مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰

مجله پژوهش های به زراعی

بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چند هیبرید ذرت شیرین

فرهاد عزیزی[1*]، علی ماهرخ[2]

۱- استادیار، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه ای، کرج، ایران
۲- محقق، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه ای، کرج، ایران

تاریخ دریافت :۹۰/۹/۸ تاریخ پذیرش :۹۱/۱/۱۷

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت شیرین خارجی، آزمایشی به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد. در این آزمایش، رژیم‌های آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۳ سطح، آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر استاندارد کلاس A (به ترتیب به عنوان آبیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش شدید) و ۱۲ هیبرید ذرت شیرین شامل: KSC403su، Chase، Esquire، Rival، Reveille، Diva، Shimmer، Shaker، PS107، Golda، Royalty و Rana به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. تأثیر رژیم آبیاری و هیبرید بر تمام صفات مورد اندازه‌گیری و اثر متقابل آبیاری و هیبرید بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش تنش خشکی از آبیاری مطلوب به تنش ملایم و تنش شدید همه اجزای عملکرد کاهش معنی‌داری یافتند. بین هیبریدهای مورد آزمایش نیز بیشترین و کمترین عملکرد دانه با ۸/۳۵ و ۴/۸۶ تن در هکتار به ترتیب از هیبریدهای PS107 و Rival حاصل شد. بر اساس نتایج این تحقیق، تأخیر در آبیاری تا بیش از ۷۵ میلی‌متر باعث کاهش عملکرد گردید، بنابراین توصیه می‌شود، در شرایطی که آب کافی برای آبیاری وجود دارد، هیبرید PS107 کشت شود. همچنین در شرایط محدودیت آب کشت هیبریدهای Rival، Diva و Golda پیشنهاد نمی‌گردد.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد، اجزای عملکرد، ذرت شیرین

* نگارنده مسئول (fazizi@spii.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خصوصیت شیرین بودن ذرت شیرین (*Zea mays* L. *var saccharata*) به دلیل وجود ژن هایی که سنتز نشاسته را در آندوسپرم تغییر داده و موجب افزایش میزان قند آن می‌شود، بوجود آمده است. تا حدود ۴۰ سال پیش فقط آلل‌های su (sugary) روی کروموزوم شماره ۴ ذرت شیرین شناخته شده بود، اما در سال های اخیر ۷ ژن دیگر نیز که به روی سنتز کربوهیدرات آندوسپرم دانه اثر می‌گذارد، نیز شناسایی شده‌اند. این ژن‌ها به صورت مجزا و یا ترکیب با سایر ژن‌ها در ارقام تجاری ذرت شیرین مورد استفاده قرار می‌گیرند. اثر این ژن‌ها بر محتوای آندوسپرم و خصوصیات دانه ذرت شیرین موجب بروز تفاوت زیادی بین ذرت دانه‌ای و ذرت شیرین گردیده است. به همین دلیل کیفیت خوراکی ذرت شیرین از طریق طعم، نوع بافت آندوسپرم و ضخامت پوسته دانه تعیین می‌شود، در حقیقت ذرت شیرین یک نوع موتانت از ذرت است که به واسطه یک موتاسیون در لوکوس su از ذرت دندان اسبی مجزا شده است. این ژن باعث تجمع قند در آندوسپرم به میزان دو برابر ذرت‌های معمولی می‌شود. موتانت‌های متعددی برای بهبود کیفیت خوراکی ذرت شیرین مورد استفاده قرار گرفته است، که می‌توان به موتانت‌های حاوی ژن‌های se (sugary enhanced) و sh2 (shrunken- 2) اشاره نمود (Levitt, 1980).

به طور کلی به هر عامل یا ترکیبی از عوامل محیطی که باعث شود، گیاه نتواند به اندازهٔ پتانسیل ژنتیکی خود رشد کند، تنش گفته می‌شود. خشکی در نتیجه عدم تعادل بین تبخیر و تعرق و بارندگی به وجود می‌آید. در واقع خشکی نتیجهٔ بارندگی کم، دمای بالا و وزش باد می‌باشد و واکنش گیاه نسبت به آن، بستگی به مرحله‌ای از رشد دارد که خشکی در آن رخ می‌دهد (Osmanzai *et al.*, 1987).

تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های محیطی تأثیرگذار بر تولیدات کشاورزی در سراسر جهان است که می‌تواند باعث کاهش قابل ملاحظه عملکرد شود (Mohammadkhani & Heidari, 2007).

Quizenberry (1981) مقاومت به خشکی را توانایی یک ژنوتیپ در تولید عملکرد بیشتر نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها در شرایط رطوبتی یکسان تعریف نمود که این تعریف بیشتر مورد توجه اصلاح کنندگان نبات قرار دارد. NeSmith & Ritchie (1992) در تحقیقات خود مشاهده کردند که وقتی بر اثر تنش خشکی یا تنش‌های غیر زنده دیگر فتوسنتز در هر بوته کاهش یابد، رشد کاکل به تأخیر افتاده و موجب افزایش فاصله زمانی بین گرده‌افشانی تا ظهور کاکل شده که در نهایت به سقط دانه منجر می‌گردد.

Herero & Johnson (1981) غیر هم زمانی گرده افشانی و ظهور کاکل‌ها ناشی از کمبود رطوبت گیاه را یک مشکل مؤثر بر کمی تعداد دانه در بلال عنوان کردند.

تنش خشکی ضمن کاهش سطح برگ، پیری آنها را هم تسریع نموده و بدین وسیله می‌تواند میزان تولید را خیلی بیشتر آنچه به علت اثرات ناشی از کاهش شدت فتوسنتز خالص تقلیل می‌یابد، کاهش دهد (Taiz & Zeiger, 2006). در شرایط تنش خشکی، هورمون آبسسیک اسید مشتق شده از ریشه با جریان تعرق بالا رفته و باز و بسته شدن روزنه را در برگ تنظیم می‌نماید و بدنبال آن تولید انواع اکسیژن فعال باعث بروز آسیب به غشا سلولی که نهایتا موجب کاهش ATP تولیدی و عملکرد می‌شود (Secenji *et al.*, 2005).

در طی آزمایش‌هایی در چین، هیبریدهای ذرت Yichang101، Yedan4 و Nongda60 به عنوان هیبریدهای مقاوم به خشکی و هیبریدهای Zhongdan120 و Gingdan841 به عنوان هیبریدهای حساس به خشکی شناسائی شدند. کارایی مصرف آب گروه مقاوم به خشکی ۲۹/۵ تا ۵۸/۳ درصد بیشتر از گروه حساس بود (Yanan *et al.*, 1995).

Archive of SID

www.SID.ir

Mito *et al* (1994) طی سال‌های ۸۸-۱۹۸۶ واکنش ۲۳ هیبرید ذرت را به تنش گرما و خشکی تحت شرایط بدون آبیاری آزمایش کردند. در سال‌های خشک ۱۹۸۷ و ۱۹۸۸ فراوانی بوته‌های عقیم عامل اصلی کاهش عملکرد بود. اثر تجمعی تنش خشکی و گرما در طی فصل رشد در مقایسه با سال های با بارندگی مطلوب منجر به کاهش عملکرد به میزان ۷۳ تا ۸۸ درصد شد.

Levitt (1980) اظهار داشت که تنش کم آبیاری در ذرت به دلیل ایجاد پژمردگی، از رشد و توسعه دانه‌ها ممانعت می‌کند و در مراحل کاکل‌دهی، پر شدن دانه‌ها و مرحله خمیری شدن به ترتیب موجب ۳۵، ۲۴ و ۱۰درصد کاهش عملکرد می‌گردد.

Tomov *et al* (1995) به این نتیجه رسیدند که کاهش آب در خاک در فصول پاییز و زمستان طی سال‌های ۹۳-۱۹۹۲ در نتیجه کاهش بارندگی از آوریل تا سپتامبر ۱۹۹۳ بوده و سبب استرس خشکی شدید در غرب بلغارستان شده بود. آن‌ها همچنین تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در واکنش گیاه ذرت به استرس مشاهده کردند. در مطالعه آن‌ها از ۳۰ هیبرید انتخاب شده براساس پاسخ به استرس چهار هیبرید Knezha530، Knezha611، Knezha613 و Knezha614 عملکرد خوبی تحت شرایط نامساعد نشان دادند. در این مطالعه تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ۱۲ هیبرید تجاری ذرت شیرین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، در سال زراعی ۱۳۸۵ اجرا شد. این مزرعه با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا بین ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۶ درجه طول شرقی واقع شده است. میزان متوسط بارندگی سالیانه ۲۷۵ میلی‌متر بوده که با زمستان‌های سرد جزو مناطق سرد کم باران کشور به شمار می‌رود. بافت خاک مزرعه رسی- شنی، با جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۳۶ گرم بر سانتیمتر مکعب، pH حدود ۷/۵ و هدایت الکتریکی ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر و ظرفیت زراعی حدود ۲۶ درصد وزنی می‌باشد.

زمین آزمایش در پاییز سال ۱۳۸۴ شخم عمیق زده شد و در بهار سال ۱۳۸۵ به محض امکان شروع عملیات کشاورزی شخم سبک و کودپاشی صورت گرفت و برای تهیه بهتر بستر بذر، دیسک و ماله زده شد. در نیمه دوم اردیبهشت ماه پس از ایجاد جوی و پشته، عملیات کاشت به روش دستی صورت پذیرفت. در این آزمایش ۳۰۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم همزمان با کاشت و ۴۰۰ کیلوگرم کود اوره در دو مرحله، یک مرحله قبل از کاشت و دیگری در مرحله ۷ تا ۹ برگی به صورت سرک، مورد استفاده قرار گرفت.

آزمایش با استفاده از آرایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل سه رژیم آبیاری (آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر استاندارد کلاس A) و عامل فرعی شامل ۱۲ هیبرید ذرت شیرین (جدول ۱) بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- اسامی هیبریدهای ذرت شیرین مورد بررسی در آزمایش

شماره هیبرید	نام هیبرید	شماره هیبرید	نام هیبرید
۱	KSC403su	۷	Shimmer
۲	Chase	۸	Shaker
۳	Esquire	۹	PS107
۴	Rival	۱۰	Golda
۵	Reveille	۱۱	Royalty
۶	Diva	۱۲	Rana

هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط به طول ۵ متر بود و فاصله بین خطوط کاشت ۷۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. در هر ردیف، بذور با فاصله ۱۷/۵ سانتیمتر از هم قرار داده شدند. در هر کپه ۲-۳ بذر کاشته شد که در مرحله ۶ ـ ۵ برگی یک بوته حفظ و بقیه بوته‌ها حذف گردیدند و تراکمی معادل ۷۶ هزار بوته در هکتار ایجاد شد. اولین آبیاری پس از کاشت در تاریخ اول خرداد ماه ۱۳۸۵ صورت گرفت که به عنوان تاریخ کاشت برای کل آزمایش منظور گردید. تا مرحله ۸ تا ۱۰ برگی تمامی بوته‌ها به صورت یکسان هر هفته یک بار آبیاری شدند. از این مرحله به بعد آبیاری بر اساس میزان تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A در سه سطح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌متر صورت گرفت. آبیاری هر تیمار زمانی انجام شد که مقدار تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A به مقدار مورد نظر می‌رسید.

از هر کرت آزمایشی به منظور حذف اثر حاشیه، دو ردیف از هر طرف و همچنین نیم متر از ابتدا و انتهای دو ردیف میانی در هنگام نمونه‌برداری و برداشت حذف شد و عملکرد دانه (تن در هکتار) از سطح باقی مانده اندازه‌گیری و برآورد گردید. از این سطح ۱۰ بوته بطور تصادفی انتخاب و صفاتی از قبیل طول بلال (سانتیمتر)، قطر بلال (میلیمتر)، تعداد ردیف دانه بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه (گرم) اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده نرم افزار آماری SAS انجام شد. سپس میانگین‌های صفات در صورت معنی‌دار بودن با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری پنج درصد مقایسه شدند. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تأثیر رژیم آبیاری و رقم بر تمام صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش تنش خشکی از آبیاری مطلوب به تنش شدید خصوصیات مورفولوژیکی بوته شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد برگ به ترتیب به میزان ۲۹/۸۴، ۲۲/۹۹ و ۲۷/۹۳ درصد بطور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول ۳). در هنگام تنش خشکی جریان آسیمیلات‌ها به اندام‌های در حال رشد کاهش یافته و از توسعه سلولی ممانعت به عمل می‌آید (Banziger *et al*., 2000). کاهش ارتفاع بوته و قطر ساقه به واسطه افزایش تنش رطوبتی توسط Fisher *et al* (1981) گزارش شده است، همچنین میانگین تعداد برگ‌ها با افزایش تنش کم آبی کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

یافته است (Fisher *et al*., 1981). این ویژگی به دلیل کاهش ارتفاع ساقه، عدم تشکیل برگ‌های جدید و افزایش ریزش برگ‌های مسن بوده است. کاهش تعداد برگ در بوته، مکانیزمی در جهت کاهش تعرق و افزایش حفظ رطوبت در گیاه می‌باشد.

هیبرید Esquire با میانگین ۱۱۵/۷ سانتیمتر بیشترین ارتفاع و هیبرید Chase با میانگین ۸۲/۲۸ سانتیمتر کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند. بنظر می‌رسد جذب آسیمیلات‌ها و توسعه سلولی در رقم Esquire نسبت به سایر ارقام برتری داشته است. بیشترین میانگین قطر ساقه و تعداد برگ نیز در هیبرید KSC403su و کمترین آن در هیبرید Reveille مشاهده شد (جدول ۴).

طول و قطر بلال نیز با افزایش تنش رطوبتی از آبیاری مطلوب تا تنش شدید بطور معنی‌داری کاهش یافتند (Fisher *et al*., 1981). به نظر می‌رسد که کاهش طول بلال از طریق تأثیر تنش خشکی بر کوتاه شدن طول دوره رشد بلال ایجاد می‌شود، به عبارتی چون در شرایط تنش خشکی طول دوره زایشی گیاه کوتاه می‌گردد، بنابراین بلال این فرصت را نمی‌یابد تا رشد خود را کامل کند و در نهایت طول آن نیز کوتاه می‌گردد. کاهش قطر بلال نیز احتمالاً به دلیل عدم بروز حداکثر پتانسیل رشدی در بلال‌ها است (Banziger, 2000).

بیشترین طول بلال با میانگین ۱۸/۶۶ سانتیمتر مربوط به هیبرید Esquire و کمترین آن با میانگین ۱۴/۰۱ سانتیمتر مربوط به هیبرید Reveille بود. هیبرید Rana و Diva نیز به ترتیب بیشترین و کمترین میزان قطر بلال را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

با افزایش تنش خشکی از آبیاری مطلوب تا تنش شدید اجزای عملکرد شامل تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه به ترتیب ۲۳/۲۰، ۴۷/۹۲ و ۴۷/۹۴ درصد کاهش یافتند (جدول ۳). در زمان تنش جریان آسیمیلات‌ها به اندام‌های در حال رشد کاهش می‌یابد. در اثر کندی رشد کاکل‌ها و تأخیر در ظهور کاکل فاصله گرده‌افشانی تا ظهور کاکل افزایش می‌یابد، بنابراین کاکل‌ها در زمانی ظاهر می‌شوند که فرآیند گرده‌افشانی روی داده است و لذا تعداد گرده‌های زنده برای تلقیح گل‌های ماده به شدت کاهش می‌یابد و در نهایت این موضوع باعث عدم تشکیل دانه و یا تشکیل تعداد دانه‌های کمتری می‌شود (Banziger, 2000). عامل دیگر مؤثر در کاهش تعداد دانه، سقط جنین‌هایی است که تخمک آنها لقاح یافته است. در این شرایط بلالها تعداد دانه کمتری در ردیف‌هایشان خواهند داشت. گرده‌افشانی ممکن است در گیاهان تحت تنش خشکی موفقیت‌آمیز باشد ولی سقط جنین‌ها ممکن است در چند روز بعدی رخ دهد. تولید و تجمع اسید آبسیسیک (ABA) در زمان تنش و انتقال آن به دانه‌ها باعث سقط جنین دانه‌های نوک بلال در طی دوره پر شدن دانه می‌شود (Banziger, 2000).

Fisher *et al* (1981) در پژوهش‌هایش اظهار داشت که گزینش برای کاهش رشد ساقه و گل تاجی، ممکن است رقابت برای آسیمیلات‌ها را در زمان گل‌دهی کاهش دهد که به طبع آن میزان سقط دانه‌ها نیز کاهش یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر رژیمهای مختلف آبیاری در ۱۲ هیبریدهای ذرت شیرین

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ	طول بلال	قطر بلال	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن‌هزاردانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	۲۶/۴۳۵	۰/۱۶۶	۰/۵۴۸	۳/۵۶۵	۵/۷۱۸	۰/۹۸۴	۱۷/۳۴۵	۵۷/۴۴۵	۲/۱
رژیم آبیاری	۲	۱۱۷۵۲/۷۱۴**	۱۶۷/۹۷۳**	۹۲/۵۲۸**	۲۸۲/۸۱۴**	۶۵۸/۶۷۲**	۱۳۲/۴۷۱**	۲۳۰۳/۳۰۸**	۴۴۷۵۰/۱**	۴۵۵/۱۷۹**
خطا (E_a)	۴	۱۰۰/۴۴۱	۲/۱۱۷	۰/۷۲۱	۱/۴۹۳	۱۲/۴۶۲	۲/۰۶۲	۱۴/۸۸۲	۱۳/۴۴	۰/۳۴۳
رقم	۱۱	۱۲۰۴/۶۱۱**	۱۱/۴۰۰**	۱۵/۴۷۲**	۱۶/۹۲۰**	۴۹/۲۱۷**	۸/۶۵۵**	۸۳/۸۹۸**	۷۱۱۸/۹۸۷**	۹/۲۶۶**
رژیم آبیاری × رقم	۲۲	۱۲۲/۲۷۲	۲/۱۳۱	۰/۷۱۶	۲/۰۴۱	۶/۰۹۰	۲/۳۷۶	۲۸/۱۰۳	۳۳۵/۷۰۹**	۳/۸۷۴**
خطا (E_b)	۶۶	۱۱۱/۹۷۴	۱/۳۳۸	۰/۵۳	۱/۵۰۵	۶/۸۱۶	۱/۴۹۹	۱۶/۵۴۸	۵۰/۲۳۵	۱/۷۶۱

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول۳- مقایسه میانگین‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده بین رژیم‌های مختلف آبیاری در ۱۲ هیبرید ذرت شیرین

رژیم آبیاری	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد برگ	طول بلال (سانتیمتر)	قطر بلال (میلیمتر)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن‌هزاردانه (ٔگرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
آبیاری مطلوب	۱۱۸/۴ a	۱۸/۷۴ a	۱۱/۴۲ a	۱۹/۳۵ a	۴۳/۸۵ a	۱۶/۴۶ a	۳۳/۲۶ a	۱۴۴/۸ a	۹/۹۶۷ a
تنش ملایم	۹۶/۰۴ b	۱۶/۷۹ b	۹/۹۰۳ b	۱۶/۲۱ b	۳۸/۵۶ b	۱۴/۹۱ b	۲۴/۱۹ b	۹۹/۲ b	۵/۲۳۹ b
تنش شدید	۸۲/۶۶ c	۱۴/۴۳ c	۸/۲۱۱ c	۱۳/۷۶ c	۳۵/۳۹ c	۱۲/۶۴ c	۱۷/۳۲ c	۷۵/۳۷ c	۳/۰۰۲ c

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده در ۱۲ هیبرید ذرت شیرین تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

هیبریدها	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد برگ	طول بلال (سانتیمتر)	قطر بلال (میلیمتر)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن‌هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
KSC403su	۱۰۱/۸ bcde	۱۸/۴۳ a	۱۱/۸۷ a	۱۵/۳۵ d	۴۱/۴ ab	۱۴/۸۷ abc	۲۶/۰۹ abcd	۱۲۲/۷ d	۶/۱۶۴ bcd
Chase	۸۲/۲۸ g	۱۷/۰۹ bc	۸/۳۱۷ ef	۱۶/۸۳ bc	۳۷/۴۳ def	۱۴/۶۸ bc	۲۲/۶۲ cde	۱۰۴/۴ e	۴/۹۳۱ d
Esquire	۱۱۵/۷ a	۱۷/۲۶ bc	۱۰/۰۹ c	۱۸/۶۶ a	۳۸/۵۸ cde	۱۵/۶۵ ab	۲۸/۶۴ ab	۱۰۱/۷ e	۶/۱۴۸ bcd
Rival	۹۲/۳۷ efg	۱۶/۸۹ bcd	۸/۴۱۷ de	۱۵ D e	۳۵/۹۳ ef	۱۲/۷۶ d	۲۳/۷۳ cd	۱۳۱/۸ c	۴/۸۶۴ d
Reveille	۸۶/۲۷ fg	۱۴/۱۳ f	۷/۶۷۲ f	۱۴/۰۱ e	۳۸/۲۷ cde	۱۳/۲۶ d	۱۸/۶۳ e	۱۴۰/۸ b	۵/۷۴۵ cd
Diva	۱۰۴/۶ abcd	۱۶/۹ bcd	۱۰/۲۹ c	۱۶/۷۳ bc	۳۵/۵۳ f	۱۵/۳۳ ab	۲۶/۲۹ abcd	۶۵/۶۹ g	۵/۴۰۹ cd
Shimmer	۱۰۶/۵ abc	۱۷/۲۶ bc	۱۱/۱۹ ab	۱۶/۱۷ cd	۳۸/۲۲ cde	۱۴/۶۷ bc	۲۳/۱۶ cd	۷۸/۶ f	۶/۱۱۴ bcd
Shaker	۹۴/۳۲ def	۱۵/۸۱ de	۱۱/۰۲ b	۱۷/۵۷ ab	۴۰/۴۴ abc	۱۵/۴۴ ab	۲۶/۵۶ abcd	۷۷/۴۸ f	۵/۸۵۷ cd
PS107	۱۱۲/۴ ab	۱۶/۷۹ bcd	۱۰/۲۳ c	۱۷/۵۴ ab	۴۰/۴۷ abc	۱۴/۶۲ bc	۲۶/۸۸ abc	۱۴۸/۸ a	۸/۳۵ a
Golda	۹۷/۱۶ cde	۱۵/۳۸ e	۹/۱۳۳ d	۱۵/۲۶ d	۳۹/۹۲ bcd	۱۳/۸۱ cd	۲۲/۱۱ de	۷۵/۴ f	۵/۲۸۴ cd
Royalty	۱۱۱/۸ ab	۱۷/۶ ab	۱۰/۸۳ bc	۱۷/۹۸ ab	۴۱/۹۸ ab	۱۶/۱۳ a	۲۹/۵۸ a	۱۰۰/۶ e	۷/۴۷۵ ab
Rana	۸۳/۳۳ g	۱۶/۲۹ cde	۹/۰۴۹ d	۱۶/۱۸ cd	۴۳/۰۱ a	۱۴/۸۴ abc	۲۴/۸۰ bcd	۱۲۹/۴ c	۶/۴۹۳ bc

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

کمتر بودن تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف در تنش‌های شدید و ملایم در مقایسه با آبیاری مطلوب باعث گردیده که عملکرد دانه کمتری نسبت به آبیاری مطلوب حاصل شود. بنابراین اثرات تجمعی این دو صفت همراه با سایر اجزاء عملکرد مانند وزن هزار دانه، قطر و طول بلال منجر به معنی‌دار شدن تفاوت عملکرد بین سه رژیم آبیاری گردیده است. این موضوع توسط پژوهشگرانی نظیر NeSmith & Ritchie (1992) گزارش شده است. آنها اظهار داشتند که کمبود آب در اوایل مرحله گل‌دهی، تشکیل دانه و باروری را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد تنش خشکی به ویژه در مرحله پر شدن دانه‌ها باعث چروکیده شدن دانه‌ها شده و در نتیجه منجر به کاهش وزن هزار دانه گردد. Fisher *et al* (1981) اظهار داشتند که در شرایط تنش خشکی به علت کاهش آب قابل دسترس گیاه، مدت زمان پر شدن دانه کاهش می‌یابد و دانه‌ها نمی‌توانند به طور کامل پر شوند.

NeSmith & Ritchie (1992) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی دوره پر شدن دانه را کاهش می‌دهد و موجب تولید دانه‌های کوچکتر می‌شود. به این ترتیب ملاحظه می‌شود که چنانچه خشکی ادامه یابد یا شدت آن زیادتر شود، وزن دانه‌ها نیز کاهش خواهد یافت.

Tomov *et al* (1995) اظهار داشتند که اعمال تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها، ظرفیت انتقال مواد فتوسنتزی به آن ها را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد و باعث چروکیدگی دانه‌ها و کاهش وزن هزار دانه می‌شود. در تحقیقات Banziger *et al* (2000) نیز مشخص شد تنش خشکی پس از مرحله گرده‌افشانی باعث کاهش سرعت پر شدن دانه‌ها و در نتیجه وزن هزار دانه می‌شود. بیشترین تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف مربوط به هیبرید Royalty و کمترین آنها به ترتیب مربوط به هیبریدهای Rival و Reveille بود.

بیشترین وزن هزار دانه از هیبرید PS107 و کمترین آن از هیبرید Golda بدست آمد (جدول ۴).

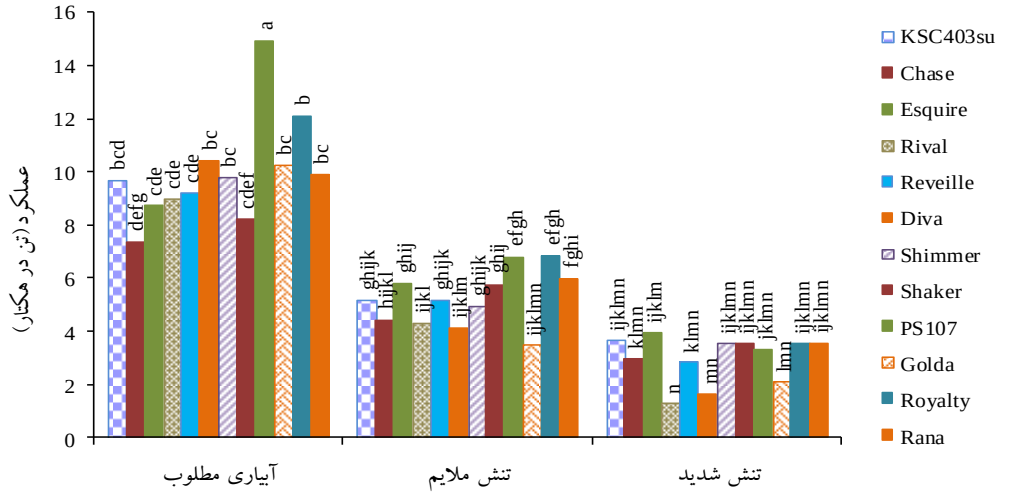
عملکرد دانه با افزایش تنش خشکی از آبیاری مطلوب به تنش ملایم به میزان ۴۴/۴۷ درصد و از تنش ملایم به تنش شدید میزان ۴۲/۶۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳). از عوامل مؤثر در کاهش عملکرد می‌توان به کاهش طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و وزن هزار دانه اشاره نمود. احتمالا جلو افتادن رسیدگی فیزیولوژیکی در زمان تنش به دلیل اینکه گیاه سیکل زندگی خود را هر چه زودتر کامل کند، باعث کاهش دوره پر شدن دانه در زمان تنش خواهد شد و این موضوع در نهایت عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. بطور کلی می‌توان بیان نمود که اثرات تجمعی پارامترهای مذکور باعث معنی‌دار شدن تفاوت عملکرد دانه در سه سطح رژیم آبیاری گردیده است.

Schussler & Westgate (1995) نیز کاهش عملکرد دانه را در اثر افزایش تنش رطوبتی خاک گزارش نموده‌اند. بیشترین عملکرد دانه مربوط به هیبرید PS107 با میانگین ۸/۳۵ تن در هکتار و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۴/۸۶ تن در هکتار مربوط به هیبرید Rival بود (جدول ۴). بنظر می‌رسد از میان اجزای عملکرد دانه، وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه داشته است. Fisher *et al* (1981) نیز در آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند که مهمترین علت کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی، کاهش وزن هزار دانه است. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم تنها بر صفات وزن هزار دانه و عملکرد دانه و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد دانه در هیبرید PS107 در شرایط آبیاری مطلوب نسبت به سایر هیبریدها برتری داشت ولی کاهش عملکرد این هیبرید در شرایط تنش ملایم و شدید آنرا به سایر هیبریدها نزدیک نمود. روندکاهشی متفاوت هیبریدها به همراه بالا

Archive of SID

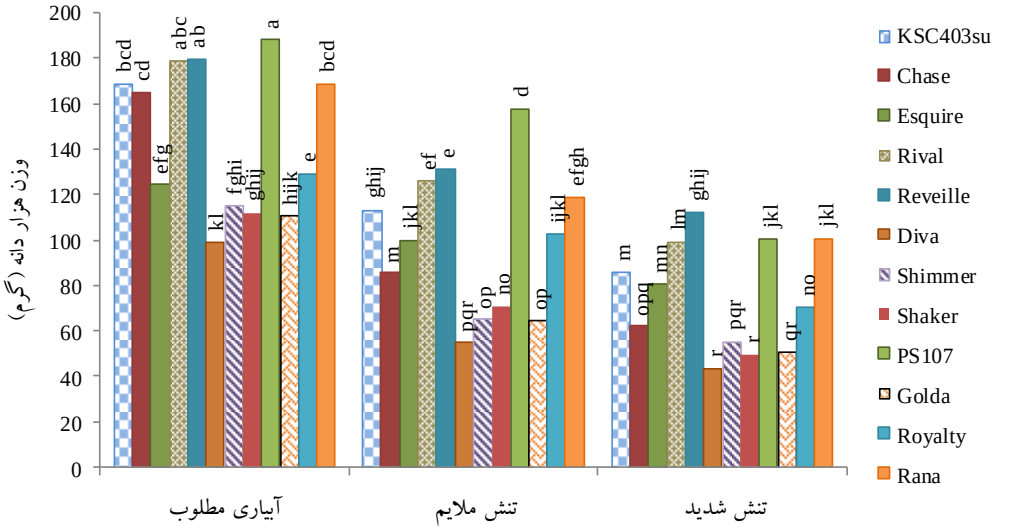
www.SID.ir

بودن درجه آزادی این تیمار موجب معنی‌دار شدن اثر متقابل هیبرید و رژیم آبیاری گردید (شکل ۱).



شکل ۱- میانگین عملکرد دانه ۱۲ هیبرید ذرت شیرین تحت سه رژیم آبیاری

روند هماهنگی بین وزن هزار دانه و عملکرد مشاهده شد (شکل‌های ۱ و ۲). بدین ترتیب مهمترین جزء عملکرد دانه که باعث افزایش عملکرد گردیده است، وزن هزار دانه می‌باشد.



شکل ۲- میانگین وزن هزار دانه ۱۲ هیبرید ذرت شیرین تحت سه رژیم آبیاری

در شرایط تنش شدید عملکرد هیبریدهای Rival، Diva و Golda شدیدا کاهش یافت، بنابراین می‌توان گفت که این هیبریدها به شرایط خشکی بسیار حساس می‌باشند. بر اساس نتایج این تحقیق، بهترین رژیم آبیاری، آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر می‌باشد و تأخیر در آبیاری بیشتر از این میزان باعث کاهش عملکرد خواهد شد. بر اساس این مطالعه هیبرید PS107 برای مناطقی که آب کافی برای آبیاری وجود دارد پیشنهاد می‌شود و در مناطقی که

www.SID.ir

محدودیت آب وجود دارد کشت هیبریدهای Rival، Diva و Golda توصیه نمی‌شود.

منابع

Banziger, M., G. O. Edmeades, D. Beck, and M. Bellon. 2000. Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. Mexico, D. F.: CIMMYT.

Fischer, K. S., E. C. Johnson, and G. O. Edmeades. 1981. Breeding and selection for drought resistance in tropical maize. Mexico, D. F.: CIMMYT.

Herero, M. P. and R. R. Johnson. 1981. Drought stress and its effect on maize reproductive systems. Crop sci. 21: 105-110.

Levitt, J. 1980. Responces of plants to environmental stress. Vol. II. Second Edition. Academic Press. pp: 25-228.

Mito, D., P. Vlad, O. Cosmin. 1994. Reaction of some maize hybrids to drought and heat, at the agricultural Research Station Teleorman. Romanian Agricultural Research. No. 1, 31-36.

Mohammadkhani, N. and R. Heidari. 2007. Effects of Drought Stress on Soluble Proteins in two Maize Varieties. Turk J. Biol. 32: 23-30.

NeSmith, D. S. and J. T. Ritchie. 1992. Effects of soil water-deficits during tassel emergence on development and yield components of maize (*Zea mays* L.) Field Crops Research 28: 251-256.

Osmanzai, M., S. Rajaram, and E. B. Knapp. 1987. Breeding for moisture – stressed areas In:Srivastava, J. P., E. Porceddu, E. Acevedo and S. Varma (eds.), Drought tolerance in winter cereals. John Wiley and Sons. New York. pp: 151-161.

Quizenberry, J. E. 1981. Breeding for drought resistance and plant water use efficiency. In: christance, M. N. and C. F. Liwis (eds.), Breeding plants for less favorable environments. Wiley Interscience, New York. pp: 193-212.

Secenji, M., A. Lendvai, Z. Hajosne, D. Dudits and j. Gyorgyey. 2005. Experimental System for Studing Long-term Drought Stress Adaptation of Wheat Cultivars. Proceeding of the 8th Hangarian Congress on Plant Physiology. 49 (1-2): 51-52.

Schussler, J. R. and M. E. Westgate. 1995. Assimilate flux determines kernel set at low water potential in maize. Crop Science 35: 1074-1080

Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. Forth ed. Sinaur Assiciates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts. Paper.738.

Tomov, N., N. Slavov, and A. Gancheva. 1995. Drought conditions and yield in maize during 1993. Rasteniev Dni-Nauki. 32: 9-10, 47-52.

Yanan, L., Z. Mengqian, YN. Liu, and M. Q. Zeng. 1995. Analysis of drought resistance in 10 maize hybrids in China. Acta Agriculture Boreali Sinica.10: 1, 45-50.

Archive of SID

www.SID.ir