"مجله علوم زراعی ایران"
جلد سیزدهم، شماره ۲ تابستان ۱۳۹۰

ارزیابی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان در اقلیم سرد ایران

Study of grain yield stability of bread wheat genotypes in cold agro-climatic zone of Iran

توحید نجفی میرک[1]

چکیده

نجفی میرک، ت. ۱۳۹۰. ارزیابی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان در اقلیم سرد ایران. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۳(۲): ۳۹۴-۳۸۰.**

به منظور ارزیابی پایداری عملکرد ارقام و لاین های گندم و انتخاب ارقام پر محصول، پایدار و مناسب اقلیم سرد کشور، ۱۵ رقم و لاین امید بخش گندم به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و سه تاریخ کشت (۲۰ مهر،۱۰آبان و ۳۰ آبان) درهشت منطقه طی سه سال ۸۷-۱۳۸۴ مورد مقایسه قرار گرفتند. عملکرد ارقام و لاین‌های مورد آزمایش پس از جمع آوری نتایج سه ساله از ایستگاه‌های مختلف به منظور تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن بود که تاریخ کاشت اول (۲۰ مهر) برای تمام ایستگاه‌ها مناسب بود. داده های سه ساله مربوط به تاریخ کاشت اول در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفتند. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × سال × مکان، جهت بررسی دقیق‌تر اثر متقابل و تعیین ارقام با عملکرد دانه پایدار، تجزیه پایداری با روش‌های مختلف انجام گرفت. نتایج حاصل از روش‌های ارزیابی شده تا اندازه‌ای مشابه بودند و در بیشتر روش‌ها رقم گاسکوژن و لاین C-81-14 به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۷۸۴۱ و ۸۲۵۰ کیلوگرم در هکتار دارای عملکرد دانه پایدارتری بودند. بعد از آنها لاین C-82-12، و رقم سایسون با میانگین عملکرد دانه ۸۸۱۹ و ۸۲۹۵ کیلوگرم در هکتار، از نظر پایداری در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. لاین‌های M-81-13 و M-79-7 (بهار) و رقم پیشتاز در این پژوهش از پایداری عملکرد نسبتا" کمتری در مناطق سرد برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، اقلیم سرد، پایداری عملکرد، سازگاری و گندم.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۸/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۲۱

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال وبذر (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: tnmirak@spii.ir)

مقدمه

یکی از اهداف اصلی برنامه های به نژادی گندم، تولید ارقامی با عملکرد بالا و پایدار است. عامل موثردر پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها، وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط یعنی درجه‌بندی متفاوت ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف است که در آن کشت می‌شوند. (Becker and Leon, 1988).

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در مورد صفاتی مانند عملکرد دانه موجب شده است که نتوان یک رقم اصلاح شده با پتانسیل عملکرد بالا را برای مناطق مختلف توصیه نمود. به همین دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، ضرورت معرفی ارقام پر محصول با پایداری عملکرد و سازگاری خصوصی بالا را توجیه می‌کند. وارگاس و همکاران (Vargas *et al*., 1998) در تعریف اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط برای صفت عملکرد بیان کردند که هر گاه درارزیابی عملکرد دانه تعدادی ژنوتیپ درآزمایش چند منطقه‌ای، در عملکرد نسبی هر ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف تغییراتی مشاهده شود، آن گاه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط رخ داده است. در مقابل بحث اثر متقابل ژنوتیپ × محیط مفهوم سازگاری و پایداری عملکرد مطرح می‌شود. بطور کلی سازگاری مفهوم پیچیده‌ای دارد، اما در تعریفی خلاصه می‌توان گفت که سازگاری عبارت از ظرفیت ژنتیکی یک رقم برای ظهور عملکرد بالا و پایدار در محیط‌های متفاوت است (Farshadfar، 1998).

نظر به این که تولید ارقام اصلاح شده و سازگار با پتانسیل عملکرد بالا برای هر محیط از نظر اقتصادی متضمن هزینه سنگین و صرف وقت زیاد است، باید سعی در انتخاب ارقامی نمود 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 سازگاری و پایداری عملکرد دانه در محیط‌های مختلف را داشته باشند (Akcura *et al*., 2006).

برای ارزیابی پایداری عملکرد ارقام از روش‌های آماری مختلفی استفاده می‌شود. آکورا و همکاران (Akcura *et al*., 2006) به منظور ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار، آزمایشی را برروی ۱۵ 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 ($\lambda_i, \alpha_i, \delta_i^2, G_i^2, w_i^2, R_i^2, S_{di}^2, b_i$)، کلیه ژنوتیپ‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند که در آن ارقام Ylimaz-98 وC-akmak-79 در 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 (Additive Main effects and Multiplicative Interaction) AMMI در مطالعه پایداری پرداختند. در مدل AMMI تجزیه مجموع مربعات اثر متقابل بسیار موثرتر از روش رگرسیون بود و مجموع مربعات اثر متقابل در مدل AMMI، شش برابر مجموع مربعات کل رگرسیون برآورد گردید. مهتا و همکاران (Mehta *et al*., 2000) ضمن مطالعه پایداری ارقام گندم از روش پیشنهادی ابرهارت و راسل برای شناسایی ارقام سازگار و دارای عملکرد پایدار استفاده نمودند و ارقام پرمحصول، ضریب رگرسیون بالاتر از یک و انحراف از خط رگرسیون کم را برای مناطق حاصلخیز توصیه نمودند. رینولدز 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 گیاه، گندم دوروم بیشترین حساسیت را به شرایط محیطی پیش از گلدهی داشت. تریتیکاله علی رغم اینکه بیشترین میانگین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را داشت، زمانی که شرایط

محیطی برای تشکیل سنبله روزهای آفتابی و گرم بود، عملکرد نسبتاً پایینی داشت. گندم نان بیشترین پایداری عملکرد دانه را در بین سه گیاه زراعی مورد مطالعه داشت. شرایط بعد از گلدهی تاثیر بیشتری روی ژنوتیپ × محیط در مقایسه با شرایط قبل از گلدهی داشت.

انیشیاریکو و پرنزین (Annycchiarico and Perenzin,1994) به منظور بررسی رابطه بین خصوصیات سازگاری ارقام و عوامل اقلیمی محیط‌ها و همچنین تعیین محیط‌های مشابه برای اجرای برنامه‌های به نژادی گندم در ایتالیا تعداد ۱۸ رقم گندم را در ۳۱ مکان و طی سه سال زراعی مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه گروه بندی محیط‌ها بر اساس اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و با استفاده از روش تجزیه AMMI شباهت زیادی به گروه بندی آنها براساس مشخصات جغرافیایی و هواشناسی داشت.

در آزمایش حاضر به منظور شناسایی و معرفی تیپ رشد مناسب گندم برای کشت در مناطق سرد و همچنین تعیین ژنوتیپ های گندم با پایداری عملکرد بالا و سازگار با مناطق سرد کشور، آزمایش‌هایی در چند منطقه با استفاده از ۱۵ رقم ولاین امید بخش گندم با تیپ رشد و نیاز بهاره سازی متفاوت در سه سال زراعی ۸۷-۱۳۸۴ انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ۱۰ ایستگاه تحقیقاتی مناطق سرد کشور شامل اراک، اردبیل، اقلید، قزوین، جلگه رخ، خوی، کرج، مشهد، میاندوآب وهمدان و در طی سه سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ ، ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶ انجام شد. مواد آزمایشی شامل ۱۵ ژنوتیپ گندم (رقم و لاین) بود (جدول ۱). تیپ رشد ارقام و لاین‌ها بر اساس گزارشات مختلف بویژه نجفیان و همکاران (Njafian *et al.* 2008) می‌باشد.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ۱۰ مکان اجرا شد. در این طرح تاریخ کاشت به عنوان کرت‌های اصلی (با سه سطح ۲۰ مهر، ۱۰ آبان و ۳۰ آبان) و ژنوتیپ‌های گندم به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. زمین مورد استفاده در این پژوهش در اکثر ایستگاه‌ها در تناوب دو ساله غلات ـ آیش بود. میزان بذر مصرفی بر اساس ۴۵۰ بذر در متر مربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه برای هر لاین تعیین گردید. بذور در شش خط به فاصله ۲۰ سانتی متر بر روی دو پشته به طول چهار متر کشت شدند. مساحت هر کرت ۴/۸ متر مربع بود که با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت، مساحت برداشت ۳/۶ متر مربع گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ، مخلوطی از علف کش‌های گرانستار و پوما سوپر به ترتیب به مقدار ۲۰ گرم و یک لیتر در هکتار در مرحله پنجه زنی تا طویل شدن ساقه استفاده شد. پس از جمع آوری اطلاعات کلیه ایستگاه ها در طی سه سال ، محاسبات آماری انجام شد. تجزیه واریانس ساده برای هرایستگاه در هر سال بطور جداگانه انجام گرفت و بر اساس نتایج آزمون بارتلت نسبت به آزمون متجانس بودن واریانس خطاهای آزمایشات اقدام شد. پس از آن تجزیه واریانس مرکب در هشت ایستگاه به منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت برای هر منطقه صورت گرفت. لازم به ذکر است که داده های مربوط به دو ایستگاه اردبیل و اقلید به علت حذف یک تاریخ کاشت در اثر سرمای شدید بدون برف و نرمال نشدن بقیه داده‌های این ایستگاه‌ها، در تجزیه‌ها ی آماری مورد استفاده قرار نگرفت. در تجزیه واریانس مرکب، عوامل مکان و سال تصادفی و عامل ژنوتیپ ثابت در نظر گرفته شدند. جهت 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, 1978) ، اکووالانس ریک

(Wricks, 1962)، واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972)، ضریب رگرسیون فنیلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963)، واریانس انحراف از رگرسیون 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 گردید 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 تعیین شد (Zobel *et al.*, 1988). جهت بررسی گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری آن، از روش کانگ (Kang, 1993) برمبنای رتبه بندی براساس عملکرد و واریانس شوکلا (Shukla,1972) نیز استفاده گردید.

جدول ۱- ارقام ولاین‌های گندم مورد مطالعه وتیپ رشد آنها

Table1- Wheat cultivars and lines and their growth habit

ردیف No.	ارقام ولاین‌ها Cultivars/lines	تیپ رشد Growth habit
1	Sissons	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(Bahar)	بهاره (S)
14	M-81-13	بهاره (S)
15	Kavir	بهاره (S)

W: Winter, F: Facultative, S: Spring

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

تجزیه واریانس مرکب سه ساله عملکرد دانه در هر یک از هشت محیط نشان داد که اثر سال و تاریخ کاشت در تمامی مناطق بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم بسیار معنی دار بود (جدول ۲). اثر متقابل سال × تاریخ کاشت در تمام ایستگاه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود که بیانگر وجود اثر متقابل بین شرایط آب و هوایی مختلف طی سه سال و تاریخ‌های کاشت بر میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها بود. (جدول ۲). اثر متقابل ژنوتیپ × تاریخ کاشت در قزوین، کرج و میاندوآب معنی‌دار نبود که نشان دهنده واکنش یکسان ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت های مختلف در این سه مکان بود. این اثر در ایستگاه‌های اراک، جلگه رخ، خوی و مشهد بسیار معنی‌دار ($P<0.01$) و در همدان در سطح پنج درصد معنی دار بود. به عبارت دیگر واکنش ژنوتیپ‌ها در تاریخ‌های کاشت مختلف در این مکان‌ها، متفاوت بود. اثر متقابل سال× ژنوتیپ در تمام مکان‌ها به غیر از اراک معنی‌دار بود که بیانگر این مطلب است که واکنش ژنوتیپ‌ها به شرایط آب و

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب سه ساله برای عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم در هشت منطقه (۸۷-۱۳۸۴)

Table 2. Combined analysis of variance for grain yield of wheat genotyps in three cropping seasons in eight locations (2005-2008)

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS) اراک Arak	جلگه رخ J.rokh	خوی Khoy	قزوین Ghazvin	کرج Karaj	مشهد Mashhad	میاندوآب Meyandoab	همدان Hamedan
Year	سال	2	49.07**	1096.53**	503.19**	182.88**	106.77**	232.44**	3544.68**	154.56**
Y (R)	سال(تکرار)	6	13.88	10.19	19.66	11.36	18.62	0.63	21.93	5.56
Sowing date(SD)	تاریخ کاشت	2(1)	265.90**	308.06**	654.60**	135.33**	244.45**	217.86**	339.62**	405.84**
(Y× SD)	سال×تاریخ کاشت	4(2)	27.55**	9.34**	58.20**	100.85**	8.36**	6.26**	37.78**	58.26**
$Error_a$	خطای الف	12(6)	3.14	2.43	13.26	3.13	4.08	4.06	17.90	5.47
Genotype (G)	ژنوتیپ	14	3.03**	14.52**	10.02**	2.53ns	9.88**	3.45**	4.57**	2.47**
(G× SD)	ژنوتیپ×تاریخ کاشت	28(14)	1.56**	2.89**	3.23**	2.13ns	1.37ns	1.68**	1.44ns	0.95*
(Y×G)	سال×ژنوتیپ	28	1.12ns	6.93**	2.63*	2.91**	1.80*	1.24**	3.04*	1.18**
(Y×G×SD)	سال×ژنوتیپ×تاریخ کاشت	56(28)	1.30**	1.94**	2.23ns	1.37ns	1.22ns	0.81ns	2.36ns	0.50ns
Error(b)	خطای (ب)	252(168)	0.77	0.58	1.64	1.47	1.02	0.60	1.84	0.46
C.V(%)	ضریب تغییرات	-	16.75	13.34	18.18	21.18	10.48	9.35	23.11	11.54

اعداد درون پرانتز مربوط به درجه آزادی‌های ایستگاه همدان است که کاشت در دو تاریخ انجام شد

Numbers in parenthesis are degree of freedoms for Hamedan station which sowing performed in two dates

ns: Non significant

ns: غیر معنی دار

* and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم در سه تاریخ کاشت طی سه سال در هشت منطقه (۸۷-۱۳۸۴)

Table 3. Mean comparison of grain yield of wheat genotypes in three sowing dates in three cropping seasons and eight locations (2005-2008)

تاریخ کاشت Sowing date		اراک Arak $Kg.ha^{-1}$	جلگه رخ J. Rokh $Kg.ha^{-1}$	خوی Khoy $Kg.ha^{-1}$	قزوین Ghazvin $Kg.ha^{-1}$	کرج Karaj $Kg.ha^{-1}$	مشهد Mashhad $Kg.ha^{-1}$	میاندوآب Meyandoab $Kg.ha^{-1}$	همدان Hamedan $Kg.ha^{-1}$
Oct. 12	۲۰ مهر	6319a	7118a	9309a	6743a	10877a	9234a	7579a	7106a
Nov. 1	۱۰ آبان	5801b	5954b	6917b	5722b	9919b	8911b	5618b	4654b
Nov. 21	۳۰ آبان	3671c	4121c	4910c	4740c	8228c	6890c	4439c	-

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

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different using Duncan's Multiple Rang Test

هوایی طی سه سال آزمایش متفاوت بود. لازم به ذکر است که در ایستگاه همدان بعلت کشت نشدن در تاریخ کاشت سوم بدلیل شرایط نامساعد آب و هوایی و یخبندان، تجزیه واریانس مرکب برای دو تاریخ کاشت انجام شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها در هر کدام از ایستگاه‌ها حاکی از آن بود که تاریخ کاشت اول (۲۰ مهرماه) در تمام مناطق سرد مناسب‌تر از بقیه تاریخ‌ها برای اغلب ایستگاه‌ها بود (جدول ۳).

با توجه به اینکه تاریخ کاشت اول در تمام مناطق مورد مطالعه مناسب تشخیص داده شد، پس از اطمینان از آزمون متجانس بودن واریانس خطاهای آزمایشی در مکان‌های مختلف با استفاده از آزمون بارتلت، پس از حذف داده‌های دو ایستگاه اردبیل و اقلید، تجزیه مرکب آزمایشات ایستگاه‌های مورد مطالعه در طی سه سال براساس داده‌های تاریخ کاشت اول انجام شد (جدول ۴).

با ثابت فرض کردن اثر ژنوتیپ وتصادفی فرض کردن سال و مکان، جهت تعمیم نتایج حاصل به شرایط محیطی گسترده‌تر، هر دو اثر اصلی مکان و سال معنی‌دار شدند (جدول ۴). اثر متقابل ژنوتیپ × سال نیز در شرایط مذکور معنی‌دار شد. این موضوع نشان می‌دهدکه پاسخ ژنوتیپ‌ها و در نتیجه عملکرد دانه آنها در طی دو سال تفاوت معنی‌داری داشت. اثر اصلی ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود که حاکی از متفاوت بودن ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بر اساس عملکرد دانه می باشد. معنی دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × سال× مکان نشان می‌دهد که ارقام در محیط‌های مختلف از تفاوت های یکسانی برخوردار نیستند. بنابراین برای یافتن ارقام و یا لاین‌های مناسب برای مناطق سرد، استفاده از میانگین آنها کافی نمی‌باشد و بهتر است با استفاده از روش‌های مختلف تجزیه پایداری به شناسایی ارقام و لاین‌هایی با عملکرد پایدار و دارای سازگاری عمومی و خصوصی برای هر منطقه اقدام نمود.

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه در هشت منطقه و سه سال (۸۷-۱۳۸۴)

Table 4. Combined analysis of variance for grain yield of wheat genotypes in eight locations and three cropping seasons (2005-2008)

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)
Location	مکان	7	342.45**
Year	سال	2	678.49**
Y×L	سال×مکان	14	221.50**
Y×L (R)	سال×مکان(تکرار)	48	13.09
Genotype	ژنوتیپ	14	9.64**
G×L	ژنوتیپ×مکان	98	4.28**
G×Y	ژنوتیپ×سال	28	3.31*
G×Y×L	ژنوتیپ×سال× مکان	196	2.51**
Error	خطا	671	1.31

CV(%)=14.25

ns: Non significant — ns: غیر معنی‌دار

* و** : به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

تجزیه پایداری

تجزیه پایداری عملکرد دانه ارقام و لاین‌های مختلف گندم در جدول ۵ ارائه شده است. رقم گاسکوژن با واریانس محیطی ۰/۴۵ و لاین C-81-14 با واریانس محیطی ۰/۵۲ با تیپ رشدی زمستانه کمترین واریانس محیطی را داشتند و با کمترین میزان تغییرات

عملکرد، پایدارترین رقم و لاین از نظر عملکرد بودند. از نظر ضریب تغییرات محیطی (CV) فرانسیس و کاننبرگ (Francis and Kannenberg, 1978) رقم گاسکوژن با تغییرات محیطی۸/۵۸ و لاین C-81-14 با واریانس محیطی۸/۷۹ با تیپ رشدی 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*., 1998) نیز از روش های واریانس محیطی رومر (Roemer, 1917) و ضریب 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) وراثت پذیر بوده و می‌توانند معیار مناسبی جهت گزینش ارقام به شمار آیند، ولی همواره نمی‌توان از این طریق به پایدارترین و در عین حال پر محصول‌ترین رقم دست یافت. لین و بینز (Lin and Binns, 1991) استفاده از روش‌های دیگر در کنار این روش‌ها را برای رسیدن به رقم پایدار و پر محصول ضروری می‌دانند. از طریق دو آماره پایداری نوع II (اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا) رقم گاسکوژن و لاین C-81-14 با کمترین مقادیر به عنوان ژنوتیپ‌هایی با پایداری عملکرد دانه بیشتر شناخته شدند. یوسفی و همکاران (Yousefi, *et al*., 2005) و مقدم و دهقانپور (Moghadam and Dehghanpour, 2001) نیز با استفاده از پارامترهای تیپ II مانند اکووالانس ریک و واریانس پایداری، موفق به شناسایی ژنوتیپ های پایدار در جو و ذرت شدند.

پارامترهای ضریب رگرسیون خطی و انحراف از خط رگرسیون ابرهارت و راسل(Eberhart and Russell 1966 ,) نیز برای ارقام و لاین‌های گندم مورد مطالعه محاسبه شده و نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس این روش هر ژنوتیپی که ضریب رگرسیونی متوسط و نوسان آن در طول خط رگرسیونی متوسط (b=1) کمتر باشد، پایدارتر محسوب می‌شود. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود ضریب رگرسیون خطی برای تمام ژنوتیپ‌ها نزدیک به یک می‌باشد. از آزمون T- استودنت جهت پی بردن به اختلاف احتمالی ضرایب رگرسیون خطی ارقام و لاین‌ها با مقدار یک استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که هیچ کدام از ارقام و لاین‌ها اختلاف معنی داری با ضریب رگرسیون یک نداشتند. بعد از انجام آزمون F مشخص گردید که واریانس تمام ارقام و لاین‌های مورد بررسی در سطح پنج درصد اختلاف معنی داری با صفر نیز نداشتند (جدول ۶). این موضوع نشان می‌دهد که این ارقام و لاین‌ها در محیط‌های مختلف واریانس‌های متفاوتی نداشتند و در نتیجه از لحاظ این آماره پایداری عملکرد دانه یکسانی دارند، ولی از آنجایی که ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۱۰ (بترتیب C-82-12 و توس) نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها دارای واریانس انحراف ازخط رگرسیون کمتری هستند، بعنوان ژنوتیپ‌های پایدار تر شناخته شدند. مهتا و همکاران (Mehta *et al*., 2000) و محفوظی و همکاران (Mahfoozi, *et a*l., 2009) نیز از روش پیشنهادی ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell , 1966) استفاده کرده و ارقام سازگار گندم با عملکرد پایدار را برای شرایط آبیاری عادی و تنش خشکی معرفی نمودند.

بر اساس روش ضریب تبیین، لاین C-81-14 با بالاترین ضریب تبیین (۶۳/۴) و بر اساس روش واریانس درون مکانی لین و همکاران(Lin *et al*., 1986) ارقام گاسکوژن و سایسون به ترتیب با کمترین مقادیر ۴/۶۹ و۴/۷۵ به عنوان ارقام دارای پایداری عملکرد دانه بیشترشناخته 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

جدول ۵- آمارهای پایداری عملکرد ارقام ولاین‌های گندم

Table 5. Yield stability parameters for wheat genotype

ژنوتیپ های گندم Wheat geotypes	میانگین عملکرد دانه Mean grain yield (kg.ha^{-1})	واریانس محیطی رومر S_i^2	ضریب تغییرات فرانسیس و کانبرگ cv_i	واریانس اکووالانس ریک w_i^2	واریانس پایداری شوکلا δ_i^2	ضریب رگرسیون خطی bi^2	واریانس انحراف از رگرسیون S^2d_i	ضریب تبیین R^2	واریانس درون مکانی $Ms_{y/i}$	ضریب تغییرات محیطی $Cv_{y/i}$
Sissons	8295	0.73	10.331	7.78	0.85^{ns}	0.94^{ns}	0.20	54.9	4.75	26.29
MV17	7398	0.72	11.535	9.14	1.08^{ns}	0.94^{ns}	0.21	47.7	4.81	29.67
Gascogne	7841	0.45	8.583	7.09	0.74^{ns}	0.72^{ns}	0.21	46.7	4.69	27.62
C-81-14	8250	0.52	8.792	4.90	0.38^{ns}	0.76^{ns}	0.31	63.4	6.59	31.11
C-82-12	8819	0.87	10.617	96.22	15.43^{**}	1.04^{ns}	0.16	29.8	7.79	31.68
Alvand	8234	0.99	12.138	94.99	15.23^{**}	1.04^{ns}	0.60	30.9	5.95	29.63
Mahdavi	7958	1.05	12.898	84.96	13.58^{**}	1.08^{ns}	0.58	30.6	5.59	29.73
Zarrin	8317	1.14	12.840	103.21	16.58^{**}	1.1^{ns}	0.79	34.1	5.82	29.03
Marvdasht	7450	0.97	13.273	18.31	2.59^{ns}	1.02^{ns}	0.66	24.1	6.79	34.97
Toos	8038	1.06	12.846	16.42	2.28^{ns}	1.15^{ns}	0.17	34.3	6.81	32.49
Shiraz	8001	0.93	12.081	17.02	2.38^{ns}	1.07^{ns}	0.21	26.2	6.05	30.74
Pishtaz	8406	1.00	11.950	25.53	3.78^{*}	1.03^{ns}	0.75	8.3	10.27	38.15
M-79-7)	7955	1.26	14.156	24.56	3.62^{*}	1.18^{ns}	0.75	19.6	8.48	36.62
M-81-13	7763	1.02	13.061	25.68	3.80^{*}	0.97^{ns}	1.18	8.6	10.31	41.37
Kavir	7833	0.78	11.292	9.85	1.20^{ns}	0.96^{ns}	0.28	46.9	7.69	35.41

ns: Non significant

ns: غیر معنی‌دار

* and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و** : به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۶- تجزیه پایداری ارقام و لاین‌های گندم به روش رگرسیونی ابرهارت و راسل

Table 6. Stability analysis of wheat cultivars/lines using Eberhart & Russell method

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F-value
Environment+(G×E)	محیط+(ژنوتیپ × محیط)	105	312.27	2.97	1.66**
Environment	محیط	7	265.84	37.97	21.33**
G × E	ژنوتیپ × محیط	98	46.43	0.47	0.26ns
Environment(linear)	محیط (خطی)	1	265.84	265.84	149.34**
G × E (linear)	ژنوتیپ × محیط(خطی)	14	4.05	0.29	0.61ns
Pooled deviation	انحراف ادغام شده	90	42.39	0.47	_
Sissons		6	1.18	0.20	0.11ns
MV17		6	1.25	0.21	0.12ns
Gascogne		6	1.25	0.21	0.12ns
C-81-14		6	1.85	0.31	0.17ns
C-82-12		6	0.99	0.16	0.09ns
Alvand		6	3.63	0.60	0.34ns
Mahdavi		6	3.48	0.58	0.33ns
Zarrin		6	4.74	0.79	0.44ns
Marvdasht		6	3.98	0.66	0.37ns
Toos		6	1.01	0.17	0.09ns
Shiraz		6	1.26	0.21	0.12ns
Pishtaz		6	4.52	0.75	0.42ns
M-79-7)		6	4.51	0.75	0.42ns
M-81-13		6	7.06	1.18	0.66ns
Kavir		6	1.68	0.28	0.16ns
Pooled error	خطای ادغام شده	224	398.72	1.78	_

ns: Non significant

ns: غیر معنی‌دار

* و** : به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نوع IV محاسبه شد (جدول ۵). براساس این آماره عملکرد دانه ارقام سایسون وگاسکوژن با کمترین ضریب تغییرات (به ترتیب ۲۶/۲۹ و۲۷/۶۲)، پایدارترین و لاین M-81-13 و رقم پیشتاز با بیشترین ضریب تغییرات (به ترتیب ۴۱/۳۷ و ۳۸/۱۵)، با پایداری کمتر شناخته شدند. طبق اظهارات لین و بینز (Lin and Binns,1991) ، در روش گزینش ارقام با عملکرد دانه پایدار بر اساس پارامتر نوع IV می‌توان با احتمال بیشتری به پر محصول‌ترین رقم با پایداری بیشتر دست یافت.

ارزیابی پایداری بر اساس مدل چند متغیره AMMI نیزانجام شد (جدول ۷). اثر ژنوتیپ و محیط بترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط غیر معنی‌دار بود، ولی از آنجایی که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در تجزیه واریانس مرکب معنی‌دار شده بود، تجزیه واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط انجام و نتیجه نشان داد که مولفه اول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و ۶۱/۴۳ درصد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را توجیه کرد (جدول ۷). به منظور ارزیابی ساده‌تر، تقسیم بندی ژنوتیپ‌ها، مکان‌ها و اختصاص ژنوتیپ‌ها به محیط‌ها، مقادیر دو مولفه اول که جمعا" حدود ۷۷ درصد تغییرات را توجیه می‌کردند، برای ژنوتیپ ها محاسبه شد (جدول ۸) و سپس بر اساس این مولفه‌ها نمودار بای‌پلات رسم گردید. در این بای‌پلات اولین مولفه اصلی اثر متقابل به عنوان محور افقی و دومین مولفه اثر متقابل به عنوان محور عمودی در نظر گرفته شدند (شکل ۱). نتایج حاصله حاکی از آن است که عملکرد دانه ارقام و لاین‌های کویر، C-82-12، MV-17 ،

جدول ۷ – تجزیه واریانس عملکرد دانه ۱۵ ژنوتیپ گندم درهشت محیط با استفاده از روش AMMI

Table 7. Analysis of variance for grain yield of 15 wheat genotypes in eight places using AMMI method

S.O.V. منابع تغییر	درجه آزادی d.f	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F	درصد توجیه تغییرات Variation (%)	درصد تراکمی توجیه تغییرات Accumulative variation (%)
Environment محیط	7	797.54	113.92	86.97**	–	–
Genotype ژنوتیپ	14	45.6	3.25	2.49*	–	–
G × E ژنوتیپ×محیط	98	139.30	1.42	1.08ns	–	–
IPC1	20	85.58	4.27	2.404**	61.43	61.43
IPC2	18	21.44	1.19	0.669ns	15.39	76.82
IPC3	16	14.43	0.90	0.506ns	10.36	87.19
IPC4	14	8.55	0.61	0.343ns	6.14	93.33
IPC5	12	4.05	0.33	0.189ns	2.91	96.24
IPC6	10	2.47	0.27	0.154ns	1.98	98.22

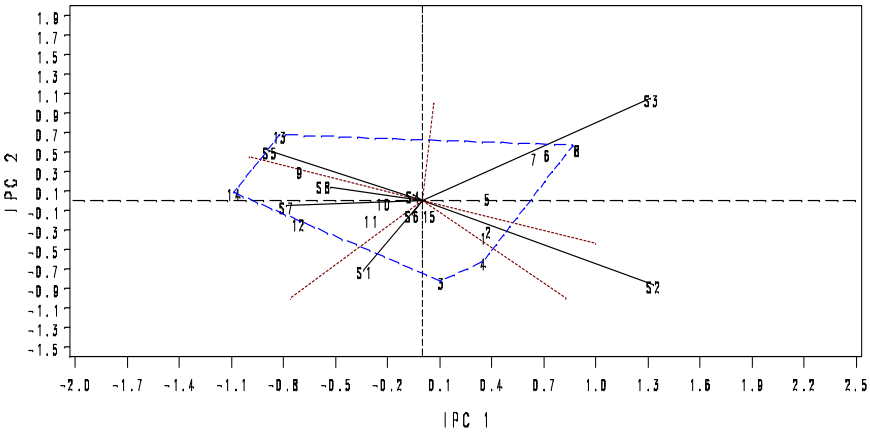
ns: Non significant — ns: غیر معنی‌دار

* and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectivel — * و** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۸ – مقادیر مولفه‌های اصلی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در مدل AMM

Table 8. Principal components of genotype×environment interaction in AMMI method

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotype	میانگین عملکرد Mean Grain yield (kg.ha^{-1})	IPC1	IPC2
Sissons	8295	0.363	-0.353
MV17	7398	0.350	-0.257
Gascogne	7841	0.157	-0.860
C-81-14	8250	0.367	- 0.621
C-82-12	8819	0.352	0.054
Alvand	8234	0.686	0.532
Mahdavi	7958	0.724	0.445
Zarrin	8317	0.846	0.588
Marvdasht	7450	- 0.672	0. 212
Toos	8038	- 0.183	- 0.049
Shiraz	8001	- 0.315	- 0.169
Pishtaz	8406	-0.792	-0.080
M-79-7)	7955	- 0.822	0.644
M-81-13	7763	- 1.094	0.065
Kavir	7833	0.32	-0.150



مکان‌ها: S1: اراک، S2: جلگه رخ، S3: خوی، S4: قزوین، S5: کرج، S6: مشهد، S7: میاندوآب، S8: همدان

Places: S1: Arak, S2: Jolgeh Rokh, S3: Khoy, S4: Qhazvin, S5: Karaj, S6: Mashhad, S7: Miandoab, S8:Hamedan

شکل ۱ – بای‌پلات حاصل از تجزیه AMMI برای عملکرد دانه ۱۵ ژنوتیپ گندم بر اساس دو مؤلفه اول

Fig. 1. Biplot of AMMI analysis for grain yield of 15 wheat genotypes based on the two first principal components

سایسون، توس و شیراز از پایداری بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند و ارقام کویر، توس و شیراز که به‌ترتیب دارای تیپ رشد بهاره، بینابین و بهاره هستند، سازگاری خصوصی بالایی با قزوین و مشهد داشتند. در کرج لاین M-79-7 با تیپ رشدی بهاره سازگاری خصوصی بالایی نشان داد. در میاندوآب و همدان نیز به‌ترتیب ارقام پیشتاز و مرودشت با تیپ رشدی بهاره سازگاری خوبی داشتند. با توجه به اینکه پراکنش ژنوتیپ و مکان بر اساس دو مولفه اول AMMI انجام شده و در حدود ۷۷ درصد تغییرات را توجیه می‌نمایند، ممکن است ۲۳ درصد باقی مانده تغییرات تاثیر قابل توجهی در پراکنش ژنوتیپ‌ها و مکان‌ها در نمودار مربوطه داشته و کارایی مدل را کاهش دهد، ولی از آنجایی که رقم پیشتاز در هردو منطقه میاندوآب و همدان بالاترین عملکرد دانه را داشت (به‌ترتیب ۸۹۸۲ و ۸۳۷۱ کیلوگرم در هکتار)، لازم است مطالعه بیشتر و دقیق‌تری در مورد تیپ رشد این رقم و دلیل سازگاری آن در این دو ایستگاه و تحمل به سرمای آن بعمل آید.

تجزیه پایداری با استفاده از روش غیر پارامتری رتبه‌بندی نشان داد که کمترین انحراف معیار رتبه به ترتیب متعلق به لاین C-82-12 بود (جدول ۹). این بدان معنی است که کمترین تغییرات رتبه در کلیه محیط‌ها مربوط به این ژنوتیپ بود و در نتیجه دارای عملکرد دانه پایدارتر بود. جمع بندی نتایج حاصل از روش رتبه بندی دلالت بر برتری لاین C-82-12 با تیپ رشدی زمستانه با کمترین میانگین رتبه و کمترین انحراف معیار رتبه در بین ژنوتیپ های گندم مورد بررسی در این پژوهش دارد. ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر پایداری عملکرد دانه لاین M-81-13 با انحراف معیار رتبه ۵/۷۱ بود. این در حالی است لاین مذکور در آزمایش رحیمی و همکاران (Rahimi *et al.*, 2009) به‌عنوان برترین لاین از نظر عملکرد و پایداری عملکرد دانه در منطقه معتدل کشور شناخته شده است.

بطور کلی بر اساس پارامترهای پایداری نوع I و II ، رقم گاسکوژن و لاین C-81-14 به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۷۸۴۰ و ۸۲۵۰ کیلوگرم در هکتار با تیپ رشدی زمستانه به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد پایدارتر شناخته شدند. در حالی که نتایج حاصل از آماره پایداری نوع III مقداری متفاوت از پارامترهای نوع I و II بود. نتایج بدست آمده از ارزیابی پارامترهای نوعIII حاکی از آن بود که لاین C-81-14 و رقم سایسون بترتیب با تیپ رشدی زمستانه وبینابین و میانگین عملکرد ۸۸۱۹ و ۸۲۹۵ کیلوگرم در هکتار پایدارترین عملکرد را دارا بودند. ارزیابی پایداری براساس آماره‌های نوع IV لین و بینز(Lin and Binns,1998) نیزبا نتایج آماره‌های نوع I و II مشابه بود و بر اساس آن نیز رقم گاسکوژن به عنوان رقم با پایدارترین عملکرد شناخته شد. به منظور دستیابی به معیاری مناسب برای گزینش همزمان برای پایداری و عملکرد از روش جمع رتبه تغییر یافته کانگ (Kang, 1993) استفاده شد. واریانس پایداری عملکرد برای ارقام و لاین‌های C-82-12، الوند، مهدوی و زرین در سطح یک درصد و ارقام و لاین‌های پیشتاز، M-79-7 و M-81-13 در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱۰). بر اساس آماره YS (اثر توام عملکرد و پایداری عملکرد) رقم سایسون و بعد از آن لاین C-81-14 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناخته شدند. کبریایی و همکاران (Kebrriyai, *et al.*, 2007) نیز با استفاده از این روش از بین ۲۰ ژنوتیپ امید بخش گندم سه لاین را بعنوان لاین‌های برتر برای مناطق سرد کشور معرفی نمودند.

درارزیابی پایداری براساس روش چند متغیره AMMI، بعد از رقم کویر لاین C-82-12 به عنوان رقم دارای پایداری عملکرد دانه بیشتر شناخته شد. براساس روش غیرپارامتری رتبه بندی(Rank) نیز لاین C-82-12 با کمترین میانگین رتبه و همچنین کمترین مقدار انحراف معیار رتبه به عنوان رقم مطلوب معرفی شد. با توجه به نتیجه اغلب روش‌های تجزیه پایداری مورد

جدول ۹- نتایج تجزیه پایداری به روش رتبه بندی

Table 10. Stability analysis based on Rank method

ژنوتیپ Genotype	میانگین رتبه Rank mean	انحراف معیار رتبه Sd. of rank
Sissons	6	3.16
MV17	12.62	2.97
Gascogne	9.12	4.55
C-81-14	7.12	3.91
C-82-12	2.87	1.73
Alvand	7.37	4.34
Mahdavi	10.25	3.73
Zarrin	7.5	3.59
Marvdasht	11.00	4.21
Toos	8.00	3.12
Shiraz	8.00	3.59
Pishtaz	5.75	5.01
M-79-7	6.50	4.11
M-81-13	8.62	5.71
Kavir	9.25	3.61

جدول ۱۰- انتخاب هم زمان برای عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌های گندم با استفاده از آماره کانگ

Table 10: Simultaneous selection for yield and stability of wheat cultivars/lines using Kang method

ژنوتیپ های گندم Wheat geotypes	میانگین عملکرد Mean yield (kg.ha-1)	رتبه عملکرد Yield of rank	تصحیح نسبت به رتبه Adjusting to rank	رتبه تصحیح شده Adjusted to rank	واریانس پایداری Stability Variance	میزان پایداری Stability	اثر توام عملکرد و پایداری Yield & Stability
Sissons	8295	12	1	13	0.85^{ns}	0	13
MV17	7398	1	-2	-1	1.08^{ns}	0	-1
Gascogne	7841	5	-1	4	0.74^{ns}	0	4
C-81-14	8250	11	1	12	0.38^{ns}	0	12
C-82-12	8819	15	2	17	15.43^{**}	-8	9
Alvand	8234	10	1	11	15.23^{**}	-8	3
Mahdavi	7958	7	-1	6	13.58^{**}	-8	-2
Zarrin	8317	13	1	14	16.58^{**}	-8	6
Marvdasht	7450	2	-2	0	2.59^{ns}	0	0
Toos	8038	9	1	10	2.28^{ns}	0	10
Shiraz	8001	8	-1	7	2.38^{ns}	0	7
Pishtaz	8406	14	1	15	3.78^{*}	-4	11
M-79-7)	7955	7	-1	6	3.62^{*}	-4	2
M-81-13	7763	3	-1	2	3.80^{*}	-4	-2
Kavir	7833	4	-1	3	1.20^{ns}	0	3

Total Mean= 8.037 $LSD_{0.01}$=0.572, $LSD_{0.05}$=0.435, Mean YS= 5

استفاده در این آزمایش، لاین‌های C-81-14 و C-82-12 و ارقام سایسون و گاسکوژن به عنوان ژنوتیپ‌هایی با پایداری مناسب و سازگاری عمومی بالا با مناطق سرد کشورتعیین شدند. بنابراین می‌توان نتیجه گیری کرد که برای مناطق سرد کشور و یا حداقل برای ایستگاه‌های تحقیقاتی مورد بررسی در این تحقیق، ارقام با تیپ رشد زمستانه موفق‌تر از تیپ‌های رشدی بهاره و بینابین می‌باشند. نتیجه‌ای که در این مطالعه قابل توجه بود سازگاری خصوصی ژنوتیپ‌هایی با تیپ رشد بهاره (ارقام کویر وشیراز) با مناطق قزوین و مشهد بود. در این رابطه پیشنهاد می‌شود با توجه به تغییرات شرایط اقلیمی در سال‌های اخیر، قرار گرفتن ایستگاه‌های تحقیقاتی مذکور در اقلیم سرد و همچنین تیپ رشد و میزان تحمل به سرمای ارقام گندم بیشتر و دقیق‌تر مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات آقایان دکتر محمود ناظری، دکتر حمید رضا شریفی، مهندس مهرداد چایچی، مهندس محمد رضایی، مهندس تقی بابائی، مهندس مسعود عزت احمدی، مهندس سیدکریم‌حسینی‌بای و سرکار خانم شهناز عاشوری بترتیب از مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های خراسان رضوی، همدان، آذربایجان غربی، مرکزی، خراسان رضوی، قزوین و آذربایجان غربی که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Akcura, M., Y. Kaya., S. Taner and R. Ayranci. 2006. Parametric stability analyses for grain yield of durum wheat. Plant Soil Environ. 52 (6): 254-261.

Annycchiarico, P. and M. Perenzin.1994. Adaptation patterns and definition of macro-environments for selection and recommendation of common-wheat genotypes in Italy. Plant Breed. 113: 197-205.

Becker, H.C., and Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breed. 101: 1- 23.

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

Farshadfar E. 1998. Application of biometric genetics in plant breeding. Taghe-Bostan Press, Razi University, pp 396. (In Persian).

Finaly, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14: 742-754.

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

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

Gazvini, H., A. Usefi and B. Sorkhi. 1998. Adaptation and stability of barley cultivars in warm zone of Iran. 5th Iranian Congress of Crop Crop Science, 31 Aug.- 4 Sep. 1998, Karaj, Iran. (in Persian).

Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. Agron. J. 85: 754-757.

Kebriyai, A., A. Yazdansepas, S. Keshavarz, M. R. Bihamta and T. Najafi Mirak. 2007. Stability of grain yield in promising winter and facultative wheat (*T. aestivum* L.) lines. Iran. J. Crop Sci. 9: 236-244. (In Persian with English abstract).

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

Lin, C.S. and M. R. Binns. 1988. A method of analyzing cultivar×location×year experiments: a new stability parameter. Theor. Appl. Genet. 76: 425-430.

Lin, C.S. and M. R. Binns. 1991. Genetic properties of four types of stability parameter. Theor. Appl. Genet. 82: 505-509.

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

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

Moghadam, A. and Z. Dehghanpor, 2001. Interrealationships among several stability ststistics estimated in maiz yield trials, Seed Plant Improv. J. 3: 322-338. (In Persian with English abstract).

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

Najafian, G., M. R. Jalal Kamali and J. Azimian, 2008. Description of Iranian grown wheat cultivars and promising lines. Nashre-Amoozesh Press, pp 208. (In Persian).

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

Rahimi, M., T. Najafi Mirak and V. Rashidi, 2009. Grain yield stability of bread wheat cultivars/lines with different growth habit in temperate agro-climatic zone in Iran. Seed Plant Improv. J. 25: 451-470. (In Persian with English abstract).

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

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

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

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

Wricks, G. 1962. Ube Eien method Zut Erfussung Der Okologischen streubreite in feldversuchen. Z. Pflanzenzuecht, 47: 92-96.

Yousefi, A., H. Nikkhah, A. Kochaki, H. Hashemi, A. Razavi, M. Ataii, R. Soltani, Gh. A. Sanjari, H. Tat, Gh. R. Chayforosh and Sh. Rasapor. 2005. Study of adaptation and yield comparison of barley promising lines in elite regional yield trial in cold region. Proceeding of the 8th Iranian Crop Science Congress, 10 – 12 Sep., 2005, University of Guilan, Rasht, Iran.(In Persian).

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

Study of grain yield stability of bread wheat genotypes in cold agro-climatic zone of Iran

Najafi Mirak, T.[1]

ABSTRACT

Najafi Mirak, T. 2011. Study of grain yield stability of bread wheat genotypes in cold agro-climatic zone of Iran**. Iranian Journal of Crop Sciences. 13(2): 380-394. (In Persian).**

To select wheat cultivars/lines with high grain yield and stability as well as to determine suitable sowing date for cold agro-climatic zone in Iran, 15 wheat cultivars/ lines were studied in split plot arrangement using randomized complete block design, with three replications in three sowing dates (Oct. 12, Nov. 01 and Nov. 21), at 10 field stations, for three growing seasons (2004-2007). Data on grain yield from different field stations in three growing seasons were analyzed to determine the best sowing date for each location. Results of combined analysis of variance showed that the first sowing date (Oct. 12) was suitable for all of the test locations. Therefore, the data of first sowing date were analyzed for 8 location and three grwong seasons. Since interaction of genotype × year × location was significant, stability analysis was performed using different methods. Results of these methods were almost similar. According to the results, Gascogne and C-81-14 with grain yield averages of 7841 and 8250 kg.ha^{-1}, respectively, were the most stable genotypes. However, C-82-12 and Sissons, were superior genotypes with average yield of 8819 and 8295 kg.ha^{-1}, respectively, but with lower grain yield stability. M-81-13, M-79-7 and Pishtaz had the least grain yield stability in cold agroclimatic zone.

Key words: Genotype × environment interaction, Cold agro-climatic zone, Bread wheat, Grain yield stability and Adaptation.

Received: October, 2009 Accepted: October, 2010

1- Assistant prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author)
(Email: tnmirak@spii.ir)