

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه میان‌دوآب

جمال احمدآلی^{۱*} و معروف خلیلی^۲

دریافت: ۱۳۸۶/۱۰/۲۳

چکیده

کم آبیاری یکی از راهکارهای اساسی بهینه‌سازی مصرف آب در اراضی فاریاب است. برای ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در راستای کاهش مقدار آب مصرفی و نیز ارزیابی اثر کم آبیاری بر مراحل مختلف رشد، آزمایشی در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میان‌دوآب روی رقم SC 704 با تراکم ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار اجرا شد. این تحقیق در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی دور آبیاری در سه سطح شامل ۱۰۰ میلی‌متر (دور آبیاری ۱۱ روز)، ۱۳۰ میلی‌متر (دور آبیاری ۱۵ روز) و ۱۶۰ میلی‌متر (دور آبیاری ۱۹ روز) تبخیر تجمعی از تشت کلاس A، و کرت‌های فرعی میزان‌های مختلف تأمین نیاز آبی شامل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بود. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر دور آبیاری (فاکتور اصلی) و نیاز آبی (فاکتور فرعی) در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری بر عملکرد دانه، فاصله زمانی ظهور گل‌تاجی تا گل‌ابری (ASI)، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و درصد پوشش سبز داشت. اثر متقابل دور آبیاری و نیاز آبی فقط برای ASI در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد (۱۰/۷ تن در هکتار) در دور آبیاری ۱۱ روز و نیاز آبی ۱۰۰ درصد (۱۱/۳۹ تن در هکتار) به دست آمد. با توجه به این که کاهش عملکرد از دور آبیاری ۱۱ روز به ۱۵ روز بسیار کم است، پیشنهاد می‌شود که در منطقه مورد آزمایش، دور آبیاری ۱۵ روز انتخاب شود. هم‌چنین با توجه به این که کاهش عملکرد و سایر صفات وابسته به عملکرد در نیاز آبی ۷۵٪ نسبت به نیاز آبی ۱۰۰٪ ناچیز بوده، پیشنهاد می‌گردد به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری و به زیر کشت بردن مقدار بیشتری از اراضی با آب صرفه‌جویی شده، از ۷۵٪ نیاز آبی برای آبیاری ذرت در منطقه استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: دور آبیاری، ذرت، عملکرد و نیاز آبی

ارجاع: احمدآلی ج. و خلیلی م. ۱۳۸۶. ارزیابی اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه میان‌دوآب. مجله پژوهش آب ایران. (۱): ۱۷-۲۳.

^۱ عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

^۲ عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

* نویسنده مسئول jamal_ahmadali@yahoo.com

مقدمه

امروزه عقیده کارشناسان بر این است که از بین عوامل مؤثر بر عملکرد محصول، آب عمده‌ترین آنهاست. در چنین شرایطی تا جایی که راندمان کاربرد و کارایی مصرف آب حداکثر و عملکرد محصول قابل قبول باشد، به گیاه آب داده می‌شود. میزان آب آبیاری در واحد سطح اراضی زراعی کشور در مقایسه با کشورهای دیگر بسیار بالاست.

کم آبیاری یکی از راهکارهای اساسی بهینه‌سازی مصرف آب در اراضی فاریاب است. در صورت استفاده از این شیوه هر چند ممکن است عملکرد زیاد در واحد سطح اراضی حاصل نشود ولی با آب صرفه‌جویی شده می‌توان اراضی بیشتری را زیر کشت برده و در کل سود بیشتری را به دست آورد. تجربیات مربوط به کم آبیاری در نقاط مختلف دنیا کارآمدی این شیوه در استفاده بهینه از هر واحد آب مصرفی و افزایش سود خالص را نشان داده است. به ویژه در شرایط محدود بودن منابع آب و زیاده‌ای اراضی قابل کشت (مثل ایران) این شیوه از مدیریت آبیاری بسیار کارگشا بوده و توجیه اقتصادی بالایی خواهد داشت.

در کم آبیاری، گیاه باید مقداری تنش آبی را به منظور کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد تحمل نماید. هدف اصلی از اجرای کم آبیاری افزایش راندمان کاربرد آب، چه از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است که کمترین میزان بازدهی را دارند. چنانکه مشخص است هرگاه منابع آب محدود باشد و یا هزینه‌های آب بالا باشد، راندمان مصرف آب (از نظر اقتصادی) در حالت تولید ماکزیم محصول، کمتر خواهد بود. هنگامی که مشکلاتی از نظر تأمین سرمایه، انرژی، نیروی کارگر و یا منابع حیاتی دیگر وجود داشته باشد یا هنگامی که هزینه‌های این گونه منابع بالا باشد، استفاده از کم آبیاری می‌تواند در افزایش سود مفید واقع شود. از کم آبیاری برای گسترش سطح کشت و به حداکثر رساندن و یا تثبیت تولید محصولات یک منطقه نیز می‌تواند استفاده کرد. مدیریت کردن کم آبیاری چندان هم ساده نیست و بسیار بحث برانگیز است. ولی در صورتی که هدف به حداکثر رساندن سود یا تثبیت تولید مواد غذایی باشد، کم آبیاری می‌تواند یک رویکرد ارزشمند باشد (خیرابی و همکاران، ۱۳۷۵). خلیلی (۱۳۷۷) گزارش داد که مقدار کاهش عملکرد در اثر تنش آبی نسبت به شرایط نرمال در مرحله رویشی و پر شدن دانه به ازای هر روز تنش کمبود آب ۱/۲-۱ درصد و

در مرحله زایشی (فاصله زمانی ظهور گل‌تاجی تا گل‌ابریشی) ۱/۷-۱/۵ درصد بوده است. ادمیدز و همکاران (۱۹۹۴) گزارش دادند که خشکی‌های فصلی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید و توسعه کشت ذرت در دنیا می‌باشد. خشکی به طور متوسط ۱۷ درصد از عملکرد سالانه ذرت دانه‌ای را کاهش می‌دهد و حتی در بعضی از سال‌ها کاهش محصول بیش از ۷۰ درصد نیز در اثر خشکی گزارش شده است. دنمید و شاو (۱۹۶۰) با استفاده از لایسیمتر، اثر کمبود رطوبت و تنش خشکی را در سه مرحله از رشد ذرت بر عملکرد مورد مطالعه قرار داده و مشاهده نمودند که بروز خشکی در دوره رویشی ۲۵ درصد، در دوره گل‌دهی ۵۱ درصد و در مرحله پر شدن دانه ۲۱ درصد از عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. برای (۱۹۹۷) در خصوص عکس‌العمل گیاه نسبت به خشکی ابراز می‌دارد که واکنش گیاهان به کمبود آب بستگی به مقدار کمبود، نسبت کمبود و مدت زمانی که گیاه در شرایط کمبود قرار می‌گیرد، دارد. انگلیش و راجا (۱۹۹۶) در بررسی فایده کم آبیاری در تحقیقی که در سه مکان متفاوت درباره گندم، پنبه و ذرت اجرا کردند، به این نتیجه رسیدند که کم آبیاری بین ۱۵ تا ۹۵ درصد، بسته به شرایط محیط و مکان انجام، منجر به حصول سود حداکثر می‌شود. اغلب مطالعات بر کاهش عملکرد دانه ذرت هنگامی که تنش خشکی در مراحل گرده‌افشانی و کاکل‌دهی اتفاق می‌افتد دلالت دارند (کلاسن و شاو، ۱۹۷۰). به نظر نسیمیت و ریچی (۱۹۹۲) در ذرت دانه‌ای مرحله قبل از گرده‌افشانی حساس‌ترین مرحله نسبت به کمبود رطوبت می‌باشد. معمولاً حداکثر کاهش در تعداد دانه‌ها هنگام بروز تنش رطوبتی در زمان گرده‌افشانی و مرحله پر شدن دانه بروز می‌کند (کلاسن و شاو، ۱۹۷۰). کالدول و همکاران (۱۹۹۴) طی گزارشی نشان دادند که با ۵۹ درصد کاهش آب مصرفی ذرت در زیمبابوه، سود خالص به ازای واحد آب مصرفی، ۶۸ درصد بیش از آبیاری کامل است. امام و رنجبر (۱۳۷۹) تأثیر کم آبیاری بر خصوصیات ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس را بررسی کردند. تیمار کم آبیاری در سه سطح شامل آبیاری معمولی معادل ۱۰۰ (بدون تنش)، ۷۵ (تنش ملایم) و ۵۰ (تنش شدید) درصد نیاز آبی گیاه و بر اساس تست تبخیر کلاس A بود. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع ساقه، ارتفاع بلال از سطح خاک، تعداد برگ و شاخساره می‌شود. تنش ملایم و شدید

- ۱- تأمین ۱۰۰٪ نیاز آبی کامل محاسبه شده گیاه ذرت،
- ۲- تأمین ۷۵٪ نیاز آبی و
- ۳- تأمین ۵۰٪ نیاز آبی بود.

برای اعمال عامل اصلی (دور آبیاری) از داده‌های روزانه تبخیر از تشت کلاس A ایستگاه هواشناسی میاندوآب استفاده گردید. برای محاسبه نیاز آبی کامل گیاه، ابتدا با استفاده از داده‌های روزانه تشت تبخیر و فرمول واسنجی شده رابطه بین تبخیر از تشت و تبخیر و تعرق گیاه مرجع که با استفاده از لایسیمتر به دست آمده است (نورجو و همکاران، ۱۳۸۱)، تبخیر و تعرق گیاه مرجع محاسبه شده و با استفاده از منحنی ضریب گیاهی ذرت در منطقه میاندوآب، تبخیر و تعرق ذرت به صورت روزانه حساب شده و در محاسبه نیاز آب آبیاری از آن استفاده شد که روابط آن به صورت زیر می‌باشد:

$$ET_o = 1.1184 \times E_p^{0.8578} \quad (1)$$

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (2)$$

که در روابط فوق: ET_o = تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)، E_p = تبخیر از تشت کلاس A (میلی‌متر در روز)، ET_c = تبخیر و تعرق گیاه ذرت (میلی‌متر در روز)، K_c = ضریب گیاهی ذرت در منطقه میاندوآب.

روش آبیاری، جوچه‌ای بوده و میزان آب لازم هر کرت پس از برآورد نیاز آبی کامل روزانه و اعمال ضرایب مربوطه هر تیمار، به صورت روزانه محاسبه و بسته به دور آبیاری، حجم آب تعیین شده و توسط لوله پلی اتیلن و کنتور حجمی با دقت به کرت‌ها داده شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاک طرح، بافت خاک لوم سیلتی بود که ظرفیت زراعی آن ۲۶ درصد، نقطه پژمردگی آن ۱۱ درصد و جرم مخصوص ظاهری آن ۱/۴۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. در زمان برداشت (اواسط مهر) نسبت به برداشت بوته‌ها و درصد چوب بلال اقدام و نهایتاً محاسبات آماری بر اساس ۱۴٪ رطوبت دانه در ۲ خط وسط هر کرت انجام گردید. تعداد بوته، درصد رطوبت دانه و درصد چوب بلال نسبت به فاکتورهای فوق تصحیح شدند. در این مطالعه صفات اندازه‌گیری شده شامل: عملکرد دانه، فاصله زمانی ظهور گل‌تاجی تا گل‌بریشمی (ASI)، طول بلال، ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و درصد پوشش سبز بود. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس ساده و مقایسه

خشکی با افزایش معنی‌دار شاخص برداشت و کارایی مصرف آب همراه شده است.

هدف از انجام این مطالعه، اعمال کم‌آبیاری در تمام مراحل رشد ذرت به صورت یکنواخت و تعیین بهترین دور آبیاری و نیاز آبی بود.

مواد و روش‌ها

برای اجرای طرح کم‌آبیاری ذرت در اواخر اردیبهشت ماه سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ رقم SC 704 در قالب کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب کشت گردید. هر کرت شامل ۴ خط و هر خط شامل ۳۰ کپه به فاصله ۱۹ سانتی‌متر بود. که با احتساب ۷۵ سانتی‌متر فاصله خطوط کاشت، تراکم کشت ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. در هر کپه جهت اطمینان از سبز شدن بذر کافی، دو بذر کشت گردید که پس از تنک کردن در مرحله ۴-۵ برگگی شدن ذرت فقط یک بوته در هر کپه نگهداری شد. مساحت کرت برداشتی نیز ۹/۲۲۵ متر مربع بود. میزان کود اوره و سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم و سایر ریزمغذی‌ها بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاک در بخش خاک و آب بود. یک سوم کود اوره قبل از کاشت، یک سوم در مرحله ۷ برگگی و یک سوم آن در مرحله ۱۳ برگگی داده شد و میزان کل آن ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت داده شد و کود سولفات پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت مصرف شد. ضمناً محلول‌پاشی با کودهای میکرو به مقدار ۶ در هزار در دو مرحله (شروع ساقه رفتن و ۲۰ روز بعد از آن) انجام گردید. در این آزمایش عامل اصلی (دور آبیاری) شامل:

- ۱- دور آبیاری بعد از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت کلاس A،
- ۲- دور آبیاری بعد از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت کلاس A و
- ۳- دور آبیاری بعد از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت کلاس A بود.

برای استفاده عملی کشاورزان منطقه، به طور متوسط دوره‌های آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر برابر ۱۱ روز، ۱۳۰ میلی‌متر برابر ۱۵ روز و ۱۶۰ میلی‌متر برابر ۱۹ روز در نظر گرفته شد. عامل فرعی (نیاز آبی) شامل:

۱۹ روز در یک کلاس مشترک قرار گرفتند. بیشترین عملکرد مربوط به دور آبیاری ۱۱ روز با ۱۰/۷ تن در هکتار و کمترین عملکرد مربوط به دور آبیاری ۱۹ روز با ۷/۹۵ تن در هکتار بود، که علت کاهش عملکرد افزایش ASI در شرایط تنش آبی و کاهش وزن دانه و تعداد دانه در ردیف بود. مقایسات میانگین نیاز آبی (فاکتور فرعی) برای عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد در تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) نشان داد که سطوح مختلف مقدار نیاز آبی هر کدام در یک کلاس مجزا قرار گرفتند. بیشترین عملکرد مربوط به تیمار مقدار نیاز آبی ۱۰۰٪، با ۱۱/۳۹ تن در هکتار و کمترین عملکرد مربوط به تیمار نیاز آبی ۵۰٪، با ۷/۳۲ تن در هکتار بود، که مقدار کاهش عملکرد در مراحل مختلف رشد که تحت تنش رطوبتی قرار گرفتند با تحقیقات خلیلی (۱۳۷۷) تقریباً همخوانی دارد، که علت آن این است که در یک شرایط آب و هوایی اجرا گردیده‌اند.

آب مصرفی، عملکرد و کارآیی مصرف آب

مقادیر آب مصرفی برای تیمارهای مختلف آب آبیاری در سال‌های اول و دوم آزمایش در جدول ۴ آورده شده است. مقادیر عملکرد ذرت برای تیمارهای مختلف آب آبیاری در سال‌های اول و دوم آزمایش در جدول ۵ آورده شده است. مقادیر کارآیی مصرف آب که به صورت "مقدار ماده گیاهی تولید شده به ازای واحد آب مصرف شده" تعریف می‌گردد، در جدول ۶ ارائه شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به این که کاهش عملکرد از دور آبیاری ۱۱ روز به ۱۵ روز بسیار کم است، می‌توان پیشنهاد نمود که در منطقه مورد آزمایش دور آبیاری را به جای ۱۱ روز، ۱۵ روز انتخاب کرد و همچنین با توجه به این که کاهش عملکرد و سایر صفات وابسته به عملکرد در نیاز آبی ۷۵٪ نسبت به نیاز آبی ۱۰۰٪ ناچیز بوده، می‌توان پیشنهاد کرد به منظور صرفه‌جویی در آب آبیاری به جای ۱۰۰٪ نیاز آبی از ۷۵٪ نیاز آبی برای آبیاری ذرت استفاده نمود.

میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و تجزیه مرکب بود. محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای Mstatc و Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۱) نشان داد که اثر سال بر صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد آماری و بر تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال ۱۰ درصد معنی‌دار گردید. اثر دور آبیاری (فاکتور اصلی) بر صفات عملکرد دانه، فاصله زمانی ظهور گل‌تاجی تا گل‌ابریشی (ASI)، طول بلال، ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و درصد پوشش سبز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل سال و دور آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد بر ASI و در سطح احتمال ۱ درصد بر صفات تعداد دانه در ردیف و طول بلال معنی‌دار گردید. اثر نیاز آبی (فاکتور فرعی) در سطح احتمال ۱ درصد بر صفات عملکرد دانه، ASI، طول بلال، ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و درصد پوشش سبز معنی‌دار گردید. اثر سال × نیاز آبی در سطح احتمال ۱ درصد بر صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته و درصد پوشش سبز و در سطح احتمال ۵ درصد بر طول بلال و در سطح احتمال ۱۰ درصد بر ASI معنی‌دار گردید. اثر متقابل دور آبیاری × نیاز آبی فقط برای ASI در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید. اثر سال × دور آبیاری × نیاز آبی بر هیچ کدام از صفات معنی‌دار نگردید.

مقایسات میانگین‌ها

مقایسات میانگین مرکب دور آبیاری (فاکتور اصلی) برای عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد (جدول ۲) نشان داد که دور آبیاری ۱۱ روز در یک کلاس مجزا قرار گرفت. در صورتی که عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۵ روز با دور آبیاری

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳

| منابع تغییرات | درجه آزادی | عملکرد (t/ha) | ASI (روز) | طول بلال | ارتفاع بوته | تعداد دانه در ردیف | وزن هزاردانه | درصد پوشش سبز |
|-----------------------------|------------|---------------|--------------------|----------|-------------|--------------------|--------------|---------------|
| سال | ۱ | ۱۸۴/۰۵۵ | ۰/۰۵۶ | ۰/۰۰۱ | ۲۸۲۵/۰۱۴ | ۵۱/۶۸۱ | ۱۵۹۶۰/۸۸ | ۱۱/۶۸۱ |
| تکرار (سال) | ۶ | ۱۲/۴۹۳ | ۰/۰۵۶ | ۱/۶۹۳ | ۶۷۸/۶۸۱ | ۱۰۲/۲۱۸ | ۶۶۵/۳۳ | ۳۱/۱۹۹ |
| دور آبیاری | ۲ | ۴۷/۹۲۱** | ۱۰/۷۹۲** | ۲۷/۴۷۹** | ۲۹۶۸/۱** | ۲۰۴/۳** | ۶۱۷۰/۹** | ۵۱۱/۷** |
| سال × دور آبیاری | ۲ | ۳/۲۲۹ | ۰/۴۳۱* | ۷/۶۸۰** | ۳۵۱/۰۱۴ | ۸۹/۵۵** | ۵۸۵/۰۶ | ۸/۰۱۴ |
| خطای آزمایش (a) | ۱۲ | ۲/۹۳۲ | ۰/۱۱۱ | ۰/۷۹۸ | ۲۳۴/۸۳۳ | ۱۴/۲۳۱ | ۵۱۲/۶۴ | ۱۱/۹۲۱ |
| نیاز آبی | ۲ | ۱۰۳/۰۸** | ۱۰/۰۴۲** | ۲۷/۰۴۶** | ۲۰۴/۰۶** | ۱۷۶/۳** | ۴۷۸۵/۱** | ۴۴۱/۰** |
| سال × نیاز آبی | ۲ | ۶/۱۳۰** | ۰/۲۶۴ ⁺ | ۲/۵۴۰* | ۳۱۱/۰۱** | ۵/۳۸۹ | ۲۱۲/۵۹۷ | ۱۷/۱۸** |
| دور آبیاری × نیاز آبی | ۴ | ۱/۷۷۴ | ۰/۲۷۱* | ۱/۰۹۷ | ۵۰/۱۸۱ | ۴/۵۸۳ | ۱۸۲/۶۳۹ | ۲/۳۰۶ |
| سال × دور آبیاری × نیاز آبی | ۴ | ۰/۷۱۵ | ۰/۰۷۶ | ۰/۲۵۱ | ۱۰۱/۰۱۴ | ۱/۸۸۹ | ۲۳/۳۸۹ | ۵/۶۳۹ |
| خطای آزمایش (b) | ۳۶ | ۱/۱۱۶ | ۰/۰۹۳ | ۰/۷۴۴ | ۵۴/۹۶۳ | ۸/۷۱۳ | ۹۴/۳۲۹ | ۳/۰۲۸ |

**، * و ⁺ به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین دور آبیاری (فاکتور اصلی) برای صفات در سطح احتمال ۱ درصد در تجزیه واریانس مرکب دو ساله

| صفات تیمار | عملکرد (t/ha) | وزن هزاردانه | ASI (روز) | طول بلال (cm) | ارتفاع بوته (cm) | تعداد دانه در ردیف | درصد پوشش سبز |
|-------------------|---------------|--------------|-----------|---------------|------------------|--------------------|---------------|
| دور آبیاری ۱۱ روز | ۱۰/۷ a | ۳۲۰/۸a | ۲/۲۹۲c | ۲۱/۳۰a | ۲۱۱/۱a | ۴۱/۲۹a | ۷۷/۸۸a |
| دور آبیاری ۱۵ روز | ۸/۷۶b | ۳۰۶/۷ b | ۲/۸۳۳b | ۲۰/۴۸b | ۲۰۴/۱a | ۴۰/۴۶a | ۷۲/۶۷b |
| دور آبیاری ۱۹ روز | ۷/۹۵b | ۲۸۸/۸ b | ۳/۶۲۵a | ۱۹/۱۷ c | ۱۸۹/۳ b | ۳۵/۸۸b | ۶۸/۶۷c |

جدول ۳- مقایسه میانگین نیاز آبی (فاکتور فرعی) برای صفات در سطح احتمال ۱ درصد در تجزیه واریانس مرکب دوساله

| صفات تیمار | عملکرد (t/ha) | وزن هزاردانه | ASI (روز) | طول بلال (cm) | ارتفاع بوته (cm) | تعداد دانه در ردیف | درصد پوشش سبز |
|---------------|---------------|--------------|-----------|---------------|------------------|--------------------|---------------|
| نیاز آبی ۱۰۰٪ | ۱۱/۳۹a | ۳۱۸/۵a | ۲/۲۵c | ۲۱/۲۵a | ۲۱۱/۰a | ۴۱/۸۸a | ۷۷/۱۳a |
| نیاز آبی ۷۵٪ | ۸/۷۱b | ۳۰۷/۴ b | ۲/۹۶b | ۲۰/۵۴ b | ۲۰۱/۰b | ۳۹/۲۹b | ۷۳/۵۰b |
| نیاز آبی ۵۰٪ | ۷/۳۲ c | ۲۹۰/۵c | ۳/۵۴a | ۱۹/۱۶c | ۱۹۲/۶c | ۳۶/۴۶b | ۶۸/۵۸c |

جدول ۴- مقدار آب مصرفی (بر حسب متر مکعب در هکتار) برای تیمارهای مختلف آبیاری در سال‌های اول و دوم آزمایش

| تیمارهای آبیاری | دور آبیاری ۱۱ روز | | | دور آبیاری ۱۵ روز | | | دور آبیاری ۱۹ روز | | |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
| | نیاز آبی ۱۰۰٪ | نیاز آبی ۷۵٪ | نیاز آبی ۵۰٪ | نیاز آبی ۱۰۰٪ | نیاز آبی ۷۵٪ | نیاز آبی ۵۰٪ | نیاز آبی ۱۰۰٪ | نیاز آبی ۷۵٪ | نیاز آبی ۵۰٪ |
| سال ۱۳۸۲ | ۸۱۵۰ | ۶۱۵۰ | ۴۱۰۰ | ۷۵۵۰ | ۵۶۵۰ | ۳۸۰۰ | ۶۷۵۰ | ۵۰۵۰ | ۳۴۰۰ |
| سال ۱۳۸۳ | ۷۹۰۰ | ۵۹۵۰ | ۳۹۵۰ | ۷۰۵۰ | ۵۳۰۰ | ۳۵۰۰ | ۶۵۰۰ | ۴۹۰۰ | ۳۲۵۰ |

جدول ۵- مقدار عملکرد ذرت (بر حسب تن در هکتار) برای تیمارهای مختلف آبیاری در سال‌های اول و دوم آزمایش

| تیمارهای آبیاری | دور آبیاری ۱۱ روز | | | دور آبیاری ۱۵ روز | | | دور آبیاری ۱۹ روز | | |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
| | نیاز آبی ۱۰۰٪ | نیاز آبی ۷۵٪ | نیاز آبی ۵۰٪ | نیاز آبی ۱۰۰٪ | نیاز آبی ۷۵٪ | نیاز آبی ۵۰٪ | نیاز آبی ۱۰۰٪ | نیاز آبی ۷۵٪ | نیاز آبی ۵۰٪ |
| سال ۱۳۸۲ | ۱۲/۲ | ۷/۶ | ۶/۲ | ۹/۳ | ۶/۶ | ۶/۱ | ۹/۲ | ۵/۴ | ۵/۲ |
| سال ۱۳۸۳ | ۱۵/۹ | ۱۴/۰ | ۱۱/۴ | ۱۲/۹ | ۱۱/۴ | ۸/۸ | ۱۲/۷ | ۹/۹ | ۸/۳ |

جدول ۶- مقدار کارایی مصرف آب (بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی) برای تیمارهای مختلف آبیاری در سال‌های اول و دوم آزمایش

| تیمارهای آبیاری | دور آبیاری ۱۱ روز | | | دور آبیاری ۱۵ روز | | | دور آبیاری ۱۹ روز | | | سال |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|-----|
| | نیاز ۱۰۰٪ آبی | نیاز ۷۵٪ آبی | نیاز ۵۰٪ آبی | نیاز ۱۰۰٪ آبی | نیاز ۷۵٪ آبی | نیاز ۵۰٪ آبی | نیاز ۱۰۰٪ آبی | نیاز ۷۵٪ آبی | نیاز ۵۰٪ آبی | |
| ۱۳۸۲ | ۱/۵ | ۱/۲۴ | ۱/۵۱ | ۱/۲۳ | ۱/۱۷ | ۱/۶ | ۱/۳۶ | ۱/۰۷ | ۱/۵۳ | |
| ۱۳۸۳ | ۲/۰۲ | ۲/۳۵ | ۲/۸۹ | ۱/۸۳ | ۲/۱۵ | ۲/۵۱ | ۱/۹۵ | ۲/۰۲ | ۲/۵۵ | |

منابع

- ۱- امام ی. و رنجبر غ.ج. ۱۳۷۹. تأثیر کم آبیاری در زمان رشد رویشی قبل از ظهور گل تاجی بر ویژگی‌های ظاهری، شاخص برداشت، کارایی استفاده از آب، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی. ۱۶۳-۱۷۳.
- ۲- خلیلی م. ۱۳۷۷. ارزیابی مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف ذرت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز.
- ۳- خیرابی ج. توکلی ع. انتصاری م.ر. و سلامت ع. ۱۳۷۵. دستورالعمل‌های کم‌آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- ۴- نوریجو ا. بقایی کیا م. و جدایی ع. ۱۳۸۱. بررسی اثرات کم‌آبیاری و ارزیابی اقتصادی آن در زراعت چغندر قند. گزارش نهایی شماره: ۸۱/۲۰۵ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- 1- Bray E.A. 1997. Plant responses to water deficit. *Crop Physiology Abs.* 23:3912-612.
- 2- Caldwell D.S. Spurgeon W.E. and Manages H. L. 1994. Frequency of irrigation for subsurface drip irrigation corn. *Trans. of ASAE.* 34(4):109-115.
- 3- Claassen M.M. and Shaw. R.H. 1970. Water deficit effects on corn. I. Vegetative components. *Agron. J.* 62: 649-652.
- 4- Claassen M.M. and Shaw. R.H. 1970b. Water deficit effects on corn. II. Grain components. *Agron. J.* 62: 652-655.

- 5- Denmead O.T. and Shaw. R.H. 1960. The effects soil moisture at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.* 52: 272-274.
- 6- Edmeads G.O. Chapman S.C. Bolanos J. Banziger M. and Lafitte. H.R. 1994. Recent evaluations of progress in selection for drought in tropical maize. Harare. Zimbabwe. 1994. CIMMYT. Mexico.
- 7- English M.J. and Raja S.N. 1996. Review perspectives on deficit irrigation. *Agric. Water Manage.* 32:1-14.
- 8- Nesmith D.S. and Ritchie J.T. 1992. Short and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. *Agron. J.* 84:107-113.