10.22092/sppi.2020.123206

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۶، شماره ۲، سال ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

گزینش ژنوتیپ‌های جو برای مناطق گرم ایران با استفاده ازآماره‌های پایداری و تجزیه AMMI

Selection of Barley Genotypes for Warm Regions of Iran Using Stability Statistics and AMMI Analysis

علی براتی[۱]، ایرج لک زاده[۲]، مهدی جباری[۳]، امید پودینه[۴]، جبار آلت جعفر بای[۵]، حسن خانزاده قره آغاجلو سفلی[۶] و معصومه خیرگو[۷]

۱- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی وباغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
۳- پژوهشگر، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران.
۴- پژوهشگر، بخش تحقیقات علوم زراعی وباغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران.
۵- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گنبد، ایران.
۶- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی وباغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران.
۷- پژوهشگر، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گنبد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۳ تاریخ پذیرش ۱۳۹۹/۰۴/۲۹

چکیده

براتی، ع.، لک زاده، ا.، جباری، م.، پودینه، ا.، آلت جعفر بای، ج.، خانزاده قره آغاجلو سفلی، ح. و خیرگو، م. ۱۳۹۹. گزینش ژنوتیپ‌های جو برای مناطق گرم ایران با استفاده ازآماره‌های پایداری و تجزیه AMMI. **مجله نهال وبذر ۳۶:** ۲۴۰- ۲۲۳.

به منظور شناسائی و گزینش لاین‌های امیدبخش جو آبی دارای عملکرد بالا و پایدار برای مناطق گرم ایران، ۱۷ لاین جو آبی به همراه سه شاهد (ارقام زهک جنوب/صحرا شمال، نیمروز و لاین WB-93-3) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در پنج ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز، داراب، زابل، گنبد و مغان به مدت دو سال زراعی (۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶) مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه نشان داد که اثر ژنوتیپ و اثرهای متقابل سال × مکان، ژنوتیپ × مکان، ژنوتیپ × سال و سال × ژنوتیپ × مکان معنی‌دار بودند. برای انتخاب ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایدار از میانگین رتبه، انحراف معیار رتبه، آماره‌های ناپارامتری S_i^1، S_i^2، S_i^3، S_i^6 و NP_i^1، NP_i^2، NP_i^3، NP_i^4 و آماره‌های پارامتری ضریب تغییرات محیطی، واریانس پایداری شوکلا، اکووالانس ریک، معیار رتبه کنگ و روش تجزیه چند متغیره AMMI استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل، لاین‌های شماره ۳ (Dasht//Ebc(a)/Badia/3/Sahra) و ۴ (Dasht//Ebc(a)/Badia/3/Nik) برای مناطق گرم و خشک جنوب و لاین شماره ۹ (Violeta/Mja//Manal/Alanda-01) برای مناطق گرم و مرطوب شمال کشور مناسب تشخیص داده شدند که می‌توانند به عنوان ارقام جدید در مناطق گرم و یا در برنامه‌های ملی به‌نژادی جو این اقلیم مورد استفاده قرار گیرند.

واژه های کلیدی: جو، میانگین رتبه، عملکرد دانه، پایداری عملکرد، تجزیه پایداری.

نگارنده مسئول: barati32@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۱۱۰۷

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) با سطح زیر کشت جهانی بیش از ۴۷ میلیون هکتار و تولید ۱۴۷/۴ میلیون تن در سال چهارمین محصول مهم زراعی دنیا بعد از گندم، ذرت و برنج می‌باشد (FAO, 2017). در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، سطح زیر کشت جو در ایران ۱/۴۷ میلیون هکتار بود که ۱۳/۳۶ درصد از کل سطح محصولات زراعی و ۳/۶۲ درصد از کل تولید محصولات زراعی کشور را دربرداشت (Ahmadi *et al.*, 2018).

حدود ۱۵۰ هزار هکتار از اراضی آبی زیر کشت جو در مناطق گرم کشور قرار دارد که این مناطق شامل کلیه اراضی استان‌های خوزستان، بوشهر، بندرعباس، هرمزگان، سیستان وبلوچستان و قسمت‌های عمده‌ای از استان های فارس، کرمان، کهگیلویه و بویر احمد و ایلام در منطقه گرم و خشک جنوب کشور و مناطقی از اراضی کشاورزی استان‌های مازندران، گلستان و منطقه دشت مغان در منطقه گرم و مرطوب شمال کشور می‌باشند. با توجه به اهمیت محصول جو در این مناطق اجرای پروژه‌های تحقیقاتی و معرفی ارقام جدید می‌تواند سهم بسزایی در افزایش تولید جو در این اقلیم داشته باشد.

واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف همان اثر متقابل ژنوتیپ × محیط است. نتایج حاصل از آزمایش‌های به نژادی در صورت عدم بررسی و شناخت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط اعتبار چندانی ندارند زیرا عکس العمل ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف متفاوت است. وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نشان دهنده این است که بهترین ژنوتیپ در یک محیط ممکن است در محیط‌های دیگر بهترین ژنوتیپ نباشد (Perkinz and Jinks, 1971). پاسخ متفاوت ژن‌ها و یا قدرت تظاهر متفاوت آن‌ها در محیط‌های مختلف، دلیل عکس العمل متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌باشد (Fan *et al.*, 2001).

برای بررسی پایداری عملکرد روش‌های آماری مختلفی ارائه شده است. هر یک از روش‌های آماری جنبه‌های مختلفی از پایداری ارقام را نشان می‌دهند و یک روش به تنهایی نمی‌تواند عملکرد یک ژنوتیپ را در محیط‌های مختلف از جنبه های مختلف پایداری بررسی کند. روش‌های تجزیه پایداری به دو گروه تک متغیره و چند متغیره تقسیم بندی می‌شوند. در روش های تک متغیره پاسخ ژنوتیپ به محیط از طریق محاسبه یک شاخص پایداری توجیه می‌شود و خود به دو زیرگروه روش های پارامتری و ناپارامتری قابل تفکیک است.

روش‌های پارامتری به دو روش تجزیه پایداری مبتنی بر تجزیه واریانس و تجزیه پایداری براساس بر تجزیه رگرسیون تقسیم می‌شوند (Farshadfar, 1998). از جمله روش‌های پرکاربرد مبتنی بر تجزیه واریانس می‌توان به دو روش اکووالانس ریک (Wricke, 1962) و روش واریانس پایداری

شوکلا (Shukla, 1972) اشاره کرد. ریک (Wricke, 1962) سهم هر ژنوتیپ را در تشکیل مجموع مربعات اثر متقابل در کلیه محیط‌های آزمایشی به عنوان مقیاس پایداری معرفی نمود. شوکلا (Shukla, 1972) واریانس پایداری را که شکل تغییر یافته‌ای از معیار پایداری ریک است ارائه داد. در این روش واریانس عملکرد دانه هر ژنوتیپ در کلیه محیط‌ها محاسبه می‌شود و عملکردی پایدار محسوب می‌شود که میزان واریانس آن کم باشد.

در روش های ناپارامتری عملکرد لاین ها وارقام در هر محیط رتبه‌بندی شده و ژنوتیپی دارای عملکرد دانه پایدار محسوب می‌شود که در کلیه محیط‌ها رتبه پایینی داشته باشد. محاسن روش‌های ناپارامتری در مقایسه با روش‌های پارامتری به این شرح می‌باشند: این روش‌ها بی نیاز از فرضیات نرمال و مستقل بودن داده‌ها یا یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی هستند. حساسیت کمتری در مقایسه با روش‌های پارامتری نسبت به خطا یا داده‌های پرت دارند. اضافه یا حذف نمودن یک یا تعداد کمی از ژنوتیپ‌ها بر شاخص پایداری بی تاثیر است. همچنین تفسیر معیارهای ناپارامتری راحت‌تر از معیارهای پارامتری است (Helma, 1993).

روش رتبه بندی، میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه ازجمله روش‌های ناپارامتری تعیین پایداری می باشند. در این روش ژنوتیپ‌ها را در کلیه محیط‌ها بر حسب عملکرد رتبه بندی کرده و سپس میانگین عملکرد و انحراف معیار هر ژنوتیپ با توجه به عملکرد آن محاسبه می‌شود. در این روش به بالاترین مقدار عملکرد رتبه یک داده می‌شود و هر اندازه میانگین رتبه یک ژنوتیپ (R) در کلیه محیط‌ها به عدد ۱ نزدیک‌تر بوده و انحراف معیار (Standard Deviation) آن کمتر باشد آن ژنوتیپ دارای پایداری عملکرد بیشتری است (Ketata, 1981).

آماره‌های میانگین تفاوت قدر مطلق (S_i^1) و واریانس یا انحراف استاندارد (S_i^2) از جمله آماره‌های ناپارامتری هستند که توسط ناسار و هیون (Nassar and Huhn, 1987) برای برآورد اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط و پایداری فنوتیپی (پایداری عملکرد دانه در همه‌ی محیط‌ها) بکار برده شدند. تناراسو (Thennarasu, 1995) چهار روش ناپارامتری NP_i^1، NP_i^2، NP_i^3 و NP_i^4 را بر مبنای رتبه‌های تصحیح شده پیشنهاد کرد.

در تجزیه چند متغیره روش‌هایی استفاده می‌شود که با تعداد زیادی اندازه‌گیری (متغیر) روی یک یا بیشتر نمونه‌ها به‌صورت هم‌زمان سر و کار دارد. از انواع روش‌های چند متغیره که در اصلاح نباتات و تجزیه پایداری استفاده می‌شود می‌توان به روش‌های ۱- تجزیه کوواریانس ۲_ مقایسات میانگین چند متغیره ۳- تجزیه به مقادیر منفرد ۴- تجزیه به مولفه‌های اصلی ۵- تجزیه به عامل‌ها ۶- تجزیه تشخیص ۷- تجزیه همبستگی کانونیک ۸- تجزیه کلاستر ۹- مقیاس بندی چند بعدی ۱۰ –تجزیه

واکنش چند بعدی ۱۱- مدل AMMI و ۱۲- GGEbiplot اشاره کرد (Farshadfar, 1998).

یکی از روش‌های چند متغیره مورد استفاده برای تجزیه پایداری روش اثرهای اصلی جمع پذیر و اثر متقابل ضرب پذیر (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) می باشد. این روش مدل تغییر یافته روشی است که قبلا توسط گلوب (Gollob, 1968) و مندل (Mandel, 1971) در علوم اجتماعی و علوم پایه بکار رفته بود و از سال ۱۹۸۸ وارد علوم کشاورزی شده است. و یکی از مزایای آن استفاده هم‌زمان از روش تجزیه واریانس ساده و تجزیه به مولفه‌های اصلی می‌باشد.

روش تجزیه AMMI توسط محققین مختلفی مورد استفاده قرار گرفته و مشخص شده است که این روش می‌تواند برای تعیین ژنوتیپ های دارای سازگاری عمومی و خصوصی برای مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد (Esmailzadeh Moghaddam, 2011; Mohammadi and Amri, 2013; Elakhdar *et al.*, 2017). در این روش مولفه‌های افزایشی برای اثرهای اصلی (ژنوتیپ و محیط) و مولفه‌های ضرب پذیر برای اثر متقابل ژنوتیپ ×محیط ترکیب می‌شوند (Sadiyah and Hadi, 2016). با توجه به گستردگی و پراکندگی مناطق واقع در اقلیم گرم کشور، شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا و پایداردر این مناطق از اهمیت خاصی برخوردار است.

هدف از اجرای این پژوهش ارزیابی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو در اقلیم گرم کشور و شناسایی لاین‌های دارای سازگاری عمومی در کلیه مناطق و یا سازگاری خصوصی در مناطق خاصی از اقلیم گرم کشور بود.

مواد روش ها

هفده لاین امیدبخش جو آبی انتخابی از برنامه‌های به‌نژادی جو آبی اقلیم گرم (جدول ۱) به همراه سه شاهد زهک، (شاهد اول در ایستگاه‌های اهواز، داراب، و زابل) یا صحرا (شاهد اول در ایستگاه‌های گنبد و مغان)، نیمروز و لاین امید بخش WB-93-3 در پنج ایستگاه اقلیم گرم کشور شامل ایستگاه‌های اهواز، داراب، زابل، گنبد و مغان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو سال زراعی (۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶) مورد بررسی قرار گرفتند.

هر لاین در شش خط و با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و با طول شش متر و با تراکم ۳۰۰ دانه در متر مربع کشت شد. تاریخ کاشت در محدوده زمانی بهینه و در آذر در کلیه ایستگاه‌ها انجام شد. برای مدیریت با علف‌های هرز پهن برگ و نازک برگ از علف‌کش‌های گرانستار و پوماسوپر به میزان ۲۰ گرم و ۱/۲ لیتردر هکتار در مرحله پنجه زنی تا ساقه رفتن استفاده شد. تعداد دفعات آبیاری یک نوبت در پائیز (زمان کاشت) و چهار نوبت از اواسط زمستان تا زمان

رسیدگی فیزیولوژیک بود. در زمان برداشت و پس از حذف ۰/۵ متر از دو انتهای هر خط کاشت، عملکرد دانه هر لاین با رطوبت ۱۲ درصد در سطحی معادل شش متر مربع برداشت و به تن در هکتار تبدیل شد.

به علت متفاوت بودن شاهد اول در دو منطقه جنوب و شمال کشور، اطلاعات مربوط به شاهد اول برای اطمینان از وجود لاین‌های برتر نسبت به رقم رایج هر منطقه استفاده شد و در ادامه و برای انجام تجزیه‌ها از اطلاعات ۱۹ ژنوتیپ باقیمانده استفاده گردید.

تجزیه واریانس داده ها پس از اطمینان از همگنی واریانس اشتباه های آزمایشی و آزمون F منابع تغییر بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات و با فرض تصادفی بودن مکان‌ها و سال‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها انجام شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام پذیرفت.

برای انتخاب ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا و پایدار از میانگین رتبه، انحراف معیار رتبه، آماره‌های ناپارامتری معرفی شده توسط نسر و هون (Nassar and Huhn, 1987) شامل آماره‌های S_i^1 ، S_i^2، S_i^3، S_i^6 و آماره‌های ناپارامتری معرفی شده توسط تناراسو

جدول ۱- شجره لاین های امید بخش جو ارزیابی شده در مناطق گرم ایران در سال زراعی (۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶)

Table 1. Pedigree of evaluated barley promising lines in warm zone of Iran in two cropping seasons (2016-17 and 2017-18)

شماره ژنوتیپ Genotype no.	نام/ شجره Name/Pedigree
1 (Check-1)	Zahak (Sahra)
2 (Check-2)	Nimrooz
3	Dasht//Ebc(a)/Badia/3/Sahra
4	Dasht//Ebc(a)/Badia/3/Nik
5	Sd729/Por-b/3/Apm/Aths-b//Gva/4/Ore/5/Bllu/6/Ciru/7/Rhn-03
6	Violeta/Mja//Manal/Alanda-01
7	Rihane//Aths/Bc/4/Comp 89-9Cr-79-07/Atem/3/Alpha/HC1905//Robur/5/Khatam/Nik
8	Deir Alla 106//Hem/Bc/3/Rihane"S"/4/Nik
9	Violeta/Mja//Manal/Alanda-01
10	Comino/5/Lignee 527/Chn-01//Gustoe/4/Rhn-08/3/Deir Alla 106//D171/Strain205
11	Novosadski-444/4/Schuyler/3/M.Rnb86.80/Nb2905//L.527
12	Shenmal NO.3/Msel//Canela
13	P.sto/3/Lbiran/Una80//Lignee640/4/Bllu/5/Petunia 1/6/Legacy//Penco/Chevron-Bar
14	Dasht//Ebc(a)/Badia/3/Nik
15	Gorgan//Aths/Bc/3/Nik
16	Gorgan//Aths/Bc/3/Chamico/Tocte//Congona
17	Deir Alla 106//Hem/Bc/3/Rihane"S"/4/Nik
18	Lignee527/Aths//Lignee527/NK1272
19	Aths/Lignee686/4/Avt/Attiki//Aths/3/Giza121/Pue
20 (Check -3)	Nik/3/L.527//Chn-01/Gostoe/4/Rhn-08/3/Deir Alla106//D17/Karoon

(Thennarasu, 1995) شامل NP_i^1، NP_i^2، NP_i^3، NP_i^4 و آماره‌های پارامتری ضریب تغییرات محیطی، واریانس پایداری شوکلا، اکووالانس ریک، معیار رتبه کنگ (Kang, 1988) و روش تجزیه چند متغیره AMMI استفاده شد.

برای محاسبه آماره ارزش پایداری امی (AMMI Stability Value) از فرمول زیر استفاده شد:

$$ASC = \sqrt{\frac{SSIPCA1}{SSIPCA2}(IPCA1)^2 + (IPCA2)^2}$$

در این فرمول ASV عبارت است از ارزش پایداری AMMI، SSIPCA1 مجموع مربعات مولفه اصلی اول و SSIPCA2 مجموع مربعات مولفه اصلی دوم می‌باشد. مولفه‌های اصلی اول IPCA1 و دوم IPCA2 در فرمول به‌ترتیب معرف درصدی از اثر متقابل است که توسط هر یک از مولفه‌های اصلی توجیه می‌شوند.

برای تعیین شاخص پایداری ژنوتیپ (Genotype Stability Index) از فرمول $G_i = R_i + R_j$ استفاده شد. در این فرمول، G_i شاخص پایداری ژنوتیپ iام در محیط ها، R_i رتبه ژنوتیپ iام در محیط ها بر اساس ASV و R_j رتبه ژنوتیپ iام در محیط ها بر اساس میانگین عملکرد هستند.

برای محاسبه فاصله امی (AMMI Distance) از فرمول زیر استفاده شد.

$$D_i = \sqrt{\sum_{s=1}^{c} Y_{is}^2}$$

در این فرمول D_i: فاصله نقطه اصلی اثر متقابل (IPC) از مبدا مختصات، c: تعداد مولفه های اصلی اثر متقابل معنی دار و Y_{is}^2 نمره IPCها برای ژنوتیپ iام هستند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثرهای ساده ژنوتیپ و اثرهای متقابل ژنوتیپ × مکان و ژنوتیپ × سال در سطح احتمال پنج درصد و اثرهای متقابل سال × مکان و ژنوتیپ × سال × مکان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). معنی دار بودن اثرهای متقابل سال × ژنوتیپ و ژنوتیپ × مکان نشان داد که عملکرد ژنوتیپ‌ها از سالی به سال دیگر و از مکانی به مکان دیگر تفاوت داشت. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نشان داد که بیان فنوتیپی یک ژنوتیپ نسبت به ژنوتیپ دیگر در یک محیط برتر ولی در محیطی دیگر نامطلوب بود (Sadiyah and Hadi, 2016).

وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط سرعت روند انتخاب را کاهش داده و توصیه‌های ژنوتیپی را مشکل می‌سازد (Caliskan *et al.*, 2007). معنی‌دار بودن اثر متقابل سه‌گانه نشان می‌دهد که ترتیب ژنوتیپ‌ها در ترکیبات تیماری مکان و سال متفاوت بود. بنابراین نتیجه‌گیری و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بر اساس تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین عملکرد دانه کافی نیست و نیاز است تا پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها نیز بررسی شود.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه لاین‌های امید بخش جو در مکان‌های مختلف در دو سال زراعی در مناطق گرم ایران

Table 2. Combined analysis of variance for grain yield of barley promising lines in different locations in two cropping seasons in warm regions of Iran

S. O. V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	F
Year (Y)	سال	1	1.26	0.10
Location (L)	مکان	4	42.89	3.40
Y × L	سال × مکان	4	12.63	8.19**
Error 1	اشتباه ۱	20	1.54	
Genotype (G)	ژنوتیپ	18	1.51	1.59*
G × L	ژنوتیپ × مکان	72	0.95	1.55*
G × Y	ژنوتیپ × سال	18	1.01	1.66*
G × L × L	ژنوتیپ × سال × مکان	72	0.61	1.87**
Error 2	اشتباه ۲	360	0.32	-

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

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

مقایسه میانگین ها نشان داد که لاین‌های شماره ۳، ۴ و ۹ به ترتیب دارای بالاترین عملکرد دانه بودند (جدول ۳).

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد سهم هر یک از منابع تغییر محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای عملکرد دانه برآورد گردید. نتایج نشان داد که سهم اثر اصلی محیط (۵۹/۳٪) بیشتر از سهم اثر اصلی ژنوتیپ (۶/۸٪) و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (۳۳/۸٪) بود و این بدان معنی است که عملکرد دانه از عوامل تصادفی و غیر قابل کنترل محیطی تاثیرپذیری بیشتری داشت. نتایج تحقیقات انجام شده توسط بعضی از محققان روی جو، گندم نان و گندم دوروم نیز اهمیت محیط در محاسبه درصد بیشتر مجموع مربعات کل نسبت به اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را نشان می‌دهند (Aghaee sarbarzeh *et al.,* 2012; Ahakpaz and Ahakpaz, 204; Mohammadi *.et al.,* 2015; Rostaei *et al.,* 2014)

آماره های پایداری

بر اساس آماره‌های میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه لاین‌هایی که دارای کمترین میانگین رتبه باشند، ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد بالا هستند و ژنوتیپ‌هایی که انحراف معیار کمتری دارند دارای نوسانات عملکرد دانه کمتری در سال‌ها و مکان‌های مختلف بوده و در نتیجه از پایداری عملکرد بیشتری برخوردار می‌باشند. بر این اساس و با توجه به مقادیر این آماره‌ها، میانگین رتبه سه لاین ۳، ۴ و ۹ با در نظر گرفتن مجموع ایستگاه‌ها به ترتیب ۶/۸، ۷/۹ و ۶/۸ و مقدار انحراف معیار رتبه آن‌ها نیز به ترتیب ۷/۱،

جدول ۳- میانگین و معیارهای مختلف پایداری برای صفت عملکرد دانه لاین‌های امید بخش جو مورد مطالعه در مناطق گرم ایران

Table 3. Mean and different stability parameters of evaluated barley promising lines grain yield in warm regions of Iran

شماره ژنوتیپ Genotype no.	میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار) Mean grain yield (ton ha^{-1})	میانگین رتبه Rank mean	انحراف معیار رتبه Rank Std. Dev.	معیار رتبه کنگ Kang's Rank-sum	واریانس پایداری شوکلا σ_i^2	اکووالانس ریک W_i^2	ضریب تغییرات محیطی C.V.	آماره‌های ناپارامتری تنارا سو Thennarasu's non-parametric statistics				آماره های ناپارامتری نسر و هون Nassar and Huhn's non-parametric statistics			
								NP_i^1	NP_i^2	NP_i^3	NP_i^4	S_i^1	Si^2	S_i^3	S_i^6
2 (check-2)	3.939	13.7	6.0	35	0.527	4.392	19.637	5.4	1.2	0.9	0.9	6.8	35.8	44.1	6.8
3	4.655	6.8	7.1	21	0.671	5.557	26.120	7.1	0.4	0.5	0.6	7.9	49.4	31.6	4.2
4	4.524	7.9	6.2	18	0.341	2.882	20.096	5.7	0.4	0.5	0.5	7.2	37.9	26	3.9
5	4.137	11.3	6.3	26	0.218	1.889	20.938	5.2	0.6	0.6	0.8	7.3	37.6	35.6	5.5
6	4.285	9.3	7.6	28	0.539	4.485	27.554	6.9	0.5	0.7	0.8	8.8	59.6	46.2	5.9
7	4.050	11.4	4.9	19	1.147	1.315	13.061	4.2	0.6	0.5	0.6	5.9	25.3	23.5	4.6
8	4.162	11.3	3.8	15	0.052	0.542	14.932	3.4	0.3	0.5	0.5	4.5	14.2	13.2	3.0
9	4.480	6.8	4.4	7	0.148	1.320	20.074	3.9	0.3	0.3	0.4	5.2	19.7	12.5	2.7
10	4.217	10.5	4.1	14	0.127	1.151	16.892	3.4	0.3	0.4	0.5	4.8	16.7	14.3	3.0
11	4.176	10.8	6.5	28	0.303	2.578	20.358	6.1	0.7	0.7	0.8	7.8	42.8	37.8	5.5
12	3.884	15.1	4.3	29	0.207	1.798	20.838	4.6	0.9	0.9	0.8	5.0	18.5	28.3	6.3
13	3.809	14.5	5.8	37	0.363	3.060	24.563	5.7	1.5	1.0	1.0	6.5	33.2	45.9	6.8
14	4.354	10.0	4.2	13	0.184	1.611	18.387	3.6	0.4	0.4	0.4	4.9	17.3	14.2	2.7
15	3.929	13.8	6.5	31	2.504	2.504	12.278	4.6	1.2	0.8	1.0	7.2	41.3	51	7.1
16	4.281	8.4	5.1	15	1.377	1.377	15.855	5.0	0.3	0.5	0.5	6.1	27.4	19.9	3.6
17	4.288	9.5	5.6	16	1.716	1.716	17.108	4.1	0.4	0.4	0.6	6.7	31.6	24.7	3.9
18	4.226	10.7	5.6	20	1.761	1.761	19.221	4.7	0.5	0.5	0.6	6.6	31.3	27.4	4.4
19	4.358	8.9	4.7	13	1.638	1.638	22.116	4.4	0.4	0.4	0.5	5.6	22.1	16.4	3.1
20 (check-3)	4.366	9.5	4.6	17	2.168	2.168	14.049	3.9	0.3	0.4	0.5	5.4	20.9	16.4	3.0
LSD 5%	0.502 ton ha^{-1}														
LSD 1%	0.666 ton ha^{-1}														

۶/۲ و ۴/۴ بـود. در سـه ایسـتگاه اهـواز، داراب و زابل واقع در جنوب کشور، لاین‌های شـماره ۴، ۳ و ۹ به ترتیـب بـا میـانگین رتبـه‌هـای ۶/۲، ۷ و ۸/۳ کمتـرین رتبـه هـا را بـه خـود اختصـاص دادنـد و انحراف معیار رتبه ایـن لایـن‌هـا نیـز بـه ترتیـب ۶، ۶/۴ و ۴/۵ بـود. در دو ایسـتگاه گنبـد و مغـان در شمال کشور لاین‌های شماره ۶، ۹ و ۳ به ترتیب بـا میانگین رتبه ۴، ۴/۵ و ۶/۵ دارای کمتـرین مقـادیر میانگین رتبـه بودنـد و مقـدار انحـراف معیـار رتبـه این لاین‌ها نیز به ترتیب ۳/۶، ۳/۷ و ۹/۱ بود.

بر اساس هشت آماره ناپارامتری معرفـی شـده توسط نسر و هون (Nassar and Huhn, 1987) و تناراسـو (Thennarasu, 1995) ، لایـن‌هـای شماره ۸، ۹ و ۱۰ با دارا بودن کمترین مقادیر ایـن آماره‌ها، پایداری عملکـرد دانـه بـالاتری داشـتند (جدول ۳).

ضریب تغییرات محیطی با استفاده از میـانگین عملکرد هر ژنوتیپ در کلیه محیط‌ها محاسبه شـد و پـایین بـودن مقـدار ایـن ضـریب نشـان دهنـده نوسانات کمتر عملکـرد در محیط‌هـای مختلـف (ترکیب سال ومکان) و نهایتـا پایـداری عملکـرد آن می‌باشد. بر اساس مقادیر محاسـبه شـده بـرای این ضـریب لایـن‌هـای شـماره ۱۵، ۷ و ۲۰ دارای پایداری عملکرد بالایی بودند. در انتخاب نهـایی لاین‌ها عملکرد بالا و پایدار مد نظر مـی‌باشـد. در رابطه با لاین‌های شناسائی شده بـا ایـن روش، بـه غیر از لاین شـماره ۲۰ کـه از لحـاظ عملکـرد در میان کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعـه رتبـه پـنج را به خود اختصاص داد بود بقیـه لایـن‌هـا عملکـرد مطلوبی نداشتند (جدول ۳).

مقادیر مربوط به پارامتر پایـداری اکـووالانس ریک نشان دهنده آن است که لاین‌هـای شـماره ۸، ۱۰، ۷ و ۹ بترتیـب دارای کمتـرین مقـادیر ایـن پارامتر بودند و به عنوان ژنوتیپ‌هایی بـا پایـداری عملکرد بیشتر نسبت به بقیه ژنوتیپ ها بودنـد. بـر اسـاس واریـانس شـوکلا (Shukla, 1972) نیـز لاین‌هـای شـماره ۸، ۱۰، ۷ و ۹ و دارای کمتـرین واریـانس هـا بودنـد و دارای پایـداری عملکـرد بیشتری بودند (جدول ۳). با بررسی نتایج حاصـل از بررسی پایداری با استفاده از روش های ریـک و شوکلا مشخص شـد کـه نتـایج حاصـله از ایـن دو روش شـبیه هـم مـی‌باشـند (جـدول ۳). لـین و همکـاران (Lin *et al.,* 1986) بیـان داشـته‌انـد کـه امکـان مشـابه بـودن آمـاره هـای درون یـک گـروه وجـود دارد. مشـابه بـودن نتـایج حاصـل از ایـن دو آمـاره در مطالعـات محققـان دیگـر نیز گزارش شده است (Dehghanpour, 2006; Bakhshayeshi Qeshlagh, 2012).

در روش معیار پایداری کانگ (Kang, 1988) بـه‌صـورت هـم‌زمـان از عملکـرد و واریـانس پایـداری شـوکلا بـه‌عنـوان معیارهـای انتخـاب استفاده می‌شود. در این روش ژنوتیپ با بالاترین عملکرد و کمترین مقدار واریـانس شـوکلا رتبـه یک را بـه خـود اختصـاص مـی دهـد. بـر اسـاس معیار پایداری کانـگ لایـن هـای شـماره ۹، ۱۴، ۱۹ و ۱۰ به ترتیب به عنوان لاین‌هـای مطلـوب از لحـاظ عملکـرد بـالا و پایـدار شناسـائی شـدند (جدول ۳).

تجزیه AMMI

نتایج حاصل از تجزیه AMMI در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به معنی‌دار بودن اثر تیمار نتیجه گرفته می‌شود که بین ترکیب‌های مختلف ژنوتیپ و محیط تفاوت وجود داشت. با توجه به این جدول مشخص می‌شود که در توضیح مجموع مربعات کل، محیط دارای بیشترین اثر معنی‌دار بود. این بدان معنی است که دامنه اثر محیط نسبت به اثر ژنوتیپ وسیع‌تر بود. لازم به ذکر است که علی رغم این که هیچ‌یک اثرهای سال و مکان به تنهایی معنی دار نبودند، اثر متقابل سال × مکان بسیار معنی دار بود و علت بالا بودن سهم محیط در تجزیه AMMI نیز بخاطر وجود همین اثر متقابل بود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه AMMI برای عملکرد دانه لاین‌های امید بخش جو در مناطق گرم ایران

Table 4. AMMI analysis for grain yield of barley promising lines in warm regions of Iran

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	F	درصد واریانس کل توضیح داده شده Explained variance (%)
Total	کل	569	0.932	-	
Treatment	تیمار	189	2.018	6.16**	
Genotype (G)	ژنوتیپ	18	1.511	4.61**	
Environment (E)	محیط	9	24.810	16.09**	
Block	بلوک	20	1.540	4.71**	
G × E	ژنوتیپ × محیط	162	0.800	2.47**	
IPCA1	مولفه اول	26	1.490	4.57**	29.7
IPCA2	مولفه دوم	24	1.340	4.11**	24.6
IPCA3	مولفه سوم	22	0.780	2.38**	13.1
IPCA4	مولفه چهارم	20	0.740	2.26**	11.3
Residual	باقیمانده	70	0.390	1.25	
Error	اشتباه	360	0.320	-	

**: Significant at the 1% probability level. ** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

با توجه به اهمیت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در پایداری عملکرد لاین های مورد بررسی، این اثر به مولفه‌های اصلی تشکیل دهنده آن تفکیک شد. چهار مولفه اصلی اول معنی‌دار شدند که مولفه اول ۲۹/۷٪ وبقیه مولفه‌ها مجموعا ۴۹٪ از مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را توضیح دادند و اثر باقیمانده نیز معنی دار نبودند (جدول ۴). بیشترین سهم مجموع مربعات مولفه های اصلی مربوط به اولین مولفه بود و به تدریج برای مولفه های بعدی کم می شود. پاسخ‌های متفاوت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در محیط‌های مورد آزمون به علت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بوده و ارزیابی الگوهای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به منظور شناسائی ژنوتیپ‌های جو با سازگاری خصوصی یا عمومی اهمیت زیادی دارد.

علی رغم اینکه درصد واریانس کل توضیح

داده شده توسط مولفه‌های اثر متقابل به تدریج از اول تا چهارم کاهش پیدا می‌کند ولی با توجه به مقادیر مجموع مربعات، نمی‌توان اثر هیچ کدام از آنها را نادیده گرفت و نیاز است برای انتخاب ژنوتیپ‌ها با عملکرد بالا و پایدار کلیه مولفه‌ها با توجه به سهم آنها در واریانس داده‌ها مورد توجه قرار گیرند. ژنوتیپ‌های دارای مقادیر مولفه‌های (IPCA) بزرگ (مثبت یا منفی) اثر متقابل بالایی با محیط دارند، در حالی که ژنوتیپ‌ها و محیط‌های دارای مقادیر نزدیک به صفر دارای اثر متقابل پائین هستند.

در این مطالعه، با توجه به مقادیر مولفه‌های مختلف، ژنوتیپ‌های عملکرد بالا و پایدار شناسایی شدند (جدول ۵). ژنوتیپی مطلوب است که در رابطه با کلیه مولفه‌ها و یا اکثر آنها، مقادیر پائینی را به خود اختصاص دهد. ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۱۴ در سه مولفه اصلی اثر متقابل دوم، سوم و چهارم (IPCA2, IPCA3, IPCA4)، ژنوتیپ‌های شماره ۲۰ و ۱۸ در دو مولفه اصلی اثر متقابل اول و دوم (IPCA1, IPCA2) و ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۱۹ در دو مولفه اصلی اثر متقابل سوم و چهارم (IPCA3, IPCA4) مقادیر پائینی را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). ژنوتیپ‌های با میانگین عملکرد دانه بالا و امتیاز IPCA پائین، به عنوان ژنوتیپ با عملکرد پایدار و دارای سازگاری عمومی به کلیه محیط‌ها در نظر گرفته می‌شوند (Katsura *et al.*, 2016).

برای استفاده همزمان از اطلاعات دو مولفه اصلی اثر متقابل معنی‌دار که بیشترین درصد از مجموع مربعات کل را توضیح دادند از ارزش پایداری AMMI استفاده شد. با استفاده از مقادیر حاصله برای پارامتر ASV، ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۸، ۸ و ۲۰ به ترتیب با داشتن کمترین اثر متقابل (۰/۲۰، ۰/۲۴، ۰/۲۴، ۰/۲۶) به عنوان ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایدار شناخته شدند. (جدول ۵).

برای شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایدار از پارامترهای فاصله امی (AMMI D) و شاخص پایداری ژنوتیپ (GSI) نیز استفاده شد. هر چه میزان فاصله امی (Ammi D) ژنوتیپ بیشتر باشد فاصله ژنوتیپ از مبدأ IPCA ها بیشتر و ژنوتیپ دارای عملکرد دانه ناپایدار محسوب می‌شود. و ژنوتیپ‌های دارای فاصله کمتر امی به عنوان ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایدار در نظر گرفته می‌شوند. با استفاده از این پارامتر، لاین‌های شماره ۸، ۷، ۱۰ و ۱۶ به‌عنوان لاین‌های دارای عملکرد پایدار شناخته شدند. بر اساس شاخص پایداری ژنوتیپ (GSI) ، انتخاب لاین‌ها به‌طور همزمان و بر اساس و عملکرد بالا و پایدار می باشد و لاین‌هایی با کمترین مقدار GSI به عنوان ژنوتیپ هایی با عملکرد بالا و پایدار شناخته می‌شوند. در این تحقیق لاین‌های شماره ۲۰، ۱۸، ۹ و ۸ بترتیب با مقادیر کمتر GSI (۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۶) به عنوان لاین‌های برتر از نظر عملکرد و پایداری آن شناخته شدند. (جدول ۵).

جدول ۵- امتیاز مولفه‌های اصلی اول، دوم، سوم و چهارم و پارامتر های ارزش پایداری امی، شاخص پایداری ژنوتیپ و فاصله برای عملکرد دانه لاین های امید بخش جو در مناطق گرم ایران

Table 5. IPCA1, IPCA2, IPCA3 and IPCA4 scores and AMMI stability value (AVS), genotype stability value (GSV) and AMMI distance (AMMI D) for grain yield of promising barley lines in warm regions of Iran

شماره ژنوتیپ Genotype no.	میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار) Mean grain yield (ton ha^{-1})	مولفه اصلی اول IPCA1	مولفه اصلی دوم IPCA2	مولفه اصلی سوم IPCA3	مولفه اصلی چهارم IPCA4	ارزش پایداری امی ASV	شاخص پایداری ژنوتیپ GSI	فاصله امی AMMI D
2 (Check -2)	3.939	-0.51	0.93	0.01	-0.32	1.08	34	1.11
3	4.655	-0.69	-1.05	0.21	0.07	1.29	20	1.28
4	4.524	-0.60	-0.36	-0.42	0.37	0.76	17	0.90
5	4.137	-0.08	0.32	0.64	0.13	0.23	21	0.74
6	4.285	0.88	-0.25	0.56	0.26	1.00	25	1.11
7	4.050	0.32	0.17	-0.10	0.14	0.39	23	0.40
8	4.162	-0.22	-0.009	0.05	-0.09	0.24	16	0.24
9	4.480	0.32	-0.33	0.20	-0.24	0.49	13	0.56
10	4.217	-0.23	0.23	0.11	0.17	0.44	20	0.46
11	4.176	0.09	-0.28	-0.48	-0.62	0.30	17	0.84
12	3.884	0.12	-0.15	-0.15	-0.69	0.20	19	0.73
13	3.809	0.76	0.01	-0.16	-0.14	0.84	35	0.79
14	4.354	-0.59	-0.07	-0.07	0.06	0.65	20	0.60
15	3.929	0.24	0.16	-0.72	0.36	0.31	23	0.86
16	4.281	0.22	0.46	0.04	0.12	0.52	20	0.53
17	4.288	-0.23	0.46	0.08	-0.40	0.52	19	0.66
18	4.226	-0.21	0.06	0.57	0.24	0.24	12	0.65
19	4.358	0.32	-0.46	0.03	-0.13	0.58	18	0.58
20 (Check -3)	4.366	0.20	0.14	-0.44	0.69	0.26	8	0.86

میانگین عملکرد در محیط های مختلف از ۳/۳۱۵ تن در هکتار (اهواز، سال دوم) تا ۵/۲۶۸ تن در هکتار (مغان، سال دوم) متغیر بود. محیط‌هایی که دارای اولین و یا دومین مولفه اثر متقابل بالایی باشند برای تفکیک و غربال ژنوتیپ‌ها مناسب‌تر هستند. از این رو داده های سال اول و دوم ایستگاه گنبد (محیط های چهارم و نهم) و ایستگاه زابل (محیط های سوم و هشتم) برای غربال مواد مورد مطالعه مناسب تر تشخیص داده شدند (جدول ۶).

جدول ۶- مقادیر مولفه‌های اصلی اول، دوم، سوم و چهارم برای محیط‌های مورد استفاده

Table 6. Scores of IPCA1, IPCA2, IPCA3 and IPCA4 for different locations

شماره No.	Environment	محیط	میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار) Mean grain yield (ton ha^{-1})	مولفه اول IPCA1	مولفه دوم IPCA2	مولفه سوم IPCA 3	مولفه چهارم IPCA4
1	Ahvaz- 1th year	اهواز –سال اول	3.909	-0.28	-0.19	0.12	-0.54
2	Darab- 1th year	داراب –سال اول	3.690	0.46	0.41	0.39	0.23
3	Zabol- 1th year	زابل –سال اول	4.313	-1.33	0.31	0.14	-0.42
4	Gonbad- 1th year	گنبد –سال اول	4.418	0.51	0.27	0.64	-0.19
5	Moghan- 1th year	مغان –سال اول	4.518	0.46	0.72	-0.07	-0.27
6	Ahvaz- 2nd year	اهواز –سال دوم	3.315	0.04	0.31	-0.96	-0.39
7	Darab- 2nd year	داراب –سال دوم	3.669	0.48	0.15	-0.60	0.63
8	Zabol- 2nd year	زابل –سال دوم	3.831	-0.76	-0.33	-0.21	0.87
9	Gonbad- 2nd year	گنبد –سال دوم	5.236	0.45	-1.44	-0.11	-0.41
10	Moghan- 2nd year	مغان –سال دوم	5.268	-0.03	-0.21	0.65	0.42

تعیین سازگاری خصوصی ژنوتیپ‌ها و شناسایی یک یا چند ژنوتیپ برای یک یا چند منطقه خاص از کاربردهای دیگر روش AMMI می‌باشد. جدول ۷ نشان دهنده چهار ژنوتیپی است که توسط روش AMMI برای هر محیط (ترکیبی از سال و مکان) شناسائی شدند. با نگاهی به ژنوتیپ‌های شناسایی شده برای محیط‌های مختلف دراین جدول مشاهده می‌شود که لاین‌های شماره ۳ و ۴ به ترتیب برای محیط ۳ و ۵ ایستگاه‌های جنوب کشور (اهواز، داراب و زابل) و لاین شماره ۹ فقط برای یک محیط در جنوب کشور (اهواز) ولی برای کلیه محیط‌ها در شمال کشور (گنبد و مغان) سازگاری داشتند (جدول ۷).

جدول ۷- لاین‌های امید بخش انتخاب شده برای هر محیط (ترکیب سال و مکان) توسط روش تجزیه امی

Table 7. Selected barley promising lines for each environment (combination of year and location) using AMMI analysis method

شماره No.	Environment	محیط	اولین ژنوتیپ انتخابی First selected genotype	دومین ژنوتیپ انتخابی Second selected genotype	سومین ژنوتیپ انتخابی Third selected genotype	چهارمین ژنوتیپ انتخابی Fourth selected genotype
1	Ahvaz- 1th year	اهواز -سال اول	3	9	4	14
2	Ahvaz- 2nd year	اهواز -سال دوم	11	4	20	15
3	Darab- 1th year	داراب -سال اول	6	16	9	5
4	Darab- 2nd year	داراب -سال دوم	20	15	4	16
5	Zabol- 1th year	زابل -سال اول	3	14	2	4
6	Zabol- 2nd year	زابل -سال دوم	3	4	14	20
7	Gonbad- 1th year	گنبد -سال اول	6	9	5	16
8	Gonbad- 2nd year	گنبد -سال دوم	3	19	9	11
9	Moghan- 1th year	مغان -سال اول	16	17	2	9
10	Moghan- 2nd year	مغان -سال دوم	3	6	18	9

لاین‌های جو مورد مطالعه در این بررسی، در مراحل مختلف به‌نژادی (مشاهده ای، مقدماتی، پیشرفته و سازگاری) این محصول در این اقلیم انتخاب شده‌اند و نسبت به ارقام رایج مورد کشت از لحاظ عملکرد و سایر صفات مورد بررسی از قبیل زمان رسیدن، مقاومت به بیماری‌ها، مقاومت به خوابیدگی و غیره نیز برتری هایی داشته‌اند. افزایش تنوع ارقام با ممانعت از افزایش خسارت تنش‌های زنده و غیر زنده (آفات، بیماری ها، شوری، خشکی، گرما و ....) موجب افزایش ثبات و پایداری تولید می‌شود. توصیه کشت ارقام جدید در یک منطقه حتی اگر از نظر عملکرد بر ارقام تجاری موجود برتری محسوسی نداشته باشند با افزایش تنوع به حفظ پایداری تولید در منطقه کمک خواهد کرد.

برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در آزمایش‌های سازگاری هر دو عامل عملکرد بالا

و پایدار باید مد نظر قرار گیرند. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین لاین‌های شماره ۳، ۴ و ۹ به ترتیب بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴ و ۵). روش‌های آماری مورد استفاده در این مطالعه اعم از آماره‌های ناپارامتری معرفی شده توسط نسر و هون (Nassar and Huhn, 1987) و تناراسو (Thennarsau, 1995)، پارامترهای پایداری اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا، معیار رتبه کنگ و روش تجزیه AMMI هر کدام ژنوتیپ‌های متفاوتی را به عنوان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایدار معرفی نمودند. با انجام تجزیه پایداری برای داده‌های شمال و جنوب به‌صورت جداگانه با استفاده از روش رتبه بندی و سازگاری خصوصی تجزیه AMMI (جدول ۷)، لاین‌های شماره ۳ و ۴ برای مناطق گرم جنوب و لاین شماره ۹ برای مناطق گرم شمال کشور مناسب شناسایی شدند.

عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه متاثر ازمحیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بود. در این مطالعه لاینی با سازگاری عمومی مناسب برای تمام مناطق شناسایی نشد. بنابراین نیاز است تا در برنامه‌های به‌نژادی جو در اقلیم گرم کشور سازگاری خصوصی بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

اهمیت توجه به سازگاری خصوصی در برنامه‌های به‌نژادی جو در ایران در مطالعه طاهری پور فرد و همکاران (Taheripourfard *et al.*, 2017) نیز گزارش شده است. قزوینی و یوسفی (Ghazvini and Yousefi, 1999) ۱۹ لاین امید بخش جو آبی را در هشت ایستگاه منطقه گرم کشور شامل ایستگاه‌های اهواز، داراب، زابل، ایرانشهر، دزفول، گنبد، گرگان و مغان مورد بررسی قرار دادند و برای شناسائی ژنوتیپ‌های مطلوب و پایدار، تجزیه اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های جنوب و شمال را جداگانه انجام دادند و لاین شماره ۱۸ (رقم صحرا) را برای شمال کشور و لاین‌های شماره ۵ (رقم نیمروز) را برای جنوب کشور مناسب تشخیص دادند.

برنامه‌های به‌نژادی جو آبی اقلیم گرم بر خلاف برنامه‌های گندم (Jalal Kamali *et al.*, 2012) که در آن برنامه‌های اقلیم شمال و جنوب کاملا از هم مجزا هستند، با شرکت ژرم پلاسم مشترک در ایستگاه‌های جنوب و شمال کشور برنامه‌ریزی شده و اجرا می‌شود که دراین صورت شناسایی رقم دارای سازگاری عمومی به ندرت اتفاق می‌افتد. به طوری که در طی سال‌های گذشته تنها رقم شناسایی شده از این نوع اجرای آزمایش‌ها فقط رقم اکسین بود که هم در مناطق گرم جنوب و هم گرم شمال کشور سازگاری دارد. در حالی‌که برای اقلیم گرم جنوب ارقامی چون نیمروز، زهک و نوروز و برای اقلیم گرم شمال ارقامی چون صحرا ، نوبهار و دشت با استفاده از تجزیه‌های جداگانه دو اقلیم شناسایی شده‌اند.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش و تجربیات بدست آمده در بررسی های گذشته پیشنهاد می شود که در برنامه های به نژادی جو در اقلیم گرم کشور علاوه بر تجزیه واریانس مرکب و تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها در همه ایستگاه‌های شمال و جنوب، هرساله تجزیه جداگانه داده‌ها در ایستگاه‌های هر اقلیم به طور جداگانه نیز انجام شود تا در صورت سازگاری منطقه‌ای لاین‌ها در شمال یا جنوب کشور نسبت به آزادسازی این لاین‌ها در مناطق با سازگاری خصوصی اقدام شود.

سپاسگزاری

از کارشناسان و کمک کارشناسان مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های خوزستان (ایستگاه اهواز)، فارس (ایستگاه داراب)، زابل، گلستان (ایستگاه گنبد) و اردبیل (ایستگاه مغان) که در اجرا و یادداشت برداری ها همکاری داشتند سپاسگزاری می‌شود.

References

Ahakpaz, F., and Ahakpaz, F. 2014. Stability analysis of barley lines and cultivars grain yield using GGE biplot model. Agroecology Journal 9 (4): 1-12.

Aghaee Sarbarzeh, M., Dastfal, M., Farzadi, H., Andarzian, B., Shahbazi Pour Shahbazi, A., Bahari, M., and Rostami, H. 2012. Evaluation of durum wheat genotypes for yield and yield stability in warm and dry areas of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 28 (2): 315-325 (in Persian).

Ahmadi, K., Ebadzadeh H. R., Hatami, F., Abdeshah, H., Kazemian, A., and Rafeie, M. 2018. Agricultural Statistics of 2016-2017 cropping season. Volume 1. Ministry of Agriculture-Jahad. 95 pp. (in Persian).

Bakhshayeshi Qeshlaqh, M. 2012. Investigating of stability of some bread wheat cultivars using different stability indices in the Kordestan cold climate. Iranian Journal of Field Crops Research 10 (1): 170-178 (in Persian).

Caliskan, M. E., Erturk, E., Sogut, T., Boydak, E., and Arioglu. H. 2007. Genotype × environment interaction and stability analysis of sweet potato (*Ipomoea balatas*) genotypes. New Zealand Journal Crop Horticulture Science 35 (1): 87-99.

Dehghanpour, Z. 2006. Study of yield and stability in early maturing hybrids of maize (*Zea mays* L.). Seed and Plant Improvement Journal 22(1): 45-53 (in Persian).

Elakhdar, A., Kumamaru, T., Smith, K. P., Brueggeman, R. S., Capo-chichi, L. J. A., and Solanki, S. 2017. Genotype by environment interactions (GEIs) for barley grain yield under salt stress condition. Journal of Crop Science and Biotechnology 20 (3): 193-204.

Esmailzadeh Moghaddam, M., Zakizadeh, M., Akbarimoghaddam, H., Abedini Esfahlani, M., Sayahfar, M., Nikzad, A. R., Tabib-Ghafari, S. M., and Lotfali Aeineh, G. A. 2011. Genotype × environment interaction and stability of grain yield of bread wheat genotypes in dry and warm areas of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 27 (2): 257-273 (in Persian).

Fan, L. J., Hu, B. M., Shi, C. H., and Wu, J. G. 2001. A method of choosing locations based on genotype × environment interaction for regional trials of rice. Plant Breeding 120 (2): 139-142.

FAO. 2017. Land and plant nutrition management service. Available at http://www.fao.org/faostat

Farshadfar, E. 1998. Application of biometrical genetics in plant breeding. Vol. 2. Razi University publications, Kermanshah, Iran. 396 pp. (in Persian).

Ghazvini, H., and Yousefi, A. 1999. Evaluation of adaptability and yield comparison of advanced barley lines in warm zones. Iranian Journal of Crop Sciences 1 (4): 29-41 (in Persian).

Helms, T. 1993. Selection for yield and stability among oat lines. Crop Science 33 (3): 423-426.

Jalal Kamali, M. R., Najafi Mirak, T., and Asadi, H. 2012. Wheat: research and development strategies in Iran. Nashr-e-Amoozesh Keshavarzi, Agricultural Research, Education and Extension Organization publications. Tehran, Iran. 223 pp. (in Persian).

Kang, M. S. 1988. A rank-sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. Cereal Research Communication 16 (1/2):113–115.

Katsura, K., Tsujimoto, Y., Oda, M., Matsushima, K. I., Inusah, B., Dogbe, W., and Sakgami, J. I. 2016. Genotype-by-environment interaction analysis of rice (*Oryza* spp.) yield in a floodplain ecosystem in west Africa. European Journal of

Agronomy 73: 152-159.

Ketata, H. 1988. Genotype and environment interaction. pp. 16-32. In: Proceedings of the workshop on biometrical techniques for cereal breeders, ICARDA. Aleppo. Syria.

Lin, C. S., Binns, M. R., and Letkovitch, L. P. 1986. Stability analysis: where do we stand? Crop Science 26: 894- 900.

Mohammadi, R., and Amri, A. 2013. Genotype × environment interaction and genetic improvement for yield and yield stability of rainfed durum wheat in Iran. Euphytica 192 (2): 227–249.

Mohammadi, R., Farshadfar, R., and Amri, A. 2015. Interpreting genotype × environment interactions for grain yield of rainfed durum wheat in Iran. The Crop Journal 6 (3): 526-535.

Nassar, R., and Huhn, M. 1987. Studies on estimation of phenotypic stability: tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. Biometrics 43 (1): 45–53.

Perkinz, J. M., and Jinks, J. L. 1971. Environments and genotype environment components of variability III. Multiple lines and crosses. Heredity 23: 339-356.

Roostaei, M., Mohammadi, R., and Amri, A. 2014. Rank correlation among different statistical models in ranking of winter wheat genotypes. The Crop Journal 2 (2-3): 154-163.

Sadiyah, H., and Hadi, A. F. 2016. AMMI model for yield estimation in multi-environment trials: A comparison to BLUP. Agriculture and Agricultural Science Procedia 9: 163-169.

Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity 29 (2): 237-245.

Taheripourfard, Z., Izadi-Darbandi, A., Ghazvini, H., Ebrahimi, M., Mortazavian, M. M., and Abdipour, M. 2017. Identifying superior barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using GGE-biplot across warm and moderate environments under irrigated conditions in Iran. Crop Breeding Journal 7 (1 & 2): 23-35.

Thennarasu, K. 1995. On certain non-parametric procedures for studying genotype-environment interactions and yield stability. Ph.D. thesis. P. J. School, IARI, New Delhi, India.

Wricke, G. 1962. Evaluation method for recording ecological differences in field trials. Z. Pflanzenzucht 47: 92-96.