

راهبردهای الگوی آبیاری کشور باتوجه به ظرفیت‌های دانش بنیان

نسبیه زارعی^۱

چکیده

بر اساس گزارش‌های مرکز آمار و وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، حدود ۵۰ درصد محصولات زراعی از اراضی کشت آبی و حدود ۴۹ درصد آن، کشت دیم بوده است. از کل اراضی برداشت‌شده در سال زراعی یادشده، حدود ۹۳ درصد تولید محصولات زراعی متعلق به اراضی کشت آبی و حدود ۷ درصد آن متعلق به اراضی کشت دیم بوده است. ارتفاع بارندگی در کل کشور در سال آبی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ نسبت به سال آبی ۱۴۰۰-۱۴۰۱، ۰/۳۷ درصد کاهش یافته و میزان تغییر بارندگی سال آبی جاری نسبت به سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، ۰/۲۴ درصد افزایش داشته است. بر اساس آخرین گزارش‌های منتشرشده وزارت جهاد کشاورزی، بیش از ۲۰۰ هزار هکتار از زمین‌های کشاورزی، مجهز به انواع سامانه‌های نوین آبیاری، شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی، زیرسدهای مخزنی و... شده است و انتظار می‌رود ظرفیت بازده آبیاری کشور حدود ۱۳ درصد افزایش یابد و حدود ۲۵۰ میلیون مترمکعب آب کشاورزی نیز با اجرای طرح‌های یادشده در پایان سال ۱۴۰۰ صرفه‌جویی شده باشد. در راستای اصلاح و آسیب‌شناسی بهتر الگوی آبیاری کشور مبتنی بر شرکت‌های دانش‌بنیان، این راهکارهای راهبردی پیشنهاد می‌شود. ارتقا و بهبود کیفیت تجهیزات آبیاری در راستای کاهش مصرف آب و هزینه‌های تولیدکنندگان، حمایت مالی از کشاورزان کوچک‌مقیاس و شرکت‌های دانش‌بنیان در راستای استفاده از روش‌های آبیاری مدرن و آسیب‌شناسی منطقه‌ای و ناحیه‌ای الگوی آبیاری محصولات کشاورزی.

واژگان کلیدی: الگوی آبیاری، شرکت‌های دانش‌بنیان، کشاورزی آبی و دیم.

مقدمه

بخش کشاورزی با مصرف ۶۰ تا ۷۵ درصد منابع آبی کشور به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده شناخته شده است، مدیریت مصرف منابع آبی و افزایش بهره‌وری این نهاد در فرایند تولید محصولات کشاورزی، نقش مهمی در ذخایر آبی کشور دارد. مدیریت منابع در بخش کشاورزی مربوط به قسمت آبیاری یا آبرسانی به محصولات است. بر اساس گزارش‌های منتشرشده، میانگین بازده سیستم‌های آبیاری در کشور پایین است.

در ۶۰ سال گذشته، تقاضای جهانی برای آب به دلایل بسیار از جمله رشد جمعیت، رشد اقتصادی، توسعه شهرها و شهرنشینی و صنعتی شدن افزایش یافته است. همچنین، تغییرات در فراوانی، مدت و شدت رویدادهای خشک‌سالی باعث کاهش عمده ذخایر منابع آب در دنیا به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران شده است (Nazari et al, 2018). با توجه به اینکه

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران nasibehzarei@yahoo.com

پایین بودن بازده سیستم‌های آبیاری از سویی و از سوی دیگر، نبود مدیریت کارای مصرف آب، در این گزارش به آسیب‌شناسی و بررسی سیستم‌های آبیاری کشور و الگوی آن با توجه به ظرفیت و توانمندی شرکت‌های دانش‌بنیان پرداخته و در این راستا، به این پرسش‌ها نیز پاسخ داده می‌شود که وضعیت موجود آبیاری در کشور چگونه است؟ بزرگ‌ترین آسیب‌های سیستم‌های آبیاری مورد استفاده در کشور شامل چه مواردی است؟ آیا شرکت‌های دانش‌بنیان توانایی رفع و حل آسیب‌های ناشی از الگوی آبیاری را دارند؟ این گزارش ابتدا به وضعیت موجود منابع آبی و الگوی آبیاری کشور پرداخته است. در قسمت دوم به آسیب‌های موجود در سیستم‌های آبیاری در مزارع کشاورزی پرداخته شده و پس از بیان ظرفیت و توانمندی‌های شرکت‌های دانش‌بنیان در زمینه آبیاری محصولات کشاورزی، ملاحظات امنیت اقتصادی ارائه شده است. درنهایت، به ارائه نتیجه‌گیری و پیشنهادات راهبردی پرداخته می‌شود.

۱- وضعیت موجود

بر اساس آخرین گزارش‌های منتشرشده وزارت جهاد کشاورزی، طبق اهداف برنامه پنجم توسعه، برنامه‌های مربوط به امور آب و خاک در این وزارتخانه پیگیری شده و در نتیجه، حدود ۶۵۷۶۶ هکتار از زمین‌های کشاورزی به سامانه‌های نوین آبیاری مجهز شده و حدود ۱۰۴۴۸۲ هکتار در حال تجهیز به انواع سامانه‌های نوین آبیاری، شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی است. حدود ۴۰۶۱ هکتار از اراضی کشاورزی تجهیز و نوسازی زیرسدهای مخزنی، حدود ۶۷۵ هکتار

بنابراین، برای کاهش مشکل کم‌آبی در ایران، حفظ منابع آب و استفاده مقرون‌به‌صرفه و پایدار از آب و اصلاح الگوی آبیاری در بخش کشاورزی ضروری است.

برخی از زمین‌های کشاورزی نیاز به فرایند آبیاری ندارند. به این نوع زمین‌ها، زمین‌های دیمی گفته می‌شود. مزارع دیمی آب مورد نیاز خود را از بارندگی دریافت می‌کنند که برای رشد محصولات کافی است، اما برخی دیگر از مزارع نیاز به تأمین آب و آبیاری در دوره‌های داشت دارند. این نوع زمین‌ها، زمین‌های آبی هستند. انواع مختلفی از منابع آب برای آبیاری مانند چاه‌ها، برکه‌ها، دریاچه‌ها، چاه‌های لوله‌ای و سدها وجود دارد. بر اساس گزارش‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، کشاورزی دیم ۶۰ درصد غذای جهان را در ۸۰ درصد زمین‌های زیر کشت تأمین می‌کند. کشاورزی آبی ۴۰ درصد غذای جهان را در ۲۰ درصد زمین‌های زراعی تولید می‌کند. کاملاً مشخص است که عملکرد محصولات آبی حدود ۱/۵ برابر محصولات دیم است.

بر اساس گزارش‌های مرکز آمار و وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، سطح محصولات زراعی حدود ۱۱/۰۹ میلیون هکتار بوده که از این مقدار، حدود ۵۰/۳۹ درصد اراضی، کشت آبی و ۴۹/۶۱ درصد اراضی، کشت دیم بوده است. از کل اراضی برداشت‌شده در سال زراعی یادشده، حدود ۷۰/۴۶ میلیون تن انواع محصولات زراعی برداشت شده؛ به طوری که ۹۳/۲۹ درصد تولید محصولات زراعی متعلق به اراضی کشت آبی و ۶/۷۱ درصد متعلق به اراضی با کشت دیم بوده است. با توجه به اهمیت آب مصرفی در مزارع آبی کشور، بالا بودن عملکرد محصولات آبی و

افزایش بازده آبیاری حدود 44 درصدی (داخل مزرعه) با اجرای سامانه‌های نوین آبیاری، افزایش 10 درصدی این شاخص با احداث شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی، افزایش 15 درصدی کاهش مصرف آب کشاورزی و بهبود بازده آبیاری با احداث کانال‌های آبیاری عمومی و پوشش نهرهای سنتی و افزایش 20 درصدی این شاخص با اجرای عملیات آب و خاک در عرصه تشکل‌های کشاورزی است و انتظار می‌رود ظرفیت بازده آبیاری حدود 13 درصد افزایش یابد و حدود 250 میلیون مترمکعب آب کشاورزی نیز با اجرای طرح‌های یادشده در پایان سال 1400 صرفه‌جویی شده باشد. در ادامه، گزارشی از وضعیت موجود منابع آب زیرزمینی کل کشور در دو سال 1399 و 1400 ارائه می‌شود.

تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، حدود 266 هکتار تجهیز و نوسازی اراضی سنتی آبیاری، حدود 24568 هکتار زهکش زیرزمینی، حدود 850 هکتار اجرای عملیات آب و خاک در عرصه تشکل‌های کشاورزی، حدود 213 کیلومتر انتقال آب با لوله تا مزرعه، حدود 1443 هکتار تأمین و انتقال آب برای توسعه باغات در اراضی شیب‌دار، حدود 63733 کیلومتر احیا، مرمت و لایروبی قنوات طرح‌های استانی و ملی انجام و نیز حدود 5118 میلیون مترمکعب آب از طریق احداث طرح‌های کوچک و زودبازده تأمین آب شده است. بر اساس نظر کارشناسان وزارت جهاد کشاورزی و تجارب به‌دست‌آمده، هریک از اقدامات عنوان‌شده، آثار زیادی در صرفه‌جویی مصرف آب کشاورزی و بهبود بازده آبیاری فراهم کرده که از جمله آن‌ها،

جدول 1- منابع آب زیرزمینی کل کشور در دو سال 1399 و 1400

تعداد	سال	منابع آب زیرزمینی/استفاده	
		کشاورزی	چاه‌های مجاز
415868	1399		
416629	1400		
52120	1399	صنعت	
60465	1400		
26534	1399	شرب	
23376	1400		
-	1399	سایر	
-	1400		
41011	1399		قنات
41011	1400		
173452	1399		چشمه
173452	1400		
708985	1399		منابع آب زیرزمینی در کل کشور (حلقه/رشته)
714933	1400		

مأخذ: وزارت نیرو. 1402

*آمار چشمه‌ها و قنات‌ها بر اساس آخرین آمار خلاصه وضعیت منابع آب دفتر مطالعات پایه منابع آب در سال‌های 1396-1395 و آمار مربوط به چاه‌ها مربوط به سال‌های 1400-1399 است.

به استناد گزارش‌های وزارت نیرو، تعداد چاه‌ها در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۹۹، ۱/۲ درصد افزایش یافته است. تعداد چاه‌ها به‌تنهایی نشان از افزایش یا کاهش آب برداشت شده از منابع آب زیرزمینی نیست. در جدول زیر نیز ارتفاع بارندگی به‌عنوان شاخصی از آب‌های سطحی کشور، در سه سال آبی گذشته گزارش شده است.

جدول ۲- ارتفاع بارندگی کشور در سه سال آبی برحسب میلی‌متر

کل کشور	سال آبی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ (مهر ۱۳۹۹ تا پایان اسفند ۱۳۹۹)	سال آبی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ (مهر ۱۴۰۰ تا پایان اسفند ۱۴۰۰)	سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ (مهر ۱۴۰۱ تا پایان اسفند ۱۴۰۱)	درصد تغییر سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ نسبت به سال آبی ۱۴۰۰-۱۴۰۱	درصد تغییر سال آبی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ نسبت به سال آبی ۱۳۹۹-۱۴۰۰
	۱۲۲/۵	۱۵۸/۲	۱۵۲/۳	-۰/۰۳۷	۰/۲۴

مأخذ: وزارت نیرو، ۱۴۰۲

طبق جدول بالا، سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، بیشترین بارندگی را در ۳ سال اخیر داشته است. ارتفاع بارندگی در کل کشور در سال آبی جاری نسبت به سال آبی گذشته، ۰/۰۳۷ درصد کاهش یافته و میزان تغییر بارندگی سال آبی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ نسبت به سال آبی ۱۳۹۹-۱۴۰۰، ۰/۲۴ درصد افزایش داشته است. همچنین، چگونگی عملکرد وزارت جهاد کشاورزی در برنامه‌ریزی و مدیریت آب‌های زیرزمینی و سطحی به شرح زیر است.

جدول ۳ - عملکرد طرح‌های مرتبط با معاونت آب و خاک در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ (برحسب هکتار)

ردیف	عنوان دفتر	عنوان طرح	سال ۱۳۹۹	سال ۱۴۰۰
۱	دفتر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری	اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار	۱۵۰۴۴۰	۶۵۷۶۶
		احداث شبکه‌های آبیاری تحت فشار	۸۸۸۷	۵۲۲۰
۲	دفتر توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی	انتقال آب با لوله (کیلومتر)	۲۰۳	۲۱۳
		احداث و بهسازی کانال آبیاری عمومی	۵۲۳۹	۹۱۸۱
		پوشش نهرهای سنتی	۱۲۴	۰
۳	دفتر امور آب و خاک کشاورزی	تجهیز و نوسازی اراضی زیرسدهای مخزنی	۳۷۷۸	۴۰۶۱
		تجهیز، تسطیح و یکپارچه‌سازی زهکشی زیرزمینی	۲۸۰۴۴	۲۴۵۶۸
		تجهیز و نوسازی اراضی شالیزار	۱۷۹۷	۶۷۵
		تجهیز و نوسازی اراضی سنتی	۱۰۹	۲۶۶
		عملیات آب و خاک در عرصه تشکل‌های کشاورزی	۲۱۳۱	۸۵۰
		احداث جاده دسترسی (کیلومتر)	۴۹	۵۴۲۶۵
		طرح‌های کوچک و زودبازده تأمین آب	۳۲۱	۸۳۵
		حجم آب تأمین‌شده (میلیون مترمکعب)	۱۱۰۲	۵۱۱۸
۴	دفتر امور آب و خاک کشاورزی	احیا و مرمت قنوات (کیلومتر)	۴۲۵۴	۶۳۷۳۳
		تأمین و انتقال آب برای توسعه باغات در اراضی شیبدار	۱۶۱۸۷	۱۴۴۳

مأخذ: آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۰، ج ۲.

ب- آبیاری سیلابی

در این روش آبیاری، جریان آب آزادانه روی سطح زمین حرکت می‌کند و کل سطح زمین را می‌پوشاند. این روش امروز مطرود است و آن غیرعلمی و غیراصولی می‌دانند؛ زیرا باعث کاهش بازده آبیاری، فرسایش خاک و هدررفت آب از طریق تبخیر و جذب آن در طول مسیر آبیاری می‌شود. همچنین، این روش برای تمام گیاهان و محصولات مناسب نیست.

پ- آبیاری قطره‌ای

آبیاری قطره‌ای یکی از روش‌های پذیرفته‌شده و مناسب مناطق گرم و خشک است. مزارع مجهز به آبیاری قطره‌ای در سال 1400، حدود 22215 هکتار بود. در این روش، لوله‌های باریک را انتخاب می‌کنند و در زمین کشاورزی در شیارهای ایجادشده قرار می‌دهند تا آب به صورت قطره‌قطره به ریشه گیاهان برسد و محصولات آبیاری شود. این روش تا حدود زیادی از هدررفت آب جلوگیری می‌کند و موجب سیراب شدن محصولات می‌شود.

ت- آبیاری بارانی

آبیاری بارانی روشی است که در آن آب مورد استفاده آبیاری، با سرعتی مساوی یا کمتر از نفوذپذیری خاک، به صورت باران بر سطح زمین پنخس می‌شود. مجموعه وسایل و لوله‌هایی که این آب را از منبع آب تا دهانه آب‌پاش منتقل می‌کنند، شبکه آبیاری بارانی نامیده می‌شود. این شبکه ممکن است تمام‌خودکار، نیمه‌خودکار یا سنتی باشد. سطح زیرکشت مجهز به آبیاری بارانی در سال 1400، حدود 11025 هکتار بود.

همان‌طور که در جدول شماره 3 مشاهده می‌شود، اغلب طرح‌های صورت‌گرفته در قالب آبیاری‌های تحت فشار و سنتی است. بالاترین عملکرد در دو سال 1399 و 1400، مربوط به دفتر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری برای اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار به ترتیب با 150440 و 65766 هکتار بوده است. پوشش نهرهای سنتی در دفتر توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی در سال‌های 1399 و 1400، به ترتیب 124 و صفر هکتار بوده است.

پس از بیان میزان ذخایر آبی و بارندگی، در ادامه انواع آبیاری در بخش کشاورزی در کشور گزارش می‌شود. به‌طورکلی دو روش آبیاری وجود دارد؛ سنتی و مدرن (نیمه‌مدرن). در روش سنتی، آب برای کشاورزی و احشام از چاه‌ها، کانال‌ها و قنات تأمین می‌شود. تنها مزیت این روش، ارزان بودن آن است. روش نوین آبیاری شامل دو سیستم بارانی و قطره‌ای است. سیستم بارانی، سیستمی است که در آن آب روی محصول پاشیده می‌شود و به توزیع یکنواخت آب روی محصول کمک می‌کند. سیستم قطره‌ای، فرایندی است که در آن آب با استفاده از شیلنگ یا لوله به صورت قطره‌قطره به ریشه گیاهان می‌رسد. انواع مختلفی از آبیاری وجود دارد که بر اساس چگونگی تأمین آب برای گیاهان و با توجه به آب‌وهوا، خاک یا سطح آبیاری به کار برده می‌شوند. عمده‌ترین انواع آبیاری مورد استفاده در کشور به شرح زیر است.

الف- آبیاری سطحی

آبیاری سطحی یکی از روش‌های آبیاری و قدیم‌ترین روش رایج در بین کشاورزان است. در این نوع آبیاری، آب در جهت گرانش یا شیب زمین حرکت می‌کند.

ث- آبیاری زیرسطحی

آبیاری زیرسطحی، روشی است که در سال‌های اخیر رواج یافته است و کشاورزان زیادی در سراسر کشور با این روش مزارع خود را آبیاری می‌کنند. در این سیستم آبیاری، لوله‌ها یا نوارهای قطره‌ای که در زیر سطح زمین داخل خاک گذاشته می‌شود، وظیفه تأمین آب ریشه گیاه به صورت مستقیم را بر عهده دارد.

۲- آسیب‌شناسی آبیاری کشور

روش‌های زیادی برای آبیاری محصولات وجود دارد که سلامت محصولات را نیز تضمین می‌کند. آبیاری باید به روش مناسب انجام شود، زیرا می‌تواند آثار نامطلوبی بر محصولات داشته باشد. در ادامه، به آسیب‌شناسی و برخی از این آثار پرداخته می‌شود.

- در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و نواری یکی از ایرادات مشترک و با فراوانی وقوع بالا، نصب نکردن دستگاه تصفیه مرکزی و متعلقات آن است. علت عدم استقبال پیمان‌کاران و کشاورزان از نصب دستگاه تصفیه مرکزی آب را می‌توان نداشتن کارایی لازم این دستگاه در تصفیه و گرفتن مواد معلق موجود در آبیاری مانند جلبک، شن، ماسه، رس و سیلت دانست؛ به طوری که بود و نبود این دستگاه در گرفتگی قطره‌چکان‌ها و روزنه نوارها از نظر کشاورز اهمیتی ندارد (اسلامپور، ۱۳۹۲). به عبارت دیگر، ناکارایی این دستگاه باعث نصب نکردن آن توسط کشاورزان شده است.

- هزینه بالای اولیه و ثانویه طرح‌های آبیاری برای کشاورزان و تولیدکنندگان از جمله آسیب‌های الگوی آبیاری در کشور است. برای مثال، در سیستم آبیاری بارانی برای ذخیره آب و پمپاژ ثانویه آب، نیاز به احداث استخر است، اما با توجه به اینکه بیش از ۷۰ درصد مزارع کشور کمتر از ۵ هکتار هستند، احداث استخر برای صاحبان مزارع بسیار هزینه‌بر است. می‌توان گفت در طرح‌های با مساحت کم، اغلب توان مالی بهره‌برداران پایین است (اسلامپور، ۱۳۹۲).
- در بیشتر نقاط کشور، آبیاری بارانی به دلیل کاهش میزان مصرف آب توسعه یافته است. این نوع آبیاری به‌خاطر ایجاد محیط گرم و خیس سبب بیماری‌های قارچی و باکتریایی در گیاه می‌شود. برای رفع این مسئله، کشاورزان به‌اجبار از سموم و آفت‌کش‌های بیشتری استفاده می‌کنند.
- آبیاری‌های بارانی و قطره‌ای دارای هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و نگهداری بالا برای تولیدکنندگان و مزرعه‌داران است. یکی از دلایل بالا بودن هزینه نگهداری آبیاری بارانی و قطره‌ای، کیفیت پایین تجهیزات آبیاری در کشور است.
- در انواع آبیاری سطحی، غرقابی، بارانی و هر نوع آبیاری که آب به‌طور مستقیم با نور خورشید در ارتباط است، باعث افزایش شدت تبخیر و هدررفت آب می‌شود. مسئله شدت تبخیر به‌ویژه در مناطق گرم و خشک بسیار پررنگ است. گفتنی است که حدود ۶۲ درصد مساحت کشور در اقلیم خشک و فراخشک قرار دارد. بنابراین، سطح

شمرده می‌شود؛ به طوری که به فراخور شرایط این نوع آبیاری، احتمال جویده شدن نوارهای آبیاری توسط جوندگان، آسیب دیدن لوله‌ها با ماشین‌آلات کشاورزی، تجمع نمک در لوله‌ها و هزینه بالای نگهداری و تعمیر آن وجود دارد.

- آبیاری زیرسطحی یا قطره‌ای برای برخی محصولات مناسب نیست. برخی محصولات به تأمین آب مداوم نیاز ندارند که می‌تواند برای محصولات تابستانی مناسب نباشد.
- در آبیاری غرقابی (در برخی نقاط کشور از روش آبیاری غرقابی برای آبیاری محصولات کشاورزی استفاده می‌شود)، ورود و نشست بیش از حد آب باعث ایجاد باتلاق‌ها و برکه‌ها در تمام طول کانال یا کرت‌ها می‌شود. باتلاق‌ها و برکه‌ها در طول زمان تبدیل به مکانی برای تجمع پشه می‌شوند که موجب بیماری می‌شود.
- آبیاری در برخی مناطق کشور در صورت بالا بودن شدت تبخیر آب منجر به تجمع نمک در خاک، کاهش حاصلخیزی خاک و بهره‌وری محصول می‌شود.

۳- ظرفیت شرکت‌های دانش‌بنیان

یکی از راه‌حل‌های تصحیح الگوی آبیاری کنونی، توسعه و گسترش سامانه هوشمند آبیاری است. با جایگزین کردن سامانه هوشمند آبیاری با روش و تکنیک‌های نامناسب کنونی آبیاری، آب مصرفی بخش کشاورزی تا حدود زیادی کاهش می‌یابد. سامانه‌های هوشمند آبیاری متشکل از ابزارهایی برای دریافت ادراکات از محیط، تصمیم‌گیری و اعمال اقدام بر محیط است. این

وسعی از کشور با مسئله برخورد مستقیم نور خورشید به آب در حین آبیاری روبه‌روست.

- بیشتر محصولات در فصل تابستان کشت می‌شود. این فصل، مهم‌ترین فصل زراعی برای درآمد و سود کشاورزان و بهترین دوره کشت برای محصولات شمرده می‌شود، اما کشور هر ساله در فصل تابستان با کمبود آب، برق و انرژی مواجه و برق مصرفی کشاورزان به اجبار قطع می‌شود. در اغلب موارد، بیشتر دستگاه‌های مورد استفاده برای آبیاری محصولات کشاورزی نیازمند برق یا هر نوع انرژی دیگر است. قطعی برق و عدم آبیاری محصولات یکی از بزرگ‌ترین آسیب‌های الگوی آبیاری در بخش کشاورزی است. تأمین برق از طریق پنل‌های خورشیدی به عنوان انرژی پاک راه‌حل بسیار مناسبی برای این مسئله است که بسیاری از کشورهای همسایه مانند افغانستان از این فناوری استفاده می‌کنند. با نصب پنل‌های خورشیدی در زمین‌های کشاورزی نه تنها مسئله برق برطرف می‌شود، بلکه مصرف برق بخش کشاورزی از طریق نیروگاه‌ها به شدت کاهش می‌یابد، اما راه‌اندازی و استفاده از این انرژی پاک برای کشاورزان بسیار پرهزینه است.
- در آبیاری زیرسطحی که در چند سال اخیر به دلیل کم‌آبی در مزارع و باغات توسعه یافته است، آب‌وهوای زیادی به ریشه گیاه می‌رسد که باعث می‌شود گیاهان رشد سریع‌تری داشته باشند، اما سیستم آبیاری زیرسطحی، آبیاری پرسیکی

دیگر از محصولات شرکت‌های دانش‌بنیان برای افزایش استحکام این تجهیزات نسبت به ضربه در مزارع کشاورزی است. از مزیت‌های رقابتی این محصول می‌توان به دوام بالا و قیمت پایین نسبت به نمونه‌های خارجی اشاره کرد. از دیگر مزایای این تولیدات، بهینه‌سازی مصرف آب و مدیریت منابع آب و انرژی است.

- بالا بودن شوری آب و خاک، پایین بودن میزان بارش‌ها و تبخیر بالا از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات پاییزی در مناطق گرم و خشک است. کشت این دسته از محصولات به روش کف‌کار به‌عنوان روشی نوین در اراضی شور، سبب افزایش عملکرد و افزایش بازده آب آبیاری می‌شود. در حال حاضر این روش به‌صورت آزمایشی در شهرستان جاجرم اجرا شده است (نامورحمزانی و جهانی، ۱۴۰۰).

- در سال‌های اخیر با توجه به ناپایداری منابع آب و کاهش سطح سفره‌های آب زیرزمینی، سیاست‌گذاران بخش کشاورزی درصدد ایجاد محدودیت در کشت برنج در کشور (به‌جز استان‌های گیلان و مازندران) بوده‌اند. بهترین راه‌حل برای امکان کاشت برنج در مناطق کم‌آب، ایجاد تغییر هم‌زمان روش آبیاری و روش کشت برنج از حالت غرقابی و نشایی به حالت کشت مستقیم (خشکه‌کاری) و آبیاری قطره‌ای و استفاده از توانمندی‌های ظرفیت شرکت‌های دانش‌بنیان در این مسیر است.

تصمیم‌گیری باید عقلانی باشد؛ به‌طوری‌که بتوان بهترین بازده و نتیجه را حتی در شرایط نبود قطعیت به دست آورد. در ادامه، برخی از توانمندی‌های پیشنهادشده شرکت‌های دانش‌بنیان در کشور گزارش می‌شود.

- بازیافت مجدد زه آب‌های کشاورزی برای پرورش آبیان و گیاهان با تکیه بر مدیریت تلفیقی زه‌آب‌ها در راستای کاهش مصرف آب در مزارع و زمین‌های کشاورزی.

- تدوین الگوی مدیریتی مبتنی بر روش‌های تصمیم‌گیری نوین درباره اولویت‌بندی بازسازی قنات‌ها برای کنترل و استفاده از آب‌های سطحی ناشی از بارندگی‌های سالانه.

- استفاده از سامانه برنامه‌ریزی آبیاری هوشمند مبتنی بر IOT؛ این سامانه منطبق بر شرایط اقلیمی کشور طراحی و ساخته شده است. در سامانه برنامه‌ریزی آبیاری هوشمند، میزان رطوبت نسبی اطراف ریشه گیاه با حسگر پیشرفته رطوبت خاک ثبت می‌شود. با استفاده از اطلاعات این حسگر، رطوبت و دمای هوا، سرعت و جهت باد و میزان تبخیر و تعرق گیاه محاسبه و با هوش مصنوعی به‌طور هوشمند دور آبیاری و میزان آب مورد نیاز گیاه محاسبه می‌شود و به‌صورت خودکار و بدون نیاز به حضور در محل، برحسب میزان رطوبت خاک و نیاز گیاه به آب، عملیات آبیاری انجام می‌شود.

- تقویت و تولید انواع تجهیزات آبیاری و اتصالات پلیمری با استفاده از فناوری نانو، یکی

1. Internet Of Things

۴- ملاحظات امنیت اقتصادی

اصلاح و توسعه روش‌های آبیاری در هر منطقه نقش مهمی در امنیت غذایی دارد.

انواع آبیاری و بررسی انطباق‌پذیری آن با ناحیه مورد کشت و محصول مورد نظر از الزامات تخصیص و معرفی روش‌های آبیاری در راستای افزایش عملکرد و تأمین امنیت غذایی است. بنابراین، نه تنها باید از روش‌ها و تکنیک‌های به‌روز برای آبیاری مزارع استفاده کرد، بلکه باید کارشناسان، کشاورزان و مزرعه‌داران بومی، کارا یا ناکارا بودن آن را در هر ناحیه مورد ارزیابی قرار دهند و احتمال پذیرش آن نیز بررسی شود. به‌یقین هر نوع اصلاح و آسیب‌شناسی الگوی آبیاری در بخش کشاورزی، اثر مثبت و مستقیمی بر ذخایر آبی کشور و امنیت غذایی دارد؛ زیرا با اصلاح الگوی آبیاری بخش کشاورزی مبتنی بر الگوی کشت نه‌تنها می‌توان میزان آب مصرفی بخش کشاورزی را کاهش داد، بلکه امکان تولید به‌صرفه‌تر وجود خواهد داشت. با پیشروی در این مسیر، دو هدف بزرگ در بخش کشاورزی یعنی کاهش مصرف آب و کاهش هزینه‌های تولید و قیمت مصرفی محصولات محقق می‌شود. کاهش مصرف آب در کشوری که حدود ۶۱ درصد از مساحت آن در اقلیم خشک و فراخشک قرار دارد و بحران آب در آن به چالش بزرگی تبدیل شده، بسیار حائز اهمیت است. کمبود آب و مدیریت نادرست آن سبب تهدید امنیت غذایی و به دنبال آن، تهدید امنیت اقتصادی کشور می‌شود. پیش‌بینی می‌شود با ثابت بودن دیگر شرایط اقتصادی در کشور، در صورت

کشاورزی مبتنی بر آبیاری نقش اساسی در امنیت غذایی جهانی و رفاه بخش بزرگی از جمعیت جهان ایفا می‌کند. در اجلاس جهانی غذا در سال ۱۹۹۶، سازمان خواربار و کشاورزی^۱ تخمین زد که ۶۰ درصد غذای اضافی مورد نیاز در آینده باید از کشاورزی آبی تأمین شود. کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی^۲ پیش‌بینی کرده است که تولید کنونی مواد غذایی باید در ۲۵ سال آینده دو برابر شود. برای تأمین نیاز غذایی و کاهش فقر، با گذشت زمان، سطح آبیاری شده با آب‌های زیرزمینی در سراسر جهان اهمیت بیشتری می‌یابد و نیاز به شناسایی و ترویج شیوه‌های پایدار مانند روش‌های آبیاری مدرن و به‌صرفه برای تولید در بخش کشاورزی دوچندان می‌شود (Yang et al, 2023).

بزرگ‌ترین هدف فرایند پیشرفت و توسعه تجهیزات و روش‌های آبیاری، افزایش بهره‌وری آب مصرفی در کشت محصولات بخش کشاورزی است. روند تغییرات روش‌های آبیاری از آبیاری غرقابی، بارانی، قطره‌ای، زیرسطحی و... نشان‌دهنده اهمیت دو چیز است. نخست، منابع آب و مقدار ذخایر آن‌ها و دوم، محصولات تولیدشده در بخش کشاورزی و نیاز شدید انسان به غذا. به‌عبارت‌دیگر، به‌رغم گزارش‌های مبتنی بر کمبود و بحران آب نه‌تنها در کشور، بلکه در دنیا، نمی‌توان کشت محصولات کشاورزی را حتی با اینکه بیشترین میزان مصرف آب را دارد، متوقف کرد؛ زیرا باعث کاهش امنیت غذایی و ایجاد فقر و گرسنگی می‌شود. بنابراین، انتخاب،

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
2. The International Commission on Irrigation and Drainage (ICID)

- ارتقا و بهبود کیفیت تجهیزات آبیاری در کشور: یکی از چالش‌های اصلی در توسعه آبیاری بارانی و قطره‌ای، کیفیت تجهیزات است. عملکرد و طول عمر برخی از تجهیزات آبیاری در کشور پایین و پرهزینه است. این موضوع باعث افزایش چندبرابری هزینه‌های نگهداری این تجهیزات برای کشاورزان در طول هر سال زراعی شده است. به عبارت دیگر، کشاورز در طول کشت نه تنها باید نگران قطع شدن برق و آب در مزرعه به دلیل کم‌آبی باشد، بلکه باید سعی در مدیریت هزینه‌های تخریب و تعمیر تجهیزات با کیفیت پایین آبیاری و تخصیص درآمد به آن‌ها داشته باشد. ضروری است وزارت جهاد کشاورزی با حمایت‌های اقتصادی و غیراقتصادی از شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در بخش کشاورزی و محصولات آن‌ها، سعی در ارائه برنامه و طرح‌های افزایش کیفیت تجهیزات آبیاری در راستای کاهش مصرف آب و هزینه‌های تولیدکنندگان برای تأمین امنیت غذایی داشته باشد.

- حمایت مالی از کشاورزان کوچک‌مقیاس و شرکت‌های دانش‌بنیان در راستای استفاده از روش‌های آبیاری مدرن: هزینه تجهیزات آبیاری برای کشاورزان کوچک‌مقیاس مانند احداث استخر، راه‌اندازی آبیاری بارانی و قطره‌ای و نصب پنل‌های خورشیدی برای استفاده از انرژی پاک و کاهش تقاضای برق مصرفی بخش کشاورزی از نیروگاه‌های برق بالاست. همچنین، درآمد کشاورزان از صرفه‌جویی در مصرف آب کم است. این منجر به انگیزه پایین کشاورزان برای صرفه‌جویی در آب می‌شود که مشکل هزینه‌های بالای نصب تجهیزات آبیاری را تشدید

اصلاح الگوی آبیاری کنونی در هر منطقه و ناحیه و توسعه و گسترش روش و تکنیک‌های آبیاری مناسب، قیمت محصولات کشاورزی به تناسب کاهش یابد. به زبان ساده، کارایی فنی و کارایی تخصیصی سبب کارایی اقتصادی می‌شود و تأثیر مثبت بر امنیت اقتصادی دارد. از سوی دیگر، نبود مدیریت درست و یکپارچه آب و ارتقای سیستم‌های آبیاری در مزارع آبی اثر منفی بر امنیت غذایی و اقتصادی کشور دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد راهکارها

آبیاری اقدامی فنی است که برای تکمیل آب لازم برای رشد محصول استفاده می‌شود. تأمین آب کافی برای رشد طبیعی محصول، در عملکرد بالا و پایدار آن بسیار مهم است؛ زیرا تنش آبی در دوره کاشت و برداشت محصول سبب کاهش عملکرد می‌شود. برخی از روش‌های آبیاری مرسوم نه تنها منجر به آبیاری نامتعادل می‌شود، بلکه خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی را به دلیل شسته شدن مواد شیمیایی و مواد مغذی از ناحیه ریشه محصول، کاهش آب‌های زیرزمینی، نشست زمین، شوری خاک و... افزایش می‌دهد. چین به عنوان پرجمعیت‌ترین کشور جهان و بزرگ‌ترین تولیدکننده کالاهای اساسی، برای برآوردن تقاضای غذا و به حداقل رساندن استفاده از منابع آبی و طبیعی، فناوری‌های پیشرفته کشاورزی و رویکردهای مدیریتی را برای افزایش بهره‌وری در واحد سطح در دستور کار خود قرار داده است. در ادامه، برای اصلاح و آسیب‌شناسی بهتر الگوی آبیاری کشور مبتنی بر ظرفیت شرکت‌های دانش‌بنیان، راهکارهای راهبردی زیر پیشنهاد می‌شود.

- می‌کند. بنابراین، بهتر است که وزارت جهاد کشاورزی سعی در حمایت از کشاورزان کوچک‌مقیاس در راستای استفاده از روش‌های آبیاری مدرن کند. با حمایت وزارت جهاد کشاورزی از کشاورزان برای خرید این نوع تجهیزات، تقاضای تولیدات شرکت‌های دانش‌بنیان در این زمینه افزایش می‌یابد و بدین طریق، این وزارتخانه به‌صورت غیرمستقیم از شرکت‌های یادشده نیز حمایت می‌کند.
- آسیب‌شناسی منطقه‌ای و ناحیه‌ای الگوی آبیاری محصولات کشاورزی: با توجه به اینکه هر منطقه و ناحیه دارای کشاورزی منحصر به فرد است، روش آبیاری، نوع تأمین آب و صرفه‌جویی در آب مصرفی نیز در مناطق مختلف، متفاوت و منحصر به فرد است. ضروری است وزارت جهاد کشاورزی و سازمان و ارگان‌های مربوط، آسیب‌شناسی آبیاری را به‌صورت منطقه‌ای و جز به‌جز انجام دهند و از توانمندی و ظرفیت شرکت‌های دانش‌بنیان به‌صورت ناحیه‌ای استفاده شود.
- منابع**
- اسلامپور، سعیدرضا. (۱۳۹۲). آسیب‌شناسی سامانه‌های آبیاری تحت فشار در مرحله ساخت با هدف ارتقای بهره‌برداری، چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز، <https://civilica.com/doc/251711>.
- دهقانی سانجج، حسین؛ حقایقی، سید ابوالقاسم؛ کرامتی، مجید؛ فرازمنند، حسین؛ و پیرتاج همدانی، رضا (۱۴۰۰). سامانه تصمیم ساز برنامه ریزی هوشمند آبیاری. *بازتاب تات*، ۴(۱۳)، ۱۸-۱۹.
- سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، ۲۰۲۳. FAOSTAT
- کیانی، علیرضا؛ آبیاری، نورمحمد؛ مساوات، سیدافشین؛ یزدانی، محمدرضا (۱۳۹۹). تغییر روش کشت و آبیاری برنج برای تعدیل کم‌آبی و افزایش بهره‌وری آب در استان گلستان. *بازتاب تات*، ۳(۱۰)، ۳۰-۳۱.
- نامور حمزانلویی، حمید و زهره جهانی (۱۴۰۰). افزایش راندمان آبیاری با روش کف‌کار در اراضی شور، *بازتاب تات*، ۴(۱۱)، ۲۵-۲۴.
- وزارت نیرو. ۱۴۰۲. <https://yun.ir/ste5md>.
- مرکز آمار و اطلاعات جهاد کشاورزی، ۱۴۰۲. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات (maj.ir)
- Nazari, B., Liaghat, A., Akbari, M. R., & Keshavarz, M. (2018). Irrigation Water Management in Iran: Strategic Planning for Improving Water use Efficiency. *Agricultural Water Management*, 208, 7-18.
- Yang, P., Wu, L., Cheng, M., Fan, J., Li, S., Wang, H., & Qian, L. (2023). Review on Drip Irrigation: Impact on Crop Yield, Quality, and Water Productivity in China. *Water*, 15(9), 1733.