

ارزیابی عملکرد و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم در مناطق گرم و خشک ایران

Evaluation of Durum Wheat Genotypes for Yield and Yield Stability in Warm and Dry Areas of Iran

مصطفی آقائی سربرزه^۱، منوچهر دستفال^۲، حسین فرزادی^۳، بهرام اندرزیان^۴،
عباس شاهباز پورشهبازی^۵، محمد بهاری^۶ و حسن رستمی^۷

۱- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۲، ۳، ۴ و ۵- مربی، به ترتیب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس (داراب)، دزفول، خوزستان (اهواز) و بلوچستان (ایرانشهر)

۶ و ۷- کارشناس، به ترتیب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان (خرم‌آباد) و سیستان (زابل)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۷

چکیده

آقائی سربرزه، م.، دستفال، م.، فرزادی، ح.، اندرزیان، ب.، شاهباز پورشهبازی، ع.، بهاری، م. و رستمی، ح. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم در مناطق گرم و خشک ایران. *مجله به‌نژادی نهال و بذر* ۱-۲۸: ۳۱۵-۳۲۵.

به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های پرمحصول و پایدار گندم دوروم با کیفیت مطلوب و مقاوم به بیماری‌های مهم برای مناطق گرم و خشک کشور آزمایشی با ۱۸ ژنوتیپ برتر انتخابی به همراه دو شاهد شامل یک رقم گندم دوروم کرخه و یک رقم گندم نان تجارتنی در شش ایستگاه مناطق گرمسیری شامل داراب، دزفول، اهواز، ایرانشهر، خرم‌آباد و زابل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۸۸-۱۳۸۷ و ۸۹-۱۳۸۸) مورد مطالعه قرار گرفتند. در هر منطقه عملکرد دانه و صفات زراعی ژنوتیپ‌ها یادداشت برداری شد. عملکرد دانه حاصل از هر آزمایش به طور جداگانه مورد تجزیه واریانس ساده و سپس تجزیه مرکب قرار گرفت. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ×سال، ژنوتیپ×مکان و ژنوتیپ×سال×مکان در تجزیه واریانس مرکب، به منظور بررسی دقیق‌تر اثر متقابل و بررسی وضعیت ژنوتیپ‌ها از نظر پایداری، تجزیه AMMI انجام شد. نتایج حاصله با رسم بای پلات نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ (RASCON-21/3MQUE/ALO//FOJA) و ۲۰ (MALMUK-1/LOTUS-5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)) کمترین فاصله را از مرکز بای پلات داشتند، و با کمترین اثر متقابل به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. برای هر یک از محیط‌های مورد بررسی نیز ژنوتیپ‌های مناسب شناسائی شد. از نظر میزان پروتئین، ژنوتیپ شماره ۲۰ با ۱۲/۲ درصد، بیشترین پروتئین را نیز داشت. بنابراین این ژنوتیپ با داشتن پایداری عمومی بالا، مقاومت نسبی به بیماری‌های مهم برگی و کیفیت دانه مناسب، به‌عنوان ژنوتیپ برتر برای مطالعات تکمیلی انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، کیفیت دانه، تجزیه پایداری، عملکرد دانه، AMMI.

مقدمه

گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) محصولی مهم و صنعتی به شمار می‌رود که در صنایع تولید ماکارونی اهمیت ویژه‌ای دارد. اهمیت این گندم به واسطه خصوصیتی است که آرد آن دارد و آن را مناسب تهیه انواع ماکارونی و اسپاگتی می‌کند (Fbriani 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 (Shapouri *et al.*, 2009). نظر به اهمیتی که گندم دوروم در صنعت و تغذیه دارد، تولید و اصلاح ارقام جدید و پرمحصول با ویژگی‌های مهمی مانند پایداری عملکرد ضروری است. در این راستا تولید ارقام پرمحصول که دارای ویژگی‌های مناسبی برای کشت در مناطق مختلف کشور باشند از اهداف مهم در برنامه‌های به‌نژادی موسسات تحقیقاتی است.

در تولید ارقام جدید گندم دوروم علاوه بر عملکرد اقتصادی، پایداری تولید نیز اهمیت زیادی دارد. مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط اطلاعات ارزشمندی درباره اثرهای مختلف محیط بر عملکرد و ارزیابی پایداری عملکرد ارقام فراهم می‌کند (Beker and Leon, 1988). اثر متقابل ژنوتیپ × محیط باعث می‌شود که عملکرد ارقام تحت تاثیر محیط قرار گرفته و ارزش

واقعی هر ژنوتیپ را نتوان به درستی برآورد کرد، به عبارت دیگر باعث کاهش همبستگی ارزش ژنوتیپی و فنوتیپی می‌شود و در نتیجه ژنوتیپ‌های موفق در یک محیط ممکن است در محیط دیگر تظاهر ضعیفی داشته باشند (Becker and Leon, 1988). این پدیده سبب کندی مراحل به‌نژادی و معرفی ارقام جدید می‌شود (Kang, 1988).

محققین به منظور بررسی آثار متقابل ژنوتیپ و محیط ارزش‌های آماری مختلفی از جمله تجزیه واریانس مرکب، تجزیه رگرسیون، تجزیه ضرایب مسیر، روش‌های غیرپارامتری مانند رتبه‌بندی (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 اگرونومیک 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 و برای هر یک ویژگی‌هایی را بیان کردند.

روش اثرهای اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (AMMI) یکی از روش‌های چند متغیره است که از اعتبار و کاربرد

ژنوتیپ‌های مختلف گندم را با این روش و روش‌های دیگر مورد مطالعه قرار داده‌اند (Falahi et al., 2011)؛ (Dehghan et al., 2011).

این بررسی نیز برای دستیابی به ژنوتیپ‌های پر محصول و مناسب گندم دوروم که دارای سازگاری وسیعی بوده و از نظر تولید محصول اقتصادی پایدار باشند، جهت کشت در مناطق مختلف اقلیم گرم و خشک جنوب کشور انجام شد.

مواد و روش‌ها

هجده لاین امید بخش گندم دوروم به همراه رقم شاهد گندم دوروم کرخه و یک رقم شاهد گندم نان تجارتنی در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی خرم‌آباد، داراب، دزفول، اهواز، ابرانشهر و زابل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۸۸-۱۳۸۷ و ۸۹-۱۳۸۸) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شش خط شش متری (۷/۲ مترمربع) به فاصله ۲۰ سانتی‌متری از هم دیگر به صورت جوی و پشته کاشته و به صورت نشتی آبیاری شدند. میزان بذر مصرفی ۴۵۰ دانه در مترمربع بود. فرمول کودی مورد استفاده بر اساس تجزیه خاک و توصیه بخش خاک و آب هر منطقه مورد استفاده قرار گرفت. در طول فصل زراعی، کلیه عملیات زراعی انجام شد. برای مبارزه با علف‌های هرز

فراوانی برخوردار است (Gauch, 1992)؛ (Zobel et al., 1988). این روش یک مدل ادغام شده از تجزیه واریانس و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی است که ابتدا با استفاده از روش‌های تجزیه واریانس اثر اصلی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها محاسبه می‌شود و سپس اجزاء ژنوتیپی و محیطی اثر متقابل، برای ماتریس انحراف از اثر افزایشی محاسبه می‌شود (Crossa, 1990). از روش تجزیه امی برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌های مختلف محصولات زراعی گوناگون استفاده زیادی شده است. اسماعیل‌زاده مقدم و همکاران (Esmailzadeh Moghaddam et al., 2011) از روش‌های مختلفی برای ارزیابی پایداری ارقام گندم دوروم استفاده کردند 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 کردند. آقایی سربزره و همکاران (Aghaee-Sarbarzeh et al., 2007) و نجفیان و همکاران (Najafian et al., 2010) با استفاده از روش AMMI در مطالعه خود، ژنوتیپ‌های پایدار را تعیین و اظهار داشته‌اند که روش فوق‌الذکر می‌تواند در تعیین ژنوتیپ‌های حائز سازگاری عمومی و خصوصی برای مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد. محققین دیگری هم سازگاری و پایداری عملکرد

پهن و نازک برگ به صورت مکانیکی و در صورت نیاز با استفاده از علف کش پوماسوپر و گرانتار اقدام شد. از مراحل مختلف رشد، ظهور سنبله، رسیدن، و سایر صفات مانند ارتفاع بوته، طول سنبله، درصد خوابیدگی، واکنش به بیماری زنگ و بیماری‌های برگ دیگر، رنگ دانه، وزن هزاردانه، وجود لکه آردی یادداشت‌برداری به عمل آمد. پس از برداشت، یک نمونه یک کیلوگرمی دانه به آزمایشگاه شیمی غلات ارسال و صفات کیفی مختلف از جمله درصد پروتئین، عدد زلنی، درصد رسوب SDS، درصد سمولینا و سختی دانه مطالعه شد. پس از انجام تجزیه واریانس ساده، یکنواختی واریانس‌های خطا بررسی شد و سپس با فرض ثابت بودن ژنوتیپ‌ها و تصادفی بودن اثر مکان‌ها و سال‌ها تجزیه واریانس مرکب انجام شد. آزمون واریانس‌ها نیز با در نظر گرفتن امید ریاضی مقادیر واریانس منابع تغییر انجام شد. روش آماری AMMI برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها استفاده و سایر محاسبات آماری از نرم‌افزارهای آماری Excele، MSTATC، SPSS و SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

اسامی ژنوتیپ‌های مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج آزمایش‌های دو ساله در شش منطقه، تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه انجام شد (جدول ۲). آزمون معنی‌دار شدن

میانگین مربعات بر اساس امید ریاضی واریانس‌ها با فرض تصادفی بودن اثر سال‌ها و ثابت بودن اثر مکان‌ها و ژنوتیپ‌ها به عمل آمد. نتایج این تجزیه اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان نداد. اما اثر متقابل دو گانه سال در ژنوتیپ، مکان در ژنوتیپ و اثر متقابل سه گانه سال در مکان در ژنوتیپ معنی‌دار بود (جدول ۲). بنابراین برای کسب اطلاع بیشتر از وضعیت پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها تجزیه پایداری انجام شد.

به منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و بررسی وضعیت پایداری ژنوتیپ‌ها از مدل AMMI استفاده شد (جدول ۳). نتایج این تجزیه نشان داد که اثر اصلی محیط و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط 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 دارند.

با توجه به جدول ۳، اثر محیط بیشترین سهم (۸۵٪) را در توجیه مجموع مربعات تیمار داشت، بنابراین در ارزیابی ژنوتیپ‌ها اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط دارای اهمیت بود. اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نیز ۱۴٪ بیشتر از اثر ژنوتیپ، مجموع مربعات تیمار را توجیه کرد و این موضوع نشان‌دهنده اهمیت اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و ارزیابی آن بود. برای این منظور در مدل AMMI اثر متقابل ژنوتیپ در محیط به مولفه‌های اصلی تشکیل‌دهنده آن

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
1	Karkhe(Check1)
2	Bread wheat (Check 2)
3	AVILLO_1/SNITAN
4	GUANAY/SNITAN
5	SULA/AAZ_5//CHEN/ALTAR84/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85).
6	DIPPER_2/BUSHEN_3//SNITAN
7	URA/4/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/5/CHEN/ALTAR 84//ALTAR 84/AO..
8	SNITAN/3/STOT//ALTAR 84/ALD
9	TRN//21563/AA/3/BD2080/4/KHIAR/5/SKEST//HUI/TUB/3/SILVER
10	SRN_2/BISU/4/KHP/D31708//KHP/3/CORM/5/SNITAN/6/STOT//ALTAR..
11	SOMO/CROC_4//LOTUS_1/3/KITTI/4/STOT//ALTAR 84/ALD
12	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21
13	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21
14	GUAYACAN INIA/YEBAS_8/3/TOPTY_18/FOCHA_1//ALTAR..
15	DUKEM_12/2*RASCON_21//SNITAN
16	HAI-OU_17//PLATA_2/LIRO_3
17	LABUD_1/SHAG_23//SNITAN/3/CNDO/VEE//7*SILVER_2
18	MALMUK_1//LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)
19	PLATA_6/GREEN_17//SNITAN
20	RASCON_21/3/MQUE/ALO//FOJA

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم در دو سال و شش منطقه
Table 6. Combined analysis of variance for grain yield in two years and six locations

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Year (Y)	سال	1	3183455**
Location (L)	مکان	5	56423166**
Y×L	سال×مکان	5	21294520**
R(LY)	اشتباه ۱	24	462581
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	491545 ^{ns}
Y×G	سال×ژنوتیپ	19	307497*
L×G	مکان×ژنوتیپ	95	393203*
Y×L×G	سال×مکان×ژنوتیپ	95	249941**
Error	اشتباه ۲	456	163795

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم دوروم
Table 3. AMMI analysis for grain yield of durum wheat genotypes

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	نسبت SS منبع به مدل SS (%) SS/SS _{model} (%)
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	9339030.9	491527.9 ^{ns}	3
Environment (Env)	محیط	11	391754993.7	35614090.0 ^{**}	85
G×Env	اثر متقابل ژنوتیپ × محیط	209	66940884.3	320291.3 ^{**}	14
IPCA ₁	مولفه اصلی اول	29	19922170.0	686971.4 ^{**}	30
IPCA ₂	مولفه اصلی دوم	27	12094848.4	447957.3 ^{**}	18
IPCA ₃	مولفه اصلی سوم	25	10852193.2	434087.7 ^{**}	16
IPCA ₄	مولفه اصلی چهارم	23	7190187.2	312616.8 [*]	11
Noise (Residual)	باقی مانده	105	16881485.0	160776.1	25
Error	اشتباه	456	74690520.0	163795.0	

ns و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

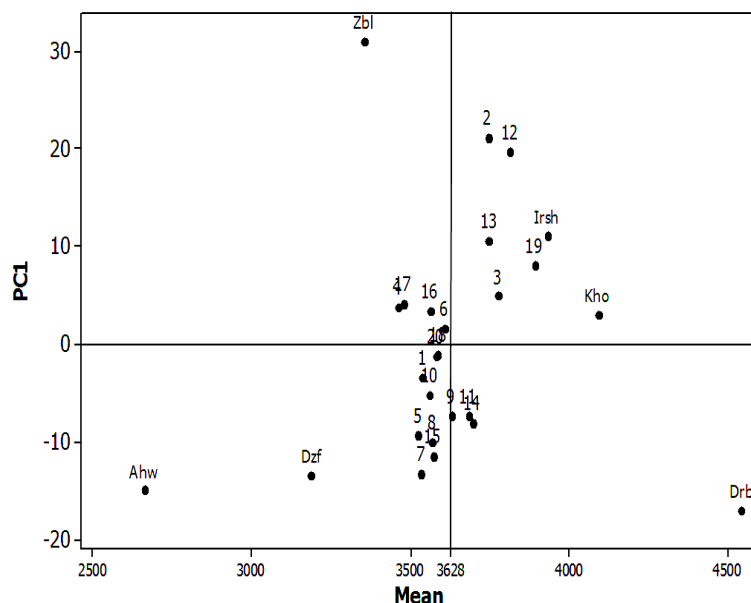
ns and **: Not significant and significant at 1% level of probability, respectively.

شناخته شدند. بالاترین میانگین عملکرد مکان‌ها نیز مربوط به مکان‌های داراب و خرم‌آباد و کمترین میانگین عملکرد به مکان اهواز تعلق داشت.

به منظور بررسی سازگاری خصوصی ژنوتیپ‌ها با مکان‌های مورد مطالعه از مدل AMMI2 که از پلات کردن دو مولفه اصلی اول ایجاد می‌شود استفاده شد. در این بای‌پلات دزفول و اهواز (S2 و S3) به عنوان کلان محیط اول شناخته شدند و ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۸، ۱۵ و ۵ به عنوان ژنوتیپ‌های برتر برای این کلان محیط شناخته شدند. به عبارت دیگر این ژنوتیپ‌ها بهترین پاسخ را در مکان‌های فوق نشان داده و با این مکان‌ها سازگاری خصوصی داشتند. ایرانشهر، زابل و داراب (S5، S6 و S1) نیز سه کلان محیط دیگر را تشکیل دادند که ژنوتیپ‌های شماره ۶ برای ایرانشهر، ژنوتیپ‌ها

تجزیه شد. در این بررسی چهار مولفه اصلی اول معنی‌دار شدند که مولفه اول و دوم در مجموع ۴۸٪ از تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را توجیه کرد.

با توجه به نمودار بای‌پلات (شکل ۱) میانگین عملکرد در مقابل مولفه اول (مدل AMMI1)، ژنوتیپ‌های شماره ۱۸، ۲۰، ۶، ۱۶، ۱، ۳ و ۱۰ به ترتیب با داشتن کمترین میزان اثر متقابل، پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند، بنابراین رتبه‌های نخست پایداری را به دست آوردند. علاوه بر پایداری، عملکرد نیز در گزینش ژنوتیپ‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین از بین این ژنوتیپ‌ها ژنوتیپ شماره ۳ با عملکرد بالاتر از میانگین کل و ژنوتیپ شماره ۶ با عملکرد نزدیک به میانگین کل قابل گزینش بود. از سوی دیگر ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۷ ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها



شکل ۱- نمودار بای پلات عملکرد در مقابل مولفه اول مدل AMMI1 ژنوتیپ‌های مورد مطالعه
 Fig. 1. Biplot presentation of first component vs. grain yield of durum wheat genotypes
 برای نام ژنوتیپ‌ها (اعداد داخل شکل) به جدول ۱ مراجعه شود.
 For name of genotype (numbers inside the fig.) see Table 1.

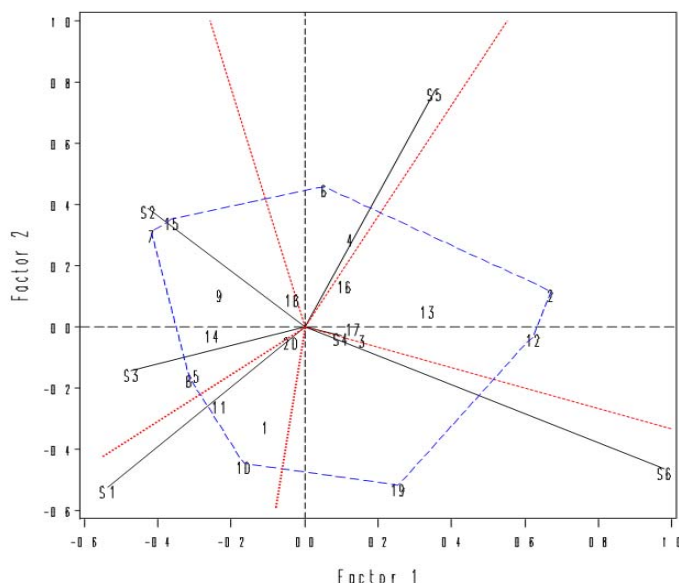
شماره ۱۹ برای زابل، و ژنوتیپ شماره ۱۰ برای داراب به عنوان ژنوتیپ‌های منتخب برای هر کلان محیط معرفی شدند. مکان خرم‌آباد (S4) با واقع شدن در موقعیت بینایی به عنوان کلان محیط با اطمینان بالا قابل توجیه نیست. در صورتی که این مکان به عنوان یک کلان محیط در نظر گرفته شود ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۱۲ را می‌توان به آن اختصاص داد.

شماره ۱۹ برای زابل، و ژنوتیپ شماره ۱۰ برای داراب به عنوان ژنوتیپ‌های منتخب برای هر کلان محیط معرفی شدند. مکان خرم‌آباد (S4) با واقع شدن در موقعیت بینایی به عنوان کلان محیط با اطمینان بالا قابل توجیه نیست. در صورتی که این مکان به عنوان یک کلان محیط در نظر گرفته شود ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۱۲ را می‌توان به آن اختصاص داد.

در این مدل هرچه ژنوتیپ‌ها به مرکز بای پلات AMMI نزدیک‌تر باشند، دارای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط کمتر و از پایداری عمومی بیشتری برخوردار هستند، بنابراین برای اکثر مکان‌ها قابل توصیه خواهند بود. در مقابل، ژنوتیپ‌هایی که دور از مرکز قرار می‌گیرند دارای پایداری خصوصی هستند.

با این توضیح ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۱۸، ۱۶، ۱۷ و ۳ به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها بر اساس مدل AMMI2 شناخته شدند (شکل ۲). در مجموع می‌توان ژنوتیپ‌های شماره ۱۸، ۲۰ و ۳ را با توجه به دو بای پلات AMMI1 و AMMI2 به عنوان ژنوتیپ‌های با پایداری عمومی معرفی کرد.

در انتخاب نهایی ژنوتیپ‌ها، علاوه بر از پایداری و عملکرد بالا، معیارهای دیگری از جمله واکنش به بیماری‌ها و کیفیت محصول نهایی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. بر اساس ژنوتیپ‌های مشخص شده در تجزیه آمی، صرف نظر از این که دارای پایداری خصوصی یا عمومی باشند از نظر عملکرد دانه ارزیابی شدند.



شکل ۲- بای پلات مدل AMMI2 دو مولفه اول برای اثر متقابل ژنوتیپ‌ها و محیط‌های مورد بررسی

Fig 2. Biplot presentation of first and second components of G×E interaction

برای نام ژنوتیپ‌ها (اعداد داخل شکل) به جدول ۱ مراجعه شود.

For name of genotype (numbers inside the fig.) see Table 1.

بقیه برتر بود.

واکنش ژنوتیپ‌ها به بیماری‌های مهم مانند زنگ‌ها از جمله معیارهای گزینش ژنوتیپ‌ها است. در برخی از ایستگاه‌ها این صفت در سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ یادداشت شده‌اند (نتایج بیماری‌ها درج نشده‌اند). ژنوتیپ شماره ۶ با واکنش 10S به زنگ قهوه‌ای حساس و ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۵ و ۱۸ با واکنش 20MS به این بیماری نیمه حساس بودند. ژنوتیپ شماره ۸ با واکنش 30S به زنگ زرد حساسیت بالایی نشان داد. علائم این بیماری‌ها در سایر ژنوتیپ‌ها یعنی شماره‌های ۷، ۱۴، ۱۹ و ۲۰ در مزرعه مشاهده نشد. برای اطمینان بیشتر ارزیابی‌های بعدی این ژنوتیپ‌ها برای واکنش به بیماری‌های مورد نظر ضروری خواهد بود.

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 ۴). بطور کلی تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر میزان عملکرد تولیدی نسبت به میانگین کل ژنوتیپ‌ها در سال‌ها و مکان‌های مورد مطالعه وجود نداشت. در صورتی که ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ در حد شاهد دوروم و یا برتر از آن بودند. از بین این ژنوتیپ‌ها فقط لاین‌های شماره ۱۲، ۱۴ و ۱۹ به ترتیب با ۸٪، ۴٪ و ۱۰٪ عملکرد بیشتری نسبت به شاهد دوروم داشتند. در مقایسه با شاهد گندم نان، تمام ژنوتیپ‌ها در حد شاهد بودند ولی ژنوتیپ شماره ۱۹ با ۴٪ عملکرد بیشتر نسبت به

جدول ۴- میانگین عملکرد دانه و درصد عملکرد نسبت به میانگین کل ژنوتیپ های مورد ارزیابی
 Table 7. Mean yield, yield performance over the checks, and grain quality of durum wheat genotypes

Genotype No.	Yield (kg ha ⁻¹)	YIR(%)	%Over durum check	%Over bread wheat Check	YB	PROT	ZEL	HI	SDS	S%
1	3538	98	100	94	0.17	12.50	34.00	58.50	43.50	53.00
2	3745	103	106	100	0.00	12.35	34.00	59.00	41.50	51.50
3	3777	104	107	101	8.50	12.03	32.67	59.67	44.67	50.33
4	3460	95	98	92	20.17	11.87	29.67	57.33	42.67	49.67
5	3526	97	100	94	23.50	11.73	30.33	57.33	41.00	51.67
6	3606	99	102	96	2.50	11.87	32.33	58.00	43.33	51.33
7	3534	97	100	94	2.67	11.83	31.67	60.33	46.67	51.67
8	3570	98	101	95	8.50	11.80	31.67	58.67	42.00	52.00
9	3630	100	103	97	1.50	12.00	32.00	58.67	42.33	50.33
10	3561	98	101	95	3.33	12.17	32.67	58.67	43.67	52.33
11	3683	102	104	98	6.83	11.73	30.67	58.00	42.67	51.00
12	3814	105	108	102	11.83	11.73	30.67	57.00	42.33	49.33
13	3747	103	106	100	20.00	12.10	33.00	58.00	43.67	47.00
14	3697	102	104	99	1.83	12.10	33.00	58.33	47.67	48.33
15	3572	98	101	95	1.83	12.17	32.67	58.67	45.67	49.67
16	3564	98	101	95	0.83	12.20	32.33	55.00	45.33	51.33
17	3478	96	98	93	6.83	11.97	31.67	57.33	40.67	49.33
18	3588	99	101	96	2.50	11.73	31.00	56.67	47.00	48.33
19	3892	107	110	104	5.00	11.80	30.67	56.67	44.00	48.67
20	3580	99	101	96	1.67	12.20	32.67	56.67	43.33	52.00

YIR: نسبت میانگین عملکرد هر ژنوتیپ به میانگین کل ژنوتیپ‌ها؛ YB: میزان لکه‌های سفید نشاسته‌ای در دانه؛ PROT: درصد پروتئین؛ ZEL: عدد زلی؛ HI: سختی دانه؛ SDS: ضریب رسوب، S%: درصد سمولینا.

YIR: Yield Index Ratio; YB: Yellow Berry content; PROT: Protein content; ZEL: Zelinii value; HI: Hardness Index; SDS: Sedimentation ratio; S%: Semolina %.

داشت. از نظر سایر معیارهای کیفی، تفاوت زیادی بین این ژنوتیپ با سایر ژنوتیپ‌ها وجود نداشت. بنابراین ژنوتیپ شماره ۲۰ (RASCON_21/3/MQUE/ALO//FOJA) با داشتن پایداری عمومی بالا، تحمل به بیماری‌های مهم منطقه و صفات کیفی مناسب به عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب شد.

معیارهای ارزیابی کیفی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۴ درج شده‌اند. از بین ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۱۴، ۱۹ و ۲۰ که در مراحل قبل مورد گزینش قرار گرفتند، ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۲۰ کمترین میزان لکه سفید نشاسته‌ای (Yellow berry) را نشان دادند و بنابراین مناسب‌تر بودند. از نظر میزان پروتئین، ژنوتیپ شماره ۲۰ بیشترین پروتئین را با ۱۲/۲٪

References

Abaye, A. O., Brann, D. E., Alley, M. M., and Griffey, C. A. 1997. Winter durum wheat: Do we have all the answer? Crop Soil and Environmental Science Publ. 424,

Page 802.

- Aghaee-Sarbarzeh, M., Safari, H., Rostaei, M., Nadermahmoodi, K., Pour Siabidi, M. M., Hesami, A., Solaimani, K., Ahmadi, M. M., and Mohammadi, R. 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).
- Becker, H. C., and Leon, J. 1988.** Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1-25.
- Crossa, J. 1990.** Statistical analysis of multilocation trials. *Advances in Agronomy* 44: 55-84.
- Dehghan, A., Khodarahmi, M., Majidi Heravan, I., and Paknezhad, F. 2011.** Genetic variation of morphological and physiological traits in durum wheat lines. *Seed and Plant Improvement Journal* 27-1 (1): 103-120 (in Persian).
- Esmailzadeh Moghaddam, M., Zakizadeh, M., Akbari Moghaddam, H., Abedini Esfahlani, M., Sayahfar, M., Nikzad, A. R., Tabib Ghafari, S. M., and Lotfali Ayeneh, G. A. 2011.** Genotype \times environment interaction and stability of grain yield of bread wheat genotypes in dry and warm areas of Iran. *Seed and Plant Improvement Journal*. 27-1 (2): 257-273 (in Persian).
- Fabriani, G., and Lintas, C. 1988.** *Durum Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemistry. Minnesota, USA.
- Falahi, H. A., Jafarbai, J., and Saiedi, F. 2011.** Evaluation of drought tolerance in durum wheat genotypes using drought tolerance indices. *Seed and Plant Improvement Journal* 27-1: 15-22 (in Persian).
- Gauch, H. G. 1992.** *Statistic Analysis of Regional Yield Trials: AMMI analysis of Factorial Designs*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. 278pp.
- Gauch, H. G., and Zobel, R. W. 1997.** Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop Science* 31: 311-326.
- Kang, M. S. 1988.** A rank-sum method for selecting high yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communication* 16: 113-115.
- Lin, C. S., Binns, M. R., and Lefkovich, L. P. 1986.** Stability analysis: Where do we stand? *Crop Science* 26: 895-900.

- Mohammadi, R., Armion, M., and Ahmadi, M.M. 2011.** Genotype \times environment interactions for grain yield of durum wheat genotypes using AMMI model. *Seed and Plant Improvement Journal* 27-1 (2): 183-198 (in Persian).
- Nabovati, S., Aghaee-Sarbarzeh, M., Choukan, R., Ghanavati, F., and Najafian, G. 2010.** Genetic variation in agronomic characteristics and grain quality traits of durum wheat genotypes. *Seed and Plant Improvement Journal* 26-1: 331-350 (in Persian).
- Najafian, G., Kaffashi, A. K., and Jafar-Nezhad, A. 2010.** Analysis of grain yield stability in hexaploid wheat genotypes grown in temperate regions of Iran using additive main effects and multiplicative interaction. *Journal of Agricultural Science and Technology* 12: 213-222.
- Romagosa, I., and Fox, P. N. 1993.** Genotype \times environment interaction and adaptation. pp. 373-390. In: Hayward, M. D., Bosemark, O., and Romagosa, I. (eds.). *Plant Breeding: Principles and Prospects*. Chapman and Hall Press, London, UK.
- Sadeghzadeh Ahari, D., Hosseini, S. K., Hosseinpour, T., Jafarbai, J. A., Khalilzadeh, G., and Alizadeh Dizaj, K. 2005.** Study on adaptability and stability of grain yield in durum wheat lines in warm and semi-warm dryland areas. *Seed and Plant* 21: 561-567 (in Persian).
- Shapouri, S., Rosen, S., Meade, B., and Gale, F. 2009.** Food Security Assessment 2008-2009. USDA, GFU-20. Available on: www.ers.usda.gov/publication/GFA-20.
- Zobel, R. W., Wright, M. J., and Gauch, H. G. 1998.** Statistical analysis of yield trials. *Agronomy Journal* 80: 388-393.