Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۳۰۳-۲۹۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 2, Summer. 2016, p. 292-303

اثرات تنش خشکی بر مراحل رویشی و زایشی در هیبریدهای جدید ذرت دو منظوره

مریم حاجی بابائی[1*]- فرهاد عزیزی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۳

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر مراحل رویشی و زایشی بر ۱۴هیبرید ذرت، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه‌تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج طی سال ۱۳۸۸ اجراگردید. عامل اصلی شامل سه‌سطح آبیاری نرمال، تنش ملایم و تنش شدید (به‌ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک‌تبخیر کلاس A) و عامل فرعی نیز شامل ۱۴هیبرید ذرت شامل ۱۱هیبرید جدید و سه‌هیبرید شاهد (KSC704, KSC720, KSC700) بود. در این آزمایش عملکرد دانه در هکتار، عملکرد علوفه خشک در هکتار، تعداد روز تا زمان گرده‌افشانی، تعداد روز تا ظهور تارهای ابریشمی، فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل، طول بلال، قطر بلال، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال اندازه‌گیری و محاسبه شد. نتایج نشان‌داد که تفاوت هیبریدها از نظر تعداد روز تا گرده‌افشانی، تعداد روز تا ظهور تارهای ابریشمی و فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل، طول بلال و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال یک‌درصد و در تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار بودند، درحالی‌که بین هیبریدهای موردمطالعه اختلاف معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه، تعداد بلال در بوته و قطر بلال مشاهده نگردید. اثر متقابل هیبرید و رژیم‌های آبیاری به‌جز طول بلال برای هیچ‌یک از صفات دیگر معنی‌دار نبودند که بیان‌گر واکنش مشابه هیبریدهای موردمطالعه نسبت به‌شرایط رژیم‌های آبیاری اعمال‌شده می‌باشد هم‌چنین کلیه صفات موردبررسی به‌جز تعداد بلال در بوته به تنش خشکی واکنش نشان‌داده و اختلاف آن‌ها در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود. افزایش دور آبیاری از تیمار آبیاری نرمال به تنش شدید باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک به‌میزان ۳۲درصد و ۴۴درصد شد. هیبرید شماره ۴ (KSC700) با عملکرد دانه (۱۲۹۶۱کیلوگرم در هکتار) و عملکرد علوفه خشک (۱۵۵۶۵کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان بهترین هیبرید بود که می‌توان بالابودن عملکرد در این هیبرید را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آن نسبت‌داد که زمان بیش‌تری را برای تولید و تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تعداد روز تا گرده‌افشانی، رژیم‌های آبیاری، طول بلال، عملکرد دانه و علوفه

مقدمه

تنش خشکی از عوامل اصلی محدودکننده تولید ذرت (*Zea maize*) در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید. ذرت یک گونه علوفه‌ای مهم است که برای مصرف به‌صورت سیلوئی کل گیاه برداشت می‌شود (Coors, 1995). این گیاه با وجود داشتن یک‌مرحله برداشت دارای عملکرد ماده خشک بالایی است، به‌آسانی سیلو می‌شود و یک علوفه خوش‌خوراک با کیفیت پایدار برای دام می‌باشد و انرژی بالاتری نسبت به‌سایر علوفه‌ها داراست (Curran and Posch, 2000). تأثیرات خشکی بر روی فنولوژی نه‌تنها به ویژگی‌های تنش (شدت و طول‌مدت) بستگی دارد، بلکه با زمان وقوع چرخه رشدی نیز در ارتباط است (Desclaux and Roumet, 1996) زمان وقوع و شدت تنش به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای از سالی به‌سال دیگر تغییر می‌کند، به‌طوری‌که گیاهانی که انعطاف‌پذیری بالاتری در برابر شرایط محیطی دارند، در سال‌های مرطوب‌تر دارای رشد رویشی بیش‌تری می‌شوند (Cattivelli *et al.*, 2008). اثر تنش خشکی بر رشد و توسعه ذرت را بررسی‌کردند و بیان‌داشتند که تنش خشکی مانع از رشد و توسعه گل‌آذین ماده در گیاه ذرت می‌گردد و کوتاه‌شدن طول ، قطر ، و وزن خشک و وزن تَر بلال از اثرات کم‌بود آب روی بلال ذرت است. Cakir, 2004 گزارش‌کرد که تنش رطوبتی در طول مراحل مختلف رشد ذرت عملکرد آن را در درجات متفاوت کاهش می‌دهد، که شدت کاهش عملکرد نه‌تنها به‌شدت تنش بلکه به‌مرحله رشدی گیاه نیز وابسته است. Yazar and Gencel, 2002 و Andrade *et al,* 2002 گزارش‌کردند که تعداد دانه در بلال شدیداً به فراهم‌بودن رطوبت وابسته‌بوده و کاهش تعداد

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، پردیس بین الملل، مشهد، ایران
۲- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، کرج، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Hajibabaee_m@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

دانه در بلال، اولین تأثیر کم‌بود آب روی عملکرد دانه می‌باشد. Ranjbar, 2005 با مطالعه‌ای به‌منظور تأثیر تنش خشکی در مرحله رشد رویشی، در مراحل مختلف رشد نشان‌داد 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 به‌میزان هفت‌درصد گردید. Shoae *et al,* 2008. در آزمایشی جهت بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد ذرت و صفات وابسته به‌آن گزارش‌کردند که بیش‌ترین اثر تنش بر روی عملکرد دانه بود که در اثر کاهش ارتفاع بلال، ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰دانه و تعداد دانه در ردیف ایجادشد. Azari Nasrabadi, 1999 بیان می‌دارد که در شرایط آبیاری، صفات مربوط به خصوصیات فنولوژیکی، خصوصیات برگ بلال، قطر بیش‌تر ساقه، ارتفاع گیاه، هم‌چنین تعداد بیش‌تر دانه در ردیف، می‌توانند شاخص مهمی برای گزینش هیبریدهای ذرت با عملکرد بالا به‌حساب آیند. Rashidi, 2005 اثر تنش خشکی را در مراحل مختلف رشد ذرت بررسی نموده و به‌این نتیجه رسید که تنش در مرحله رشد رویشی حداقل اثر را روی عملکرد دانه داشته درحالی‌که بیش‌ترین کاهش عملکرد دانه در اثر اعمال تنش در مرحله رشد زایشی بود. در این‌مطالعه نیز بررسی تأثیر تنش خشکی بر مراحل نموی رشد در هیبریدهای جدید ذرت دو منظوره موردبررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجراشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی-رسی با pH = ۷/۵ و هدایت الکتریکی ۰/۷ دسی زیمنس برمتر بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه‌تکرار انجام گردید. عامل‌های موردمطالعه سه‌رژیم آبیاری به‌عنوان عامل اصلی شامل S1 = آبیاری نرمال (آبیاری پس از ۷۰میلی‌متر تبخیر) بر اساس منحنی رطوبتی و بافت خاک میزان ۷۰میلی‌متر تبخیر در دامنه رطوبتی آب سهل‌الوصول قرار می‌گیرد که در این دامنه گیاه با تنش مواجه نمی‌شود . که بر اساس آزمایشات فیزیک خاک با دستگاه pressure plate و تعیین نقاط حساس رطوبتی خاک مشخص‌شد، S2 = تنش ملایم (آبیاری پس از ۱۰۰میلی‌متر تبخیر)، S3 = تنش شدید (آبیاری پس از۱۳۰میلی‌متر تبخیر از تشتک‌تبخیر کلاس A) و ۱۴هیبرید دیررس ذرت دومنظوره شامل ۱۱هیبرید جدید و ۳هیبرید شاهد (KSC704, KSC720, KSC700) به‌عنوان عامل فرعی بودند (جدول ۱).

جدول ۱- اسامی و شماره هیبریدهای دیررس ذرت مورد آزمایش

Table 1- List of the new maize hybrids were used in this experiment

شماره Number	هیبرید Hybrid
1	K47/2-2-1-4-1-1-1×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	KLM76005/2-3-1-1-1-1-1×MO17

مزرعه آزمایش در بهار سال ۱۳۸۸ پس از گاوروشدن به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد و برای خردکردن کلوخه‌ها و هم‌چنین یک‌نواخت‌شدن خاک مزرعه از دیسک و ماله استفاده‌گردید. مزرعه بااستفاده از دستگاه جوی‌وپشته‌ساز به‌صورت جوی‌وپشته درآمد. بذور هر هیبرید پس از ضدعفونی با قارچ‌کش ویتاواکس بر روی سه ردیف هفت‌متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یک‌دیگر و به‌صورت کپه‌ای کشت‌شدند و 2 ردیف حاشیه درنظر گرفته‌شد. فاصله کپه‌ها روی ردیف‌های کاشت ۱۸سانتی‌متر (تراکم علوفه ۷۵هزار بوته در هکتار) درنظر گرفته‌شد. به‌منظور ممانعت از اختلاط آبیاری در ابتدا و انتهای هر کرت اصلی ۲ردیف کاشت به‌عنوان حاشیه و هم‌چنین ۲ ردیف بدون‌کاشت لحاظ گردید. میزان کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک در اختیار گیاه قرارگرفت. نیتروژن موردنیاز گیاه از منبع اوره به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در ۲ نوبت نیمی قبل از کاشت و مابقی در مرحله شش-هفت برگی به‌عنوان سرک در اختیار گیاه قرارگرفت. برای مبارزه با علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ از علف‌کش آترازین به مقدار ۱/۵لیتر در هکتار همراه با لاسو (الاکلر) در مرحله بعد از کاشت و قبل از اولین‌آبیاری استفاده‌شد و در مرحله پنج-شش برگی از علف‌کش 2,4-D به میزان ۱/۵لیتر در هکتار بر علیه علف‌های‌هرز پهن‌برگ استفاده‌شد و یک مرحله وجین‌دستی در همین‌مرحله صورت‌گرفت. زمان آبیاری با استفاده از میزان تبخیر روزانه از تشتک تبخیر کلاس A مشخص‌شد. برای تعیین حجم آب مصرفی در هر آبیاری، قبل از آبیاری نمونه‌برداری ازخاک کرت موردنظر تا عمق توسعه ریشه انجام‌گردید. نمونه مذکور به مدت ۲۴ساعت در آون در دمای 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 تعیین گردید. مقدار آب مصرفی نیز با

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از کنتور که در ابتدای فلکه اصلی قرار داده‌شده بود، کنترل‌شد. آبیاری مزرعه آزمایشی بااستفاده از لوله‌های هیدروفلوم و دریچه‌هایی که در ابتدای خطوط‌کاشت تعبیه شده‌بود، صورت‌گرفت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات موردمطالعه هیبریدهای ذرت تحت‌تأثیر سه‌تیمار رژیم آبیاری

Table 2- Analysis of variance for maize hybrids under 3 irrigation regimes

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد روز تا گرده‌افشانی Number of days until to Pollination	تعداد روز تا ظهور سیلک Number of days until silk emergence cords	فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل Period of Pollination until silk emergence	طول بلال ear length	قطر بلال ear diameter	تعداد بلال در بوته number of ear in corn	تعداد ردیف در بلال number of rows per ear	تعداد دانه در ردیف number of kernels per row	عملکرد دانه kernel yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield
تکرار Replication	2	6.268 ns	15/613**	2.542 ns	5.436*	9.532 ns	0.007 ns	2.158 ns	9.362 ns	7458916 ns	52928023**
آبیاری Irrigation	2	29/167**	76/863**	15.613**	87/657**	130.287**	0.021 ns	2.263ns	** 765/267	205780602**	705763494**
خطای a E(a)	4	3.917	7.110	1.878	12/848	21/452	0.012	1.101	80.429	39132382	36014993
هیبرید Hybrid	13	31/976**	27/529*	4.373**	4.234**	6.896 ns	0.005 ns	8.443**	27/924*	4921302 ns	17116088*
هیبرید× آبیاری H*I	26	3.619 ns	2.484 ns	2.320 ns	3.621**	4.511 ns	0.002 ns	8.827 ns	18/369 ns	3849417 ns	8764874ns
خطای b E(b)	78	3.679	2.779	1/574	1.518	3.870	0.004	1.338	14/855	4337472	7733934
ضریب تغییرات CV (%)	-	2.839	2.330	31/454	6.504	4.305	6.872	7.146	11.301	18.4	19/350

ns: غیرمعنی‌دار ، **و* به‌ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد

ns, * and ** : Non significant, significant at P<0.05 and P<0.01 respectively

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

$$V = H \times A \quad (۲)$$

در معادله‌های ۱ و ۲، H نشان‌دهنده ارتفاع آب داخل کرت، ρb جرم‌مخصوص ظاهری خاک، $\theta_{F.C}$ رطوبت در حد ظرفیت‌مزرعه، θ_m رطوبت‌جرمی کرت مورد نظر در زمان آبیاری، D عمق توسعه ریشه، V حجم آب آبیاری در کرت و A مساحت کرت است. از هر ردیف تعداد ۱۰بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات طول بلال، قطر بلال، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال اندازه‌گیری شدند. هدف از آزمایش بررسی عملکرد علوفه و دانه بود، برای عملکرد علوفه تعداد پنج‌بوته در زمان شیری تا اوایل خمیری‌شدن دانه برداشت شد و برای عملکرد دانه تعداد پنج بوته در زمانی که رطوبت دانه حدود ۱۴درصد برداشت انجام شد. جهت تعیین صفاتی از قبیل تعداد روز تا گرده افشانی، تعداد روز تا ظهور سیلک بر مبنای تاریخ سبزشدن، فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل، براساس حداقل ۵۰ درصد بروز صفت در کرت تعیین و ثبت‌شدند. محاسبات آماری بااستفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۱، رسم شکل‌ها به‌وسیله نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها نیز بااستفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد انجام‌گرفت.

نتایج و بحث

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری برای کلیه صفات به‌جز تعداد بلال در بوته و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که تعداد بلال در بوته در هیبریدهای موردمطالعه به‌میزان بیش‌تری تحت‌تأثیر عوامل ژنتیکی قراردارند تا عوامل‌محیطی. بنابراین رژیم‌های مختلف آبیاری نیز تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشته است. اثر هیبرید از نظر تعداد روز تا گرده‌افشانی، تعداد روز تا ظهور تارهای ابریشمی و فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل (ASI)، طول بلال و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال یک درصد و در تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند، ولی اثر متقابل هیبرید و رژیم‌های مختلف آبیاری به‌جز طول بلال برای صفات دیگر غیرمعنی‌دار بود که بیان‌گر واکنش مشابه هیبریدهای دیررس

www.SID.ir

Archive of SID

موردمطالعه نسبت به‌شرایط تنش اعمال‌شده می‌باشد. مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری در تعداد روز تا زمان گرده‌افشانی نشان‌داد که تنش کم‌آبیاری موجب تأخیر در گرده‌افشانی گردیده‌است به‌طوری‌که با افزایش تنش، گرده‌افشانی تأخیر افتاده‌است. Cakir, 2004 در آزمایشات خود اثر تنش خشکی بر تعداد روز تا گرده‌افشانی را در گیاه ذرت بررسی و نتایج مشابه را گزارش‌کردند. مقایسه میانگین هیبریدها نشان‌داد که هیبریدها از لحاظ تعداد روز تا گرده‌افشانی نسبت به یک‌دیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. بدین‌ترتیب در این‌مطالعه هیبرید شماره ۴ و ۶ به‌ترتیب با ۷۰روز بیش‌ترین و هیبریدهای شماره ۲ و ۱۰ با ۶۴روز کم‌ترین تعداد روز تا گرده‌افشانی را داشتند.

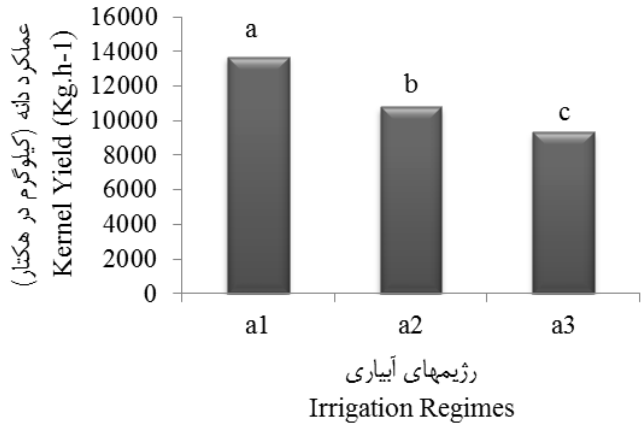
مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری در تعداد روز تا ظهور تارهای ابریشمی نشان‌داد که تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰میلی‌متر تبخیر موجب تأخیر ظهور تارهای ابریشمی گردیده‌است، به‌طوری‌که در این تیمار، در هیبریدهای موردمطالعه ابریشم‌ها در مدت ۷۳/۰۷روز پس از زمان کاشت ظاهر شدند، درصورتی‌که در شرایط آبیاری پس از ۱۰۰میلی‌متر تبخیر این‌مدت ۷۱/۰۸روز بود. Traore ،Lauer, 2003 Saeed *et* ،Budiarti, 1997 ،Stone *er al,* 2001 ،*et al,* 2000 *al,* 1997 در آزمایشات خود اثر تنش خشکی بر ظهور رشته‌های ابریشمی را در گیاه ذرت بررسی و تأخیر در ظهور ابریشم را مشاهده‌کردند. Westgate, 1994 نشان‌دادند هنگامی که گیاه در معرض کم‌آبی قرارگیرد، ابریشم‌ها دیرتر از زمان‌طبیعی ظاهر می‌شوند. مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری در ASI نشان‌داد که بین شرایط آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود داشته‌است. پایین‌بودن میزان آب خاک در زمانی‌که گیاه در مرحله گل‌دهی است، باعث تأخیر در ظهور ابریشم و اختلال در رشد آن‌ها گردیده، در نتیجه ASI در گیاهان تحت تنش رطوبتی به‌شدت افزایش یافته‌است. مهم‌ترین اثر اعمال تنش خشکی قبل از گل‌دهی به‌تأخیر افتادن ظهور گل‌آذین ماده و در نتیجه عدم هم‌زمانی گرده‌افشانی و کاکل‌دهی می‌باشد که باعث عدم‌گرده‌افشانی تخمک‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌گردد. نتایج تحقیقات Bolanos ،Bolanos and Edemedes,, 1996 ،and Martinaz, 1993 Abrecht and Carberry, 1991 افزایش ASI در شرایط تنش خشکی را تأیید می‌کنند. مقایسه میانگین هیبریدها نشان‌داد هیبرید شماره ۱۳بیش‌ترین (۴روز) و هیبرید شماره ۷ کم‌ترین (۲روز) ASI را داشتند.

طول بلال در ذرت تحت‌تأثیر ژنوتیپ و عوامل‌محیطی مانند تغذیه و آب قراردارد و از آنجایی‌که بلال حاوی دانه که جز مهمی از عملکرد دانه را تشکیل می‌دهد است، بنابراین هر اندازه طول بلال بیش‌تر باشد اصولاً به‌همان اندازه نیز تعداد دانه بیش‌تر شده و در نتیجه عملکرد دانه نیز بیش‌تر و به‌سبب آن کیفیت علوفه که به‌مقدار زیادی تحت‌تأثیر نسبت بلال در علوفه می‌باشد، افزایش می‌یابد. تنش خشکی و فقدان آب از طریق تأثیر بر فرایندهای متابولیکی و فیزیولوژیک هم‌چون کاهش پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای موجب کاهش تثبیت CO_2 و فتوسنتز می گردد، که از این‌طریق رشد و هم‌چنین عملکرد را متأثر می‌سازد. هر چه میزان شدت تنش وارده به‌خصوص در زمان تمایز اندام‌های زایشی و گرده‌افشانی بیش‌تر باشد، کاهش طول بلال و نیز عدم‌تلقیح تخمک‌ها بیش‌تر می گردد (Westgate and Boyer, 1986; Lauer, 2003). Mark *et al,* 1991 گزارش‌کرد که بین سطح برگ، میزان و سرعت فتوسنتز و میزان رشد بلال هم‌بستگی مثبت بالایی وجود دارد. هیبریدهای دیررس به‌دلیل سطح برگ بالاتر و در نتیجه توان بیش‌تر در رشد و افزایش تجمع ماده خشک نسبت به هیبریدهای متوسط‌رَس دارای طول بلال بیش‌تری بوده‌اند (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد کاهش قطر بلال در شرایط تنش‌های اعمال‌شده به‌دلیل کاهش در وزن هزاردانه بوده و احتمالاً اندازه دانه‌ها کوچک‌تر شده‌است که با نتایج محققان دیگری مانند Karimi *et al,* 2009 و Shoae Hosseini *et al,* 2008 هماهنگی دارد.

مقایسه میانگین هیبریدها نشان‌داد که هیبرید شماره ۸ بیش‌ترین (۴۷میلی‌متر) و هیبرید شماره ۳ کم‌ترین (۴۳میلی‌متر) قطر بلال را به‌خود اختصاص‌داد. کاهش تعداد دانه در ردیف در اثر افزایش فواصل بین آبیاری‌ها مشاهده‌شد (جدول ۳). کاهش تعداد دانه در بلال ممکن است بر اثر تأخیر در ظهور کاکل یا سقط جنین در اثر کم‌بود هیدرات‌های کربن باشد (Herrero and Johnson, 1981; Prakob, 1996). کاهش تعداد دانه در ردیف در اثر تنش کم‌آبیاری توسط پژوهشگرانی نظیر Hamidi, 2001؛ Karimi *et al,* 2009 ، Shoae Hosseini *et al,* 2008؛ Grant *et al,* 1989؛ Nesmith and Ritchie, 1992a و Cakir, 2004 نیز گزارش شده‌است. هم‌چنین Yazar *et al,* 2002 گزارش‌کردند که تعداد دانه در بلال شدیداً به فراهم‌بودن رطوبت وابسته‌بوده و کاهش تعداد دانه در بلال، اولین تأثیر کم‌بود آب بر عملکرد دانه می‌باشد. تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی باعث تأخیر در ظهور کاکل‌ها می‌گردد، بنابراین کاکل‌ها وقتی ظاهر می‌شوند که گرده‌افشانی انجام‌گرفته و دیگر گرده زنده‌ای برای تلقیح گل های ماده وجودنداشته و یا به شدت کاهش یافته‌است، بدین‌ترتیب تخمک‌ها لقاح‌نیافته و در نتیجه دانه‌ای تشکیل نمی‌شود و این باعث می‌شود که در بلال تعداد دانه‌های کم‌تری تشکیل شود (Zinselmeier *et al.,* 1995). مقایسه میانگین هیبریدها نشان‌داد که بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف به‌هیبرید شماره ۷ با تعداد ۳۸دانه و کم‌ترین تعداد دانه در ردیف به‌هیبریدهای شماره ۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ اختصاص‌داشت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

(تنش شدید :a3 و تنش ملایم :a2 و آبیاری نرمال :a1)

Figure 1-comparison of irrigation regime for kernel yield ($kgha^{-1}$)

(a1: Normal Irrigation و a2: Mild Stress وa3: Tention Stress)

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات موردمطالعه در رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 3- Means comparison of different irrigation treatments

رژیم آبیاری Irrigation treatments	تعداد روز تا گرده‌افشانی Number of days until to Pollination	تعداد روز تا ظهور سیلک Number of days until silk emergence cords	فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل Period of Pollination until silk emergence	طول بلال ear length (cm)	قطر بلال ear diameter (mm)	تعداد بلال در بوته number of ear in corn	تعداد ردیف در بلال number of rows per ear	تعداد دانه در ردیف number of kernels per row	عملکرد دانه kernel yield ($kg\ ha^{-1}$)	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield ($kg\ ha^{-1}$)
۷۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 70 mm of evaporation	66/826 c	73.071 a	3.762 b	20.366 a	47.583 a	0.937 a	16.136 [a]	38/524 [a]	13699.4 a	17871.8a
۱۰۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 100 mm of evaporation	67/559 b	71.083 b	3.524 b	18.987b	45.439 b	0.917 ab	16.443 [a]	33.783 [b]	10806.6 b	15381.8b
۱۳۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 130 mm of evaporation	68/393 a	73.071 a	4.679 a	17.477 c	44.090 c	0.891 b	15.977 [a]	30.005 [c]	9350.9 c	9862.1c

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

Means with the same letter in each column have no significant difference ($P<0.05$)

معنی‌دار نبودن تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر تعداد ردیف در هر بلال نشان‌دهنده ثبات نسبی این جزء از عملکرد دانه است. از آنجاکه تعداد نهایی تعداد ردیف در هر بلال پیش از بقیه اجزای عملکرد دانه، بر ناحیه نموی بلال تعیین می گردد ، احتمالاً در مرحله تعیین تعداد ردیف در هر بلال رقابت چندانی بین مقصدهای فیزیولوژیک برای موادپرورده وجود نداشته‌است و تنش کم‌آبی باعث کاهش معنی‌دار وزن ۱۰۰۰دانه بلال و تعداد دانه در هر بلال شده‌است (جدول ۳). این یافته ها با نتایج محققان دیگری مانند

www.SID.ir

Archive of SID

Safarhamidi, 2005؛ Azari ki, 2002 و Ranjbar, 2005 هماهنگی دارد. مقایسه میانگین هیبریدها نشان‌داد که بیش‌ترین تعداد ردیف در بلال به‌هیبرید شماره ۱۱ به‌میزان ۱۸ردیف و کم‌ترین تعداد ردیف دانه به‌هیبرید شماره ۳ به‌میزان ۱۴ردیف اختصاص‌داشت (شکل ۲).

جدول ٤- مقایسه میانگین هیبریدهای موردمطالعه در رژیم‌های مختلف آبیاری برای طول بلال

Table 4- Means Comparison of various hybrids for Ear length

آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 130 mm of evaporation		آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 100 mm of evaporation		آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 70 mm of evaporation		هیبرید Hybrid
19/110	abcdefgh	18.960	abcdefgh	20.880	abcdef	1
17/786	bcdefgh	18.066	bcdefgh	19.706	abcdefgh	2
16/703	fgh	20.563	abcdefg	22.623	a	3
17.503	bcdefgh	20.816	abcdef	21.55	abc	4
17.343	cdefgh	17.310	defgh	20.036	abcdefgh	5
16.236	gh	18.413	abcdefgh	20.510	abcdefg	6
16.796	fgh	20.406	abcdefgh	21.190	abcde	7
16.373	h	20.300	abcdefgh	21.506	abcd	8
18.406	abcdefgh	17.686	bcdefgh	18/703	abcdefgh	9
17.976	bcdefgh	17.616	bcdefgh	19.226	abcdefgh	10
17.130	efgh	18/.610	abcdefgh	19/110	abcdefgh	11
18/736	abcdefgh	17.506	bcdefgh	18/960	abcdefgh	12
17/473	bcdefgh	19.346	abcdefgh	19/550	abcdefgh	13
17/113	efgh	20.253	abcdefgh	21.563	ab	14

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد می‌باشند

Means with the same letter in each column have no significant difference (P<0.05)

مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان‌داد که بیش‌ترین عملکرد دانه ۱۳۶۹۹کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰میلی‌متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰میلی‌متر تبخیر، عملکرد دانه به ۱۰۸۰۶ و ۹۳۵۰کیلوگرم در هکتار، به‌ترتیب ۱۲درصد و ۳۲ درصد نسبت به تیمار آبیاری نرمال کاهش نشان دادند (جدول۳ و شکل۱). محققان دیگری نیز نظیر Stone *et al,* 2001 و Westgate, 1994 نشان‌داده‌اند که تنش خشکی باعث کاهش در عملکرد دانه می‌شود . کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به‌علت کاهش تعداد کل دانه در بلال بود که این‌موضوع با نتایج Denmead and Show, 1960 مطابقت دارد. مقایسه میانگین هیبریدها نشان‌داد که هیبرید شماره ۴ دارای بیش‌ترین میزان عملکرد دانه (۱۲۹۶۱کیلوگرم در هکتار) و هیبرید شماره ۹ دارای کم ترین میزان عملکرد دانه (۱۰۲۱۴کیلوگرم در هکتار) بود.

مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان‌داد که بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک با میانگین ۱۷۸۷۱کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰میلی‌متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰میلی متر تبخیر، عملکرد علوفه خشک به ۱۵۳۸۱ و۹۸۶۲کیلوگرم در هکتار، به‌ترتیب ۱۴درصد و ۵۴درصد نسبت به تیمار آبیاری پس از ۷۰میلی‌متر کاهش نشان‌دادند (جدول ۳). این اختلاف می‌تواند ناشی از کاهش توانایی هیبریدها در جذب عناصرغذایی و ساخت و انتقال موادپرورده در اثر کم‌بود آب باشد که باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاه شده‌است. کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی و کاهش تولید موادفتوسنتزی در اثر محدودیت آب، توسط محققان دیگری نظیر Osborne, 2002 و Fatemi *et al,* 2001 نیز گزارش شده است. باتوجه به مقایسه میانگین هیبریدها مشخص‌شد که هیبریدهای شماره ۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ دارای بیش‌ترین وزن خشک کل بوته بوده‌اند که می‌توان بالابودن عملکرد علوفه خشک در این هیبریدها را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آن‌ها نسبت‌داد که زمان بیش‌تری را برای تولید و تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهند. هیبرید شماره ۱۰ نیز دارای کم‌ترین میزان وزن خشک کل بوته (۱۰۹۳۰کیلوگرم در هکتار) بوده‌است.

هم‌بستگی بین عملکرد و صفات موردبررسی

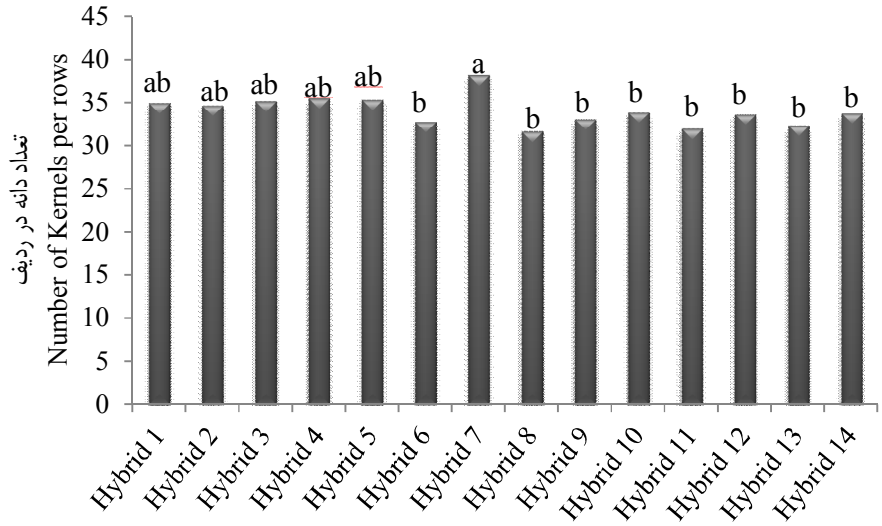
مطابق جدول هم‌بستگی صفات (جدول ۵) مشخص می‌شود که بین تعداد روز تا گرده‌افشانی با تعداد روز تا ظهور سیلک هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. بین تعداد روز تا گرده‌افشانی با فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل و قطر بلال و تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه هم‌بستگی منفی و بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد وجود داشت. بین تعداد روز تا ظهور سیلک با فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. بین تعداد روز تا ظهور سیلک با طول بلال و قطر بلال و تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک هم‌بستگی منفی و بسیار معنی‌داری وجود داشت. بین فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل با تعداد ردیف در بلال هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد وجود داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

بین طول بلال با قطر بلال هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. طول بلال با تعداد دانه در ردیف هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت، هم‌بستگی فوق مؤید این‌مطلب است که در افزایش طول بلال، افزایش تعداد دانه در ردیف نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. بین طول بلال با تعداد ردیف در بلال، هم‌بستگی وجود نداشت. این امر نشان می‌دهد که طول بلال تحت تأثیر تعداد ردیف دانه قرار نداشته است.

بین قطر بلال و تعداد ردیف در بلال نیز هم‌بستگی مثبتی مشاهده‌شد به طوری‌که با افزایش قطر بلال، تعداد ردیف در بلال نیز افزایش یافت. بین قطر بلال با تعداد دانه در ردیف هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. کم‌تربودن مقدار عملکرد در تیمارهای مواجه‌شده با تنش خشکی نشان می‌دهد درصورتی‌که کم‌بود رطوبت خاک از یک‌حد معینی بگذرد باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه می‌گردد.



شکل۲- مقایسه میانگین هیبریدها تحت‌تأثیر رژیم های مختلف آبیاری برای تعداد دانه در ردیف

Figure 2- Comparison of hybrids under the different irrigation regimes for number of kernel per rows

تعداد ردیف در بلال با عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری داشت. تعداد دانه در ردیف با عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد وجود داشت. باتوجه به‌جدول هم بستگی می‌توان نتیجه‌گرفت که صفات طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال در تغییرات عملکرد دانه در شرایط کم‌بود رطوبت خاک می‌توانند تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای داشته باشند. در نتیجه با اصلاح این صفات در هیبریدها می‌توان تا حدود زیادی از کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی اجتناب نمود.

در این آزمایش هیبرید شماره ۴ (KSC700) به‌دلیل تعداد روز تا گرده‌افشانی (۷۰روز) و میانگین تعداد بلال در بوته بیش‌تر (۰/۹۴) و طول بلال بیش‌تر (۲۱/۵۵سانتی‌متر) و عملکرد دانه بیش‌تر (۱۲۹۶۱کیلوگرم در هکتار) و با عملکرد علوفه خشک (۱۵۵۶۵کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان بهترین هیبرید شناسایی گردید و هیبرید K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1 دارای کم‌ترین میزان عملکرد دانه بود که کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی به‌علت کاهش تعداد کل دانه در بلال بود. با افزایش‌یافتن میزان تنش از تیمار آبیاری نرمال به تنش شدید عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک به‌میزان ۳۲درصد و ۴۴ درصد کاهش یافت.

مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری در تعداد روز تا زمان گرده‌افشانی نشان‌داد که تنش کم‌آبیاری موجب تأخیر در گرده‌افشانی گردیده‌است به‌طوری‌که با افزایش تنش گرده‌افشانی تأخیر افتاده‌است. مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری در تعداد روز تا ظهور تارهای ابریشمی نشان‌داد که تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰میلی‌متر تبخیر موجب تأخیر ظهور تارهای ابریشمی گردیده‌است. مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری در ASI نشان‌داد که بین شرایط آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان‌داد که بیش‌ترین عملکرد دانه ۱۳۶۹۹کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰میلی‌متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰میلی متر تبخیر، عملکرد دانه به ۱۰۸۰۶ و ۹۳۵۰ کیلوگرم در هکتار، به‌ترتیب ۱۲درصد و ۳۲درصد نسبت به تیمار آبیاری نرمال کاهش نشان دادند. مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان‌داد کـه بـیش‌تـرین عملکـرد علوفه خشک با میانگین ۱۷۸۷۱کیلوگرم در هکتار متعلـق بـه تیمـار آبیاری پس از ۷۰میلی متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پـس از ۱۰۰ و ۱۳۰میلی متر تبخیر، عملکرد علوفه خشک به ۱۵۳۸۱ و۹۸۶۲ کیلوگرم در هکتار، به‌ترتیب ۱۴درصد و ۵۴ درصـد نسـبت بـه تیمـار آبیاری پس از ۷۰میلی‌متر کاهش نشان‌دادند.

جدول ۵- ضرایب هم‌بستگی بین عملکرد و صفات موردبررسی

Table 5- Traits correlation coefficients

	تعداد روز تا گرده‌افشانی Number of days until to Pollination	تعداد روز تا ظهور سیلک Number of days until silk emergence cords	فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل Period of Pollination until silk emergence	طول بلال ear length	قطر بلال ear diameter	تعداد بلال در بوته number of ear in corn	تعداد ردیف در بلال number of rows per ear	تعداد دانه در ردیف number of kernels per row	عملکرد دانه kernel yield
تعداد روز تا ظهور سیلک Number of days until silk emergence cords	0.84**								
فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل Period of Pollination until silk emergence	-0.31**	0.26**							
طول بلال ear length	-0.27**	-0.35**	- 0.13 ns						
قطر بلال ear diameter	-0.26**	-0.41**	-ns0.09	0.70**					
تعداد بلال در بوته number of ear in corn	-ns0.02	-ns0.03	0 ns	0.44**	0.24**				
تعداد ردیف در بلال number of rows per ear	-ns0.10	0 ns	0.18*	ns0.06	0.49**	0.05 ns			
تعداد دانه در ردیف number of kernels per row	-0.31**	-0.41**	-ns0.16	0.83**	0.64**	0.29**	- 0.06 ns		
عملکرد دانه kernel yield	-0.24**	-0.33**	- 0.15 ns	0.79**	0.76**	0.51**	0.23*	0.81**	
عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	-ns0.15	-0.28**	-0.21*	0.72**	0.58**	0.41**	0.17*	0.66**	0.67**

ns: غیرمعنی‌دار ، ** و * به‌ترتیب ، معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد

ns, * and ** : Non significant, significant at P<0.05 and P<0.01 respectively

References

1- Abrecht, D. G., and Carberry. P. S. 1991. The influence of water deficit prior tassel initiation on maize growth. Field Crops Research 31: 55-69.

2- Andrade, F. H., Echarte, L., Rizzalli, R., Della Maggiora, A., and M. Casanovas. 2002. Kernel number predication in maize under nitrogen or water stress. Crop Science 42:1173-1179.

3- Azari ki, M. 2002. Effect of drought stress on yield and yield components of maize 3 varieties in Mogan. Master thesis. University of Tabriz.

4- Azari Nasrabadi, A. 1999. Diversity and relationships in agronomic traits and yield components in corn with the application of the factor. Master thesis, Faculty of agriculture, University of Tehran.

5- Bolanos, J., and Edemedes. G.O. 1996. The importance of the anthesis–silking interval inbreeding for drought. Tolerance in tropical maize. Field Crops. Research 48:65-80.

6- Bolanos, J. and Martinaz. L. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in low land tropical maize. Responses in drought adaptive physiological and morphological trait. Field Crop Research 31: 269- 286.

7- Budiarti, S.G. 1997. Green house and field test of maize varieties for drought tolerance. Simposioum NASI onal dan Kongres. Green house and field test of maize varieties for drought tolerance. Simposioum NASI onal dan

www.SID.ir

Archive of SID

Kongres.PERIPI – Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (Indonesia) 24-25.
8- Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89:1-16.
9- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A. and Stanca, A. M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. Field Crop Research 105: 1-14
10- Coors, J.G. 1995. Grain yield and nutritional quality of corn silage.Final 4 year UW corn silage research consortium meeting Madison.WS unpublished.
11- Curran, B. and Posch. J. 2000. Agronomic management of silage for yield and quality:silage cutting height.Crop Insights Vol:10(2). Pioneer Hi-bred International .INC.
12- 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.
13- Desclaux, D. and Roumet, P. 1996. Impact of drought stress on the phenology of two soybean (*Glycine max* L. Merr) cultivars. Field Crop Research 46: 61-70.
14- Fatemi, R. B. Khraryan, Ghanbari, O. and Valizadeh. M. 2001. Effects of different regimens and the need for irrigation water on corn yield and yield components Sngl 704, Journal of Agricultural Sciences 12(1): 140-133.
15- Grant, R.F., B.S. Jackson, Kiniry, J.R. and Arkian. G.F. 1989. Water deficit timing effects on yield componentsin in maize. Agronomy Journal 81:61-65.
16- Hamidi, S. 2001. Evaluation of delayed corn hybrids under drought stress conditions in grain filling stage of drought tolerance indices, and path analysis. Master's thesis, Faculty of agriculture, University of Mazandaran.
17- Herrero, M.P., and johnson. R.R. 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive system. Crop Science 21: 105-110.
18- Karimi, M.M. Esfahani, M, Bigloei, B, and Gasemi, A. 2009. The impact of irrigation on Factors low-growth indicators morphologically and maize in the climatic conditions of Rasht. Electronic journal of production of crop plants 2(2): 109-91.
19- Kumar, A. and Singh, D.P. 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. Annals of Botany 81: 413- 420.
20- Lauer, J. 2003. What happens with in the corn plant when drought occurs. Wisconsin Crop Manager 10(22): 153-155.
21- Mark, G. J., Boyle, S. Boyer. and Mogan, W. 1991. Stem infusion of liquid culture medium prevents reproductive failure of maize at low water potential. Crop Science 31: 1246-1252.
22- Nesmith, D.S. and Ritchie, J.T. 1992a. Maize (*Zea mays* L.) response to a severe soil water- deficit during grain filling. Field Crops Research 29: 23-35.
23- 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.
24- Prakob, J.A. 1996. Effect of plant densities and planting dates on some agronomic characteristics and grain yield of field corn varieties. Thesis (M. S. in Agriculture) Bangkok, pp 129.
25- Rashidi, Sh. 2005. Effect of drought stress at different growth stages and different levels of nitrogen fertilizer on yield and yield components of maize TC647 in Khuzestan weather conditions. Master thesis Agriculture University of agricultural sciences and natural resources, Khuzestan.
26- Ranjbar, h. 2005. Effect of drought stress and thinning at different growth stages on yield and physiological, morphological characteristics, seed yield components of maize hybrid 704 Single. Master thesis, Faculty of agriculture, University of Shiraz.
27- Shoae Hosseini, M.M. Parsi, and Khavari Khorasani. S. 2008. Effects of water deficit on yield and yield components in hybrid corn using path analysis. Journal of Agricultural Science. 92(1): 85-71.
28- Safarhamidi, H, 2005. Evaluation of maize under drought stress conditions delayed hybrids in grain filling stage of drought tolerance indices, and causality. Master thesis, University of Mazandaran.
29- Saeed, M; MT. Masood., M.B. Gill and Akhtar. M. 1997. Agromorphological response of maize to water stress. Pakistan Journal of Botany 29(3): 103- 111.
30- 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.
31- Stone. P.J, D.R, Wilson and Reid. J.B, 2001. Water deficit effects on sweet corn. I. Water use, radiation use efficiency, growth, and yield. Australian Journal of Agricultural Research 52(1): 103- 113.
32- 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. Agronomy Journal 92: 1027-1035.
33- Westgate, M.E., and Boyer, J.S. 1986. Reproduction at low silk and water potential in maize. Crop Science 26: 951-956.
34- Westgate, M.E. 1994. Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. Crop Science 34:76-83.

www.SID.ir

Archive of SID

35- 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.
36- Zinselmeier, C., M.E. Westgate and R.J. Jones. 1995. Kernel set at low water potential does not vary with source / sink ratio in maize. Crop Science 35: 158-163.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 2, Summer. 2016, p. 292-303

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۳۰۳-۲۹۲

Effects of Drought Stress on Vegetative and Reproductive Stages of Forage and Kernel Corn Hybrids

M. Hajibabaei[1*]- F. Azizi[2]

Introduction

Maize is one of the most important cereals which its global production is severely affected by drought in many parts of the world. One of the best ways of water management on field is to choose the proper variety which could be chosen indirectly by the traits affecting the grain yield.

Materials and Methods

In order to study the effect of drought stress in vegetative and reproductive stages in 14 corn hybrids, an experiment was conducted at the experimental field of Seed and Plant Improvement Institute of Karaj, in 2009. The Research Station located in 50°, 55′ eastern latitude and 35°, 47′ northern longitude with 1254 height above mean sea level (AMSL). The soil texture of the location was loam-clay with pH= 7.5 and the Electrical Capacity (EC) = 0.7 dsm^{-1}. The experiment was carried out using split-plot in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The main plots consisted of three levels of irrigation regimes (irrigation after 70, 100 and 130 mm cumulative evaporation from evaporation pan class A) and sub-plots included 14 new corn hybrids Includes eleven new hybrids such as (K47/2-2-1-4-1-1-1×MO17، K3653/2×K19، KLM76004/3-2-1-1-1-1-1×K3545/6، K3653/2×MO17، K74/2-2-1-2-1-1-1-1×K3545/6، K47/3-1-2-7-1-1-1×MO17، K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1، KLM76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3544/1، K47/2-2-1-2-1-1-1-1×K3544/1، KLM77029/8-1-2-3-2-3×MO17 and KLM76005/2-3-1-1-1-1×MO17) and three hybrid control (KSC704, KSC720, KSC700). Irrigation time was determined using daily evaporation rate of standard class A evaporation pan. To determine the volume of water per irrigation, a sample of each plot from depth of root development was prepared before irrigation. The samples were kept in oven 80°C for 24 hours. The weight of soil moisture content was calculated and the volume of water per irrigation was calculated using equations 1 and 2.

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

2: $V = H \times A$

Where H is the water height in the plot, ρ_b is soil bulk density, $\theta_{F.C}$ is the moisture level at field capacity, θ_m is plot moisture mass desired at irrigation time, D is the root development depth, V is the volume of irrigation water in the plot, and A is the plot area. From each plot 10 plants were randomly selected to determine traits such as dry forage yield per hectare. In this experiment kernel yield per hectare, Dry forage yield per ha, Number of days until to pollination, number of days until silk emergence cords and period of pollination until silk emergence, ear length, ear diameter, number of ear in corn, number of kernels per row and number of rows per ear measured and calculated.

Results and Discussion

The results showed that hybrid differences in terms of number of days until the pollination, number of days until silk emergence cords, period of pollination until silk emergence and ear length was significant at 1% probability level. No significance differences were observed between hybrids for kernel yield, total number of kernels per ear, number of ear in corn and ear diameter. Hybrid and irrigation regimes interactions were not significant for any of the traits except for ear length that represent the same reaction of hybrids to the irrigation regimes. Evaluation of dry forage showed significant difference between years ($P<0.01$). Means comparison of the years showed that dry forage yield was lower in the first year (Table 3). Interaction effect of irrigation regimes × year was significant and statistically caused non-significant difference for dry forage yield in the irrigation regimes. This difference could be due to low ability of hybrids in uptake, transport and food construction during water shortages that led to reduce dry matter accumulation. Dry weight loss and reduce of photosynthetic materials due to water limitation have also been reported by other researchers. There were no

1- Ph.D Student, Ferdowsi University of Mashhad, International Campus, Mashhad, Iran
2- Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: hajibabaee_m@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

significant difference among hybrids, but the highest amount of dry forage yield was in hybrid 8 and the lowest was in hybrids 3, 5, 10 and 11. Also, all the traits except number of ear per plant were affected by drought stress that caused significant difference ($P<0.01$) among hybrids. Changing irrigation regimes from normal to severe stress conditions decreased grain yield and dry forage yield by 32% and 44%, respectively.

Conclusions

Hybrid KSC700 determined as more tolerant (12961 and 15565 kg ha^{-1} grain yield and dry forage yield, respectively). Higher yield of KSC700 can be attributed to its long growth stage; therefore, the hybrid had more time for production and accumulation of assimilates.

Keywords: Ear Length, Forage and Kernel Yield, Irrigation Regimes, Number of Days Until to Pollination

www.SID.ir