Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد نهم، شماره ۱(۳۳)، بهار ۱۳۹۴، صفحه ۱۰۸-۹۳

رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت تحت شرایط مختلف آبیاری

جمیله سیدزوار[۱]، مجید نوروزی[۲*]، سعید اهری‌زاد[۳] و علی بنده‌حق[۳]

چکیده

به منظور بررسی ارتباط برخی صفات زراعی با عملکرد دانه ۱۴ هیبرید ذرت، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹ به‌صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز (خلعت پوشان) اجرا شد. در این آزمایش برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد، در سه شرایط آبیاری مختلف (عادی، تنش ملایم و تنش شدید کمبود آب) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در کلیه صفات مورد مطالعه، به جز قطر بلال، اختلاف معنی‌دار بین سطوح تنش کمبود آب و هیبریدهای مورد مطالعه مشاهده شد. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در متوسط شرایط تنش نشان داد که صفات تعداد ردیف در بلال، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد برگ در بوته، در مجموع ۸۳ درصد تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمودند. بر اساس تجزیه علیت، بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه مربوط به صفت تعداد دانه در بلال بود. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که مؤلفه اول دارای ضرایب بزرگ برای صفات وزن ۳۰۰ دانه، ارتفاع بوته، طول بلال، مساحت برگ پرچم، قطر بلال و قطر چوب بلال و مؤلفه دوم نیز دارای ضرایب بزرگ بر صفات وزن خشک بوته، تعداد دانه در ردیف، تعداد برگ در بوته، تعداد ردیف در بلال و عملکرد دانه بودند. دو مؤلفه اول که ۷۸ درصد تغییرات را توجیه می‌کردند به عنوان مهم‌ترین مؤلفه‌ها برآورد شد که مؤلفه اول به عنوان عامل رشدی-مورفولوژیکی و مؤلفه دوم به عنوان عامل عملکرد نام‌گزاری شدند.

واژگان کلیدی: تجزیه به مولفه‌های اصلی، تجزیه علیت، تنش کمبود آب، رگرسیون گام به گام، عملکرد دانه، هیبرید ذرت.

۱- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- استادیار گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) norouzi@tabrizu.ac.ir

۳- دانشیار گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۹

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است. به خوبی مشخص شده که اثر تنش آبی بر رشد و عملکرد بستگی به ژنوتیپ گیاه دارد (Bannayan *et al*., 2008). آب یکی از منابع کمیاب در ایران است که تحت تاثیر میزان بارندگی است. اثر تنش آبی به مدت زمان، دوام و اندازه کمبود آن بستگی دارد (Pandey *et al*., 2000). تنش خشکی از طریق بسته شدن روزنه‌ها و نرسیدن دی‌اکسیدکربن به کلروپلاست بر فرآیند فتوسنتزی اثر می‌گذارد. از طرفی تنش خشکی عملکرد گیاهان را از طریق کاهش دریافت تشعشعات فعال فتوسنتزی توسط کانوپی، کاهش کارآیی مصرف نور و کاهش شاخص برداشت کاهش می‌دهد (Hugh and Richard, 2003). یکی از اهداف مهم اصلاح ذرت، افزایش عملکرد دانه است که خود تحت تاثیر تعداد زیادی ژن می‌باشد (Karimi, 1996) و بالا بودن عملکرد در ذرت مرهون پیدایش ذرت هیبرید است (Yazdi Samadi *et al*., 1996). عملکرد صفت پیچیده‌ای است که تحت تاثیر عوامل زیادی قرار دارد و معمولاً به علت پایین بودن وراثت پذیری عملکرد، انتخاب مستقیم برای آن چندان مؤثر نیست، لذا برای اصلاح عملکرد بهتر است از انتخاب غیرمستقیم استفاده شود (Modaresi *et al*., 2004). بهترین گزینه برای تولید محصولات کشاورزی، بهبود و ثبات عملکرد تحت شرایط تنش کمبود آب برای توسعه گونه‌های زراعی متحمل به تنش کمبود آب است.

یکی از اهداف اصلی در برنامه‌های اصلاحی، گزینش بهترین ژنوتیپ‌ها در شرایط کمبود آب است (Richard *et al*., 2002). گزارش‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی مختلفی مبنی بر بهبود صفات گیاهی نسبت به تنش کمبود آب پیشنهاد شده‌اند که به‌طور بالقوه در ذرت قابل اجرا هستند (Hasanuzzaman and Fujita, 2011; Hasanuzzaman *et al*., 2009).

اطلاعات دقیقی در مورد عملکرد و زیان اقتصادی حاصل از تنش کمبود آب در ذرت در دسترس نیست. ولی تخمین زده می‌شود که ۲۰ تا ۲۵ درصد از کاشت جهانی ذرت هر ساله تحت تاثیر خشکسالی قرار می‌گیرد. در ذرت، کاهش عملکرد دانه در اثر کمبود آب در محدوده ۱۰ تا ۷۶ درصد بسته به شدت و مرحله تنش در نوسان است (Bolaoos *et al*., 1993). در تحقیقی بر روی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نشان داده شد که 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 می‌شود (Rafiee, 2002). تحقیقات کاکیر (Cakir, 2004) در خصوص اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد ذرت نشان می‌دهد که تنش رطوبتی در مرحله کاکل‌دهی و تشکیل بلال موجب کاهش شدید عملکرد دانه می‌شود. تنش در مرحله کاکل‌دهی موجب تأخیر در ظهور گل آذین ماده می‌شود. همچنین، اعمال تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی باعث افت ۳۲-۲۸ درصدی ماده خشک تولیدی می‌شود. تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه باعث کاهش تجمع ماده خشک در دانه می‌گردد و این تأثیر در نتیجه کوتاه شدن دوره رشد مؤثر دانه صورت می‌گیرد (Nesmith and Ritchie, 1992). اجرای یک برنامه اصلاحی مقاومت به تنش کمبود آب و پیشبرد آن، لازمه پیدا کردن روابط بین صفات، پایداری آنها در شرایط مختلف محیطی و آگاهی از میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم این صفات می‌باشد. در حال حاضر

www.SID.ir

Archive of SID

بهترین راه مقابله با تنش کمبود آب، همراهی با آن است. به‌کارگیری روش‌های مناسب به‌زراعی و استفاده از ارقام مقاوم به تنش کمبود آب در مناطق تنش‌خیز، امکان استفاده بهینه و بهبود مدیریتی مناطق نیمه خشک را فراهم می‌کند و به سطح زیر کشت و بازدهی این مناطق می‌افزاید. ارزیابی عملکرد ارقام در شرایط تنش و شرایط مطلوب به عنوان یک نقطه شروع در شناسایی ارقام مقاوم به کمبود آب می‌باشد (Clark *et al*., 1992). به‌منظور پایداری و افزایش تولید جهانی ذرت همگام با افزایش جمعیت جهانی، توسعه واریته‌های متحمل به خشکی از موضوعات مهم تلقی می‌شود (Campos *et al*., 2004).

هدف از این پژوهش شناسایی و معرفی هیبریدهای ذرت متحمل به شرایط کمبود آب با دارا بودن بازده مطلوب و پایداری منـاسب در انواع محیط‌های تحت تنش و عادی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش خصوصیات مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۱۴ هیبرید جدید ذرت به منظور بررسی تاثیر تنش کمبود آب، در یک آزمایش مزرعه‌ای و در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز (خلعت پوشان)، به صورت اسپلیت پلات با قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. کرت‌های اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری و کرت‌های فرعی شامل هیبریدهای مورد ارزیابی بود. اسامی هیبریدهای مورد ارزیابی در جدول ۱ ذکر شده‌اند. تنش کمبود آب در سه سطح، تیمار شاهد (تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت)، تیمار تنش ملایم با آبیاری دوره‌ای حدود ۱۰ روز یکبار (۷۰ میلی‌متر تبخیر) و تیمار تنش شدید با آبیاری دوره‌ای ۱۵ روز یک‌بار (۱۲۰ میلی‌متر تبخیر) اجرا شد که پس از تکمیل گرده‌افشانی (شروع مرحله پر شدن دانه) تیمارهای آبیاری شروع و تا پایان رشد ادامه یافت. آبیاری در تیمار بدون تنش، معادل نیاز آبی گیاه انجام شد. نیاز آبی گیاه با استفاده از اطلاعات تشتک تبخیر کلاس A محاسبه و تبخیر روزانه از تشتک اندازه‌گیری و بر اساس ضریب تشتک و ضریب گیاهی، میزان آب مورد نیاز در هر مرحله از آبیاری تعیین گردید. عملیات تهیه زمین شامل شخم نیمه عمیق، دیسک، تسطیح، دندانه و ایجاد فارو در قطعه مورد آزمایش به طور یکسان انجام گرفت.

جدول ۱- اسامی هیبریدهای ذرت مورد مطالعه در سطوح مختلف آبیاری

Table 1- Names of maize hybrids studied at different levels of irrigation

شماره هیبرید Hybrid No.	نام هیبرید Name of Hybrid
۱	SC700
۲	SC704
۳	KSC705
۴	SC706
۵	SC702
۶	SC670
۷	SC647
۸	SC604
۹	K166 x K18
۱۰	DC370
۱۱	K48 x K19
۱۲	SC500
۱۳	K3647 x K18
۱۴	SC400

کشت بذور در تاریخ ۱۶ خرداد ماه به‌صورت دستی انجام شد. در این آزمایش سطـوح مختلف تنش به‌عنوان کرت‌های اصلی و هیبریدها به‌عنوان کرت‌های فرعی درنظر گرفته شدند. هر کدام از هیبریدها در ۴ خط کاشت به طول ۵ متر و به عرض ۰/۷۵ متر کاشته شدند. فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات تنک کردن

www.SID.ir

Archive of SID

بوته‌ها در مرحله سه تا چهار برگی انجام شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد برگ در بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، طول بلال، مساحت برگ پرچم، قطر بلال، قطر چوب بلال، ارتفاع بوته، وزن خشک بوته و عملکرد دانه بودند که بر روی ۱۰ بوته رقابت‌کننده در هر کرت اندازه‌گیری شد. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SAS، SPSS و Excel استفاده گردید. در این پژوهش، برای مقایسات میانگین از روش دانکن استفاده شد ولی با توجه به حجم زیاد داده‌ها، فقط چند مورد از هیبریدهای برتر و ضعیف‌تر از نظر صفات مورد مطالعه اشاره می‌گردد و به منظور سهولت در ارایه گزارش و بیان نتایج حاصل از ارزیابی، به‌جای نام هیبریدها از شماره معادل آنها استفاده می‌گردد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های حاصل (جدول ۲)، نشان داد که بین هیبریدهای مورد ارزیابی و همچنین سطوح مختلف تنش کمبود آب، از نظر همه صفات، به جز قطر بلال اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. این امر نشان‌دهنده تنوع وسیع موجود در بین ارقام مورد بررسی برای صفات اندازه‌گیری‌شده می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین هیبریدها (داده‌ها گزارش نشده) در متوسط سطوح تنش کمبود آب، صفت تعداد برگ در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تنش کمبود آب قرار گرفت و با افزایش شدت تنش، تعداد برگ در بوته کاهش پیدا کرد. هیبریدهای شماره ۱۲، ۱۳ و ۱۴ بیشترین تعداد برگ در بوته را دارا بودند. در مقابل هیبریدهای شماره ۱و ۳ کمترین تعداد برگ در بوته را داشتند. همچنین، وزن ۳۰۰ دانه در هر دو شرایط تنش کمبود آب (تنش ملایم و شدید) نسبت به شرایط شاهد کاهش پیدا کرد. بین هیبریدها از نظر این صفت تفاوت زیادی وجود داشت. هیبریدهای شماره ۸ و ۹ دارای بیشترین و هیبرید شماره ۵ دارای کمترین وزن ۳۰۰ دانه بود. تعدادی از پژوهشگران در بررسی اثر تنش‌های رطوبتی بر صفات مختلف ذرت از جمله تغییرات وزن دانه به نتایج مشابهی در این خصوص اشاره کرده‌اند (Khakpour, 1996; Sherbaf and Ahmadi, 1998). این کاهش از آنجا ناشی می‌شود که تنش کمبود آب منجر به کاهش فتوسنتز در گیاه شده و این خود باعث کاهش تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد. همچنین، تنش کمبود آب انتقال مواد غذایی را از برگ‌ها به دانه‌ها کاهش می‌دهد. ضمناً باید به این نکته توجه نمود که خشکی باعث رسیدن سریع دانه‌ها شده و در نتیجه این موضوع خود در کاهش وزن دانه گیاه مؤثر است. تعداد ردیف در بلال نیز، به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تنش کمبود آب قرار گرفت. به‌طوری‌که در تیمار شاهد بیشترین و در تیمار کمبود شدید آب کمترین مقدار را دارا بوده است و از نظر این صفت هیبریدهای شماره ۱۲ و ۱۳ بیشترین و هیبرید شماره ۲ کمترین تعداد ردیف در بلال را داشتند. بیشترین تعداد دانه در ردیف مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن، مربوط به تیمار شدید کمبود آب بود. عده‌ای بهبود عملکرد هیبریدهای جدید ذرت را، نسبت به هیبریدهای قدیمی، به افزایش تعداد دانه در گیاه نسبت داده‌اند (Tollenaar *et al*., 1992). بیشترین تعداد دانه در ردیف مربوط به هیبرید شماره ۱۲ و کمترین مقدار آن، مربوط به هیبرید شماره ۵ بود. هیبرید شماره دو بیشترین طول بلال و هیبریدهای شماره ۵ و ۷ کمترین مقدار را از نظر این صفت دارا بودند. نتایج این آزمایش با نتایج آزمایش‌های دیگر مطابقت دارد (Denis, 2002; Valad abadi, 2001). مساحت برگ پرچم در ذرت در شرایط تنش کمبود آب نسبت به شرایط شاهد کاهش پیدا کرد و با افزایش شدت تنش نیز کاهش بیشتری در این صفت مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین مقدار مساحت برگ پرچم در هیبریدهای شماره ۱ و ۲ و کمترین مساحت برگ پرچم برای هیبریدهای شماره ۵ و ۷ مشاهده شد. در ارتباط با سطح برگ پـرچم و تاثیـر آن بر عملکرد دانه گزارش‌های متفاوتی وجود دارد، اما در برخی از گزارش‌ها به رابطه سطح برگ پرچم کمتر با عملکرد بیشتر به لحاظ توانایی لوله کردن سریع‌تر در شرایط تنش خشکی اشاره شده است (Amawate and Behl, 1995). از طرف دیگر، بعضی مطالعات سطح برگ پرچم بزرگ‌تر را معادل با سطح فتوسنتز کننده بیشتر دانسته‌اند (Adams, 1967). تنش شدید کمبود آب موجب تغییر معنی‌داری در قطر بلال شد ولی بین تیمار شاهد و تیمار تنش ملایم تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. هیبرید شماره ۹ دارای بیشترین و هیبریدهای شماره ۵، ۷، ۱۳ و ۱۴ کمترین قطر بلال را دارا بودند. قطر چوب بلال به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تنش شدید کمبود آب قرار گرفت به‌طوری‌که بیشترین قطر چوب بلال مربوط به تنش شدید کمبود آب است. ولی بین تیمار شاهد و تیمار ملایم کمبود آب اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت وجود ندارد. نتایج این آزمایش با نتایج حاصل از پژوهش‌های دیگر مطابقت دارد (Golbashy *et al*., 2010). مقایسه میانگین هیبریدهای ذرت از لحاظ قطر چوب بلال نشان داد که هیبریدهای شماره ۵ و ۱۳ بیشترین و هیبریدهای ۱، ۳ و ۶ کمترین مقدار این صفت را دارا بودند. هیبریدهای شماره ۱، ۲ و ۳ بیشترین ارتفاع بوته را دارا بودند، در حالی‌که هیبریدهای شماره ۱۳ و ۱۴ کمترین ارتفاع را داشتند. در این بررسی تنش کمبود آب سبب کاهش شدید وزن خشک بوته شد. نتایج مقایسه هیبریدها از نظر وزن خشک بوته نشان داد که هیبرید شماره ۱۴ دارای حداکثر و هیبرید شماره ۸ دارای حداقل مقدار این صفت بود. مقایسه میانگین سطوح تنش نشان داد که با افزایش شدت تنش، میزان عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و هیبریدهای ذرت تفاوت معنی‌داری را از نظر این صفت از خود نشان دادند به‌طوری‌که هیبرید شماره ۱۲ بیشترین و هیبریدهای شماره ۲، ۳، ۵ و ۷ کمترین میزان عملکرد دانه در واحد بوته را در متوسط سطوح تنش داشتند. بررسی اثرات تنش کمبود آب بر عملکرد دانه، به عنوان حاصل نهایی رشد و نمو، می‌تواند بیانگر عکس‌العمل کلی گیاه به تنش کمبود آب باشد (Pinheiro *et al*., 2004). کاهش عملکرد در مرحله زایشی به‌واسطه کاهش دوره پر شدن دانه‌ها، کوچک شدن دانه‌ها و کاهش وزن دانه‌ها می‌باشد. کاهش عملکرد در تیمار تنش شـدید (آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) را می‌توان به علت کاهش تعداد دانه و وزن ۳۰۰ دانه دانست. دلیل کاهش تعداد و اندازه دانه ممکن است به علت کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرمی تولید شده در مرحله پر شدن دانه باشد و بیشترین اثر تنش رطوبتی روی وزن دانه در مدت پر شدن دانه می‌باشد و تنش‌هایی که بعد از کاکل دهی به وقوع می‌پیوندند باعث کوچک شدن دانه‌ها می‌شود. همچنین، دلیل این امر را می‌توان به عدم نمو دانه پس از گرده‌افشانی و باروری دانست.

محاسبه ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه (جدول ۳) نشان داد که صفت عملکرد دانه در واحد بوته در مجموع سطوح، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با صفات ارتفاع بوته، طول بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد برگ در بوته و تعداد ردیف در بلال داشت. بر اساس این پژوهش همبستگی بین اکثر صفات رشدی و عملکردی بالا و معنی‌دار به دست آمد. به عنوان مثال وزن ۳۰۰ دانه، همبستگی معنی‌داری با صفات ارتفاع بوته، طول بلال، مساحت برگ پرچم، قطر بلال، قطر چوب بلال و تعداد برگ در بوته داشت. در بررسی همبستگی صفات با

www.SID.ir

Archive of SID

یکدیگر، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین مساحت برگ پرچم و طول بلال مشاهده شد. با افزایش طول بلال، تعداد دانه در هر ردیف بلال افزایش می‌یابد که این موضوع اثر مستقیم در بالا رفتن عملکرد دانه دارد (Namakka *et al*., 2008). در پژوهشی نشان داده شد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و تعداد ردیف دانه در بلال دارد (Ashofteh Beiragi *et al*., 2011) که با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مطابقت دارد. به نظر می‌رسد در شرایط تنش کمبود آب، کاهش قطر بلال بر اثر کاهش فتوسنتز جاری و کمبود انتقال مواد فتوسنتزی ازساقه به چوب بلال رخ می‌دهد. به‌علاوه، در تنش خشکی بخشی از کاهش قطر بلال مربوط به کاهش نمو دانه در قسمت‌های وسط و پایین بلال است (Majdam, 2006). تولید ماده خشک گیاه ارتباط قوی با سطح برگ و سرعت فتوسنتز برگ دارد و برای رسیدن به سرعت بالاتر تولید ماده خشک لازم است که سرعت فتوسنتز با حفظ سطح برگ در سرتاسر فصل رشد بالا نگه داشته شود. از طرفی حفظ سطح برگ بیشتر در طول دوره های تنش بسیار مهم است، از این جهت که کربن بیشتری جهت فتوسنتز جذب می‌شود (Porwanto, 2003). تنش کمبود آب از طریق بسته شدن روزنه‌ها و نرسیدن دی‌اکسیدکربن به کلروپلاست بر فتوسنتز اثر می‌گذارد (Hopkins and Huner, 2004).

برای تعیین بهترین رابطه رگرسیونی و همچنین، تعیین متغیرهایی که تاثیر بیشتری روی متغیر وابسته (عملکرد دانه) دارند، از تجزیه رگرسیون گام به گام استفاده شد. صفات وارد شده در مدل به ترتیب تعداد ردیف در بلال (X_1)، وزن ۳۰۰ دانه (X_2)، تعداد دانه در ردیف (X_3) و تعداد برگ در بوته (X_4) بود که در مجموع توانستند ۸۳ درصد تغییرات مربوط به عملکرد دانه را در واحد بوته (**y**) را توجیه نمایند. ضریب تبیین بالای مدل انتخابی نشان می‌دهد که این صفات در عملکرد دانه تاثیر زیادی داشته‌اند (جدول ۴).

جهت بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر روی عملکرد دانه، تجزیه علیت صورت گرفت (جدول ۵). نتایج تجزیه علیت نشان داد که تعداد ردیف در بلال دارای بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه می‌باشد. اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد برگ در بوته بیشتر و مثبت بوده و از طریق وزن ۳۰۰ دانه کمتر بود که در مجموع با عملکرد دانه همبستگی بالا و مثبت (۰/۷۹) داشت. با توجه به نتایج تجزیه علیت می‌توان گفت، جهت حفظ عملکرد گیاه ذرت، صفات تعداد ردیف در بلال، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد برگ در بوته از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند و می‌توان گزینش برای عملکرد در شرایط تنش کمبود آب را بر اساس صفات مؤثر مذکور انجام داد. بر اساس گزارشی کمبود آب علت اصلی خسارت‌های گاه و بی‌گاه به عملکرد نهایی محصولات کشاورزی است. یکی از اهداف اصلی در برنامه‌های اصلاحی انتخاب بهترین ژنوتیپ‌های مقاوم در شرایط تنش کمبود آب می‌باشد (Golbashy *et al*., 2010). در گزارشی وزن ۳۰۰ دانه دارای بیشترین اثر مستقیم معنی‌دار بر عملکرد دانه بوده، هر چند که وزن بلال و تعداد دانه در ردیف نیز اثر غیرمستقیمی از طریق وزن ۳۰۰ دانه بر روی عملکرد داشتند. در این گزارش وزن ۳۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف از صفات مهم و مؤثر بر عملکرد دانه در هیبریدهای مورد بررسی بودند (Vaezi *et al*., 1998).

در شرایطی که خشکی قبل از مرحله ظهور پرچم تقویت شود، ژنوتیپ‌ها شاخص سطح برگ را کاهش می‌دهند تا آب بیشتری برای استفاده مراحل بعد از ظهور پرچم ذخیره شده و شاخص برداشت و

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه بالا رود. در خشک‌ترین شرایط، بیش از ۶۰ درصد وزن خشک از ذخایر موجود در مرحله‌ی ظهور پرچم تامین می‌شود و ایجاد تنش در مرحله گرده‌افشانی سبب افت چشم‌گیر در عملکرد دانه می‌شود. بنابراین، بیشترین عملکرد زمانی حاصل می‌شود که در زمان انتقال از مرحله رویشی به زایشی، آب کافی در دسترس گیاه قرار داشته باشد.

بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای کلیه صفات مورد مطالعه، در نهایت دو مؤلفه‌ی اول که ۷۸ درصد تغییرات را توجیه می‌کردند به عنوان مهم‌ترین مؤلفه‌ها به‌دست آمد (جدول ۶). نتایج نشان داد که مؤلفه اول دارای ضرایب بزرگ بر روی صفات وزن ۳۰۰ دانه، ارتفاع بوته، طول بلال، مساحت برگ پرچم، قطر بلال و قطر چوب بلال می‌باشد. اهمیت صفات مرتبط با این مؤلفه در بهبود عملکرد علوفه و رشد ذرت بود. مؤلفه دوم نیز دارای ضرایب بزرگ بر روی صفات وزن خشک بوته، تعداد دانه در ردیف، تعداد برگ در بوته، تعداد ردیف در بلال و عملکرد دانه بود (جدول ۷). با توجه به ماهیت صفات توجیه شده توسط هر یک از مؤلفه‌ها، عامل اول را عامل خصوصیات رشدی-مورفولوژیکی و عامل دوم به عنوان عامل عملکردی نام‌گذاری شد. هیبریدهای مورد مطالعه بر اساس دو مؤلفه مذکور، گروه‌بندی‌شده و نمودار بای‌پلات آنها ترسیم شد (شکل ۱). هیبریدهای شماره ۴، ۶، ۹، ۱۰ و ۱۱ در منطقه A واقع شدند و دارای عملکرد و رشد نسبتاً بالایی در متوسط سطوح تنش بودند. در مقابل ارقام ۵ و ۷ در محدوده D قرار گرفتند و از نظر هر دو مؤلفه مقادیر کمتری نسبت به سایر هیبریدها داشتند و دارای کمترین عملکرد و رشد در متوسط سطوح تنش کمبود آب بودند. هیبرید ۱۲ بیشترین مقدار را از نظر عامل عملکردی دارا بود و به‌عنوان پرعملکردترین هیبرید در مجموع شرایط معرفی شد.

هیبریدهای ۱۳ و ۱۴ نیز با کمی فاصله در همین منطقه قرار داشتند که در صورت برخورد با تنش کمبود آب با کاهش کمتری در عملکرد مواجه می‌شدند. هیبریدهای ۱، ۲، ۳و ۸ در منطقه C قرار گرفتند که از نظر مؤلفه‌های رشدی در سطح بالاتر ولی از نظر صفات عملکردی در سطح پایینی قرار داشتند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، بین هیبریدهای ذرت از نظر صفات مورد مطالعه، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد که بیانگر تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه بین آنها است. هیبرید SC500 بیشترین میزان عملکرد دانه در واحد بوته را در مجموع شرایط داشت، در حالی‌که هیبریدهای SC704، KSC705، SC702 و SC647 کمترین عملکرد دانه را در متوسط سطوح تنش از خود نشان دادند. تجزیه علیت عملکرد دانه در واحد بوته با سایر صفات مورد مطالعه نشان داد تعداد ردیف در بلال و وزن ۳۰۰ دانه بیشترین اثرات مستقیم را روی عملکرد دانه در واحد بوته داشتند.

دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر برای کلیه صفات مورد مطالعه در متوسط سطوح تنش کمبود آب نیز، هیبریدهای ذرت را در سه گروه قرار داد. به‌طوری‌که هیبریدهای SC700، SC704، KSC705، SC706، SC670، SC604، K166 x K18، DC370 و K48 x K19 در گروه اول، هیبریدهای SC702 و SC647 در گروه دوم و هیبریدهای SC500، K3647 x K18 و SC400 در گروه سوم جای گرفتند. بر اساس مطالعات انجام گرفته برای صفات مورد مطالعه در نهایت هیبرید SC500 به‌عنوان پرمحصول‌ترین هیبرید شناسایی شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه هیبریدهای ذرت در شرایط تنش کمبود آب

Table 2- Analyses of variance of the traits of maize hybrids under water stress

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات										
		تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	وزن۳۰۰ دانه Weight of 300 seeds	تعداد ردیف در بلال Number of rows per ear	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	طول بلال Length of ear	مساحت برگ پرچم Flag leaf area	قطر بلال Ear diameter	قطر چوب بلال Corn cob diameter	ارتفاع بوته Plant height	وزن خشک بوته Plant dry weight	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Repeat	3	1.93 ns	2.62 ns	36.29*	8.67**	0.29 ns	3.08 ns	0.02 ns	0.01 ns	28.46**	9.85**	6405.96*
تنش Stress	2	88.41*	435.99**	110.05**	329.25**	29.00**	440.91**	1.36**	0.36**	2676.57**	832.82**	60390.2**
اشتباه ۱ Erorr1	6	9.37	12.21	6.40	0.30	0.98	4.68	0.01	0.01	10.18	8.66	717.67
هیبرید Hybrid	13	33.69**	204.52**	36.70**	207.44**	16.43**	1455.23**	0.21 ns	0.11*	857.91**	5323.89**	6720.58**
هیبرید×تنش Hybrid×Stress	26	0.56 ns	22.09 ns	1.11 ns	0.99 ns	0.67 ns	97.70 ns	0.02 ns	0.02 ns	147.66 ns	1.75 ns	673.18 ns
اشتباه ۲ Erorr2	117	1.43	29.56	1.18	14.57	1.82	216.98	0.12	0.05	150.16	58.45	797.15
ضریب تغییرات(٪)		9.55	10.21	7.50	9.07	12.86	16.73	7.36	8.68	16.36	18.59	18.19

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns: non significant, *,** : Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه هیبریدهای ذرت در متوسط سطوح تنش کمبود آب

Table 3- Correlation coefficients between the traits of maize hybrids in moderate levels of water stress

صفت Traits	وزن ۳۰۰ دانه Weight of 300 seeds	ارتفاع بوته Plant height	طول بلال Length of ear	قطر بلال Ear diameter	قطر چوب بلال Corn cob diameter	وزن خشک بوته Plant dry weight	مساحت برگ پرچم Flag leaf area	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	تعداد ردیف در بلال Number of rows per ear
ارتفاع بوته Plant height	0.75**									
طول بلال Length of ear	0.77**	0.88**								
قطر بلال Ear diameter	0.75**	0.77**	0.76**							
قطر چوب بلال Corn cob diameter	-0.59*	-0.36 ns	-0.55*	-0.51 ns						
وزن خشک بوته Plant dry weight	-0.33 ns	-0.42 ns	-0.24 ns	-0.31 ns	-0.22 ns					
مساحت برگ پرچم Flag leaf area	0.77**	0.71**	0.90**	0.69**	-0.54*	-0.26 ns				
تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	0.18 ns	0.26 ns	0.35 ns	0.11 ns	-0.27 ns	0.33*	0.36 ns			
تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	-0.53*	-0.87**	-0.58*	-0.48 ns	0.29 ns	0.40 ns	-0.58*	0.38 ns		
تعداد ردیف در بلال Number of rows per ear	0.12 ns	-0.59*	-0.35 ns	-0.19 ns	0.07 ns	0.29 ns	-0.32 ns	0.34 ns	0.86**	
عملکرد دانه Grain yield	0.43 ns	0.58*	0.64*	0.11 ns	-0.21 ns	0.24 ns	0.10 ns	0.69**	0.68**	0.85**

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns . *,** : Non significant, Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- روابط رگرسیونی عملکرد دانه با صفات زراعی در متوسط سطوح تنش

Table 4- Regression of grain yield and agronomic traits in moderate stress levels

رابطه رگرسیونی Regression equation	**ضریب تبیین تصحیح شده** Adjusted coefficient of determination	**دوربین واتسون** Durbin Watson
$Y= -286.20 + 8.43X_1 + 2.32 X_2 + 2.34 X_3 + 3.64 X_4$	0.83	2.42

جدول ۵- تجزیه علیت عملکرد دانه با سایر صفات مورد مطالعه در هیبریدهای ذرت براساس متوسط سطوح تنش

Table 5- Path analysis of grain yield and other traits in maize hybrids on the average stress levels

صفات موثر روی عملکرد Effective factors on yield	**اثر مستقیم** Direct effect	**اثر غیر مستقیم از طریق** Indirect effect through				**همبستگی با عملکرد دانه** Correlation with grain yield
		1	2	3	4	
تعداد ردیف در بلال Number of rows per ear	0.45	0.15	0.12	0.05	-	0.79
وزن ۳۰۰ دانه Weight of 300 seeds	0.34	0.00	0.05	-	0.07	0.47
تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	0.28	0.07	-	0.06	0.19	0.62
تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	0.18	-	0.12	0.00	0.39	0.69

جدول ۶- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات مختلف هیبریدهای ذرت

Table 6- Principal component analysis on the different characteristics of corn hybrids

مولفه Component	**ویژه مقدار** Eigenvalue	**سهم مولفه (درصد)** The share component (Percent)	**درصد تجمعی سهم مقادیر ویژه** Cumulative percent share of the eigenvalues
اول First	10.15	50.8	50.8
دوم Second	5.44	27.2	78.0

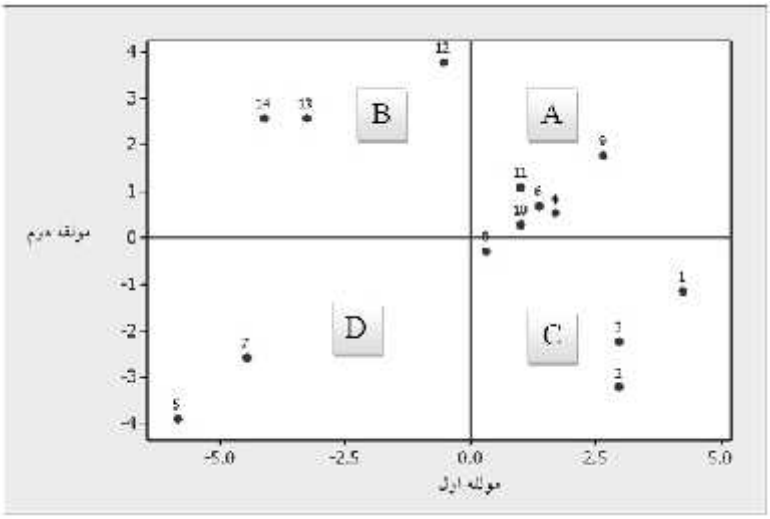
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- بردار ویژه مولفه‌های اول و دوم با متغیرهای اندازه‌گیری شده در تجزیه به مولفه‌های اصلی

Table 7- Eigenvector components of the variables measured in the first and second principal components analysis

	وزن ۳۰۰ دانه Weight of 300 seeds	ارتفاع بوته Plant height	طول بلال Length of ear	وزن خشک بوته Plant dry weight	مساحت برگ پرچم Flag leaf area	قطر بلال Ear diameter	قطر چوب بلال Cob diameter	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	تعداد ردیف در بلال Number of row per ear	عملکرد دانه Grain yield
مولفه اول The first component	0.27	0.26	0.29	-0.09	0.29	0.26	-0.20	0.04	-0.21	-0.11	0.01
مولفه دوم The Second component	0.05	-0.17	0.04	0.17	0.03	0.02	-0.10	0.31	0.29	0.36	0.42



شکل ۱- بای پلات دو مولفه اصلی برای گروه بندی هیبریدهای مورد مطالعه

Figure 1 - Biplot of principal components for the studied hybrids category

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Adams, W.M. 1967. Basis of yield components compensation in crop plants. *Crop Science.* 7: 505-510.
- Amawate, J.S., and P.N. Behl. 1995. Genetic analysis of some quantitative components of yield in bread wheat. *Indian Journal of Genetic Plant Breeding.* 55: 120-125.
- 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. *Industrial Crops and Products*. 27: 11-16.
- Beiragi, A., M. Ebrahimi, M. Mostafavi, Kh. Golbashy, and S. Khavari Khorasani. 2011. A Study of Morphological Basis of corn (*Zea mays* L.) yield under drought stress condition using correlation and path coefficient analysis. *Journal of Cereals and Oilseeds*. 2(2): 32-37.
- Bolaòos, J., G.O. Edmeades, and L. Martinetz. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical, maize. III. Responses in drought adaptive physiological and morphological traits. *Field Crops Research*. 31: 269–286.
- Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research.* 89: 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*. PP.19-34.
- Clark, J.M.R., M. Depauw, and T.F. Ownley-Smith. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. *Crop Science*. 32: 723-728.
- Dek, H.H. 1986. Effect of water use efficiency of irrigated corn. *Agronomy Journal*. 78: 1035-1040.
- Golbashy, M., M. Ebrahimi, S. Khavari Khorasani, and R. Choucan. 2010. Evaluation of drought tolerance of some corn (*Zea mays* L.) hybrids in Iran. *African Journal of Agricultural Research Volume*. 5(19): 2714-2719.
- Golombek, S., and E.A.D. Al- Ramamneh. 2002. Drought tolerance mechanisms of pearl millet. *Crop Science*. 76: 114-119.
- Hasanuzzaman, M., and M. Fujita 2011. Selenium pretreatment upregulates the antioxidant defense and methylglyoxal detoxification system and confers enhanced tolerance to drought stress in rapeseed seedlings. *Biology Trace Element Research*. 8998.
- Hasanuzzaman, M., M. Fujita, M.N. Islam, K.U. Ahamed, and K. Nahar. 2009. Performance of four irrigated rice varieties under different levels of salinity stress. *Int. Journal of Integr Biology*. 6:85–90.
- Hopkins, W.G., and N.P. Huner. 2004. Introduction to plant physiology (3rd). John Wiely & Sons. Inc. New York. 560 p.
- Hugh, J., and F. Richard. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Journal of Agronomy*. 95:688-696.

www.SID.ir

Archive of SID

- Karimi, E. 1996. Agriculture and breeding of forage plants. Publication of Tehran University. 414 pp. (In Persian).
- Khakpour, R. 1996. Determination of irrigation amount, study of growth indices, yield, yield components and water use efficiency in two early maturity maize varieties in Esfahan. Master's thesis. Isfahan University of Technology. (In Persian).
- Majdam, M. 2006. Effects of water deficit and nitrogen management on agrophysiological characteristics and yield of corn hybrid SC 704 in climatic conditions in Khuzestan. Islamic Azad University, Khuzestan. PhD thesis. Crop physiology. 221 pp. (In Persian).
- Modaresi, M., M. khordnam, and M. Asad. 2004. Indirect selection of maiz using selection indices to improving of yield. *Iranian Journal of Agriculture Sciences.* 1(35):115-117. (In Persian).
- Namakka, A., I.U. Abubakar, I.A. Sadik, A.I. Sharifai, and A.H. Hassas. 2008. Effect of sowing date and nitrogen level on yield and yield components of two extra early maize varieties (*Zea mays* L.) in Sudan savanna of Nigeria. *Agronomy Journal*. 3(2): 1-5.
- Nesmith, D.S., and J.T. Ritchie. 1992. Short-and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. *Agronomy Journal*. 84: 107-113.
- Nezami, A., H.R. Khazei, Z. Boroumand, and A. Hosseini. 2008. Effect of drought stress and defoliation on sunflower in controlled conditions. *Desert*. 12: 99-104.
- Pandey, R.K., J.W. Marienville, and A. Adum. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in a sahelian environment, Grain yield components. *Agriculture of Water Managementment*. 46: 1-13.
- Pecetti, L., P. Annicchiarico, and G. Kashour. 1993. Flag leaf variation in Mediterranean durum wheat landraces and its relationship to frost and drought tolerance and yield response in moderately favorable conditions. *Plant Genetics Research*. 93: 25-28.
- Pinheiro, C., J.A. Passarinhoa, and C.P. Ricardo. 2004. Effect of drought and rewatering on the metabolism of Lupinus albus organs. *Journal of Plant Physiological*. 161: 1203-1210.
- Porwanto, E. 2003. Photosynthesis activity of soybean (*Glycine max* L.) under drought stress. *Agronomy Science*. 5(1): 1-18.
- Rafiee, M. 2002. Effects of water deficit, zinc and phosphorus on root characteristics and yield and quality of corn. PhD thesis Crop physiology. Islamic Azad University, *Science and Research.* Ahvaz, Iran. Page 142. (In Persian).
- Richard, R.A., A.G. Condon, and G.J. Rebetzke. 2002. Traits to improve yield in dry environment In: M. P. Reynolds. *Application of Physiology in Wheat Breeding*. 88-100.
- Sherbaf, Kh., and M. Ahmadi. 1998. Evaluation of different irrigation levels on yield and yield components and chemical and physiological characteristics of corn grain. Proceedings of Fifth Congress of Crop Sciences. Isfahan- Iran. 251 pp. (In Persian).
- Shirani Rad, A.H. 2001. An investigation into canola production. Department oilseeds. Seed and Plants Improvement Institute. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Shiva, S. and M.K. Jagannath. 1991. Relationships of the growth and yield components with grain yield of maize through path analysis. *Journal of Agricultural Research*. 2: 223-225.
- Shoa Hosseini, S., S. Khavari Khorasani, and M. Farsi. 2008. Effects of water deficit stress on yield and yield components of some maize hybrids using path analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 18: 71-85. (In Persian).
- Sinaki, J.M., E. Majidi Heravan, A.H. Shirani Rad, G. Noormohamadi, and G. Zarei. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural Environ*. 2(4): 417- 424.
- Tollenaar, M., L.M. Dwyer, and D.W. Stewart. 1992. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. *Crop Science*. 32: 432-438.
- Vaezi, Sh., S. Abde Mishani, B. Yazdi Samady, and M.R. Ghanadha. 1998. Correlation and path analysis for yield and yield components in maize. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 1(31):71-83. (In Persian).
- Valad Abadi, A. 2001. Effects of drought stress on quality and quantity properties of corn. *Seventh Congress of Agriculture. Karaj-Iran.* 618 pp. (In Persian).
- Yazdi Samadi, B., and S. Abdemishani. 1996. Crop Breeding. Publication of Tehran University. 283 pp. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Relationship Between Yield and Yield Components of Maize Hybrids under Different Irrigation

Seyedzavar, J[1]., M. Norouzi [2*], S. Aharizad [3], and A. Bandehhagh [2]

Received: August 2014, Accepted: 28 February 2015

Abstract

To evaluation the response of some maize hybrids to water deficit stress, a field experiment in 2010 was conducted using a split-plot plan on the basis of complete randomized block design with four replications at the Agricultural Research Station, University of Tabriz (Khalatpoushan). Main plots consisted of three different irrigation regimes (non-stress, mid-stress and sever-stress) and sub plots of 14 maize hybrids. Results showed significant differences among hybrids and irrigation regimes for all traits studied. Analysis of variance revealed significant differences among hybrids and also irrigation levels for all traits except ear diameter. The best model for stepwise regression based on all traits at the average of conditions, indicated that four responsible traits like number of rows per ear, 300-grain weight, number of grains per row and number of leaves per plant remained in model, which justified 83 percent of the total variations in yield performance. The path analysis showed that the number of rows per ear had the highest direct effect on yield. Based on principal component analysis the first component had a major factor on the weight of 300 seeds, plant height, ear length, flag leaf area, ear diameter and corn cob diameter and the second component had a big factor on plant dry weight, number of kernels per row, number of leaves per plant, number of rows per ear and grain yield. Principal component analysis (PCA), based on all of traits studied determined two principal components that could justify the 78 percent of vaiations. In this research the first component named as the growth-morphological factor and second component named as the yield factor.

Key words: Principal component analysis, Path analysis, Water deficit stress, Maize hybrid, Seed yield, Stepwise regression.

1- Former MSc Student in Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of urmia, Iran
2- Assistant Prof., Dept. of Plant Breeding & Biotechnology, Faculty of agriculture, University of Tabriz, Iran.
3- Associated Prof., Dept. of Plant Breeding & Biotechnology, Faculty of agriculture, University of Tabriz, Iran.
**** Corresponding Author:*** *norouzi@tabrizu.ac.ir*

www.SID.ir