نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۱، ص. ۱۳۴۸-۱۳۳۹

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 6, Jan.-Feb. 2013, p. 1339-1348

ارزیابی کارائی مصرف آب ذرت در دشت اوان
(مطالعه موردی جنوب حوضه آبریز کرخه)

منصور معیری[1*]- ابراهیم پذیرا[2]- حمید سیادت[3]- فریبرز عباسی[4]- حسین دهقانی سانیج[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۳۰

چکیده

این مطالعه به منظور ارزیابی مدیریت کشاورزان در آب مصرفی، تولید دانه و عوامل موثر در کارائی مصرف آب ذرت تابستانه در اراضی پایاب سد کرخه (دشت اوان) طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۵ اجرا شد. در دشت اوان، ذرت بصورت ردیفی روی پشته‌های با فواصل ۷۵ سانتی‌متری کشت و بصورت جوی و پشته آبیاری می‌شود. در دو فصل زراعی و به نسبت مساحت اراضی این دشت با منبع تامین آب متفاوت، هفت واحد آبیاری شامل: سه واحد آبیاری شبکه کانال(سرخه)، دو واحد آبیاری چاه، یک واحد رودخانه و یک واحد با منبع تلفیقی شبکه کانال و چاه و از هر واحد آبیاری، سه مزرعه با مدیریت کشاورزان مختلف انتخاب شدند. با نمونه‌گیری خاک مزارع انتخابی قبل از کشت نیاز کودی و برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی تعیین شد. ضمن ثبت مدیریت‌های زراعی و کودی کشاورزان، حجم آب ورودی به مزارع و رواناب خروجی در هر نوبت آبیاری، تراکم بوته و عملکرد دانه ذرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک اندازه‌گیری شد. با ثبت تاریخ کاشت و مراحل رشد گیاه، با استفاده از روش تشت تبخیر، نیاز آبی و با استفاده از داده‌های ثبت شده کارائی مصرف آب آبیاری (WP_{I+R})، بازده کاربرد آب (WAE) و کارائی مصرف آب ذرت (CWP) برای هر مزرعه محاسبه شدند. براساس نتایج بدست آمده متوسط دو ساله عملکرد دانه ذرت، کارائی مصرف آب آبیاری، بازده کاربرد آب و کارائی مصرف آب ذرت به ترتیب، ۴۸۴۴ kg/ha، ۰/۳۸، ۳۸/۶٪ و ۱/۰۱ kg/m^3 بدست آمد. مقایسه مدیریت‌های زراعی، آبیاری و تغذیه‌ای کشاورزان با توصیه‌های تحقیقاتی نشان داد که مهمترین عامل پایین بودن کارائی مصرف آب ناشی از آگاهی کم کشاورزان منطقه از مدیریت‌های مناسب بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، بازده کاربرد، ذرت،کارائی مصرف آب، مدیریت آبیاری

مقدمه

بخش کشاورزی در قرن بیست و یکم با دو چالش عمده‌ی جمعیت رو به رشد جهان و مدیریت بهتر منابع محدود آب، مواجه است (۱۳). چالش تولید محصول بیشتر با محدودیت‌های فزاینده آب، افزایش تولید محصول به ازاء واحد حجم آب مصرفی را می‌طلبد (۱۸). اولین بار مفهوم کارائی مصرف آب[6] (WP) را مولدن در سال ۱۹۹۷ میلادی با تقسیم محصول تولیدی بر کل حجم آب مصرفی (آبیاری + بارندگی) بکار گرفت (۲۱). کارائی مصرف آب آبیاری گیاهان مختلف، متفاوت گزارش شده است. متوسط کارائی مصرف آب آبیاری گندم حدود ۱/۲-۱ (۲۷ و ۲۸)، برنج ۰/۶۸-۰/۳۷ (۲۶)، ذرت ۱/۵- ۱/۲ و پنبه ۰/۴ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی گزارش شده است (۱۲). زارت و باستیانسن (۲۹) دامنه شاخص کارایی مصرف آب گندم، برنج، پنبه (تولید دانه)، پنبه (تولید وش) و ذرت را بین ۱/۷- ۰/۶، ۱/۶-۰/۶، ۰/۹۵-۰/۴۱، ۰/۳۳-۰/۱۴، ۲/۷-۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی گزارش کردند. تغییرات این شاخص به طور عمده به عوامل اقلیم، مدیریت آبیاری و مدیریت کود نسبت داده شد. آنها نتیجه‌گیری نمودند که امکان زیادی برای حفظ و یا افزایش کارایی مصرف آب یعنی تولید بیشتر با مصرف آب کمتر (۴۰-۲۰ درصد کمتر) وجود دارد. اطلاعات جامعی در خصوص کارایی مصرف آب در ایران بخصوص در سطح حوضه وجود ندارد. تنها بعضی تحقیقات

۱- مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد، دزفول
(*- نویسنده مسئول: Email: man_moayeri@yahoo.com)
۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
۳- استاد پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج
۴و۵- پژوهشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج

6- Water Productivity

موردی در مناطق مختلف کشور به انجام رسیده است. مامن‌پوش و همکاران (۴) در مطالعه‌های موردی در حوضه شبکه آبیاری زاینده‌رود گزارش کردند که کارایی مصرف آب در سطح این حوضه حدود ۱/۱ kg/m^3 است. حیدری و همکاران (۱) مقدار کارایی مصرف آب گیاهان کشاورزی عمده مناطق کشور و در شرایط مدیریت کشاورز در گیاهان زراعی گندم، چغندرقند (شکر تولیدی)، سیب‌زمینی، ذرت علوفه‌ای، پنبه، یونجه (وزن خشک)، جو، و نیشکر (شکر تولیدی) را به ترتیب برابر ۰/۷۵، ۰/۶۴، ۲/۰۶، ۵/۵۸، ۰/۷۱، ۱/۴۶، ۰/۵۶ ، ۰/۲۹کیلوگرم محصول بر متر مکعب آب مصرفی گزارش کردند. رودخانهٔ کرخه با دبی ۱۷۰ مترمکعب در ثانیه از منابع مهم آب سطحی با کیفیت مناسب است که با شوری ds/m ۱/۷ – ۰/۹ تامین آب دشت‌هایی به مساحت ناخالص ۳۵۰ هزار هکتار از زمین‌های پایاب سد کرخه را بر عهده دارد (۲۴).در اراضی پایاب سد کرخه، آگاهی کشاورزان از مدیریت آبیاری و کشاورزی نسبت به حوضه‌های مجاور کمتر بوده و بازده آبیاری و کارائی مصرف آب پایین است. همچنین تحقیقات زیادی نیز در این زمینه به انجام نرسیده است. با توجه به پتانسیل بالای اراضی کشاورزی و امکان استفاده از آب با کیفیت مناسب از سد کرخه، استفاده مفید از این اراضی تاثیر معنی-داری بر اقتصاد کشاورزی منطقه و همچنین در سطح ملی خواهد داشت (۱۷). ذرت به دلیل ویژگی‌های بسیار زیاد خود، به ویژه به دلیل قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، در تمامی اراضی قابل کشت دنیا گسترش و مکان سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داده است. در کرخه علیا، ذرت در دهه سوم تیر ماه تا نیمه مرداد ماه کشت و با دوره رشد حدود ۱۰۰ الی ۱۱۵ روز، پس از رسیدگی کامل در آبان ماه برداشت می‌شود. برداشت علوفه‌ای ذرت در نیمه دوم مهرماه انجام می‌شود. ذرت گیاهی وجینی است و به روش جویچه‌ای آبیاری می‌شود (۲). یکی از محدودیت‌های فرا روی کشت ذرت، تامین آب مورد نیاز آن است (۶). معیری (۵) متوسط کارائی مصرف آب آبیاری ذرت در دو مزرعه از اراضی پایاب سد کرخه را ۰/۳۴ kg/m^3 گزارش کرد که مقایسه آن با مقادیر مشابه گزارش شده از دیگر حوضه‌های آبریز گواه پایین بودن آن است. سطوح زیر کشت، دفعات آبیاری و حجم آب مورد نیاز ذرت، مبین اهمیت ارزیابی و بهبود مدیریت زراعی و آبیاری این گیاه تابستانه در حفظ منابع آب موجود و افزایش تولیدات است. این تحقیق به منظور تعیین مقادیر عملکرد دانه، آب مصرفی، کارایی مصرف آب آبیاری و کارائی مصرف آب ذرت در دشت اوان، تحلیل عوامل مدیریتی زراعی، آبیاری و تغذیه‌ای انجام شده است.

مواد و روش‌ها

دشت اوان یکی از دشت‌های شمالی اراضی پایاب سد کرخه، دارای آب و هوای نیمه خشک گرم با زمستان ملایم و پوشش گیاهی نیمه جنگلی می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۳۵۰ میلی‌متر و متوسط تبخیر سالانه ۲۴۰۰ میلی‌متر است. ۷۰ درصد بارندگی‌های سالیانه از آذر ماه تا اواخر بهمن ماه و مابقی آن در اسفند و فروردین انجام می‌شود (۲). در دو سال اجرای تحقیق با توجه به تعدد و توزیع مزارع با منابع تامین آب متفاوت در این دشت، هفت واحد آبیاری شامل: سه واحد آبیاری شبکه کانال (سرخه)، دو واحد آبیاری چاه، یک واحد رودخانه و یک واحد با منبع تلفیقی شبکه کانال و چاه تعیین و سپس از هر واحد آبیاری، با توجه به متغیرهای موجود مثل دوری و نزدیکی به منبع آب، شیوه آبرسانی، مدیریت آبیاری و زراعی سه مزرعه متفاوت انتخاب شدند. در تمامی مزارع انتخابی و قبل از کاشت پنج نمونه خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری برداشت شد و به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نیاز کودی (عناصر اصلی) مبتنی بر آزمون خاک، نمونه‌های مرکب مزارع به آزمایشگاه منتقل شد. طبق گزارش آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد محدوده تغییرات بافت خاک مزارع تا عمق یک متری از لوم، لوم شنی و لوم سیلتی با اسیدیته ۸/۱۲ – ۶/۶ هدایت الکتریکی ds/m ۴/۴ – ۰/۹۶ و جرم مخصوص ظاهری ۱/۵۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود. در مزارع انتخابی سطح آب زیرزمینی پایین‌تر از ۹ متر و شیب طولی در محدوده ۰/۹ – ۰/۲ درصد اندازه‌گیری شد. در فصل رشد مجموعه اطلاعات مختلفی از جمله: مقادیر کود پایه و سرک بکار گرفته شده، حجم آب ورودی و خروجی در هر نوبت آبیاری با استفاده از انواع فلوم[1]، تقویم زراعی شامل زمان کاشت، طول مرحله اولیه رشد (جوانه‌زنی)، شروع و طول مرحله زایشی، شروع و طول مرحله تکامل، تاریخ برداشت و عمق توسعه ریشه در هر مزرعه، اندازه‌گیری شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی ذرت، سه نمونه ۹ متر مربعی (دو ردیف کشت ذرت به طول ۶ متر) کف‌بر شده ضمن شمارش تعداد بوته‌ها، عملکرد دانه ذرت تعیین شد. تبخیر و تعرق روزانه با فرض شرایط بدون محدودیت آب (ET_c) با استفاده از روش تشت تبخیر (ضریب تشت ۰/۸) به عنوان روش ساده با حداقل داده‌های روزانه مورد نیاز با نتایجی نزدیک به روش مرجع پنمن مانتیث (۳) برآورد و ضریب تشت (K_p) و ضرایب گیاهی (K_c) از جدول پیشنهادی نشریه شماره ۵۶، سازمان خوار و بار کشاورزی (FAO) در مراحل مختلف رشد در محاسبات در نظر گرفته شد (۶ و ۸).

$$ET_c = \acute{K}_c \times K_p \times E \qquad (۱)$$

که در آن، E: تبخیر از تشت (mm/day) و ET_c: تبخیر و تعرق گیاه (mm/day) است. تبخیر روزانه توسط تشت تبخیر موجود در ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی صفی‌آباد در فاصله ۱۶ کیلومتری (شرقی) از دشت اوان، اندازه‌گیری شد. مقادیر تجمعی تبخیر و تعرق

1- Cut throat Flume

واقعی گیاه در مزارع مختلف در طول فصل رشد (ET_a) متناسب با عملکرد دانه ذرت از رابطه زیر محاسبه شد (۱۱):

$$(1-Y_a/Y_p)=K_y(1- ET_a / ET_c) \quad (۲)$$

که در آن، Y_p : پتانسیل عملکرد ذرت (تن در هکتار)، در هرسال بالاترین عملکرد اندازه‌گیری شده از مزارع انتخابی بعنوان پتانسیل عملکرد ذرت در نظر گرفته شد، Y_a : عملکرد اندازه‌گیری شده هر مزرعه (تن در هکتار) و K_y : فاکتور محصول تولیدی است. کیپکوریر و همکاران (۱۹) فاکتور محصول ذرت (K_y) در اقلیم گرم و خشک کشور کنیا را اندازه‌گیری و گزارش کردند که مقادیر فقط انحراف ۳ درصدی با مقدار توصیه شده در نشریه فائو ۳۳ داشت. ضمن اینکه این مقادیر در مدل کاربردی بیلان رطوبتی خاک[1] در مناطق خشک و نیمه خشک استفاده شده است (۲۵). از اینرو و بر اساس پیشنهاد محققین در منابع موجود (۸، ۱۱ و ۲۵) مقدار K_y ذرت برابر ۱/۲۵ در نظر گرفته شد. تلفات آب در مزارع مختلف که شامل رواناب سطحی، نفوذ عمقی، تبخیر و سایر تلفات آب آبیاری و بارندگی است با استفاده از رابطه بیلان حجم محاسبه شد (۲۲):

$$L = R + I - ET_a - \Delta S \quad (۳)$$

که در آن، L : مقدار تلفات آب در طول فصل رشد (mm)، R : مقدار بارندگی در طول فصل رشد(mm)، I : مقدار آب آبیاری کل فصل رشد(mm) و ΔS : تفاضل آب قابل دسترس گیاه در مرحله جوانه‌زنی با مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (mm) است. کل آب مصرفی (TW) مجموع آب آبیاری و بارندگی در طول فصل رشد ذرت در هر مزرعه است. با محاسبه بازده کاربرد آب مزارع (WAE[2])، کارائی مصرف آب گیاه (CWP[3]) و کارائی مصرف آب آبیاری (WP_{I+R}[4]) با استفاده از روابط زیر:

$$WAE =100 \times (ET_a + \Delta S) / TW \quad (۹) \quad (۴)$$

$$CWP =100 \times Y_a/ ET_a \quad (۲۹) \quad (۵)$$

$$WP_{I+R} =100 \times Y_a/ (I + R) \quad (۲۱) \quad (۶)$$

اثرات مدیریت‌های مختلف کشاورزان روی این سه شاخص ارزیابی شد.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک و نیاز کودی

در مناطق خشک و نیمه خشک، نه تنها کمبود آب، بلکه کمبود عناصر غذایی قابل جذب خاک، نیز عامل محدود کننده رشد گیاه است. استفاده صحیح از کود (بر مبنای آزمون خاک) می‌تواند باعث افزایش کارائی مصرف آب به میزان ۱۵ الی ۲۵ درصد شود (۱۵). در جدول ۱، متوسط نیاز گیاه به عناصر اصلی (۷) شامل: ازت، فسفر و پتاس بر اساس آزمون خاک و متوسط مقادیر بکار رفته توسط زارعین ارائه شده است.

متوسط ماده آلی خاک اندازه‌گیری شده در مزارع انتخابی پایین (کربن آلی کمتر از نیم درصد) و کشاورزان از روش‌ها و مدیریت‌هایی که اصلاح بافت خاک و بهبود مواد آلی خاک را باعث می‌شوند، اطلاع کافی نداشتند. طبق آزمون خاک مزارع، متوسط دو ساله نیتروژن مورد نیاز، ۴۸۳ کیلوگرم در هکتار با انحراف از میانگین ۲۱ کیلوگرمی، مبین این موضوع است که علیرغم مدیریت‌های مختلف کودی، پایداری این عنصر تا عمق ۳۰ سانتی‌متری کم بوده است. بنظر می‌رسد یکی از عوامل هدر رفت کود نیتروژن، آبیاری‌های بی رویه‌ای است که باعث آبشویی و ورود آن به لایه‌های پایین‌تر خاک یا آب‌های زیرزمینی شده است. متوسط مقادیرکود نیتروژن داده شده به مزارع، ۲۰ کیلوگرم کمتر از مقدار متوسط نیاز گیاه (۴۶۲ کیلوگرم در هکتار) و با انحراف از میانگین حدود ۹۶ کیلوگرم بود. تقسیط کود نیتروژن ضمن تامین نیاز گیاه، می‌تواند تلفات کود را کاهش دهد (۱۰).

کود سوپر فسفات تریپل بطور متوسط حدود ۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کود مورد نیاز استفاده شده است. نکته بسیار مهمی که در آزمون خاک مزارع مشخص شد، فقر پتاس در خاک مزارع انتخابی بود که بخشی از آن ناشی از سابقه مدیریت‌های نامناسب تغذیه‌ای کشاورزان بوده است، شاهد این موضوع استفاده بطور متوسط حدود ۱۳۹ کیلوگرم در هکتار کمتر از نیاز کود پایه سولفات پتاسیم است. این در حالی است که کاربرد مقادیر متناسب پتاسیم، باعث بهبود کارائی نیتروژن شده و عملکرد ذرت را افزایش می‌دهد (۱۴).

تلفات آب

در جدول ۲ بیلان رطوبت خاک مزارع انتخابی از مراحل جوانه‌زنی تا برداشت در عمق توسعه ریشه گیاه ارائه شده است. متوسط بازده کاربرد آب (WAE) در سال اول و دوم به ترتیب برابر ۳۸ و ۴۰ درصد محاسبه شد. نتایج محاسبه کل آب مصرفی(TW) شامل آب آبیاری، بارندگی و تغییرات رطوبت خاک، نیاز آبی ذرت (ET_c) و تبخیر و تعرق واقعی ذرت (ET_a) در جدول ۲ ارائه شده‌اند. با روش تشت تبخیر متوسط نیاز آبی ذرت در سال اول و دوم، به ترتیب ۶۶۴ و ۷۱۴ میلی‌متر محاسبه شد. در مزارع انتخابی متوسط دو ساله نسبت ET_a/ET_c برابر ۰/۶۸ بود با توجه به متوسط بازده کاربرد آب در این مزارع مشخص است که علی‌رغم استفاده بیش از حد آب، نیاز آبی گیاه تامین نشده بود. تفاوت تبخیر و تعرق واقعی ذرت (ET_a) و کل آب مصرفی (TW) نشان دهنده تلفات آب به صورت رواناب خروجی، نفوذ عمقی و دیگر تلفات آب آبیاری و بارندگی است.

1- BUDGET
2- Water application efficiency
3- Crop water productivity
4- Irrigation water productivity

جدول ۱- متوسط نیاز کودی (کودهای اصلی) و مقادیر کود داده شده توسط کشاورزان

سال	نیاز بر اساس آزمون خاک						داده شده توسط کشاورز					
	اوره kg/ha		سوپر فسفات تریپل kg/ha		سولفات پتاسیم kg/ha		اوره kg/ha		سوپر فسفات تریپل kg/ha		سولفات پتاسیم kg/ha	
	میانگین	انحراف از میانگین	میانگین	انحراف از میانگین	میانگین	انحراف از میانگین	میانگین	انحراف از میانگین	میانگین	انحراف از میانگین	میانگین	انحراف از میانگین
۱۳۸۵	۴۸۰	۲۳	۱۶۱	۳۹	۲۲۹	۵۳	۴۷۶	۱۱۳	۱۶۰	۴۷	۸۳	۲۲
۱۳۸۶	۴۸۷	۱۸	۱۶۱	۴۸	۲۴۶	۴۸	۴۴۸	۷۸	۲۰۰	۴۵	۱۱۰	۵۰
میانگین	۴۸۳	۲۱	۱۶۱	۴۴	۲۳۷	۵۰	۴۶۲	۹۶	۱۸۰	۴۶	۹۷	۳۶

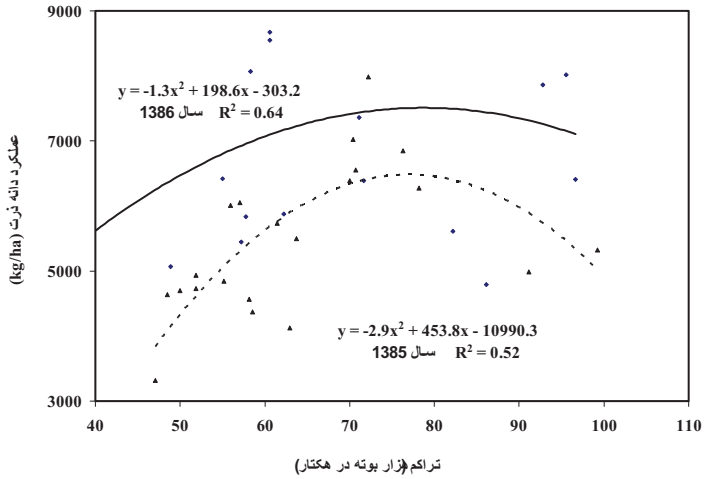
متوسط تلفات آب (L) مزارع مختلف در سال اول و دوم به ترتیب ۸۱۲ و ۱۰۲۴ میلی‌متر در واحد سطح اندازه‌گیری شد. بنظر می‌رسد که افزایش دفعات آبیاری با تلفات آب رابطه مستقیم داشته باشد.

متوسط خارج قسمت رواناب خروجی (dro) اندازه‌گیری شده بر کل تلفات محاسباتی نشان دهنده این است که ۳۹ درصد تلفات، ناشی از رواناب خروجی از مزارع است و نفوذ عمقی، تبخیر و دیگر منابع تلفات آبیاری و بارندگی سهم ۶۱ درصدی داشتند.

عملکرد و کارائی مصرف آب

در جدول۲ تاریخ کشت و داده‌های مربوط به آبیاری مزارع انتخابی، ارائه شده‌اند. در سال ۸۵ در هر هکتار با متوسط آب مصرفی ۱۲۲۸۸ مترمکعب، عملکرد دانه ۳۹۷۸ کیلوگرم و کارائی مصرف آب آبیاری و کارائی مصرف آب گیاه به ترتیب، ۰/۳۴ و ۰/۹۰کیلوگرم در مترمکعب بدست آمد و در سال ۸۶ در هر هکتار با متوسط آب مصرفی ۱۵۷۷۰ مترمکعب، عملکرد دانه ۵۶۰۹ کیلوگرم و کارائی مصرف آب آبیاری و کارائی مصرف آب گیاه به ترتیب، ۰/۴۲ و ۱/۱۳ کیلوگرم در مترمکعب بدست آمد. تغییرات عملکرد با تراکم بوته در واحد سطح نشان می‌دهد که بالاترین عملکردها در کشت‌های متراکم حاصل نشده است (شکل ۲). مطابق نتایج بدست آمده با افزایش تراکم بوته به بیش از حدود ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار، عملکرد دانه ذرت کاهش می‌یابد.

شکل ۳ تغییرات (دو ساله) عملکرد دانه ذرت با آب مصرفی گیاه (ET_a) را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مقدار بیشینه دانه ذرت در آب مصرفی گیاه حدود ۷۰۰ میلی‌متر تولید شده است و نقاط کمتر از این مقدار مبین این است که گیاه با تنش رطوبتی مواجه بوده است.



شکل ۲ - تغییرات عملکرد دانه با تراکم بوته در واحد سطح مزارع انتخابی

جدول ۲ – اطلاعات کشت و نتایج بیلان آب خاک محاسبه شده (میلی‌متر) در مزارع انتخابی

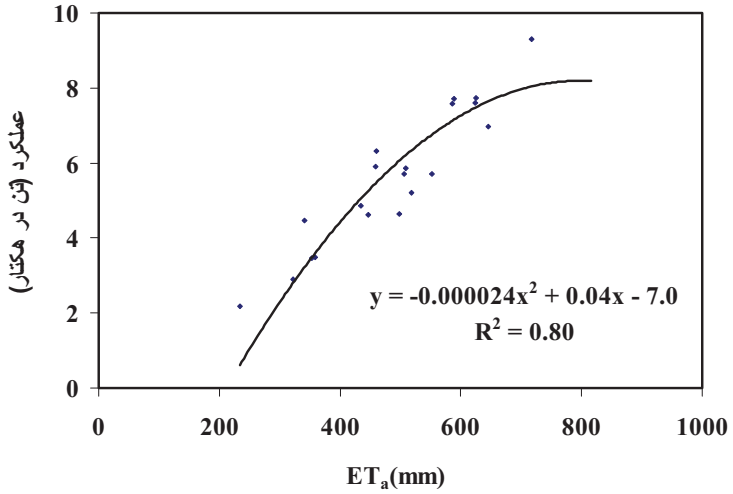
شماره مزرعه	تاریخ کشت	آب ورودی	آب خروجی	عملکرد دانه	دفعات آبیاری	ETc	ET_a	R	Δs	TW	L	dro/L	WAE	CWP	IWP
۱	۸۵/۵/۹	۲۰۶۹	۲۳۸	۶۸۳۶	۱۱	۶۶۲	۶۶۲	۴۵	۶۵	۲۱۱۴	۱۳۸۷	۰/۱۷	۳۴	۱/۰۳	۰/۳۳
۲	۸۵/۵/۶	۱۴۲۹	۴۲۰	۵۲۶۸	۱۰	۶۸۸	۵۶۱	۴۵	۵۲	۱۴۷۴	۸۶۰	۰/۴۹	۴۲	۰/۹۴	۰/۳۷
۳	۸۵/۵/۶	۲۱۴۴	۴۳۷	۴۴۲۵	۱۱	۶۸۸	۴۹۴	۴۵	۶۶	۲۱۸۹	۱۶۲۹	۰/۲۷	۲۶	۰/۹۰	۰/۲۱
۴	۸۵/۵/۵	۱۴۱۵	۰	۳۹۹۰	۱۱	۶۹۵	۴۶۴	۴۵	۵۱	۱۴۶۰	۹۴۴	۰/۰۰	۳۵	۰/۸۶	۰/۲۸
۵	۸۵/۵/۱۱	۱۰۲۷	۹۹	۳۸۹۹	۱۰	۶۴۵	۴۲۳	۴۸	۴۵	۱۰۷۵	۶۰۶	۰/۱۶	۴۴	۰/۹۲	۰/۳۸
۶	۸۵/۵/۲۱	۹۳۰	۱۳۲	۵۷۴۸	۹	۵۶۲	۴۹۰	۶۳	۵۱	۹۹۳	۴۵۲	۰/۲۹	۵۵	۱/۱۷	۰/۶۱
۷	۸۵/۵/۱۲	۱۱۲۷	۹۸	۲۰۹۶	۱۰	۶۳۷	۲۸۴	۴۹	۴۸	۱۱۷۶	۸۴۴	۰/۱۲	۲۸	۰/۷۴	۰/۱۹
۸	۸۵/۵/۸	۱۰۲۹	۲۱۹	۳۵۷۳	۱۴	۶۷۱	۴۱۴	۴۷	۴۵	۱۰۷۶	۶۱۷	۰/۳۶	۴۳	۰/۸۶	۰/۳۵
۹	۸۵/۵/۲۸	۱۰۸۹	۳۳۶	۳۱۲۴	۱۲	۵۴۳	۳۰۷	۶۳	۵۵	۱۱۵۲	۷۹۰	۰/۴۳	۳۱	۱/۰۲	۰/۲۸
۱۰	۸۵/۴/۲۹	۱۷۶۷	۳۵۱	۵۹۶۷	۱۵	۷۴۸	۶۷۲	۲۱	۴۶	۱۷۸۸	۱۰۷۰	۰/۳۳	۴۰	۰/۸۹	۰/۳۴
۱۱	۸۵/۵/۲۲	۹۰۷	۰	۳۰۱۳	۶	۵۲۵	۲۹۰	۲۳	۳۰	۹۳۰	۶۱۰	۰/۰۰	۳۴	۱/۰۴	۰/۳۳
۱۲	۸۵/۴/۲۹	۱۵۳۱	۲۹۰	۲۷۹۱	۱۲	۷۴۸	۳۹۴	۶۳	۶۳	۱۵۹۴	۱۱۳۷	۰/۲۶	۲۹	۰/۷۱	۰/۱۸
۱۳	۸۵/۵/۱۱	۹۵۱	۰	۲۸۵۴	۸	۶۴۵	۳۴۴	۵۱	۴۶	۱۰۰۲	۶۱۲	۰/۰۰	۳۹	۰/۸۳	۰/۳۰
۱۴	۸۵/۴/۳۱	۱۱۳۷	۵۱۱	۳۲۱۱	۱۳	۷۴۶	۴۳۰	۲۳	۳۵	۱۱۶۰	۶۹۶	۰/۷۳	۴۰	۰/۷۵	۰/۲۹
۱۵	۸۵/۵/۱۰	۹۷۱	۳۹۸	۳۸۸۳	۱۰	۶۵۵	۴۲۸	۴۷	۴۴	۱۰۱۸	۵۴۶	۰/۷۳	۴۶	۰/۹۱	۰/۴۰
۱۶	۸۵/۵/۱۳	۱۱۳۹	۴۸۴	۵۸۶۳	۱۱	۶۲۸	۵۵۶	۵۰	۴۹	۱۱۸۹	۵۸۴	۰/۸۳	۵۱	۱/۰۵	۰/۵۱
۱۷	۸۵/۵/۲	۹۵۶	۲۷۴	۴۹۳۶	۱۳	۷۲۰	۵۶۰	۳۷	۳۸	۹۹۳	۳۹۵	۰/۶۹	۶۰	۰/۸۸	۰/۵۲
۱۸	۸۵/۴/۲۴	۷۸۵	۲۱۶	۲۵۹۶	۱۳	۷۵۰	۳۷۸	۱۷	۲۵	۸۰۲	۴۰۰	۰/۵۴	۵۰	۰/۶۹	۰/۳۳
۱۹	۸۵/۵/۷	۱۶۶۳	۳۶۷	۴۰۵۷	۱۱	۶۷۹	۴۵۸	۴۵	۵۶	۱۷۰۸	۱۱۹۳	۰/۳۱	۳۰	۰/۸۹	۰/۲۵
۲۰	۸۵/۵/۱۲	۱۱۴۸	۱۶۷	۴۴۹۵	۹	۶۷۹	۴۹۳	۴۵	۴۶	۱۱۹۳	۶۵۴	۰/۲۶	۴۵	۰/۹۱	۰/۳۹
۲۱	۸۵/۵/۷	۱۴۳۱	۱۲۲	۳۷۷۴	۸	۶۳۷	۴۰۹	۴۹	۵۴	۱۴۸۰	۱۰۱۷	۰/۱۲	۳۱	۰/۹۲	۰/۲۶
۱	۸۶/۴/۲۸	۱۱۵۳	۲۵۶	۴۶۰۸	۱۱	۷۴۸	۴۴۶	۰	۳۵	۱۱۵۳	۶۷۲	۰/۳۸	۴۲	۱/۰۳	۰/۴۱
۲	۸۶/۴/۲۰	۱۴۰۴	۲۵۴	۵۲۱۱	۱۲	۸۰۰	۵۱۹	۰	۴۲	۱۴۰۴	۸۴۳	۰/۳۰	۴۰	۱/۰۰	۰/۳۸
۳	۸۶/۴/۲۰	۱۳۶۳	۲۷۳	۵۷۰۵	۱۲	۸۰۰	۵۵۳	۰	۴۱	۱۳۶۳	۷۶۹	۰/۳۵	۴۴	۱/۰۳	۰/۴۳
۴	۸۶/۴/۲۹	۱۲۱۲	۲۲۶	۵۷۱۶	۱۲	۷۳۰	۵۰۶	۰	۳۶	۱۲۱۲	۶۷۰	۰/۳۴	۴۵	۱/۱۳	۰/۴۹
۵	۸۶/۵/۹	۱۱۰۵	۱۷۴	۵۸۹۹	۱۰	۶۴۸	۴۵۹	۰	۳۳	۱۱۰۵	۶۱۳	۰/۲۸	۴۵	۱/۲۹	۰/۵۵
۶	۸۶/۵/۱۸	۸۷۳	۲۰۴	۴۴۶۵	۱۰	۵۸۳	۳۴۱	۰	۲۶	۸۷۳	۵۰۶	۰/۴۰	۴۲	۱/۳۱	۰/۵۳
۷	۸۶/۵/۱	۱۷۵۴	۸۵۹	۲۸۹۳	۱۷	۷۱۷	۳۲۲	۰	۵۳	۱۷۵۴	۱۳۸۰	۰/۶۲	۲۱	۰/۹۰	۰/۱۷
۸	۸۶/۵/۱	۱۶۱۷	۷۹۲	۳۴۷۹	۱۷	۷۱۷	۳۵۸	۰	۴۹	۱۶۱۷	۱۲۱۱	۰/۶۵	۲۵	۰/۹۷	۰/۲۲
۹	۸۶/۴/۳۰	۲۰۴۴	۱۰۱۸	۷۵۹۴	۱۷	۷۳۰	۶۲۴	۰	۶۱	۲۰۴۴	۱۳۵۹	۰/۷۵	۳۴	۱/۲۲	۰/۳۸
۱۰	۸۶/۴/۳۱	۲۷۴۶	۱۳۴۶	۵۸۵۴	۱۰	۷۲۳	۵۰۹	۰	۶۲	۲۷۴۶	۲۱۷۵	۰/۶۲	۲۱	۱/۱۵	۰/۲۲
۱۱	۸۶/۴/۱۶	۲۴۹۰	۱۲۲۰	۴۶۴۱	۱۰	۸۳۰	۴۹۷	۰	۵۵	۲۴۹۰	۱۹۳۸	۰/۶۳	۲۲	۰/۹۳	۰/۱۹
۱۲	۸۶/۴/۱۹	۲۴۹۰	۱۲۳۲	۶۹۶۵	۱۰	۸۰۷	۶۴۵	۰	۵۳	۲۴۹۰	۱۷۹۲	۰/۶۹	۲۸	۱/۰۸	۰/۲۹
۱۳	۸۶/۴/۳۱	۱۸۳۸	۲۸۶	۷۷۲۶	۱۱	۷۲۳	۶۲۶	۰	۴۵	۱۸۳۸	۱۱۶۷	۰/۲۵	۳۶	۱/۲۳	۰/۴۳
۱۴	۸۶/۵/۱	۲۰۰۶	۵۴۲	۹۲۹۵	۱۱	۷۱۷	۷۱۷	۰	۵۰	۲۰۰۶	۱۲۳۹	۰/۴	۳۸	۱/۳۰	۰/۴۸
۱۵	۸۶/۵/۲	۱۱۸۹	۴۷۶	۳۴۶۴	۱۲	۷۰۹	۳۵۳	۰	۳۶	۱۱۸۹	۸۰۰	۰/۵۹	۳۳	۰/۹۸	۰/۳۰
۱۶	۸۶/۵/۳	۲۰۵۸	۵۱۸	۴۸۵۸	۱۲	۷۰۲	۴۳۴	۰	۶۲	۲۰۵۸	۱۵۶۲	۰/۳۳	۲۴	۱/۱۲	۰/۲۴
۱۷	۸۶/۵/۱۵	۱۳۸۵	۷۸۴	۲۱۸۹	۱۰	۶۰۳	۲۳۴	۰	۴۲	۱۳۸۵	۱۱۰۹	۰/۷۱	۲۰	۰/۹۴	۰/۱۶
۱۸	۸۶/۵/۵	۱۰۹۸	۱۱۳	۷۵۸۴	۱۰	۶۸۸	۵۸۶	۰	۳۳	۱۰۹۸	۴۷۹	۰/۲۴	۵۶	۱/۲۹	۰/۷۱
۱۹	۸۶/۵/۶	۱۱۲۶	۱۰۴	۷۷۲۱	۱۰	۶۸۰	۵۸۸	۰	۳۴	۱۱۲۶	۵۰۴	۰/۲۱	۵۵	۱/۳۱	۰/۷۱
۲۰	۸۶/۵/۱۳	۶۰۰	۰	۶۳۲۱	۱۰	۶۱۸	۴۶۰	۰	۱۸	۶۰۰	۱۲۲	۰/۰۰	۸۰	۱/۳۷	۱/۰۹

روند تغییرات کارائی مصرف آب آبیاری با عملکرد دانه ذرت در شکل ۴، نشان می‌دهد که در مقیاس یک دشت متوسط تغییرات این شاخص با عملکرد دانه از یک منحنی درجه دو تبعیت می‌کند و با رابطه خطی این دو در مقیاس یک مزرعه مقداری متفاوت است. البته ضریب همبستگی ۳۳ ناشی از مدیریت‌ها و شرایط متفاوت مزارع انتخابی و آب و هوای متفاوت دو سال است. نقطه اوج این منحنی می‌تواند برنامه‌ریزان و مدیران بخش کشاورزی را در ترسیم راهبردهای در سطح دشت‌های کشاورزی یا حوضه‌ها آبریز یاری دهد. در شکل ۵، محل برخورد منحنی یا خط عبوری از نقاط تغییرات کارائی مصرف آب و تلفات آبیاری نسبت به کل عمق آب داده شده

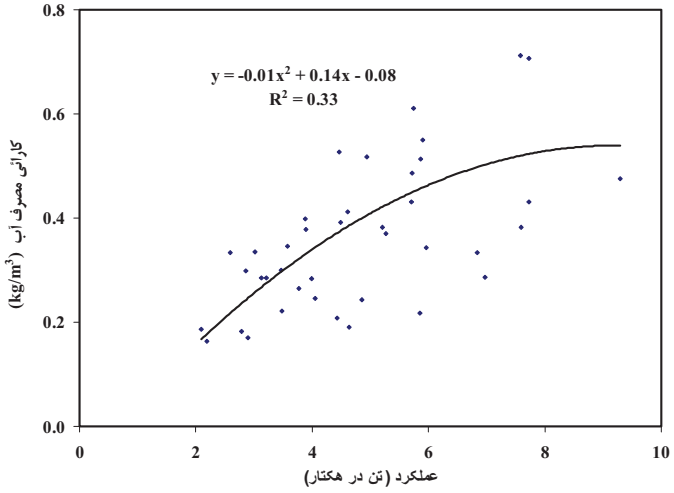
به مزرعه، می‌تواند مشخصات یک مدیریت آبیاری جویچه‌ای بهینه در شرایط موجود را ارائه دهد که در آن کارائی مصرف آب آبیاری ۰/۵۱ kg/m^3 با مصرف ۹۷۰۰ مترمکعب در هکتار آب آبیاری قابل حصول است به عبارت دیگر در روش آبیاری جویچه‌ای ذرت می‌توان با اعمال متوسط کل بازده کاربرد آب، حدود ۵۲درصد متوسط کارائی مصرف آب آبیاری را ۳۴ درصد (از متوسط ۰/۳۸ kg/m^3 اندازه‌گیری شده به ۰/۵۱ kg/m^3) ارتقاء داد.

با استفاده از رابطه ۶ کارائی مصرف آب ذرت در محدوده kg/m^3 ۱/۳۷ – ۰/۶۹ و متوسط این شاخص در دو سال اجرای آزمایش برابر ۱/۰۱ کیلوگرم به ازای یک متر مکعب آب مصرفی گیاه بدست آمد (جدول ۲) که در محدوده مقادیر گزارش شده توسط محققین مختلف بود (۱۶، ۲۰ و ۲۹). در شکل ۶ ملاحظه می‌شود که کارائی مصرف آب گیاه با نسبت تامین نیاز آبی گیاه ET_a/ET_c افزایش می‌یابد و در محدوده مزارع انتخابی، شیب خط تابع کارائی مصرف آب گیاه ملایم بود که نشان دهنده امکان اعمال تنش آبی ملایم در مدیریت آبیاری ذرت است.

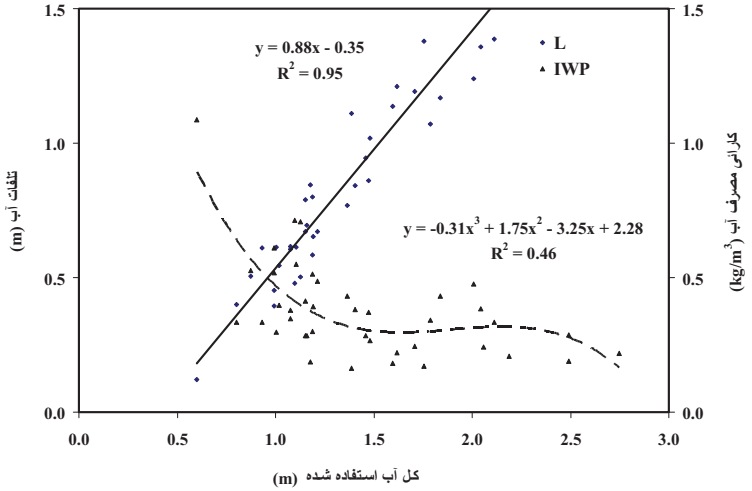
متوسط عملکرد دانه، کارائی مصرف آب، کارائی مصرف آب گیاه و تلفات آب منابع مختلف تامین آب با قدر مطلق انحراف از میانگین مزارع انتخابی، در جدول ۳ ارائه شده‌اند. ملاحظه می‌شود که بیشترین آب آبیاری مصرفی مربوط به واحد تامین آب شبکه آبیاری به همراه چاه است. در حالی که بیشترین عملکرد پایدار (انحراف از میانگین ۴۲۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به واحد تامین آب رودخانه است. از اینرو بنظر می‌رسد که مدیریت ضعیف کشاورزان در شرایط فراوانی یا در اختیار داشتن آب باعث افزایش تلفات آب و کاهش عملکرد محصول شده است.



شکل ۳ - تغییرات عملکرد دانه ذرت با آب مصرفی گیاه (ET_a) در مزارع انتخابی



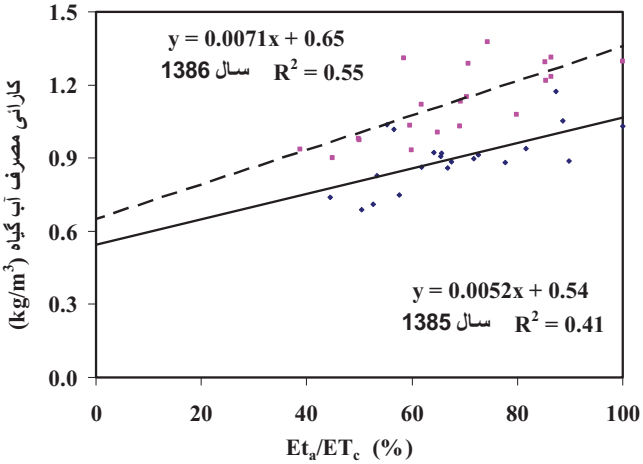
شکل ٤ - تغییرات کارائی مصرف آب با عملکرد دانه ذرت در مزارع انتخابی



شکل ۵- تغییرات تلفات آب آبیاری و کارائی مصرف آب نسبت به کل عمق آب استفاده شده

جدول ۳ - متوسط عملکرد دانه (Ya)، کارائی مصرف آب (WP_{I+R})، کارائی مصرف آب گیاه (CWP) و تلفات آب (L) منابع مختلف تامین آب با قدر مطلق انحراف از میانگین مزارع انتخابی دو ساله اجرای آزمایش

منبع آب	تعداد مزارع	Ya (Kg/ha)		WP_{I+R} (kg/m^3)		CWP (kg/m^3)		L (mm)	
		میانگین	انحراف از میانگین	میانگین	انحراف از میانگین	میانگین	انحراف از میانگین	میانگین	انحراف از میانگین
شبکه آبیاری	۱۹	۴۷۶۳	۱۱۲۲	۰/۳۶	۰/۰۸	۱/۰۱	۰/۱۰	۹۰۶	۲۷۶
چاه وشبکه	۶	۴۳۵۳	۴۳۶	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۹۶	۰/۱۰	۱۳۷۷	۱۸۶
چاه	۱۰	۴۸۰۲	۱۷۲۲	۰/۳۷	۰/۰۹	۰/۹۸	۰/۱۲	۸۵۰	۱۴۱
رودخانه	۶	۵۶۵۹	۴۲۵	۰/۵۷	۰/۱۱	۱/۱۲	۰/۰۲	۶۶۲	۱۸۲
کل	۴۱	۴۸۴۴	۱۲۳۴	۰/۳۸	۰/۱۲	۱/۰۱	۰/۱۱	۹۶۲	۳۵۴



شکل ٦- تغییرات ET_a/Et_c و کارائی مصرف آب گیاه ذرت

نتایج

در دشت اوان مدت‌ها است که ذرت تابستانه کشت می‌شود اما آب در دسترس عامل محدود کننده توسعه کشت آن است. محدوده عملکرد دانه ذرت (Y_a)، کارائی مصرف آب آبیاری (WP_{I+R}) و کارائی مصرف آب گیاه (CWP) در مزارع انتخابی به ترتیب، kg/ha ۹۲۹۵ – ۲۰۹۶، ۱/۰۹ kg/m^3 – ۰/۱۶، ۱/۳۷ kg/m^3 – ۰/۶۹ اندازه‌گیری شد. متوسط عملکرد ۴۸۴۳ kg/ha و کارائی مصرف آب ۰/۳۸ kg/m^3 بدست آمده نشان دهنده پائین بودن این دو مقدار در دشت اوان است. اما بیشینه مقادیر ذکر شده مبین قابلیت افزایش و حصول این پارامترها با اعمال مدیریت مناسب در اقلیم مذکور است. در دشت اوان کشاورزان از کودهای شیمیایی (پایه و سرک) بر مبنای آزمون خاک استفاده نمی‌کردند. بهبود مدیریت آبیاری و اعمال آبیاری با حداقل تلفات آب، گام مهم و موثر در مصرف بهینه آب و افزایش بازده و کارایی مصرف آب آبیاری و تولید محصول است که توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (۱۸ و ۲۳). اعمال مدیریت آبیاری می‌تواند بصورت معنی‌داری در کاهش تلفات و حفظ منابع آب موجود موثر باشد. ضمن اینکه اعمال تنش ملایم کم آبی در مدیریت آبیاری ذرت امکان پذیر است. استفاده از سامانه‌های آبیاری با بازده کاربرد آب بالاتر باعث افزایش کارائی مصرف آب آبیاری می‌شود به عبارت دیگر با استفاده از این سامانه‌ها مقادیر دو شاخص کارائی مصرف آب (WP_{I+R}) و کارائی مصرف آب گیاه (CWP) به هم نزدیک می‌شوند. برای افزایش کارائی مصرف آب گیاه می‌توان از روش‌های پیشرفته تولید ارقام ذرت متحمل به تنش‌های رطوبتی با پتانسیل عملکرد بالاتر استفاده نمود.

علت اصلی پایین بودن عملکرد و کارائی مصرف آب، آگاهی کم کشاورزان از روش‌های مدیریت آبیاری، کشت و البته تغذیه گیاه ارزیابی شد، از اینرو برگزاری کلاس‌های آموزشی و ترویج روش‌های علمی و فنی با سبک‌های مشارکتی در اراضی کشاورزان تاثیر بسزایی در بهبود کارائی مصرف آب دارد. استفاده بهینه از منابع آب موجود نیازمند مطالعه و اجرای الگوی کشت مناسب در معنای عام است تا در این الگو بتوان به تولیدات کشاورزی بالاتری با آب مصرفی کمتر دست یافت. اما در خصوص کشت ذرت تابستانه با نیاز آبی قابل توجه، می‌توان از گزینه جابجایی تاریخ کشت و انتقال دوره رشد ذرت به فواصل زمانی سال با تبخیر و تعرق کمتر استفاده نمود.

سپاسگزاری

این تحقیق قسمتی از پروژه چالش آب و غذا بود که در دشت اوان و توسط مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد اجرا شد. بخشی از اعتبارات مورد نیاز این پروژه توسط موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و موسسه تحقیقات ایکاردا تامین شد.

منابع

۱- حیدری ن.، اسلامی الف.، قدمی فیروز آبادی ع.، کانونی الف.، اسماعیل اسدی م. و خواجه عبداللهی م.ح. ۱۳۸۵. تعیین کارایی مصرف آب گیاهان زراعی مناطق مختلف کشور. گزارش نهائی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج .

۲- سازمان آب و برق خوزستان. ۱۳۸۵. طرح بهینه سازی تخصیص منابع آب کرخه – مطالعات کشاورزی. گزارش نهائی. شماره ۴۱۴۰.

۳- شاهین زاده س.، پاپن پ. و رادمنش ف. ۱۳۸۹. مقایسه روشهای تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل به روشهای: پنمن، تورنت وایت، بلانی کریدل و تشت تبخیردر منطقه هوفل در جنوب خوزستان. دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی بهمن ۸۷، اهواز. دانشگاه شهید چمران. ص: ۲۰۷- ۱۹۵.

۴- مأمن پوش ع.، عباسی ف. و موسوی س.ف. ۱۳۸۰. ارزیابی بازده کاربرد آب در روشهای آبیاری سطحی در برخی مزارع استان اصفهان. مجله تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی، ۵۸-۴۳:(۹)۲.

۵- معیری م. ۱۳۸۷. بهبود مدیریت آبیاری سطحی مزارع ذرت راهکاری موثر برای افزایش سطح زیر کشت (مطالعه موردی اراضی پایاب سد کرخه). مجموعه مقالات دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه های آبیاری سطحی. خرداد ۱۳۸۷. کرج. ص: ۲۰۶- ۱۹۵.

۶- معیری م.، پذیرا الف.، سیادت ح.، عباسی ف. و کاوه ف. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر مدیریت‌های زراعی و آبیاری در بهبود کارایی مصرف آب ذرت (مطالعه موردی شبکه آبیاری دز). مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۵۰-۳۵:(۴)۱۲.

۷- ملکوتی م.ج. و غیبی م.ن. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و میوه. نشر آموزش کشاورزی. چاپ دوم. ص: ۴۵-۳۸.

8- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome.

9- Bos M.G. 1985. Summary of ICID definitions on irrigation efficiency. ICID Bulletin 34, January, pp. 28–31.

10- Cardwell V.B. 1982. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. Agronomy Journal, 74: 984-990.
11- Doorenbos J., and Kassam A.H. 1979. Yield response to rater. Irrigation and Drainage Paper 33, FAO, Rome.
12- Droogers P., Kite G., and Murray-Rust H. 2000. Use of simulation models to evaluate irrigation performances including water productivity, risk and system analyses. Irrigation Science 19:139–145.
13- Falkenmark M., and Rockstrom J. 2004. Balancing water for humans and nature: The new approach in ecohydrology. Earthscan, London, UK, 247pp.
14- Fathi G.A., and Barzegar V.A. 1999. Interactions with potassium and nitrogen on corn in Khuzestan. International Symposium on Balanced Fertilization and Crop Response to Potassium. SWRI_ IPI, Theran, Iran.
15- Hatfield J.L., Sauer T.J., and Pruegar J.H. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency: A review. Agronomy Journal, 93: 271-280.
16- Kang S.Z., Shi P., Pan Y.H., Liang Z.S., Hu X.T., and Zhang J. 2000. Soil water distribution, uniformity and water use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. Irrigation Science, 19(4): 181-190.
17- Keshavarz A. 2005. Water productivity at Karkheh basin, Presentation at Comprehensive Assessment Water Productivity Workshop at ICARDA, Aleppo.
18- Kijne J.W., Tuong T.P., Bennett J., Bouman B.A.M., and Oweis T. 2003. Ensuring food security via crop water productivity improvement. In: Background Papers—Challenge Program for Food and Water. CGIAR-IWMI, Colombo, Sri Lanka, pp. 1–42.
19- Kipkorir E.C., Raes D., and Massawe B. 2002. Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in Perkerra, Kenya. Agricultural Water Management, 56: 229–240.
20- Mishra H.S., Rathore T.R., and Savita U.S. 2001. Water use efficiency of irrigated winter maize under cool weather conditions of India. Irrigation Science, 21: 27-33.
21- Oweis T., and Hachum A.Y. 2006. From water use efficiency to water productivity: Issues of Research and Development. Proceeding of the Expert Consultation Meeting of the Water Use Efficiency Network; 25-27 November 2006, ICARDA, Aleppo, Syria.
22- Payero J.O., Klocke N.L., Schneekloth J.P., and Davison D.R. 2006. Comparison of irrigation strategies for surface-irrigated corn in West Central Nebraska. Irrigation Science, 24: 257–265
23- Qureshi A.S., Oweis T., Karimi P., and Porehemmat J. 2010. Water productivity of irrigated wheat and maize in the Karkheh River basin of Iran. J. Irrigation and Drainage, 59: 264–276.
24- Raes D., Geerts S., Kipkorir E., Wellens J., and Sahli A. 2006. Simulation of yield decline as a result of water stress with robust soil water balance model. Agricultural Water Management, 81: 335–357.
25- Stegman E.C. 1986. Efficient irrigation timing methods for corn prodution. Trans ASAE, 29:203-210.
26- Tuong T.P., and Bhuiyan S.I. 1999. Increasing water-use efficiency in rice production: farm-level perspectives. Agricultural Water Management, 40: 117–122.
27- Zhang H., and Oweis T. 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. Agricultural Water Management, 38: 195–211.
28- Zhang H., Pala M., Oweis T., and Harris H. 2000. Water use and water-use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research, 51: 295–304.
29- Zwart S.J., and Bastiaansen W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. Agricultural Water Management, 69: 115-133.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 6, Jan.-Feb. 2013, p. 1339-1348

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۱، ص. ۱۳۴۸-۱۳۳۹

Assessment of Agricultural Water Productivity for Maize in Evan Plain (Case Study in Sought Karkheh River Basin)

M. Moayeri[1*]- E. Pazira[2]- H. Siadat[3]- F. Abbasi[4]- H. Dehghanisanij[5]

Received: 10-4-2011
Accepted: 21-10-2012

Abstract

This study was conducted to assess yield, water consumption, and water productivity of maize and the factors affecting it under farmers' management conditions at the Karkheh River Basin, Iran, during 2006 and 2007 growing seasons. The studied farms were in Evan Plain that is located in the northern part of the lands downstream of the Karkheh River Dam, where summer maize is planted in 75 cm spaced rows and irrigated by furrows. During the two years of the research and considering the prevailing diversity of the sources of irrigation water (Based on the ratio), seven irrigated field units were selected as follows: two units using groundwater (wells), three units receiving surface water from irrigation network, one unit taking water directly from the river, and one unit using network and well water. In each irrigation unit, three farms were chosen with regard to irrigation and farming management. In the field trials, some physical and chemical properties of the soil, soil test for nutrition (NPK) availability, the volume of inflow applied to the field by the farmer and runoff water in each irrigation, and total crop yield was measured and maize evapotranspiration was calculated. Then, the irrigation and rain water productivity (WP_{I+R}), water application efficiency (WAE), and maize crop water productivity (CWP) was determined for each field. Based on the two years results, the average yield of maize kernel, WP_{I+R} , WAE, and CWP values were, 4844 kg/ha, 0.38 kg/m^3, 38.6,%, and 1.01 kg/m^3, respectively. The results and observations made during this study indicated that the most important reasons for low water productivity were inadequate knowledge of farmers in irrigation, plant nutrient deficiencies, and improper crop management practices.

Keywords: Furrow irrigation, Irrigation efficiency, Maize, Water productivity, Irrigation management

1- Lecture, Agricultural Engineering Research Department, Safiabad Agricultural Research Center, Dezful, Iran
(*- Corresponding Author Email: man_moayeri@yahoo.com)
2-Assistant Professor of Soil Science Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran
3- Professor, Soil and Water Research Institute, Karaj
4,5- Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, AERI, Karaj