

## اثر رژیم‌های آبیاری بر روی برخی خصوصیات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و عملکرد دانه هیبریدهای جدید ذرت

### Effect of Irrigation Regimes on Some Physiological, Morphological and Grain Yield of New Maize Hybrids

مهديه سلطانی<sup>۱</sup>، فرهاد عزیزی<sup>۲</sup>، محمدرضا چائی چی<sup>۳</sup> و حسین حیدری شریف‌آباد<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران (نگارنده مسئول)

۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۳- استاد دانشگاه تهران، کرج

۴- استاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۲۰

#### چکیده

سلطانی، م.، عزیزی، ف.، چائی چی، م. ر. و حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۹۱. اثر رژیم‌های آبیاری بر روی برخی خصوصیات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و عملکرد دانه هیبریدهای جدید ذرت. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۸ (۳): ۳۶۲-۳۴۷.

به منظور بررسی اثر رژیم‌های آبیاری بر برخی از خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک و عملکرد دانه هیبریدهای جدید ذرت، آزمایشی در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در تابستان سال ۱۳۸۹ انجام شد. طرح آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار بود. کرت‌های اصلی شامل سه سطح آبیاری ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر استاندارد کلاس A بود. ۱۴ هیبرید ذرت، شامل ۱۱ هیبرید جدید و سه هیبرید شاهد (KSC704, KSC720, KSC700) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌داری در شاخص سطح برگ، تعداد بلال در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شد. محتوای پروتئین آزاد برگ و فاصله زمانی بین ظهور کاکل تا گرده‌افشانی نیز در اثر تنش خشکی افزایش معنی‌داری داشتند. هیبرید شماره ۳، دارای بالاترین عملکرد دانه (۶۹۷۷/۸ کیلوگرم در هکتار) و هیبرید شماره ۴ (شاهد KSC700) دارای کمترین عملکرد دانه (۴۶۵۳ کیلوگرم در هکتار) بود. بالاترین نسبت دانه به بلال (۰/۸۱) در هیبریدهای ۴ و ۵ (شاهد KSC704 و KSC700) و کمترین نسبت (۰/۷۲) در هیبرید شماره ۱۴ به دست آمد. بیشترین وزن هزار دانه (۲۸۶/۳ گرم) را هیبرید شماره ۱۲ و کمترین وزن هزار دانه (۲۳۶/۷ گرم) را هیبرید شماره ۳ داشت. به طور کلی برای آب و هوایی مشابه اقلیم کرج و تحت شرایط تنش خشکی، هیبرید شماره ۳ به عنوان یک هیبرید امیدبخش برای مطالعات بیشتر مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد دانه، محتوای پروتئین آزاد، شاخص سطح برگ و فاصله زمانی بین ظهور کاکل تا گرده‌افشانی.

## مقدمه

نیاز به ذرت در ایران به دلیل نیاز روزافزون به علوفه و دانه آن جهت تغذیه دام، طیور و انسان رو به افزایش است. از آنجایی که ذرت گیاهی است که نیاز آبی بالایی دارد و با توجه به محدود بودن منابع آبی در کشور، تولید هیبریدهای جدیدی که دارای تحمل به خشکی می‌باشد و عملکردشان اقتصادی باشد، ضروری به نظر می‌رسد.

کاهش آبیاری از جهات مختلفی بر گیاه ذرت اثر می‌گذارد. خلیلی و همکاران (Khalily *et al.*, 2010) بررسی تنش خشکی به عنوان یکی از محدودیت‌های تولید دانه ذرت در ایران بیان کردند که در شرایط خشکی، فاصله زمانی بین کاکل‌دهی تا گرده‌افشانی، تعداد روزها تا ظهور کاکل، سطح برگ و تعداد دانه در ردیف مهمترین خصوصیات برای انتخاب هیبریدهای متحمل به تنش خشکی در ذرت بودند.

زمان وقوع تنش در بروز صفات گیاهان موثر است. رشیدی (Rashidi, 2005) اثر تنش خشکی را در مراحل مختلف رشد ذرت بررسی نمود و به این نتیجه رسید که تنش در مرحله رشد رویشی حداقل اثر را بر روی عملکرد دانه داشت در حالی که بیشترین کاهش عملکرد دانه در اثر اعمال تنش در مرحله رشد زایشی بود. مسجدی و همکاران (Masjedi *et al.*, 2008) در بررسی و تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری ذرت تابستانه بیان

کردند با افزایش فواصل آبیاری، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی گیاه و ویژگی‌های برگ آن همچون نسبت سطح برگ و شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد. ستر و همکاران (Setter *et al.*, 2001) بیان نمودند که فرایند دانه‌بندی در گیاه ذرت به وسیله فتوسنتز برگ‌ها، میزان قندها، نشاسته، آبسسیک اسید و سیتوکینین تعیین می‌شود. کمبود آب به مدت پنج روز پیش از گرده‌افشانی و نیز در مراحل اولیه گرده‌افشانی موجب کاهش دانه بندی در نواحی انتهایی بلال می‌شود.

هیتز و هانسون (Hitz and Hanson, 1982) گزارش کردند افزایش پرولین در گیاهان تحت تاثیر تنش نوعی علامت مشخص کننده تنش می‌باشد، به طوری که در بافت‌های برگ بسیاری از گیاهان، کاهش ملایم آب باعث افزایش ۱۰ تا ۱۰۰ برابر میزان پرولین آزاد می‌شود. توماس (Thomas, 1990) بیان کرد تجمع پرولین در گیاه شاید به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی نیست بلکه به دلیل حمایت آنزیمی و جلوگیری از تجمع نمک است.

با توجه به نتایج تحقیقات کارا و بیبر (Kara and Biber, 2008)، بیشترین عملکرد دانه ذرت زمانی بدست می‌آید که آب خاک در حد فاصل ۱۵٪ ظرفیت آب در دسترس خاک و ظرفیت مزرعه نگهداری شود. بویر و وستگیت (Boyer and Westgate, 1985) اظهار داشتند که علی‌رغم حفظ فشار

ذرت می‌شود، هدف از انجام این تحقیق بررسی و اندازه‌گیری صفات متفاوت در یازده هیبرید جدید ذرت در شرایط نرمال و تنش خشکی و بررسی اثر متقابل هیبرید و تنش در شرایط آب و هوای منطقه آزمایش (کرج) بود.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، واقع در کرج، با مختصات عرض جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۳۵ و ۴۷ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۲۵۴ متر از سطح دریا انجام شد. میانگین بارندگی سالانه محل آزمایش ۲۷۵ میلیمتر و منطقه دارای زمستان‌های سرد است.

خاک محل اجرای آزمایش از نوع رسی شنی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب، pH حدود ۷/۵، EC حدود ۰/۷ دسی‌زیمنس بر مترمربع و ظرفیت زراعی حدود ۲۶ درصد وزنی بود. مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز به ترتیب ۰/۱۴٪، ۲۴/۵ ppm و ۳۲۱ ppm اندازه‌گیری شد.

تیمارهای این آزمایش عبارت بودند از رژیم‌های آبیاری شامل سه رژیم آبیاری ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر استاندارد کلاس A، که در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. هدایت آب به کرت‌های اصلی بوسیله لوله‌های هیدروفولوم انجام شد و مقدار

تورژانس، محدودیت کامل رشد برگ ذرت در پتانسیل آبی کم بدین دلیل اتفاق می‌افتد که گیاه قادر به حفظ شیب پتانسیل آب بین مناطق در حال رشد برگ و آوند چوبی نیست و بنابراین نمی‌تواند عرضه آب به سلول‌های در حال رشد را حفظ کند. به هر حال شیب پتانسیل آب رو به سوی مناطق رشد دارد و به دنبال آن آب به ریشه‌های گرهی روی همان گیاه عرضه می‌شود که در این مورد، حفظ فشار تورژانس از طریق تنظیم اسمزی رشد مداوم را میسر می‌سازد. این اختلاف بدین دلیل رخ می‌دهد که پتانسیل آب در آوند چوبی برگ بیشتر از آوند چوبی ریشه کاهش می‌یابد که اشاره به گسترش جریانی با مقاومت زیاد در سیستم آوندی دارد. اتیا (Atteya, 2003) در بررسی تغییرات ارتباطات آبی و عملکرد ژنوتیپ‌های ذرت در پاسخ به تنش خشکی به این نتیجه رسید که در همه ژنوتیپ‌ها، گیاهان تنش دیده دارای مقدار ۰/۴۷- مگاپاسکال پتانسیل اسمزی کمتری نسبت به شاهد بودند. در این شرایط کاهش مقدار  $\Psi_w$  و محتوای نسبی آب (RWC) همراه با کاهش هدایت روزنه‌ای و مقدار فتوسنتز بود. همچنین نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مرحله ظهور گل‌تاجی نسبت به مرحله رویشی به خشکی حساس‌تر است، بطوریکه مقدار عملکرد دانه به طور چشمگیری کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه وقوع تنش خشکی به عنوان یکی از مهمترین محدودیت‌های زراعت ذرت باعث بروز تغییراتی در فیزیولوژی و عملکرد

دیررس و یا گروه ۷ فائو بوده و با تراکم کاشت ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار کشت شدند. شماره هیبریدهای مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

شاخص سطح برگ فقط در یک نوبت و در زمانی که کاکل در ۵۰٪ بوته‌ها ظاهر شده بود، اندازه‌گیری شد. برای این کار در هر کرت فرعی برگ‌های سه بوته که بطور تصادفی انتخاب شده بودند، به طور کامل جدا شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل Li-3100 مقدار سطح برگ سنجید شد و با توجه به مساحت برداشت، شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شد.

برای تعیین وزن هزار دانه (با رطوبت ۱۴٪) بر حسب گرم، مقدار رطوبت دانه‌ها پس از برداشت و شیلر کردن توسط دستگاه رطوبت سنج سیار مدل Dickeyjohn تعیین شد. سپس تعداد ۱۰۰۰ دانه شمرده شد و وزن آنها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری گردید. وزن بدست آمده طبق فرمول زیر به وزن هزار دانه با رطوبت ۱۴٪ تصحیح شد. عملکرد دانه نیز بر اساس ۱۴٪ رطوبت دانه تعیین شد.

آب مصرفی در هر دوره آبیاری بوسیله کنتور اندازه‌گیری شد.

مقدار حجم آب آبیاری با توجه به فرمول‌های زیر محاسبه و اعمال گردید.

$$H = \rho_b (\theta_{F.C} - \theta_m) D \quad (1)$$

$$V = H \times A \quad (2)$$

در معادله‌های ۱ و ۲،  $H$  ارتفاع آب آبیاری،  $\rho_b$  جرم مخصوص ظاهری خاک،  $\theta_{F.C}$  رطوبت در حد ظرفیت مزرعه،  $\theta_m$  رطوبت جرمی مورد نظر در زمان آبیاری {وزن خشک / (وزن خشک + وزن خشک)}،  $D$  عمق توسعه ریشه،  $V$  حجم آب آبیاری در کرت و  $A$  مساحت کرت می‌باشد.

برای اندازه‌گیری مقدار آب مورد نیاز در عمق‌های مختلف توسعه ریشه برای هر تیمار در سه عمق ۰ تا ۲۰ سانتیمتر، ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر و ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر نمونه برداری انجام شد و طبق فرمول‌های بالا مقدار آب مورد نیاز محاسبه شد. چهارده هیبرید ذرت شامل ۱۱ هیبرید جدید که توسط بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تولید گردیده‌اند به همراه سه هیبرید تجاری ذرت (KSC700، KSC704 و KSC720) به عنوان شاهد به عنوان عامل فرعی به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند. کلیه هیبریدها از گروه

$$[86 / (\text{رطوبت موجود} - 100)] \times \text{وزن بر اساس رطوبت موجود} = \text{وزن بر اساس رطوبت } 14\%$$

(ASI = Anthesis-silking interval) که از

فاصله زمانی گرده افشانی تا ظهور کاکل

جدول ۱- کد هیبریدهای دیررس ذرت  
Table 1. Code of maize hybrids

شماره No.	هیبرید Hybrid
1	K47/2-2-1-4-1-1-1-1×MO17
2	K3653/2×K19
3	K3653/2×MO17
4	KSC700
5	KSC704
6	KSC720
7	KLM76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3545/6
8	K74/2-2-1-2-1-1-1-1×K3545/6
9	K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1
10	KL M76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3544/1
11	K47/2-2-1-2-1-1-1-1×K3544/1
12	K47/3-1-2-7-1-1-1×MO17
13	KLM77029/8-1-2-3-2-3×MO17
14	KLM76005/2-3-1-1-1-1×MO17

هیبریدها برای کلیه صفات تفاوت معنی‌داری نشان دادند ولی اثر متقابل رژیم آبیاری × هیبرید فقط برای دو صفت وزن هزار دانه و مقدار پرولین برگی معنی‌دار بود (جدول ۲).

تنش خشکی بر محتوی پرولین برگ اثر معنی‌دار داشت و با افزایش شدت تنش مقدار تولید این اسید آمینه در گیاهان افزایش نشان داد. اما مقدار افزایش پرولین بین رژیم آبیاری نرمال و تنش ملایم معنی‌دار نبود (جدول ۳). حیدری و معاونی (Heidari and Moaveni, 2009) اعلام کردند که مقدار محتوای پرولین و اسید آبسزیک در ذرت‌های تحت تنش خشکی افزایش معنی‌داری نسبت به شرایط نرمال نشان داد. این پدیده در واقع به مقاومت در برابر تنش و ایجاد فشار

تفاضل تعداد روز از گرده‌افشانی (تعداد روز از زمان اولین آبیاری تا زمان گرده‌افشانی در ۵۰٪ بوته‌های کرت) و ظهور کاکل (تعداد روز از زمان اولین آبیاری تا زمان ظهور ۵۰٪ درصد کاکل در بوته‌های هر کرت) محاسبه گردید. محتوی پرولین برگ به روش بتیز (Bates *et al.*, 1973) اندازه‌گیری شد.

#### نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین بین تیمارهای آبیاری و مقایسه میانگین بین هیبریدهای مورد بررسی در جداول ۲، ۳ و ۴ ارائه شده‌اند. اثر تنش بر روی همه صفات غیر از نسبت وزن دانه به وزن بلال معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس برای برخی صفات هیبریدهای ذرت تحت تاثیر سه رژیم آبیاری  
 Table 2. Analysis of variance for some characteristics of different maize hybrids under three irrigation regimes

S.O.V.	منبع تغییر	df	محتوای پرولین برگ Leaf proline content	نسبت وزن دانه به وزن بلال Grain weight/ear weight	وزن هزار دانه 1000 kernel weight	تعداد بلال در بوته Ear plant <sup>-1</sup>	شاخص سطح برگ LAI	فاصله زمانی بین گرده‌افشانی و ظهور کاکل ASI <sup>1</sup>	عملکرد دانه Grain yeild
Replication	تکرار	2	14.25 <sup>ns</sup>	0.029 <sup>ns</sup>	2560.59 <sup>**</sup>	0.016 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>*</sup>	11.64 <sup>*</sup>	4488762.2 <sup>ns</sup>
Drought stress (DS)	تنش خشکی	2	617.90 <sup>**</sup>	0.010 <sup>ns</sup>	5590.56 <sup>**</sup>	0.157 <sup>**</sup>	0.43 <sup>*</sup>	37.45 <sup>**</sup>	82918270.5 <sup>*</sup>
Error a	خطای a	4	67.10	0.020	447.32	0.006	0.04	0.99	11496118.1
Hybrid (H)	هیبرید	13	37.40 <sup>*</sup>	0.008 <sup>*</sup>	2488.71 <sup>**</sup>	0.012 <sup>ns</sup>	0.70 <sup>**</sup>	7.27 <sup>*</sup>	3704982.7 <sup>**</sup>
DS × H	هیبرید × تنش خشکی	26	53.35 <sup>**</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	584.72 <sup>*</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	2.16 <sup>ns</sup>	1231470.4 <sup>ns</sup>
Error b	خطای b	78	13.74	0.0038	299.40	0.007	0.11	3.31	1274259.1
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)	-	48.37	7.940	6.85	8.850	8.65	41.58	18.95

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

\* and \*\*: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.  
 ns: Not significant.

ns: غیر معنی‌دار.

ASI: Anthesis- silking interval, LAI: Leaf area index.

مناسب تورگر در زمان تنش خشکی کمک می‌کند.

اعمال تنش تا آخر دوره رشد گیاه نیز ادامه داشت لذا آب کافی در اواخر دوران رشد و پر شدن دانه برای گیاهان تحت تنش تامین نشده و کاهش وزن هزار دانه در گیاهان تحت تاثیر تنش نسبت به شرایط بدون تنش تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳). ساجدی و همکاران (Sajedi et al., 2009) در بررسی اعمال کودپاشی برگی در ذرت دانه‌ای تحت تنش کم آبیاری بیان کردند که تنش کم آبیاری در مراحل مختلف رشدی گیاه ذرت باعث کاهش وزن هزار دانه، عملکرد، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب شد.

کاهش معنی‌دار تعداد بلال در بوته بر اثر تنش کم آبیاری نشان دهنده عدم ثبات در تولید بلال در بوته در کمبود آب در دسترس است، به طوری که در این آزمایش در تنش شدید بعضی بوته‌ها اصلاً بلال تولید نکردند. تفاوت تیمار آبیاری نرمال و تیمارهای تنش خشکی برای تعداد بلال در بوته، در بین هیبریدها معنی‌دار بود ولی بین تیمارهای تنش شدید و ملایم تفاوت معنی‌داری از جهت تعداد بلال تولیدی در بوته مشاهده نشد (جدول ۳). این نشان‌دهنده پاسخ یکسان بوته‌های هر هیبرید به تنش شدید و ملایم در زمینه کاهش تعداد بلال در بوته بود و شاید تنش شدید خیلی شدید نبود. از آنجا که تنش کم آبیاری در این بررسی در همه دوران رشد گیاه از ۸ برگی تا آخر دوره

رشد ادامه داشت، شاخص سطح برگ بر اثر کمبود آب در دوران رشد رویشی و ظهور گل تاجی کاهش یافت. کاکیر نیز (Cakir, 2004) در بررسی اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های ذرت در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی به این نتیجه رسید که وقوع تنش در زمان رشد رویشی و ظهور گل تاجی باعث کاهش ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ شد. شاخص سطح برگ در شرایط بدون تنش و دارای تنش تفاوت معنی‌داری داشت اما در دو تنش ملایم و شدید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر فاصله زمانی بین گرده‌افشانی و ظهور کاکل‌ها با افزایش شدت تنش افزایش یافت (جدول ۳). این امر موجب عدم همپوشانی مناسب زمان رسیدگی گرده و ظهور گل ابریشمی در هیبریدها شد. افزایش هرچه بیشتر این دوره، احتمال عدم تلقیح گلچه‌ها را افزایش داده و تعداد دانه در بلال هم کاهش می‌یابد. در این آزمایش مقدار افزایش ASI در آبیاری کامل و تنش ملایم تفاوت معنی‌داری نشان‌نداد ولی تنش شدید باعث افزایش بیشتر این دوره و کاهش بیشتر احتمال تلقیح در بوته‌ها شد. تنش ملایم باعث شد ظهور کاکل‌ها نسبت به تیمار آبیاری نرمال کمتر از یک روز به تاخیر بیافتد در حالیکه تنش شدید این زمان را تا دو روز به تاخیر انداخت (جدول ۳).

عملکرد دانه دارای تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تحت شرایط نرمال و شرایط تنش

جدول ۳- اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر برخی صفات هیبریدهای ذرت  
 Table 3. Effect of irrigation regimes on some characteristics of maize hybrids

رژیم آبیاری	محتوی پرولین برگ (میکرومول بر گرم)	نسبت وزن دانه به وزن بلال	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد بلال در بوته	شاخص سطح برگ	فاصله زمانی بین گرده‌افشانی و ظهور کاکل (روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Irrigation regime	Leaf proline content ( $\mu\text{molg}^{-1}$ )	Grain weight ear weight <sup>1</sup>	1000 kernel weight (g)	Ear plant <sup>-1</sup>	LAI	ASI (day)	Grain yeild (kg ha <sup>-1</sup> )
70 mm	3.03b	0.80a	264.5a	1.04a	4.00a	3.6b	7552.6a
100 mm	6.56b	0.78a	251.3b	0.94b	3.81b	4.1b	5407.7b
130 mm	13.39a	0.77a	241.5b	0.93b	3.86b	5.4a	4907.9b

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each colum, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level -Using Duncan's Multiple Range Test.

Irrigation regimes corresponds with 70mm, 100mm and 130mm evaporation from class A evaporation pan.

LAI: Leaf area index, ASI: Anthesis-silking interval.



رژیم‌های آبیاری بر برخی صفات مانند تعداد دانه، وزن مجموع دانه‌های هر بلال و اندازه طول و وزن چوب بلال و ... بر نسبت وزن دانه به وزن بلال، کاهش متناسب این صفت‌ها در هر تیمار آبیاری، در نهایت با کاهش یکسان صورت و مخرج کسر با افزایش شدت تنش، مقدار این نسبت تغییر چندانی نکرد. در بین هیبریدهای مورد مطالعه، هیبریدهای شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۱۲ دارای بیشترین نسبت وزن دانه به بلال در حدود ۰/۸ بودند در حالی که هیبرید شماره ۱۴ کمترین نسبت (۰/۷۲) را دارا بود (جدول ۴). کاهش سهم چوب بلال باعث می‌شود مقدار بیشتری از آسیمیلاتهای منتقل شده به بلال‌ها به دانه اختصاص یابند، به طور مثال کاهش ۸٪ این نسبت در هیبرید ۱۴ نسبت به هیبرید ۱ در واقع مبین کاهش ۸٪ سهم تولید اقتصادی این هیبرید است.

در بررسی وزن هزار دانه در بین هیبریدها، هیبرید شماره ۱۲ دارای بیشترین وزن هزار دانه و هیبریدهای ۱، ۳ و ۸ دارای کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۴). این صفت یکی از صفات موثر بر عملکرد دانه ذرت در شرایط تنش است و پژوهشگران زیادی بر آن تکیه کرده‌اند مثلاً ال تنتوی و همکاران (El-Tantawy *et al*, 2007) در برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در شرایط آب و هوایی مصر بیان کردند که سه عامل در کاهش عملکرد ذرت، تحت تنش آبیاری، دارای همبستگی مثبت و معنی داری بودند که عبارتند از وزن هزار دانه،

خشکی بود (جدول ۳). ولی بین تنش‌های ملایم و شدید تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). گرچه تعدادی از اجزای عملکرد دانه به تنهایی کاهش معنی داری نیافتند اما برآیند کاهش آنها باعث کاهش معنی دار عملکرد دانه تحت تاثیر کم آبی شد.

میانگین محتوی پروتئین برگ در بین هیبریدها تفاوت معنی داری داشت (جدول ۴). به طوری که در هیبرید شماره ۱ بیشترین مقدار پروتئین و در هیبرید شماره ۱۱ کمترین مقدار آن اندازه‌گیری شد (جدول ۴). روتین و همکاران (Rotein *et al.*, 2002) بیان کردند که پروتئین مولکول غالب ارگانیکی است که به عنوان واسطه برقراری تعادل اسمزی در زمان تنش عمل می‌کند. عدم حفظ تعادل اسمزی و افت فشار تورگر در داخل گیاه که حاصل از کمبود آب در دسترس است می‌تواند باعث عوارضی در گیاه شود. مثلاً کاهش طول بوته به دلیل عدم تامین فشار تورگر مناسب برای آغاز تقسیم و رشد سلولی. تفاوت مشاهده شده بین هیبریدها ناشی از توانایی هر هیبرید در مقابله با تنش و حفظ تعادل آبی اولیه بود، هرچند پاسخ یک گیاه به شدت تنش ثابت در مقایسه با گیاهان دیگر شدیدتر باشد، حد آستانه گیاه برای حفظ فشار تورگر پایین تر بوده و گیاه سریعتر آب خود را از دست می‌دهد. زیرا مقدار انباشتگی پروتئین به مقدار آب اولیه سلول نیز بستگی دارد (Mirjalili, 2008).

به دلیل اثر مستقیم و غیر مستقیم همزمان

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات برای هیبریدهای ذرت تحت تاثیر رژیم‌های آبیاری  
Table 4. Mean comparison of some characteristics for maize hybrids under different irrigation regimes

شماره هیبرید	محتوی پرولین (میکرومول بر گرم)	نسبت وزن دانه به وزن بلال	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد بلال در بوته	شاخص سطح برگ	فاصله گرده‌افشانی تا ظهور کامل (روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Hybrid No.	Leaf proline content ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	Grain weight ear weight <sup>-1</sup>	1000 kernel weight (g)	Ear plant <sup>-1</sup>	LAI	ASI (day)	Grain yeild ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
1	12.01a	0.79a	233.9f	0.922c	3.83cde	5.44ab	5533.2bcd
2	8.77abc	0.80a	238.5ef	1.022ab	3.94bcd	4.44abc	6640.9ab
3	5.68cde	0.80a	236.7f	0.980abc	4.22ab	3.77bc	6977.8a
4	8.32abcd	0.81a	247.3def	0.922c	4.35a	4.77ab	4653.4d
5	9.08abc	0.81a	258.7cd	0.933bc	4.40a	5.22ab	6202.2abc
6	4.40de	0.75ab	268.1bc	0.922c	4.08abc	3.44bc	5905.0abc
7	10.40ab	0.80a	246.8def	1.033a	3.66de	3.66bc	6311.9abc
8	10.00ab	0.75ab	232.6f	0.988abc	3.67de	4.11bc	6124.0abc
9	8.18abcd	0.75ab	251.3cdef	0.966abc	3.53e	4.22bc	6171.3abc
10	5.92cde	0.75ab	255.9cde	0.966abc	3.68de	3.55bc	5852.9abc
11	4.02e	0.76ab	245.6def	0.977abc	3.74cde	6.33a	5806.7abcd
12	6.63bcde	0.80a	286.3a	1.000abc	3.87bc vde	3.00c	6735.7ab
13	7.04bcde	0.76ab	281.9ab	1.000abc	3.57de	4.88abc	5139.7cd
14	6.58bcde	0.72b	251.0cdef	0.944abc	3.87bcde	4.44abc	5330.3cd

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability-level-Using Duncan's Multiple Range Test.

LAI: Leaf area index, ASI: Anthesis-silking interval.

تولید آسیمیلات‌ها در منابع (مناطق فتوسنتزی)

به دلیل در دسترس نبودن مواد در شرایط تنش خشکی در هیبریدها باشد.

در زمان پر شدن دانه، گیاهان، پتانسیل اسمزی در بخش مخزن یا همان دانه‌ها را به مقدار مشخصی منفی نگاه می‌دارند تا سرعت جریان مواد پرورده از منابع به مخازن کاهش پیدا نکند، بنابراین میزان کاهش صفت در هیبریدهای مختلف می‌تواند مربوط به همین مساله باشد و هیبریدهای مقاوم‌تر با کنترل سرعت انتقال مواد پرورده حتی در تنش شدید، از کاهش وزن دانه جلوگیری می‌کردند. از طرفی با کاهش تعداد دانه‌های تشکیل شده در

نسبت دانه به بلال و تعداد دانه در هر بلال.

عدم در دسترس بودن آب در زمان پر شدن دانه می‌تواند باعث کاهش مقدار فتوسنتز بر اثر کاهش مواد مورد نیاز اولیه تولید آسیمیلات باشد، به طوری که گیاهان تحت تنش برای مدت طولانی تری برای عدم از دست دادن آب روزنه‌های خود را بسته نگه می‌دارند و این مقدار دی‌اکسید کربن در دسترس را کاهش می‌دهد. از طرفی آب نیز یکی از مواد مورد نیاز فتوسنتز است که کمبود آن فرایند تولید آسیمیلات را با مشکل مواجه می‌کند. کاهش معنی دار وزن هزار دانه بین تیمار آبیاری نرمال و تنش های خشکی می‌تواند ناشی از همین عدم

با توجه به اینکه دو هیبرید ۴ و ۶ جزو هیبریدهای تجاری ذرت در ایران هستند و احتمال وقوع تنش خشکی در اکثر مناطق ایران وجود دارد، باید در توصیه و کاشت آنها دقت شود زیرا حتی اگر فقط مصارف علوفه‌ای آنها در نظر گرفته شود با عدم تولید بلال کیفیت علوفه تولیدی نیز به شدت کاهش می‌یابد.

در بین هیبریدهای جدید، هیبرید شماره ۹ بیشترین کاهش سطح برگ را نشان داد در صورتی که هیبریدهای شماره ۴ و ۵ که از شاهد ها بودند کمترین کاهش سطح برگ را بر اثر تنش داشتند (جدول ۴). عدم کاهش شاخص سطح برگ در هیبریدهای شاهد مؤید این مساله است که این هیبریدها با تولید مقدار بیشتری برگ در زمان کمبود آب به نسبت هیبریدهای جدید برای مصارف علوفه‌ای مناسب‌تر هستند. البته کاهش کیفیت در علوفه این هیبریدهای تجاری در مقایسه با هیبریدهای جدید بسیار شدیدتر است (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

این هیبرید های تجاری در ایران برای مصارف دانه ای نیز کشت می‌شوند و این مساله باید مورد توجه قرار گیرد و هیبریدهای دانه ای قابل رقابت با این شاهد ها تولید و برای مصارف دانه ای معرفی شوند. گرچه کاهش سطح برگ در اثر تنش به کاهش سطح تعرق‌کننده کمک می‌کند و به عنوان یکی از سازوکارهای مقابله با تنش شناخته می‌شود (Mirjalili, 2008)، اما باعث کاهش سطح فتوسنتزکننده نیز می‌شود. بنابراین توانایی گیاه برای حفظ مقدار مطلوبی از

هر بلال متناسب با افزایش تنش خشکی (داده‌های نشان داده نشده)، تعداد مخازن نیز کاهش می‌یابد و با وجودی که آسیمیلات کمتری تولید می‌شود ولی به دلیل تقسیم آن بین مخازن کمتر در نهایت وزن هزار دانه بین تنش شدید و ملایم در این هیبریدها تفاوت شدیدی نداشت (جدول ۳).

کاهش میانگین تعداد بلال در بوته در یک مزرعه به کمتر از یک بلال بیان‌کننده این موضوع است که احتمال عدم تشکیل بلال برای تعدادی از بوته‌ها در زمانی که تنش خشکی بر هیبریدهای ذرت اعمال شد وجود دارد. البته در این آزمایش چون تنش در تمام فصل زراعی اعمال شد مشخص نشد که کمبود آب در کدام مرحله رشد گیاه باعث کاهش تعداد بلال در بوته شد ولی به طور کلی عدم تشکیل حداقل یک بلال در تمام بوته‌ها می‌تواند به معنی هدررفت منابع می‌باشد، زیرا گیاهانی که بلال تولید نمی‌کنند همچنان از منابع آبی و مواد غذایی استفاده کرده و در نهایت هیچ تولید اقتصادی نداشتند و تولید کل را کاهش دادند. هیبریدهای شماره ۲، ۷، ۱۲ و ۱۳ در بین هیبریدها دارای بالاترین ثبات بوده و همه بوته‌های این هیبریدها حتی در شرایط تنش شدید حداقل یک بلال را تولید کردند (جدول ۴). بقیه هیبریدها میانگین کمتر از یک بلال در بوته را داشتند و از این نظر هیبریدهای شماره ۴ و ۶ (KSC700 و KSC720) کاهش بیشتری نشان دادند (جدول ۴).

سطح برگ که همزمان تعادل تولید آسیمیلات و عدم از دست دادن آب از سطح برگ مساله کلیدی در حفظ تولید آن است.

میانگین فاصله زمانی بین گرده‌افشانی و کاکل‌دهی در بین هیبریدها متفاوت بود (جدول ۴). هیبرید شماره ۱۱ دارای بیشترین فاصله زمانی ASI و از لحاظ این صفت حساس‌ترین و نامناسب‌ترین هیبرید بود، در حالی که هیبرید شماره ۱۲ کمترین فاصله زمانی ASI در میان همه هیبریدها را داشت (جدول ۴). ادمیدس و همکاران (Edmeades *et al.*, 2000) ASI 2000 را شاخص چشمی مناسبی برای نشان دادن اثر فرایندهای موثر بر رشد زایشی می‌دانند. آنها بیان کردند که کاهش در مقدار ASI همراه با کاهش در نسبت گلچه به بلال و افزایش نرخ رشد گلچه، بلال و کاکل، افزایش اندازه گلچه‌ها در زمان گرده‌افشانی، افزایش شاخص برداشت متناسب بوده و در نهایت باعث افزایش مقاومت گیاه به حاصلخیزی پایین خاک و سایه می‌باشد.

زمانی که کاکل‌ها با فاصله زمانی طولانی‌تری نسبت به زمان گرده‌افشانی ظاهر شوند، احتمال حضور گرده کافی برای تلقیح آنها وجود نخواهد داشت. از طرفی با توجه به سبک بودن دانه گرده ذرت احتمال حمل آنها به خارج از مزرعه توسط باد نیز افزایش می‌یابد، بنابراین اگر مثلاً مانند همین آزمایش در تنش شدید کاکل‌ها دو روز پس از گرده‌افشانی ظاهر شوند، کاهش شدید جمعیت گرده‌ها برای تلقیح

کاکل‌ها باعث کاهش تعداد دانه‌های تشکیل شده به همین نسبت می‌شود.

میانگین عملکردها نشان داد که هیبرید جدید شماره ۳، دارای بیشترین عملکرد دانه بود در حالیکه پایین‌ترین عملکرد دانه را رقم KSC700 (شاهد) به خود اختصاص داد (جدول ۴). عملکرد دانه در دو شاهد دیگر نیز نسبت به سایر هیبریدها در حد متوسط و پایین قرار داشت. احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2000) نیز در بررسی مقاومت به خشکی در هیبریدهای دیررس تجاری ذرت دانه‌ای در سه رژیم آبیاری نشان دادند که بین هیبریدها از نظر صفات رویشی، مراحل نمو، عملکرد دانه و اجزای آن تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود داشت. در آزمایش آنها بیشترین اثر منفی تنش بر عملکرد دانه ناشی از کاهش تعداد دانه در ردیف، طول بلال و وزن ۵۰۰ دانه بود.

در رابطه با بالاتر بودن عملکرد دانه در هیبرید شماره ۳ می‌تواند اینطور بیان کرد که طول دوره زمانی ASI در این هیبرید کم بود (جدول ۴). شاخص سطح برگ و تعداد بلال در بوته نیز در هیبرید مذکور کاهش شدیدی نداشت و تعداد بلال در بوته نزدیک به یک بود، یعنی حتی در شرایط تنش همه بوته‌ها حداقل یک بلال را تولید کردند (جدول ۴). افزایش مقدار میانگین پرولین برگ در اثر تنش خشکی در این هیبرید خیلی زیاد نبود و با توجه به اینکه سطح برگ کاهش شدیدی در آن

شدید نسبت به آبیاری نرمال بود (شکل ۱). علت این امر می‌تواند درجه محدودیت گیاه در تنش ملایم نسبت به تنش شدید و همچنین میزان محدودیت فتوسنتز اندام هوایی در آن باشد (Yang et al., 2006).

در بعضی از هیبریدها وزن هزار دانه در تنش خشکی بیشتر از مقدار وزن هزار دانه آن در حالت آبیاری نرمال بود، به طور مثال هیبرید شماره ۱ در تنش ملایم مقدار وزن هزار دانه بیشتری نسبت به تیمار آبیاری نرمال داشت (شکل ۱). با در نظر گرفتن این موضوع که زمان آبیاری هر تیمار کاملاً بر اساس مقدار تبخیر از سطح تشتک تبخیر تنظیم شده و به مرحله رشدی هیبریدها توجه نمی‌شد. این امکان وجود داشت زمان یک آبیاری با مرحله حساس رشدی یک هیبرید همزمان می‌شد در حالی که هیبرید دیگری از این مرحله گذشته و تامین آب بعد از آن تأثیری بر وزن هزار دانه آن نداشت.

در برخی از هیبریدها نیز اختلاف بین وزن هزار دانه در تنش ملایم و تنش شدید بسیار اندک بود به طور مثال هیبرید ۱۲ (شکل ۱). این اثر می‌تواند ناشی از توانایی گیاه برای حفظ فشار اسمزی ثابت در مخازن و کل گیاه باشد و عدم افزایش بسیار شدید مقدار پرولین در همین هیبرید مؤید همین مطلب بود (شکل ۲).

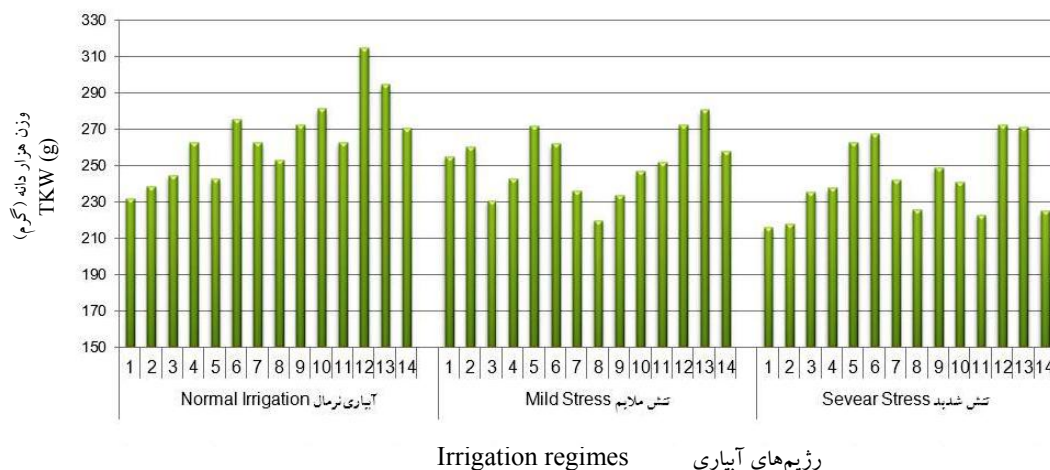
در بررسی اثر متقابل رژیم آبیاری × هیبرید روند افزایشی در میزان پرولین برگ همراه با افزایش تنش دیده شد (شکل ۲). این نتیجه تایید کننده تحقیقات حیدری و معاونی

نداشت نشان می‌دهد که بوته‌ها در این هیبرید قادر به حفظ فشار تورژسانس داخلی خود به صورت مطلوب بودند و عدم دسترسی به آب کافی مانع از گسترش برگ‌ها در این هیبرید نشد (جدول ۴).

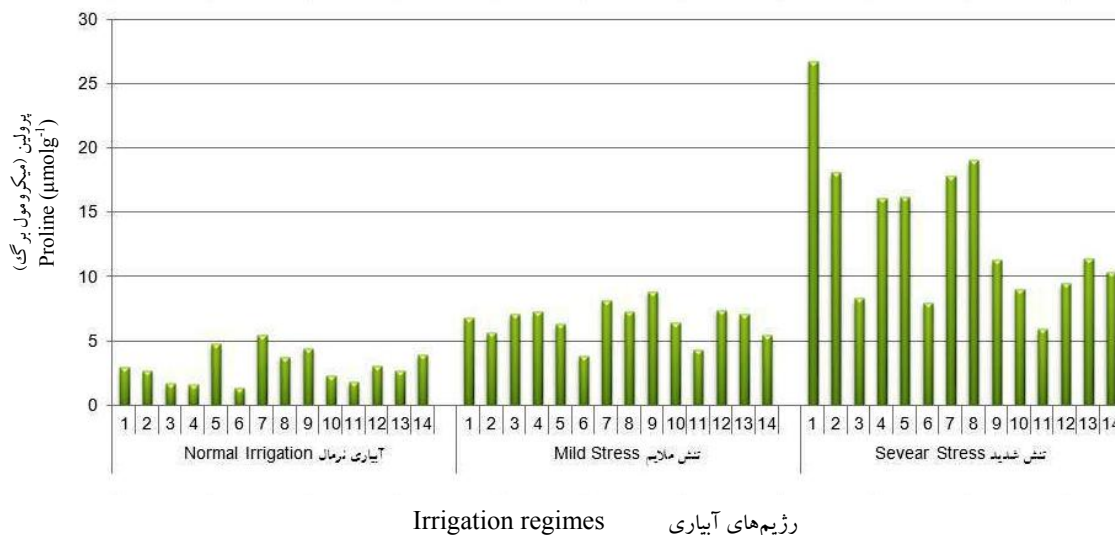
با وجود اینکه هیبرید شماره ۳ دارای کمترین وزن هزار دانه بود، اما این کاهش باعث کاهش شدید در عملکرد نشد و همچنان عملکرد دانه آن در بالاترین سطح حفظ شد (جدول ۴). این می‌تواند به دلیل مناسب بودن فاصله زمانی گرده‌افشانی و ظهور کاکل در این هیبرید بوده که منجر به تلقیح تعداد بیشتری از گل‌ها شد و در مجموع تعداد دانه بیشتری تولید شد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). بالا بودن نسبت وزن دانه به بلال نیز مؤید این امر بود که مقدار پوکی دانه در بلال‌های این هیبرید کم و سهم چوب بلال نیز به کل بلال کم بود (جدول ۴).

نتایج عملکرد دانه در هیبریدهای تجاری نشان می‌دهد که هیبریدهای متداول ذرت برای مقابله با شرایط تنش خیلی ضعیفتر از هیبریدهای جدید بودند و با توجه به احتمال بالای وقوع تنش خشکی در مناطق ذرت‌کاری ایران در توصیه این هیبریدها نباید برای تولید دانه باید احتیاط کرد.

اثر متقابل تنش خشکی و هیبرید فقط بر وزن هزار دانه و محتوای پرولین برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). به طور کلی کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش ملایم نسبت به آبیاری نرمال در اکثر هیبریدها کمتر از کاهش آن در تنش



شکل ۱- میانگین وزن هزار دانه (گرم) هیبریدهای مختلف ذرت در رژیم‌های مختلف آبیاری  
 Fig. 1. Means of 1000 kernel weight of maize hybrids in different irrigation regimes



شکل ۲- میانگین محتوای پرولین برگ در هیبریدهای مختلف ذرت در رژیم‌های مختلف آبیاری  
 Fig. 2. Mean of leaf proline content in maize hybrids in different irrigation regimes

(شکل ۲).

در هیبریدهای شماره ۱، ۲، ۴، ۵، ۷ و ۸ در تنش ملایم نسبت به شرایط آبیاری نرمال، به محتوای پرولین بمیزان کمی افزایش نشان داد ولی در تنش شدید نسبت به تنش ملایم افزایش محتوی پرولین برگ بیشتر بود (شکل ۲). در

(Heidari and Moaveni, 2009) بود. اما میزان این افزایش پرولین در هیبریدهای مختلف یکسان نبود. هیبریدهای ۶ و ۱۱ با افزایش تنش به طور ملایم میزان تولید پرولین خود را افزایش دادند، این نشان‌دهنده توانایی بیشتر این هیبریدها در تحمل تنش و حفظ آب داخلی است

به یک اندازه بود که نشان می‌دهد این هیبریدها برتری خاصی از لحاظ این صفت نسبت به هم نداشتند (شکل ۲).

بطور کلی استنباط می‌شود که برای آب و هوایی مشابه اقلیم کرج و تحت شرایط تنش خشکی، هیبرید شماره ۳ به عنوان یک هیبرید امیدبخش برای مطالعات مناسب‌تر باشد.

واقع این هیبریدها توانایی کنترل شرایط اسمزی خود را در کاهش اندک آب خاک داشتند ولی با افزایش شدت تنش خشکی، به شدت تحت تاثیر قرار گرفتند و دیگر قادر به حفظ تعادل آبی خود نبودند (شکل ۲).

در هیبریدهای ۳، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ نسبت افزایش محتوای پرولین برگ از آبیاری نرمال به تنش ملایم و از تنش ملایم به تنش شدید تقریباً

## References

- Ahmadi, G., Zienaly Khaneghah, H., Rostami, M. A., and Choukan, R. 2000.** Study of drought tolerance indices and biplot method in eight corn hybrids. *Iranian Journal of Agricultural Science* 3: 513-523 (In Persian).
- Atteya, A. M. 2003.** Alteration of water relations and yield of corn genotypes in response to drought stress *Bulgarian Journal of Plant Physiology* 29 (1-2): 63-76.
- Cakir, R. 2004.** Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research* 89 (1): 1-16.
- El-Tantawy, M. M., Ouda, S. A., and Khalil, F. A. 2007.** Irrigation scheduling for maize grown under Middle Egypt conditions. *Research Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3 (5): 456-462.
- Edmeades, G. O., Bolanos, J., Elings, A., Ribaut, J. M., Banziger, M., and Westgate, M. E. 2000.** The role and regulation of the anthesis-silking interval in maize. Pp. 43-73. In: M. E. Westgate and K. Boote (eds.). *Physiology and modeling kernel set in maize*. Crop Science Society of American and American Society of Agronomy.
- Hanson, A. D., and Hitz, W. D. 1982.** Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. *Annual Review of Plant Physiology* 33: 163-203.
- Heidari, Y., and Moaveni, P. 2009.** Study of drought stress on ABA accumulation and proline among in different genotypes of forage corn. *Research Journal of Biological Sciences* 4 (10): 1121-1124.

- Tekin, K., and Biber, C. 2008.** Irrigation frequencies and corn (*Zea mays* L. ) yield relation in northern Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11 (1): 123-126.
- Khalily, M., Moghaddam, M., Kanouni, H., Asheri, E. 2010.** Dissection of drought stress as a grain production constraint of maize in Iran. *Asian Journal of Crop Science* 2 (2): 60-69.
- Mirjalili, A. 1385.** Plants in stressful environment. Nourbakhsh Peblisher Tehran.(In Persian).
- Masjedi, A., Shokouhfar, A., and Alavifazel, M. 2008.** Determneing of the most appropriate irrigation scheudle of summer corn (hybrid SC. 704) and the effect of stress on the yeild with data gathered from class A evaporation pan. *Jurnal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12 (46): 543-550 (In Persian).
- Rotein, D. g., Basset, G., and Hanson, A. D. 2002.** Metabolic engineering of osmo-protectant accumulation in plants. *Metabolic Engineering* 4: 49-56.
- Rashidi, S. 2005.** The effect of drought stress in different growth stage and various nitrogen levels on yield and yield components of TC647 corn in Khuzistan, M. Sc. Thesis. Khuzistan Agriculture And Natural Resources University.
- Setter, T. L., Brian, A., Lannigan, F., and Melkonian, J. 2001.** Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize: carbohydrate supplies, abscise acid and cytokinins. *Crop Science* 41(5): 1530-1540.
- Sajedi, N. A. I., Ardakani, M. R., Naderi, A., Madani, H., and Boojar, M. M. A. 2009.** Response of maize to nutrients foliar application under water deficit stress conditions. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4 (3): 242-248.
- Thomas, H. 1990.** Osmotic adjustment in *Lolium perenne*, its heritability and the nature of solute accumulation. *Annals of Botany* 66 (5): 521-530.
- Westagate, M. E., and Boyer, J. S. 1985.** Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root stem and silk growth at low water potentials in maize. *Plant* 164: 540-9.
- Yang, G., Yuan-Pei, L. U., Bao-guo, L. I., and Xiao-Ying, L. I. U. 2006.** The response of winter wheat root to the period and the after-effect of soil water stress. *Agricultural Science in China* 5 (4): 284-290.



