ارزیابی اثر رژیم‌های آبیاری بر شاخص‌های رشد هیبریدهای ذرت در فصل‌های بهار و تابستان در اقلیم گرم و خشک خوزستان

سعید ذاکر نژاد[۱و۲]، احمد نادری*[۳]، سید ابوالحسن هاشمی دزفولی[۴]، شهرام لک[۵] و مجتبی علوی‌فاضل[۶]

۱) گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
*نویسنده مسئول: **a.naderi.edu@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۱۹**

چکیده

این پژوهش جهت بررسی تأثیر روش‌های مختلف آبیاری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک رشد هیبریدهای ذرت دانه‌ای طبق آزمایش کرت خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در دو فصل بهار و تابستان اجرا شد. عامل اصلی شامل چهار روش آبیاری مختلف و عامل فرعی شامل ارقام سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۷۰۱ (کارون) و سینگل کراس ۶۱۶ (مبین) بود. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد در کشت بهاره و تابستانه، اثر روش‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر ماده خشک کل و شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی و دوام سطح برگ معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد 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 ماده خشک کل، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی و دوام سطح برگ را داشت و بیشترین کاهش را در صفات اندازه‌گیری شده نسبت به تیمار I_1 یا شاهد (آبیاری مرسوم) به خود اختصاص داد، لذا اجرای کم آبیاری در مراحل ابتدایی و میانی رشد (چهار برگی تا ظهور ابریشم بلال) توصیه نمی‌شود. برتری سینگل کراس ۷۰۴ نسبت به سایر هیبریدها در صفات اگروفیزیولوژیک را می‌توان به پتانسیل عملکرد بالاتر، زودرسی و انطباق بیشتر با شرایط محیطی مرتبط دانست. نتایج مقایسه کشت بهاره و تابستانه بیانگر تفاوت معنی‌دار در صفات اندازه‌گیری شده (به جز سرعت جذب خالص) بود. اعمال کم آبیاری در تیمار I_3 (آبیاری یک در میان جویچه در مرحله ۱۲ برگی تا ظهور ابریشم بلال) کمترین کاهش را در شاخص‌های رشد (در مقایسه با سایر تیمارهای کم آبیاری) نسبت به آبیاری مرسوم داشت، لذا آبیاری کامل در مرحله ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی دانه و کم آبیاری در مراحل میانی رشد (۱۲ برگی تا ظهور برگ ابریشم) به عنوان مناسب‌ترین گزینه برای مقابله با محدودیت منابع آب قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رقم، شاخص سطح برگ و ماده خشک کل.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

مقدمه

ذرت یکی از مهم‌ترین غلات در تغذیه انسان و دام است که در شرایط مختلف آب و هوایی به صورت دانه‌ای و علوفه‌ای تولید می‌شود (بیگلوئی و همکاران، ۱۳۹۲). در شرایط کمبود آب استفاده از روش‌های کم آبیاری یکی از مهمترین راه‌های کاشت اقتصادی ذرت است (پیکرستان و همکاران، ۱۳۹۶). کم آبیاری راهبردی بهینه برای به عمل آوردن محصولات زراعی تحت شرایط کمبود آب است که هدف اصلی از اجرای آن افزایش راندمان کاربرد آب از طریق کاهش میزان حجم آب آبیاری در هر نوبت یا حذف نوبت‌هایی از آبیاری است که کمترین میزان بازدهی را دارند (حمزه‌ئی و صادقی می آبادی، ۱۳۹۲)، لذا می‌توان سطح زیر کشت را گسترش داد و در مصرف آب صرفه‌جویی نمود. به عبارتی در شرایط کمبود آب عملکرد گیاه آگاهانه کاهش داده می‌شود تا کاهش محصول در واحد سطح با افزایش سطح زیر کشت جبران شود (کریمی و همکاران، ۱۳۸۸). از آنجا که رشد گیاهان متأثر از پتانسیل ژنتیکی و اثرات رقابتی آن‌ها است، لذا از شاخص‌های رشد می‌توان در شناسایی تفاوت ژنتیکی ارقام، معرفی رقم برتر، منبع مورد رقابت، زمان آغاز رقابت و پیش‌بینی اثرات رقابتی استفاده کرد (میرشکاری احمدی و همکاران، ۱۳۹۴). ماده خشک تولیدی گیاه زراعی را می‌توان با استفاده از شاخص‌هایی نظیر سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی که هر دو از مهمترین شاخص‌های رشد می‌باشند مورد تجزیه آماری قرار داد (William and Westgate, 2013). Ertek و Kara (۲۰۱۳) گزارش دادند روند تجمع ماده خشک برگ و ساقه در گیاهانی که در معرض تنش موقت کمبود آب در مرحله رویشی واقع شدند به شدت کاهش یافت، این گیاهان بعد از رفع تنش آب نتوانستند کاهش ماده خشک که ناشی از کمبود آب در مرحله یاد شده است را جبران نمایند. سرعت رشد محصول که میزان تغییرات ماده خشک در واحد سطح و زمان را بیان می‌نماید به طور موثر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. از آن‌جا که سطح برگ، عامل مهمی در جذب کربن است در شرایط تنش خشکی، به دلیل تغییر در سطح برگ، سرعت رشد محصول نیز دچار تغییر می‌شود (Pierson *et al*., 2012). رفیعی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند تنش خشکی ملایم در گیاه ذرت، باعث کاهش سطح برگ‌های بالایی می شود، در حالی که تنش خشکی شدیدتر باعث کاهش سطح تمامی برگ‌ها می‌شود. با افزایش تنش خشکی، تعداد برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافته و از ۱۶ برگ به ۱۵ و ۱۴ برگ می‌رسد. تنش خشکی اگر قبل از گل‌دهی واقع شود، سطح برگ ذرت را کاهش می‌دهد که خود باعث کاهش جذب تشعشع خورشید و کاهش عملکرد می‌شود اما تنش بعد از گل‌دهی، بیشتر بر دوام سطح برگ سبز اثر منفی دارد. برای تیمار بدون تنش شاخص سطح برگ برابر ۴/۴ و برای تیمارهای با تنش ملایم و شدید به ترتیب برابر ۳/۶ و ۲/۸ حاصل شد. در تحقیقی بر کم آبیاری در ذرت علوفه ای، به ازای کاهش ۵۵ درصد آب مصرفی در آبیاری تناوبی جویچه ها، به‌طور میانگین ۲۲ درصد کاهش در شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و سرعت رشد نسبی به دست آمد (Anderson *et al*.,

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

Simsek و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند کم آبیاری در اوایل رشد رویشی، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و سرعت رشد گیاه و ماده خشک را در گیاه ذرت به مقدار کمی کاهش می‌دهد و در مرحله رشد زایشی، باعث کاهش شدید این شاخص‌ها می‌شود. Balnus و Rinaldi (۲۰۱۵) گزارش کردند با کاهش آب قابل دسترس، مدت زمان ظهور نوک برگ‌ها (فیلوکرون) در ذرت طولانی‌تر می‌شود و چنین شرایطی باعث کاهش معنی‌دار اندازه برگ‌ها، طول میانگره‌ها و تأخیر در ظهور گل آذین نر و ابریشم‌ها می‌شود. برخی محققین بر اهمیت تأمین آب کافی در مرحله رشد رویشی ذرت تأکید کرده‌اند، به اعتقاد آن‌ها تنش آب در مرحلهٔ رشد رویشی و قبل از گرده افشانی، اگر چه اثر کمتری بر عملکرد نهایی نسبت به کمبود آب در مرحلهٔ گلدهی و پر شدن دانه‌ها دارد، اما از این نظر که بر گسترش برگ و توسعه ساقه تأثیر گذاشته و میزان تجمع مواد در این اندام را به شدت تغییر می‌دهد دارای اهمیت است (Kuscu and Demir, 2013). Benjamin و Ritchie (۲۰۰۷) با اعمال تنش رطوبتی در مراحل اولیه رشد ذرت دریافتند کاهش آب در این مرحله باعث کاهش ماده خشک کل گیاه می شود. Mekonen (۲۰۱۱) گزارش داد با افزایش شدت تنش خشکی، میزان دما و سرعت تنفس گیاه افزایش و سطح برگ کاهش یافته و این واکنش در نهایت موجب کاهش سرعت رشد محصول خواهد شد. میزان جذب و تحلیل خالص مواد پرورده نیز که بیانگر نسبت تغییرات وزن خشک گیاه در واحد سطح برگ و در واحد زمان است، در اثر تنش خشکی کاهش می یابد. برخی محققان علت را بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش خشکی و کاهش فتوسنتز نسبت به واحد سطح برگ دانسته‌اند (Abd El-Halim *et al*., 2013). روند تغییرات سرعت رشد نسبی در طول دورهٔ رشد گیاه کاهشی است، تنش خشکی از طریق سرعت بخشیدن به تشکیل بافت‌های تمایز یافته و یا کاهش تشکیل بافت‌های مریستمی، باعث افزایش سرعت کاهش این مولفه می‌شود (Ciganda *et al*., 2008). در استان خوزستان به دلیل عدم دسترسی به آب کافی و یا هم زمانی رشد ذرت با سایر گیاهان زراعی نظیر برنج و یا محصولات جالیزی، این گیاه در طول فصل رشد خصوصاً در مرحله رشد رویشی و پیش از ظهور گل تاجی، با کمبود آب مواجه می‌گردد (مجدم و مدحج، ۱۳۹۱)، لذا مدیریت آبیاری امری ضروری تلقی می‌شود. این تحقیق با توجه به چالش‌های موجود در کشاورزی پایدار در کشور و منطقه در رابطه با محدودیت منابع آب جهت کشت ذرت انجام گرفت و به بررسی اثرات روش‌های مختلف آبیاری بر شاخص‌های رشد هیبریدهای ذرت در فصول بهار و تابستان پرداخته است.

مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز جهت ارزیابی اثر روش‌های مختلف آبیاری و هیبریدهای 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 گردید (آزمایش در هر سال زراعی در دو فصل

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

بهار و تابستان به طور مجزا انجام شد). عامل اصلی (روش آبیاری) در چهار سطح و عامل فرعی شامل سه هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۷۰۱ (کارون) و سینگل کراس ۶۱۶ (مبین) بود (جدول ۱). 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 به ترتیب عبارتند از ۲۴۰ میلی‌متر، ۲۳ درجه سانتی‌گراد، ۳۰۰۰ میلی متر و ۱۲ متر می‌باشد. خصوصیات آب و هواشناسی منطقه در جدول‌های ۲ و ۳ و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تحت آزمایش در جدول ۴ درج شده است.

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 (میلی‌متر)	میانگین حداقل دما (سانتی‌متر)	میانگین حداکثر دما (سانتی گراد)	میانگین حداقل رطوبت نسبی (درصد)	میانگین حداکثر رطوبت نسبی (درصد)
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 پارامترهای هواشناسی مکان آزمایش در فصل بهار

ماه	بارندگی (میلی‌متر)	میانگین حداقل دما (سانتی‌متر)	میانگین حداکثر دما (سانتی گراد)	میانگین حداقل رطوبت نسبی (درصد)	میانگین حداکثر رطوبت نسبی (درصد)
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

بذور هیبریدهای مورد بررسی از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان تهیه شد. کاشت ذرت در طی دو سال زراعی انجام شد؛ کشت بهاره طی هفته آخر ماه بهمن و برداشت در هفته دوم خرداد و کشت تابستانه طی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

هفته آخر تیر ماه و برداشت در هفته چهارم آذر انجام شد. ابعاد هر کرت ۵ × ۶ متر مربع و هر بلوک شامل ۱۲ تیمار بود. هر کرت فرعی شامل ۶ ردیف و فاصله بین ردیف ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها بر روی خطوط کاشت ۱۸ سانتی‌متر (تراکم۷۵۰۰۰ بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. 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. برای مبارزه با علف‌های هرز قبل از کاشت از مخلوط علفکش آترازین بر اساس یک کیلوگرم در هکتار و لاسو بر اساس چهار لیتر در هکتار استفاده شد، آفات و بیماری خاصی در طول فصل مشاهده نشد، لذا هیچ‌گونه قارچ‌کش یا آفت‌کشی مصرف نگردید. آبیاری زمانی که میزان رطوبت خاک به کمتر از ۳۰ درصد از حد ظرفیت زراعی رسید، انجام می‌گردید. جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر تیمار، با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به‌صورت روزانه و متوالی توسط آگر از خاک مزرعه در عمق توسعه ریشه نمونه‌برداری 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 می‌گردید. 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 زراعی کاسته شد و به‌عبارتی حد درصد رطوبت خاک به ۱۷ درصد رسید آبیاری انجام می‌گردید. برای اندازه‌گیری شاخص های رشد هر ۱۴ روز یک بار نمونه‌برداری صورت گرفت. ابتدا سه بوته از هر کرت به‌صورت کاملاً تصادفی برداشت شده و سپس وزن خشک کل و سطح برگ اندازه‌گیری شدند.

جدول ۴: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت آزمایش

عمق خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)
۰-۳۰	۷/۸۵	۴/۵۵	۰/۵۲	۸/۵۵	۱۸۱
رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم)
۳۳	۳۶	۳۱	لوم-رسی	۱/۳۵	۱۰/۶

جهت اندازه‌گیری سطح برگ ذرت از دستگاه سطح برگ‌سنج (LiCore-3100) استفاده شد. برای تعیین وزن خشک کل نیز ابتدا نمونه‌ها به مدت زمان کافی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد حرارت در آون قرار داده شدند و سپس توسط ترازو

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.2.8]

وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. مقادیر CGR (سرعت رشد محصول)، NAR (سرعت جذب خالص) و RGR (سرعت رشد نسبی) با استفاده از رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ محاسبه شدند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۹۱):

رابطه ۱: $CGR\ (gr.m^{-2}.day^{-1}) = TDM_2\text{-}TDM_1/(T_2\text{-}T_1)\times GA$

رابطه ۲: $NAR\ (gr.m^{-2}.day^{-1}) = LnLAI_2\text{-}\ LnLAI_1/(LAI_2\text{-}LAI_1)\times CGR$

رابطه ۳: $RGR\ (gr.gr^{-1}.day^{-1}) = LnTDM_2\text{-}LnTDM_1/(T_2\text{-}T_1)$

که در این رابطه‌ها TDM وزن خشک کل گیاه در هر مرحله از نمونه‌برداری (گرم در متر مربع)، $T_2\text{-}T_1$ فاصله زمانی میان دو نمونه‌برداری (روز)، GA سطح اشغال شده توسط گیاه (متر مربع)، LAI شاخص سطح برگ. رسیدگی دانه‌ها با تشکیل لایه سیاه در قاعده دانه‌ها مشخص گردید و برداشت نهایی با توجه به فصل کاشت در هفته دوم خرداد و هفته چهارم آذر صورت پذیرفت. هم‌چنین جهت محاسبه دوام سطح برگ (LAD) از رابطه ۴ استفاده شد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۹۱):

رابطه ۴: $LAD= \sum [(LAI_1+LAI_2/2) \times (t_2\text{-}t_1)]$

در این رابطه t_1 و t_2 به‌ترتیب روز پس از سبز شدن در نمونه‌گیری اول و دوم و LAI_1 و LAI_2 به ترتیب مقدار شاخص سطح برگ در زمان‌های t_1 و t_2 است. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۸ انجام شد، برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح آماری پنج درصد استفاده گردید. مقایسه صفات اندازه‌گیری شده در فصول بهار و تابستان با آزمون T-test انجام شد. لازم به ذکر است اعداد تجزیه شده، مقدار کمی شاخص‌های رشد در مرحله گلدهی (ظهور گل آذین نر) هستند.

نتایج و بحث

ماده خشک کل

نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه نشان داد اثر سال و اثرات متقابل تیمارها معنی‌دار نبود، اما اثر روش‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر ماده خشک کل در سطح آماری یک درصد می‌باشد (جدول ۵). مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری و هیبرید (در کشت تابستانه) در جدول ۶ ارائه شده است. ارزیابی روش‌های آبیاری بیانگر روند کاهشی به میزان ۲۲ درصد در تیمار I_3، ۴۰ درصد در تیمار I_4 و ۶۷ درصد در تیمار I_2 نسبت به تیمار I_1 (شاهد) بود. تیمار آبیاری مرسوم از تجمع ماده خشک بالاتر و تیمار I_2 کمترین مقدار ماده خشک کل را به خود اختصاص داد. تنش کمبود آب با تأثیر بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه باعث کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌شود و در نهایت با کاهش میزان فتوسنتز می‌تواند باعث کاهش عملکرد گیاه گردد. به‌نظر می‌رسد ادامه این روند سبب می‌شود فشار تورژسانس در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.2.8]

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 بیولوژیکی می‌گردد (صمصامی‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). هم‌چنین به‌نظر می‌رسد دلیل برتری تیمار I_3 بر I_4 برخورد دوره پر شدن دانه با کمبود آب و کوتاه شدن این دوره موجب کاهش تجمع ماده خشک می‌گردد، زیرا کم‌آبیاری عمدتاً در دوره ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی در تیمار I_4 اعمال می‌گردد، لذا مناسب نبودن شرایط فراهمی منابع آب در بعد از گلدهی تأثیر منفی بیشتری بر خصوصیات رشدی نسبت به کم‌آبیاری قبل از گلدهی دارد. طبق نتایج مقایسه میانگین هیبریدهای ذرت در کشت تابستانه بیشترین ماده خشک کل با ۱۳۶۳ گرم بر متر مربع به سینگل کراس ۷۰۴ و کمترین مقدار با ۱۰۲۰ گرم بر متر مربع به سینگل کراس ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۶). مقدار حداکثر ماده خشک کل برای رقم سینگل کراس ۷۰۴ بیش از سایر هیبریدها (۷۰۱ و ۶۱۶) بود که این امر بیانگر پتانسیل بالاتر هیبرید فوق در تولید مواد فتوسنتزی در شرایط مورد آزمایش است. تجزیه واریانس کشت بهاره نشان داد اثر روش‌های آبیاری و هیبرید بر ماده خشک کل به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد، اما اثر سال و اثرات متقابل معنی‌دار نبود (جدول ۷). در مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری کشت بهاره بیشترین ماده خشک کل با ۸۴۲ گرم بر متر مربع به تیمار آبیاری مرسوم (I_1) و کمترین ماده خشک کل با ۳۶۸ گرم بر متر مربع به تیمار I_2 تعلق داشت. روند کاهشی ماده خشک کل در روش‌های مختلف آبیاری نسبت به تیمار شاهد در کشت بهاره همانند کشت تابستانه نیز مشاهده گردید. در بین هیبریدهای ذرت کشت بهاره بیشترین و کمترین ماده خشک کل به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۷۰۱ گرم بر متر مربع) و سینگل کراس ۶۱۶ (۶۲۵ گرم بر متر مربع) تعلق گرفت (جدول ۸). تجمع ماده خشک در گیاهانی که در معرض تنش کمبود آب در مراحل ۴ برگی تا ظهور ابریشم برگ بلال واقع شدند (تیمار I_2) در مقایسه با سایر تیمارها به شدت کاهش یافت، لذا گیاهان تحت این تیمار بعد از رفع تنش آب نتوانستند کاهش ماده خشک ناشی از کمبود آب در مرحله یاد شده را جبران نمایند. به نظر می رسد گیاهانی که در تیمار I_4 طی مرحله ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی دانه در معرض تنش کمبود آب قرار گرفتند، هر چند انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از برگ و ساقه به دانه افزایش می‌یابد، اما به‌دلیل اینکه دوره رشد زایشی بر اثر کمبود آب به‌شدت کاهش یافت، لذا در این گیاهان انتقال مواد از اندام ذخیره‌ای، نتوانست اُفت تولید ماده خشک ناشی از کوتاه شدن دوره پر شدن دانه را جبران نماید لذا تجمع ماده خشک به شدت کاهش می‌یابد. فلاحی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش دادند تنش آب سبب کاهش ماده خشک تجمعی گیاه ذرت می‌گردد که ناشی از ریزش برگ‌های پایینی گیاه، افزایش سرعت تنفس، افزایش هورمون‌های بازدارنده و کاهش دوام سطح برگ است. محققین بر اهمیت تأمین آب کافی در مرحله رشد رویشی ذرت تأکید کرده‌اند، زیرا تنش آب در مرحله رشد رویشی و قبل از گرده افشانی اگر چه اثر کمتری بر عملکرد نهایی نسبت به کمبود آب در مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌ها دارد، اما از این

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.2.8]

نظرکه بر گسترش برگ و توسعه ساقه تأثیر گذاشته و میزان تجمع مواد در این اندام‌ها را به‌شدت تغییر می‌دهد دارای اهمیت است (Kuscu and Demir, 2013; Rakers, 2013). تنش خشکی باعث کاهش حداکثر تجمع ماده خشک کل در گیاه گردید به‌نظر می‌رسد علت اصلی کاهش تجمع ماده خشک کل در شرایط تنش خشکی، کاهش شاخص سطح برگ و یا به‌عبارتی سطح فتوسنتز کننده گیاه بود. با اعمال آبیاری مرسوم پس از مرحله ابریشم‌دهی در تیمار I_3 روند تجمع ماده خشک به‌دلیل افزایش جذب نور توسط شاخص سطح برگ بیشتر، بهبود کارآیی فتوسنتزی برگ‌ها و ایجاد مخزن قوی یعنی دانه‌های در حال تشکیل، تسریع یافت. وزن خشک با سطح برگ و دوام آن متناسب است لذا هر عاملی که باعث افزایش بیشتر برگ‌های سبز شود، وزن خشک را افزایش می‌دهد. هیبرید ۶۱۶ دارای کمترین تجمع ماده خشک کل نسبت به سایر هیبریدها بوده و نشانگر حساسیت بیشتر این هیبرید نسبت به کم آبیاری در مقایسه با سایر هیبریدها می‌باشد. در مقابل هیبرید ۷۰۴ بیشترین مقدار ماده خشک کل را دارا بوده که بیانگر پتانسیل بالاتر هیبرید یاد شده در تولید مواد فتوسنتزی در شرایط کم آبیاری است. هم‌چنین هیبریدهایی با دوره رشد طولانی‌تر ماده خشک بیشتری نیز تولید می‌کنند. Dawadi و Sah (۲۰۱۲) گزارش کردند در مرحله ۱۰ برگی، رشد گیاه ذرت شدت می‌یابد و تا ورود به مرحله زایشی ادامه دارد، لذا هر تنشی در این مرحله باعث کاهش رشد و کوچکی برگ‌ها می‌شود. Ge و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند در بوته‌هایی که آب کمتری دریافت کردند، شاخص سطح برگ کمتر، طول دوره رشد کوتاه‌تر و وقوع زود هنگام رسیدن فیزیولوژیک عامل مهمی در کاهش وزن خشک بود.

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر روش‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر شاخص‌های رشد در کشت تابستانه

منابع تغییر	درجه آزادی	ماده خشک کل	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول	سرعت جذب خالص	سرعت رشد نسبی	دوام سطح برگ
سال	۱	۰/۱۹۹۱^{ns}	۰/۰۹۱۲^{ns}	۰/۰۱۷۱^{ns}	۰/۰۱۲۲^{ns}	۰/۰۵۰۴^{ns}	۰/۵۵۰۹^{ns}
خطای ۱ (بلوک×سال)	۴	۸/۲۱۱۹	۰/۱۱۳۷	۰/۲۱۴۱	۰/۰۲۳۴	۰/۰۶۱	۱۱/۱۸۸۶
روش آبیاری	۳	۸۸۹/۱۱۶۴**	۷۷/۸۵۷۰*	۱۵۱/۰۱۹۹**	۱۰/۷۷۱۱*	۸/۱۱۱*	۴۰۷۹/۱۲۰۹**
سال× روش های آبیاری	۳	۰/۴۴۳۹^{ns}	۰/۰۱۰۹^{ns}	۰/۰۰۷۷^{ns}	۰/۰۴۰۱۲^{ns}	۰/۰۶۳^{ns}	۰/۷۹۴۹^{ns}
خطای ۲ (سال×بلوک×روش های آبیاری)	۱۲	۰/۸۷۲۲	۰/۰۲۲۹	۰/۱۳۳۹	۰/۴۱۶۳	۰/۳۲۳	۱/۰۳۳۱
هیبرید	۲	۴۰۱/۲۱۹۹**	۰/۱۹۸۷*	۱۸۹/۴۱۹۰*	۰/۳۳۶۴*	۰/۱۱۰۷*	۲۱۰۴/۲۹۰۸**
هیبرید × روش های آبیاری	۶	۰/۴۸۱۱ ^{ns}	۰/۸۸۹۷ ^{ns}	۷/۳۳۰۱ ^{ns}	۰/۵۱۳۰ ^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۱۹۲۹ ^{ns}
سال × هیبرید	۲	۰/۰۹۱۴^{ns}	۰/۰۹۰۲^{ns}	۰/۰۹۶۵^{ns}	۰/۰۱۹۳^{ns}	۰/۰۴۱^{ns}	۰/۵۵۸۲^{ns}
هیبرید ×سال× روش های آبیاری	۶	۰/۰۷۲۵^{ns}	۰/۰۴۱۴^{ns}	۰/۰۸۱۱^{ns}	۰/۰۳۲۷^{ns}	۰/۰۷۳^{ns}	۰/۵۹۰۳^{ns}
خطای ۳	۳۲	۰/۸۹۲۵	۰/۶۱۲۲	۰/۵۸۱۹	۰/۶۱۹۹	۰/۰۳۲	۰/۷۷۷۳
ضریب تغییرات	-	۷/۹۱	۴/۲۱	۶/۵۵	۴/۸۸	۵/۲۳	۷/۹۵

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

جدول ۶: مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر شاخص‌های رشد در کشت تابستانه

تیمار	ماده خشک کل (گرم بر متر مربع)	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز)	دوام سطح برگ (روز)
روش آبیاری						
I_1	۱۷۶۶^{a*}	۶/۰۱^{a}	۴۴/۴۱^{a}	۱۱/۳۹^{a}	۰/۰۷^{a}	۱۶۱^{a}
I_2	۵۸۰^{d}	۳/۳۵^{c}	۲۸/۳۸^{d}	۸/۵۰^{c}	۰/۰۳^{b}	۱۳۰^{d}
I_3	۱۳۷۱^{b}	۵/۳۰^{ab}	۳۸/۵۱^{b}	۱۰/۴۶^{ab}	۰/۰۵^{ab}	۱۵۰^{b}
I_4	۱۰۵۵^{c}	۴/۳۲^{b}	۳۳/۱۵^{c}	۹/۵۱^{b}	۰/۰۴^{ab}	۱۴۰^{c}
$LSD_{5\%}$	۶/۵	۰/۳۲	۱/۱۵	۰/۳۲	۰/۰۱	۹/۵
هیبرید						
سینگل کراس ۷۰۴	۱۳۶۳^{a}	۵/۰۵^{a}	۴۰/۶۱^{a}	۱۱/۷۰^{a}	۰/۰۶^{a}	۱۵۶^{a}
سینگل کراس ۶۱۶	۱۰۲۰^{c}	۴/۳۷^{b}	۳۳/۱۶^{b}	۹/۱۹^{b}	۰/۰۴^{b}	۱۳۸^{c}
سینگل کراس ۷۰۱	۱۱۹۷^{b}	۴/۷۴^{ab}	۳۵/۵۴^{ab}	۱۰/۰۱^{ab}	۰/۰۵^{a}	۱۴۵^{b}
$LSD_{5\%}$	۷/۱	۰/۲۱	۰/۹۸	۰/۲۱	۰/۰۱	۸/۲

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

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره نشان داد اثر روش‌های آبیاری و هیبریدهای ذرت بر شاخص سطح برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، اما در مقابل اثر سال و اثرات متقابل تیمارها معنی‌دار نبود (جدول‌های ۵ و ۷). مقایسات میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت تابستانه نشان داد بیشترین و کمترین مقدار شاخص سطح برگ به‌ترتیب به تیمار آبیاری مرسوم (۶/۰۱) و تیمار I_2 (آبیاری یک جویچه در میان از مرحله چهاربرگی تا ظهور ابریشم بلال) با مقدار ۳/۳۵ تعلق داشت. بررسی روش‌های آبیاری نشان دهنده روند کاهشی به میزان ۱۲ درصد در تیمار I_3، ۲۸ درصد در تیمار I_4 و ۴۵ درصد در تیمار I_2 نسبت به تیمار I_1 (شاهد) بود. طبق نتایج مقایسه میانگین هیبریدهای ذرت در کشت تابستانه بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ (۵/۰۵) و سینگل کراس ۶۱۶ (۴/۳۷) تعلق گرفت (جدول ۶). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت بهاره نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ با ۴/۶۱ به تیمارهای آبیاری مرسوم و کمترین شاخص سطح برگ با ۱/۶۸ به تیمار I_2 تعلق داشت. در کشت بهاره همانند کشت تابستانه آبیاری یک جویچه در میان منجر به کاهش شاخص سطح برگ به ترتیب در تیمار های I_3، I_4 و I_2 نسبت به تیمار شاهد گردیده است هر چند تیمارهای I_3 و I_4 تفاوت کمتری داشتند. مقایسه هیبریدهای ذرت در کشت بهاره نشان داد بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ با ۳/۴۱ و ۲/۷۴ به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۸).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.2.8]

دلیل کاهش شاخص سطح برگ تحت شرایط کم آبیاری نسبت به شرایط آبیاری مرسوم را می‌توان به کاهش مواد فتوسنتزی برای رشد و توسعه سلول‌های برگ و افزایش پیری برگ در شرایط تنش کم آبیاری نسبت داد. پیکرستان و همکاران (۱۳۹۶) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. در همین راستا فلاحی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش دادند توسعه سریع برگ‌ها پس از آن‌که گیاه در معرض تنش قرار می‌گیرد، کاهش یافته و در نهایت وقتی سرعت پیری برگ‌ها بیش از سرعت توسعه برگ‌ها باشد، سطح برگ و به تبع آن تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد. کاهش سطح برگ در اثر تنش خشکی یکی از اثرات آشکار کمبود آب در گیاهان زراعی است که اثرات منفی آن به‌ویژه در هنگام تلاقی تنش با مرحله رشد رویشی قابل ملاحظه می‌باشد. به‌نظر می‌رسد افزایش دسترسی به رطوبت خاک می‌تواند از طریق افزایش طول دوره رشد گیاه، تغییر زاویه برگ‌ها نسبت به ساقه، افزایش دوام سطح برگ و تولید برگ‌های بزرگتر باعث بهبود شاخص سطح برگ شود. با توجه به اینکه از عوامل موثر بر رشد و تولید گیاهان میزان جذب نور توسط برگ‌ها و تبدیل آن‌ها به مواد فتوسنتزی است افزایش میزان سطح برگ در مزرعه باعث افزایش جذب نور و در نهایت منجربه افزایش تجمع ماده خشک در گیاه می‌گردد، زیرا تجمع ماده خشک بستگی کامل به شاخص سطح برگ دارد (Harrison *et al*., 2014). Friedrik (۲۰۱۲) گزارش داد تنش‌های مختلف محیطی از جمله تنش خشکی از طریق کاهش تولید و سرعت بخشیدن به پیری برگ‌ها، شاخص سطح برگ گیاهان زراعی را کاهش می‌دهند. گیاهان تحت شرایط تنش خشکی شاخص سطح برگ خود را از طریق لوله کردن برگ‌ها و یا پیری و ریزش زود هنگام آن‌ها کاهش می‌دهند (Seetseng, 2008). به‌گزارش Tolk و همکاران (۲۰۱۶) کمبود آب در طول دوره رشد رویشی منجر به کوچک شدن، تسریع زردی و پیر شدن برگ‌ها گردیده و شاخص سطح برگ و میزان جذب نور توسط گیاه را کاهش داد، تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ شده و این کاهش به‌صورت نسبی تا پایان دوره رشد گیاه ادامه یافت. نوری اظهر و احسان‌زاده (۱۳۸۶) گزارش دادند تنش خشکی از طریق کاهش تولید و رشد و افزایش پیری برگ‌ها شاخص سطح برگ را کاهش می‌دهند. Kaman و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند در مرحله ۱۰ برگی، رشد گیاه ذرت شدت می‌یابد و این فرآیند تا ورود به مرحله زایشی ادامه دارد لذا هر تنشی در این مرحله باعث کاهش رشد و کوچک شدن برگ‌ها می‌شود، پژوهشگران دیگر نیز کاهش وزن برگ در اثر کاهش آب مورد نیاز را گزارش کرده‌اند (Kashiani *et al*., 2011).

سرعت رشد محصول

نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره نشان داد اثر روش‌های آبیاری و هیبریدهای ذرت بر سرعت رشد محصول به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود، اما در مقابل اثر سال و اثرات متقابل تیمارها معنی‌دار نبود (جدول‌های ۵ و ۷). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت تابستانه نشان داد که بیشترین سرعت رشد محصول با مقدار

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

۴۴/۴۱ گرم بر متر مربع در روز به تیمارهای آبیاری مرسوم و کمترین مقدار سرعت رشد محصول با ۲۸/۳۸ گرم بر متر مربع در روز به تیمار I_2 تعلق داشت. در کشت تابستانه روند کاهشی سرعت رشد محصول در تیمار های I_3، I_4 و I_2 نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۳/۲۸، ۲۵/۳۵ و ۳۶/۰۹ درصد وجود داشت. در این پژوهش بیشترین سرعت رشد محصول به تیمار آبیاری مرسوم تعلق داشت و با اعمال کم آبیاری از مرحله ۴ برگی تا ظهور ابریشم بلال (تیمار I_2) صفت مذکور به صورت قابل ملاحظه ای کاهش یافت، به‌نظر می رسد علت آن ریزش برگ های پایینی و کاهش سطح برگ و لوله‌ای شدن برگ به‌منظور جلوگیری از اتلاف آب در شرایط کم‌آبی باشد. مقایسه هیبریدهای ذرت در کشت تابستانه نشان داد بیشترین و کمترین سرعت رشد محصول با ۴۰/۶۱ و ۳۳/۱۶ گرم بر متر مربع در روز به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۶). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت بهاره نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار سرعت رشد محصول به‌ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم (۳۵/۸۸ گرم بر متر مربع در روز) و تیمار I_2 (۲۰/۷۳ گرم بر متر مربع در روز) تعلق داشت. در کشت بهاره همانند کشت تابستانه آبیاری یک جویچه در میان منجر به کاهش سرعت رشد محصول به‌ترتیب در تیمار های I_3، I_4 و I_2 نسبت به تیمار شاهد گردیده است.

مقایسه هیبریدهای ذرت در کشت بهاره نشان داد بیشترین و کمترین سرعت رشد محصول با ۳۱/۳۷ و ۲۴/۳۵ سرعت رشد محصول به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۸). در تیمار I_3 در مقایسه با سایر تیمارهای کم آبیاری به‌دلیل شاخص سطح برگ بالاتر، سطح مزرعه به‌وسیله جامعه گیاهی به نحو مناسب‌تری پوشانده شده و سایه انداز بسته‌تری تشکیل می‌شود. در این شرایط از عوامل و منابع محیطی نیز به خوبی استفاده شده و در نتیجه میزان فتوسنتز، ماده سازی و سرعت رشد محصول نیز در سطح بالاتری نسبت به سایر تیمار های کم‌آبیاری قرار می گیرد. گیاهان سه کربنه معمولاً سرعت رشد محصول کمتری دارند و در بیشتر موارد حدود ۲۰ گرم بر مترمربع بر روز است (معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بر روز است)، گیاهان چهار کربنه از جمله ذرت مقدار سرعت رشد زیادتری دارند که ۳۰ تا ۴۰ گرم بر مترمربع بر روز (معادل ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بر روز) است (غیاث آبادی و همکاران، ۱۳۹۳) که با نتایج حاصل از این پژوهش هم‌خوانی نسبی دارد. از آنجایی که آسیمیلاسیون گیاه در شرایط تنش رطوبتی به میزان زیادی توسط دو عامل اصلی سطح برگ و فتوسنتز در هر واحد سطح برگ کنترل می‌شود، تنش رطوبتی با کاهش سطح برگ سبز موجب کاهش سطح فتوسنتز کننده و در نتیجه کاهش تولید ماده خشک می‌گردد، از این‌رو مقدار سرعت رشد محصول همواره در تمام تیمارهای کم‌آبیاری نسبت به تیمار آبیاری مرسوم کمتر بود. تیمار I_2 بیشترین کاهش سرعت رشد محصول را نسبت به سایر تیمارهای کم آبیاری را دارا بود که به‌نظر می‌رسد این امر را می توان به کاهش ماده خشک بر اثر ریزش برگ‌های پایینی ذرت و فتوسنتز خالص منفی نسبت داد. ولد آبادی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند سرعت رشد محصول پس از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

سبز شدن به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن کاهش یافت و در مراحل پایانی دوره رشد، منفی شد، زیرا گیاه به جای تولید مواد جدید بیشتر به انتقال مواد می‌پردازد و در مرحله رسیدگی، برگ‌ها زرد می‌شوند و ریزش می‌کنند که سبب از بین رفتن فتوسنتز و منفی شدن سرعت رشد محصول می‌شود. در شرایط بدون تنش، دسترسی بهتر به آب و مواد غذایی کافی موجب افزایش شاخه‌های جانبی و افزایش سطح برگ و گستردگی کانوپی در گیاه می‌شود، لذا در این شرایط سرعت رشد محصول بیش‌تر از شرایط تنش کم‌آبی است.

جدول ۷: نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر روش‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر شاخص‌های رشد در کشت بهاره

منابع تغییر	درجه آزادی	ماده خشک کل	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول	سرعت جذب خالص	سرعت رشد نسبی	دوام سطح برگ
سال	۱	۵/۹۸۸۱^{ns}	۰/۰۷۹۶^{ns}	۰/۰۰۶۲^{ns}	۰/۰۱۰۸^{ns}	۰/۰۳۲۴^{ns}	۰/۲۳۶۰^{ns}
خطای ۱ (بلوک×سال)	۴	۱۲/۹۲۲۹	۰/۱۲۱۱	۰/۳۲۵۲	۰/۳۲۱۱	۰/۱۵۵۸	۸/۲۵۸۷
روش آبیاری	۳	۷۱۱/۲۲۰۱**	۵۵/۹۵۹۱*	۱۴۵/۰۹۱۲**	۱۰/۵۵۲۲*	۶/۲۵۱*	۳۳۰۱/۹۰۴۹**
سال× روش های آبیاری	۳	۰/۴۱۰۳^{ns}	۰/۰۱۰۴^{ns}	۰/۰۳۶۵^{ns}	۰/۰۳۳۱۷^{ns}	۰/۰۴۱^{ns}	۰/۸۵۱۹^{ns}
خطای ۲ (سال×بلوک× روش های آبیاری)	۱۲	۰/۶۵۲۱	۰/۱۲۰۹	۰/۳۲۵۷	۰/۵۱۴۹	۰/۲۱۹۷	۰/۵۲۳۹
هیبرید	۲	۳۵۰/۱۱۰۹*	۰/۲۳۹۹*	۱۴۵/۹۱۸۰*	۴۵/۹۳۶۵*	۳۱/۹۱۱۸*	۱۵۱۱/۲۳۶۴**
هیبرید ×روش های آبیاری	۶	۰/۰۵۱۹^{ns}	۰/۰۴۳۳^{ns}	۰/۰۸۱۷^{ns}	۰/۰۹۵۱^{ns}	۰/۶۲۹۱^{ns}	۰/۰۶۲۷^{ns}
سال× هیبرید	۲	۰/۱۶۲۹^{ns}	۰/۰۷۷۲۱^{ns}	۰/۱۷۲۱^{ns}	۰/۲۱۶۵^{ns}	۰/۲۹۵۳^{ns}	۰/۰۸۲۱^{ns}
هیبرید ×سال× روش های آبیاری	۶	۰/۰۸۱۳^{ns}	۰/۰۳۱۵^{ns}	۰/۰۶۳۷^{ns}	۰/۰۲۲۹^{ns}	۰/۱۸۱۹^{ns}	۰/۰۵۲۱^{ns}
خطای ۳	۳۲	۰/۴۹۳۷	۰/۵۱۱۱	۰/۹۳۱۴	۰/۷۱۴۲	۱/۰۲۵۹	۰/۲۶۳۷
ضریب تغییرات	-	۷/۹۷	۵/۱۹	۶/۱۲	۴/۱۱	۵/۵۹	۷/۲۵

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

جدول ۸: مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر شاخص‌های رشد در کشت بهاره

تیمار	ماده خشک کل (گرم بر متر مربع)	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز)	دوام سطح برگ (روز)
روش آبیاری						
I_1	۸۴۲^{a}	۴/۶۱^{a}	۳۵/۸۸^{a}	۷/۴۶^{a}	۰/۰۶^{a}	۱۲۰^{a}
I_2	۳۶۸^{d}	۱/۶۸^{c}	۲۰/۷۳^{d}	۴/۴۷^{c}	۰/۰۲^{b}	۹۰^{d}
I_3	۷۴۸^{b}	۳/۴۴^{b}	۳۰/۸۰^{b}	۶/۵۱^{ab}	۰/۰۴^{ab}	۱۱۱^{b}
I_4	۶۶۸^{c}	۲/۶۲^{bc}	۲۵/۴۶^{c}	۵/۴۸^{b}	۰/۰۳^{ab}	۱۰۱^{c}
$LSD_{5\%}$	۷/۱	۰/۲۵	۱/۴۵	۰/۲۹	۰/۰۱	۹/۵
هیبرید						
سینگل کراس ۷۰۴	۷۰۱^{a}	۳/۴۱^{a}	۳۱/۳۷^{a}	۶/۹۶^{a}	۰/۰۵^{a}	۱۱۵^{a}
سینگل کراس ۶۱۶	۶۲۵^{c}	۲/۷۴^{b}	۲۴/۳۵^{b}	۴/۹۹^{b}	۰/۰۳^{b}	۹۹^{c}
سینگل کراس ۷۰۱	۶۵۴^{b}	۳/۰۹^{ab}	۲۷/۹۱^{ab}	۶/۰۱^{ab}	۰/۰۴^{a}	۱۰۵^{b}
$LSD_{5\%}$	۸/۹	۰/۱۹	۰/۸۵	۰/۱۲	۰/۰۱	۷/۹

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

سرعت جذب خالص

اهمیت سرعت جذب خالص در این است که میزان فتوسنتز انجام شده توسط اندام‌های غیر از برگ نظیر ساقه و گل آذین است که می توانند سهم قابل ملاحظه‌ای در عملکرد محصول داشته باشند را بیان می‌کند (Ge *et al.*, 2012). نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره نشان داد اثر روش‌های آبیاری و هیبریدهای ذرت بر سرعت جذب خالص در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، اما در مقابل اثر سال و اثرات متقابل تیمارها معنی‌دار نبود (جدول‌های ۵ و ۷). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت تابستانه نشان داد بیشترین و کمترین مقدار سرعت جذب خالص با مقدار ۱۱/۳۹ گرم بر متر مربع در روز به تیمار آبیاری مرسوم (I_1) و کمترین سرعت جذب خالص با ۸/۵۰ گرم بر متر مربع در روز به تیمار آبیاری یک جویچه در میان از مرحله چهاربرگی تا ظهور ابریشم بلال (I_2) تعلق داشت. بررسی روش‌های آبیاری نشان دهنده روند کاهشی به میزان ۸/۱۶ درصد در تیمار I_3، ۱۶/۵۰ درصد در تیمار I_4 و ۲۵/۳۷ درصد در تیمار I_2 نسبت به تیمار I_1 (شاهد) بود. طبق نتایج مقایسه میانگین هیبریدهای ذرت در کشت تابستانه بیشترین سرعت جذب خالص با مقدار ۱۱/۷۰ گرم بر متر مربع در روز به سینگل کراس ۷۰۴ و کمترین سرعت جذب خالص با ۹/۱۹ گرم بر متر مربع در روز به سینگل کراس ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۶). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت بهاره نشان داد بیشترین و کمترین سرعت جذب خالص به ترتیب با مقدار ۷/۴۶ گرم بر متر مربع در روز به تیمارهای آبیاری مرسوم و ۴/۴۷ گرم بر متر مربع در روز به تیمار I_2 تعلق داشت. در کشت بهاره همانند کشت تابستانه آبیاری یک جویچه در میان منجر به کاهش سرعت جذب خالص به ترتیب در تیمار های I_3، I_4 و I_2 نسبت به تیمار شاهد گردیده است. مقایسه هیبریدهای ذرت در کشت بهاره نشان داد بیشترین و کمترین سرعت جذب خالص با ۶/۹۶ و ۴/۹۹ گرم بر متر مربع در روز به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۸). تیمار I_2 بیشترین کاهش در سرعت جذب خالص در میان تیمارهای کم‌آبیاری را نسبت به تیمار آبیاری مرسوم دارا است که به‌نظر می‌رسد در این تیمار برگ‌های پیر و پژمرده زیادتر بوده، لذا توان فتوسنتزی برگ‌ها کاهش می‌یابد و این امر باعث کاهش بیشتر سرعت جذب خالص می‌گردد. Yan و همکاران (۲۰۱۶) به نتایج مشابهی مبنی بر کاهش سرعت جذب خالص در اثر افزایش شدت تنش خشکی دست یافتند. طبق نظر غیاث آبادی و همکاران (۱۳۹۳)، میزان جذب خالص با گذشت زمان ثابت نمی‌ماند و با افزایش سن گیاه یک افت نزولی در رشد و تکامل نشان می‌دهد و این افت نسبی در محیط نامناسب و تنش خشکی و کمبود آب تسریع می‌شود.

سرعت رشد نسبی

نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره نشان داد اثر روش‌های آبیاری و هیبریدهای ذرت بر سرعت رشد نسبی به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود، اما در مقابل اثر سال و اثرات متقابل تیمارها معنی‌دار نبود (جدول‌های ۵ و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

۷). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت تابستانه نشان داد بیشترین سرعت رشد نسبی با مقدار ۰/۰۷ گرم بر گرم در روز به تیمارهای آبیاری مرسوم و کمترین مقدار سرعت رشد نسبی با ۰/۰۳ گرم بر گرم در روز در روز به تیمار I_2 تعلق داشت. در کشت تابستانه روند کاهشی سرعت رشد نسبی در تیمار های I_3، I_4 و I_2 نسبت به تیمار شاهد وجود داشت. مقایسه هیبریدهای ذرت در کشت تابستانه نشان داد بیشترین و کمترین سرعت رشد نسبی با ۰/۰۶ و ۰/۰۴ گرم بر گرم در روز در روز به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۶). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت بهاره نشان داد بیشترین و کمترین مقدار سرعت رشد نسبی به ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم (۰/۰۶ گرم بر گرم در روز) و تیمار I_2 (۰/۰۲ گرم بر گرم در روز) تعلق داشت. در کشت بهاره همانند کشت تابستانه آبیاری یک جویچه در میان منجر به کاهش سرعت رشد نسبی به ترتیب در تیمارهای I_3، I_4 و I_2 نسبت به تیمار شاهد گردیده است. مقایسه هیبریدهای ذرت در کشت بهاره نشان داد بیشترین و کمترین سرعت رشد نسبی با ۰/۰۵ و ۰/۰۳ گرم بر گرم در روز به ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۸). علت کاهش سرعت رشد نسبی در طول فصل رشد را می توان به افزایش سن برگ‌ها (به‌ویژه برگ‌های پایین‌تر کانوپی)، سایه اندازی برگ‌ها روی یکدیگر و در نتیجه کاهش بازدهی فتوسنتزی آن‌ها و نیز افزایش بافت‌های ساختمانی که در فتوسنتز نقشی نداشته و در نتیجه باعث افزایش هزینه-های تنفس نگهداری گیاه می‌شود نسبت داد (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۹۴). بالاتر بودن مقدار سرعت رشد نسبی در تیمار آبیاری مرسوم و I_3 نسبت به سایر تیمارها را می‌توان به سرعت جذب خالص بالا در طول دوره رشد و سطح برگ بالای آن نسبت به سایر تیمارها دانست. تیمار I_2 در مقایسه با سایر تیمارهای کم‌آبیاری از سرعت رشد نسبی کمتری در مقایسه با سایر تیمارهای کم آبیاری برخوردار است، زیرا با کاهش دسترسی به آب و افزایش تنش خشکی کمتر شدن میزان ماده خشک تولیدی به ازای ماده خشک کل گیاه را به‌دنبال داشت که با نظر برخی پژوهشگران هم‌خوانی داشت (Zlatev and Lidon, 2012). در مقابل سرعت رشد نسبی بالاتر تیمار I_3 نسبت به سایر تیمارهای کم آبیاری را می‌توان به‌دلیل ثبات بیشتر ماده خشک در روش‌های آبیاری مذکور در انتهای فصل رشد و ریزش کمتر برگ نسبت داد. کاهش سرعت رشد نسبی گیاه در طی فصل رشد، می‌تواند به پیری برگ‌های پایینی، در سایه قرار گرفتن آن‌ها و هم‌چنین افزایش بافت‌ها و کربوهیدرات های ساختمانی که در فتوسنتز نقشی ندارند نسبت به بافت های متابولیکی فعال نسبت داده شود (Zaidi *et al*., 2008) که این امر در تیمار I_2 بیشتر مشاهده شده است، زیرا بیشترین کاهش را در سرعت رشد نسبی در میان تیمارهای کم آبیاری را نسبت به تیمار آبیاری مرسوم دارا است، به‌نظر می‌رسد تیمار I_2 رقابت برای کسب آب و عناصر غذایی در دوره زمانی بیشتری از فصل رشد را داشته و در نتیجه میزان فتوسنتز خالص و در نهایت سرعت رشد نسبی کاهش بیشتری نسبت به سایر تیمارهای کم آبیاری داشته‌اند، در همین راستا حق‌جو و بحرانی (۱۳۹۴) نیز گزارش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.2.8]

دادند احتمالاً با وجود تنش آب یا بافت‌های بالغ زودتر تشکیل می‌گردد یا اینکه سرعت تشکیل بافت‌های تقسیم شونده کاهش می‌یابد.

دوام سطح برگ

دوام سطح برگ بر اساس تعداد روزهای ماندگاری برگ روی گیاه در نظر گرفته می شود و با بهبود آبیاری متناسب با نیاز گیاه این ویژگی به شدت بهبود می‌یابد. هم‌چنین وجود تفاوت های ژنتیکی و میزان انطباق با شرایط محیطی عوامل تعیین کننده ایی در تغییر مدت زمان سبز ماندن برگ ها و به تبع آن می تواند باعث تفاوت در مدت دوام سطح برگ در ارقام مختلف ذرت گردد. نتایج تجزیه واریانس کشت تابستانه و بهاره نشان داد اثر روش‌های آبیاری و هیبریدهای ذرت بر دوام سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما در مقابل اثر سال و اثرات متقابل تیمارها معنی‌دار نبود (جدول‌های ۵ و ۷). مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت تابستانه نشان داد که بیشترین دوام سطح برگ با مقدار ۱۶۱ روز به تیمارهای آبیاری مرسوم و کمترین مقدار دوام سطح برگ با ۱۳۰ روز به تیمار I_2 تعلق داشت. در کشت تابستانه روند کاهشی دوام سطح برگ در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۷، ۱۳ و ۲۰ درصد وجود داشت. مقایسه هیبریدهای ذرت در کشت تابستانه نشان داد بیشترین و کمترین دوام سطح برگ با ۱۵۶ و ۱۳۸ روز به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۶). برای دست‌یابی به یک عملکرد بیولوژیک مطلوب نیاز به توسعه سریع کانوپی، دست‌یابی سریع‌تر به حداکثر شاخص سطح برگ و هم‌چنین دوام سطح برگ بالاتر برای حداکثر جذب نور و تکمیل رشد در زمان مطلوب است. مقایسه میانگین روش‌های مختلف آبیاری در کشت بهاره نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار دوام سطح برگ به ترتیب به تیمارهای آبیاری مرسوم (۱۲۰ روز) و تیمار I_2 (۹۰ روز) تعلق داشت. در کشت بهاره همانند کشت تابستانه آبیاری یک جویچه در میان منجر به کاهش دوام سطح برگ به ترتیب در تیمار های I_2، I_3 و I_4 نسبت به تیمار شاهد گردیده است. مقایسه هیبریدهای ذرت در کشت بهاره نشان داد بیشترین و کمترین دوام سطح برگ با مقادیر ۱۱۵ و ۹۹ روز به‌ترتیب به سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۱۶ تعلق گرفت (جدول ۸). از آنجا که تنش خشکی شاخص سطح برگ را از طریق کاهش رشد و افزایش پیری برگ‌ها تحت تأثیر قرار می دهد، لذا انتظار می‌رود دوام سطح برگ نیز به تبع شرایط محیطی ذکر شده با کاهش همراه باشد. Yan و همکاران (۲۰۱۶) گزارش داد مدیریت بهینه آبیاری باعث افزایش شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ گردید که همین عامل باعث جذب حداکثر نور می‌گردد که در نهایت باعث افزایش کارایی مصرف تشعشع ذرت شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.2.8]

همبستگی میان صفات

نتایج همبستگی میان صفات در کشت تابستانه و بهاره نشان داد رابطه میان ماده خشک کل و کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول‌های ۹ و ۱۰). به‌علت بالا بودن درجه همبستگی ماده خشک کل با شاخص سطح برگ در کشت تابستانه و بهاره و تاثیر بسزای این صفت در ماده خشک کل، می‌توان گزینش را بر اساس این صفت مهم انجام داد و جهت تولید تنوع ژنتیکی بیشتر برای اصلاح، هیبریدهای با شاخص سطح برگ بالا را با هم تلاقی داده و ژنوتیپ‌های تولیدی از این طریق را مورد استفاده قرار داد. نوری اظهر و احسان‌زاده (۱۳۸۶) با بررسی تغییرات شاخص‌های رشد پنج هیبرید ذرت در دو رژیم مختلف آبیاری گزارش کردند کم‌آبی اثر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ دارد، هم‌چنین گزارش کردند همبستگی مثبت معنی‌داری بین شاخص سطح برگ و عملکرد ماده خشک وجود دارد. هم‌چنین لک و همکاران (۱۳۸۹) نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار میان شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول را گزارش نمودند. احمدی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش دادند برای حصول عملکرد مطلوب نیاز به توسعه سریع کانوپی، دست‌یابی سریع‌تر به حداکثر شاخص سطح برگ برای جذب حداکثر تشعشع و تکمیل رشد در زمان مطلوب است. به‌نظر می‌رسد تیمار I_3 از طریق بهبود ویژگی‌هایی نظر شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محصول باعث افزایش میزان تجمع ماده خشک کل و هم‌چنین تخصیص مواد فتوسنتزی بیشتر به سمت اندام‌های ذخیره‌ای گیاه می‌گردد.

جدول ۹: ضرایب همبستگی میان صفات اندازه‌گیری در کشت تابستانه

صفات	ماده خشک کل	شاخص سطح برگ	دوام سطح برگ	سرعت رشد محصول	سرعت جذب خالص	سرعت رشد نسبی
شاخص سطح برگ	۰/۸۱**	۱				
دوام سطح برگ	۰/۵۳*	۰/۸۸**	۱			
سرعت رشد محصول	۰/۹۱**	۰/۹۴**	۰/۸۱**	۱		
سرعت جذب خالص	۰/۵۷*	۰/۵۰*	۰/۵۵*	۰/۸۵**	۱	
سرعت رشد نسبی	۰/۶۱*	۰/۵۸*	۰/۵۹*	۰/۷۹**	۰/۷۸**	۱

ns، * و **: به ترتیب عدم معنی داری و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۱۰: ضرایب همبستگی میان صفات اندازه‌گیری در کشت بهاره

صفات	ماده خشک کل	شاخص سطح برگ	دوام سطح برگ	سرعت رشد محصول	سرعت جذب خالص	سرعت رشد نسبی
شاخص سطح برگ	۰/۷۹**	۱				
دوام سطح برگ	۰/۵۵*	۰/۸۵**	۱			
سرعت رشد محصول	۰/۹۳**	۰/۹۱**	۰/۸۴**	۱		
سرعت جذب خالص	۰/۵۴*	۰/۵۲*	۰/۵۳*	۰/۸۳**	۱	
سرعت رشد نسبی	۰/۶۴*	۰/۵۳*	۰/۵۷*	۰/۷۷**	۰/۸۲**	۱

ns، * و **: به ترتیب عدم معنی داری و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

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

نتایج مقایسه اندازه صفات در دو کشت تابستانه و بهاره نشان داد میانگین کلیه صفات (به‌جز سرعت رشد نسبی) دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک آماری یک درصد بودند (جدول ۱۱). هم‌چنین میانگین صفات کشت تابستانه همواره در سطح بالاتری نسبت به کشت بهاره قرار داشتند، لذا عرف منطقه مبنی بر کاشت هیبریدهای مورد بررسی در استان خوزستان در کشت تابستانه قابل توصیه است.

جدول ۱۱: نتایج مقایسه صفات اندازه‌گیری شده در فصول بهار و تابستان با آزمون T-test

صفات	فصل	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف معیار استاندارد	t
ماده خشک کل	تابستان	۱۲	۱۱۹۱	۷۸۹	۷/۷۹**
	بهار	۱۲	۶۶۱	۲۴۲	
شاخص سطح برگ	تابستان	۱۲	۴/۸۱	۱/۹۵	۵/۹۸**
	بهار	۱۲	۳/۱۵	۱/۱۱	
سرعت رشد محصول	تابستان	۱۲	۳۶/۸۸	۱۳/۵۰	۱۵/۲۲**
	بهار	۱۲	۲۸/۷۳	۱۰/۸۹	
سرعت جذب خالص	تابستان	۱۲	۹/۹۹	۳/۸۹	۲۱/۹۶**
	بهار	۱۲	۵/۳۵	۱/۹۱	
سرعت رشد نسبی	تابستان	۱۲	۰/۰۴	۰/۰۱۹	۱/۲۶ns
	بهار	۱۲	۰/۰۳	۰/۰۱۲	
دوام سطح برگ	تابستان	۱۲	۱۴۶	۵۰	۱۴/۹۸**
	بهار	۱۲	۱۰۷	۳۷	

**، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

نتیجه‌گیری

مقایسه تیمارهای کم‌آبیاری نشان داد تیمار I_2 کمترین ماده خشک کل، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی را کسب کرده و بیشترین درصد کاهش را در صفات اندازه‌گیری شده نسبت به آبیاری مرسوم به خود اختصاص داد، لذا اجرای کم‌آبیاری در این مراحل ابتدایی و میانی رشد (۴ برگی تا ظهور ابریشم بلال) توصیه نمی‌شود. با توجه به محدودیت منابع آب جهت اعمال کم‌آبیاری باید برنامه‌ریزی آبیاری را طوری تنظیم کرد که گیاه در مرحله حساس (خصوصاً مراحل زایشی) دچار کم‌آبی نگردد، 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) کمترین کاهش را در شاخص‌های رشد نسبت به آبیاری مرسوم داشته و قابل توصیه می‌باشد، به‌عبارت دیگر کم‌آبیاری در مرحله ظهور ابریشم بلال تا رسیدگی دانه بر شاخص‌های رشد اثر منفی قابل ملاحظه‌ای داشته و می‌توان با آبیاری کامل در این مرحله و کم‌آبیاری در مراحل میانی رشد (۱۲ برگی تا ظهور برگ ابریشم) برای مقابله با محدودیت منابع آب مناسب‌ترین گزینه باشد. لذا تامین آب مورد نیاز در مرحله رویشی اثر زیادی در افزایش میزان تجمع ماده خشک دارد لذا، با هدف حصول عملکرد بیولوژیک بیشتر، اجرای

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

کم‌آبیاری در این مرحله توصیه نمی‌شود. مقایسه کشت بهاره و تابستانه بیانگر تفاوت معنی‌دار و برتری محسوس کشت تابستانه در صفات اندازه‌گیری شده است. برتری رقم سینگل کراس ۷۰۴ را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی از جمله پتانسیل عملکرد بالاتر و انطباق بیشتر با شرایط محیطی و برتری در تمام شاخص‌های رشد بررسی شده مرتبط دانست. در تیمار I_3 (در مقایسه با سایر تیمارهای کم‌آبیاری) گیاهان شاخص سطح برگ بیشتری تولید کردند و با استفاده بیشتر از تشعشع خورشیدی سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد. هم‌چنین این تیمار کمترین کاهش را در مقدار شاخص‌های رشد را در مقایسه با سایر تیمارهای کم‌آبیاری به خود اختصاص داد، لذا قابل توصیه به کشاورزان برای مدیریت کم‌آبی است.

منابع

احمدی، م.، ف. مندنی، م. خرمی وفا، غ. ر. محمدی. و ع. شیرخانی. ۱۳۹۶. اثر نیتروژن بر کارایی مصرف تشعشع و شاخص‌های رشد ارقام ذرت تحت شرایط کرمانشاه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۵ (۴): ۹۰۰-۸۸۵.

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. شریه علوم زراعی ایران. ۱۵ (۳): ۲۰۶-۱۹۶.

پیکرستان، ب.، یارنیا، م. و مدنی، ح. ۱۳۹۶. اثر کم آبیاری و محلول پاشی عنصر روی بر شاخص های تجزیه و تحلیل رشد و عملکرد ارقام ذرت شیرین. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹ (۳۳): ۹۷-۸۵.

حق جو، م. و بحرانی، ع. ۱۳۹۴. تغییرات عملکرد ذرت سینگل کراس ۲۶۰ در رژیم های مختلف آبی و کود نیتروژن با استفاده از شاخص های رشد. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹ (۳۴): ۲۷۴-۲۵۹.

حمزه ئی، ج. و صادقی می آبادی، ف. ۱۳۹۲. تأثیرات هم زیستی مایکوریزا بر شاخص های فیزیولوژیک و عملکرد سورگوم دانه ای تحت شرایط دورهای مختلف آبیاری. نشریه به زراعی کشاورزی. ۱۵ (۴): ۱۶۳-۱۵۱.

رفیعی، م.، کریمی، م.، نورمحمدی، ق. و نادیان، ح. ۱۳۸۸. اثرات تنش خشکی و مقادیر روی و فسفر بر برخی صفات، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ذرت دانه ای. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱ (۱): ۶۶-۵۸.

صمصامی‌پور، م.، افراسیاب، پ.، امداد، م.ز.، دلبری، م. و کاراندیش، ف. ۱۳۹۴. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه ای در مدیریت آبیاری جویچه ای یک درمیان متناوب. نشریه تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۶ (۱): ۱۸-۱۱.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

غیاث آبادی، م.، خواجه حسینی، م. و محمدآبادی، ع. ا. ۱۳۹۳. بررسی اثر تاریخ نشاکاری بر شاخص های رشد و عملکرد علوفه ذرت در منطقه مشهد. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۱۲ (۱): ۱۴۵-۱۳۷.

فلاحی، ق.، حاتمی، ع. و ناصری، ر. ۱۳۹۲. تجزیه رشد شش هیبرید ذرت در شرایط تنش خشکی. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷ (۲): ۱۹۶-۱۸۱.

کریمی، م.، اصفهانی، م.، بیگلوئی، م.ح. ربیعی، ب. و کافی قاسمی، ع. ۱۳۸۸. تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص‌های رشد ذرت در شرایط آب و هوایی رشت. نشریه الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲ (۲): ۹۱-۱۱۰.

کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۹۱. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ هفدهم. ۴۰۰ صفحه.

لک، ش.، مدحج، ع.، علوی‌فاضل، م.، مجدم، م. و گوهری، م. ۱۳۸۹. اثر تنش کمبود آب، سطوح نیتروژن و تراکم بوته بر شاخص های رشد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط خوزستان ـ رامین. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۲ (۲): ۶۶-۴۵.

مجدم، م. و مدحج، ع. 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. ۱۰ (۳): ۵۵۴-۵۴۶.

میرشکاری احمدی، ا.، خرم‌دل، س. و کوچکی، ع. ر. ۱۳۹۴. اثر تراکم بوته بر شاخص های رشدی ارقام ذرت شیرین در شرایط اقلیمی مشهد. نشریه پژوهش در گیاهان زراعی. ۳ (۲): ۳۳-۱۶.

نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.ر. مندنی، ف.، امیرمرادی، ش. و فیضی، ح. ۱۳۹۴. بررسی شاخص های فیزیولوژیکی رشد در کشت مخلوط نواری ذرت و لوبیا. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۱۳ (۱): ۲۳-۱۴.

نوری اظهر، ج. و احسان‌زاده، پ. ۱۳۸۶. بررسی روابط برخی شاخص‌های رشد و عملکرد پنج هیبرید ذرت در دو رژیم آبیاری در منطقه اصفهان. نشریه علوم آب و خاک. ۱۱ (۴۱): ۲۷۳-۲۶۱.

ولدآبادی، ع.، لباسچی، م.ح. و فراهانی، ح. ۱۳۸۸. تأثیر قارچ میکوریزا آربوسکولار، کود پنتا اکسید دی فسفات و دورآبیاری بر شاخص های فیزیولوژیک رشد گشنیز. نشریه گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳: ۴۲۸-۴۱۴.

Abd El-Halim, A. A. and Abd El-Razek, U. A. E. H. 2013. Effect of different irrigation intervals on water saving, water productivity and grain yield of maize (*Zea mays* L.) under the double ridge-furrow planting technique. Archives of Agronomy and Soil Science. 60(5): 1-10.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.48.2.8]

Anderson, O., Flix, E. Hani, H. A. and Maarton, D. 2012. Effect of water stress and different nitrogen rates on phenology, growth and development of corn. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 14: 116-120.

Balnus, E. and Rinaldi, M. 2015. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Research. 105: 202-210.

Benjamin, D. and Ritchie, T. 2007. Short-and longterm responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agronomy Journal. 84: 107-113.

Ciganda, V., Gitelson, A. and Schepers, J. 2008. Vertical profile and temporal variation of chlorophyll in maize canopy: quantitative crop vigor indicator by means of reflectance-based techniques. Agronomy Journal. 100: 1409-1417.

Dawadi, D. and Sah, S. K. 2012. Growth and yield of hybrid maize in relation to planting density and nitrogen levels during winter season in Nepal. Tropical Agricultural Research. 23: 218-227.

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

Friedrik, R. 2012. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research. 89: 1-16.

Ge, T., Sui, F., Bai, L., Tong, C. and Sun, N. 2012. Effects of water stress on growth, biomass partitioning, and wateruse efficiency in summer maize (*Zea mays* L.) throughout the growth cycle. Acta Physiolgy Plant. 34: 1043-1053.

Harrison, M. T., Tardieu, F., Dong, Z., Messina, C. D. and Hammer, G. L. 2014. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. Global Change Biology. 20: 867-878.

Kaman, H., Kirda, C. and Sesveren, S. 2011. Genotypic differences of maize in grain yield response to deficit irrigation. Agricultural Water Management. 98: 801-807.

Kashiani, P., Saleh, G., Osman, M. and Habibi, D. 2011. Sweet corn yield response to alternate furrow irrigation methods under different planting densities in a semiarid climatic condition. African Journal of Agricultural Research. 6(4):1032-1040.

Kuscu, H. and Demir, A. O. 2013. Yield and water use efficiency of maize under deficit irrigation regimes in a Sub-humid Climate. Philippine Agricultural Scientist. 96(1): 32–41.

Mekonen, A. 2011. Deficit irrigation practices as alternative means of improving water use efficiencies in irrigated agriculture: case study of maize crop at Arba Minch Ethiopia. African Journal of Agriculture Research. 6(2): 226-235.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

Pierson, J. O., Tarkalson, D., Irmak, S. and Davison, D. 2012. Effect of timing of a deficit irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, and water use efficiency and dry mass. Agricultural Water Management. 96: 1387-1397.

Rakers, J. 2013. Physiological bases for yield differences in selected maize cultivars from Central America. Field Crops Research. 42: 69-80.

Seetseng, K. A. 2008. Effect of water application and plant density on canola in the free state. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. University of the Free State Bloemfontein. 111 pp.

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

Tolk, J. A., Evett, S. R. Xu, W. and Schwartz, R. C. 2016. Constraints on water use efficiency of drought tolerant maize grown in semi-arid environment. Field Crops Research. 186: 66-77.

William, J. and Westgate, M. 2013. Maize kernel set at low water potential. I: Sensitivity to reduce assimilates during early kernel growth. Crop Science. 31: 1189-1195.

Yan, W., Zhong, Y. and Shangguan, Z. 2016. Evaluation of physiological traits of summer maize under drought stress. Acta Agriculturae Scandinavica, Soil and Plant Science. 66: 133-140.

Zaidi, P., Mamata Yadav, H., Singh, D. K. and Singh, R. P. 2008. Relationship between Drought and Excess Moisture Tolerance in Tropical Maize. Australian Journal of Crop Science. 1(3):78-96.

Zlatev, Z. and Lidon, F. C. 2012. An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. Emirates Journal of Food and Agriculture. 24: 57-72.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]

Evaluation the effect of irrigation regimes on growth indices of corn hybrids in spring and summer seasons in hot and dry climate of Khuzestan

S. Zakernejad[1,2], A. Naderi[3]*, S.A. Hashemidezfoli[4], Sh. Lack[5] and M. Alavifazel[6]

1) Department of Agronomy, Khuzestan Science and Research Branch Campus, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2, 3, 4, 5 & 6) Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

***Corresponding author: a.naderi.edu@gmail.com**

Received date: 05.05.2019 **Accepted date: 10.08.2019**

Abstract

The present research was conducted to investigate the effect of different irrigation regimes on growth physiological characteristics of corn hybrids according to split plot experiment based on randomized complete blocks design with three replications in spring and summer during 2014-2015 and 2015-2016 cropping years. The main factor included four different irrigation regimes and the sub factor included single cross 704, single cross 701 (Karun) and single cross 616 (Mobin) cultivars. The results of statistical analysis of data showed that in spring and summer cultivation, the effect of different irrigation regimes and hybrid on total dry matter and leaf area index, crop growth rate and net uptake rate, relative growth rate and leaf area durability were significant. The results of comparing the means showed that I_2 treatment (irrigation of a furrow during the stages of 4 to 12 leaves and 12 leaves until the emergence of cob silk and conventional irrigation from the emergence of cob silk to maturity) had the lowest total dry matter, leaf area index, crop growth rate, net uptake rate, relative growth rate and leaf area durability and allocated the highest decrease in measured traits compared to treatment I_1 or control (conventional irrigation). Therefore, low irrigation application is not recommended in the early and middle stages of growth (four leaves until the emergence of cob silk). The superiority of single cross 704 over other hybrids in agraphiological traits can be related to higher yield potential, early maturity and greater adaptation to environmental conditions. The results of comparing spring and summer cultivation showed significant difference in the measured traits (except for net uptake rate). Applying low irrigation in treatment I_3 (irrigation one among furrows in 12-leaf stage until emergence of cob silk) had the least decrease in growth indices (compared to other low irrigation treatments) compared to conventional irrigation. Therefore, full irrigation in the stage of emergence of cob silk until seed maturity and low irrigation in the middle stages of growth (12 leaves until the emergence of silk leaves) is recommended as the most appropriate option to deal with limited water resources.

Keywords: Cultivar, Leaf area index and Total dry matter.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.48.2.8]