

## ارزیابی عملکرد دانه دو رگ‌های امید بخش ذرت در آزمایشات چند منطقه‌ای Evaluation of grain yield of promising maize hybrids in multi-location trails

رجب چوکان<sup>۱</sup>، افشار استخر<sup>۲</sup>، حسین حدادی<sup>۳</sup>، محمد رضا شیری<sup>۴</sup>، مسعود رفیعی<sup>۵</sup>، کامران انوری<sup>۶</sup>،  
سعید خاوری خراسانی<sup>۷</sup>، محمد تقی فیض بخش<sup>۸</sup>، عزیز آفرینش<sup>۹</sup>، همایون دارخال<sup>۱۰</sup>،  
غلامرضا افشارمنش<sup>۱۱</sup>، ثریا قاسمی<sup>۱۲</sup> و رضا معینی<sup>۱۳</sup>

### چکیده

چوکان، ر.، ۱. استخر، ح. حدادی، م. ر. شیری، م. رفیعی، ک. انوری، س. خاوری خراسانی، م. فیض بخش، ع. آفرینش، ه. دارخال، غ. ر. افشارمنش، ث. قاسمی و ر. معینی. ۱۳۹۲. ارزیابی عملکرد دانه دو رگ‌های امید بخش ذرت در آزمایشات چند منطقه‌ای. مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۴): ۳۰۸-۳۱۹.

در این آزمایش تعداد ۱۴ دو رگ ذرت به همراه رقم شاهد (سینگل کراس ۷۰۴) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ۱۲ منطقه (کرج، شیراز، قراخیل قائمشهر، مغان، خرم آباد، میاندوآب، مشهد، گرگان، دزفول، اصفهان، جیرفت و ایلام) به مدت دو سال (۹۱ و ۱۳۹۰) مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین دو ساله عملکرد دانه، دو رگ MO17 x 1-1-1-3-2-K47/2 (سینگل کراس ۷۰۳) در مناطق کرج، زرقان شیراز، قراخیل قائمشهر، گرگان، اصفهان و جیرفت به ترتیب با ۱۳۷۵۸، ۱۴۱۹۰، ۱۱۰۸۴، ۹۲۲۷، ۱۰۷۸۴ و ۱۰۵۵۶ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را تولید نمود. این دو رگ در مناطق میاندوآب (با ۱۹۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) و خرم آباد (با ۶۳۰۳ کیلوگرم در هکتار) دومین و در مناطق مغان (با ۱۰۰۱۰ کیلوگرم در هکتار) و مشهد (۱۴۷۳۰ کیلوگرم در هکتار) سومین رتبه از نظر عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. در سال ۱۳۹۰، دو رگ‌های سینگل کراس ۷۰۳، سینگل کراس ۷۰۲ (K18 x 1-1-1-4-2-2-K47/2) و سینگل کراس ۷۰۵ به ترتیب با ۱۲۲۶۰، ۱۰۲۰۹ و ۱۰۱۸۶ کیلوگرم در هکتار و در سال ۱۳۹۱ به ترتیب با ۱۱۳۲۱، ۱۱۱۸۱ و ۱۰۰۸۱ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. بر اساس تجزیه مرکب سال و مکان نیز دو رگ‌های سینگل کراس ۷۰۳، سینگل کراس ۷۰۲ و سینگل کراس ۷۰۵ به ترتیب با ۱۰۹۶۵ و ۱۰۱۳۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین تولید دانه را در واحد سطح داشتند. تجزیه پایداری بر اساس شاخص برتری نشان داد که دو رگ‌های سینگل کراس ۷۰۳ ( $Pi=0/06$ )، سینگل کراس ۷۰۲ ( $Pi=0/78$ ) و سینگل کراس ۷۰۵ ( $Pi=1/70$ ) به ترتیب برترین دورگ‌ها در این آزمایش بودند. با توجه به شاخص برتری که تلفیقی از عملکرد بالا و پایداری است، دو رگ سینگل کراس ۷۰۳ در صورت تولید مناسب عملکرد در آزمایشات در شرایط زارعین می‌تواند به عنوان دورگ جدید ذرت معرفی شود.

واژه‌های کلیدی: امید بخش، ذرت، سینگل کراس ۷۰۳، عملکرد دانه و مقیاس برتری.

تاریخ دریافت: ۱۳۹/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۲۲ این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی ۹۰۰۵۷-۰۳-۰۳-۰- مصوب مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد

- ۱- استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: r\_choukan@yahoo.com)
- ۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
- ۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران
- ۴- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل
- ۵- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان
- ۶- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی
- ۷- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی
- ۸- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
- ۹- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول
- ۱۰- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
- ۱۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت و کهنوج
- ۱۲- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام
- ۱۳- کارشناس مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

## مقدمه

ذرت در بیش از ۱۷۰ میلیون هکتار از اراضی جهان کشت می‌شود و تولید سالانه آن حدود ۸۸۰ میلیون تن می‌باشد (FAOSTAT, 2011). ذرت بالاترین پتانسیل تولید کربوهیدرات را در واحد سطح دارا بوده و یکی از غلات مهم در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته محسوب می‌شود. در کشورهای در حال توسعه ذرت معمولاً به عنوان غذای انسان استفاده می‌شود، در حالیکه در کشورهای توسعه یافته به طور وسیعی به عنوان منبع اصلی کربوهیدرات در تغذیه دام و ماده خام صنایع کارخانجات فرآوری خشک و مرطوب مصرف می‌شود.

ارقام گیاهی موفق بایستی از نظر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی مطلوب بوده و علاوه بر این تظاهر آن‌ها نیز در دامنه وسیعی از شرایط محیطی قابل قبول باشد. عامل اصلی تفاوت در پایداری ژنوتیپ‌ها، وقوع گسترده اثر متقابل ژنوتیپ × محیط است. در واقع اثر متقابل ژنوتیپ × محیط باعث نوسانات در عملکرد در محیط‌های مختلف می‌شود. واکنش فنوتیپی به تغییرات محیطی در مورد همه ژنوتیپ‌ها یکسان نبوده و بستگی به محیط خواهد داشت. به نژادگران اغلب با وضعیتی روبه رو هستند که رتبه بندی ارقام از منطقه‌ای به منطقه دیگر و یا از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط موجب مشکلاتی در تولید ارقام اصلاح شده می‌گردد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای لاین‌های خالص، سینگل کراس‌ها، دابل کراس‌ها، تاپ کراس‌ها، لاین‌های  $S_1$  یا هر ماده ژنتیکی دیگری که به نژادگران با آن کار می‌کنند، وجود دارد. درک و شناسایی عوامل محیطی و ژنوتیپی ایجاد کننده اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در تمام مراحل اصلاح نباتات حائز اهمیت است (Jackson *et al.*, 1996; Yan and Hunt, 1998). اثر متقابل ژنوتیپ با محیط زمانی اتفاق می‌افتد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در تمام محیط‌ها، در یک یا چند

سال مشابه نباشد. این موضوع نشان دهنده عدم ثبات تظاهر ژنوتیپ‌ها در دامنه‌ای از محیط‌ها است (Hill *et al.*, 1998). در بسیاری از موارد، محقق علاقمند به دانستن مقدار عددی خود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نمی‌باشد، اما علاقمند به وجود (یا عدم وجود) تغییر ترتیب ژنوتیپ‌ها است. این جنبه از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ارتباط نزدیکی با گزینش در اصلاح نباتات دارد. به نژادگران اساساً علاقمند به رتبه بندی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف و تغییر این رتبه بندی می‌باشند (Kang, 1998). پایداری ژنوتیپ یک اصل مهم در تمام تجزیه‌های اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در اصلاح نباتات می‌باشد. پایداری به روش‌های مختلف تشریح شده و مفاهیم مختلفی از پایداری در طی سال‌ها ارائه گردیده است (Lin *et al.*, 1986). محققان واژه‌های سازگاری، پایداری فنوتیپی و پایداری عملکرد را به طرق مختلف استفاده می‌کنند (Becker and Leon, 1988). پایداری در استفاده عمومی دلالت بر ثبات در تظاهر به مفهوم حداقل تغییرات میانگین در محیط‌های مختلف برای ژنوتیپ خاص دارد (Chahal and Gosal, 2002).

پایداری مرتبط با فعالیت به نژادگر، به مفهوم فنوتیپ دارای اهمیت اقتصادی مثل عملکرد و کیفیت دانه است. ارقام مناسب بایستی دارای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط پائینی برای صفات مهم به ویژه عملکرد دانه باشند. مفهوم بیولوژیکی پایداری به تظاهر ثابت یک ژنوتیپ در دامنه وسیعی از محیط‌ها مربوط می‌شود. این جنبه پایداری در توافق با مفهوم همواستازی که به طور وسیعی در ژنتیک استفاده می‌شود، می‌باشد. بر اساس نظر بیکر و لئون (Becker and Leon, 1988) در پایداری استاتیک، تظاهر یک ژنوتیپ علیرغم تغییرات محیطی، بدون تغییر می‌ماند و دلالت بر این دارد که واریانس آن در بین محیط‌ها برابر صفر است. این نوع پایداری به علت اینکه هیچ واکنشی به بهبود شرایط رشد دیده نمی‌شود، به ندرت خصوصیت مطلوب ارقام محسوب می‌شود. از طرف دیگر پایداری دینامیک که به عنوان

مفهوم آگرونومیکی پایداری نیز ذکر می‌شود، دلالت بر این دارد که یک ژنوتیپ پایدار بایستی همیشه عملکرد بالا داشته باشد، یعنی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط آن رقم در حداقل مقدار ممکن باشد (Becker, 1981). در ارتباط با صفات کمی، بیشتر ژنوتیپ‌ها واکنش مشابهی به شرایط محیطی مساعد و نامساعد نشان می‌دهند. بیکر و لئون (Becker and Leon, 1988) اعلام کردند که تمام روش‌های پایداری بر اساس کمی کردن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به مفهوم دینامیکی پایداری تعلق دارند. این روش شامل روش‌های تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط اکووالانس (Wricke, 1962) و واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) روش‌های رگرسیونی مثل روش‌های پیشنهادی فیلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963)، ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) و پرکینز و جینگز (Perkins and Jinks, 1968) و همچنین آماره‌های پایداری ناپارامتری می‌شود.

بیکر و لئون (Becker and Leon, 1988) و لین و همکاران (Lin *et al.*, 1986) پایداری را در سه تیپ دسته بندی کردند: ۱- اگر واریانس ژنوتیپ بین محیط‌ها کوچک باشد، ژنوتیپ پایدار تلقی می‌گردد. این مفهوم در صفات کیفی، مقاومت به بیماری‌ها یا برای صفات تحمل تنش مفید هستند. بر اساس این مفهوم از پایداری، یک ژنوتیپ تظاهر مشابهی در محیط‌های مختلف یا تحت شرایط مختلف محیطی دارد. این پایداری استاتیک است یا می‌توان آن را به عنوان مفهوم بیولوژیکی پایداری تلقی کرد (Becker and Leon, 1988). واریانس‌های ژنوتیپ در محیط‌های مختلف ( $S_i^2$ ) و ضریب تغییرات ( $CV_i$ ) به عنوان پارامترهایی جهت شرح این تیپ پایداری استفاده می‌شوند (Francis and Kannenberg, 1978).  
 ۲- یک ژنوتیپ زمانی پایدار تلقی می‌گردد که واکنش آن موازی با میانگین واکنش تمام ژنوتیپ‌ها در آزمایش باشد. بر اساس نظر بیکر و لئون

(Becker and Leon, 1988) این نوع پایداری به عنوان مفهوم دینامیک یا آگرونومیکی پایداری تلقی می‌گردد. در این حالت، ژنوتیپ پایدار انحرافی از واکنش عمومی به محیط‌ها نداشته و روش ممکن برای پیش بینی واکنش یک ژنوتیپ به محیط خاص را به وجود می‌آورد. پارامترهای مورد استفاده در این نوع پایداری، ضریب رگرسیون ( $b_i$ ) (Finlay and Wilkinson, 1963)، و واریانس پایداری ( $\sigma_i^2$ ) شوکلا (Shukla, 1972) می‌باشند. ۳- ژنوتیپی پایدار تلقی می‌گردد که میانگین مربعات باقیمانده از مدل رگرسیون روی شاخص محیطی آن حداقل باشد. شاخص محیطی، تفاضل میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها در هر منطقه از میانگین کل تمام ژنوتیپ‌ها در تمام ژنوتیپ‌ها در تمام محیط‌ها است. روش پیشنهادی ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell 1966) و تای (Tai, 1971) می‌توانند برای برآورد این نوع پایداری استفاده شوند.

لین و همکاران (Lin *et al.*, 1986) تعداد نه آماره پایداری پارامتریک را تفسیر کردند: ۱) واریانس ژنوتیپ در محیط‌های مختلف ( $S_i^2$ )، ۲) ضریب تغییرات (Francis and Kannenberg, 1978) ( $CV_i$ )، ۳) میانگین واریانس ( $\bar{\theta}_i$ ) پلیستید و پترسون (Plasted and Peterson 1959)، ۴) جزء واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط پلستید (Plasted 1960)، ۵) اکو والانس ( $W_i$ ) (Wrick, 1963)، ۶) واریانس پایداری ( $\sigma_i^2$ ) (Shukla, 1972)، ۷) ضریب رگرسیون یا  $b_i$  (Finlay and Wilkinson, 1963)، ۸) پارامتر انحراف ( $S^2 d_i$ ) معرفی شده توسط ابرهارت و راسل (Eberhart and Russel, 1966). بیکر و لئون (Becker and Leon 1988) پیشنهاد کردند که اکووالانس بایستی بیشتر استفاده شود و علت آن را ترکیب  $b_i$  و  $S_{di}^2$  به عنوان پارامتر پایداری در این معیار اعلام کردند. بسیاری از محققان  $b_i$  را به عنوان پارامتر واکنش و انحراف  $S_{di}^2$  را به عنوان پارامتر پایداری در نظر می‌گیرند. اکووالانس ( $W_i$ ) ریک (Wricke, 1962)،

واریانس پایداری یک ترکیب خطی از اکووالانس است و بنابراین  $W_i$  و  $\sigma^2_i$  از نظر رتبه بندی معادل یکدیگر می باشند (Wricke and Weber, 1980).

لین و بینز (Lin and Binns, 1988) مقیاس برتری (Superiority measure; Pi) را برای یک ژنوتیپ به عنوان میانگین مربعات فاصله بین آن ژنوتیپ و ژنوتیپ با حداکثر پاسخ تعریف کردند. هر چه مقدار Pi کوچکتر باشد، فاصله بین ژنوتیپ با ژنوتیپ با حداکثر عملکرد کمتر و ژنوتیپ بهتری محسوب می شود. این روش ژنوتیپها را با یک پارامتر واحد (Pi) از طریق ترکیب پایداری و قابلیت تولید نشان می دهد و رقم برتر را به عنوان رقمی که تظاهر آن در محیطهای مختلف نزدیک به حداکثر باشد معرفی می نماید (Helgadottir and Kristjansdottir, 1991). این تعریف رقم برتر مطابق با هدف به نژادگران می باشد. از نظر به نژادگران، رقم برتر بایستی از بین پرمحصولترین ارقام در حداکثر تعداد ممکنه از محیط ها باشد (Farias et al., 1995 and Farias et al., 1997).

از آنجائیکه هر گروه از محققین یکی از روشها یا بسته به ضرورت ترکیبی از آنها را در مطالعات خود جهت یافتن واریته های پرمحصول و پایدار استفاده کرده اند، در این تحقیق سعی بر آن است که تلفیقی از روش های مختلف جهت تعیین پایداری دو رگ های تولیدی بکار گرفته شود.

### مواد و روشها

در این آزمایش تعداد ۱۴ دو رگ ذرت به همراه رقم شاهد (سینگل کراس ۷۰۴) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در ۱۲ منطقه (کرج، شیراز، قراخیل قائمشهر، مغان، خرم آباد، میاندوآب، مشهد، گرگان، دزفول، اصفهان، جیرفت و ایلام) به مدت دو سال (۹۱ و ۱۳۹۰) مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر رقم در هر کرت در ۴ ردیف به فاصله ۷۵ سانتی متر کشت شد که هر ردیف شامل ۱۶ کپه

استفاده از مشارکت هر ژنوتیپ در مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط به عنوان مقیاس پایداری پیشنهاد و آن را به مفهوم آماره اکووالانس تعریف کرد. محاسبه اکووالانس بسیار ساده است. ژنوتیپهایی با مقدار  $W_i$  پائین نشان دهنده انحرافات کوچکتر از میانگین کل در محیطها است و بنابراین پایدارتر هستند. بر اساس نظر بیکر و لئون (Becker and Leon, 1988) اکووالانس مقدار مشارکت یک ژنوتیپ را در تشکیل اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط اندازه گیری می کند، به طوریکه ژنوتیپ با اکووالانس صفر به عنوان پایدار تلقی می گردد. بر اساس مفهوم اکووالانس، ژنوتیپ پایدار دارای اکووالانس بالا است (مقدار پائین  $W_i$  برابر است با اکووالانس بالا). پینتوس (Pinthus, 1973) جهت برآورد پایداری ژنوتیپها استفاده از ضریب تبیین ( $r_i^2$ ) را به جای میانگین مربعات انحراف پیشنهاد کرد، زیرا  $r_i^2$  به شدت مرتبط با  $S^2_{di}$  است. شوکلا (Shukla, 1972) واریانس پایداری یک ژنوتیپ را به عنوان واریانس آن ژنوتیپ در محیطها بعد از حذف اثرات اصلی میانگینهای محیطی تعریف کرد. از آنجائیکه اثر اصلی ژنوتیپ ثابت است، بنابراین واریانس پایداری بر اساس ماتریس اثرات باقیمانده ( $GE_{ij} + e_{ij}$ ) در گروه بندی دو طرفه خواهد بود. آماره پایداری، به عنوان واریانس پایداری ( $\sigma^2_i$ ) ذکر می شود. یک ژنوتیپ زمانی پایدار تلقی می شود که واریانس پایداری آن ( $\sigma^2_i$ ) مساوی واریانس محیطی ( $\sigma^2_e$ ) باشد که به معنی  $\sigma^2_i = 0$  می باشد. هر چه مقدار  $\sigma^2_i$  بالاتر باشد، نشان دهنده ناپایداری بیشتر آن ژنوتیپ خواهد بود. از آنجائیکه واریانس پایداری، تفاوت بین دو مجموع مربعات است، ممکن است منفی باشد. برآوردهای منفی واریانس در مسائل اجزاء واریانس نامتداول نبوده و  $\sigma^2_i$  منفی معادل صفر در نظر گرفته می شود (Shukla, 1972). یکنواختی برآوردها را می توان با استفاده از آزمون تقریبی شوکلا (Shukla, 1972) آزمون کرد (Lin et al., 1986).

چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. تجزیه مرکب و تجزیه پایداری برای کلیه مناطق و سال‌ها نیز جهت تعیین دو رگ‌های مناسب از نظر عملکرد و پایداری انجام شد. روش‌های پیشنهادی ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966)، ریک (Wricke, 1962)، شوکلا (Shukla, 1972) و محاسبه ضریب تبیین بر حسب وضعیت داده‌های بدست آمده از نظر برازش با هر یک از روش‌های فوق و تلفیقی از این روش‌ها در محاسبات پایداری بکار گرفته شد. روش ابرهارت و راسل جهت محاسبه ضریب رگرسیون (b<sub>i</sub>) و انحرافات از خط رگرسیون (S<sup>2</sup><sub>di</sub>) و روش ریک جهت محاسبه W<sub>i</sub> و روش شوکلا جهت محاسبه واریانس پایداری (σ<sup>2</sup><sub>i</sub>) و نهایتاً روش مقیاس برتری (Superiority measure) پیشنهادی لین و بینز (Lin and Binns, 1988) با استفاده از شاخص Pi برای شناسایی دو رگ‌های برتر ذرت مورد استفاده قرار گرفتند.

بفاصله ۳۵ سانتیمتر بود که با احتساب دو بوته در هر کپه، تراکم کشت نیز ۷۶ هزار بوته در هکتار بود. در هر کپه جهت اطمینان از سبز کافی چهار بذر کشت شد که پس از تنک کردن در مرحله ۵-۴ برگی، دو بوته در هر کپه نگهداری شدند. مساحت برداشت نیز بر مبنای دو خط وسط ۸/۴ متر مربع بود.

میزان کودهای نیتروژن و فسفر بر اساس توصیه خاکشناسی در هر منطقه بود که کل کود فسفر و نیمی از کود نیتروژن در زمان کاشت و نیمی دیگر از آن در زمان هفت برگی شدن ذرت به صورت سرک مصرف شد.

در مرحله رسیدگی ۱۰ بلال تصادفی در هر کرت برداشت و درصد چوب بلال و درصد رطوبت دانه اندازه گیری شدند. عملکرد دانه بر اساس ۱۴ درصد رطوبت دانه در هر کرت محاسبه شد. در هر منطقه تجزیه واریانس دوساله و مقایسه میانگین‌ها با آزمون

جدول ۱ - اسامی دو رگ‌های امید بخش ذرت دانه‌ای مورد ارزیابی

| Table 1. Name of promising maize hybrids |                                    |
|--|------------------------------------|
| No. of Hybrid                            | شماره دو رگ                        |
| 1  | KLM 76003/2-1-1-2-1-1-1-1-1× MO17  |
| 2  | KSC 703(K47/2-2-1-3-3-1-1-1× MO17) |
| 3  | K47/2-2-1-22-1-1-1-1-1× K3615/2    |
| 4  | KLM 77002/10-1-1-1-1-3-1× MO17     |
| 5  | KSC 702(K47/2-2-1-4-1-1-1× K18)    |
| 6  | KLM 76005/2-3-1-1-1-1-1× MO17      |
| 7  | K3547/5× K19/1                     |
| 8  | KLM8026/1-2-1-2-3 × MO17           |
| 9  | KLM 77020/7-1-1-2-1-1-1-1-1× K19   |
| 10                                       | K47/2-2-1-22-1-1-1-1-1× K19        |
| 11                                       | K3547/3× K3615/2                   |
| 12                                       | K3653/2× MO17                      |
| 13                                       | K3615/2× K19/1                     |
| 14                                       | KSC705(K3640/3× MO17)              |
| 15                                       | KSC 704                            |

اصفهان و جیرفت به ترتیب با ۱۳۷۵۸، ۱۴۱۹۰، ۱۱۰۸۴، ۹۲۲۷، ۱۰۷۸۴ و ۱۰۵۵۶ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را تولید نمود (جدول ۲). این دو رگ در مناطق میاندوآب (۱۹۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) و خرم آباد (۶۳۰۳ کیلوگرم در هکتار) دومین و در مناطق مغان

## نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین دو ساله عملکرد دانه، دو رگ شماره ۲ یا سینگل کراس ۷۰۳ (K47/2-2-1-3-3-1-1-1 x MO17) در مناطق کرج، زرقان شیراز، قراخیل قائمشهر، گرگان،

سینگل کراس ۷۰۵ به ترتیب با ۱۱۲۹۰، ۱۰۹۶۵ و ۱۰۱۳۳ کیلو گرم در هکتار بالاترین تولید دانه را در واحد سطح داشتند (جدول ۴).

با توجه به معنی دار بودن اثر متقابل سال × منطقه × دو رگ، تجزیه پایداری عملکرد دانه دورگ‌های مورد بررسی بر اساس شاخص‌های مختلف انجام گرفت (جدول ۴). بر اساس شاخص‌های اکووالانس (Wrick, 1962) و واریانس پایداری (Shukla, 1972)، دورگ‌های شماره ۷، ۱۳، ۱۰ و ۱۱ پایدارترین دورگ‌ها بودند. بر اساس همین شاخص‌ها دورگ‌های پرمحصول شماره ۵ (سینگل کراس ۷۰۲) و شماره ۲ (سینگل کراس ۷۰۳) ناپایدار محسوب شدند. بر اساس شاخص انحرافات از خط رگرسیون  $(S_{di}^2)$  (Eberhart and Russell, 1966) دورگ شماره ۶ ناپایدارترین دورگ بود و دورگ‌های ۷، ۱۳، ۹، ۱۰ و ۱۱ به ترتیب از پایدارترین دورگ‌ها بودند. دورگ‌های پرمحصول شماره ۵ (سینگل کراس ۷۰۲) و شماره ۲ (سینگل کراس ۷۰۳) بر اساس این شاخص از پایداری متوسط برخوردار بودند. بر اساس ضریب تبیین یا  $R^2$  (Pinthus, 1973)، دورگ شماره ۶ ناپایدارترین دورگ بود.

بر اساس این شاخص دورگ‌های پرمحصول شماره ۵ (سینگل کراس ۷۰۲) از پایداری نسبتاً بالا و شماره ۲ (سینگل کراس ۷۰۳) از پایداری متوسط برخوردار بودند. بیکر (Becker, 1981) گزارش کرد که ضریب تبیین  $(r_i^2)$  بشدت مرتبط به  $(S_{di}^2)$  است.

شاخص ضریب تغییرات (CV) (Francis and Kannenberg, 1978) نشان داد که دو رگ پرمحصول شماره ۲ (سینگل کراس ۷۰۳) به همراه دو رگ شماره ۱۴ از پایدارترین دورگ‌ها بودند. بر اساس این شاخص دو رگ‌های شماره ۱۰، ۱، ۱۳، ۵، ۱۱ و ۱۲ از پایداری کمتری برخوردار بودند. لین و همکاران (Lin et al., 1986) اعلام داشتند که چنانچه محقق علاقمند به تعیین پایداری در دامنه معینی از

(۱۰۰۱۰ کیلوگرم در هکتار) و مشهد (۱۴۷۳۰ کیلوگرم در هکتار) سومین رتبه عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. در منطقه ایلام علی‌رغم برتری تولید (۷۶۹۲ کیلوگرم در هکتار) نسبت به دو رگ شاهد سینگل کراس ۷۰۴ (۶۶۰۳ کیلوگرم در هکتار)، در رده نهم قرار گرفت. رتبه بعدی مرتبط به دو رگ شماره ۵ یا سینگل کراس ۷۰۲ ( $1 \times K18 - 1 - 1 - 1 - 1 - 2 - 2 - 4 - 2 - 2 - 2 - 2 - 4 - 7$ ) بود. این دو رگ بیشترین تولید را در منطقه میاندوآب (۲۰۲۷۲ کیلوگرم در هکتار) و دومین تولید را در کرج (۱۲۶۵۴ کیلوگرم در هکتار)، مغان (۱۰۲۸۶ کیلوگرم در هکتار)، مشهد (۱۴۷۶۷ کیلوگرم در هکتار) و جیرفت (۱۰۳۰۲ کیلوگرم در هکتار) و سومین تولید را در مناطق اصفهان (۹۴۸۵ کیلوگرم در هکتار)، قائمشهر (۹۳۰۴ کیلوگرم در هکتار) و شیراز (۱۳۹۱۷ کیلوگرم در هکتار) در بین دورگ‌های مورد بررسی دارا بود. این دو رگ در منطقه ایلام با تولید ۹۰۷۸ کیلوگرم در هکتار بهتر از دو رگ سینگل کراس ۷۰۳ بود. دو رگ سینگل کراس ۷۰۵ نیز نیز در رده بعدی قرار گرفت. این دو رگ در مناطق مشهد و خرم‌آباد به ترتیب با تولید ۱۴۹۰۶ و ۶۱۹۹ کیلوگرم در هکتار بالاترین و در مناطق شیراز (۱۳۹۳۴ کیلوگرم در هکتار)، قائمشهر (۱۰۲۳۶ کیلوگرم در هکتار) و اصفهان (۱۰۳۴۴ کیلوگرم در هکتار) دومین رتبه تولید را به خود اختصاص داد. مقایسه میانگین سالانه عملکرد دانه دورگ‌های مورد بررسی نشان داد که در میانگین سال ۱۳۹۰، دورگ‌های سینگل کراس ۷۰۳، سینگل کراس ۷۰۲ و سینگل کراس ۷۰۵ به ترتیب با ۱۲۲۶۰، ۱۰۲۰۹ و ۱۰۱۸۶ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را تولید نمودند (جدول ۳). دورگ‌های سینگل کراس ۷۰۳، سینگل کراس ۷۰۲ و سینگل کراس ۷۰۵ در سال ۱۳۹۱ نیز به ترتیب با ۱۱۳۲۱، ۱۱۱۸۱ و ۱۰۰۸۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. بر اساس تجزیه مرکب سال و مکان نیز دورگ‌های سینگل کراس ۷۰۳، سینگل کراس ۷۰۲ و

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) دو رنگ‌های ذرت مورد ارزیابی (۹۱ - ۱۳۹۰)

Table 2. Mean comparison of grain yield (kg.ha<sup>-1</sup>) of maize hybrids (2011-12)

| شماره دو رنگ<br>No. of hybrid | کرج<br>Karaj | شیراز<br>Shiraz | قائم‌شهر<br>Ghaemshahr | گرگان<br>Gorgan | دزفول<br>Dezful | اصفهان<br>Esfahan | جیرفت<br>Jiroft | میاندوآب<br>Miandoab | خرم‌آباد<br>Khoramabad | مغان<br>Mogan | مشهد<br>Mashhad | ایلام<br>Ilam |
|-------------------------------|--------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------------|------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| 1                             | 10679 cde    | 11239 c         | 8280 cd                | 7263 b-e        | 5994 b-d        | 8777 cd           | 9017 abc        | 17447 b              | 4636 abc               | 8453 de       | 12540 b-d       | 9525 ab       |
| 2                             | 13759 a      | 14187 a         | 11084 a                | 9227 a          | 8004 a          | 10784 a           | 10556 a         | 19467 a              | 5989 ab                | 10007 ab      | 14730 a         | 7693 de       |
| 3                             | 11607 b-d    | 11348 bc        | 7248 def               | 7060 b-e        | 6459 b          | 8149 d            | 9254 abc        | 13630 g              | 3917 bc                | 8312 de       | 11968 d         | 6040 g        |
| 4                             | 12208 abc    | 11466 bc        | 8504 cd                | 6492 cde        | 4494 ef         | 8755 cd           | 6613 d          | 16035 cde            | 3991 abc               | 7663 de       | 11780 d         | 5954 g        |
| 5                             | 12654 ab     | 13917 a         | 9304 bc                | 7787 abc        | 5750 b-d        | 9485 bc           | 10303 ab        | 20272 a              | 4739 abc               | 10286 a       | 14767 a         | 9078 bc       |
| 6                             | 12311 abc    | 11886 bc        | 6666 ef                | 5567 e          | 5025 def        | 8406 cd           | 8263 bcd        | 14671 fg             | 4238 abc               | 10310 a       | 13387 a-d       | 10149 a       |
| 7                             | 9413 ef      | 12164 bc        | 9055 bc                | 7920 abc        | 5188 cde        | 8756 cd           | 8117 bcd        | 16035 cde            | 4122 abc               | 9089 bcd      | 14401 ab        | 8362 cd       |
| 8                             | 10460 def    | 11883 bc        | 8292 cd                | 7546 a-d        | 4637 ef         | 8665 cd           | 7542 cd         | 16951 bc             | 5302 abc               | 8357 de       | 14145 a-c       | 6512 fg       |
| 9                             | 9544 ef      | 11411 bc        | 8064 cde               | 7714 abc        | 6006 b-d        | 8950 cd           | 6522 d          | 15034 ef             | 4842 abc               | 8926 cd       | 12250 cd        | 7413 ef       |
| 10                            | 10022 def    | 12680 bc        | 8508 cd                | 8514 ab         | 6224 bc         | 8629 cd           | 9098 abc        | 16885 bc             | 4889 abc               | 9690 abc      | 14092 a-c       | 9492 ab       |
| 11                            | 8994 ef      | 11002 c         | 6524 f                 | 5681 e          | 3999 f          | 8163 d            | 7484 cd         | 13760 g              | 3668 c                 | 7571 e        | 13561 a-d       | 8028 de       |
| 12                            | 8694 f       | 12680 b         | 8924 bc                | 7563 a-d        | 5760 b-d        | 9034 cd           | 7894 cd         | 16481 bcd            | 5184 abc               | 8134 de       | 14226 a-c       | 9508 ab       |
| 13                            | 9426 ef      | 11913 bc        | 7754 c-f               | 5963 de         | 5484 b-e        | 8358 cd           | 8084 bcd        | 14656 fg             | 5358 abc               | 8130 de       | 13432 a-d       | 7978 de       |
| 14                            | 10388 def    | 13934 a         | 10236 ab               | 7856 abc        | 6153 bc         | 10344ab           | 8797 a-d        | 17288 b              | 6199 a                 | 8238 de       | 14906 a         | 7258 ef       |
| 15                            | 9361 ef      | 13836 a         | 9232 bc                | 7259 b-e        | 4887 def        | 8935 cd           | 8280 bcd        | 17036 bc             | 5365 abc               | 9812 abc      | 13469 a-d       | 6603 fg       |

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

با توجه به نتایج متفاوت حاصل از شاخص‌های مختلف و با توجه به اینکه تغییرات عملکرد دانه معمولاً در دو رگ‌های پرمحصول بیشتر از دو رگ‌های کم محصول می‌باشد، به منظور مشخص نمودن وضعیت نهایی دو رگ‌ها از شاخص برتری (Superiority measure) پیشنهادی لین و بینز (Lin and Binns, 1988) استفاده شد (جدول ۴). تجزیه پایداری بر اساس شاخص برتری نشان داد که دو رگ‌های سینگل کراس ۷۰۳ ( $P_i=0.78$ ) و سینگل کراس ۷۰۵ ( $P_i=1.70$ ) به ترتیب برترین دو رگ‌ها در این آزمایش بودند. فاریاس و همکاران (Farias et al., 1995 and 1997) اعلام نمودند که رقم برتر بر اساس این شاخص با هدف به نژادگران مطابقت دارد. از نظر به نژادگران، رقم برتر بایستی از بین پرمحصول‌ترین ارقام در حداکثر تعداد محیط‌ها باشد. با توجه به برتری عملکرد دانه دو رگ سینگل کراس ۷۰۳ در مناطق مختلف و با توجه به اینکه بر اساس شاخص‌های پایداری ضریب تغییرات (CV) این

شرایط محیطی باشند، پارامتر پایداری (CV) معیار مفیدی می‌تواند باشد. فرانسیس و کاننبرگ (Francis and Kannenberg, 1978) ژنوتیپ‌های با عملکرد بیشتر از میانگین و ضریب تغییرات کمتر از میانگین را به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار تشخیص دادند. با در نظر گرفتن شاخص واکنش ضریب رگرسیون ( $b_i$ ) (Eberhart and Russell, 1966) بنظر می‌رسد که دو رگ پرمحصول شماره ۵ (سینگل کراس ۷۰۲) بایستی واکنش خوبی به بهبود شرایط محیطی نشان دهد ( $b_i=1/30$ ). این دو رگ در شرایط بهینه میاندوآب که پتانسیل تولید بالایی را دارا بود، حداکثر عملکرد دانه را (۲۰۲۷۲ کیلوگرم در هکتار) تولید نمود. علاوه بر این، در سایر مناطق از قبیل کرج، شیراز، مشهد و مغان نیز این دو رگ عملکرد دانه بسیار بالایی داشت. لین و همکاران (Lin et al., 1986) اعلام کردند که چنانچه محقق علاقمند به مقایسه نسبی پایداری بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایشی باشد و مدل خطی با داده‌ها تطبیق نماید، ضریب رگرسیون معیار مناسبی است.

جدول ۳ - مقایسه میانگین عملکرد دانه دو رگ‌های ذرت مورد ارزیابی (کیلوگرم در هکتار) (۹۱-۱۳۹۰)

Table 3. Mean comparison of grain yield of maize hybrids ( $\text{kg. ha}^{-1}$ ) (2011 - 2012)

| No of hybrid                       | شماره دورگ | No of hybrid                       | شماره دورگ |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|------------|
| 2- KSC 703                         | 11260a     | 2- KSC 703                         | 11321a     |
| 5- KSC 702                         | 10209b     | 5- K47/2-2-1-4-2-1-1-1× K18        | 11181a     |
| 14- KSC705                         | 10186b     | 14- KSC705                         | 10081b     |
| 1- KLM 76003/2-1-1-2-1-1-1-1× MO17 | 10110b     | 10- K47/2-2-1-22-1-1-1× K19        | 9761bc     |
| 10- K47/2-2-1-22-1-1-1× K19        | 9948bc     | 15- KSC 704                        | 9717bc     |
| 12- K3653/2× MO17                  | 9510cd     | 12- K3653/2× MO17                  | 9503bcd    |
| 6- KLM 76005/2-3-1-1-1-1× MO17     | 9359d      | 7- K3547/5× K19/1                  | 9477bcd    |
| 7- K3547/5× K19/1                  | 9306d      | 8- KLM8026/1-2-1-2-3 × MO17        | 9350cd     |
| 15- KSC 704                        | 9296d      | 9- KLM 77020/7-1-1-2-1-1-1-1× K19  | 9199cd     |
| 8- KLM8026/1-2-1-2-3 × MO17        | 9017de     | 6- KLM 76005/2-3-1-1-1-1× MO17     | 9121cd     |
| 13- K3615/2× K19/1                 | 8932def    | 3- K47/2-2-1-22-1-1-1-1× K3615/2   | 9030d      |
| 9- KLM 77020/7-1-1-2-1-1-1-1× K19  | 8581efg    | 4- KLM 77002/10-1-1-1-1-3-1× MO17  | 8879de     |
| 3- K47/2-2-1-22-1-1-1-1× K3615/2   | 8469efg    | 1- KLM 76003/2-1-1-2-1-1-1-1× MO17 | 8865de     |
| 4- KLM 77002/10-1-1-1-1-3-1× MO17  | 83674fg    | 13- K3615/2× K19/1                 | 8824de     |
| 11- K3547/3× K3615/2               | 8127g      | 11- K3547/3× K3615/2               | 8279e      |

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test



جدول ۴ - شاخص‌های پایداری عملکرد دانه دو رگ‌های ذرت مورد ارزیابی

Table 4. Grain yield stability indices for evaluated maize hybrids

| No. of hybrid                           | شماره دورگ<br>Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> ) | عملکرد دانه<br>Wi<br>(Wrick) | $(\sigma^2_i)$<br>(Shukla) | Eberhart and Russel |                              | ضریب تبیین<br>R <sup>2</sup> | ضریب تغییرات<br>CV(%) | شاخص برتری<br>P <sub>i</sub> |
|---|--|------------------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
|   |  |                              |                            | b <sub>i</sub>      | S <sup>2</sup> <sub>di</sub> |                              |                       |                              |
| 1- KLM 76003/2-1-1-2-1-1-1-1 × MO17     | 9. 488 de  | 31.44                        | 1.47 <sup>**</sup>         | 0.97                | 1.42                         | 89.2                         | 20.4                  | 2.52                         |
| 2- K47/2-2-1-3-3-1-1-1 × MO17 (KSC 703) | 11.290 a   | 43.49                        | 2.08 <sup>**</sup>         | 1.09                | 1.86                         | 88.9                         | 10.1                  | 0.06                         |
| 3- K47/2-2-1-22-1-1-1-1 × K3615/2       | 8.750 g  | 37.45                        | 1.77 <sup>**</sup>         | 0.83                | 1.34                         | 86.4                         | 14.8                  | 4.74                         |
| 4- KLM 77002/10-1-1-1-1-3-1 × MO17      | 8.621 g  | 39.31                        | 1.87 <sup>**</sup>         | 0.98                | 1.78                         | 87.0                         | 16.8                  | 4.71                         |
| 5- K47/2-2-1-4-2-1-1-1 × K18(KSC 702)   | 10.695 b   | 48.41                        | 2.32 <sup>**</sup>         | 1.30                | 1.39                         | 93.4                         | 19.0                  | 0.78                         |
| 6- KLM 76005/2-3-1-1-1-1 × MO17         | 9.240 ef   | 45.94                        | 2.20 <sup>**</sup>         | 0.94                | 2.04                         | 84.2                         | 18.0                  | 4.39                         |
| 7- K3547/5 × K19/1                      | 9.391 e  | 11.16                        | 0.45 <sup>ns</sup>         | 1.03                | 0.50                         | 96.3                         | 10.5                  | 3.26                         |
| 8- KLM8026/1-2-1-2-3 × MO17             | 9.184 ef   | 26.40                        | 1.22 <sup>**</sup>         | 1.01                | 1.20                         | 91.3                         | 16.1                  | 3.13                         |
| 9- KLM 77020/7-1-1-2-1-1-1-1 × K19      | 8.890 fg   | 22.53                        | 1.02 <sup>**</sup>         | 0.86                | 0.78                         | 92.1                         | 20.9                  | 4.39                         |
| 10- K47/2-2-1-22-1-1-1 × K19            | 9.854 de   | 21.18                        | 0.96 <sup>ns</sup>         | 0.97                | 0.95                         | 92.4                         | 36.9                  | 2.21                         |
| 11- K3547/3 × K3615/2                   | 8.203 h  | 21.82                        | 0.99 <sup>ns</sup>         | 0.94                | 0.95                         | 92.0                         | 18.8                  | 6.89                         |
| 12- K3653/2 × MO17                      | 9.507 de   | 24.88                        | 1.14 <sup>**</sup>         | 0.99                | 1.13                         | 91.5                         | 17.1                  | 3.10                         |
| 13- K3615/2 × K19/1                     | 8.878 fg   | 14.75                        | 0.63 <sup>ns</sup>         | 0.93                | 0.61                         | 94.6                         | 20.4                  | 4.32                         |
| 14- KSC705                              | 10.133 c   | 29.57                        | 1.38 <sup>**</sup>         | 1.09                | 1.24                         | 92.2                         | 10.1                  | 1.70                         |
| 15- KSC 704                             | 9.506 de   | 26.99                        | 1.25 <sup>**</sup>         | 1.10                | 1.11                         | 93.0                         | 14.8                  | 2.77                         |

ns and \*\*: Not significant and significant at 1% probability level, respectively

ns و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

استفاده کشاورزان معرفی شود. این دو رنگ در میانگین کل سالها و مکانهای مورد مطالعه با عملکرد ۱۱۲۹۰ کیلوگرم در هکتار با افزایش ۱۷۸۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد سینگل کراس ۷۰۴، معادل ۱۸/۸ درصد افزایش تولید نشان داد.

دو رنگ بعنوان پایدارترین و بر اساس ضریب تبیین ( $R^2$ ) از پایداری نسبتاً بالا برخوردار بوده و بر اساس شاخص  $S^2_{di}$  از پایداری متوسط تا نسبتاً بالایی داشته است و بر اساس شاخص برتری (Pi) نیز به عنوان مناسبترین دورگ شناخته شد، این دو رنگ در صورت پاسخ مناسب در آزمایشات در شرایط زارعین می تواند به عنوان دو رنگ جدید جهت

## References

## منابع مورد استفاده

- Becker, H. C. 1981.** Biometrical and empirical relations between different concepts of phenotypic stability. In: Gallais, A. (Ed.). Quantitative Genetics and Breeding Methods 307-314. Versailles. I. N. R.A.
- Becker, H. C. and J. Léon. 1988.** Stability analysis in plant breeding. Plant Breed. 101: 1-23.
- Chahal, G. S. and S. S. Gosal. 2002.** Principles and procedures of plant breeding: Biotechnological and conventional approaches. Narosa Publishing House. New Delhi, India.
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966.** Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.
- FAOSTAT. 2011.** Statistical Database of Food and Agriculture Organization of the United Nations. [http://www.fao.org/waicent/portal/statistics\\_en.asp](http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp).
- Farias, F. J. C., M. A. P. Ramalho, L. P. Carvalho, J. A. N. Moreira and J. N. Costa. 1995.** Comparação entre métodos de avaliação de estabilidade para rendimento em cultivares de algodoeiro herbáceo. Ciênc. Prát. 19: 252-255. (In Portuguese with English abstract).
- Farias, F. J. C., M. A. P. Ramalho, L. P. Carvalho, J. A. N. Moreira and J. N. Costa. 1997.** Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. Pesqui. Agropecu. Bras. 32: 407-414. (In Portuguese with English abstract).
- Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson, 1963.** The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Austr. J. Agric. Res. 14: 742-754.
- Francis, T. R. and L. W. Kannenberg. 1978.** Yield stability studies in short season maize. 1. A descriptive method for grouping genotypes. Plant Sci. 58: 1029-1034.
- Helgadóttir, A. and T. Kristjánssdóttir. 1991.** Simple approach to the analysis of G x E interactions in a multi locational spaced plant trial with timothy. Euphytica 54: 65-73.
- Hill, J., H. C. Becker and P. M. A. Tigertedt. 1998.** Quantitative and ecological aspects of plant breeding. (First Edition), Chapman and Hall. London. pp. 275.
- Jackson, P., M. Robertson, M. Cooper and G. L. Hammer. 1998.** The role of physiological understanding in plant breeding: From a breeding perspective. Field Crops Res. 49: 11-37.
- Kang, M. S. 1998.** Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. Adv. Agron. 62:

199-252.

- Lin, C. S., M. R. Binns and L. P. Lefkovich. 1986.** Stability analysis: where do we stand? *Crop Sci.* 26: 894-900.
- Lin, C. S. and M. R. Binns. 1988.** A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Can. J. Plant Sci.* 68: 193-198.
- Perkins, J. M. and J. L. Jinks. 1968.** Environmental and genotype- environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. *Heredity* 23: 339-356.
- Pinthus, M. J. 1973.** Estimate of genotypic value: A proposed method. *Euphytica* 22: 121-123.
- Plaisted, R. L. 1960.** A shorter method for evaluating the ability of selection to yield consistently over locations. *Am. Potato J.* 37: 166-172.
- Plaisted, R. L. and L. C. Peterson, 1959.** A technique for evaluation the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *Am. Potato. J.* 36: 381-385.
- Shukla, G. K. 1972.** Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity* 29: 237-245.
- Tai, G. C. C. 1971.** Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop Sci.* 11: 184-190.
- Wricke, G. 1962.** Über eine methode zur erfassung der ologischen sterubreite in feldversuchen. *Pflanzuecht.* 47: 92-96.
- Wricke, G. and W. E. Weber. 1980.** Erweiterte analyse von wechselwirkungen in versuchsserien. In: *Biometrie- heute und morgen.* Köpcke and \_Berla. (Eds). Springer-Verlag, Berlin.(In German).
- Yan, W. and L. A. Hunt. 1998.** Genotype by environment interaction and crop yield. *Plant Breed. Rev.* 16: 135- 178.

## Evaluation of grain yield of promising maize hybrids in multi-location trails

Choukan, R<sup>1</sup>., A. Estakhr<sup>2</sup>, H. Haddadi<sup>3</sup>, M. R. Shiri<sup>4</sup>, M. Rafiei<sup>5</sup>, K. Anvari<sup>6</sup>,  
S. Khavari Khorasani<sup>7</sup>, M. T. Faizbakhsh<sup>8</sup>, A. Afarinesh<sup>9</sup>, H. Darkhal<sup>10</sup>,  
G. R. Afsharmanesh<sup>11</sup>, S. Ghasemi<sup>12</sup> and R. Moeini<sup>13</sup>

### ABSTRACT

Choukan, R., A. Estakhr, H. Haddadi, M. R. Shiri, M. Rafiei, K. Anvari, S. Khavari Khorasani, M. T. Faizbakhsh, A. Afarinesh, H. Darkhal, G. R. Afsharmanesh, S. Ghasemi and R. Moeini. 2014. Evaluation of grain yield of promising maize hybrids in multi-location trails. *Iranian Journal of Crop Sciences*.15(4): 308-319.(In Persian).

Fourteen promising maize hybrids together with commercial check hybrid, KSC 704, were evaluated using randomized complete block design with four replications in 12 locations (Karaj, Shiraz, Ghaemshahr, Mogan, Khoram Abad, Miandoab, Mashhad, Gorgan, Dezful, Esfahan, Jiroft and Ilam) for two cropping seasons (2011 and 2012). Analysis of variance and mean comparison of two years in each location showed that hybrid KSC 703 produced the highest grain yield in Karaj (13758 kg.ha<sup>-1</sup>), Shiraz (14190 kg.ha<sup>-1</sup>), Ghaemshahr (11084 kg.ha<sup>-1</sup>), Gorgan (9227 kg.ha<sup>-1</sup>), Isfahan (10784 kg.ha<sup>-1</sup>) and Jiroft (10556 kg.ha<sup>-1</sup>). It obtain the second rank for grain yield in Miandoab (19470 kg.ha<sup>-1</sup>) and Khoram Abad (6303 kg.ha<sup>-1</sup>) and third in Moghan (10010 kg.ha<sup>-1</sup>) and Mashhad (14730 kg.ha<sup>-1</sup>). The highest grain yield averaged over locations in 2011 and 2012 belonged to hybrids KSC 703 with 12260 and 11321 kg.ha<sup>-1</sup>, respectively. Mean comparison, averaged over years and locations, revealed that hybrids KSC 703, KSC 702 and KSC 705 produced higher grain yield with 11290, 10965 and 10133 kg.ha<sup>-1</sup>, respectively. Superiority measure (Pi) revealed KSC 703 (Pi=0.06), KSC 702 (Pi=0.78) and KSC 705 (Pi=1.70) as superior hybrids. Based on grain yield and superiority measure, which combines high yielding and stability, hybrid KSC 703 was identified as the most promising hybrid for commercialization, should it performs successful in on-farm verification trails.

**Key words:** Grain yield, KSC 703, Maize, Promising hybrid and Superiority measure.

**Received: March, 2013**      **Accepted: August, 2013**

1- Professor, Seed and Plant Improvement Institute, (SPII), Karaj, Iran. (Corresponding author) (Email: r\_choukan@yahoo.com)

2-Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Fars Province, Shiraz, Iran

3- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Mazandaran Province, Sari, Iran

4- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardebil Province, Moghan, Iran

5- Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Lorestan Province, Khorram Abad, Iran

6- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azarbijan Province, Miandoab, Iran

7-Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi Province, Mashhad, Iran

8-Researcher, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan, Iran

9- Faculty member, Agricultural Research Center of Safi Abad, Deful, Iran

10- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Isfahan Province, Isfahan, Iran

11- Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Jiroft and Kahnooj, Jiroft, Iran

12- Researcher, Agricultural and Natural Resources Research Center of Ilam Province, Ilam, Iran

13- Researcher, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran