دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و یکم، ۱۳۹۹

واکنش ارقام هیبرید ذرت به قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی در منطقه مغان

ابراهیم هادی[۱]، سودابه جهانبخش[۲]، مرتضی کامرانی[۳]

دریافت: ۹۷/۷/۱۱ پذیرش: ۹۷/۱۱/۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر قطع آبیاری بر ارقام هیبرید ذرت، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی مغان در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا گردید. قطع آبیاری در سه سطح (شامل آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی و قطع آبیاری در مرحله‌ی پرشدن دانه) در کرت‌های اصلی و هفت رقم هیبرید تجاری ذرت (سینگل‌کراس ۲۶۰، سینگل‌کراس ۳۰۱، سینگل‌کراس ۳۰۲، سینگل‌کراس ٤۰۰، سینگل‌کراس ۵۰۰، سینگل‌کراس ۷۰٤ و دابل‌کراس ۳۷۰)، در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل هیبرید در آبیاری بر اکثر صفات به جز سطح برگ، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. در آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی و پر شدن دانه، هیبرید سینگل‌کراس ۷۰٤ به ترتیب ۱٤/۵۳، ۹/۳۸ و ۱۰/۵۳ تن در هکتار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. نتایج همبستگی ساده نیز نشان داد که تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف در بلال، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع استقرار بلال، سطح برگ کل و پرچم و عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و وزن هکتولیتر و تعداد انشعابات گل‌تاجی دارای همبستگی منفی بودند. بیشترین ضریب همبستگی با عملکرد دانه مربوط به تعداد ردیف دانه در بلال با ضریب ۰/۹۰۸ اختصاص یافت. نتایج تجزیه رگرسیون نیز نشان داد، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه و تعداد انشعابات گل‌تاجی دارای اثر معنی‌داری بوده و وارد معادله تغییرات عملکرد دانه شدند. تعداد ردیف دانه با شیب خط ۰/۲۸٦ دارای بیشترین اثر بود. نتایج تجزیه علیت نیز نشان داد، عملکرد بیولوژیک و سطح برگ بلال، بیشترین تاثیر مستقیم را بر عملکرد دانه نشان دادند. به طور کلی نتایج نشان داد، هیبرید ۷۰٤ در مقایسه با هیبریدهای دیگر تحمل بیشتری به تنش خشکی داشته و برای مناطق با خطر تنش انتهای فصل قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، تجزیه علیت، عملکرد دانه، رگرسیون.

هادی، ا.، س. جهانبخش و م. کامرانی. ۱۳۹۹. واکنش ارقام هیبرید ذرت به قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی در منطقه مغان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۱: ۲۱٦-۲۰٤.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران- مسئول مکاتبات. jahanbakhsh@uma.ac.ir

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) بـه دلیل مزایای بسیار زیاد به ویژه قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون توانسته در تمام دنیا گسترش و رتبه سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیرکشت به خود اختصاص دهد (غلامی و محمودی، ۱۳۹۳). مقاومت نسبت به خشکی و ورس، قدرت پذیرش کامل مکانیزاسیون در مراحل مختلف کاشت، پذیرش کشت‌های متوالی، پوشش بلال، کارایی مصرف آب بالا، از دلایل عمده‌ی توسعه کشت ذرت در دنیا می‌باشد (ذوالفقاران و همکاران، ۱۳۹۵).

خشکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک است. اثرات سوء ناشی از تنش خشکی در مراحل رشد و نمو و عملکرد ذرت بستگی به زمان وقوع تنش، مرحله نموی، ژنوتیپ گیاه، ارقام، روش کشت گیاه، کیفیت خاک، سطح کمبود و تغییرات شرایط محیطی در طول خشکی دارد (ربانی و امام. ۱۳۹۰). علت اصلی تنش خشکی در گیاه افزایش میزان تلفات آب، یا کافی نبودن میزان جذب آب و یا ترکیبی از هر دو عامل است که بر اثر آن میزان تلفات آب ناشی از تعرق بر میزان جذب آن توسط ریشه‌ها پیشی گرفته و میزان تنش افزایش می‌یابد (عبدالهی و ملکی فراهانی، ۱۳۹۳). تنش خشکی از طریق بسته شدن روزنه‌ها و نرسیدن دی‌اکسید کربن به کلروپلاست بر فتوسنتزی اثر می‌گذارد (هاپکینز و هونر، ۲۰۰٤)، کاهش تشعشعات فعال فتوسنتزی توسط کانوپی، کاهش کارایی مصرف نور و شاخص برداشت نیز در اثر تنش موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (بنایان و همکاران، ۲۰۰۸؛ سیدزاور و همکاران ۲۰۱٤).

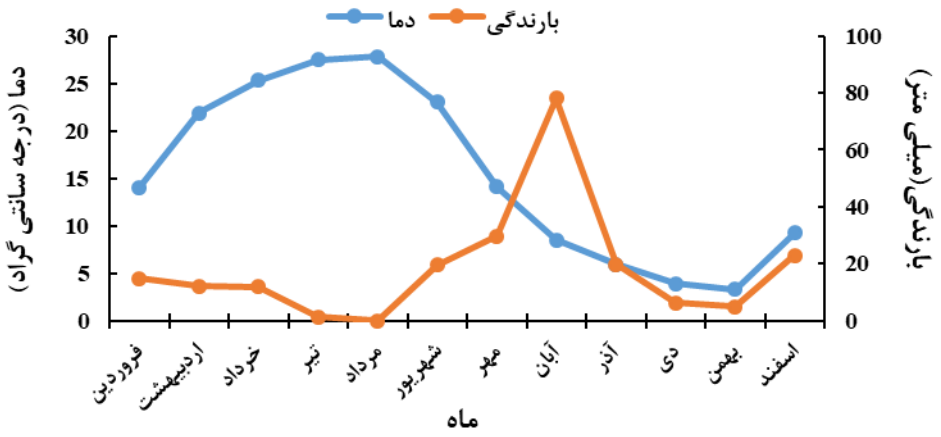
ذرت، در مراحل استقرار گیاهچه، دوره رشد سریع، مرحله‌ی گرده افشانی و پر شدن دانه نسبت به تنش خشکی حساس بوده که می‌تواند بر عملکرد دانه نیز اثرات متفاوتی داشته باشد (نیلسون، ۲۰۰۲). تنش خشکی در زمان گرده افشانی ذرت، باعث کاهش شدید لقاح تخمک‌ها شده و در نتیجه تعداد دانه در بلال کاهش می‌یابد (شعاع حسینی و همکاران، ۱۳۸۷). واسون و ویکز (۲۰۰۰) اثر حجم آبیاری در سه مرحله از رشد و توسعه‌ی ذرت، مشاهده نمودند که گیاه ذرت حساسیت بالایی نسبت به کمبود آب در مرحله‌ی گل‌دهی دارد. نیلسون (۲۰۰۲) گزارش کرد در ذرت اعمال تنش خشکی عملکرد دانه را به طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر قرار دهد. اثرات مستقیم شامل مرگ کامل گیاه، تداخل در عمل گرده افشانی، پوسیدگی بلال ناشی از خسارت آفات ذرت و اثرات غیر مستقیم خسارت تنش، شامل عوامل قابل رویت برداشت محصول که عملکرد کاهش می‌دهند. رفیعی (۱۳۸۱) مشاهده کرد تنش خشکی با تاثیر منفی بر رشد و نمو اندامک‌های زایشی موجب کاهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت گردید. فرایند دانه‌بندی در ذرت به وسیله فتوسنتز برگ‌ها، میزان قندها، نشاسته، آبسیزیک اسید و سیتوکینین تعیین می‌شود و تنش خشکی به مدت پنج روز پیش از گرده افشانی و نیز در مراحل اولیه گرده افشانی موجب کاهش دانه‌بندی در نواحی انتهایی بلال شد (شعاع حسینی و همکاران ۲۰۰۹؛ حسینی و همکاران ۲۰۱٤).

شعاع حسینی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش نمودند که قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و طول بلال مهم‌ترین صفات موثر در عملکرد ذرت طی شرایط تنش خشکی می‌باشند و گزینش برای این صفات، در این شرایط سبب افزایش عملکرد خواهد شد. بررسی روابط رگرسیونی در هیبریدهای دیررس تجاری در ذرت نشان داد که اثرات مستقیم اجزاء عملکرد بر عملکرد دانه مثبت و بالاترین آن مربوط به تعداد دانه در ردیف می‌باشد (جعفری و همکاران، ۱۳۸۸). اردلان و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که تنش خشکی اثر معنی‌دار بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت داشت، به‌طوری که با افزایش شدت تنش صفاتی نظیر عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد دانه در هر بلال، وزن هزار دانه، طول دانه ذرت و طول بلال کاهش یافت. ارقام در واکنش به سطوح مختلف تنش واکنش‌های متفاوتی را نشان دادند، به‌طوری که رقم سینگل کراس ۷۰۰ با میانگین ۱۰۰۳۳کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را در سطح تنش نسبت به سینگل کراس ۷۰٤ نشان داد. شیخی و همکاران (۱۳۹۱) نیز گزارش کردند تنش کمبود آب ارتفاع بوته، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه ذرت را کاهش داد. کاهش عملکرد دانه مربوط به کاهش شدید تعداد دانه در بلال بود و در بین هیبریدها بیشترین عملکرد دانه از هیبریدهای زودرس و متوسطرس حاصل شد. ربانی و امام (۱۳۹۰) نیز گزارش کردند تنش خشکی در مرحله رشد رویشی، ارتفاع بوته را ۱۰ درصد و در مرحله گـلدهـی طول بلال ۱۳ درصد، تعداد دانه در بلال ۱۸ درصد و عملکرد دانه ۲۹ درصد کاهش داد. سپهری و همکاران (۱۳۸۱) گزارش نمودند که رقم سینگل کراس ۳۰۱ در شرایط تنش کمبود رطوبت طی مراحل رویشی و زایشی، کاهش بیشتری در عملکرد ماده خشک نسبت به رقم ۱۰۸ از خود نشان داد. به منظور پایداری و افزایش تولید جهانی ذرت همگام با افزایش جمعیت جهانی، توسعه واریته‌های متحمل به خشکی از موضوعات مهم تلقی می‌شود (کامپوز و همکاران، ۲۰۰٤). بنابراین با توجه به مطالب بیان شده، هدف از این مطالعه بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای تجاری ذرت نسبت به مراحل مختلف وقوع تنش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی واکنش ارقام مختلف هیبرید ذرت به قطع آبیاری، آزمایشی در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه‌ی طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی مغان واقع در بخش اسلام‌آباد در بیست کیلومتری شهرستان پارس‌آباد انجام گرفت. منطقه‌ی پارس‌آباد در شمالی‌ترین نقطه استان اردبیل در مرز جمهوری آذربایجان بین ۳۹ درجه و ٤١ دقیقه عرض شمالی و ٤٧ درجه و ۳۲ دقیقه‌ی طول شرقی و ارتفاع ٤٥ تا ٥٠ متر از سطح دریا می‌باشد. در این مطالعه سه سطح آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله گلدهی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه) به عنوان کرت اصلی و هفت رقم هیبرید ذرت (سینگل‌کراس ۲٦۰، سینگل‌کراس ۳۰۱، سینگل‌کراس ۳۰۲، سینگل‌کراس ٤۰۰، سینگل‌کراس ٥۰۰، سینگل-کراس ۷۰٤ و دابل‌کراس ۳۷۰) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. خاک مزرعه این آزمایش لومی رسی با pH=۷/۸ و دارای شوری ۲ دسی زیمنس بر متر بود. میزان نیتروژن خاک ۲۳۲ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم خاک و میزان فسفر ۰/٥ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم خاک بود.

در این آزمایش هر کرت شامل سه ردیف ٥ متری با فاصله‌ی بین خطوط ۷٥ سانتی‌متر بود. در هر ردیف فاصله‌ی بین بوته‌ها ۱٥ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. از کود اوره به میزان ۱٥۰ کیلوگرم در هکتار (٦۹ کیلوگرم نیتروژن خالص) در زمان ٦-٤ برگی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (٤٦ کیلوگرم ازت خالص) در زمان ظهور گل نر به خاک مزرعه اضافه شد. مقدارکود فسفره بر مبنای ۹۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاس بر اساس ٥۰ کیلوگرم اکسید پتاس (K_2O) در هر هکتار در زمان کاشت مصرف شد. برای مبارزه با علف‌های هرز از سم اراديکان در مرحله‌ی قبل از کاشت استفاده شد. بدین صورت بعد از سم‌پاشی توسط دیسک با خاک مخلوط گردید و برای کنترل علف-های هرز پهن برگ و باریک برگ در مرحله‌ی ٤-۳ برگی از سموم توفوردی و کروز استفاده گردید. صفات زراعی و مورفولوژیکی شامل سطح کل برگ، سطح برگ پرچم، طول پدانکل، طول‌گل‌تاجی، تعداد انشعابات گل‌تاجی، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال، وزن بلال، وزن چوب بلال، وزن بوته، ارتفاع بوته، ارتفاع استقرار بلال، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد رطوبت بذر و وزن هکتولیتر مورد ارزیابی شد.



شکل ۱- تغییرات میزان بارندگی و دما در سال اجرای آزمایش.

اندازه‌گیری سطح کل برگ، برگ پرچم: برای اندازه‌گیری سطح برگ، ابتدا پنج بوته از هر کرت فرعی انتخاب و سپس با جدا کردن برگ‌ها، سطح کل برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf Area Meter) اندازه‌گیری شد و میانگین بر اساس تک بوته محاسبه شد.

اندازه‌گیری تعداد انشعابات گل‌تاجی: پس از انتخاب تصادفی ده بوته از خط وسط هر یک از هیبریدهای هر کرت پس از پایان رشد و رسیدگی فیزیولوژیکی در آزمایشگاه، تعداد انشعابات گل‌تاجی هیبریدها نیز تعیین گردید.

ارتفاع بوته و ارتفاع استقرار بلال: اندازه‌گیری از پنج بوته‌ی ارقام کرت‌ها انجام گردید به‌طوری‌که توسط متر ارتفاع بوته از سطح خاک (محل طوقه) تا انتهای گل‌تاجی (تاسل) و نیز ارتفاع بوته از سطح خاک تا محل استقرار بلال برحسب سانتی‌متر، ارتفاع بوته و ارتفاع استقرار بلال هیبریدها اندازه‌گیری شد.

تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف و وزن بلال: اندازه‌گیری صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال و وزن بلال با شمارش آن‌ها در ده بلال انتخابی و با میانگین‌گیری از آن‌ها صورت‌گرفت.

عملکرد دانه و بیولوژیک: به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه در هیبریدها در هر کرت آزمایشی ردیف اول و سوم به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. پس از رسیدگی کامل از ردیف وسط تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و برداشت گردید. سپس در آزمایشگاه، دانه‌های آن‌ها جدا گردید و پس از اندازه‌گیری میزان رطوبت عملکرد دانه محاسبه شد. برای به دست آوردن عملکرد بیولوژیک نیز بعد از جدا کردن دانه‌ها از بلال وزن بقیه‌ی اندام هوایی توزین‌گردید و برای تعیین عملکرد بیولوژیک به همراه عملکرد دانه مورد استفاده قرار گرفت.

وزن هزاردانه، وزن هکتولیتر و عملکرد بیولوژیک: پس از این‌که دانه‌ها از بلال جدا شدند، صد عدد از بذور هر هیبرید از مواد زاید و اضافی پاک شدند و سپس با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم توزین و وزن هزاردانه ارقام یادداشت شد و وزن هزار دانه بر اساس رطوبت ۱۴٪ محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری وزن هکتولیتر با استفاده از یک مزور یا ظرف استوانه‌ای یک لیتری، دانه‌های را تا حجم یک لیتر رسانده و سپس توزین شدند و در عدد ۱۰۰ ضرب وزن هکتولیتر بدست آمد.

آنالیز آماری: تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح کرت‌های خرد شده بر پایه‌ی طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS (ver 9.2) صورت گرفت. برای مقایسه‌ی میانگین سطوح تنش، رقم و اثر متقابل آن‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای تجزیه رگرسیونی از نرم افزار SPSS (ver 23) و برای تجزیه علیت نیز از نرم افزار PATH2 استفاده شد.

نتایج و بحث

میزان سایه اندازی گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد، که اثر آبیاری بر سطح برگ پرچم معنی‌دار بود. اثر رقم و اثر برهمکنش رقم و آبیاری نیز بر سطح برگ پرچم، دارای تأثیر معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری در رقم نشان داد که در اثر تنش میزان سایه‌اندازی گیاه کاهش یافت به طوری که قطع آبیاری در مرحله گلدهی کمترین میزان سایه اندازی را به خود اختصاص داد. بیشترین سطح برگ پرچم در تمام سطوح مختلف آبیاری از هیبرید ۷۰۴ مشاهده شد، این در حالی بود که کمترین سطح برگ پرچم در قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه نیز به این هیبرید اختصاص یافت (جدول ۲).

نتایج حاصل با یافته‌های ریتچی و نسمیت (۱۹۹۲) مطابقت دارد که گزارش کردند در مرحله‌ی ۱۰ برگی، رشد گیاه ذرت شدت می‌یابد و این فرایند تا ورود به مرحله‌ی زایشی ادامه دارد. بنابراین هر گونه تنشی در این مرحله، باعث کاهش رشد و کوچک شدن برگ‌ها می‌شود. کاهش آب قابل دسترس، مدت زمان ظهور نوک برگ‌ها (فیلوکرون) در ذرت طولانی می‌شود و چنین شرایطی باعث کاهش معنی‌دار اندازه برگ‌ها، طول میان گره‌ها و تأخیر در ظهور گل آذین نر و ابریشم می‌شود. تنش خشکی از طریق بسته شدن روزنه‌ها و نرسیدن دی اکسید کربن به کلروپلاست بر فتوسنتزی اثر می‌گذارد و از این طریق موجب کاهش رشد، کاهش گسترش برگ‌ها و کاهش سطح برگ می‌شود (هاپکینز و هونر، ۲۰۰۴)، که این امر موجب کاهش دریافت تشعشعات فعال فتوسنتزی توسط کانوپی و کاهش کارایی مصرف نور می‌شود (یوردانو و همکاران، ۲۰۰۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس سایه انداز گیاه و میزان رشد رویشی و زایشی ارقام هیبرید ذرت در شرایط قطع آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		سطح برگ پرچم	سطح برگ کل	ارتفاع بوته	ارتفاع تا اولین بلال	تعداد انشعابات گل‌تاجی
تکرار	۲	۱/۷۷^{ns}	۱۵۷۶۳۷۸/۵^{ns}	۴۲/۴۷^{ns}	۲/۰۴^{ns}	۱/۷۷^{ns}
آبیاری	۲	۱۲۸۶/۴۹*	۲۴۱۹۸۸۵/۸^{ns}	۲۹۸/۹۰*	۶۸/۹۰^{ns}	۲۶/۳۹^{ns}
اشتباه کرت اصلی	۴	۱۹۲/۶۵	۳۵۳۸۷۳۱/۵	۳۹/۵۹	۲۳/۲۳	۷/۸۰
رقم	۶	۱۸۲۶۲/۲۹**	۴۱۶۳۵۱۹/۱^{ns}	۳۲۵۰/۸۴**	۶۱۷/۵۴**	۱۰۴/۵۱**
رقم × آبیاری	۱۲	۸۴۵/۶۹*	۳۵۴۴۶۶/۰^{ns}	۸۶/۷۹*	۷۸/۵۵**	۳/۴۳*
اشتباه کرت فرعی	۳۶	۳۲۲/۳۴	۳۰۳۱۸۰۵۴	۳۲/۵۵	۲۱/۵۲	۱/۶۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۸/۰۵	۲۲/۳	۱۲/۷	۱۶/۹	۱۳/۱۱

^{ns}-غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

جدول ۲- میانگین صفات مورد مطالعه در اثر برهمکنش رقم و آبیاری

ارقام	آبیاری	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)	تعداد انشعابات گل‌تاجی	ارتفاع استقرار بلال (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)
	آبیاری کامل	۹۰/۰d-g	۷/۰gh	۷۹/۰a	۲۳۳/۷ a
سینگل کراس ۲۶۰	قطع در مرحله گلدهی	۸۶/۳e-g	۷/۰gh	۷۰/۰۷b	۲۲۷/۷bc
	قطع در مرحله پر شدن دانه	۶۲/۳gh	۸/۳e-h	۷۶/۶ab	۲۳۳/۳a
	آبیاری کامل	۶۴/۶f-h	۱۸/۳a	۶۳/۳e-g	۲۰۴/۰ ef
سینگل کراس ۳۰۱	قطع در مرحله گلدهی	۷۶/۶e-h	۱۴/۳b	۵۱/۳i	۱۹۵/۳fg
	قطع در مرحله پر شدن دانه	۶۴/۳f-h	۱۸/۰a	۶۴/۶d-f	۲۰۶/۰e
	آبیاری کامل	۱۲۲/۳cd	۷/۶f-h	۵۸/۶f-i	۱۸۴/۷ g-i
سینگل کراس ۳۰۲	قطع در مرحله گلدهی	۱۰۱/۷c-e	۶/۳h	۶۰/۳fg	۱۸۶/۰g-i
	قطع در مرحله پر شدن دانه	۹۹/۰c-f	۷/۶f-h	۶۰/۰fh	۱۸۳/۰hi
	آبیاری کامل	۴۹/۷h	۹/۰e-g	۵۷/۰g-i	۱۹۲/۳ gh
سینگل کراس ۴۰۰	قطع در مرحله گلدهی	۸۲/۰e-h	۱۰/۳de	۶۷/۳c-f	۱۹۵/۰fg
	قطع در مرحله پر شدن دانه	۸۷/۰e-g	۱۲/۶bc	۶۱/۶e-g	۲۰۳/۳ef
	آبیاری کامل	۱۲۱/۰cd	۸/۰e-h	۷۷/۶ab	۲۳۰/۷ab
سینگل کراس ۵۰۰	قطع در مرحله گلدهی	۱۲۴/۰c	۶/۶gh	۷۵/۰a-c	۲۲۶/۳a-c
	قطع در مرحله پر شدن دانه	۱۰۳/۳c-e	۹/۰e-g	۷۸/۰ab	۲۲۵/۷a-c
	آبیاری کامل	۲۲۸/۰a	۹/۰e-g	۷۲/۳a-d	۲۳۳/۳a
سینگل کراس ۷۰۴	قطع در مرحله گلدهی	۱۸۱/۷b	۷/۳f-h	۷۰/۰b-e	۲۱۲/۷de
	قطع در مرحله پر شدن دانه	۱۶۴/۰b	۸/۰e-h	۶۹/۳b-e	۲۱۸/۳cd
	آبیاری کامل	۷۳/۳e-h	۹/۶ef	۷۰/۰b-e	۱۹۴/۰fg
دابل کراس ۳۷۰	قطع در مرحله گلدهی	۶۹/۳e-h	۸/۰e-h	۵۱/۶hi	۱۷۸/۷i
	قطع در مرحله پر شدن دانه	۵۹/۶gh	۱۲/۰cd	۵۶/۰g-i	۱۹۱/۰gh

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار توسط آزمون دانکن در سطح پنج درصد است.

صفات رویشی و زایشی

ارتفاع بوته، ارتفاع اولین بلال و تعداد انشعابات گل تاجی تحت تاثیر اثر برهمکنش آبیاری در رقم قرار گرفتند (جدول ۱). قطع آبیاری موجب کاهش در ارتفاع بوته، ارتفاع استقرار بلال در بوته در اکثر ارقام مورد مطالعه شد، این در حال بود که تعداد انشعابات گل تاجی در اکثر ارقام در اثر قطع آبیاری به خصوص در مرحله پر شدن دانه افزایش نشان داد. بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۲۳۳/۷ سانتی‌متر از رقم هیبرید ۲۶۰ در شرایط آبیاری کامل مشاهده شد. بیشترین ارتفاع بوته در قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه نیز با میانگین‌های ۲۲۷/۷ و ۲۳۳/۳ سانتی‌متر متعلق به این رقم بود. کمترین ارتفاع بوته نیز به میزان ۱۷۸/۷ سانتی‌متر از رقم هیبرید ۳۷۰ در شرایط قطع آبیاری در گل‌دهی به دست آمد. بیشترین ارتفاع استقرار بلال در آبیاری کامل به رقم هیبرید ۲۶۰ و در قطع آبیاری مرحله‌ی گل‌دهی و پرشدن دانه به رقم هیبرید ۵۰۰ و کمترین ارتفاع استقرار بلال در در آبیاری کامل به رقم هیبرید ۴۰۰ و در شرایط قطع آبیاری مرحله‌ی گل‌دهی به رقم هیبرید ۳۰۱ و در دوره‌ی پرشدن دانه به رقم هیبرید ۳۷۰ تعلق دارد. بیشترین تعداد انشعابات گل‌تاجی در سطوح مختلف آبیاری به هیبرید ۳۰۱ و کمترین آن به رقم هیبرید ۳۰۲ تعلق دارد (جدول ۲). از آنجا که در شرایط تنش خشکی فشار تورژسانس سلول‌های ساقه که در حال زیاد شدن می‌باشند، کاهش می‌یابد و از طرفی تولید مواد حاصل از فتوسنتز نیز کم می‌شود. لذا طول میان

گره‌های ساقه و در نتیجه ارتفاع بوته تحت تأثیر تنش خشکی کاهش می‌یابد (امام و سقاتلسلامی، ۲۰۰۵). نتایج حاصل از این تحقیق مطابق با یافته‌های رشیدی (۱۳۸٤) است که بیان می‌دارد، آهنگ طویل شدن ساقه ذرت که مقصد قوی برای مواد فتوسنتزی در زمان گل‌دهی است، بیشتر بر اثر تنش در زمان مرحله‌ی رشد رویشی کاهش می‌یابد و هر چه اعمال تنش خشکی به انتهای فصل رشد (دوره‌ی گل‌دهی و پرشدن دانه) نزدیک‌تر باشد، تأثیر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام هیبرید ذرت در شرایط قطع آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن هزاردانه	وزن هکتولیتر	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۱۲۰/۳۳^{ns}	۳/٦۳^{ns}	۰/٦۱^{ns}	۲٥۹/۸۲^{ns}	۰/۷۳^{ns}	۰/۰۸^{ns}	٥/۰۸^{ns}
آبیاری	۲	۹۲۹٦/۱٤*	۳۰/۹۲*	۱/٤۷^{ns}	۳۰٤۹/٥۳^{ns}	۱٦/۸۷*	٥٦/۰۷**	۳۷٤/٤٦**
اشتباه کرت اصلی	٤	۸۷٥/۹۰	۲/۹۲	۰/٦٦	۲۱۲۲/٦۳	۲/۱۹	۰/۸٤	٥/۲۷
رقم	٦	٥٤۰۷۰/۸۳**	۲٥٥/٥۰**	۹/۸٥**	۱٦٤٦۸/۷٦**	٤٦/٥٤**	۲۲/۲۷**	۱۳٦/۱٦**
رقم × آبیاری	۱۲	٥٥۲٤/٤٥**	۲٥/٦٤**	۰/۸۳*	۳۱۱۱/٤۱**	۲/٥٥**	۱/٤٦^{ns}	٥/٦٤^{ns}
اشتباه کرت فرعی	۳٦	٦۷۳/٤٥	٤/۸٤	۰/۳۹	۷٤۱/۹٥	۰/٤۸	۱/۰۹	٦/۷۱
ضریب تغییرات (درصد)		٥/٦٥	٦/۸۲	٤/٤۷	۹/۸۲	٦/۹	۱۱/۷۰	۱۲/۳۰

ns - غیرمعنی‌دار * معنی‌دار در سطح ٥ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

اجزای عملکرد دانه

تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و وزن هکتولیتر تحت تاثیر برهمکنش آبیاری و رقم قرار گرفتند (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در ردیف در شرایط مطلوب (آبیاری کامل) به تعداد ٤٥/٦۷ عدد در مرحله گلدهی نیز با تعداد ۳۸ عدد و در دوره‌ی پر شدن دانه با تعداد ٤٤ و متعلق به هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ و کمترین تعداد دانه در ردیف از هیبرید ٥۰۰ در قطع آبیاری زمان گل-دهی حاصل شد. بیشترین ردیف دانه در بلال در سطوح بدون تنش و تنش پرشدن دانه به هیبرید ۳۰۲ و در سطوح تنش گل‌دهی به هیبرید ٥۰۰ و کمترین تعداد ردیف دانه در بلال در سطوح آبیاری کامل و قطع آبیاری در پرشدن دانه به هیبرید ۳۷۰ و در سطوح قطع آبیاری در گل‌دهی به هیبرید ٤۰۰ تعلق داشت. هیبرید ۷۰٤ نیز کمتر از بقیه-ی هیبریدها تحت تأثیر منفی قطع آبیاری قرار گرفته و در آبیاری کامل و قطع آن در مرحله گلدهی دارای بیشترین وزن هزاردانه بودند. قطع آبیاری در برخی هیبریدها موجب افزایش و در برخی دیگر موجب کاهش در میزان وزن هکتولیتر شد. بیشترین وزن هکتولیتر در تمام سطوح آبیاری مربوط به سینگل کراس ۷۰٤ بود (جدول ٤).

احمدی و همکاران (۲۰۰۰) با اعمال رژیم‌های مختلف آبیاری بر هیبریدهای دیررس ذرت نشان دادند که تعداد دانه در بلال بین رژیم-های آبیاری معنی‌دار بوده، که دلیل اصلی این امر را به تأخیر در ظهور کاکل‌ها، به دنبال اعمال تنش خشکی نسبت دادند. علت کاهش تعداد دانه در ردیف بلال را به عقیمی تخمدان گلچه‌ها در اثر تنش خشکی نسبت می‌دهند (کلامیان و همکاران، ۲۰۰٥). از آنجایی که تعداد نهایی ردیف دانه در بلال پیش از سایر اجزای عملکرد روی ناحیه نموی بلال تعیین می‌شود، احتمالاً در مرحله‌ی تعیین تعداد ردیف دانه در بلال رقابت چندانی بین مقصدهای فیزیولوژیک[4] برای دریافت مواد پرورده وجود نداشته و به این ترتیب اثر تیمار تنش خشکی تغییر معنی‌داری در این صفت ایجاد نکرده است (امام و نیک‌نژاد، ۲۰۰٤). در هیبریدهای مقاوم، با خروج سریع کاکل‌ها، انطباق ریزش دانه‌های گرده با پیدایش کاکل‌ها و باروری زیادتر دانه، میزان کچلی در بلال کاهش می‌یابد و در نتیجه در شرایط تنش خشکی، تعداد دانه در بلال افت کمتری می‌یابد (خاویر گارسیا و همکاران، ۲۰۱٤). تنش خشکی با تحت تأثیر قرار دادن درجه باز شدن روزنه‌ها و کاهش فعالیت آنزیم‌های چرخه کالوین می‌تواند، میزان تولید مواد پرورده را به میزان زیادی کاهش داده و از این راه به طور مستقیم موجب کاهش وزن دانه (ظرفیت مقصد فیزیولوژیک) شود (سلسپور و همکاران، ۲۰۰٦). فرایند دانه‌بندی در ذرت به وسیله فتوسنتز برگ‌ها، میزان قندها، نشاسته، آبسیزیک اسید و سیتوکنین تعیین می‌شود و کمبود آب پیش از گرده افشانی و نیز در مراحل اولیه گرده افشانی موجب کاهش تعداد دانه در نواحی انتهایی بلال می‌شود (خواجه و همکاران، ۱۳۹٤).

4 Sinks

جدول ٤- میانگین صفات مورد مطالعه در اثر برهمکنش رقم و آبیاری

ارقام	آبیاری	تعداد دانه در هر ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در بلال	وزن هکتولیتر(گرم)
	آبیاری کامل	b۳۷/۳	e-g۱۳/۰۰	b-e۳۱۹/۰	de٤۹۰/۰	f-iv۷۲/۲۷
سینکل کراس ۲٦۰	قطع در مرحله گلدهی	c-e۳۳/۳	e-g۱۳/۰۰	f-h۲٦۳/۳	e-g٤٤۸/۷	c-fv۷۳/۵۳
	قطع در مرحله پر شدن دانه	c-e۳۳/۳	d-f۱۳/۳۳	g-i۲۳۸/۷	e-h٤٤۳/۳	b-dv٤/۲۷
	آبیاری کامل	h-j۲۷/٦	c-e۱٤/۰۰	e-h۲٦۷/۰	g-j٤۰۲/۰	e-hv۷۲/۸۳
سینکل کراس ۳۰۱	قطع در مرحله گلدهی	h-j۲۷/۳	c-e۱٤/۰۰	j۱۷۸/۷	ij۳۹۲/۳	igv۷۱/۳۳
	قطع در مرحله پر شدن دانه	g-i۲۸/۳۳	a-c۱۵/۰۰	ij۲۰۷/۳	g-i٤۲۱/۰	d-gv۷۳/۱۰
	آبیاری کامل	b-d۳٤/۳۳	a۱٦/۰۰	ij۲۰۲/۳	bc۵۵۰/۰	h-iv۷۱/٦۳
سینکل کراس ۳۰۲	قطع در مرحله گلدهی	d-h۳۱/۰۰	a-c۱۵/۰۰	hi۲۳۳/۰	de٤۷۸/۷	igv۷۱/۰۳
	قطع در مرحله پر شدن دانه	bc۳٦/۳۳	a۱٦/۰۰	c-g۲۸۷/۰	ab۵۸۲/۰	c-iv۷۲/۱۳
	آبیاری کامل	c-g۳۲/۳۳	d-f۱۳/٦۷	c-hv۷۷/۷	f-i٤۳۰/۳	c-iv۷۱/۹۷
سینکل کراس ٤۰۰	قطع در مرحله گلدهی	d-h۳۱/۰۰	g۱۲/۰۰	e-hv٦۷/۷	g-j٤۰۳/۰	c-ev۷۳/٦۳
	قطع در مرحله پر شدن دانه	ij۲٦/٦۷	c-e۱٤/۰۰	f-h۲۵٦/۷	g۳٦۵/۰	av۵/۷۷
	آبیاری کامل	f-i۲۹/۰۰	a-c۱۵/۰۰	a-c۳۲۹/۳	d٤٤۹/۰	c-fv۷۳/٤۳
سینکل کراس ۵۰۰	قطع در مرحله گلدهی	ij۲٦/۰۰	ab۱۵/۳۳	b-f۳۰۵/۰	h-j۳۹۷/۷	b-ev٤/۰۷
	قطع در مرحله پر شدن دانه	c-f۳۳/۰۰	b-d۱٤/۳۳	d-hv۷۲/۷	d-f٤۷۰/۷	abv۵/۲۰
	آبیاری کامل	a٤۵/٦۷	c-e۱٤/۰۰	ab۳٤۷/۷	a٦۲۳/۳	av٦/٤۳
سینکل کراس ۷۰٤	قطع در مرحله گلدهی	b۳۸/۰۰	c-e۱٤/۰۰	a۳۷٦/۷	cd۵۲۵/۰	bcv٤/۰۷
	قطع در مرحله پر شدن دانه	a٤٤/۰۰	c-e۱٤/۰۰	b-d۳۲۳/۳	a٦۱۵/۷	av۵/۸۷
	آبیاری کامل	j۲۳/٦۷	fg۱۲/٦۷	c-fv۹٤/۳	k۳۰۸/۰	k٦۸/٤۰
دابل کراس ۳۷۰	قطع در مرحله گلدهی	e-i۲۹/۳۳	fg۱۲/٦۷	c-gv۸٦/۷	g-j٤۰۸/۳	l٦٦/۸۳
	قطع در مرحله پر شدن دانه	e-i۲۹/٦۷	e-g۱۳/۰۰	c-fv۹۲/۷	h-j۳۹۷/۰	gv۰/۳۰

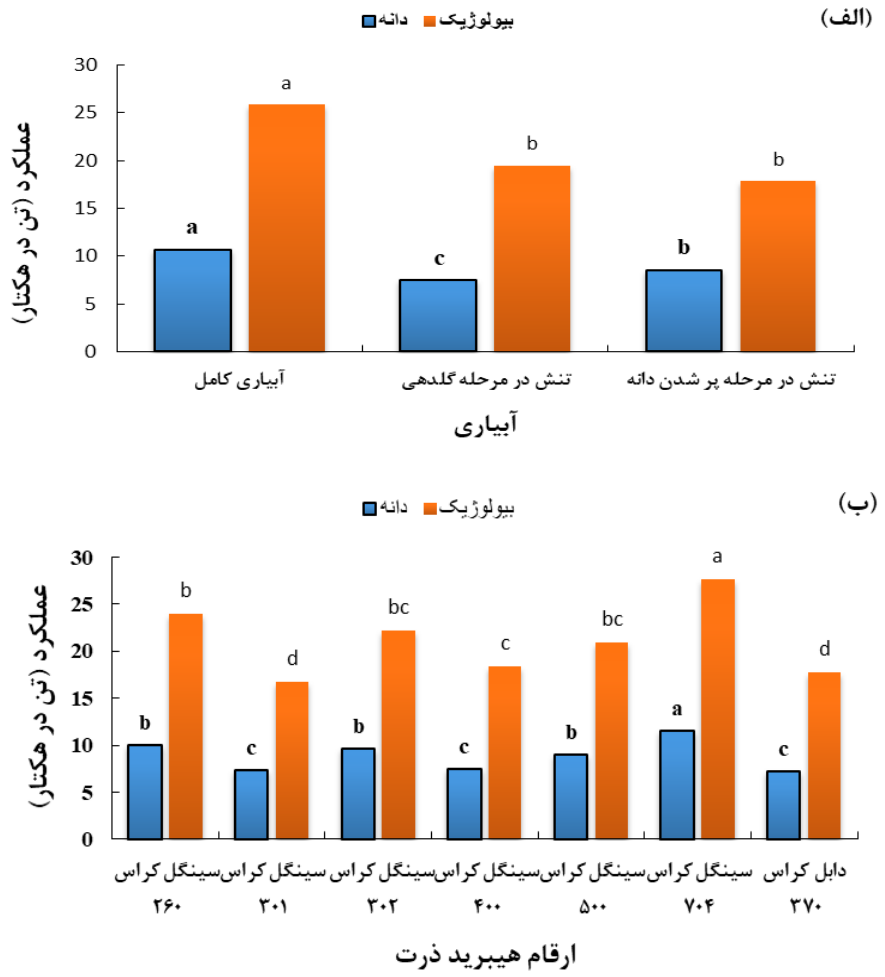
حروف متفاوت نشان دهند وجود اختلاف معنی‌داری توسط آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

عملکرد دانه و بیولوژیک

عملکرد دانه و بیولوژیک تحت تاثیر اثر اصلی آبیاری و رقم قرار گرفتند (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد دانه نیز نشان داد که قطع آبیاری، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به طور معنی‌دار کاهش داد. عملکرد دانه در قطع آبیاری در مرحله گلدهی ۳۰ درصد و در مرحله پر شدن دانه ۲۰ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش یافت. بیشترین و کمترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مربوط به آبیاری کامل و تیمار قطع آبیاری در مرحله‌ی ظهور گل‌تاجی بود (شکل ۲، الف). در بین هیبریدها نیز بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به میانگین‌های۱۱/٤ و ۲۵/٦ تن در هکتار مربوط به هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ بود (شکل ۲، ب)

مطالعات نشان داده است که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره‌ی پرشدن دانه ذرت، باعث کاهش عملکرد دانه، وزن هزاردانه و وزن هکتولیتر شده و بیشترین تأثیر آن در دوره‌ی پرشدن دانه، بین روزهای اول تا چهارم بعد از گرده‌افشانی می‌باشد (گودینگ و همکاران، ۲۰۰۳). رفیعی (۱۳۸۱) گزارش کرد، تنش خشکی با تاثیر منفی بر رشد و نمو اندامک‌های زایشی موجب کاهش اجزای عملکرد شامل تعداد بلال در واحد سطح، تعداد دانه در ردیف و وزن صد دانه و در نهایت عملکرد دانه شد. بیشتر بودن عملکرد دانه در تیمار اعمال تنش خشکی در مرحله‌ی پرشدن دانه نسبت به گل‌دهی را می-

توان به انتقال مجدد مواد پرورده نسبت داد (قلی پور و همکاران، ۱۳۹۵). به طوری‌که اگر گیاه در هنگام پرشدن دانه با تنش‌های محیطی (به‌ویژه تنش خشکی) روبرو شود، سهم مواد پرورده در انتقال مجدد پرشدن دانه بیشتر می‌شود (فارلیی و شاوو، ۱۹۸۹). مرحله گرده‌افشانی و دو هفته پس از آن حساس‌ترین دوره‌ی این گیاه نسبت به تنش خشکی می‌باشد و در طی این مدت در بین اجزای عملکرد تعداد دانه‌ها در هر بلال به شدت کاهش می-یابد (اووتار و همکاران، ۱۹۸۷). بین عملکرد ذرت و مقدار آب قابل دسترس ذخیره شده‌ی خاک همبستگی معنی‌داری وجود دارد. کاهش عملکرد ذرت بر اثر تنش بستگی به عواملی مثل مرحله‌ی نموی گیاه که در معرض تنش قرار گرفته است و همچنین به شدت، به طول مدت تنش و میزان حساسیت رقم دارد (اووتار و همکاران، ۱۹۸۷). بر خلاف نتایج این مطالعه، پس از گرده‌افشانی تنش آب دیگر اثری بر تعداد دانه‌های هر بلال نخواهد گذاشت، ولی وزن دانه‌ها را کاهش می‌دهد. کلامیان و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی هیبریدهای ذرت در شرایط تنش خشکی به این نتیجه رسیدند که تنش‌های خفیف، که تأثیر کمی بر کاهش سطح برگ هیبریدهای پر برگ دارند، تأثیر چندانی بر تولید ماده خشک این هیبریدها ندارند. اما در تنش‌های شدید که با کاهش بارز سطح برگ همراه است، مقاومت چندانی به تنش نشان نمی‌دهند. اردلان و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که تنش خشکی اثر معنی‌دار بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت داشت، بطوری که با افزایش تنش صفاتی نظیر عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد دانه در هر بلال، وزن هزار دانه، طول دانه ذرت و طول بلال کاهش یافت. همچنین ارقام در واکنش به سطوح مختلف تنش واکنش‌های متفاوتی را نشان دادند، به طوری که رقم سینگل کراس ۷۰۰، بیشترین عملکرد را درسطح تنش نسبت به سینگل کراس ۷۰٤ نشان داد. شیخی و همکاران (۱۳۹۱) و ربانی و امام (۱۳۹۰) نیز در مطالعات خوب واکنش‌های مختلف ارقام ذرت به تنش خشکی را گزارش کردند. تنش موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد در هیبریدهای مختلف شد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی آبیاری و رقم برای عملکرد دانه و بیولوژیک ذرت

جدول ۵- همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه

صفات	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
تعداد دانه در بلال (۱)	۱											
تعداد دانه در ردیف (۲)	۰/٤۲٤**	۱										
تعداد ردیف در بلال (۳)	۰/۸۸۷**	۰/۰٤٦	۱									
وزن هزار دانه (٤)	۰/۲۹٦*	-۰/۲٤	۰/٤۱۸**	۱								
وزن هیکتولیتر (٥)	-۰/٦٤۰**	-۰/۲٤۸	-۰/٦۲٥**	-۰/۲۸۸*	۱							
ارتفاع بوته (٦)	۰/۲۱۹	-۰/۰۷۹	۰/۳۱٤*	۰/۳۲۹**	-۰/۰۹۸	۱						
ارتفاع استقرار بلال (۷)	۰/۱۹۹	-۰/۰۳۸	۰/۲٤۲	۰/۲۸۳*	۰/۰٥۲	۰/۸۰٤**	۱					
انشعابات گل تاجی (۸)	-۰/۳۹۹**	-۰/۰۷	-۰/۳۷۳**	-۰/۳۲٤**	۰/۱۸٤	-۰/۱٦۱	-۰/۳۳٤**	۱				
سطح برگ پرچم (۹)	۰/٦۰٦**	۰/۲٦٤*	۰/٥٤٦**	۰/٥٤٥**	-۰/٤٥٥**	۰/٤٦۲**	۰/٤۳٥**	-۰/٤۰۱**	۱			
سطح برگ کل (۱۰)	۰/۲۸۲*	۰/۰۲٥	۰/۳۱۳*	۰/۲۸۱*	-۰/۱۹۱	۰/۲٥۰*	۰/۱۱۷	-۰/۰۹۳	۰/۳٥٤**	۱		
عملکرد بیولوژیک (۱۱)	۰/٤۷٥**	۰/۰٦	۰/٥۳۲**	۰/۲۹۲*	-۰/۳۲۳**	۰/۳٤۳**	۰/۲٦۷*	-۰/۰۲۱	۰/۲٦٥*	۰/۲٦٤*	۱	
عملکرد دانه (۱۲)	۰/۸۳٦**	۰/۰۹۳	۰/۹۰۸**	۰/٦۱٤**	-۰/٥۹٤**	۰/٤۰٥**	۰/۳۸۸**	-۰/٤۱۷**	۰/٦۳٥**	۰/۳٦۷**	۰/٥۳۳**	۱

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ٦- تجزیه علیت بین صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه

صفات	تاثیرات مستقیم	تاثیرات غیره مستقیم										
		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
تعداد دانه در بلال(۱)	۰/٥۸۷	-	۰/۲٤۸	۰/٥۲	۰/۱۷۳	۰/۱۷۳	-۰/۳۷٦	-۰/۲۳٥	۰/۳٥٥	۰/۱٦٥	۰/۲۷۸	۰/۰۲۷
تعداد دانه در ردیف(۲)	-۲/۹۳۹	-۱/۲٤	-	۰/۷۰	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۲۳	۰/۲۰	-۰/۷۷	-۰/۰۷	-۰/۱۷۷	-۱/۲۲
تعداد ردیف در بلال(۳)	-۰/۷۸۸	-۰/٦۹	۰/۱۸	-	۰/٤۹	۰/٤۹	-۰/۲٤	۰/۲۹	-۰/٤۳	-۰/۲٤	-۰/٤۱۹	۰/۲۲٦
وزن هزار دانه(٤)	-۲/۱٥	-۰/٦۳	۰/٥۳	۱/۳٤	-	-۰/٤٦	-۰/۷۰	۰/٦۹	-۱/۱۷	-۰/٦۰	-۰/٦۲۸	۰/۲۱۰
وزن هیکتولیتر(٥)	-۲/۱٥	۰/۸۹	۰/۱۱	-۰/٤٤	-۰/٤٦	-	۰/۰۹۱	-۰/۲٥	۰/٦۳	۰/۲٦	۰/٤٥۲	-۱/۱۲
ارتفاع بوته(٦)	-۱/٤۰	۰/۳۸	-۰/۰٦۸	۰/٤۲	۰/٤۹	۰/٤۹	-	-۰/۲۸	۰/۸۱	۰/٤٤	۰/٦۰٥	-۰/٥۹
ارتفاع استقرار بلال(۷)	۰/۲۹۸	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۹	-۰/۰٥۰	-	-۰/۱۳	-۰/۰۳	-۰/۰۸	۰/۱۱۹
تعداد انشعابات گل تاجی(۸)	۱/۱۲	۰/٦۸	۰/۲۹	۰/٦۱	۰/٦۱	۰/٦۱	-۰/٥۱	۰/٤۹	-	-۰/۱۰	-۰/۰۲٤	۰/۳۹۹
سطح برگ پرچم(۹)	-۲/۱۷	-۰/٦۱	-۰/۰٥٥	-۰/٦۸	-۰/٦۱۱	-۰/٦۱۱	۰/٤۱	-۰/۲٥	۰/۲۰	-	-۰/٥۷٦	-۰/٦۲
سطح برگ کل(۱۰)	۲/۹٤	۱/۸٥	۱/۰۸	۱/٥۳	۱/۲۸	۱/۲۸	-۱/۱۹	۱/٦۱	-۱/٤٦	۲/۳۹	۰/۷۷	۱/۱۱
عملکرد بیولوژیک(۱۱)	۳/۹۷	۰/۱۸۲	۱/٦٥	-۱/۱٤	-۰/۳۹	-۰/۳۹	۳/۱۹	-۱/٥۹	۱/٤۰	۱/۱۳	۳/۳۱	-

Residual effects= 1.554

همبستگی، رگرسیون و تجزیه علیت

نتایج همبستگی صفات مورد ارزیابی با عملکرد دانه نشان داد، به جز تعداد دانه در ردیف همه صفات با عملکرد دانه دارای همبستگی معنی‌داری بودند. تعداد دانه در بلال(۰/۸۳٦)، تعداد ردیف در بلال (۰/۹۰۸)، وزن هزار دانه (۰/٦۱٤)، ارتفاع بوته (۰/٤۰٥)، ارتفاع استقرار بلال (۰/۳۸۸)، سطح برگ کل (۰/٦۳٥) و پرچم (۰/۳٦۷) و عملکرد بیولوژیک (۰/٥۳۳) دارای همبستگی مثبت و وزن هکتولیتر(۰/٥۹٤-) و تعداد انشعابات گل تاجی(۰/٤۱۷-) دارای همبستگی منفی بودند. بیشترین ضریب همبستگی به تعداد ردیف دانه در بلال با ضریب ۰/۹۰۸ اختصاص یافت. تعدار ردیف در بلال نیز با وزن هزار دانه (۰/٤۱۸)، سطح برگ پرچم (۰/٥٤٦)، سطح برگ بلال (۰/۳۱۳) و عملکرد بیولوژیکی(۰/٥۳۲) دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بود که سطح برگ پرچم بیشترین همبستگی مثبت را به خود اختصاص داد (جدول ٥). نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نیز نشان داد، در بین صفات مورد ارزیابی، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه و تعداد انشعابات گل تاجی دارای اثر معنی‌داری بوده و وارد معادله تغییرات عملکرد دانه شدند. تعداد ردیف دانه با شیب خط ۰/۲۸٦، دارای بیشترین اثر و وزن هزار دانه نیز با شیب خط ۰/۰۱٤ بعد از آن قرار گرفت. شیب خط تغیرات عملکرد دانه در اثر تعداد انشعابات گل تاجی نیز منفی (۰/۰٥۲-) بود (جدول ٦). همچنین نتایج تجزیه علیت نشان داد، عملکرد بیولوژیک و سطح برگ بلال، بیشترین تاثیر مستقیم را بر عملکرد دانه نشان دادند. به‌طوری که ضریب آنها به ترتیب برابر ۳/۹۷ و ۳- بود. بنابراین افزایش یک واحد در این صفات به ترتیب موجب افزایش ۳/۹۷ و کاهش ۳ واحدی عملکرد دانه می‌شود. کمترین تاثیرات مستقیم (۰/۲۹۸) نیز به ارتفاع استقرار بلال اختصاص یافت. بیشترین تاثیر غیر مستقیم عملکرد بیولوژیک بر عملکرد دانه نیز مربوط به سطح برگ بلال بود که دارای ضریب ۲/٥- بود (جدول ٦ و ۷).

مطالعات دیگر نیز نشان داده تجزیه علیت مهمترین معیار انتخاب جهت اصلاح عملکرد دانه ذرت می‌باشد (سادک و همکاران، ۲۰۰٦؛ امینی فر و همکاران، ۱۳۹۰). تجزیه علیت عملکرد دانه ذرت در لاین‌های اوپک ۲، نشان دادند که بخش اعظم تغییرات عملکرد مربوط به صفات تعداد روز تا ظهور رشته‌های ابریشمی، طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و درصد چوب بلال بوده و به طور کلی سه صفت طول بلال، تعداد دانه در ردیف و قطر بلال به‌عنوان اجزای اصلی عملکرد دانه شدند که با نتایج این مطالعه نیز مطابقت دارد (قربانزاده و همکاران، ۲۰۰۰). در آزمایش دیگری، بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه در ذرت به ارتفاع محل بلال و وزن دانه و کمترین اثر مستقیم منفی روی عملکرد به صفت تعداد کل دانه نسبت داده شد (خاوری خراسانی و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین صفات طول بلال، تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه به عنوان صفات دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه گزارش شده‌اند (دوی و همکاران، ۲۰۰۱). در آزمایش گوانگ و همکاران (۲۰۰۲) دو صفت طول بلال و وزن هزاردانه دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند. همچنین گزارش شده است طول بلال و وزن دانه دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت و ارتفاع محل بلال دارای بیشترین اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه گزارش نمودند (موهان و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۷- تجزیه رگرسیونی گام به گام صفات مورد ارزیابی با عملکرد دانه ارقام مختلف ذرت

صفات مستقل	شیب خط (B)	خطای استاندارد (SE)	T	سطح معنی‌داری
تعداد دانه در بلال	۰/۰۰۱	۰/۰۰٤	۰/۳۱	۰/۷٥٥
تعداد دانه در ردیف	۰/۲٥	۰/۱٤۸	۱/٦۹	۰/۰۹٦
تعداد ردیف در بلال	۰/۲۸	۰/۰٥۹	٤/۸٤	۰/۰۰۰
وزن هزار دانه	۰/۰۱٤	۰/۰۰۲	٦/۰۱	۰/۰۰۰
وزن هیکتولیتر	۰/۰٥۲-	۰/۰٥۳	۰/۹۸-	۰/۳۳۰
ارتفاع بوته	۰/۰۱-	۰/۰۰۹	۱/۰۹-	۰/۲۸۰
ارتفاع استقرار بلال	۰/۰٥۷	۰/۰۱۸	۳/۰٥	۰/۰۰٤
تعداد انشعابات گل تاجی	۰/۰۱٥	۰/۰۳۳	۰/٤٥٥	۰/٦٥۱
سطح برگ پرچم	۰/۰۲٤-	۰/۰۲۲	۱/۰۹-	۰/۲۸۰
سطح برگ کل	۰/۰۰۰۲۳۹	۰/۰۰	۱/۳٥	۰/۱۸۳
عملکرد بیولوژیک	۰/۰۰۰٥-	۰/۰۳٦	۰/۱٤۹-	۰/۸۸۲

عرض از مبدا: ٥/٤٥- و ضریب تبیین (R^2) :۰/۹۲

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد قطع آبیاری تمام صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی را تحت تأثیر قرار داد. قطع آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی بیشتر از قطع آبیاری در مرحله‌ی پرشدن دانه، صفات مورد بررسی را تحت تأثیر قرار داد. ذرت سینگل‌کراس ۷۰٤ بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هکتولیتر را در تمامی سطوح آبیاری داشت. هیبرید ۷۰٤ حساس‌ترین رقم از نظر قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی بوده و بیشترین افت عملکرد را از خود نشان داد و از بیشترین تعداد دانه در هر ردیف بلال در بین هیبریدها برخوردار بوده و هم‌چنین کمترین تغییرات در تعداد دانه در قطع آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی و پرشدن دانه در میان ارقام را به خود اختصاص داده است. در بین صفات مورد ارزیابی، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه و تعداد انشعابات گل تاجی وارد معادله تغییرات عملکرد دانه شدند. همچنین عملکرد بیولوژیک، بیشترین تاثیرات مستقیم را بر عملکرد دانه نشان داد.

منابع

اردلان، و.، ف. آقایاری، ف. پاک نژاد، م. صادقی شعاع، ش. اسماعیل زاده خراسانی، و ف. ریکاز. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش کم آبیاری و شیوههای مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت. مجله زارعت و اصلاح نباتات. جلد ۸، شماره۳: ۱۸۹-۱۷۵.

امینی فر، ج.، غ.ر. محسن آبادی، م.ح. بیگویی، و ح. سمیع زاده. ۱۳۹۰. بررسی روابط میان عملکرد و صفات‌های وابسته به آن در دو گروه رسیدگی سویا از راه تجزیه علیت. فیزولوژی گیاهان زراعی، جلد۳، شماره ۱۱: ۵۸-٤۷.

خواجه، م.، م. موسوی نیک، ع.ر. سیروس مهر، پ. یدالهی ده چشمه، و ا. امیری. ۱۳۹٤. اثر تنش کم آبی و محلول پاشی سلیکون بر عملکرد و رنگدانه های فتوسنتزی گندم در منطقه سیستان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. جلد ۷، شماره ۲٦: ۱۹-۵.

ربانی، ج. و ی. امام. ۱۳۹۰. پاسخ عملکرد دانه هیبریدهای ذرت به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۲: ۷۸-٦۵.

رشیدی، ش. ۱۳۸٤. بررسی اثر خشکی در مراحل مختلف رشد و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شرایط آب و هوایی (مطالعه موردی: استان خوزستان). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. خوزستان.

رفیعی، م. ۱۳۸۱. اثرات تنش کمبود آب، روی و فسفر بر شاخصهای ریشه و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای. پایان نامه دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات اهواز. ۲٦۰ صفحه.

سپهری، ع.، س. مدرس ثانوی، ب. قره یاضی، و ی. ویمینی. ۱۳۸۱. تأثیر تنش آب ومقادیر مختلف نیتروژن برمراحل رشد و نمو عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مجلهٔ علوم زراعی ایران. جلد ٤، شماره ۳: ۲۰۰-۱۸۹.

شعاع حسینی، س. م.، م. فارسی، و ش. خاوری خراسانی. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد در چند هیبرید ذرت دانه‌ای با استفاده از تجزیه علیت. دانش کشاورزی. جلد ۱۸، شماره۱ : ۸۵-۷۱.

شیخی، م.، ن.ع. ساجدی، و م. جیریایی. ۱۳۹۱. تأثیر تنش کمبود آب بر خصوصیات زراعی هیبریدهای ذرت در شرایط اقلیمی اراک. مجله زارعت و اصلاح نباتات. جلد ۸، شماره ۳: ۱۱۰-۱۰۱.

غلامی، ع.و م. محمودی، ۱۳۹۳. بررسی اثر قارچ میکوریزا(VAM) و مقادیرکود فسفر بر ویژگی‌های کمی و کیفی ذرت دانه‌ای سینگل کراس کارون. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز- جلد ٦، شماره ۲۲،:۱۳۰-۱۱۵.

عبدالهی، م و س. ملکی فراهانی، ۱۳۹۳. تاثیر الگوی کم آبیاری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دو گونه بالنگو(Lallemantia royleana) از منطقه مشهد و ارومیه. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۱۲، شماره۳: ۵۱۵-۵۰۲.

قلی پور، س.، عبادی، ع. و ق.، پرمون، ۱۳۹۵. بررسی اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد مواد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.جدل ۸، شماره ۳۱: ۱۲۸-۱۱۱.

ذوالفقاران، ا.، علیزاده ا. ، خاوری، س. ، بنایان، م. و ح. انصاری، ۱۳۹۵. بررسی و مقایسه بهرهوری آب در کشت نشایی و مستقیم ذرت در رژیمهای مختلف آبیاری نشریه آبیاری و زهکشی ایران. جلد۱، شماره ٤: ۵۱۹-۵۰۸.

جعفری، ع.، پاک نژاد، ف.، جامی الاحمدی، م. نصری، م. و م ,ایلکایی، ۱۳۸۸. بررسی روابط علیت عملکرد دانه هیبرید های ذرت در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی. پژوهش‌های به زراعی (تنش‌های محیطی در علوم گیاهی). جلد۱، شماره ۱: ۱۳-۱.

Ahmadi, J., H. Zieinal and R. Chogun. 2000. Study of drought resistance in commercially late maturing dent corn hybrids. Iranian J. Agric. Sci. 31: 891-907.

Bannayan, M., F. Nadjafi, M. Azizi, L. Tabrizi and M. Rastgoo. 2008. Yield and seed quality of Plantago ovata and Nigella sativa under different irrigation treatments. *Indus. Crops Prod.* 27: 11-16.

Campos, H., M. Cooper, J.E. Habben, G.O. Edmeades and J.R. Schussler. 2004. Improving drought tolerance in maize: a view from industry, Field Crops Res. pp.:19-34.

Devi, I. S., S. Muhammad and S. Mohammed. 2001. Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components in double cross of maize (*Zea mays* L.). Crop Rese. Hisar. 21 (3): 335-359.

Emam, Y. and M. Niknejed. 2004. An introduction to the physiology of crop yield. Shiraz university press, 571p.

Emam, Y. and M. Seghateleslami. 2005. Crop, yield, physiology and processes. Shriaz University Press. 593p.

Farley, O. and M. Shaw. 1989. Temperature and soil water effects on maize growth, development, yield and forage quality. Crop Sci. 36: 341-348.

Ghorbanzadeh, M., M. Moghaddam, A. Gerami and A. Bankehsaz. 2000. Path analysis of grain yield in lines and testcrosses of maize OPAC-2. In: Proceedings of the 6th Iranian Crop Sciences Congress, 5-8 Sep., University of Mazandaran, Babolsar, Iran, pp. 66.

Gooding, M., R. Ellis, P. Shewry and J. Schofield. 2003. Effect of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. J. Cereal Sci. 37: 295-309.

Guang, C., Y. Xue and S. X. Gou. 2002. Path analysis of eight yield components of maize. J. Maize Sci. 10 (3): 33-35.

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

Hosseini, S., R. Chvkan, M.R. Byhmta and i.A.S. Mohammad. 2014. Estimation of combining ability and gene effects on maize line susingline × tester analysis under drought stress. Iranian J. Crop Sci. 15(1): 70-60.

Javier García Á., H. Néstor Riaño and S. Magnitskiy. 2014. Simulation of corn (*Zea mays* L.) production in different agricultural zones of Colombia using the Aqua Crop model. Agron. Colombiana. 32(3): 358-366,

Kalamian, S., A. Modares Sanavi and A. Sepehri. 2005. Effect of water deficit at vegetative and reproductive growth stage in leafy and commercial hybrids of maize. Agric. Res. (Water, Soil and Plant). 5: 38-53.

Khavari Khorasani, S., A. Esmaeili. and A. Bankehsaz. 2002. Analysis of correlation and path coefficients of traits related to yield in maize hybrids. Proceedings of the 7th Iranian Crop Sciences Congress, 24-26 Aug., Karaj, Iran, pp. 384.

Mohan Y. C., D. K. Singh and N. V. Rao. 2002. Path coefficient analysis for oil and grain yield in maize (*Zea mays* L.) genotypes. Inte. J. Plant Improv. 4 (1): 75-76.

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

Ouattar, S., R. Jones and K. Crookston. 1987. Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth, and development. Crop Sci. 27: 726-730.

Ritchie, S., J. Hanway and G. Benson. 1992. How a corn plant develops. Special Report No, 48. Iow A State University, P21.

Sadek, S. E., M. A. Ahmed and H. M. Abd-El-Ghaney. 2006. Correlation and path coefficient analysis in parents inbred lines and their six white maize (*Zea mays* L.) single crosses developed and grown in Egypt. J. Applied Sci. Res. 2 (3): 159-167.

Seilsepoor, M., P. Jaafari and H. Mollahosseini. 2006. The effects of drought stress and plant density on yield and some agronomic traits of maize (SC 301). J. Res. Agric.Sci. 2: 13-24.

Seyedzavar J., M. Norouzi, S. Aharizad and B. tahmasebpour. 2014. Evaluation of correlation among traits in corn hybrids under drought stress conditions. Inte. J. Farm. Allied Sci. 3 (10): 1088-1091.

ShoeHosseini, S.M., M. Farsi and K.S. Khavarani. 2009. Evaluation of water deficiton yield and yield components. Several hybrid maize using path analysis. J. Agric. Sci. 18(1): 85-71.

Yordanov, I., Tsonko, T., Velikova, V., Georgieva, K., Ivanov, P., Tsenov, N. and T. Petrova, 2001. Change in CO_2 assimilation, transpiration and stomatal resistance to different wheat cultivars expressing drought under field conditions. Bulg. J. Plant Physiol. 27: 20-33.

Response hybrid cultivar of corn to limitations irrigation during reproductive stage in Mugan area

E. Hady[1], S. Jahanbash[2], M. Kamrani[3]

Received: 2018-10-3 Accepted: 2019-1-23

Abstract

In order to study the effect of irrigation limitations on some physiological characteristics of corn, an experimental in from of split-plot based on randomized complete block design with three replications was carried at the Department of Agriculture and Natural Resources Mugan during cropping season in 2014-2015. Three irrigation regimes (full irrigation, deficit irrigation at flowering and grain filling stage) in the main plot and seven commercial hybrids of corn (Single cross 260, 301, 302, 400, 500, 704 and 370 double-cross) were in the subplots. Analysis of variance showed that the effects of irrigation, hybrid and interaction between irrigation and hybrid was significant for most traits (except LAI and grain yield and biologic yield). Under full irrigation, deficit irrigation at flowering and grain filling stage, hybrid single cross 704, accounted for the highest yield 14.53, 9.38 and 10.53 tons per hectare respectively. Results of correlation analysis showed, the number of grains per corn, number of rows per corn, thousand grain weight, plant height, maize height deployment, total leaf area and flag and biological function positively correlated with grain yield and hectoliter weight and number of tassel branches have were negatively correlated. The highest correlation with grain yield to the number of rows per maize was allocated by a factor of 0.908. Results Regression analysis also showed that the number of rows per maize and thousand kernel weight and number of branches has a significant effect tassel and grain yield were entered into the equation changes 0.286 gradient of grain row has the highest effect. Path analysis results showed that biological yield and corn leaf area, showed the highest direct effect on grain yield. In general, result indicate hybrid 704 was observed compared to other hybrids are corn tolerant to drought stress during flowering led to a further reduction in yield.

Key words: Drought stress, hybrid, path analyses, regression

1- MS Graduate, Department Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2- Associated Professor , Department Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3- Assistant professor, Department Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran