مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۸/ شماره ۲/ تابستان ۱۳۸۶ / ص ۳۲-۱۷

ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقهٔ مغان

امین کانونی *

* عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، نشانی: اردبیل، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، ص. پ. ۵۴۵-۵۶۱۳۵، تلفن: ۲۶۶۳۴۰۷ (۰۴۵۱)، پیام‌نگار: kanooni_res@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۱۲/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۰/۲۳

چکیده

کمبود آب و رقابت گیاهان برای استحصال آن، باعث بروز مشکلات جدی در زمینه آبیاری و تأمین آب مورد نیاز گیاهان شده است. به طوری که افزایش تولید با حداقل مقدار آب یکی از مهم‌ترین چالش‌های دهه‌های آینده به ویژه در کشورهای با محدودیت منابع آب و خاک خواهد بود. با توجه به محدودیت منابع آب درکشور، کاهش تلفات آب آبیاری و افزایش راندمان‌های آبیاری یکی از اصول اساسی در توسعه کشاورزی پایدار به شمار می‌آید. بنابراین، جهت بهبود روش‌های آبیاری و استفادهٔ صحیح از منابع آب کشور، اولین گام در بالا بردن راندمان‌های آبیاری ارزیابی سیستم‌های آبیاری موجود است. برای ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای (شیوه آبیاری غالب منطقه) تحت مدیریت‌های مختلف دولتی و خصوصی در دشت مغان، اقدام به انتخاب قطعات زراعی با کشت‌های محصول چغندرقند و ذرت گردید. سپس مقادیر حجم جریان ورودی، رواناب خروجی، رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری، عمق توسعه ریشه و عمق نفوذ آب در خاک اندازه‌گیری و بر اساس آنها مقادیر راندمان‌های کاربرد آب و کفایت آب آبیاری در هر یک از قطعات انتخاب‌شده تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهد که متوسط راندمان‌های آبیاری در اکثر مزارع مطالعه شده نسبت به عوامل متعددی از قبیل مدیریت مزرعه، طول و شیب قطعات، خصوصیات فیزیکی خاک، نوع محصول و عوامل دیگر متغیر است. حداقل راندمان کاربرد آب در مزرعه ذرت ۶/۹ و حداکثر آن ۹۳/۴ و به طور متوسط ۴۵ درصد براورد شده است. متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش دولتی ۲۴/۹ درصد و در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی ۶۵/۳ درصد به دست آمده است. همچنین حداقل راندمان کاربرد آب در مزرعهٔ چغندرقند ۷/۸ و حداکثر آن ۸۴/۵ و به طور متوسط ۴۹/۲ درصد محاسبه شد. متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه چغندرقند تحت مدیریت بخش دولتی ۶۲/۷ درصد و در مزرعه چغندرقند بخش خصوصی ۳۵/۶ درصد براورد شد. بر اساس مقادیر به دست آمده از این پژوهش، قسمت عمده تلفات به صورت نفوذ عمقی بوده و مدیریت آبیاری در مزرعه نقش بسزایی در جلوگیری از تلفات آب آبیاری داشته است. بی‌توجه بودن به خصوصیات خاک و کمبود رطوبت خاک در ناحیهٔ توسعهٔ ریشه، شیب زمین، طول قطعات آبیاری و نامناسب بودن زمان شروع آبیاری با نیاز آبی گیاه، سبب افزایش تلفات آب در مزارع شده است.

واژه‌های کلیدی

آبیاری جویچه‌ای، راندمان‌های آبیاری، مدیریت آبیاری، مدیریت بخش دولتی و خصوصی

مقدمه

کمبود آب و رقابت گیاهان برای استحصال آن، مشکلاتی جدی در زمینهٔ آبیاری و تأمین آب مورد نیاز گیاهان ایجاد کرده است. به طوری که بزرگترین چالش دهه‌های آینده، به ویژه در کشورهای با منابع آب و خاک محدود، افزایش تولید با حداقل آب خواهد بود. این موضوع با توجه به افزایش روزافزون جمعیت در کشورهای در حال توسعه و به تبع آن افزایش نیاز و تقاضا برای تأمین مواد

غذایی، لزوم تولید متناسب با افزایش جمعیت را بیش از پیش نمایان می‌سازد.

با توجه به پیش‌بینی سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)، بهره‌وری آب[1] که به صورت واحد غذا به ازای هر متر مکعب آب تعریف می‌شود باید در زمین‌های کشاورزی آبی و دیم افزایش یابد و به طور خلاصه به ازای هر قطره آب محصولی بیشتر داشته باشیم (Anon, 2000a). سازمان خواربار و کشاورزی جهانی در دومین گردهمایی جهانی آب در سال ۲۰۰۰، توجه جدی به افزایش بهره‌وری آب داشته و پیشنهاد کرده است که تا سال ۲۰۱۵ بهره‌وری آب جهت تولید محصول در زمین‌های کشاورزی آبی و دیم باید ۳۰ درصد افزایش یابد. همچنین افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۲۳ درصد برای اراضی آبی و ۹ درصد برای اراضی دیم تخمین زده شده است (Anon, 2000b). با توجه به محدودیت استحصال آب مورد نیاز گیاهان، سطح زیر کشت محصولات کشاورزی را تنها می‌توان ۱۲ درصد افزایش داد که این موضوع لزوم افزایش بهره‌وری آب را با افزایش در عملکرد و کارایی مصرف آب[2] نمایان می‌سازد. برای رسیدن به این هدف، راندمان آبیاری باید از ۴۳ درصد کنونی به ۵۰ درصد تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد (Anon, 2000b). محدودبودن منابع آب و خاک در ایران باعث شده است که گزینهٔ افزایش راندمان آبیاری و کاهش تلفات آب به عنوان یکی از اصول اساسی در توسعهٔ کشاورزی مطرح شود. منطقهٔ مغان با دارا بودن حدود ۹۰ هزار هکتار زمین زیر کشت که اغلب به روش سطحی و به خصوص جویچه‌ای (ردیفی) آبیاری می‌شوند، یکی از قطب‌های کشاورزی در سطح کشور محسوب می‌شود که متاسفانه به علل گوناگون راندمان کاربرد آب در مزارع آن بسیار کم است و علاوه بر اینکه از آب آبیاری به شکل بهینه استفاده نمی‌شود مشکلات فراوانی به سبب استفاده نادرست از آن (مانند زهدار شدن اراضی و ...) به وجود می آید.

بنابراین، جهت بهبود روش‌های آبیاری در منطقه و ارائهٔ راهکارهای مدیریتی جهت اصلاح وضع موجود، ارزیابی سیستم‌های آبیاری موجود اولین گام در بالابردن راندمان آبیاری است. راندمان آبیاری یکی از معیارهای اساسی در طراحی، مدیریت، و بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی است و در این خصوص تحقیقات و مطالعات گسترده‌ای در مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی جهان و کشورمان صورت گرفته است. در این میان موضوع مسلم آن است که راندمان‌های آبیاری در ایران پایین‌تر از سطوح متوسط جهانی است (Ehsani & Khaledi, 2003). برای نمونه به چند مورد اشاره می‌شود:

میر ابوالقاسمی (Mirabolghasemi, 1994) با استفاده از اندازه‌گیری‌های صحرایی، راندمان انتقال و کاربرد در مزرعه را در تعدادی از شبکه‌های سنتی دشت‌های خوزستان، تبریز، و کرمانشاه براورد کرده و نشان داده است که در این مناطق راندمان کاربرد آب در مزرعه بین ۴۵ تا ۶۰ درصد و راندمان کل آبیاری بین ۱۳/۵ تا ۲۲ درصد است. سهرابی و کشاورز (Sohrabi & Keshavarz, 1994) در مطالعه‌ای روی راندمان آبیاری جویچه ای در ۳ مزرعهٔ چغندرقند در شهریار، هشتگرد، و کمال‌آباد کرج، متوسط راندمان کاربرد آب را به ترتیب ۱۱، ۵۷، و ۴۱ درصد براورد کردند. شماعی و همکاران (Shamaei *et al*., 1996) راندمان آبیاری سیستم آبیاری جویچه‌ای در اراضی استان چهار محال و بختیاری را ارزیابی و راندمان کاربرد آب آبیاری را در ابتدای فصل رشد ۲۵/۸ درصد، در اراضی‌ای که به‌طور کامل آبیاری شده‌اند ۴۳/۳ درصد، و در اراضی کم‌آبیاری شده ۶۳/۵ درصد براورد کردند. اسدی و همکاران (Asadi *et al*., 1996) راندمان کاربرد آب در روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت‌های مختلف را ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که راندمان کاربرد آب در اکثر مناطق مطالعه شده در حد قابل قبولی نیست و مقادیر آن در طول فصل زراعی متغیر است به

1- Water Productivity 2- Water Use Efficiency

طوری که حداقل راندمان کاربرد آب مربوط به مزارع گندم و چغندرقند در مناطق اصفهان و کرمان به ترتیب ۱۶/۷ و ۱۷/۵ درصد و حداکثر آن مربوط به مزارع چغندرقند و گوجه‌فرنگی در مناطق مشهد و ارومیه به ترتیب ۵۲/۸ و ۶۴/۹ درصد براورد شده است. خوش‌خواهش (Khoshkhahesh, 1997) راندمان کاربرد آب با مدیریت کشاورزان را در چند شالیزار مناطق فومن، رشت، و لاهیجان که تحت آبخور شبکه‌های مدرن و سنتی قرار داشت، ارزیابی و اعلام کرد که متوسط راندمان کاربرد آب مزارع در حالت بدون استفاده از رواناب سطحی در فومن، رشت، و لاهیجان به ترتیب ۵۱/۲، ۴۹، و ۴۹/۴ و در حالت استفاده از رواناب سطحی به ترتیب ۷۳/۴، ۷۳/۳، و ۷۲/۴ درصد است. مامن پوش و همکاران (Mamanpoush *et al*., 2001) راندمان کاربرد آب در روش‌های مختلف آبیاری سطحی با مدیریت کشاورزان را در چند منطقهٔ استان اصفهان (مهیار، کبوترآباد، فجد فلاورجان، اسلام‌آباد جی و قهاب، گلپایگان، و فریدن) و با محصولاتی نظیر گندم، جو، ذرت، هویج، و سیب‌زمینی ارزیابی و اعلام کردند که مقادیر حداقل و حداکثر راندمان کاربرد آب در مزرعهٔ گندم مهیار به ترتیب ۷/۸ و ۸۳/۳ درصد، در مزرعهٔ گندم کبوترآباد ۸/۳ و ۲۷/۹ درصد، 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 گندم گلپایگان ۴۱/۶ و ۸۷/۷ درصد، در مزرعهٔ سیب‌زمینی فریدن ۱۵/۶و۷۵/۵ درصد، و در مزرعهٔ ذرت علوفه‌ای گلپایگان ۲/۸ و ۳/ ۷۷ درصد است.

گالیناتو (Galinato, 1979) طی مطالعه‌ای در جنوب آیداهو، متوسط راندمان کاربرد آب را در روش آبیاری جوبچه‌ای ۵۱ درصد و در آبیاری کرتی ۲۴ درصد گزارش کرد. اموند و همکاران (Emond *et al*., 1993) طی دو سال اندازه‌گیری، راندمان کاربرد آب را در چند مزرعهٔ منطقه گریلی‌کلرادو از ۷ تا ۶۷ درصد به صورت متغیر گزارش و دلیل پایین بودن راندمان کاربرد آب را نفوذ عمقی‌آب‌آبیاری ذکر کرده‌اند. بتیخی و ابوحمد (Bettikhi & Abu-Hammad, 1994) راندمان کاربرد آب را در روش‌های آبیاری سطحی و تحت فشار در اردن بررسی و مقدار آن را برای آبیاری سطحی و بارانی به ترتیب ۸۲ و ۸۸ درصد (برای مرکبات) و ۶۴ و ۹۱ درصد (برای سبزی‌ها) گزارش کردند. راین و بکر (Raine & Bakher, 1996) طی مطالعه‌ای، راندمان کاربرد آب را در مزرعهٔ چغندرقند ۱۴ تا ۹۰ درصد در تک آبیاری‌ها و ۳۱ تا ۶۲ درصد برای کل فصل زراعی، و در مورد نیشکر بین ۳۰ تا ۶۰ درصد گزارش کردند. راین و همکاران (Raine *et al*., 1996) طی مطالعاتی در منطقه بوردکین‌دلتا[2] در استرالیا راندمان کاربرد آب را در طول فصل زراعی ۴۱ درصد و راندمان ذخیره آب[1] را ۹۸ درصد گزارش کردند. اسمیت و همکاران (Smith *et al*., 2005) در کوئینزلند[3] استرالیا با مطالعات وسیع روی ۷۹ مورد آبیاری جویچه‌ای که زیرکشت پنبه قرار داشتند راندمان کاربرد آب را ۱۷ تا ۱۰۰ و به طور متوسط ۴۸ درصد گزارش کرده‌اند. دالتون و همکاران (Dalton *et al*., 2001) نیز راندمان کاربرد آب را حدود ۵۰ درصد به دست آورده‌اند.

مواد و روش‌ها

مواد

دشت مغان سرزمین پهناوری است که از رسوبات رودخانهٔ ارس تشکیل شده و مساحت تقریبی آن ۳۰۰ تا ۳۵۰ هزار هکتار است، بین عرض جغرافیایی ′۲۳ °۳۹ تا ′۴۲ °۳۹ و طول جغرافیایی ′۲۵ °۴۷ تا ′۲۳ °۴۸ قرار دارد، و ارتفاع آن از سطح دریا ۵۰ تا ۶۰۰ متر است. اقلیم دشت مغان با توجه به روش گوس، مدیترانه‌ای گرم و خشک و طبق روش پیشنهادی برای ایران، نیمه‌مرطوب با تابستان‌های گرم بحری و زمستان‌های کمی سرد است؛

1- Storage Efficiency 2- Burdekin Delta 3- Queensland

متوسط بارندگی سالیانه آن ۲۷۵ میلی‌متر است که ۲۹ درصد آن در پاییز، ۲۹ درصد در زمستان، ۳۵ درصد در بهار، و ۷ درصد در تابستان اتفاق می‌افتد. میانگین دمای سالانهٔ دشت مغان ۱۴/۶ درجهٔ سانتی‌گراد، گرمترین ماه سال آن مردادماه (۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد) و سردترین ماه سال دی‌ماه (۴ درجهٔ سانتی‌گراد)، حداقل مطلق دما ۱۶/۵- درجهٔ سانتی‌گراد و حداکثر مطلق آن ۴۲ درجهٔ سانتی‌گراد است. در سال ۱۳۴۵ با احداث سد میل و مغان و مهار آب‌های سطحی، دشت لم‌یزرع مغان بارور و بیشتر اراضی آن به زیرکشت برده شد. با تاسیس شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان در سال ۱۳۵۳ در سطح ۶۳ هزار هکتار، این دشت به یکی از قطب‌های کشاورزی، دامپروری، و صنعتی کشور تبدیل شد.

برای ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف، مزارعی در بخش دو شرکت کشت و صنعت مغان و بخش خصوصی که زیر کشت دو محصول ذرت و چغندرقند بود انتخاب شد. پس از انتخاب مزارع، نیمرخی از خاک در نزدیکی زمین مورد نظر حفر و از اعماق مختلف با استوانه‌های کوچک فلزی نمونه‌برداری و پارامترهای مختلف از جمله بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، ظرفیت زراعی، و نقطهٔ پژمردگی دائم برای هر یک از مزارع تعیین شد. خصوصیات فیزیکی خاک مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات مزارع انتخاب‌شده جهت ارزیابی راندمان‌های آبیاری

سال اجرای طرح	محل اجرای طرح	نوع محصول کشت شده	طول مزرعه (متر)	شیب مزرعه (اعشار)	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رطوبت ظرفیت زراعی (درصدحجمی)	رطوبت نقطه پژمردگی دائم (درصدحجمی)
۱۳۸۱	بخش دولتی	ذرت دانه‌ای	۶۰۰	۰/۸۴	لوم رسی	۱/۳۸	۲۴/۴۴	۱۴/۰۶
		چغندرقند	۵۳۰	۰/۸۱	لوم رسی	۱/۳۸	۲۴/۴۴	۱۴/۰۶
	بخش خصوصی	ذرت دانه‌ای	۲۲۰	۰/۳۴	رسی	۱/۴۷	۴۰/۱۱	۲۱/۶۴
		چغندرقند	۳۹۵	۰/۵۳	رسی	۱/۲	۲۸/۵۱	۱۸/۰
۱۳۸۲	بخش دولتی	ذرت بذری	۴۷۰	۰/۶۲	لوم رسی	۱/۳۸	۲۷/۶۷	۱۶/۰۶
		چغندرقند	۷۸۰	۰/۷۰	لوم رسی	۱/۳۸	۲۵/۴۵	۱۴/۰۶
	بخش خصوصی	ذرت بذری	۴۰۸	۰/۳۸	لوم رسی	۱/۴	۳۰/۱۱	۲۰/۹۷
		چغندرقند	۱۷۰	۰/۴۰	رسی	۱/۳۱	۳۸/۱۸	۲۲/۰

روش‌ها

اطلاعات لازم برای آنالیز شامل میزان رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری، جریان آب ورودی و خروجی، خصوصیات نفوذ آب در خاک، خصوصیات فیزیکی خاک، عمق توسعهٔ ریشه، و ... بود که در هر نوبت آبیاری به دقت اندازه‌گیری و با توجه به آنها پارامترهای زیر براورد و براساس آنها راندمان‌های آبیاری براورد شد:

هیدروگراف جریان ورودی (در هر جویچه، نوار، یا کرت)؛ منحنی پیشروی و عقب‌نشینی آب در مزرعه؛ هیدروگراف رواناب خروجی (در صورت باز بودن انتهای مزرعه)؛ تخلیهٔ رطوبت خاک آبیاری پیشین؛ حجم آب روی سطح خاک در زمان‌های مختلف؛ ظرفیت نگهداشت آب خاک و نفوذپذیری خاک؛ تعیین مقطع عرضی جریان.

راندمان‌های آبیاری

از فاکتورهای مهم جهت قضاوت در عملکرد سیستم آبیاری یا نحوهٔ مدیریت آن می‌توان به راندمان آبیاری و یکنواختی آب به‌کار برده شده اشاره کرد. این پارامترها به اجزا و بخش‌های مختلفی تقسیم می شود که با توجه به روش‌های مختلف به کار رفته نامگذاری شده‌اند. مشخص است که یک پارامتر جهت بررسی عملکرد آبیاری کافی نخواهد بود. به طور کلی مناسب بودن هر آبیاری به مقدار آب ذخیره شده در ناحیهٔ توسعه ریشه، تلفات نفوذ عمقی در زیر ناحیهٔ ریشه، تلفات ناشی از رواناب سطحی، یکنواختی آب به کار برده شده، و کمبود یا کم آبیاری در پروفیل خاک در هر نوبت آبیاری بستگی دارد. انواع راندمان‌های آبیاری مورد بحث در سیستم‌های آبیاری سطحی به صورت زیر تعریف می‌شود (Farshi *et al.*, 2003):

راندمان کاربرد آب

همهٔ آبی که وارد قطعه تحت آبیاری می‌شود در عمق مؤثر توسعهٔ ریشه ذخیره نمی‌شود، بلکه بخشی از آن به اعماق می‌رود و از دسترس ریشه خارج می‌شود. بخش دیگر نیز ممکن است از زهکش‌های سطحی مزرعه خارج گردد که همهٔ آنها جزء تلفات به حساب می‌آیند. راندمان کاربرد آب بیانگر تلفات موجود در مزرعه به صورت نفوذ عمقی و رواناب انتهای مزرعه است و در هرنوبت آبیاری از رابطهٔ ۱ محاسبه می‌شود:

$$E_a = \frac{\text{متوسط عمق آب ذخیره‌شده در ناحیهٔ توسعه ریشه}}{\text{متوسط عمق آب واردشده به قطعه تحت آبیاری}} \times ۱۰۰ = \frac{(\theta_f-\theta_i)\rho_b \times R_z}{\text{(مساحت قطعه تحت آبیاری/حجم جریان ورودی به قطعه)}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

که در آن،

θ_i ,θ_f= به ترتیب رطوبت‌های وزنی خاک قبل و بعد از آبیاری (به صورت اعشار)؛ ρ_b= جرم مخصوص ظاهری خاک (بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب)؛ R_z= عمق توسعه ریشه (بر حسب سانتی‌متر) هستند.

با توجه به اینکه راندمان کاربرد آب، تلفات نفوذ عمقی و رواناب انتهای مزرعه را شامل می‌شود به منظور آگاهی از میزان تأثیر هر یک از عوامل فوق در تلفات کاربرد آب، در هر نوبت آبیاری درصد تلفات نفوذ عمقی و رواناب انتهای مزرعه با استفاده از روابط ۲ و ۳ براورد شد (Smith *et al.*, 2005).

$$\text{درصد تلفات نفوذ عمقی} = \frac{d_d}{V_i} \times 100 = \frac{(1-E_a)V_i - V_0}{V_i} \times 100 \quad (۲)$$

$$\text{درصد تلفات رواناب سطحی} = \frac{V_0}{V_i} \times 100 \quad (۳)$$

که در آنها،

d_d= حجم آب خارج‌شده از ناحیهٔ توسعه ریشه به صورت

نفوذ عمقی؛ V_i= حجم آب واردشده به قطعه تحت آبیاری؛ V_o= حجم آب خارج‌شده از قطعه تحت آبیاری؛ و E_a= راندمان کاربرد آب هستند.

کفایت آبیاری یا راندمان ذخیره آب

مفهوم کفایت آبیاری این است که در موقع آبیاری چه مقدار آب مورد نیاز گیاه در منطقهٔ ریشهٔ گیاه ذخیره می‌شود و معیاری است که نشان می‌دهد آیا آبیاری به طور کامل انجام گرفته است یا نه؟

مقدار راندمان ذخیره آب با استفاده از اطلاعات و اندازه‌گیری‌های به دست آمده از طریق رابطهٔ ۴ براورد می‌شود.

$$E_s = \frac{\text{مقدار آبی که هنگام آبیاری در منطقهٔ ریشه ذخیره می‌شود}}{\text{مقدار آب مورد نیاز گیاه در منطقهٔ ریشه}} \times ۱۰۰ \quad (۴)$$

راندمان ذخیره آب همان راندمان نیاز آبی[1] و بیانگر توانایی آبیاری در تأمین آب مورد نیاز ناحیهٔ ریشه است. مقدار این راندمان زمانی مهم است که در آبیاری یک مزرعه هدف اصلی، کم‌آبیاری مزرعه باشد یا اینکه کم‌آبیاری جهت استفاده حداکثر از آب باران مد نظر قرار گیرد. این پارامتر مستقیماً به عملکرد محصول مربوط می‌شود زیرا مقدار آن با انعکاس تاثیرات تنش رطوبت خاک در عوامل رشد گیاه، عملکرد محصول را در واحد سطح تحت تأثیر قرار می دهد. معمولاً کم آبیاری در مناطق با احتمال بارندگی زیاد یکی از بهترین روش‌ها جهت ذخیرهٔ آب در ناحیهٔ توسعه ریشه به شمار می‌رود ولی مقدار کم‌آبیاری از سئوالات پیچیده و مشکل در این زمینه است.

اندازه‌گیری‌های لازم در هر نوبت آبیاری

تعیین رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری

جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری با استفاده از روش وزنی، از منطقهٔ توسعه ریشه نمونه‌برداری شد. پس از توزین نمونه‌ها و خشک‌کردن آنها در آون و به دست آوردن وزن خاک خشک، میزان رطوبت خاک قبل و ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از آبیاری تعیین شد.

اندازه‌گیری میزان جریان ورودی و خروجی

برای اندازه‌گیری حجم آب ورودی و خروجی از مزرعه در ابتدا و انتهای مزرعه از فلوم‌های WSC استفاده و در زمان‌های مختلف بعد از شروع آبیاری ارتفاع آب در فلوم‌ها یادداشت شد. سپس با استفاده از منحنی‌های واسنجی فلوم‌ها، مقادیر دبی جریان محاسبه و حجم آب ورودی و خروجی تعیین شد.

تعیین عمق توسعهٔ ریشه

عمق توسعهٔ ریشه یکی از پارامترهای لازم در طراحی و ارزیابی سیستم‌های آبیاری می‌باشد. اما اندازه‌گیری دقیق آن کاری دشوار است. برای به دست آوردن عمق توسعهٔ ریشه در نوبت‌های مختلف آبیاری، از نقاط مختلف مزرعه نمونه‌برداری و عمق توسعهٔ ریشه اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری‌ها در جداول مربوط به هر نوبت آبیاری ارائه و در محاسبات براورد میزان رطوبت خاک از آنها استفاده شده است.

نتایج

نتایج ارزیابی راندمان‌های آبیاری در مزرعهٔ ذرت

نتایج محاسبهٔ راندمان آبیاری در مزرعهٔ ذرت تحت مدیریت دولتی در سال ۱۳۸۱ در جدول ۲ ارائه شده است.

در این مزرعه اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه (جدول ۲) نشان می‌دهد که حداکثر، حداقل، و متوسط راندمان کاربرد آب به ترتیب

1- Water Requirement Efficiency

۱۱/۵ و ۶/۹، و۹/۲ درصد بوده است. پایین بودن راندمان کاربرد آب در آبیاری اول نشان می‌دهدکه در ابتدای فصل رشد، جهت جوانه‌زنی بذر، گسترش ریشه‌ها و مهار شوری در نیمرخ خاک، آبیاری بیش از حد نیاز بوده است. دلیل دیگر این امر خشکی سطح مزرعه و کندی حرکت جبهه آب در آبیاری اول در طول جویچه‌هاست. با توجه به اینکه تلفات کاربرد آب در مزرعه به صورت نفوذ عمقی و رواناب سطحی است درصد هر کدام از این تلفات در ستون‌های ۷ و ۸ جدول ۲ ارائه شده است. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۶۷/۹ درصد و رواناب سطحی ۲۲/۹ درصد بوده است.

مقایسهٔ مقادیر راندمان کاربرد آب و تلفات نفوذ عمقی و رواناب سطحی نشان می‌دهد که قسمت اعظم تلفات مربوط به نفوذ عمقی است. دلیل این امر احتمالاً نفوذپذیری خوب خاک مزرعه، طویل بودن جویچه‌ها، و پایین بودن دبی ورودی به تک‌تک جویچه‌هاست.

جدول ۲- مقادیر راندمان‌های آبیاری در مزرعهٔ ذرت تحت مدیریت بخش دولتی در سال ۱۳۸۱

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (متر مکعب در هکتار)	حجم آب خروجی (مترمکعب در هکتار)	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعهٔ ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	راندمان کاربرد آب (درصد)	راندمان ذخیره آب (درصد)
۱	۲۰۳۹/۱	۳۵۹/۵	۱۴/۵	۲۴/۶	۱۴	۷۵/۵	۱۷/۶	۶/۹	۱۰۰
۳	۱۹۱۶/۶	۴۷۶/۶	۱۷/۷	۲۴/۵	۳۳	۶۳/۶	۲۴/۹	۱۱/۵	۱۰۰
۶	۱۹۵۲/۱	۵۱۲/۱	۲۰/۳۷	۲۴/۰	۵۰	۶۴/۶	۲۶/۲	۹/۲	۸۸/۷

بدین معنا که در طول پیشروی آب تا انتهای مزرعه (طول مزرعه ۶۰۰ متر و زمان کل آبیاری ۱۲ ساعت)، فرصت بیشتری برای نفوذ آب به داخل خاک وجود داشته است. بررسی رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم (جدول ۱)، نشان می‌دهد که عمق آب قابل ذخیره در منطقهٔ توسعه ریشه به دلیل شرایط خاص خاک مزرعه، پایین بوده است و همین امر می‌تواند یکی از دلایل بالا بودن تلفات آب باشد. مقادیر راندمان ذخیره آبیاری، میزان کفایت آب آبیاری و تأثیرات کم‌آبیاری و تنش ایجاد شده در مزرعه را به خوبی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در دو مورد آبیاری به حد کفایت بوده و منطقهٔ توسعهٔ ریشه تا حد ظرفیت مزرعه خیس شده است ولی در یک مورد میزان کفایت آبیاری کمتر (۸۸/۷ درصد) بوده و عملاً کم‌آبیاری صورت گرفته است. دلیل این امر را می‌توان مدیریت ضعیف آبیاری در مزرعه ذکر کرد. در جدول ۳، مقادیر راندمان‌های آبیاری در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش دولتی در سال ۱۳۸۲ ارائه شده است.

جدول ۳- مقادیر راندمان‌های آبیاری در مزرعهٔ ذرت تحت مدیریت بخش دولتی در سال ۱۳۸۲

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (مترمکعب در هکتار)	حجم آب خروجی (مترمکعب در هکتار)	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعهٔ ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	راندمان کاربرد آب (درصد)	راندمان ذخیره آب (درصد)
۳	۱۱۴۸/۲	۷۹/۰۳	۱۶/۰	۲۷/۱	۲۸	۶۶/۱	۶/۹	۲۷/۰	۹۵
۵	۸۷۹/۶	۱۰۴/۷	۱۸/۸	۲۶/۷	۳۲	۵۹/۷	۱۱/۹	۲۸/۴	۸۹
۷	۵۸۱/۳	۶۰/۲	۱۹/۸	۲۷/۷۵	۳۷	۳۹/۰۵	۱۰/۳۵	۵۰/۶	۱۰۰
۹	۹۳۹/۵	۶۱/۱۳	۱۶/۱	۲۷/۷	۴۶	۳۷/۱	۶/۵	۵۶/۴	۱۰۰

حداقل، حداکثر، و متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه فوق به ترتیب ۲۷، ۵۶/۴، و ۴۰/۶ درصد به دست آمده است. که نشان می‌دهد نسبت به مزرعهٔ قبلی وضعیت بهتری دارد. دلیل آن را مدیریت مناسب آبیاری مزرعه، کوچک‌تر بودن طول مزرعه (۴۷۰ متر) و پایین بودن شیب مزرعه می‌توان دانست. در طول‌های بزرگ‌تر، با توجه به آبیاری شبانه مقدار رواناب خروجی از انتهای مزرعه بیشتر و باعث بالا رفتن تلفات آب در مزرعه می‌شود. در این مزرعه نیز قسمت اعظم تلفات به صورت نفوذ عمقی آب از منطقه توسعهٔ ریشه است به طوری که به طور متوسط ۵۰/۵ درصد تلفات سهم نفوذ عمقی و ۸/۹ درصد آن به صورت تلفات رواناب سطحی بوده است. در جدول ۴ راندمان‌های مختلف آبیاری در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی در سال ۱۳۸۱ نشان داده شده است.

جدول ۴- راندمان‌های آبیاری در مزرعهٔ ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی در سال ۱۳۸۱

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (مترمکعب در هکتار)	حجم آب خروجی (مترمکعب در هکتار)	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل ازآبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعهٔ ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	راندمان کاربرد آب (درصد)	راندمان کفایت آب (درصد)
۳	۹۰۱/۱	۱۱۶/۱	۲۱/۷	۳۴/۶۷	۳۸	۳۲/۴	۱۲/۹	۵۴/۷	۷۲/۵
۵	۷۶۸/۷	۸۸/۷	۲۵/۲	۳۷/۶	۴۴	۱۷/۶	۱۱/۵	۷۰/۹	۸۳
۷	۷۷۶/۳	۹۶/۳	۲۵/۱	۳۵/۰	۵۱	۳۲/۲	۱۲/۴	۶۴/۴	۶۶

حداقل، حداکثر، و متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعهٔ فوق به ترتیب برابر ۵۴/۷، ۷۰/۹، و ۶۳/۳ درصد و متوسط راندمان ذخیره آبیاری ۷۳/۸ درصد براورد شده است. راندمان‌های آبیاری در مزرعه فوق نسبتاً بالا اما راندمان ذخیره آبیاری کمتر است و نشان دهنده کم‌آبیاری و اعمال تنش آبی به گیاه است. مقادیر بالای راندمان کاربرد می‌تواند ناشی از کم آبیاری باشد. کوتاه‌تر بودن طول مزرعه (حدود ۲۲۰ متر) و پایین بودن شیب طولی آن (۰/۳۴ درصد) می‌تواند دلیلی بر بالا بودن راندمان کاربرد باشد. در مزرعهٔ فوق به دلیل نبود زهکش انتهای مزرعه، جهت جلوگیری از

صدمات ماندابی شدن بخش انتهای مزرعه و خفگی ناشی از آن، کشاورزان آب ورودی را قبل از آنکه به انتهای مزرعه برسد قطع می‌کردند. که همین موضوع باعث بالا رفتن راندمان کاربرد آب و پایین آمدن راندمان ذخیره آبیاری شده است. از کل تلفات (۳۶/۷ درصد) در این مزرعه، ۲۴/۴ درصد به صورت نفوذ عمقی و ۱۲/۳ درصد نیز به صورت تلفات رواناب سطحی انتهای مزرعه بوده است.

جدول ۵، مقادیر راندمان‌های آبیاری را در مزرعهٔ ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی ارائه می‌کند که در سال ۱۳۸۲ ارزیابی شده است. برابر این جدول، مقادیر حداقل، حداکثر، و متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه مذکور به ترتیب ۵۱/۲، ۹۳/۴ و ۶۷/۳ درصد است.

جدول ۵- راندمان‌های آبیاری در مزرعهٔ ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی در سال ۱۳۸۲

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (مترمکعب در هکتار)	حجم آب خروجی (مترمکعب در هکتار)	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	راندمان کاربرد آب (درصد)	راندمان ذخیره آب (درصد)
۳	۴۶۳/۱	۲۵/۹	۲۱/۱	۲۹/۲۵	۲۹	۴۳/۲	۵/۶	۵۱/۲	۹۰
۵	۳۷۵/۶۴	۲۳/۲۰۴	۲۱/۲۶	۳۰/۰۵	۴۰	۰/۴	۶/۲	۹۳/۴	۹۹
۸	۴۹۴/۸۶	۲۲/۸۴۱	۲۴/۷	۲۹/۹۶	۵۴	۳۸/۰	۴/۶	۵۷/۴	۹۸

در این مزرعه، راندمان‌های بالاتر آبیاری نشان دهنده مدیریت خوب آبیاری است. با توجه به کم‌آبیاری اعمال شده در مزرعه، مقادیر راندمان ذخیره آبیاری دریک نوبت آبیاری اندکی پایین است. متوسط راندمان کاربرد آب ۶۷/۳ درصد و متوسط راندمان ذخیره آب ۹۵/۷ درصد به دست آمده است که بیانگر مدیریت صحیح آبیاری در مزرعه است. از کل تلفات، ۲۷/۲ درصد به صورت نفوذ عمقی و ۵/۵ درصد به صورت رواناب انتهای مزرعه بوده است.

نتایج ارزیابی راندمان‌های آبیاری در مزرعه چغندرقند

نتایج ارزیابی راندمان‌های آبیاری در مزرعهٔ چغندرقند تحت مدیریت بخش دولتی (کشت و صنعت مغان) برای سال‌های ۸۱ و ۸۲ به ترتیب در جدول‌های ۶ و ۷ ارائه شده است. در جدول ۶ مشاهده می‌شود که حداقل، حداکثر، و متوسط راندمان کاربرد آب به ترتیب ۱۲/۴، ۸۴/۵ و ۵۵ درصد است. در اوایل دورهٔ رشد گیاه، راندمان کاربرد آب پایین است که با گذشت زمان بهبود می‌یابد. در دو آبیاری انتهایی، راندمان ذخیره آبیاری کمتر بوده و مزرعه تحت تنش قرار گرفته است. از کل تلفات (۴۵درصد)، ۲۶/۸ درصد مربوط به نفوذ عمقی و ۱۸/۲ درصد به صورت رواناب سطحی بوده است. جدول ۷ راندمان‌های مختلف آبیاری را برای یکی دیگر از مزارع چغندرقند شرکت کشت و صنعت مغان در سال ۱۳۸۲ نشان می‌دهد. در این مزرعه که طول کلی آن (۷۸۰ متر) به سه قسمت، هر یک در حدود ۲۵۰ متر، تقسیم شده است، مدیریت آبیاری بهبود یافته است و راندمان‌های مختلف در حد بالایی قرار دارند به طوری که مقادیر حداقل، حداکثر، و متوسط راندمان کاربرد آب به ترتیب ۶۴/۲، ۷۸/۱ و ۷۰/۴ درصد حاصل شده است و نشان می‌دهد که مدیریت صحیحی در آبیاری مزرعه برقرار بوده است. مقدار متوسط راندمان کاربرد آب ۷۰/۴ درصد و

متوسط راندمان ذخیره آبیاری ۱۰۰ درصد به دست آمده است که همه گویای مدیریت درست در آبیاری مزرعه می‌باشد. از مجموع ۲۹/۶ درصد کل تلفات، ۱۴/۸ درصد به صورت نفوذ عمقی و ۱۴/۸ درصد به صورت رواناب انتهای مزرعه بوده و با نسبت یکسان در تلفات مزرعه نقش داشته‌اند.

جدول ۶- مقادیر راندمان‌های آبیاری در مزرعه چغندرقند تحت مدیریت بخش دولتی در سال ۱۳۸۱

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (مترمکعب در هکتار)	حجم آب خروجی (مترمکعب در هکتار)	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل ازآبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعهٔ ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	راندمان کاربرد آب (درصد)	راندمان ذخیره آب (درصد)
۱	۱۲۱۲/۴۸	۲۶۲/۴۸	۱۴/۸	۲۴/۵	۱۶	۶۶/۰	۲۱/۶	۱۲/۴	۱۰۰
۳	۱۱۵۶/۹۷	۳۰۶/۹۷	۱۴/۱	۲۴/۴	۵۱	۲۸/۲	۲۶/۵	۴۵/۳	۱۰۰
۴	۵۱۶/۷۷	۵۹/۷۷	۱۵/۳۸	۲۳/۳	۵۵	۳/۹	۱۱/۶	۸۴/۵	۸۸/۴
۵	۴۸۲/۸۲۱	۶۲/۸۲۱	۱۴/۵۶	۲۱/۰	۵۸	۹/۳	۱۳/۰	۷۷/۷	۶۵

جدول ۷- مقادیر راندمان‌های آبیاری در مزرعه چغندرقند تحت مدیریت بخش دولتی در سال ۱۳۸۲

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (مترمکعب در هکتار)	حجم آب خروجی (مترمکعب در هکتار)	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعهٔ ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	راندمان کاربرد آب (درصد)	راندمان ذخیره آب (درصد)
۳	۷۲۹/۸۳	۱۱۳/۷۸	۱۳/۰۶	۲۵/۴	۴۶	۶/۳	۱۵/۶	۷۸/۱	۱۰۰
۴	۹۷۱/۳۹	۲۰۳/۹۵	۱۳/۲	۲۵/۴۲	۵۴	۱۰/۰	۲۱/۰	۶۹/۰	۱۰۰
۵	۹۸۸/۳۷	۷۶/۳۴	۱۴/۱	۲۵/۴۸	۵۶	۲۸/۱	۷/۷	۶۴/۲	۱۰۰

راندمان‌های آبیاری در دو مزرعهٔ چغندرقند تحت مدیریت بخش خصوصی در جدول‌های ۸ و ۹ گزارش شده است. در هر مزرعه مقادیر راندمان کاربرد آب در اوایل دورهٔ رشد گیاه کم است که با گذشت زمان بهتر می‌شود که می‌توان دلیل آن را در آبیاری بیش از حد مراحل ابتدایی دورهٔ رشد جستجو کرد. در جدول ۸ مقادیر حداقل، حداکثر، و متوسط راندمان کاربرد به ترتیب ۷/۸، ۳۵/۵، و ۲۴/۴ درصد است. از کل تلفات، ۶۹/۴ درصد به صورت نفوذ عمقی و ۶/۲ درصد به صورت رواناب انتهای مزرعه مشاهده می‌شود. در جدول ۹، مقادیر حداقل، حداکثر، و متوسط راندمان کاربرد آب به ترتیب ۳۷/۵، ۵۷/۵، و ۴۶/۸ درصد است. از کل تلفات آب ۴۱/۵ درصد به صورت نفوذ عمقی و ۱۱/۷ درصد به صورت رواناب انتهای مزرعه به دست آمده است.

جدول ۸- مقادیر راندمان‌های آبیاری در مزرعه چغندرقند تحت مدیریت بخش خصوصی در سال ۱۳۸۱

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (مترمکعب در هکتار)	حجم آب خروجی (مترمکعب در هکتار)	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل ازآبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	راندمان کاربرد آب (درصد)	راندمان ذخیره آب (درصد)
۱	۷۴۶/۶	۴۰/۰	۲۴/۳	۲۸/۵	۱۴	۸۶/۹	۵/۳	۷/۸	۱۰۰
۳	۱۱۶۰/۳	۸۰/۳	۱۹/۰	۲۸/۱	۲۵	۷۳/۶	۶/۹	۱۹/۵	۹۵
۴	۵۶۹/۳	۲۹/۳	۲۱/۰۵	۲۷/۶	۳۱	۵۹/۴	۵/۱	۳۵/۵	۸۷
۵	۷۷۲/۳	۵۶/۳	۲۱/۳	۲۸/۵۲	۳۸	۵۷/۷	۷/۳	۳۵/۰	۱۰۰

جدول ۹- مقادیر راندمان‌های آبیاری در مزرعه چغندرقند تحت مدیریت بخش خصوصی در سال ۱۳۸۲

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (مترمکعب در هکتار)	حجم آب خروجی (مترمکعب در هکتار)	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل ازآبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد ازآبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	راندمان کاربرد آب (درصد)	راندمان ذخیره آب (درصد)
۱	۶۱۴/۷۴	۳۸/۶۹	۲۳/۸	۳۸/۱۵	۱۶	۵۶/۱	۶/۳	۳۷/۶	۱۰۰
۲	۸۲۷/۱۷	۷۴/۶	۲۳/۷	۳۸/۲	۲۱	۵۳/۵	۹/۰	۳۷/۵	۱۰۰
۳	۸۳۵/۴۱	۱۲۵/۳۸	۲۳/۶	۳۸/۲	۳۳	۲۷/۵	۱۵/۰	۵۷/۵	۸۹
۵	۵۲۰/۴۳	۸۵/۷۲	۲۲/۴	۲۸/۳۲	۴۸	۲۸/۹	۱۶/۵	۵۴/۶	۳۸

راندمان ذخیره آبیاری در جدول ۸ نسبتاً بالا و در جدول ۹ در آبیاری‌های آخر پایین‌تر است که نشان می‌دهد در مزرعهٔ دوم در اواخر دورهٔ رشد کم‌آبیاری اعمال شده و گیاه تحت تنش قرار گرفته است. متوسط راندمان کاربرد آب و تلفات آب (نفوذ عمقی و رواناب سطحی) در مزارع مورد مطالعه در جدول ۱۰ ارائه شده است. مقادیر این جدول نشان می‌دهد که در مدیریت بخش خصوصی برای ذرت راندمان‌های کاربرد آب به مراتب بهتر از مدیریت‌های دولتی است و تلفات قابل توجهی وجود ندارد. ولی راندمان کاربرد آب برای چغندرقند در مدیریت بخش دولتی بهتر از مدیریت بخش خصوصی است و نشان می‌دهد که نوع مدیریت (خصوصی و یا دولتی) عامل مؤثر در پایین بودن راندمان‌ها نبوده است. مقادیر تلفات آب در جدول‌های فوق بیشترین تلفات آب آبیاری را به صورت نفوذ عمقی نشان می‌دهد.

جدول ۱۰- مقادیر متوسط راندمان کاربرد آب و تلفات آب در مزارع مطالعه شده

محصول زیر کشت	نوع مدیریت	حداقل راندمان کاربرد آب (درصد)	حداکثر راندمان کاربرد آب (درصد)	متوسط راندمان کاربرد آب (درصد)	متوسط تلفات نفوذ عمقی (درصد)	متوسط تلفات رواناب سطحی (درصد)
ذرت	خصوصی	۵۱/۲	۹۳/۴	۶۵/۳	۲۵/۸	۸/۹
	دولتی	۶/۹	۵۶/۴	۲۴/۹	۵۹/۲	۱۵/۹
چغندرقند	خصوصی	۷/۸	۵۷/۵	۳۵/۶	۵۵/۴۵	۸/۹۵
	دولتی	۱۲/۴	۸۴/۵	۶۲/۷	۲۰/۸	۱۶/۵

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر جهت ارزیابی راندمان‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت بخش دولتی و خصوصی و برای دو محصول ذرت و چغندرقند اجرا شده است. اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای در دو سال متوالی (۱۳۸۱ و ۱۳۸۲) ادامه یافت و مجموعاً از ۸ مزرعه مختلف و ۲۸ نوبت آبیاری، یادداشت‌هایی برداشته شد. در انتخاب مزارع سعی بر این بود که علاوه بر دخالت دادن نوع محصول، مشخصات مزرعه (طول، مساحت، شیب) و خصوصیات خاک مزارع انتخابی متنوع در نظر گرفته شود تا ضمن ارزیابی راندمان‌ها، تأثیرات عوامل مختلف و از جمله نوع مدیریت بررسی شود.

بر اساس اطلاعات به دست آمده از اندازه‌گیری‌ها و تجزیه و تحلیل آنها، حداقل میانگین‌های راندمان کاربرد آب در مزرعهٔ ذرت مربوط به مدیریت بخش دولتی و برابر ۹/۲ درصد و حداکثر آن به مقدار۶۷/۳ درصد در مدیریت بخش خصوصی بوده است. متوسط اندازه‌گیری‌های راندمان کاربرد آب در دو سال متوالی در مزارع ذرت تحت مدیریت بخش دولتی ۲۴/۹ درصد و در مزارع ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی ۶۵/۲ درصد به دست آمد. مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری محصول ذرت در مزرعه‌ای که زارع و بخش خصوصی آن را مدیریت کرده‌اند به مراتب بیشتر و بهتر از مدیریت آبیاری در بخش دولتی است که دلیل آن مدیریت آبیاری بخش مورد نظر می‌تواند باشد. یکی از علل بالا بودن راندمان‌های آبیاری در مدیریت بخش خصوصی، اعمال کم آبیاری در مزرعه و تحت تنش قرار گرفتن محصول است. در بررسی‌ها مشخص شده است که دلیل اعمال کم‌آبیاری در مزارع بخش خصوصی می‌تواند قطع آب ورودی به مزرعه قبل از رسیدن آن به انتهای مزرعه باشد که کشاورزان به خاطر فقدان زهکش انتهایی مزرعه و جلوگیری از ماندابی و خفگی ریشه گیاه انجام می‌دهند. در نتیجه آب کمتری در مزرعه مصرف و تلفات نیز کمتر خواهد شد که همین امر منجر به افزایش راندمان‌های آبیاری شده است. در مدیریت بخش دولتی در اکثر مواقع آبیاری کامل و راندمان کفایت آبیاری تقریباًدر حدود ۱۰۰ درصد بوده است. لذا با توجه به آبیاری کامل، ناگزیر راندمان‌های آبیاری کمتر بوده است ولی میزان کم بودن راندمان‌های آبیاری در بعضی مواقع قابل توجه بوده و عملاً تلفات خیلی زیادی به وجود آمده است.

در مزرعهٔ چغندرقند بر اساس اطلاعات به دست آمده حداقل میانگین‌های راندمان کاربرد آب ۲۴/۴ درصد در مدیریت بخش خصوصی و حداکثر آن ۷۰/۴ درصد در مدیریت بخش دولتی بوده است. متوسط راندمان کاربرد آب در دو سال متوالی در مزرعه چغندرقند تحت مدیریت بخش دولتی ۶۲/۷ درصد و در مزارع بخش خصوصی ۳۵/۶ درصد به دست آمده است. با توجه به مقادیر به دست آمده چنین به نظر می‌رسد که راندمان کاربرد آب در مزارع تحت مدیریت بخش دولتی، بیشتر از مدیریت بخش خصوصی

است. دلیل بهبود وضعیت راندمان‌ها در مزارع چغندرقند بخش دولتی به کوچک بودن طول جویچه‌های آبیاری (حدود ۲۵۰ متر)، نفوذپذیری خاک، شیب طولی مزرعه، و عوامل مختلف دیگر مربوط می‌شود. بدین ترتیب در مزارع چغندرقند با توجه به اینکه دور آبیاری بیشتر در نظر گرفته می‌شود (حدود ۱۴ روز) لذا هنگام آبیاری و در صورت طویل بودن جویچه‌ها و به خاطر خشکی زیاد خاک مزرعه و به وجود آمدن ترک‌های بزرگ در بافت‌های سنگین، آب بیشتری در خاک نفوذ می‌کند و پیشروی خاک کند می‌شود. بدین ترتیب تلفات آب به صورت نفوذ عمقی بیشتر اتفاق می‌افتد. این امر در مزارع بخش خصوصی بیشتر مشاهده می‌شود (طول مزرعه حدود ۴۰۰ متر و بافت خاک سنگین‌تر است). ولی در مزارع بخش دولتی به دلیل کوچک بودن طول قطعات آبیاری (سه قسمت ۲۵۰ متری که هر کدام جداگانه آبیاری می‌شد) و بالا بودن نسبی شیب آنها و همچنین بافت خاک و در نتیجه نفوذپذیری متناسب با آنها، راندمان‌های آبیاری بهبود یافته و آب کمتری تلف شده است. یادآوری می‌شود که در بخش دولتی در صورتی که کل مزرعه به عنوان طول جویچه‌ها در نظر گرفته و رواناب خروجی از انتهای مزرعه به زهکش‌ها هدایت شود راندمان آبیاری پایین خواهد آمد که در مزارع ذرت چنین وضعیتی را شاهد بودیم و ضمن بزرگ بودن قطعات آبیاری و با توجه به بالا بودن شیب مزرعه و کم بودن دور آبیاری ذرت (حدود ۶ روز) تلفات آب بیشتر شده و راندمان آبیاری کاهش‌یافته است. با توجه به مقادیر تلفات کاربرد آب در اندازه‌گیری‌ها و تفکیک آنها به دو صورت نفوذ عمقی و رواناب سطحی چنین استنباط می‌شود که تلفات آب به صورت رواناب خروجی در مزارع بخش دولتی بیشتر از مزارع بخش خصوصی است. با مقایسهٔ دو نوع تلفات در مزارع فوق می‌توان گفت که این تلفات بیشتر به صورت نفوذ عمقی است تا به صورت رواناب پایاب مزرعه، به طوری که از کل تلفات آب در مزارع (به طور متوسط ۵۲/۹ درصد)، ۴۰/۳ درصد آن به صورت نفوذ عمقی و ۱۲/۶ درصد آن به صورت رواناب سطحی است.

از جمله راندمان‌های آبیاری بررسی شده در این پژوهش، راندمان کفایت آبیاری است که عامل مهمی جهت بررسی کم‌آبیاری و وضعیت تنش گیاه در مزرعه به شمار می رود. از مقادیر راندمان کفایت آبیاری در جدول‌های ۲ تا ۹ استنباط می‌شود که مقدار آن در بخش خصوصی در اکثر مواقع کمتر است و نشان‌دهنده کم‌آبیاری و اعمال تنش آبی است. در صورتی که در مزارع بخش دولتی، آبیاری در حد کامل است و همین امر موجب پایین آمدن راندمان‌های کاربرد آب نسبت به مزارع بخش خصوصی شده است.

مقادیر رطوبت خاک اندازه‌گیری‌شده در دو حد ظرفیت مزرعه و نقطهٔ پژمردگی دائم برای مزارع انتخابی (جدول ۱) نشان می‌دهد که رطوبت قابل ذخیره در خاک در حد پایینی قرار دارد و همین امر می‌تواند یکی از دلایل پایین بودن راندمان‌های آبیاری باشد. مقادیر کمبود رطوبت خاک قبل از آبیاری و عمق آب آبیاری در مزارع انتخابی در نوبت‌های مختلف آبیاری، بیانگر این واقعیت است که عموماً عمق آب آبیاری بدون در نظر گرفتن رطوبت موجود خاک صورت گرفته و بنابراین عدم وجود برنامه و الگوی مشخص آبیاری باعث افزایش تلفات آب و پایین آمدن راندمان‌های کاربرد آب شده است.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

- با توجه به بالا بودن تلفات نفوذ عمقی که به دلیل نفوذپذیری بالای خاک مزارع و طویل بودن جویچه‌های آبیاری است به نظر می‌رسد انتخاب طول مناسب جویچه‌ها با توجه به بافت و نفوذپذیری خاک و همچنین شیب مزرعه و نوع کشت می‌تواند تأثیرات بیشتری در کاهش تلفات آب آبیاری داشته باشد. به طور مثال در زراعت چغندرقند با توجه به زیاد بودن دور آبیاری در

صورت پایین بودن شیب مزرعه، حتی‌الامکان طول قطعات بزرگ‌تر انتخاب نشود.

- در صورت بزرگ‌بودن طول مزرعه پیشنهاد می‌گردد که طول آن به چند قسمت تقسیم و هر کدام به طور جداگانه آبیاری گردد و از رواناب انتهای هر قطعه در قطعات پایین‌تر استفاده شود.
- در خصوص کم‌آبیاری در برخی از مزارع خصوصی، احداث زهکش انتهای مزارع و جمع‌آوری آب‌های خروجی و استفاده از آنها در مزارع پایاب می‌تواند ضمن جلوگیری از اعمال تنش آبی بیش ازحد به گیاه، باعث افزایش راندمان‌های کفایت آب و کاربرد آب بشود. هر چند در چنین شرایطی احتمال بالا رفتن تلفات ناشی از نفوذ عمقی بیشتر می‌شود.
- با توجه به نبود برنامه‌ریزی صحیح آبیاری توسط زارعین لازم است برنامه‌های آموزشی مناسبی در زمینه روش‌های عملی در انتخاب زمان آبیاری و مقدار مناسب عمق آب آبیاری تدارک دیده شود.
- با توجه به افزایش راندمان‌های آبیاری در شرایط محدودیت آب و کم‌آبیاری و استفاده مناسب از آب آبیاری، پیشنهاد می‌شود که جهت بالا بردن راندمان استفاده از آب در مزارع تحت پوشش شبکه، به توسعه زمین‌های دیم و زیر پوشش بردن مزارع بیشتری اقدام گردد زیرا در شرایط محدود بودن آب، استفاده بهینه‌ای از منابع آب به عمل می‌آید. در چنین شرایطی با اعمال کم آبیاری آگاهانه و برنامه‌ریزی شده می‌توان کارایی مصرف آب را بالا برد و از منابع محدود آب در منطقه استفاده‌های شایانی به عمل آورد.

قدردانی

بدینوسیله از جناب آقای مهندس هومن محجوبی کارشناس ارشد شرکت مهندسین مشاور پویاب، مدیریت، کارشناسان و کارکنان بخش دو شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان، و مدیریت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل و علی‌الخصوص بخش فنی و مهندسی این مرکز به دلیل همکاری‌های صمیمانه در اجرای این پژوهش قدردانی می‌شود.

مراجع

Anon, 2000b. Agriculture: Towards 2015/2030: Technical Interim Report. Rome. Italy.

Anon. 2000a. Crops and Drops, Land and Warer Development Division. FAO. Rome. Italy.

Asadi, E., Ashrafi, Sh., Baghani, J., Riahi, H., Sohrabi, T., Taefei Rezaei, H., Abbasi, F., Keshavarz, A., Mamanpoush, A. R. and Mianabi, A. 1997. Evaluation of surface irrigation performance under farmer managemet in Iran. Proceeding of the 2nd National Congress on Soil & Water Issues. Feb. 16-19. Tehrani. Iran. (in Farsi)

Battikhi, A. M. and Abu-Hammad, A. H. 1994. Comparison between the efficiencies of surface and pressurized irrigation systems. Irrig. Drain. Sys. 8(2):109-121.

Dalton, P., Raine, S. R. and Broadfoot, K. 2001. Best management practices for maximising whole farm irrigation efficiency in the Australian cotton industry. Research Report to the Cotton Research and Development Corporation. National Center for Engineering in Agriculture Report 179707/2. USQ. Toowoomba.

Ehsani, M. and Khaledi, H. 2003. Water Productivity in Agriculture. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID). NO. 82. (in Farsi)

Emond, H., Loftis, J. C., Podmore, T. H., Roberts, J. and Leaf, F. 1993. Evaluation of Surface Irrigation Systems Near Greeley, Colorado. In: Klein, K. C. and Williams, D. J. (Eds.). Seeking an Integrated Approach to Watershed Management in the Sough Platte Basin. Colorado State University. FortCollins, Co. 80523. USA.

Farshi, A. A., Khirabi, J., Siadat, H., Mirlatifei, M., Darbandi, S., Salamat, A. R., Entesari, M. R. and Sadat, M. H. 2003. On-farm Irrigation Water Management. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID). NO. 76. (in Farsi)

Galinato, G. D. 1974. Evaluation of irrgation systems in the Snake river fan, Jefferson, County, Idaho. M.Sc. Thesis. Idaho State University.

Khoshkhahesh, Y. 1997. Evaluation of field irrigation efficiency in rice under irrigation network of Gilan and Fomanat. M.Sc. Thesis. Tehran university. Tehran. Iran. (in Farsi)

Mamanpoush, A. R., Abbasi, F. and Mousavi, F. 2002. Evaluation of application efficiency in surface irrigation of some fields in Isfahan province. J. Agric. Eng. Res. 2(9):43-58. (in Farsi)

Mirabolghasemi, H. 1994. Evaluation of irrigation efficiency in some nonmodern network. Proceeding of the 7th Seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID). Tehran. Iran. (in Farsi)

Raine, S. R. and Bakher, D. M. 1996. Increased furrow irrigation efficiency through better design and management of cane fields . Proc .Aust. Soc. Sugar Cane Tech. 18,119-124.

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. Paper No. SEAg 96/092. Nov. 25-27. Gatton.

Shamaei, Gh. R., Mousavi, S. F. and B. Mostafazade. 1996. Evaluation of furrow irrigation efficiencies under integrated and nonintegrated lands in Chahar Mahal-e-Bakhtiari provience. Proceeding of the 8th Seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage(IRNCID). Tehran. Iran. (in Farsi)

Smith, R. J., Raine, S. R. and Minkovich, J. 2005. Irrigation application efficiency and deep drainage potential under surface irrigated cotton. Agric. Water Manage. 71 (2): 117-130.

Sohrabi, T. and Keshavarz, A. 1994. Surface irrigation system evaluation under farmers management. XII CIGR World Congress and Agricultural Engineering Conference. Milan. Italy.

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.8 /No.2 / Summer 2007/P: 17-32

Evaluation of Furrow Irrigation Efficiency under Different Management in Moghan Region

A. Kanooni*

* Corresponding Author: Academic Member, Agriculture Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 56135-545, Ardebil, Iran. E-mail: kanooni_res@yahoo.com

The shortage of fresh water and growing competition for clear water makes less water available for agriculture production. The great chalange for the coming decades will be the task of increasing food production with less water, particularly in countries with limited water and land resources. Therefore, increasing of irrigation efficiencyi and decreasing of water losses are important factores in agricultural development. Evaluation of different irrigation management and their performance is essential for improving of irrigation water application. In this research, on-farm furrow irrigation efficiencies under different management and different crops such as sugarbeet and corn were measured in some parts of Moghan region. After selection of the irrigation plots (for two selected crops) and measurment of water discharge, runoff rates, soil moisture befor and after irrigation, rooting depth and wetted soil depth, different irrigation efficiencies were determined. The results showed that irrigation efficiencies vary extremely with respect to farmers management, length and slope of plots, physical characteristics of soils, crop and other factors. The minimum irrigation application efficiency for corn was about 6.9% and the maximum of that was 93.4% and on average was 45%. The average irrigation application efficiency for corn under governmental management was 24.9% and the average of that for corn under farmers management was 65.3%. Also the minimum irrigation application efficiency for sugarbeet was about 7.8% and the maximum of that was 84.5% and on average was 49.2%. The average irrigation application efficiency for sugarbeet under governmental management was 62.7% and the average of that for sugarbeet in farmers management was 35.6%. The study showed that losses to deep drainage were substantial and improvement of irrigation management can reduce water losses.

Key words: Furrow Irrigation, Governmental and Farmers Management, Irrigation Efficiencies, Irrigation Management