

اثر تنش خشکی و روش‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت

فرزاد پاک‌نژاد^۱، سعید وزان^۱، جلیل اجلی^۲، مجتبی میراخوری^۳ و محمد نصری^۴

چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت SC704 و SC647 تحت شرایط تنش خشکی و دو روش آبیاری، آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلٹ پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج طی سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ انجام شد. در این آزمایش اعمال تیمار تنش خشکی در سه سطح به صورت آبیاری پس از ۴۰ درصد، ۶۰ درصد، و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و نیز روش آبیاری به دو روش آبیاری تمام ردیف‌های کاشت و آبیاری یک در میان ردیف‌های کاشت به عنوان فاکتور اصلی و دو هیبرید به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی بر عملکرد دانه و کليه اجزای عملکرد اثر معنی‌داری داشت و تنش شدید موجب ۳۷ درصد کاهش عملکرد گردید. روش آبیاری بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی اثرات متقابل معنی‌دار بود. به طوری که در آبیاری کامل به شیوه آبیاری تمام ردیف‌های کاشت، هیبرید SC647 رقم مناسب‌تری بود. ولی در روش آبیاری یک در میان، هیبرید SC704 عملکرد بیشتری را تولید کرد. هم‌چنین در شرایط کم آبیاری، هیبرید SC704 در روش آبیاری تمام ردیف‌های کاشت عملکرد بیشتری نسبت به هیبرید SC647 تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تنش خشکی، روش‌های آبیاری، بیوماس، عملکرد دانه.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۲۸

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و عضو باشگاه پژوهشگران جوان

۴- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

مقدمه و بررسی منابع

خشکی فصلی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه کشت و تولید ذرت در دنیا می‌باشد، به گونه‌ای که این تنش به‌طور متوسط ۱۷ درصد از عملکرد سالانه ذرت دانه‌ای جهان را کاهش می‌دهد و حتی در بعضی از سال‌ها در مناطق خشک کاهش محصول بیش از ۷۰ درصد نیز در اثر خشکی گزارش شده است. تنش رطوبتی از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (۱۱). تنش دو هفته‌ای و چهار هفته‌ای در دوره رشد رویشی گیاه ذرت به ترتیب باعث کاهش عملکرد به میزان ۲۳ درصد و ۴۶ درصد می‌شود (۱۴). در مناطق گرمسیری عملکرد ذرت در نتیجه خشکی به طور متوسط در حدود ۱۷ درصد کاهش می‌یابد، اما بسته به شدت و زمان وقوع خشکی این کاهش عملکرد به ۸۰ درصد هم می‌رسد. در صورتی که خشکی در آخر فصل اتفاق افتد ممکن است ژنوتیپ‌های زودرس از خسارت خشکی در امان بمانند (۶). در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه همبستگی بالایی با تعداد دانه در هر بلال دارد (۶). بررسی مقاومت به خشکی در هیبریدهای دیررس تجاری ذرت دانه‌ای تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری نشان داد که بین هیبریدها از نظر صفات رویشی، مراحل نمو، عملکرد و اجزای آن تنوع قابل ملاحظه‌ای وجود دارد و در شرایط تنش شدید و متوسط، تعداد دانه در بلال به ترتیب به میزان ۹۹ درصد و ۴۸ درصد کاهش می‌یابد (۱۷). در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف، قطر بلال، طول بلال، تعداد دانه هر بلال کاهش می‌یابند، ولی تعداد ردیف هر بلال، وزن هزار دانه و شاخص برداشت تحت تأثیر تنش خشکی قرار نمی‌گیرد. به گزارش برخی از محققین اگر ذرت در مرحله گل‌دهی در معرض تنش خشکی قرار گیرد عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌داری ($r^2 > 0.8$) با تعداد دانه در هر بلال دارد (۴). این در حالی است که یکسری از محققین نیز اعلام نموده‌اند که عملکرد دانه در ذرت مرتبط با میانگین وزن دانه بوده و با تعداد دانه همبستگی ندارد (۵). نتایج بررسی عکس‌العمل هیبریدهای ذرت و لاین‌های والدی آن‌ها به خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به تنش خشکی نشان داده که در میان ژنوتیپ‌ها، هیبرید SC704 با پتانسیل عملکرد بالا، مناسب شرایط بدون تنش و هیبرید SC704M مناسب شرایط

تنش بوده و تغییر شرایط محیطی بر هیبرید اخیر تأثیر کمتری نسبت به SC704 دارد (۲). بررسی روابط رگرسیونی در هیبریدهای دیر رس تجاری در ذرت نشان داد که اثرات مستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد دانه مثبت و بالاترین آن مربوط به تعداد دانه در ردیف می‌باشد (۱).

با توجه به برنامه ده ساله افزایش تولید ذرت و ضرورت دستیابی به عملکرد مورد نظر، اطلاعات کافی از واکنش‌های گیاهی در مقابل تنش‌های محیطی به‌خصوص خشکی برای بهره‌وری بیشتر برنامه‌های به زراعی و به‌نژادی گیاهان در تهیه هیبریدهای متحمل به خشکی ضروری می‌باشد. از طرفی استفاده بهینه از آب موجود و در تنش استرس قرار دادن آن در مراحل حساس رشد می‌تواند بر روی افزایش عملکرد اثر بسزایی داشته باشد. بنابراین، این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی و به‌کارگیری دو روش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی) به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آمار بارندگی و میانگین درجه حرارت در ماه‌های اجرای آزمایش در شکل ۱ آمده است. فاکتور تنش خشکی در سه سطح شامل آبیاری پس از ۴۰ درصد (T1)، ۶۰ درصد (T2)، ۷۵ درصد (T3) تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و روش‌های آبیاری در دو سطح شامل آبیاری تمام ردیف‌های کاشت (I1) و آبیاری یک در میان ردیف‌های کاشت (I2) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و هیبریدهای ۷۰۴ (Vi) و ۶۴۷ (V2) در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. تاریخ کاشت در هر دو سال ۲۰ اردیبهشت ماه بود که کاشت با دست انجام گردید. پس از سبز شدن بذر، مزرعه در مرحله ۲-۴ برگی بر اساس تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار تنک گردید و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در طی دو مرحله (هر مرحله ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، مرحله اول در ۶ تا ۸ برگی و مرحله دوم یک هفته پس از ظهور گل آذین نر مصرف شد. کود فسفره بر اساس ۱۵۰ کیلوگرم P2O5 و کود پتاس بر اساس ۵۰

طبق نتایج به دست آمده تنش خشکی بر روی عملکرد دانه و کلیه اجزای عملکرد اثر معنی داری داشت، به طوری که تیمار شاهد (T1) با عملکردی معادل ۸۲۱ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه و تیمار T3 (آبیاری پس از تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس خاک) کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و با عملکردی معادل ۵۹۹ گرم در مترمربع در حدود ۳۷ درصد نسبت به شاهد کاهش عملکرد نشان داد (جدول ۲). با توجه به این که این تیمار از مراحل اولیه رشد آب کمتری را دریافت نموده، تنش خشکی از طریق کاهش رشد که تأثیر آن بر کاهش بیوماس کاملاً مشخص بود (جدول ۲)، موجب کاهش اجزای عملکرد شده و در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه شد. اک^۱ (۱۹۸۴) نیز در مطالعات خود اعلام نمود که تنش ۲ هفته‌ای و چهار هفته‌ای در زمان رشد رویشی به ترتیب باعث کاهش عملکرد به میزان ۲۳ درصد و ۴۶ درصد می‌شود. چاپمن^۲ و همکاران (۱۹۹۷) نیز کاهش ۱۷ درصدی عملکرد را برای تنش‌های متوسط و کاهش ۸۰ درصدی عملکرد را برای تنش‌های شدید اعلام نمودند. احمدی^۳ و همکاران (۱۹۹۲) نیز در آزمایشی مشابه اعلام نمودند که اکثر صفات مورد بررسی نسبت به شرایط تنش عکس‌العمل منفی نشان دادند که بیشترین اثر مربوط به عملکرد بوده و ناشی از کاهش شدید تعداد دانه در هر بلال، طول بلال و وزن هزاردانه بوده و با نتایج این تحقیق کاملاً مطابقت دارد.

اثر متقابل تنش خشکی در روش آبیاری برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بلال، عملکرد بلال تک بوته، ارتفاع بوته و طول بلال معنی دار گردید (جدول ۱)، به طوری که در تیمارهای تنش خشکی آبیاری پس از ۴۰ و ۶۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک (T1 و T2) تفاوت زیادی بین تیمارهای شیوه‌های آبیاری مشاهده نشد، ولی در تیمار تنش خشکی آبیاری پس از ۷۵ درصد (T3) بین روش‌های مختلف آبیاری تفاوت زیادی مشاهده شد (جدول ۳). به عبارت دیگر این طور به نظر می‌رسد که تغییر شیوه آبیاری از آبیاری تمام ردیف‌های کاشت به آبیاری یک در میان ردیف‌های کاشت به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب زمانی توصیه می‌شود که گیاهان در معرض تنش خشکی قرار نگیرند و با افزایش شرایط

کیلوگرم در هکتار اکسید پتاس (K₂O) در زمان کاشت مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری بلافاصله پس از کاشت و تا مرحله ۴ برگی آبیاری به طور کامل برای تمام تیمارها انجام شد. به منظور اعمال تیمار تنش خشکی در تیمارهای مختلف، بلوک‌های گچی که قبلاً مورد آزمون واسنجی قرار گرفته بودند نصب شدند و با توجه به منحنی کالیبراسیون بلوک‌های گچی که قبلاً در مزرعه دانشکده به دست آمده بود، در زمان قرائت اعداد ۹۰، ۸۲ و ۵۰ که توسط دستگاه رطوبت‌سنج خاک نشان داده شد، اقدام به آبیاری تیمارهای مربوطه گردید. هر کرت شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۵ متر و فاصله ردیف ۰/۷۵ متر بود. به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، از خطوط ۳ و ۴ هر کرت به اندازه ۴ متر طولی علامت‌گذاری شد و مابقی بوته‌ها از حاشیه حذف گردید. سپس ۱۰ بوته از ۲ خط به طور تصادفی انتخاب شد و اجزای عملکرد شامل ارتفاع گیاه تا بالای گل تاجی (تاسل) و قطر ساقه، قطر بلال، وزن هزار دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین صفات مختلف به روش آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. هم‌چنین ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای آن تعیین گردید.

نتایج بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سال‌های مختلف آزمایش، به جز بیوماس، شاخص برداشت، عملکرد بلال و طول قسمت تلقیح نشده، در سایر صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). میانگین عملکرد دانه در سال دوم در تمام تیمارهای آزمایش بیشتر از سال اول بود که این مسئله احتمالاً به دلیل شرایط مساعدتر سال دوم و بارندگی‌های مکرر بهاره در سال دوم آزمایش بود (شکل ۱). عملکرد بالا در سال دوم آزمایش مربوط به بیوماس، وزن هزاردانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، ارتفاع بوته و طول بلال بیشتر در این سال بود (جدول ۲). هم‌چنین در سال دوم عملکرد بیولوژیک بیشتر از سال اول آزمایش بود که این افزایش مربوط به ارتفاع بوته بیشتر در این سال است. نتایج به دست آمده در این تحقیق با تحقیقات قهقوفی و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت دارد.

ردیف‌های کاشت با عملکردی معادل ۶۹۱ گرم در مترمربع کمترین عملکرد را داشت. این در حالی است که هیبرید ۶۴۷ در هر دو روش آبیاری عملکردی حدود ۶۹۳ گرم در مترمربع داشت (جدول ۳). با توجه به نتایج می‌توان اظهار نمود که روش آبیاری یک درمیان ردیف‌های کاشت روش مناسبی برای آبیاری هیبرید SC704 نمی‌باشد، ولی در صورت استفاده از هیبرید SC647 به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب می‌توان ردیف‌های کاشت را به صورت یک درمیان آبیاری نمود زیرا این هیبرید هیچ واکنشی به تغییر روش آبیاری نشان نداد. همچنین نتایج نشان داد که بین هر سه عامل مورد مطالعه در آزمایش (تنش خشکی، شیوه آبیاری و هیبرید) تفاوت معنی‌داری برای صفت عملکرد دانه و برخی از اجزای عملکرد وجود دارد (جدول ۱) و عامل‌های مورد مطالعه در مواجهه با یکدیگر واکنش‌های متفاوتی را نشان دادند.

تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه گردید، ولی بررسی اثرات متقابل نشان داد که در آبیاری کامل به شیوه آبیاری تمام ردیف‌های کاشت، هیبرید SC647 هیبرید موفق‌تری بود. در حالی‌که در همین سطح تنش در روش آبیاری یک در میان ردیف‌های کاشت، هیبرید SC647 برتری خود را از دست داده و هیبرید SC704 در این شرایط عملکرد بهتری نسبت به هیبرید SC647 داشت. در شرایط تنش خشکی T3 و T2 هیبرید SC704 در روش آبیاری تمام ردیف‌های کاشت عملکردی بیشتری نسبت به هیبرید SC647 نشان داد، ولی در روش آبیاری یک در میان هیبرید SC704 برتری خود را بروز نداده و در این شرایط هیبرید SC647 عملکردی بیشتر از هیبرید SC704 داشت.

نتایج به‌دست آمده از اثرات متقابل حاکی از آن است که هیبریدها در واکنش به شرایط مختلف واکنش‌های متفاوتی را نشان دادند و احتمالاً این تفاوت‌ها ناشی از تفاوت در سیستم ریشه‌دهی این هیبریدها است. به‌عبارت دیگر می‌توان اظهار نمود که هیبریدها به تغییر روش‌های به‌زراعی و یا روش‌های بهبود مصرف آب واکنش‌های متفاوتی را نشان می‌دهند. لذا توصیه می‌شود در معرفی هیبریدها جهت شرایط تنش خشکی دقت بیشتری اعمال گردد، به‌طوری‌که در این آزمایش وقتی هیبریدها در واکنش به تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفتند هیبرید ۷۰۴ مناسبی تشخیص داده شد (شکل ۲). ولی همین هیبرید در واکنش به تغییر روش آبیاری واکنش‌های

تنش خشکی مزیت آبیاری یک درمیان ردیف‌های کاشت کاهش پیدا می‌کند. به طوری که در شرایط تنش T3 کاهش اجزای عملکرد طول بلال، ارتفاع بوته و عملکرد بلال تک بوته در روش آبیاری یک درمیان ردیف‌های کاشت نسبت به آبیاری تمام ردیف‌های کاشت کاملاً مشهود بود (جدول ۳).

براساس نتایج تجزیه واریانس، بین عملکرد دانه هیبریدها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و با توجه به این‌که هیبرید SC704 دیررس تر از هیبرید SC647 می‌باشد، انتظار می‌رود که عملکرد هیبرید SC704 بیشتر از هیبرید SC647 باشد (جدول ۱). به طوری‌که احمدی و همکاران (۲۰۰۰)، استخر و چوگان^۱ (۲۰۰۶) و قهقوفی^۲ و همکاران (۲۰۰۴) نیز برتری هیبرید SC704 را گزارش نموده‌اند، ولی در این آزمایش بین دو هیبرید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که احتمالاً به دلیل وجود اثرات متقابل و تأثیر متفاوت شیوه‌های آبیاری و تنش خشکی بر هیبریدها بود که موجب شد میانگین عملکرد هیبریدها نزدیک به هم باشد (جدول ۲).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تنش خشکی و هیبرید برای عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت، عملکرد بلال تک بوته، تعداد دانه در ردیف، ارتفاع بوته، طول بلال و طول قسمت تلقیح نشده معنی‌دار بود (جدول ۱). هیبریدها در واکنش به شرایط آبیاری کامل و تنش متوسط رطوبتی پاسخ‌های یکسانی داشتند ولی در شرایط تنش T3 (آبیاری پس از تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس خاک) واکنش متفاوتی نشان دادند، به طوری‌که در این شرایط هیبرید SC704 عملکرد بیشتری داشت و کاهش عملکرد هیبرید SC647 به مراتب بیشتر از هیبرید SC704 بود (جدول ۳). مقدم و هادی‌زاده (۱۳۸۱) نیز در آزمایشات خود بر روی هیبریدهای مختلف ذرت به نتایج مشابهی دست یافتند و اعلام نمودند که هیبرید SC704M مناسب شرایط تنش است و تغییر شرایط محیطی بر هیبرید اخیر تأثیر کمتری دارد.

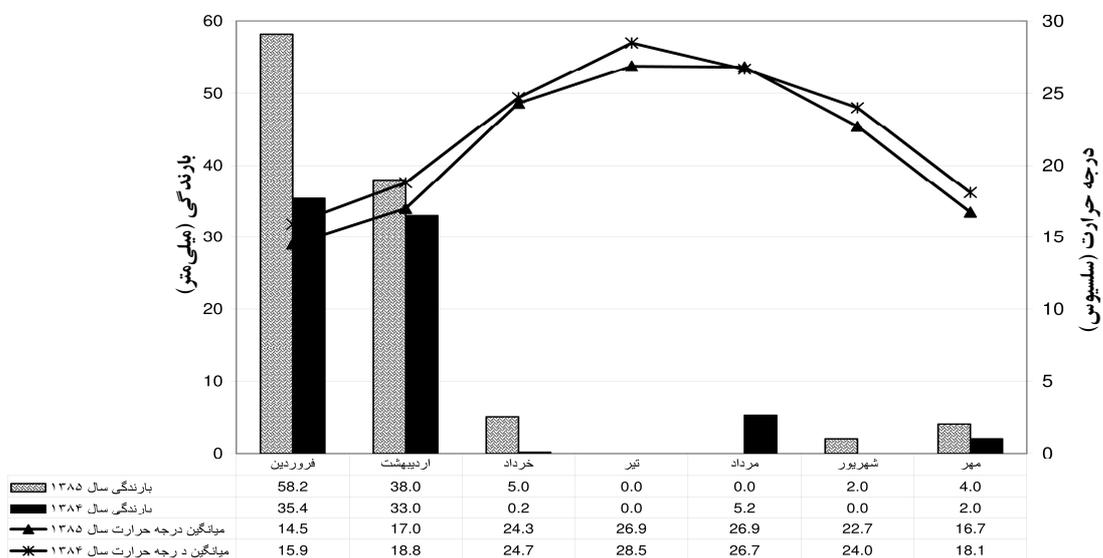
بر اساس نتایج به‌دست آمده اثر متقابل هیبرید در روش آبیاری برای صفات عملکرد دانه و بیوماس معنی‌دار بود (جدول ۱). هیبرید SC704 در روش آبیاری تمام ردیف‌های کاشت با عملکردی معادل ۷۴۹ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد و همین هیبرید در روش آبیاری یک در میان

استفاده در آزمایش در واکنش به تنش خشکی و شیوه‌های مختلف آبیاری واکنش‌های متفاوتی نشان دادند. آبیاری کامل به شیوه آبیاری یک در میان ردیف‌های کاشت برای هیبرید SC704 توصیه می‌شود ولی در شرایط تنش خشکی لازم است از شیوه آبیاری تمام ردیف‌های کاشت برای هیبرید فوق استفاده گردد. از طرف دیگر، در آبیاری کامل، شیوه آبیاری تمام ردیف‌های کاشت و در شرایط تنش خشکی، شیوه آبیاری یک در میان ردیف‌های کاشت برای هیبرید SC647 قابل توصیه می‌باشد.

متفاوتی را نشان داد و آبیاری یک در میان که خود نوعی تنش است برای آن قابل توصیه نبود (جدول ۳). همچنین و بررسی اثرات متقابل مجدداً نتایج فوق را نقض نمود به طوری که روش آبیاری یک در میان در آبیاری کامل روش مناسبی برای هیبرید SC704 بود.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی براساس نتایج این تحقیق می‌توان اظهار نمود که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه گردید. با توجه به وجود اثرات متقابل می‌توان اظهار نمود که هیبریدهای مورد



شکل ۱- میانگین درجه حرارت و بارندگی کرج در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ماه‌های اجرای آزمایش

MS. **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5/ و 1/.

منابع تغییر	درجه آزادی	بیوماس	شاخص برداشت	عملکرد ببال	عملکرد تک بوته	عملکرد دانه	وزن دانه	تعداد دانه در ردیف	ردیف در ببال	تعداد دانه در هر ببال	ارتفاع بوته	طول ببال	طول قلمبند
ضرب تغییرات	-	0/81	88/61	80/21	38/21	85/21	8/8	62/1	2/5	72/31	30/6	86/7	26/81
اشتباه آزمایشی (b)	32	0/888888	26/01	2887351	88861	310831	77/70	62/71	2235/0	30888	30332	66/1	760/0
اشتباه آزمایشی تنش خشکی × آبیاری × رقم	2	2/6756	6/2	20683	3/8	0/818	7/83	0/3	3/0	77/51	2/3	10/0	20/0
تنش خشکی × آبیاری × رقم	2	2/191611	26251	888151	3/458	0/206881	0/063	6/1	86/1	1/3666	8/588	33/8	61/8
اشتباه آزمایشی تنش خشکی × آبیاری	1	7/666	3871	0/852	3/11	10/61	0/03	6	10/0	0/571	33/0	17/0	10/0
رقم × آبیاری	1	7/875718	3888	178533	3/35	1/52251	0/818	131	888/0	167881	6/88	26/8	8/0
اشتباه آزمایشی تنش خشکی و رقم	2	2/368	1/3	38581	2/8	2/368	2/78	87/0	63/0	28801	3/8	10/0	60/0
تنش خشکی × آبیاری × رقم	2	8/581501	1/18	100032	2/83	7/5258	6/6	1/52	53/0	2881	60/78	73/1	27/1
اشتباه آزمایشی رقم	1	7/6302	2/81	186588	1/52	8/532	7/1	3/13	1/8	67761	8/38	17/0	30/0
رقم	1	3/25527	0/326	088651	0/615	85281	3883	303	70/1	7573	0178	1888	7/51
اشتباه آزمایشی (a)	20	6/18888	1671	823276	2883	87302	6/57	888	77/0	68853	8783	26/0	88/0
اشتباه آزمایشی تنش خشکی و روش آبیاری	2	0/8153	268	8352	8/35	3883	3/8	1/51	30/0	3/5811	0/3	21/0	60/0
تنش خشکی × روش آبیاری	2	262388	6/13	2888818	28818	7/1816	2/31	881	26/0	08861	7/88	25/18	26/0
تنش خشکی × روش آبیاری	1	2/17831	3/3	3/32	1/6	38881	0/331	2/1	18/0	20/0	3083	300/0	300/0
روش آبیاری	1	2620001	38811	378353	87003	0331	0/81	6/7	30/2	8/61	6162	58/3	70/0
اشتباه آزمایشی تنش خشکی	2	288883	13/7	88888	6/37	08883	0/85	27/1	81/0	7806	3021	200/0	300/0
تنش خشکی	2	0/0605818	38812	3/558888	0/5805	68362	38812	888/1	37/1	0/38888	8/0586	73/21	21/8
اشتباه آزمایشی سال	3	77733388	7883	18888881	6/815	0/2888	0/383	0/51	88/0	3/3001	8/5881	56/0	63/0
سال	1	8/87838381	26/3	11388	07003	888888	26661	2888	7887	6/51131	3888171	8/81	78/2

میانگین بریمات (MS)

جدول 1- تجزیه واریانس صفات بیوماس، شاخص برداشت، عملکرد دانه و اجزای آن و برخی صفات ظاهری بوته ببال

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات شاخص برداشت، عملکرد دانه و اجزای آن و برخی صفات ظاهری بوته بلال

طول بلال (cm)	ارتفاع اولین (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد ردیف در بلال	وزن ۱۰۰۰ دانه (g/m ²)	عملکرد دانه (g/m ²)	عملکرد بلال (g/m ²)	تک بوته (g)	عملکرد بلال (g/m ²)	بیوماس (g/m ²)	تنش خشکی
۱۶/۴۲ a	۷۹/۳۲ a	۱۹۰/۹۲ a	۱۴/۳۵ a	۱۹۸/۴۵ a	۸۲۰/۸ a	۱۱۳۷۳ ab	۱۱۳/۳ ab	۱۱۱۸ a	۱۱۳۵/۸ a	T1
۱۵/۸۳ b	۶۷/۰۴ b	۱۷۶/۸۵ ab	۱۴/۰۹ ab	۱۸۱/۷۵ ab	۷۰۰/۲ ab	۱۱۹/۵۹ a	۱۱۳/۱ a	۱۱۳۱ a	۱۳۸۴/۹ ab	T2
۱۴/۹۸ c	۵۶/۱۹ c	۱۵۱/۱۷ b	۱۳/۷۹ b	۱۸۲/۲۹ b	۵۹۹ b	۹۱/۹۹ b	۸۴/۳ b	۸۴۳ b	۱۱۳۴/۴ b	T3
۱۶ a	۷۰/۴ a	۱۷۹/۳ a	۱۴/۲ a	۱۸۷/۱ a	۷۲۰/۸ a	۱۱۰/۸ a	۱۰۵۵ a	۱۰۵۵ a	۱۴۶۳/۴ a	I1
۱۵/۵ a	۶۴/۷ a	۱۶۶/۶ a	۱۳ a	۱۸۷/۹ a	۶۹۲/۸ a	۱۰۶ a	۱۰۰۵ a	۱۰۰۵ a	۱۳۷۲ a	I2
همبندی										
۱۶/۷ a	۷۲/۴ a	۱۷۹/۲ a	۱۲/۹ a	۱۹۵/۲ a	۷۲۰/۴ a	۱۱۱/۳ a	۱۰۹۰ a	۱۰۹۰ a	۱۵۲۴/۸ a	Sc 647 (V1)
۱۴/۷ a	۶۲/۶ b	۱۶۶/۷ a	۱۵/۳ a	۱۷۹/۸ a	۶۹۲/۳ a	۱۰۵/۶ a	۹۷۰ a	۹۷۰ a	۱۳۱۰/۶ a	Sc 704 (V2)
سال‌های آزمایش										
۱۵/۳ a	۶۶/۹ a	۱۵۷/۱ a	۱۳ b	۱۷۲/۳ b	۶۴۰/۲ b	۱۰۰/۵ a	۹۳۰ a	۹۳۰ a	۱۲۸۰/۹ b	سال اول (Y1)
۱۶/۲ a	۶۸/۲ a	۱۸۸/۹ a	۱۵/۲ a	۲۰۲/۷ a	۷۳۳/۵ a	۱۱۶/۴ a	۱۱۳۱ a	۱۱۳۱ a	۱۵۵۴/۵ a	سال دوم (Y2)

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با همدیگر در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

T1, T2 و T3: به ترتیب آبیاری پس از ۴۰ درصد، ۶۰ درصد و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت خاک، I1 و I2 به ترتیب: آبیاری تمام ردیف‌های کاشت و آبیاری یک درمیان ردیف‌های کاشت

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری برای صفات معنی دار مورد بررسی

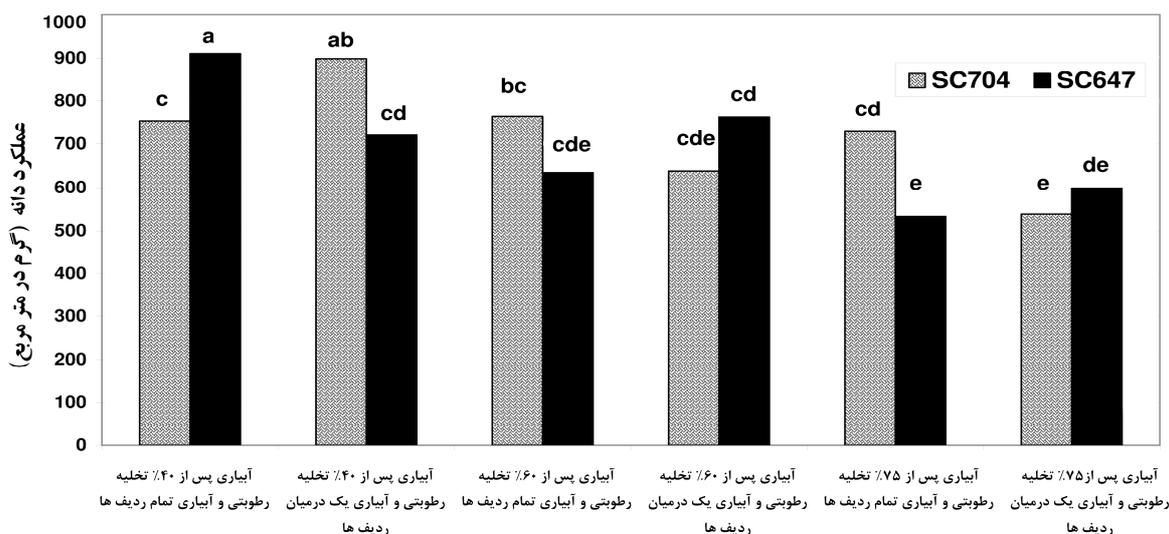
طول بلال (cm)	ارتفاع اولین عملکرد دانه (g/m ²)	تیمار	طول قسمت تلقیح نشده (cm)	طول بلال (cm)	طول بلال (cm)	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد دانه (g/m ²)	شاخص برداشت	بیوماس (g/m ²)	تیمار
۱۵/۸۱ c	۸۴/۰۴ cd	T ₁ I ₁	۰/۸۵ cd	۱۷/۵۲ a	۲۰۰/۸۳ a	۸۲۶/۵۵ a	۴۷/۷۱ de	۱۷۸۷/۵۹ a		T ₁ V ₁
۱۷/۲۳ a	۷۴/۶۰ a	T ₁ I ₂	۱/۴۵ e	۱۵/۳۱ d	۱۸۱/۰۰ b	۸۱۵/۶۵ a	۴۹/۸۳ cd	۱۶۸۰ b		T ₁ V ₂
۱۶/۴۱ b	۶۷/۸۸ ab	T ₂ I ₁	۱/۷۰ a	۱۷/۰۲ b	۱۸۰/۰۰ b	۷۰۱/۵ b	۴۵/۷۱ e	۱۵۶۶/۱۱ c		T ₂ V ₁
۱۵/۶۵ c	۶۶/۲۰ bc	T ₂ I ₂	۲/۳۴ c	۱۴/۶۳ e	۱۷۳/۷۱ c	۶۹۸/۸۳ b	۶۱/۱۰ a	۱۲۰۳/۷۴ d		T ₂ V ₂
۱۵/۹۸ b	۵۹/۸۶ d	T ₃ I ₁	۱/۳۶ b	۱۵/۷۱ c	۱۵۶/۸۵ d	۶۳۳/۴۱ c	۵۲/۲۱ c	۱۲۲۰/۶۴ d		T ₃ V ₁
۱۳/۹۸ d	۵۳/۲۲ e	T ₃ I ₂	۲/۹۴ a	۱۴/۲۵ f	۱۴۵/۴۸ e	۵۶۵/۶۶ d	۵۶/۳۰ b	۱۰۴۸/۱۳ e		T ₃ V ₂

طول قسمت تلقیح نشده	طول بلال (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در هر بلال	عملکرد دانه (g/m ²)	عملکرد بلال (g)	شاخص برداشت	تیمار
۱/۱۳ b	۱۶/۵۳ c	۲۱۰/۸۷ a	۳۹/۶۳۰ d	۷۴۳ b	۹۵/۲۶ fg	۳۹/۳۶ c	T ₁ I ₁ V ₁
۰/۷۷ a	۱۴/۶۹ f	۱۸۵/۹۱ bc	۴۳۰/۸۴ c	۹۱۰ a	۱۰۰/۱۷ f	۵۸/۲۰ ab	T ₁ I ₁ V ₂
۰/۵۷ a	۱۸/۵۲ a	۱۹۰/۸۰ b	۴۵۰/۶۳ b	۸۹۸ a	۱۳۸/۳۵ a	۵۶/۰۶ ab	T ₁ I ₂ V ₁
۲/۱۲ d	۱۵/۹۴ d	۱۷۶/۱۰ d	۴۸۳/۵۲ a	۷۲۰ d	۱۲۱/۱۳ bcd	۴۱/۲۵ c	T ₁ I ₂ V ₂
۱/۴۷ bc	۱۷/۶۳ b	۱۸۵/۲۸ c	۴۲۵/۱۶ c	۷۶۴ bc	۱۲۸/۵۴ ab	۴۷/۵۵ bc	T ₂ I ₁ V ₁
۲/۵ e	۱۵/۸۹ e	۱۷۲/۵۳ d	۳۷۹/۵۳ ef	۶۳۴ e	۱۲۰/۸۳ bcd	۵۶/۵ ab	T ₂ I ₁ V ₂
۱/۹۴ e	۱۶/۴۲ c	۱۷۴/۷۲ d	۳۸۷/۹۱ de	۶۳۸ e	۱۰۷/۷۷ def	۴۳/۸۷ c	T ₂ I ₂ V ₁
۲/۱۸ de	۱۴/۰۷ bi	۱۷۴/۹ d	۴۳۲/۶۹ c	۷۶۳ de	۱۲۱/۳۴ bc	۶۵/۷۱ a	T ₂ I ₂ V ₂
۱/۱۷ b	۱۷/۵۸ b	۱۶۲/۵۱ e	۴۲۵/۹۴ c	۷۲۸ b	۱۱۴/۵۷ de	۵۶/۵۳ ab	T ₃ I ₁ V ₁
۲/۹۵ f	۱۴/۳۹ g	۱۵۹ e	۳۷۷/۷۲ f	۵۳۳ f	۱۰۵/۶۶ ef	۴۶/۸۳ bc	T ₃ I ₁ V ₂
۱/۵۵ d	۱۳/۸۵ i	۱۵۱/۲۰ f	۳۰۷/۴۰ g	۵۳۸ d	۸۳/۸۷ g	۴۷/۸۹ bc	T ₃ I ₂ V ₁
۲/۹۳ f	۱۴/۱۲ h	۱۳۱/۹۷ g	۳۸۲/۳۲ ef	۵۹۸ f	۶۴/۵۷ h	۶۵/۷۷ a	T ₃ I ₂ V ₂

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ با هم‌دیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

T₁, T₂ و T₃: به ترتیب آبیاری پس از ۴۰ درصد، ۶۰ درصد و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت خاک، I₁ و I₂ به ترتیب: آبیاری تمام ردیف‌های کاشت و آبیاری یک درمیان ردیف‌های کاشت، V₁ و V₂ به ترتیب

هوبرید سینگل کراس ۷۰۴ و هوبرید سینگل کراس ۶۴۷



نمودار ۲- اثر تنش خشکی و روش آبیاری و هیبرید بر عملکرد دانه

منابع

- Ahmadi, J., Zeinali Khanqah, H., Rostami, M. V. and Chokan, R. 2000. Evaluation of drought resistance in late commercial corn hybrids. Iranian Journal of Agricultural Science 4: 891-899. [In Persian with English Abstract].
- Campose. H., Cooper. M., Habben, J. E. and Schussler J. R. 2004 Improving drought tolerance in maize: a view from industry. Field Crop Research 90 (1): 19-34.
- Chapman, S. C., Crossa, K. Basford, E. and Kroonenberg, P. M. 1997. Genotype by environment effects and selection for drought tolerance in tropical maize: Three – mode pattern analysis. Euphytica 95 (1): 11-20.
- Anonymous. 1998. F. A. O. production year book. Food and Agricultural Organization of the United Nation, Rome, Italy, 51:209 P.127
- Chapman, S. C. and Edmeads, G. O. 1999. Selection for improves drought tolerance in tropical maize Population. Elop Science 39: 1315- 1324.
- Chokan, R. and Mosavat, A. 2000. Effect of planting corn hybrids as second culture on their performance and yield components and relationships between them through path analysis. Journal of Plant and Seed 16(1): 79-88. [In Persian with English Abstract].
- Eck, H. V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agronomy Journal 76(3): 421 – 428.
- Edmeads, G. O., Bolanos, J. and Laffitte, H. R . 1994. Progress in breeding for drought tolerance. Presented at the 47th Corn and Sorghum Research Conference, Dec. 9- 10, Stress tolerance breeding: Maize that resists insects,drought, low nitrogen, and acid soils, Mexico, D. F: CIMMYT.
- Estakhr, A. 2002. Evaluation of some compounds of corn hybrids in Zarghan region, Iran. 7th Congress of Agronomy and Plant Breeding Sciences. Seed and Plant Improvement Research Institute, Karaj, Iran, P. 336. [In Persian with English Abstract].
- Estakhr, A. and Chokan, R. 2006. Correlation between yield and yield components of foreign and native maize hybrids. Iranian Journal of Agricultural Science 1 (1): 102-110. [In Persian with English Abstract].
- Geliz. A., Presllo, D., Guevara, E., Avila, L. G. and Cespedes, P. L. M. 1995. Performance of inbred lines of maize (*Zea mays* L.) under conditions of water stress. Memorias de la III Reunion Latinoamericana Y XVI Reunion de la Zona Andina de Investigadires en Maize. Cochabamba, Santa Gruz, Bolivia, 1995. Tomo I, Pp. 67-831.
- Ghahghufi, A., Khodabandeh, N., Ahmadi, E. and Banksaz, A. 2004. Effect of drought stress at different stages of growth and it's impact on yield, yield components and quality of corn. Key Articles of 8th Congress of Agronomy and Plant Breeding, Karaj, Iran, p. 86. [In Persian with English Abstract].
- Hadadi, M. and Mohseni, H. M. 2006. Effect of planting date and plant density on yield of different groups of silo corns. Journal of Crop Science 8(29): 58-64. [In Persian with English Abstract].
- Lamm, F. 2004. Corn production as related to sprinkleler irrigation capacity. 16th Annual Central Plains Irrigation Conference, Kearney, Nebraska, Feb 17 – 18.

15. Moghadam, E. and Hadizadeh, J. 2002. Reaction of corn hybrids and their parental lines to drought stress using drought tolerance indices. *Journal of Plant and Seed* 18(3): 255-272. [In Persian with English Abstract].
16. Sarmadnia, GH. and Kuchaki, E. 2007. *Crops physiology* (Translated). Jahad Daneshgahi Press., Mashhad University, 467 pp. [In Persian with English Abstract].
17. Schussler, J. R. and Westgte, M. E. 1991. Maize kernel set at low water potential: Sensitivity to reduced assimilates at pollination. *Crop Science* 31: 1196 – 1203.
18. Sharma, J. K. and Bhullar, S. K. 1998. Path analysis on some drought tolerant lines of maize. *Crop Improvement Society of India*. 18: 32-36
19. Siddique, M. R. B., Hamid, A. and Islam, M. S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat *Botanical Bulletin of Academic Science* 41: 35-39.