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 ارائهٔ راهکارهای کاربردی در بهبود آن (مطالعهٔ موردی:کشت و صنعت و دامپروری مغان)

یاسر حمدی احمدآباد*[۱]، عبدالمجید لیاقت[۲]، تیمور سهرابی[۲]، 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 وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۱/۲۱

چکیده

ارزیابی سامانه‌های آبیاری، اطلاع از وضع موجود و ارائهٔ راهکارهای کاربردی و اجراپذیر در مزرعه با توجه به وضع موجود به کاربرد یکنواخت‌تر و کاراتر آب در مزرعه کمک می‌کند. این پژوهش به‌منظور 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 مزرعهٔ تحت کشت ذرت (کشت غالب منطقه) نشان داد که متوسط بازده کاربرد آب، بازده ذخیرهٔ 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 به‌ترتیب، ۴۱/۹۰، ۹۶/۷۱، ۷۵/۲۸، ۹۱/۴۴، ۳۶/۸۵، ۸۵/۰۱ و ۵۹/۷۲ درصد است. پایین‌بودن بازده کاربرد آب، به‌دلیل 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 آبیارها، 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.

* نویسنده مسئول Email: hamdiyaser71@ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

به‌علت 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. راه‌حل 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 کمیاب‌شدن 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 ارائهٔ 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 زمینهٔ ارزیابی سیستم‌های آبیاری در ایران و جهان صورت گرفته است. مقدار بازده کاربرد آب در منطقهٔ دلتای بوردکین استرالیا در طول فصل زراعی ۴۱ درصد و بازده ذخیرهٔ آب ۹۸ درصد گزارش شد (۱۷). مطالعهٔ تغییر در بازده کاربرد آب آبیاری با اعمال تغییر در مدیریت آبیاری در منطقهٔ 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).

در پژوهشی به‌منظور توصیف و ارزیابی آبیاری جویچه‌ای زیگزاگ در درهٔ inter- Andean، متوسط بازده کاربرد آب، رواناب سطحی و تلفات نفوذ عمقی در ده مزرعهٔ تحت آبیاری به‌ترتیب ۱۷/۴۷، ۸۶/۳۶ و ۱۴/۱۷ درصد اعلام شد. فقدان مدیریت کارآمد و اجرای نامناسب سیستم آبیاری جویچه‌ای زیگزاگ در منطقهٔ مورد مطالعه سبب پایین‌بودن بازده گزارش بوده 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 به‌دست 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 به‌دست آورد (۱۹). در تحقیقی، به‌منظور تحلیل بازده آبیاری سطحی در مزارع غیریکپارچهٔ شبکهٔ 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).

براساس تحقیقات ارزیابی بازده آبیاری که در منطقهٔ مغان انجام گرفت، متوسط بازده کاربرد آب برای ذرت و تحت مدیریت بخش دولتی ۲۴/۹ درصد و در مزرعهٔ ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی ۶۵/۳ درصد به‌دست 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).

Archive of SID
www.SID.ir

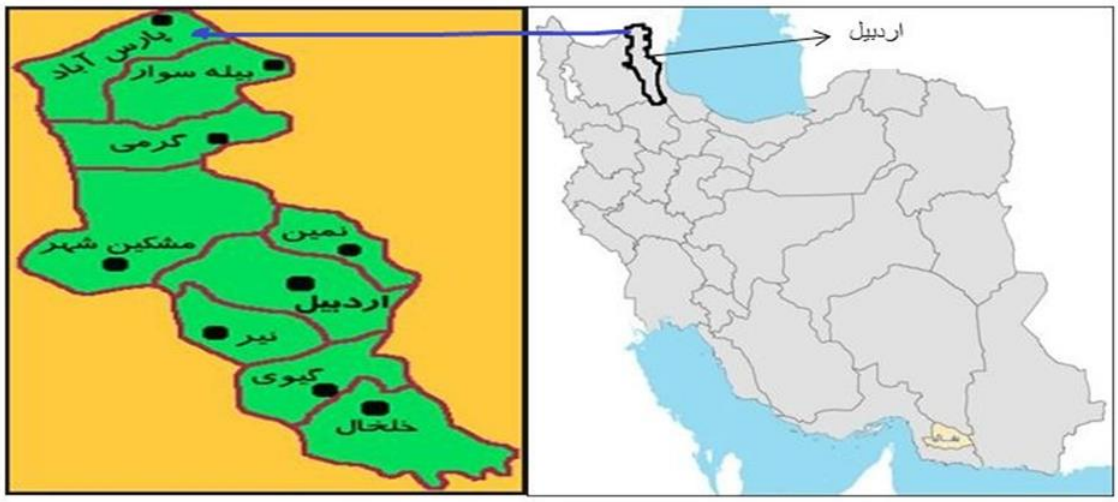
بیشتر سیستم‌های آبیاری طراحی و مدیریت خوب و بازده کاربرد آب بالای ۹۰ درصد دارد، ولی بیشتر سیستم‌های آبیاری جویچه‌ای دارای بازده کاربرد پایین‌تری است (۱۴). بررسی بازده آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری و در شرایط متفاوت نشان داد بازده آبیاری در روش مرسوم آبیاری ثقلی در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد در مزارع تسطیح‌نشده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

هدف از این پژوهش، ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری جویچه‌ای در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان و ارائهٔ راهکارهای کاربردی برای افزایش بازده کاربرد آب است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی مدیریت آبیاری و ارزیابی آبیاری جویچه‌ای و ارائهٔ 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 نمایندهٔ اراضی فاریاب بررسی و ارزیابی شد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه و جدول ۱ مشخصات مزارع مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

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



www.SID.ir

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

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

بخش	قطعه	کد مزرعه	فواصل جویچه (متر)	ارزیابی اول		ارزیابی دوم	
				طول جویچه (متر)	شیب (متر بر متر)	طول جویچه (متر)	شیب (متر بر متر)
۱	۵۲۱-۴	AZ۱	۰/۷۵	۲۳۰	۰/۰۰۳۳	۲۳۰	۰/۰۰۳۳
	۵۰۳-۲	AZ۲	۰/۷۵	۱۴۰	۰/۰۰۲۰	۱۴۰	۰/۰۰۲۰
	۵۱۵-۸	AZ۳	۰/۷۵	۱۹۰	۰/۰۰۳۵	۱۹۰	۰/۰۰۳۵
	۵۱۱-۱۲	AZ۴	۰/۷۵	۳۶۰	۰/۰۰۵۰	۲۶۰	۰/۰۰۵۰
۵	۱۴۳-۲	BZ۱	۰/۷۵	۲۱۰	۰/۰۰۵۱	۲۱۰	۰/۰۰۵۱
	۱۴۸-۲	BZ۲	۰/۷۵	۱۷۰	۰/۰۰۲۰	۱۷۰	۰/۰۰۲۰
	۱۵۰-۱	BZ۳	۰/۷۵	۴۷۰	۰/۰۰۲۳	۱۶۰	۰/۰۰۲۳

جرم نمونه‌ها با ترازوی قابل حمل در محل تعیین شد. سپس، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و در داخل آون در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرارگرفت. نمونه‌ها بعد از خارج‌کردن از آون مجدداً وزن و با استفاده از روابط، درصد رطوبت وزنی و چگالی ظاهری هر کدام از نمونه‌ها به‌دست آمد. درصد حجمی رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم با دستگاه صفحه‌های فشاری تعیین شد. متوسط نتایج تجزیهٔ فیزیکی خاک مزارع آزمایشی (به‌دلیل بالابودن مزارع مورد مطالعه) در جدول ۲ آمده است.

Archive of SID
www.SID.ir

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

کد مزرعه	بافت خاک	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر 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

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

$$Z = kt^{a} + f_{.}t + c \qquad (۱)$$

که در آن، z حجم آب نفوذ کرده در واحد طول جویچه ($m^{۳}.m^{-۱}$)، t زمان نفوذ آب در هر نقطه (min)، f_0 سرعت نفوذ نهایی آب در خاک ($m^{۳}.m^{-۱}.min^{-۱}$)، c جزء ترک‌خوردگی ($m^{۳}.m^{-۱}$) و a و k ضرایب معادلهٔ نفوذ است. نفوذ تجمعی و حجم آب نفوذ کرده در طول جویچه با استفاده از معادلهٔ 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 توسعهٔ 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 رابطهٔ (۲) تعیین شد که تمام قسمت‌های جویچه به‌صورت کامل آبیاری شده باشد (۶).

$$E_{ao} = \frac{Z_{reqd} \times L \times W}{Q_{in} \times t_{co}} \times ۱۰۰ \qquad (۲)$$

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

Archive of SID
www.SID.ir

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

$$E_{ad} = \frac{(Z_{reqd} \times X_d) + V_{zd}}{Q_{in} \times t_{co}} \times ۱۰۰ \qquad (۳)$$

در این رابطه، X_d طولی از جویچه با دریافت آب به‌اندازهٔ مورد نیاز آبیاری (متر) و V_{zd} حجم آب نفوذکرده در خاک در قسمت کم آبیاری شده (مترمکعب) است.

برای تعیین بازده ذخیرهٔ آب در خاک از رابطهٔ (۴) استفاده شد (۶).

$$E_s = \frac{V_z}{V_{reqd}} \times ۱۰۰ \qquad (۴)$$

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

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

$$E_d = \left\{ ۱ - \frac{\sum_{i=۱}^{n} \left| Z_i - \bar{Z} \right|}{n\bar{Z}} \right\} \times ۱۰۰ \qquad (۵)$$

در این رابطه، $\bar{Z}$ میانگین عمق آب نفوذکرده در نقاط مختلف مزرعه (متر)، Z_i مقدار آب نفوذکرده 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 نفوذیافته در چارک پایین از کمبود رطوبت خاک (SMD) کوچک‌تر باشد) با استفاده از رابطهٔ (۶) تعیین شد (۶).

$$AELQ_{LQ \le SMD} = \frac{Z_{LQ}}{\bar{D}} \times ۱۰۰ \qquad (۶)$$

در این رابطه، Z_{LQ} آب نفوذکرده در چارک پایین زمین (متر) و $\bar{D}$ میانگین عمق آب کاربردی (متر) است.

در صورتی که مقدار عمق آب نفوذیافته در چارک پایین از کمبود رطوبت خاک (SMD) بیشتر باشد، بازده کاربرد آب در چارک پایین از رابطهٔ (۷) به‌دست خواهد آمد (۶).

$$AELQ_{LQ>SMD} = \frac{SMD}{\bar{D}} \times ۱۰۰ \qquad (۷)$$

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

$$PELQ = \frac{d_{LQ}}{\bar{D}} \times ۱۰۰ \qquad (۸)$$

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

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

$$DU = \frac{Z_{LQ}}{\bar{Z}} \times ۱۰۰ \qquad (۹)$$

بازده آب نفوذیافته از رابطهٔ (۱۰) به‌دست آمد (۶).

$$E = \frac{V_{inf}}{V_{inp}} \times ۱۰۰ \qquad (۱۰)$$

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

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

$$DPR = ۱۰۰ \times \frac{(V_Z - Z_{reqd}) \times L}{Q_{in} \times t_{co}} \qquad (۱۱)$$

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

$$TWR = \frac{V_{out}}{Q_{in} \times t_{co}} \times ۱۰۰ \qquad (۱۲)$$

در این رابطه، V_{out} حجم رواناب (مترمکعب) است.

مقدار آب آبیاری مورد نیاز از رابطهٔ (۱۳) محاسبه شد (۶).

Archive of SID

www.SID.ir

$$Z_{reqd} = \frac{(\theta_{FC} - \theta_V)}{100} \times D_{rz} \qquad (۱۳)$$

که در آن، D_{rz} عمق توسعهٔ 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 به‌منظور 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 پایین (PELQ)، یکنواختی توزیع آب (DU)، درصد رواناب (TWR)، بازده آب نفوذ یافته (E) و درصد نفوذ عمقی (DPR).

نتایج و بحث

تلفات رواناب و نفوذ عمقی

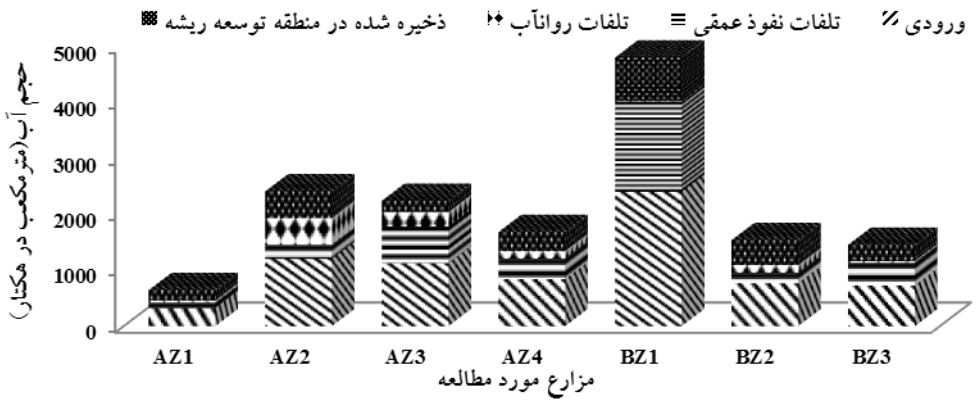
نتایج محاسبهٔ درصد تلفات عمقی، رواناب حاصل و حجم آب کاربردی از آبیاری‌های انجام‌شده در دو ارزیابی در مزارع ذرت در جدول ۳ و شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

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

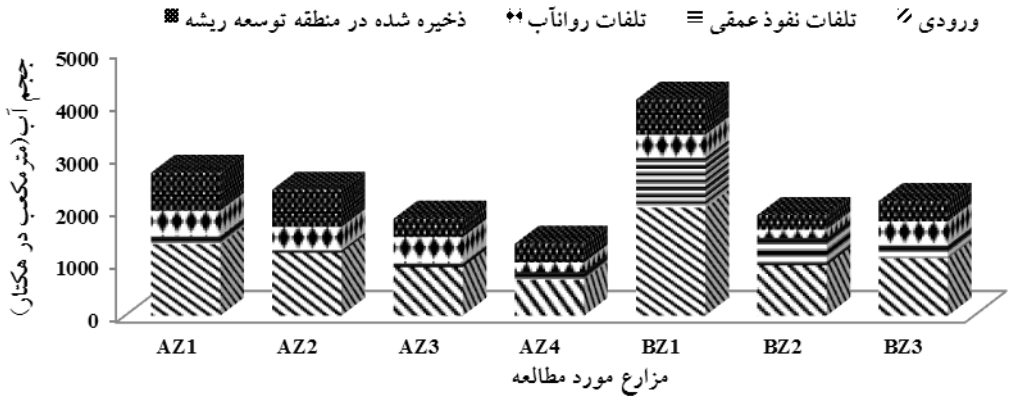
مزرعه	ارزیابی اول			ارزیابی دوم				
	تلفات نفوذ عمقی(درصد)	تلفات رواناب (درصد)	مجموع تلفات (درصد)	نسبت پیشروی $(T_t/T_n)^+$	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب (درصد)	مجموع تلفات (درصد)	نسبت پیشروی $(T_t/T_n)^+$
AZ۱	۳۰/۶۷	۱۱/۴۴	۴۲/۱۱	۰/۸۶	۱۰/۹۸	۳۵/۸۰	۴۶/۷۸	۰/۵۰۵
AZ۲	۲۰/۶۰	۳۹/۴۴	۶۰/۰۴	۰/۳۲	۳/۶۶	۳۷/۲۰	۴۰/۸۶	۰/۴۱
AZ۳	۵۹/۰۰	۲۲/۹۷	۸۱/۹۷	۰/۶۲	۷/۶۹	۵۴/۲۸	۶۱/۹۷	۰/۳۳
AZ۴	۴۳/۵۲	۱۵/۸۵	۵۹/۳۷	۰/۵۲	۲۱/۰۳	۲۶/۷۷	۴۷/۸۰	۰/۴۵
BZ۱	۶۶/۸۵	۰/۴۲	۶۷/۲۷	۰/۹۴	۴۶/۰۵	۲۱/۵۵	۶۷/۶۰	۰/۵۲
BZ۲	۲۴/۰۷	۱۸/۰۵	۴۲/۱۲	۰/۴۷	۵۴/۵۴	۱۶/۰۸	۷۰/۶۲	۰/۶۰
BZ۳	۵۵/۹۳	۴/۱۲	۶۰/۰۵	۰/۸۹	۲۲/۶۳	۴۲/۰۴	۶۴/۶۷	۰/۳۶
میانگین	۴۲/۹۵	۱۶/۰۴	۵۸/۹۹		۲۲/۷۰	۳۳/۳۹	۵۷/۱۸	

†نسبت مدت زمان پیشروی آب به مدت زمان آبیاری

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲. حجم آب کاربردی و تلف‌شده در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان در ارزیابی مرحلهٔ اول



شکل ۳. حجم آب کاربردی و تلف‌شده در مزارع ذرت کشت و صنعت و دامپروری مغان در ارزیابی مرحلهٔ دوم

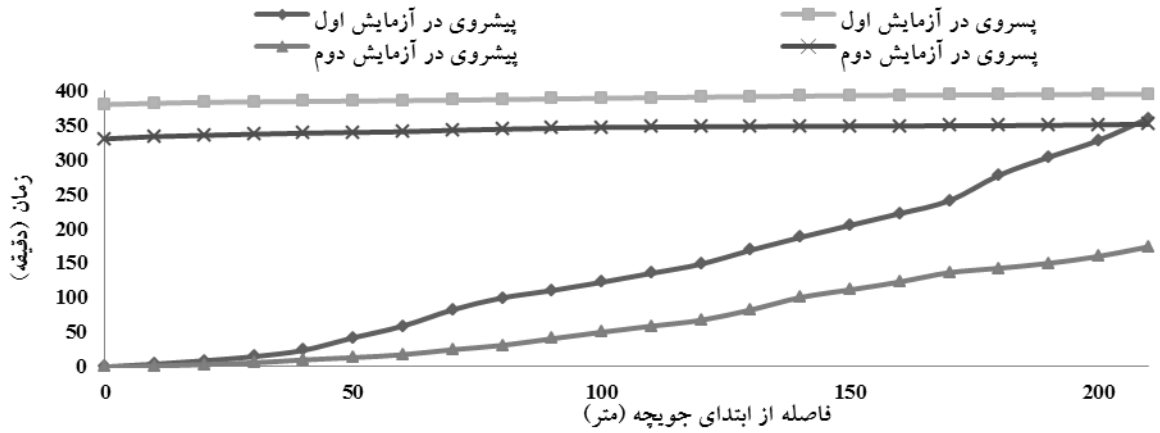
جدول ۳ نشان می‌دهد در آبیاری اول مقدار تلفات نفوذ عمقی در تمام مزارع مورد مطالعه بیش از مقدار تلفات رواناب است، به‌جز مزرعهٔ AZ۲ که مقدار رواناب خروجی از تلفات عمقی بیشتر است. با مقایسهٔ جدول‌های ۱ و ۳ مشاهده می‌شود با افزایش طول جویچه، تلفات نفوذ عمقی روند افزایشی داشته است، هر چند استثنای اندکی هم مشاهده شد. با افزایش طول جویچه، مدت زمان پیشروی آب افزایش و در نتیجه نسبت پیشروی کاهش یافت. حداقل، حداکثر و متوسط تلفات عمقی به ترتیب ۲۰/۶۰، ۶۶/۸۵ و ۴۲/۹۵ درصد است.

در ارزیابی مرحلهٔ اول با آبیاری دوم مزارع به‌دست زارعان، ارتفاع گیاه در حدود ۲۵ تا ۳۸ سانتی‌متر رسید. در این مرحله از رشد عملیات خاکورزی، کوددهی، شمشیرزنی و وجین‌کردن صورت گرفت. این عملیات فاصلهٔ زمان زیادی را تا آبیاری بعدی ایجاد می‌کند، که به‌دنبال آن رطوبت خاک در حد زیادی کاهش می‌یابد. از طرفی، این عملیات سبب‌شده تا خاک سطحی سله‌شکنی شود و کلوخه‌های ریز و درشت در سطح خاک ایجاد شود. مجموع این عوامل نسبت زمان پیشروی را افزایش داد

www.SID.ir

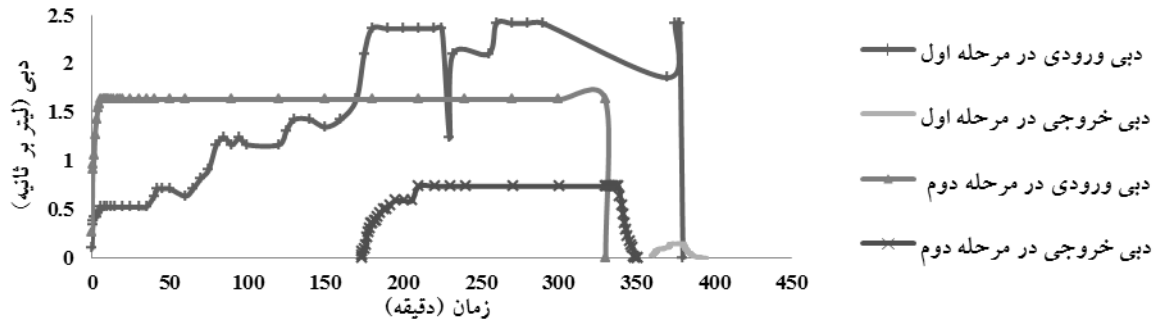
(جدول ۳). از طرفی، با توجه به شکل ۲، با افزایش میزان آب کاربردی، مقدار تلفات (مجموع عمقی و رواناب) افزایش پیدا کرد. علاوه‌بر آن، ترک‌خوردگی‌های عمقی کف جویچه ورود مقدار بیشتری آب را به داخل خاک سبب شد که باعث کاهش شدت جریان آب در انتهای جویچه و کاهش رواناب خروجی می‌شود.

طبق شکل‌های ۲ تا ۵، با توجه به حجم بالای آب ورودی، مدت زمان زیاد آبیاری (۳۸۰ دقیقه)، نوسانات بالای دبی ورودی به‌دلیل عدم استفاده از سیفون و با توجه به جدول ۳ نسبت پیشروی زیاد در مزرعهٔ BZ۱ بیشترین تلفات را شاهد بودیم. به دلایل ذکر شده، بخش عمدهٔ تلفات مربوط به نفوذ عمقی بوده است. براساس جدول ۳ و شکل ۳، میانگین تلفات رواناب در مرحلهٔ دوم ارزیابی بیش از تلفات نفوذ عمقی بود. حداقل و حداکثر تلفات رواناب به‌ترتیب ۱۶/۰۸ و ۵۴/۲۸ درصد است. در این مرحله از ارزیابی (مرحلهٔ دوم) ارتفاع گیاه در حدود ۱/۹۰–۲/۲۰ متر بود. ارتفاع زیاد ذرت مانع از ورود ماشین‌آلات به داخل مزارع می‌شود و عملیات ذکرشده در ارزیابی اول دیگر اجراپذیر نیست. عدم انجام این عملیات سبب شد سطح خاک، سله می‌بندد. در نتیجه، مدت زمان پیشروی نسبت به مرحلهٔ اول کاهش می‌یابد و به‌دنبال آن آب سریع‌تر حرکت می‌کند و به انتهای جویچه می‌رسد. با رسیدن آب به انتهای جویچه، آبیار بنا بر تشخیص خود تا کامل‌شدن آبیاری در انتهای جویچهٔ آب را قطع نمی‌کند (طبق اظهارات آبیار، تکمیل‌شدن 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 مرحلهٔ دانه‌بندی است، آب بیشتری با دور کمتر به مزارع اعمال می‌شود. بیشترین مقدار تلفات عمقی در ارزیابی دوم مربوط به BZ۱ و BZ۲ 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 به‌دلیل 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 به‌دلیل رشد عمقی ریشه و برداشت ریشه از بیشترین مقدار آب ذخیره‌شده در ناحیهٔ توسعه، کاهش یافت (جدول ۳).



شکل ۴. زمان پیشروی و پسروی اندازه‌گیری‌شده در مزرعهٔ BZ۱

www.SID.ir
Archive of SID



شکل ۵. هیدروگراف‌های دبی ورودی و خروجی اندازه‌گیری‌شده در مزرعهٔ BZ۱

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

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 به‌ترتیب ۲۸/۰۲ و ۵۵/۵۴ درصد در مزرعه‌های AZ۳ و AZ۱ به‌دست آمد (۲). در AZ۱ و AZ۲ بالابودن بازده کاربرد نسبت به بقیهٔ 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 (به‌جز 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 انجام‌گرفته در نقاط مختلف همخوانی دارد. با توجه به جدول ۴، حداقل و حداکثر بازده آب نفوذیافته در مزارع به‌ترتیب ۶۱/۳۷ و ۸۹/۰۰ درصد به‌دست آمد. مقایسهٔ مقادیر بازده آب نفوذیافته و بازده کاربرد آب بیانگر این است که قسمت اعظم تلفات به‌صورت نفوذ عمقی است و تلفات رواناب خروجی کمتر مؤثر بوده است (۸). دلیل این امر نفوذپذیری خوب خاک به‌دلیل عملیات کوددهی و خاکورزی در ارزیابی اول،

Archive of SID
www.SID.ir

طولانی بودن جویچه‌ها، درز و ترک جویچه‌ها و علف‌های هرز رشدکرده در مرحلهٔ دانه‌بندی است، به‌طوری که باعث زیادشدن زمان پیشروی آب تا انتهای جویچه می‌شود و فرصت بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. بدین‌ترتیب، تلفات نفوذ عمقی بیشتر شده است. شکل‌های ۴ و ۵ بیانگر تأثیر این موارد در ارزیابی اول روی زمان پیشروی و هیدروگراف خروجی است (۸). یکنواختی توزیع آب در بازهٔ ۷۹/۵۰ و ۸۹/۶۴ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). مقدار به‌دست آمده در حد مطلوبی قراردارد (۱۲). بر اساس جدول ۴ بازهٔ بازده توزیع آب بین ۸۷/۷۶ و ۹۳/۹۹ درصد است که در حد مطلوبی قراردارد (۱۵).

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

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)
AZ۱	۹۰/۷۲	۸۳/۳۵	۵۰/۲۴	۶۲/۱۰	۷۶/۳۷	۱۰۰	۵۵/۵۴
AZ۲	۹۳/۹۹	۸۹/۶۴	۴۳/۵۰	۵۴	۶۱/۶۸	۷۷/۰۲	۴۹/۵۴
AZ۳	۹۲/۵۳	۸۷/۱۸	۲۶/۲۰	۵۲/۲۵	۶۱/۳۷	۱۰۰	۲۸/۰۲
AZ۴	۹۲/۲۰	۸۵/۴۵	۳۴/۴۶	۵۳/۶۰	۷۸/۶۸	۱۰۰	۴۶/۴۰
BZ۱	۸۷/۷۶	۷۹/۵۰	۳۰/۳۶	۶۸/۴۵	۸۹/۰۰	۱۰۰	۳۲/۵۵
BZ۲	۹۳/۲۳	۸۸/۱۵	۴۰/۱۲	۶۹/۱۵	۸۲/۹۳	۱۰۰	۴۳/۶۳
BZ۳	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 مزرعهٔ BZ۱ در آزمایش اول

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد میانگین بازده کفایت آبیاری ۹۶/۷۱ درصد به‌دست آمد که نشان می‌دهد کم‌آبیاری در اکثر مزارع اتفاق نیفتاده است. با مقایسهٔ میانگین بازده آب نفوذیافته در مزارع (۷۵/۲۸ درصد) و بازده کاربرد آب در گیاه (۴۱/۹۰ درصد) و پایین‌بودن بازده کاربرد آب در چارک پایین (۳۶/۸۵ درصد) می‌توان نتیجه گرفت مدیریت ضعیفی بر سیستم آبیاری جویچه‌ای حاکم است. این ضعف مدیریتی به صورت تلفات نفوذ عمقی است و رواناب انتهایی بر پایین‌بودن بازده کاربرد آب به اندازهٔ تلفات عمقی اثرگذار نبوده است. اختلاف بین AELQ و PELQ اشاره به مشکل مدیریت و طرز کاربرد نامناسب سیستم دارد (۴). درز و ترک به‌دلیل بسترسازی نامناسب، عملیات خاکورزی، نداشتن دور آبیاری منظم، ناآگاهی زارعان دربارهٔ نحوهٔ آبیاری بهینه در مزارع، ناآشنایی زارعان و آبیارها با مشخصات فیزیکی خاک از جمله رطوبت قبل از آبیاری، دادن آب بیش از نیاز آبی گیاه به مزرعه، طولانی‌بودن جویچه‌ها، استفاده از آب جویچه‌های ابتدایی برای جویچه‌های دیگر بدون قطع جریان از ابتدای مزرعه، پخش آب در تعداد زیادی از جویچه‌ها و در نتیجهٔ آن کاربرد دبی کم در هر جویچه، طولانی‌بودن مدت زمان آبیاری، تشخیص کامل‌شدن آبیاری در انتهای جویچه با سیاه‌شدن (مرطوب و خیس‌شدن تمام سطح جویچه و پشته) کل جویچه از طرف آبیار، سپس قطع جریان آب، بستن قرارداد با تعدادی از آبیارها به‌صورت ساعتی، انتها بازبودن جویچه‌ها و عدم تعیین رطوبت قبل از آبیاری به‌منظور آگاه بودن از مقدار آب و ساعت آبیاری مورد نیاز را می‌توان از علل کم‌بودن 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، کوتاه‌کردن طول جویچه‌ها بدون آگاهی از طول بهینه از عوامل ایجاد رواناب بالا در ارزیابی دوم بود. عدم استفاده از سیفون باعث نوسانات بالای آب در جویچه‌ها می‌شود (شکل ۵). نوسانات دبی ورودی به جویچه بر بازده تأثیر زیادی می‌گذارد. این موضوع به‌دلیل عدم حضور زارع در هنگام آبیاری بوده است. عدم استفاده از سیفون و عدم حضور زارع سبب شد آب به جویچه‌های دیگر باز شود و نوسانات در دبی ورودی اتفاق بیفتد، به‌طوری که در یک نقطه مقدار دبی ورودی از ۲/۵ لیتر در ثانیه به ۱ لیتر در ثانیه کاهش می‌یابد. این مسئله در ارزیابی دوم با آگاه‌کردن زارع از نوسانات و حضور در مزرعه هنگام آبیاری برطرف شد (شکل ۵). از جمله راه‌های افزایش بازده کاربرد آب در مزارع منطقهٔ مورد مطالعه، آموزش زارعان و آبیارها، بهینه‌کردن طول جویچه‌ها، استفاده از سیفون برای آبگیری از نهر به داخل جویچه، اعمال مدیریت صحیح در زمان آبیاری، تمیزکردن جویچه‌ها، بسترسازی مناسب، استفاده از دبی مناسب برای پیشروی آب، رعایت دور آبیاری بر اساس نیاز گیاه، نظارت مهندسان آبیاری بر شیوهٔ آبیاری زارعان و آبیارها، مسدود کردن انتهای جویچه و افزایش قیمت آب‌بها را می‌توان نام برد که باعث کاهش تلفات نفوذ عمقی و تلفات رواناب می‌شود. 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 می‌رسد که بیشترین تلفات آب در داخل مزرعه و به‌صورت تلفات عمقی بوده است (شکل ۶). این راهکارهای تأثیر قابل‌توجهی بر کاهش تلفات عمقی و رواناب و افزایش بازده کاربرد آب خواهد داشت.

منابع

۱. احسانی م. و خالدی ه. (۱۳۸۱) بهره‌وری آب کشاورزی. یازدهمین سمینار کمیتهٔ ملی آبیاری و زهکشی ایران، کمیتهٔ ملی آبیاری و زهکشی، ایران.

Archive of SID
www.SID.ir

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 عقربه ای 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 شبکه های 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 (مطالعهٔ 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 منطقهٔ 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. مجلهٔ تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۲(۹): ۴۳-۵۸.

۱۰. معیری م. و کاوه ف. (۱۳۸۷) تحلیل بازده آبیاری سطحی در مزارع غیریکپارچهٔ شبکهٔ 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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.

Archive of SID

www.SID.ir