مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات
جلد ١٤، شماره ٢، تابستان ١٣٩٧، صفحات ٢٣-٩

ISSN NO: 2008-8485

مطالعه تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) از نظر صفات مورفو-فیزیولوژیک تحت تنش خشکی

Genetic diversity Study of corn (*Zea mays* L.) genotypes for morpho-physiological traits under drought stress

علیرضا اکبری*[1]، سید حامد قاسمی[2]، علی صارمی‌راد[3] و سید حبیب شجاعی[1]

تاریخ دریافت: ١٣٩٦/٠٩/٠٧ تاریخ پذیرش: ١٣٩٦/١٢/١٥

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که در زمره تنش‌های غیر زیستی می‌باشد و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان اثرگذاری تنش خشکی روی مراحل مختلف رشدی ۲۰ هیبرید ذرت در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر به اجرا درآمد. سطوح تنش خشکی شامل چهار آزمایش (آبیاری نرمال، تنش در مرحله رویشی، تنش در دوره زایشی و قطع آبیاری به‌صورت یک‌درمیان نسبت به شاهد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی در هر یک از شرایط عدم تنش، تنش در مرحله رویشی، تنش در مرحله زایشی و شرایط یک‌درمیان دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد می‌باشند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پارامترهای ژنتیکی، در آزمایش نرمال صفات تعداد روز تا ظهور گل تاجی، در آزمایش تنش رویشی تعداد انشعابات گل تاجی، در آزمایش تنش زایشی تعداد دانه سقط شده و در آزمایش تنش یک‌درمیان تعداد روز تا خشک شدن کاکل دارای وراثت‌پذیری بالاتری بودند. تعداد انشعابات گل تاجی بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی (۷۷/۱۵) و تعداد دانه در ردیف بلال بیشترین ضریب تنوع ژنوتیپی (۷۵/٦) را در آزمایش نرمال نشان دادند. به ترتیب صفات تعداد دانه سقط شده (٤٧/٧ درصد) و پدانکل خارج برگ پرچم (۲۹/۱۰ درصد) در آزمایش تنش رویشی بیش‌ترین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی را به خود اختصاص دادند. بیشترین میزان ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی در آزمایش تنش زایشی به ترتیب با ٤٥/٨ و ۳۷/۲ درصد در صفت تعداد دانه تلقیح شده مشاهده شد. در شرایط آبیاری یک‌درمیان، بالاترین ضریب فنوتیپی متعلق به پدانکل خارج برگ پرچم با ٥١/٢٨ درصد و بالاترین ضریب ژنوتیپی متعلق به درصد چوب بلال با ٤٠/٧٣ درصد بود.

کلمات کلیدی: مرحله رویشی، مرحله زایشی، غیر زیستی و ذرت.

www.iapb.kiau.ac.ir

١- دانشگاه فنی و حرفه‌ای، آموزشکده کشاورزی دماوند، دماوند، ایران

٢- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

٣- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، کرج، ایران.

*- مکاتبه کننده E- mail: Akd1385@yahoo.com

مجله علمی - پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از پر اهمیت‌ترین گیاهان زراعی در جهان محسوب می‌شود، به‌گونه‌ای که سهم عمده‌ای در تأمین غذای بسیاری از مردم جهان دارد (Liu *et al.*, 2010; Jans *et al*, 2010; Panda *et al.*, 2004). این گیاه به همراه گندم و برنج در حدود ۳۰ درصد از انرژی ۴/۵ میلیارد جمعیتی که در ۹۴ کشور در حال توسعه زندگی می‌کنند را تأمین می‌نماید. در این کشورها بیش از یک‌سوم کودکان دچار سوءتغذیه هستند (Hoisington *et al.*, 1996; Von Braun *et al.*, 2010). بر اساس پیش‌بینی‌ها تا سال ۲۰۵۰ میلادی در کشورهای در حال توسعه تقاضا برای ذرت تقریباً دو برابر تقاضای فعلی خواهد بود (Chaudhary *et al.*, 2014). با این حال برآورد شده است که تنش خشکی هر ساله سبب کاهش ۲۰- ۱۵ درصد عملکرد دانه در ذرت می‌شود و ممکن است این میزان به دلیل تغییرات اقلیمی و افزایش خشک‌سالی روند صعودی را پیش گیرد (FAO, 2010).

خشکی به کمبود آب در پیرامون ریشه گیاهان اشاره دارد و باعث کاهش عملکرد در طول دوره تولید محصول می‌شود (Rampino *et al.*, 2006; Passioura, 2007; Nevo and Chen, 2010). لذا تحمل به خشکی، به توانایی گیاهان برای زنده ماندن و تولید محصول در شرایط کمبود آب گفته می‌شود (Fleury *et al.*, 2010).

زمان، مدت و شدت تنش خشکی معمولاً غیر قابل پیش‌بینی است. پاسخ گیاه به تنش خشکی بسیار پیچیده می‌باشد، زیرا شامل تعدادی از فرآیندهای فیزیو-بیوشیمیایی در سطح سلول و ویژگی‌های متفاوتی از اثر برهمکنش با واکنش‌های مختلف در تمام قسمت‌های گیاه است (Witcombe *et al.*, 2008; Kadam, 2012). تنش خشکی معمولاً با تنش گرما همراه است و هم‌زمان شدن این دو تنش غیر زیستی در شرایط مزرعه می‌تواند اثرات مؤثری بر تولید محصول نسبت به اثرات تنش خشکی داشته باشد (Salekdeh *et al.*, 2009). آبیاری به‌خصوص برای تعداد زیاد کشاورزان گزینه مناسبی نیست و پتانسیل محدودی برای گسترش آبیاری در کشورهای در حال توسعه وجود دارد (World Bank, 2005). اصلاح نباتات در گذشته عملکرد محصول در شرایط تنش خشکی را بهبود بخشیده است (Cattivelli *et al.*, 2008).

کیکر (Cakir, 2004) در آزمایشی که جهت مطالعه تأثیر استرس رطوبتی در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی ذرت انجام داد، به این نتیجه رسید که تنش خشکی طی کاکل‌دهی منجر به کاهش ارتفاع گیاه و نیز توسعه سطح برگ در ذرت می‌شود. کاهش آب طی رشد رویشی سریع موجب کاهش ۳۲- ۲۸ درصدی وزن ماده خشک نهایی می‌شود. کامپوس و همکاران (Campos *et al.*, 2004) طی مطالعه‌ای که برای بهبود تحمل به خشکی در ذرت انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که ذرت در مرحله گلدهی، زمان رشد خامه و گرده‌افشانی بیشتر به خشکی حساس است. آن‌ها گزارش نمودند که عملکرد تحت استرس در مرحله گلدهی بستگی بسیار زیادی با تعداد دانه با هر بلال دارد.

افزایش تقاضای ذرت با توجه به افزایش جمعیت جهان یک امر اجتناب‌ناپذیر است. در این میان علاوه بر ژنوتیپ گیاه، تغییرات اقلیمی (محیط) نیز نقش بسزایی در عملکرد گیاهان ایفا می‌کند. خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که بهره‌وری محصول ذرت و دیگر گیاهان زراعی را با کاهش مواجه می‌سازد. به‌کارگیری ژن‌ها برای افزایش تحمل به خشکی و ایجاد ثبات در عملکرد یک راهکار مناسب و مهم تلقی می‌شود که ثبات در تولید محصول جهانی را به همراه خواهد داشت. بهبود تحمل به تنش خشکی و افزایش بهره‌وری آب (WUE) در این گیاه از مهم‌ترین اهداف به‌نژادگران می‌باشد. آگاهی از میزان پارامترهای فنوتیپی و ژنتیکی موجود در گونه گیاهی جهت مطالعات ژنتیکی و به‌نژادی گیاهی، برای انتخاب دقیق ژنوتیپ‌های موردنظر بر اساس اهداف برنامه‌های اصلاحی، ضرورت فراوانی دارد. درک ماهیت سازوکارهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، ژنتیکی و مولکولی تحت تأثیر تحمل به تنش خشکی می‌تواند نقش کلیدی در توسعه ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی جهت کشت در مناطق مستعد خشکی که امکان کشت وجود دارد، ایفا نماید. بنا به آنچه گفته شد، استفاده از تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم‌های ذرت به‌منظور شناخت روابط سازوکارهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و درک وراثت‌پذیری آن‌ها و نیز شناسایی دقیق مهم‌ترین صفاتی که

www.japb.kiau.ac.ir

عملکرد ذرت را در هر یک از شرایط نرمال و تنش خشکی تحت تأثیر قرار می‌دهد، از اهداف اصلی این مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه و ۱۳۲۱ متر ارتفاع از سطح دریا روی ۲۰ هیبرید ذرت (اسامی هیبریدها در جدول ۱ آورده شده است) انجام شد. کرج با متوسط ۱۰ ساله بارندگی ۲۵۶ میلی‌متر در سال جزء مناطق نیمه‌خشک دسته‌بندی می‌شود.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت چهار شرایط عدم تنش (نرمال)، تنش در مرحله رویشی (قطع آبیاری در ابتدا رشد سریع تا ظهور نوک گل تاجی)، تنش در دوره زایشی (قطع آبیاری بعد از گرده‌افشانی تا دندانه‌ای شدن دانه‌ها) و تنش یک‌درمیان (قطع آبیاری به‌صورت یک‌درمیان نسبت به شاهد) انجام شد.

عملیات زراعی شامل شخم، دیسک تسطیح و ایجاد فارو بود که در هر قطعه آزمایشی به‌طور یکسان انجام شد. به این ترتیب که ابتدا در پاییز سال قبل زمین مورد نظر یک شخم عمیق، سپس در فصل بهار یک دیسک سنگین زده شد و زمین تسطیح گردید. همچنین قبل از کاشت مقدار ۶ لیتر در هکتار سم اردیکان و ۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره اضافه گردید و با یک دیسک سبک با خاک مخلوط شد و در مرحله ۹-۷ برگی مقدار ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره به‌صورت سرک به مزرعه داده شد. هر کرت در یک ردیف ۴۱ کپه‌ای به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و در کپه تعداد ۳ بذر کاشته شد که بعد از جوانه‌زنی و اطمینان از سبز شدن بوته‌ها به‌جز یک بوته بقیه بوته‌ها حذف گردیدند.

در آزمایش نرمال بر حسب نیاز آبی گیاه به‌طور معمول از ابتدای کاشت تا پایان برداشت و هر ۱۰ روز یک‌بار آبیاری صورت گرفت. در آزمایش تنش رویشی آبیاری تا ابتدای مرحله رشد سریع به‌طور معمول و پس از آن تا ابتدای ظهور گل تاجی آبیاری به‌طور کل متوقف گردیده و سپس تا پایان برداشت آبیاری به‌طور معمول ادامه داشت. در آزمایش تنش زایشی آبیاری تا آغاز گرده‌افشانی به‌طور معمول و سپس از این مرحله تا خاتمه دوره دندانه‌ای شدن دانه آبیاری متوقف گردیده و سپس آبیاری به‌طور معمول ادامه یافت در آزمایش تنش عمومی (یک‌درمیان) آبیاری به‌صورت دو دوره متوالی ۱۰ روزه بود که یک دوره مزرعه آبیاری شد و در دوره ۱۰ روزه بعد آبیاری قطع گردیده و تا آخر مرحله برداشت به‌صورت یک‌درمیان آبیاری و تنش ادامه یافت. صفات تعداد روزتاجوانه زدن، تعداد روزتاظهور کاکل، تعداد روزتاظهور گل تاجی، تعداد روزتاظهور گرده افشانی، تعداد روزتاتمام شدن گرده افشانی، تعداد روزتاخشک شدن کاکل، تعداد روزتارسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، سطح برگ بلال، طول کل پدانکل گل تاجی، پدانکل خارج برگ پرچم، طول کل محور گل تاجی، طول کل محور مرکزی گل تاجی، تعداد انشعابات گل تاجی، تعداد دانه تلقیح شده، تعداد دانه سقط شده، وزن هزار دانه، دانه در ردیف بلال، ردیف دانه در بلال، درصد چوب بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه، طول بلال، مدت گرده‌افشانی و عمکرد دانه مورد ارزیابی و یادداشت‌برداری قرار گرفت.

به‌منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی در هر یک از چهار شرایط عدم تنش، تنش در مرحله رویشی، تنش در مرحله زایشی و تنش یک در میان تجزیه واریانس برای تمامی صفات مورد مطالعه انجام شد. سپس وراثت‌پذیری بر اساس روش فالکونر (Falconer, 1989) از طریق رابطه $h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2}$ برآورد گردید که در آن σ_g^2 واریانس ژنتیکی و σ_p^2 واریانس فنوتیپی بدست آمده از جدول تجزیه واریانس بر طبق روش کومستاک و رابینسون (Comstock and Robinson, 1952) است. جهت برآورد ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی از روش سینگ و چودوری (Singh and Chaudhary, 1979) با استفاده از روابط $GCV\ (\%) = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X}$ و $PCV\ (\%) = \frac{\sqrt{\sigma_p^2}}{X}$ استفاده شد که در آن σ_g^2، σ_p^2 و X به ترتیب واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی و میانگین صفت می‌باشند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و محیط Excel انجام شد.

www.iaab.kiau.ac.ir

جدول ١- اسامی هیبریدهای مورد مطالعه در آزمایش

Table 1. Names of the studied hybrids in the experiment

ردیف Row	هیبرید Hybrid	ردیف Row	هیبرید Hybrid
1	KSC 704	11	KLM 75010/4-4-1-2-1-1 X MO17
2	KSC 700	12	KLM 75010/4-4-1-2-1-1 X B73
3	KSC 720	13	BC 666
4	20 NSX K 19	14	BC 678
5	KLM 76002/4-2-1-2-1-1 X K 19/1	15	ZP 677
6	20 NS X K 19/1	16	ZP 684
7	K 47/2-2-1-2-1-1-1 X K 19/1	17	G- 3393
8	KLM 76005/7-1-2-1-1-1 X K 19/1	18	NS 540
9	K 47/2-2-1-2-3-1-1 X K 19/1	19	G- 3261
10	K 74/1 X MO17	20	G- 72019

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای کلیه صفات مورد بررسی در هر چهار شرایط آبیاری نرمال، تنش در مرحله رویشی، تنش در مرحله زایشی و آبیاری یک‌درمیان در جدول ٢ آمده است.همان طور که مشاهده می‌شود در شرایط آبیاری نرمال صفات تعداد روز تا جوانه زدن، تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا ظهور گل تاجی، تعداد روز تا تمام شدن گرده، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، وزن هزار دانه، قطر چوب بلال، تعداد دانه ردیف بلال، ASI و عملکرد دانه (تن در هکتار) در سطوح ٠/٠٥ و ٠/٠١ دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در شرایط آزمایش تنش رویشی تعداد روز تا جوانه زدن، تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا ظهور گل تاجی، تعداد روز تا خشک شدن کاکل، ارتفاع بوته، پدانکل خارج برگ پرچم، طول کل محور گل تاجی، ارتفاع بلال، تعداد انشعابات گل تاجی، تعداد دانه تلقیح شده، تعداد دانه سقط شده، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، طول بلال، عمق دانه، طول مدت گرده‌افشانی، ASI و عملکرد دانه (تن در هکتار) در سطوح ٠/٠٥ و ٠/٠١ دارای اختلاف معنی‌دار بودند و در شرایط آزمایش تنش زایشی، تعداد روز تا جوانه زدن، تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا ظهور گل تاجی، تعداد روز تا ظهور گرده، تعداد روز تا تمام شدن گرده، ارتفاع بوته، پدانکل خارج برگ پرچم، طول کل محور گل تاجی، تعداد انشعابات گل تاجی، تعداد دانه تلقیح شده، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه بلال، عمق دانه، قطر بلال، قطر چوب بلال، طول مدت‌زمان گرده‌افشانی و همچنین عملکرد دانه در سطوح ٠/٠٥ و ٠/٠١ دارای اختلاف معنی‌داری بودند.

در آزمایش آبیاری یک‌درمیان نتایج حاکی از معنی‌دار بودن صفات تعداد روز تا جوانه زدن، تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا تمام شدن گرده، تعداد روز تا خشک شدن کاکل، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، پدانکل خارج برگ پرچم، طول محور مرکزی گل تاجی، سطح برگ بلال، تعداد انشعابات گل تاجی، تعداد دانه تلقیح شده، وزن هزار دانه، قطر بلال، قطر چوب بلال، ASI و عملکرد دانه (تن در هکتار) بود.

همچنین لازم به ذکر است در همین جدول (جدول ٢) اطلاعات مربوط به ضریب تغییرات (CV)، حداقل میانگین‌ها و حداکثر میانگین‌ها نیز وجود دارد.

تنش خشکی در مرحله رویشی نسبت به سایر تنش‌ها اثر کمتری در کاهش عملکرد داشته است که این امر ناشی از این مطلب است که تنش خشکی در این مرحله موجب از دست رفتن ریشه‌های کم عمق و افزایش ریشه‌های عمیق می شود. پس رشد ریشه به سمت خاک مرطوب می‌تواند به‌عنوان خط دفاعی مقابل خشکی محسوب شود که خود افزایش ظرفیت رشد ریشه با هدف دستیابی به گیاهان زراعی مقاوم به خشکی یکی از اهداف اصلاحگران در برنامه اصلاحی است. در مرحله تنش رویشی با دسترس قرار گرفتن به‌موقع آب برای گیاه (مرحله گلدهی گیاه) موجب گردید که کمترین اثر منفی نسبت به سایر مراحل تنش روی عملکرد داشته باشد در حقیقت زمانی که گیاه در

www.rapb.kiau.ac.ir

حساس‌ترین مرحله می‌باشد (مرحله گلدهی، دانه‌بندی) آب کافی در اختیار گیاه قرار گرفته است، عامل مهم دیگر در افزایش عملکرد در ذرت دمای مناسب زمان گرده‌افشانی است که در آزمایش تنش رویشی به علت مناسب‌تر بودن دمای گرده‌افشانی موجب تلقیح سریع‌تر و کامل‌تر شده است (McPherson and Boyer, 1977). در تنش رویشی صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، طول کل پدانکل گل تاجی، طول کل محور گل تاجی، طول محور مرکزی گل تاجی، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه بلال، تعداد دانه تلقیح شده، قطر چوب بلال، طول بلال، عمق دانه و ASI دارای میانگین کمتری نسبت به آزمایش نرمال بودند. صفات تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا ظهور گل تاجی، تعداد روز تا ظهور گرده، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، تعداد روز تا خشک شدن کاکل، پدانکل خارج برگ پرچم، تعداد دانه سقط شده، تعداد انشعابات گل تاجی، قطر بلال و درصد چوب دارای میانگین بیشتری نسبت به آزمایش نرمال بودند. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تنش رویشی صفات فیزیولوژیک کاهش بیشتری نسبت به صفات اجزاء عملکرد داشته است. در آزمایش تنش زایشی تنش در مراحل بحرانی گرده‌افشانی شامل ریزش دانه گرده و پر شدن دانه بوده است که این مطلب می‌تواند بیشترین اثر را روی عملکرد داشته باشد. طبق تحقیقات یلدریم و کودال (Yildirim and kodal, 1998) حساسیت ذرت به کمبود آب در مرحله گلدهی می‌باشد. در آزمایش تنش زایشی در صفات ASI، عمق دانه، قطر بلال، قطر چوب بلال، درصد چوب، تعداد دانه در ردیف بلال و وزن هزار دانه دارای میانگین کمتری نسبت به شرایط تنش نرمال بودند. آزمایش تنش زایشی و نرمال دارای میانگین تقریباً برابری بود ند. در آزمایش تنش یک‌درمیان، تنش باعث عدم بروز حداکثر پتانسیل در بلال‌ها گردیده است بطوریکه در تمام مراحل رشد گیاه میزان آب کمتری در خاک برای استفاده گیاه وجود داشته است و باعث افزایش ASI در میانگین صفات و کاهش میانگین تعداد دانه تلقیح شده، عمق دانه، قطر چوب بلال، ارتفاع بوته و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک گردیده است و در کل در تمام مراحل اعم از رویشی و زایشی آب کافی در اختیار گیاه نبوده است و باعث کاهش عملکرد در این مرحله شده است.

به‌طورکلی تنش در مرحله رشد رویشی کمترین کاهش عملکرد و تنش در مرحله زایشی بیشترین کاهش عملکرد را در پی داشته است.

تنوع و وراثت‌پذیری صفات

جهت برآورد ضرایب تغییرات فنوتیپی و ضرایب تغییرات ژنوتیپی، برای صفات تحت بررسی از میانگین کرت‌های آزمایشی استفاده شد. نتایج حاصله در جدول (۳) ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بالاترین ضریب تنوع فنوتیپی در آزمایش نرمال مربوط به تعداد انشعابات گل تاجی (۷۷/۱۵) و بیشترین ضریب تنوع ژنوتیپی مربوط به تعداد دانه در ردیف بلال با ۷۵/۶ درصد می‌باشد. پائین ترین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به صفات وزن هزار دانه و تعداد روز تا خشک شدن کاکل به ترتیب با ۳/۰۱ و ۰/۱۰۸ درصد می‌باشد و سایر صفات در دامنه تغییرات فوق قرار گرفته‌اند. در شرایط آزمایش تنش رویشی بالاترین ضریب تنوع فنوتیپی مربوط به تعداد دانه سقط شده به میزان ۴۷/۷ درصد و بیشترین ضریب تنوع ژنوتیپی مربوط به پدانکل خارج برگ پرچم با ۲۹ درصد می‌باشد و کمترین ضریب تنوع فنوتیپی مربوط به تعداد روز تا ظهور کاکل با ۱/۷ درصد می‌باشد. کمترین ضریب تنوع ژنوتیپی مربوط به تعداد روز تا ظهور گرده با ۰/۱ درصد است. در آزمایش تنش زایشی بالاترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی متعلق به تعداد دانه تلقیح شده است که به ترتیب ۴۵/۸ و ۳۷/۲ درصد برآورد شده است. کمترین ضریب فنوتیپی و ژنوتیپی متعلق به صفات تعداد روز تا تمام شدن گرده و عمق دانه که به ترتیب ۲/۱۸ و ۰/۷۴ درصد می باشد، بود. همچنین در آزمایش تنش یک‌درمیان بالاترین ضریب فنوتیپی متعلق به پدانکل خارج برگ پرچم با ۵۱/۲۸ درصد و بالاترین ضریب ژنوتیپی متعلق به درصد چوب بلال با ۴۰/۷۳ در صد می‌با شد. پایین‌ترین ضریب فنوتیپی متعلق به تعداد روز تا خشک شدن کاکل با ۲/۰۵ درصد و کمترین ضریب ژنوتیپی متعلق به صفت تعداد روز تا ظهور گل تاجی با ۰/۸۵ درصد می‌باشد.

www.lapb.kiau.ac.ir

همان‌طور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود میزان ضریب تنوع فنوتیپی برای تمام صفات در هر چهار شرایط نرمال، تنش رویشی، زایشی و یک‌درمیان بیشتر از ضریب تنوع ژنوتیپی است که نشان‌دهنده تاثیرعوامل محیطی بر روی این صفات است. با توجه به اینکه واریانس فنوتیپی از مجموع واریانس محیطی و ژنوتیپی تشکیل شده است و اگر واریانس ژنوتیپی را ثابت فرض کنیم آنچه باعث می‌شود یک صفت در تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی متفاوت باشد واریانس محیطی است؛ یعنی اگر صفتی تنوع فنوتیپی بالا و تنوع ژنوتیپی پایین داشته باشد این امر نشان‌دهنده اثر محیط است.

در شرایط آزمایش نرمال بالاترین وراثت‌پذیری متعلق به صفت تعداد روز تا ظهور گل تاجی (۵۳ درصد) و کمترین آن متعلق به صفت قطر بلال (۱/۲ درصد) می‌باشد. همچنین در شرایط آزمایش تنش رویشی بالاترین وراثت‌پذیری متعلق به تعداد دانه تلقیح شده (۶۵/۲۲ درصد) و کمترین متعلق به تعداد روز تا ظهور گرده با (۰/۳ درصد) می‌باشد. در شرایط زایشی بالاترین وراثت‌پذیری متعلق به تعداد روز تا ظهور گل تاجی با ۶۵/۵ درصد و کمترین متعلق به عمق دانه با ۰/۷۸ درصد می‌باشد. در شرایط تنش یک‌درمیان بالاترین وراثت‌پذیری مربوط به تعداد روز تا خشک شدن کاکل با ۷۵/۲ درصد و کمترین آن متعلق به قطر بلال با ۱/۵ درصد هست. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان وراثت‌پذیری در صفات آزمایش نرمال در مقایسه با صفات آزمایش زایشی، رویشی و یک‌درمیان نشان می‌دهد که وراثت‌پذیری در شرایط تنش (رویشی، زایشی و یک‌درمیان) نسبت به شرایط بدون تنش بالاتر است و این به دلیل آن است که واریانس ژنتیکی در شرایط آزمایش تنش بالاتر است.

لازم به ذکر است که بعضی از صفات مانند تعداد روز تا جوانه زدن و تعداد روز تا ظهور کاکل در آزمایش تنش زایشی، یک‌درمیان و نرمال و یا صفت تعداد روز تا ظهور کاکل در آزمایش تنش رویشی و یک‌درمیان وجود دارند که حتی واریانس ژنتیکی آن‌ها در شرایط آزمایش تنش کوچک‌تر است، اما وراثت‌پذیری بالاتری دارند زیرا اثر محیط بر روی این صفات بیشتر است. در مورد صفاتی که تغییر چندانی در وراثت‌پذیری‌شان در دو محیط تنش و بدون تنش مشاهده نمی‌شود، علت آن می‌تواند عدم تأثیر محیط به روی تظاهر این صفات باشد.

با برآورد مقادیر وراثت‌پذیری عمومی صفات (جدول ۳) و مقایسه آن‌ها در شرایط تنش رویشی، زایشی، یک‌درمیان و بدون تنش نشان می‌دهد که در صد وراثت‌پذیری اکثر صفات در شرایط تنش بالاتر از صفات متناظر در شرایط بدون تنش است. این امر مبین این مطلب است که واریانس فنوتیپی این صفات به نسبت خیلی بیشتر از واریانس ژنتیکی در شرایط تنش نزول کرده است که با توجه به ثابت بودن جزء واریانس ژنتیکی در صورت و مخرج کسر، واریانس محیطی است که در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش کاهش پیدا کرده است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس بعضی از صفات در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار گردیدند و بعضی از صفات نیز غیر معنی‌دار گردیدند. بالاترین وراثت پذیری در آزمایش آبیاری نرمال مربوط به تعداد روز تا ظهور گل تاجی، در آزمایش تنش رویشی تعداد انشعابات گل تاجی، در آزمایش تنش زایشی تعداد دانه سقط شده و در آزمایش تنش یک‌درمیان تعداد روز تا خشک شدن کاکل می‌باشد. صفت تعداد انشعابات گل تاجی بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی و تعداد دانه در ردیف بلال بیشترین ضریب تنوع ژنوتیپی را در آزمایش نرمال نشان دادند. به ترتیب صفات تعداد دانه سقط شده و پدانکل خارج برگ پرچم در آزمایش تنش رویشی بیش‌ترین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی را به خود اختصاص دادند. بیشترین میزان ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی در آزمایش تنش زایشی در صفت تعداد دانه تلقیح شده مشاهده شد. در شرایط آبیاری یک‌درمیان، بالاترین ضریب فنوتیپی متعلق به پدانکل خارج برگ پرچم و بالاترین ضریب ژنوتیپی متعلق به درصد چوب بلال بود.

www.japb.kau.ac.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف هیبریدهای ذرت درچهار شرایط آبیاری نرمال، تنش رویشی، تنش زایشی ویک درمیان

Table 2. Analysis of variance of different traits of maize hybrids in four conditions

		میانگین مربعات															
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد روز تا جوانه زدن				تعداد روز تاظهور کاکل				تعداد روز تا ظهور گل تاجی				تعداد روز تا ظهور گرده			
		N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G
تیمار	19	0.85**	0.5**	0.96**	0.74**	10.9**	3.16	6.88**	12.7**	11.84**	3.73	8.04**	8.27	12.62	3.04	7.57**	10.94
تکرار	2	0.86	0.65	0.94	0.15	0.86	2.81	37.86	28.69	1.04	1.08	17.81	8.7	66.35	1.11	18.11	9.81
خطا	38	0.23	0.18	0.34	0.13	3.07	2.11	2.83	4.3	2.7	2.64	1.53	7.13	2.91	3.91	1.90	6.74
CV%		4.15	3.65	5.03	3	2.24	1.66	2.17	2.58	2.3	1.96	1.71	3.7	2.29	2.29	1.58	3.4
میانگین		11.68	11.64	11.59	12.1	78.3	87.18	77.45	80.38	71.68	82.71	72.13	71.96	74.25	86.08	74.58	74.36
حداقل		11	11	10.66	11.33	74.66	81	68	75	68.66	81	68	69	77.33	84	70.66	71
حداکثر		13.33	12.66	13.5	13.66	82.33	95	74.66	84.33	75.33	85	74.66	75.66	78	89	77.33	78.33

*اختلاف در سطح احتمال ۵٪ **اختلاف در سطح احتمال ۱٪ N= آبیاری نرمال V = تنش در مرحله رویشی R = تنش در مرحله زایشی G=تنش درمرحله یک در میان

ادامه جدول ۲-تجزیه واریانس صفات مختلف هیبریدهای ذرت درچهار شرایط آبیاری نرمال، تنش رویشی، تنش زایشی ویک درمیان

Continue Table 2 Analysis of variance of different traits of maize hybrids in four conditions

		میانگین مربعات															
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد روز تا تمام شدن گرده				تعداد روز تا خشک شدن کاکل				تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک				ارتفاع بوته			
		N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G
تیمار	19	9.26**	3.64	5.2**	7.67*	0.78	41.28*	6.92	8.47**	27.39*	4.5	134.79	54.71**	302.6	660.17**	236.4**	139.44*
تکرار	2	45.71	0.77	13.51	19.47	1.95	21.88	32.55	7.03	154.7	3.96	237.18	18.62	1756.55	1966.63	238.5	3180.2
خطا	38	3.62	3.32	1.95	3.39	0.75	17.91	4.33	2.6	12.22	10.48	156.65	20.97	232.7	30.02	90.01	189.44
CV%		2.37	2.01	1.75	2.27	0.84	3.92	2.3	1.57	2.7	2.18	11.14	3.69	9.07	8.99	5.29	10.2
میانگین		80.33	90.48	79.88	81.03	103.35	107.72	90.2	103.75	128.59	148.5	112.33	123.81	168.1	60.93	179.16	134.55
حداقل		77.33	87.33	77	76.66	103	104.3	87.66	103	122.33	146.3	111	120.23	153.67	46.5	159	11.33
حداکثر		83.66	92.33	82.3	83.66	104.66	125	93	110	134.66	151	122	138.66	193.33	71.66	196	157.67

*اختلاف در سطح احتمال ۵٪ **اختلاف در سطح احتمال ۱٪ N= آبیاری نرمال V = تنش در مرحله رویشی R = تنش در مرحله زایشی G=تنش درمرحله یک در میان

www.iapbiotech.ir

ادامه جدول ٢-تجزیه واریانس صفات مختلف هیبریدهای ذرت درچهار شرایط آبیاری نرمال، تنش رویشی، تنش زایشی ویک درمیان

Continue Table 2 Analysis of variance of different traits of maize hybrids in four conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات															
		ارتفاع بلال				سطح برگ				طول کل پدانکل گل تاجی				بداتکل خارج برگ پرچم			
		N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G
تیمار	19	183.93	98.86**	146.74	132.14	4443.70	2576.73	8054.63	6413.17	16.78	1.99	14.46	8.03	4.30	2.28**	7.80**	2.6*
تکرار	2	330.2	103.44	1110.31	20.12	13495.59	20520.52	56878.53	15788.63	46.18	4	32.3	75.4	5.99	0.44	20.75	9.14
خطا	38	135.67	30.02	117.29	81.35	7000.46	3517.29	8826.62	3971.62	14.69	2.32	3.82	5.25	4.83	0.4	2.66	1.47
CV%		13.12	8.99	11.01	9.62	18.21	13.98	20.59	12.68	22.34	28.81	20.5	22.15	22.42	23.52	21.3	35.6
میانگین		98.05	60.93	98.28	93.67	459.28	424.05	456.26	496.67	17.15	5.11	45.7	10.35	6.78	2.72	7.65	2.65
حداقل		82	46.5	86.66	78	391	379.6	278.54	409.29	12.55	4	50	6.4	4.8	1	3.75	0.99
حداکثر		115	71.96	114.33	103	517.55	471.61	19594	582.7	21.2	6.89	41	13	9.13	4.2	10.26	6.1

*اختلاف در سطح احتمال ۵٪ **اختلاف در سطح احتمال ۱٪ N= آبیاری نرمال V = تنش در مرحله رویشی R = تنش در مرحله زایشی G=تنش درمرحله یک در میان

ادامه جدول ٢-تجزیه واریانس صفات مختلف هیبریدهای ذرت درچهار شرایط آبیاری نرمال، تنش رویشی، تنش زایشی ویک درمیان

Continue Table 2 Analysis of variance of different traits of maize hybrids in four conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات															
		طول کل محور گل تاجی				طول محور مرکزی گل تاجی				تعداد انشعابات گل تاجی				تعداد دانه تلفیح شده			
		N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G
تیمار	19	26.48	44.66*	43.79*	27.37	2.05	5.1	3.41	21.92*	1.82	8.02**	1.89*	4.48**	11733.35	25639.78**	18335.46**	8200.21*
تکرار	2	123.5	109.54	310.44	358.41	20.81	1.05	12.35	35.82	2	1.53	1.55	1.31	25314.28	2292.37	119419.8	3193
خطا	38	55.29	19.26	20.15	18.87	4.32	7.74	2.13	10.59	1.61	1.21	0.95	1.57	13083.26	8440.97	6407.16	6017.9
CV%		18.19	17.08	10.65	11.86	7.2	13.95	5.03	12	13.27	12.15	11.83	15.02	25.72	23.37	24.45	35.3
میانگین		40.87	25.68	42.12	36.62	28.81	19.93	29.05	26.65	8.12	9.06	8.25	8.36	444.66	393.07	327.29	19.63
حداقل		30.8	17.6	34.73	31.46	27.66	17.66	26.3	6.33	6.33	6	7	6.33	301	167.5	157	122
حداکثر		43.90	33.60	49.82	41.3	30.66	22.33	31	11	9.5	13	9.66	11	55	533	467	327

*اختلاف در سطح احتمال ۵٪ **اختلاف در سطح احتمال ۱٪ N= آبیاری نرمال V = تنش در مرحله رویشی R = تنش در مرحله زایشی G=تنش درمرحله یک در میان

www.rapd.kiau.ac.ir

ادامه جدول ۲-تجزیه واریانس صفات مختلف هیبریدهای ذرت درچهار شرایط آبیاری نرمال، تنش رویشی، تنش زایشی ویک درمیان

Continue Table 2 Analysis of variance of different traits of maize hybrids in four conditions

		میانگین مربعات															
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه سقط شده				وزن هزار دانه				تعداد دانه در ردیف بلال				تعداد ردیف دانه بلال			
		N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G
تیمار	19	28.23	1.86*	51.63	8.52	2080.59**	3134.69*	2571.82*	2400.96*	50.42	81.71*	58.35*	17.88	7.46*	7.8**	13.16**	5.60
تکرار	2	19.26	0.82	5.49	3.93	218.75	60.87	291.66	1668	94.19	15.97	319.3	15.39	3.96	1.63	122.57	1.62
خطا	38	28.23	1.36	37.54	5.56	613.48	1792.45	1662.28	1706.66	52.02	17.01	26.80	17.22	3.56	1.65	5.30	4.12
CV%		3.59	34.04	25.20	30.54	7.70	11.56	19.84	13.71	25.52	15.67	21.48	23	12.52	8.72	19.32	17.18
میانگین		7.90	2.59	24.24	7.72	318.75	365.94	205.41	297.83	28.25	26.31	24.09	18.01	15.08	14.76	11.91	11.37
حداقل		3.76	1.20	17.40	4.90	266.67	295	150	233.33	18.15	13	14.53	12.40	10.58	10.56	7.56	8.13
حداکثر		14.36	4.63	37.40	11.70	350	428.30	266.67	333.33	36	34.26	31.46	22.30	17.06	17.93	15.28	14.20

*اختلاف در سطح احتمال ۵٪ **اختلاف در سطح احتمال ۱٪ N= آبیاری نرمال V = تنش در مرحله رویشی R = تنش در مرحله زایشی G=تنش درمرحله یک در میان

ادامه جدول ۲-تجزیه واریانس صفات مختلف هیبریدهای ذرت درچهار شرایط آبیاری نرمال، تنش رویشی، تنش زایشی ویک درمیان

Continue Table 2 Analysis of variance of different traits of maize hybrids in four conditions

		میانگین مربعات															
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد چوب بلال				قطر بلال				قطر چوب بلال				عمق دانه			
		N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G
تیمار	19	41.32	83.22**	0.003	574.21*	0.13	0.45**	0.22	0.016*	0.05*	0.025*	0.18**	0.041*	0.04	0.015**	0.023*	0.004
تکرار	2	242.41	1.53	0.001	369.63	0.71	0.195	0.066	0.029	0.08	0.004	0.129	0.117	0.07	0.0019	0.003	0.0015
خطا	38	33.93	23.85	0.0019	321.42	0.12	0.17	0.21	0.012	0.024	0.004	0.07	0.032	0.03	0.035	0.01	0.0042
CV%		27.50	21.47	25.76	43.11	8.41	9.30	13.28	5.86	6.84	4.50	12.88	9.68	17.73	5.80	14.73	8.47
میانگین		21.14	22.74	0.16	41.58	4.26	4.40	3.51	1.89	2.30	2.39	2.06	1.58	0.98	1.01	0.73	0.77
حداقل		14	11.30	0.12	23.53	3.58	3.82	3.09	1.68	1.99	2.63	1.56	1.08	0.62	0.79	0.59	0.69
حداکثر		29.03	35.73	0.25	71.33	4.6	5.78	4.14	2.04	2.65	2.24	2.50	2.07	1.16	1.22	0.94	0.86

*اختلاف در سطح احتمال ۵٪ **اختلاف در سطح احتمال ۱٪ N= آبیاری نرمال V = تنش در مرحله رویشی R = تنش در مرحله زایشی G=تنش درمرحله یک در میان

www.rapdkiau.ac.ir

ادامه جدول ۲-تجزیه واریانس صفات مختلف هیبریدهای ذرت درچهار شرایط آبیاری نرمال، تنش رویشی، تنش زایشی ویک درمیان

Continue Table 2 Analysis of variance of different traits of maize hybrids in four conditions

		میانگین مربعات															
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول بلال				طول مدت زمان گرده افشانی				ASI				عملکرد دانه تن در هکتار			
		N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G	N	V	R	G
تیمار	19	2.69	3.17**	3.83	1.00	2.62	2.32*	4.48*	2.66	3.41*	1.10*	8.27	1.67*	14.13**	1.67**	2.53**	0.70**
تکرار	2	2.58	1.70	7.32	6.53	2.81	3.43	4.95	1.55	5	1.10	4.95	5.24	1.43	0.039	0.38	0.009
خطا	38	3.30	0.90	4.71	0.61	3.23	1.85	6.78	2.44	3.70	1.48	5.81	2.03	0.99	19.15	0.25	0.10
CV%		11.64	6.60	16.76	5.42	18.57	20.6	20	19.5	20	21	19.97	17.80	11.30	16.63	23	25.8
میانگین		15.61	14.29	12.95	14.48	6.08	3.43	6.66	5.30	4.11	2.40	6.03	2.98	8.80	7.81	2.14	1.50
حداقل		13.55	12.60	10.20	13.21	7.66	2	3.66	3.66	2.33	1.33	3	1.66	4.70	1.92	0.69	0.69
حداکثر		17.11	16.80	15.29	15.82	4.66	5.50	8.66	7.33	6.33	3.66	8.66	4.66	12.76	11.39	4.56	2.90

*اختلاف در سطح احتمال ۵٪ **اختلاف در سطح احتمال ۱٪ N= آبیاری نرمال V = تنش در مرحله رویشی R = تنش در مرحله زایشی G=تنش درمرحله یک در میان

www.iapb.kiau.ac.ir

جدول ۳-تخمین پارامترهای تنوع صفات و وراثت پذیری

Table 3. Estimation of Variability of Traits and Heritability

صفت	آزمایش نرمال			تنش رویشی		
	CV_P	CV_G	H^2_b	CV_P	CV_G	H^2_b
تعداد روزتاجوانه زدن	15.30	3.8	17.32	4.59	2.80	37.20
تعداد روزتاظهور کاکل	41.95	2.06	45.95	1.79	0.67	14.22
تعداد روزتاظهور گل تاجی	41.71	2.43	53.01	2.09	0.72	12.09
تعداد روزتاظهور گرده افشانی	40.33	2.42	52.65	2.01	0.11	0.33
تعداد روزتاتمام شدن گرده افشانی	42.64	1.70	34.18	2.04	0.36	3.11
تعداد روزتاخشک شدن کاکل	11.4	0.10	1.66	4.70	2.59	30.31
تعداد روزتارسیدن فیزیولوژیک	24.05	1.74	29.26	–	–	–
ارتفاع بوته	6.25	2.87	9.10	16.66	10.17	37.24
ارتفاع بلال	7.63	2.51	3.54	11.94	7.86	43.32
سطح برگ بلال	–	–	–	–	–	–
طول کل پدانکل گل تاجی	25.49	4.86	4.52			
پدانکل خارج برگ پرچم	–	–	–	37.25	29.10	61.03
طول کل محور گل تاجی	–	–	–	20.50	11.33	30.53
طول کل محور مرکزی گل تاجی	–	–	–	–	–	–
تعداد انشعابات گل تاجی	77.15	3.25	4.16	20.59	16.62	65.22
تعداد دانه تلقیح شده	–	–	–	30.28	19.26	40.44
تعداد دانه سقط شده	–	–	–	47.70	15.76	10.91
وزن هزار دانه	3.01	6.93	44.35	12.93	5.78	19.97
دانه در ردیف بلال	–	–	–	23.60	17.65	55.90
ردیف دانه در بلال	45.36	75.60	26.74	13.03	9.70	55.40
درصد چوب بلال	16.57	7.42	6.76	29.05	19.56	45.34
قطر بلال	27.7	0.95	1.28	11.78	6.96	34.94
قطر چوب بلال	55.30	4.04	26.53	5.23	2.85	29.78
عمق دانه	54.7	5.89	10	8.47	6.13	52.27
طول بلال	–	–	–	9.00	6.08	45.67
مدت گرده افشانی	–	–	–	41.29	11.53	7.80
عملکرد دانه (تن در هکتار)	43.13	23.69	81.43	–	–	–

CV_P = ضریب تغییرات فنوتیپی CV_G = ضریب تغییرات ژنوتیپی H^2_b= وراثت پذیری عمومی

www.japb.kiau.ac.ir

جدول ٣-تخمین پارامترهای تنوع صفات و وراثت پذیری

Table 3. Estimation of Variability of Traits and Heritability

صفت	آزمایش زایشی			تنش یک در میان		
	CV_P	CV_G	H^2_b	CV_P	CV_G	H^2_b
تعداد روزتاجوانه زدن	6.39	3.95	38.14	4.77	3.72	61
تعداد روزتاظهور کاکل	2.63	1.50	32.29	3.31	2.08	39.43
تعداد روزتاظهور گل تاجی	2.65	2.02	58.64	3.80	0.85	5.05
تعداد روزتاظهور گرده افشانی	2.61	1.84	49.76	3.83	1.59	17.19
تعداد روزتاتمام شدن گرده افشانی	2.18	1.30	35.71	2.70	1.47	29.61
تعداد روزتاخشک شدن کاکل	2.52	1.03	16.62	2.05	1.34	75.24
تعداد روزتارسیدن فیزیولوژیک	-	-	-	4.58	2.70	34.90
ارتفاع بوته	6.57	3.89	35.15	11.33	4.89	18.61
ارتفاع بلال	11.47	3.18	7.72	9.30	4.87	27.41
سطح برگ بلال	-	-	-	13.92	5.74	17.00
طول کل پدانکل گل تاجی	6.20	4.49	52.44	24.01	9.30	15.00
پدانکل خارج برگ پرچم	27.34	17.11	39.19	51.28	23.15	20.39
طول کل محور گل تاجی	12.56	6.66	28.09	12.72	4.59	13.05
طول کل محور مرکزی گل تاجی	5.50	2.24	16.68	14.22	7.29	26.28
تعداد انشعابات گل تاجی	13.63	6.77	24.68	19.06	11.78	38.18
تعداد دانه تلقیح شده	45.82	37.20	65.93	37.39	12.28	10.78
تعداد دانه سقط شده	26.81	8.94	11.11	33.14	12.86	15.07
وزن هزار دانه	-	-	-	14.68	5.24	12.77
دانه در ردیف بلال	25.35	13.46	28.18	23.19	2.60	1.26
ردیف دانه در بلال	23.63	13.58	33.03	18.90	6.17	10.68
درصد چوب بلال	28.5	12.31	18.57	48.44	40.73	20.77
قطر بلال	6.13	2.00	10.66	13.15	1.64	1.56
قطر چوب بلال	10.19	2.96	8.57	15.85	9.29	34.37
عمق دانه	8.40	0.74	0.78	16.40	9.07	30.23
طول بلال	5.96	2.48	17.29	-	-	-
مدت گرده افشانی	29.9	5.10	2.91	-	-	-
عملکرد دانه (تن در هکتار)	31.10	19.26	38.29	46.96	22.07	42.94

CV_P = ضریب تغییرات فنوتیپی CV_G = ضریب تغییرات ژنوتیپی H^2_b= وراثت پذیری عمومی

www.japb.kiau.ac.ir

References

فهرست منابع

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research. 89(1): 1-16.

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 Research. 90: 19-34.

Cattivelli, L., F. Rizza., F. W. Badeck., E. Mazzucotelli., A. M. Mastrangelo., E. Francia., C. Mare., A. Tondelli and A. M. Stanca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. Field Crop Res. 115: 1–14.

Chaudhary, H. K., V. Kaila and S. A. Rather. 2014. Maize. In: Pratap, A. and Kumar, J., Eds., Alien Gene Transfer in Crop Plants: Achievements and Impacts, Springer, New York. 27-50. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-9572-7_2

Comstock, R. R. and H. F. Robinson. 1952. Genetic parameters, their estimation and significance, proc. 6th international Grassland Congress. 494-516 pp., Vol. 1, Nat. Publ. co. Wash., D.C., U.S.A.

Falconer, D. S. 1989. Introduction to quantitative genetics. 3rd edition. Logman Scientific and Technical, Logman House, Burnt Mill, Harlow, Essex, England. 464pp.

FAOSTAT. 2010. Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome.

Hoisington, D., M. Khairallah., T. Reeves., J. M. Ribaut., B. Skovmand., S. Taba and M. Warburton. 1996. Plant Genetic Resources: What Can They Contribute toward Increased Crop Productivity. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 96: 5937-5943. http://dx.doi.org/10.1073/pnas.96.11.5937

Jans, W. W. P., C. M. J. Jacobs., B. Kruijt., J. A. Elebrs., S. Barendse and E. J. Moors. 2010. Carbon exchange of a maize (*Zea mays* L.) crops: Influence of phenology. Agriculture Ecosystems and Environment. 139: 325-335.

Liu, Y., S. Li., F. Chen., S. Yang and X. Chen. 2010. Soil water dynamics use efficiency in spring maize (*Zea mays* L.) fields subjects to different water management practices on the loess Plateau, China. Agricultural Water Management. 97: 769-775.

Mcpherson, H. D. and J. S. Boyer. 1987. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjects to water deficit. Agron. J, vol. 69, pp. 714-710.

Nevo, E. and G. X. Chen. 2010. Drought and salt tolerances in wild relatives for wheat and barley improvement. Plant Cell and Environment. 33: 670–685.

Panda, R. K., S. K. Behera and P. S. Kashyap. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. Agricultural Water Management. 66: 181-203.

Passioura, J. 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. J. Exp. Bot., 58: 113-117.

Rampino, P., S. Pataleo., C. Gerardi., G. Mita and C. Perrotta. 2006. Drought Stress Response in Wheat: Physiological and Molecular Analysis of Resistant and Sensitive Genotypes. Plant Cell Environ, 29: 2143-2152.

Salekdeh, G. H., M. Reynolds., J. Bennett and J. Boyer. 2009. Conceptual framework for drought phenotyping during molecular breeding. Trends Plant Sci. 14: 488–496. doi: 10.1016/j.tplants.2009.07.007

Singh, R. K. and B. D. Chaudhary. 1979. Biometrical methods in quantitative genetics. Kalyani, Publishers. New Delhi. New Delhi, India. 128pp.

Von Braun, J., D. Byerlee., C. Chartres., T. Lumpkin., N. Olembo and J. J. Waage. 2010. A Draft Strategy and Results Framework for the CGIAR. World Bank, CGIAR, Washington DC. http://www.cgiar.org/www-archive/www.cgiar.org/changemanagement/pdf/cgiar_srf_june7 _2010.pdf

Witcombe, J. R., P. A. Hollington., C. J. Howarth., S. Reader and K. A. Steele. 2008. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. Phil. Trans. R. Soc.363:703–716. (doi:10.1098/rstb.2007.2179)

www.jpb.kiau.ac.ir

World Bank. 2005. Agriculture Investment Sourcebook. Agriculture and Rural Development. World Bank, Washington DC. http://documents.worldbank.org/curated/en/2005/06/6425137/agriculture-investment-sour cebook

Yildirim, E. and S. Kodal. 1998. Effect of irrigation water on corn grain yield in Ankara conditions. Turk. J. Agric. For. 22: 65-70.

www.iapb.kiau.ac.ir

ISSN NO: 2008-8485

Journal of Agronomy and Plant Breeding
Vol 14. No. 2, 2018

Genetic diversity Study of corn (*Zea mays* L.) genotype for morpho-physiological traits under drought stress

A.R. Akbari*[1], S. H. Ghasemi[2], A. Saremi-Rad[3], S. H. Shojaei[1]

Received date: 28 November 2017 Accepted date: 06 March 2018

Abstract

Drought stress is one of the most important environmental factors that is an abiotic stress and affects plant performance. This study was conducted with purpose of investigate the effect of drought stress on different growth stages of 20 maize hybrids in farm of Seed and Plant Improvement Institute in 2016. Drought stress levels consisted of four experiments (normal irrigation, stress in vegetative stage, reproductive stress and irrigation interruption as compared to control) in a randomized complete block design. The results of analysis of variance showed that genotypes in terms of traits in each non-stress condition, stress in vegetative stage, stress at reproductive stage and alternate condition have a significant difference at levels of 1 and 5%. According to the results obtained from genetic parameters, in the normal experiment, the number of days to tassel flower initiation, in the vegetative stress experiment tassel branching out number, in the reproductive stress experiment the number of aborted seeds and in the alternate condition days to the drying of the tassel had higher heritability. The tassel branching out number showed the highest phenotypic variation coefficient (77.15) and number of seeds per ear row, the highest genotype variation coefficient (75.6) in normal experiment. Respectively, the number of aborted grains (47.7%) and peduncle outside flag leaf (29.10%) in the vegetative stress test, had the highest phenotypic and genotypic diversity coefficients. The highest phenotypic and genotypic diversity coefficients in reproductive stress test were observed in number of seeds inoculated trait with 45.8% and 37.2%, respectively. In the alternate condition, the highest phenotypic coefficient belonged to the outside of the flag leaf peduncle with 51.28% and the highest genotypic coefficient belonged to the ear wood percentage with 40.73%.

Keywords: Vegetative stage, Reproductive stage, Abiotic and Corn.

www.iaubkaraj.ac.ir

1- Technical and vocational university, Damavand College of agriculture, Damavand, Iran.
2- Plant breeding Ph. D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Plant breeding Ph. D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Young Researchers and Elite Club, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
* Corresponding author: Akd1385@yahoo.com

Iranian Journal of Agronomy & Plant Breeding Islamic Azad University, Karaj Branch