



مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۲۸-۱۵

بررسی عملکرد آبیاری جویچه‌ای در مزارع ذرت تحت مدیریت زارعان و ارائه راهکارهای کاربردی در بهبود آن (مطالعه موردی: کشت و صنعت و دامپروری مغان)

یاسر حمدی احمدآباد*^۱، عبدالمجید لیاقت^۲، تیمور سهرابی^۳، علی رسول‌زاده^۳ و بیژن نظری^۴

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲. استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳. دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۴. استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۱/۲۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۲۲

چکیده

ارزیابی سامانه‌های آبیاری، اطلاع از وضع موجود و ارائه راهکارهای کاربردی و اجراپذیر در مزرعه با توجه به وضع موجود به کاربرد یکنواخت‌تر و کاراتر آب در مزرعه کمک می‌کند. این پژوهش به منظور ارزیابی آبیاری سطحی و آگاهی از شرایط موجود در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان واقع در شهرستان پارس‌آباد از توابع استان اردبیل در سال زراعی ۱۳۹۴ انجام شد. ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای (روش آبیاری رایج) هفت مزرعه تحت کشت ذرت (کشت غالب منطقه) نشان داد که متوسط بازده کاربرد آب، بازده ذخیره آب در خاک، بازده آب نفوذیافته، بازده توزیع آب، بازده کاربرد آب در چارک پایین، یکنواختی توزیع آب در ربع پایین و بازده پتانسیل چارک پایین به ترتیب، ۴۱/۹۰، ۹۶/۷۱، ۷۵/۲۸، ۹۱/۴۴، ۳۶/۸۵، ۸۵/۰۱ و ۵۹/۷۲ درصد است. پایین بودن بازده کاربرد آب، به دلیل اختلاف بین مقادیر بازده کاربرد آب و بازده پتانسیل آب در چارک پایین است. این امر حاکی از ضعف مدیریتی سیستم آبیاری سطحی است. بنابراین، اقداماتی از قبیل انتخاب طول جویچه‌ها براساس اصول عملی، آموزش زارعان و آبیاریها، کاهش زمان آبیاری و استفاده از سیفون در بهبود افزایش بازده مصرف مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: آبیاری سطحی، تلفات آب، دشت مغان، شاخص‌های ارزیابی، مدیریت آبیاری.

مقدمه

در پژوهشی به منظور توصیف و ارزیابی آبیاری جویچه‌ای زیگزاگ در دره inter- Andean، متوسط بازده کاربرد آب، رواناب سطحی و تلفات نفوذ عمقی در ده مزرعه تحت آبیاری به ترتیب ۱۷/۴۷، ۸۶/۳۶ و ۱۴/۱۷ درصد اعلام شد. فقدان مدیریت کارآمد و اجرای نامناسب سیستم آبیاری جویچه‌ای زیگزاگ در منطقه مورد مطالعه سبب پایین بودن بازده گزارش شده است (۱۸). همچنین، میزان بازده کاربرد آب طی مطالعه‌ای در شرایط عمومی ۵۰ تا ۷۰ درصد گزارش شد (۱۱).

در تحقیقی بازده آبیاری در ایران پایین‌تر از سطوح جهانی اعلام شد (۱). در تحقیق دیگری، بازده کاربرد آبیاری در ایران حدود ۵۰ درصد به دست آمد. طراحی و مدیریت نادرست آبیاری سطحی منجر به بازده پایین آب در مزرعه شده است که با اصلاح مدیریتی می‌توان بازده ۷۰ درصدی در مزرعه به دست آورد (۱۹). در تحقیقی، به منظور تحلیل بازده آبیاری سطحی در مزارع غیریکپارچه شبکه آبیاری دز، که روی هشت مزرعه با کشت ذرت، گندم، ماش، چغندر، کاهو و کنجد طی چهار فصل زراعی انجام شد، بازده کاربرد آب آبیاری در پنج مزرعه با روش آبیاری جویچه‌ای و در سه مزرعه با آبیاری نواری به ترتیب معادل ۲۵/۸۰ و ۳۲/۷۰ درصد برآورد شد (۱۰).

بر اساس تحقیقات ارزیابی بازده آبیاری که در منطقه مغان انجام گرفت، متوسط بازده کاربرد آب برای ذرت و تحت مدیریت بخش دولتی ۲۴/۹ درصد و در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی ۶۵/۳ درصد به دست آمد (۸). بازده کاربرد آب با مدیریت کشاورزان در چند شالیزار مناطق فومن، رشت و لاهیجان تحت آبخور شبکه‌های مدرن و سنتی، ارزیابی شد. متوسط بازده کاربرد آب در حالت بدون استفاده از رواناب سطحی در فومن، رشت و لاهیجان به ترتیب ۵۱/۲، ۴۹ و ۴۹/۴ درصد و در حالت استفاده از رواناب سطحی به ترتیب ۷۳/۴، ۷۳/۳ و ۷۲/۴ درصد اعلام شد (۵).

به علت رشد روزافزون جمعیت و افزایش تقاضای آب در بخش کشاورزی، صنعت و مصارف شهری، منابع آبی کمتری در آینده وجود خواهد داشت. این مسئله با مشکلات محیط‌زیستی ناشی از مصارف منابع آبی تشدید می‌شود. راه حل برون‌رفت از بحران آب را می‌توان در چگونگی توسعه و مدیریت صحیح منابع آبی یافت. در واقع، باید بهره‌وری منابع آبی موجود را افزایش داد و غذای بیشتری با آب کمتر تولید کرد. با کمیاب شدن آب و منابع آبی، بر اهمیت حفظ و صرفه‌جویی در آب موجود افزوده می‌شود. اقدامات چندی برای حفاظت و صرفه‌جویی آب در سطح مزرعه و خارج از آن اجراپذیر است. از جمله اقدامات خارج از مزرعه می‌توان به اصلاح سازه‌های انتقال آب به مزرعه اشاره کرد. اقدامات داخل مزرعه، مرتبط با کاربرد یکنواخت و مؤثر آب است. بنابراین، برای بهبود روش‌های آبیاری در منطقه و ارائه راهکارهای مدیریتی بر اساس وضع موجود، ارزیابی سیستم‌های آبیاری، اولین گام در شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش بازده و تلفات آب آبیاری است.

مطالعات زیادی در زمینه ارزیابی سیستم‌های آبیاری در ایران و جهان صورت گرفته است. مقدار بازده کاربرد آب در منطقه دلتای بوردکین استرالیا در طول فصل زراعی ۴۱ درصد و بازده ذخیره آب ۹۸ درصد گزارش شد (۱۷). مطالعه تغییر در بازده کاربرد آب آبیاری با اعمال تغییر در مدیریت آبیاری در منطقه باردناس اسپانیا که ۱۵ هکتار اراضی به صورت سطحی آبیاری می‌شد نشان داد با کاهش زمان آبیاری به مقدار بهینه، ۱/۷ ساعت در هکتار، بازده کاربرد آب آبیاری از مقدار معمول خود یعنی ۴۴ درصد به مقدار ۷۰ درصد افزایش می‌یابد (۱۶). طی مطالعه‌ای در جنوب آیداهو، متوسط بازده کاربرد آب در روش آبیاری جویچه‌ای ۵۱ درصد گزارش شد (۱۳).

مدیریت آب و آبیاری

جویچه‌ای در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان و ارائه راهکارهای کاربردی برای افزایش بازده کاربرد آب است.

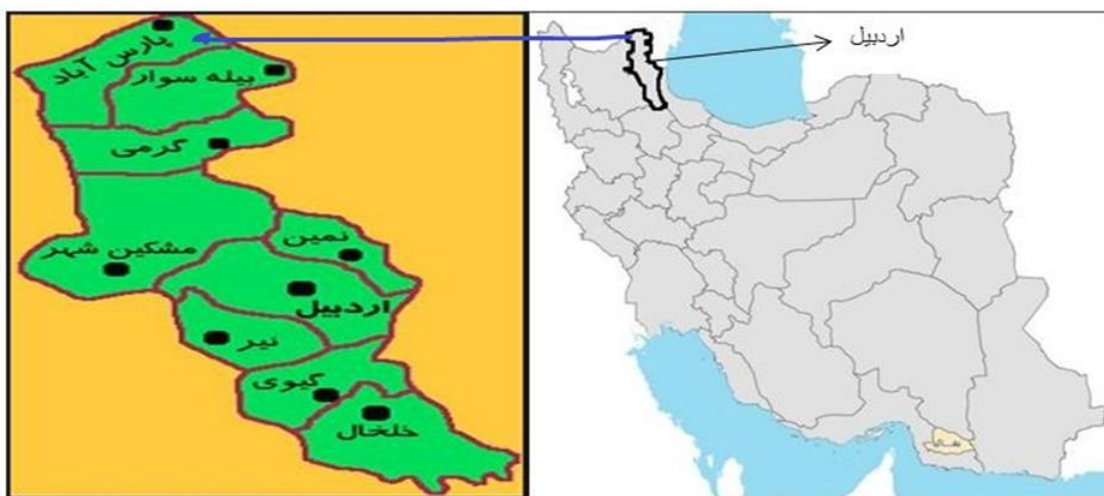
مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی مدیریت آبیاری و ارزیابی آبیاری جویچه‌ای و ارائه راهکارهایی برای بهبود وضع موجود در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان (کشت غالب منطقه) انجام شد. از بین بخش‌های زراعی تحت سیستم آبیاری جویچه‌ای، بخش‌های ۱ و ۵ نماینده اراضی فاریاب بررسی و ارزیابی شد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و جدول ۱ مشخصات مزارع مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

برای تحقق این هدف، بعد از تعیین مزارع برای داده‌برداری (به صورت تصادفی)، آزمایش‌های صحرائی شروع شد. برای تعیین بافت خاک اراضی مورد مطالعه، از روش هیدرومتری و مثلث بافت خاک استفاده شد. قبل از هر آبیاری به منظور تعیین رطوبت خاک در سه نقطه از جویچه (ابتدا، وسط و انتها) و در سه عمق ۳۰-۶۰، ۰-۳۰ و ۶۰-۹۰ با استفاده از آگر، نمونه‌برداری صورت گرفت.

بیشتر سیستم‌های آبیاری طراحی و مدیریت خوب و بازده کاربرد آب بالای ۹۰ درصد دارد، ولی بیشتر سیستم‌های آبیاری جویچه‌ای دارای بازده کاربرد پایین‌تری است (۱۴). بررسی بازده آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری و در شرایط متفاوت نشان داد بازده آبیاری در روش مرسوم آبیاری ثقلی در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد در مزارع تسطیح‌نشده و ۴۰ تا ۷۰ درصد در مزارع تسطیح‌شده است (۲۰). در تحقیقی، بازده کاربرد آب در روش‌های مختلف آبیاری سطحی با مدیریت زارعان در چند منطقه استان اصفهان و با محصولاتی نظیر گندم، ذرت، سیب‌زمینی، هویج و جو ارزیابی شد. در این ارزیابی، حداقل و حداکثر بازده کاربرد آب در مزرعه هویج در فلاورجان ۵/۹ و ۸۶/۴ درصد، در مزرعه ذرت علوفه‌ای در کبوترآباد ۲۲/۶ و ۹۸/۵ درصد، در مزرعه سیب‌زمینی فریدن ۱۵/۶ و ۷۵/۵ درصد، در مزرعه ذرت علوفه‌ای گلپایگان ۲/۸ و ۷۷/۳ درصد، در مزرعه گندم مهیار ۷/۸ و ۸۳/۳ درصد، در مزرعه گندم گلپایگان ۴۱/۶ و ۸۷/۷ درصد و در مزرعه گندم کبوترآباد ۸/۳ و ۲۷/۹ درصد گزارش شد (۹).

هدف از این پژوهش، ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری



مدیریت آب و آبیاری



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. مشخصات هندسی مزارع ذرت مورد ارزیابی کشت و صنعت و دامپروری مغان

بخش	قطعه	کد مزرعه	فواصل		
			جویچه (متر)	طول جویچه	شیب (متر بر متر)
	۵۲۱-۴	AZ۱	۰/۷۵	۲۳۰	۰/۰۰۳۳
	۵۰۳-۲	AZ۲	۰/۷۵	۱۴۰	۰/۰۰۲۰
۱	۵۱۵-۸	AZ۳	۰/۷۵	۱۹۰	۰/۰۰۳۵
	۵۱۱-۱۲	AZ۴	۰/۷۵	۳۶۰	۰/۰۰۵۰
	۱۴۳-۲	BZ۱	۰/۷۵	۲۱۰	۰/۰۰۵۱
۵	۱۴۸-۲	BZ۲	۰/۷۵	۱۷۰	۰/۰۰۲۰
	۱۵۰-۱	BZ۳	۰/۷۵	۴۷۰	۰/۰۰۲۳

از نمونه‌ها به دست آمد. درصد حجمی رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم با دستگاه صفحه‌های فشاری تعیین شد. متوسط نتایج تجزیه فیزیکی خاک مزارع آزمایشی (به دلیل بالا بودن مزارع مورد مطالعه) در جدول ۲ آمده است.

جرم نمونه‌ها با ترازوی قابل حمل در محل تعیین شد. سپس، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و در داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. نمونه‌ها بعد از خارج کردن از آون مجدداً وزن و با استفاده از روابط، درصد رطوبت وزنی و چگالی ظاهری هر کدام

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

جدول ۲. مشخصات فیزیکی خاک مزارع ذرت مورد مطالعه کشت و صنعت و دامپروری مغان

کد مزرعه	بافت خاک	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	ظرفیت زراعی (درصد حجمی)	رطوبت پژمردگی (درصد حجمی)
AZ۱	لوم رسی	۱/۴۶	۳۰/۸۰	۱۳/۲۰
AZ۲	لوم رسی	۱/۴۶	۳۴/۳۵	۱۴/۸۰
AZ۳	لوم رسی	۱/۴۲	۳۱/۳۲	۱۱/۵۰
AZ۴	لوم سیلتی	۱/۴۰	۳۴/۲۷	۱۲/۳۶
BZ۱	رسی	۱/۳۶	۴۱/۸۶	۱۶/۷۰
BZ۲	رسی	۱/۳۴	۴۱/۸۰	۱۶/۱۸
BZ۳	رس سیلتی	۱/۴۶	۳۶/۳۳	۱۵/۵۴

f_0 سرعت نفوذ نهایی آب در خاک ($m^3 \cdot m^{-1} \cdot min^{-1}$)،
 c جزء ترک خوردگی ($m^3 \cdot m^{-1}$) و a و k ضرایب معادله
 نفوذ است. نفوذ تجمعی و حجم آب نفوذ کرده در طول
 جویچه با استفاده از معادله نفوذ و زمان پیشروی و پسروی
 محاسبه شد. در هر آزمایش پس از گذشت ۲۴ تا ۴۸
 ساعت از آبیاری با حفر پروفیل در تعیین عمق توسعه
 ریشه، ریشه از خاک خارج و پس از شستشو طول آن
 اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های برداشت‌شده از
 مطالعات میدانی، شاخص‌های ارزیابی به شرح زیر محاسبه
 شد.

بازده کاربرد آب در شرایطی از رابطه (۲) تعیین شد که
 تمام قسمت‌های جویچه به صورت کامل آبیاری شده باشد
 (۶).

$$E_{ao} = \frac{Z_{reqd} \times L \times W}{Q_{in} \times t_{co}} \times 100 \quad (2)$$

در این رابطه، Z_{reqd} مقدار آب مورد نیاز آبیاری
 (متر)، W عرض جویچه (متر)، L طول جویچه (متر)،
 Q_{in} دبی ورودی به جویچه (مترمکعب بر دقیقه) و t_{co} زمان
 قطع جریان (دقیقه) است.

پس از نصب فلوم (WCS تپ ۲) ابتدایی و تقسیم
 طول جویچه به فواصل ۱۰ متری و میخکوبی این نقاط
 به منظور اندازه‌گیری مراحل پیشروی، پسروی و نصب فلوم
 انتهایی، با استفاده از دوربین نیو و شاخص، متوسط شیب
 طولی جویچه محاسبه شد. سپس، از زارع خواسته شد تا
 براساس نحوه آبیاری خود، جریان آب را برای جویچه‌های
 مورد آزمایش باز کند. در ارزیابی‌ها سه جویچه در نظر
 گرفته شد. جویچه‌های کناری جویچه‌های محافظ (به منظور
 حذف خطای اندازه‌گیری جریان جانبی از جویچه‌های
 کناری) عمل کرد و اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز با
 جویچه وسط انجام شد. برای اندازه‌گیری دبی ورودی و
 خروجی از فلوم WCS تپ دو استفاده شد. به منظور تخمین
 پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف-لوئیس (رابطه ۱)، از
 روش ورودی-خروجی در تعیین سرعت نفوذ نهایی خاک
 و روش دوتقطه‌ای الیوت و واکر در تعیین ضرایب a و k از
 داده‌های پیشروی جریان استفاده شد (۱۱).

$$Z = kt^a + f \cdot t + c \quad (1)$$

که در آن، Z حجم آب نفوذ کرده در واحد طول
 جویچه ($m^3 \cdot m^{-1}$)، t زمان نفوذ آب در هر نقطه (min)،

مدیریت آب و آبیاری

پایین از کمبود رطوبت خاک (SMD) بیشتر باشد، بازده کاربرد آب در چارک پایین از رابطه (۷) به دست خواهد آمد (۶).

$$AELQ_{LQ>SMD} = \frac{SMD}{\bar{D}} \times 100 \quad (7)$$

برای تعیین بازده پتانسیل کاربرد آب در چارک پایین (PELQ) از رابطه (۸) استفاده شد (۶).

$$PELQ = \frac{d_{LQ}}{\bar{D}} \times 100 \quad (8)$$

در این رابطه، d_{LQ} متوسط کمترین ربع آب نفوذ کرده است.

برای تعیین یکنواختی توزیع آب از رابطه (۹) استفاده شد (۶).

$$DU = \frac{Z_{LQ}}{\bar{Z}} \times 100 \quad (9)$$

بازده آب نفوذ یافته از رابطه (۱۰) به دست آمد (۶).

$$E = \frac{V_{inf}}{V_{inp}} \times 100 \quad (10)$$

در این رابطه، V_{inf} حجم آب نفوذ یافته در خاک (مترمکعب) و V_{inp} حجم آب ورودی به جویچه (مترمکعب) است.

برای تعیین درصد تلفات نفوذ عمقی از رابطه (۱۱) استفاده شد (۶).

$$DPR = 100 \times \frac{(V_Z - Z_{reqd}) \times L}{Q_{in} \times t_{co}} \quad (11)$$

درصد تلفات رواناب با استفاده از رابطه (۱۲) محاسبه شد (۶).

$$TWR = \frac{V_{out}}{Q_{in} \times t_{co}} \times 100 \quad (12)$$

در این رابطه، V_{out} حجم رواناب (مترمکعب) است. مقدار آب آبیاری مورد نیاز از رابطه (۱۳) محاسبه شد (۶).

در شرایطی که در قسمت‌هایی از جویچه کم آبیاری اعمال شده باشد، بازده کاربرد آب با استفاده از رابطه (۳) تعیین شده است (۶).

$$E_{ad} = \frac{(Z_{reqd} \times X_d) + V_{zd}}{Q_{in} \times t_{co}} \times 100 \quad (3)$$

در این رابطه، X_d طولی از جویچه با دریافت آب به اندازه مورد نیاز آبیاری (متر) و V_{zd} حجم آب نفوذ کرده در خاک در قسمت کم آبیاری شده (مترمکعب) است. برای تعیین بازده ذخیره آب در خاک از رابطه (۴) استفاده شد (۶).

$$E_s = \frac{V_z}{V_{reqd}} \times 100 \quad (4)$$

در این رابطه، V_z حجم آب نفوذ کرده در خاک از ابتدا تا انتهای جویچه (مترمکعب) و V_{reqd} حجم آب مورد نیاز آبیاری (مترمکعب) است.

بازده توزیع آب با استفاده از رابطه (۵) تعیین شد (۶).

$$E_d = \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Z_i - \bar{Z}|}{n\bar{Z}} \right\} \times 100 \quad (5)$$

در این رابطه، \bar{Z} میانگین عمق آب نفوذ کرده در نقاط مختلف مزرعه (متر)، Z_i مقدار آب نفوذ کرده به خاک در ایستگاه‌های اندازه‌گیری (متر) و n تعداد ایستگاه‌های اندازه‌گیری مقدار نفوذ است.

بازده کاربرد آب در چارک پایین (در صورتی که مقدار عمق آب نفوذ یافته در چارک پایین از کمبود رطوبت خاک (SMD) کوچک‌تر باشد) با استفاده از رابطه (۶) تعیین شد (۶).

$$AELQ_{LQ \leq SMD} = \frac{Z_{LQ}}{\bar{D}} \times 100 \quad (6)$$

در این رابطه، Z_{LQ} آب نفوذ کرده در چارک پایین زمین (متر) و \bar{D} میانگین عمق آب کاربردی (متر) است. در صورتی که مقدار عمق آب نفوذ یافته در چارک

مدیریت آب و آبیاری

بررسی عملکرد آبیاری جویچه‌ای در مزارع ذرت تحت مدیریت زارعان و ارائه راهکارهای کاربردی در بهبود آن

پایین (PELQ)، یکنواختی توزیع آب (DU)، درصد رواناب (TWR)، بازده آب نفوذ یافته (E) و درصد نفوذ عمقی (DPR).

$$Z_{reqd} = \frac{(\theta_{FC} - \theta_V)}{100} \times D_{IZ} \quad (13)$$

که در آن، D_{IZ} عمق توسعه ریشه (متر)، θ_{FC} درصد حجمی رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی و θ_V درصد حجمی رطوبت خاک قبل از آبیاری است.

این مطالعه به منظور ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری سطحی کشت و صنعت و دامپروری مغان در شرایط موجود انجام شد. عمده و پرکاربردترین این شاخص‌ها عبارت است از بازده کاربرد آب (E_a)، بازده کفایت آبیاری (E_s)، بازده توزیع آب (E_d)، بازده کاربرد آب در چارک پایین (AELQ)، بازده پتانسیل کاربرد آب در چارک

نتایج و بحث

تلفات رواناب و نفوذ عمقی

نتایج محاسبه درصد تلفات عمقی، رواناب حاصل و حجم آب کاربردی از آبیاری‌های انجام شده در دو ارزیابی در مزارع ذرت در جدول ۳ و شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

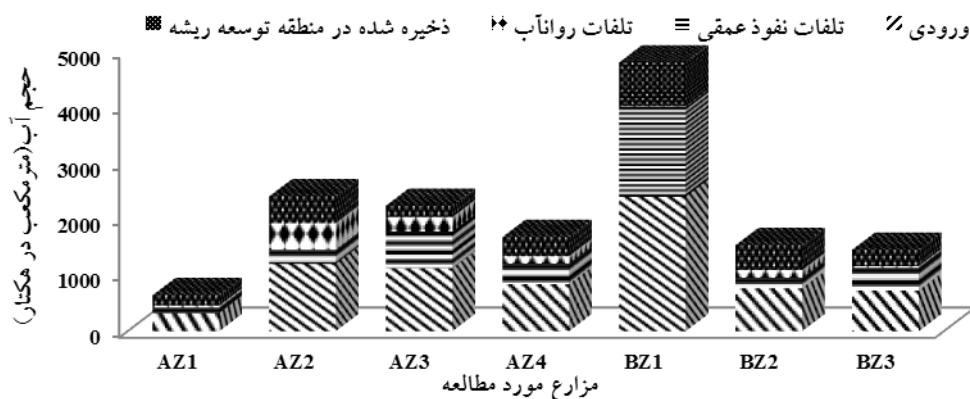
جدول ۳. درصد تلفات نفوذ عمقی و رواناب در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان

مزرعه	ارزیابی اول		ارزیابی دوم		نسبت	مجموع تلفات	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب (درصد)	نسبت پیشروی (T_t/T_n) [†]
	تلفات	مجموع تلفات	تلفات	مجموع تلفات					
AZ1	۱۱/۴۴	۴۲/۱۱	۱۰/۹۸	۴۶/۷۸	۰/۸۶	۳۰/۶۷	۳۵/۸۰	۴۶/۷۸	۰/۵۰۵
AZ2	۳۹/۴۴	۶۰/۰۴	۳/۶۶	۴۰/۸۶	۰/۳۲	۲۰/۶۰	۳۷/۲۰	۴۰/۸۶	۰/۴۱
AZ3	۲۲/۹۷	۸۱/۹۷	۷/۶۹	۶۱/۹۷	۰/۶۲	۵۹/۰۰	۵۴/۲۸	۶۱/۹۷	۰/۳۳
AZ4	۱۵/۸۵	۵۹/۳۷	۲۱/۰۳	۴۷/۸۰	۰/۵۲	۴۳/۵۲	۲۶/۷۷	۴۷/۸۰	۰/۴۵
BZ1	۰/۴۲	۶۷/۲۷	۴۶/۰۵	۶۷/۶۰	۰/۹۴	۶۶/۸۵	۲۱/۵۵	۶۷/۶۰	۰/۵۲
BZ2	۱۸/۰۵	۴۲/۱۲	۵۴/۵۴	۷۰/۶۲	۰/۴۷	۲۴/۰۷	۱۶/۰۸	۷۰/۶۲	۰/۶۰
BZ3	۴/۱۲	۶۰/۰۵	۲۲/۶۳	۶۴/۶۷	۰/۸۹	۵۵/۹۳	۴۲/۰۴	۶۴/۶۷	۰/۳۶
میانگین	۱۶/۰۴	۵۸/۹۹	۲۲/۷۰	۵۷/۱۸		۴۲/۹۵	۳۳/۳۹	۵۷/۱۸	

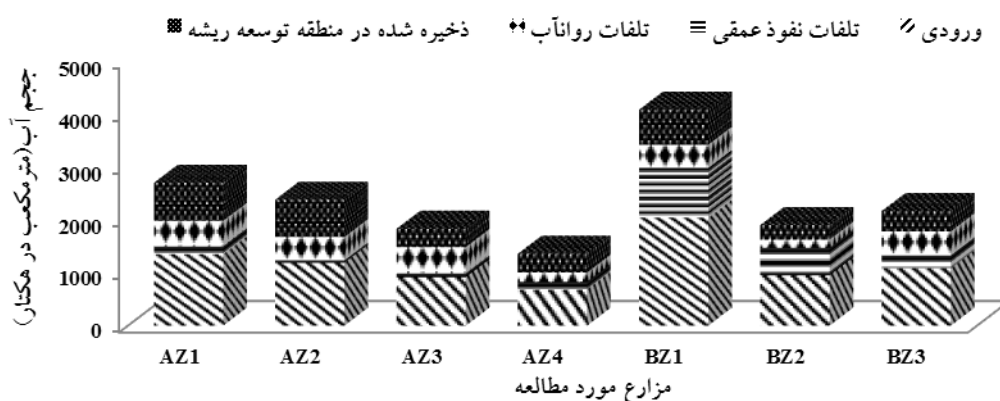
†نسبت مدت زمان پیشروی آب به مدت زمان آبیاری

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵



شکل ۲. حجم آب کاربردى و تلف شده در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپرورى مغان در ارزیابى مرحله اول



شکل ۳. حجم آب کاربردى و تلف شده در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپرورى مغان در ارزیابى مرحله دوم

در ارزیابى مرحله اول با آبیاری دوم مزارع به دست زارعان، ارتفاع گیاه در حدود ۲۵ تا ۳۸ سانتى متر رسید. در این مرحله از رشد عملیات خاکورزی، کوددهی، شمشیرزنى و وجین کردن صورت گرفت. این عملیات فاصله زمان زیادى را تا آبیاری بعدى ایجاد مى کند، که به دنبال آن رطوبت خاک در حد زیادى کاهش مى یابد. از طرفى، این عملیات سبب شده تا خاک سطحى سله شکنى شود و کلوخه های ریز و درشت در سطح خاک ایجاد شود. مجموع این عوامل نسبت زمان پیشروى را افزایش داد

جدول ۳ نشان مى دهد در آبیاری اول مقدار تلفات نفوذ عمقى در تمام مزارع مورد مطالعه بیش از مقدار تلفات رواناب است، به جز مزرعه AZ2 که مقدار رواناب خروجى از تلفات عمقى بیشتر است. با مقایسه جدول های ۱ و ۳ مشاهده مى شود با افزایش طول جویچه، تلفات نفوذ عمقى روند افزایشى داشته است، هر چند استثنای اندكى هم مشاهده شد. با افزایش طول جویچه، مدت زمان پیشروى آب افزایش و در نتیجه نسبت پیشروى کاهش یافت. حداقل، حداکثر و متوسط تلفات عمقى به ترتیب ۲۰/۶۰، ۶۶/۸۵ و ۴۲/۹۵ درصد است.

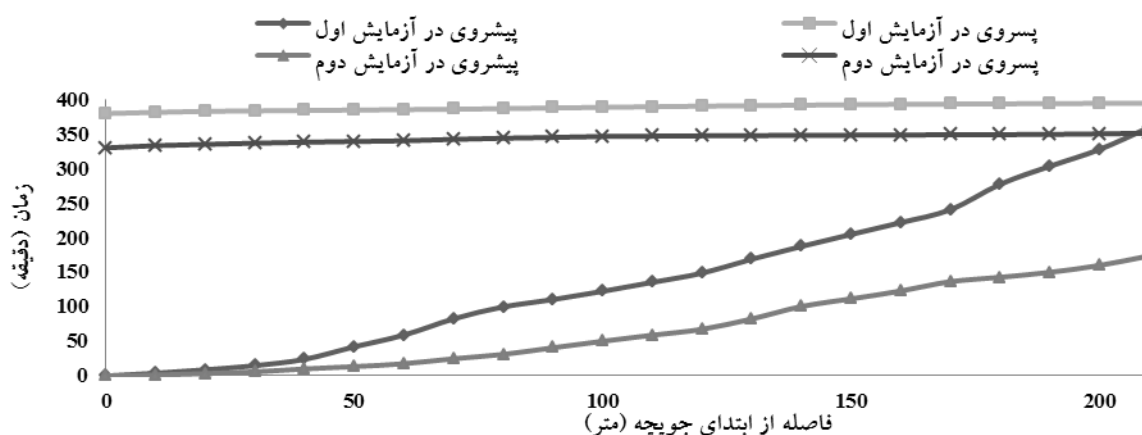
مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

پیشروی نسبت به مرحله اول کاهش می‌یابد و به دنبال آن آب سریع‌تر حرکت می‌کند و به انتهای جویچه می‌رسد. با رسیدن آب به انتهای جویچه، آبیاری بنا بر تشخیص خود تا کامل شدن آبیاری در انتهای جویچه آب را قطع نمی‌کند (طبق اظهارات آبیاری، تکمیل شدن آب در انتهای جویچه زمانی اتفاق می‌افتد که کل سطح پشته و جویچه از نشت حاصل از آب خیس شود). در این مرحله از رشد، بر اساس اظهارات زارعان، چون گیاه ذرت در مرحله دانه‌بندی است، آب بیشتری با دور کمتر به مزارع اعمال می‌شود. بیشترین مقدار تلفات عمقی در ارزیابی دوم مربوط به BZ1 و BZ2 است که با وجود عدم انجام عملیات خاکورزی، نفوذ عمقی بالا و رواناب پایین است. با توجه به جدول ۳، نسبت زمان پیشروی در این دو مزرعه بالا بود. این امر به دلیل رشد علف‌های هرز و کاهش سرعت پیشروی و در نتیجه افزایش تلفات عمقی است. با توجه به اینکه ارتفاع گیاه بلند است، امکان از بین بردن علف هرز به روش مکانیزه وجود ندارد. از طرفی، تلفات عمقی در این مرحله به دلیل رشد عمقی ریشه و برداشت ریشه از بیشترین مقدار آب ذخیره‌شده در ناحیه توسعه، کاهش یافت (جدول ۳).

(جدول ۳). از طرفی، با توجه به شکل ۲، با افزایش میزان آب کاربردی، مقدار تلفات (مجموع عمقی و رواناب) افزایش پیدا کرد. علاوه بر آن، ترک خوردگی‌های عمقی کف جویچه ورود مقدار بیشتری آب را به داخل خاک سبب شد که باعث کاهش شدت جریان آب در انتهای جویچه و کاهش رواناب خروجی می‌شود.

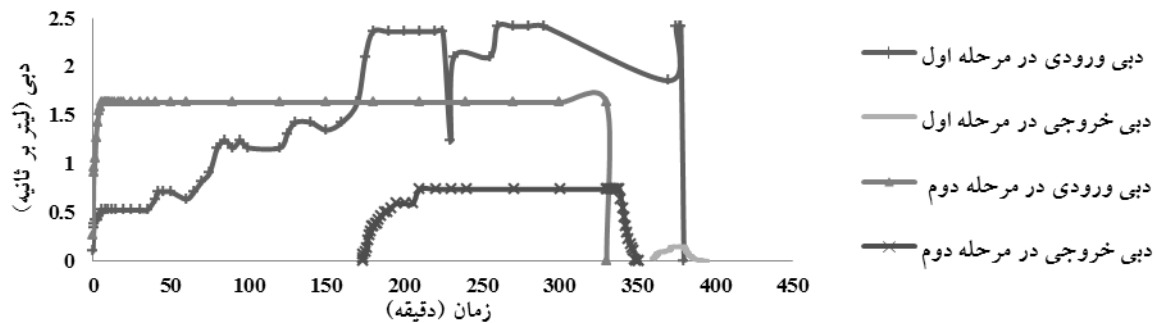
طبق شکل‌های ۲ تا ۵، با توجه به حجم بالای آب ورودی، مدت زمان زیاد آبیاری (۳۸۰ دقیقه)، نوسانات بالای دبی ورودی به دلیل عدم استفاده از سیفون و با توجه به جدول ۳ نسبت پیشروی زیاد در مزرعه BZ1 بیشترین تلفات را شاهد بودیم. به دلایل ذکر شده، بخش عمده تلفات مربوط به نفوذ عمقی بوده است. براساس جدول ۳ و شکل ۳، میانگین تلفات رواناب در مرحله دوم ارزیابی بیش از تلفات نفوذ عمقی بود. حداقل و حداکثر تلفات رواناب به ترتیب ۱۶/۰۸ و ۵۴/۲۸ درصد است. در این مرحله از ارزیابی (مرحله دوم) ارتفاع گیاه در حدود ۱/۹۰-۲/۲۰ متر بود. ارتفاع زیاد ذرت مانع از ورود ماشین‌آلات به داخل مزارع می‌شود و عملیات ذکر شده در ارزیابی اول دیگر اجراپذیر نیست. عدم انجام این عملیات سبب شد سطح خاک، سله می‌بندد. در نتیجه، مدت زمان



شکل ۴. زمان پیشروی و پسروی اندازه‌گیری شده در مزرعه BZ1

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵



شکل ۵. هیدروگراف‌های دبی ورودی و خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه BZ1

شاخص‌های ارزیابی

نتایج ارزیابی بازده‌های آبیاری در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان در جدول ۴ آمده است. بر اساس جدول ۴، حداقل و حداکثر بازده کاربرد آب به ترتیب ۲۸/۰۲ و ۵۵/۵۴ درصد در مزرعه‌های AZ۳ و AZ۱ به دست آمد (۲). در AZ۱ و AZ۲ بالابودن بازده کاربرد نسبت به بقیه مزارع با توجه به بالابودن AELQ و اختلاف کم با مقدار PELQ، دلیل بر مدیریت درست آبیاری و اجرای صحیح آن است. اختلاف زیاد بین این دو پارامتر در مزارع مورد مطالعه (به جز AZ۱ و AZ۲) نشان از مدیریت ضعیف آبیاری و طراحی نادرست بوده است. بنابراین، در شرایط طراحی و مدیریت درست آبیاری بازده کاربرد آب ارتقا می‌یابد (۱۲، ۱۹). لذا، می‌توان نتیجه گرفت مقدار بازده کاربرد آب در کشت و صنعت و دامپروری مغان با تحقیقات انجام گرفته در نقاط مختلف همخوانی دارد. با توجه به جدول ۴، حداقل و حداکثر بازده آب نفوذیافته در مزارع به ترتیب ۶۱/۳۷ و ۸۹/۰۰ درصد به دست آمد. مقایسه مقادیر بازده آب نفوذیافته و بازده کاربرد آب بیانگر این است که قسمت اعظم تلفات به صورت نفوذ عمقی است و تلفات رواناب خروجی کمتر مؤثر بوده است (۸). دلیل این امر نفوذپذیری خوب خاک به دلیل عملیات کوددهی و خاکورزی در ارزیابی اول،

در ارزیابی مرحله دوم، تلفات عمقی کاهش و تلفات رواناب افزایش یافت. این موضوع به دلیل عدم آگاهی زارعان از مقدار آب مورد نیاز و عدم قطع جریان در زمان مناسب است. بر اساس شکل‌های ۲ و ۳ و جدول ۳، مجموع تلفات در آبیاری اول بیش از آبیاری دوم است (۸). در آبیاری‌های بعدی، با رشد ریشه، به تدریج تلفات عمقی کاهش و بازده افزایش می‌یابد. از طرفی، در مرحله دوم ارزیابی کاهش طول جویچه‌ها را در دو مزرعه شاهد بودیم. دلیل کاهش طول جویچه ایجاد راه رفت و آمد و سهولت در عملیات داشت زارعان گزارش شد. این کاهش طول با توجه به جدول ۱، در مزارع AZ۴ و BZ۳ بوده است. در مزرعه AZ۴ کاهش طول سبب شده تا مجموع تلفات در مرحله دوم (۴۷/۸۰ درصد) نسبت به مرحله اول (۵۹/۳۷ درصد) کاهش یابد (جدول ۳). اما، در مزرعه BZ۳ کاهش طول از ۴۷۰ متر به ۱۶۰ متر (جدول ۳) به دلیل مدیریت نادرست، مجموع تلفات را نسبت به مرحله اول افزایش داد (۱۹). برای مثال، هیدروگراف ورودی-خروجی، عمق آب نفوذیافته در طول جویچه و زمان پیشروی و پسروی اندازه‌گیری شده مزرعه BZ۱ در شکل‌های ۴ و ۵ ارائه شده است.

مدیریت آب و آبیاری

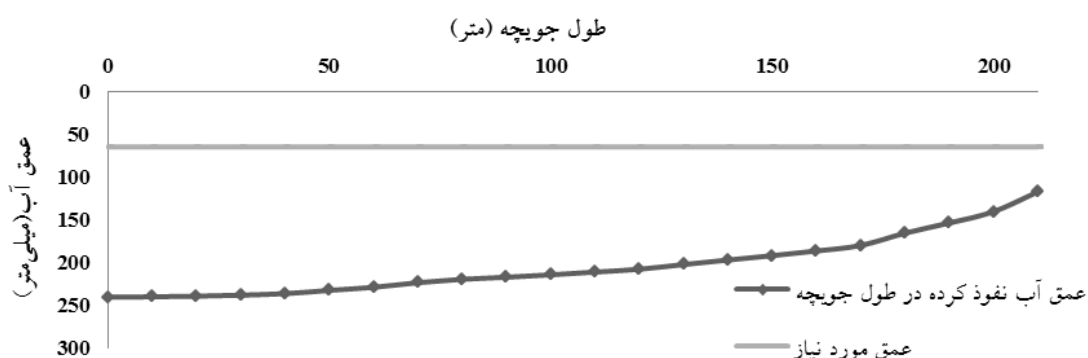
بررسی عملکرد آبیاری جویچه‌ای در مزارع ذرت تحت مدیریت زارعان و ارائه راهکارهای کاربردی در بهبود آن

هیدروگراف خروجی است (۸). یکنواختی توزیع آب در بازه ۷۹/۵۰ و ۸۹/۶۴ درصد به دست آمد (جدول ۳). مقدار به دست آمده در حد مطلوبی قرارداد (۱۲). بر اساس جدول ۴ بازه توزیع آب بین ۸۷/۷۶ و ۹۳/۹۹ درصد است که در حد مطلوبی قرارداد (۱۵).

طولانی بودن جویچه‌ها، درز و ترک جویچه‌ها و علف‌های هرز رشد کرده در مرحله دانه‌بندی است، به طوری که باعث زیاد شدن زمان پیشروی آب تا انتهای جویچه می‌شود و فرصت بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. بدین ترتیب، تلفات نفوذ عمقی بیشتر شده است. شکل‌های ۴ و ۵ بیانگر تأثیر این موارد در ارزیابی اول روی زمان پیشروی و

جدول ۴. متوسط بازده‌های ارزیابی اول و دوم در مزارع ذرت مورد مطالعه کشت و صنعت و دامپروری مغان

بازده مزرعه	بازده توزیع (درصد)	یکنواختی توزیع (درصد)	بازده کاربرد آب در چارک پایین (درصد)	بازده پتانسیل کاربرد آب در چارک پایین (درصد)	بازده آب نفوذ یافته (درصد)	بازده کفایت آبیاری (درصد)	بازده کاربرد آب (درصد)
AZ1	۹۰/۷۲	۸۳/۳۵	۵۰/۲۴	۶۲/۱۰	۷۶/۳۷	۱۰۰	۵۵/۵۴
AZ2	۹۳/۹۹	۸۹/۶۴	۴۳/۵۰	۵۴	۶۱/۶۸	۷۷/۰۲	۴۹/۵۴
AZ3	۹۲/۵۳	۸۷/۱۸	۲۶/۲۰	۵۲/۲۵	۶۱/۳۷	۱۰۰	۲۸/۰۲
AZ4	۹۲/۲۰	۸۵/۴۵	۳۴/۴۶	۵۳/۶۰	۷۸/۶۸	۱۰۰	۴۶/۴۰
BZ1	۸۷/۷۶	۷۹/۵۰	۳۰/۳۶	۶۸/۴۵	۸۹/۰۰	۱۰۰	۳۲/۵۵
BZ2	۹۳/۲۳	۸۸/۱۵	۴۰/۱۲	۶۹/۱۵	۸۲/۹۳	۱۰۰	۴۳/۶۳
BZ3	۸۹/۶۵	۸۱/۸۴	۳۳/۰۷	۵۸/۵۰	۷۶/۹۱	۱۰۰	۳۷/۶۲
میانگین	۹۱/۴۴	۸۵/۰۱	۳۶/۸۵	۵۹/۷۲	۷۵/۲۸	۹۶/۷۱	۴۱/۹۰



شکل ۶. تلفات نفوذ عمقی در مزرعه BZ1 در آزمایش اول

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

نتیجه گیری

نتایج نشان داد میانگین بازده کفایت آبیاری ۹۶/۷۱ درصد به دست آمد که نشان می دهد کم آبیاری در اکثر مزارع اتفاق نیفتاده است. با مقایسه میانگین بازده آب نفوذیافته در مزارع (۷۵/۲۸ درصد) و بازده کاربرد آب در گیاه (۴۱/۹۰ درصد) و پایین بودن بازده کاربرد آب در چارک پایین (۳۶/۸۵ درصد) می توان نتیجه گرفت مدیریت ضعیفی بر سیستم آبیاری جویچه ای حاکم است. این ضعف مدیریتی به صورت تلفات نفوذ عمقی است و رواناب انتهایی بر پایین بودن بازده کاربرد آب به اندازه تلفات عمقی اثرگذار نبوده است. اختلاف بین AELQ و PELQ اشاره به مشکل مدیریت و طرز کاربرد نامناسب سیستم دارد (۴). درز و ترک به دلیل بسترسازی نامناسب، عملیات خاکورزی، نداشتن دور آبیاری منظم، ناآگاهی زارعان درباره نحوه آبیاری بهینه در مزارع، ناآشنایی زارعان و آبیاریها با مشخصات فیزیکی خاک از جمله رطوبت قبل از آبیاری، دادن آب بیش از نیاز آبی گیاه به مزرعه، طولانی بودن جویچه ها، استفاده از آب جویچه های ابتدایی برای جویچه های دیگر بدون قطع جریان از ابتدای مزرعه، پخش آب در تعداد زیادی از جویچه ها و در نتیجه آن کاربرد دبی کم در هر جویچه، طولانی بودن مدت زمان آبیاری، تشخیص کامل شدن آبیاری در انتهای جویچه با سیاه شدن (مرطوب و خیس شدن تمام سطح جویچه و پشته) کل جویچه از طرف آبیاری، سپس قطع جریان آب، بستن قرارداد با تعدادی از آبیاریها به صورت ساعتی، انتها بازبودن جویچه ها و عدم تعیین رطوبت قبل از آبیاری به منظور آگاه بودن از مقدار آب و ساعت آبیاری مورد نیاز را می توان از علل کم بودن بازده کاربرد آب در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان نام برد. اثرگذاری اکثر این عوامل بر تلفات عمقی نسبت به تلفات رواناب انتهایی بیشتر است. همچنین، کوتاه کردن طول جویچه ها بدون آگاهی از طول بهینه از عوامل ایجاد رواناب بالا در ارزیابی دوم بود.

عدم استفاده از سیفون باعث نوسانات بالای آب در جویچه ها می شود (شکل ۵). نوسانات دبی ورودی به جویچه بر بازده تأثیر زیادی می گذارد. این موضوع به دلیل عدم حضور زارع در هنگام آبیاری بوده است. عدم استفاده از سیفون و عدم حضور زارع سبب شد آب به جویچه های دیگر باز شود و نوسانات در دبی ورودی اتفاق بیفتد، به طوری که در یک نقطه مقدار دبی ورودی از ۲/۵ لیتر در ثانیه به ۱ لیتر در ثانیه کاهش می یابد. این مسئله در ارزیابی دوم با آگاه کردن زارع از نوسانات و حضور در مزرعه هنگام آبیاری برطرف شد (شکل ۵). از جمله راه های افزایش بازده کاربرد آب در مزارع منطقه مورد مطالعه، آموزش زارعان و آبیاریها، بهینه کردن طول جویچه ها، استفاده از سیفون برای آبیاری از نهر به داخل جویچه، اعمال مدیریت صحیح در زمان آبیاری، تمیز کردن جویچه ها، بسترسازی مناسب، استفاده از دبی مناسب برای پیشروی آب، رعایت دور آبیاری بر اساس نیاز گیاه، نظارت مهندسان آبیاری بر شیوه آبیاری زارعان و آبیاریها، مسدود کردن انتهای جویچه و افزایش قیمت آب بها را می توان نام برد که باعث کاهش تلفات نفوذ عمقی و تلفات رواناب می شود. نتایج پژوهش (۳، ۷، ۸) نیز به همین راهکارهای در افزایش بازده کاربرد آب رسید. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش چنین به نظر می رسد که بیشترین تلفات آب در داخل مزرعه و به صورت تلفات عمقی بوده است (شکل ۶). این راهکارهای تأثیر قابل توجهی بر کاهش تلفات عمقی و رواناب و افزایش بازده کاربرد آب خواهد داشت.

منابع

۱. احسانی م. و خالدی ه (۱۳۸۱) بهره وری آب کشاورزی. یازدهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ایران.

مدیریت آب و آبیاری

۱۰. معیری م. و کاوه ف. (۱۳۸۷) تحلیل بازده آبیاری سطحی در مزارع غیریکپارچه شبکه آبیاری دز. تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۹(۳): ۱۳۵-۱۵۲.
11. Elliott R.L. and Walker W.R. (1982) Field evaluation of furrow infiltration and advance functions. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 25(2): 396-400.
12. Emond H., Loftis J.C., Podmore T.H., Roberts J. and Leaf F. (1993) Evaluation of surface irrigation systems near Greeley. International Summer Meeting sponsored by The American Society of Agricultural Engineers and The Canadian Society of Agricultural Engineering, Colorado.
13. Galinato G.D. (1974) Evaluation of irrigation systems in the snake river fan. Idaho State University, Jefferson County, Master's thesis.
14. Hornbuckle J.W., Christenl E.W. and Faulkner R.D. (1998) Improving the Efficiency and Performance of Furrow Irrigation Using Simulation Modeling in South-Eastern Australia. Environmental Engineering Department, University of New England, Armidale, New South Wale, Australia.
15. Mateos L. and Oyonarte N. (2005) A spreadsheet model to evaluate sloping furrow irrigation accounting for infiltration variability. Agriculture Water Management. 76(1): 62-75.
16. Playan E. and Mateos L. (2004) Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. Agricultural water management. 80(1): 100-116.
17. Raine S.R., Holden I.R. and Shannon E.L. (1996) Getting the message across in the battle for irrigation efficiency. Conference on Engineering in Agriculture and Food Processing, Gatton.
۲. بهزادی نسب م.، ناظمی ا. و صدرالدینی ع. (۱۳۸۷) ارزیابی سیستم آبیاری جویچه. دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز، ایران.
۳. ریاحی فارسانی ح.، نوری امامزاده‌ئی م.، فتاحی ر. و طباطبائی ح. (۱۳۹۲) ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای در دشت‌های شهرکرد، بروجن و خانمیرزا. علوم و مهندسی آبیاری. ۳۷(۲): ۹۵-۱۰۴.
۴. سهرابی ت. و اصیل منش ر. (۱۳۷۷) ارزیابی سیستم آبیاری عقربه‌ای در کرج. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۲(۲): ۱-۱۴.
۵. سهرابی ت. و خوش خواهش ی. (۱۳۷۸) ارزیابی بازده کاربرد آب در برنجزارهای تحت شبکه‌های آبیاری گیلان و فومنات. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۳(۴): ۱-۱۲.
۶. قاسم‌زاده مجاری ف. (۱۳۷۷) ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع (ترجمه). چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۲۹ ص.
۷. قدمی فیروزآبادی ع. و سیدان س.م. (۱۳۸۶) ارزیابی بازده کاربرد آبیاری شیاری تحت مدیریت زارعین (مطالعه موردی: دشت بهار-همدان). پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۷(۳): ۷۹-۸۹.
۸. کانونی ا. (۱۳۸۶) ارزیابی بازده آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت های مختلف در منطقه مغان. تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۸(۲): ۱۷-۳۲.
۹. مامن پوش ع.، عباسی ف. و موسوی س.ف. (۱۳۸۰) ارزیابی بازده کاربرد آب در روش‌های آبیاری سطحی در برخی از مزارع استان اصفهان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۲(۹): ۴۳-۵۸.

18. Roldán-Cañas J., Chipana R., Moreno-Pérez M. and Chipana G. (2015) Description and Evaluation of Zigzag Furrow Irrigation in the Inter-Andean Valleys of Bolivia. *Irrigation and Drainage Engineering*. 141(11): 04015019 1-10.
19. Sepaskhah A.R. and Ghahraman B. (2004) The effects of irrigation efficiency and uniformity coefficient on relative yield and profit for deficit irrigation. *Biosystem Engineering*. 87(4): 495-507.
20. Wolters W. and Bos M.G. (1990) Inter relationships between irrigation efficiency and the reuse of drainage water. Papers Presented at the symposium on Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semi-Arid regions, Cairo. 1990(3): 237-245.