

تأثیر تنش کمبود آب در مراحل رشد رویشی و زایشی در هیبریدهای پربرگ و تجاری ذرت

سعید کلامیان^۱، سید علی محمد مدرس ثانوی^۲ و علی سپهری^۳

چکیده

تأثیر تنش کمبود رطوبت در مرحله هشت‌برگی (V8)، شیری شدن دانه (R3) و هر دو مرحله مزبور روی خصوصیات رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، طی تحقیقی مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش با استفاده از شش هیبرید شامل سه هیبرید تجاری (SC704، SC647 و SC301) و سه هیبرید پربرگ (Leafy1، Leafy2 و Leafy3) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. اعمال تنش رطوبتی در مرحله رویشی موجب به تأخیر افتادن مراحل فنولوژیکی شد، در حالیکه تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها و همچنین تنش در هر دو مرحله، سبب کاهش طول دوره رشد زایشی گشت. کمبود رطوبت در مراحل رشد مورد بررسی، موجب کاهش چشمگیر عملکرد بیولوژیک گردید که نکته قابل توجه، تولید ماده خشک برگ و عملکرد بیولوژیک بالا توسط هیبریدهای پربرگ مورد بررسی در شرایط بدون تنش و همچنین در شرایط تنش بود. در اثر قطع آبیاری در هر دو مرحله رویشی و پر شدن دانه‌ها، تمامی هیبریدها با کاهش شدید عملکرد مواجه شدند که در این بین، هیبرید SC704 با ۴۳ درصد و هیبرید SC301 با ۳۲ درصد، به ترتیب دارای بیشترین و کمترین افت عملکرد بودند. تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها تأثیر بیشتری روی کاهش عملکرد نسبت به مرحله رویشی داشت. تنش در هر دو مرحله زایشی و رویشی بیشترین تأثیر را بر روند تجمع ماده خشک داشت. تنش در مرحله زایشی پس از این تیمار تأثیر گذار بود و تنش در مرحله رویشی دارای کمترین تأثیر بود.

واژه‌های کلیدی: تنش کمبود آب، ذرت (*Zea mays*)، رشد و نمو، عملکرد و اجزای عملکرد

۱. کارشناس ارشد زراعت، دانش‌آموخته، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

مقدمه

بلال کاهش داده و موجب کاهش محسوس عملکرد می‌گردد. گرچه گرده افشانی حساس‌ترین مرحله به کمبود آب در ذرت است (چکر، ۲۰۰۴ و وستگیت و بویر، ۱۹۸۶)، کمبود آب در مرحله پیر شدن دانه از اهمیت زیادی برخوردار بوده و می‌تواند سبب کاهش شدید عملکرد از طریق کاهش وزن دانه شود (نی‌اسمیت و ریچی، ۱۹۹۲b و گرانت، ۱۹۸۹). گزارشات مشابهی در مورد گندم و جو (نیکلاس و همکاران، ۱۹۸۴) و سویا (برودان و اگلی، ۲۰۰۳) ارائه شده است. با توجه به مطالب ارائه شده کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد ذرت بوده که میزان خسارت با توجه به مرحله رشدی ایجاد تنش و رقم متفاوت می‌باشد. نظر به خصوصیات مطلوب ارقام پیربرگ ذرت و همچنین تفاوت تاثیر تنش در مراحل مختلف رشد، در این تحقیق این ارقام از لحاظ اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشدی ذرت به همراه برخی ارقام تجاری موجود مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از شش هیبرید دو منظوره ذرت شامل سه هیبرید تجاری (SC301، SC704 و SC647) و سه هیبرید پیربرگ (Leafy1، Leafy2 و Leafy3) در یک آزمایش مزرعه‌ای به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به اجرا درآمد. تیمارهای تنش شامل ۱- کمبود آب در مرحله رویشی (V8)، ۲- کمبود آب در مرحله شیر شدن دانه (R3)، ۳- کمبود آب در هر دو مرحله رویشی و زایشی و ۴- بدون تنش، در کرت‌های اصلی و شش هیبرید مورد آزمایش در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. منطقه مورد آزمایش دارای متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در سال و درجه حرارت متوسط ۱۵ درجه سانتی‌گراد، در طول

ذرت (*Zea mays* L.) به دلیل ویژگی‌های مطلوب، در سراسر جهان گسترش یافته و مکان سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داده که سطح زیر کشت این محصول در ایران نیز طی چند سال اخیر روند افزایشی داشته است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). اغلب ارقام ذرت کشت شده در ایران دو منظوره می‌باشند و اخیراً انواعی از ذرت پیربرگ (Leafy corn) توسط محققین ایرانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این نوع ذرت به علت بروز ژن *Lfy1* دارای خصوصیات قابل توجهی می‌باشد که از جمله به تعداد برگ زیادتر در بالای بلال، نزدیک‌تر بودن بلال به سطح زمین (مقاومت مطلوب به ورس)، زودرسی، پتانسیل عملکرد بالا و ایجاد بیش از یک بلال در بوته می‌توان اشاره کرد (مدرس و همکاران، ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸). در مناطق خشک و نیمه خشک فراهم ساختن شرایط مطلوب خصوصاً تامین آب کافی در دوره رشد ذرت با مشکل جدی روبه‌رو می‌باشد و از آنجا که کمبود آب یکی از عوامل مهم محدود کننده تولید موفقیت‌آمیز این گیاه محسوب می‌شود، مطالعات متعددی در مورد علل کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی انجام شده است، اسپورن و همکاران (۲۰۰۲) و ستر و همکاران (۲۰۰۱) بر تاثیر تنش کمبود آب روی کاهش رشد و عملکرد ذرت در ارقام مختلف ذرت تاکید کرده‌اند. کاهش عملکرد نه تنها به شدت تنش بلکه به مرحله رشد گیاه بستگی دارد (چکر، ۲۰۰۴). نی‌اسمیت و ریچی (۱۹۹۲a) گزارش کردند که تنش کوتاه مدت کمبود رطوبت قبل از گل‌دهی موجب تاخیر در ظهور برگ و کاهش سطح برگ گشته و تنش طولانی مدت موجب کاهش اندازه نهایی برگ‌ها و طول میان‌گره‌ها و کاهش عملکرد می‌گردد. در مطالعه‌ای دیگر توسط ستر و همکاران (۲۰۰۱) مشخص شد که کاهش آب در هر دو مرحله قبل از گرده‌افشانی و مرحله اولیه پس از گرده‌افشانی، تعداد دانه را در قسمت انتهایی

گردید. جهت بررسی روند تجمع ماده خشک، نمونه برداری در مراحل هشت برگی (V8)، ده برگی (V10)، دوازده برگی (V12)، گرده افشانی (R1)، شیری (R3)، خمیری (R4) و رسیدگی فیزیولوژیک (R6) انجام شد. برداشت نهایی بر اساس رسیدگی فیزیولوژیک جهت ارزیابی عملکرد دانه، اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک در سطحی معادل ۱ مترمربع صورت گرفت و صفات مرتبط با عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه (تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن دانه) و همچنین عملکرد بیولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین برای تعیین ارتفاع بوته‌ها و ارتفاع بلال از سطح زمین تعداد ۱۰ بوته از هر کرت در مرحله گلدهی انتخاب شد و میانگین آنها محاسبه گردید. تجزیه تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن و در سطح آماری ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

۱. مراحل رشد و روند تجمع ماده خشک

مراحل فنولوژیکی هیبریدهای مورد بررسی از مرحله هشت برگی به بعد تحت اثر تنش بر حسب روزهای پس از کاشت در جدول ۱ ارائه شده است. مشخص است که مراحل فنولوژیکی تمامی هیبریدها تحت تاثیر تنش کمبود آب در مراحل رویشی و پر شدن دانه‌ها قرار گرفتند و طول دوره رشد رویشی و زایشی در تیمارهای مختلف تغییر کرد. تنش موقت کمبود آب در مرحله رشد رویشی سبب به تاخیر افتادن زمان ظهور برگ‌ها گشت. تاخیر در ظهور برگ در مورد هیبریدهای دیررس SC704 بیشتر بود، به صورتی که تأخیر در فاصله بین مراحل هشت و دوازده برگی در هیبرید مذکور در چنین شرایطی هشت روز و در مورد هیبریدهای SC301 و Leafy2، فقط چهار روز بود. تنش کمبود آب در مرحله رشد رویشی سبب عقب افتادن ظهور ابریشم بلال و گرده افشانی به مدت ۳ تا ۸ روز در هیبریدهای

جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی واقع است. پس از آماده سازی زمین شامل شخم و تسطیح، بلوک بندی قبل از کاشت انجام و بذور هر هیبرید در کرت‌های آزمایشی به مساحت ۱۲ مترمربع با فاصله ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی متر و با تراکم مطلوب و توصیه شده توسط مراکز تحقیقاتی برای هر هیبرید کشت گردید، که تراکم‌ها هیبریدهای SC301، SC647 و SC704، به ترتیب ۷۵ هزار، ۶۴ هزار و ۵۳ هزار بوته در هکتار می باشد (نعیم، ۱۳۵۸)، تراکم در مورد هیبریدهای پر برگ مانند هیبرید متوسط ترس SC647 اعمال شد. بلافاصله پس از کاشت، اولین آبیاری صورت گرفت و پس از آن آبیاری تمامی کرت‌ها به صورت منظم تا مرحله هشت برگی انجام شد و سپس تیمارهای تنش مورد بررسی در هر مرحله اعمال شد. کنترل حجم آب ورودی به کرت‌ها توسط کنتور آب انجام گرفت. تنش به صورت قطع آبیاری بود و در هر مرحله تا رسیدن پتانسیل آب خاک به $1/3$ - مگاپاسکال ادامه داشت که بر اساس منحنی رطوبتی خاک به دست آمد و پس از رسیدن به پتانسیل مورد نظر ($1/3$ - مگاپاسکال)، آبیاری در مورد تیمارهای تنش از سرگرفته شد. وضعیت رطوبتی خاک توسط نمونه برداری‌های متعدد در فواصل زمانی معین از خاک مزرعه مشخص گردید و پتانسیل آب خاک در هر بار نمونه برداری با توجه به منحنی محاسبه شد. در طول مدت اجرای آزمایش مراقبت‌های زراعی شامل وجین علف‌های هرز در مراحل ۴ و ۶ برگی و خاک‌دهی پای بوته‌ها همزمان با مرحله دوم وجین انجام پذیرفت. کود نیتروژن مورد نیاز به صورت یک سوم پایه و دو سوم سرک (مراحل ۴-۶ برگی و قبل از ظهور گل تاجی) در مجموع به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بر اساس آزمایش خاک از منبع کود اوره استفاده شد. کود پتاس به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود فسفر نیز از منبع فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به خاک اضافه

که با شروع رشد سریع توام می‌باشد، موجب کاهش شدید تجمع ماده خشک در ساقه و برگ و در نتیجه کل گیاه گردید. تاثیر تنش موقت کمبود آب در مرحله رشد رویشی روی تجمع ماده خشک توسط محققین دیگر مورد تأیید قرار گرفته است (چکر، ۲۰۰۴ و نی‌اسمیت و ریچی، ۱۹۹۲ a). با رفع تنش، ادامه آبیاری و دوره بازیابی، روند سریع تجمع ماده خشک در مورد تمام هیبریدها از سر گرفته شد که این مساله حاکی از بازیابی روند افزایش ماده خشک دارد. هیبریدهای پربرگ در مقایسه با هیبریدهای تجاری ماده خشک بیشتری به برگها اختصاص دادند که این موضوع به دلیل بروز ژن *Lfy1* در این هیبریدها می‌باشد (مدرس و همکاران، ۱۹۹۸). در عوض اختصاص مواد فتوسنتزی به ساقه در هیبریدهای پربرگ در مقایسه با هیبریدهای تجاری کمتر بود که این امر عموماً به کیفیت نامطلوب ساقه در این هیبریدها منجر می‌گردد. با شروع رشد زایشی (R1) روند تجمع مواد در برگ و ساقه رو به کاهش گذاشت که این کاهش در کلیه تیمارها مشاهده شد. تجمع ماده خشک در برگها تا مرحله گرده‌افشانی و کمی پس از آن و در مورد ساقه تا مرحله رسیدگی خمیری (R4) ادامه یافت، اما پس از رسیدن این مراحل روند کاهشی در مورد این اندامها آغاز شد. طی تنش کمبود آب در مرحله شیری (R3)، روند کاهش تجمع ماده خشک مربوط به ساقه با شدت بیشتری ادامه یافت که این مساله حاکی از انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای ساقه به دانه می‌باشد. البته دوره پر شدن دانه‌ها در اثر تنش کاهش یافت (جدول ۱) و انتقال مواد ذخیره‌ای نتوانست افت تولید ماده خشک ناشی از کوتاه شدن دوره پر شدن دانه‌ها را جبران نماید و در نتیجه ماده خشک دانه به شدت کاهش یافت که با نتایج بدست آمده توسط سایر محققین (سپهری و همکاران، ۱۳۸۱؛ چکر، ۲۰۰۴ و سالوادور و پیرس، ۱۹۹۵) کاملاً منطبق است.

مختلف گردید. کمترین تاخیر در هیبرید Leafy3 و بیشترین تاخیر در هیبرید SC647 ملاحظه شد. تاخیر در ظهور ابریشم بلال در اثر تنش کمبود آب در مرحله رویشی توسط محققین دیگر بین یک تا هشت روز گزارش شده است (گرانٹ و همکاران، ۱۹۸۹ و نی‌اسمیت و ریچی، ۱۹۹۲a). در عین حال از لحاظ زمان وقوع رسیدگی فیزیولوژیک بین گیاهان دچار تنش در مرحله رویشی و بدون تنش تفاوت معنی‌داری ملاحظه نگردید، به عبارت دیگر در شرایط کمبود رطوبت در دوره رشد رویشی، طول دوره پر شدن دانه به سبب تاخیر در شروع رشد زایشی کاهش یافت. (نی‌اسمیت و ریچی، ۱۹۹۲a؛ سپهری و همکاران، ۱۳۸۱). تنش کمبود آب در مرحله پر شدن دانه‌ها (R3) بر طول دوره پر شدن دانه‌ها تاثیر داشت، به طوری که این دوره را به مدت ۳ تا ۱۳ روز در هیبریدهای مختلف کاهش داد که هیبرید Leafy2 و SC704 به ترتیب دارای کمترین و بیشترین کاهش بودند. نکته قابل توجه در این رابطه کاهش کمتر دوره پر شدن دانه در مورد هیبریدهای پربرگ بود که می‌تواند نشانه برتری این هیبریدها در شرایط تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها باشد. همچنین دوره پر شدن دانه در گیاهانی که در هر دو مرحله رویشی و زایشی دچار تنش کمبود رطوبت شدند، به شدت کاهش یافت که این کاهش از ۷ تا ۲۱ روز در هیبریدهای مورد بررسی متغیر بود. روند تجمع ماده خشک در کل گیاه، ساقه، برگ و دانه در شکل‌های ۱ تا ۳ در مورد تمامی هیبریدهای مورد آزمایش ارائه شده است. در ابتدای رشد حتی در شرایط بدون تنش نیز تجمع ماده خشک آهسته بود و تفاوت چندانی بین هیبریدهای مورد آزمایش وجود نداشت که این امر طبیعی بوده ولی با پیشرفت مراحل رشد، تفاوت بین تیمارهای مختلف در رابطه با تجمع ماده خشک بیشتر آشکار شد. تنش در مرحله هشت برگی (V8) اثرات کاهشی خود را در تجمع ماده خشک برگ و ساقه به همراه داشت، به نحوی که تنش در این مرحله

جدول ۱: مراحل مهم رشد و نمو در تیمارهای مختلف بر اساس روزهای پس از کاشت

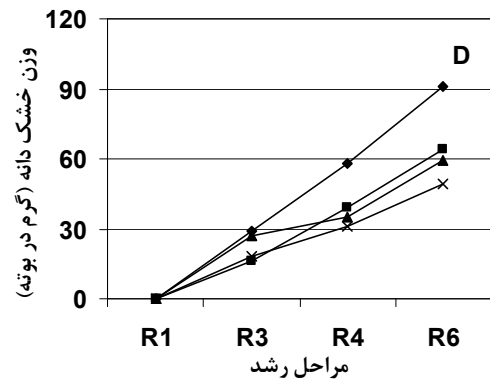
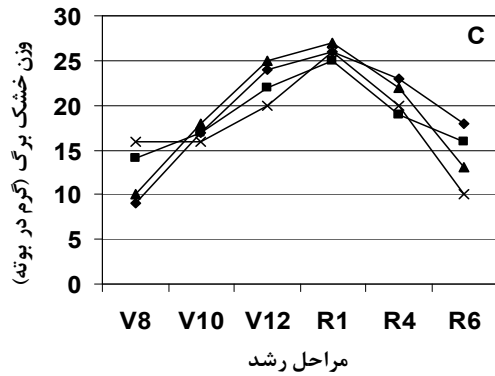
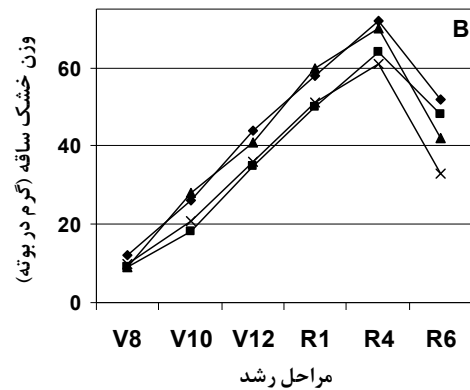
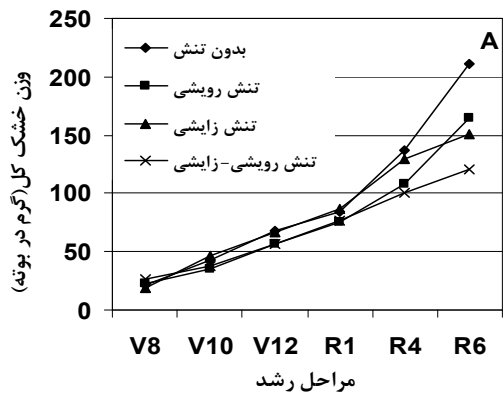
مراحل رشد						تیمار
R6	R4	R1	V12	V10	V8	
۱۰۰	۸۴	۴۲	۳۶	۳۰	۲۲	SC301×بدون تنش
۱۱۵	۹۹	۶۲	۴۷	۳۹	۲۷	SC647×بدون تنش
۱۲۵	۱۰۷	۶۵	۴۹	۳۹	۲۸	SC704×بدون تنش
۱۱۰	۹۳	۵۲	۴۲	۳۵	۲۵	Leafy1×بدون تنش
۱۰۸	۸۹	۵۰	۳۹	۳۳	۲۲	Leafy2×بدون تنش
۱۱۲	۹۸	۵۵	۴۲	۳۶	۲۵	Leafy3×بدون تنش
۱۰۰	۸۷	۴۸	۴۱	۳۴	۲۳	SC301×تنش رویشی
۱۱۷	۱۰۴	۷۰	۵۴	۴۱	۲۷	SC647×تنش رویشی
۱۲۷	۱۰۹	۷۴	۵۷	۴۲	۲۸	SC704×تنش رویشی
۱۱۰	۹۴	۵۹	۴۷	۳۸	۲۵	Leafy1×تنش رویشی
۱۰۸	۸۹	۵۴	۴۳	۳۵	۲۲	Leafy2×تنش رویشی
۱۱۵	۱۰۰	۵۸	۴۷	۳۸	۲۵	Leafy3×تنش رویشی
۹۳	۷۹	۴۲	۳۶	۳۰	۲۲	SC301×تنش زایشی
۱۰۵	۹۲	۶۲	۴۷	۳۹	۲۷	SC647×تنش زایشی
۱۱۲	۹۸	۶۵	۴۹	۳۹	۲۸	SC704×تنش زایشی
۱۰۵	۸۸	۵۲	۴۲	۳۵	۲۵	Leafy1×تنش زایشی
۱۰۵	۸۴	۵۰	۳۹	۳۳	۲۲	Leafy2×تنش زایشی
۱۰۸	۹۳	۵۵	۴۲	۳۶	۲۵	Leafy3×تنش زایشی
۹۰	۷۵	۵۰	۴۱	۳۴	۲۳	SC301×تنش رویشی، زایشی
۱۰۳	۹۰	۶۶	۵۴	۴۱	۲۷	SC647×تنش رویشی، زایشی
۱۰۸	۹۵	۶۹	۵۷	۴۲	۲۸	SC704×تنش رویشی، زایشی
۱۰۵	۸۵	۵۶	۴۷	۳۸	۲۵	Leafy1×تنش رویشی، زایشی
۱۰۵	۸۰	۵۴	۴۳	۳۵	۲۲	Leafy2×تنش رویشی، زایشی
۱۰۵	۹۰	۵۸	۴۷	۳۸	۲۵	Leafy3×تنش رویشی، زایشی

۲). بالاترین عملکرد بیولوژیک در تیمار بدون تنش با ۱۳۸۳۲ کیلوگرم در هکتار و پس از آن در اثر اعمال تنش در مرحله هشت برگی (V8) با ۱۱۰۳۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، کمبود آب در هر دو مرحله رویشی و زایشی موجب دستیابی به کمترین عملکرد بیولوژیک به مقدار ۸۵۲۱ کیلوگرم در هکتار گردید (جدول ۳). اسپورن و همکاران (۲۰۰۲) نیز چنین کاهش معنی داری را در مورد عملکرد بیولوژیک در اثر تنش تأیید می کنند.

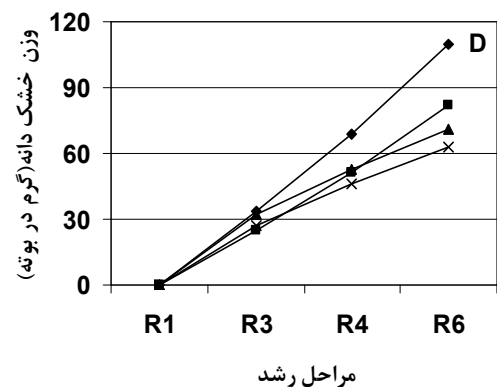
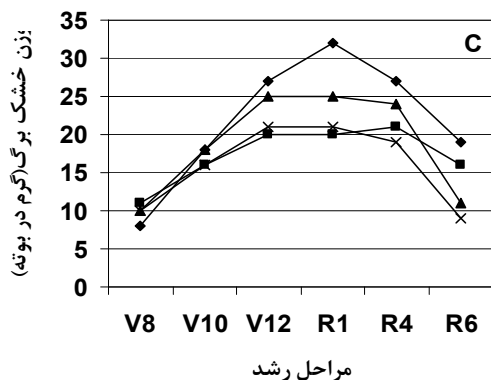
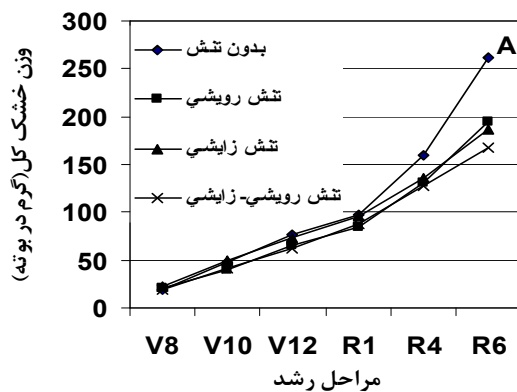
این کاهش در هیبریدهای دیررس و میانرس SC704 و SC647 بیشتر و در مورد هیبرید زودرس SC301 کمتر بود. هیبریدهای پربرگ نیز وضعیت مناسب تری را در مرحله پرشدن دانه ها در برابر کمبود آب نشان دادند.

۲. عملکرد بیولوژیک (ماده خشک کل)

تأثیر تنش کمبود آب بر عملکرد بیولوژیک هیبریدهای مورد بررسی بسیار معنی دار بود (جدول

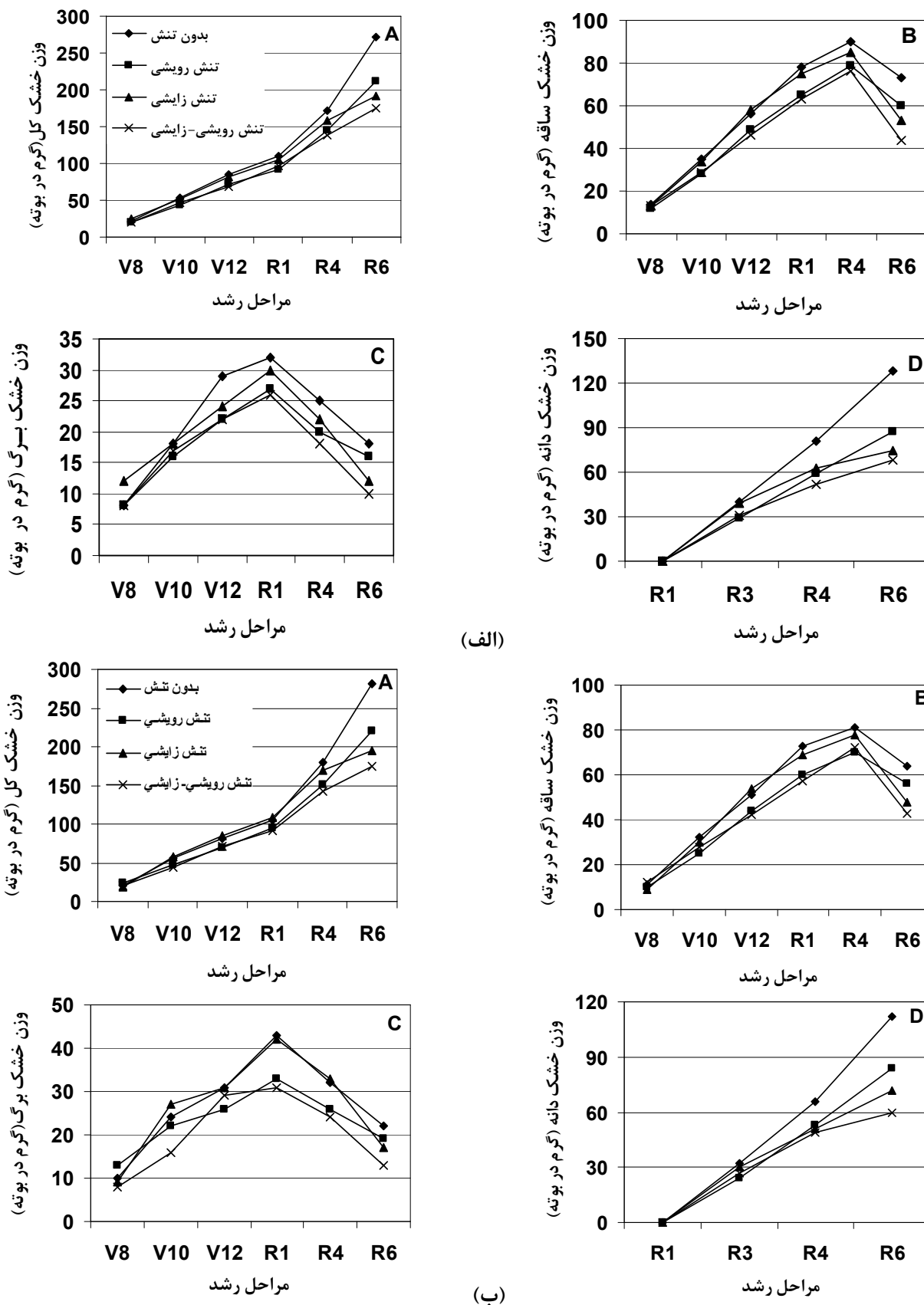


(الف)

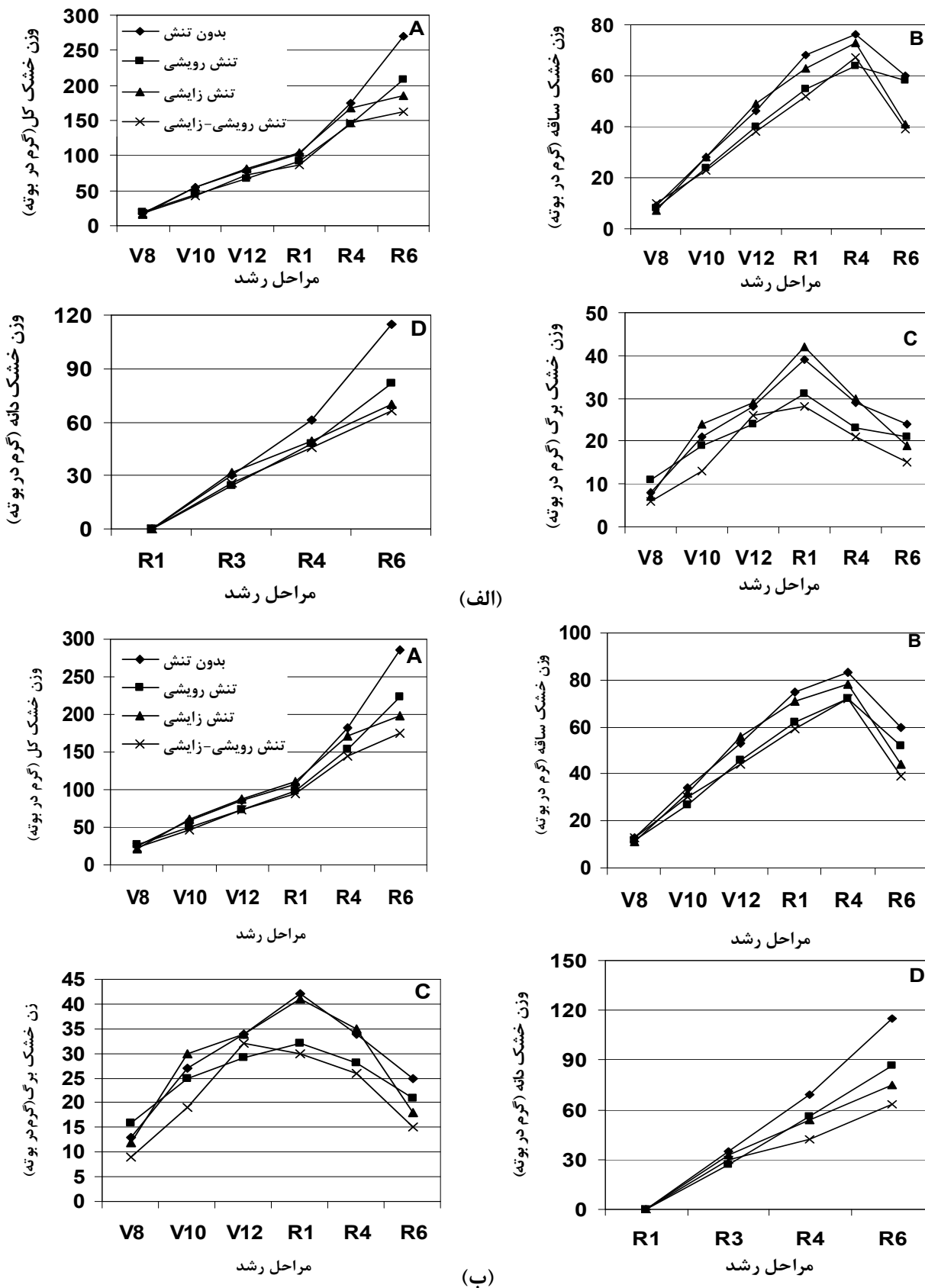


(ب)

شکل ۱: میانگین تجمع ماده خشک کل (A)، ساقه (B)، برگ (C) و دانه (D) گیاه در هیبرید الف-SC301 و ب-SC647 تحت تنش کمبود آب در مرحله رشد رویشی، مرحله پرشدن دانه‌ها، هر دو مرحله رویشی و پرشدن دانه‌ها و بدون تنش



شکل ۲: میانگین تجمع ماده خشک کل (A)، ساقه (B)، برگ (C) و دانه (D) گیاه در هیبرید الف-SC704 و ب-Leafy1 تحت تنش کمبود آب در مرحله رشد رویشی، مرحله پرشدن دانهها، هر دو مرحله رویشی و پرشدن دانهها و بدون تنش



شکل ۳: میانگین تجمع ماده خشک کل (A)، ساقه (B)، برگ (C) و دانه (D) گیاه در هیبرید الف- Leafy2 و ب- Leafy3 تحت تنش کمبود آب در مرحله رشد رویشی، مرحله پرشدن دانه‌ها، هر دو مرحله رویشی و پرشدن دانه‌ها و بدون تنش

رویشی و زایشی با ۵۸/۶ سانتی متر بدست آمد (جدول ۳). تنش در مرحله رویشی، ارتفاع بلال در بوته‌ها را با کاهش بیشتری نسبت به اعمال تنش در مرحله زایشی مواجه ساخت. کاهش بیشتر در مرحله رویشی به این دلیل می‌تواند باشد که در این مرحله رشد طولی گیاه سریع بوده در حالیکه در مرحله زایشی رشد طولی گیاه با سرعت کمتری انجام پذیرفته و یا متوقف شده‌است. از خصوصیات بارز هیبریدهای پربرگ قرارگیری بلال در ارتفاع پایین‌تری نسبت به هیبریدهای غیر پربرگ و در نتیجه مقاومت مطلوب به ورس می‌باشد (مدرس و همکاران، ۱۹۹۷)، در این آزمایش نیز این صفت تا حدی مشاهده شد.

۳. عملکرد دانه

در تیمار بدون تنش، بیشترین عملکرد دانه متعلق به هیبرید SC704 به مقدار ۸۳۹۵ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین عملکرد دانه را هیبرید SC301 با ۶۴۱۹ کیلوگرم در هکتار دارا بود. با توجه به نتایج واکنش فنولوژی ارقام به تیمارهای آزمایشی می‌توان بیان کرد که ارقام دیررس با توجه به طولانی‌تر بودن دوره رشد و استفاده وسیع‌تر از منابع امکان تولید عملکرد بالاتری را در مقایسه با ارقام زودرس دارد (جدول ۱). در اثر اعمال تنش در هر دو مرحله رویشی و زایشی عملکرد تمامی ارقام کاهش چشمگیری یافت که باز هم هیبرید SC704 با ۴۸۲۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد دانه را هیبرید Leafy2 با ۳۹۲۲ کیلوگرم در هکتار دارا بود (جدول ۴). نکته قابل توجه کاهش شدیدتر عملکرد دانه در مورد هیبریدهای میان رس و دیررس SC647 و SC704 در صورت اعمال تنش بود. در حالی‌که هیبریدهای SC301 و پربرگ کاهش کمتری را در مورد عملکرد دانه نشان دادند. هیبرید دیررس SC704 با کاهش عملکردی معادل ۴۳٪ در اثر تنش در هر دو مرحله بیشترین کاهش و هیبرید زودرس SC301 با ۳۲٪ کاهش در اثر همین مقدار تنش کمترین افت عملکرد را دارا بود (جدول ۴). کوتاه‌تر

تنش در مرحله رویشی مقدار ماده خشک کل را به‌میزان ۲۵ درصد نسبت به تیمار بدون تنش کاهش داد. تنش در مرحله زایشی کاهش ۳۶ درصدی بیوماس کل را در پی داشت. تاثیر تنش موقت در مرحله رویشی و پر شدن دانه‌ها روی ماده خشک توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (چکر، ۲۰۰۴؛ نی‌اسمیت و ریچی، ۱۹۹۲a). البته اختلاف بین عملکرد بیولوژیک در اثر اعمال تنش در مرحله شیری شدن (R3) نسبت به اعمال تنش در هر دو مرحله معنی دار نشد. بالاترین عملکرد بیولوژیک متعلق به هیبرید Leafy3 با ۱۱۸۴۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). تنش‌های خفیف که تاثیر کمی در کاهش سطح برگ هیبریدهای پربرگ دارند تاثیر چندانی بر تولید ماده خشک این هیبریدها ندارند، اما در تنش‌های شدید که با کاهش شدید سطح برگ همراه است، مقاومت چندانی به تنش نشان نمی‌دهند. البته با توجه به پتانسیل بالای این هیبریدها در تولید ماده خشک و ایجاد برگ فراوان که موجب خوشخوراکی بیشتر محصول می‌شوند، می‌توان این نوع ذرت را در تولید علوفه به کار برد.

تنش کمبود آب دارای تاثیر بسیار معنی‌داری بر ارتفاع بوته و بلال هیبریدهای مورد بررسی بود (جدول ۲). کمبود آب در هر دو مرحله رویشی و زایشی کاهش شدید ارتفاع بوته را به دنبال داشت که تنش در مرحله رویشی، بوته‌ها را با کاهش بیشتری نسبت به اعمال تنش در مرحله زایشی مواجه ساخت که البته این کاهش معنی‌دار نبود (جدول ۳). ال‌نومانی و همکاران (۱۹۹۰) و یازار و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کرده‌اند که تنش در طول رشد رویشی سریع، ارتفاع گیاه را بطرز چشمگیری کاهش می‌دهد. بین هیبریدها نیز هیبریدهای پربرگ مورد بررسی با توجه به بروز ژن *Lfy1* ارتفاع بیشتری در مقایسه با دیگر هیبریدها داشتند. در عین حال، در حالتی که تنش اعمال نشد، بیشترین ارتفاع بلال از سطح زمین با ۸۳/۸ سانتی متر و کمترین ارتفاع بلال از سطح زمین در اثر اعمال تنش در هر دو مرحله

(۲۰۰۲) که کاهش ۲۱ درصدی را گزارش کرده بودند، تقریباً مشابه است. البته وستگیت (۱۹۹۴) کاهش ۱۸ درصدی را در اثر تنش در این مرحله گزارش کرده است. نی‌اسمیت و ریچی (۱۹۹۲a) اظهار داشتند که در شرایط خشکی در مرحله پرشدن دانه‌ها، دانه‌ها کوچکتر و وزن آنها کاهش می‌یابد. البته خشکی بر تجمع ماده خشک در دانه بطور مستقیم اثرگذار نیست، بلکه کمبود آب از طریق کوتاه کردن دوره رشد موثر دانه، کاهش سنتز مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش انتقال این مواد، باعث تجمع کمتر مواد در این اندام می‌شود. اعمال تنش در مرحله رویشی موجب کاهش ۱۵ درصدی عملکرد گشت (جدول ۳)، چکر (۲۰۰۴) کاهش ۱۲ درصدی و نی‌اسمیت و ریچی (۱۹۹۲a) و سپهری و همکاران (۱۳۸۱) نیز کاهش ۱۵ درصدی را در اثر تنش در مرحله رویشی مشاهده نمودند. بر این اساس از آنجا که تعداد دانه در مرحله رویشی تعیین می‌گردد، کمبود آب در این مرحله می‌تواند با کاهش تعداد دانه سبب کاهش عملکرد شود (جداول ۵ و ۶).

بودن دوره رشد در ارقام زودرس و توانایی تطابق بالاتر این ارقام به شرایط نامناسب رشد را می‌توان عاملی برای مقاومت بیشتر رقم SC301 نسبت به سایر ارقام دانست. سپهری و همکاران (۱۳۸۱) نیز کاهش کمتر عملکرد ارقام زودرس را در اثر تنش مشاهده کردند، نتایج مشابهی از مزیت ارقام زودرس در مقایسه با ارقام دیررس در شرایط تنش آب در ارزن مرواریدی (*Pennisentum americanum*) به‌وسیله بدینگر و همکاران (۱۹۸۷) و در سویا (*Glycine max*) به‌وسیله موجو و سینکلر (۱۹۸۶) گزارش شده است. هیبریدهای پربرگ مورد آزمایش نیز کاهش عملکرد کمتری نسبت به هیبریدهای دیررس داشتند. اعمال تنش در مرحله زایشی اثرات مخرب بیشتری نسبت به اعمال تنش در مرحله رویشی روی تمامی هیبریدها داشت و این کاهش در مورد هیبریدهای تجاری که دوره پرشدن دانه آنها نسبت به هیبریدهای پربرگ کوتاه‌تر است، بیشتر مشاهده می‌شود. اعمال تنش در مرحله زایشی موجب کاهش ۲۳ درصدی در عملکرد دانه گردید (جدول ۳) که با نتایج چکر (۲۰۰۴) که کاهش ۲۵ درصدی و اسبورن و همکاران

جدول ۲: تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین و عملکرد دانه

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	ارتفاع بوته	ارتفاع بلال	عملکرد دانه
بلوک	۲	۳۲/۷*	۶۴۴/۸	۴۱۷/۷	۰/۳۸*
تنش خشکی	۳	۹۳/۸**	۴۴۶۳**	۲۲۵۴/۵**	۲۴/۱۲**
خطای کرت اصلی	۶	۲/۵	۱۶۹/۰۱	۱۳۱/۹	۰/۰۱۹
هیبرید	۵	۹/۴**	۵۲۱/۵*	۶۸/۳	۲/۰۲**
تنش × هیبرید	۵	۳/۵۹	۹۸/۹۶	۸۰/۳	۰/۱۶**
خطای آزمایشی	۴۰	۲/۶۷	۱۲۰/۲	۴۴/۶	۰/۰۳۱

* و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات اصلی هیبرید و تنش خشکی برای صفات عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین و عملکرد دانه

میانگین				
تیمار	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	ارتفاع بلال از سطح زمین (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
هیبرید				
SC301	۹۲۹۶b	۱۸۲/۸a	۷۱/۸ab	۵۲۵۴d
SC647	۱۰۵۵۵ab	۱۷۸/۳a	۷۰/۳b	۵۸۸۸b
SC704	۱۱۰۸۴a	۱۸۰/۱a	۷۶/۸a	۶۳۴۷a
Leafy1	۱۰۴۸۸ab	۱۹۶/۹b	۷۳/۱ab	۵۶۳۹c
Leafy2	۱۱۳۶۹a	۱۹۳b	۷۱/۶ab	۵۲۷۰d
Leafy3	۱۱۸۴۹a	۱۹۵/۲b	۷۰/۸ab	۵۶۴۳c
تنش خشکی				
بدون تنش	۱۳۸۳۲a	۲۰۷/۲a	۸۳/۸a	۷۱۱۶a
تنش رویشی	۱۱۰۳۶b	۱۸۱/۶b	۶۸/۶b	۵۹۷۸b
تنش زایشی	۹۷۰۶c	۱۹۱/۹b	۷۸/۶a	۵۲۰۱c
تنش رویشی زایشی	۸۵۲۱c	۱۷۱/۲c	۵۸/۶c	۴۳۹۹d

در هر ستون اختلاف میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست (آزمون دانکن).

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیبرید و تنش خشکی برای عملکرد دانه

میانگین اثرات متقابل			
تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
SC301	۶۴۱۹ef	SC301×تنش زایشی	۴۹۱۹l
SC647	۷۳۷۸b	SC647×تنش زایشی	۵۳۳۶hij
SC704	۸۳۹۵a	SC704×تنش زایشی	۵۵۸۱h
Leafy1	۷۰۰۰c	Leafy1×تنش زایشی	۵۱۲۸jkl
Leafy2	۶۶۳۱de	Leafy2×تنش زایشی	۴۹۹۳kl
Leafy3	۶۸۶۹cd	Leafy3×تنش زایشی	۵۲۵۰ijk
SC301	۵۴۳۹hij	SC301×تنش رویشی زایشی	۴۲۴۰o
SC647	۶۲۶۰fg	SC647×تنش رویشی زایشی	۴۵۷۶mn
SC704	۶۵۸۹de	SC704×تنش رویشی زایشی	۴۸۲۱lm
Leafy1	۵۹۹۲g	Leafy1×تنش رویشی زایشی	۴۴۳۶no
Leafy2	۵۵۳۲hi	Leafy2×تنش رویشی زایشی	۳۹۲۲p
Leafy3	۶۰۵۵g	Leafy3×تنش رویشی زایشی	۴۳۹۸no

اختلاف میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست (آزمون دانکن).

۴. اجزای عملکرد

سطوح تنش (زمان اعمال تنش) تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر تعداد دانه در ردیف داشت (جدول ۵). اعمال تنش در هر دو مرحله رویشی و زایشی سبب کاهش چشمگیر این صفت شد. کمبود آب در مرحله رویشی موجب کاهش بیشتر تعداد دانه در ردیف نسبت به تنش در مرحله زایشی (پر شدن دانه‌ها) گشت که نشانگر حساسیت بالای این صفت نسبت به کمبود آب در مرحله رویشی می‌باشد (جدول ۶). می‌توان بیان کرد، اندامهای زایشی در دوران رشد رویشی شکل گرفته و اعمال تنش در این مرحله موجب کاهش تعداد دانه در ردیف شده و در مرحله پر شدن دانه‌ها (تنش زایشی) دانه‌ها به صورت تکامل نیافته باقی می‌مانند. همچنین سطوح تنش (زمان اعمال تنش) تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر تعداد ردیف در بلال داشت (جدول ۵)، اعمال تنش در هر دو مرحله رویشی و زایشی سبب کاهش محسوس در این صفت گشت. کمبود رطوبت در مرحله رویشی سبب افت معنی‌دار این صفت نسبت به تیمار شاهد و کمبود آب در مرحله زایشی شد (جدول ۶). به عقیده اکثر محققین مهمترین جزء از اجزاء عملکرد که طی تنش کمبود آب در مرحله رویشی تحت تاثیر قرار می‌گیرد، تعداد دانه در بلال (تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال) می‌باشد که بر این اساس ستر و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که کاهش آب در مرحله پیش از گلدهی تعداد دانه را در نواحی انتهایی بلال کاهش داده و موجب کاهش محسوس عملکرد می‌گردد. چکر (۲۰۰۴) نیز کاهش در تعداد دانه را مهم‌ترین جزء عملکرد دانست که در اثر اعمال تنش در مرحله رویشی و پر شدن دانه‌ها موجب کاهش عملکرد می‌گردد. همچنین یازار و همکاران

(۲۰۰۲) عنوان نمودند که تعداد دانه در بلال شدیداً به فراهم بودن رطوبت وابسته بوده و کاهش تعداد دانه در بلال، اولین تاثیر تنش کمبود آب روی عملکرد دانه می‌باشد. تنش خشکی دارای تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد روی وزن هزار دانۀ هیبریدهای مورد بررسی بود (جدول ۵). در اثر تنش در دو مرحله رویشی و زایشی موجب کاهش چشمگیر وزن دانه گردید. در این سطح تنش وزن دانه‌ها با کاهش معادل ۴۲/۳ درصد مواجه شدند. تنش در مرحله زایشی (پر شدن دانه‌ها) نیز سبب کاهش محسوس این صفت به میزان ۳۷/۱ درصد گشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد تنش در این مرحله با تاثیر روی وزن دانه‌ها و کاهش آن موجبات کاهش عملکرد را فراهم آورده است. چکر (۲۰۰۴)، اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) و وستگیت (۱۹۹۴) نیز کاهش معنی‌دار وزن دانه‌ها را در اثر تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها گزارش کرده‌اند. نی‌اسمیت و ریچی (۱۹۹۲b) اظهار داشتند که در شرایط خشکی در مرحله پر شدن دانه‌ها، دانه‌ها کوچکتر و وزن آنها کاهش می‌یابد، البته خشکی بر تجمع ماده خشک در دانه بطور مستقیم اثرگذار نیست، بلکه کمبود آب از طریق کوتاه کردن دوره رشد موثر دانه باعث تجمع کمتر مواد در این اندام می‌گردد. کمبود آب در مرحله رویشی کاهش ناچیزی معادل ۱۱/۱ درصد را سبب شد (جدول ۶). دوره بازیابی موجب کاهش اثرات مخرب تنش شده بود اما وزن دانه در این تیمار همچنان نسبت به تیمار بدون تنش کمتر بود و آبیاری پس از تنش نتوانسته بود این اثرات را به‌طور کامل جبران نماید.

جدول ۵: تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه

میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۳۲/۶۷	۴۵/۸۵*	۵۱۲/۶*
تنش خشکی	۳	۱۶۴۹/۱**	۱۱۵/۴**	۱۶۲۴/۷**
خطای کرت اصلی	۶	۹۹/۶	۸/۳۸	۴۰/۲
هیبرید	۵	۲۰/۰۳	۷/۱۹	۴۶۵/۵*
تنش × هیبرید	۵	۱۲/۳۹	۳/۲۷	۱۰۲/۵
خطای آزمایشی	۴۰	۱۰/۶۴	۳/۵۳	۱۱۰/۶

* و **: به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۶: مقایسه میانگین اثرات اصلی هیبرید و تنش خشکی برای صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال و وزن

هزار دانه

میانگین			
تیمار	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن هزار دانه (گرم)
هیبرید			
SC301	۲۳b	۱۱b	۱۱۰/۱d
SC647	۲۵/۵ab	۱۱/۳b	۱۳۷/۳bc
SC704	۲۷/۵a	۱۲/۵ab	۱۶۵a
Leafy1	۲۵/۵ab	۱۲/۹a	۱۴۲/۵b
Leafy2	۲۵/۱ab	۱۲ab	۱۲۹/۳c
Leafy3	۲۵/۸ab	۱۲/۱ab	۱۴۱b
تنش خشکی			
بدون تنش	۳۸/۸a	۱۵/۴a	۱۷۴/۲a
تنش رویشی	۱۹/۲c	۱۰/۸c	۱۵۳/۶b
تنش زایشی	۲۶/۹b	۱۲/۴b	۱۱۱/۳c
تنش رویشی زایشی	۱۶/۷c	۹/۲c	۱۰۱/۷d

در هر ستون اختلاف میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست (آزمون دانکن).

این هیبریدها و پتانسیل بالای هیبریدهای پربزرگ در تولید مواد فتوسنتزی و ماده خشک نهایی بسیار بالاتر از سایرین می باشد، بنابراین استفاده وسیع تر از هیبریدهای پربزرگ در تولید علوفه و تغذیه دام در شرایط مطلوب و کمبود آب دور از انتظار نخواهد بود.

سپاسگزاری

در این فرصت لازم می دانیم تشکر و سپاس خود را نسبت به موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر که در جهت تامین بذور تجاری مورد نیاز تحقیق نهایت همکاری را به عمل آوردند، ابراز داریم.

در این تحقیق هیبریدهای با دوره رشد کوتاه تر دارای افت کمتر عملکرد در شرایط کمبود آب در مراحل رویشی و پر شدن دانه ها بودند، بر این اساس هیبریدهای SC301 و SC704 با کمترین و بیشترین کاهش عملکرد در بین هیبریدهای مورد بررسی مواجه شدند. همچنین در مورد تمامی هیبریدها کمبود آب در مرحله پر شدن دانه ها سبب کاهش شدیدتر عملکرد نسبت به تنش در مرحله رویشی گردید که این تفاوت در عکس العمل هیبریدها کاملاً محسوس بود. با توجه به محدودیت کمتر در منابع فتوسنتزی در هیبریدهای پربزرگ ذرت توسط تعداد برگ بیشتر در بالای بلال و همچنین توانایی تطبیق با شرایط خشکی توسط تنظیم تعداد بلال در بوته در

منابع

- سپهری، ع.، مدرس ثانوی، ع. م.، قره‌یاضی، ب. و یمینی، ی. ۱۳۸۱. تأثیر تنش آب و مقادیر مختلف نیتروژن بر مراحل رشد و نمو، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت. مجله علوم زراعی ایران، ج ۳، ص ۱۸۴-۱۹۶.
- نعیم، ع. ۱۳۵۸. ذرت، انتشارات موسسه تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۰. زراعت، جلد اول، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- Bidinger, F. R., Mahalakshmi, V. and Rao, G. D. P. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). I. Factors affected yields under stress. II. Estimation of genotype response to stress. Australian Journal of Agricultural Research, 38: 37-48.
- Brevedan, R. E. and Egil, D. 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence and yield on soybean. *Crop Science*, 43: 2083-2088.
- Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 86: 95-113.
- El Neomani, A. A., El Halim, A. K. A., El Zeynu, H. A. and Abd El Halim, A. K. 1990. Response of maize (*Zea mays* L.) to irrigation intervals under different levels of nitrogen fertilisation. *Egyptian Journal of Agronomy*, 15: 147-158.
- Grant, R. F., Jackson, B. S., Kiniry, J. R. and Arkin, G. K. 1989. Water deficit timing effects on yield components on maize. *Agronomy Journal*, 81: 61-65.
- Modarres, A. M., Hamilton, R. I., Dwyer, L. M., Stewart, D. W., Dijak, M. and Smith, D. L. 1997. Leafy reduced-stature maize for short-season environments: Yield and yield components of inbred lines. *Euphytica*, 97: 129-138.
- Modarres, A. M., Hamilton, R. I., Dijak, M., Dwyer, L. M., Stewart, D. W., Mather, D. E. and Smith, D. L. 1998. Plant population density effects on maize inbred lines grown in short-season environments. *Crop Science*, 38: 104-108.
- Muchow R. C. and Sinclair, T. R. 1986. Water and nitrogen limitations in soybean grain production II. Field and model analysis. *Field Crops Research*, 15: 143-156.
- Nesmith, D. S. and Ritchie, J. T. 1992a. Short- and long-term responses of corn to a preanthesis soil water deficit. *Agronomy Journal*, 84 107-113.
- Nesmith, D. S. and Ritchie, J. T. 1992b. Maize (*Zea mays* L.) response to a severe soil water-deficit during grain filling. *Field Crops Research*, 29: 23-35.
- Nicolas, M. E., Gleadow, R. M. and Dalling. M. J. 1984. Effect of drought and high temperature on grain growth in wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, 11: 555-566.
- 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.
- Salvador, R. J. and Pearce, R. B. 1995. Proposed standard system of nomenclature for maize grain filling events and concepts. *Maydica*, 40: 141-146.
- Setter, T. L., Flannigan, B. and Melkonian, J. 2001. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize. *Crop Science*, 41: 1530-1540.
- Westgate, M. E. and Boyer, J. S. 1986. Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. *Crop Science*, 26: 951-956.
- 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.

Effect of water deficit at vegetative and reproductive growth stages in leafy and commercial hybrids of maize

Kalamian¹, S., Modares Sanavi², A. M. and Sepehri³, A.

Abstract

The effect of water deficit on growth and development, yield and yield components of maize at vegetative (V8) and grain filling stages (R3) was investigated. Six hybrids including three commercial hybrids (SC301, SC647, SC704) and three leafy hybrids (Leafy1, Leafy2, Leafy3) were evaluated. A split plot laid out a complete block design with three replications was used. Water deficit at vegetative stage caused delay in phenological stages, but stress in grain filling stage and both of two stages reduced the duration of reproductive stage. Biological yield was reduced, significantly, by stress at evaluated growth stages. In stress and control treatments, leafy hybrids had high potential in total and leaf dry matter production. Water stress during the both of vegetative and grain filling stages reduced the yield of all hybrids. SC704 and SC301 hybrids had highest and lowest reduction in grain yield with 43% and 32% losses, respectively. Furthermore, stress in grain filling stage had more destructive effect than vegetative stage on grain yield. Water deficit at both of two stages had most reductive effect on growth and development, stress at grain filling stage and water deficit at vegetative stage have less reductive effect, respectively.

Keywords: Water deficit stress, Maize (*Zea mays*), Growth and development, Yield and Yield components

1. M.Sc. Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

2. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

3. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University