



## بررسی پایداری عملکرد دانه و اثر متقابل ژنوتیپ- محیط در ۲۰ رقم گندم نان در برخی از مناطق گرم و خشک جنوب ایران

\*محسن اسماعیل زاده مقدم<sup>۱</sup>، مهدی زکی زاده<sup>۲</sup>، حسین اکبری مقدم<sup>۳</sup>، محمد عابدینی اسفهلانی<sup>۴</sup>، منوچهر سیاح فر<sup>۵</sup>، احمد رضا نیکزاد<sup>۶</sup>، سید محمود طبیب غفاری<sup>۷</sup> و عباس لطفعلی آینه<sup>۸</sup>

<sup>۱</sup>عضو هیات علمی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر- بخش تحقیقات غلات، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، <sup>۲،۳،۴،۵،۶،۷</sup>به ترتیب اعضای هیات علمی مراکز تحقیقات کشاورزی سیستان، شاهرود، لرستان، فارس و خوزستان

### چکیده

به منظور بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های گندم نان در مناطق گرم و خشک کشور، تعداد ۲۰ لاین و رقم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به همراه شاهد (رقم چمران) در چهار ایستگاه تحقیقاتی (اهواز، دزفول، داراب و خرم آباد) و در طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه در سال‌ها و مکان‌های مختلف تفاوت معنی‌داری داشتند. بر اساس نتایج آزمون یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی، تجزیه واریانس مرکب ژنوتیپ‌ها در سال‌ها و مکان‌های مختلف انجام و نتایج به دست آمده نشان داد که اثر مکان و سال در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل سال×مکان×ژنوتیپ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. در مجموع و بر اساس نتایج تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها بر پایه روش‌های غیر پارامتری روش رگرسیون ابرهارت و راسل، روش اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا، روش گزینش همزمان ( $Y_{si}$ )، روش AMMI و SHMM ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۷ جزء لاین‌های پایدار تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: پایداری، سازگاری، عملکرد دانه، گندم نان، مناطق گرم و خشک جنوب

\*- مسئول مکاتبه: esmaeilzadehmohsen@gmail.com

## مقدمه

گندم به عنوان عمده‌ترین محصول زراعی کشور بطور متوسط سالیانه سطحی معادل ۶/۲ میلیون هکتار از اراضی کشور را به خود اختصاص داده است. سهم گندم آبی از این سطح حدود ۲/۲ میلیون هکتار (۳۵٪) و سهم گندم دیم حدود ۴ میلیون هکتار (۶۵٪) می‌باشد. میانگین تولید سالیانه گندم کشور (۷۵-۷۹) حدود ۹/۷ میلیون تن بوده است که از این مقدار ۶۳ درصد از اراضی آبی و ۳۷ درصد از دیمزارها حاصل شده است. بررسی الگوی عرضه مواد غذایی در کشور به روش ترازنامه غذایی نشان می‌دهد سهم فرآورده‌های گیاهی در تأمین انرژی بسیار بالا و حدود ۹۰ درصد است که غلات ۶۰ درصد و گندم به تنهایی ۴۷ درصد آن را تشکیل می‌دهد. (کشاوری و همکاران، ۲۰۰۱). اثر متقابل بین ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها در فرآیند آزادسازی لاین‌های جدید حایز اهمیت است، به طوری که ارزیابی لاین‌های جدید در آزمایش‌های یکنواخت برای تعیین درجه سازگاری آنها به شرایط متفاوت محیطی حایز اهمیت می‌باشد (جراح، ۱۹۹۷). لاین‌های برتر علاوه بر عملکرد بالا و صفات مطلوب باید در دامنه وسیعی از شرایط محیطی از برتری عملکرد برخوردار باشد. به نژادگران عموماً بر اهمیت پایداری عملکرد در تنوع شرایط محیطی اتفاق نظر داشته اما برای تعریف پایداری و روش‌های ارزیابی آن نظرات متفاوتی وجود دارد (بیکر، ۱۹۸۱). پایداری عملکرد به توانایی ژنوتیپ‌های گیاهی در بروز ظرفیت عملکرد در دامنه وسیعی از محیط‌ها اطلاق شده و با کشت آنها در اقلیم‌های مورد آزمایش در طی چند سال و مکان‌های مختلف به عنوان نمونه‌ای از محیط‌ها، پایداری عملکرد تعیین و ژنوتیپ‌های با اثر متقابل ژنوتیپ × محیط اندک‌گزینه می‌شوند. پایداری عملکرد به حداقل خسارت ناشی از تغییرات اقلیمی، تنش یا آفات نیز اطلاق می‌شود. به نژادگران می‌باید شرایط اقلیمی یا آفاتی را که موجب کاهش معنی‌دار در عملکرد مناطق شده شناسایی و راهبردهای اصلاحی را به گونه‌ای طراحی کنند تا خسارت‌های عملکرد بر اثر این عوامل را کاهش دهند (پولمن و اسلپر، ۱۹۹۶).

روماگوسا و فاکس (۱۹۹۳) روش‌های ارزیابی پایداری زراعی را در ۴ گروه شامل: روش‌های تجزیه واریانس، روش‌های رگرسیونی، روش‌های غیرپارامتری و روش‌های چند متغیره گروه‌بندی نموده‌اند. لین و همکاران (۱۹۹۲) نیز ضمن مقایسه روش‌های مختلف پایداری فنوتیپی و ارزیابی کارایی آنها، گروه‌بندی مشابهی را ارائه داده‌اند.

روش AMMI<sup>۲</sup> ترکیبی از تجزیه واریانس و تجزیه به مولفه‌های اصلی است، که از آن برای تجزیه و تحلیل مطالعات سازگاری استفاده می‌شود. در این روش با استفاده از تجزیه واریانس، اثرات اصلی ژنوتیپ‌ها و محیط برآورد شده (اثرات اصلی جمع‌پذیر)<sup>۳</sup> و سپس با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (اثرات متقابل ضرب‌پذیر)<sup>۴</sup> مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس این روش با نمودار پلات ۲ مولفه اصلی که بیشترین تغییرات را توجیه می‌نماید، تعیین می‌گردد (گوچ، ۱۹۹۰؛ کلی و دومبک، ۱۹۹۵).

رابطه بین عملکرد با محیط و گروه‌بندی محیط‌ها بر پایه میزان تولید آنها نقش مهمی در تعیین سازگاری ژنوتیپ‌ها دارد (کورنلیوس و همکاران، ۱۹۹۲). دو روش ضرب‌پذیر در مطالعات اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها توسط کورنلیوس (۱۹۹۳) پیشنهاد شده است که شامل: مدل ضرب‌پذیر تغییر یافته (SHMM)<sup>۵</sup> و مدل رگرسیون مکانی (SREG)<sup>۶</sup> می‌باشد (کورنلیوس و همکاران، ۱۹۹۶؛ سید صدر و کورنلیوس، ۱۹۹۲).

در روش تجزیه کلاستر و یا گروه‌بندی بر مبنای درجه شباهت، ژنوتیپ‌ها بر پایه دو معیار شامل عملکرد و یا اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط گروه‌بندی شده و بدین ترتیب فاصله ژنوتیپ‌ها از یکدیگر تعیین می‌گردد (کورنلیوس و همکاران، ۱۹۹۲)، در صورتی که در روش SHMM محیط‌ها و ژنوتیپ‌ها بر پایه کمترین حداکثر درست‌نمایی<sup>۷</sup> گروه‌بندی شده و بر مبنای گراف ارائه شده می‌توان ژنوتیپ‌های پایدار را مشخص کرد (سید صدر و کورنلیوس، ۱۹۹۲؛ کراسا و همکاران، ۲۰۰۲؛ یان و همکاران، ۲۰۰۹). هدف از این مطالعه، تعیین ژنوتیپ‌های پایدار بر پایه هر یک از روش‌های تجزیه و تحلیل پایداری و تعیین کارایی روش‌های مبتنی بر گراف بود.

## مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد ۲۰ لاین و رقم پیشرفته گندم نان (جدول ۱) با احتساب رقم شاهد (چمران) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی اهواز، دزفول،

- 
- 1- Additive mean and multiplicative model
  - 2- Additive
  - 3- Nonadditive
  - 5- Shifted multiplicative models cluster analysis
  - 6- Site regression model
  - 7- Maximum likelihood

خرم آباد و داراب به مدت دو سال زراعی (۱۳۸۴-۱۳۸۲) مورد بررسی قرار گرفتند. کلیه ایستگاه‌های مذکور جزء گروه مناطق گرم و خشک کشور محسوب می‌شوند. در محیط‌های فوق الذکر، آزمایش‌ها با ۳ تکرار و ۲۰ رقم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت یکنواخت به اجرا درآمد و رقم به عنوان فاکتور ثابت در نظر گرفته شد. طول واحدهای آزمایشی در هر سال و مکان ۶ متر و عرض آنها ۱/۲۰ متر بود و سطح برداشت هر واحد آزمایشی به ۶ متر مربع کاهش داده شد. تاریخ کاشت در ایستگاه‌های ذکر شده اول آذر ماه هر سال و عملیات کاشت با بذر کار آزمایشی وینتراشتاگر<sup>۲</sup> انجام شد. میزان بذر مصرفی بر اساس ۴۰۰ دانه در متر مربع و میزان کود مصرفی در هر ایستگاه بنا به توصیه بخش تحقیقات خاک و آب همان مرکز تعیین و مصرف شد. بذور آزمایشی قبل از کاشت با سم ویتاواکس ضد عفونی گردید. آبیاری و سایر مراقبت‌های زراعی بر اساس عرف محل اجرای آزمایش به عمل آمد. برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ از علف‌کش پو ماسوپر و برای کنترل برگ پهن‌ها از 2-4-D به میزان توصیه شده برای هر کدام از آنها استفاده شد. در صورت لزوم برای کنترل علف‌های هرز و جین دستی نیز انجام گردید. عملیات برداشت با کمباین مخصوص آزمایشی وینتراشتاگر و از سطح ۶ متر مربع انجام گردید. تجزیه و تحلیل‌های این مطالعه مطابق مراحل زیر انجام شد:

۱) تجزیه واریانس مرکب ارقام برای بررسی اثرات اصلی رقم، مکان و سال و همچنین بررسی اثرات متقابل سال × مکان، سال × رقم، مکان × رقم و سال × مکان × رقم و انجام آزمون F برای منابع تغییر مذکور بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات (EMS) با فرض تصادفی بودن سال‌ها و مکان‌ها و ثابت بون ارقام، انجام گردید.

۲) مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها با آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد، انجام شد.

۳) تجزیه پایداری ژنوتیپ‌های مورد بررسی با استفاده از روش ابره‌ارت و راسل (۱۹۹۶) و مطابق مدل پیشنهادی آنها انجام گردید.

$$Y_{ij} = \mu_i + b_i l_j + S^2 d_j$$

در این مدل عملکرد رقم  $i$  در محیط  $J$  ام،  $\mu_i$  میانگین رقم در تمام محیط،  $b_i$  ضریب رگرسیونی رقم و  $I_j$  شاخص محیطی  $J$  ام و  $S^2 d_j$  انحراف از خط رگرسیون رقم در محیط  $J$  می‌باشد.

جدول ۱- نام و شجره ۲۰ رقم مورد بررسی

شجره	ژنوتیپ
Chamran	۱
Dez	۲
KASYON/GENARO.81//TEVEE-1	۳
KAUZ/WEAVER	۴
TURACO/2*BORL95	۵
MNCH/3*BCN	۶
KAUZ//KAUZ/STAR	۷
CAZO/KAUZ//KAUZ	۸
OASIS/SKAUZ//4*BCN	۹
KASYON/GENARO.81//TEVEE-1	۱۰
KAUZ//ALTAR 84/AOS	۱۱
CNDO/R143//ENTE/MEXI/3/AEGILOPS SQUARROSA ..	۱۲
PFAU/WEAVER	۱۳
CHIL/2*STAR	۱۴
KAUZ/AA//KAUZ	۱۵
VEE/PJN//2*KAUZ/3/PFAU/BOW//VEE#9 ...	۱۶
Shi#4414/Crow"S"//Prew	۱۷
OASIS/SKAUZ//4*BCN ...	۱۸
KA/NAC//BCN	۱۹
TEVEE"S"/KARAWAN"S"	۲۰

۴) شاخص‌های پایداری اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا برای همه ژنوتیپ‌ها تعیین گردید.  
 ۵) بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش غیر پارامتری بر پایه میانگین و انحراف معیار رتبه برای دو سال زراعی و میانگین آنها انجام گردید. بدین منظور رتبه هر ژنوتیپ از نظر میانگین عملکرد در مجموع ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای هر آزمایش تعیین شد و سپس میانگین رتبه ( $\bar{R}$ ) و انحراف معیار آن (SDR) برای هر ژنوتیپ برای تمام مکان‌ها و سال‌ها تعیین گردید. برای هر یک از ژنوتیپ‌ها نسبت شاخص عملکرد (Y.I.R) به‌عنوان معیار دیگری از پایداری عملکرد محاسبه گردید.

بدین منظور میانگین عملکرد هر ژنوتیپ در تمام محیطها به متوسط کل عملکرد ژنوتیپها در تمام محیطها تقسیم و به صورت درصد نشان داده شد (فاکس و روزیل، ۱۹۸۲).

۷) پایداری ژنوتیپهای این مطالعه بر مبنای روش گزینش همزمان (Ysi) نیز محاسبه گردید. برای این منظور از روش پیشنهادی کنگ (۱۹۹۳) استفاده شد.

۸) تعیین پایداری ژنوتیپها براساس مدل AMMI و رسم گرافهای مربوط به آن نیز انجام شد و بالاخره.

۹) معیار پایداری و گروه بندی ژنوتیپها براساس مدل SHMM نیز انجام شد.

کلیه محاسبات آماری این مطالعه با استفاده از نرم افزارهای SPSS (اینسپروچ، ۲۰۰۵) و SAS (۲۰۰۰) انجام شد.

### نتایج و بحث

**تجزیه مرکب:** نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله عملکرد دانه در مناطق مورد مطالعه حاکی از اختلاف ژنوتیپها در بیشتر محیطها بود و نشان داد که واکنش ژنوتیپها در مناطق و سالهای مختلف متفاوت بوده است. اثر متقابل سال  $\times$  مکان  $\times$  ژنوتیپ و اثر سال و مکان به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی دار شد. معنی دار بودن اثر سال، نشان دهنده تفاوت عملکرد دانه در هر سال بود و نشان داد که میانگین عملکرد دانه در هر سال با سال دیگر متفاوت بوده است (جدول ۲). معنی دار شدن اثر مکان نیز بیانگر اختلاف ژنوتیپها در مکانهای مختلف بوده است. با توجه به معنی دار بودن اثر متقابل سال  $\times$  مکان  $\times$  ژنوتیپ چنین به نظر می رسد که بین عملکرد ژنوتیپهای مختلف در سالها و مکانهای مورد بررسی اختلاف معنی داری وجود داشته است (جدول ۲). اثر متقابل سال  $\times$  ژنوتیپ معنی دار نبود که نشان داد اختلاف ژنوتیپها از سالی به سال دیگر معنی دار نبوده است. با توجه به این نتایج، برای بررسی بیشتر اثرات متقابل و تعیین ژنوتیپهای سازگار در شرایط محیطی مختلف، تجزیه پایداری ژنوتیپها برای ایستگاهها و سالهای مختلف انجام شد.

جدول ۲- تجزیه مرکب گندم نان برای چهار مکان و دو سال زراعی ۱۳۸۲-۸۳ و ۸۴-۸۳ در اقلیم گرم جنوب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۱	۸۴/۱۸*
مکان	۳	۱۰۲/۴۱۵*
سال×مکان	۳	۴/۲۲
تکرار(سال×مکان)	۱۶	۱/۵۰
ژنوتیپ	۱۹	۱/۷۳۶
مکان×ژنوتیپ	۵۷	۱/۳۵۶
سال×ژنوتیپ	۱۹	۱/۴۰۳
سال×مکان×ژنوتیپ	۵۷	۱/۰۱۴**
خطای کل آزمایش	۳۰۴	۰/۳۷۵

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

بررسی پایداری عملکرد بر پایه روش میانگین و انحراف معیار رتبه: میانگین رتبه و انحراف معیار آن برای ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مورد بررسی نشان داد که ژنوتیپ ۱۰ با اختصاص کمترین میانگین رتبه و انحراف معیار آن (به ترتیب ۵/۲۵ و ۶/۱۳۵) پایدارترین ژنوتیپ از نظر این روش بود. ژنوتیپ‌های ۱۵، ۱، ۲ و ۷ نیز به ترتیب با داشتن میانگین و انحراف رتبه کمتر پس از ژنوتیپ ۱۰ قرار گرفتند. از نظر روش مورد نظر، ژنوتیپ‌های ۱۶، ۱۷، ۹، ۸ با اختصاص بالاترین میانگین رتبه و انحراف معیار آن، پایداری عملکرد دانه ضعیف‌تری داشتند.

نسبت شاخص عملکرد که بر پایه میانگین نتایج دو سال زراعی محاسبه شد، معیار غیر پارامتری دیگری است که بر پایه آن ژنوتیپ ۱۰ با اختصاص بالاترین نسبت شاخص عملکرد (۱۰۸/۴ درصد) در بین ژنوتیپ‌ها بهترین ژنوتیپ بر پایه آن بود. ژنوتیپ‌های ۱۵، ۷، ۱ و ۲ پس از ژنوتیپ ۱۰ در مکان بعدی از جنبه پایداری عملکرد قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های ۸، ۶، ۱۱ و ۱۶ که نسبت شاخص عملکرد پائینی داشتند، در گروه ژنوتیپ‌های ناپایدار قرار می‌گیرند. این شاخص که منحصراً بر پایه میانگین عملکرد، ژنوتیپ‌ها را گروه‌بندی می‌کند می‌تواند مکمل دو معیار میانگین رتبه و انحراف معیار آن در گزینش ژنوتیپ‌های پایدار باشد. در مجموع سه معیار، ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۵، ۱، ۲ و ۷ در گروه پایدار قرار گرفتند. تعیین پایداری بر مبنای این روش غیر پارامتری، امکان گروه بندی ژنوتیپ‌ها بر

مبنای سازگاری عمومی و خصوصی وجود نداشته که این امر به عنوان نقص اساسی آن محسوب می‌شود. ساده‌گی محاسبه، موجب شده تا این روش در گزینش ژنوتیپ‌های پایدار به ویژه در مطالعاتی که منابع تغییر شامل ژنوتیپ × سال و یا ژنوتیپ × مکان می‌باشند، کاراتر می‌باشد. بکر و لئون (۱۹۸۸) آزمون‌هایی را برای اثرات متقابل رتبه ارایه و مشخص کردند که یک ژنوتیپ وقتی پایدار شناخته می‌شود که رتبه آن در محیط‌های مختلف ثابت باشد.

جدول ۳- پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان مبتنی بر روش غیر پارامتریک (میانگین رتبه عملکرد) در مکان‌های مورد مطالعه و در سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۲

نسبت شاخص عملکرد	انحراف معیار رتبه عملکرد	میانگین رتبه عملکرد	ایستگاه‌های مورد بررسی					
			میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار)	اهواز	خرم‌آباد	داراب	دزفول	ژنوتیپ
۱۰۵/۶	۵/۰۰۷	۷/۲۵	۶/۸۳۲	۶/۲۰۸	۸/۱۳۳	۶/۶۷۵	۶/۳۱۱	۱
۱۰۴/۷	۴/۷۷۳	۷/۲۵	۶/۷۷۹	۵/۹۶۴	۷/۶۴۷	۶/۷۸۱	۶/۷۲۶	۲
۹۷/۴	۳/۷۹۶	۱۰/۱۳	۶/۳۰۱	۵/۶۰۷	۷/۴۷۲	۵/۶۷۵	۶/۴۵۰	۳
۱۰۲/۰	۶/۰۹۳	۹/۶۳	۶/۶۰۱	۵/۵۵۰	۸/۳۹۷	۶/۲۷۱	۶/۱۸۸	۴
۱۰۱/۹	۶/۳۴۶	۹/۶۳	۶/۵۹۸	۵/۵۱۶	۶/۹۳۹	۷/۲۱۲	۶/۷۲۲	۵
۹۵/۶	۶/۲۲۸	۱۰/۷۵	۶/۱۹۰	۵/۸۱۴	۷/۴۳۶	۵/۳۷۹	۶/۱۳۰	۶
۱۰۴/۱	۴/۶۲۹	۷/۵۰	۶/۷۳۷	۵/۹۰۳	۸/۰۴۴	۶/۳۰۸	۶/۶۹۴	۷
۹۴/۴	۴/۴۸۶	۱۳/۱۳	۶/۱۱۱	۴/۸۵۶	۷/۵۱۴	۵/۸۰۳	۶/۲۷۳	۸
۹۸/۵	۵/۶۶۸	۱۳/۸۸	۶/۳۷۶	۵/۰۷۵	۷/۲۵۸	۷/۰۳۳	۶/۱۳۸	۹
۱۰۸/۴	۶/۱۳۵	۵/۲۵	۷/۰۱۸	۵/۵۹۷	۸/۱۰۳	۷/۵۳۵	۶/۸۴۰	۱۰
۹۵/۹	۶/۷۹۲	۱۲/۱۳	۶/۲۰۸	۵/۱۷۲	۷/۸۷۵	۵/۴۷۴	۶/۳۱۱	۱۱
۹۹/۵	۶/۳۸۶	۱۱/۷۵	۶/۶۳۸	۵/۴۵۳	۶/۹۶۱	۷/۱۷۵	۶/۱۶۴	۱۲
۹۷/۸	۵/۸۴۹	۱۲/۲۵	۶/۳۲۹	۴/۶۰۶	۷/۲۳۳	۶/۹۱۵	۶/۵۶۳	۱۳
۹۸/۶	۵/۶۵۷	۱۰/۵۰	۶/۳۸۱	۵/۲۴۷	۸/۴۱۴	۵/۳۶۴	۶/۵۰۱	۱۴
۱۰۷/۶	۵/۱۸۱	۶/۳۸	۶/۹۶۲	۵/۸۴۷	۸/۲۶۱	۷/۴۲۹	۶/۳۱۰	۱۵
۹۶/۲	۲/۴۴۶	۱۴/۶۳	۶/۲۲۴	۵/۰۱۷	۷/۳۵۳	۶/۳۸۵	۶/۱۴۳	۱۶
۹۶/۲	۵/۵۸۱	۱۴/۵۰	۶/۲۲۳	۵/۰۳۱	۶/۷۱۹	۶/۷۴۰	۶/۴۰۲	۱۷
۹۷/۵	۶/۸۱۹	۱۱/۲۵	۶/۳۰۸	۵/۰۷۵	۷/۸۵۰	۶/۲۳۳	۶/۰۷۵	۱۸
۹۹/۴	۴/۶۹۰	۱۰/۱۹	۶/۴۳۱	۵/۵۶۴	۷/۶۲۸	۵/۸۰۳	۶/۷۳۱	۱۹
۹۸/۷	۵/۱۴۴	۱۲/۰۶	۶/۳۸۵	۵/۰۰۸	۸/۰۶۶	۵/۹۸۳	۶/۴۸۳	۲۰



تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها بر مبنای روش رگرسیون ابرهارت و راسل و اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا: تجزیه میانگین مربعات بر اساس روش رگرسیون ابرهارت و راسل نشان داد که اثر محیط خطی که حاکی از وجود رابطه خطی بین عملکرد هر محیط با شاخص محیطی آن می‌باشد، غیر معنی‌دار بوده است. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط خطی نیز معنی‌دار نبود (جدول ۴) و نشان داد که در محیط یکنواخت‌تر، واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به آن محیط مشابهت بیشتری داشته و تنها عامل اصلی تغییرات به شاخص محیطی، شامل نوع خاک، درجه حرارت، میزان بارندگی و غیره مرتبط می‌باشد. میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ( $S^2d_i$ ) ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت و نشان داد این روش در تشخیص و گزینش ژنوتیپ‌های پایدار از کارایی لازم برخوردار نبوده است. در مجموع، ژنوتیپ ۱۵ با اختصاص بالاترین میانگین عملکرد، ضریب رگرسیونی نزدیک به ۱ از ژنوتیپ‌های پایدار این مطالعه بود. ژنوتیپ‌های ۲، ۱۰، ۱ و ۷ پس از آن در مکان‌های بعدی بر مبنای شاخص ابرهارت و راسل قرار می‌گیرند (جدول ۴).

ژنوتیپ‌هایی که ضریب اکووالانس کمتری داشته‌اند سهم کمتری در مقدار اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط داشته و از نظر روش ریک پایدار می‌باشند. بر این اساس ژنوتیپ‌های ۲، ۱۶، ۷ و ۱ به ترتیب پایدار محسوب می‌شوند. به جز ژنوتیپ ۱۶، بقیه ژنوتیپ‌ها (۱، ۲ و ۷) حایز میانگین عملکرد دانه بالاتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها بوده‌اند. ژنوتیپ‌های ۶، ۱۴ و ۱۲ نیز به واسطه داشتن بیشترین ضریب اکووالانس و در نتیجه سهم بیشتر در مقدار اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط ناپایدار بودند (جدول ۵).

بررسی واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (واریانس پایداری شوکلا) نشان داد که ژنوتیپ‌های ۲، ۱۶، ۷ و ۱ بواسطه اختصاص کمترین واریانس پایدارترین ژنوتیپ‌ها بوده‌اند. ژنوتیپ‌های ۶، ۱۴ و ۱۲ با داشتن بیشترین واریانس، پایدار نبودند (جدول ۵). مقایسه دو معیار نشان داد که گزینش ژنوتیپ‌ها بر پایه آنها تا حد قابل توجهی مشابه بوده و همبستگی بالایی بین آنها وجود دارد. مقایسه نتایج اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا با نتایج مبتنی بر معیارهای غیر پارامتریک میانگین رتبه و انحراف معیار آن و نسبت شاخص عملکرد نشان داد که گرچه همبستگی بالایی بین نتایج به دلیل تفاوت در روش‌های مورد استفاده، مشاهده نمی‌شود، اما همه معیارها توانسته‌اند ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۷ را به عنوان پایدارترین ژنوتیپ گزینش و معرفی نمایند.

جدول ۴- پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان مبتنی بر روش رگرسیونی ابرهارت و راسل.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار)	ضریب رگرسیونی	مجذور انحراف از خط رگرسیون
کل	۱۵۹	-	-	-	-
ژنوتیپ	۱۹	۰/۸۴ <sup>n.s</sup>	-	-	-
ژنوتیپ / محیط	۱۴۰	-	-	-	-
محیط	۷	-	-	-	-
محیط × ژنوتیپ	۱۳۳	-	-	-	-
محیط (خطی)	۱	-	-	-	-
محیط (خطی) × ژنوتیپ	۱۹	۰/۲۲ <sup>n.s</sup>	-	-	-
انحراف از خط رگرسیون	۱۲۰	۰/۳۴ <sup>n.s</sup>	-	-	-
ژنوتیپ ۱	۶	۰/۱۰ <sup>n.s</sup>	۷/۰۸	۰/۷۹ <sup>n.s</sup>	۰/۱۰ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۲	۶	۰/۰۷ <sup>n.s</sup>	۷/۱۶	۰/۸۴ <sup>n.s</sup>	۰/۰۷ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۳	۶	۰/۴۴ <sup>n.s</sup>	۶/۳۸	۰/۸۰ <sup>n.s</sup>	۰/۴۴ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۴	۶	۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	۶/۸۴	۱/۲۵ <sup>n.s</sup>	۰/۱۳ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۵	۶	۰/۳۶ <sup>n.s</sup>	۶/۸۳	۰/۷۴ <sup>n.s</sup>	۰/۳۶ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۶	۶	۰/۹۱ <sup>n.s</sup>	۶/۲۱	۰/۷۴ <sup>n.s</sup>	۰/۹۱ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۷	۶	۰/۱۴ <sup>n.s</sup>	۷/۰۸	۰/۹۹ <sup>n.s</sup>	۰/۱۴ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۸	۶	۰/۲۹ <sup>n.s</sup>	۶/۲۲	۱/۰۱ <sup>n.s</sup>	۰/۲۹ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۹	۶	۰/۴۷ <sup>n.s</sup>	۶/۷۷	۰/۹۵ <sup>n.s</sup>	۰/۴۷ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۰	۶	۰/۴۱ <sup>n.s</sup>	۷/۰۹	۱/۰۶ <sup>n.s</sup>	۰/۴۱ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۱	۶	۰/۲۶ <sup>n.s</sup>	۶/۶۱	۱/۲۷ <sup>n.s</sup>	۰/۲۶ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۲	۶	۰/۶۴ <sup>n.s</sup>	۶/۷۱	۰/۸۵ <sup>n.s</sup>	۰/۶۴ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۳	۶	۰/۴۴ <sup>n.s</sup>	۶/۵۷	۱/۲۷ <sup>n.s</sup>	۰/۴۴ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۴	۶	۰/۸۷ <sup>n.s</sup>	۶/۴۱	۱/۱۶ <sup>n.s</sup>	۰/۸۷ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۵	۶	۰/۳۴ <sup>n.s</sup>	۷/۲۹	۱/۰۳ <sup>n.s</sup>	۰/۳۴ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۶	۶	۰/۰۹ <sup>n.s</sup>	۶/۴۴	۱/۱۵ <sup>n.s</sup>	۰/۰۹ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۷	۶	۰/۴۱ <sup>n.s</sup>	۶/۴۰	۰/۸۲ <sup>n.s</sup>	۰/۴۱ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۸	۶	۰/۲۵ <sup>n.s</sup>	۶/۴۴	۱/۰۶ <sup>n.s</sup>	۰/۲۵ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۱۹	۶	۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	۶/۶۰	۰/۹۲ <sup>n.s</sup>	۰/۱۷ <sup>n.s</sup>
ژنوتیپ ۲۰	۶	۰/۰۷ <sup>n.s</sup>	۶/۴۸	۱/۳۰ <sup>n.s</sup>	۰/۰۷ <sup>n.s</sup>
خطای کل آزمایش	۳۰۴	۰/۳۷۵ <sup>n.s</sup>	-	-	-

n.s، غیر معنی دار

جدول ۵- پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان مبتنی بر روش اکووالانس ریک ( $W_i$ ) و واریانس پایداری شوکلا ( $\sigma_i^2$ ).

ژنوتیپ	اکووالانس ریک	واریانس پایداری شوکلا
۱	۰/۹۱ <sup>n.s</sup>	۰/۱۲ <sup>n.s</sup>
۲	۰/۶۱ <sup>n.s</sup>	۰/۰۸ <sup>n.s</sup>
۳	۲/۹۱ <sup>n.s</sup>	۰/۴۴ <sup>n.s</sup>
۴	۱/۱۳ <sup>n.s</sup>	۰/۱۶ <sup>n.s</sup>
۵	۲/۵۹ <sup>n.s</sup>	۰/۳۹ <sup>n.s</sup>
۶	۵/۸۹ <sup>n.s</sup>	۰/۹۲ <sup>n.s</sup>
۷	۰/۸۲ <sup>n.s</sup>	۰/۱۱ <sup>n.s</sup>
۸	۱/۷۲ <sup>n.s</sup>	۰/۲۵ <sup>n.s</sup>
۹	۲/۸۲ <sup>n.s</sup>	۰/۴۳ <sup>n.s</sup>
۱۰	۲/۵۰ <sup>n.s</sup>	۰/۳۸ <sup>n.s</sup>
۱۱	۲/۰۱ <sup>n.s</sup>	۰/۳۰ <sup>n.s</sup>
۱۲	۳/۹۸ <sup>n.s</sup>	۰/۶۱ <sup>n.s</sup>
۱۳	۳/۰۳ <sup>n.s</sup>	۰/۴۷ <sup>n.s</sup>
۱۴	۵/۴۰ <sup>n.s</sup>	۰/۸۴ <sup>n.s</sup>
۱۵	۲/۰۵ <sup>n.s</sup>	۰/۳۱ <sup>n.s</sup>
۱۶	۰/۷۰ <sup>n.s</sup>	۰/۰۹ <sup>n.s</sup>
۱۷	۲/۶۷ <sup>n.s</sup>	۰/۴۰ <sup>n.s</sup>
۱۸	۱/۵۱ <sup>n.s</sup>	۰/۲۲ <sup>n.s</sup>
۱۹	۱/۰۳ <sup>n.s</sup>	۰/۱۵ <sup>n.s</sup>
۲۰	۰/۹۹ <sup>n.s</sup>	۰/۱۴ <sup>n.s</sup>
کل	۴۵/۳۰	۶/۸۱

n.s، غیر معنی‌دار

تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها بر اساس روش گزینش همزمان ( $Y_{si}$ ): براساس معیار گزینش همزمان ( $Y_{si}$ ) ژنوتیپ‌هایی که  $Y_{si}$  بیشتر از میانگین داشته باشند، پایدار محسوب و انتخاب می‌گردند. بر مبنای این روش، ژنوتیپ ۲ با  $Y_{si} = 21$  و ژنوتیپ‌های ۱ و ۱۵ با  $Y_{si} = 19$  به ترتیب جزء پایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند. ژنوتیپ ۷ با  $Y_{si} = 18$  در مکان بعدی از این جنبه قرار داشت.

ژنوتیپ‌های ۴، ۱۰، ۱۹ و ۲۰ در مکان‌های بعدی پایداری قرار می‌گیرند (جدول ۶). با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین واریانس پایداری ژنوتیپ‌ها، به‌طور یقین در مورد کارایی این روش نمی‌توان نظر داد. ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس روش گزینش همزمان، مشابه با نتایج روش‌های رگرسیونی ابرهارت و راسل، اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا بود. کنگ و فام (۱۹۹۱) نیز از گزینش همزمان برای انتخاب پایدارترین ژنوتیپ‌های خود با عملکرد بالا استفاده نموده و آن را روشی موثر معرفی نموده‌اند.

**تجزیه پایداری بر مبنای روش AMMI:** تجزیه میانگین مربعات بر مبنای روش پایداری AMMI نشان داد که تنها اولین مولفه اصلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردیده و این مولفه توانسته است بیش از ۶۹ درصد از تغییرات مربوط به اثرات غیر خطی ژنوتیپ×محیط را توجیه کند (جدول ۷). بر مبنای روش AMMI، ژنوتیپ‌های پایدار حایز مقادیر مثبت و کمتری از مولفه‌های اصلی که بخش عمده‌ای از تغییرات اثر غیر خطی ژنوتیپ×محیط را بخود اختصاص داده باشند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار تعیین می‌گردند. ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۵، ۱، ۲ و ۷ به‌ترتیب دارای اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بزرگ بوده و میانگین عملکرد آنها از میانگین کل ژنوتیپ‌ها بیشتر می‌باشد. این ژنوتیپ‌ها دارای واکنش اثر متقابل مشابه با محیط‌های مورد بررسی بوده، و واجد سازگاری ویژه با این محیط‌ها هستند. ژنوتیپ‌های ۶، ۸، ۱۱، ۱۷ و ۱۶ دارای اثر متقابل ژنوتیپ×محیط متوسط بوده و در گروه ژنوتیپ‌های با پایداری کم قرار می‌گیرند.

نتایج حاصل از تجزیه پایداری بر مبنای روش AMMI با نتایج معیارهای قبلی پایداری مشابه بودند. در همه این روش‌ها ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۷ و ۱۰ به واسطه میانگین عملکرد دانه بالاتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها و حداقل اثر متقابل ژنوتیپ×محیط در زمره پایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند با توجه به همین روش‌ها و معیارها، ژنوتیپ‌های ۶، ۸ و ۱۶ به واسطه میانگین عملکرد دانه پائین‌تر از میانگین کل و حداکثر اثر متقابل ژنوتیپ×محیط در زمره ژنوتیپ‌های با پایداری ضعیف قرار گرفتند. در دو شکل ۱ و ۲ به‌ترتیب پراکنش ژنوتیپ‌ها به تنهایی و پراکنش ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها بر پایه میانگین عملکرد دانه و مقدار اولین مولفه اصلی نشان داده شده است. مطابق این دو شکل مشاهده می‌شود که ژنوتیپ‌های ۱، ۷، ۴، ۱۴، ۱۱، ۸، ۳ و ۱۸ دارای اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بزرگ بوده و میانگین عملکرد آنها به جز ژنوتیپ‌های ۱، ۷، ۴ و ۱۹ از میانگین کل ژنوتیپ‌ها کمتر می‌باشد.

جدول ۶- پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان مبتنی بر روش گزینش همزمان  $(Y_{si})$ .

معیار گزینش همزمان	رتبه پایداری	واریانس پایداری	رتبه اصلاح شده	ضریب اصلاحی رتبه عملکرد	رتبه عملکرد	میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار)	ردیف
۱۹*	۰	۰/۳۷ <sup>n.s</sup>	۱۹	+۲	۱۷	۷/۰۸	۱
۲۱*	۰	۰/۲۳ <sup>n.s</sup>	۲۱	+۲	۱۹	۷/۱۶	۲
۷	-۸	۱/۳۳ <sup>n.s</sup>	۱	-۲	۳	۶/۳۸	۳
۱۶*	۰	۰/۴۸ <sup>n.s</sup>	۱۶	+۱	۱۵	۶/۸۴	۴
۷*	-۸	۱/۱۸ <sup>n.s</sup>	۱۵	+۱	۱۴	۶/۸۳	۵
۹	-۸	۲/۷۵ <sup>n.s</sup>	-۱	-۲	۱	۶/۲۱	۶
۱۸*	۰	۰/۳۳ <sup>n.s</sup>	۱۸	+۲	۱۶	۷/۰۸	۷
۴	-۴	۰/۷۶ <sup>n.s</sup>	۰	-۲	۲	۶/۲۲	۸
۶	-۸	۱/۲۹ <sup>n.s</sup>	۱۴	+۱	۱۳	۶/۷۷	۹
۱۲*	-۸	۱/۱۳ <sup>n.s</sup>	۲۰	+۲	۱۸	۷/۰۹	۱۰
۶	-۴	۰/۹۰ <sup>n.s</sup>	۱۰	-۱	۱۱	۶/۶۱	۱۱
۵	-۸	۱/۸۴ <sup>n.s</sup>	۱۳	+۱	۱۲	۶/۷۱	۱۲
۰	-۸	۱/۴۱ <sup>n.s</sup>	۸	-۱	۹	۶/۵۷	۱۳
۴	-۸	۲/۵۱ <sup>n.s</sup>	۴	-۱	۵	۶/۴۱	۱۴
۱۹*	-۴	۰/۹۲ <sup>n.s</sup>	۲۳	+۳	۲۰	۷/۲۹	۱۵
۵	۰	۰/۲۷ <sup>n.s</sup>	۵	-۱	۶	۶/۴۴	۱۶
۵	-۸	۱/۲۱ <sup>n.s</sup>	۳	-۱	۴	۶/۴۰	۱۷
۴	-۲	۰/۶۶ <sup>n.s</sup>	۶	-۱	۷	۶/۴۴	۱۸
۹*	۰	۰/۴۴ <sup>n.s</sup>	۹	-۱	۱۰	۶/۶۰	۱۹
۷*	۰	۰/۴۱ <sup>n.s</sup>	۷	-۱	۸	۶/۴۸	۲۰

میانگین = ۶/۲۵

میانگین کل ژنوتیپ‌ها = ۶/۶۸

LSD 5% = ۰/۲۹۰

ns، غیر معنی دار \* : ژنوتیپ پایدار

جدول ۷- تجزیه AMMI برای چهار مکان و در دو سال زراعی

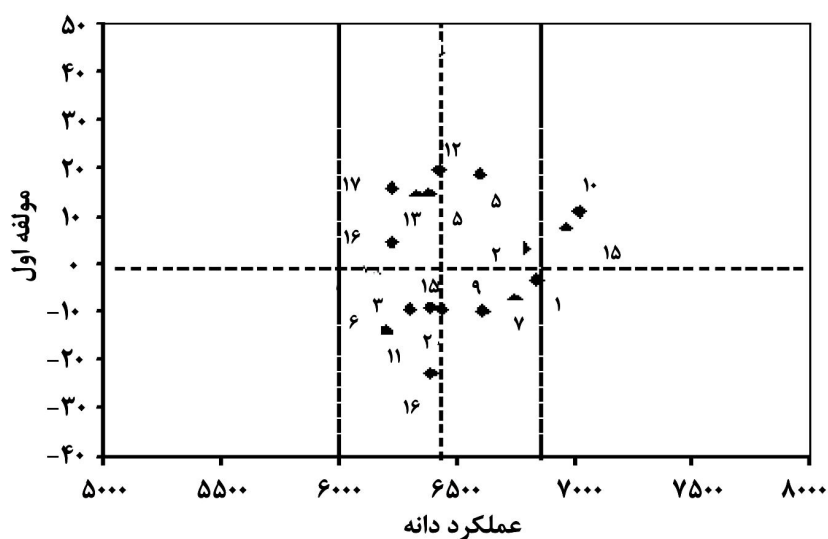
مؤلفه	درجه آزادی	مجموع مربعات AMMI	میانگین مربعات AMMI	درصد	درصد تجمعی
AMMI 1	۲۱	۲۶۹۰۹۵۴۵	۱۲۸۱۴۰۶/۸۸ **	۶۹/۶	۶۹/۶
AMMI 2	۱۹	۶۷۹۷۳۰۴	۳۵۷۷۵۲/۸	۱۷/۶	۸۷/۲
AMMI 3	۱۷	۴۹۶۴۰۱۲	۲۹۲۰۰۰/۷	۱۲/۸	۱۰۰

\*\* : معنی دار در سطح احتمال ۱٪

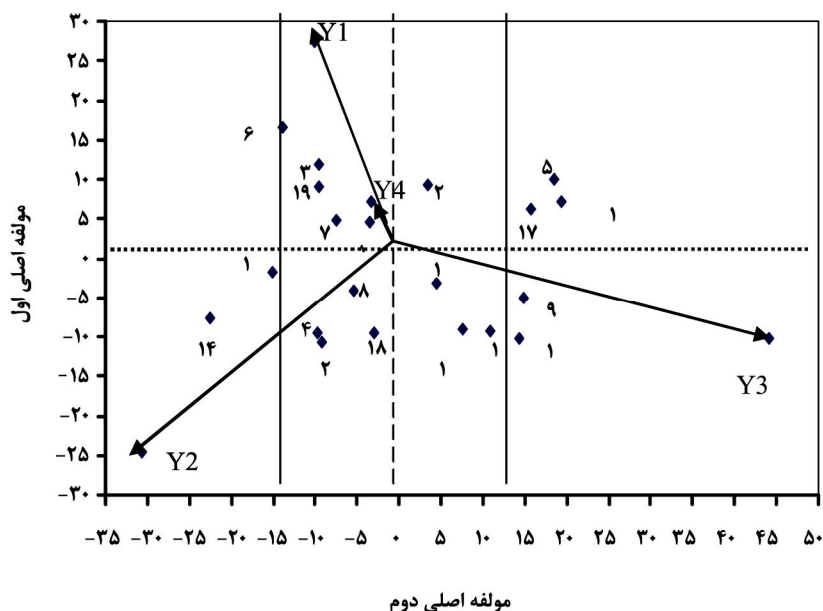
جدول ۸- مقادیر سه مؤلفه اصلی برای ژنوتیپها و مکانها

ردیف	عملکرد	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
۱	۶۸۳۲/۰	-۳/۵	۴/۷	-۱۶/۶
۲	۶۷۷۹/۵	۳/۴	۹/۴	-۱/۵
۳	۶۳۰۱/۳	-۹/۶	۱۱/۹	۳/۱
۴	۶۶۰۱/۸	-۹/۸	-۹/۵	-۱۰/۴
۵	۶۵۹۸/۳	۱۸/۵	۹/۹	۵/۹
۶	۶۱۹۰/۰	-۱۳/۹	۱۶/۷	-۵/۴
۷	۶۷۳۷/۵	-۷/۴	۴/۹	-۱/۳
۸	۶۱۱۱/۵	-۵/۴	-۴/۲	۷/۸
۹	۶۳۷۲/۰	۱۴/۸	-۵/۱	-۳/۴
۱۰	۷۰۱۸/۸	۱۰/۹	-۹/۲	-۰/۴
۱۱	۶۲۰۸/۳	-۱۵/۱	-۱/۸	۴/۳
۱۲	۶۴۱۹/۸	۱۹/۳	۷/۱	-۵/۸
۱۳	۶۳۲۹/۳	۱۴/۳	-۱۰/۳	۱۳/۹
۱۴	۶۳۸۱/۵	-۲۲/۶	-۷/۶	۵/۳
۱۵	۶۹۶۲/۰	۷/۵	-۹/۱	-۱۶/۴
۱۶	۶۲۲۴/۸	۴/۴	-۳/۲	۰/۷
۱۷	۶۲۲۳/۰	۱۵/۸	۶/۲	۸/۳
۱۸	۶۳۰۸/۸	-۳/۰	-۹/۵	-۳/۷
۱۹	۶۴۳۱/۵	-۹/۵	۹/۱	۸/۸
۲۰	۶۳۸۵/۳	-۹/۲	-۱۰/۶	۶/۸
Y1	۵۴۰۵/۸	-۱۰/۱	۲۷/۴	-۱۶/۷
Y2	۷۶۶۱/۶	-۳۰/۶	-۲۴/۵	-۷/۱
Y3	۶۴۰۸/۹	۴۴/۱	-۱۰/۲	-۶/۴
Y4	۶۴۰۷/۰	-۳/۴	۷/۲	۳۰/۳

ژنوتیپ‌های ۲، ۸، ۴، ۱۴، ۱۶ و ۱۷ دارای اثر متقابل ژنوتیپ×محیط متوسط بوده و در گروه ژنوتیپ‌های با پایداری کم قرار می‌گیرند. ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۸، ۹، ۱۳ و ۱۸ دارای اثر متقابل نزدیک به صفر بوده و واجد پایداری عمومی می‌باشند. ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۷ به ترتیب با بالاترین میانگین عملکرد و کمترین اثر متقابل ژنوتیپ×محیط جزو پایدارترین ژنوتیپ‌ها بر مبنای روش AMMI قرار گرفتند. کمپتون (۱۹۸۴) نیز با استفاده از روش AMMI توانست به صورت کاربردی داده‌های مطالعه خود را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد.



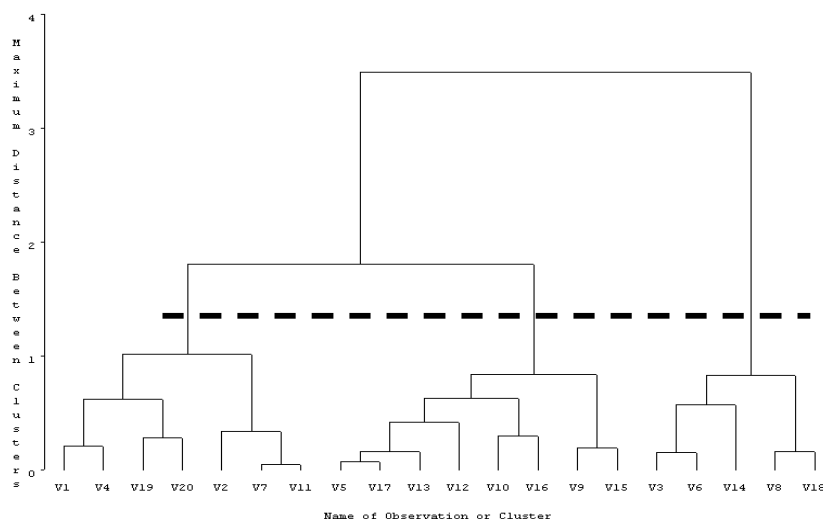
شکل ۱- بای پلات میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی با اولین مؤلفه اصلی آنها



شکل ۲- بای پلات اولین و دومین مولفه اصلی برای ژنوتیپ‌ها و شش محیط مورد بررسی

تجزیه پایداری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر مبنای روش **SHMM**: به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌ها و محیط‌های مورد مطالعه از جنبه پایداری عملکرد دانه، گروه‌بندی آنها بر مبنای مدل **SHMM** (مدل ضرب‌پذیر تغییر یافته) انجام شد. مطابق شکل ۳ در صورتی که کلاستر در نقطه ۱/۳ قطع گردد ۳ گروه از ژنوتیپ‌ها تهیه می‌شود. در گروه اول ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۴، ۷، ۱۱ و ۱۹ جای گرفته‌اند، گروه دوم به هشت ژنوتیپ شامل ۵، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ اختصاص داشت و در گروه سوم پنج ژنوتیپ ۳، ۶، ۸، ۱۴ و ۱۸ قرار گرفتند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌هایی است که میانگین عملکرد آنها در گروه خوب قرار گرفته و از جنبه مقادیر اولین و دومین مولفه اصلی شامل مقادیر نسبتاً کوچک برای مولفه اول و مقادیر مثبت و نسبتاً کوچک برای دومین مولفه بوده‌اند. در گروه دوم ژنوتیپ‌هایی با میانگین عملکرد متوسط قرار گرفته‌اند که مقادیر مولفه‌های آنها یا در حد صفر و یا بزرگ و منفی بوده‌اند.

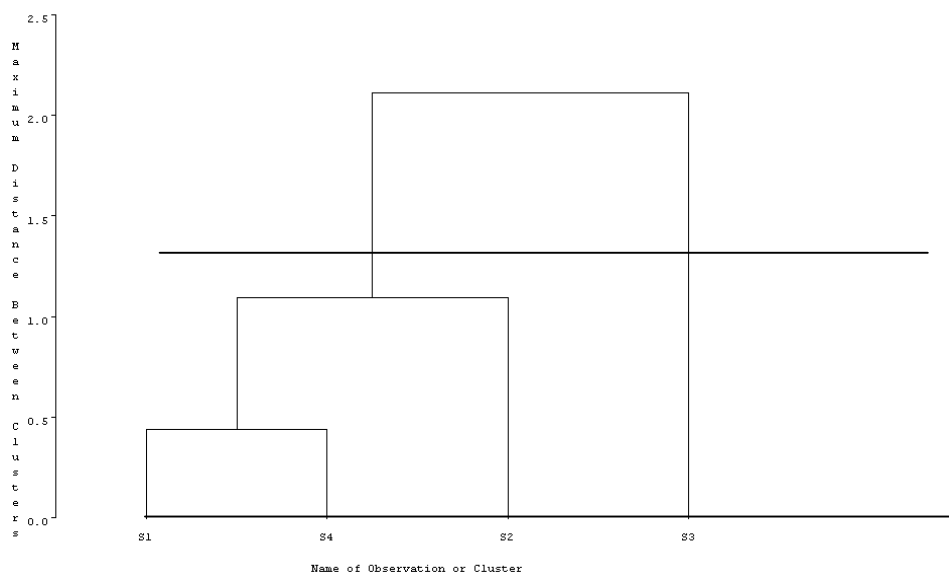




شکل ۳- گروهبندی ژنوتیپ های مورد مطالعه مبتنی بر مدل ضرب پذیر تغییر یافته (SHMM)

گروه سوم شامل ژنوتیپ‌هایی است که مقادیر بالا و منفی را از جنبه اولین و دومین مولفه به خود اختصاص داده بودند. کورنلیوس (۱۹۹۳)، نیز در مطالعه خود از این روش استفاده و به نتایج مشابهی دست یافت.

گروه‌بندی مناطق مورد بررسی بر اساس روش مدل ضرب پذیر تغییر یافته (SHMM) نشان داد که ایستگاه‌های اهواز و دزفول (به ترتیب  $S_1$  و  $S_4$ ) در فاصله ۰/۵ به یکدیگر متصل شده‌اند. هر دو مکان در استان خوزستان قرار داشته و از جنبه شرایط آب و هوایی مشابهت زیادی دارند. در فاصله ۱/۲ ایستگاه خرم‌آباد به گروه فوق افزوده گردید و مکان آخر ( $S_3$ ) مشابه هیچ یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه نبود.



شکل ۴- گروه‌بندی محیط‌های مورد مطالعه مبتنی بر مدل ضرب‌پذیر تغییر یافته (SHMM)

### نتیجه‌گیری

در روش‌های ریک و شوکلا، ژنوتیپ‌های پایدار شامل ژنوتیپ‌های ۲، ۱۶، ۷ و ۱ بودند. که غیر از ژنوتیپ ۱۶ بقیه از میانگین عملکرد بالایی برخوردار بودند. در روش رگرسیون ابرهات و راسل ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۵، ۲، ۷ و ۱ و در روش گزینش همزمان ژنوتیپ‌های ۲، ۱، ۱۵ و ۷ پایدار تعیین شدند. بررسی‌ها نشان داد روش ابرهات و راسل به واسطه اختصاص ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا روش مناسبی برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. ولی به دلیل عدم تفاوت معنی‌دار بین ضریب رگرسیونی و انحراف از رگرسیون ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این روش به‌طور قطع نمی‌توان روش ابرهات و راسل و سایر روش‌هایی که نتایج مشابه با این روش دارند را به عنوان روش برتر انتخاب کرد.

در روش AMMI، علاوه بر محاسبه اثرات جمع‌پذیر ساده که در روش‌های قبلی نیز مورد استفاده قرار می‌گرفت می‌توان اثرات اصلی ضرب‌پذیر (تجزیه به مولفه‌های اصلی) را نیز محاسبه و اثرات متقابل ژنوتیپ×محیط را با جزئیات بیشتر مورد بررسی قرار داد. با توجه به معنی‌دار بودن اثرات

متقابل ژنوتیپ×محیط در تجزیه این روش نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۵، ۲، ۷ و ۱ به واسطه اختصاص کمترین اثر متقابل ژنوتیپ×محیط و بالاترین میانگین عملکرد به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند و ژنوتیپ ۲ به واسطه اختصاص کمترین اثر متقابل در بین ژنوتیپ‌های فوق به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ شناخته شد. با توجه به این که نتایج این روش با روش ابره‌ارت و راسل، اکووالانس ریک و شوکلا، انحراف معیار رتبه و گزینش همزمان مشابه بود، می‌توان روش رتبه و گزینش همزمان و سپس ابره‌ارت و راسل و ریک و شوکلا را پس از دو روش AMMI و SHMM به‌عنوان روش مناسب پیشنهاد کرد نتایج حاصل از گروه‌بندی SHMM نیز مشابه روش AMMI بود. در کل مشخص شد که علیرغم تفاوت در کارایی روش‌های مورد مطالعه و تمایز در تعیین ژنوتیپ‌های حایز پایداری عمومی و خصوصی، بیشتر روش‌ها ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۷ را به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار مشخص نمودند.

در پایان پیشنهاد می‌شود که استفاده از روش‌های جدیدتر تجزیه پایداری نظیر AMMI و SHMM به‌دلیل بررسی بهتر و جزئی‌تر اثرات متقابل ژنوتیپ×محیط که شامل اثرات اصلی جمع‌پذیر و اثرات اصلی ضرب‌پذیر می‌باشند جهت تعیین ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار مورد استفاده قرار گیرند. در مجموع این مطالعه نشان داد که ژنوتیپ‌های ۲، ۱۶ و ۱۷ با ایستگاه داراب، ارقام ۱ و ۲ با ایستگاه اهواز، ژنوتیپ‌های ۱ و ۱۶ با ایستگاه خرم‌آباد و رقم ۱ با ایستگاه دزفول سازگاری خصوصی داشتند.

### سپاسگزاری

از کلیه محققین، کارشناسان مجری و تکنسین‌هایی که در اجرا و ثبت داده‌های خام در شهرستان‌های مختلف و ارسال آنها به کرج نقش داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- Becker, H.C., and Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.* 101: 1-23.
- Becker, H.C. 1981. Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica.* 30: 835-840.
- Clay, H., and Dombek, D. 1995. Comparing soybean cultivar ranking and selection for yield with AMMI and full – data performance estimates. *Crop Sci.* 35: 1536-1541.
- Cornelius, P.L., Seyedsadr, M.S., and Crossa, J. 1992. Using the shifted multiplicative model to search for “separability” in crop cultivar trials. *Theor. Appl. Genet.* 84:161-172.
- Cornelius, P.L., Crossa, J., and Seyedsadr, M.S. 1996. Statistical tests and estimators for multiplicative models for cultivar trials. PP. 199-234. In: M.S. Kang, and H.G. Gauch (eds.). *Genotype – by – environment interaction.* CRC Press. Boca Raton, FL.
- Cornelius, P.L. 1993. Statistical tests and retention of terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trials. *Crop Sci.* 33: 1186-1193.
- Crossa, J., Cornelius, P.L., and Yan, W. 2002. Biplot of linear-bilinear models for studying crossover genotype  $\times$  environment interaction. *Crop Sci.* 42: 619-633
- Eberhart, S.A., and Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Einspruch, E.L. 2005. *An introductory guide to SPSS~for windows.* Thousand Oaks, CA, Stage Publication, Inc.
- Fox, D.N., and Rosielle, A. 1982. Reducing the influence of environmental main effects of plant breeding environments. *Euphytica.* 31: 645-656.
- Gauch, H.G. 1990. Full and reduced models for yield trials. *Theor. Appl. Genet.* 80: 153-160.
- Jarrah, M., and Geng, I. 1997. Variability of morpho-physiological traits of Mediterranean durum cultivars. *Rachis.* 16: 52-56.
- Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. *Agron. J.* 85: 754 – 757.
- Kang, M.S., and Pham, H.N. 1991. Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *Agron. J.* 83: 161-165.
- Kempton, R.A. 1984. The use of biplot in interpreting variety by environment interactions. *J. Agric. Sci.* 103: 123-135.
- Keshavarz, A., Jalal Kamali, M.R., Hamidnejad, R., Sadri, B., Heidari, H., and Mohsenin, M. 2001. Design of increasing yield and wheat production in irrigated and rain-fed areas of Iran. Ministry of Jihad Agriculture press. PP. 1-8.
- Lin, C.S., Butler, G., Hall, I., and Nault, C. 1992. Program for investigating genotype- environment interaction. *Agron. J.* 84: 121-124.

- Phoelman, J. M., and Sleper, D.A. 1996. Breeding field crops (4<sup>th</sup> edition). Iowa State University Press/Ames. pp. 334-335.
- Romagosa, I., and Fox, P.N. 1993. Genotype×environment interaction and adaptation. pp: 373-390. In: M.D. Hayward, N.O. Bosemark and I. Romagosa (eds.) 1993. Chapman Hall, London.
- SAS Institute .2000. The SAS system for windows. Released 8.01, SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Seyedsadr. M., and Cornelius, P.L. 1992. Shifted multiplicative model for non-additive two – way tables. *Comm. Stat. B. Simult. Comp.* 21: 807-822.
- Yan, R.C., Crossa, J., Cornelius, P.L., and Burgueno, J. 2009. Biplot analysis of genotype × environment interaction. *Crop Sci.* 49: 1564-1576.



## Study of grain yield stability and genotype – environment interaction in 20 bread wheat lines in warm and dry areas of south of Iran

\*M. Esmailzadeh Moghaddam<sup>1</sup>, M. Zakizadeh<sup>2</sup>, H. Akbari Moghaddam<sup>3</sup>, M. Abedini Esfahlani<sup>4</sup>, M. Sayahfar<sup>5</sup>, A.R. Nikzad<sup>6</sup>, S.M. Tabib Ghaffari<sup>7</sup> and A.L. Aeineh<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Seed and Plant Improvement Institute, Cereal Department, Karaj, Iran, <sup>2</sup>Former M.Sc. Student of plant breeding in Azad university of Kermanshah, <sup>3-8</sup> Agricultural research centers of Sistan, Shahroud, Lorestan, Fars and Khuzestan provinces, Respectively

### Abstract

In order to determine yield stability and evaluation of genotype  $\times$  environment interaction, 20 spring bread wheat promising lines and varieties were studied in a randomized complete block design with three replications in four warm and dry stations (Ahwaz, Dezful, Darab, & Khorramabad) during 2002-2004. Chamran cultivar was a check in two years trial. The results revealed that the grain yield of genotypes were different in studied environments. Combined analysis results confirmed that the effects of location and year, and the interaction of location  $\times$  year  $\times$  genotype were significant statistically in 5% and 1% levels respectively. Stability analysis for grain yield of genotypes based on Eberhart and Ressel linear regression coefficient, Wruck's ecovalence, Shukla's stability variance, Index for simultaneous selection, non-parametric statistic method (mean rank of yield, standard deviation of rank of yield, and yield index ratio), AMMI and SHMM models, revealed that the genotypes No. 1, 7 and 2 were the most stable genotypes.

**Keywords:** Adaptation; Bread wheat; Grain yield; Stability; Warm and dry areas.

---

\*- Corresponding Author; Email: esmaeilzadehmohsen@ymail.com