

۷- اجرای درست طرح‌های تعادل بخشی آب‌های زیرزمینی می‌تواند یکی از راهکارهای برون‌رفت از مشکل کنونی بحران در کشور باشد. روی آوردن به کشت‌های فشرده (به ویژه گلخانه‌ای)، جایگزین کردن سود ناشی از تولید فراورده‌های

کشاورزی با دیگر موردها مانند صنایع و گردشگری، و هوشمند کردن برداشت آب از چاه با نصب کنتورهای حجمی هوشمند از راه‌های مؤثر در تسریع فرایند تعادل بخشی آب زیرزمینی در کشور پیشنهاد گردیده است.

## سپاسگزاری

از فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران برای تأمین هزینه مالی اجرای این طرح قدردانی می‌شود.

## منابع

- ۱- احمدی، س.ح.، ع. سپاسخواه. ۱۳۹۶. واکاوی پیامدهای آبیاری زیرفشار در ایران. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴۸-۱۳۱:۲(۲).
- ۲- بذرافشان، ج. ۱۳۹۲. طراحی پورتال ملی اطلاع رسانی خشک‌سالی. طرح مشترک سازمان هواشناسی کشور و دانشگاه تهران. تهران.
- ۳- بی‌نام ۱۳۹۴. مروری بر منابع آب ایران. گزارش موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو. ۱۲ صفحه.
- ۴- بی‌نام ۱۳۹۸. بیانیه هشدار آب. فرهنگستان علوم کشاورزی.
- ۵- ترابی، ص. ۱۳۹۴. میزان آب موجود در کشور و مقداری که در اختیار بخش کشاورزی و سایر بخش‌ها گذاشته می‌شود. هم‌اندیشی میزان منابع آب موجود در کشور و تخصیص آب در بخش کشاورزی: تعامل و تفاهم‌ها. فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، گروه کشاورزی. ۲۹ مهر ۱۳۹۴.
- ۶- حجتی، م. و م. نوشاد. ۱۳۹۸. چالش‌های سلامت، کیفیت و امنیت غذا در ایران. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۹۴-۸۱:۳(۴).
- ۷- حیدری، ن.ج. ۱۳۹۴. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و مزیت نسبی کشت محصولات زراعی و باغی عمده فاریاب در حوضه آبریز کرخه. گزارش پژوهشی نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- ۸- خلیلی، ع. ۱۳۷۶. سنتز مطالعات طرح جامع آب کشور. مهندسین مشاور جاماب. بخش اقلیم، وزارت نیرو، تهران، ایران.
- ۹- خلیلی، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی کمی و مدل‌سازی ریسک سرمازدگی بهاره محصولات زراعی و باغی در ایران. هواشناسی کشاورزی ۳۱-۱۷:۲.
- ۱۰- خلیلی، ع. ۱۳۹۴. بررسی کمی و مدل‌سازی ریسک آسیب‌های زراعی بارش‌های سیل آسا در گستره ایران. هواشناسی کشاورزی ۳۳-۲۴:۲.
- ۱۱- زارعی، ق. و ع.م. جعفری. ۱۳۹۸. تجارت آب مجازی در ایران از دیدگاه بهره‌وری اقتصادی. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۶۲-۴۹:۱(۴).

- ۱۲- سپاسخواه، ع. ۱۳۹۸. مفاهیم برنامه‌ریزی برای آب مجازی. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۸۰-۶۳: (۴)۱.
- ۱۳- سپاسخواه، ع.، ح. رحیمی، ع. موحددانش، ح. صدقی، ع. خلیلی، ا. علیزاده و ج. فرهودی. ۱۳۸۹. فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی (جلد چهارم: آبیاری). فرهنگستان علوم و دانشگاه تهران، ۴۷۱ صفحه.
- ۱۴- عباسی ف.، ف. سهراب و ن. عباسی. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی ۱۲۸-۱۱۳: (۶۷)۱۷.
- ۱۵- عباسی ف.، ن. عباسی و ع. توکلی. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی: چالش‌ها و چشم‌اندازها. نشریه آب و توسعه پایدار ۱۴۴-۱۴۱: (۴)۱.
- ۱۶- عباسی ف.، ا. ناصری، ف. سهراب و ن. عباسی. ۱۳۹۴. تحلیلی بر راندمان و بهره‌وری مصرف در بخش کشاورزی. هم‌اندیشی میزان منابع آب موجود در کشور و تخصیص آب در بخش کشاورزی: تعامل و تفاهم‌ها. فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، گروه کشاورزی. ۲۹ مهر ۱۳۹۴.
- ۱۷- مظاهری، د. ۱۳۸۱. گزارش طرح امنیت غذایی. گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران. ۷۰۷ صفحه.
- ۱۸- مهتدی، م. م. الباجی و م. م. دوست محمدی. ۱۳۹۲. بررسی بهره‌وری آب سه محصول زراعی جو، گندم و یونجه در استان خوزستان به تفکیک شهرستان. مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب، ۶ تا ۸ اسفند ۱۳۹۲، صفحه‌های ۹۲۲ تا ۹۳۶.
- ۱۹- ناصری ا.، ف. عباسی و م. اکبری. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی ۳۲-۱۷: (۶۸)۱۸.
20. IAA. 1998. The definition of irrigation efficiency as adopted by the Irrigation Association of Australia. J. Irrig. Asso. Aust. 13(1):26.
21. Khalili, A. and J. Rahimi. 2018. Climate, In: The soils of Iran (M.H. Roozitalab, H. Siadat, and A. Farshad), the First Edition, Springer International Publishing. 14 p.
22. Mesgaran, M.B., K. Madani, H. Hashemi and P. Azadi, 2017. Iran's land suitability for agriculture. Scientific Reports 7, 7670. 12 p.
23. Molden D. 1997 Accounting for water use and productivity. SWIM paper 1. Colombo Sri Lanka: International Water Management Institute. 27 p.
24. Oki, T., M. Sato, A. Kawamura, M. Miyake, S. Kane and K. Musiaka. 2003. Virtual water trade to Japan and in the world. In: Hoekstra, A.Y. (ed.). Proceeding of the International Experts Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No. 12. The Netherlands. 18 p.
25. The World Bank. 2017. Beyond Scarcity: water security in the Middle East and North Africa. World Bank: Washington D.C., USA. 175 p.

26. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). 1979. Map of the world distribution of arid regions: Map at scale 1:25,000,000 with explanatory note. MAB Technical Notes 7, UNESCO, Paris, France 54 p.

## **Documentary Study of the Situation of Agricultural Water Resources and Uses in Iran: Analysis of the Current Situation, Pathology and Solutions to the Challenges**

**J. Bazrafshan<sup>1</sup>, A. Khalili, Sh. Zand-Parsa, A.R. Sepaskhah, A. Alizadeh  
and J. Farhoodi<sup>2</sup>**

Iran with a long-term mean annual precipitation of 254 mm (210 mm in short-term of drought period), mean annual potential evaporation of more than 2000 mm, and dominance of arid and semi-arid climates over 85% of its area is located in one of the driest regions of the world. These factors have led to the dependence of most agricultural productions in Iran on the surface water and groundwater. In this article, based on the statistics and documents collected from the reliable sources, the current situation of agricultural water resources and uses in the country has been studied and analyzed. In addition, the adequacy of agricultural water resources under the current and future conditions, the position of the country in terms of water resources and uses in the world, pathology and solutions to get out of the current situation have been studied and analyzed. Examination of available documents shows that despite the increase in irrigation water efficiency and productivity in the field in recent years, lack of attention to climatic and water resources potentials and unplanned development of agricultural lands to meet the food needs of the country's growing population have led to overexploiting the surface water and groundwater resources, and hence, the destruction of aquifers. Reducing water use in agriculture along with increasing agricultural water productivity and implementing groundwater balance plans have been proposed as the key solutions to the existing challenges.

**Key words:** Agricultural products, Climate, Iran, Irrigation efficiency, Water productivity, Water resources, Water security.

---

1. Corresponding author, Email: [jazr@ut.ac.ir](mailto:jazr@ut.ac.ir)

2. Members of Irrigation Branch, Agricultural Group, I.R. Academy of Sciences. Associate Professor of University of Tehran, Professors of University of Tehran, Shiraz University, Shiraz University, Ferdowsi University of Mashhad, and University of Tehran, respectively.