نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۲، مرداد - شهریور ۱۳۹۷، ص. ۵۴۴-۵۳۶

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 12, Agu.-Sep. 2018, p. 536-544

تأثیر تغییر در ابعاد نوارهای آبیاری، رژیم کودی و استفاده از بذور بوجاری شده بر کارایی مصرف آب در مزارع جو منطقه‌ی میاندوآب

سید حسن طباطبایی[۱]، سید مجید میرلطیفی[۲*]، حسین دهقانی سانیج[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۱۰

چکیده

در این تحقیق مطالعه‌ی میدانی به منظور بررسی تأثیر فعالیت‌های به‌زراعی شامل اصلاح ابعاد نوارهای آبیاری، تغییر رژیم کودی خاک و استفاده از بذور بوجاری شده بر مصرف آب و تولید گیاه در چهار مزرعه جو در شهرستان میاندوآب انجام شد. در مزارع تیمار، فناوری‌هایی به منظور مقایسه با مزرعه‌ی شاهد اعمال گردید. شاخص‌های رشد مانند شاخص سطح برگ، طول خوشه و طول گیاه در طول فصل رشد، وزن محصول برداشت شده و وزن هزار دانه در انتهای فصل اندازه‌گیری گردید. رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه در طی فصل رشد و هم‌چنین عمق آب ورودی و خروجی به هر یک از مزارع در هر نوبت آبیاری اندازه‌گیری شد. پارامترهای ارزیابی شامل: عملکرد (Y_c)، بهره‌وری آب (WP)، کارایی مصرف آب (WUE) و راندمان کاربرد آب (E_a) در هر یک از مزارع با برداشت داده‌های مزرعه‌ای محاسبه گردید. نتایج دلالت بر آن داشت که فناوری‌های مذکور سبب افزایش WP مزارع تیمار در مقایسه با مزرعه شاهد در حدود ۲۵ درصد و WUE حدود ۲۴ درصد گردید. هم‌چنین اصلاح ابعاد نوارهای آبیاری منجر به کاهش زمان آبیاری و نفوذ عمقی گردید و راندمان کاربرد آب آبیاری در مزارع تیمار ۲۰ درصد نسبت به مزارع شاهد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: آب مصرفی، بهره‌وری آب، تبخیر - تعرق، تکنولوژی‌های به زراعی، راندمان کاربرد آب

مقدمه

حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه مانند بسیاری از حوضه‌های در معرض خشکی جهان با کاهش شدید منابع آب روبرو است. کارگروه مدیریت پایدار منابع آب و کشاورزی دریاچه‌ی ارومیه در سال ۱۳۹۱ وضعیت دریاچه را حاصل عملکرد مجموعه‌ای از عوامل انسانی و طبیعی طی دهه‌های گذشته ذکر نمود. نتایج بررسی‌های انجام شده در قالب مطالعات برنامه ی مدیریت ریسک خشکسالی در حوضه ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه نشان داد که بخش کشاورزی مصرف‌کننده بیش از ۹۰ درصد آب در حوضه‌ی دریاچه ارومیه است (کارگروه مدیریت پایدار منابع آب و کشاورزی، ۱۳۹۱).

به منظور رفع معضل دریاچه ارومیه، سازمان محیطزیست پروژه با هدف آموزش و مشارکت کشاورزان بومی اجرا نمود که در راستای آن با تغییر در شیوه‌ی کشاورزی سنتی، بتوان بهره‌وری آب در مزارع منطقه را افزایش داد. این پروژه در نظر دارد با صرفه‌جویی در آب مصرفی در سطح مزرعه ضمن حفظ منافع و درآمد کشاورزان به تأمین بخشی از حق‌آبه‌ی دریاچه‌ی ارومیه کمک کند. این مقاله اثربخشی تکنیک‌های اجرا شده را در چهار مزرعه جو واقع در شهرستان میاندوآب، تحت مدیریت کشاورزان بومی منطقه، بر راندمان کاربرد آب[۴] (E_a)، عملکرد محصول[۵] (Y_c)، بهره‌وری آب[۶] (WP) و کارایی مصرف آب[۷] (WUE) بررسی نمود. تکنیک‌های اجرا شده در این مزارع عبارت‌اند از: ۱- تغییر در ابعاد نوارهای زراعی ۲- استفاده از روش‌های مطلوب آماده‌سازی بذر ۳- اصلاح رژیم کودی خاک.

افزایش کارایی مصرف آب با توجه به کاهش پیوسته‌ی آب در دسترس برای استفاده در بخش کشاورزی امری ضروری است (Hatfield et al., 2001)؛ در این راستا می‌توان از فن‌آوری‌هایی که منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شوند، استفاده نمود. فن‌آوری-های مختلف با کاهش میزان آب از دسترس خارج شده‌ی غیرمفید،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲- دانشیار، گروه مهندسی آبیاری و زهکشی دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
(*-نویسنده مسئول: Email: Mirlat_M@modares.ac.ir)

4- Application Efficiency
5- Grain Yield
6- Water Productivity
7- Water Use Efficiency

موجب بهبود در بهره‌وری آب و هم‌چنین سبب افزایش درآمد زارعین شوند (Reddy., 2016). از راهکارهای بهبود کارایی مصرف آب افزایش میزان تعرق گیاه در مقایسه با تبخیر از سطح خاک (آب از دسترس خارج شده‌ی غیرمفید) است (Acevedo et al., 1991; Gutpa., 1995). تراکم کشت بر نسبت تعرق به تبخیر از سطح خاک اثرگذار است (Allen et al., 1998; Allen and Pereira., 2009)؛ افزایش سطح پوشش گیاهی نسبت به زمین، سبب کاهش تبخیر نسبت به تبخیر – تعرق می‌شود (Eberbach and Pala., 2005; Chen et al., 2010). آلودگی‌های باکتریایی بذر (پاتوژن‌ها) و یا استفاده از بذور شکسته و غیرسالم سبب کاهش جوانه‌زنی می‌شود (Van Nghiep et al., 2001) که منجر به کاهش نسبت تعرق به تبخیر می‌شود. بوجاری کردن بذر با حذف بذور ناسالم و مبتلا به بیماری، سبب افزایش کمیت جوانه‌زنی گیاه می‌گردد (Pham et al., 2003) و منجر به کاهش نسبت تبخیر – تعرق می‌گردد.

علاوه بر کاهش تبخیر، افزایش عملکرد محصول نیز موجب بهبود بهره‌وری و کارایی مصرف آب می‌شود. عملکرد محصول وابسته به مؤلفه‌های اثرگذار بر رشد گیاه از قبیل شرایط محیطی، نحوه‌ی زراعت و کنترل آفات است. رژیم کودی از مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر کیفیت و کمیت محصول و به تبع آن بهره‌وری و کارایی مصرف آب است (Rao et al. 2016; Fernandez et al.,2007; Lia et al., 2015; Wei Qina et al., 2016). اگرچه استفاده صحیح از کودهای مناسب از جمله ازت و فسفر با بهبود شرایط رشد گیاه به طور غیرمستقیم سبب بهبود بهره‌وری آب می‌شود (Hatfield et al., 2001)، اما نیاز مزارع به کود، به‌خصوص کود ازت، بستگی به شرایط خاک دارد (Oberle and Keeney., 1990). کودهای مصرفی سیستم ریشه را گسترش داده و سبب بهبود عملکرد گیاه در برداشت آب و مواد مغذی می‌شود (Ali and Talukder., 2008).

مدیریت آبیاری از عوامل مؤثر بر عملکرد گیاه در مزارع است. پایین بودن راندمان کاربرد و غیریکنواخت بودن پخش آب آبیاری در مزارع، باعث کاهش عملکرد و کارایی مصرف آب می‌شوند(Mantovani et al., 1995; Letey et al., 1984; Warrick and Yates., 1987). دور آبیاری، دبی جریان ورودی به مزرعه، زمان قطع جریان و طول و عرض زمین فاکتورهای تأثیرگذار بر کارایی سیستم‌های آبیاری سطحی هستند که برای طراحی یک سیستم آبیاری سطحی، بایستی مقادیر بهینه آن‌ها را در نظر گرفت (Walker and Skogerboe., 1987). با اصلاح ابعاد مزرعه امکان افزایش یکنواختی پخش آب و راندمان فراهم می‌گردد (Savva and Frenken., 2002).

هدف از پژوهش حاضر بررسی میزان اثربخشی فناوری‌های اعمال شده شامل اصلاح ابعاد نوارهای زراعی، تغییر در رژیم کودی با توجه به نیاز خاک – گیاه و استفاده از بذور بوجاری شده در مزارع جو منطقه میاندوآب بر عملکرد محصول و به تبع آن درآمد زارع، کاهش مصرف آب، بهبود راندمان کاربرد آب (E_a)، بهره‌وری مصرف آب (WP) و کارایی مصرف آب (WUE) است.

مواد و روش‌ها

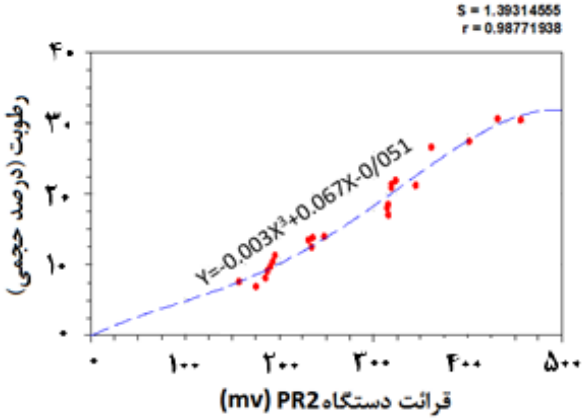
منطقه‌ی مورد مطالعه

میاندوآب از شهرستان های استان آذربایجان غربی واقع در جنوب دریاچه ی ارومیه است. این شهرستان در ارتفاع ۱۳۱۴ متری از سطح دریای آزاد واقع شده است. میانگین بارش سالیانه در این شهر ۲۸۹ میلی‌متر و آب و هوای آن شامل تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان های نسبتاً سرد است. مزارعی که از منطقه‌ی میاندوآب برای این تحقیق انتخاب شدند در روستاهای حاج‌حسن اولیا، حاج‌حسن خالصه و نظام‌آباد قرار داشتند که منبع تأمین آب آبیاری تمامی این مزارع، رودخانه‌ی زرینه‌رود بود. در مزارع تیمار، فناوری‌های اصلاح ابعاد نوارهای آبیاری، تغییر رژیم کودی خاک و استفاده از بذور بوجاری شده با نظارت کارشناسان وزارت جهاد کشاورزی انجام شد و در مزارع شاهد، کشاورزان به صورت معمول سال‌های گذشته اقدام به زراعت نمودند (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات مزارع مورد مطالعه

کد مزرعه	ابعاد نوار آبیاری (متر × متر)	آماده‌سازی بذر	رژیم کودی (کیلوگرم بر هکتار)		
	طول × عرض	بوجاری و ضدعفونی کردن بذر	اوره	گوگرد گرانوله	سوپرفسفات
C	۸ × ۲۵۰		۲۵۰	۰	۰
TSD	۸ × ۵۴	✓	۰	۰	۰
TDF	۶ × ۷۱		۱۵۰	۱۵۰	۰
TSDF	۱۲ × ۵۴	✓	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰

*F: Fertilizer * S: Seed * C: Control*D: Border dimension * T:Treatment



شکل ۱- معادله کالیبراسیون

شیوه‌ی نمونه‌برداری

اندازه‌گیری‌های صحرایی

حجم آب آبیاری و رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه در کلیه‌ی مزارع در طول فصل رشد گیاه اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه از دستگاه PR2 ساخت شرکت Delta-T استفاده شد. به این منظور با توجه به ابعاد نوارهای زراعی، تعدادی لوله دسترسی[1] در هر مزرعه کارگزاری شد. با توجه به این‌که تهیه لوله‌های دسترسی از شرکت سازنده به تعداد مورد نیاز مقدور نبود، اقدام به استفاده از لوله‌های PVC به جای لوله‌های تولید شده توسط شرکت سازنده گردید. معادله‌ی کالیبراسیون لوله‌های PVC استخراج گردید. بدین منظور کرت‌هایی در دو مزرعه به صورت جداگانه به ابعاد ۲ × ۲ در نظر گرفته شد. پس از قرار دادن لوله‌های دسترسی در کرت‌های مذکور اقدام به آبیاری سنگین گردید. سپس در طول زمان با خشک شدن کرت‌های کالیبراسیون اقدام به اندازه‌گیری هم‌زمان رطوبت خاک با استفاده از دستگاه PR2 و اندازه‌گیری وزنی در اعماق پروفیل خاک گردید. با تبدیل رطوبت وزنی به رطوبت حجمی و با مقایسه مقادیر متناظر رطوبت خاک معادله‌ی کالیبراسیون استخراج شد (شکل ۱).

آب ورودی به مزارع به‌وسیله‌ی فلوم WSC تیپ ۴ و ۵ اندازه گیری گردید. برای اندازه‌گیری عمق آبیاری (I) ابتدا با قرائت اشل روی فلوم و با استفاده از روابط دبی – اشل مربوطه (روابط ۱ و ۲)، دبی جریان محاسبه شد و سپس با استفاده از طول مدت زمان آبیاری و مساحت هر قطعه زراعی مقدار عمق آبیاری تعیین شد (جدول ۲). منبع آب تمامی مزارع پمپاژ مستقیم آب از زرینه‌رود بود.

$$Q = 0.0294\ h^{2.1} \quad (۱)$$

$$Q = 0.0294\ h^{2.2} \quad (۲)$$

روابط ۱ و۲ به ترتیب مربوط به فلوم‌های تیپ ۴ و ۵ است که در آن‌ها Q (لیتر بر ثانیه) و h درجه اشل (سانتی‌متر) است.

اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

از تمامی مزارع طرح نمونه خاک در اعماق مختلف جمع‌آوری شد و با آزمایش هیدرومتری بافت آن‌ها مشخص گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار Soil Water Characteristics نقاط مهم رطوبتی (رطوبت حجمی نقطه اشباع – رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم) استخراج گردید. همچنین قلیایت و شوری خاک و شوری و SAR[2] آب آبیاری مزارع نیز اندازه‌گیری شد (جدول۳).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

رطوبت موجود در عمق توسعه ریشه گیاه به منظور محاسبه‌ی پارامترهای نفوذ عمقی و تبخیر - تعرق گیاه می‌بایستی محاسبه گردد. که با توجه به محل قرارگیری حسگرهای رطوبت‌سنج در دستگاه PR2 و عمق ریشه که ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه (WC) بر اساس معادله‌ی ۳ محاسبه گردید.

$$WC = (DR_{20} \times 25) + (DR_{30} \times 10) + (DR_{40} \times 15) + (DR_{60} \times 10) \quad (۳)$$

در معادله‌ی فوق DR_{20}، DR_{30}، DR_{40} و DR_{60} به ترتیب درصد رطوبت حجمی بر اساس اندازه‌گیری با دستگاه PR2 است.

برای برآورد نفوذ عمقی و عمق آب مصرف شده توسط گیاه (تبخیر - تعرق واقعی) در عمق توسعه ریشه، نیاز به مشخص شدن رطوبت موجود در خاک (θ) پیش و پس از آبیاری است. با توجه به این موضوع که در برخی نوبت‌های از آبیاری مزارع

1- Access tube

2- Sodium Absorption Ratio

طرح، θ در روز آبیاری اندازه‌گیری نشد، نیاز به تخمین این پارامتر بود. بدین منظور با فرض اینکه تبخیر - تعرق روزانه (ET_{A-D}) در دوره‌ی زمانی روز آبیاری تا اولین روز قرائت θ قبل از آبیاری برابر با مقدار متناظر آن در فاصله‌ی زمانی اولین و دومین قرائت θ قبل از آبیاری باشد، با کم کردن تبخیر – تعرق تجمعی محاسبه شده برای دوره‌ی زمانی از θ در زمان قرائت قبل از آبیاری، θ در این روز محاسبه گردید. برای محاسبه‌ی تبخیر - تعرق روزانه ET_{A-D} بین دو قرائت متوالی از معادله‌ی ۴ استفاده شد. پس از برآورد نمودن θ در روز آبیاری و با اضافه کردن عمق آبیاری (I) به آن، θ بلافاصله بعد از آبیاری محاسبه گردید. همچنین برای محاسبه‌ی ET_{A-D} پس از آبیاری نیز فرض شد که میزان ET_{A-D} پس از آبیاری برابر میزان تبخیرتعرق در بازه‌ی زمانی اولین و دومین قرائت پس از آبیاری است (شکل۲). با مشخص شدن این پارامترها با استفاده از معادله ۵ نفوذ عمقی محاسبه گردید. میزان کل تبخیر – تعرق واقعی در طول دوره‌ی رشد که برای محاسبه‌ی کارایی مصرف آب لازم است از معادله‌ی ۶ به دست آمد.

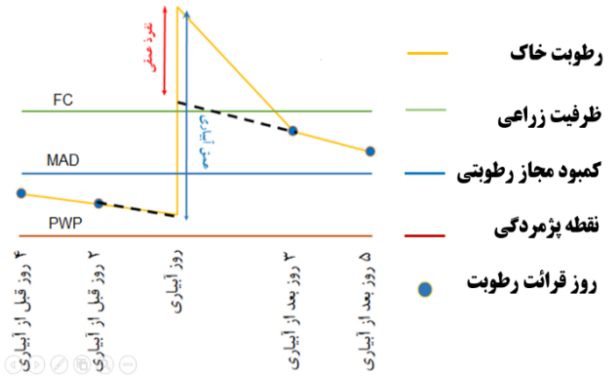
$$ET_{A-D} = \frac{WC_{n-1} - WC_n}{\Delta t} \quad (۴)$$

$$dp = WC_{aI} - FC - ET_{aI} \quad (۵)$$

$$ET_{A-S} = \sum_{Planting-Date}^{Harvesting-Date} ET_{A-D} \quad (۶)$$

که در این معادلات:

ET_{A-D} تبخیر - تعرق روزانه (سانتی‌متر)، WC_n رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه (۶۰ سانتی‌متر) در قرائت nام (سانتی‌متر)، WC_{n-1} رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه در قرائت n-1 (سانتی‌متر)، Δt بازه‌ی زمانی بین دو قرائت n و n-1 (روز)، dp نفوذ عمقی (سانتی متر)، WC_{aI} رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه بلافاصله پس از آبیاری (سانتی متر)، FC رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه در ظرفیت زراعی (سانتی متر) و ET_{aI} تبخیر - تعرق واقعی تجمعی در دوره‌ای که رطوبت بالاتر از حد ظرفیت مزرعه‌ای است.



شکل۲- نحوه‌ی تعیین نفوذ عمق

پارامترهای WP و WUE به ترتیب بر اساس معادلات ۷، ۸ محاسبه گردیدند.

$$WP = \frac{Y_C}{\sum I + \sum R_t} \quad (۷)$$

$$WUE = \frac{Y_C}{ET_{A-S}} \quad (۸)$$

که در معادلات فوق Y_c عملکرد محصول (تن)، $\sum R_t$ مجموع عمق بارش مؤثر در طول دوره‌ی رشد گیاه (مترمکعب)، $\sum I$ مجموع حجم آبیاری در طول دوره‌ی رشد (مترمکعب) و ET_{A-S} تبخیر – تعرق گیاه در طول دوره‌ی رشد (مترمکعب) است.

راندمان کاربرد (E_a) با استفاده از معادله‌ی ۹ محاسبه شد (واکر و اسکوگربو، ۱۹۸۷):

$$E_a = 100 \times \left(1 - \frac{dp}{I}\right) \quad (۹)$$

که در معادله‌ی فوق dp نفوذ عمقی (سانتی‌متر) و I عمق ناخالص آبیاری (سانتی‌متر) است.

نتایج و بحث

به‌طورکلی ۱۶ لوله‌ی دسترسی در مزارع کار گذاشته شد و نمودارهای رطوبت – زمان برای آن‌ها رسم شد. با توجه به تعداد زیاد نمودارهای رطوبت – زمان، از هر مزرعه یک نمودار به عنوان نمونه در این مقاله آورده شده است (شکل ۲). نفوذ عمقی (dp)، تبخیر – تعرق روزانه (ET_{A-D}) و تبخیر – تعرق در طول دوره‌ی رشد (ET_{A-S}) با استفاده از مشخصات رطوبتی خاک که از مدل Soil Water Charastersitcs استخراج شد (جدول۳) و معادله‌های ۴، ۵ و ۶ برای تمامی نمودارهای رطوبت – زمان محاسبه شد. هر یک از نمودارهای رطوبت – زمان مبتنی بر داده‌های ثبت شده یکی از لوله-های دسترسی کار گذاشته شده در مزرعه هستند. راندمان کاربرد، بهره‌وری و کارایی مصرف آب هر یک از مزارع با تحلیل نمودارهای رطوبت – زمان محاسبه گردید (جدول ۴).

جدول ۲- اطلاعات آبیاری

مزرعه	تاریخ آبیاری	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (ساعت)	حجم آب آبیاری (مترمکعب)	مساحت مزرعه (مترمربع)	عمق آبیاری (سانتی‌متر)
C	۹۳/۸/۲۸	۱۶/۷	۱۳	۷۸۱/۶	۵۵۹۵	۱۴
	۹۴/۱/۲۸	۱۶/۷	۱۳	۷۸۱/۶		۱۴
	۹۴/۲/۱۷	۱۶/۷	۱۴	۸۴۱/۶		۱۵
	۹۴/۳/۵	۱۰/۲	۱۵	۵۵۰/۸		۹/۸
TDF	۹۳/۸/۲۶	۱۸/۱	۸	۱۰۴۲/۶	۷۷۱۸	۱۳/۵
	۹۳/۹/۳۰	۱۸/۱	۸	۱۰۴۲/۶		۱۳/۵
	۹۴/۱/۲۸	۱۸/۱	۸	۱۰۴۲/۶		۱۳/۵
	۹۴/۲/۱۷	۶۴/۲۶	۷	۱۶۱۹		۲۱
TSDF*	۹۴/۲/۹	۵۱/۷۸	۳/۵	۶۵۲/۴	۴۲۷۳	۱۵/۳
	۹۴/۳/۱۶	۵۱/۷۸	۳/۵	۶۵۲/۴		۱۵/۳
TSD*	۹۴/۲/۹	۵۱/۷۸	۰/۲۵	۴۶/۱	۳۱۶	۱۴/۶
	۹۴/۳/۱۶	۵۱/۷۸	۰/۲۵	۴۶/۱		۱۴/۶

* مزارع TSD و TSDF به خاطر وقوع باران در حد کفایت بعد از کاشت در پاییز آبیاری نشدند

جدول ۳- اطلاعات خاک مزارع و آب مورد استفاده در آبیاری

SAR_{iw}	EC_{iw}	SAR_{soil}	ECe	PWP	FC	SAT	ماسه درصد	سیلت درصد	رس درصد	مزرعه
۱/۶۶	۰/۶۵*	۹/۳	۵	۱۶	۳۱	۴۷	۳۱	۴۶	۲۳	C
		۶/۳	۱	۱۲	۲۳	۴۵	۵۷	۲۵	۱۸	TDF
		۶/۵	۱/۳	۱۳	۳۰	۴۷	۳۱	۴۷	۲۲	TSD & TSDF

* همان‌طور که مشاهده می‌شود شوری عصاره اشباع خاک در منطقه توسعه ریشه از آستانه تحمل شوری گیاه جو (۸ دسی زیمنس بر متر) کم‌تر است.

SAT: رطوبت خاک در نقطه اشباع (درصد حجمی)

FC: رطوبت خاک در ظرفیت زراعی (درصد حجمی)

PWP: رطوبت خاک در آستانه پژمردگی دائم (درصد حجمی)

EC_e: هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک در محیط ریشه (دسی زیمنس بر متر)

SAR_{soil}: نسبت جذبی سدیم خاک محیط ریشه

EC_{iw}: هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر)

SAR_{iw}: نسبت جذبی سدیم آب آبیاری

جدول ٤- راندمان کاربرد آب، عملکرد محصول، کارایی مصرف و بهره‌وری آب

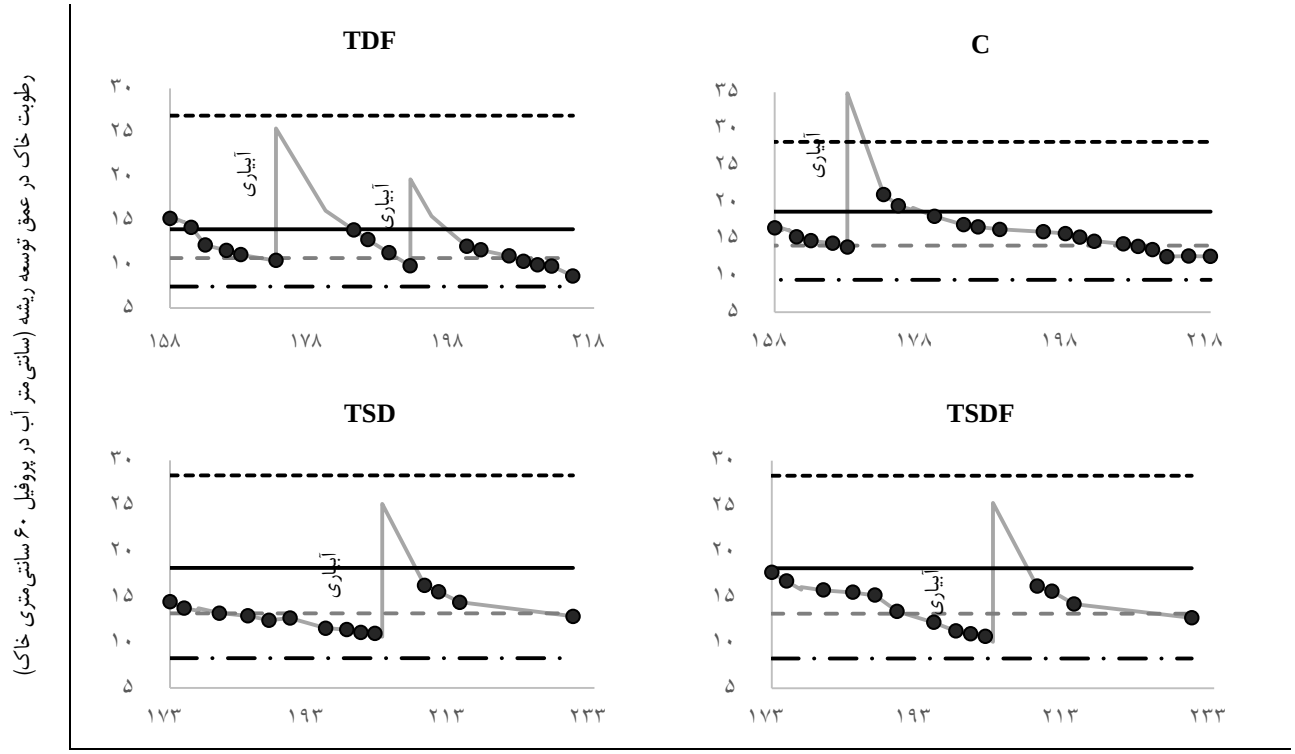
مزرعه	$\sum I + \sum R$* (سانتی‌متر)	$\overline{E_a}$** درصد	عملکرد محصول (تن در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
C	۹۹/۴	۳۱	۳/۸	۰/۳۸	۱/۳۱
TDF	۹۰/۸	۴۹	۴/۵	۰/۴۹	۱/۶۲
TSDF	۶۸/۴	۶۶	۵/۴	۰/۷۹	۱/۶۶
TSD	۶۷/۱	۷۰	۴/۱	۰/۶۱	۱/۳۵

* $\sum I + \sum R$: مجموع عمق آبیاری و باران مؤثر در طول دوره رشد.

** $\overline{E_a}$: متوسط راندمان کاربرد آبیاری‌ها در طول فصل رشد.

عمق آبیاری در مزرعه C از قابلیت نگهداشت رطوبت خاک بیش‌تر بوده و منجر به افزایش نفوذ عمقی گردید. دلیل اصلی عمق زیاد آبیاری در این مزرعه، طول بلند نوارهای آبیاری و در نتیجه طولانی شدن مدت زمان آبیاری و زمان لازم جهت رسیدن جبهه پیشروی به انتهای مزرعه بود که منجر به افزایش نفوذ آب به خاک در ابتدای نوار بیش از نیاز خالص آبیاری گردید. بافت خاک مزرعه

TDFاز نوع لوم شنی با ظرفیت نگهداشت ۱۰ سانتی‌متر بر متر (ظرفیت زراعی ۲۳ درصد حجمی و نقطه پژمردگی دائم ۱۲ درصد حجمی (جدول ۳) بود که منجر به افزایش نفوذ عمقی گردید. خشک بودن خاک مزارع TSD و TSDF در زمان اولین نوبت آبیاری سبب افزایش راندمان آبیاری گردید (شکل ۳). فناوری اصلاح ابعاد نوارهای آبیاری منجر به کاهش زمان آبیاری و به تبع آن کاهش نفوذ عمقی در ابتدای مزرعه و افزایش راندمان کاربرد آبیاری شد. این در شرایطی است که علاوه بر کاهش عمق آبیاری در مزارع تیمار نسبت به مزارع شاهد، عملکرد بیش‌تری در مزارع تیمار مشاهده گردید که منجر به افزایش بهره‌وری آب در مزارع تیمار نسبت به شاهد شد. بیش‌ترین بهره‌وری آب در مزرعه TSDF مشاهده شد که تمامی فناوری‌ها شامل اصلاح ابعاد نوارهای آبیاری، تغییر در رژیم کودی و عملیات بوجاری بذر در این مزرعه اجرا شده بود. تفاوت بهره‌وری آب بین مزارع TSD و TSDF مربوط به تفاوت عملکرد دو مزرعه است که با توجه به شرایط مشابه دو مزرعه، این اختلاف ناشی از تفاوت در رژیم کودی بود (محصول مزرعه TSDF ۵/۴ تن بر هکتار و مزرعه TSD برابر ۴/۱ تن بر هکتار بود). هم‌چنین با توجه به این‌که زارعین در مزارع TSD و TSDF به دلیل بارندگی مناسبی که در پاییز رخ داد (حدود ۳۲۰ میلی‌متر)، در فصل پاییز بعد از کاشت آبیاری نکردند، میزان مصرف آب در این مزارع کم‌تر و در نتیجه بهره‌وری آب آن‌ها بیش‌تر از مزرعه‌ی TDF به دست آمد. در تحقیق حاضر WP جو در محدوده‌ی ۰/۴ در مزرعه شاهد (C) تا ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در مزرعه TSDF به دست آمد (جدول ۳)؛ در حالی‌که مقادیر متناظر پارامتر مذکور توسط مهتدی و همکاران (۱۳۹۲) و عربی یزدی و همکاران (۱۳۸۸) به ترتیب از ۰/۲۹ تا ۱/۷۱ کیلوگرم بر مترمکعب در خوزستان و ۱/۰۶۵ کیلوگرم بر مترمکعب در کل کشور اعلام گردید. تفاوت WP محاسبه شده در این تحقیق با تحقیقات قبلی را می‌توان متأثر از روش محاسبه WP دانست؛ در تحقیقات مذکور WP مقدار آب ورودی به مزارع به صورت جداگانه اندازه‌گیری نشده است بلکه با استفاده از مقادیر اعلام شده در سند ملی آب، آب‌مصرفی برای مزارع محاسبه شد. در حالی‌که در تحقیق حاضر عمق آبیاری و عملکرد محصول برای هر یک از مزارع به صورت جداگانه محاسبه شد. البته با وجود اثربخش بودن نسبی فناوری‌های اجرا شده در افزایش WP، رسیدن این پارامتر به میانگین کشوری در منطقه مورد مطالعه اقدامات بیش‌تری را می‌طلبد.



شکل ۳- نمودارهای رطوبت - زمان

جدول ۵- پارامترهای مصرف آب در مزارع

مزرعه	متوسط نفوذ عمقی در هر آبیاری (سانتی‌متر)	مجموع تبخیر - تعرق در طول دوره رشد (سانتی‌متر)	بارش مؤثر در طول دوره‌ی رشد (سانتی‌متر)	مجموع عمق آبیاری در طول دوره‌ی رشد (سانتی‌متر)	راندمان کاربرد آبیاری* (درصد)
C	۱۴/۵	۲۷/۸	۲۹/۳	۶۱/۵	۳۱
TDF	۶	۲۷/۷	۲۹/۳	۵۲/۹	۴۹
TSDF	۵/۳	۳۲/۴	۲۹/۳	۳۰/۵	۶۶
TSD	۴/۴	۳۰/۵	۲۹/۳	۲۹/۲	۷۰

*متوسط راندمان کاربرد آبیاری هر مزرعه در فصل بهار

بیش‌ترین کارایی مصرف آب در مزارع TSDF و TSD به خاطر دارا بودن بیش‌ترین مقدار عملکرد حاصل گردید، زیرا ET_{A-S} مزارع مورد اشاره تفاوت چندانی نداشتند (جدول۵). تبخیر - تعرق واقعی گیاه در طول دوره‌ی رشد عمدتاً به دوره رشد گیاه و شرایط اقلیمی مربوط است و با توجه به شیوه‌ی آبیاری مزارع که در آن گیاهان در طول دوره‌ی رشد کم‌تر شاهد تنش بودند، ET_{A-S} مزارع مورد مطالعه تفاوت چندانی با هم نداشته‌اند. بنابراین علت اصلی متفاوت بودن WP و WUE در مزارع مورد مطالعه، متفاوت بودن محصول برداشت شده از آن‌ها بود.

نتیجه‌گیری

فناوری‌های اعمال شده شامل اصلاح ابعاد نوارهای زراعی، تغییر در رژیم کودی با توجه به نیاز خاک - گیاه و استفاده از بذور بوجاری شده منجر به افزایش محصول تولیدی مزارع تیمار نسبت به مزرعه شاهد به میزان ۷ تا ۴۰ درصد گردید. این افزایش عملکرد به همراه مصرف کم‌تر آب آبیاری در مزارع تیمار که دلیل عمده‌ی آن کاهش ابعاد نوارهای آبیاری بود، سبب افزایش ۳۰ تا ۲۰۰ درصد بهره‌وری آب شد. بیش‌ترین عملکرد و بهره‌وری آب در مزرعه TSDF مشاهده شد که تمامی فناوری‌های اصلاحی ذکر شده در آن اجرا گردیده بود. کارایی مصرف آب نیز در مزارع تیمار ۳ تا ۲۷ درصد بیش‌تر از WUE مزرعه شاهد بود. تبخیر - تعرق فصلی جو که به صورت آب مصرفی جو (ET_{A-S}) محاسبه گردید در مزارع مختلف تفاوت چندانی نداشت؛ در نتیجه میزان تفاوت در کارایی مصرف آب مربوط به عملکرد بیش‌تر محصول در مزارع تیمار نسبت به مزرعه شاهد بود.کاهش طول نوارها، بسته به شرایط مزرعه، باعث بهبود راندمان کاربرد آبیاری(E_a) شد. طول بلند نوارهای آبیاری در مزرعه C و طولانی شدن مدت پیشروی آب منجر به افزایش نفوذ عمقی در ابتدای این مزرعه گردید. هر چند عواملی مانند ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و دبی جریان ورودی به مزرعه در میزان تفاوت E_a مزارع اثرگذار بودند. ناروآ و همکاران بهره‌وری آب (WP) جو در اسپانیا را بین ۱/۴۵ تا ۲/۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام نمودند (Naroua et al., 2014). سادراس و مک‌دونالد کارایی مصرف آب (WUE) جو در مزارع استرالیا را ۲/۰ تا ۲/۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه کردند (Sadras and McDonald., 2012). در مزارع مورد ارزیابی WP و WUE به ترتیب از ۰/۴ تا ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب و ۱/۳ تا ۱/۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. با توجه به توانمندی‌های ژنتیکی جو افزایش WP و WUE امکان‌پذیر است. جهت نزدیک نمودن مقادیر پارامترهای مذکور به مقادیر گزارش شده در کشورهای پیشرفته، اعمال فناوری‌های اشاره شده در مقاله و اصلاح مدیریت آبیاری و زراعی، پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت و پشتیبانی طرح حفاظت از تالاب‌های ایران و در قالب "پروژه همکاری در احیای دریاچه ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی در معرض خطر" با حمایت مالی دولت ژاپن انجام گرفت.

منابع

کارگروه مدیریت پایدار منابع آب و کشاورزی شورای منطقه‌ای مدیریت حوضه آبخیز دریاچه ارومیه، آذر ۱۳۹۱. برنامه مدیریت ریسک خشک‌سالی حوضه آبخیز دریاچه ارومیه، مطالعات پایه [جلد اول]

مهتدی،م.، الباجی،م و دوست محمدی،م.م. ۱۳۹۲. بررسی بهره‌وری آب سه محصول زراعی جو، گندم و یونجه در استان خوزستان به تفکیک شهرستان، چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز،

عربی یزدی،ا.، علیزاده،ا.، محمدیان،ف. ۱۳۸۸. بررسی ردپای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۴): ۱-۱۵.

Naroua, I., Rodríguez Sinobas, L. and Sánchez Calvo, R., 2014. Water use efficiency and water productivity in the Spanish irrigation district "Río Adaja?". International Journal of Agricultural Policy and Research, 2(12), pp.484-491.

Oberle,S.L., Keeney,D.R. 1990. Factors influencing corn fertilizer N requirements in the northern US corn belt. Journal of Production Agriculture. 3.4: 527-534.

Pham,V., Huynh,V., and Nguyen,D. 2003. Application of seed cleaning in management of seed borne diseases of rice. Omanrice. 11: 103-109.

Qin,W., Assinck,F.B., Heinen,M., Oenema,O. 2016. Water and nitrogen use efficiencies in citrus production: A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment. 222: 103-111.

Rao,S.S., Tanwar,S.P.S., Regar,P.L. 2016. Effect of deficit irrigation, phosphorous inoculation and cycocel spray on root growth, seed cotton yield and water productivity of drip irrigated cotton in arid environment. Agricultural Water Management. 169: 14-25.

Reddy,V., Ratna,B. 2016. Regulatory Instruments and Demand Management of Water: Potential and Prospects Indian Water Policy at the Crossroads: Resources, Technology and Reforms. Springer International Publishing. 153-178.

Sadras,V.O., McDonald,G. 2012. Water use efficiency of grain crops in Australia: principles, benchmarks and management Change. rains Research and Development Corporation, South Australian Research and Development Institute and University of Adelaide. Pp:27.

Savva, A.P. and Frenken, K., 2002. Irrigation manual: planning, development, monitoring and evaluation of irrigated agriculture with farmer participation. Vol. 2, module 7. Surface irrigation systems: planning, design, operation and maintenance. F.A.O. Harare. PP.150.

Van Nghiep,H., Van Du,P., Mathur,S.B. 2001. Effect of cleaning on seed health and seed germination of rice. Omonrice. 9: 138-139.

Walker,W.R., Skogerboe,G.V. 1987. Surface Irrigation: Theory and practice. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall Inc. xiii, 386p.

Warrick,A.W and Yates,S.R. 1987. Crop yield as influenced by irrigation uniformity, Advances in Irrigation, ACADEMIC PRESS, INC. Published by Elsevier Inc. P: 169-180.

Acevedo,E., Harris,H.C., Cooper,P.J.M. 1991. Crop architecture and water use efficiency in Mediterranean environments. In Soil and Crop Management for Improved Water Use Efficiency in Rainfed Areas, Ankara (Turkey), 15-19 May 1989. ICARDA.

Ali,M.H., Talukder,M.S.U. 2008. Increasing water productivity in crop production—a synthesis. Agricultural water management. 95.11: 1201-1213.

Allen,R.G., Pereira,L.S. 2009. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. Irrigation Science. 28.1: 17-34.

Allen,R.G., Pereira,L.S., Raes,D., Smith,M. 1998. Crop evaporation–Guidelines for computing crop water requirements–FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 300.

Chen,S., Zhang,X., Sun,H., Ren,T., Wang,Y. 2010. Effects of winter wheat row spacing on evapotranpsiration, grain yield and water use efficiency. Agricultural Water Management. 97.8: 1126-1132.

Eberbach,P., Pala,M. 2005. Crop row spacing and its influence on the partitioning of evapotranspiration by winter-grown wheat in Northern Syria. Plant and Soil. 268.1: 195-208.

Fernández,L.A., Zalba,P., Gómez,M.A., Sagardoy,M.A. 2007. Phosphate-solubilization activity of bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. Biology and Fertility of Soils. 43.6: 805-809.

Gupta,U.S. 1995. Role of humidity in dryland crop production. Production and Improvement of Crops for Drylands. New Delhi, India: Science Publishers Inc. 271-295.

Hatfield,J.L., Sauer,T.J., Prueger,J.H. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency. Agronomy journal. 93.2: 271-280.

Letey,J., Vaux,H.J., Feinerman,E. 1984. Optimum crop water application as affected by uniformity of water infiltration. Agronomy Journal. 76.3:435-441.

Lia,S.X., Wang,Z.H., Li,S.Q., Gao,Y.J. 2015. Effect of nitrogen fertilization under plastic mulched and non-plastic mulched conditions on water use by maize plants in dryland areas of China. Agricultural Water Management.162:15-32.

Mantovani,E.C., Villalobos,F.J., Organ,F., Fereres,E. 1995. Modelling the effects of sprinkler irrigation uniformity on crop yield. Agricultural Water Management. 27.3-4: 243-257.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 12, Agu.-Sep. 2018, p. 536-544

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۲، مرداد - شهریور ۱۳۹۷، ص. ۵۴۴-۵۳۶

Effects of Changing Border Dimensions, Fertilizer Application Program and Using the Winnowed Seeds on Water Use Efficiency in Barley Fields in Miandoab Region

S.H.Tabatabaii[1], S.M.Mirlatifi[2*], H.Dehghanisanij[3]
Recived: Sep.25, 2017 Accepted: Des.01, 2017

Abstract

A field research was carried out to ascertain the effectiveness of the application of Improved Farm Practices including adjusting border size, improving soil fertility by changing the fertilizer application program, and using cleaned and disinfected seeds on water consumption and crop yield in four barley farms located in the Miandoab region. The new farm technological practices were applied in treatment farms in order to compare the results with the corresponding values obtained from the control farm, where agricultural practices were performed by the local farmer according to his own knowledge. Crop growth indices such as leaf area index, cluster and plant height during the growing season and thousand seed weight and grain yield at the harvesting time were measured. Soil water moisture content of the root zone layer during the growing season and the depths of the irrigation water and the surface runoff of each irrigation event were measured. In order to qualify the effectiveness of the new technological practices applied, the performance indices such as Water Productivity (WP), Water Use Efficiency (WUE), and Water Application Efficiency (Ea) were calculated by collecting the required field data from each one of the farms. The results indicates that the application of new farm technologies increased WP of the treatment farms as compared to the control farms about 20% and improved WUE about 24%. Adjusting the border size decreased the irrigation time and the depth of deep percolation. It furthermore, increased the Ea of treatment farms about 20%.

Keywords: Application Efficiency, Consumptive Water, Improved Farm Practices, Water Productivity

1- Former Graduate student, Dept. of Irrigation and Drainage, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Dept. of Irrigation and Drainage, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Scientific Broad Member, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education, and Extension Organization (AREEO), Alborz, Iran
(* - Corresponding Author Email: mirlat_m@modares.ac.ir)