وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
AERI

نگاهی به راه‌کارهای ارتقاء بازده و کارایی مصرف آب آبیاری

نگارش
فرحناز سهراب و فریبرز عباسی

نشریه فنی، شماره ۳٤، سال ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نگاهی به راه‌کارهای ارتقاء بازده و کارایی مصرف آب آبیاری

تهیه و تدوین:
فرحناز سهراب و فریبرز عباسی

سال انتشار:
۱۳۸۹

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

عنوان نشریه:	نگاهی به راه‌کارهای ارتقاء بازده و کارایی مصرف آب آبیاری
نگارش:	فرحناز سهراب و فریبرز عباسی
ناشر:	مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
سال انتشار:	۱۳۸۹
شمارگان:	۵۰۰
ویراستار:	فرحناز سهراب
صفحه‌آرایی:	فرحناز سهراب

آدرس: کرج ، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۸٤٥-۳۱۵۸۵،
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
تلفن: ۲۷۰۵۳۲۰، ۲۷۰۵۲٤۲ و ۲۷۰۸۳۵۹ (۰۲٦۱)، دورنگار: ۲۷۰٦۲۷۷ (۰۲٦۱)

پایگاه اطلاعاتی مؤسسه: www.aeri.ir

مخاطبان نشریه:

کارشناسان آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، کارشناسان وزارت نیرو، دانشجویان رشته‌های مهندسی آب، کارشناسان و مهندسان مشاور فعال در طراحی و اجرای پروژه‌های آبیاری، مروجان و کارشناسان سایر رشته‌های کشاورزی.

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با

- مقدمه‌ای بر بازده آب آبیاری
- ارزیابی وضعیت موجود بازده آب آبیاری
- علل پایین بودن بازده آب آبیاری در کشور
- برخی شیوه‌های ارتقاء بازده و کارایی مصرف آب آبیاری

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۲
ارزیابی وضعیت موجود بازده آب آبیاری	۲
علل پایین بودن بازده آب آبیاری	۵
مروری بر روش‌های ارتقاء بازده آب آبیاری	٦
اصلاح و بهبود سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی	٦
تجهیز و نوسازی اراضی	۷
کودآبیاری	۹
آبگیری با سیفون	۱۰
آبیاری شبانه	۱۱
ترویج و توسعه رژیم کاهش جریان	۱۳
کم‌آبیاری	۱۳
توسعه سامانه‌های آبیاری کم‌فشار (هیدروفلوم)	۱۵
توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار	۱٦
خودکارسازی در سامانه‌های آبیاری	۱۷
توسعه کشت‌های گلخانه‌ای	۱۹
بهبود مدیریت زراعی	۱۹
خاک‌ورزی حفاظتی	۲۰
افزایش میزان آگاهی کشاورزان	۲۱
نتیجه‌گیری	۲۲
منابع مورد استفاده	۲٤

مقدمه

یکی از فاکتورهای مهم برای قضاوت در خصوص عملکرد یک سامانه آبیاری یا نحوه مدیریت آن، بازده آبیاری و یکنواختی آن است. این پارامترها به اجزاء و بخش‌های مختلف تقسیم می‌شود که با توجه به روش‌های مختلف به‌کار رفته نامگذاری شده‌اند. به‌طورکلی، مناسب بودن یک آبیاری به مقدار آب ذخیره شده در ناحیه توسعه ریشه، تلفات نفوذ عمقی در زیر ناحیه ریشه، تلفات ناشی از رواناب سطحی، یکنواختی آب به‌کار برده شده و کمبود رطوبتی در پروفیل خاک در هر نوبت آبیاری بستگی دارد. در زمینه اندازه‌گیری بازده آبیاری در ایران و جهان مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است.

نتایج مطالعات متعدد نشان می‌دهد که روش‌های اصلاح و بهبود سامانه‌های آبیاری سطحی که بیش از ۹۰ درصد اراضی آبی کشور با این روش آبیاری می‌شوند، به طور عمده مدیریتی بوده و با هزینه کم و در مدت زمان کوتاه قابل اجراء می‌باشند. روش‌های اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی در صورت به‌کارگیری توسط بهره‌برداران، قادرند ۴۰-۳۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی نموده و به همین میزان بازده آب آبیاری را افزایش دهند.

ارزیابی وضعیت موجود بازده آب آبیاری

برای ارزیابی عملکرد سامانه‌های مختلف آبیاری سهراب و همکاران (۱۳۸۸) مطالعات انجام شده در خصوص بازده آب آبیاری طی سال‌های ۱۳۵۱ تا ۱۳۸۷ را جمع‌بندی و تحلیل نمودند. در این

پـژوهش، نتـایج حاصـل از ۹۵ مـورد بررسـی و مطالعـه منتـشر شـده درخصوص بازده آب آبیاری در سطح کشور (شامل ۹۰۹ مـورد دفعـات آبیاری اندازه‌گیری شده) توسط دستگاه‌های مختلف پژوهشی و اجرایی اندازه‌گیری و گزارش شده بود، جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل شد. نتـایج نشان داد که متوسط بازده کاربرد آب آبیاری از ۲۳/۹ تـا ۸۲/۱ درصـد متغیر و میـانگین آن ۵۴/۳ درصـد اسـت. متوسـط بـازده کـاربرد آب آبیاری در سال ۱۳۷۸ (ابتدای برنامه توسعه سوم) بر اساس جمع‌بندی داده‌ها، از ۲۴/۷ تا ۵۵/۷ درصد متغیر و میانگین آن ۵۰/۹ درصـد بـود. براساس نتایج، میانگین بازده کـل آبیـاری بـین ۴۰ تـا ۴۶ درصـد (بـا احتساب ۸۵ درصد بازده انتقال و توزیع) مـی‌باشـد کـه در مقایـسه بـا مقدار فرض شده در سال ۱۳۷۸ (متوسط بازده کل ۳۵ درصد)، حـدود ۱۱ درصد افزایش نشان می‌دهد. بـا فـرض ۸۰ درصـد بـازده انتقـال و توزیع، بازده کل آبیاری حدود ۴۳/۳ درصد بود. متوسـط بـازده کـاربرد آب آبیاری در منابع آب زیرزمینـی و سـطحی بـه ترتیـب ۵۶/۱ و ۵۳ درصد برآورد گردید. تحلیل یکنواختی توزیع آب نشان می‌دهد کـه در ۲۷ درصد اندازه‌گیـری‌هـا، یکنـواختی توزیـع آب کمتـر از ۶۷ درصـد می‌باشد که به طـور عمـده مربـوط بـه روش‌هـای آبیـاری جویچـه‌ای، آبفشان غلطان، کلاسیک ثابت و قطره‌ای به علت عدم طراحی مناسـب بوده است.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهـد بـازده آب آبیـاری در اسـتان‌هـای فارس، آذربایجان‌غربی، اردبیل و قزوین در مقایسه با استان‌هـای دیگـر بیشتر است. از طرفـی در تعـدادی از اسـتان‌هـای کـشور نظیـر ایـلام،

بوشهر، خراسان شمالی و جنوبی، سمنان، سیستان و بلوچستان، قم، کردستان، لرستان، هرمزگان و یزد به دلیل کمبود اطلاعات امکان ارزیابی وضعیت موجود بازده آب آبیاری میسر نشد. در این استان‌ها باید برنامه‌ریزی لازم برای ارزیابی بازده آب آبیاری صورت گیرد.

بر اساس گزارش فائو (Burt & Styles,1999) متوسط بازده کل آبیاری در کشورهای توسعه یافته حدود ۶۰ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۴۵ درصد است (جدول ۱). درحالی‌که بازده آب آبیاری در ایران حدود ۴۳/۳ درصد می‌باشد (سهراب و همکاران، ۱۳۸۸) که تقریباً مشابه کشورهای در حال توسعه ولی کمتر از بازده آب آبیاری در کشورهای توسعه یافته است. مقایسه بازده آب آبیاری در ایران با خیلی از کشورهای واقع در قارهٔ آفریقا، آمریکای لاتین، و آسیا نشان می‌دهد که بازده آب آبیاری در ایران بیشتر از اغلب آن کشورها است (جدول ۲).

جدول ۱- بازده آب آبیاری در برخی از کشورهای در حال توسعه [Burt & Styles,1999]

نام کشور	بازده (درصد)
لیبی	۶۰
هند	۵۴
مصر	۵۳
سوریه	۴۵
پاکستان	۴۴
عربستان	۴۳
ترکیه	۴۰
چین	۳۶

جدول ۲- بازده کل آب آبیاری در برخی از کشورهای در حال توسعه (فائو، ۲۰۰۲)

نام کشور	بازده کل (درصد)	
	۱۹۹۸	۲۰۳۰
آفریقای جنوبی	۳۳	۳۷
آمریکای لاتین	۲۵	۲۵
شرق و شمال آفریقا	۴۰	۵۳
جنوب آسیا	۴۴	۴۹
شرق آسیا	۳۳	۳۴
۹۳ درصد کشورهای در حال توسعه	۳۸	۴۲

در این نشریه سعی بر آن است علل پایین بودن بازده آب آبیاری و برخی شیوه‌های ارتقاء آن برای آشنایی و اطلاع کارشناسان آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، کارشناسان وزارت نیرو، دانشجویان رشته‌های مهندسی آب، کارشناسان مهندسان مشاور فعال در طراحی و اجرای پروژه‌های آبیاری ارائه شود.

علل پایین بودن بازده آب آبیاری

مهمترین علل پایین بودن بازده آب آبیاری در کشور شامل توسعه ناکافی روش‌های نوین آبیاری، مدیریت نامناسب منابع آب موجود، آبیاری بی‌رویه، بهینه نبودن اندازه قطعات زراعی، ناکافی بودن استفاده از فن‌آوری‌های نوین، ضعف در طراحی، اجرا و برنامه‌ریزی سامانه‌های آبیاری (عدم انطباق تکنولوژی‌های طراحی و اجراء با شرایط محلی)، دانش کم و آموزش ناکافی بهره‌برداران می‌باشد (حیدری و همکاران، ۱۳۸۸).

با توجه به بازده آب آبیاری حدود ۴۳ درصد در کشور امکان تأمین مواد غذایی و رسیدن به خودکفایی تولید در محصولات کشاورزی با مشکل روبرو خواهد بود. توسعه اراضی آبی کشور با منابع موجود و میزان مصرف فعلی آب، امکان پذیر نمی‌باشد. لذا، تغییر الگوی مصرف آب، بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه و افزایش سطح زیر کشت از طریق صرفه‌جویی در مصرف آب موجود به عنوان یک راه‌کار اساسی مطرح است.

مروری بر روش‌های ارتقاء بازده آب آبیاری

روش‌های زیادی برای بهبود عملکرد سامانه‌های آبیاری و افزایش بازده آب آبیاری وجود دارد. در زیر به برخی از روش‌های ساده، کم‌هزینه و کاربردی اشاره شده است.

اصلاح و بهبود سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی

با توجه به هزینه زیاد سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار، بهبود و اصلاح روش‌های آبیاری سطحی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. با اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی به روش‌های مختلف نظیر تسطیح اراضی، انتخاب روش آبیاری سطحی مناسب و متناسب با مدیریت زراعی کشاورزان هر منطقه، طراحی و اجرای مناسب سامانه، امکان صرفه‌جویی در مصرف آب به میزان ۴۰-۳۰ درصد و افزایش بازده آبیاری به میزان قابل توجه امکان پذیر است. روش‌ها و اقدامات

متعددی در این خصوص قابل انجام است که در زیر بـه برخـی از آنهـا اشاره می‌شود.

✓ **تجهیز و نوسازی اراضی**

از جمله عوامل مهم در عدم بهره‌برداری بهینه از منابع آب، کوچـک بودن و پراکندگی اراضی کشاورزان است. کوچک بودن انـدازه قطعـات زراعی موجب تلفات در انهار و مزارع و کاهش بازده آب آبیاری می‌شود. تجهیز و نوسازی اراضی شـامل قطعـه‌بنـدی، تـسطیح اراضـی، احـداث کانال‌های داخل مزرعه و یکپارچه‌سازی است که باعث افزایش عملکرد و بازده آب آبیاری در مزرعه می‌شود.

تسطیح و قطعه‌بندی مناسب اراضی امکـان کـاهش مـصرف آب بـه میزان ۳۰ تا۴۰ درصد، افـزایش عملکـرد تـا ۲۵ درصـد بـا اسـتفاده از آبیاری نواری، افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۲ برابر و صرفه‌جوئی سایر نهاده‌ها (کود و بذر) را خواهد داشـت. ایـن روش در اسـتان‌هـای مختلف کشور و برای اکثر محصولات زراعی و باغی قابل اعمال است.

برخی از نتایج اصلاح روش‌های سنتی آبیاری در پایلوت‌هـای اجـرا شده موسسه تحقیقات فنی و مهندسـی کـشاورزی در دشـت آزادگـان طی سال‌های زراعی ۸۷-۱۳۸۶ به شرح زیر است (شکل ۱):

- کاهش مصرف آب به میزان ۳۶ درصد؛
- افزایش عملکرد به میزان ۱۸ درصد با استفاده از آبیاری نواری؛
- افزایش عملکرد به میزان ۲۷ درصد با استفاده از آبیاری کرتی؛

- افزایش کارایی مصرف آب از ۰/۶۱ به ۱/۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب در آبیاری کرتی؛
- افزایش کارایی مصرف آب از ۰/۶۱ به ۱/۰۴ کیلوگرم بر متر مکعب در آبیاری نواری؛
- صرفه‌جوئی به میزان ۵۰ درصد در مصرف بذر.

(الف) (ب)

شکل ۱- الف) اندازه نامناسب قطعات زراعی و ب) قطعه زراعی با ابعاد اصلاح شده

تسطیح نیز یکی از روش‌های بهبود مدیریت و بازده آب آبیاری در مزرعه است. لزوم انجام تسطیح اراضی زراعی در ایران به منظور بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه و استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی امری اجتناب‌ناپذیر است. در این میان تسطیح لیزری اراضی یکی از چشمگیرترین پیشرفت‌ها در آبیاری سطحی است (شکل ۲). از این تکنولوژی در تسطیح اراضی زراعی در کشورهای پیشرفته نظیر آمریکا،

برخی کشورهای اروپایی و استرالیا به طـور وسـیع و در کـشورهای در حال توسعه نظیر پاکستان، مصر، هند و ترکیه به طور نـسبی اسـتفاده می‌شود. تسطیح اراضی باعث صرفه‌جوئی ۲۵-۲۰ درصد در مصرف آب، افزایش سطح زیر کشت، کاهش هزینه‌های آبیاری، افزایش عملکرد تـا حدود ۷ درصد می‌شود.

شکل ۲- بهبود مدیریت آبیاری با تسطیح اراضی

✓ کودآبیاری

کودآبیـاری یـک روش بهبـود مـدیریت مـصرف آب و کـود اسـت. کودآبیاری عبارت از مصرف کودهای شیمیایی همراه آب آبیاری اسـت. در این روش، کودهای محلول از جمله کود اوره در آب حـل و محلـول کودی (کود محلول) در آب آبیـاری تزریـق و در سـطح مزرعـه پخـش می‌شود. در کودآبیاری امکان اسـتفاده کـم، مکـرر، مـداوم و تقـسیطی عناصر غـذایی در طـول دوره رشـد مطـابق بـا نیـاز گیـاه وجـود دارد.

کودآبیاری موجب ۴۰ تا ۶۰ درصد کاهش مصرف کود بدون کاهش عملکرد می‌شود. این روش کوددهی باعث بهبود کارایی مصرف آب و کود، افزایش عملکرد و کیفیت محصول شده و حتی عمر انبارداری محصولات را افزایش می‌دهد (عباسی و جلینی، ۱۳۸۸).

روش‌های آبیاری سطحی عموماً باعث تلفات آب و کود به صورت رواناب سطحی می‌شوند. در صورت عدم مدیریت صحیح، تزریق کود در مزارع با انتهای باز می‌تواند تا ۶۰ درصد کود تزریق شده را به صورت رواناب از انتهای مزرعه تلف نماید.

توصیه می‌شود هنگام کودآبیاری، برای کاهش تلفات کود از طریق رواناب از رژیم‌های کاهش جریان استفاده شود. بدین‌ترتیب که آبیاری با دبی‌های نزدیک به ماکزیمم دبی غیرفرسایشی شروع و پس از تکمیل پیشروی حدود ۸۰ درصد طول مزرعه، دبی ورودی کاهش و یا حتی قطع گردد. با اعمال این مدیریت تلفات آب و کود به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. در کودآبیاری مصرف کودهای با درجه حلالیت توصیه نمی‌شود (عباسی و جلینی، ۱۳۸۸).

✓ آبگیری با سیفون

استفاده از سیفون در روش‌های آبیاری جویچه‌ای لازم و ضروری است. مزایای استفاده از سیفون برای توزیع آب در مزرعه شامل کاربرد ساده و ارزان، جلوگیری از تخریب و شتستشوی خاک و پخش یکسان آب در تمام ردیف‌های مزرعه است. این روش قابل رقابت با لوله‌های دریچه‌دار و کم‌فشار است (شکل ۳).

شکل ۳- نمونه‌هایی از آبیاری با سیفون برای توزیع یکنواخت آب در مزرعه

✓ **آبیاری شبانه**

آبیاری شبانه در مزارع به منظور سرعت بخشیدن به آبیاری از جمله راه‌های اجتناب ناپذیر توسط کشاورزان است. آبیاری شبانه به دلایل گوناگون دارای بازده پایین‌تر از آبیاری روزانه می‌باشد. ***عمده‌ترین عوامل تلفات آب در آبیاری شبانه پایین آمدن کارایی فرد آبیار به علت نبود نور و کاهش دید آبیار است***. این امر به ویژه در زمان تقسیم آب در مزرعه بسیار مشکل و خسته‌کننده است. در این راستا ***استفاده از لوله‌های دریچه‌دار در سطح مزرعه و تبدیل کانال‌ها و جوی‌های انتقال دهنده آب به لوله‌های دریچه‌دار هنگام طراحی و اجرای عملیات تسطیح اراضی علاوه بر آنکه سبب کاهش هزینه‌های عملیات تسطیح می‌گردد،*** سبب کم‌شدن تلفات زمین نیز می‌شود. همچنین با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار، بازده آبیاری شبانه به دلیل راحتی کار افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که با باز و بسته کردن دریچه‌های مربوط به هر واحد آبیاری به راحتی آب را هدایت و از هدر دادن انرژی آبیار در شب می‌کاهد.

خودکار کردن سامانه آبیاری نیز یکی از راه‌کارهای کـاهش تلفـات آب در آبیاری شبانه است.

از آنجا که یکی از موارد هدر رفت آب، توسعه ناکافی آبیاری شـبانه در خیلی از مناطق و رها کردن آب در مزرعه می‌باشد (شکل ۴، در این گونه موارد، آبیاری سطحی باید به گونه‌ای طراحی شود که طول مزرعه و مدت زمان آبیاری طولانی باشد. به نحوی که آبیاری از غروب شـروع و تا صبح ادامه یابد. در این شیوه، طول جویچه‌ها (درصورت استفاده از آبیاری جویچه‌ای) بیشتر از طول معمولی طراحی می‌شـود. بـه عنـوان مثال، طول جویچه‌های ذرت در باجگاه فـارس کـه بـه طـور معمـول ۲۰۰-۱۰۰ متر است، در آبیاری شبانه بـه ۵۰۰-۴۰۰ متـر مـی‌رسـد و مدت زمان آبیاری هم به ۳۶۰ الی ۵۵۰ دقیقه افزایش می‌یابد. با طـول جویچه ۵۰۰ متری مدت زمان آبیاری تقریباً برابـر طـول شـب خواهـد شد. ضمن این که بازده کاربرد به حـدود ۶۴ درصـد افـزایش مـی‌یابـد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۷۵).

شکل ٤- نمونه‌هایی از تلفات آب آبیاری در مزرعه

✓ **ترویج و توسعه رژیم کاهش جریان**

در روش‌های آبیاری سطحی با انتهای باز، معمولاً حجم زیادی از آب به خصوص در اراضی شیب‌دار به صورت رواناب خروجی تلف می‌شود. یکی از روش‌های مدیریتی برای کنترل و کاهش رواناب سطحی در این سامانه‌ها، رژیم کاهش جریان است. بدین ترتیب که ابتدا با شدت جریان‌های نزدیک به بیشترین دبی غیرفرسایشی آبیاری را شروع و پس از رسیدن جریان به انتهای مزرعه، دبی ورودی به حدود نصف مقدار اولیه کاهش و تا انتهای زمان آبیاری از آن دبی استفاده خواهد شد. ***این روش قادر است حدود ۲۰ درصد از تلفات آب به صورت رواناب را کاهش و موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و بهبود بازده آب آبیاری شود.*** رژیم کاهش جریان در همه اراضی کشاورزی و همه روش‌های آبیاری سطحی به خصوص در اراضی تجهیز و نوسازی شده به سادگی قابل اعمال است.

✓ **کم‌آبیاری**

کم‌آبیاری یک راه‌کار بهینه‌سازی است که طی آن محصولات را به عمد در شرایط کمبود آب و کاهش عملکرد قرار می‌دهند. وقتی منابع آب دارای محدودیت است یا قیمت آب زیاد است، سطح بهینهٔ آبیاری از دیدگاه اقتصادی چیزی کمتر از مقدار مورد نیاز برای حداکثر عملکرد می‌باشد. به‌علاوه در جایی‌که سرمایهٔ اولیه، انرژی، نگهداری و نیروی کار برای تأمین آب

محدود هستند، کم‌آبیاری را می‌توان به عنوان راه‌کاری برای افزایش سود به‌کار برد. همچنین از این روش می‌توان برای به حداکثر رساندن یا تثبیت تولید زراعی در مناطقی که محدودیت زمین وجود ندارد، استفاده کرد. با انجام ۲۵ درصد کم‌آبیاری برای نصف کشت‌های آبی کشور می‌توان حدود ۱۲ میلیارد مترمکعب یعنی معادل سه برابر حجم مخزن سد کرخه در مصرف آب صرفه‌جوئی کرد. اعمال کم‌آبیاری باعث افزایش کارائی مصرف آب خواهد شد که با دو روش امکان‌پذیر است:

۱- حذف آبیاری‌های غیرمؤثر با توجه به مراحل حساس رشد

۲- اعمال کم‌آبیاری از ابتدا تا انتهای فصل رشد. البته شیوه‌های اعمال کم‌آبیاری در روش‌های یاد شده نیز متفاوت می‌باشد که در این نشریه مجال بحث آن نیست.

آبیاری یک در میان جویچه‌ای از جمله روش‌های کاربردی در زمینه ***کم‌آبیاری*** است که نتایج رضایت‌بخشی را در داخل و خارج از کشور روی محصولات ردیفی از جمله ذرت، سیب‌زمینی، چغندرقند، پنبه و حتی گندم به دنبال داشته است. آبیاری یک در میان برای جلوگیری از نفوذ عمقی بیش از حد، به‌کار می‌رود و با کم کردن نفوذ عمقی، بازده آبیاری را در مرحله تکمیلی افزایش می‌دهد. ***با این روش امکان صرفه‌جوئی ۳۰ تا ۴۰ درصد در آب مصرفی وجود دارد.*** این روش به دلیل ماهیت و هدفی که از اجرای آن دنبال می‌شود در خاک‌های با بافت متوسط تا سنگین قابل کاربرد است. ولی در خاک‌های سبک

کارایی مناسبی ندارد و حتی ممکن است منجر به کاهش بازده آبیاری نیز شود. نکته مهم این است که مقدار آب مصرفی با اعمال آبیاری یک در میان، حدود نصف روش آبیاری معمولی خواهد بود. چرا که تعداد جویچه‌های آبیاری شده در مزرعه یک در میان به اندازه نصف مزرعه معمول است. هر چند در آبیاری‌های اول و دوم و برخی مراحل حساس به رشد، آبیاری یک درمیان توصیه نمی‌شود.

✓ **توسعه سامانه‌های آبیاری کم‌فشار (هیدروفلوم)**

به‌کارگیری سیستم‌های آبیاری کم‌فشار (هیدروفلوم) یکی از اقدامات مؤثر و اقتصادی برای جلوگیری از تلفات انتقال آب و همچنین توزیع یکنواخت و کنترل شده آب در مزرعه و نهایتاً، استفاده بهینه از آب مصرفی در کشاورزی است (شکل ۵). شواهد نشان می‌دهد که در آینده‌ای نه چندان دور، بحران انرژی توسعه سامانه‌های آبیاری کم‌فشار را در اولویت و اهمیت خاص قرار می‌دهد. استفاده از هیدروفلوم در مناطقی که از نظر شرایط احداث کانال‌های آبیاری با مشکلاتی از قبیل کمبود منابع قرضه و عدم کیفیت مناسب خاک برای احداث کانال مواجه بوده و همچنین در شرایط نامناسب برای اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای (نظیر وزش باد شدید، تبخیر زیاد و شوری بالای آب آبیاری) از توجیه بالایی برخوردار است. بررسی نتایج تحقیقات انجام شده، کاربرد سامانه‌های آبیاری کم‌فشار باعث صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی تا حدود ۳۰ درصد، صرفه‌جویی در

مصرف کود حدود ۳۰ درصد، صرفه‌جویی در هزینه‌های کارگری حدود ۴۰ درصد، افزایش عملکرد تا حدود ۱۰ درصد، کاهش مصرف علف‌کش‌ها و سهولت کاربرد ماشین‌آلات در مزارع می‌شود.

شکل ۵- نمونه‌هایی از کاربرد هیدروفلوم در مزرعه

توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار

با توجه به اینکه امکان کنترل بیشتر آب در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار میسر است، در شرایط خشکسالی امکان اعمال کم‌آبیاری و یا بهبود مدیریت آبیاری بر اساس مراحل رشد گیاه راحت‌تر خواهد بود. هم اکنون سطح زیر کشت انواع سامانه‌های آبیاری تحت فشار کشور در حدود ۸۰۰ هزار هکتار است. با توجه به ظرفیت خدمات مهندسی اعم از طراحی و اجرای انواع سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار و نیز توان ساخت وسایل و تجهیزات مورد نیاز این گونه سیستم‌ها، توسعه انواع سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار سالانه در حدود ۱۰۰ هزار هکتار است.

استفاده از انواع سامانه‌های آبیاری بارانی در کشت محصولات باغی و زراعی حدوداً ۲۰ تا ۳۰ درصد و نیز کاربرد انواع روش‌های آبیاری میکرو در کشت محصولات باغی و زراعی موجب صرفه‌جویی ۴۰ تا ۵۰ درصد در مصرف آب می‌شود. به همین دلیل به‌کارگیری سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار سبب افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۳۵ تا ۴۰ درصد می‌شود.

خودکارسازی سامانه‌های آبیاری

خودکارسازی در سامانه‌های آبیاری عبارت است از نصب و راه‌اندازی تجهیزات سخت و نرم‌افزاری شامل تجهیزات ابزار دقیق، کنترلی، مخابراتی، الکترونیکی و نرم‌افزارهای کنترلی هستند که محدودیت‌هایی نظیر خطای نیروی انسانی را کاهش داده و امکان بهبود و ارتقاء بهره‌وری واحدهای آبیاری را مهیا می‌کنند (شکل ۶). اجرای خودکارسازی سامانه‌های آبیاری، تأمین به موقع و به اندازه نیاز آبی گیاهان، کاهش قابل توجه انرژی الکتریکی مصرفی، افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاهش هزینه نیروی انسانی، حذف خطاهای انسانی، ایجاد انعطاف‌پذیری لازم در شبکه تأمین، توزیع و کاربرد آب، ایجاد برنامه آبیاری انعطاف‌پذیر نزدیک به آبیاری مطلوب، کاهش قابل توجه استهلاک تجهیزات و تأسیسات زیربنایی، کاهش قابل توجه هزینه تعمیرات و اعمال روش‌های مهندسی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه،

صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌ها، امکان گزارش‌گیری و بررسی آماری و اقتصادی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت منابع آب و نیز هزینه‌های تولید، انتقال و توزیع آب و اعمال سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف آب را خواهد داشت. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که استفاده از اتوماسیون مصرف آب را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهد.

شکل ٦- نمونه‌هایی از تجهیزات مورد نیاز برای خودکارسازی در سامانه‌های آبیاری

توسعه کشت‌های گلخانه‌ای

در توسعه گلخانه‌ها اهداف مختلفی دنبال می‌شود. برداشت محصول بیشتر از مساحت کم، بهبود بهره‌وری عوامل تولید به ویژه آب و خاک از جمله مزایای آن در مقایسه با تولید محصولات مشابه در فضای باز است. کشت گلخانه‌ای باعث افزایش کارایی مصرف آب تا ۹ برابر نسبت به تولید در فضای باز، افزایش اشتغال‌زایی تا ۱۰ برابر نسبت به کشت سبزی و صیفی در مزارع و تولید انواع سبزی و صیفی در تمام فصول سال به منظور تأمین نیاز غذایی جامعه است.

بهبود مدیریت زراعی

برخی مدیریت‌های زراعی به ویژه در ***مناطق شور*** شامل انتخاب گیاهان مقاوم به شوری، تهیه بستر مناسب برای بذر، انتخاب روش کاشت مناسب و انتخاب روش آبیاری مناسب تأثیر بسزایی در مصرف بهینه آب و افزایش عملکرد محصول دارد. چگونگی آماده‌سازی بستر و نحوه قرار گرفتن بذر در خاک بر جوانه‌زنی و استقرار آن در خاک‌های شور مؤثر است. تهیه بستر به صورت تک شیاری موجب می‌شود شوری به بذر آسیب برساند، زیرا نمک‌ها در مرکز بستر تجمع می‌نمایند. شیب‌دار کردن بستر بهترین شرایط ممکن را برای جوانه‌زنی، استقرار و رشد گیاه فراهم می‌نماید، زیرا بخش عمده‌ای از نمک به همراه جبههٔ رطوبتی به بلندترین مکان بستر حرکت کرده و در آنجا انباشته می‌شود. به طور کلی، عملیاتی که می‌توانند اثر شوری در بستر بذر در

آبیاری جویچه‌ای را به حداقل برساند عبارتند از: ۱-رطوبت زیاد در خاک، ۲- شیب‌دار کردن بستر بذر و ۳- کاشت بذر در جویچه‌های دوگانهٔ v شکل با سطح صاف (همایی، ۱۳۸۱).

استفاده از روش کشت روی پشته با آبیاری جویچه‌ای باعث کاهش مصرف آب آبیاری به میزان ۱۷ درصد، افزایش ۳۰-۲۱ درصدی در بازده آب آبیاری، بهبود ۱۰ درصدی در مصرف بذر به دلیل بهبود در امکان جایگذاری بذر در خاک، عدم ایجاد سله در سطح خاک و همچنین کاهش شیوع بیماری‌ها می‌شود. علاوه بر این، کشت روی پشته باعث کنترل بهتر علف‌های هرز و کاهش در مصرف نهاده‌ها از جمله کود، بذر و سموم شیمیایی شده و به این ترتیب کاهش هزینه‌های تولید را به دنبال دارد.

خاک‌ورزی حفاظتی

یکی از روش‌هایی که می‌تواند در شرایط خشکی وخشکسالی از کاهش عملکرد محصول جلوگیری نماید، خاک‌ورزی حفاظتی است. با استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌توان عملکرد محصول را توام با کاهش هزینه و صرفه‌جویی در انرژی تا ۱۰ درصد در محصولاتی چون گندم، جو، چغندرقند، سیب‌زمینی افزایش داد. همچنین بهبود ساختمان خاک و افزایش مواد آلی خاک از دیگر فوائد اجرای خاک‌ورزی حفاظتی است. روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی شامل کم‌خاک‌ورزی، بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی نواری است. میزان نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک عامل تشخیص کشاورزی حفاظتی از

کشاورزی مرسوم است. همه سیستم‌های حفاظتی خاک‌ورزی میزان حداقلی از بقایای گیاهی را در سطح خاک نگه می‌دارند. کم‌خاک‌ورزی سیستمی است که پس از عملیات بذرکاری حداقل ۳۰ درصد سطح خاک مزرعه را بقایای محصولات قبلی پوشانده باشد. در بی‌خاک‌ورزی حداقل ۷۰ درصد سطح مزرعه به وسیله بقایای گیاهی کشت قبل پوشیده است. در این روش بیشترین حفاظت از خاک مزرعه انجام می‌شود. در خاک‌ورزی نواری عملیات خاک‌ورزی فقط در نوارهایی از خاک که بر پشته‌های خاک واقع شده‌اند اجرا و بقیه مزرعه دست نخورده باقی می‌ماند. جزئیات بیشتر در این خصوص در نشریه مدیریت بقایای گیاهی ارائه شده است (تاکی و اسدی، ۱۳۸۸).

حفظ و ذخیره رطوبت، کاهش دمای خاک، کاهش تبخیر از سطح خاک و پوسیده شده شدن بقایا و نتیجتاً افزایش ماده آلی از دیگر مزایای خاک‌ورزی حفاظتی است

افزایش میزان آگاهی کشاورزان

از آنجایی که تخریب منابع پایه اساساً یک پدیده انسانی است، برای حفاظت از این منابع ارزشمند نیازمند مشارکت گروه‌های مختلف، سازمان‌ها، نهادها و مجموعه افرادی است که از آن استفاده می‌کنند. در این رابطه بهره‌برداران کشاورزی و منابع طبیعی جایگاه ویژه‌ای دارند. در گروه تدوین برنامه جامع برای حفاظت آب و خاک در کشور توجه به عامل انسانی و افزایش توانمندی‌های او اهمیت به‌سزایی دارد. در صورت آموزش صحیح و افزایش میزان آگاهی کشاورزان از مسائل

آب و خاک، بهره‌برداران می‌تواند در مدیریت و کنترل این منابع مهم و حیاتی نقش شایسته‌ای ایفاء نماید.

مطالعات نیاز سنجی بهره‌برداران نشان می‌دهد که نیازهای آموزشی بهره‌برداران کشاورزی و منابع طبیعی در ایران در زمینه آب و خاک بالا است (کریمی، ۱۳۸۴). از جمله این نیازها در زمینه مباحث آب، روش‌های کنترل رطوبت خاک، اهمیت تسطیح اراضی و روش‌های آن، تعیین دور آبیاری و روش‌های تعیین نیاز آبی گیاه، و در زمینه مباحث خاک، نحوهٔ شخم‌زنی و تعیین عمق شخم و نیز تناوب زراعی است. از آنجا که حفاظت از منابع آب و خاک رابطه تنگاتنگی با اصلاح زیرساخت‌ها و فقرزدایی دارد، ضروری است در چارچوب سیاست‌های وزارت جهاد کشاورزی، نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، سهامی زراعی و کشت و صنعت‌ها ترویج تا از خرد شدن اراضی جلوگیری و در درآمد بهره‌برداران تغییر مطلوب ایجاد گردد.

نتیجه‌گیری

در این نشریه، برخی از راه‌کارهای ارتقاء بازده آب آبیاری از جمله تجهیز و نوسازی اراضی، کم‌آبیاری، کاربرد رژیم کاهش جریان، آبگیری با سیفون، توسعه سامانه‌های آبیاری کم‌فشار (هیدروفلوم) ارائه شد. روش‌های اصلاح و بهبود سامانه‌های آبیاری سطحی به طور عمده مدیریتی بوده و با هزینه کم و در مدت زمان کوتاه قابل اجراء می‌باشند. این روش‌ها در صورت اعمال با پذیرش بیشتری از سوی

بهـره‌بـرداران مواجـه بـوده و قادرنـد ۴۰-۳۰ درصـد در مـصرف آب صرفه‌جویی و به همین میزان بازده آب آبیاری را افزایش دهند.

بهبود مدیریت آبیاری در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار راحـت‌تـر از روش‌های سطحی است. با انجام یکسری محاسبات کارشناسی و توصیه به بهره‌برداران، امکان بهبود عملکرد سامانه وجود خواهد شد. علاوه بـر این، بر اساس سیاسـت‌هـای ملـی و یـا منطقـه‌ای در منـاطقی کـه بـا خشکسالی بیشتری روبرو هستند، می‌توان به راحتی بـا ارائـه و اجـرای کم‌آبیاری تنظیم شده در برنامه آبیاری، کمترین تـنش آبـی را اعمـال نمود.

اجرای خودکارسازی سـامانه‌هـای آبیـاری امکـان گـزارش‌گیـری و بررسی آماری و اقتصادی کوتاه مدت، میان مدت و بلنـد مـدت منـابع آب و نیز هزینه‌های تولید، انتقال و توزیـع آب و اعمـال سیاسـت‌هـای بهینه‌سازی مصرف آب را خواهد داشت. نتایج برخی پژوهش‌هـا نـشان داده است که استفاده از اتوماسیون مصرف آب را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهد.

در گروه تدوین برنامه جامع بـرای حفاظـت آب و خـاک در کـشور توجه به عامل انسانی و افزایش توانمندی‌هـا اهمیـت بـسزایی دارد. در صورت آموزش صحیح و افزایش میزان آگاهی کشاورزان از مـسائل آب و خاک، بهره‌برداران می‌توانند در مدیریت و کنترل ایـن منـابع مهـم و حیاتی نقش شایسته‌ای ایفاء نمایند.

منابع مورد استفاده

ابراهیمی، ا.، کامکار. ع. ا. و موسوی، س. ع. ا. ۱۳۷۵. بررسی بازده آبیاری مزرعه ذرت با در نظرگرفتن تغییرات مکانی خاک و بهره‌وری بیولوژیک. مجموعه مقالات هشتمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲- ۱ آبان‌ماه ۱۳۷۵، تهران، صفحات ۲۱۹- ۱۹۳.

تاکی، ا. و اسدی، ا. ۱۳۸۸. مدیریت بقایای گیاهی. نشریه فنی، شماره ۲۳. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۲۵ صفحه.

حیدری، ن.، عباسی، ف.، اشرفی، ش. و سهراب، ف. ۱۳۸۸. تدوین برنامه راهبردی بهبود بهره‌وری آب کشاورزی. گزارش پژوهش نهایی مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ۸۸/۶۵، کرج، ۲۹۵ صفحه.

سهراب، ف.، عباسی، ف.، زارعی، ق. و آراستی، ع. ۱۳۸۸. تحلیلی بر بازده‌های آبیاری در ایران. گزارش پژوهش نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره۸۸/۹۴۳، ۱۰۶ صفحه.

عباسی، ف. و جلینی، م. ۱۳۸۸. توصیه‌هایی برای کودآبیاری در روش‌های آبیاری سطحی. نشریه فنی، شماره ۱۳. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۲۳ صفحه.

کریمی، س. ۱۳۸۴. نیاز سنجی آموزشی – ترویجی آب و خاک. مطالعات صورت گرفته توسط معاونت ترویج و نظام‌های بهره‌برداری وزارت جهاد کشاورزی.

همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیتهٔ ملی آبیـاری و زهکشی ایران. ۹۷ صفحه.

Burt, C. M. and Styles, S. W. 1999. Modern Water Control and Management Practices in Irrigation: Impact on Performance. FAO Water Report No. 19. Rome. Italy.

FAO. 2002. Crop and Drop. Making the Best Use of Water for Agriculture. Rome. Italy.