

## تجزیه پایداری عملکرد ژنوتیپ های گندم دوروم با استفاده از روش امی

توحید نجفی میرک\*<sup>۱</sup>، مصطفی آقایی سربرزه<sup>۱</sup>، علی اکبر مویدی<sup>۲</sup>، امیر کیوان کفاشی<sup>۳</sup>، منوچهر سیاح فر<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۵

- ۱- دانشیار و استاد پژوهشی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
  - ۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
  - ۳- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
  - ۴- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران
- \* مسئول مکاتبه: Email: tnmirak@yahoo.com

### چکیده

اهداف: این تحقیق به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و شناسایی ژنوتیپ های پایدار گندم دوروم در مناطق معتدل ایران اجرا گردید.

مواد و روش ها: تعداد ۱۹ ژنوتیپ انتخابی از آزمایشات مقایسه عملکرد گندم دوروم در اقلیم معتدل کشور به همراه یک رقم شاهد گندم نان در چهار منطقه شامل کرج، کرمانشاه، نیشابور و خرم آباد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و طی دو سال زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای عملکرد دانه، داده ها مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت. همچنین برای شناسایی ژنوتیپ هایی که در کنار پتانسیل عملکرد دانه بالا از پایداری عملکرد و سازگاری عمومی بالایی برخوردار باشند، تجزیه پایداری با استفاده از روش چند متغیره امی انجام گردید.

یافته ها: براساس دو مولفه اصلی اول و دوم تجزیه پایداری چند متغیره AMMI ژنوتیپ های شماره ۵، ۱۱، ۱۳، ۱۵ و ۲۰ و براساس آماره پایداری ASV ژنوتیپ های شماره ۵، ۷، ۱۶ و ۱۹ از پایداری بیشتری برخوردار بودند. ژنوتیپ های شماره ۵، ۱۶ و ۱۹ بترتیب با میانگین عملکرد ۷/۴۹۷، ۷/۳۲۶ و ۷/۵۵۱ تن در هکتار هم عملکرد بالایی داشتند و هم از پایداری عملکرد بالایی برخوردار بودند. این ژنوتیپ ها از نظر خصوصیات زراعی نیز وضعیت مطلوبی داشتند.

نتیجه گیری: با در نظر گرفتن عملکرد دانه و پایداری عملکرد، ژنوتیپ های شماره ۵، ۱۶ و ۱۹ بعنوان ژنوتیپ های برتر انتخاب شدند. هرکدام از این ژنوتیپ ها که در شرایط زارعی نیز برتری خود را نشان دهد بعنوان رقم جدید برای مناطق معتدل کشور معرفی خواهد شد.

واژه های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، امی، پایداری عملکرد، گندم دوروم، مناطق معتدل

## Yield Stability Analysis of Durum Wheat Genotypes Using AMMI Method

Tohid Najafi Mirak<sup>\*1</sup>, Mostafa Agae Sarbarzeh<sup>1</sup>, Aliakbar Moayedi<sup>2</sup>, AmirKeyvan Kaffashi<sup>3</sup>, Manoochehr Sayahfar<sup>4</sup>

Received: June 7, 2020 Accepted: November 25, 2020

1-Assoc. Prof., and Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Karaj, Iran.

2-Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Dept, Khorasan-e-Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

3-Research Instructor of Seed and Plant Improvement Dept, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran.

4-Research Instructor of Seed and Plant Improvement Dept, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran.

\*Corresponding Author Email: tnmirak@yahoo.com

### Abstract

**Background and Objective:** This research was conducted in order to study Genotype × environment interaction effect and identify adaptable durum wheat genotypes with high yield stability in temperate agro-climate zone of Iran.

**Materials and Methods:** Nineteen elite durum genotypes along with a commercial bread wheat check, Mehrgan, were tested in 4 locations, i.e. Karaj, Kermanshah, Neishabour and khorramabad in temperate agro-climate zone of Iran in two years, 2017-18 and 2018-19. The experiments were conducted in a RCBD design with three replications. For grain yield, combined analyses of variance were performed. In order to precise evaluation of genotype by environment interactions and genotypes stability, stability analysis using AMMI method was undertaken.

**Results:** Based on two main components of AMMI analysis, genotypes 5, 11, 13, 15 and 20 had good stability and based on ASV index genotypes 5, 7, 16 and 19 were more stable than check. Finally, genotypes 5, 16 and 19 with average grain yield of 7.497, 7.326 and 7.551 kg ha<sup>-1</sup>, respectively and high yield stability were selected as superior durum wheat genotypes. These genotypes also were desirable based on the days to earing and maturity, plant height and thousands kernel weight.

**Conclusion:** Based on results, genotypes 5, 16 and 19 with high grain yield and low G×E interaction were selected as stable and adaptable durum wheat genotypes. Each of them is superior in on-farm condition, will be introduce as a new durum wheat cultivar for temperate zone of Iran.

**Keywords:** AMMI, Durum Wheat, G×E Interaction, Temperate Zone, Yield Stability

## مقدمه

گندم دوروم (*Triticum turgidum L. var durum*) یا همان گندم ماکارونی گندم تتراپلوئیدی است که از نظر خصوصیات کیفی دانه تفاوت‌هایی زیادی با گندم نان (*Triticum aestivum*) دارد. مهمترین ویژگی های این گونه گندم سختی و رنگ زرد دانه، گلوتن سنگین و خمیر غیر چسبنده آن، درصد پروتئین و کیفیت پخت بالای آن می باشد (نیپ ۲۰۰۸). سختی بافت اندوسپرم و وجود رنگ دانه های زرد در آن باعث افزایش کیفیت سمولینا و پاستای حاصل از آن می گردد (برنان و همکاران ۲۰۰۲). در سال زراعی ۱۵-۲۰۱۴ میلادی تولید جهانی گندم از سطحی معادل ۲۱۵ میلیون هکتار، حدود ۷۲۰ میلیون تن بود که سهم گندم دوروم از آن ۳۳ میلیون تن بوده است. به عبارتی می توان گفت که حدود پنج درصد گندم تولید شده در جهان به گندم دوروم اختصاص دارد (رانیری ۲۰۱۵). در ایران نیز سطح زیر کشت گندم دوروم در سال ۱۳۹۷ حدود ۱۴۷ هزار هکتار گزارش شده است که با توجه به شروع طرح پیش خرید گندم دوروم توسط کارخانجات ماکارونی کشور در سال جاری انتظار می رود در سال های آتی سطح زیر کشت این محصول افزایش یابد (نامشخص ۲۰۱۹).

نظر به اهمیت گندم دوروم در صنعت و تغذیه، تولید و اصلاح ارقام جدید با پتانسیل عملکرد بالا و پایدار و دارای ویژگی های زراعی مهم نظیر زودرسی، متحمل به خوابیدگی و مقاوم به بیماری های مهم ضرورت دارد. یک ژنوتیپ معمولاً در محیط های مختلف از لحاظ عملکرد واکنش های متفاوتی دارد بطوری که رتبه آن از یک محیط به محیط دیگر تغییر می یابد. این تغییرات که در نتیجه کنش بین ژنوتیپ و محیط ایجاد می شود تحت عنوان اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط شناخته شده است (نجفی میرک و همکاران ۲۰۱۸). یکی از اهداف اصلاح و معرفی ارقام گندم در مناطق مختلف کاهش اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری تولید

می باشد (یان و راجکان ۲۰۰۲). 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 باعث کاهش همبستگی ارزش ژنوتیپی و فنوتیپی می گردد و در نتیجه ژنوتیپ های موفق در یک محیط ممکن است در محیط دیگر تظاهر ضعیفی داشته باشد (بکر و لئون ۱۹۸۸). وجود این عامل درخصوص صفات مهم اقتصادی مانند عملکرد دانه سبب کندی مراحل به نژادی و معرفی ارقام جدید می شود (کنگ ۱۹۸۸).

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، اطلاعات با ارزشی در رابطه با عملکرد ارقام در محیط های مختلف به به نژادگران ارائه داده و نقش مهمی در ارزیابی پایداری عملکرد مواد اصلاحی ایفا می کند (کارادوات و همکاران ۲۰۱۰). در واقع یک رقم موفق علاوه بر عملکرد بالا و صفات مطلوب زراعی باید در دامنه وسیعی از شرایط محیطی بتواند عملکرد خود را حفظ نماید به همین منظور لاین ها و ارقام برای بررسی عملکرد و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در مکان ها و سال های مختلف کشت و مورد ارزیابی قرار می گیرند (بکر و لئون ۱۹۸۸).

برای برآورد پایداری ژنوتیپی و نیز تحلیل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط روش های آماری پارامتری و ناپارامتری متعددی توسط محققین پیشنهاد شده است در تحقیق مقدم و پورداد (۲۰۰۹) استفاده از روش های ناپارامتری هیون (۱۹۹۰) و تنارازو (۱۹۹۵) منجر به انتخاب ژنوتیپ هایی با عملکرد پایین شدند. در حالی که ضریب رگرسیون فیئلی و ویلکینسون (۱۹۶۳) و شاخص برتری لین و بینز (لین و همکاران ۱۹۸۶) روش های مناسبی برای گزینش هم زمان عملکرد و پایداری تشخیص داده شد.

AMMI استفاده کرده و لاین پایدار جو را در شرایط تنش معرفی کرده است. با توجه به اینکه تولید ارقام اصلاح شده و سازگار با ظرفیت عملکرد بالابرای هر محیط از نظر اقتصادی هزینه سنگین و صرف وقت زیادی را می طلبد، باید ژنوتیپ هائی را انتخاب نمود که دارای سازگاری عمومی بالایی بوده و برای چند منطقه متفاوت قابل توصیه بوده و در مناطق اقلیمی مشابه، عملکرد قابل قبولی داشته باشند (آکورا و همکاران ۲۰۰۶). این بررسی نیز با هدف دستیابی به ژنوتیپ های 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 معتدل کشور انجام شد.

### مواد و روش ها

در این پژوهش تعداد ۱۹ لاین خالص انتخابی از آزمایشات مقایسه عملکرد گندم دوروم در اقلیم معتدل کشور به همراه یک رقم شاهد گندم نان (مهرگان) در چهار ایستگاه تحقیقاتی مناطق معتدل کشور شامل کرج، کرمانشاه، نیشابور و خرم آباد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و طی دو سال زراعی متوالی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۷-۱۳۹۶ کشت و مورد مقایسه قرار گرفت. با توجه به اینکه در بین کشاورزان و برنامه ریزان کشاورزی گندم دوروم از نظر عملکرد و ارزش اقتصادی عمدتاً با گندم نان مقایسه می شود لذا در این برنامه تحقیقاتی نیز از شاهد گندم نان استفاده گردید. تیپ رشد همه ژنوتیپ های مورد بررسی بهاره بوده و لیست و شجره آنها در جدول ۱ آورده شده است. مشخصات فنی و زراعی اجرای طرح در کلیه مناطق یکسان و مشابه بود. بذور آزمایشی قبل از کاشت به منظور جلوگیری از سیاهک پنهان با قارچ کش کاربوکسین تیرام به نسبت دو

روش گرافیکی<sup>۱</sup>  $GGE$  و روش اثرات اصلی جمع پذیر و اثر متقابل ضرب پذیر<sup>۲</sup> AMMI از مهم ترین روش های چند متغیره تجریه پایداری به شمار می روند (گاچ و زوبل ۱۹۹۶ و یان و همکاران ۲۰۰۰). از روش تجزیه امی برای بررسی پایداری ژنوتیپ های مختلف محصولات زراعی گوناگون استفاده زیادی شده است. اسماعیل زاده مقدم و همکاران (۲۰۱۱) از بین روش های مختلفی که برای ارزیابی پایداری ارقام گندم دوروم استفاده نمودند، روش AMMI و SHMM را مناسب تر از بقیه معرفی کردند. آقائی سربرزه و همکاران (۲۰۱۲)، نجفیان و همکاران (۲۰۱۰)، تاری نژاد (۲۰۱۷) و نجفی میرک (۲۰۱۱) با استفاده از روش AMMI ژنوتیپ های پایدار گندم را تعیین و اظهار داشته اند که روش فوق الذکر میتواند در تعیین ژنوتیپ های حائز سازگاری عمومی و خصوصاً برای مکانهای مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

علاوه بر پایداری عملکرد، سازگاری ارقام نیز جنبه مهم دیگری است که باید مورد توجه قرار گیرد. هر چند موضوع سازگاری مفهوم پیچیده ای دارد، اما بطور خلاصه می توان گفت که سازگاری عبارت از ظرفیت ژنتیکی یک رقم برای ظهور عملکرد بالا و پایدار در محیط های متفاوت است (فرشادفر ۱۹۹۸). اکبرپور و همکاران (۲۰۱۱) از روش AMMI برای بررسی پایداری عملکرد ۱۱ لاین امید بخش جو استفاده کرده و بیان داشتند که با استفاده از این روش میتوان علاوه بر شناسائی ژنوتیپ های با سازگاری عمومی، ژنوتیپ های با سازگاری خصوصی برای مناطق مختلف را نیز شناسائی کرد. براتی و همکاران (۲۰۱۹) نیز برای بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط بر عملکرد جو تحت تنش شوری، از آماره پایداری<sup>۴</sup>  $ASV$  و فاصله

<sup>3</sup> Shifted multiplicative models cluster analysis

<sup>4</sup> AMMI Stability value

<sup>1</sup> Genotype + Genotype × Environment

<sup>2</sup> Additive main effect and multiplicative interaction

دانه. پس از حصول داده ها تجزیه واریانس ساده و مرکب با در نظر گرفتن مکان و ژنوتیپ بعنوان فاکتور ثابت (FT و FL) و سال بعنوان فاکتور تصادفی (RY) برای عملکرد دانه انجام گرفت با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، تجزیه پایداری به روش چند متغیره AMMI انجام گردید (گاچ و زوبل ۱۹۹۷). لاین های سازگار به مناطق معتدل کشور که بالاترین و پایدارترین عملکرد دانه را نیز دارا بودند، انتخاب شدند. در این تحقیق برای تجزیه واریانس و تجزیه های پایداری از نرم افزار های SAS و ADEL-R و برای رسم نمودارها و محاسبه آماره پایداری ASV برای هر ژنوتیپ با فرمول زیر از نرم افزار Excel استفاده گردید:

$$ASV = \sqrt{\left(\left(\frac{SS_{PC1}}{SS_{PC2}}\right) * IPC_1\right)^2 + IPC_2^2}$$

در این فرمول  $IPC_1$  و  $IPC_2$  مولفه های اول و دوم و  $SS_{PC1}$  و  $SS_{PC2}$  مجموع مربعات مولفه های اول و دوم می باشد (گاچ و زوبل ۱۹۹۶).

در هزار ضد عفونی گردید. میزان بذر مصرفی بر اساس ۴۵۰ بذر در متر مربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه برای هر لاین تعیین گردید (نجفی میرک و همکاران ۲۰۱۹). کشت به صورت جوی و پشته و آبیاری بصورت نشتی انجام گرفت. نوع و میزان کود بر اساس آزمون خاک هر منطقه مصرف گردید. کود پتاس از منبع سولفات پتاس، کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم بصورت پایه و کود ازته از منبع اوره بصورت پایه و سرک به مصرف رسید.

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۶ متری به فاصله ۲۰ سانتیمتر (متر مربع  $7/2 = 1/2 \times 6$ ) بود که قبل از برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف و بقیه (۶ متر مربع) برداشت شد. برای مبارزه با علفهای هرز پهن برگ و باریک برگ، مخلوطی از علف کشهای گرانستار و پوما سوپر به ترتیب به مقدار ۲۰ گرم و یک لیتر در هکتار در مرحله پنجه زنی تا ساقه رفتن استفاده شد. در طول دوره رشد علاوه بر مراقبتهای زراعی، یادداشت برداریهایی از کرت های آزمایشی به عمل آمد که مهمترین آنها عبارتند از تاریخ جوانه زنی، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی، درصد خوابیدگی، عکس العمل به بیماریها، ارتفاع بوته و عملکرد

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

Genotype no.	Pedigree
1	Hana
2	Shabrang
3	Mehragan(Check)
4	SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/5/SOMAT_4/SILVER_1/3/FOCHA_1/ALAS//4*FOCHA_1/4/SOMAT_3/PHAX_1/TILO_1/LOTUS_4
5	SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/5/TOSKA_26/RASCON_37//SNITAN/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/6/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALLA*2/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1
6	SOOTY_9/RASCON_37//LLARETA INIA/10/ALTAR 84/CMH82A.1062//ALTAR 84/3/YAZI_10/4/SNITAN/9/USDA595/3/D67.3/RABI/CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/11/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7//ILBOR_1//SOMAT_3
7	EXELDUR/8/GEDIZ/FGO//GTA/3/SRN_1/4/TOTUS/5/ENTE/MEXI_2//HUI/4/YAV_1/3/LD357E/2*TC60//JO69/6/SOMBRA_20/7/JUPAREC 2001/9/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/3/RASCON_22/RASCON_21//MOJO_2
8	ALTAR84/860137//YAZI_1/4/LIS_8/FILLO_6/3/FUUT//HORA/JOR/8/GEDIZ/FGO//GTA/3/SRN_1/4/TOTUS/5/ENTE/MEXI_2//HUI/4/YAV_1/3/LD357E/2*TC60//
8	JO69/6/SOMBRA_20/7/JUPAREC2001/9/SOMAT_4/INTER_8/6/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA/PLATA_12/5/STOT//ALTAR 84/A
9	WID22202/4/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/AJAJIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/5/CF4-JS 21//TECA96/TILO_1

10	SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO/5/RASCON_33/TISOMA_2/3/CANELO_8//SORA/2*PLATA_12/4/SOMAT_4/INTER_8/6/GUAYA CAN INIA/KUCUK/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1
11	HD4530/3/SOOTY_9/RASCON_37//SOMAT_3.1/5/LYMN0_8/3/RASCON_37/TARRO_2//RASCON_37/4/JUPARE C 2001
12	1A.ID 5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/CF4-JS 40//SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/ SNITAN/9/CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR 84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/S SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/8/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALLA*2/7/EUDO//CHEN_1/TEZ/3/TANTLO_1/5/C HEN/ALTAR
13	84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/6/MOJO/KITTI/11/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/10/PLATA_10/6/MQUE/4/US DA573//QFN/AA_7/3/ ALBA-D/5/AVO/HU ISLOM_1/DUKEM_2//TARRO_3/5/CREX//BOY/YAV_1/3/PLATA_6/4/PORRON_11/6/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//G REEN/7/DUKEM_1// PATKA_7/YAZI_1/3/PATKA_7/YAZI_1/8/CBC 514
14	CHILE/SOMAT_4/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/6/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC// BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/5/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALLA*2/4/ARMENT//SRN_3/
15	NIGRIS_4/3/CANELO_9.1 STORLOM/3/RASCON_37/TARRO_2//RASCON_37/4/D00003A/5/1A.ID 5+1- 06/3*MOJO/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/6/ SOOTY_9/
16	RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/ LOTUS_4 CBC 509
17	CHILE/YEBAS_8//DUKEM_12/2*RASCON_21/11/CANELO_9.1/SNITAN/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT
18	MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/3/PATA_2//ARAM_9/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/...
19	P91.272.3.1/3*MEXI75//2*JUPAREC2001/5/ARTICO/AJAIA-3//HUALITA/3/FULVOUS-1/...
20	AMRIA/10/TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/...

## نتایج و بحث

متغیره مدل AMMI استفاده گردید. همانطور که در بخش های قبلی نیز گفته شد این مدل روش بسیار مناسب برای تجزیه و تفسیر ماتریس های بزرگ ژنوتیپ در محیط است زیرا با ایجاد بای پلات در این روش، استنباط مناسبی در مورد اثر متقابل ژنوتیپ در محیط فراهم می شود و انتخاب ژنوتیپ های با سازگاری مناسب در محیط های خاص تسهیل می گردد (زوبل و همکاران، ۱۹۸۸).

با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در تجزیه واریانس مرکب، در مدل AMMI اثر متقابل ژنوتیپ در محیط به مولفه های اصلی تشکیل دهنده آن تجزیه شد. در این بررسی مولفه اصلی اول معنی دار شد. این مولفه به تنهایی بیش از ۶۱ درصد از تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را توجیه نمود و به همراه مولفه دوم که اثر آن نیز در اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط معنی دار شده بود، حدود ۸۶ درصد تغییرات اثر متقابل را توجیه می کرد (جدول ۳).

تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه در چهار منطقه و دو سال انجام گرفت و نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین مکان ها و سال های مختلف وجود ندارد ولی اثر متقابل سال و مکان بر روی عملکرد دانه ژنوتیپ ها معنی دار بود که نشانگر تاثیر متفاوت مکان ها در سال های مختلف بر روی عملکرد دانه می باشد (جدول ۲). اثر ژنوتیپ ها نیز بر روی عملکرد دانه معنی دار بود ولی با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل دو گانه سال در ژنوتیپ و مکان در ژنوتیپ و اثر متقابل سه گانه سال در مکان در ژنوتیپ، مقایسه میانگین عملکرد ها به تنهایی نمی توانست منجر به انتخاب ژنوتیپ یا ژنوتیپ های برتر گردد، به همین دلیل برای شناسایی ژنوتیپ هایی که در کنار پتانسیل عملکرد دانه بالا از پایداری عملکرد و سازگاری عمومی بالایی برخوردار باشند، تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ×محیط با استفاده از روش چند

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم دوروم در ۲ سال و ۴ منطقه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه
Year (Y)	سال	112.50	1
Location (L)	مکان	72.71	3
YL	سال×مکان	164.09**	3
R(LY)	تکرار در سال و مکان	1.45	16
Genotype (G)	ژنوتیپ	1.59*	19
YG	سال×ژنوتیپ	1.04*	19
LG	مکان×ژنوتیپ	1.04*	57
YLG	سال×مکان×ژنوتیپ	1.61**	57
Error	اشتباه ۲	0.51	304

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

جدول ۳- تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم دوروم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	واریانس تجمعی
ENV	محیط	36.35**	-
GEN	ژنوتیپ	0.8**	-
ENV*GEN	ژنوتیپ در محیط	0.52**	-
IPCA <sub>1</sub>	مولفه اصلی اول	0.86*	61.2
IPCA <sub>2</sub>	مولفه اصلی دوم	0.38*	85.6
IPCA <sub>3</sub>	مولفه اصلی سوم	0.25 <sup>ns</sup>	100
Residuals	باقی مانده	0.26 <sup>ns</sup>	0

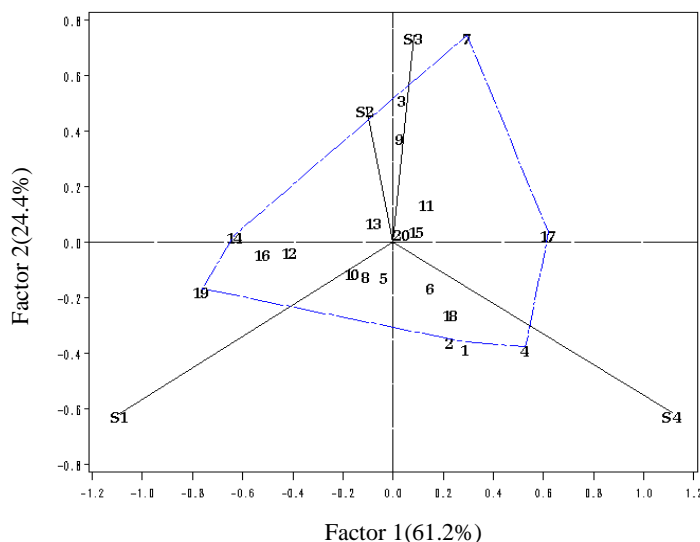
\* و \*\*، به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می باشد.

بویژه آنهایی که در راس چند ضلعی این بای پلات قرار می گیرند، از پایداری عملکرد ضعیفی برخوردار بوده ولی دارای سازگاری خصوصی با مکانهایی هستند که کمترین زاویه را با بردار آنها در بای پلات دارند (گاچ و زوبل ۱۹۹۷). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود ژنوتیپ های شماره ۵، ۱۱، ۱۳، ۱۵ و ۲۰ نزدیک ترین ژنوتیپ ها به مرکز بای پلات AMMI بودند در نتیجه می توان گفت که آنها کمترین تغییرات محیطی را نشان داده و به عنوان ژنوتیپ های گندم دوروم پایدار تر شناخته شدند. ژنوتیپ شماره ۱۳ از نظر آماره پایداری (AVS) نیز که یکی از مهمترین شاخص های پایداری محسوب می شود، پایدار ترین ژنوتیپ ها شناخته شدند. بطوریکه

برای بررسی پایداری عملکرد دانه و سازگاری خصوصی ژنوتیپ ها با مکان های مورد مطالعه از مدل AMMI2 که از پلات کردن ۲ مولفه اصلی اول و دوم ایجاد می شود استفاده شد. در اینجا مولفه اول ۶۱/۲ و مولفه دوم ۲۴/۴ و جمعاً ۸۵/۶ درصد اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را توجیه می کند که بسیار قابل توجه می باشد. در این مدل هرچه ژنوتیپ ها به مرکز بای پلات AMMI نزدیکتر باشند، اثر متقابل ژنوتیپ×محیط در عملکرد آنها کمتر بوده و از پایداری بیشتری برخوردار هستند. بنابراین ژنوتیپ هایی که در این موقعیت قرار می گیرند، بعنوان ژنوتیپ های پایدار قابل توصیه می باشند. در مقابل، ژنوتیپ هایی که دور از مرکز بای پلات هستند

از بین چندین روش تجزیه پایداری که برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بر روی ژنوتیپ های گندم دوروم استفاده نموده بود، روش AMMI را روشی با کارایی بالاتر از روش های رگرسیونی معرفی کرده است.

این ژنوتیپ با آماره پایداری ۰/۱۰۶ کمترین میزان و بعد از آن ژنوتیپ های شماره ۵، ۷، ۱۶ و ۱۹ بترتیب با آماره پایداری ۰/۲۰۴، ۰/۲۴۹، ۰/۱۴۵ و ۰/۲۸۸ کمترین تغییرات محیطی را نسبت به شاهد آزمایش (ژنوتیپ شماره ۳) نشان دادند (جدول ۴). رارابتی و همکاران (۲۰۰۳) نیز که



شکل ۱- بای پلات دو مولفه اصلی اول و دوم مدل AMMI2 برای اثر متقابل ژنوتیپ و محیط. S1: کرج، S2: کرمانشاه، S3: نیشابور، S4: خرم آباد

اجرای آزمایشات مقایسه عملکرد گندم نان در مناطق معتدل ایران را براساس تشابه و تفاوت آنها گروه بندی کرده و ژنوتیپ های گندم سازگار با آن مناطق را شناسایی و معرفی کنند.

با توجه به مدل AMMI در شکل شماره ۲ که پراکنش ژنوتیپ ها را براساس میانگین عملکرد و آماره پایداری ASV نشان می دهد، ژنوتیپ های شماره ۵، ۱۶ و ۱۹ با داشتن کمترین میزان آماره پایداری در مقایسه با شاهد آزمایش و سایر ژنوتیپ ها و بیشترین عملکرد دانه، بعنوان ژنوتیپ هایی با عملکرد دانه و پایداری عملکرد بالا شناخته شدند، ژنوتیپ شماره ۱۴

در بای پلات مدل AMMI2 ژنوتیپ های شماره ۱، ۲، ۴، ۷، ۱۴، ۱۶ و ۱۹ که در راس چند ضلعی قرار گرفته اند پایداری عملکرد خوبی نداشته ولی دارای سازگاری خصوصی خوبی با برخی از مناطق خاص هستند. به عبارت دیگر بالا ترین عملکرد ها را در محیطهای خاص نشان می دهند. بطوری که ژنوتیپ های شماره ۱۰ و ۸ با کرج، ۴ با خرم آباد، ۳ و ۹ با نیشابور و ۱۳ با کرمانشاه سازگاری خوبی نشان دادند (شکل ۱). بنا براین می توانند به عنوان لاین های گندم دوروم منتخب برای آن مکانها تعیین شوند. نجفیان و همکاران (۲۰۱۰) نیز با استفاده از این روش چند متغیره توانستند مکانهای



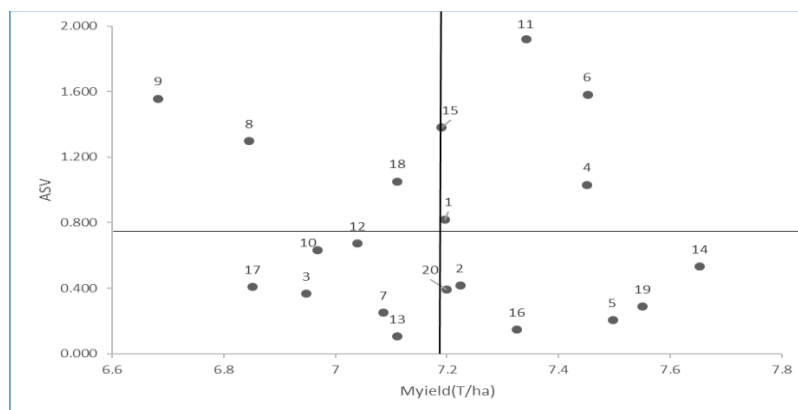
جدول ۴- مولفه های اصلی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و ارزش پایداری (ASV) در مدل AMMI

شماره لاین Lines No.	میانگین عملکرد Myield(t/ha)	مولفه اول DIM1	مولفه دوم DIM2	ارزش پایداری ASV
1	7.196	0.293	-0.360	0.819
2	7.224	0.229	-0.348	0.415
3	6.948	0.037	0.523	0.366
4	7.452	0.529	-0.377	1.030
5	7.497	-0.035	-0.117	0.204
6	7.452	0.151	-0.153	1.582
7	7.086	0.295	0.745	0.249
8	6.845	-0.107	-0.103	1.297
9	6.683	0.040	0.379	1.556
10	6.967	-0.161	-0.101	0.633
11	7.341	0.134	0.146	1.921
12	7.039	-0.410	-0.024	0.672
13	7.111	-0.074	0.083	0.106
14	7.653	-0.630	0.028	0.532
15	7.190	0.097	0.051	1.380
16	7.326	-0.517	-0.034	0.145
17	6.851	0.620	0.037	0.408
18	7.111	0.232	-0.250	1.050
19	7.551	-0.762	-0.167	0.288
20	7.200	0.039	0.041	0.392

با اینکه از نظر میانگین عملکرد دانه وضعیت بهتری نسبت به آنها دارد ولی چون از نظر پایداری عملکرد ضعیف تر از شاهد و تعدادی از ژنوتیپ های دیگر بود بعنوان ژنوتیپ برتر انتخاب نگردید. پورکز و هاتینگ (۲۰۰۰) نیز از روش چند متغیره AMMI برای شناسایی ژنوتیپ های پایدار گندم زمستانه در آفریقای جنوبی استفاده کرده و آماره پایداری ASV را بعنوان مناسب ترین آماره برای تعیین ژنوتیپ های پایدار معرفی کرده است.

برای کمک به انتخاب نهایی ژنوتیپ های برتر در این مرحله، برخی از خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی آنها مورد توجه قرار گرفت میانگین این خصوصیات در جدول ۵ ارائه شده است. از نظر صفت تعداد روز تا سنبله دهی ارقام و لاین ها در محدوده ۱۷۰-۱۶۵ روز قرار داشتند که کمترین آن مربوط به ژنوتیپ شماره ۳ (شاهد) و بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ های ۱، ۴، ۵، ۱۰، ۱۲، ۱۸ و ۱۹ می باشد. از نظر تعداد روز تا رسیدن نیز تفاوت هفت روزه در محدوده ۲۱۳-۲۰۶ روز بین

ژنوتیپ ها دیده شد ژنوتیپ شماره ۹ با کمترین زمان رسیدن (۲۰۶ روز) زودرس ترین و ژنوتیپ های ۸، ۱۰ و ۱۹ با تعداد ۲۱۳ روز دیررس ترین ژنوتیپ ها شناخته شدند. تغییرات ارتفاع بوته ارقام و لاین ها نیز در محدوده بین ۸۸ تا ۹۷ سانتی متر بود. با توجه به اینکه در برنامه های اصلاحی گندم دوروم، برای جلوگیری از خوابیدگی گیاه، ژنوتیپ هایی با ارتفاع ۱۰۰-۹۰ سانتی متر انتخاب می شوند لذا از این نظر تقریباً همه ژنوتیپ های مورد بررسی در محدوده قابل قبولی بودند. بهبود وزن هزار دانه ارقام و لاین ها نیز یکی از اهداف برنامه های اصلاحی گندم دوروم است. ژنوتیپ های شماره های ۵، ۱۶ و ۱۹ که براساس عملکرد دانه و پایداری عملکرد بعنوان ژنوتیپ های برتر انتخاب شده بودند به ترتیب با داشتن وزن هزار دانه ۴۶، ۴۳ و ۴۲ در حد قابل قبول بودند. از نظر رنگ دانه هیچ تنوعی بین ژنوتیپ ها دیده نشد و همه آنها دارای رنگ دانه زرد کهربائی بودند (جدول ۵).



شکل ۲- بای پلات عملکرد و ارزش پایداری مدل AMMI ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

جدول ۵. میانگین برخی از خصوصیات مورفو- فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم

شماره لاین Lines No.	تعداد روز تا سنبله دهی DHE	تعداد روز تا رسیدگی DMA	ارتفاع گیاه PLH (cm)	رنگ دانه K.C.	وزن هزار دانه TKW (gr)
1	170	211	97	A	43
2	169	212	88	A	42
3	165	208	97	A	44
4	170	212	97	A	44
5	170	212	95	A	46
6	168	211	95	A	47
7	166	210	94	A	47
8	169	213	94	A	47
9	169	206	96	A	41
10	170	213	91	A	42
11	168	212	94	A	46
12	170	212	93	A	45
13	169	210	92	A	46
14	169	209	91	A	43
15	168	210	95	A	43
16	169	212	94	A	43
17	169	212	93	A	44
18	170	212	94	A	41
19	170	213	94	A	42
20	166	208	93	A	45

## نتیجه گیری کلی

تا سنبله دهی، زمان رسیدن، ارتفاع بوته، رنگ دانه و وزن هزاردانه و کیفیت دانه، وضعیت مطلوبی داشتند لذا هرکدام از آنها از نظر شاخص های کیفیت دانه و ارزش غذایی در حد قابل قبول باشند و در شرایط زارعین نیز برتری خود را نسبت به ارقام رایج منطقه نشان دهد بعنوان رقم جدید گندم دوروم برای مناطق معتدل کشور معرفی خواهد شد.

## سپاسگزاری

از کلیه همکاران موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مراکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی، لرستان و کرمانشاه که به اجرای آزمایشات تحقیق حاضر کمک کرده اند تشکر و سپاسگزاری می گردد.

براساس دو مولفه اصلی اول و دوم تجزیه پایداری چند متغیره AMMI ژنوتیپ های شماره ۵، ۱۱، ۱۳، ۱۵ و ۲۰ پایداری خوب و قابل قبولی داشتند. براساس آماره پایداری ASV نیز ژنوتیپ های شماره ۵، ۷، ۱۶ و ۱۹ از پایداری بیشتری نسبت به شاهد آزمایش برخوردار بودند. از آنجایی که هدف برنامه های اصلاحی، انتخاب و معرفی ژنوتیپ هایی است که در کنار سایر خصوصیات زراعی، هم عملکرد خوب و هم پایداری عملکرد بالایی داشته باشد، لذا با در نظر گرفتن عملکرد دانه در کنار پایداری عملکرد در روش AMMI ژنوتیپ های شماره ۵، ۱۶ و ۱۹ بعنوان ژنوتیپ های برتر انتخاب شدند. این ژنوتیپ ها از نظر خصوصیات زراعی مهمی که در اصلاح و معرفی ارقام جدید بیشتر مورد توجه قرار می گیرند نظیر تعداد روز

## منابع مورد استفاده

- Aghaee-Sarbarzeh M, Dastfal M, Farzadi H, Andarzian A, Shahbazpour 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, 28-1 (2): 315-325. (In Persian).
- Akbarpour OA, Dehghani H and Sorkhi-Lalehloo B. 2011. Investigating univariate and multivariate stability parameters of barley (*Hordeum vulgare* L.) promising genotypes in cold climates of Iran. Iranian Journal of Field Crop Science, 42(1): 23-32. (In Persian).
- Akcura M, Kaya Y, Taner S and Ayranci R. 2006. Parametric stability analyses for grain yield of durum wheat. Plant Soil Environ. 52(6): 254-261.
- Allard RW and Bradshaw AD. 1964. Implications of Genotype- Environmental Interactions in Applied Plant Breeding. Crop Science, 4(5): 503-508.
- Anonymous. 2019. Durum Wheat Statistic. Ministry of Jihad-Agriculture. www.iranwheat.ir
- Barati A, Tabatabaee SA, Mahlooji M, Saberi MH. 2019. Evaluation of Grain Yield and It's Stability in Barley Promising Lines in Saline Areas. Agricultural Science and Sustainable Production, 29(1): 1-13.
- Becker HC and Leon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding 101:1-25.
- Brennan, J. P., A. Aw-Hassan, K. J. Quade and T. L. Nordblom. 2002. Impact of ICARDA Research on Australian Agriculture, Economic Research Report No. 11, NSW Agriculture, Wagga. PP. 385-401.
- Esmailzadeh Moghaddam M, Zakizadeh M, Akbari Moghaddam H, Abedini Esfahlani M, Sayahfar M, Nikzad AR, Tabib Ghafari SM, and Lotfali Ayeneh GA. 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 (2) :257-273(In Persian).
- Farshadfar E. 1998. Application of biometric genetics in plant breeding. Taghe-Bostan Press, Razi University, pp 396. (In Persian).

- Finlay KW and Wilkinson GN. 1963. The analysis of adaptation in plant-breeding programs. Australian Journal of Agricultural Research, 14: 742-754.
- Gauch HG and Zobel RW. 1996. AMMI analysis of yield trials. PP. 85-122. In: M. S. Kang and H. G. Gauch(Eds.), Genotype by Environment Interaction. CRC Press, Boca Raton, New York.
- Gauch HG and Zobel RW. 1997. Identifying mega-environments and targeting genotypes. Crop Science 31: 311-326.
- Huehn VM. 1990. Non-parametric measures of phenotypic stability. Part I: Theory. Euphytica, 47: 189-194.
- Kang MS. 1988. A rank-sum method for selecting high yielding, stable corn genotypes. Cereal Research Communication 16:113-115.
- Karadavut U, Palta C, Kavur maci Z and Block Y. 2010. Some grain yield parameters of multi-environmental trials in faba bean (*Vicia faba*) genotypes. International Journal of Agricultural Research. 12(2):217-220.
- Kneipp J. 2008. Durum wheat production. NSW Department of Primary Industries, Tamworth Agricultural Institute, Calala, Australia.
- Lin CS, Binns MR and Lefkovitch LP. 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Science, 26: 895-900.
- Moghaddam MJ and Pourdad SS. 2009. Comparison of parametric and nonparametric methods for analyzing genotype  $\times$  environment interactions in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agricultural Science, 147: 601-612.
- Najafi Mirak T. 2011. Study of grain yield stability of bread wheat genotypes in cold agro-climatic zone of Iran. Iranian Journal of Crop Sciences. 13(2): 380-394. (In Persian).
- Najafi Mirak T, Dastfal M, Andarzian B, Farzadi H, Bahari M and Zali H. 2018. Assessment of non-parametric methods in selection of stable genotypes of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). Agrobreed, 20 (2): 126-138. (In Persian).
- Najafi Mirak T, Sasani Sh, Khodarahmi M, Jafarnejad A, Taherian M, Ghandi A and Afshari F. 2019. Hana, a New Durum Wheat Cultivar Adapted to Wheat Growing Areas Intemperate Agro-Climatic Zone of Iran. Research Acheivements for Field and Horticulture Crops, 8 (1): 1-12. (In Persian).
- Najafian G, Kaffashi AK 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. (In Persian).
- Purchase JL and Hatting H. 2000. Genotype  $\times$  environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South. Sought African Journal of Plant Soil, 17(3): 101-107. Africa: II. Stability analysis of yield performance,
- Ranieri R. 2015. Geography of the durum wheat crop. Available in: [http://www.openfields.it/sito/wp-content/uploads/2016/01/PASTARIA2015\\_06\\_en-artOF.pdf](http://www.openfields.it/sito/wp-content/uploads/2016/01/PASTARIA2015_06_en-artOF.pdf)
- Rharrabti Y, Garcia del moral LF, Villegas D and Royo C. 2003. Durum wheat quality in Mediterranean environments: Stability and Comparative methods in analyzing G $\times$ E interaction. Field Crop Research, 80:141-146.
- Tarinejad A. 2017. Grain Yield Stability of some Bread Wheat Cultivars Introduced in Moderate and Cold Area of Iran. Journal of Ecophusiology, 11(2): 437-452. (In Persian).
- 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.
- Yan W, Hunt LA, Shen Y Q and Szlavnic Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Science 40: 597- 605.
- Zobel RW, Wright MW and Gauch HG. 1988. Statistical analysis of a yield trial. Agronomy Journalm, 80:388-393.
- Yan W and Rajcan I. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Corp Science, 42: 11-20.