Arshive of SID

مقایسه روش‌های مختلف آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیک ارقام ذرت (*Zea mays* L.) در فصل‌های بهار و تابستان در شرایط آب و هوایی اهواز

سعید ذاکر نژاد[۱و۲]، احمد نادری*[۲]، سید ابوالحسن هاشمی دزفولی[۲]، شهرام لک[۲]و مجتبی علوی فاضل[۲]

۱- گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* مسئول مکاتبات: a.naderi.edu@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۰۲

چکیده

جهت ارزیابی اثر روش‌های مختلف آبیاری بر صفات اگروفیزیولوژیک ارقام ذرت دانه‌ای آزمایشی به‌صورت کرت خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز اجرا شد. فاکتور اصلی شامل چهار روش آبیاری مختلف و فاکتور فرعی شامل سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۷۰۱ (کارون) و سینگل کراس ۶۱۶ (مبین) بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌داد که در کشت بهاره و تابستانه اثر روش‌های مختلف آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد و اجزای عملکرد، کارایی اقتصادی و بیولوژیک مصرف آب، کلروفیل a و کلروفیل b معنی‌دار بود. مقایسه کشت بهاره و تابستانه بیانگر برتری معنی‌دار کشت تابستانه در صفات اندازه‌گیری شده بود. برتری سینگل کراس ۷۰۴ نسبت به سایر رقم‌ها را در صفات اگروفیزیولوژیک را می‌توان به پتانسیل عملکرد بالاتر، زودرسی و انطباق بیش‌تر با شرایط محیطی مرتبط دانست. نتایج مقایسه میانگین نشان‌داد تیمار I_2 (آبیاری یک جویچه در میان طی مراحل ۴ تا ۱۲ برگی و ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال و آبیاری مرسوم از ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی) کم‌ترین عملکرد و اجزای عملکرد، کلروفیل a و b و کارایی مصرف آب (اعم از اقتصادی و بیولوژیک) را داشت و بیش‌ترین کاهش را در صفات اندازه‌گیری شده نسبت به‌تیمار I_1 (آبیاری مرسوم در کلیه مراحل رشد) به خود اختصاص داد لذا اجرای کم آبیاری در مراحل ابتدایی و میانی رشد (چهار برگی تا ظهور ابریشم بلال) توصیه نمی‌شود. مقایسه دو تیمار I_2 و I_4 نشان داد، آبیاری یک در میان جویچه در مرحله ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال (تیمار I_2) کم‌ترین کاهش را در عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به تیمار آبیاری مرسوم (I_1) نشان داد. به‌عبارتی کم آبیاری در مرحله میانی رشد (۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال) و آبیاری مرسوم در مراحل ۴ تا ۱۲ برگی و ظهور ابریشم تا رسیدگی کامل جهت مدیریت کمبود منابع آب قابل توصیه است.

واژه های کلیدی: کارایی مصرف آب، عملکرد، کلروفیل و کم آبیاری.

www.SID.ir

Arshive of SID

مقدمه

در استان خوزستان با توجه به شرایط آب و هوایی در دو فصل از سال (کشت بهاره و تابستانه) امکان کاشت ذرت فراهم است و بیش از ۳۵ درصد از کل محصول ذرت کشور را تولید می‌کند. به‌طور متوسط عملکرد ذرت دانه‌ای در استان خوزستان به‌دلیل محدودیت منابع آب و مواد مغذی خاک در حدود ۶ تن در هکتار می‌باشد. آب مورد نیاز مزارع ذرت هشت تا دوازده هزار متر مکعب در هکتار است که طی ۱۴ الی۱۶ نوبت آبیاری باید تامین شد (کرملاچعب و همکاران، ۱۳۹۶). کاهش میزان بارندگی و افزایش دما در سال‌های اخیر از یک سو و تقاضای روزافزون برای مصارف آب شهری و صنعتی از سوی دیگر، سهم آب تخصیص یافته به بخش کشاورزی به‌عنوان مصرف‌کننده عمدهٔ آب، در آستانه بحران قرار داده است (منصوری‌فر و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به محدود بودن منابع آب آبیاری، دستیابی به راه‌کارهای مناسب جهت صرفه‌جویی مصرف آب و افزایش سطح زیر کشت گیاهان مورد توجه پژوهشگران است. یکی از این راهکارها تعیین کم آبیاری (آبیاری یک جویچه در میان) جهت رشد و تولید محصول بیش‌تر هم‌زمان با افزایش بهره‌وری آب می‌باشد (بیگلوئی و همکاران، ۱۳۹۲). خرمیان (۱۳۸۱) گزارش داد روش آبیاری یک در میان تا مرحله گل‌دهی (و پس از آن آبیاری تمام جویچه‌ها) ضمن تولید عملکرد بالا، سبب صرفه‌جویی ۳۰ درصدی در آب مصرفی می‌شود. آبیاری جویچه‌ای یک در میان در دوره گل‌دهی، سبب بروز تنش کم آبی در گیاه شده و عملکرد را کاهش می‌دهد، پس بهتر است که طی این دوره حساس، آبیاری تمام جویچه‌ها صورت پذیرد و پیش از این دوره، روش یک در میان اعمال شود. Ertek و Kara (۲۰۱۳) اثر کم آبیاری را بر عملکرد ذرت مورد بررسی قرار داده و گزارش دادند بالاترین میزان تبخیر وتعرق مربوط به تیمار آبیاری کامل و کم‌ترین آن مربوط به تیمار ۴۰ درصد نیاز آبی می‌باشد. هم‌چنین بالاترین و پایین‌ترین عملکرد بیولوژیک هم به‌ترتیب با ۱۴/۸ و ۱۱/۵ تن در هکتار مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد و ۴۰ نیاز آبی بوده است. Simsek و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند کم آبیاری سبب کاهش عملکرد ماده خشک ذرت می‌شود و در شرایطی از کمبود رطوبت خاک، تغییرات میزان پروتئین در مقایسه با تغییرات میزان الیاف محسوس‌تر است و این تغییرات در برگ بیش‌تر از ساقه می‌باشد و با اعمال کم آبیاری در سطح ۷۵ درصد تخلیه رطوبتی خاک در شرایط منطقه رشت، ضمن صرفه جویی در مصرف آب می توان عملکرد مناسبی از زراعت ذرت به دست آورد. اثر تنش خشکی بر سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و غلظت کلروفیل بسیار مورد توجه محققین بوده است، نتایج تحقیقات محمودیان و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که اثر رژیم رطوبتی بر هدایت روزنه‌ای در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بیش‌ترین مقدار هدایت روزنه‌ای در تیمار آبیاری کامل و کم‌ترین میزان آن در حداکثر تنش‌خشکی مشاهده شد. Furgassa (۲۰۱۷) گزارش داد تنش کمبود آب در مرحله رویشی و زایشی تعداد دانه و در مرحله پر شدن دانه، وزن دانه ذرت را کاهش داد و باعث کاهش عملکرد دانه شد، کمبود آب زمینه کاهش

www.SID.ir

Arshive of SID

شاخص سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ را فراهم آورده و با کاهش عرضه مواد پرورده و اثر منفی آن بر تولید دانه در بلال باعث کاهش عملکرد دانه شد. گودرزیان و همکاران (۱۳۹۱) نیز بیان کردند با شروع تنش-خشکی در ذرت میزان فتوسنتز خالص به ۷۵ درصد تیمار شاهد تنزل یافت و این کاهش در فتوسنتز با کاهش در هدایت روزنه‌ای هماهنگ بود. یکی از شاخص‌های مهم در مباحث عملکرد گیاه، میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب است که به‌صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی تعریف می‌شود. بهره‌وری آب آبیاری در کشور ما به‌دلیل محدودیت کمی و کیفی آن از جایگاه خاصی برخوردار است (بیگلویی و همکاران، ۱۳۹۲). اردلان و همکاران (۱۳۹۱) گزارش دادند روش‌های کم آبیاری جهت صرفه‌جویی در مصرف آب زمانی توصیه می‌شود که گیاهان در معرض تنش خشکی قرار نگیرند و با افزایش شرایط تنش‌خشکی مزیت روش‌های کم آبیاری کاهش پیدا می کند. نیاز آبی نسبتاً زیاد ذرت در مناطق گرمسیری از عوامل محدود کننده توسعه کشت آن محسوب می‌شود، لذا معرفی هیبرید ذرت که به تنش‌خشکی متحمل باشد برای توسعه کشت این گیاه در مناطق ذکر شده اهمیت زیادی دارد (Rudnick *et al*., 2017; Corcoles *et al*., 2017). در استان خوزستان در برخی سال‌ها به‌دلیل عدم دسترسی به آب کافی و یا هم‌زمانی رشد ذرت با گیاهان زراعی دیگر نظیر برنج و یا محصولات جالیزی، گیاه ذرت در طول دوره رشد و به‌ویژه در مرحله رشد رویشی با کمبود آب مواجه می‌شد (مجدم و مدحج، ۱۳۹۱). این تحقیق با توجه به چالش‌های موجود در کشور و منطقه در رابطه با محدودیت منابع آب و مقایسه ارقام ذرت انجام گرفت و به بررسی اثرات روش‌های مختلف آبیاری بر عملکرد دانه، صفات وابسته به عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در فصول بهار و تابستان پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز جهت ارزیابی اثر روش‌های مختلف آبیاری و رقم‌های ذرت بر روی صفات اگروفیزیولوژیک بر مبنای تجزیه مرکب آزمایش کرت خرد شده طبق طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد (لازم به ذکر است که آزمایش در هر سال زراعی در دو فصل بهار و تابستان به‌طور مجزا انجام شد). فاکتور اصلی (روش آبیاری) در چهار سطح (جدول ۱) و فاکتور فرعی شامل سه رقم سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۷۰۱ (کارون) و سینگل کراس ۶۱۶ (مبین) بود. مکان تحقیق در شهرستان اهواز با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی بود. میانگین ۱۰ ساله بارندگی، دما، تبخیر و ارتفاع از سطح دریا به‌ترتیب عبارتند از ۲۴۰ میلی‌متر، ۲۳ درجه سانتی‌گراد، ۳۰۰۰ میلی‌متر و ۱۲ متر می‌باشد. خصوصیات آب و هواشناسی منطقه در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. ضمن آن‌که خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تحت آزمایش در جدول ۴ ارائه شده است. ابعاد هر کرت ۵ × ۶ متر مربع و هر بلوک شامل ۱۲

www.SID.ir

Arshive of SID

تیمار بود. هر کرت فرعی شامل ۶ ردیف و فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر بود. کودهای مصرفی شامل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) در زمان کاشت و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره به صورت ۵۰ درصد پایه و ۵۰ درصد در مرحله هشت برگی) بود.

جدول ۱: سطوح مختلف رژیم آبیاری

تیمار	مرحله ۴ تا ۱۲ برگی	مرحله ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال	ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی دانه
I_1 (شاهد)	آبیاری مرسوم	آبیاری مرسوم	آبیاری مرسوم
I_2	آبیاری یک جویچه در میان	آبیاری یک جویچه در میان	آبیاری مرسوم
I_3	آبیاری مرسوم	آبیاری یک جویچه در میان	آبیاری مرسوم
I_4	آبیاری مرسوم	آبیاری مرسوم	آبیاری یک جویچه در میان

جدول ۲: میانگین دوسالانه پارامتر های هواشناسی مکان آزمایش در فصل تابستان

ماه	بارندگی (mm)	میانگین حداقل دما (ºC)	میانگین حداکثر دما (ºC)	میانگین حداقل رطوبت نسبی (%)	میانگین حداکثر رطوبت نسبی (%)
مرداد	۰	۳۳/۱	۴۷/۶	۱۴/۱	۴۹/۲
شهریور	۰	۲۶/۶	۴۳/۱	۱۳/۲	۴۳/۴
مهر	۰	۲۱/۸	۳۸/۵	۱۱/۶	۳۵/۴
آبان	۱۲/۵	۱۷/۱	۳۱/۷	۱۰/۱	۲۹/۱
آذر	۲۵	۹	۲۴	۸/۵	۲۵/۹

جدول ۳: میانگین دوسالانه پارامتر های هواشناسی مکان آزمایش در فصل بهار

ماه	بارندگی (mm)	میانگین حداقل دما (ºC)	میانگین حداکثر دما (ºC)	میانگین حداقل رطوبت نسبی (%)	میانگین حداکثر رطوبت نسبی (%)
بهمن	۴۵/۱	۳/۸	۲۹/۳	۱۵/۲	۳۹/۷
اسفند	۴۱/۳	۸/۲	۳۳/۲	۱۳/۸	۳۱/۲
فروردین	۱۸/۲	۹/۱	۴۱/۵	۹/۹	۲۰/۱
اردیبهشت	۵/۴	۱۰/۳	۴۴/۵	۶/۵	۱۱/۳

جدول ۴: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت آزمایش

عمق خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)
۰-۳۰	۷/۸۵	۴/۵۵	۰/۵۲	۸/۵۵	۱۸۱
رس (%)	**سیلت (%)**	**شن (%)**	**بافت خاک**	**وزن مخصوص ظاهری ($g.cm^{-3}$)**	**آهن ($mg.kg^{-1}$)**
۳۳	۳۶	۳۱	لوم-رسی	۱/۳۵	۱۰/۶

آبیاری زمانی که میزان رطوبت خاک به کم‌تر از ۳۰ درصد از حد ظرفیت زراعی رسید، انجام شد. جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر تیمار، با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به‌صورت روزانه و متوالی توسط اگر از خاک مزرعه در عمق توسعه ریشه نمونه برداری انجام شد تا درصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود. برای تعیین درصد رطوبت نقطه ظرفیت زراعی از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و در دستگاه آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از گذشت ۴۸ ساعت از انجام آبیاری اقدام به نمونه‌برداری از خاک شد. زمانی که درصد رطوبت وزنی خاک به حد ۲۲ درصد می‌رسید نقطه رسیدن به ظرفیت زراعی قلمداد می‌شد و هنگامی که ۳۰ درصد از رطوبت نقطه ظرفیت

www.SID.ir

Arshive of SID

زراعی کاسته شد و به عبارتی حد درصد رطوبت خاک به ۱۷ درصد رسید آبیاری انجام شد. درصد رطوبت وزنی از طریق رابطه ۱ به شرح زیر محاسبه شد (Dingman, 2002):

رابطه ۱: Θ_m (محتوای رطوبتی خاک) = (وزن خاک مرطوب (gr) - وزن خاک خشک (gr))/وزن خاک خشک (gr)×۱۰۰

حجم آب آبیاری با استفاده از رابطه ۲ در هر آبیاری تعیین شد (علیزاده، ۱۳۸۱):

رابطه ۲: $V= (FC-\Theta_m) \times \rho b \times D_{Root} \times A/E_i$

V= حجم آب آبیاری بر حسب متر مکعب، FC = درصد رطوبت وزنی در حد ظرفیت زراعی، Θm = درصد رطوبت وزنی قبل از آبیاری، ρ_b= جرم مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و D_{Root} = عمق توسعه ریشه بر حسب متر، A= مساحت آبیاری شده بر حسب متر مربع. حجم آب مورد نیاز در هر مرتبه آبیاری برای هر تیمار محاسبه و بر اساس کارآیی پخش آب ۹۰ درصد با استفاده از پمپ و کنتور به صورت یکنواخت توزیع شد. آبیاری نیز با استفاده از لوله های هیدروفلوم و دریچه هایی که در ابتدای خطوط کاشت تعبیه شده بود صورت گرفت. برای محاسبه کارایی اقتصادی و بیولوژیک مصرف آب از رابطه‌های ۳ و ۴ استفاده شد (هاشمی دزفولی، ۱۳۷۳):

رابطه ۳ : عملکرد دانه (تن در هکتار) /کل حجم آب مصرفی (متر مکعب بر هکتار) کارایی اقتصادی مصرف آب (کیلوگرم برمتر مکعب)

رابطه ۴: عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) /کل حجم آب مصرفی (متر مکعب بر هکتار) کارایی بیولوژیک مصرف آب (کیلوگرم برمتر مکعب)

رسیدگی دانه‌ها با تشکیل لایه سیاه در قاعده دانه‌ها مشخص شد و برداشت نهایی با توجه به فصل کاشت در هفته دوم خرداد و هفته چهارم آذر صورت پذیرفت. سطح برداشت نهایی برداشت معادل دو مترمربع بود که از دو خط میانی کاشت تأمین شد. محصول کل هر کرت فرعی ابتدا بسته‌بندی و اتیکت‌گذاری شد و جهت انجام اندازه‌گیری‌های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه بلال ها جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه جدا شدند. جهت تعیین درصد رطوبت اندام‌های مختلف و دانه و محاسبه عملکرد ماده خشک کل و دانه، نمونه‌های تصادفی از محصول بخش‌های مختلف و دانه هر کرت برداشت و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد و با توجه به وزن اولیه اندام‌ها و دانه، عملکرد ماده خشک کل و عملکرد دانه بر اساس وزن خشک آن‌ها تصحیح شد. اجزاء عملکرد شامل تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه با استفاده از ۱۰ بلال که به‌صورت تصادفی از هر کرت جدا شدند، محاسبه شد. برای اندازه‌گیری غلظت کلروفیل a و b طی رشد قبل از آبیاری از هر کرت شاهد و تحت تنش، هفت برگ جدا و از قسمت میانی برگ‌ها یک گرم نمونه تازه تهیه شد. جهت استخراج کلروفیل، هر نمونه تازه با استن ۸۰ درصد در هاون

www.SID.ir

Arshive of SID

چینی ساییده شد. محلول به‌دست آمده چند بار از کاغذ صافی عبور داده شد تا بقایای نمونه برگ کاملا بی‌رنگ شود. محلول حاصله با استفاده از استن ۸۰ درصد به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، اپتیکال دانسیته عصاره برگ در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ قرائت شد. برای محاسبه غلظت کلروفیل a (میلی‌گرم کلروفیل a در هر گرم برگ) و کلروفیل b (میلی‌گرم کلروفیل b در هر گرم برگ) از رابطه‌ها ۷ و ۸ استفاده شد (Arnon, 1949):

رابطه ۷: $\text{Chlorophyll a} = (۱۲/۷ * D_{۶۶۳} - ۲/۵۹ * D_{۶۴۵})\ V/۱۰۰۰W$

رابطه ۸: $\text{Chlorophyll b} = (۲۲/۹ * D_{۶۴۵} - ۴/۶۸ * D_{۶۶۳})\ V/۱۰۰۰W$

D= اپتیکال دانسیته عصاره کلروفیل در طول موج معین، V= حجم نهایی عصاره کلروفیل در استن ۸۰ درصد، W= وزن تازه نمونه برگ بر حسب گرم. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SAS (Ver.8) انجام شد (خاقانی و همکاران، ۱۳۹۲)، برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح آماری پنج درصد استفاده شد. مقایسه صفات اندازه‌گیری شده در فصول بهار و تابستان با آزمون T-test انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد ردیف در بلال

نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه نشان داد اثر روش آبیاری و رقم بر تعداد ردیف در بلال در سطح آماری پنج و یک درصد معنی‌دار بود اما اثر سال و اثرات متقابل تیمارها غیر معنی‌دار بود (جدول ۵). طبق نتایج مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد ردیف در بلال به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم (۱۳/۸۸) و $I_۲$ (۱۲/۰۰) تعلق داشت در عین حال تیمار های $I_۳$ و $I_۴$ در یک گروه آماری قرار داشتند. در میان ارقام ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد ردیف در بلال به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۱۴/۵۸) و سینگل کراس ۶۱۶ (۱۱/۵۵) تعلق گرفت (جدول ۶). کاهش تعداد ردیف در بلال در قیاس با صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک کم‌تر است زیرا این صفت عمدتاً تحت اثر عوامل ژنتیکی است و دامنه اثرپذیری آن از عوامل محیطی محدودتر است (فریدی و همکاران، ۱۳۹۲). طبق نتایج تجزیه واریانس کشت بهاره، اثر روش آبیاری و رقم بر عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد اما اثر سال و اثرات متقابل غیر معنی‌دار بود (جدول ۷). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم $I_۱$ (۱۲/۱۹) و $I_۲$ (۹/۱۱) تعلق داشت. Cai و همکاران (۲۰۱۷) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند. هم‌چنین در میان رقم‌های ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۱۱/۸۹) و سینگل کراس ۶۱۶ (۹/۵۰) تعلق گرفت (جدول ۸). کاهش تعداد ردیف دانه در بلال همراه با افزایش شدت کمبود آب حاکی از این مطلب است که مقادیر مختلف آبیاری دریافت مواد فتوسنتزی توسط مقاصد فیزیکی

www.SID.ir

Arshive of SID

فیزیولوژیکی را تحت اثر قرار داده است (Sabagh *et al*., 2017).

جدول ۵: خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر روش های مختلف آبیاری و رقم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در کشت تابستانه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
سال	۱	۰/۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۸۴^{ns}	۹۵/۶۸۰۰^{ns}	۰/۰۶۸۰^{ns}	۰/۰۱۵۹^{ns}
خطای ۱ (بلوک×سال)	۴	۰/۰۱۳۸	۰/۰۱۵۲	۱۲/۳۸۸۲	۰/۰۲۲۵	۰/۰۵۸۱
روش آبیاری	۳	۱۱/۸۰۳۶*	۱۴۵/۰۲۱۱**	۶۰۷۹/۸۲۰۱**	۸۸/۹۲۷۰**	۳۳۶/۰۶۳۰**
سال× روش های آبیاری	۳	۰/۰۰۱۰^{ns}	۰/۰۰۶۶^{ns}	۱/۷۵۴۶^{ns}	۰/۰۰۶۸^{ns}	۰/۰۹۴۲^{ns}
خطای ۲ (سال×بلوک× روش های آبیاری)	۱۲	۰/۰۰۱۴	۰/۰۲۲۹	۱/۰۵۵۱	۰/۰۱۲۳	۰/۰۰۷۵
رقم	۲	۵۵/۳۶۲۹**	۱۸۳/۵۹۹۰**	۷۰۰۴/۲۲۰۲**	۰/۰۱۲۱**	۱۳۶/۳۸۱۱**
رقم × روش های آبیاری	۶	۰/۶۱۳۰^{ns}	۵/۲۹۰۱^{ns}	۵۳/۳۷۲۱^{ns}	۰/۷۸۴۸^{ns}	۲/۵۳۳۴^{ns}
سال*هیبرید	۲	۰/۰۰۸۲^{ns}	۰/۰۸۶۷^{ns}	۲/۸۸۸۲^{ns}	۰/۰۰۵۱^{ns}	۰/۰۰۱۸^{ns}
رقم ×سال* روش های آبیاری	۶	۰/۰۰۵۷^{ns}	۰/۰۶۳۶^{ns}	۲/۷۴۰۳^{ns}	۰/۰۳۱۹^{ns}	۰/۰۰۱۸^{ns}
خطای ۳	۳۲	۰/۰۰۱۵	۰/۰۲۱۶	۰/۳۲۶۳	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۶۹
ضریب تغییرات	-	۱/۷۹	۱/۵۵	۲/۶۶	۲/۲۱	۳/۴۵

**، * و ^{ns} به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

تعداد دانه در ردیف

تجزیه واریانس کشت تابستانه نشان داد اثر روش آبیاری و رقم بر تعداد دانه در ردیف در سطح آماری پنج و یک درصد معنی‌دار بود اما اثر سال و اثرات متقابل تیمارها غیر معنی‌دار بود (جدول ۵). طبق نتایج مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری، بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب به تیمار های آبیاری مرسوم (۳۴/۰۶) و I_2 (۲۷/۴۴) تعلق داشت. آبیاری یک جویچه در میان در کاهش تعداد دانه در ردیف در مقایسه با آبیاری مرسوم اثر گذار است به‌طوری‌که تیمار های I_3 (۷/۳۳ درصد)، I_4 (۱۴/۱۵ درصد) و I_2 (۱۹/۴۳ درصد) نسبت به تیمار I_1 (شاهد) کاهش داشتند. مقایسه میانگین رقم های ذرت نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۳۳/۱۴) و سینگل کراس ۶۱۶ (۲۷/۶۳) تعلق گرفت (جدول ۶). طبق نتایج تجزیه واریانس کشت بهاره اثر روش آبیاری و رقم بر تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب در سطح آماری پنج و یک درصد معنی‌دار شد اما اثر سال و اثرات متقابل غیر معنی‌دار بود (جدول ۷). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری نشان‌داد بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم I_1 (۲۶/۳۰) و I_2 (۱۹/۹۸) تعلق داشت. آبیاری یک جویچه در میان منجر به کاهش تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب در تیمارهای I_3 (۶/۲۷ درصد)، I_4 (۱۱/۹۳ درصد) و I_2 (۲۴/۰۳ درصد) نسبت به تیمار شاهد شد.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۶: مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف آبیاری و رقم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در کشت تابستانه

تیمار	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)
روش آبیاری					
I_1	۱۳/۸۸^{a}	۳۴/۰۶^{a}	۳۳۴/۳۸^{a}	۸/۱۲۵^{a*}	۱۵/۷۹^{a}
I_2	۱۲/۰۰^{b}	۲۷/۴۴^{d}	۲۹۱/۰۰^{d}	۲/۹۹۸^{d}	۵/۸۳^{d}
I_3	۱۳/۳۵^{a}	۳۱/۲۶^{b}	۳۱۸/۷۷^{b}	۶/۹۷۵^{b}	۱۳/۵۹^{b}
I_4	۱۲/۷۴^{ab}	۲۹/۲۴^{c}	۳۰۶/۷۷^{c}	۵/۳۴۹^{c}	۱۰/۴۲^{c}
$LSD_{5\%}$	۰/۸۵	۱/۹۸	۱/۷۶	۰/۸۲	۱/۱۷
رقم					
سینگل کراس ۷۰۴	۱۴/۵۸^{a}	۳۳/۱۴^{a}	۳۲۹/۷۹^{a}	۷/۲۴۸^{a*}	۱۳/۸۸^{a}
سینگل کراس ۶۱۶	۱۱/۵۵^{c}	۲۷/۶۳^{c}	۲۹۵/۶۲^{c}	۴/۵۳۶^{c}	۹/۱۳^{c}
سینگل کراس ۷۰۱	۱۲/۸۵^{b}	۳۰/۷۲^{b}	۳۱۲/۷۹^{b}	۵/۸۰۱^{b}	۱۱/۲۱^{b}
$LSD_{5\%}$	۰/۷۴	۱/۱۷	۱/۲۲	۰/۷۱	۱/۱۵

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

دلایل کاهش تعداد دانه در ردیف در شرایط محدویت منابع آب را می‌توان به برخورد مراحل رشد رویشی گیاه خصوصاً در مرحله ۱۲ برگی به بعد و مرحله رشد زایشی با تنش‌خشکی، مرتبط دانست. Oikeh و همکاران (۱۹۹۸) گزارش دادند کمبود آب در مرحله رویشی به‌دلیل تعیین پتانسیل اندازه بلال و تعداد تخمدان‌ها در این دوره از رشد، تعداد دانه در بلال را کاهش می‌دهد، لذا در تیمار I_2 که کم آبیاری در مراحل ۴ تا ۱۲ برگی و ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال در آن اعمال شد کم‌ترین تعداد دانه در ردیف را در مقایسه با سایر تیمار ها دارا بود زیرا بیش‌ترین محدودیت منابع آب را خصوصاً در مراحل رشد رویشی دارا بود. به نظر می‌رسد درصد کاهش تعداد دانه در ردیف در کشت بهاره بیش‌تر بوده که می‌تواند ناشی از تنش گرما در مرحله ساقه رفتن و تشکیل اجزای عملکرد باشد (قبادی و همکاران، ۱۳۹۴). مقایسه رقم‌های ذرت نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۲۶/۳۲) و سینگل کراس ۶۱۶ (۲۰/۴۲) تعلق گرفت (جدول ۸). طبق نتایج مقایسه رقم‌های ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین وزن دانه به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۲۰۷/۸۷ گرم) و سینگل کراس ۶۱۶ (۱۸۴/۴۹ گرم) تعلق گرفت (جدول ۸). Manh-Ha (۲۰۱۷) گزارش داد در زمان پر شدن دانه، گیاهان پتانسیل اسمزی در بخش مخزن (دانه‌ها) را به مقدار مشخصی منفی نگاه می‌دارند تا سرعت جریان مواد پرورده از منابع به مخازن کاهش پیدا نکند، لذا میزان کاهش وزن دانه در هیبریدهای مختلف ناشی از همین مساله است و هیبریدهای مقاوم‌تر با کنترل سرعت انتقال مواد پرورده از کاهش وزن دانه جلوگیری می‌کردند.

عملکرد دانه

طبق نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه اثر ساده روش‌های مختلف آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به-

www.SID.ir

Arshive of SID

ترتیب به تیمار های آبیاری مرسوم (۸/۱۲ تن در هکتار) و I_2 (۲/۹۹ تن در هکتار) تعلق داشت. ارزیابی رژیم های آبیاری بیانگر روند کاهشی به‌ترتیب در تیمار های I_3 (۱۴/۱۶ درصد)، I_4 (۳۴/۲۳ درصد) و I_2 (۶۳/۱۷ درصد) نسبت به تیمار I_1 (شاهد) بود (جدول ۶).

جدول ۷: خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر روش های مختلف آبیاری و رقم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در کشت بهاره

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
سال	۱	۰/۳۷۹۹^{ns}	۰/۰۶۵۱^{ns}	۱۵/۱۲۵۹^{ns}	۰/۰۴۶۷^{ns}	۰/۰۴۲۱^{ns}
خطای ۱ (بلوک×سال)	۴	۰/۲۳۵۴	۰/۸۰۴۲	۷/۱۶۶۱	۰/۰۲۰۱	۰/۰۱۱۲
روش آبیاری	۳	۳۳/۵۶۰۳**	۱۲۹/۷۹۰۱*	۸۱۲/۱۲۹۱**	۵۵/۴۸۷**	۷۴/۷۹۱۱**
سال× روش های آبیاری	۳	۰/۲۰۱۱^{ns}	۰/۳۱۰۲^{ns}	۰/۱۲۵۹^{ns}	۰/۰۹۹۱^{ns}	۰/۱۷۹۵^{ns}
خطای ۲ (سال×بلوک× روش های آبیاری)	۱۲	۰/۰۱۷۶	۰/۴۱۲۲	۰/۵۰۹۱	۰/۰۶۷۲	۰/۱۵۹۶
رقم	۲	۳۴/۲۶۴۱*	۲۱۰/۳۲۰۹**	۳۲۸/۱۲۵۷**	۱۱/۱۰۹۱*	۳۳/۸۹۹۲**
رقم ×روش های آبیاری	۶	۰/۳۶۷۸^{ns}	۷/۴۲۲۶^{ns}	۳۸/۶۲۵۴^{ns}	۰/۲۱۳۴^{ns}	۰/۴۴۹۳^{ns}
سال× رقم	۲	۰/۰۵۹۱^{ns}	۰/۱۱۶۷^{ns}	۰/۸۷۵۹^{ns}	۰/۰۶۹۵^{ns}	۰/۱۸۴۷^{ns}
رقم ×سال× روش های آبیاری	۶	۰/۱۰۵۴^{ns}	۰/۵۹۳۸^{ns}	۰/۳۷۵۲^{ns}	۰/۰۷۴۱^{ns}	۰/۲۰۹۱^{ns}
خطای ۳	۳۲	۰/۴۷۲۵	۰/۰۵۰۷	۰/۴۱۶۶	۰/۰۰۳۴	۰/۱۶۴۸
ضریب تغییرات	-	۴/۳۵	۲/۷۸	۱/۳۸	۱/۱۹	

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

کاهش عملکرد در تیمار I_3 به نسبت کم‌تر از سایر رژیم های کم آبیاری (I_2 و I_4) بوده و در شرایط کمبود آب می‌توان آبیاری یک جویچه در میان در مرحله ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال را توصیه نمود. دلیل برتری تیمار I_3 بر I_4 برخورد دوره پر شدن دانه با کمبود آب و کوتاه شدن این دوره به دلیل کاهش دوام سطح برگ موجب کاهش وزن دانه و عملکرد شد چراکه کم آبیاری عمدتاً در دوره ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی در تیمار I_4 اعمال شد. لذا به نظر می‌رسد مناسب نبودن شرایط فراهمی منابع آب در بعد از گل‌دهی اثر منفی بیش‌تری بر خصوصیات رشدی نسبت به‌کم آبیاری قبل از گل‌دهی دارد (جدول ۶). اردلان و همکاران (۱۳۹۱) و صمصامی‌پور و همکاران (۱۳۹۴) نتایج مشابهی را گزارش کردند. طبق مقایسه میانگین رقم‌های ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۷/۲۴ تن در هکتار) و سینگل کراس ۶۱۶ (۴/۵۳ تن در هکتار) تعلق گرفت (جدول ۶). تجزیه واریانس کشت بهاره نشان داد اثر روش‌های آبیاری و رقم بر عملکرد دانه به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد اما اثر سال و اثرات متقابل غیر معنی‌دار بود (جدول ۷). طبق نتایج مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم I_1 (۴/۰۸ تن در هکتار) و I_2 (۱/۵۲ تن در هکتار) تعلق داشت. میان تیمار I_3 و I_4 از لحاظ آماری تفاوتی وجود نداشت. به‌نظر می‌رسد همانند کشت تابستانه روند کاهشی عملکرد دانه در روش‌های آبیاری نسبت به تیمار شاهد در

www.SID.ir

Arshive of SID

کشت بهاره نیز مشاهده شد. در همین راستا Xue و همکاران (۲۰۱۷) نتایج مشابهی را گزارش نمودند. در میان ارقام ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۳/۷۵ تن در هکتار) و سینگل کراس ۶۱۶ (۲/۳۹ تن در هکتار) تعلق گرفت (جدول ۸). در کشت بهاره و تابستانه سینگل کراس ۷۰۴ برتری محسوسی بر سایر رقم‌های مورد بررسی داشت که حاکی از پتانسیل عملکرد بالاتر و انطباق آن با شرایط اقلیمی منطقه است. تجزیه واریانس کشت تابستانه نشان‌داد اثر روش آبیاری و رقم بر عملکرد بیولوژیک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود اما در مقابل اثر سال و اثرات متقابل تیمار ها غیر معنی‌دار بود (جدول ۵).

جدول ۸: مقایسه میانگین اثر روش های مختلف آبیاری و رقم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در کشت بهاره

تیمار	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)
روش آبیاری					
I_1	۱۲/۱۹۲^{a}	۲۶/۳۰۱^{a}	۲۲۱/۱۶^{a}	۴/۰۸۲^{a*}	۷/۸۱۱^{a}
I_2	۹/۱۱۳^{c}	۱۹/۹۸۰^{c}	۱۶۹/۸۳۱^{d}	۱/۵۲۱^{c}	۳/۰۷۲^{c}
I_3	۱۱/۳۷۱^{ab}	۲۴/۶۵۳^{b}	۲۰۰/۶۶۲^{b}	۳/۵۰۵^{b}	۶/۷۷۱^{b}
I_4	۱۰/۲۴۲^{b}	۲۳/۱۶۴^{ab}	۱۹۲/۱۵۹^{c}	۳/۱۱۲^{b}	۶/۰۵۳^{b}
$LSD_{5\%}$	۰/۹۶	۱/۱۳	۲/۶۷	۰/۵۱	۰/۹۸
رقم					
سینگل کراس ۷۰۴	۱۱/۸۹۲^{a}	۲۶/۳۲۷^{a}	۲۰۷/۸۷۲^{a}	۳/۷۵۹^{a}	۷/۱۶۰^{a}
سینگل کراس ۶۱۶	۹/۵۰۱^{b}	۲۰/۴۲۱^{c}	۱۸۴/۴۹۹^{c}	۲/۳۹۱^{b}	۵/۸۲۱^{b}
سینگل کراس ۷۰۱	۱۰/۷۹۳^{ab}	۲۳/۸۴۶^{b}	۱۹۵/۵۰۱^{b}	۳/۰۱۱^{ab}	۶/۷۹۲^{ab}
$LSD_{5\%}$	۰/۹۹	۲/۳۴	۲/۴۹	۰/۶۹	۰/۳۲

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

طبق نتایج مقایسه میانگین روش‌های آبیاری مختلف آبیاری بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم (۱۵/۷۹ تن در هکتار) و I_2 (۵/۸۳ تن در هکتار) تعلق داشت. به‌نظر می رسد آبیاری یک جویچه در میان در کاهش میزان عملکرد دانه در مقایسه با آبیاری مرسوم نقش مهمی دارد به‌طوری‌که روند کاهشی به‌ترتیب در تیمار های I_3 (۱۳/۹۳ درصد)، I_4 (۳۴/۰۰ درصد) و I_2 (۶۳/۰۷ درصد) نسبت به تیمار I_1 (شاهد) وجود داشت هر چند این کاهش در تیمار I_3 کم‌تر محسوس بود. مقایسه رقم‌های ذرت نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۱۳/۸۸ تن در هکتار) و سینگل کراس ۶۱۶ (۹/۱۳ تن در هکتار) تعلق گرفت (جدول ۶).

www.SID.ir

Arshive of SID

عملکرد بیولوژیک

طبق نتایج تجزیه واریانس کشت بهاره اثر روش‌های آبیاری و رقم بر عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما اثر سال و اثرات متقابل غیر معنی‌دار بود (جدول ۷). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم I_1 (۷/۸۱ تن در هکتار) و I_2 (۳/۰۷ تن در هکتار) تعلق داشت. همانند کشت تابستانه آبیاری یک جویچه در میان منجر به کاهش عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب در تیمارهای I_3، I_4 و I_2 نسبت به تیمار شاهد شد هر چند تیمارهای I_3 و I_4 تفاوت معنی‌داری نداشتند. طبق نتایج مقایسه رقم‌های ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۷/۱۶ تن در هکتار) و سینگل کراس ۶۱۶ (۵/۸۲ تن در هکتار) تعلق گرفت (جدول ۸). تیمار I_2 (کم آبیاری در مرحله ۴ تا ۱۲ برگی و مرحله ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال) کم‌ترین عملکرد دانه و بیولوژیک را به خود اختصاص داد، در حقیقت تنش رطوبتی با اثر بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه موجب کاهش و به تأخیر افتادن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌شود و در نهایت با کاهش میزان فتوسنتز می‌تواند باعث کاهش عملکرد دانه گیاه شد. در ضمن، ادامهٔ این روند سبب می شود فشار تورژسانس در سلول‌ها کاهش یافته و آب کم‌تری درون سلول‌ها باقی بماند لذا از حجم سلول‌ها کاسته می‌شود. این کاهش حجم باعث کاهش وزن سلول‌ها و در نتیجه عملکرد بیولوژیک شد (صمصامی پور و همکاران، ۱۳۹۴). هم‌چنین Tshiabukole و همکاران (۲۰۱۷) گزارش دادند کم آبیاری در مرحله زایشی از طریق کاهش معنی‌داری که در دوام سطح برگ و وزن بیولوژیکی اندام‌های گیاه ذرت ایجاد می‌نماید، باعث اثر بر اجزاء عملکرد و عملکرد اقتصادی می‌شود. عباسی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش دادند در تیمارهایی که با تنش آبی مواجه بوده‌اند، هرچند که از حجم میزان آب آبیاری تا ۴۰ درصد کاسته شده است، ولی عملکرد به شدت کاهش یافت لذا پیشنهاد نمودند جهت اجتناب از کاهش معنی‌دار عملکرد علی‌رغم اعمال در آبیاری یک در میان جویچه‌ها، استفاده از آبیاری کامل جویچه‌ها در مراحل مهم نموی (ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی دانه) صورت گیرد.

کارایی اقتصادی مصرف آب

طبق نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه اثر روش آبیاری و رقم بر کارایی اقتصادی مصرف آب در سطح آماری یک و پنج درصد معنی‌دار اما اثر سال و اثرات متقابل تیمارها غیر معنی‌دار بود (جدول ۹). مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی اقتصادی مصرف آب به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم (۰/۹۹ کیلوگرم بر متر مکعب) و I_2 (۰/۷۱ کیلوگرم بر متر مکعب) تعلق داشت. بررسی روش‌های آبیاری بیانگر روند نزولی به‌ترتیب در تیمار های I_3 (۱۱/۱۱ درصد)، I_4 (۱۶/۱۶ درصد) و I_2 (۲۸/۲۸ درصد) نسبت به تیمار I_1 (شاهد) بود. به نظر می‌رسد در تیمار I_3 این

www.SID.ir

Arshive of SID

کاهش کم‌تر محسوس است لذا در شرایط محدودیت منابع آب آبیاری یک جویچه در میان مرحله ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال می‌تواند توصیه شود. هم‌چنین طبق مقایسه میانگین رقم‌های ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی اقتصادی مصرف آب به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۰/۹۱ کیلوگرم بر متر مکعب) تعلق گرفت در عین حال سینگل کراس ۷۰۱ و ۶۱۶ در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱۰). تجزیه واریانس کشت بهاره نشان داد اثر روش آبیاری و رقم بر کارایی اقتصادی مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما اثر سال و اثرات متقابل غیر معنی‌دار بود (جدول ۱۱). طبق نتایج مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم I_1 (۰/۸۱ کیلوگرم بر متر مکعب) و I_2 (۰/۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب) تعلق داشت. روند کاهشی عملکرد دانه در روش‌های آبیاری نسبت به تیمار شاهد در کشت بهاره نیز مشاهده شد (I_3: ۴/۹۳ درصد، I_4: ۸/۶۴ درصد و I_2: ۲۲/۲۲ درصد). در میان ارقام ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۰/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب) و سینگل کراس ۶۱۶ (۰/۶۸ کیلوگرم بر متر مکعب) تعلق گرفت (جدول ۱۲). علیرغم کاهش مصرف آب در تیمارهای کم آبیاری خصوصاً تیمار I_2 کاهش عملکرد دانه به نحو چشم‌گیری اثر کاهش مصرف آب را تعدیل و روند کاهشی کارایی مصرف آب را در تیمارهای کم آبیاری نسبت به آبیاری مرسوم شاهد هستیم. سایر محققین نتایج مشابهی ارایه نمودند (Mansouri Far *et al*., 2010; Farre and Faci, 2009).

جدول ۹: خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر روش های مختلف آبیاری و رقم بر سایر صفات اگروفیزیولوژیک در کشت تابستانه

منابع تغییر	درجه آزادی	کارایی اقتصادی مصرف آب	کارایی بیولوژیک مصرف آب	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل a به b
سال	۱	۰/۱۱۲۳^{ns}	۰/۳۲۱۵^{ns}	۰/۴۵۹۷^{ns}	۰/۱۰۳۴^{ns}	۰/۵۵۰۱^{ns}
خطای ۱ (بلوک×سال)	۴	۰/۲۷۳۵	۰/۱۵۹۸	۰/۱۶۸۷	۰/۲۹۶۵	۰/۱۷۶۴
روش آبیاری	۳	۹/۷۲۱۳**	۱۱/۳۲۶۴*	۱۴/۰۹۱۸*	۱۱/۸۰۲۱**	۱۳/۱۱۰۵*
سال× روش های آبیاری	۳	۰/۰۳۱۱^{ns}	۰/۱۱۹۸^{ns}	۰/۳۴۰۴^{ns}	۰/۰۵۳۶^{ns}	۰/۴۴۰۷^{ns}
خطای ۲ (سال×بلوک× روش های آبیاری)	۱۲	۰/۴۸۵۶	۰/۰۳۲۱۷	۰/۰۹۶۳	۰/۵۵۶۸	۰/۰۸۳۴
رقم	۲	۲۱/۳۲۷۴*	۳۲/۱۱۶۳*	۴۵/۱۹۰۳*	۲۴/۴۴۳۶*	۴۸/۲۱۰۳*
رقم×روش های آبیاری	۶	۰/۶۲۱۵^{ns}	^{ns}۰/۷۴۶۹	۰/۸۸۳۶^{ns}	۰/۸۰۷۳^{ns}	۰/۹۱۰۷^{ns}
سال×رقم	۲	۰/۵۷۲۵^{ns}	^{ns}۰/۶۵۳۹	۰/۷۲۳۴^{ns}	۰/۶۶۲۷^{ns}	۰/۸۱۳۵^{ns}
رقم×سال× روش های آبیاری	۶	۰/۳۶۴۷^{ns}	۰/۷۴۵۱^{ns}	۰/۸۸۳۵^{ns}	۰/۴۱۰۲^{ns}	۰/۷۱۳۷^{ns}
خطای ۳	۳۲	۰/۶۳۹۸	۰/۲۹۳۷	۰/۵۵۶۷	۰/۷۱۳۴	۰/۶۶۳۹
ضریب تغییرات	-	۴/۳۶	۲/۹۸	۳/۵۴	۳/۰۷	۲/۱۱

**، * و ^{ns} به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

www.SID.ir

Arshive of SID

کارایی بیولوژیک مصرف آب

طبق نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره اثر روش‌های آبیاری و رقم بر کارایی بیولوژیک مصرف آب در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار اما اثر سال و اثرات متقابل تیمارها غیر معنی‌دار بود (جدول ۹ و ۱۱). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت تابستانه نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی بیولوژیک مصرف آب به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم (۱/۹۶ کیلوگرم بر متر مکعب) و I_2 (۱/۳۲ کیلوگرم بر متر مکعب) تعلق داشت. ارزیابی روش‌های آبیاری بیانگر روند کاهشی به‌ترتیب در تیمار های I_3 (۱۱/۲۲ درصد)، I_4 (۱۶/۸۳ درصد) و I_2 (۳۲/۶۵ درصد) نسبت به تیمار I_1 (شاهد) بود. در میان رقم های ذرت بیش‌ترین کارایی بیولوژیک مصرف آب به سینگل کراس ۷۰۴ (۱/۸۰ کیلوگرم بر متر مکعب) تعلق گرفت هم‌چنین سینگل کراس ۶۱۶ و ۷۰۱ در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱۰). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت بهاره نشان‌داد بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی بیولوژیک مصرف آب به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم I_1 (۱/۵۸ کیلوگرم بر متر مکعب) و I_2 (۱/۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب) تعلق داشت. میان تیمار I_3 و I_4 از لحاظ آماری تفاوتی وجود نداشت. همانند کشت تابستانه روند کاهشی کارایی بیولوژیک مصرف آب در روش‌های آبیاری نسبت به تیمار شاهد در کشت بهاره نیز مشاهده شد (I_3: ۴/۴۳ درصد و I_2: ۶/۳۲ درصد) اما این افت چندان محسوس نیست. در میان رقم‌های ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی بیولوژیک مصرف آب به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۱/۵۶ کیلوگرم بر متر مکعب) و سینگل کراس ۶۱۶ (۱/۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب) تعلق گرفت (جدول ۱۲). صمصامی‌پور و همکاران (۱۳۹۴) گزارش دادند بیش‌ترین عملکرد و بالاترین کارایی بیولوژیک مصرف آب به علت آبیاری کامل در مراحل انتهایی رشد ذرت اتفاق افتاده است و عدم تفاوت معنادار عملکرد از نظر آماری در این تیمارها نسبت به شاهد (آبیاری نرمال) نشان می‌دهد آبیاری یک درمیان در مراحل میانی رشد (قبل از گلدهی) و آبیاری کامل در مراحل انتهایی رشد ذرت (مرحلهٔ زایشی) مناسب‌ترین گزینه از لحاظ مدیریت آبیاری است.

غلظت کلروفیل a

تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره نشان‌داد اثر روش‌های آبیاری و رقم بر کلروفیل a به‌ترتیب در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار اما اثر سال و اثرات متقابل تیمارها غیر معنی‌دار بود (جداول ۹ و ۱۱). مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری کشت تابستانه نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل a به‌ترتیب به تیمار های آبیاری مرسوم (۲/۶۷ میلی‌گرم در هر گرم برگ تر) و I_2 (۱/۷۵ میلی‌گرم در هر گرم برگ تر) تعلق داشت (جدول ۱۰). ارزیابی روش‌های آبیاری بیانگر روند کاهشی به‌ترتیب در تیمار های I_3 (۲۳/۲۲ درصد)، I_4 (۲۸/۴۶ درصد) و I_2 (۳۴/۴۵ درصد) نسبت به تیمار I_1 (شاهد) بود. در میان رقم‌های ذرت بیش‌ترین کلروفیل a به سینگل کراس ۷۰۴ (۲/۳۹ میلی‌گرم در هر گرم برگ تر) تعلق گرفت

www.SID.ir

Arshive of SID

(جدول ۱۰). طبق نتایج مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل a به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم I_1 (۲/۵۷ میلی‌گرم در هر گرم برگ تر) و I_2 (۱/۶۵ میلی گرم در هر گرم برگ تر) تعلق داشت.

جدول ۱۰: مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف آبیاری و رقم بر سایر صفات اگروفیزیولوژیکی در کشت تابستانه

تیمار	کارایی اقتصادی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی بیولوژیک مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	کلروفیل a (میلی گرم در هر گرم برگ تر)	کلروفیل b (میلی گرم در هر گرم برگ تر)	نسبت کلروفیل a به b
روش آبیاری					
I_1	۰/۹۹^{a}	۱/۹۶^{a}	۲/۶۷^{a}	۰/۸۹^{a}	۲/۹۵^{c}
I_2	۰/۷۱^{d}	۱/۳۲^{c}	۱/۷۵^{c}	۰/۵۵^{c}	۳/۱۸^{a}
I_3	۰/۸۸^{b}	۱/۷۴^{ab}	۲/۰۵^{b}	۰/۶۸^{b}	۳/۰۱^{b}
I_4	۰/۸۳^{c}	۱/۶۳^{b}	۱/۹۱^{bc}	۰/۶۳^{bc}	۳/۰۳^{b}
$LSD_{5\%}$	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۵۸	۰/۱۹	۰/۰۵
رقم					
سینگل کراس ۷۰۴	۰/۹۱^{a}	۱/۸۰^{a}	۲/۳۹^{a}	۰/۸۱^{a}	۲/۷۹^{b}
سینگل کراس ۶۱۶	۰/۸۱^{b}	۱/۵۵^{b}	۱/۸۵^{b}	۰/۶۰^{b}	۳/۰۵^{a}
سینگل کراس ۷۰۱	۰/۸۴^{b}	۱/۶۷^{b}	۱/۹۹^{b}	۰/۷۲^{b}	۲/۸۸^{ab}
$LSD_{5\%}$	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۳۹	۰/۰۸	۰/۰۸

*میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

همانند کشت تابستانه روند کاهشی کلروفیل a در روش‌های آبیاری نسبت به تیمار شاهد در کشت بهاره نیز مشاهده شد (I_3: ۲۵/۲۹ درصد، I_2: ۲۹/۹۶ درصد و I_4: ۳۵/۷۹ درصد). Greaves و Wang (۲۰۱۷) نتایج مشابهی را گزارش نمودند. هم‌چنین در میان روش‌های ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل a به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۲/۲۸ میلی‌گرم در هر گرم برگ تر) و سینگل کراس ۶۱۶ (۱/۷۹ میلی‌گرم در هر گرم برگ‌تر) تعلق گرفت (جدول ۱۲). در این تحقیق کم آبیاری خصوصاً در تیمارهای I_4 و I_2 سبب کاهش غلظت کلروفیل a و به تبع آن کاهش سبزینگی گیاه، افت جذب نور و کاهش عملکرد شد اما تیمار I_3 کم‌ترین کاهش در میزان کلروفیل a را نسبت به آبیاری مرسوم داشته لذا در صورت محدودیت منابع آب کم آبیاری در مرحله ۱۲ برگی تا ظهور برگ ابریشم توصیه می‌شود.

کلروفیل b

تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره نشان‌داد اثر روش آبیاری و رقم بر کلروفیل b در سطح آماری یک و پنج درصد معنی‌دار اما اثر سال و اثرات متقابل تیمار ها غیر معنی‌دار بود (جدول ۹ و ۱۱). مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت تابستانه نشان‌داد بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل b به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم (۰/۸۹ میلی‌گرم در هر گرم برگ تر) و I_2 (۰/۵۵ میلی‌گرم در هر گرم برگ تر) تعلق داشت. در میان رقم‌های ذرت بیش‌ترین کلروفیل b به سینگل کراس ۷۰۴ (۰/۸۱ میلی گرم در هر گرم برگ تر) تعلق گرفت (جدول ۱۰). طبق نتایج مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل b به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم I_1 (۰/۸۱ میلی گرم در هر

www.SID.ir

Arshive of SID

گرم برگ تر) و I_2 (۰/۴۸ میلی گرم در هر گرم برگ تر) تعلق داشت (جدول ۱۲).

جدول ۱۱: خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر روش‌های مختلف آبیاری و رقم بر سایر صفات اگروفیزیولوژیکی در کشت بهاره

منابع تغییر	درجه آزادی	کارایی اقتصادی مصرف آب	کارایی بیولوژیک مصرف آب	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل a به b
سال	۱	۰/۰۹۴۸^{ns}	۰/۲۹۰۱^{ns}	۰/۳۸۰۲^{ns}	۰/۰۸۱۲۷^{ns}	۰/۴۱۰۹^{ns}
خطای ۱ (بلوک×سال)	۴	۰/۲۱۴۲	۰/۱۸۳۹	۰/۱۹۱۹	۰/۳۳۴۵	۰/۲۱۰۷
روش آبیاری	۳	۷/۶۹۸۴**	۹/۸۹۱۷*	۱۱/۱۲۶۹*	۸/۵۵۱۲**	۱۳/۰۹۱۷*
سال×روش‌های آبیاری	۳	۰/۱۲۴۶^{ns}	۰/۱۰۹۵^{ns}	۰/۱۲۸۸^{ns}	۰/۱۱۰۹^{ns}	۰/۱۹۷۵^{ns}
خطای ۲ (سال×بلوک× روش های آبیاری)	۱۲	۰/۳۸۲۱	۰/۰۲۳۷۱	۰/۰۹۳۳۲	۰/۲۷۹۴	۰/۱۹۱۹
رقم	۲	۱۴/۹۳۷۴**	۲۹/۰۹۳۵*	۳۵/۲۱۹۷*	۱۲/۸۸۷۱*	۳۸/۰۹۳۷*
ژنوتیپ × روش های آبیاری	۶	۰/۰۸۶۳^{ns}	۰/۶۶۳۴^{ns}	۰/۹۸۳۱^{ns}	۰/۰۷۱۱^{ns}	۰/۸۸۲۴^{ns}
سال×رقم	۲	۰/۴۰۲۱^{ns}	۰/۵۵۲۲^{ns}	۰/۸۹۴۷^{ns}	۰/۳۹۰۲^{ns}	۰/۹۷۳۲^{ns}
رقم×سال× روش های آبیاری	۶	۰/۲۹۸۹^{ns}	۰/۶۹۰۴^{ns}	۰/۹۱۲۳^{ns}	۰/۳۱۶۴^{ns}	۰/۸۹۳۱^{ns}
خطای ۳	۳۲	۰/۵۱۳۷	۰/۲۵۳۷	۰/۵۵۶۲	۰/۴۹۷۷	۰/۶۶۱۲
ضریب تغییرات	-	۳/۷۹	۳/۵۵	۲/۶۶	۲/۱۱	۱/۵۵

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

میان رقم های ذرت بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل b به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۰/۷۴ میلی گرم در هر گرم برگ تر) و سینگل کراس ۶۱۶ (۰/۵۳ میلی گرم در هر گرم برگ تر) تعلق گرفت (جدول ۱۲). خاکسار و همکاران (۱۳۹۳) کاهش محتوی نسبی آب برگ را از عوامل مؤثر در تخریب و کاهش کلروفیل b گزارش نمود. یافته‌های کلامیان و همکاران (۱۳۸۵) نیز نشان‌داد تنش کم آبی در هر دو مرحله رویشی و زایشی ذرت منجر به کاهش معنی‌دار محتوی کلروفیل نسبت به تیمار شاهد (آبیاری مرسوم) شد. سایر محققین نیز در شرایط تن خشکی اختلال در سنتز کلروفیل b و a را ارائه کرده اند (طباطبایی، ۱۳۹۰؛ مجدم، ۱۳۸۵).

نسبت کلروفیل a به b

تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره نشان داد اثر روش آبیاری و رقم بر نسبت کلروفیل a به b در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار اما اثر سال و اثرات متقابل تیمارها غیر معنی‌دار بود (جدول ۹ و ۱۱). بر اساس نتایج این تحقیق، در کشت تابستانه نسبت غلظت کلروفیل a به کلروفیل b در شرایط محدویت منابع آب و کم آبیاری افزایش یافت، به‌طوری‌که این نسبت از ۲/۹۵ در تیمار آبیاری مرسوم با تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، به مقدار ۳/۱۸ در تیمار I_2 افزایش یافت (جدول ۱۰). این مسئله نسبت می‌تواند بیانگر حساس‌تر بودن کلروفیل b به شرایط تنش کمبود آب باشد. روند مشابهی در خصوص تیمارهای آبیاری در کشت بهاره مشاهده شد. Majid و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کرده‌اند که تنش‌خشکی غلظت کلروفیل a را بیش‌تر از کلروفیل b کاهش می‌دهد که باعث افزایش نسبت کلروفیل a/b می‌شود. Halli و Angadi (۲۰۱۷) بیان داشته‌اند که این تفاوت به واسطه تغییر در سیستم های فتوسنتزی در جهت نسبت کم‌تر PSII/PSI تحت

www.SID.ir

Arshive of SID

تنش‌خشکی است.

جدول ۱۲: مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف آبیاری و رقم بر سایر صفات اگروفیزیولوژیکی در کشت بهاره

تیمار	کارایی اقتصادی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی بیولوژیک مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	کلروفیل a (میلی گرم در هر گرم برگ)	کلروفیل b (میلی گرم در هر گرم برگ)	نسبت کلروفیل a به b
روش آبیاری					
I_1	۰/۸۱^{a}	۱/۵۸^{a}	۲/۵۷^{a}	۰/۸۱^{a}	۳/۱۱^{c}
I_2	۰/۶۳^{d}	۱/۲۵^{c}	۱/۶۵^{c}	۰/۴۸^{c}	۳/۴۵^{a}
I_3	۰/۷۷^{b}	۱/۵۱^{b}	۱/۹۲^{b}	۰/۶۱^{b}	۳/۱۸^{bc}
I_4	۰/۷۴^{c}	۱/۴۸^{b}	۱/۸۰^{bc}	۰/۵۴^{bc}	۳/۳۱^{b}
$LSD_{5\%}$	۰/۴۱	۰/۲۵	۰/۶۲	۰/۱۸	۰/۰۴
رقم					
سینگل کراس ۷۰۴	۰/۷۸^{a}	۱/۵۶^{a}	۲/۲۸^{a}	۰/۷۴^{a}	۲/۹۵^{b}
سینگل کراس ۶۱۶	۰/۶۸^{c}	۱/۳۶^{c}	۱/۷۹^{b}	۰/۵۳^{c}	۳/۳۵^{a}
سینگل کراس ۷۰۱	۰/۷۳^{b}	۱/۴۵^{b}	۱/۸۶^{ab}	۰/۶۵^{b}	۳/۰۱^{b}
$LSD_{5\%}$	۰/۳۸	۰/۲۴	۰/۳۶	۰/۰۷	۰/۰۵

*میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

مقایسه صفات اندازه‌گیری شده در دو کشت تابستانه و بهاره با آزمون T-test

نتایج مقایسه صفات در دو کشت تابستانه و بهاره نشان‌داد میانگین کلیه صفات مورد بررسی (به استثنای شاخص برداشت) دارای تفاوت معنی‌داری است (جدول ۱۳). لازم به ذکر است مقادیر مربوط به صفات کشت تابستانه همواره در سطح بالاتری نسبت به کشت بهاره قرار داشت لذا عرف منطقه مبنی‌بر کاشت رقم‌های مورد بررسی در استان خوزستان در کشت تابستانه قابل توصیه است.

جدول ۱۳: نتایج مقایسه صفات اندازه گیری شده در فصول بهار و تابستان با آزمون T-test

صفات	فصل	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف معیار استاندارد	t
عملکرد دانه	تابستان	۱۲	۵۸۶۲	۲۳۳۵	۸/۰۳**
	بهار	۱۲	۳۰۶۵	۱۱۵۴	
عملکرد بیولوژیک	تابستان	۱۲	۱۱/۴۱	۴/۴۳	۷/۹۸**
	بهار	۱۲	۵/۹۳	۲/۱۱	
تعداد ردیف در بلال	تابستان	۱۲	۱۲/۹۹	۱/۵۰	۱۳/۲۲*
	بهار	۱۲	۱۰/۷۳	۱/۵۹	
تعداد دانه در ردیف	تابستان	۱۲	۳۰/۵۰	۳/۵۶	۲۳/۹۶**
	بهار	۱۲	۲۳/۵۳	۳/۶۰	
وزن دانه	تابستان	۱۲	۳۱۲/۷۳	۲۲/۲۱	۶۹/۲۶**
	بهار	۱۲	۱۹۵/۹۶	۲۱/۷۳	
کارایی اقتصادی مصرف آب	تابستان	۱۲	۰/۸۴	۰/۳۹	۱۵/۹۸*
	بهار	۱۲	۰/۷۵	۰/۳۱	
کارایی بیولوژیک مصرف آب	تابستان	۱۲	۱/۶۴	۰/۷۵	۱۱/۸۵*
	بهار	۱۲	۱/۴۵	۰/۶۳	
کلروفیل a	تابستان	۱۲	۲/۰۷	۱/۰۱	۰/۹۵*
	بهار	۱۲	۱/۹۴	۰/۹۵	
کلروفیل b	تابستان	۱۲	۰/۶۸	۰/۳۲	۰/۴۴*
	بهار	۱۲	۰/۵۹	۰/۲۹	
نسبت کلروفیل a به b	تابستان	۱۲	۲/۹۵	۱/۴۱	۱۲/۱۷*
	بهار	۱۲	۳/۱۶	۱/۵۱	

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

www.SID.ir

Arshive of SID

نتیجه‌گیری

مقایسه تیمارهای کم آبیاری نشان داد تیمار I_2 کم‌ترین عملکرد، اجزای عملکرد، کلروفیل a و b، محتوای نسبی آب و کارایی مصرف آب (اعم از اقتصادی و بیولوژیک) را کسب کرده و بیش‌ترین درصد کاهش را در صفات اندازه‌گیری شده نسبت به آبیاری مرسوم به خود اختصاص داد لذا اجرای کم آبیاری در این مراحل ابتدایی و میانی رشد (۴ برگی تا ظهور ابریشم بلال) توصیه نمی‌شود. با توجه به محدودیت روزافزون منابع آب جهت اعمال کم آبیاری باید برنامه‌ریزی آبیاری را در صورت محدودیت مقدار آب طوری تنظیم کرد که گیاه در مرحلهٔ حساس (خصوصاً مراحل زایشی) دچار کم آبی نشود لذا مقایسه دو تیمار I_3 و I_4 نشان داد، آبیاری یک جویچه در میان در مرحله ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال (تیمار I_3) کم-ترین کاهش را در عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به آبیاری مرسوم داشته و قابل توصیه می‌باشد، به‌عبارتی کم آبیاری درمرحله ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی دانه بر عملکرد دانه و میزان علوفه اثر منفی قابل ملاحظه ایی داشته و می‌توان با آبیاری کامل در این مرحله و کم آبیاری در مراحل میانی رشد (۱۲ برگی تا ظهور برگ ابریشم) مناسب‌ترین گزینه برای مقابله با محدودیت منابع آب باشد. مقایسه کشت بهاره و تابستانه بیانگر تفاوت معنی‌دار و برتری محسوس کشت تابستانه در صفات اندازه‌گیری شده است به نظر می‌رسد کشت مرسوم ذرت در فصل تابستان علیرغم محدودیت منابع آب مناسب‌تر است. با توجه به اثر انکار ناپذیر اجزاء عملکرد بر عملکرد دانه و اثر پذیری اجزاء عملکرد از شرایط اقلیمی منطقه انتخاب ژنوتیپ مطابق با شرایط اقلیمی هر منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تولید بیش‌ترین عملکرد دانه توسط رقم سینگل کراس ۷۰۴ را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی از جمله پتانسیل عملکرد بالاتر، زودرسی و انطباق بیش‌تر با شرایط محیطی و برتری در تمام شاخص‌های اگروفیزیولوژیک بررسی شده مرتبط دانست.

منابع

اردلان، و.، ف. آقایاری، ف. پاک نژاد، م. صادقی شعاع، ش. اسماعیل زاده خراسانی و ز. فاطمی ریکا. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش کم آبیاری و شیوه های آبیاری بر عملکرد دو رقم ذرت. ۱۳۹۱. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۸. شماره ۳. ص: ۱۸۹-۱۷۵.

بیگلوئی، م. ح.، ع. کافی قاسمی، م. جواهردشتی و م. اصفهانی. ۱۳۹۲. اثر رژیم های آبیاری بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در منطقه رشت. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۵. شماره ۳. ص: ۲۰۶-۱۹۶.

خاکسار، آ.، ا. نادری، ا. آینه بند، و ش. لک. ۱۳۹۳. ارزیابی اثر همزمان کم آبیاری و تنش قطع آب بر صفات فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴. مجله پژوهش های به زراعی. جلد ۶. شماره ۱. ص: ۷۸-۶۳.

خاقانی، ش.، ی.ع. سیدمحمدی، م. خیاط.و ن.س. سید محمدی. ۱۳۹۲. کاربرد نرم افزار SAS در تجزیه و

www.SID.ir

Arshive of SID

تحلیل آزمایش های تجزیه مرکب و طرح بلوک های ناقص. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک. ۳۴۰ صفحه.

خرمیان، م. ۱۳۸۱. بررسی اثر کم آبیاری به روش جویچه ای یک در میان بر عملکرد ذرت دانه ای در شمال خوزستان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۳. شماره ۱۱. ص: ۱۰۱-۹۱.

صمصامی پور، م.، پ. افراسیاب، م.ر. امداد، م. دلبری. و ف. کاراندیش. ۱۳۹۴. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه ای در مدیریت آبیاری جویچه ای یک درمیان متناوب. تحقیقات آب و خاک ایران. جلد ۴۶. شمارهٔ ۱. ص: ۱۸-۱۱.

علیزاده، ا. ۱۳۸۱. رابطه آب و خاک و گیاه (ترجمه). چاپ اول. انتشارات آستان قدس. ۳۵۳ ص.

عباسی، ف.، ک. صادق زاده و ا. نجفی. ۱۳۷۹. تاثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت. مجله تحقیقات فنی و مهندسی. جلد ۵. شماره ۱۸. ص: ۳۷-۲۳.

طباطبائی، ع.، ا. مهرانی، و س. م. نقی بالقرا. ۱۳۹۰. بررسی فواصل آبیاری در هیبریدهای ذرت به منظور کاهش آب مصرفی و حصول بیش‌ترین عملکرد. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان. کرمان.

فریدی، ف.، م. رمرودی، م. گلوی، ب. سیاهسر و س. خاوری خراسانی. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر روش کاشت بر ویژگی‌های زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام شیرین ذرت در شرایط شور. مجله بوم شناسی کشاورزی. جلد ۵. شماره ۲. ص: ۱۹۷-۱۸۸.

قبادی، ر.، ع. شیرخانی.و ع. جلیلیان. ۱۳۹۴. بررسی اثرات تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف آب و نیتروژن گیاه ذرت (SC۷۰۴). مجله پژوهش و سازندگی (زراعت). شماره ۱۰۶. ص: ۸۷-۷۹.

کرملا چعب، ع.، س. ع. سیادت، ح. حمدی، ح. منجزی و ا. کوچک زاده. ۱۳۹۶. اثر سطوح فیلترکیک بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد بلال ذرت شیرین تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل. مجله بوم شناسی کشاورزی. جلد ۹. شماره ۲. صفحات: ۴۳۲-۴۲۱.

کلامیان، س.، ع. م. مدرس ثانوی، و خ. محمدی. ۱۳۸۵. تغییرات متابولیت های سازگار و خصوصیات کلروفیل در هیبریدهای پربرگ و تجاری ذرت در شرایط کمبود آب در مراحل مختلف رشد، همایش منطقه ای بهینه سازی کمیت و کیفیت محصولات دیم. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه. کرمانشاه.

گودرزیان، م.، س. منصوری فر. و م .سعیدی. ۱۳۹۱. بررسی برخی از صفات فیزیولوژیکی هیبرید های مختلف ذرت

www.SID.ir

Arshive of SID

در شرایط تنش خشکی در مراحل رویشی و زایشی. دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.

مجدم، م. و ع، مدحج. ۱۳۹۱. اثر سطوح نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و اجزای عملکرد دانهٔ ذرت دانه ای در شرایط بهینه و تنش خشکی. نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۱۰. شماره ۳. ص: ۵۵۴-۵۴۶.

مجدم، م. ۱۳۸۵. اثرات تنش کمبود آب و مدیریت مصرف نیتروژن بر خصوصیات اگروفیزیولوژیکی و عملکرد دانه ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط آب و هوایی خوزستان. پایان نامه دوره دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات خوزستان. ۲۲۲ ص.

محمودیان، م.، م. اسماعیل زاده. و م. نصری. ۱۳۹۰. پاسخ تاج پوشش، کلروفیل برگ، هدایت روزنه ای و عملکرد ارقام گندم نان به تنش خشکی. فصلنامه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۳. شماره ۲. ص: ۱۵۸-۱۴۴.

هاشمی دزفولی، س. ا. ۱۳۷۳. مفهوم کارآیی مصرف آب. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۲۵. ص: ۳۷-۳۴.

Arnon, D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoxidase in beta vulgaris. Journal of Plant Physiology. 24: 1-15.

Cai, Q., Y. Zhang, Zh. Sun, J. Zheng, W. Bai, Y. Zhang, Y. Liu, L. Feng, Ch. Feng, Zh. Zhang, N. Yang, J. B. Evers. and L. Zhang. 2017. Morphological plasticity of root growth under mild water stress increases water use efficiency without reducing yield in maize. Journal of Biogeosciences. 14: 3851–3858.

Corcoles, H. L., J. A. D. Juan. and M. R. Picornell. 2017. Comparison of yield components and quality factors of sweet corn under different irrigation scheduling strategies. Journal of Outlook on Agriculture. 46(3): 203-212.

Dingman, S. L. 2002. Chapter 6, Water in soils: infiltration and redistribution. Physical Hydrology (Second Ed.). Upper Saddle River. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. p. 646. USA.

Ertek, A. and B. Kara. 2013. Yield and quality of sweet corn under deficit irrigation. Journal of Agricultural Water Management. 129: 138-144.

Farre, I. and J. M. Faci. 2009. Deficit irrigation in maize for reducing agricultural water use in a Mediterranean environment. Journal of Agricultural Water Management. 96: 383-394.

Furgassa., Z. Sh. 2017. The Effect of deficit irrigation on maize crop under conventional furrow irrigation in adami tulu central rift valley of ethiopia. Journal of Applied Engineering. 1(1): 8-19.

Greaves, G. E. and Y. M. Wang. 2017. Yield response, water productivity, and seasonal water production functions for maize under deficit irrigation water management in southern Taiwan. Journal of Plant Production Science. 20(4): 353-365.

Halli, H. M. and S. S. Angadi. 2017. Response of Land Configuration and Deficit Irrigation on

www.SID.ir

Arshive of SID

Growth and Yield Attributes of Maize (*Zea mays* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(5): 52-60.

Majid, M. A., M. Saiful Islam, A. E. L. Sabagh, M. K. Hasan, C. Barutcular, D. Ratnasekera. and M. S. Islam. 2017. Evaluation of growth and yield traits in corn under irrigation regimes in sub-tropical climate. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 5(2): 143-150.

Manh-Ha., B. 2017. A review of growth stage deficit irrigation effecting sticky maize production. Journal of GeoScience Engineering. 18(2): 13-18.

Mansouri-Far, C., S. A. M. Modarres Sanavy. and S. F. Saberali. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. Journal of Agricultural Water Management. 97: 12-22.

Oikeh, S. O., J. G, Itling. and A. E. Okoruwa. 1998. Nitrogen fertilizer management effects on maize grain quality in the West African. Journal of Crop Science. 38: 1056 -1061.

Ritchie, S. W. and H. T. Nguyen. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Journal of Crop Science. 30: 105-111.

Rudnick, D., S. Irmak, Ch. Ray, J. Schneekloth, M. Schipanski, I. Kisekka, A. Schlegel, J. Aguilar, D. Rogers, D. Mitchell, Ch.West , Th. Marek, Q. Xue, W. Xu. and D. Porter. 2017. Deficit irrigation management of corn in the high plains: A Review. Proceedings of the 29th Annual Central Plains Irrigation Conference. Feb. 21-22. Burlington. Colorado. USA. Pp: 66-84.

Sabagh, A. E. L., C. Barutçular. and M. Sohidul Islam. 2017. Relationships between stomatal conductance and yield under deficit irrigation in maize (*Zea mays* L.). Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 5(1): 14-21.

Simsek, M., A. Can, N. Denek. and T. Tonkaz. 2011. The effects of different irrigation regimes on yield and silage quality of corn under semi-arid conditions. African Journal of Biotechnollogy. 10(31): 5869-5877.

Tshiabukole, J. P. K., A. M. Kankolongo, G. P. Khonde, A. M. Djamba, R. K. Vumilia. and K. Nkongolo. 2017. Analysis of adaptive response of maize (*Zea mays* L.) varieties from DRCongo to water stress. American Journal of Plant Sciences. 8: 2282-2295.

Xue, Q., Th. H. Marek, W. Xu. and J. Bell. 2017. Irrigated Corn Production and Management in the Texas High Plains. Journal of Contemporary Water Research and Education. 162(1): 31-41.

www.SID.ir