بررسی اثر قطع آبیاری در دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیک چهار رقم ذرت

غلامرضا فرخی[۱]، پیام معاونی[۲*]، حمید مظفری[۳]، اسلام مجیدی هروان[۴] و بهزاد ثانی[۵]

۱، ۲، ۳ و ۵) گروه زراعت، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۴) گروه زراعت، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: payam.moaveni@yahoo.com

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۹۷/۱۲/۲۱ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۳۱**

چکیده

با توجه به ضرورت صرفه‌جویی در منابع آب، به‌منظور بررسی ارقام جدید ذرت نسبت به کاهش اثر منفی کمبود آب، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. تیمارهای مختلف آبیاری شامل I1 (۷ روز، عرف منطقه)، I2 (۱۰ روز)، I3 (۱۲ روز)، I4 (۱۴ روز) یک بار تا آخر دوره، قطع آبیاری گیاه بعد از استقرار گیاهچه از مرحله ۷-۳ برگی و بعد از آن دور آبیاری I5 (۱۰ روز)، I6 (۱۲ روز) و I7 (۱۴ روز) یک بار در کرت‌های اصلی و چهار رقم ذرت شامل سینگل کراس ۷۰۴ شاهد، ۷۰۳، ۷۰۵ و ۷۰۶ در کرت‌های فرعی مقایسه گردید. تیمارهای آبیاری و هیبرید ذرت اثر معنی‌داری بر عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیک داشتند. کاهش سطح آبیاری سبب کاهش عملکرد، مقدار محتوای نسبی آب و غلظت کلروفیل در برگ در مقایسه با تیمار شاهد شد. در برهمکنش دور آبیاری و ارقام، در دور آبیاری I1 تا I3 رقم سینگل کراس ۷۰۳ با بالاترین میانگین توان حفظ عملکرد و شاخص‌های رشد نشان داد در حالی که در دور آبیاری I4 تا I7 رقم سینگل کراس ۷۰۵ بر سایر ارقام برتری نشان داد. در تمامی دورهای آبیاری سینگل کراس ۷۰۴ با کم‌ترین توان در مقایسه با سایر ارقام ثبت شد. بیش‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به رقم ۷۰۵ در دور آبیاری I5 با برتری ۳۹/۵۴ درصد نسبت به تیمار دور آبیاری شاهد و رقم ۷۰۴ بود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، شاخص رشد و کارایی مصرف آب.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

مقدمه

ذرت سومین محصول زراعی بعد از گندم و برنج است. استفاده و تجارت ذرت بیش‌تر به عنوان محصولی برای تغذیه دام است، اما یک جزء مهم سبد غذایی انسان نیز می‌باشد (چوکان، ۱۳۹۱). بکارگیری رقم مطلوب و نیاز دائمی به ارقام جدید حاکی از ضرورت تداوم کار اصلاح نباتات می‌باشد (سنگل‌زاده و شکوه‌فر، ۱۳۹۶). چوکان و همکاران (۱۳۹۲) اعلام نمودند که رقم ۷۰۶ با عملکرد دانه ۱۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با رقم شاهد ۷۰۴ با تولید ۱۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار (۵/۱ درصد) افزایش عملکرد نشان داد. اکبری‌نیا و همکاران (۱۳۹۴) اعلام نمودند که بیش‌ترین میانگین عملکرد کل با ۳۰۳۲۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم ۷۰۳ و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۹۹۵۸ کیلوگرم در هکتار متعلق به رقم ۷۰۴ می‌باشد. در کنار ارقام فوق، رقم ۷۰۵ نیز از نظر عملکرد و اجزای عملکرد برتری خاصی نشان می‌دهد و به عنوان یک رقم پر محصول قابل توصیه می‌باشد (صادقی، ۱۳۹۶). محدودیت آب در مناطق خشک و نیمه خشک، تعیین برنامه صحیح و دقیق برای آبیاری را الزامی نموده است. بهترین راه مبارزه با خشکی، توسعه ارقام و هیبریدهایی است که تحمل بیش‌تری نسبت به دوره خشکی داشته باشند (چوکان و همکاران، ۱۳۹۲). برای شناسایی ارقام متحمل، ضمن ارزیابی عملکرد محصول، استفاده از صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک مرتبط با عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف توصیه شده است. رقم یکی از عوامل زراعی است که از طریق پتانسیل ژنتیکی، عملکرد را به‌طور معنی‌داری تحت اثر قرار می‌دهد (Dayal *et al*., 2016). Soleymanifard و همکاران (۲۰۱۱) اعلام نمودند کاربرد دور آبیاری ۷، ۱۲ و ۱۵ روزه در میزان شاخص سطح برگ ذرت علوفه‌ای در هیبریدهای مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. تجمع ماده خشک (TDM)[1]، شاخص سطح برگ (LAI)[2]، سرعت رشد محصول (CGR)[3]، سرعت رشد نسبی (RGR)[4] و میزان میزان جذب خالص (NAR)[5] شاخص‌هایی هستند که معمولاً جهت ارزیابی توان گیاه و بهره‌وری از عوامل محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Soleymanifard *et al*., 2011). Farahani و Smith (۲۰۱۴) گزارش کردند که ذرت در مراحل اولیه و انتهایی رشد نیاز کم‌تری به آب دارد، اما باید توجه کرد که آثار منفی کاهش مصرف آب قبل از مرحله گل‌دهی تا دو هفته پس از آن، کاهش محصول دانه را به مقدار معنی‌داری در پی خواهد داشت. استفاده از دور مناسب آبیاری با افزایش بهره‌وری آب در تولید برخی از محصولات زراعی از جمله ذرت و سورگوم، موفقیت‌آمیز بوده است (Adiloglu *et al*., 2012). دور مناسب آبیاری، استفاده بیش‌تر و بهتر از واحد حجم آب می‌باشد، زیرا این روش مبتنی بر کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است

1- Total Dry Matter
2- Leaf Area Index
3- Crop Growth Rate
4- Relative Growth Rate
5- Net Assimilation Rate

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

که کم‌ترین بازدهی را دارند (Soleymanifard *et al*., 2011). با توجه به اهمیت محدودیت آب و لزوم مدیریت مناسب آب، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر دور آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های رشد ارقام مختلف ذرت در منطقه استان مرکزی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر دور آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های رشد چهار هیبرید ذرت دانه‌ای، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا گردید. بر اساس پهنه‌بندی جغرافیایی با استفاده از Google map و GPS محل کشت در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۶۹ دقیقه شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۰۹ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۴۸ متر بود. بر اساس تقسیم‌بندی کوپن این منطقه جزء مناطق معتدل کویری محسوب می‌شود. میانگین دمای ماهانه، بارندگی و رطوبت نسبی در زمان انجام آزمایش از اداره هواشناسی دریافت (جدول ۱) و نتایج تجزیه خاک محل آزمایش قبل از توزیع کود به شرح جدول ۲ می‌باشد.

جدول ۱: متوسط دمای ماهانه (سانتیگراد)، میزان بارندگی(میلیمتر)، رطوبت نسبی (درصد)

سال		خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	میانگین/مجموع
۱۳۹۴-۹۵	دمای ماهانه (سانتی‌گراد)	۲۴/۷۲	۲۵/۸۷	۲۶/۶۵	۲۰/۶۲	۱۳/۲۹	۲۳/۲۳
	میزان بارندگی (میلی‌متر)	۰	۲	۰	۲	۲	۶
	رطوبت نسبی (درصد)	۱۵/۵۷	۱۷/۶۱	۱۷/۹	۳۰/۹۳	۴۰/۰۸	۲۴/۴۲
۱۳۹۵-۹۶	دمای ماهانه (سانتی‌گراد)	۲۶/۴۱	۲۸/۴۳	۲۵/۹۴	۲۲/۷۳	۱۶/۰۴	۲۳/۹۱
	میزان بارندگی (میلی‌متر)	۰	۳	۰	۰	۳	۶
	رطوبت نسبی (درصد)	۲۲/۶۶	۲۱/۱۶	۱۷/۱۲	۲۲/۱۶	۲۹/۵۶	۲۲/۵۳

جدول ۲: برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰- ۰ سانتیمتری

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر مربع)	اسیدیته خاک	کل مواد خنثی‌شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	آهن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
۲/۹	۷/۶	۱۱/۷۵	۲/۳۴	۰/۲۴	۱۰/۳	۴۳۵/۲	۳/۴	۴۸/۲	۲۹/۶	۲۲/۲

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو سال و یک مکان با سه تکرار طراحی شد. تیمارهای مختلف آبیاری شامل I1 (۷ روز، عرف منطقه)، I2 (۱۰ روز)، I3 (۱۲ روز)، I4 (۱۴ روز) یک بار تا آخر دوره، قطع آبیاری گیاه بعد از استقرار گیاهچه از مرحله ۷-۳ برگی و بعد از آن دور آبیاری I5 (۱۰ روز)، I6 (۱۲ روز) و I7 (۱۴ روز) یک بار در کرت‌های اصلی (Ghatavi *et al*., 2012) و چهار رقم ذرت شامل سینگل کراس (B73×MO17) ۷۰۴ شاهد (عرف منطقه)، (K47/3×MO17) ۷۰۳، (K3640/3×MO17) ۷۰۵ و (K3547/4×MO17) ۷۰۶ در کرت‌های فرعی مقایسه گردید (موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

۱۳۹۴). این مطالعه مجموعاً در ۸۴ کرت آزمایشی انجام شد. تاریخ کاشت در هر دو سال زراعی ۱۵ خرداد ماه انتخاب شد. کشت بذور به‌صورت دستی و هر کرت آزمایشی شامل ۵ ردیف کشت به طول ۴ متر و فاصله ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای عدم تداخل آبیاری فاصله هر کرت ۱ متر و فاصله هر تکرار ۲ متر در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. در طول مرحله رشد از کود اوره به‌صورت سرک به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد و مبارزه با آفات و بیماری‌ها نیز مطابق با توصیه‌های فنی در طول دوره رشد صورت گرفت (Longenecker *et al*., 2009). برای اجرای طرح، آب به‌وسیله کنتور حجمی با دقت ۰/۱ لیتر به‌طور مساوی و متناسب با روند رشد و مراحل نموی گیاه به هر کرت اختصاص داده شد (Kaman *et al*., 2011). بعد از کاشت کلیه کرت‌ها تا استقرار گیاهچه هر ۷ روز یک بار آبیاری شدند، از مرحله ۳ برگی تیمارها اعمال شد. برای تیمار I1 (شاهد) روند ۷ روز ادامه یافت سه تیمار I2، I3 و I4 به ترتیب هر ۱۰، ۱۲ و ۱۴روز یک بار تا آخر دوره آبیاری شدند، اما کرت‌های مربوط به سه تیمار دیگر دور آبیاری I5، I6 و I7 تا مرحله ۷ برگی آبیاری نشدند (قطع آبیاری در دوره رشد رویشی گیاه در مرحله ۷-۳ برگی اهمیت ویژه‌ای از نظر توسعه ریشه دارد) و بعد از آن به ترتیب هر ۱۰، ۱۲ و ۱۴روز یک بار آبیاری اعمال گردید. طول دوره ۳ تا ۷ برگی در شاهد حدود دو هفته بود و با توجه به کند شدن سرعت رشد در سایر تیمارها با توجه به دورهای مختلف آبیاری سه تا چهار هفته به تأخیر افتاد. برداشت نهایی به هنگام رسیدگی فیزیولوژیکی دانه‌ها که با تشکیل لایه سیاه در قاعده هر دانه مشخص می‌شود، تا تاریخ ۲۰ مهر به‌صورت دستی انجام شد. برای تخمین عملکرد دانه، ۲۰ بوته از خطوط میانی هر کرت برداشت و عملکرد دانه با رطوبت ۱۵/۵ درصد تعیین گردید. برای تعیین درصد رطوبت بذر بر مبنای وزن تر، پس از برداشت محصول در مرحله رسیدگی کامل ابتدا بذرها وزن شد و وزن اولیه به‌دست آمد، سپس برای تعیین وزن خشک، بذرها را به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از خروج از آون بذرها مجدداً توزین شد حاصل اختلاف وزن بذر قبل از خشک شدن و بعد از آن بر وزن بذر قبل از خشک شدن تقسیم شد و در نهایت کل عملکرد دانه برحسب کیلوگرم محاسبه گردید. برای ارزیابی الگوی رشد بر اساس شاخص حرارتی درجه روز رشد (GDD)[1] اطلاعات از اداره هواشناسی دریافت و بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد (Reynold *et al*., 2014):

رابطه ۱:
$$GDD = \sum_{1}^{n}\left[\left(\frac{T\max + T\min}{2}\right) - Tb\right]$$

GDD: درجه روز رشد، T_{max}: دمای بیشینه، T_{min}: دمای کمینه و T_b: دمای پایه ذرت که ۱۰ درجه سانتی‌گراد منظور شده است.

جهت تعیین شاخص‌های رشد جمعاً ۷ مرحله نمونه‌برداری با فاصله زمانی هر ۱۴ روز بعد از استقرار گیاهچه در هر کرت با رعایت حاشیه، صورت گرفت و به کمک رابطه‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ مورد ارزیابی قرار گرفتند:

1- Growth Degree Days

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

رابطه ۲: $LAI = nA$

رابطه ۳: $CGR = n(dW/dGDD)$

رابطه ۴: $RGR = (1/W).(dW/dGDD)$

رابطه ۵: $NAR = (1/A).(dW/dGDD)$

در این رابطه‌ها n: تعداد بوته، A: سطح برگ اندازه‌گیری شده، W: وزن خشک گیاه، dW: مشتق وزن خشک گیاه، dGDD: مشتق درجه روز رشد است. برای محاسبه سطح برگ از رابطه ۶ استفاده شده است (Ernest *et al*., 2013):

رابطه ۶: $A= L\times W\times 0.75$

A: مساحت برگ، L: طول برگ، W: بزرگترین پهنای برگ می‌باشد.

برای محاسبه محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC)[1] از رابطه ۷ استفاده شد (Diaz-Perez *et al*., 2006):

رابطه ۷: $RWC = [(W_f - W_d) / (W_s - W_d)]\times 100$

که در این رابطه W_f: وزن تر برگ، W_d: وزن خشک برگ و Ws: وزن اشباع برگ از آب می‌باشد.

پس از اتمام قطع آبیاری در مرحله ۳ تا ۷ برگی و قبل از شروع آبیاری، سه بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و در هر کدام از آن‌ها برگ چهار از بالا انتخاب و برش کوچک ۴×۴ سانتی‌متر تهیه شد و بلافاصله با استفاده از ترازوی ۰/۰۱ گرم، وزن تر تکه‌های برگ اندازه‌گیری و برای اندازه‌گیری وزن اشباع، قطعات برگ به‌مدت هشت ساعت در آب مقطر قرار گرفته سپس توزین شد. بعد از آن، نمونه در داخل آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفته و برای محاسبه وزن خشک، نمونه‌ها توزین شد (فرجزاده معماری تبریزی و همکاران، ۱۳۹۴). کارایی مصرف آب (WUE)[2] از طریق رابطه ۸ محاسبه گردید:

رابطه ۸: $WUE=GY/W_{ap}$

که در آن GY و W_{ap} به‌ترتیب عملکرد دانه برحسب کیلوگرم و آب تأمین شده (آبیاری) بر حسب متر مکعب است. جهت اندازه-گیری میانگین شاخص کلروفیل، از هر کرت دو بوته انتخاب و از کلیه برگ‌های گیاه در سه نقطه برگ (نوک، وسط و قاعده برگ) با استفاده از دستگاه SPAD-502 میزان شاخص کلروفیل تعیین شد (Oliveira *et al*., 2014). برای آنالیز واریانس داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS 9.2 و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

1- Relative Water Content

2- Water Use Efficiency

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد عملکرد دانه تحت اثر ارقام و برهم‌کنش (دور آبیاری × رقم) در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شد. برهم‌کنش (سال × دور آبیاری) و (سال × دور آبیاری × رقم) در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). با توجه به اینکه سال زراعی ۱۳۹۴ در ماه‌های خرداد و تیر (در ابتدای دوره رشد) و همچنین در ماه-های شهریور و مهر (زمان انتهایی رشد و پر شدن دانه)، شرایط محیطی متفاوت و سخت‌تر از سال زراعی ۱۳۹۵ بود، سال دوم آزمایش نسبت به سال اول برای رشد گیاه و پر شدن دانه در شرایط این آزمایش، مناسب‌تر بود (جدول ۱)، در نتیجه اثر سال در همه صفات مورد بررسی در این آزمایش معنی‌دار شد. این موارد می‌تواند ناشی از تغییرات عوامل اکولوژیکی و اختلاف در شرایط آب و هوایی سال‌های اجرای آزمایش باشد که در عمل کنترلی بر روی آن وجود ندارد. برای جلوگیری از تکرار در ارائه نتایج مربوط به صفات مورد بررسی این موضوع قید نخواهد شد. در مطالعه‌های انجام شده برهمکنش تیمارها در بین ارقام با فواصل دور آبیاری مختلف، در دور آبیاری شاهد بیشترین میانگین عملکرد دانه در رقم ۷۰۳ با ۱۲۹۹۲ کیلوگرم بر هکتار و به ترتیب در ارقام ۷۰۵، ۷۰۶ و ۷۰۴ با میانگین ۱۲۱۳۶، ۱۱۶۶۸ و ۱۱۳۷۲ کیلوگرم بر هکتار ثبت شد (جدول۴). بر اساس گزارش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (۱۳۹۴)، عملکرد دانه به‌طور میانگین در ارقام ۷۰۳، ۷۰۵ و ۷۰۶ در مقایسه با هیبرید شاهد ۷۰۴ به ترتیب افزایش تولید نشان داده‌اند که مؤید نتایج این تحقیق است. در تیمارهای I2 و I3 بیش‌ترین میانگین عملکرد دانه در رقم ۷۰۳ و کم‌ترین میانگین عملکرد دانه در رقم ۷۰۴ بود. تفاوت‌ها از دور آبیاری I4 شکل گرفت به‌طوری که ارقام ۷۰۳ و ۷۰۵ از نظر عملکرد به همدیگر نزدیک شدند، اما ارقام ۷۰۴ و ۷۰۶ با افت عملکرد مواجه شدند. نتایج حاصل از قطع آبیاری بین مراحل ۳ تا ۷ برگی برهم‌کنش دور آبیاری و رقم در دور آبیاری I5، I6 و I7 به ترتیب بیش‌ترین میانگین عملکرد در رقم ۷۰۵ کم‌ترین میانگین عملکرد دانه مربوط به رقم ۷۰۴ به‌دست آمد (جدول ۴). این مرحله از رشد رویشی از نظر توسعه ریشه اهمیت ویژه‌ای دارد و نشان دهنده توانایی گیاه در حفظ عملکرد خود با میزان کم‌تر آبیاری است که با نتایج تحقیق سلامتی و دانایی (۱۳۹۸) منطبق است. نیاز آبی نسبتاً زیاد ذرت در مناطق گرمسیری از عوامل محدود کننده توسعه کشت آن محسوب می‌شود، لذا معرفی هیبریدهای ذرت که به میزان آب کم‌تر متحمل باشند برای توسعه کشت این گیاه در مناطق ذکر شده اهمیت زیادی دارد (Rudnick *et al*., 2017; Corcoles *et al*., 2017). بنابراین رقم ۷۰۵ به عنوان رقمی که در شرایط کمبود آب آبیاری می‌توان توصیه کرد معرفی می‌شود. با افزایش میزان فاصله دور آبیاری بر اکثر صفات رقم ۷۰۴ اثر معنی‌دار منفی و کاهشی داشت که با نتایج مطالعه‌های احمدپور و همکاران (۱۳۹۶) مطابق دارد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

تجمع ماده خشک کل

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد تجمع ماده خشک کل تحت اثر سال و ارقام در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). در مراحل اولیه رشد افزایش واقعی وزن خشک اندک بود، همزمان با بزرگ شدن گیاه، وزن خشک نیز افزایش یافت. با گذشت ۵۰۰ درجه روز رشد و اعمال تیمارهای آبیاری در مرحله ۳ تا ۷ برگی روند تغییر در دور آبیاری I1 یکنواخت بود، اما در I2، I3 و I4 روند نزولی نسبت به شاهد را نشان دادند، در خصوص I5، I6 و I7 با توجه به اعمال قطع آبیاری میزان تجمع ماده خشک نسبت به شاهد افت محسوسی داشت، با از سرگیری تیمارهای آبیاری از مرحله ۸ برگی تا ظهور گل‌تاجی روند افزایش وزن خشک سریع بود، به‌طوری که از ۱۲۵۰-۵۰۰ درجه روز رشد اختلاف بین تیمارها اندک شد. کلیه تیمارها با گذشت ۱۲۵۰ درجه روز رشد به حداکثر ماده خشک کل خود رسیدند و با گذشت ۱۴۵۰ درجه روز رشد کاهش تجمع ماده خشک مشاهده گردید (شکل ۱). در برهمکنش دور آبیاری و رقم بالاترین میزان وزن خشک گیاه با میانگین ۱/۶۵ کیلوگرم بر متر مربع در دور آبیاری شاهد در رقم ۷۰۳ و پایین‌ترین آن مربوط به I7 و در رقم ۷۰۴ و با میانگین ۰/۵۷کیلوگرم بر متر مربع رشد ثبت شد (جدول ۴). نتایج به‌دست آمده با یافته‌های بیگلوئی و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر اینکه تجمع ماده خشک ذرت در اثر کمبود آب به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. به نظر می‌رسد دلیل کاهش تجمع ماده خشک گسترش نامناسب و تداوم کم‌تر سطح برگ نسبت به گیاهان شاهد باشد (امینیان و همکاران، ۱۳۹۷). آبیاری I1 با میانگین ۱/۵۱ کیلوگرم بر متر مربع بیشترین تجمع ماده خشک کل و فواصل آبیاری I2، I3، I4، I5، I6 و I7 به‌ترتیب ۲۰،۶، ۲۶/۵، ۲۲، ۵۵ و ۴۵ درصد کاهش نسبت به آبیاری کنترل شده I1 را نشان دادند. نتایج حاصل از رفتار ماده خشک تجمعی نشان می‌دهد که کمبود آب سبب کاهش ماده خشک تجمعی گیاه ذرت می‌گردد که نتایج این تحقیق منطبق با آزمایش‌های فلاحی و همکاران (۱۳۹۲) می‌باشد.

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد شاخص سطح برگ تحت اثر سال، دورهای مختلف آبیاری و برهمکنش (سال× دور آبیاری) در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شدند. همچنین شاخص سطح برگ تحت اثر برهمکنش (دور آبیاری × رقم) در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۳). کمبود آب در مرحله رشد رویشی گرچه در مقایسه با کمبود آب در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه اثر کم‌تری بر عملکرد نهایی دارد، اما از این لحاظ که بر گسترش برگ و توسعه ساقه اثر گذاشته و تجمع مواد را در این اندام‌ها به شدت کاهش می‌دهد، حائز اهمیت است (Ghatavi *et al*., 2012). در مرحله جوانه-زنی ۲۵۰-۲۰۰ درجه روز رشد روند تغییرات رشد در ارقام یکنواخت است، اما با گذشت ۵۰۰-۴۰۰ درجه روز رشد تجمعی در مرحله ۳ تا ۷ برگی و اعمال قطع آبیاری در دورهای آبیاری I5، I6 و I7 روند تغییرات چشم‌گیر بوده است (شکل ۲). مهم‌ترین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

نتیجه حساسیت رشد سلول به کمبود رطوبت، کاهش قابل توجه در رشد برگ، کاهش فتوسنتز و شاخص سطح برگ است (Wahid and Rasul, 2005; Boomsma and Vyn, 2008). در برهمکنش دور آبیاری و رقم بالاترین میزان شاخص سطح برگ در دور آبیاری شاهد و در رقم ۷۰۳ و پایین‌ترین آن مربوط به I7 و در رقم ۷۰۴ ثبت شد (جدول ۴). در I2 تفاوت معنی-داری بین ارقام ۷۰۳ و ۷۰۵ مشاهده نشد، اما در تیمار I3 شاخص سطح برگ در رقم ۷۰۵ از ۷۰۳ پیشی گرفت و این برتری در دورهای آبیاری I4، I5، I6 و I7 ادامه یافت. با توجه به نتایج رقم ۷۰۵ در شرایط کمبود آب توسعه سطح برگ بهتری از سه رقم دیگر دارد، لذا پتانسیل بیش‌تری برای تولید ماده خشک دارد. آبیاری کنترل شده I1 با میانگین ۵/۶ بیشترین شاخص سطح برگ و فواصل آبیاری I2، I3، I4، I5، I6 و I7 به ترتیب ۸/۵، ۲۰، ۲۶/۵، ۱۹، ۳۵ و ۴۴ درصد کاهش شاخص سطح برگ نسبت به آبیاری کنترل شده I1 را نشان دادند. امیری (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای با تیمارهای دور آبیاری دیم، ۱۲ و ۶ روز به ترتیب مقادیر شاخص سطح برگ را ۱/۹۷، ۴/۲۱ و ۴/۵۱ گزارش کرد که با نتایج این تحقیق منطبق است.

سرعت رشد محصول

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد سرعت رشد محصول تحت اثر برهمکنش (سال×دور آبیاری)، (دور آبیاری×رقم) و (سال×دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شدند. همچنین تحت اثر تیمارهای مختلف دور آبیاری و ارقام در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). سرعت رشد محصول به شدت تحت اثر دورهای آبیاری قرار گرفته است. در برهمکنش دور آبیاری و رقم بالاترین میزان سرعت رشد محصول با میانگین ۵۰/۸۷ گرم بر متر مربع در دور آبیاری شاهد و در رقم ۷۰۳ و پایین‌ترین آن مربوط به I7 و در رقم ۷۰۴ با میانگین ۱۶/۶۸ گرم بر متر مربع ثبت شد (جدول ۴). در تیمارهای I2 و I3 بیش‌ترین سرعت رشد محصول در رقم ۷۰۳ و کم‌ترین میانگین در ارقام ۷۰۶ و ۷۰۴ بود. در دور آبیاری I4 رقم ۷۰۵ از نظر سرعت رشد محصول از رقم ۷۰۳ جلو افتاد. مقایسه الگوی سرعت رشد محصول برای تیمارهای مختلف نشان داد که سرعت رشد محصول تحت اثر تیمارهای مختلف آبیاری و ارقام قرار گرفت، بعد از استقرار گیاهچه و اعمال قطع آبیاری در مرحله ۷-۳ برگی برای تیمار دورهای آبیاری I5، I6 و I7 از ۵۰۰-۲۵۰ درجه روز رشد نسبت به شاهد بررسی شد. در دورهای آبیاری I5، I6 و I7 روند سرعت رشد به شدت کند شده و افت نمود. از آن جایی که آسیمیلاسیون گیاه به میزان زیادی توسط دو عامل اصلی سطح برگ و فتوسنتز در هر واحد سطح برگ کنترل می‌شود، با کاهش سطح برگ سبز موجب کاهش سطح فتوسنتزکننده و در نتیجه کاهش ماده خشک می‌گردد (Furgassa, 2017). از این رو سرعت رشد محصول همواره در طول دوره رشد گیاه در شرایط مختلف دور آبیاری نسبت به شرایط آبیاری کامل کم‌تر بود که با نتایج Sabagh و همکاران (۲۰۱۷) منطبق است. با گذشت تقریبی ۵۰۰ تا ۹۰۰ درجه روز رشد و با آغاز اعمال تیمارهای دور آبیاری روند تغییرات شاخص سرعت رشد محصول به سرعت افزایش یافت. با گذشت ۱۱۰۰ درجه روز رشد، سرعت رشد محصول تحت اثر تیمارها به حداکثر خود رسیده و پس از آن با گذشت ۱۷۵۰ درجه روز رشد به

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

حداقل رسیده است (شکل ۳). باید گفت که در این مرحله حداکثر ماده خشک تولید گردیده است. آبیاری کنترل شده I1 با میانگین ۴۶/۶ گرم بر متر مربع بیش‌ترین سرعت رشد محصول و فواصل آبیاری I2، I3، I4، I5، I6 و I7 به ترتیب ۱، ۲۸، ۳۸، ۳۸، ۴۰ و ۵۸ درصد کاهش نسبت به آبیاری کنترل شده I1 را نشان دادند.

سرعت رشد نسبی

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد سرعت رشد نسبی محصول تحت اثر برهمکنش (سال×دور آبیاری)، (سال×رقم) و (دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شدند (جدول۳). سرعت رشد نسبی با گذشت زمان مرتباً در حال کاهش است و علت آن افزایش سایه‌اندازی گیاه در میان برگ‌های داخل پوشش و افزایش قسمت‌های ساختمانی و غیر مؤثر در فتوسنتز می‌باشد، در اواخر فصل رشد به‌علت افزایش برگ‌های پیر سرعت رشد نسبی منفی می‌شود. تغییرات سرعت رشد نسبی نسبت به زمان حالت کاهشی دارد، اما مقدار آن وابسته به عوامل محیطی است (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۲). در این تحقیق نیز ملاحظه می‌شود کاهش سرعت رشد نسبی برای دورهای آبیاری I5، I6 و I7 بعد از مرحله ۷-۳ برگی به‌علت قطع آبیاری بیش‌تر از دورهای آبیاری I2، I3 و I4 است. میزان کاهش آب باعث پیری زودرس گیاه می‌شود بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که با وجود قطع آب بافت‌های بالغ زودتر تشکیل می‌گردد، یا این که سرعت تشکیل بافت‌های تقسیم شونده کاهش می‌یابد و گیاه سریع‌تر طول دوره رشد خود را تمام می‌کند (حق‌جو و بحرانی، ۱۳۹۴). به‌نظر می‌رسد به این علت هر چه فواصل آبیاری بیش‌تر شده سرعت رشد نسبی زودتر به صفر رسیده است، Ernest و همکاران (۲۰۱۳) نیز نتایج مشابهی به‌دست آورده‌اند. در برهمکنش دور آبیاری و رقم بالاترین میزان سرعت رشد نسبی با میانگین ۰/۰۶ گرم بر گرم در دور آبیاری شاهد و در رقم ۷۰۳ و پایین‌ترین آن مربوط به I7 و در رقم ۷۰۴ و با میانگین ۰/۰۱ گرم بر گرم ثبت شد (جدول ۴). در این بررسی نیز سرعت رشد نسبی برای تمام روش‌های آبیاری روند کاهشی داشت، اما مقدار سرعت رشد نسبی در تمام مراحل رشد برای ارقام ذرت در شرایط آبیاری کامل نسبت به سایر شرایط دور آبیاری بیش‌تر بود. در تیمارهای I2 و I3 رقم ۷۰۳ و در دور آبیاری‌های I4 تا I7 رقم ۷۰۵ بیش‌ترین سرعت رشد نسبی را داشت و در تمامی تیمارهای آبیاری کم‌ترین سرعت رشد نسبی برای رقم ۷۰۴ ثبت شد.

سرعت جذب خالص

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد سرعت جذب خالص تحت اثر سال، دور آبیاری، برهمکنش (سال×دور آبیاری)، (دور آبیاری×رقم) و (سال×دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شدند. همچنین تحت اثر ارقام مختلف و برهمکنش (سال×رقم) در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). سرعت جذب خالص تیمارها با گذشت تقریبی ۵۰۰-۲۵۰ درجه روز رشد تفاوتی را نشان ندادند سپس برای همه دورهای آبیاری سیر نزولی را شروع می‌کند در انتهای مرحله برگ‌دهی در ۸۰۰ درجه روز رشد، سرعت جذب خالص در تیمارهای مختلف برحسب میزان اثرپذیری نسبت به دور آبیاری در بالاترین سطح

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.43.2.1]

خودش قرار گرفت و بعد از این مرحله روند کاهشی را طی نمود (شکل ۴). علت این کاهش را می‌توان به زرد شدن و ریزش سریع برگ‌ها ربط داد (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۲). این نتایج با نتایج به دست آمده برای شاخص سطح برگ قابل بحث است، محدودیت فتوسنتز تحت کمبود آبیاری اثر بیش‌تری را بر روی افت سرعت جذب خالص می‌گذارد تا سایه‌اندازی برگ‌ها، این عامل باعث شدید شدن شیب افت سرعت جذب خالص در تیمارهای دورهای آبیاری I5، I6 و I7 نسبت به دورهای آبیاری I2، I3 و I4 شده است. با این نتایج می‌توان گفت در تیمارهای آبیاری I5، I6 و I7 با وجود سایه‌اندازی کم‌تر برگ‌ها به علت عدم توسعه سطح برگ، به‌علت محدود و مختلف شدن فتوسنتز، فتوسنتز تک برگ کاهش می‌یابد و اثر این عامل بیش از سایه‌اندازی برگ‌ها می‌باشد (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۲). در برهمکنش دور آبیاری و رقم، بالاترین سرعت جذب خالص در آبیاری شاهد، رقم ۷۰۳ و پایین‌ترین آن در آبیاری I7، رقم ۷۰۴ ثبت شد. در دورهای آبیاری I2 و I3 بالاترین سرعت جذب خالص به ترتیب با میانگین ۹/۲۵ و ۸/۷۵ گرم بر متر مربع در رقم ۷۰۳ حاصل شد. در دور آبیاری I4 رقم ۷۰۵ از رقم ۷۰۳ پیشی گرفت. در دورهای آبیاری I5 و I6 به ترتیب بالا-ترین سرعت جذب خالص با میانگین ۸/۲ و ۸ گرم بر متر مربع در رقم ۷۰۵ و پایین‌ترین سرعت جذب خالص به ترتیب با میانگین ۵/۸ و ۵/۲ گرم بر متر مربع در رقم ۷۰۴ ثبت شد (جدول ۴). آبیاری I1 با میانگین ۹/۲۱ گرم بر متر مربع بیشترین سرعت جذب خالص و فواصل آبیاری I2، I3، I4، I5، I6 وI7 به‌ترتیب ۷، ۸/۵، ۱۵، ۲۲، ۲۷ و ۲۶ درصد کاهش نسبت به آبیاری کنترل شده I1 را نشان دادند. دادرسی و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند که در تیمارهای دور آبیاری رقابت برای کسب آب و عناصر غذایی در بخش بیش‌تری از فصل رشد وجود دارد. در نتیجه میزان فتوسنتز خالص و در نهایت سرعت رشد نسبی در مقایسه با شرایط آبی مطلوب به مقدار بیش‌تری کاهش می‌یابد.

شاخص کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد شاخص کلروفیل برگ تحت اثر برهمکنش (دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شد. برهمکنش (سال×دور آبیاری)، (سال×رقم) و (سال× دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). در برهمکنش دور آبیاری و رقم، بیش‌ترین مقدار شاخص کلروفیل برگ به تیمار دور آبیاری شاهد در طول دوره رشد با میانگین ۵۰/۷۸ در رقم ۷۰۳ و کم‌ترین مقدار آن به تیمار دور آبیاری I7 با میانگین ۳۶/۲۱ در رقم ۷۰۴ اختصاص یافت (جدول ۴). طریق‌الاسلامی و همکاران (۱۳۹۵) بیان کردند که کلروفیل برگ از مهم‌ترین شاخص‌های نشان دهنده فشار محیطی وارد بر گیاه از جمله اثر کمبود آب می‌باشد، همچنین غلظت کلروفیل به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می‌شود، زیرا غلظت کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد. در تیمارهای I2 و I3 بیش‌ترین میانگین شاخص کلروفیل در رقم ۷۰۳ به ترتیب با ۴۹/۱۴ و ۴۶/۶۲ و کم‌ترین میانگین شاخص کلروفیل در رقم ۷۰۴ به ترتیب با ۴۲/۸۲ و ۴۰/۳ بود. در دور آبیاری I4 ارقام ۷۰۳ و ۷۰۵ از نظر میزان شاخص کلروفیل به همدیگر نزدیک شدند، اما ارقام ۷۰۴ و ۷۰۶ با افت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

شاخص کلروفیل مواجه شدند. نتایج حاصل از قطع آبیاری بین مراحل ۳ تا ۷ برگی برهم‌کنش دور آبیاری و رقم نشان داد که از دور آبیاری I4 به بعد رقم ۷۰۵ نسبت به سایر ارقام پیشی گرفت علت این امر توسعه بهتر ریشه و حفظ محتوای نسبی آب برگ در این رقم نسبت به سایر ارقام در شرایط کمبود آب بود. نتایج مطالعه لک (۱۳۹۲) نشان می‌دهد جهت ساخت کلروفیل در برگ محتوای نسبی آب برگ بایستی بالا باشد. کاهش شاخص کلروفیل در سایر ارقام در این شرایط بر اثر عدم حفظ محتوای نسبی آب برگ و جذب مواد معدنی از خاک که موجب کاهش بیش‌تر میزان شاخص کلروفیل برگ نسبت به رقم ۷۰۵ می‌گردد. این برتری در دورهای آبیاری I5، I6 و I7 به ترتیب بیش‌ترین میانگین شاخص کلروفیل در رقم ۷۰۵ با ۴۳/۸۸، ۴۳/۴۷ و ۴۳/۰۲ کم‌ترین میانگین شاخص کلروفیل مربوط به رقم ۷۰۴ با ۳۸/۹۲، ۳۷/۶ و ۳۶/۲۱ به‌دست آمد (جدول ۴). با افزایش فاصله دور آبیاری غلظت کلروفیل در برگ کاهش معنی‌داری یافت، علت کاهش شاخص کلروفیل به اثر رادیکال‌های آزاد ایجاد شده مربوط می‌شود که موجب از بین رفتن کلروفیل می‌گردد (طریق‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶). مددی و فلاح (۱۳۹۶) به این نتیجه دست یافتند که بیش‌ترین شاخص کلروفیل مربوط به آبیاری مطلوب بود، اما در شرایط کمبود آب شاخص مقدار کلروفیل به طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتایج این تحقیق منطبق است.

محتوای نسبی آب برگ

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد، محتوای نسبی آب برگ تحت اثر برهمکنش (سال×دور آبیاری) و (سال× دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شد. برهمکنش (دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). در برهمکنش دور آبیاری و رقم، بیش‌ترین مقدار محتوای نسبی آب برگ به تیمار دور آبیاری شاهد در طول دوره رشد با میانگین ۸۱/۲۶ درصد در رقم ۷۰۳ و کم‌ترین مقدار آن به تیمار دورآبیاری I7 در مرحله گل‌دهی با میانگین ۵۲/۹ درصد در رقم ۷۰۴ اختصاص یافت (جدول ۴). با افزایش فاصله دور آبیاری، کمبود آب با اثر بر آماس سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه‌ها، فرایند فتوسنتز، تنفس و تعرق را کنترل کرده و با اثر بر فرایندهای آنزیمی که به طور مستقیم تحت کنترل پتانسیل آب هستند، بر رشد گیاه اثر منفی گذاشته که این نتایج با دستاوردهای مجدم و همکاران (۱۳۹۵)، مددی و فلاح (۱۳۹۶) و Efeoglu و همکاران (۲۰۰۹) تطابق داشت. در تیمارهای I2 و I3 بیش‌ترین میانگین محتوای نسبی آب برگ در رقم ۷۰۳ به ترتیب با ۸۰/۳۵ درصد و ۷۳/۴۶ درصد و کم‌ترین آن در رقم ۷۰۴ به ترتیب با ۶۸/۰۷ درصد و ۶۱/۰۳ درصد بود. در دور آبیاری I4 ارقام ۷۰۳ و ۷۰۵ از نظر محتوای نسبی آب برگ به همدیگر نزدیک شدند، اما ارقام ۷۰۴ و ۷۰۶ با افت محتوای نسبی آب برگ مواجه شدند. با خارج شدن آب از خاک و عدم جایگزینی آن، پتانسیل آب در منطقه ریشه کاهش یافته (Sanchez-Rodriguez *et al*., 2010; Shao *et al*., 2007) و اگر مقاومت‌ها در گیاه ثابت بمانند به‌منظور حفظ سرعت تعرق، پتانسیل آب در گیاه به‌طور مشابهی کاهش می‌یابد (طریق‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۵).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس مرکب شاخص‌های فیزیولوژیک رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای در دو سال

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه	وزن خشک کل	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول	سرعت رشد نسبی	سرعت جذب خالص	محتوای نسبی آب	شاخص کلروفیل	کارایی مصرف آب
سال	۱	۸۹۹۸۰/۸۲*	۲۳/۱۱۸**	۷۶/۰۰۶**	۳۴۳۱۲/۲۹*	۸۱/۳۴۳*	۳/۲۶۲**	۰/۰۷۳۱۳۷*	۱/۷۷۶۶۵۰۸*	۰/۰۱*
سال × بلوک	۴	۷۰۹۹۰/۲۴ ns	۱/۲۶۷ ns	۰/۶۸۵ ns	۱۶۸۷۸۰/۶ ns	۲۸۸/۸۶ ns	۰/۳۳۷ ns	۲۰/۳۸۱۲۴۲ ns	۳/۷۷۰۸۶۲۹ ns	۰/۰۴ ns
دورآبیاری	۶	۹۴۸۶۸/۲۳*	۱/۰۳۶ ns	۳/۴۰۹**	۴۲۸۵۶۸/۲*	۴۹/۸۸ ns	۱/۶۹۲**	۶۱۴/۱۱۲۴۶۶**	۱۴۹/۶۹۹۴۰۵۱*	۰/۸۱*
سال ×دورآبیاری	۶	۱۲۱۴۱۷/۹*	۱/۰۳۹ ns	۷/۷۴۲**	۱۶۵۱۶۵۸**	۱۸۴/۰۵۱**	۲/۸۶۶**	۵۱۵/۲۱۲۴۱۸**	۴۹/۵۹۰۷۹۱۹*	۱/۵۱*
خطا	۲۴	۳۷۷۲۵/۲۸	۰/۷۰۵	۰/۸۳۷	۱۷۳۳۱۷/۸	۴۱/۲۶۷	۰/۳۸	۲۰/۳۸۱۲۴	۲۶/۹۰۸۳۸	۱/۳۲
رقم	۳	۲۲۴۳۰/۸۷**	۰/۸۷**	۱/۱۴۹ ns	۲۱۸۱۷۵*	۲۱/۶۱*	۰/۷۰۷*	۱۵۳/۵۰۱۰۱۷**	۲۴/۴۹۷۵۴۰۶*	۰/۰۲*
سال × رقم	۳	۳۳۳۲۶/۷۱ ns	۰/۵۰۸*	۰/۲۴۴ ns	۱۱۲۷۳۱/۴ ns	۶۱/۳۳۵**	۰/۵۶۹*	۱۳۷/۵۱۲۳۴۷**	۳۵/۷۷۰۲۹۷۵*	۱/۸۶*
دورآبیاری × رقم	۱۸	۴۱۳۹۹/۸۷**	۰/۲۱۸*	۱/۰۳۳*	۳۳۶۹۷۶/۶**	۲۰/۸**	۰/۹۰۶**	۸۲/۳۹۹۸۵۵**	۴۵/۳۸۴۲۹۶۴**	۳/۸۵**
سال × دورآبیاری× رقم	۱۸	۸۱۵۳۵/۱۳*	۰/۲۲۵*	۰/۸۶۹ ns	۲۷۹۳۶۲/۹**	۱۴/۰۵۷*	۱/۰۸۵**	۵۷/۶۴۵۴۹۰*	۳۸/۰۱۳۵۹۸۸*	۱/۵۲*
خطا	۸۴	۲۹۵۶۷/۰۲	۰/۱۳۳	۰/۵۶۹	۷۸۹۶۵/۷۱	۸/۳۶۳	۰/۲۰۷	۲۸/۱۳۴۲	۲۲/۲۲۴۹۴۵	۰/۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۱	۱۲/۶۶	۱۳/۷	۱۲/۳	۱۴/۱	۱۳	۷/۹	۱۰/۹	۱۱/۴۲

ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

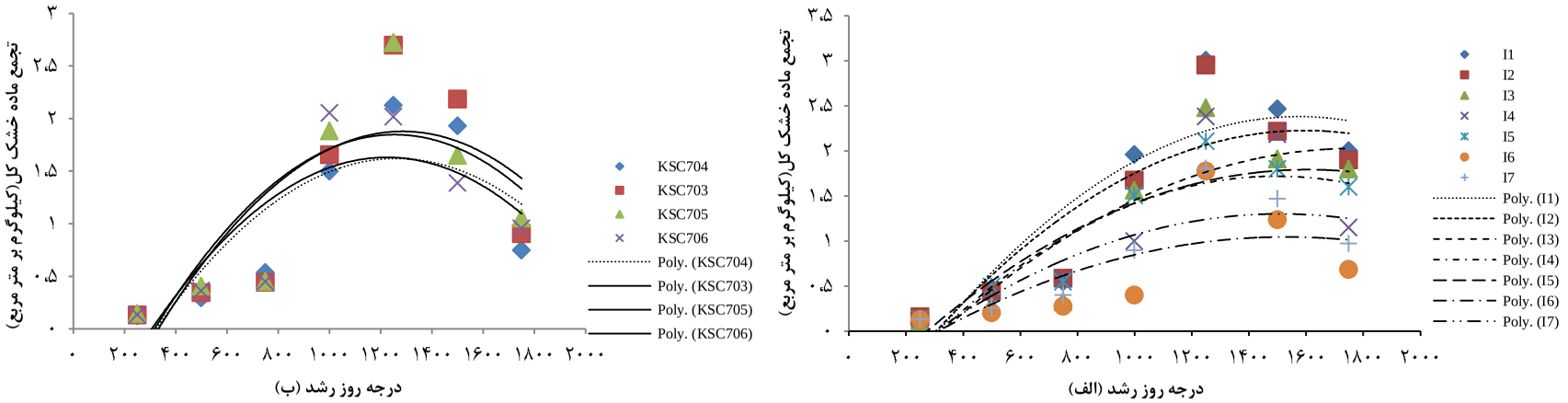
[DOR: 20.1001.1.20084003.1398.11.43.2.1]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1] [Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

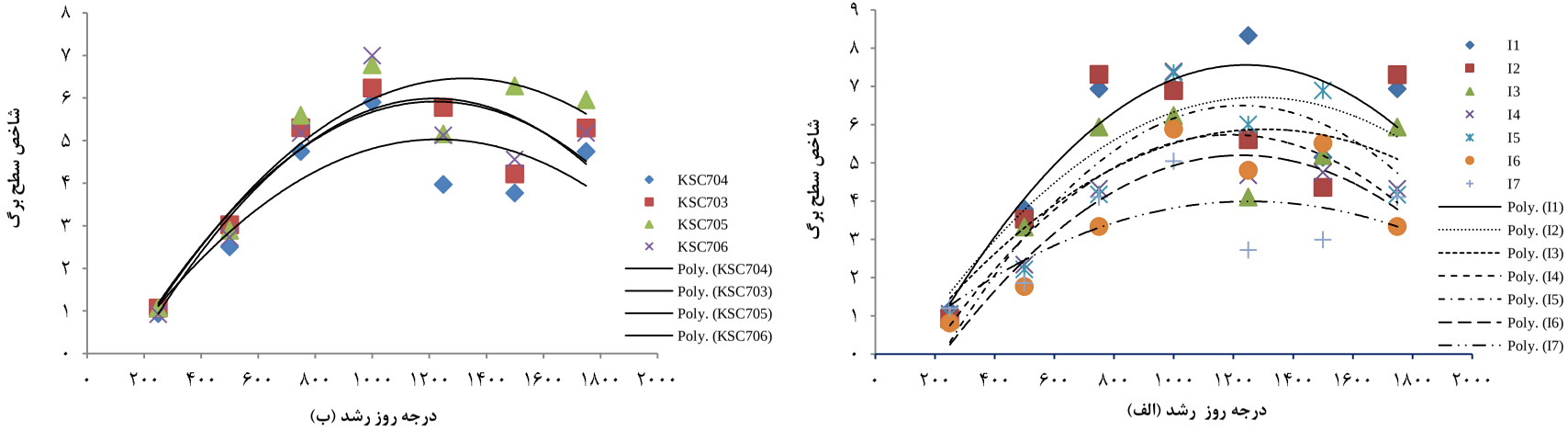
جدول ۴: مقایسه میانگین برهم‌کنش دورآبیاری و رقم شاخص‌های فیزیولوژیک رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای در دو سال

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک کل (کیلوگرم بر متر مربع)	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم)	سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع)	محتوای نسبی آب (درصد)	شاخص کلروفیل (SPAD)
I1V1	۱۱۳۷۲^{c}	۱/۴^{bc}	۵^{bc}	۴۳^{c}	۰/۰۴^{c}	۸/۵^{bc}	۷۴/۰۳^{c}	۴۳/۳^{def}
I1V2	۱۲۹۹۲^{a}	۱/۶۵^{a}	۶/۲^{a}	۵۰/۸۷^{a}	۰/۰۶^{a}	۹/۹^{a}	۸۱/۲۷^{a}	۵۰/۷۸^{a}
I1V3	۱۲۱۳۶^{b}	۱/۵۵a^{b}	۶^{a}	۴۹/۱۶^{ab}	۰/۰۵۳^{ab}	۹/۷^{a}	۸۰/۸۸^{ab}	۴۷/۱^{b}
I1V4	۱۱۶۶۸^{c}	۱/۴۲^{bc}	۵/۲^{bc}	۴۳/۱۷^{c}	۰/۰۴۹^{bc}	۸/۷^{abc}	۷۸/۳۹^{bc}	۴۵/۰۷^{c}
I2V1	۹۶۳۶^{f}	۱/۳^{c}	۴/۶^{bcd}	۴۲^{c}	۰/۰۳^{cd}	۸^{cd}	۶۸/۰۷^{e}	۴۲/۸۲^{ef}
I2V2	۱۰۶۰۴^{d}	۱/۵۷^{ab}	۵/۶۵^{ab}	۴۸/۲۳^{ab}	۰/۰۵۱^{ab}	۹/۲۵^{ab}	۸۰/۳۵^{ab}	۴۹/۱۴^{ab}
I2V3	۱۰۵۸۰^{d}	۱/۴۸^{b}	۵/۵^{ab}	۴۷/۹^{bc}	۰/۰۴۸^{bc}	۸/۸۵^{abc}	۷۸/۵۵^{bc}	۴۷/۴۳^{b}
I2V4	۱۰۲۷۶^{de}	۱/۳۱^{c}	۴/۸^{bc}	۴۱/۸۵^{cd}	۰/۰۳۸^{cd}	۸/۲۵^{bcd}	۷۲/۹۸^{cde}	۴۴/۵۹^{cd}
I3V1	۸۰۴۴^{i}	۱/۱^{de}	۴/۲^{de}	۲۹/۷۶^{fg}	۰/۰۲۹^{cde}	۷/۵^{de}	۶۱/۰۳^{h}	۴۰/۲^{gh}
I3V2	۹۸۴۰^{ef}	۱/۳۲^{c}	۵^{bc}	۳۶^{de}	۰/۰۵۸^{ab}	۸/۷۵^{abc}	۷۳/۴۶^{cd}	۴۶/۶۲^{bc}
I3V3	۹۴۲۸^{fg}	۱/۳۱^{c}	۴/۸^{bc}	۳۵/۹^{de}	۰/۰۴۴^{c}	۸/۶۵^{bc}	۶۸/۸۸^{e}	۴۳/۷۴^{cde}
I3V4	۸۹۶۴^{g}	۱/۱^{de}	۴/۳^{cde}	۳۰/۷۳^{efg}	۰/۰۳۵^{cd}	۸^{cd}	۶۳/۰۲^{fg}	۴۱/۸۸^{fg}
I4V1	۶۹۴۴^{jkl}	۱^{e}	۳/۸^{ef}	۲۶^{ghi}	۰/۰۲۲^{cde}	۷/۱^{e}	۶۰/۶۶^{hi}	۳۹/۰۵^{hi}
I4V2	۷۹۰۰^{ij}	۱/۲^{cde}	۴/۱۵^{de}	۲۷/۵^{fgh}	۰/۰۳^{cd}	۷/۸^{cd}	۶۸/۳۸^{e}	۴۳/۸۸^{cde}
I4V3	۸۳۷۲^{hi}	۱/۲۸^{cd}	۴/۵^{cd}	۳۴/۱^{de}	۰/۰۴۳^{c}	۸/۵^{bc}	۷۱/۲۲^{de}	۴۳/۶۸^{de}
I4V4	۷۳۹۶^{jk}	۱/۱^{de}	۴^{ef}	۲۶/۵۲^{gh}	۰/۰۳^{cd}	۷/۵^{de}	۶۳/۳۴^{fg}	۴۱/۵^{fg}
I5V1	۷۰۶۴^{jk}	۱^{e}	۳/۸۵^{ef}	۲۶/۰۹^{gh}	۰/۰۲۳^{cde}	۵/۸^{fg}	۵۹/۱۷^{hi}	۳۸/۹۲^{ij}
I5V2	۸۲۵۶^{hi}	۱/۱^{de}	۴/۱۵^{de}	۲۸/۰۱^{fg}	۰/۰۳۳^{cd}	۷/۵^{de}	۶۴/۴۳^{f}	۴۲/۶۸^{ef}
I5V3	۸۷۲۴^{gh}	۱/۲۷^{cd}	۴/۷۵^{bcd}	۳۳^{def}	۰/۰۴۱^{c}	۸/۲^{bcd}	۶۷/۶۴^{ef}	۴۳/۸۸^{cde}
I5V4	۷۵۴۸^{j}	۱^{e}	۴/۲^{de}	۲۶/۸۹^{gh}	۰/۰۲۶^{cde}	۷^{e}	۶۳/۳۹^{fg}	۴۰/۹^{gh}
I6V1	۶۳۵۲^{lm}	۰/۶^{fg}	۳^{gh}	۲۳/۹۲^{hij}	۰/۰۱۶^{e}	۵/۲^{g}	۵۸/۲۴^{hij}	۳۷/۶^{k}
I6V2	۶۶۰۴^{jkl}	۰/۸۵^{ef}	۳/۵^{fg}	۲۶/۴۳^{gh}	۰/۰۱۶^{e}	۷^{e}	۶۱/۹۸^{h}	۴۲/۱^{efg}
I6V3	۷۵۷۶^{l}	۱^{e}	۴/۲۵^{cde}	۳۲/۹۵^{ef}	۰/۰۲۸^{cde}	۸^{cd}	۶۴^{f}	۴۳/۴۷^{de}
I6V4	۶۴۲۰^{kl}	۰/۶۶^{fg}	۳/۸^{ef}	۲۴/۷۵^{hi}	۰/۰۱۷^{e}	۶/۵^{f}	۵۸/۹۲^{hij}	۳۹/۷۶^{hi}
I7V1	۵۵۰۰^{nl}	۰/۵۷^{g}	۲/۷^{ghi}	۱۶/۶۸^{i}	۰/۰۱^{f}	۴/۲^{h}	۵۲/۹۰^{ij}	۳۶/۲۱^{kl}
I7V2	۵۶۴۸^{mn}	۰/۷۵^{efg}	۳/۱۵^{g}	۱۷/۵^{i}	۰/۰۱۵^{f}	۶^{fg}	۵۴/۴۵^{i}	۴۱/۵۷^{fg}
I7V3	۶۵۳۲^{jkl}	۰/۹^{e}	۳/۷^{ef}	۲۷/۲^{fgh}	۰/۰۱۸^{f}	۷/۵^{de}	۵۴/۷۵^{i}	۴۳/۰۲^{def}
I7V4	۵۶۲۴^{mn}	۰/۶^{fg}	۳^{gh}	۱۷^{i}	۰/۰۱۳^{f}	۵/۳^{g}	۵۲/۹۶^{ij}	۳۶/۹۶^{kl}

در هر ستون میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. V1: سینگل‌کراس ۷۰۴، V2: سینگل‌کراس ۷۰۳، V3: سینگل‌کراس V4،۷۰۵ : سینگل‌کراس ۷۰۶، I1: آبیاری شاهد (عرف منطقه)، I2: آبیاری هر ده روز یکبار، I3: آبیاری هر دوازده روز یکبار، I4: آبیاری هر چهارده روز یکبار، I5: آبیاری هر ده روز بعد از هفت برگی، I6: آبیاری هر دوازده روز بعد از هفت برگی، I7: آبیاری هر چهارده روز بعد از هفت برگی، IV: برهم‌کنش دور آبیاری و رقم.



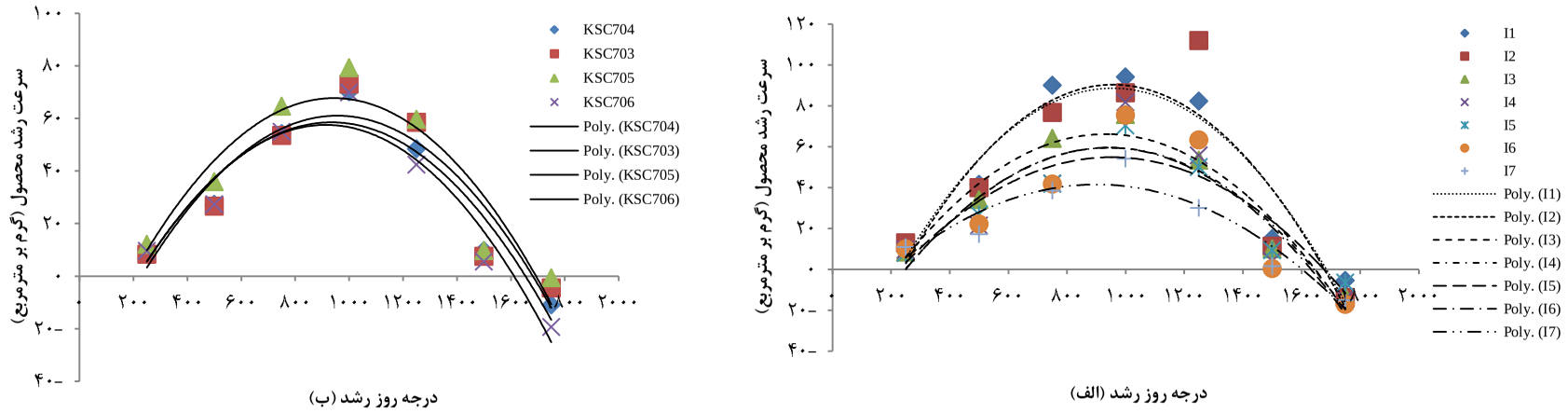
شکل ۱: مقایسه میانگین تجمع ماده خشک کل تحت اثر (الف) تیمارهای آبیاری (ب) ارقام، طی دو سال



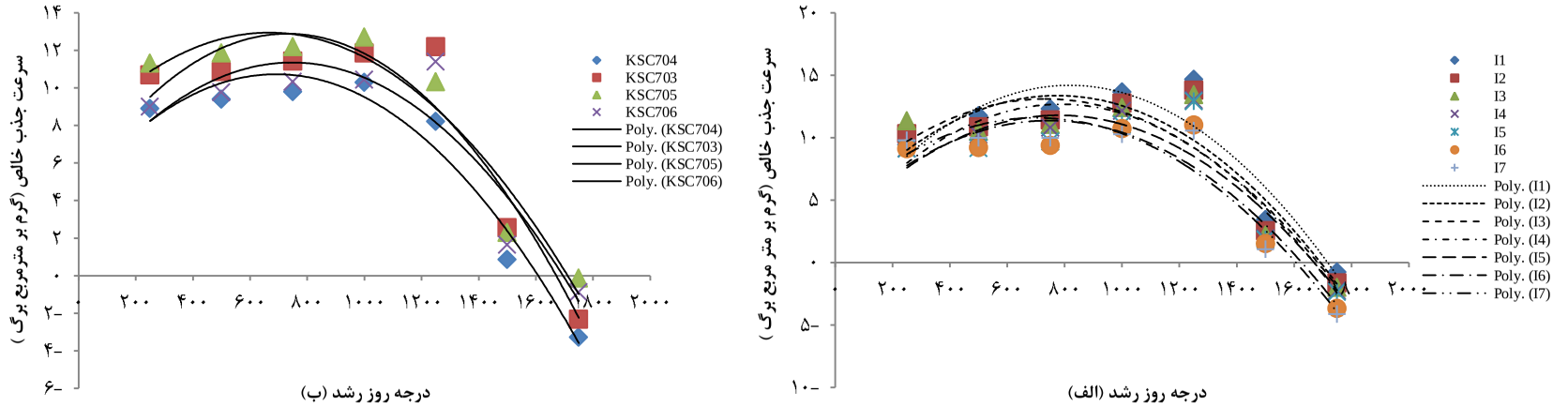
شکل ۲: مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت اثر (الف) تیمارهای آبیاری (ب) ارقام، طی دو سال

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.43.2.1]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1] [Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]



شکل ۳: مقایسه میانگین سرعت رشد محصول تحت اثر (الف) تیمارهای آبیاری (ب) ارقام، طی دو سال



شکل ۴: مقایسه میانگین سرعت جذب خالص تحت اثر (الف) تیمارهای آبیاری (ب) ارقام، طی دو سال

گزارش ارائه شده توسط لک (۱۳۹۲) نیز با این واقعیت که محتوای نسبی آب برگ در اثر کاهش میزان آب در دسترس گیاه کاهش می‌یابد، مطابقت داشت. نتایج حاصل از قطع آبیاری بین مراحل ۳ تا ۷ برگی برهمکنش دور آبیاری و رقم در دور آبیاری I5، I6 و I7 به ترتیب بیش‌ترین میانگین محتوای نسبی آب برگ در رقم ۷۰۵ با ۶۷/۶۴ درصد، ۶۴ درصد و ۵۴/۷۵ درصد کم‌ترین میانگین محتوای نسبی آب برگ مربوط به رقم ۷۰۴ با ۵۹/۱۷، ۵۸/۲۴ و ۵۲/۹ درصد به‌دست آمد (جدول ۴). در سه دورآبیاری I5، I6 و I7 قطع آبیاری از ۳ تا ۷ برگی صورت گرفت، این مرحله از رشد رویشی از نظر توسعه ریشه اهمیت ویژه‌ای دارد و نشان دهنده توانایی گیاه در حفظ محتوای نسبی آب برگ خود با میزان کم‌تر آبیاری است (چوکان و همکاران، ۱۳۹۲). این نتیجه گویای برتری رقم ۷۰۵ نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه است. ارقام متحمل از محتوای آب نسبی بالاتر و سرعت از دست رفتن آب پایین‌تری برخوردار هستند، بنابراین رقم ۷۰۵ به عنوان رقمی که در شرایط کمبود آب آبیاری می‌توان توصیه کرد معرفی می‌شود. با افزایش میزان فاصله دور آبیاری بر اکثر صفات رقم ۷۰۴ اثر معنی‌دار منفی و کاهشی داشت. کاهش محتوای نسبی آب برگ در بین ارقام مختلف متفاوت بوده و رقمی که از افت محتوای نسبی آب برگ کم‌تری در اثر کم‌آبی برخوردار است، ثبات عملکردی بالاتری را نشان می‌دهد (طریق‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).

کارایی مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد کارایی مصرف آب تحت اثر برهم‌کنش (دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار شد. همچنین تحت اثر برهم‌کنش (سال×دور آبیاری)، (سال×رقم) و (سال×دور آبیاری×رقم) در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). با توجه به اهمیت بررسی توأمان عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر کارایی مصرف آب برای تیمارهای مختلف آبیاری محاسبه و ارائه گردیده است (جدول ۵). همانطور که نتایج نشان می‌دهد مقادیر کارایی مصرف آب به‌طور متوسط (میانگین دوساله) بین ۰/۷۸ و ۱/۲۹ کیلوگرم بر متر مکعب نوسان دارد. مقایسه برهمکنش تیمارها در کارایی مصرف آب نشان داد که بیش‌ترین کارایی مصرف آب با میانگین عملکرد دانه ۸۷۲۴ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم ۷۰۵ در دور آبیاری I5 با مصرف ۶۷۷۰ متر مکعب آب با کارایی ۱/۲۹ کیلوگرم بر متر مکعب و کم‌ترین کارایی مصرف آب با میانگین عملکرد ۱۱۳۷۲ کیلوگرم در هکتار دانه مربوط به رقم ۷۰۴ در دور آبیاری I1 با مصرف ۱۴۶۶۰ مترمکعب آب با کارایی ۰/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب، محاسبه شده است. به عبارت دیگر با صرفه-جویی ۷۸۹۰ متر مکعب آب فقط ۲۶۴۸ کیلوگرم در هکتار کاهش عملکرد ایجاد شد. به طور متوسط، افزایش کارایی مصرف آب در تیمار دور آبیاری I5 به نسبت تیمار شاهد، ۳۹/۵۴ درصد بود. کارایی مصرف آب را می‌توان ارتقاء داد و به‌طور همزمان برای صرفه‌جویی در آب مصرفی، آب آبیاری را کاهش داد (جدول ۵). امروزه نیاز به یک ترکیب بهینه از تولید در واحد هکتار و تولید به ازای حجم آب مصرفی برای حصول غذای بیش‌تر با آب کم‌تر احساس می‌شود. به عبارت دیگر، اخذ عملکردی با ثبات و نه عملکرد حداکثر، به کارایی حداکثری مصرف آب کمک می‌نماید (سالمی و همکاران، ۱۳۹۳).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

جدول ۵: کارایی مصرف آب در سطوح مختلف آبیاری و ارقام بر اساس میانگین دو سال

سطوح آبیاری	آب مصرفی (متر مکعب بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)			
		سینگل‌کراس ۷۰۴	سینگل‌کراس ۷۰۳	سینگل‌کراس ۷۰۵	سینگل‌کراس ۷۰۶
I1	۱۴۶۶۰	۰/۷۸	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۸
I2	۱۱۲۸۰	۰/۸۵	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۱
I3	۹۷۶۰	۰/۸۲	۱/۰۱	۰/۹۶	۰/۹۲
I4	۸۴۲۰	۰/۸۲	۰/۹۴	۰/۹۹	۰/۸۸
I5	۶۷۷۰	۱/۰۴	۱/۲۲	۱/۲۹	۱/۱۱
I6	۶۲۶۰	۱/۰۱	۱/۰۵	۱/۲۱	۱/۰۳
I7	۵۷۵۰	۰/۹۶	۰/۹۸	۱/۱۴	۰/۹۸

در دور آبیاری I2 تفاوت معنی‌داری بین ارقام ۷۰۳ و ۷۰۵ مشاهده نشد و هر دو رقم نسبت به ارقام ۷۰۶ و ۷۰۴ کارایی مصرف آب بیش‌تری داشتند. در دور آبیاری I3 بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی مصرف آب به ترتیب در رقم ۷۰۳ با ۱/۰۱ کیلوگرم بر متر مکعب و رقم ۷۰۴ با ۰/۸۲ کیلوگرم بر متر مکعب تعلق گرفت. در دور آبیاری I4 رقم ۷۰۵ نسبت به سایر ارقام پیشی گرفت و این برتری در دورهای آبیاری I5، I6 و I7 برای رقم ۷۰۵ با میانگین ۱/۲۹، ۱/۲۱ و ۱/۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب کاملاً مشهود بود. علی‌رغم کاهش مصرف آب در تیمارهای دور آبیاری خصوصاً تیمار I5 کاهش عملکرد دانه به نحو چشم‌گیری اثر کاهش مصرف آب را تعدیل و روند کاهشی کارایی اقتصادی مصرف آب را در تیمارهای مختلف آبیاری نسبت به آبیاری مرسوم شاهد هستیم که با نتایج ذاکر نژاد و همکاران (۱۳۹۶)، Mansouri Far و همکاران (۲۰۱۰) و Farre and Faci (۲۰۰۹) منطبق است.

نتیجه‌گیری

پایین بودن شاخص سطح برگ در شرایط کاهش میزان آبیاری باعث کاهش سرعت رشد محصول و محدودیت فتوسنتز تحت کمبود آبیاری بر روی افت سرعت جذب خالص اثر می‌گذارد، با افزایش فاصله دور آبیاری غلظت کلروفیل در برگ کاهش معنی‌داری یافت که این امر موجب کاهش عملکرد دانه و در نهایت کارایی مصرف آب شد، کاهش شاخص کلروفیل بر اثر عدم جذب مواد معدنی از خاک موجب از بین رفتن کلروفیل می‌شوند. در این شرایط رقمی می‌تواند برتری خود را حفظ کند که ریشه آن توسعه بیش‌تری یافته و محتوای نسبی آب سلول خود را در حد قابل قبول حفظ نماید. بالا بودن محتوای نسبی آب مانع بسته شدن روزنه‌ها شده که منجر به جذب دی‌اکسیدکربن و به دنبال آن تولید مواد فتوسنتزی از جمله آدنوزین تری فسفات (ATP) و NADPH و تثبیت دی‌اکسیدکربن در گیاه می‌شود. در این شرایط شاخص‌های فیزیولوژیک برای رقم ۷۰۵ بالاتر از ارقام دیگر بود و همچنین عملکرد مطلوب‌تری با مصرف آب کم‌تر ایجاد کرد. لذا با کاشت این رقم ضمن رسیدن به عملکرد مطلوب، در مصرف آب نیز صرفه‌جویی به عمل آمد. حساس‌ترین رقم ۷۰۴ بود. در شرایط آبیاری نرمال نیز هیبرید ۷۰۳ پر محصول‌ترین رقم شناسایی شد. در مجموع از نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط نمود که دور مناسب

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.43.2.1]

آبیاری، با توجه به کاهش میزان بارندگی و محدود بودن منابع آبی می‌تواند محدودیت‌های موجود را به حداقل برساند. به این معنی که گیاه، آب را در زمان مناسب و به همان اندازه مورد نیاز دریافت کند تا تلفات آب به حداقل ممکن برسد، اما در شرایط کمبود آب می‌توان با پذیرش افت اندکی در عملکرد دانه، آبیاری در مرحله رویشی را حذف کرد. در این تحقیق با توجه به نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به رقم ۷۰۵ در دور آبیاری I5 نسبت به سایر ارقام در دورهای آبیاری مختلف بود و لذا برای منطقه اراک این رقم با دور آبیاری I5 پیشنهاد می‌شود.

منابع

احمدپور، ع.، فرهادی بانسوله، ب. و قبادی، م. ۱۳۹۶. بررسی اثرات کم‌آبیاری بر روند رشد و خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای در کرمانشاه. نشریه حفاظت منابع آب و خاک. ۶ (۳): ۱۱۲-۹۹.

اکبری‌نیا، آ.، داداشی، م.ر. و مختارپور، ج. ۱۳۹۴. تأثیر تراکم بوته بر صفات مهم زراعی هیبریدهای جدید ذرت دانه‌ای در مقایسه با هیبرید KSC۷۰۴ در منطقه گرگان. مجله پژوهش‌های به‌زراعی. ۷ (۲): ۱۴۳-۱۳۴.

امیری، ا. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر آبیاری نوبتی و مقادیر کود نیتروژن بر برخی از شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۰ (۳۴): ۷۱-۵۹.

امینیان، ر.، طبسی، ه. س.، حبیب زاده، ف.، پارسا مهر، س. ۱۳۹۷. اثر کود فسفر و روابط برخی صفات زراعی دو هیبرید ذرت دانه‌ای در شرایط تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰ (۳۷): ۲۰-۵.

بیگلوئی، م.ح.، کافی قاسمی، ع.، جواهر دشتی، م. و اصفهانی، م. ۱۳۹۳. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت (سینگل‌کراس ۷۰۴) در منطقه رشت. مجله علوم زراعی ایران. ۱۵ (۳): ۲۰۶-۱۹۶.

حق‌جو، م. و بحرانی، ع. ۱۳۹۴. تغییرات عملکرد ذرت سینگل‌کراس ۲۶۰ در رژیم‌های مختلف آبی و کود نیتروژن با استفاده از شاخص‌های رشد. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹ (۳۴): ۲۷۴-۲۵۹.

چوکان، ر. ۱۳۹۱. ذرت و ویژگی‌های آن، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر کشاورزی، ۴۶۶ ص.

چوکان، ر.، شیرخانی، ع.، افشارمنش، غ. ر.، استخر، ا.، سبزی، م.ح.، دارخال، ه.، نجفی‌نژاد، ح.، شیری، م.ر.، آفرینش، ع.، خاوری خراسانی، س.، مساوات، ا.، حدادی، ح.، زمانی، م.، معینی، ر. ۱۳۹۲. هیبرید جدید ذرت سینگل‌کراس کرج ۷۰۶ با عملکرد دانه بالا. نشریه یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. ۲ (۳): ۲۵۱-۲۴۱.

دادرسی، و.، ابوطالبیان، م.ع.، احمدوند، گ.، موسوی. س. و سیدی، م. ۱۳۹۱. تأثیر پرامینگ بذر در مزرعه و دور آبیاری بر شاخص‌های رشد دو رقم ذرت. مجله دانش زراعت. ۵ (۷): ۸۸-۶۷.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

ذاکرنژاد، س.، نادری، ا.، هاشمی دزفولی، س.ا.، لک، ش. و علوی فاضل، م. ۱۳۹۶. مقایسه روش‌های مختلف آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیک ارقام ذرت در فصل‌های بهار و تابستان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹ (۳۶): ۱۵۶-۱۳۷.

سالمی، ح.، توکلی، ع. و حیدری، ن. ۱۳۹۳. اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و تعیین بهره‌وری آب در شبکه آبیاری نکوآباد اصفهان. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۶ (۴): ۸۶۹-۸۵۸.

سلامتی، ن. و دانایی، ا.خ. ۱۳۹۸. اثر دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید ذرت دانه‌ای. تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۰ (۱): ۱۹۹-۱۸۹.

سنگل‌زاده، ن. و شکوه فر، ع. ۱۳۹۶. مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ذرت دانه‌ای در الگوهای مختلف کاشت. پژوهش‌نامه کشاورزی. ۹ (۱): ۸۹-۷۶.

صادقی، ف. ۱۳۹۶. بررسی عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی هیبریدهای تجاری ذرت در شرایط کم‌آبیاری در منطقه کرمانشاه. نشریه تحقیقات غلات. ۷ (۱): ۸۳-۶۷.

طریق‌الاسلامی، م.، کافی، م.، نظامی، ا. و ضرغامی، ر. ۱۳۹۵. اثر تنش سرمازدگی و خشکی در واکنش اسید سالسیلیک بر شاخص‌های انتخاب و عملکرد دانه ذرت. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۳۱): ۲۰-۵.

طریق‌الاسلامی، م.، کافی، م.، نظامی، ا. و ضرغامی، ر. ۱۳۹۶. بررسی برهمکنش تنش سرما و خشکی بر تغییرات شاخص کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، نشت الکترولیت و عملکرد دانه در سه رقم هیبرید ذرت دانه‌ای. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۹ (۲۳): ۱۵۶-۱۴۶.

فرج‌زاده معماری تبریزی، ا.، یارنیا، م.، احمدزاده، و. و فرج زاده معماری تبریزی، ن. ۱۳۹۴. اثر سطوح تنش خشکی و غلظت-های هومات پتاسیم بر دو هیبرید ذرت هیبرید ۷۰۴ و ۷۰۶. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۷ (۲۵): ۱۱۸-۱۰۵.

فلاحی، ق.، حاتمی، ع. و ناصری، ر. ۱۳۹۲. تجزیه رشد شش هیبرید ذرت در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷ (۲۶): ۱۹۶-۱۸۱.

لک، ش. ۱۳۹۲. ارزیابی صفات فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد دانه ذرت در سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۵ (۱۹): ۳۳-۱۷.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

مجدم، م.، پاینده، خ.، لک، ش. و مرعشی، ک. ۱۳۹۵. اثر پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی ذرت بهاره در شرایط تنش کمبود آب. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۳۲): ۷۳-۶۱.

مددی، ا. و فلاح، س ا. ۱۳۹۶. اثر اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر تعدیل تنش خشکی در مرحله گردافشانی ذرت علوفه ای. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۱ (۵): ۱۴۰۸-۱۳۹۶.

موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱۳۹۴. معرفی ارقام زراعی. تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۱۲ ص.

Adiloglu, A., Talian, D. D., Abin, S., Davison, D. and Petersen, J. L. 2012. The Effect of Boron (B) Application on the growth and nutrient contents of maize in zinc (Zn) deficient soils. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 2: 1-4.

Boomsma, C. R. and Vyn, T. J. 2008. Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis? Field Crops Research 108: 14-31.

Corcoles, H. L., Juan, J. A. D. and Picornell, M. R. 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.

Dayal, V., Dubey, A. K., Singh, S. K., Sharma, R. M., Dahuja, A. and Kaur, C. 2016. Growth, yield and physiology of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars as affected by polyembryonic rootstocks. Science Horticulture 166: 186-197.

Diaz-Perez, J. C., Shackel, K. A. and Sutter, E. G. 2006. Relative water content. Annals of Botony 97 (1): 85-96.

Efeoglu, B., Ekmekci, Y. and Cicek, N. 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. South African Journal of Botany 75: 34–42.

Ernest, E. D. and Rinaldi M. 2013. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Research 105: 202-210.

Farahani, H. and Smith, W. B. 2014. Irrigation-Making the case for frrigated corn. Clemson University Cooperative Extension. Available online at: http://www.clemson.edu/corn.html.

Farre, I. and Faci, J. M. 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.

Ghatavi, R. F., Jackson, B. C., Kiniry, J. R. and Arkin, G. F. 2012. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agronomy Journal 81: 61-65.

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.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

Longenecker, S. R., Jones, J. and Crookston, R. K. 2009. Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development.Crop Science 27: 726-730.

Mansouri-Far, C., Modarres, S. A. M. and Saberali, S. F. 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.

Oliveira, A. C. S., Coelho, F. C., Vieira, H. D., Crevelari, J. A. and Rubim, R. F. 2014. Growth, nutrient content and SPAD value of corn in monoculture and in intercropping. American Journal of Plant Sciences 5: 2726-2733.

Reynold, P. and Westgate, M. E. 2014. Water deficit affects receptivity of maize silks. Crop Science 33: 278-182.

Rudnick, D., Irmak, S. Ch., Ray, J., Schneekloth, M., Schipanski, I., Kisekka, A., Schlegel, J., Aguilar, D., Rogers, D., Mitchell, Ch., West, Th., Marek, Q., Xue, W. and Porter, D. 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., Barutcular, C. and Sohidul Islam, M. 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.

Sanchez-Rodriguez, E., Del Mar Rubio-Wilhelmi, M., Cervilla, L. M., Blasco, B., Rios, J. J., Leyva, R., Romero, L. and Ruiz, J. M. 2010. Study of the ionome and uptake fluxes incherry tomato plants under moderate waterstress conditions.Plant and soil 335 (1): 339-347.

Shao, H., Guo, Q., Chu, L., Zhao, X., Su, Z., Hu, Y. and Cheng, J. 2007. Understanding molecular mechanism of higher plant plasticity under abiotic stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 54: 37–45.

Soleymanifard, A., Pourdad, S. S., Naseri, R. and Mirzaei, A. 2011. Effect of drought stress on growth indices of sweet corn in rain fed conditions. Pakistan Journal of Botany 47: 327-340.

Wahid, A. and Rasul, E. 2005. Photosynthesis in leaf, stem, flower and fruit, in: Pessarakli M. (Ed.), Handbook of Photosynthesis, 2nd ed., CRC Press, Florida, pp. 479–497.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]

Investigation the effect of irrigation cut off in different irrigation periods on yield and physiological indicators of four maize cultivars

Gh. Farrokhi[1], P. Moaveni[2*], H. Mozafari[3], E. Majidi Heravan[4] and B. Sani[5]

1, 2, 3 & 5) Department of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4) Department of Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

*** Corresponding author: payam.moaveni@yahoo.com**

This article is extracted from a Ph.D. thesis.

Received date: 2019.03.12 **Accepted date: 2019.07.22**

Abstract

Due to the necessity of saving water resources, in order to investigate the new maize cultivars to reduce the negative effect of water shortage, a split plot experiment based on randomized complete blocks design with three replications at Arak Islamic Azad University in 2015-2016 and 2016-2017 cropping years was carried out. Different irrigation treatments including I1 (7 days, area custom), I2 (10 days), I3 (12 days), I4 (14 days) once to the end of the period, plant irrigation cut off after seedling establishment from 3 to 7 leaf stage and after that irrigation interval I5 (10 days), I6 (12 days) and I7 (14 days) were compared once in the main plots and four maize cultivars including single cross 704 control, 703, 705 and 706 in the sub plots. Irrigation treatments and maize hybrids had significant effect on yield and physiological parameters. Decreasing irrigation level decreased yield, relative water content and chlorophyll concentration in leaves compared to control treatment. In irrigation interval interaction and cultivars, single cross 703 showed the highest mean to maintain yield and growth indices in irrigation intervals I1 to I3, while single cross 705 showed superiority to other cultivars in irrigation intervals I4 to I7. In all irrigation periods, single cross 704 was recorded with the lowest power compared to other cultivars. The highest water use efficiency was related to 705 cultivar in I5 irrigation interval with 54.39 percent superiority compared to control irrigation interval treatment and 704 cultivar.

Keywords: Corn, Growth Index and Water use efficiency.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.43.2.1]