"مجله علوم زراعی ایران"
جلد شانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳

ارزیابی عملکرد دانه و پایداری آن در ژنوتیپ‌های گندم دوروم در مناطق گرم و خشک کشور
Evaluation of grain yield and its stability in durum wheat genotypes in warm and dry areas of Iran

مصطفی آقائی سربرزه[۱]، محمد بهاری[۲]، حسین فرزادی[۳]، بهرام اندرزیان[۴]، منوچهر دستفال[۵] و توحید نجفی میرک[۶]

چکیده

آقایی سربرزه، م.، م. بهادری، ح. فرزادی، ب. اندرزیان، م. دستفال و ت. نجفی میرک. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد دانه و پایداری آن در ژنوتیپ‌های گندم دوروم در مناطق گرم و خشک کشور. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۶(۱):۱۱-۱.**

به‌منظور شناسائی ژنوتیپ‌های پرمحصول و پایدار گندم دوروم برای مناطق گرم و خشک کشور آزمایشی با ۱۸ ژنوتیپ برتر انتخابی به همراه دو شاهد (گندم دوروم رقم بهرنگ و گندم نان رقم چمران) در چهار منطقه خرم آباد، داراب، دزفول و اهواز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۹۰-۸۹ و ۹۱-۹۰)کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای عملکرد دانه داده‌های حاصل از هر یک از آزمایش‌ها به طور جداگانه مورد تجزیه واریانس ساده و سپس تجزیه واریانس مرکب قرارگرفت. با توجه به معنی‌دار شدن اثرمتقابل ژنوتیپ×سال، ژنوتیپ×مکان و ژنوتیپ×سال×مکان در تجزیه واریانس مرکب و به منظور بررسی دقیق‌تر اثر متقابل و بررسی وضعیت ژنوتیپ‌ها از لحاظ پایداری عملکرد، تجزیه AMMI انجام شد. رسم بای‌پلات نشان داد که ژنوتیپ‌های DW-89-3، DW-89-4، DW-89-6، DW-89-8، DW-89-9، DW-89-10، DW-89-11، DW-89-13 و DW-89-15 کمترین فاصله را از مرکز بای‌پلات داشتند و با کمترین اثر متقابل با محیط، به عنوان ژنوتیپ‌هایی با پایداری عملکرد بالا شناخته شدند. ژنوتیپ‌های DW-89-8 و DW-89-11 علاوه بر پایداری عملکرد، میانگین عملکرد بالاتری را نیز نشان دادند. از نظر صفات کیفی نیز نتایج بررسی‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های DW-89-8 و DW-89-11 از نظر شاخص‌های کیفیت به‌ویژه میزان پروتئین و درجه استخراج سمولینا نیز در حد شاهد دوروم و یا بالاتر از آن بودند.

واژه‌های کلیدی: پایداری، پروتئین، سمولینا، گندم دوروم و AMMI.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۸/۰۸ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۸۹۱۰۱-۸۳۰۵-۰۳-۰۳-۰۱۴ مصوب موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد

۱- استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: maghaee@yahoo.com)
۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان
۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
۴- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی دزفول
۵- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اهواز
۶- دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

مقدمه

گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. Var. *durum*) محصولی صنعتی است که عمدتاً در صنایع تولید ماکارونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اهمیت این نوع گندم به‌واسطه خصوصیاتی است که آرد آن برای تهیه انواع ماکارونی و اسپاگتی دارد (Fabriani and Lintas, 1988; Abaye *et al*., 1997). در سال ۲۰۰۹ گندم دوروم در سطحی معادل ۱۳/۳ میلیون هکتار در جهان کشت شده است که حدود ۳۱/۹ میلیون تن تولید داشته است (USDA , 2010). در ایران نیز سطح زیر کشت گندم دوروم در سال ۱۳۸۹ بیش از دویست هزار هکتار گزارش شده است که بیش از ۱۷۵ هزار هکتار آن در اقلیم گرم و خشک کشور واقع شده است (Anonymous, 2010). نظر به اهمیتی که گندم دوروم در صنعت و تغذیه دارد، تولید و اصلاح ارقام جدید و پرمحصول دارای ویژگی‌های مهم مانند پایداری عملکرد، ضروری است.

تولید ارقام زراعی دارای ویژگی‌های مناسب، عملکرد بالا و پایداری در تولید، از اهداف اصلی برنامه های به‌نژادی گندم است. عامل موثر در پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها، وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط یعنی رفتار متفاوت ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف است (Becker and Leon, 1988). مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ×محیط اطلاعات ارزشمندی درباره اثرات مختلف محیط بر عملکرد و ارزیابی پایداری عملکرد ارقام فراهم می‌کند (Aghaee-Sarbarzeh, *et al*., 2007 , 2012). اثر متقابل ژنوتیپ×محیط باعث می شود که عملکرد ارقام تحت تاثیر محیط قرار گرفته و ارزش واقعی هر ژنوتیپ را نتوان به درستی برآورد نمود، بعبارت دیگر این موضوع باعث کاهش همبستگی ارزش ژنوتیپی و فنوتیپی می‌گردد و در نتیجه ژنوتیپ‌های موفق در یک محیط ممکن است در محیط دیگر تظاهر ضعیفی داشته باشند (Becker and Leon, 1988). وجود این عامل در خصوص صفات مهم اقتصادی مانند عملکرد دانه باعث کندی مراحل به‌نژادی و معرفی ارقام جدید می‌شود (Kang, 1988). علاوه بر اثرمتقابل ژنوتیپ ×محیط موضوع سازگاری و پایداری عملکرد نیز جنبه مهم دیگری است که باید مورد نظر قرار گیرد. هر چند موضوع سازگاری مفهوم پیچیده‌ای دارد، اما بطور خلاصه می‌توان گفت که سازگاری عبارت از ظرفیت ژنتیکی یک رقم برای ظهور عملکرد بالا و پایدار در محیط‌های متفاوت است (Farshadfar, 1998). با توجه به اینکه تولید ارقام اصلاح شده و سازگار با ظرفیت عملکرد بالا برای هر محیط از نظر اقتصادی هزینه سنگین و صرف وقت زیادی را می‌طلبد، باید ژنوتیپ‌هایی را انتخاب نمود که دارای سازگاری عمومی بالایی بوده و برای چند منطقه متفاوت قابل توصیه بوده و در مناطق اقلیمی مشابه، عملکرد قابل قبول، سازگاری و پایداری عملکرد دانه بالا داشته باشند (Akcura *et al*., 2006) .

محققین به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط ارزش‌های آماری مختلفی از جمله تجزیه واریانس مرکب، تجزیه رگرسیون، تجزیه ضرایب مسیر، روش‌های غیرپارامتری مانند رتبه بندی (Rank method) میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در سال‌ها و مناطق مختلف (Kang, 1988)، تجزیه تحلیل‌های چند متغیره را پیشنهاد و مورد استفاده قرار داده‌اند. روماگوسا و فاکس (Romagosa and Fox, 1993) روش‌های ارزیابی پایداری زراعی را در چهار دسته شامل: روش‌های مبنی بر تفکیک واریانس، روش‌های رگرسیونی، روش‌های غیرپارامتری و روش‌های چند متغیره گروه‌بندی کردند. لین و همکاران (Lin *et al*., 1986) در بررسی روش‌های مختلف، پارامترهای پایداری را به چهار گروه متفاوت تقسیم نمودند و برای هر یک ویژگی‌هایی را بیان کردند.

روش آثار اصلی جمع پذیر و اثر متقابل ضرب پذیر (Additive Main Effects and Multiplicative

Interaction, AMMI) یکی از روش‌های چند متغیره است که از اعتبار و کاربرد فراوانی برخوردار است (Zobel *et al*., 1998; Gauch, 1992). این روش یک مدل ادغام شده از تجزیه واریانس و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌باشدکه ابتدا با استفاده از روش‌های تجزیه واریانس اثر اصلی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها محاسبه می‌شود و سپس اجزای ژنوتیپی و محیطی اثر متقابل، برای ماتریس انحراف از اثر افزایشی محاسبه می‌شود (Crossa, 1990). از روش تجزیه AMMI برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌های مختلف گیاهان زراعی گوناگون استفاده زیادی شده است. اسماعیل زاده مقدم و همکاران (Esmailzadeh Moghaddam, *et al*., 2011) از روش‌های مختلفی برای ارزیابی پایداری ارقام گندم دوروم استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که روش AMMI و SHMM مناسب‌تر هستند. محمدی و همکاران (Mohammadi, *et al.,* 2011) نیز در گندم دوروم با استفاده از روش AMMI ارقام پایدار را برای مناطق دیم معرفی نمودند. آقائی سربرزه و همکاران (Aghaee-Sarbarzeh *et al*., 2007 and Aghaee-Sarbarzeh *et al*. 2012) و نجفیان و همکاران (Najafian *et al*., 2010) با استفاده از روش AMMI ژنوتیپ‌های پایدار را تعیین و اظهار داشتند که روش یاد شده می‌تواند در تعیین ژنوتیپ‌های حائز سازگاری عمومی و خصوصی برای مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد. این تحقیق نیز برای شناسایی ژنوتیپ‌های پر محصول و مناسب گندم دوروم که دارای سازگاری وسیعی بوده و از لحاظ تولید محصول اقتصادی پایدار باشند، جهت کشت در مناطق مختلف اقلیم گرم و خشک جنوب کشور انجام شد. ایستگاه‌های اقلیم گرم و خشک جنوب کشور (اهواز، دزفول، داراب و خرم آباد) دارای آب و هوای گرم و خشک با زمستان نسبتاً گرم می‌باشند که در طول زمستان گیاه گندم رشد بطئی داشته و در اواخر زمستان به سرعت رشد و نمو خود را آغاز می‌کند. طول دوره تلقیح، پرشدن و رسیدن دانه کوتاه بوده و ژنوتیپ‌هایی که با سرعت بیشتری دوره زایشی خود را طی می‌نمایند، عملکرد بالاتری دارند. در این اقلیم گرما و وزش بادهای گرم و خشک در اواخر دوره رشد و نمو از عوامل مهم محدود کننده تولید می‌باشد. بیماری‌های زنگ قهوه‌ای و سیاهک ناقص نیز از عوامل مهم زنده محدود کننده تولید می‌باشند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق، لاین‌های گندم دوروم بودند که بر اساس عملکرد دانه و سایر خصوصیات زراعی و شاخص‌های کیفیت و ارزش غذایی از بین ۴۰ لاین مورد بررسی در آزمایشات مقایسه عملکرد لاین‌های پیشرفته گندم دوروم در مناطق گرم و خشک کشور انتخاب شده بودند.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۸ لاین امید بخش گندم دوروم (جدول ۱) به همراه رقم شاهد گندم دوروم بهرنگ و یک‌رقم شاهد گندم نان (چمران) در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی خرم آباد، داراب، دزفول و اهواز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۹۰-۸۹ و ۹۱-۹۰) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مهرماه هر سال در کرت‌های با مساحت ۷/۲ مترمربع (شش خط شش متری به فاصله ۲۰ سانتیمتری از هم روی پشته) کشت شده و بصورت نشتی آبیاری شدند. میزان بذر مصرفی ۴۵۰ دانه در مترمربع بود. کود شیمیایی مورد نیاز بر اساس تجزیه خاک و توصیه بخش خاک و آب هر منطقه مورد استفاده قرار گرفت. در مجموع ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن (از منبع اوره) (۵۰ کیلوگرم پایه، ۲۵ کیلوگرم در زمان ساقه روی و ۲۵ کیلوگرم همزمان با دانه بندی)، ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم همزمان با کشت و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم مصرف شدند. مبارزه با علف‌های هرز پهن و نازک برگ با وجین دستی و در صورت نیاز با استفاده از علف‌کش پوماسوپر و گرانستار انجام گرفت. از مراحل مختلف رشد، ظهور سنبله، رسیدگی، و سایر صفات گیاهی

مانند ارتفاع بوته، طول سنبله، درصد خوابیدگی، واکنش به بیماری زنگ زرد (درصد بیماری)، رنگ دانه، وزن هزاردانه، وجود لکه آردی روی دانه یادداشت برداری بعمل آمد. پس از برداشت، یک نمونه یک کیلوگرمی دانه به آزمایشگاه شیمی غلات ارسال وصفات کیفی دانه از جمله میزان پروتئین، عدد زلنی، ارتفاع رسوب SDS، میزان سمولینا و سختی دانه اندازه‌گیری شدند. پس از انجام تجزیه واریانس ساده، یکنواختی واریانس‌های خطای آزمایش بررسی گردید و سپس با فرض ثابت بودن ژنوتیپ‌ها و تصادفی بودن اثر مکان‌ها و سال‌ها، تجزیه واریانس مرکب صورت گرفت. آزمون واریانس‌ها با در نظر گرفتن امید ریاضی مقادیر واریانس منابع تغییر انجام شد. روش آماری AMMI با استفاده از میانگین ژنوتیپ‌ها در دو سال آزمایش برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها استفاده گردید. از نرم افزارهای آماری Excle، MSTATC، SPSS وSAS برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد.

جدول ۱- اسامی/شجره ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Name/Pedigree of durum wheat genotypes used in the experiment

Genotype No.	Name/Pedigree نام/شجره
DW-89-1	Behrang (Check)
DW-89-2	Chamran (Check)
DW-89-3	STOT//ALTAR 84/ALD
DW-89-4	CBC 509 CHILE/4/SKEST//HUI/TUB/3/SILVER/5/GREEN_14//YAV_10/AUK
DW-89-5	STOT//ALTAR 84/ALD*2/3/AUK/GUIL//GREEN
DW-89-6	AINZEN-1/3/SNTURKMI83-84 503/LOTUS_4//MUSK_4/6/CMH82A.1062/3/GGOVZ394//SBA81/PLC/4/AAZ_1/CREX/5/HUI//CIT71/CII
DW-89-7	TRN//21563/AA/3/BD2080/4/BD2339/5/RASCON_37/TARRO_2//RASCON_37/6/AUK/GUIL//GREEN, CDSS00B00364T-0TOPY-0B-2Y-0M-0Y-1B-0Y
DW-89-8	TRN//21563/AA/3/BD2080/4/BD2339/5/RASCON_37/TARRO_2//RASCON_37/6/AUK/GUIL//GREEN, CDSS00B00364T-0TOPY-0B-33Y-0M-0Y-1B-0Y
DW-89-9	ARLIN/2*ACO89/3/STOT//ALTAR 84/ALD
DW-89-10	STOT//ALTAR 84/ALD*2/3/YAV79/CROC_1
DW-89-11	SNITAN/3/RASCON_37/TARRO_2//RASCON_37/4/STOT//ALTAR 84/ALD
DW-89-12	HAAHKA_1/SNITAN/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9
DW-89-13	KUCUK_2/PATA_2//AJAIA_13/YAZI/4/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN
DW-89-14	AKAKI_7/BEJAH_7//BUSCA_3/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/AKAKI_7/BEJAH_7//BUSCA_3
DW-89-15	SNITAN*2/RBC
DW-89-16	SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM
DW-89-17	STOT//ALTAR 84/ALD
DW-89-18	RASCON_21/3/MQUE/ALO//FOJA
DW-89-19	AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/SOMAT_3/4/SOOTY_9/RASCON_37, CDSS97Y00729S-0TOPM-2Y-0M-0Y-0B-0B-1Y-0BLR-4Y-0B
DW-89-20	GEDIZ/FGO//GTA/3/SRN_1/4/TOTUS/5/ENTE/MEXI_2//HUI/3/YAV_1/GEDIZ/6/SOMBRA_20/7/STOT//ALTAR 84/ALD

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه نشان داد که بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اثر متقابل دوگانه سال در ژنوتیپ، مکان در ژنوتیپ و اثرهای متقابل سه گانه سال در مکان در ژنوتیپ معنی‌دار بودند، بنابراین برای کسب اطلاع بیشتر از وضعیت پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها تجزیه پایداری انجام شد.

به‌منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ×محیط و بررسی وضعیت پایداری ژنوتیپ‌ها از مدل AMMI استفاده شد (جدول ۲). این مدل ابزار بسیار قوی برای تجزیه و تفسیر ماتریس‌های بزرگ ژنوتیپ در محیط است، زیرا

با ایجاد بای‌پلات، استنباط مناسبی در مورد اثر متقابل ژنوتیپ×محیط فراهم می‌شود و انتخاب ژنوتیپ‌های با سازگاری مناسب در محیط های خاص تسهیل می گردد (Zobel *et al.*, 1988).

نتایج تجزیه AMMI نشان داد که اثر اصلی محیط و اثر متقابل ژنوتیپ× محیط بسیار معنی‌دار بودند. وجود اختلافات معنی‌دار بین محیط‌ها نشان‌دهنده این است که مکان‌های مورد مطالعه برای کشت ژنوتیپ‌های مورد بررسی یکسان نبوده و تفاوت زیادی دارند. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و ارزیابی آن می‌باشد. برای این منظور در مدل AMMI اثر متقابل ژنوتیپ×محیط به مولفه‌های اصلی تشکیل دهنده آن تجزیه شد. در این بررسی سه مولفه اصلی اول معنی‌دار شدند که مولفه اول و دوم در مجموع ۸۲/۸ درصداز تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ× محیط را توجیه نمودند.

جدول ۲- تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم

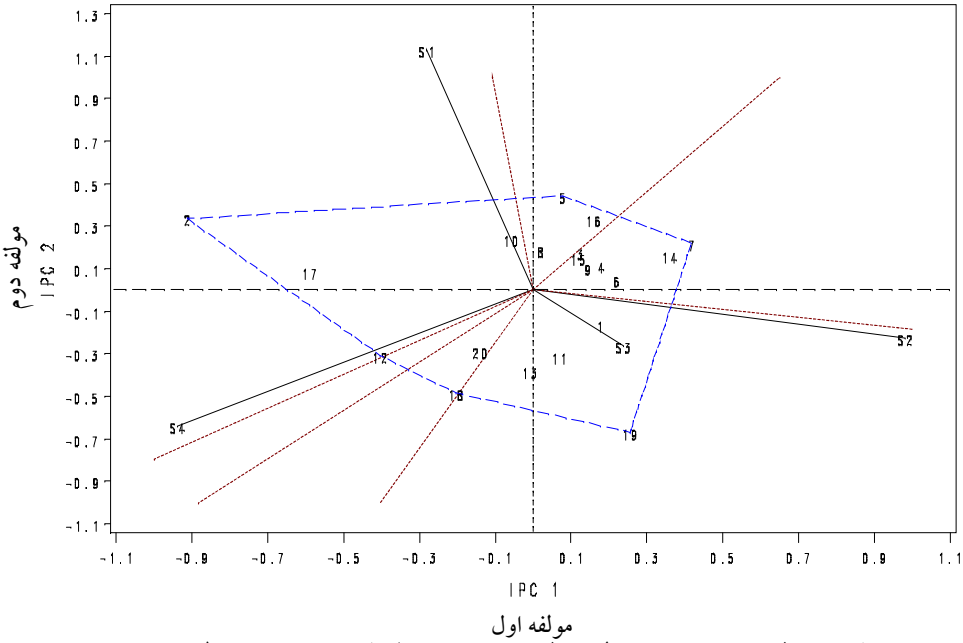
Table 2. AMMI analysis of variance for grain yield of durum wheat genotypes

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات MS	واریانس تجمعی Accumulative variation (%)
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	628261.7**	-
Environment (Env)	محیط	3	159476263.7**	-
G×Env	اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط	57	454741.4**	-
$IPCA_1$	مولفه اصلی اول	21	558457**	45.2
$IPCA_2$	مولفه اصلی دوم	19	512583.6**	82.8
$IPCA_3$	مولفه اصلی سوم	17	261974.8*	100

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

به منظور بررسی پایداری عملکرد وسازگاری خصوصی ژنوتیپ‌ها با مکان‌های مورد مطالعه از مدل AMMI2 که از پلات کردن دومولفه اصلی اول ایجاد می‌شود، استفاده شد (شکل ۱). در این مدل هرچه ژنوتیپ‌ها به مرکز بای‌پلاتAMMI نزدیک‌تر باشند، دارای اثرمتقابل ژنوتیپ×محیط کمتری هستند و در نتیجه از سازگاری عمومی بیشتری برخوردار هستند و بنابراین برای اکثر مکان‌ها قابل توصیه می‌باشند. در مقابل، ژنوتیپ‌هایی که دور از مرکز بای‌پلات هستند دارای سازگاری خصوصی می‌باشند (Gouch and Zoble, 1997). همانطور که در شکل یک دیده می‌شود ژنوتیپ‌های ۳، ۴، ۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳و ۱۵به مرکز بای‌پلاتAMMI نزدیک‌تر بودند، به عبارت دیگر این ژنوتیپ‌ها کمترین تغییرات را نشان داده و به عنوان ژنوتیپ‌های پایدارتر شناخته شدند. رارابتی و همکاران (Rharrabti *et al.*, 2003) نیز که از چندین روش برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بر روی ۱۰ ژنوتیپ گندم دوروم استفاده نموده بود، گزارش کردند که برای شناسایی ژنوتیپ‌های پایدارتر، روش AMMI کارایی بالاتری در مقایسه با روش‌های رگرسیونی دارد. شومن (Schoeman, 2003) نیز برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ× محیط در آفتابگردان از روش‌های مختلف استفاده کرد و بیان داشت که مدل AMMI نه تنها پایدارترین ژنوتیپ‌ها را معرفی می‌نماید، بلکه می‌تواند سازگاری خصوصی ارقام را تعیین کند. بنابراین مدل AMMI دقیق‌ترین برآورد ها را از پتانسیل عملکرد ارقام در محیط‌های خاص را بیان می کند.

در بای‌پلات مدل AMMI2 ژنوتیپ‌هایی که در راس چند ضلعی قرار می گیرند، پایداری عملکرد خوبی نداشته ولی دارای سازگاری خصوصی خوبی هستند. به عبارت دیگر بهترین عمکردها را در محیط‌های خاص نشان می‌دهند (شکل ۲). بر اساس



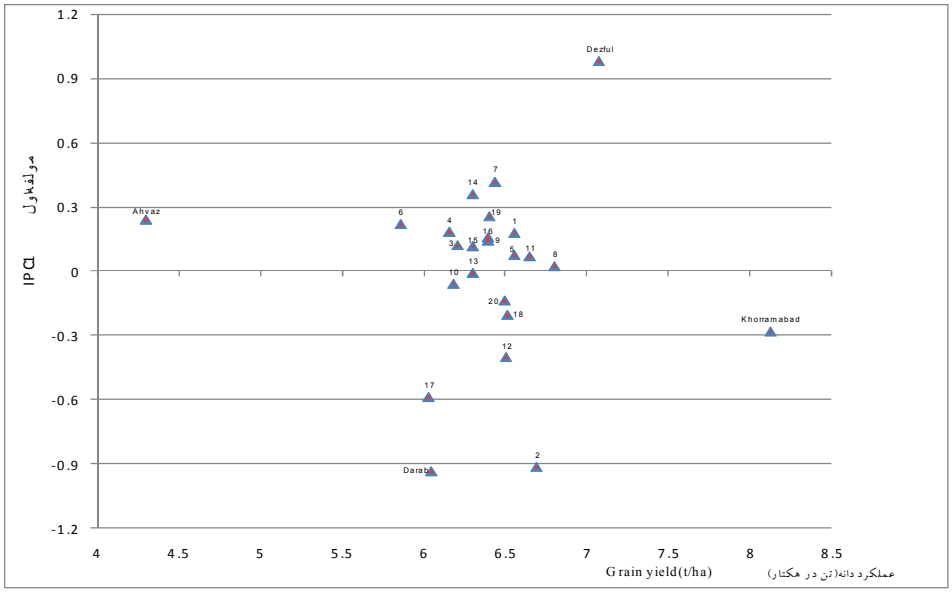
شکل ۱- بای‌پلات مدل AMMI2 دو مولفه اول برای اثر متقابل ژنوتیپ‌ها× محیط‌های مورد بررسی

S1: خرم‌آباد ، S2 :دزفول، S3: اهواز، S4: داراب

Fig. 1. Biplot presentation of first and second components of G×E interaction,

S1:Khorramabad, S2: Dezful, S3: Ahvaz, S4: Darab

شکل دو ژنوتیپ ۷ به دزفول (S2)، ژنوتیپ ۱۹ به اهواز (S3)، ژنوتیپ ۵ به خرم آباد (S1) و ژنوتیپ‌های ۲، ۱۲ و ۱۸ به داراب (S4) سازگاری خوبی نشان دادند و بهترین عملکرد را در مکان‌های فوق داشتند و به عنوان ژنوتیپ‌های منتخب برای آن مکان‌ها شناخته شدند.



شکل ۲- نمودار بای‌پلات عملکرد دانه در مقابل مولفه اول مدل AMMI1 ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Fig. 2. Biplot presentation of first component of AMMI1 model vs. grain yield of durum wheat genotypes

جدول۳- میانگین عملکرد دانه، درصد عملکرد نسبت به میانگین کل و خصوصیات کیفی ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Table 3. Mean of grain yield, yield performance over the checks and grain quality of durum wheat genotypes

No. of Genotype	Grain yield kg.ha^{-1}	عملکرد دانه نسبت به میانگین کل YIR (%)$^{\alpha}$	عملکرد دانه نسبت به شاهد (٪)		لکه آردی Yellow berry (%)	پروتئین Protein (%)	عدد زلنی Zelnii value	سختی دانه Grain Hardness Index (%)	ضریب رسوب SDS	سمولینا Semolina (%)
			Durum check (Behrang)	Bread wheat check (Chamran)						
1	6556	103	100	98	-	12.2	34	60	53	49
2	6699	105	102	100	0.5	12.2	35	59	48	47
3	6210	97	95	93	0.5	12.0	34	60	52	49
4	6160	96	94	92	-	12.2	34	62	54	49
5	6560	103	100	98	-	11.9	32	56	48	50
6	5861	92	89	87	-	12.4	34	57	52	48
7	6440	101	98	96	-	12.5	35	60	57	47
8	6805	107	104	102	-	12.4	34	54	54	49
9	6400	100	98	96	-	11.9	32	59	48	49
10	6184	97	94	92	0.5	12.2	34	60	52	48
11	6653	104	101	99	0.5	12.0	33	59	50	47
12	6510	102	99	97	-	11.9	32	60	53	51
13	6304	99	96	94	-	12.0	34	60	55	46
14	6301	99	96	94	-	11.6	32	62	48	49
15	6301	99	96	94	-	11.4	30	55	48	50
16	6399	100	98	96	-	12.6	34	60	50	51
17	6036	94	92	90	-	12.4	35	56	53	50
18	6515	102	99	97	-	11.9	32	59	50	48
19	6403	100	98	96	-	12.0	35	56	55	49
20	6498	102	99	97	-	12.2	33	59	53	50

با توجه به شکل دوکه پراکنش ژنوتیپ‌ها را براساس میانگین عملکرد و مولفه اول مدل AMMI1 نشان می‌دهد ، ژنوتیپ‌های ۸، ۱۱ و ۵ به ترتیب با داشتن کمترین میزان اثر متقابل و بیشترین عملکرد دانه، بعنوان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد و پایداری عملکرد بالا شناخته شدند، بنابراین رتبه‌های نخست پایداری را بدست آوردند. از آنجایی که ژنوتیپ ۵ فقط بر اساس مولفه اول پایداری نشان داده (شکل ۲) و براساس هر دو مولفه جزء ژنوتیپ‌های پایدار شناخته نشد (شکل ۱) بنابراین براساس پایداری عملکرد و میانگین عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های ۸ و ۱۱ بعنوان ژنوتیپ‌های برتر شناخته شدند.

در انتخاب نهایی ژنوتیپ‌ها، علاوه برپایداری و عملکرد بالا، معیارهای دیگری از جمله واکنش به بیماری‌ها و کیفیت محصول نیز باید مورد توجه قرار گیرد. بر اساس ژنوتیپ‌های مشخص شده در تجزیه AMMI، صرف نظر از اینکه دارای پایداری خصوصی یا عمومی باشند از لحاظ عملکرد دانه ارزیابی شدند. بر این اساس میزان عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در مقایسه با میانگین کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی (YIR%)، عملکرد تولیدی ژنوتیپ‌ها نسبت به هر یک از شاهدها نیز محاسبه شد (جدول ۳). بطور کلی تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ میزان عملکرد تولیدی نسبت به میانگین کل ژنوتیپ‌ها در سال‌ها و مکان‌های مورد مطالعه وجود نداشت، در صورتی که ژنوتیپ‌های ۵، ۸ و ۱۱ در حد شاهد دوروم و یا برتر از آن بودند. از بین این ژنوتیپ‌ها فقط لاین‌های ۸ و ۱۱ به ترتیب با چهار و یک درصد عملکرد بیشتری نسبت به شاهد دوروم داشتند. در مقایسه با شاهد گندم نان، تمام ژنوتیپ‌ها در حد شاهد بودند ولی ژنوتیپ ۸ با دو درصد عملکرد بیشتر، نسبت به بقیه برتر بود.

واکنش ژنوتیپ‌های گندم دوروم به بیماری‌های مهم مانند زنگ‌ها از جمله سایر معیارهای گزینش ژنوتیپ‌ها می‌باشد. بر اساس مشاهدات بعمل آمده این صفت در برخی از ایستگاه‌ها در سال ۸۹ و ۹۰ ، علائم این بیماری‌ها (زنگ زرد، زنگ قهوه ای و زنگ سیاه) در هیچ کدام از ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط طبیعی مشاهده نگردید. جهت اطمینان بیشتر ارزیابی‌های بعدی این ژنوتیپ‌ها برای واکنش به بیماری‌های مورد نظر ضروری خواهد بود.

نتایج مربوط به معیارهای ارزیابی کیفی ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد مطالعه نشان داد که ژنوتیپ‌های ۲، ۳،۱۰ و ۱۱ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها لکه سفید نشاسته‌ای (Yellow berry) در حد ۰/۵ درصد را داشتند (جدول ۳). ژنوتیپ‌های منتخب از مرحله قبل (ژنوتیپ‌های ۸ و ۱۱) از نظر این صفات نیز در حد شاهد دوروم یا بالاتر از آن بودند. از نظر میزان پروتئین ژنوتیپ‌های ۷ و ۱۶ به ترتیب با ۱۲/۵ و ۱۲/۶ درصد، بیشترین پروتئین را داشتند و از نظر درجه استخراج سمولینا، ژنوتیپ‌های ۱۲ و ۱۶ بالاترین میزان را نشان دادند.

بطور کلی با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های ۸ و ۱۰ (DW-89-8 و DW-89-11) از نظر پایداری عملکرد دانه نسبت به سایرژنوتیپ‌ها برتر بوده و به بیماری‌های مهم اقلیم گرم و خشک کشور حساسیت نداشتند و همچنین از نظر کیفیت و ارزش غذایی در حد و یا بالاتر از ارقام شاهد بودند، بعنوان لاین های برتر شناسائی شدند که پس از گذراندن آزمایشات تحقیقی-تطبیقی و تحقیقی- ترویجی، هرکدام از آنها که در شرایط زارعین نیز برتری خود را نسبت به ارقام رایج منطقه نشان دهد، بعنوان یک رقم جدید برای مناطق گرم کشور معرفی خواهد شد.

منابع مورد استفاده

References

Abaye, A. O., D. E. Brann, M. M. Alley and C. A. Griffey. 1997. Winter Durum wheat: Do we have all the

answers? In: Knowledge for the common wealth, Virginia State University. Publication no. 424-802.

Aghaee-Sarbarzeh, M., H. Safari, M. Rostaei, K. Nadermahmoodi, M. M. Pour Siahbidi, A. Hesami, K. Solaimani, M. M. Ahmadi and R. Mohammadi. 2007. Study of general and specific adaptation in dryland advance wheat (*Triticum aestivum* L.) lines using GE biplot based on AMMI model. Pajouhesh & Sazandegi. 77: 41-48. (In Persian with English abstract).

Aghaee-Sarbarzeh, M., M. Dastfal, H. Farzadi, A. Andarzian, A. Shahbazpour Shahbazi, M. Bahari and H. Rostami. 2012. Evaluation of durum wheat genotypes for yield and yield Stability in warm and dry areas of Iran. Seed Plant Improv. J. 28-1 (2): 315-325 .(In Persian with English abstract).

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.

Anonymous. 2010. Durum Wheat Statistic. Ministry of Jihade-Agriculture. www.iranwheat.ir.

Becker, H. C. and J. Leon, 1988. Stability analysis in plant breeding.Plant Breed. 101: 1-25.

Crossa, J. 1990. Statistical analysis of multilocation trials. Adv. Agron. 44: 55-86.

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

Fabriani, G. and C. Lintas, 1988. Durum Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemistry. Minnesota. USA.

Farshadfar, E. 1998. Application of Biometric Genetics in Plant Breeding. Taghe-Bostan Press, Razi University. (In Persian).

Gauch, H. G. 1992. Statistic Analysis of Regional Yield Trials: AMMI analysis of Factorial Designs. Elsevier, Amesterdam, The Netherlands.

Gauch, H. G. and R. W. Zobel. 1997. Identifying mega-environments and targeting genotypes. Crop Sci. 31: 311-326.

Kang, M. S. 1988. A rank-sum method for selecting high yielding, stable corn genotypes. Cereal Res. Commun. 16: 113-115.

Lin, C. S., M. R. Binns and L. P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Sci. 26: 895-900.

Mohammadi, R., M. Armion and M. M. Ahmadi. 2011. Genotype × environment interactions for grain yield of durum wheat genotypes using AMMI model. Seed Plant Improv. J. 27 (2): 183-198.

Najafian, G., A. K. Kaffashi and A. Jafar-Nezhad. 2010. Analysis of grain yield stability in hexaploid wheat genotypes grown in temperate regions of Iran using additive main effects and multiplicative interaction. J. A. Sci. Technol. 12: 213-222.

Rharrabti, Y., L. F. Garcia del moral, D. Villegas and C. Royo. 2003. Durum wheat quality in Mediterranean

environments: Stability and comparative methods in analyzing G×E interaction. Field Crops Res. 80: 141-146.

Romagosa, I. and P. N. Fox. 1993. Genotype x environment interaction and adaptation. In: M. D. Hayward, N. O., Bosemark and I. Romagosa (Eds.). 1993. Chapman and Hall Press, London, pp. 373-390.

Schoemam, L. J. 2003. Genotype×environment interaction in sunflower (*Helianthus annuus*) in South Africa. MSC. Thesis, Department of Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Free State, Bloemfontein,South Africa**.**

USDA, 2010. http://www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2010/11/global%20durum/

Zobel, R. W., M. J. Wright and H. G. Gauch .1998. Statistical analysis of yield trials. Agron. J. 80: 388-393.

Evaluation of grain yield and its stability in durum wheat genotypes in warm and dry areas of Iran

Aghaee-Sarbarzeh, M.[1], M. Bahari[2], H. Farzadi[3], B. Andarzian[4], M. Dastfal[5] and T. Najafi Mirak[6]

ABSTRACT

Aghaee-Sarbarzeh, M., M.Bahari, H.Farzadi, B. Andarzian, M. Dastfal and T. NajafiMirak. 2014. Evaluation of grain yield and its stability in durum wheat genotypes in warm and dry areas of Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 16(1):1 -11. (In Persian).**

To identify durum wheat cultivars with high grain yield and yield stability, desirable grain quality and resistant to diseases, 18 elite durum wheat genotypes along with two commercial durum (Behrang) and bread wheat (Chamran) cultivars as checks were evaluated. The experiment was carried out in four locations; Khorramabad, Darab, Dezfoul and Ahwaz, research stations in warm and dry areas of Iran in two growing seasons; 2010-11 and 2011-12. The experimental design was randomized complete block with three replications. For grain yield, simple and combined analysis of variance were performed. The genotype × year, genotype × location, and genotype × year × location interactions were significant. For more precise evaluation of interactions and grain yield stability, stability analysis using AMMI model was employed. Biplot analysis showed that the genotypes; DW-89-3, DW-89-4, DW-89-6, DW-89-8, DW-89-9, DW-89-10, DW-89-11, DW-89-13 and DW-89-15 had shortest distance to the biplot center, and therefore had higher grain yield stability. Genotypes DW 89-8 and DW-89-11had also higher grain yield and their protein content and semolina extract rate were higher or similar to the cv. Behrang.

Key words: AMMI, Durum wheat, Protein content, Semolina and Stability analysis.

Received: April, 2012 **Accepted:** October, 2013

1- Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. (Corresponding author) (Email:maghaee@yahoo.com)
2- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Lorestan Province,Khorramabad, Iran
3- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Fars Province, Darab, Iran
4- Faculty members, Agricultural and Natural Resources Research Center of Safiabad, Dezful, Iran
5- Faculty members, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khuzestan, Ahvaz, Iran
6- Associate prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran