اثر رژیم‌های آبیاری بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و عملکرد هیبریدهای ذرت علوفه‌ای

مریم حاجی‌بابائی*[۱] و فرهاد عزیزی[۲]

۱) گروه زراعت، واحد ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.
۲) مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، کرج، ایران.

* **نویسنده مسئول:** Hajibabaee_m@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۱/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۴/۰۱**

چکیده

به منظور بررسی اثر رژیم‌های آبیاری بر برخی صفات و عملکرد چند هیبرید جدید ذرت علوفه‌ای، این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. در کرت‌های اصلی سه سطح آبیاری نرمال، تنش ملایم و تنش شدید (به‌ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) و در کرت‌های فرعی ۱۴ هیبرید ذرت مورد مقایسه قرار گرفت. مقدار آب مصرفی با استفاده از کنتور که در ابتدای فلکه اصلی قرار داده شده بود کنترل شد. نتایج نشان داد که تفاوت هیبریدها از نظر ارتفاع بوته و عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال پنج درصد و از نظر تعداد برگ، شاخص سطح برگ و وزن خشک بلال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، درحالی‌که بین وزن خشک برگ هیبریدها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین کلیه صفات مورد بررسی به‌جز تعداد برگ در بوته به تنش خشکی واکنش نشان داده و اختلاف آن‌ها در تنش‌های مختلف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. برهمکنش هیبرید و رژیم‌های آبیاری برای هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نبودند که بیانگر واکنش مشابه هیبریدهای مورد مطالعه نسبت به شرایط رژیم‌های آبیاری اعمال شده می‌باشد. تغییر دور آبیاری از تیمار آبیاری نرمال به تنش شدید باعث کاهش عملکرد علوفه خشک به میزان ۴۴ درصد شد. هیبرید شماره ۴ (KSC700) از نظر وزن خشک بلال بیش‌تر (۷۷۱/۵۴ گرم) و با عملکرد علوفه خشک (۱۵۵۶۵ کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش خشکی به عنوان بهترین هیبرید بود که می توان بالا بودن عملکرد در این هیبرید را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آن نسبت داد که زمان بیش‌تری را برای تولید و تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهد. با توجه به همبستگی می‌توان نتیجه گرفت که صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک بلال در تغییرات عملکرد علوفه در شرایط کمبود رطوبت خاک می‌توانند اثر قابل ملاحظه‌ای داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شاخص سطح برگ، تعداد برگ، عملکرد علوفه خشک.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]

مقدمه

به‌طورکلی در بین تمام تنش‌ها، تنش خشکی یکی از مهم‌ترین و شایع‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید (Turhan and Baser, 2004). تنش کمبود آب از عوامل اصلی محدودکننده تولید ذرت در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید. ذرت یک گونه علوفه‌ای مهم است که برای مصرف به‌صورت سیلوئی کل گیاه برداشت می شود (Coors, 1995). این گیاه با وجود داشتن یک مرحله برداشت دارای عملکرد ماده خشک بالایی است سیلوی آن به آسانی تهیه می‌شود و یک علوفه خوش خوراک با کیفیت پایدار برای دام می‌باشد و انرژی بالاتری نسبت به سایر علوفه‌ها داراست (Curran and Posch, 2000). بیش‌ترین قابلیت هضم و کم‌ترین دیواره سلولی به دانه هی و پس از آن به برگ گیاه اختصاص دارد (چوگان، ۱۳۷۵). قابلیت هضم برگ بیش‌تر از ساقه است و با افزایش نسبت برگ به ساقه معمولاً کیفیت علوفه افزایش می‌یابد (Genter and Camper, 1973). Lauer و Cussicunqui (۱۹۹۷) اظهار داشتند که نسبت دانه به علوفه موثرترین فاکتور انرژی در سیلوی ذرت است. Rezaverdinejad و همکاران (۲۰۰۶) با اعمال تیمارهای کم آبیاری گزارش کردند که تنش رطوبتی در مراحل رشد رویشی و گل‌دهی به‌ترتیب باعث کاهش ۲۸ و ۲۹ درصدی عملکرد نسبت به تیمار آبیاری متداول گردید. Song و Dai(۲۰۰۰) اثر تنش خشکی بر رشد و توسعه ذرت را بررسی کردند و بیان داشتند که استرس خشکی مانع از رشد و توسعه گل‌آذین ماده در گیاه ذرت می‌گردد و کوتاه شدن طول، قطر، و وزن خشک و وزن تر بلال از اثر کمبود آب روی بلال ذرت است. Cakir (۲۰۰۴) گزارش کرد که تنش رطوبتی در طول مراحل مختلف رشد ذرت عملکرد آن را در درجات متفاوت کاهش می‌دهد که شدت کاهش عملکرد نه تنها به شدت تنش بلکه به مرحله رشدی گیاه نیز وابسته است. شعرباف و احمدی (۱۳۷۷) در آزمایشی جهت بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد و بر ویژگی‌های رویشی ذرت گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع نهایی گیاه و شاخص سطح برگ می‌گردد. عملکرد بیولوژیکی نیز در رژیم‌های مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری داشت که با افزایش تنش خشکی، میزان کاهش آن بیش‌تر شد. رنجبر (۱۳۸۴) با مطالعه‌های اثر تنش خشکی در مرحله رشد رویشی، در مراحل مختلف رشد نشان داد که تنش شدید خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع ساقه، ارتفاع بلال از سطح خاک، تعداد برگ، گره و میان‌گره، وزن خشک پوشش بلال، طول بلال و کاهش عملکرد دانه به میزان ۷ درصد گردید. شعاع‌حسینی و همکاران (۱۳۸۷) در آزمایشی با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد ذرت و صفات وابسته به آن گزارش کردند که بیش‌ترین اثر تنش خشکی بر عملکرد بود که در اثر کاهش ارتفاع بلال، ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه بود. با توجه به ویژگی اصلی زراعت در مناطق با محدودیت منابع آبی و لزوم گسترش سطح زیر کشت با هدف افزایش محصولات زراعی در این مناطق، و با توجه به اینکه آبیاری یکی از نیازهای مهم تولیدات کشاورزی محسوب می‌شود،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]

دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط دشوار با کارایی بالای مصرف آب ضروری به‌نظر می‌رسد. در این مطالعه نیز اثر تنش خشکی بر چند هیبرید ذرت علوف‌های و نحوه اثر صفات بر روی عملکرد در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با عرض جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۲۵۴ متر از سطح دریا در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی-رسی با pH = ۷/۵ و هدایت الکتریکی ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر بود. در کرت‌های اصلی سه سطح آبیاری نرمال، تنش ملایم و تنش شدید (به‌ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) و در کرت‌های فرعی ۱۴ هیبرید دیررس ذرت علوف‌های مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱: اسامی و شماره هیبریدهای دیررس ذرت علوف‌های مورد آزمایش

شماره	هیبرید
۱	K47/2-2-1-4-1-1-1×MO17
۲	K3653/2×K19
۳	K3653/2×MO17
۴	KSC700
۵	KSC704
۶	KSC720
۷	KLM76004/3-2-1- 1-1-1-1-1×K3545/6
۸	K74/2-2-1-2-1-1-1-1×K3545/6
۹	K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1
۱۰	KL M76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3544/1
۱۱	K47/2-2-1-2-1-1-1-1×K3544/1
۱۲	K47/3-1-2-7-1-1-1×MO17
۱۳	KLM77029/8-1-2-3-2-3×MO17
۱۴	KLM76005/2-3-1-1-1-1×MO17

مزرعه آزمایش در بهار سال ۱۳۸۸ به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم خورد و برای خرد کردن کلوخه‌ها و هم‌چنین یکنواخت شدن خاک مزرعه از دیسک و ماله استفاده گردید. مزرعه با استفاده از فاروئر به‌صورت جوی و پشته در آمد. در این طرح بذور هر هیبرید پس از ضدعفونی در سه ردیف هفت متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر و به‌صورت کپه‌ای کشت شدند. فاصله کپه‌ها روی ردیف‌های کاشت ۱۸ سانتی‌متر (تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. به منظور ممانعت از اختلاط آبیاری در ابتدا و انتهای هر بلوک دو ردیف کاشت به عنوان حاشیه و هم‌چنین دو ردیف بدون کاشت لحاظ گردید. میزان کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک در اختیار گیاه قرار گرفت. نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع اوره

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]

(۴۶ درصد نیتروژن) به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت نیمی قبل از کاشت و مابقی در مرحله ۷-۶ برگی به عنوان سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و سوزنی برگ از علف‌کش آترازین به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار همراه با لاسو (الاکلر) در مرحله بعد از کاشت و قبل از اولین آبیاری صورت گرفت و در مرحله ۵-۶ برگی از علف‌کش 2,4-D به میزان ۱-۱/۵ لیتر در هکتار علیه علف‌های هرز پهن‌برگ استفاده شد و یک مرحله وجین دستی در همین مرحله صورت گرفت. زمان آبیاری با استفاده از میزان تبخیر روزانه از تشتک تبخیر کلاس A مشخص شد. برای تعیین حجم آب مصرفی در هر آبیاری، قبل از آبیاری نمونه‌برداری از خاک کرت مورد نظر تا عمق توسعه ریشه انجام گردید. نمونه مذکور به‌مدت ۲۴ ساعت در آون ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس درصد رطوبت وزنی خاک محاسبه شد و حجم آب آبیاری با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ در هر آبیاری تعیین‌گردید. مقدار آب مصرفی نیز با استفاده از کنتور که در ابتدای فلکه اصلی قرار داده شده بود کنترل شد. آبیاری مزرعه آزمایشی با استفاده از لوله‌های هیدروفلوم و دریچه‌هایی که در ابتدای خطوط کاشت تعبیه شده بود صورت گرفت.

۱) $H = \rho b(\theta_{F.C} - \theta_m) D$

۲) $V = H \times A$

در معادله‌های ۱ و ۲، H نشان‌دهنده ارتفاع آب داخل کرت، ρb جرم مخصوص ظاهری خاک، $\theta_{F.C}$ رطوبت در حد ظرفیت مزرعه، θ_m رطوبت جرمی کرت مورد نظر در زمان آبیاری، D عمق توسعه ریشه، V حجم آب آبیاری در کرت و A مساحت کرت است. مساحت برداشت پس از حذف حاشیه‌ها در هر کرت معادل ۱۴/۷۵ متر مربع بود. جهت تعیین صفاتی از قبیل عملکرد علوفه خشک در هکتار، ارتفاع بوته، تعداد برگ، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک بلال و وزن خشک ساقه از هر ردیف تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات مذکور از روی آن‌ها اندازه‌گیری شدند. محاسبه‌های آماری و تجزیه واریانس‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS، رسم نمودارها به‌وسیله نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد و اثر هیبرید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید ولی برهمکنش هیبرید و رژیم‌های مختلف آبیاری معنی‌دار نشد که نشانگر واکنش مشابه هیبریدهای مورد مطالعه نسبت به شرایط تنش خشکی می‌باشد. نتایج جدول ۳ نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال (پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر) ارتفاع بوته در بالاترین سطح (۱۷۸/۵۴ سانتی‌متر) و در شرایط آبیاری پس از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]

۱۳۰ میلی‌متر تبخیر ارتفاع بوته در پایین‌ترین سطح (۱۲۱/۵۶ سانتی‌متر) قرار داشت و اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف آبیاری مشاهده گردید. Sarvar و همکاران (۱۹۹۹) در بنگلادش اثر تنش رطوبتی را روی دو ژنوتیپ وحشی و جهش یافته ذرت بررسی و نتیجه گرفتند که در اثر تنش رطوبتی ارتفاع گیاه کاهش یافت. El Neomani و همکاران، (۱۹۹۰) نیز گزارش کرده‌اند که تنش در ابتدای رشد سریع، ارتفاع ذرت را به طرز چشم‌گیری کاهش می‌دهد هر چند تولید ماده خشک وابسته به اندازه سطوح تولید کننده مواد فتوسنتزی است. این کاهش در نهایت باعث کاهش میزان مواد فتوسنتزی تولیدی در زمان پر شدن دانه در بلال می‌گردد. Hogenboom و همکاران (۱۹۸۷) نیز بر اثر کم آبی بر ارتفاع بوته از طریق کاهش مقدار فتوسنتز و در نتیجه کاهش طول میان‌گره‌ها اشاره داشته‌اند. نتایج این بررسی با بررسی‌های کریمی و همکاران (۱۳۸۸)، شعاع‌حسینی و همکاران (۱۳۸۷)، Pandey و همکاران (۲۰۰۰)، رنجبر (۱۳۸۴)، Traore و همکاران (۲۰۰۰)، Yazar و همکاران (۲۰۰۲)، Denmead و Show (۱۹۶۰)، Gavloski و همکاران (۱۹۹۲) مطابقت داشت. مقایسه هیبریدها از لحاظ ارتفاع بوته نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته به هیبرید شماره ۴ (۱۶۱/۷۲ سانتی متر) و کم‌ترین ارتفاع بوته به هیبرید شماره ۱۰ (۱۴۲/۸۶ سانتی‌متر) تعلق داشت (جدول ۴).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه هیبریدهای ذرت تحت اثر سه تیمار رژیم آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک بلال	وزن خشک ساقه	عملکرد علوفه خشک
تکرار	۲	۸۸۷/۵^{ns}	۳/۱*	۰/۵*	۱۱۹۰۷/۸**	۱۰۹۰۲۰*	۱۶۳۵۹۸/۱**	۵۲۹۲۸۰۲۳**
آبیاری	۲	۳۴۷۸/۸**	۰/۵^{ns}	۲/۲**	۷۲۶۱۲/۹**	۲۱۷۳۳۴۷/۱**	۹۵۱۱۸۲/۴**	۷۰۵۷۶۳۴۶۴**
خطای a	۴	۲۴۰۳/۴	۲/۶	۰/۱	۳۱۷۰	۲۷۱۸۰/۶	۸۹۱۵۱/۱	۳۶۰۱۴۹۹۳
هیبرید	۱۳	۳۸۹/۵*	۷/۶**	۰/۶**	۱۷۰۸/۱^{ns}	۹۱۹۸۸**	۲۸۹۳۳/۷^{ns}	۱۷۱۱۶۰۸۸*
هیبرید× آبیاری	۲۶	۱۲۸/۵۹۰^{ns}	۰/۶^{ns}	۰/۱^{ns}	۱۲۹۹/۸^{ns}	۳۷۰۰۵/۴^{ns}	۱۲۸۲۵/۷^{ns}	۸۷۶۴۸۷۴^{ns}
خطای b	۷۸	۱۷۱/۲	۰/۷	۰/۱	۱۱۷۲/۹	۲۹۴۷۴	۱۷۳۳۴/۱	۷۷۳۳۹۳۴
ضریب تغییرات	-	۸/۵	۶/۱	۱۰/۱	۱۴	۲۶	۲۸/۶	۱۹/۳

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۳: جدول مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در رژیم‌های مختلف آبیاری

رژیم آبیاری	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک بلال (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)
۷۰ میلیمتر تبخیر	۱۷۸/۵ a	۱۳/۹a	۳/۸ a	۲۷۳/۸ a	۸۲۹/۸ a	۵۳۲a	۱۷۸۷۱/۸a
۱۰۰ میلیمتر تبخیر	۱۵۷/۰ b	۱۳/۷ a	۳/۶ b	۲۶۰/۹ a	۶۴۲/۳ b	۵۵۹/۱a	۱۵۳۸۱/۸ b
۱۳۰ میلیمتر تبخیر	۱۲۱/۵ c	۱۳/۷ a	۳/۴ c	۱۹۶/۲ b	۴۳۸/۷ c	۲۸۶b	۹۸۶۲/۱ c

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامن‌های دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

تعداد برگ

اثر عامل هیبرید بر سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود درحالی‌که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و برهمکنش هیبرید و رژیم‌های مختلف آبیاری معنی‌دار نشد (جدول ۲). معنی‌دار نبودن اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر تعداد برگ احتمالاً دلیل

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1393.6.22.6.8]

این است که این صفت کم‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (جدول ۳). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید شماره ۱۰ دارای بیش‌ترین تعداد برگ (۱۵ عدد) و هیبرید شماره ۲ دارای کم‌ترین تعداد برگ (۱۱ عدد) بود (جدول ۴). تعداد برگ ها هم با طول دوره رشد گیاه رابطه مثبتی دارد به این صورت که تعداد برگ‌ها در ارقام دیررس بیش‌تر از ارقام زودرس می‌باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۱). Albert (۱۹۹۱) گزارش کردند که ارقام دیررس ذرت بعد از شروع دانه‌بندی، برگ‌های سبز خود را برای مدت طولانی‌تری نگهداری می‌نمایند و بنابراین برگ‌های ارقام دیررس، دیرتر از ارقام زودرس خشک می‌شوند که این از دلایل عمده فتوسنتز بالاتر و عملکرد بیش‌تر ارقام دیررس می‌باشد. با کاهش یافتن سطح آبیاری از تیمار آبیاری نرمال به تنش شدید باعث کاهش تعداد برگ به میزان پنج درصد شد.

شاخص سطح برگ

در بررسی شاخص سطح برگ، اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبرید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی برهمکنش هیبرید و رژیم‌های مختلف آبیاری معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری روند کاهش شاخص سطح برگ را در اثر افزایش فواصل بین آبیاری‌ها نشان داد (جدول ۳). محققان دیگری نیز نظیر Saberali و همکاران (۲۰۰۷) و Pandey و همکاران (۲۰۰۰) نیز کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ را در اثر تنش خشکی تایید می‌کنند. Ritchie (۱۹۸۷) نیز گزارش کرد که شاخص سطح برگ در بوته‌های تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی در تمام فصل رشد تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای با هم نداشتند اما تنها تفاوتی که در شاخص سطح برگ بین تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش خشکی مشاهده شد مربوط به انتهای دوره رشد بوده که در آن بوته‌های تحت شرایط تنش سطح برگ خود را زودتر از دست دادند. نتایج جدول ۴ نشان داد که هیبرید شماره ۴ دارای بیش‌ترین میزان شاخص سطح برگ (۴/۰) و هیبرید شماره ۱۱ دارای کم‌ترین میزان شاخص سطح برگ (۳/۱) بود.

جدول ۴: مقایسه میانگین هیبریدهای مورد مطالعه تحت اثر رژیم‌های مختلف آبیاری

هیبرید	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک بلال (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)
۱	۱۵۴/۱ abcde	۱۳/۹ cde	۳/۸ ab	۲۳۵/۶ abc	۷۳۷/۳ abc	۴۴۳/۸ abc	۱۴۸۲۱ a
۲	۱۴۷/۲bcde	۱۱/۸ g	۳/۳ cde	۲۳۰/۹ abc	۵۷۲/۲ bcd	۴۲۰/۱ bc	۱۳۳۷۲ ab
۳	۱۵۸/۸ abc	۱۲/۶ fg	۳/۲ de	۲۳۳/۲ abc	۶۸۳/۲ abc	۴۰۷ bc	۱۳۹۷۰ a
۴	۱۶۱/۷ a	۱۴/۹ ab	۴ a	۲۷۲/۷ abc	۷۷۱/۵ a	۴۶۱ abc	۱۵۵۶۵ a
۵	۱۴۵/۵ cde	۱۳/۶ de	۳/۸ ab	۲۴۹/۷ abc	۵۹۸ abcd	۴۴۳/۹ abc	۱۳۸۰۵ ab
۶	۱۵۲/ abcde	۱۳/۵ de	۳/۹ ab	۲۶۸/۱ a	۵۵۲/۶ cd	۵۸۸ a	۱۴۹۰۱ a
۷	۱۶۰/۴ ab	۱۴ cde	۳/۹ ab	۲۵۴/۱ abc	۷۲۸/۳ abc	۴۸۰/۸ abc	۱۵۳۹۲ a
۸	۱۵۹/۷ abc	۱۳/۵ de	۳/۶ bc	۲۶۰/۵ ab	۷۶۹/۵ a	۵۲۲/۱ ab	۱۶۳۷۷ a
۹	۱۵۰abcde	۱۴/۷ abc	۳/۷ ab	۲۴۸/۵ abc	۵۶۳ cd	۴۴۸/۵ abc	۱۳۳۰۰ ab
۱۰	۱۴۲/۸ e	۱۵/۳ a	۳/۵۶ bcd	۲۲۳/۹ bc	۴۳۵/۲ d	۳۵۴/۵ c	۱۰۹۳۰ b
۱۱	۱۴۴/۱ de	۱۳/۴ def	۳/۱ e	۲۲۰ c	۶۳۹/۵ abc	۴۲۱ bc	۱۳۴۷۴ ab
۱۲	۱۴۲/۹ bcde	۱۴ cde	۳/۶ bcd	۲۳۹/۱ abc	۷۲۸/۳ abc	۴۴۷/۳ abc	۱۴۷۷۲ a
۱۳	۱۵۱/۷ abcde	۱۴/۳ bcd	۳/۷ ab	۲۴۹/۳ abc	۷۲۸/۳ abc	۵۱۵/۴ ab	۱۵۸۶۷ a
۱۴	۱۵۸ abcd	۱۳/۱ ef	۳/۶ abc	۲۴۵ abc	۷۵۴/۴ ab	۴۷۳/۵ abc	۱۴۶۶۱ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]

وزن خشک برگ

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، درحالی‌که اثر هیبرید و برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر این صفت معنی‌دار نبود. نتایج جدول ۳ نشان داد که بین شرایط آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر با آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج آزمایشات صورت گرفته بر کاهش سطح برگ به واسطه اختلال در فتوسنتز و کاهش کلروپلاست و در نتیجه زرد و نکروزه شدن سریع برگ‌ها در شرایط کمبود رطوبت خاک دلالت می‌کنند که به عنوان سازوکاری برای سازگاری به خشکی به شمار می‌آید (Goksoy *et al.,* 2004; Flagella *et al.,* 2002). Yegappan و همکاران (۱۹۹۶) اظهار داشتند که تنش خشکی پیری زودرس برگ‌ها، کاهش تعداد برگ، سطح برگ، وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد دانه در آفتابگردان را سبب می‌شود. نتایج جدول ۴ نشان داد که هیبرید شماره ۶ دارای بیش‌ترین میزان (۲۶۸/۱۳ گرم) و هیبرید شماره ۱۱ دارای کم‌ترین میزان (۲۲۰/۰۴ گرم) وزن خشک برگ بود.

وزن خشک بلال

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر وزن خشک بلال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر برهمکنش هیبرید و رژیم‌های مختلف آبیاری بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری روند کاهش معنی‌دار وزن خشک بلال را در اثر افزایش فواصل بین آبیاری‌ها نشان داد (جدول ۳). این نتایج یافته‌های پژوهشگرانی نظیر Song و Dai (۲۰۰۰) را تایید می‌کند. این محققان هم‌چنین اظهار داشتند که فتوسنتز در حین تنش خشکی کم می‌شود ولی در شرایط طبیعی و پس از دریافت آب کافی، فتوسنتز جاری افزایش یافته و از طرف دیگر انتقال مواد ذخیره‌ای ساقه در حین پر شدن سریع دانه باعث جلوگیری از عقیمی دانه‌ها می‌شود. با توجه به جدول ۴، مشخص شد که هیبریدهای شماره ۴ و ۸ دارای بیش‌ترین وزن خشک بلال و هیبرید شماره ۱۰ دارای کم‌ترین میزان (۴۳۵/۲۹ گرم) وزن خشک بلال بود.

وزن خشک ساقه

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن خشک ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود درحالی‌که اثر هیبرید و برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبرید معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بین تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود نداشتند درحالی‌که بین تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر با تیمار آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۳). اعمال تنش رطوبتی به دلیل کاهش میزان رشد رویشی گیاه، میزان وزن خشک اندام‌های رویشی (برگ، ساقه)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1393.6.22.6.8]

را کاهش می‌دهد (Shrestha *et al.*, 2006). کاهش وزن خشک ساقه توسط تنش خشکی توسط پژوهشگرانی نظیر Schussler و Westgate (۱۹۹۵)، Sinclair و همکاران (۱۹۹۰) نیز گزارش گردیده است. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید شماره ۶ دارای بیش‌ترین میزان (۵۸۸/۰۸ گرم) و هیبرید شماره ۱۰ دارای کم‌ترین میزان وزن خشک ساقه (۳۵۴/۵۴ گرم) بودند (جدول ۴). هیبرید شماره ۶ از نظر میزان وزن خشک کل بوته نیز دارای بیش‌ترین میزان ماده خشک بود که به نظر می‌رسد نتایج حاصل بیانگر نقش مهم فتوسنتزی ساقه در تولید و تجمع مواد فتوسنتزی در این هیبرید بوده است.

عملکرد علوفه خشک

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبرید بر عملکرد علوفه خشک به ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بودند ولی برهمکنش هیبرید و رژیم‌های آبیاری معنی‌دار نگردید که بیانگر واکنش مشابه هیبریدهای مورد مطالعه نسبت به شرایط تنش اعمال شده می‌باشد (جدول ۲). نتایج جدول ۳ نشان داد که بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک با میانگین ۱۷۸۷۱ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد علوفه خشک به ۱۵۳۸۱ و۹۸۶۲ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۱۴ درصد و ۴۵ درصد نسبت به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر کاهش نشان دادند. این اختلاف می‌تواند ناشی از کاهش توانایی هیبریدها در جذب عناصر غذایی و ساخت و انتقال مواد پرورده در اثر کمبود آب باشد که باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاه شده است. کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی در اثر محدودیت آب، توسط محققان دیگری نظیر Osborne و همکاران (۲۰۰۲) و فاطمی و همکاران (۱۳۸۰) نیز گزارش شده است. افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری نرمال (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر)، می‌تواند به دلیل گسترش بیش‌تر سطح برگ باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هرچه بیش‌تر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک شده است. Lak و همکاران (۲۰۰۷) نیز بر این موضوع تاکید کرده‌اند. کاهش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر بیش‌تر به دلیل اثر منفی تنش خشکی بر وزن خشک ساقه (با ۴۶ درصد کاهش) رخ داده است زیرا در ذرت ساقه جزء مهمی از قسمت‌های هوایی را تشکیل می‌دهد و قطر ساقه نیز با افزایش یافتن میزان تنش خشکی (۵ درصد) کاهش یافت. Scarisbrick و Daniels (۱۹۸۶) در تحقیقات خود نشان دادند که تنش خشکی در طول دوره گل‌دهی وزن کل ماده خشک را تا ۲۰ درصد کاهش یافت. با توجه به نتایج جدول ۴، مشخص شد که هیبریدهای شماره ۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ دارای بیش‌ترین وزن خشک کل بوته بوده‌اند که می‌توان بالا بودن عملکرد علوفه خشک در این هیبریدها را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آن‌ها نسبت داد که زمان بیش‌تری را برای تولید و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]

تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهند. هیبرید شماره ۱۰ نیز دارای کم‌ترین میزان وزن خشک کل بوته (۱۰۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) بوده است. گزارش شده است که معمولاً هیبریدهایی که دوره رشد طولانی‌تری دارند ماده خشک بیش‌تری نیز تولید می‌کنند (Jacobs and Pearson, 1991). با کاهش یافتن سطح آبیاری از تیمار آبیاری نرمال به تنش شدید باعث کاهش عملکرد علوفه خشک به میزان ۴۵ درصد شد.

همبستگی و روابط صفات

نتایج جدول ۵ نشان داد که بین تعداد برگ با تمام صفات به‌جز وزن خشک برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بین شاخص سطح برگ با تمام صفات همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. بین وزن خشک ساقه با تمام صفات همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. بین عملکرد علوفه با وزن خشک ساقه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت و این امر نشان می‌دهد که هر چه مقدار ماده خشک ذخیره شده در ساقه گیاه بیش‌تر باشد ماده خشک بیش‌تری در طول پر شدن دانه می‌تواند از ساقه به دانه منتقل گردد. بین وزن خشک بلال با تمام صفات همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود دارد. بین وزن خشک برگ با ارتفاع بوته و عملکرد علوفه خشک همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری مشاهده شد. بین ارتفاع بوته با عملکرد علوفه خشک همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. با توجه به جدول همبستگی می‌توان نتیجه گرفت که صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک بلال در تغییرات عملکرد علوفه در شرایط کمبود رطوبت خاک می‌توانند اثر قابل ملاحظه‌ای داشته باشند.

جدول ۵: جدول ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد علوفه

صفات	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک بلال (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
شاخص سطح برگ	۰/۳۴**					
وزن خشک ساقه	۰/۰۹ns	۰/۴۸**				
وزن خشک بلال	۰/۲۸**	۰/۴۱**	۰/۴۸**			
وزن خشک برگ	۰/۱۶ns	۰/۵۶**	۰/۸۷**	۰/۶۴**		
ارتفاع بوته	۰/۳۱**	۰/۴۶**	۰/۵۴**	۰/۷۹**	۰/۶۴**	
عملکرد علوفه خشک	۰/۲۲*	۰/۵۲**	۰/۸۲**	۰/۸۹**	۰/۸۸**	۰/۷۹**

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش با توجه به مقایسه میانگین هیبریدها برای عملکرد علوفه خشک مشخص شد که هیبریدهای شماره ۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ دارای بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک به‌ترتیب (۱۴۸۲۱، ۱۳۹۷۰، ۱۵۵۶۵، ۱۴۹۰۱، ۱۵۳۹۲، ۱۶۳۷۷، ۱۴۷۷۲، ۱۵۸۶۷ و ۱۴۶۶۱ کیلوگرم در هکتار) بوده‌اند که همگی در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند (جدول ۴). برهمکنش هیبرید و رژیم‌های آبیاری معنی‌دار نشد که بیانگر واکنش مشابه هیبریدهای مورد مطالعه نسبت به

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1393.6.22.6.8]

شرایط تنش اعمال شده بود. هیبرید شماره ۴ (KSC700) از نظر وزن خشک بلال بیش‌تر (۷۷۱/۵۴ گرم) و با عملکرد علوفه خشک (۱۵۵۶۵ کیلوگرم در هکتار) به عنوان بهترین هیبرید می‌باشد که می‌توان بالا بودن عملکرد در این هیبرید را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آن نسبت داد که زمان بیش‌تری را برای تولید و تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

منابع

چوگان، ر. ۱۳۷۵. بررسی و مقایسه عملکرد و اجزا عملکرد در ارقام هیبرید ذرت سیلویی. نشریه تحقیقاتی کشاورزی نهال و بذر. ۱۲ (۲): ۴۰-۳۶.

رنجبر، ح. ۱۳۸۴. تأثیر تنش خشکی و تنک کردن در مراحل مختلف رشد بر ویژگی‌های ظاهری فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۱۱۶ ص.

شعاع‌حسینی، م.، فارسی، م. و خاوری‌خراسانی، س. ۱۳۸۷. بررسی اثرات کمبود آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد در چند هیبرید ذرت دانه‌ای با استفاده از تجزیه علیت. مجله دانش کشاورزی. ۹۲ (۱): ۸۵-۷۱.

شعرباف‌خجسته، س. و احمدی، م. ۱۳۷۷. بررسی اثرات رژیم مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه ذرت. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات کرج. ۷-۴ شهریور ماه ۱۳۷۷. ص: ۱۷۳-۱۷۱.

کریمی، م.، اصفهانی، م.، بیگلوئی، م.، ربیعی، ب. و قاسمی، ع. ۱۳۸۸. تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲ (۲): ۹۱-۱۰۹.

فاطمی، ر.، کهراریان، ب.، قنبری، ا. و ولی‌زاده، م. ۱۳۸۰. بررسی اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری و نیاز آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم کشاورزی ۱۲ (۱): ۱۴۰- ۱۳۳.

نورمحمدی. ق.، سیادت، ع. و کاشانی. ۱۳۸۰. زراعت جلد اول (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران. ۴۴۶ ص.

Albert, H.W. 1991. Relation of time of planting corn to the time of silking, denting and senescence. Agronomy Journal 18: 375- 380.

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89:1-16.

Coors, J.G. 1995. Grain yield and nutritional quality of corn silage. Final 4 year UW corn silage research consortium meeting Madison.WS unpublished.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]

Curran, B. and Posch, J. 2000. Agronomic management of silage for yield and quality: silage cutting height. Crop Insights 10 (2): 145-155.

Denmead, O.T. and Show, R.H. 1960. The effect of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agronomy Journal 52:272-274.

El Neomani, A.A., El Halim, A.K.A., El Zeynu, H.A. and Abd El Halim, A.K. 1990. Response of maize (*Zea mays* L.) to irrigation intervals under different levels of nitrogen fertilization. Egyptian Journal of Agronomy 15: 147-158.

Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R. and De Caro, A. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronology 17: 221-230.

Gavloski, J.E., Whitfield, G.H. and Ellis, C.R. 1992. Effect of restricted watering on sap flow and growth in corn *(Zea mays* L*.)* Canadian Journal Plant Science 72: 361–368.

Genter, C.F. and Camper, H.M. 1973. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. Agronomy Journal 65:669-671.

Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M. and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Filed Crops Research 87: 167-178.

Hogenboom, G., Peterson, C.M. and Huck, M.G. 1987. Shoot growth rate of soybean as affected by drought stress. Agronology Journal 79: 598-607.

Jacobs, B.C. and Pearson, C.J. 1991. Potential yield of maize determined by rate growth and development of ears. Field Crops Research 27: 281- 298.

Lak, S., Naderi, N., Siadat, S. A., Aynehband, A. and Noormohammadi, Gh. 2007. Effects of water deficiency stress on yield and nitrogen efficiency of grain corn hybrid KSC 704 at different nitrogen rates and plant population. Iranian Journal Agriculture Science Natural Resource 14 (2): 63-76.

Lauer, J. and Cussicunqui, J. 1997. How thick should I plant my corn?. Field Crops 28: 5-15pp.

Osborne, S.L., Schepers, D.D., Francis, J.S. and Schlemmer, M.R. 2002. Use of spectral radiance to estimate in- season biomass and grain yield in nitrogen and water stress on corn. Crop Science 42:165-171.

Pandey, R.K., Maranville, J.W. and Chetima, M.M. 2000a. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. Agriculture Water Management 46: 15-27.

Rezaverdinejad, V., Sohrabi, T. and Liaghat, A.M. 2006. Study of deficit irrigation effect on corn forage yield at its growth stage.1th national congress of irrigation and drainage nets. Ahvaz.

Ritchie, J.T. 1987. Influence of soil water status and meterological conditions on evaporation from a corn canopy. Agronology Journal 65: 893-897.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]

Saberali, S.F., Sadatnouri, S.A., Hejazi, A. and Zand, E. 2007. Influence of plant density and planting pattern of corn on its growth and yield under competition with common Lambesquarters (*Chenopodium album*). Journal Research Production 74: 143-152.

Schussler, J.R. and Westgate, M.E. 1995b. Maize kernel set at low water potential: II. Sensitivity to reduce assimilates at pollination. Crop Science 31: 1196-1203.

Shrestha, R., Turner, N.C., Siddique, K.H.M., Turner, D.W. and Speijers, J. 2006. A water deficit during pod development in lentils reduces flower and pod number but not pod size. Australian Journal of Agriculture Research 57 (4): 427-438.

Sinclair, T.R., Shiraiwa, T. and Hammer, G.L. 1990. Variation in crop radiation- use efficiency with increased diffuse radiation. Crop Science 32: 1281-1284.

Song, F.B., and Dai, Y.Y. 2000. Effect of drought stress on growth and development of female inflorescence and yield of maize. Journal of Agricultural university 22 (1): 18-22.

Sarvar, A.K.M.G. and Ali, M.A. 1999. Effect of water stresses on the growth features of different maize (*Zea Mays* L.) cultivars. Pakistan Journal of Botany 31 (2): 455- 654.

Tarddieo, F. 2005. Plant tolerance to water deficit: Physical limits and possibilities for progress. C.R. Geosience 337: 57-67.

Traore, S.B., Carlson, R.E., Pilcher, C.D., and Rice, M.E. 2000. Bt and Non-Bt maize growth and development as affected by temperature and drought stress. Agronology Journal 92: 1027-1035.

Turhan, H. and Baser, I. 2004. In vitro and in vivo water stress in sunflower (*Helianthus annus* L.). HELIA 27: 227-236.

Yazar, A., Sezen, S. and Gencel, B. 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (SAP) area in Turkey. Irrigation and Drainage 51: 293-300.

Yegappan, T.M., Paton, D.M., Gates, C.T. and Muller, W.J. 1996. Water stress in sunflower (*Helianthus annus* L.) Effects on leaf cells and leaf area. Annul Biotechnology 49: 63-68.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.6.8]