2015, Vol.1, No.3, Pages 53 to 58
Journal of Water and Sustainable Development

سال اول، شماره ۳، خرداد ۱۳۹۴، صفحات ۵۳تا۵۸
نشریه آب و توسعه پایدار

ارزیابی برخی راهکارهای مدیریتی افزایش شاخص کارآیی مصرف آب مزارع گندم در شرایط شور

مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی ابرکوه در استان یزد

مجید نیکخواه[۱]، محمدحسن رحیمیان[۲*]، محمدجواد روستا[۳]، حسین رزاقیان[۴]

۱- کارشناسی‌ارشد زراعت، کارشناس مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد. ۲- دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی دانشگاه صنعتی اصفهان، محقق مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد. ۳- دکترای خاکشناسی، رئیس مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد.۴- کارشناسی‌ارشد زراعت، مسئول ترویج کشاورزی استان یزد.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: mhrahimian@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱
تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱۱

چکیده

استفاده از راهکارهای مدیریتی به منظور افزایش شاخص کارآیی مصرف آب در مزارع کشاورزی یکی از گزینه‌های عملی برای مقابله با کم‌آبی است. این پژوهش به بررسی روش‌های مدیریت آب کشاورزی در شهرستان ابرکوه استان یزد که عمدتاً با مسائل کم آبی و شوری منابع آب و خاک روبرو است، پرداخته و راهکارهای عملی و علمی مبتنی بر تحقیقات را در دو مزرعه‌ی گندم اجرا کرده است. این روش‌ها شامل تغییر روش آبیاری، تسطیح مناسب، تقویم آبیاری (زمان و مقدار آبیاری)، تراکم کاشت و کوددهی بوده است. برای ارزیابی اقدامات مذکور، میزان آب مصرفی در طول یک فصل کامل زراعی ثبت شد و عملکرد دانه و شاخص کارآیی مصرف آب (نسبت عملکرد به آب مصرفی) تعیین و با تیمار شاهد (زمین کشاورز) مقایسه گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که در صورت اجرای دقیق راهکارهای مذکور، می‌توان بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد محصول، مدت زمان آبیاری را تا ۱۵ درصد مقدار فعلی کاهش داد و در مصرف آب صرفه‌جوئی به عمل آورد. از جمله دستاوردهای این پژوهش افزایش ۲۰ درصدی شاخص کارآیی مصرف آب بوده است که گامی عملی در جهت افزایش درآمد کشاورز، کمک به تداوم فعالیت‌های کشاورزی در روستاها، کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی (به ویژه آب)و نهایتاً کمک به پایداری تولید محصولات کشاورزی در شرایط خشکسالی و کم آبی‌های اخیر محسوب می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: روش آبیاری، تسطیح، مدیریت، خشکی، شوری.

Evaluation of management strategies for improving water use efficiency of wheat under saline conditions

(Case study: Abarkouh in Yazd province)

M. Nikkhah[1], M.H. Rahimian[2]*, M.J. Rousta[3], H. Razzaqian[4]

1- MSc. of agronomy, expert of National Salinity Research Center (NSRC), Yazd, Iran. 2- PhD. student of irrigation and drainage, research expert of National Salinity Research Center (NSRC), Yazd, Iran. 3- PhD. of soil science, head of National Salinity Research Center (NSRC), Yazd, Iran.4- MSc. of agronomy, expert of Agricultural extension service, Yazd Agricultural Organization, Iran.
*(Corresponding Author Email: mhrahimian@gmail.com)

Received:22-11-2013
Accepted: 2-8-2014

Abstract

On-farm management practices with the aim of improving Water Use Efficiency (WUE) are among the practical ways of overcoming the water scarcity problem. This study aims to investigate ways of implementing agricultural water management in Abarkouh region, Yazd province, which mainly deals with problems such as water scarcity and salinity of soil and water resources. To this end, the resulting scientific and practical solutions of the research were implemented on two separate wheat fields. The proposed methods include alternative irrigation techniques, land leveling, irrigation scheduling (intervals and volumes), seed density and fertilization. The total applied water during a full agricultural season, grain yield and water use efficiency index (the ratio of the product to the water consumed) were determined and eventually compared with the control treatment (agricultural land). The results indicated that the precise application of the proposed techniques can result in up to 15% decrease in the irrigation time and 20% increase in WUE. This could be a practical step towards ensuring sustainable agricultural production in spite of water scarcity problems, especially in rural areas, and conserving agricultural inputs, especially water.

Keywords: irrigation method, land leveling, management, salinity, drought.

مقدمه

بررسی تاریخ توسعه‌ی اقتصادی کشورهای پیشرفته نقش انکارناپذیر کشاورزی در توسعه‌ی این کشورها را نشان می‌دهد. بدین لحاظ برخی از صاحب نظران توسعه بر این باورند که انقلاب صنعتی در کشورهای پیشرفته‌ی صنعتی مدیون انقلاب کشاورزی است. در ایران نیز بخش کشاورزی نقش مهمی در تولید ناخالص ملی و اشتغال دارد به نحوی که حدود ۲۷ درصد تولید ناخالص ملی و ۲۳ درصد اشتغال را تشکیل می‌دهد (کشاورز و صادق‌زاده، ۱۳۷۹).

بر اساس آمارهای موجود، در کشور ما آب آبیاری مهمترین نهاده‌ی تولید کشاورزی است، زیرا از حدود ۳۷ میلیون هکتار از اراضی مستعد کشاورزی، تنها ۷/۸ میلیون هکتار به‌صورت فاریاب کشت می‌شود (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). لازم به ذکر است که متاسفانه میزان برداشت از آبخوان‌های زیرزمینی کشور (۶۱/۳ میلیارد متر مکعب) بیش از میزان تغذیه‌ی آبخوان‌ها (۵۶/۵ میلیارد مترمکعب) است (کشاورز و صادق‌زاده، ۱۳۷۹). کمبود بارش‌های جوی و محدودیت تغذیه‌ی آبخوان‌ها، تبخیر بسیار زیاد، کمبود یا نبود منابع آب‌های سطحی، توسعه‌ی اجتماعی- اقتصادی کشور، استقرار قطب‌های صنعتی و افزایش جمعیت باعث بهره‌برداری بیش از حد منابع آب‌های زیرزمینی در حوضه‌ی فلات مرکزی ایران گردیده است. به نحوی که علی‌رغم اعلام ممنوعیت توسعه‌ی بهره‌برداری در ۱۳۳ محدوده‌ی مطالعاتی از مجموع ۲۳۳ محدوده‌ی مطالعاتی در این حوضه، افت مداوم و کاهش حجم مخزن در فلات مرکزی ایران ادامه دارد (وزارت نیرو، ۱۳۸۴). از نظر کیفیت منابع آب زیرزمینی، ۱۵۷ محدوده‌ی مورد مطالعه در حوزه‌ی‌فلات مرکزی ایران دارای آب‌های شور و لب شور هستند که هرساله بر شدت شوری آنها افزوده می‌شود. به عنوان مثال نتایج تحقیق دهقانی و همکاران (۱۳۸۲) نشان داد که میزان شوری آب آبیاری تعدادی از چاه‌های کشاورزی واقع در دشت یزد اردکان طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۹ به‌شدت افزایش یافته است. کمترین شوری آب آبیاری در محدوده‌ی مطالعاتی این تحقیق در سال ۱۳۶۹ معادل ۰/۹۱ دسی‌زیمنس بر متر بوده است که در سال ۱۳۷۹ بیش از ۴ برابر افزایش یافته و معادل ۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر بوده است. بیشترین شوری آب آبیاری در ابتدای این تحقیق معادل ۱۹/۸ دسی زیمنس بر متر بوده که طی ده سال به ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافته است.

در حال حاضر خسارات خشکسالی در ایران کم نبوده و بر اساس اطلاعات ستاد حوادث غیرمترقبه‌ی وزارت کشور، خسارات خشکسالی در سال‌های آبی مختلف میلیاردها تومان برآورد شده و طبق شواهد موجود جهت جبران خسارت‌های وارده، دولت متحمل هزینه‌های هنگفتی شده است. لذا شناسایی، پایش و پیش‌آگاهی خشکسالی در ایران که جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود اهمیت ویژه‌ای دارد (وفاخواه و رجبی، ۱۳۸۴).

در بخش کشاورزی اگرچه در سال‌های گذشته همه‌ی تلاش‌ها در راستای افزایش میزان تولید در واحد سطح بوده و از افزایش تولید به ازاء واحد آب مصرفی غفلت شده است (علیزاده، ۱۳۸۳)، اما خوشبختانه در سال‌های اخیر این مهم مورد توجه برخی از محققین قرار گرفته است. به‌عنوان مثال کشاورز و صادق‌زاده (۱۳۷۹) ضمن بررسی وضعیت موجود مصرف آب در کشاورزی، نسبت به ارائه‌ی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب اقدام کرده‌اند. این محققین ساماندهی و ارتقاء مدیریت بهره برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی، بهینه‌سازی کارایی آبیاری و کارایی مصرف آب در اراضی زراعی کشور (در مقیاس مزرعه)، اصلاح ساختار آبیاری در مزارع و باغات، استفاده از کم‌آبیاری بهینه به منظور افزایش کارایی مصرف آب در اراضی فاریاب کشور، استفاده از روش‌های مناسب مدیریت آبیاری به منظور کاهش تلفات آب در آبیاری‌های اولیه، تدوین برنامه‌ای جامع در مورد استفاده از آب‌های باکیفیت نامتعارف در کشاورزی، استفاده‌ی بهینه از مناطق دیم و استفاده از آبیاری تکمیلی در آن‌ها، استفاده‌ی مستقیم از آب باران و ترویج روش‌های مختلف جمع‌آوری آب، کاهش تبخیر از سطح اراضی زراعی دیم و فاریاب و لزوم توجه عمیق و نگرش سیستمیک به برهم‌کنش آب آبیاری، آفت‌کش‌های گیاهی، کودهای شیمیایی و پیامدهای زیست محیطی آن را مهمترین راهکارهای بهینه‌سازی مدیریت مصرف آب در کشاورزی معرفی نموده‌اند.

با توجه به مطالب فوق‌الذکر، ارائه‌ی راهکار یا راهکارهایی که بتواند میزان ماده‌ی خشک تولیدی به ازای مصرف نهاده‌های کشاورزی نظیر آب و کود مصرفی را افزایش دهد کاملاً ضروری است. لذا پژوهش اخیر در مزارع کشاورزان شهرستان ابرکوه و به منظور افزایش میزان ماده‌ی خشک تولیدی به ازای مقدار آب آبیاری مصرفی (شاخص کارآیی مصرف آب) با پیاده‌سازی راهکارهای مبتنی بر یافته‌های تحقیقاتی اجرا گردید.

مواد روش‌ها

منطقه‌ی مطالعاتی در این پژوهش دو مزرعه‌ی مختلف به‌لحاظ مکانی در شهرستان ابرکوه استان یزد بود که مطالعات روی آن‌ها در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ انجام گرفت. متوسط کمینه و بیشینه‌ی درجه حرارت در منطقه‌ی ابرکوه به ترتیب ۱۱ و ۲۷ درجه‌ی سانتیگراد، مجموع بارندگی سالانه ۶۷ میلی‌متر و مجموع تبخیر سالانه بیش از ۳۳۰۰ میلی‌متر گزارش شده است. در این پژوهش به اجرای برخی راهکارهای افزایش کارآیی مصرف آب در اراضی شور شامل تغییر روش آبیاری، انجام تسطیح مناسب، تدوین تقویم آبیاری (زمان و

مقدار آبیاری)، الگوی کاشت و کوددهی اقدام شده است (رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۰). بدین منظور پس از انتخاب مزارع مورد نظر اقدام به کسب اطلاعات اولیه از مزارع انتخابی و همچنین منطقه‌ی مطالعاتی گردید. پس از مشخص شدن خصوصیات خاک، آب و بذر مصرفی در هر مزرعه به آماده سازی بستر بذر و کاشت آن اقدام شد. برای کاشت مزرعه از رقم ارگ به‌عنوان رقم رایج منطقه که متحمل به شوری است، استفاده شد (مؤسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر، ۱۳۸۸). میزان تراکم مورد استفاده براساس ۵۵۰ دانه در متر مربع بود (آناقلی، ۱۳۸۵). همچنین کاشت در مزرعه با استفاده از دستگاه کمبینات انجام گرفت (رنجبر، ۱۳۸۹) و نیازهای کودی هر مزرعه نیز براساس آزمودن خاک تعیین شد (کریمی، ۱۳۸۹). همچنین به طراحی ابعاد مناسب نوارهای آبیاری در هر منطقه اقدام شد. اقدامات اخیر می‌تواند مدت زمان آبیاری را به مقدار قابل توجهی کاهش دهد. این مقدار حتی در اولین آبیاری که بستر خاک دارای بیشترین نفوذ و کندترین سرعت پیشروی است نیز معنی‌دار خواهد بود (رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۱). طراحی ابعاد مناسب نوارها تابع بافت خاک، شیب زمین و دبی جریان آب است (علیزاده، ۱۳۸۶). به‌عنوان مثال برای یک مزرعه با بافت خاک متوسط و دبی ۱۵ لیتر بر ثانیه و شیب ۵ در هزار (۰/۵ درصد)، ابعاد نوارها را حدود ۵ ×۱۰۰ متر در نظر می‌گیرند. با توجه به شرایط موجود در منطقه، این اعداد به‌عنوان یک راهنما برای ابعاد نوارها در نظر گرفته شد. عملیات مرزبندی و پیاده‌سازی طول و عرض مناسب برای نوارها پس از کاشت صورت پذیرفت. بنابراین؛ تیمارهای این پژوهش شامل روش آبیاری مطابق با تجارب کشاورز (آبیاری کرتی که در منطقه غالب است) و روش پیشنهادی (آبیاری نواری) بود. در شکل (۱) این دو روش مقایسه می‌شود. همزمان با اجراء این راهکارها، اقدام به ثبت تمامی نهاده‌های مصرفی (آب، بذر،کود) در طول یک فصل کامل زراعی شد و نهایتاً با برداشت محصول، میزان عملکرد دانه تعیین و شاخص کارآیی مصرف آب (نسبت عملکرد به آب مصرفی) محاسبه و با تیمار شاهد (زمین کشاورز) مقایسه گردید. مقایسه به کمک آزمون آماری تی (t-test) انجام شد.

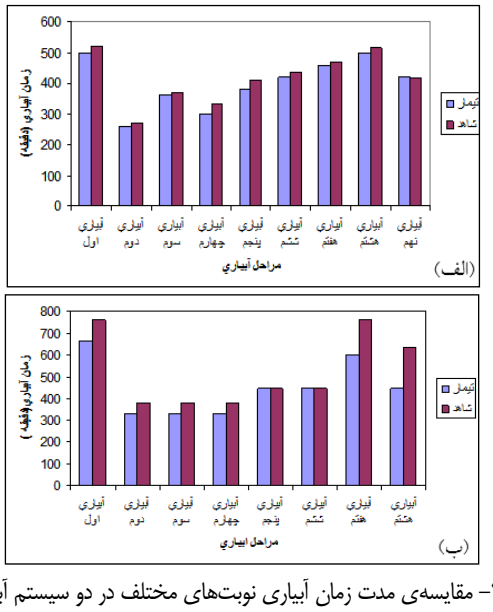
(الف–روش آبیاری کرتی)

(ب–روش آبیاری نواری)

شکل ۱– تغییر روش آبیاری مزرعه از کرتی به نواری در منطقه‌ی ابرکوه

نتایج و بحث

شکل (۲) مقایسه بین مدت زمان آبیاری‌ها در دو شیوه‌ی متفاوت‌نواری به‌عنوان تیمار و کرتی به‌عنوان شاهد در مزارع مورد بررسی در ابرکوه را نشان می‌دهد که بیشترین سطح کشت منطقه به‌صورت کرتی آبیاری می‌شود. این زمان‌ها مربوط به آبیاری یک مساحت مشخص از مزرعه در تیمار و شاهد است که در هر آبیاری به‌صورت مجزا اندازه‌گیری شده است. همانطوری که ملاحظه می‌گردد، تفاوت‌های معنی‌داری بین زمان آبیاری در دو روش وجود دارد. میانگین‌گیری از عمق ناخالص آبیاری‌های مزرعه‌ی آقای غلام‌پور (مزرعه‌ی ب) نشان می‌دهد که متوسط عمق ناخالص آبیاری در روش شاهد (کرتی) ۷۹ میلی‌متر است. این در حالی است که در روش پیشنهادی (نواری)، عمق ناخالص آبیاری به حدود ۶۴ میلی‌متر تقلیل یافته است. نتایج مذکور حاکی از این است که می‌توان با طراحی ابعاد مناسب کرت‌ها و انتخاب روش آبیاری نواری در منطقه‌ی مورد مطالعه، مدت زمان آبیاری در واحد مشخصی از سطح زمین را به مقدار قابل توجهی کاهش داد.



شکل ۲– مقایسه‌ی مدت زمان آبیاری نوبت‌های مختلف در دو سیستم آبیاری کرتی (شاهد) و تیمار پیشنهادی در مزرعه‌ی آقای صالحی (الف) و غلام‌پور (ب)

جدول (۱) نشان‌دهنده‌ی نتایج مقایسه‌ی آماری بین ویژگی‌های محصول گندم اندازه‌گیری‌شده در پلات در هر مزرعه است. براساس این جدول عملکرد پلات در تیمار و شاهد در مزرعه‌ی (ب) با هم تفاوت آماری معنی‌داری ندارند، جز اینکه در مزرعه‌ی مذکور تا حدودی عملکرد پلات در تیمار بیشتر از شاهد بوده است و در مزرعه‌ی (الف) اندازه‌گیری‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بودند. همچنین مقایسه‌ی اجزای عملکرد اندازه‌گیری‌شده نشان می‌دهد که احتمالاً تعداد سنبله در پلات تأثیر بیشتری نسبت به سایر صفات گندم روی عملکرد پلات داشته است. این همبستگی در سطح احتمال ۵٪، معنی‌دار گردیده است. همبستگی طول سنبله و تعداد دانه در سنبله بر عملکرد پلات، معنی‌دار نشده است. براساس جدول (۱) تأثیر تیمار پیشنهادی و اجرای دستاوردهای تحقیقاتی در دو مزرعه‌ی (الف و ب) به‌طور ملموس مشخص است.

جدول ۱– مقایسه‌ی صفات مختلف گندم به کمک آزمون آماری تی (t)*

مزرعه	تیمار	ارتفاع ساقه	طول سنبله	تعداد سنبلچه	تعداد سنبلچه بارور	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد پلات (گرم بر متر مربع)
الف	شاهد	۵۲/۳۵ a	۸/۳۸ a	۱۵/۸۶ a	۱۳/۲۵ a	۳۱/۳۳ a	۳۶/۷۴ a	۹۰۵ b	۳۰۴/۸۰ b
	پیشنهادی	۶۰/۷۱ a	۸/۶۳ a	۱۵/۹۵ a	۱۳/۴ a	۳۱/۸۷ a	۳۷/۷۸ a	۱۲۵۸/۳۳ a	۴۱۲/۴۶ a
ب	شاهد	۶۸/۱۱ a	۶/۶۴ a	۱۴ a	۱۱/۳ a	۲۱/۴ a	۳۷/۵۵ a	۱۴۵۰ a	۴۸۷/۹۸ a
	پیشنهادی	۶۸/۱۸ a	۷/۴۲ a	۱۴/۷۳ a	۱۲/۳۶ a	۲۷/۸ a	۴۰/۱۳ a	۱۶۱۳/۳۳ a	۵۴۰/۵۰ a

* این صفات مربوط به سه پلات در هر تیمار بوده و مقایسه در هر مزرعه به‌صورت جداگانه انجام شده است.

با تقسیم متوسط عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار) بر آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) در هر تیمار، شاخص کارآیی مصرف آب محاسبه و به‌عنوان مبنای اصلی تصمیم‌گیری و مقایسه بین تیمارهای شاهد و پیشنهادی قرار گرفت (جدول۲). همچنین این جدول نشان داد که میزان آب مصرفی در تیمارهای پیشنهادی به مراتب کمتر از تیمار شاهد است. در مورد مقایسه‌ی شاخص عملکرد در واحد سطح باید به موضوع کم‌آبیاری نیز اشاره شود. کم‌آبیاری یکی از راهکارهای مدیریتی به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب در مواقع خشکسالی است. در استان یزد نیز مسأله‌ی خشکسالی خصوصاً در چند سال اخیر از پدیده‌های بارز منطقه بوده و خساراتی را به محصولات مختلف وارد کرده است. چنانچه با انجام کم‌آبیاری بتوان تولید مقدار مشخص محصول به‌ازای آب مصرفی را حفظ و یا با آب کمتری همین مقدار ماده‌ی خشک را تولید نمود، خود موفقیت بزرگی برای مقابله با بحران محسوب خواهد شد. در چنین شرایطی اگر به‌ازای یک مقدار مشخص ماده‌ی خشک تولیدی، بتوان آب کمتری را مصرف کرد؛ این مسأله به نفع کشاورز بوده و به‌لحاظ اقتصادی صرفه خواهد داشت (حتی اگر عملکرد در واحد سطح کاهش یابد). در چنین شرایطی شاخص کارآیی مصرف آب را ملاک ارزیابی‌ها قرار می‌دهند.

جدول (۳) نشان‌دهنده‌ی درصد تغییرات بوجود آمده در آب مصرفی، عملکرد و کارآیی مصرف آب تیمارهای پیشنهادی نسبت به شاهد در مزارع مختلف منطقه‌ی ابرکوه است. بر اساس این جدول شاخص کارآیی مصرف آب در مزرعه‌ی (الف) و (ب) با میزان ۲۶ و ۲۱ درصد افزایش، نشان می‌دهد که اجرای راهکارهای مدیریتی در مزارع مذکور در این زمینه نتیجه‌ی مثبت داشته است. همانطوری که ملاحظه می‌گردد، عملکرد در واحد سطح این مزارع (کیلوگرم در هکتار) تغییرات معنی‌داری نداشته است. افزایش غیر قابل توجه عملکرد در این مزارع عمدتاً ناشی از اعمال دور نامناسب آبیاری در این مزارع به‌دلیل محدودیت‌های کشاورز در تغییر دور آبیاری در منطقه است. نکته‌ی حائز اهمیت این است که با کاهش عمق ناخالص آبیاری (با تغییر شیوه‌ی آبیاری) می‌بایست دور آبیاری به‌صورت دقیق رعایت

جدول ۲- مقایسه‌ی عملکرد آب مصرفی و شاخص کارآیی مصرف آب در مزارع مختلف

نام مزرعه	تیمار	عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار)	آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
الف	شاهد	۳۰۴۸	۷۰۰۰	۰/۴۳
	پیشنهادی	۴۱۲۴	۶۶۰۰	۰/۶۲
ب	شاهد	۴۸۷۹	۷۲۰۰	۰/۶۷
	پیشنهادی	۵۴۰۵	۶۱۰۰	۰/۸۸

شود تا گیاه در معرض تنش خشکی قرار نگیرد. البته همان‌طوری که قبلاً نیز گفته شد؛ افزایش معنی‌دار شاخص کارآیی مصرف آب، عدم افزایش معنی‌دار عملکرد در واحد سطح را توجیه نموده و باتوجه به اهمیت موضوع آب به‌عنوان مهمترین نهاده‌ی کشاورزی در مناطق خشک، توجیه اقتصادی این امر نیز صورت گرفته و نهایتاً برتری روش پیشنهادی نسبت به روش شاهد اثبات می‌شود.

جدول ۳ - درصد تغییرات آب مصرفی، عملکرد و کارآیی مصرف آب تیمارهای پیشنهادی نسبت به شاهد در مزارع مختلف

نام مزرعه	درصد تغییر آب مصرفی در تیمار پیشنهادی نسبت به شاهد (٪)	درصد تغییر عملکرد در تیمار پیشنهادی نسبت به شاهد (٪)	درصد تغییر کارایی مصرف آب تیمار پیشنهادی نسبت به شاهد (٪)
الف	- ٪ ۵/۷۱	+ ٪ ۳۵	+ ٪ ۱۹
ب	- ٪ ۱۵/۲۷	+ ٪ ۱۰/۷۸	+ ٪ ۲۱

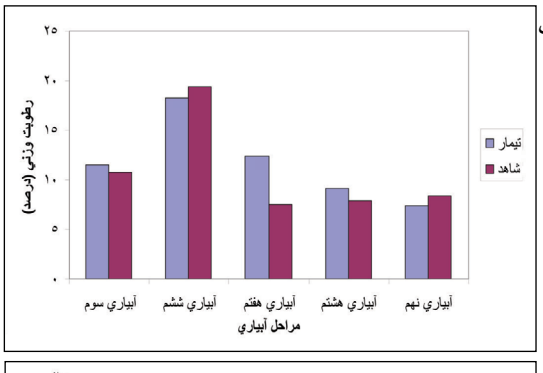
-تغییرات رطوبت و شوری خاک

علی‌رغم کاهش معنی‌دار عمق ناخالص آبیاری در سیستم پیشنهادی نسبت به شاهد، درصد رطوبت در منطقه‌ی توسعه‌ی ریشه‌ی گیاه، کاهش محسوسی نسبت به سیستم شاهد منطقه نداشته است. شکل (۳) نشان‌دهنده‌ی متوسط درصد رطوبت وزنی خاک اعماق مختلف مزرعه در دو شیوه‌ی کرتی و نواری است که در هر مرحله از آبیاری‌ها بررسی و محاسبه شده است.

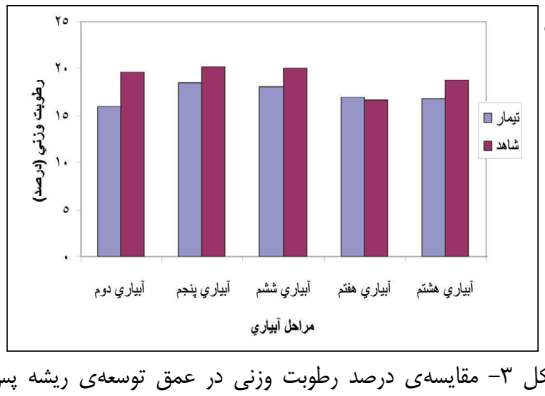
در پژوهش مذکور متوسط شوری عصاره‌ی اشباع خاک اعماق مختلف نیز قبل از هر آبیاری مورد اندازه‌گیری و بررسی قرار گرفته است. در شکل (۴) مقایسه بین شوری خاک اعماق مختلف در مراحل مختلف آبیاری در تیمار و شاهد نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد؛ متوسط شوری خاک سطحی(۳۰-۰ سانتیمتر) این مزرعه در دو تیمار، نزدیک به هم‌دیگر و کمتر از ۶ دسی‌زیمنس بر متر بوده است. در مقطع زمانی مذکور، گیاه در مرحله‌ی ابتدائی رشد قرار داشته و جوانه‌زنی و رشد آن بیشتر تحت تأثیر خاک سطحی است. لذا شوری خاک در حد قابل قبول (پایین‌تر از حد آستانه‌ی تحمل گیاه گندم به شوری) است. در این مرحله سایر اعماق خاک تأثیری بر جوانه‌زنی ندارند. کاهش قابل توجه شوری پروفیل خاک در سیستم نواری نسبت به کرتی در اعماق ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک نیز از جمله نکات قابل توجه در این پژوهش است. به نظر می‌رسد که کاهش عمق ناخالص آبیاری در سیستم نواری نسبت به کرتی منجر به افزایش راندمان آبشویی (به‌دلیل عبور تدریجی از خلل و فرج ریز خاک) و در نتیجه کاهش شوری عصارهی اشباع خاک در اولین آبیاری شده است.

همانطور که ملاحظه می‌گردد؛ شوری خاک در اعماق مختلف (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتر) در این مقطع زمانی، به‌واسطه‌ی آبیاری‌های پی در پی نسبت به اوایل فصل رشد، تغییر نموده و در دو سیستم آبیاری به یک مقدار ثابت (حدود ۵ دسی زیمنس بر متر) تقلیل یافته است. یکسان بودن متوسط شوری خاک در دو سیستم نشان از آبشوئی یکسان پروفیل خاک منطقه‌ی توسعه‌ی ریشه‌ی گیاه داشته (علی‌رغم اعمال مقادیر متفاوت آب ناخالص آبیاری) و عدم تأثیر معنی‌دار تغییر سیستم آبیاری و کاهش مدت زمان آبیاری‌ها را بر شوری خاک منطقه‌ی توسعه‌ی ریشه نشان می‌دهد. یکی از مشاهدات حائز اهمیت در این پژوهش افزایش موضعی شوری در برخی از نقاط مزارع بوده که گاهی به ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر نیز رسیده و منجر به عدم رویش محصول در برخی نقاط شده است. این در حالی است که شوری آب آبیاری مورد استفاده حدود ۲ دسی‌زیمنس بر متر بوده است. وجود تفاوت معنی‌دار بین این دو مقدار، نشان‌دهنده‌ی اهمیت تسطیح زمین در توزیع مکانی شوری مزرعه است که این موضوع در شرایط توصیه‌ی عمق بهینه‌ی آبیاری در مزرعه و یا اعمال کم آبیاری‌ها در شرایط خشکسالی دو چندان نیز خواهد شد.

الف

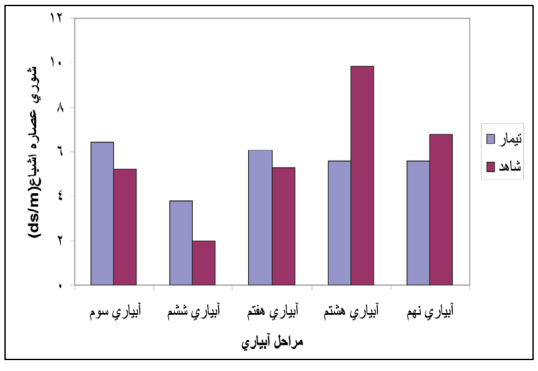


ب

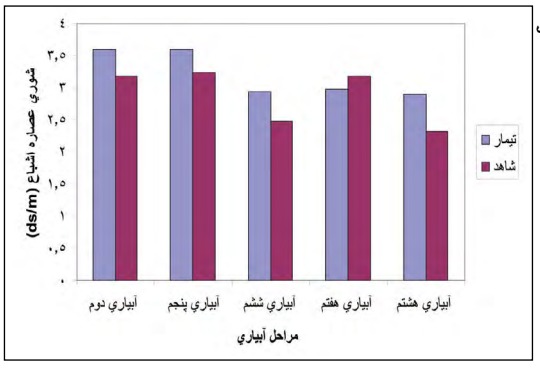


شکل ۳- مقایسه‌ی درصد رطوبت وزنی در عمق توسعه‌ی ریشه پس ازکاشت گندم در دو سیستم آبیاری کرتی (تیمار شاهد) و نواری (تیمار پیشنهادی) در مزرعه‌ی الف و ب

الف



ب



شکل ۴- مقایسه‌ی شوری عصاره‌ی اشباع خاک (ECe) عمق توسعه‌ی ریشه‌ی گندم در دو سیستم آبیاری کرتی (شاهد) و نواری (پیشنهادی) مزرعه‌ی الف و ب

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در صورت طراحی ابعاد مناسب کرت‌ها و انتخاب روش آبیاری نواری در منطقه‌ی مورد مطالعه، مدت زمان آبیاری را می‌توان به مقدار قابل توجهی کاهش داد. این مقدار حتی در اولین آبیاری که بستر خاک دارای بیشترین نفوذ و کندترین پیشروی است نیز معنی‌دار خواهد بود. با توجه به تأکید سیاست‌گذاران آب کشور بر صرفه‌جوئی و استفاده‌ی بهینه از این نهاده‌ی با ارزش در بخش کشاورزی (به‌عنوان بزرگترین مصرف‌کننده‌ی آب در کشور)، به نظر می‌رسد که اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری یکی از عملی‌ترین راهکارهای موجود در این زمینه است. از طرفی دیگر فراگیرنمودن سیستم‌های آبیاری تحت فشار و پربازده در تمامی باغات و مزارع آبی کشور در سال‌های آتی، مشمول صرف زمان خواهد بود و نباید سیستم‌های سنتی آبیاری ثقلی را تا زمان وقوع این تغییرات به حال خود رها نمود.

منابع

آناقلی، ا. ۱۳۸۵. بررسی اثرات فواصل خطوط و تراکم بذر بر عملکرد لاین‌های امید بخش گندم متحمل به شوری در شرایط آب و خاک شور. مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

احسانی، م. و خالدی، ه. ۱۳۸۲. بهره‌وری آب کشاورزی. نشر کمیته‌ی ملی آبیاری و زهکشی ایران.

دهقانی، ف.، علایی یزدی، ف. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۲. بررسی کیفیت آب‌های آبیاری در استان یزد از دیدگاه اثرات سوء تغذیه‌ای. نشریه‌ی فنی موسسه تحقیقات خاک و آب، ۲۰۶.

رحیمیان، م.ح.، روستا، م.ج.، رزاقیان، ح. و آتشی، س.م. ۱۳۹۱. ارتقاء شاخص کارآیی مصرف آب در شرایط شور از طریق مدیریت مزرعه. اولین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه. مؤسسه‌ی تحقیقات خاک و آب، کرج.

رحیمیان، م.ح.، هاشمی‌نژاد، ی. و رزاقیان، ح. ۱۳۹۰. دستور کار آبیاری و تغذیه‌ی گندم در شرایط شور. بروشور ترویجی مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی یزد، ۳۴، ص ۲.

رنجبر، غ. ۱۳۸۹. جمع‌آوری و مقایسه‌ی عملکرد ارقام تجاری داخلی و خارجی گندم در اراضی شور پایین‌دست حوزه‌ی کرخه. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری.

علیزاده، ا.، ۱۳۸۶. طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی. انتشارات امام رضا (ع).

علیزاده، ا.، ۱۳۸۳. رابطه‌ی آب و خاک و گیاه. انتشارات امام رضا (ع).

کشاورز، ع. و صادق‌زاده، ک. ۱۳۷۹. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، برآورد تقاضا برای آینده، بحران‌های خشکسالی، وضعیت موجود، چشم‌اندازهای آینده و راهکارهایی جهت بهینه‌سازی مصرف آب. نشر آموزش کشاورزی.

کریمی، م. ۱۳۸۹. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی اثر متقابل شوری و عناصر غذایی N, P, K بر عملکرد لاین امیدبخش مقاوم به شوری گندم. مرکز ملی تحقیقات شوری.

مؤسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر. ۱۳۸۸. گزارش سالیانه‌ی غلات.

وزارت نیرو. ۱۳۸۴. پروژه‌ی تدوین برنامه‌ی بهره‌برداری از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف در سطح حوزه‌های آبریز کشور.

وفاخواه، م. و رجبی، م. ۱۳۸۴. کارآیی نمایه‌های خشکسالی هواشناسی برای پایش و ارزیابی خشکسالی‌های حوزه‌ی آبخیز دریاچه‌های بختگان، طشک و مهارلو، مجله‌ی بیابان، ۱۰(۲): ۳۶۹-۳۸۳.