مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۵ ، شماره ۳، سال ۱۳۸۸

پایداری عملکرد دانه ارقام و لاین‌های گندم نان با تیپ رشدی متفاوت در اقلیم معتدل ایران

Grain Yield Stability of Bread Wheat Cultivars and Lines with Different Growth Habits in Temperate Agro-climate Zone of Iran

منیره رحیمی[۱]، توحید نجفی میرک[۲] و ورهرام رشیدی[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز
۲- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۳- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۱۷

چکیده

رحیمی، م.، نجفی میرک، ت.، و رشیدی، و. ۱۳۸۸. پایداری عملکرد دانه ارقام و لاین‌های گندم نان با تیپ رشدی متفاوت در اقلیم معتدل ایران. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۵: ۴۶۹ - ۴۵۱.**

به منظور تعیین پایداری عملکرد دانه ارقام و لاین‌های گندم، تاریخ کاشت مناسب و ژنوتیپ‌های پرمحصول برای اقلیم معتدل کشور، پانزده رقم و لاین امیدبخش گندم در قالب یک آزمایش اسپلیت‌پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و سه تاریخ کاشت (۲۰ مهر، ۱۰ آبان و ۳۰ آبان) در شش منطقه به مدت دو سال زراعی (۸۶-۱۳۸۴) مورد ارزیابی قرار گرفتند. عملکرد دانه ارقام و لاین‌های مورد آزمایش پس از جمع‌آوری نتایج دو ساله از ایستگاه‌های مختلف به منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن بود که تاریخ کاشت اول (۲۰ مهر) برای تمام ایستگاه‌ها مناسب بود. بنابراین داده‌های دو ساله مربوط به تاریخ کاشت اول تجزیه واریانس مرکب شدند. با توجه به معنی‌دار شدن اثر رقم × سال × مکان، برای بررسی دقیق تر اثر متقابل و تعیین ارقام پایدار تجزیه پایداری با روش‌های مختلف انجام شد. نتایج حاصل از روش‌های ارزیابی شده تا اندازه‌ای مشابه بودند و در بیشتر روش‌ها رقم شیراز با میانگین عملکرد ۹/۷۹ تن در هکتار پایدارترین رقم شناخته شد. واریانس انحراف از رگرسیون و ضریب تبیین این رقم به ترتیب ۰/۲۸ و ۹۱/۱ بود که نشان‌دهنده پایداری وسازگاری عمومی این رقم است. لاین M-81-14 با میانگین عملکرد ۸/۸ تن در هکتار، از نظر پایداری در رتبه دوم قرار داشت. ارقام MV17، سایسون، زرین و کویر در این پژوهش از پایداری نسبتاً کمتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، ژنوتیپ‌ها، پایداری عملکرد دانه، اثر متقابل ژنوتیپ×محیط.

نویسنده مسئول: breeding60@yahoo.com

مقدمه

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در مورد صفاتی همچون عملکرد موجب شده است که نتوان یک رقم اصلاحی پرمحصول را برای مناطق مختلف توصیه کرد، به همین دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، ضرورت معرفی ارقام پر محصول با پایداری و سازگاری خصوصی بالا را توجیه می‌کند. وارگاس و همکاران (Vargas *et al*., 1998) در تعریف اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفت عملکرد بیان کردند که هر گاه در ارزیابی عملکرد دانه تعدادی ژنوتیپ در آزمایش چند منطقه‌ای، در عملکرد نسبی هر ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف تغییراتی مشاهده شود، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط رخ داده است. به عبارت دیگر به وجود تفاوت در عملکرد بین ژنوتیپ‌ها نسبت به محیط‌های مختلف اثر متقابل ژنوتیپ × محیط محسوب می‌شود. در مقابل بحث اثر متقابل ژنوتیپ × محیط مفهوم سازگاری (Adaptability) و پایداری (Stability) مطرح می‌شود. به طور کلی سازگاری مفهوم پیچیده‌ای دارد. اما در تعریفی خلاصه می‌توان گفت سازگاری عبارت از ظرفیت ژنتیکی یک رقم برای ظهور عملکرد بالا و پایدار در محیط‌های متفاوت است (Farshadfar, 1997؛ Mahfoozi *et al*., 2009).

نظر به این که تهیه ارقام اصلاح شده و سازگار با عملکرد بالا برای هر محیط از نظر اقتصادی متضمن هزینه سنگین و صرف وقت زیاد است، باید سعی در انتخاب ارقامی کرد که برای چند منطقه متفاوت قابل توصیه باشند، یعنی ارقامی که در کلیه مناطق اقلیمی مشابه و یا حداقل در اغلب آن مناطق عملکرد قابل قبولی داشته و بالاترین پایداری عملکرد دانه و سازگاری با محیط‌های مختلف را داشته باشند (Akcura *et al*., 2006).

برای بررسی پایداری عملکرد ارقام از روش‌های آماری مختلفی استفاده شده است (Sadeghzadeh Ahari *et al*., 2005؛ Hatamzadeh, 2007؛ Kanouni *et al*., 2007؛ Ansari Maleki *et al*., 2007). آکورا و همکاران (Akcura *et al*., 2006) به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و ارزیابی ژنوتیپ‌های پایدار، مطالعه‌ای را روی پانزده ژنوتیپ گندم دوروم در هشت محیط در آناتولی مرکزی (ترکیه) انجام دادند. بعد از معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با استفاده از پارامترهای پایداری (b_i، S^2_{di}، R^2_i، w^2_i، G^2_i، δ^2_i، α_i، λ_i) کلیه ژنوتیپ‌ها مقایسه و ارزیابی شدند که در آن ارقام Ylimaz-98 و Cakmak-79 با کلیهٔ روش‌ها پایدار معرفی شدند. ناشیت و همکاران (Nachit *et al*., 1992) با استفاده از داده‌های عملکرد ۲۱ ژنوتیپ گندم دوروم در ۲۲ منطقه مدیترانه‌ای نیمه مرطوب در سال زراعی ۸۷-۱۹۸۶، به ارزیابی مدل رگرسیون خطی و AMMI در مطالعه پایداری پرداختند. در مدل

AMMI تجزیه مجموع مربعات اثر متقابل بسیار موفق تر از روش رگرسیون بود و مجموع مربعات اثر متقابل در مدل AMMI، شش برابر مجموع مربعات کل رگرسیون برآورد شد. مهتا و همکاران (Mehta *et al.*, 2000) ضمن مطالعه پایداری ارقام گندم از روش پیشنهادی ابرهارت و راسل برای تعیین ارقام سازگار و دارای عملکرد پایدار استفاده و ارقام با عملکرد بالا، ضریب رگرسیون بالاتر از یک و انحراف از خط رگرسیون کم را برای مناطق حاصلخیز توصیه کردند. رینالدز و همکاران (Reynolds *et al.*, 2002) در بررسی عوامل فیزیولوژیکی مرتبط با اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در گندم نان،دوروم و تریتیکاله نشان دادند که از بین سه نوع محصول، گندم دوروم بیشترین حساسیت را به شرایط محیطی پیش از گلدهی داشت. تریتیکاله علی‌رغم این که بیشترین میانگین عملکرد دانه و بیولوژیک را داشت، زمانی که شرایط محیطی برای تشکیل سنبله آفتابی و گرم بود نسبتاً عملکرد پایین داشت. گندم نان بیشترین پایداری عملکرد را در بین سه محصول مورد مطالعه داشت. شرایط بعد از گلدهی تاثیر بیشتری روی ژنوتیپ × محیط در مقایسه با شرایط قبل از گلدهی داشت.

در مطالعه حاضر به منظور شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های گندم با پایداری عملکرد بالا و سازگار با مناطق معتدل کشور و همچنین مقایسه روش‌های مختلف پایداری، آزمایش چند منطقه‌ای با استفاده از پانزده رقم و لاین امیدبخش گندم با تیپ رشد و نیاز بهاره‌سازی متفاوت در دو سال زراعی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شش ایستگاه تحقیقاتی مناطق معتدل کشور شامل خرم‌آباد، زرقان، کرج، کرمانشاه، نیشابور و مشهد و در دو سال زراعی ۱۳۸۴-۱۳۸۵و ۱۳۸۵-۱۳۸۶ انجام شد. مواد مورد آزمایش پانزده ژنوتیپ گندم (رقم و لاین) بود. آزمایش در قالب کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شش محیط اجرا شد. تاریخ کاشت به عنوان کرت اصلی با سه سطح ۲۰ مهر، ۱۰ آبان و ۳۰ آبان و ژنوتیپ‌های گندم به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. زمین آزمایش در ایستگاه‌ها در تناوب دو ساله غلات-آیش بود. بذرها در شش خط به فاصله ۲۰ سانتی متر بر روی دو پشته به طول ۴ متر کشت شدند (مساحت کاشت $۴/۸\ m^2$ = ۱/۲ × ۴)، که البته با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت مساحت برداشت به ۳/۶ متر مربع کاهش یافت. پس از جمع‌آوری اطلاعات کلیه ایستگاه‌ها در مدت دو سال، محاسبات آماری انجام شد. تجزیه واریانس ساده برای هرایستگاه در هر سال به طور جداگانه انجام شد وسپس با استفاده از آزمون بارتلت نسبت به آزمون متجانس بودن واریانس خطاهای آزمایش‌ها اقدام شد. پس از آن تجزیه واریانس مرکب در شش ایستگاه به منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت هر منطقه

انجام شد. برای مطالعه دقیق و همه جانبه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین سازگاری و پایداری عملکرد دانه، از روش‌های مختلف تجزیه پایداری تک متغیره شامل واریانس محیطی رومر (Roemer, 1917)، ضریب تغییرات فرانسیس و کاننبرگ (Francis and Kannenberg, 1987)، اکووالانس ریک (Wricke, 1962)، واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972)، ضریب رگرسیون فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963)، واریانس انحراف از رگراسیون ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) و ضریب تبیین پینتوس (Pinthus, 1973) استفاده شد. همچنین میانگین واریانس درون مکانی لین و بینز (Lin, and Binns, 1988) و ضریب تغییرات آن نیز محاسبه شد و براساس آن‌ها ژنوتیپ‌های با عملکرد پایدار شناسایی شدند. از روش چند متغیره مدل AMMI نیز استفاده شد و ضمن انجام تجزیه واریانس براین اساس، مقادیر مولفه‌های اصلی برای هر ژنوتیپ و محیط استخراج و با ترسیم بای‌پلات‌های مربوطه، سازگاری عمومی و خصوصی ژنوتیپ‌ها مورد مطالعه قرار گرفت (Zobel *et al*., 1988). برای بررسی گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری آن، از روش کانگ (Kang, 1993) بر مبنای رتبه‌بندی بر اساس عملکرد و واریانس شوکلا (Shukla,1972) نیز استفاده شد.

نتایج و بحث

ارقام استفاده شده در این بررسی و تیپ رشدی آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

تجزیه واریانس مرکب دو ساله عملکرد دانه در هر یک از شش محیط نشان داد که اثر سال و تاریخ کاشت در تمامی مناطق بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل سال×تاریخ کاشت و سال×ژنوتیپ نیز در تمام ایستگاه‌ها در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود که بیانگر وجود اثر متقابل بین شرایط آب و هوایی مختلف طی دو سال و تاریخ‌های کاشت بر روی میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها بود (جدول۲). اثر متقابل ژنوتیپ×تاریخ کاشت در کرج و زرقان معنی‌دار نبودکه نشان‌دهنده واکنش یکسان ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت‌های مختلف در این دو مکان بود. این اثر در بقیه ایستگاه‌های مورد آزمایش معنی‌دار بود ($P<0/01$) بدین معنی که واکنش ژنوتیپ‌ها در تاریخ‌های کاشت مختلف در آن محل‌ها، متفاوت بود. اثر متقابل سال×ژنوتیپ در تمام مکان‌ها به غیر از کرج معنی‌دار شد و نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها به شرایط آب و هوایی طی دو سال آزمایش متفاوت بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در هر کدام از ایستگاه‌ها حاکی از آن بود که ارقام و لاین‌های با تیپ رشد بهاره و بینابین در تاریخ کاشت اول (۲۰ مهر) برای اغلب ایستگاه‌ها مناسب بودند (جدول ۳).

لازم به ذکر است که در اغلب مناطق

جدول ۱- لیست ارقام ولاین‌های گندم نان وتیپ رشد آن‌ها
Table 1. The list of cultivars/lines and their growth habits

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ارقام ولاین‌ها Cultivars/lines	تیپ رشد Growth habit
1	Saissons	زمستانه (W)
2	MV17	زمستانه (W)
3	Gascogne	زمستانه (W)
4	C-81-14	زمستانه (W)
5	C-82-12	زمستانه (W)
6	Alvand	بینابین (F)
7	Mahdavi	بینابین (F)
8	Zarrin	بینابین (F)
9	Marvdasht	بهاره (S)
10	Toos	بینابین (F)
11	Shiraz	بهاره (S)
12	Pishtaz	بهاره (S)
13	M-79-7	بهاره (S)
14	M-81-13	بهاره (S)
15	Kavir	بهاره (S)

W: Winter; F: Facultative; S: Spring

علی‌رغم این که تیپ‌های رشدی بهاره و بنیابین در مجموع بالاترین عملکردهای دانه را داشتند، لاین C- 82- 12 (ژنوتیپ شماره ۵) که به عنوان ژنوتیپ با تیپ رشدی زمستانه شناخته می‌شود، خیلی موفق‌تر از تیپ‌های بهاره و بینابین بود که نیاز به بررسی مجدد تیپ رشدی این لاین است. احتمال دارد تیپ رشدی این لاین بینابین یا بهاره باشد (جدول ۴).

با توجه به این که تاریخ کاشت اول در تمام مناطق مورد مطالعه مناسب تشخیص داده شد. بنابراین پس ار اطمینان از آزمون متجانس بودن واریانس خطاهای آزمایشی در محیط‌های مختلف مورد مطالعه از طریق آزمون بارتلت، تجزیه واریانس مرکب آزمایش‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه در دو سال براساس داده‌های تاریخ کاشت اول (با حذف دو تاریخ کاشت دیگر) انجام شد (جدول۵).

با ثابت فرض کردن ژنوتیپ و مکان و تصادفی فرض کردن سال، برای تعمیم نتایج حاصل به شرایط محیطی گسترده‌تر، هیچ کدام از آثار انفرادی مکان و سال معنی‌دار نشد. اثر متقابل ژنوتیپ × سال نیز در شرایط مذکور

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب دو ساله برای عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم در شش منطقه

Table 2. Combined analysis of variance for grain yield of wheat genotyps in two cropping seasons in six locations

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean of squares					
			کرج Karaj	خرم‌آباد Khoramabad	کرمانشاه Kermanshah	مشهد Mashhad	نیشابور Neishabor	زرقان Zarghan
Year (Y)	سال	1	134.16**	342.00**	8.57**	286.50**	64.94**	501.91**
Y (R)	سال (تکرار)	4	16.29	6.20	1.63	0.71	1.08	2.78
Sowing date (SD)	تاریخ کاشت	2	127.2**	130.05**	48.61**	125.76**	124.12**	37.93**
Y×SD	سال×تاریخ کاشت	2	9.88**	13.07**	2.41*	9.11**	5.42**	33.54**
Error a	خطای الف	8	3.55	1.45	0.98	5.05	0.97	3.64
Genotype (G)	ژنوتیپ	14	9.05**	4.90**	4.95**	3.69**	4.83**	7.07**
G×SD	ژنوتیپ×تاریخ کاشت	28	0.92ns	2.95**	1.89**	1.45**	1.04**	1.16ns
Y×G	سال×ژنوتیپ	14	1.62ns	4.88**	2.22**	1.01*	2.06**	5.40**
Y×G×SD	سال×ژنوتیپ×تاریخ کاشت	28	1.47ns	1.61*	0.84ns	0.89**	0.82*	1.97**
Error b	خطای ب	168	1.06	1.03	0.72	0.60	0.45	0.99
C.V. %	ضریب تغییرات	-	10.32	11.72	10.68	9.91	7.75	13.53

* و** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns : غیر معنی دار.

* and**: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectivety.

ns: Not significant.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در تاریخ کاشت‌های مختلف در دو سال و شش منطقه

Table 3. Mean comparison of grain yield of wheat genotypes in different sowing dates and six locations for two years

تاریخ کاشت Sowing date		میانگین عملکرد دانه Mean grain yield (tha^{-1})					
		کرج Karaj	کرمانشاه Kermanshah	خرم آباد Khoramabad	مشهد Mashhad	نیشابور Neishabor	زرقان Zarghan
October 12	۲۰ مهر	11.078	8.592	9.341	8.640	9.548	8.080
November 1	۱۰ آبان	10.174	8.116	9.319	8.474	9.246	7.174
November 21	۳۰ آبان	8.721	7.149	7.248	6.514	7.380	6.821

در هر ستون میانگین‌هائی که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (DMRT).

معنی‌دار نشد . این نتایج حاکی از آن است که پاسخ ژنوتیپ‌ها به شرایط محیطی و در نتیجه عملکرد دانه آن‌ها در دو سال در شرایط میانگین مکانی تفاوت معنی‌داری نداشت. اثر انفرادی ژنوتیپ در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار شد که حاکی از متفاوت بودن ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در آزمایش بر اساس عملکرد دانه است. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ×سال×مکان نشان می‌دهد ارقام در محیط‌های مختلف از تفاوت‌های یکسانی برخوردار بودند، بنابراین برای یافتن ارقام و یا لاین‌های مناسب برای منطقه معتدل استفاده از میانگین آن‌ها کافی نیست و بهتر است با استفاده از روش‌های مختلف تجزیه پایداری به شناسایی ارقام و لاین‌های با عملکرد پایدار و دارای سازگاری عمومی و خصوصی برای هر منطقه اقدام کرد.

تجزیه پایداری عملکرد دانه ارقام و لاین‌های مختلف در جدول ۶ ارائه شده است. رقم گاسکوژن (ژنوتیپ شماره ۳) با واریانس محیطی ۰/۷۱ و لاین C-81-4 (ژنوتیپ شماره ۴) با واریانس محیطی ۰/۷۸ با تیپ رشدی زمستانه کمترین واریانس محیطی را داشتند و با کمترین میزان تغییرات عملکرد، پایدارترین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد بودند. از نظر ضریب تغییرات محیطی (CV) فرانسیس و کاننبرگ (Francis and Kannenberg, 1978) ارقام توس (ژنوتیپ شماره ۱۰) و گاسکوژن (ژنوتیپ شماره ۳) با مقادیر ۱۶/۰۵ و ۱۶/۳۵ به ترتیب با تیپ رشدی بینابین و زمستانه با کمترین مقادیر، ارقام با پایداری عملکرد دانه بیشتر شناخته شدند. آکورا و همکاران (Akcura *et al.*, 2006)، هون (Huehn, 1990)، قزوینی و همکاران (Ghazvini *et al.*, 1999) و کامران‌فر (Kamranfar, 2004) نیز از روش‌های واریانس محیطی رومر (Roemer, 1917) و ضریب

جدول ۴- میانگین دو ساله عملکرد دانه ارقام و لاین‌های گندم در شش منطقه

Table 4. Two years mean grain yield of wheat genotypes six locations

شماره ژنوتیپ Genotype No.	میانگین عملکرد دانه Mean grain yield (tha^{-1})					
	کرج Karaj	کرمانشاه Kermanshah	خرم آباد Khoramabad	مشهد Mashhad	نیشابور Neishabor	زرقان Zarghan
1	9.87cde	8.01bcde	9.58a	7.63de	8.86b	7.96ab
2	8.58f	7.23fg	8.24def	6.96f	7.26d	5.90ed
3	9.31e	7.85cdef	8.67bcde	7.15ef	7.92c	6.87d
4	9.65de	8.17abcd	8.70bcde	7.84bcd	8.79b	7.17cd
5	9.53de	8.76a	8.98abcd	8.30abc	9.42a	7.22bcd
6	9.40e	6.96g	7.95ef	7.71cd	8.62b	7.26bcd
7	10.06cde	8.20abcd	8.15ef	7.83bcd	9.08ab	6.81d
8	10.56bc	7.61def	7.86f	8.33ab	8.91b	7.83abc
9	10.01cde	7.57def	8.63b-f	7.91bcd	8.79b	7.01d
10	10.21cd	7.67def	8.21def	8.25abc	8.88b	6.78d
11	10.97ab	8.55ab	9.19abc	7.97abcd	8.73b	7.79abc
12	11.40a	8.61ab	9.39ab	8.50a	9.03ab	8.12a
13	10.62bc	8.22abcd	9.06abc	8.42ab	9.12ab	7.53abcd
14	10.09cde	8.33abc	8.42cdef	7.82bcd	8.76b	7.86abc
15	9.55de	7.49efg	8.45cdef	7.46def	8.62b	8.19a

در هر ستون میانگین‌هائی که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (DMRT).

برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

For genotypes name see Table 1.

تغییرات محیطی فرانسیس و کاننبرگ (Francis and Kannenberg, 1978) به منظور دستیابی به ارقام پایدار استفاده کردند.هر چند که پارامترهای نوع یک (واریانس محیطی رومر و ضریب تغییرات فرانسیس و کاننبرگ) وراثت‌پذیر هستند و می‌تواند معیار مناسبی برای گزینش ارقام به شمار آیند ولی همیشه نمی‌توان از این طریق به پایدارترین و در عین حال پر محصول‌ترین رقم دست یافت (Lin and Binns,1991)، بنابراین استفاده از روش‌های دیگر در کنار این روش‌ها برای رسیدن به رقم پایدار و پرمحصول ضروری است. از طریق دو آماره پایداری نوع II (اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا) لاین M-81-13 (ژنوتیپ شماره ۱۴) و رقم شیراز (ژنوتیپ شماره ۱۱) با کمترین مقادیر به عنوان ژنوتیپ‌های با پایداری عملکرد دانه بیشتر شناخته شدند.

بعد از انجام آزمون F مشخص شد که واریانس ارقام سایسون (شماره ۱) و MV17 (شماره ۲)در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری را با صفر نشان داده‌اند و به این معنی بود که این رقام در محیط‌های مختلف واریانس‌های متفاوتی را نشان دادند و در نتیجه از نظر این آماره پایداری عملکرد کمتری دارند. پارامتر ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell ,1966) نیز برای ارقام و لاین‌های مورد مطالعه محاسبه شده و در جدول ۷ آمده است. واریانس انحراف از رگرسیون برای ارقام الوند (شماره ۶)، پیشتاز (شماره ۱۲)، شیراز (شماره ۱۱)، مرودشت (شماره ۹)، مهدوی(شماره ۷) و لاین M-81-13 (شماره ۱۴) معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده توانایی خوب مدل رگرسیون خطی در توجیه تغییرات عملکرد ژنوتیپ، در محیط‌ها و تمرکز نقاط عملکرد هر رقم و لاین اطراف خط رگرسیون بود. در این میان انحراف از رگرسیون ژنوتیپ‌های شماره ۱۰،۵،۲،۱و۱۵ در سطح یک درصد و ژنوتیپ‌های شماره ۸،۴،۳ و۱۳در سطح ۵٪ معنی‌دار شدند که حاکی از آن است که تغییرات عملکرد در این ژنوتیپ در محیط‌های مختلف از پراکندگی بیشتری برخوردار بودند.

در مرحله بعد واریانس انحراف از رگرسیون خطی ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) و ضریب تبیین خطی پینتوس (Pinthus, 1973) به عنوان آماره‌های پایداری تیپ III (میانگین مربعات انحراف از رگرسیون ابرهارت و راسل و ضریب تغییرات پینتوس) محاسبه شد. ارقام شیراز (شماره ۱۱)، پیشتاز (شماره ۱۲) و لاین M-81-13(شماره ۱۴) با واریانس ۰/۲۸ پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. در کل در بین این ژنوتیپ‌ها، بر اساس روش ابرهارت و راسل، لاین M-81-13 به خاطر داشتن ضریب رگرسیونی نزدیک به ۱ (۱/۰۱)، کمترین انحراف از رگرسیون و ضریب تبیین بالا به عنوان پایدارترین لاین شناخته شد. از آزمون t-student برای پی بردن به اختلاف احتمالی

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ های مورد مطالعه در شش منطقه و دو سال
Table 5. Combined analysis of variance for grain yield in six locations and two years

S.O.V. منابع تغییرات		درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Location (L)	مکان	5	175.96 ns
Year (Y)	سال	1	5.66 ns
Y×L	سال×مکان	5	123.29**
Y×L (R)	سال×مکان (تکرار)	24	2.76
Genotype (G)	ژنوتیپ	14	9.27**
G×L	ژنوتیپ×مکان	70	2.26*
G×Y	ژنوتیپ×سال	14	1.34 ns
G×Y×L	ژنوتیپ×سال×مکان	70	1.90**
Error	خطا	336	0.80
C. V.%	ضریب تغییرات		9.98

* و** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns : غیر معنی دار.

* and** : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectivety.
ns : Not significant.

ضرایب رگرسیون خطی ارقام و لاین‌ها با مقدار یک استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که هیچ کدام از ارقام و لاین‌ها اختلاف معنی‌داری با ضریب رگرسیون یک نداشتند، که این بر اساس روش ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) بدون در نظر گرفتن عملکرد، گویای شیب رگرسیونی تقریباً مشابه برای کلیه ارقام و لاین‌ها بود. مهتا و همکاران (Mehta *et al.*, 2000) نیز از روش پیشنهادی ابرهارت و راسل استفاده و ارقام پایدار و سازگار گندم را معرفی کردند.

بر اساس روش واریانس درون مکانی لین و بینز (Lin *et al.*, 1986) ارقام شیراز (شماره ۱۱) و سایسون (شماره ۱) به ترتیب با کمترین مقادیر ۱/۳۷۲ و ۱/۴۶۷ به عنوان ارقام دارای پایدارترین عملکرد دانه شناخته شدند. جهت تاثیرگذاری میانگین عملکرد دانه هر رقم و لاین در آماره واریانس درون مکانی، ضریب تغییرات درون مکانی لین و بنیز (Lin and Binns, 1988) به عنوان یک آماره پایداری نوع IV محاسبه شد (جدول ۶). براساس این آماره عملکرد دانه ارقام شیراز و گاسکوژن با کمترین ضریب تغییرات (به ترتیب ۱۱/۹۶ و۱۳/۶۶) پایدارترین و عملکرد لاین C-81-14 و رقم الوند با بیشترین ضریب تغییرات (به ترتیب ۲۳/۷۵ و ۲۱/۵۶) با پایداری کمتر شناخته شدند. بر اساس نظریه لین

جدول ۶- آمارهای پایداری عملکرد ارقام ولاین‌های گندم

Table 6. Yield stability parameters for wheat genotypes

شماره ژنوتیپ	میانگین عملکرد دانه	واریانس محیطی رومر	ضریب تغییرات فرانسیس و کاننبرگ	اکووالانس ریک	واریانس پایداری شوکلا	ضریب رگرسیون خطی	واریانس انحراف از رگرسیون	ضریب تبیین	واریانس درون مکانی	ضریب تغییرات محیطی
Genotype No.	Mean grain yield (tha^{-1})	S_i^2	cv_i	w_i^2	δ_i^2	Bi^2	S^2d_i	R^2	$Ms_{y/i}$	$Cv_{y/i}$
1	9.68	0.98	17.25	14.03	1.42^{ns}	0.70^{ns}	1.11	59.8	1.77	13.74
2	8.10	1.39	19.89	14.91	1.51^{ns}	0.85^{ns}	1.14	62.9	1.46	14.95
3	8.91	0.71	16.35	8.84	0.88^{ns}	0.70^{ns}	0.59	73.7	1.48	13.66
4	8.86	0.78	22.11	6.61	0.64^{ns}	1.11^{ns}	0.62	86.7	4.42	23.75
5	9.84	1.19	21.94	9.59	0.95^{ns}	0.99^{ns}	0.96	77.3	2.13	14.85
6	8.54	0.85	22.48	3.44	0.31^{ns}	1.09^{ns}	0.32	92.6	3.38	21.54
7	8.60	1.34	20.38	4.84	0.46^{ns}	1.19^{ns}	0.36	93.0	2.87	19.70
8	9.02	0.86	23.32	6.16	0.59^{ns}	0.96	0.61	93.5	2.57	17.77
9	8.52	1.09	21.46	4.23	0.39^{ns}	1.08^{ns}	0.40	90.6	2.89	19.65
10	9.21	1.42	16.05	6.70	0.65^{ns}	1.11^{ns}	0.63	86.6	2.10	15.76
11	9.79	1.11	25.09	2.99	0.26^{ns}	0.93^{ns}	0.28	91.1	1.37	11.96
12	9.24	1.04	22.93	3.44	0.31^{ns}	1.14^{ns}	0.28	93.9	2.80	18.12
13	9.30	1.11	23.13	5.56	0.53^{ns}	1.10^{ns}	0.52	88.7	2.74	17.81
14	8.80	1.00	23.06	2.88	0.25^{ns}	1.04^{ns}	0.28	92.8	2.17	16.76
15	8.66	0.79	22.96	9.30	0.92^{ns}	1.01^{ns}	0.93	78.5	2.93	19.77

* and** : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectivety.

ns : Not significant.

For genotypes name see Table 1.

* و** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns : غیر معنی دار.

برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

جدول ۷- تجزیه پایداری برای ژنوتیپ‌های گندم به روش رگرسیونی ابرهارت و راسل
Table 7. Stability analysis for wheat genotypes using Eberhart and Russell`s method

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F-valu
Environment+(G×E)	محیط+ (ژنوتیپ × محیط)	165	604.14	3.66	5.90**
Environment (E)	محیط	11	500.64	45.51	73.40**
G × E	ژنوتیپ × محیط	154	103.52	0.67	1.08ns
Environment(linear)	محیط (خطی)	1	500.64	500.64	807.48**
G × E (linear)	ژنوتیپ × محیط(خطی)	14	10.39	0.74	1.19ns
Pooled division	انحراف ادغام شده	150	93.14	0.62	_
1		10	11.09	1.11	4.11**
2		10	14.13	1.41	5.23**
3		10	5.93	0.59	2.20*
4		10	6.24	0.62	2.31*
5		10	9.59	0.96	3.55**
6		10	3.18	0.32	1.18ns
7		10	3.58	0.36	1.33ns
8		10	6.12	0.61	2.27*
9		10	4.03	0.40	1.49ns
10		10	6.33	0.63	2.34**
11		10	2.80	0.28	1.04ns
12		10	2.80	0.28	1.04ns
13		10	5.20	0.52	1.93*
14		10	2.81	0.28	1.04ns
15		10	9.30	0.93	3.44**
Pooled error	خطای ادغام شده	336	90.72	0.27	_

* و** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns: غیر معنی دار.

* and** : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectivety.
ns : Not significant.

برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود. For genotypes name see Table 1.

و بینز (Lin and Binns,1991) در روش گزینش ارقام با عملکرد دانه پایدار بر اساس پارامتر نوع IV (میانگین واریانس بین سال‌ها و درون مکان‌ها) می‌توان با احتمال بیشتری به

پرمحصول‌ترین رقم با پایداری بیشتر دست یافت.

ارزیابی پایداری بر اساس مدل چند متغیره AMMI نیز رقم شیراز را به عنوان پایدارترین ژنوتیپ معرفی کرد (جدول ۸) به منظور ارزیابی ساده‌تر، تقسیم‌بندی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها و اختصاص ژنوتیپ‌ها به محیط‌ها مقادیر دو مولفه اول برای ژنوتیپ‌ها محاسبه شد (جدول ۹) و سپس بر اساس این مولفه‌ها نمودار بای‌پلات رسم شد. در این بای‌پلات اولین مولفه اصلی اثر متقابل به عنوان محور افقی و دومین مولفه اثر متقابل به عنوان محور عمودی در نظر گرفته شد (شکل ۱). نتایج حاکی از آن بود که عملکرد دانه ارقام پیشتاز (شماره ۱۲)، شیراز (شماره ۱۱)، الوند (شماره ۶) و لاین M-81-13 (شماره ۱۴) از پایداری بالاتری نسبت عملکرد دانه دیگر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند و ارقام و لاین‌های زرین (شماره ۸)، M-79-7 (شماره ۱۳) و مرودشت (شماره ۹) که به ترتیب دارای تیپ رشد بینابین و بهاره هستند سازگاری خصوصی بالایی در کرج داشتند. در کرمانشاه لاین‌های C-81-14 (شماره ۴) و C-82-12 (شماره ۵) با تیپ رشدی زمستانه سازگاری خصوصی بالایی نشان دادند. البته در مورد تیپ رشد این لاین‌ها باید بررسی بیشتری به عمل آید زیرا ممکن است دارای تیپ رشد بینابین باشند. در خرم‌آباد نیز ارقام سایسون (شماره ۱) و MV17 (ژنوتیپ شماره ۲) با تیپ رشدی زمستانه و در مشهد رقم شیراز (شماره ۱۱) با تیپ رشدی بهاره سازگاری خوبی داشتند. در نیشابور نیز رقم مهدوی (شماره ۷)، لاین M-81-13 (شماره ۱۴) و رقم توس (رقم شماره ۱۰) با تیپ رشدی بهاره و بینابین سازگاری بالایی را با این منطقه نشان دادند. با توجه به این نتایج، فقط در ایستگاه‌های کرمانشاه و خرم‌آباد ارقام و لاین‌هائی که به عنوان زمستانه معرفی شده‌اند، سازگارتربودند و در بقیه ایستگاه‌ها تیپ‌های بهاره و بینابین سازگاری خوبی نشان دادند.

تجزیه پایداری با استفاده از روش غیر پارامتری رتبه‌بندی (جدول ۱۰) نشان داد که کمترین انحراف معیار رتبه به ترتیب متعلق به ارقام شیراز (شماره ۱۱)، مرودشت (شماره ۹) و الوند (شماره ۶)، معادل ۲/۶۶، ۲/۴۲ و ۲/۸۵ بود. این بدان معنی است که کمترین تغییرات رتبه مربوط به این ژنوتیپ‌ها در کلیه محیط‌ها بود و در نتیجه دارای عملکرد دانه پایدارتر بودند. جمع‌بندی نتایج حاصل از روش رتبه‌بندی دلالت بر پایداری عملکرد رقم شیراز با تیپ رشدی بهاره با کمترین میانگین رتبه و کمترین انحراف معیار رتبه در بین ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی در این پژوهش دارد.

به طور کلی بر اساس پارامترهای پایداری نوع I، رقم گاسکوژن (شماره ۳) با تیپ رشدی زمستانه و میانگین عملکرد ۸/۹۱ تن در هکتار پایدارترین رقم شناخته شد. در حالی که نتایج حاصل از آماره‌های مختلف پایداری نوع II و III با هم مشابه و متفاوت از پارامترهای نوع I

جدول ۸ – تجزیه واریانس عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شش محیط با استفاده از روش AMMI

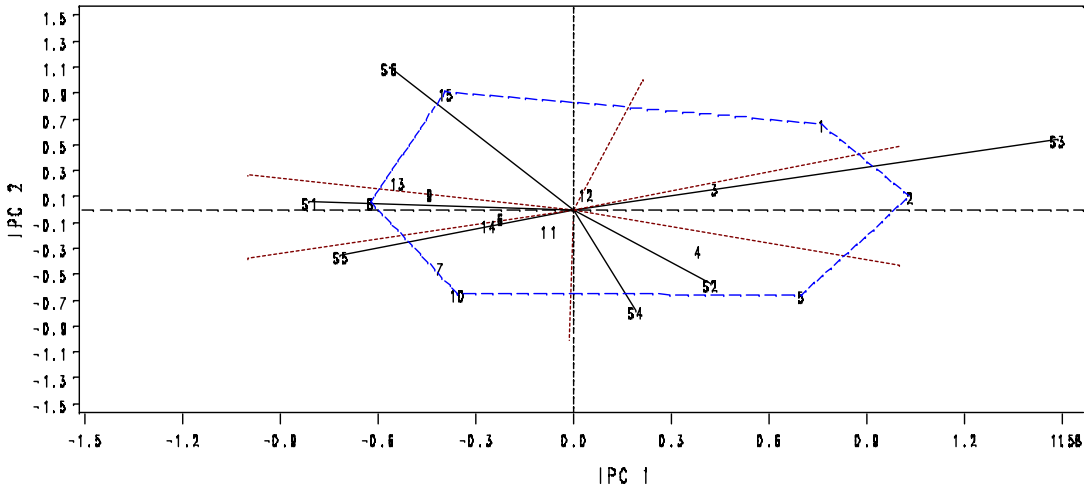
Table 8. Analysis of variance for grain yield of wheat genotypes in six environments using AMMI method

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F	درصد تغییرات Variation(%)	درصد تجمعی تغییرات Accumulative Variation(%)
Environment (E)	محیط	5	439.89	87.97	109.97**	_	_
Genotype (G)	ژنوتیپ	14	64.90	4.63	5.79**	_	_
G × E	ژنوتیپ× محیط	70	79.33	1.13	1.41*	_	_
IPC1		18	45.86	2.54	3.18**	57.80	57.80
IPC2		16	19.80	1.23	1.54*	24.96	82.76
IPC3		14	6.86	0.49	0.85ns	8.65	91.41
IPC4		12	5.02	0.41	0.89ns	6.13	97.54
IPC5		10	1.77	0.17	0.99ns	2.24	99.78
IPC6		8	0.00	0.00	1.00	0.23	100.00

* و** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns : غیر معنی دار.

* and** : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectivety.
ns : Not significant.



شکل ۱ – بای پلات حاصل از تجزیه امی (AMMI) برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم بر اساس دو مؤلفه اول

Fig. 1. Biplot of AMMI analysis for grain yield of wheat genotypes based on two first principal components

جدول ۹ – مقادیر مولفه‌های اصلی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در مدل AMMI

Table 9. Principal components of G×E interaction in AMMI method

شماره ژنوتیپ	میانگین عملکرد	مولفه اول	مولفه دوم
Genotype No.	Grain yield(tha^{-1})	IPC1	IPC2
1	9.68	0.576	0.663
2	8.10	1.030	0.101
3	8.91	0.431	0.166
4	8.86	0.379	- 0.306
5	9.84	0.699	- 0.661
6	8.54	- 0.224	- 0.052
7	8.60	- 0.410	- 0.442
8	9.02	- 0.623	0.061
9	8.52	- 0.440	0.132
10	9.21	- 0.358	- 0.646
11	9.79	- 0.078	- 0.151
12	9.24	0.035	0.125
13	9.30	- 0.541	- 0.212
14	8.80	- 0.262	- 0.108
15	8.66	- 0.394	0.908

برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود. For genotypes name see Table 1.

بود. نتایج به دست آمده از ارزیابی پارامترهای نوع II حاکی از آن بود که لاین M-81-13 و رقم شیراز با تیپ رشدی بهاره و میانگین عملکرد ۸/۸ و ۹/۷۹ تن در هکتار پایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند. این نتیجه در مورد روش‌های مبتنی بر تجزیه رگرسیون نیز صادق بود. ارزیابی پایداری براساس آماره‌های نوع IV لین و بینز (Lin and Binns, 1988) نیز با نتایج آماره‌های نوع II و III مشابه بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای مطالعه پایداری عملکرد، پارامترهای پایداری نوع I قابل اعتماد نبوده و بهتر است از آماره‌های نوع II و III و یا نوع IV لین و بینز (Lin and Binns, 1988) که در این مطالعه و بسیاری از مطالعات قبلی همدیگر را تائید کرده‌اند، استفاده کرد. به هر حال براساس اکثر این روش‌ها رقم شیراز با عملکرد بالا و پایداری عملکرد قابل توجه، به عنوان ژنوتیپ مطلوب معرفی شد. در عین حال، روش رگرسیونی سازگاری عمومی این ژنوتیپ را به بیشتر محیط‌ها مشخص ساخت.

جدول ۱۰- تجزیه پایداری برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم به روش رتبه‌بندی

Table 10. Stability analysis for grain yield of wheat genotypes based on Rank method

شماره ژنوتیپ Genotype No.	رقم/لاین Cultivar/line	میانگین رتبه Rank mean	انحراف معیار رتبه Sd. of rank
1	11	3.75	2.66
2	5	4.41	4.39
3	1	5.83	4.28
4	12	6.12	3.38
5	13	6.33	4.00
6	10	6.50	4.01
7	8	7.75	4.12
8	4	8.70	3.92
9	14	9.20	3.65
10	3	9.33	4.09
11	7	9.75	3.38
12	15	9.83	5.13
13	9	10.33	2.42
14	6	10.45	2.85
15	2	11.66	4.00

در ارزیابی پایداری براساس روش چند متغیره AMMI نیز رقم شیراز به عنوان رقم دارای پایدارترین عملکرد دانه تعیین شد. براساس روش ناپارامتری رتبه‌بندی (رنک) رقم شیراز با کمترین میانگین رتبه و همچنین کمترین مقدار انحراف معیار رتبه به عنوان رقم مطلوب معرفی شد. بنابراین رقم شیراز به عنوان رقمی با پایداری مناسب و عملکرد بالا به عنوان رقم با سازگاری عمومی بالا به مناطق معتدل کشور تعیین شد. در بین سایر ژنوتیپ‌ها رقم پیشتاز و لاین M-81-13 در رتبه بعدی، عملکرد بالاتر از میانگین و پایداری عملکرد قابل توجه در بیشتر روش‌ها داشته و بعد از رقم شیراز به عنوان ژنوتیپ‌های مناسب شناخته شدند. بنابراین به طور واضح می‌توان نتیجه‌گیری کرد که برای مناطق معتدل کشور و یا حداقل برای ایستگاه‌های تحقیقاتی مورد بررسی در این تحقیق ارقام با تیپ رشد بهاره موفق‌تر از تیپ‌های رشدی بینابین و زمستانه هستند. نتیجه‌ای که در این مطالعه غیرمنتظره بود سازگار بودن ژنوتیپ‌هائی با تیپ زمستانه (ارقام سایسون و MV17) به شرایط خرم‌آباد بود زیرا خرم‌آباد تا حدودی جزو مناطق معتدل گرم کشور محسوب می‌شود و در توصیه ارقام با

تیپ رشدی زمستانه برای این منطقه بایستی با احتیاط عمل شود و تا حد امکان از ارقام با تیپ رشد بهاره و بینابین در این منطقه استفاده شود.

در هر صورت در ادامه این پژوهش و همچنین برای تکمیل پژوهش‌هایی با این ماهیت درآینده، پیشنهاد می‌شود که به دلیل خصوصیت استثنایی رقم شیراز با داشتن حداکثر عملکرد در عین حال داشتن پایداری عملکرد بسیار بالا در اغلب روش‌ها، مطالعات ژنتیکی گسترده‌تر روی این رقم لاین‌های موجود در شجره آن انجام شود تا در صورت امکان ژن‌ها و پس زمینه‌های ژنتیکی موثر در بروز چنین ویژگی‌هایی بیشتر شناخته و از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی گندم استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از آقایان دکتر احمد جعفرنژاد، دکتر محمود ناظری، مهندس رضا نیکوسرشت، مهندس منوچهر سیاح فر و سرکار خانم مهندس شکوفه ساریخانی که نگارندگان را در انجام این تحقیق یاری کردند سپاسگزاری می‌شود.

References

Akcura, M., Kaya, Y., Taner, S., and Ayranci, R. 2006. Parametric stability analyses for grain yield of durum wheat. Plant Soil Environment 52: 254-261.

Ansari Maleki, Y., Rajabi, R., Azimzadeh, S. M., Hesami, A., Solaimani, K., and Abedi Asl, G. 2007. Study on adaptability and stability of grain yield of barley genotypes under rainfed conditions. Seed and Plant 23: 387-402 (in Farsi).

Eberhart, S. A., and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing Varieties. Crop Science 6: 36-40.

Farshadfar, E. 1997. Application of Biometric Genetics in Plant Breeding. Razi University Publications, Kermanshah, Iran (in Farsi).

Finlay, K. W., and Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research 14: 742-754.

Francis, T. R., and Kannenberg, L.W. 1978. Yield stability studies in short season maize. A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science 58: 1026-1034.

Ghazvini, H., Yousefi, A., and Sorkhi, B. 1998. Adaptation and stability of barley cultivars in warm zone of Iran. Abstracts of the 5th Iranian Congress of Crop production and Plant Breeding, Karaj, Iran.

Hatamzadeh, H. 2007. Study on seed yield stability in safflower lines and cultivars in Entezari planting under rainfed conditions of Kermanshah. Seed and Plant 23: 145-158 (in Farsi).

Huehn, M. 1990. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. Euphytica 47: 189-194.

Kamranfar, A. 2004. Evaluation of yield stability parameters and some related traits of barley advanced lines in cold regions of Iran. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Iran (in Farsi).

Kanouni, H., Taleei, A., and Khalili, M. 2007. Stability analysis of seed yield of and one hundred-seeds weight in desi type chickpea genotypes under dryland conditions. Seed and Plant 23: 297-310 (in Farsi).

Kang, M. S. 1993. Simultaneous selsction for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. Agronomy Journal 85: 754-757.

Lin, C. S., and Binns, M. R. 1988. A method of analyzing cultivar ×location ×Year experiments: A new stability parameter. Theoretical and Applied Genetics 76:425-430.

Lin, C. S., and Binns, M. R. 1991. Genetic properties of four types of stability parameter. Theoretical and Applied Genetics 82: 505-509.

Lin, C. S., Binns, M. R., and Lefkovitch, L. P. 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Science 26: 894-899.

Mahfoozi, S., Amini, A., Chaichi, M., Jasemi, S. Sh., Nazeri, M., Abedi Oskooie, M. S., Aminzadeh, G., and Rezaie, M. 2009. Study on grain yield stability and adaptability of winter wheat genotypes using different stability indices under terminal drought stress conditions. Seed and Plant Improvement Journal 25-1: 65-82 (in Farsi).

Mehta, H., Sawhney, R. N., Singh Chaudhary, S. S., Samara, D. N., and Sharma, J. B. 2000. Stability analysis of high yielding wheat at varying fertility levels. Indian Journal of Genetics. 60: 471-476.

Nachit, M. M., Nachit, G., Ketata, H., Gauch Jr., H. G., and Zobel, R. W. 1992. Use of AMMI and linear regression models to analyze genotype-environment interaction in Durum Wheat. Theoretical and Applied Genetics 83: 597-601.

Pinthus, M. J. 1973. Estimate of genotypic value: A proposed method. Euphytica 22: 121-123.

Reynolds, M. P., Trethowan, R., Crossa, J., Vargas, M., and Sayre, K. D. 2002. Physiological Factors associated with genotype by environment intraction in wheat. Field Crops Research 75: 139-160.

Roemer, T. 1917. Sind die Ertragsreichen Sorten Erteragssichers? Mitt. DLG. 32: 87-89.

Sadeghzadeh Ahari, D., Pashapour, H., Bahrami, S., Haghparast, R., Aghaeei, M., Azimzadeh, M., and Abedi, G. 2005. Adaptability and stability of grain yield of durum wheat line in cold dryland areas. Seed and Plant 21: 1-22 (in Farsi).

Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity 29: 237-245.

Vargas, M., Crossa, J., Sayre, K., Reynolds, M., Ramirez, M. E., and Talbor, M. 1998. Interpreting genotype environment interaction in wheat by partial least squares regression. Crop Science 38: 679-689.

Wricke, G. 1962. Ube Eien Method zur Erfussung der Okologischen Streubreite in Feldversuchen. Zeitschrift für Pflanzenzuecht 47: 92-96.

Zobel, R.W., Wright, M. J., and Gauch, H. G. 1988. Statistical analysis of a yield trial. Agronomy Journal 80: 388-393.