مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰

مجله پژوهش های به زراعی

بررسی محتوی کلروفیل و برخی صفات زراعی هیبریدهای مختلف ذرت در شرایط تنش کم آبی

مجید جیریایی[1*] ، نورعلی ساجدی[2]، محسن شیخی[1]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۵

چکیده

به منظور بررسی محتوی کلروفیل و برخی صفات زراعی هیبرید های ذرت دانه ای در شرایط تنش خشکی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: آبیاری در۱۰۰٪ ، ۷۵٪ و۵۰٪ نیاز آبی گیاه به عنوان عامل اصلی و هیبرید های ذرت شامل: SC704 SC500, SC524, SC700, وDC370 به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تنش خشکی، قطر ساقه، طول برگ بلال، عملکرد دانه و محتوی کلروفیل برگ را کاهش داد. بیشترین میزان کلروفیل مربوط به هیبرید SC524 بود. بیشترین عملکرد دانه از هیبرید های زودرس و متوسط رس حاصل شد. اثر متقابل تیمار ها نشان داد که حداکثر عملکرد دانه به میزان ۸۶۲۴/۲۲ کیلوگرم در هکتار از هیبرید SC524 در شرایط مطلوب رطوبتی و حداقل آن به میزان ۴۰۷۲/۳۲ کیلوگرم درهکتار از هیبرید SC700 در شرایط تنش شدید خشکی حاصل شد. به طور کلی نتایج نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی، عملکرد هیبرید های متوسط رس و زود رس بیشتر از هیبرید های دیررس بود.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، ذرت، محتوی کلروفیل، عملکرد دانه

---

* نگارنده مسئول: (majidupdate@Gmail.com)

این مقاله از طرح تحقیقاتی مصوب باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک با کد طرح ۸۸۰۶۵ استخراج شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکی به عنوان عامل محدود کننده غیر زنده، اثر بسیار نامطلوبی بر رشد و تولید گیاهان زراعی می گذارد (Cheong *et al.*, 2003). تنش خشکی از طریق بسته شدن روزنه ها و نرسیدن دی اکسید کربن به کلروپلاست بر فتوسنتزی اثر می گذارد (Hopkins & Huner, 2004)، از طرفی تنش خشکی عملکرد گیاهان را از طریق کاهش دریافت تشعشعات فعال فتوسنتزی توسط کانوپی، کاهش کارایی مصرف نور و کاهش شاخص برداشت کاهش می دهد(Hugh & Richard, 2003). دوره های بحرانی تنش در ذرت شامل مراحل استقرار گیاهچه، دوره رشد سریع، مرحله ی گرده افشانی و پر شدن دانه می باشد و به دلیل این که هر مرحله فرایندهای فیزیولوژیکی متفاوتی را در بر می گیرد، بنابراین اثر تنش روی عملکرد می تواند متفاوت باشد (Nielsen, 2002). کمبود آب در مرحله رویشی نه تنها بر روی برگ و ساقه بلکه بر روی مراحل نموی مهم مانند: ظهور گل تاجی، ابریشم دهی بلال، شروع و پایان رشد خطی در پر شدن دانه، احیاء نیترات و ساخت پروتئین مؤثر است (Nesmith & Ritchie, 1992). به عقیده برخی محققین تنش آب قبل از ابریشم دهی بلال عملکرد دانه را ۱۵/۱تا۲۲/۱ درصد کاهش می دهد، تفاوت موجود در میزان کاهش عملکرد طی آزمایشات مختلف می تواند به علت تفاوت هیبرید های و همچنین اختلاف در شدت و زمان دقیق کمبود آب اعمال شده باشد (Osborne *et al.*, 2002). برخی از محققین بر اهمیت تأمین آب کافی در مرحله رشد رویشی ذرت تأکید کرده اند، به اعتقاد آنها نقش آب در مرحله رشد رویشی و قبل از گردافشانی گرچه تأثیر کمتری بر عملکرد نهایی نسبت به کمبود آب در مرحله گلدهی و پرشدن دانه ها دارد ولی از این نظر که بر گسترش برگ و توسعه ساقه تأثیر گذاشته و میزان تجمع مواد در این اندام را به شدت تغییر می دهد، دارای اهمیت خاصی است (Classen & Shaw, 1970). گزارش های متعددی مبنی بر حساس بودن مرحله گلدهی و گرده افشانی در ذرت نسبت به کمبود آب داده شده است. کمبود آب در این مرحله باعث کاهش شدید عملکرد از طریق نمو غیرطبیعی کیسه جنینی، عقیمی دانه گرده و در نهایت کاهش تعداد دانه های بارور می شود (Denmead & Shaw, 1960). بنابراین بخش وسیعی از مطالعات به نژادی و به زراعی در دنیا به اصلاح و واکنش گیاهان به تنش کمبود آب متمرکز شده است (Janaki, 2008). سپهری و همکاران (۱۳۸۰) گزارش نمودند، ذرت هیبرید سینگل کراس ۳۰۱ در شرایط تنش کمبود رطوبت طی مراحل رویشی و زایشی، کاهش بیشتری در عملکرد ماده خشک نسبت به هیبرید ۱۰۸ از خود نشان داد.

Madakadze *et al* (1999) در بررسی خود نتیجه گرفتند اعداد کلرفیل متر تا ۸۰ روز پس از کاشت افزایش یافته و سپس کاهش می یابد. Major *et al* (2003) گزارش نمودند، کلروفیل متر یک وسیله دستی می باشد و اعداد حاصل از آن با مقدار کلرفیل برگ ارتباط دارد که آن رابطه میان انتقال نور در طول موج ۹۶۰ و۶۴۰ نانومتر می باشد. Jiang & Huang (2001) گزارش نمود تجمع گونه های فعال اکسیژنی که در طی تنش تولید می شوند به بسیاری از ترکیبات سلولی نظیر چربی ها، پروتئین ها، کربوهیدرات ها و اسید های نوکلئیک صدمه می زنند. محققین گزارش نمودند در طی تنش خشکی به علت پراکسید اسیون چربی ها به غشای سلولی آسیب وارد می شود (Liang *et al.*, 2003). بنابراین به منظور بررسی

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد هیبرید های مختلف ذرت این تحقیق انجام شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیک هیبرید های ذرت دانه ای در شرایط تنش خشکی آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک به صورت طرح کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد مطالعه شامل تنش خشکی به عنوان عامل اصلی و هیبریدهای سینگل کراس ۷۰۴، ۷۰۰، ۵۲۴، ۵۰۰ و دابل کراس۳۷۰ ذرت به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. تنش خشکی در سه سطح، ۱۰۰٪ (شاهد) و ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی برای تنش خشکی در نظر گرفته شد که پس از استقرار کامل بوته ها تیمار های آبیاری شروع و تا پایان رشد ادامه یافت. آبیاری در تیمار بدون تنش، معادل نیاز آبی گیاه انجام شد. نیاز آبی گیاه با استفاده از اطلاعات تشتک تبخیر کلاس A محاسبه و تبخیر روزانه از تشتک اندازه گیری و بر اساس ضریب تشتک و ضریب گیاهی میزان آب مورد نیاز در هر مرحله از آبیاری تعیین گردید. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح زمین و ایجاد فارو در مراحل قبل از کاشت اجرا شد. هیبرید های مورد نظر از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی شهرستان اراک تهیه شد. قبل از کاشت از خاک مزرعه نمونه برداری شد و جهت انجام آزمون خاک نمونه ها به آزمایشگاه منتقل گردید. بر اساس توصیه کودی، کل کود پتاس، فسفات و ۱/۳ کود نیتروژن از منبع اوره در زمان کاشت و باقی مانده کود نیتروژن طی دو مرحله در زمان ۶ تا ۸ برگی و یک هفته قبل از ظهور گل تاجی اعمال شد. کشت بذور در تاریخ شش خرداد ماه به صورت دستی انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کشت به طول ۸ متر و فاصله ۶۰ سانتیمتر و فاصله بوته ها روی ردیف ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. عملیات تنک کردن بوته ها بعد از مرحله چهار برگی انجام پذیرفت. مقدار کلروفیل در زمان ظهور گل آذین نر (پانیکول) توسط دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502, Minolta, Japan) اندازه گیری شد. برای این منظور از بوته های واقع در دو ردیف میانی هر کرت ۶ برگ بلال انتخاب و از سه نقطه نزدیک به مرکز پهنک برگ (نیمه بالایی، پایینی و وسط) در طرفین رگبرگ اصلی قرائت انجام شد و در مجموع میانگین ۱۸ نمونه محاسبه گردید. برداشت نهایی به هنگام رسیدگی فیزیولوژیکی دانه ها که با تشکیل لایه سیاه در قاعده هر دانه مشخص می گردد، صورت گرفت. در برداشت نهایی ۲۰ بوته از خطوط میانی هر کرت از سطح خاک برداشت شد و عملکرد دانه با رطوبت ۱۵/۵ درصد تعیین شد. برای تجزیه واریانس داده ها از نرم افزار های آماری SAS و برای مقایسه میانگین تیمار ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

جدول۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق (سانتی متر)	سال	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	مس (ppm)	منگنز (ppm)	آهن (ppm)	روی (ppm)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	pH	هدایت الکتریکی (ds/m)
۰-۳۰	۱۳۸۸	۳۶	۳۵	۲۹	۱/۱۴	۱۰/۶	۴/۶	۰/۸	۱۵۰	۵	۰/۰۸	۰/۸۲	۷/۵	۱/۲

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

عدد کلروفیل متر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر تنش خشکی و هیبریدهای مختلف بر اعداد کلروفیل متر معنی دارنبود (جدول ۲). با این وجود با اعمال شدت تنش خشکی، عدد کلروفیل متر کاهش یافت.

Yao *et al* (2009) گزارش نمود که تنش اکسیداتیو ناشی از خشکی به شدت بر غشاهای کلروفیل ها و کارتنوئیدها تأثیر می گذارد و از مراحل فتوسنتز و تنفس و در نتیجه از رشد گیاه جلوگیری می نماید. Bredemeie (2005) اظهار داشت، اعداد کلروفیل متر در تنش خشکی نسبت به گیاه شاهد بیشتر بود که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد. آنها گزارش نمودند که در ذرت مقدار کلرفیل a از ۱/۱۸ میلی گرم در گرم ماده خشک در شرایط آبیاری مطلوب به ۲/۲۵ میلی گرم در گرم ماده خشک در تنش خشکی افزایش یافت. مقایسه میانگین هیبریدهای مورد آزمایش نشان داد هیبرید ۳۷۰ با ۱۳/۵۱ کمترین میزان کلروفیل و هیبرید ۵۲۴ با ۱۴/۴۵ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. عدد کلرفیل متر در هیبرید سینگل کراس۵۲۴، به میزان ۶/۵ درصد بیشتر از هیبرید دابل کراس ۳۷۰ بود (جدول ۳). اثر متقابل تنش خشکی و هیبرید برای این صفت دارای اختلاف معنی دار نبود (جدول ۳).

جدول۲- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول پانیکول	عدد کلروفیل متر	تعداد برگ	قطر ساقه	طول ساقه	طول برگ پرچم	عملکرد
تکرار	۲	۲۳/۱۹ ns	۲/۸۹ ns	۰/۵۲ ns	۰/۱۸ ns	۴۷/۸۸ ns	۰/۴۰ ns	۱۲۵۱۷/۹۶ ns
آبیاری	۲	۳۱/۰۷ ns	۱/۱۴ ns	۳/۰۵*	۰/۴۳*	۴۴۳/۴۲ ns	۳۵/۶۶**	۷۸۶۵۸۵/۳۱**
خطا	۴	۱۷/۴۳	۴/۲۷	۰/۳۶	۰/۰۲	۸۹/۸۱	۱/۰۹	۱۱۲۸۱/۶۴
هیبرید	۴	۷۴/۷۶**	۱/۷۵ ns	۲/۰۰**	۰/۳۲**	۲۳۰/۳۷**	۶۰/۹۲**	۶۷۵۲۸۱۹/۱۲**
آبیاری × هیبرید	۸	۳۹/۷۴*	۶/۸۲ ns	۰/۸۲*	۰/۰۵**	۱۲۷/۹۳*	۲۹/۵۴*	۲۵۲۸۷۷۷/۹۲**
خطا	۲۴	۱۳/۱۹	۴/۹۸	۰/۳۲	۰/۰۱	۴۸/۲۹	۱۱/۸۸	۷۲۷۵۳/۴۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۷۲	۱۶/۱۳	۵/۳۳	۶/۵۷	۵/۵۸	۱۲/۹۲	۴/۱۱

*،** وns به ترتیب معنی دا ردر سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و غیرمعنی دار می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل ابیاری و رقم بر صفات مورد آزمون

تیمارها	طول پانیکول (سانتی متر)	عدد کلروفیل متر	تعداد برگ فعال در بوته	قطر ساقه (سانتی متر)	طول ساقه (سانتی متر)	طول برگ بلال (سانتی متر)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری							
100	۳۶/۶۹a	۱۴/۱۵ a	۱۰/۷۷ab	۲/۱۷a	۱۲۹/۳a	۲۷/۴۷b	۶۷۵۸/۲۳ a
75	۳۹/۰۲a	۱۳/۶۰ a	۱۱/۱۶a	۱/۸۶ b	۱۲۵/۵ab	۲۷/۶۵a	۶۶۰۲/۱۴ b
50	۳۶/۳۹a	۱۳/۸۰ a	۱۰/۲۶b	۱/۹ b	۱۱۸/۶b	۲۴/۸۹c	۶۳۰۷/۴۲ c
هیبرید							
V1	۴۰/۳۲a	۱۴/۱۹ a	۱۰/۶۱b	۲/۱۳a	۱۲۶a	۲۹/۸۹a	۶۲۳۳/۳۱ c
V2	۴۰/۵۳a	۱۳/۵۲ a	۱۱/۲۶a	۲/۱۳a	۱۲۵/۹a	۲۶/ ۹۱b	۷۷۴۷/۲۳a
V3	۳۶/۴۲b	۱۴/۴۵ a	۱۰/۹۸ab	۲/۰۳ab	۱۲۷/۷a	۲۷/۰۱ab	۶۶۴۲/۱۱ b
V4	۳۴/۴۹b	۱۳/۵۷ a	۱۰c	۱/۶۷ C	۱۱۵/۶b	۲۶/۹۳b	۶۷۸۹/۲۱ b
V5	۳۵/۰۷b	۱۳/۵۱ a	۱۰/۸۰ab	۱/۹۳b	۱۲۷/۴a	۲۲/۶۱c	۵۳۶۶/۲۱ d
آبیاری× هیبرید							
I100V1	۴۰/۱۳ab	۱۴/۴۱ab	۱۱/۱۳a-c	۲/۲۶ab	۱۳۰/۷a-c	۳۰/۶۳abc	۶۸۲۳/۲۸ c
I100V2	۴۰/۸۳ab	۱۳/۲۴ab	۱۰/۹۷a-d	۲/۴۶a	۱۳۵/۸a	۳۰/۷۷abc	۶۷۱۱/۳۱ c
I100V3	۳۵/۳۳bcd	۱۶/۶۳a	۱۱/۱ a-d	۲/۲۹ab	۱۳۳/۹ab	۲۳/۷۳de	۸۶۲۴/۲۲ a
I100V4	۳۱/۵۳d	۱۳/۰۸ab	۹/۵۰f	۱/۷۲f	۱۱۴/۱d	۲۹/۵۳abcd	۷۹۲۲/۲۹ b
I100V5	۳۵/۶۰bcd	۱۳/۳۸ab	۱۱/۱۳a-c	۲/۱۵bc	۱۳۲/۱a-c	۲۲/۷۰e	۶۷۵۰/۱۵ c
I75V1	۴۵/۸۰a	۱۳/۲۸ab	۱۰/۲۷c-f	۲/۰۵b-e	۱۲۸/۴a-c	۳۳/۲۷a	۶۶۲۸/۱۱ c
I75V2	۴۱/۲۳ab	۱۵/۱۶ab	۱۲/۰۳a	۲/۱۰b-d	۱۲۳/۲ a-d	۲۵/۳۰cde	۵۳۱۵/۱۱ e
I75V3	۳۸/۹۳abc	۱۲/۰۱b	۱۱/۵ab	۱/۹۵c-f	۱۲۸/۹a-c	۳۲/۰۷ab	۶۶۹۶/۴۱ c
I75V4	۳۱/۹۳cd	۱۴/۵۷ab	۱۰/۵b-f	۱/۵۰g	۱۱۱/۶d	۲۵/۸۷bcde	۷۵۷۹/۲۶ b
I75V5	۳۷/۲۰bcd	۱۳/۰۰ab	۱۱/۵ab	۱/۹۰d-f	۱۳۵/۶a	۲۱/۷۳e	۶۶۱۴/۳۴ c
I50V1	۳۵/۰۳bcd	۱۴/۸۹ ab	۱۰/۴۳b-f	۲/۰۸ b-e	۱۱۸/۸cd	۲۵/۷۷bcde	۵۶۳۵/۲۴ de
I50V2	۳۹/۵۳ab	۱۲/۱۷ b	۱۰/۷۷c-e	۱/۸۵ef	۱۱۸/۷cd	۲۴/۶۷cde	۴۰۷۲/۳۲ f
I50V3	۳۵bcd	۱۴/۷۲ ab	۱۰/۳۳ f-c	۱/۸۶d-f	۱۲۰/۲cd	۲۵/۲۳cde	۵۹۶۶/۳۳ d
I50V4	۴۰ab	۱۳/۰۶ ab	۱۰d-f	۱/۸۰f	۱۲۰/۹b-d	۲۵/۴ cde	۶۴۳۷/۱۲ c
I50V5	۳۲/۴۰cd	۱۴/۱۵ ab	۹/۷۶ef	۱/۷۵f	۱۱۴/۴d	۲۳/۴de	۶۵۶۱/۱۲ c

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

I1: ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه I2: ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه I3: ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه V1:704 V2: 700 V3: 524 V4:500 V5: 370

صفات زراعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین هیبریدهای مختلف در طول ساقه در سطح احتمال ۱٪ و اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی و هیبریدها بر طول ساقه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی طول ساقه کاهش یافت. مقایسه میانگین هیبریدهای مورد آزمایش نشان داد که هیبرید ۵۲۴ با میانگین۱۲۷/۷ سانتی متر بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و هیبریدها نشان داد که بیشترین طول ساقه به میزان ۱۳۵/۸ سانتی متر از هیبرید ۷۰۰ در شرایط مطلوب رطوبتی و کمترین آن به میزان۱۱۱/۶ و ۱۱۴/۴ سانتی متر به ترتیب از هیبرید ۵۰۰ در شرایط تنش متوسط و هیبرید ۳۷۰ در شرایط تنش شدید حاصل شد (جدول ۳). کاهش ارتفاع

Archive of SID

www.SID.ir

تحت تنش کمبود آب در مرحله رویشی احتمالا" به دلیل کاهش سطح برگ، تقلیل فتوسنتز، ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی می باشد در حالی که در مرحله زایشی بعد از آن که گیاه به حداکثر ارتفاع خود رسید، کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته بود. بسیاری از محققین معتقدند که طویل شدن برگ و ساقه، حساس‌ترین فرایند گیاه در تنش کمبود آب در طول دورهٔ رویشی است. نتایج این تحقیق با نتایج جزایری شوشتری و همکاران (۱۳۸۷) و ولدآبادی و همکاران (۱۳۷۶) مطابقت دارد. بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر قطر ساقه در سطح احتمال ۵٪ و بین هیبریدهای مورد آزمایش و نیز اثر متقابل تنش خشکی و هیبرید در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین ها نشان داد، بیشترین قطر ساقه در شرایط مطلوب رطوبتی با متوسط ۲/۴۶ سانتی متر از هیبرید ۷۰۰ و کمترین قطر ساقه در شرایط آبیاری معادل ۷۵٪ نیاز رطوبتی با متوسط ۱/۵ سانتی متر از هیبرید ۳۷۰ به دست آمد (جدول ۳). Classen & Shaw (1970) گزارش نمود که به علت کاهش تشکیل دانه در تنش خشکی، مواد فتوسنتزی کمتری به دانه منتقل می شود و در نتیجه ساقه در شرایط تنش شدید نسبت به تنش متوسط قطورتر باقی می ماند. ولی احتمالاً کاهش قطر ساقه در شرایط تنش به علت کاهش در فتوسنتز و افزایش تنفس می باشد. بررسی نتایج تجزیه واریانس طول پانیکول نشان داد که بین هیبریدهای مختلف در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل تنش خشکی و هیبریدها از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۲). بیشترین طول پانیکول به میزان ۴۰/۵۳ سانتی متر از هیبرید ۷۰۰ و کمترین آن به میزان ۳۴/۴۹ سانتی متر از هیبرید ۵۰۰ حاصل شد. یافته های ما در مقایسه میانگین اثر متقابل تنش و هیبرید بر طول پانیکول حاکی از آن بود که هیبرید ۷۰۴ در شرایط تنش متوسط بیشترین طول پانیکول را داشت در حالی که همین هیبرید در شرایط تنش شدید بیش از ۲۳٪ افت در طول پانیکول را نشان داد (جدول ۳). بررسی نتایج تجزیه واریانس طول برگ بلال نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش خشکی و هیبریدهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل تنش خشکی و هیبرید نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین ها نشان داد، بیشترین طول برگ بلال در شرایط تنش متوسط به میزان ۲۷/۶۵ سانتی متر و کمترین طول برگ بلال در شرایط تنش رطوبتی شدید با متوسط ۲۴/۸۹ سانتی متر بدست آمد. با اعمال تنش شدید خشکی طول برگ بلال به میزان ۹/۴ درصد نسبت به آبیاری مطلوب کاهش یافت. Sajedi *et al* (2010) گزارش نمودند که تنش خشکی می تواند به شدت بر رشد ریشه و اندام هوایی تأثیر گذارد که نتیجه آن کاهش سطح برگ گیاه می باشد. اثر متقابل تیمار ها نشان داد که حداکثر طول برگ بلال به میزان ۳۳/۲۷ سانتی متر از هیبرید ۷۰۴ در شرایط ۷۵٪ نیاز آبی گیاه به دست آمد که با هیبرید ۵۲۴ در همین سطح تنش در یک گروه آماری قرار گرفت و حداقل آن به میزان ۲۱/۷۳ سانتی متر از هیبرید ۳۷۰ در شرایط تنش متوسط بدست آمد (جدول ۳). از آنجایی که هر مخزن از نزدیکترین منبع خود مواد فتوسنتزی را دریافت می کند و برگ بلال به علت ارتباط مکانی نزدیک که نسبت به بلال دارد، لذا نقش مؤثری در تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آنها به بلال دارد. اما از آنجایی که هیبرید ۷۰۴ بیشترین طول برگ بلال را داشته ولی به نظر می رسد که به علت محدودیت شرایط اقلیمی نتوانسته مواد فتوسنتزی زیادی تولید و یا

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط برای انتقال آنها به دانه میسر نشده است لذا عملکرد آن از برخی هیبرید ها پایین تر بود.

نتایج تجزیه واریانس برای تعداد برگ فعال در بوته نشان داد که از نظر آماری بین هیبریدهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ و بین سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی و هیبرید در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین ها نشان داد که تنش شدید خشکی تعداد برگ فعال در گیاه را نسبت به آبیاری مطلوب و تنش متوسط به ترتیب به میزان۴ و ۸ درصد کاهش داد. نتایج این تحقیق با نتایج ماهرخ و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد. آنها گزارش نمودند که در شرایط تنش خشکی تعداد برگ در هیبرید ۲۶۰ کاهش یافت. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار ها نشان داد که در شرایط مطلوب و تنش شدید بیشترین تعداد برک فعال در بوته از هیبرید ۵۲۴ حاصل شد (جدول ۳).

عملکرد دانه

در بررسی نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه مشخص شد بین سطوح مختلف تنش خشکی، هیبرید ها و اثر متقابل تنش خشکی و هیبرید ها از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۲). حداکثر عملکرد دانه از هیبرید۵۲۴ به میزان۸۶۲۴/۲۲ کیلوگرم در هکتار در شرایط مطلوب رطوبتی و حداقل آن از هیبرید ۷۰۰ به میزان۴۰۷۲/۳۲ کیلوگرم درهکتار درشرایط تنش شدید بدست آمد. اعمال تنش شدید باعث کاهش ۳۹ درصدی عملکرد در هیبرید ۷۰۰ شد. در شرایط مطلوب، تنش متوسط و شدید بیشترین عملکرد مربوط به هیبرید های متوسط رس و کمترین عملکرد مربوط به هیبرید های دیررس بود (جدول ۳). به نظر می رسد تنش اعمال شده هم مرحله رویشی و هم مرحله زایشی را تحت تأثیر قرار داده است. احتمالا در مرحله رویشی تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ، کاهش شاخص سطح برگ و میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ در نتیجه کاهش تعداد دانه در بلال عملکرد را کاهش داده است. اما کاهش عملکرد در مرحله زایشی به واسطه کاهش دوره پر شدن دانه ها، کوچک شدن دانه ها و کاهش وزن دانه ها می باشد. کاهش عملکرد در تیمار تنش شدید (آبیاری معادل ۵۰٪ نیاز آبی گیاه) را می توان به علت کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه دانست. دلیل کاهش دانه ممکن است به علت کاهش تعداد سلول های آندوسپرمی تولید شده در مرحله پر شدن دانه باشد. بیشترین اثر تنش رطوبتی روی وزن دانه در مدت پر شدن دانه می باشد و تنش هایی که بعد از کاکل دهی به وقوع می پیوندند باعث کوچک شدن دانه ها می شود. همچنین دلیل این امر را می توان به عدم نمو دانه پس از گرده افشانی و باروری دانست. از طرفی در هنگام تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه ها، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی می تواند نقش مؤثری را ایفا نماید. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می رسد دلیل عملکرد کمتر در هیبرید های دیررس در چنین شرایطی به دلیل انتقال مجدد کمتر به دلیل نامساعد بودن شرایط اقلیمی از ساقه به دانه ها باشد. نتایج این تحقیق در خصوص کاهش عملکرد دانه با اعمال تنش خشکی با نتایج (Abulhshem *et al.*, 1998) و (Farsiani *et al.*, 2011) مطابقت دارد. Classen & Shaw (1970) گزارش نمودند که رژیم رطوبتی مناسب در دوره قبل از ظهور کاکل، نه تنها برای ساختار های رویشی، بلکه ظرفیت تولید ماده خشک گیاه را تعیین می کند و برای نمو اندام های زایشی گیاه نیز حائز اهمیت می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

Larson & Clegg (1999) گزارش نمودند که که هیبرید های زودرس نسبت به هیبرید های دیررس ذرت در شرایط تنش خشکی تحمل بیشتری داشتند که این امر می تواند موجب بهبود عملکرد شود. همچنین جعفری و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی ۲۰ هیبرید زودرس متوسط رس و دیررس ذرت گزارش نمودند که بیشترین عملکرد را در شرایط آبیاری مطلوب و تنش به ترتیب هیبرید های BC۵۰۴ و BC۶۵۲ داشتنند و هیبرید BC۶۷۸ کمترین عملکرد را در شرایط نرمال و تنش نشان داد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط تنش هیبرید های متوسط رس و زودرس عملکرد بهتری نسبت به هیبرید های دیررس در شرایط آب و هوایی اراک نشان دادند. به نظر می رسد به دلیل وقوع سرمای زود رس پاییزه در شرایط اقلیمی مشابه محل آزمایش، هیبریدهای دیررس قادر به بروز حداکثر پتانسیل تولیدی خود نمی باشند. لذا با توجه به شرایط اقلیمی منطقه به نظر می رسد که با کشت هیبریدهای متوسط رس می توان به نتیجه قابل قبول دست یافت.

منابع

جزایری شوشتری، آ.، ا. نادری، م. علوی، م. گوهری. ۱۳۸۷. اثر تنش کمبود آب در برخی مراحل رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید ۷۰۴ در تراکم های مختلف بوته. مجلهٔ یافته های نوین سال سوم، شماره ۱. ص۱۳ تا ۲۵.

جعفری، ع.، ر. چوگان، ف. پاک نژاد و ع، پورمیدانی. ۱۳۸۶. مطالعه شاخص های انتخاب برای تحمل به خشکی در تعدادی از هیبرید های ذرت دانه ای. مجله علوم زراعی ایران. جلد۹، شماره ۳.

سپهری، ع.، س. مدرس ثانوی، ب. قره یاضی و ی . ویمینی. ۱۳۸۰. تأثیر تنش آب و مقادیر مختلف نیتروژن برمراحل رشدو نمو عملکرد واجزای عملکرد ذرت. مجلهٔ علوم زراعی ایران. جلد۴، شمارهٔ ۳ ،۱۳۸۱. ص ۱۸۴ تا ۲۰۰.

ماهرخ، ع.، ف. عزیزی، ا. صادقی، و ا. کریمی. ۱۳۹۰. اثر کاربرد استرپتومایسس بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت سینگل کراس ۲۶۰ در شرایط تنش خشکی. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲، شماره ۲.

ولدآبادی، س.، د. مظاهری، ق. نورمحمدی، س. هاشمی دزفولی. ۱۳۷۶. بررسی اثر تنش خشکی بر خواص کمی وکیفی وشاخصهای رشدذرت، سورگوم وارزن. مجلهٔ علوم زراعی ایران. جلد۲، شماره ۱،۱۳۷۹ . ص۳۹ تا ۴۷.

Abulhshem, M. N., A. majundar, and M. M. Hossain. 1998. Drought stress on seed yield attributes, growth, cell membrane stability and gas exchange of synthesized *Brassica napus*. Crop Sci. 180: 129-136.

Bredemeier, C. 2005. Laser- induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilization evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. Shaker Verlag. Aachen, Germany.

Cheong, Y. H., K. N. Kim, G. K. Pandey, R. Gupta, J. J. Grant, and S .Luan. 2003. CLB1, a calcium sensor that differentially regulates salt, drought, and cold responses in Arabidopsis. The Plant Cell. 15: 1833-1845.

Classen, M. M. and R. H. Shaw. 1970. Water deficit effects on corn. I. Vegetative component. Agron Journal. 84: 430-438.

Archive of SID

www.SID.ir

Madakadze, I. C., K. A. Stewart, R. M .Madakadze, P. R. Peterson, B. E. Coulman, and D. L. Smith. 1999. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switch grass. J. Plant Nutrition. 11(6): 1001-1010.

Major, D. J., R. Baumeister, A. Toure, and S. Zhao. 2003. Digital imaging and spectral techniques (Application to precision agriculture and crop physiology) ASA-CSSA-SSSA. Special Publication, Madison. USA.

Nesmith, D. S. and J. T. Ritchie. 1992b. Maize response to a severe soil water-deficit during grain filling. Field Crops Res. 29: 23-35.

Nielsen, R. L. 2002. Drought and heat stress effects on corn pollination Purdue, coop. E. t. ser. Internet. Www. Agry. Purdue. Edu/e. t/corn/pubs/corn o7.htm

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

Sajedi, N. A., M. R. Ardakani, F. Rejali, F. Mohabbati, and M. Miransari. 2010**.** Yield and yield components of hybridcorn (*Zea mays* L.) as affected by mycorrhizal symbiosis and zinc sulfate under drought stress. Physiol Mol Biol Plant. 16: 343–351**.**

Yao, X., J. Chu, and G. Wang. 2009**.** Effects of drought stress and selenium Supply on growth and physiological characteristics of wheat seedlings. Acta Physiol Plant. 31: 1031–1036**.**

Denmead, O. T. and R. H. Shaw. 1960**.** The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and ield of corn. Agron Journal. 52: 272-274**.**

Farsiani, A., M. E. Ghobadi, and S. Jalali-Honarmand. 2011**.**The effect of water deficit and sowing date on yield components and seed sugar contents of sweet corn (*Zea mays* L.) African Journal of Agricultural Research. 6(26): 5769-5774.

Hopkins, W. G. and N. P. Huner. 2004**.** Introduction to plant physiology (3 rd ed). John Wiely & Sons. Inc. New york. 560 p.

Hugh, J. and F. Richard. 2003. Effect of drought stress onleaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. Journal Agronomy. 95:688-696.

Janaki Krishna, P. S. 2008**.** Improved drought stress tolerance in maize. Osmania University Campus, Hyderabad, India.

Jiang, Y. and N. Huang. 2001. Drought and Heat stress injury to cool season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science. 41: 436-442.

Larson, E.J. and M. O. Clegg. 1999. Using corn maturity to maintain grain yield in the presence of late season drought. Journal of Production Agriculture. 12 (3): 400-405.

Liang. Y., Q. Chen, O. Liu, W. Zhang, and R. Ding. 2003. Exogenous silicon (SI) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barely (*Hordeum vulgare*) Plant Physiology. 126: 1196-1204.

Archive of SID

www.SID.ir