

بررسی و گزینش رگه‌های بین‌المللی تریتیکاله بر پایه صفات زراعی و مورفوفیزیولوژیک

احمد رضا کوچکی^{۱*}، محمدرضا مهرور^۲، امیر یزدان سپاس^۳، محمود ناظری^۴ و حمید تجلی^۵

۱، ۲ و ۳. استادیاران و استاد، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

۴. استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۵. محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۴/۱)

چکیده

به منظور ارزیابی و گزینش ارقام تریتیکاله با عملکرد بیشتر و صفات مطلوب زراعی و فیزیولوژیکی، سی ژن‌نمون (ژنوتیپ) دریافتی از مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (سیمیت) مکزیکی، آزمایشی در قالب طرح آلفالایس در دو تکرار و در سه ایستگاه تحقیقاتی کرج، مشهد و بیرجند در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ اجرا شد. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس مرکب، تأثیر ژن‌نمون بر عملکرد دانه و بیشتر صفات را در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نشان داد که بیانگر واکنش متفاوت ژن‌نمون‌ها است. ضرب‌های همبستگی بین صفات مختلف نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات انتقال مواد یعنی انتقال دوباره مواد نورساختی (فتوستزی)، کارایی ساقه در انتقال ذخایر به دانه و نیز وزن دمگل (پدانکل)، درازای دمگل و وزن میانگره دوم داشت. با استفاده از رگرسیون مرحله‌ای دو صفت انتقال دوباره و درازای دمگل به ترتیب بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه نشان دادند، به طوری که این دو صفت در مجموع ($R^2=0/533$) از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. بر پایه نمودار چندضلعی ژن‌نمون‌های ۲۰، ۲۳ و ۲۹ در سه محیط جزو مطلوب‌ترین بودند. با ترسیم بای‌پلات ژن‌نمون در صفت، عملکرد دانه با صفت انتقال دوباره، بیشترین رابطه را داشت. بر این پایه ژن‌نمون ۲۳ با شجره IRON_2/5/DISB5/3/S...BAGAL_2//FARAS_1 و ژن‌نمون‌های رگه خواهری (سیسترلاین) ۲۹ و ۲۸ با شجره LIRON_2/5/DISB5/3/SPHD/PVN//YOGUI... و ژن‌نمون ۲۰ با شجره DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO... با دارا بودن انتقال دوباره بیشتر و عملکرد بالاتر مشخص و گزینش شدند. بنابراین به نظر می‌رسد از صفت انتقال دوباره می‌توان به عنوان معیاری برای گزینش رگه (لاین)‌های تریتیکاله استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آزمایش‌های بین‌المللی، انتقال دوباره مواد، تریتیکاله، عملکرد دانه.

مقدمه

آرژانتین، اسپانیا، ایتالیا و آفریقای جنوبی تولید می‌شود و تریتیکاله پاییزه در روسیه، ایالات متحده آمریکا، فرانسه، چین و آفریقای جنوبی تولید می‌شود. بیشترین تولید در جهان مربوط به کشور لهستان است

سطح زیر کشت تریتیکاله در جهان برابر ۳۹۲۶۰۷۸ هکتار با تولیدی به میزان ۱۳۱۶۸۲۲۰ تن است. تریتیکاله بهاره به طور عمده در استرالیا، کانادا،

و در ایران سطح زیر کشت تریتیکاله بیش از ۵۰۰۰ هکتار است (FAO, 2010).

تریتیکاله یک گیاه زراعی ساخته شده توسط انسان است که به وسیله دو برابر شدن شمار کروموزوم‌های F1 دورگ بین گندم و چاودار ایجاد شده است. مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم برنامه اصلاح تریتیکاله را در سال ۱۹۶۴ آغاز کرد و در سال ۱۹۷۰ گام بزرگی در تولید تریتیکاله‌های امروزی برداشت (Villarcal *et al.*, 1990). تریتیکاله دارای دو جور (تیپ) بهاره و زمستانه است و در مقایسه با گندم دارای ارتفاع بیشتر، شمار پنجه کمتر و به طور کلی طول سنبله بلندتری است. تریتیکاله‌های اولیه دارای عملکرد پایین، ساقه نازک و بلند، بذر چروکیده، حساسیت به بیماری ناخنک غلات یا ارگوت (*Claviceps purpurea*)، پروتئین بالا و درصد بالایی از آمینواسید لایسین بودند (Bittle & Gustafson, 1991). تریتیکاله در گذشته با وجود داشتن پروتئین و لیزین بالا به علت عملکرد پایین و حساسیت به بیماری ناخنک غلات جایگاه خود را در جیره غذایی خوک و ماکیان (مرغ، خروس و بوقلمون) از دست داد. ارقام تریتیکاله آزد شده در سال‌های اخیر از نظر بسیاری از صفات زراعی اصلاح شده و دارای صفات مطلوبی همچون عملکرد بالا، مقاومت به خوابیدگی و بیماری ناخنک غلات، بذره‌های درشت‌تر و از نظر میزان لیزین، بالاتر از دیگر غلات هستند (Skovmand *et al.*, 1984).

در بررسی ویژگی‌های رگه (لاین)‌های مختلف تریتیکاله، عملکرد ژن‌نمون (ژنوتیپ)‌ها بین ۶۵۱۲ تا ۷۱۳۲ کیلوگرم در هکتار متغیر و اختلاف معنی‌داری بین ژن‌نمون‌ها در صفات شمار دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن هکتولیترا وجود نداشت (Dogan *et al.*, 2009).

در تریتیکاله عملکرد دانه با عملکرد زیست‌توده (بیولوژیک)، شمار سنبله در بوته، شمار دانه در سنبله، شاخص برداشت و شمار روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (Khodarahmi *et al.*, 2006).

در آزمایشی که روی ۱۳ رگه امیدبخش تریتیکاله انجام پذیرفت، مشاهده شد که بین ژن‌نمون‌ها از نظر

عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده اختلاف معنی‌داری وجود نداشته، ولی رگه‌ها و ارقام مورد بررسی از نظر صفات دوره پر شدن دانه، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه اختلاف معنی‌داری داشتند (Koocheki *et al.*, 2013).

در گزارش تحقیقی مشخص شد که از نظر زراعی در تریتیکاله، ارقامی باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند که شاخص برداشت بالاتری دارند (Syadat *et al.*, 1998). امروزه ارقام موجود تریتیکاله، قابل رقابت با پرمحصول‌ترین ارقام گندم بوده و در شرایط تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری خاک برتری شایان ملاحظه‌ای دارند (Kazemi Arbat, 1995).

با توجه به محدودیت کشت ذرت، از نظر تغذیه و تأمین آب مورد نیاز، شرایط آب و هوایی و غیره، انگیزه جایگزین کردن مواد خوراکی دیگر برای تأمین انرژی جیره غذایی طیور به جای ذرت وجود دارد. یکی از این دانه‌ها تریتیکاله است که می‌توان از آن در تهیه جیره‌های غذایی طیور استفاده کرد (NRC, 1989). هدف از این آزمایش ارزیابی، گزینش و دستیابی به ارقام تریتیکاله با عملکرد بیشتر، صفات مطلوب زراعی و فیزیولوژیکی است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق سی ژن‌نمون بین‌المللی تریتیکاله دریافتی از مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم سیمیت مکزیک، در قالب طرح آلفالایس (A-lattice) با دو تکرار در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ در سه ایستگاه تحقیقاتی کرج، مشهد و بیرجند بررسی شدند. ایستگاه کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا و با میانگین میزان بارندگی سالیانه ۲۴۳ میلی‌متر، ایستگاه مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا و با میانگین میزان بارندگی سالیانه ۲۵۶ میلی‌متر، ایستگاه بیرجند با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع

گلدھی و رسیدن، وزن زیست‌توده در زمان رسیدن به گرم (Biomass weight at maturity :BWM)، وزن سنبله در زمان رسیدن به گرم (Spike weight at maturity :SWM)، شمار دانه در سنبله (Grain number :SGN)، وزن دانه در سنبله به گرم (per spike :SGN)، عملکرد دانه به کیلوگرم در هکتار (Grain yield :GY)، وزن هزاردانه به گرم (Thousand grain weight :TGW)، شاخص برداشت (Harvest ind:HI)، دوره پر شدن دانه (Grain filling :GF)، انتقال دوباره به گرم (Stem assimilates to grain :SaGR)، کارایی انتقال دوباره مواد نوساختی (فتوسنتزی) به درصد (Stem to grain :SGRE)، دوره پر شدن دانه (reserve remobilization efficiency :SGRE) عملکرد دانه و برخی صفات دیگر اندازه‌گیری شدند.

میزان انتقال دوباره مواد از ساقه به دانه که تفاوت وزن خشک ساقه پس از گلدھی و پس از رسیدن و بر حسب گرم بوده و کارایی ساقه در انتقال ذخایر مواد به دانه که برحسب درصد از ماده خشک گیاه در زمان گلدھی است با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد.

= میزان انتقال دوباره مواد از ساقه به دانه
وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی - وزن خشک ساقه
پس از گلدھی
(Kobata *et al.*, 1992)

$$100 \times \frac{\text{انتقال دوباره مواد از ساقه به دانه}}{\text{وزن خشک ساقه پس از گلدھی}} = \text{کارایی ساقه در انتقال ذخایر به دانه}$$

(Palta *et al.*, 1994)

رابطه‌های ژن‌نمون‌ها نسبت به محیط‌های مختلف با استفاده از بای‌پلات (Biplot) ارزیابی شد. بای‌پلات نموداری است که ژن‌نمون‌ها و محیط‌ها با هم روی آن ترسیم می‌شوند. برتری نمودارها این است که رابطه‌های بین ژن‌نمون‌ها و محیط‌ها قابل مشاهده است و بر این پایه می‌توان ژن‌نمون‌های مختلف را برای مناطق خاصی معرفی کرد. نمودار چندضلعی (Polygon) مربوط به میانگین ژن‌نمون مورد بررسی ترسیم شد، در این نمودار ژن‌نمون‌هایی که بیشینه فاصله را از مبدأ دارند به یکدیگر وصل شده و یک چندضلعی حاصل می‌شود، سپس از مبدأ مختصات

۱۴۸۰ متر از سطح دریا و با میانگین میزان بارندگی سالیانه ۶۸/۳ میلی‌مترند. شجره ژن‌نمون‌های مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. در این آزمایش هر ژن‌نمون در یک کرت با ابعاد ۵×۱/۲ متر با تراکم ۴۵۰ بذر در مترمربع و با در نظر گرفتن وزن هزاردانه کشت شد. ژن‌نمون‌ها در هر سه ایستگاه نیمه دوم مهر ماه کشت و در زمان برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف و گستره برداشت ۵ مترمربع در نظر گرفته شد. زمین مورد کشت با تناوب دوساله غلات-آیش بوده و همه عملیات تهیه زمین شامل شخم کلش پس از برداشت محصول پیش، یک نوبت شخم بهاره، یک نوبت دیسک، دو بار لولر عمود بر هم، کودپاشی و ایجاد جویچه انجام گرفت. کود مصرفی برپایه نتایج آزمون خاک بوده، که کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم، کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم به صورت پایه و کود نیتروژن از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک به مصرف رسید. در طول فصل زراعی مبارزه با علف‌های هرز به دو روش وجین دستی و شیمیایی (از علف‌کش گرانستار برای علف‌های هرز پهن برگ و از علف‌کش پوما اکسترا برای علف‌های هرز نازک برگ) انجام شد. عملیات آبیاری به صورت نشتی شامل یک نوبت آبیاری پاییزه و پنج نوبت آبیاری بهاره بود. در طول دوره رشد گیاه علاوه بر مراقبت‌های زراعی، یادداشت‌برداری‌های لازم از کرت‌های آزمایشی به عمل آمد.

برای ارزیابی و بررسی صفات مورفوفیزیولوژیکی ژن‌نمون‌ها، در دو مرحله گلدھی و رسیدگی فیزیولوژیکی، نمونه‌های گیاهی شامل بیست ساقه کامل (همه برگ‌ها و سنبله) که به‌طور تصادفی در هر کرت و از دو تکرار از سطح زمین بریده شدند، تهیه شد. نمونه‌ها برای مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و سپس صفاتی مانند وزن زیست‌توده (بیوماس) در زمان گلدھی به گرم (Biomass weight at anthesis :BWA)، وزن میانگره اول به گرم (Peduncle weight :PedW)، وزن میانگره دوم به گرم (Pennultimaite :PenW)، درازای میانگره اول به سانتی‌متر (weight :PenW)، درازای میانگره دوم به سانتی‌متر (Peduncle Length :PedL) و درازای میانگره دوم به سانتی‌متر (Pennultimaite Length :PenL) در زمان‌های

خطوطی بر اضلاع این چندضلعی رسم شده و محیط‌های بزرگ مشخص می‌شوند. برای انجام محاسبات آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS، Genstat و Excel استفاده شد.

جدول ۱. شجره‌زن‌نمون‌های تری‌تیکاله مورد بررسی

ردیف	نام / شجره‌زن‌نمون‌ها	ردیف	نام / شجره‌زن‌نمون‌ها
۱	LOCAL CHECK (Juanillo)	۱۶	BULL_10/MANATI_1//FARAS/CMH84.44...
۲	POLLMER_2.1.1	۱۷	POLLMER_2.2.1*2//FARAS/CMH84.4414/...
۳	HUI/TUB//CENT.TURKEY/3/CAAL/7/LIRON...	۱۸	POLLMER_2.2.1*2//FARAS/CMH84.4414/...
۴	HUI/TUB//CENT.TURKEY/3/CAAL/7/LIRON...	۱۹	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO...
۵	CMH80.1212/CMH81A.1239/3/YOGUL...	۲۰	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO...
۶	CMH82.1082/ZEBRA 31/7/LIRON_2/5/DIS ...	۲۱	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO...
۷	CMH82.1082/ZEBRA 31/7/LIRON_2/5/DIS ...	۲۲	ARDI_1/TOPO1419//ERIZO_9/3/PORSAS...
۸	FD-93/2*FAHAD_4//POLLMER_4/3/POLLMER...	۲۳	LIRON_2/5/DIS 5/3/SPHD/PVN//YOGUL...
۹	LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUL...	۲۴	PRESTO//2*TESMO_1/MUSX603/4/ARDI...
۱۰	LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGU...	۲۵	GAUR_2/HARE_3//JLO 97/CIVET/5/DIS ...
۱۱	HX87-244/HX87-255/5/PRESTO//2*TESMO...	۲۶	FAHAD_8-2*2//PTR/PND-MH84.4414...
۱۲	HX87-244/HX87-255/5/PRESTO//2*TESMO...	۲۷	LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUL...
۱۳	HX87-244/HX87-255/7/LIRON_2/5/DIS...	۲۸	LIRON_2/5/DISB5/3/SPHD/PVN//YOGUL...
۱۴	POPP1_2/TAHARA/4/DAHBI_6/3/ARD...	۲۹	LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUL...
۱۵	BULL_10/MANATI_1//FARAS/CMH84.441...	۳۰	LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUL...

نتایج و بحث

بوده که به ترتیب میانگین ۰/۲۸۵ و ۰/۲۵۳ گرم دارد و کمترین آن مربوط به ژن‌نمون‌های ۵ و ۱۳ با میانگین ۰/۱۴۶ گرم است. بیشترین میزان کارایی انتقال دوباره مربوط به ژن‌نمون‌های شماره ۲۲ و ۲۳ است که به ترتیب دارای میانگین ۱۱/۵۹ و ۱۱/۴۰ درصد و کمترین آن مربوط به ژن‌نمون‌های ۳ و ۱۹ که به ترتیب دارای میانگین ۲/۸۶ و ۲/۲۴ درصد هستند.

در بررسی و ارزیابی تنوع ژنتیکی انتقال دوباره مواد نورساختی روی یازده ژن‌نمون گندم نشان داده شد که تفاوت زیادی در بین ژن‌نمون‌ها از نظر انتقال دوباره مواد نورساختی از دمگل (پدانکل) و گره زیرین وجود دارد (Ehdaie et al., 2006). مقایسه میانگین صفت میزان ماده خشک انتقال دوباره یافته (جدول ۳) نشان داد که بین ژن‌نمون‌ها تنوع وجود داشت. این موضوع با یافته‌های طوسی مجرد و قنادها (Tousi Mojarrad & Ghannadha, 2007) همخوانی دارد. تنوع در این صفت ممکن است ناشی از قابلیت ژنتیکی گیاه در استفاده بهتر از مواد ذخیره‌ای نباشد، بلکه به علت متغیر بودن عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه مرکب، تأثیر ژن‌نمون بر عملکرد دانه و بیشتر صفات به جز شاخص برداشت و کارایی انتقال دوباره مواد نورساختی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده که بیانگر واکنش متفاوت ژن‌نمون‌ها برای این صفات است. اثر مکان نیز روی عملکرد و بیشتر صفات به جز ارتفاع گیاه معنی‌دار شد. تأثیر متقابل ژن‌نمون در مکان روی بیشتر صفات از جمله عملکرد دانه معنی‌دار نشد. ولی اثر یادشده روی صفت وزن کل گیاه در سطح ۵ درصد و بر روی صفت طول روز تا رسیدن در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

بنابر جدول ۳ مقادیر میانگین برای صفات، بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به ژن‌نمون‌های شماره ۲۳ و ۲۹ است، که به ترتیب دارای میانگین عملکرد ۵/۸۳۱ و ۵/۸۰۹ تن در هکتار و کمترین آن مربوط به ژن‌نمون ۱۵ با عملکرد ۳/۷۶۲ تن در هکتار است، که این اختلاف در عملکرد ژن‌نمون‌ها در تفاوت ژنتیکی در قابلیت عملکرد آنها است. بیشترین میزان انتقال دوباره، مربوط به ژن‌نمون‌های شماره ۲۹ و ۲۸

به‌ویژه در شرایط تنش خشکی داشت (Koocheki et al., 2014). نتایج این تحقیق همچنین با نتایج محققان دیگر روی گندم (Papakosta & Gagianas, 1991) و جو (Przulj & Abouzar et al., 2012; Momcilovic, 2003) همخوانی دارد. برخی محققان نتیجه گرفتند که در میانگره‌ها انتقال دوباره مواد نوساختی و کارایی ساقه در انتقال ذخایر به دانه در ژن‌نمون‌های پرمحصول بیشتر است، که این موضوع سبب تقویت انتقال ذخایر ساقه به دانه می‌شود (Gupta, 1998). اگرچه پذیرفته شده است که این موضوع تحت تأثیر اندازه مخزن، محیط و رقم قرار دارد (Blum, 1998). در این تحقیق نیز همبستگی مثبت و بالای عملکرد دانه با وزن و درازای دمگل و حتی وزن میانگره دوم بیانگر اهمیت نقش میانگره‌ها به‌ویژه دمگل در انتقال مواد نوساختی به دانه‌ها است، بنابراین به نظر می‌رسد دو صفت درازا و وزن دمگل می‌تواند به عنوان معیاری برای گزینش ژن‌نمون‌های با عملکرد بالاتر قرار گیرد. نقش مؤثر بلندی دمگل در افزایش عملکرد دانه توسط برخی دیگر از پژوهشگران گزارش شده است (Slafer et al., 1994; Amri et al., 2011)، و نتایج این تحقیق با نتایج آنها همخوانی دارد.

باشد. در چنین شرایطی ظرفیت بالای دانه در انباشت ماده خشک نقش کلیدی در توزیع دوباره مواد ایفا می‌کند. در این تحقیق ژن‌نمون‌های ۲۸، ۲۹، ۲۳ و ۲۰ قابلیت ژنتیکی بهتری از نظر صفت وابسته به انتقال دوباره دوباره داشتند. با توجه به نقش ویژه انتقال دوباره مواد ذخیره‌ای از اندام‌های رویشی به دانه، شناسایی عامل‌های مؤثر بر این صفت و ژن‌نمون‌های دارای این صفت برای دستیابی به ژن‌نمون‌های با عملکرد دانه و قابلیت انتقال دوباره بالا، در برنامه به‌نژادی اهمیت ویژه‌ای دارد. ضریب‌های همبستگی بین صفات مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. عملکرد دانه (YLD) همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات انتقال مواد یعنی انتقال دوباره مواد نوساختی (SaGR)، کارایی ساقه در انتقال ذخایر به دانه (SGRE)، وزن دمگل (PedW)، درازای دمگل (PedL) و وزن میانگره دوم (PenW) داشت. بررسی روی بیست ژن‌نمون گندم زمستانه و بینابین نشان داد که عملکرد دانه بالاترین همبستگی را با صفات انتقال مواد یعنی انتقال دوباره مواد نوساختی و کارایی ساقه در انتقال ذخایر به دانه و

جدول ۲. جدول تجزیه واریانس مرکب سی ژن‌نمون تربیتکاله در سه محیط

منابع تغییر	درجه آزادی	TDW	PedW	PenW	PedL	PenL	SGN	SGW	STN	HI	TGW
مکان	۲	۱۷/۵۹**	۰/۹۶**	۰/۱۸۹**	۰/۲۶**	۱۲/۲۵**	۰/۲۳۶**	۰/۲۷/۵۵**	۰/۳۳۳/۱۵**	۰/۲۱۹۹**	۴۵/۲۳۳/۵۸**
تکرار (مکان)	۳	۲/۸۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱۸	۱۴/۸۲	۱۸/۳۱	۶۴۰/۰۴	۱/۰۶	۱/۹۳	۱۵/۶۲	۵/۸۱
خطای a {بلوک (مکان × تکرار)}	۲۴	۰/۷۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۳/۱۴	۴/۲۶	۱۲۸/۷۳	۰/۱۶	۳/۸۴	۱۱/۰۶	۱۴/۹۱
ژن‌نمون	۲۹	۱/۴۴**	۰/۰۱۴**	۰/۰۴**	۳۸/۸۳**	۴۰/۱۹**	۱۹۲/۵**	۰/۲۸*	۱۱/۴۸**	۱۲/۲۸ ^{ns}	۵۳/۱۷**
ژن‌نمون × مکان	۵۸	۰/۹۱*	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۴/۰۹ ^{ns}	۱/۴۲ ^{ns}	۱۲۴/۵۷*	۰/۲۱ ^{ns}	۴/۳۱ ^{ns}	۱۰/۹۶ ^{ns}	۲۰/۳۱ ^{ns}
خطای کل	۶۳	۰/۵۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۶/۰۳	۲/۵۳	۷۵/۷۹	۰/۱۶	۳/۰۷	۱۰/۷۷	۱۷/۶۳
ضریب تغییرپذیری‌ها (% CV)		۱۱/۶۲	۹۳/۱۰	۱۰/۳۶	۶/۶۵	۶/۷۷	۱۳/۰۵	۱۴/۸۳	۷/۸۰	۷/۷۰	۱۰/۳۶

ادامه جدول ۲. جدول تجزیه واریانس مرکب سی ژن‌نمون تربیتکاله در سه محیط

منابع تغییر	درجه آزادی	GY	DHE	DMA	GF	PLH	SdWM	SdWA	SaGR	SGRE
مکان	۲	۳۱۳۱۶۸۸۰**	۵۴۳۳**	۹۵۹۰**	۹۹۶/۴۵**	۲۰/۴۲ ^{ns}	۷/۵۹**	۶/۹۶**	۰/۰۲۸**	۲۰۶/۰۶**
تکرار (مکان)	۳	۱۴۲۷۹۵	۳/۳۷	۹/۴۹	۲/۰۵	۲۹/۰۹	۰/۷۰	۰/۶۶	۰/۰۰۱	۱۳/۰۴
خطای a {بلوک (مکان × تکرار)}	۲۴	۱۰۸۷۷۷۹	۲/۳۹	۰/۰۳	۳/۳۰	۱۸/۹۰	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۰۰۰۵	۳۰/۱
ژن‌نمون	۲۹	۱۰۰۱۳۸۹**	۱۳/۶۸**	۵/۹۱**	۷/۰۳**	۱۴۷/۳۶**	۰/۲۹*	۰/۳۱*	۰/۰۰۳**	۳۳/۸۸ ^{ns}
ژن‌نمون × مکان	۵۸	۴۸۵۷۰۵ ^{ns}	۲/۵۳ ^{ns}	۲/۶۱**	۱/۹۳ ^{ns}	۱۸/۸۹ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۲۶/۰۹ ^{ns}
خطای کل	۶۳	۴۸۸۳۲۰	۱/۷۷	۱/۴۳	۲/۷۸	۲۱/۷۴	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۰۰۰۷	۲۵/۸۵
ضریب تغییرپذیری‌ها (% CV)		۱۳/۷۶	۱/۲۵	۰/۷۷	۳/۴۴	۴/۱۷	۲۱/۶۹	۲۰/۴۷	۱۴/۶	۵۹/۸۳

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد دانه و برخی صفات مورفو-فیزیولوژیک ژن‌نمون‌های تریتیکاله

Gen.	TDW	PedW	PenW	PedL	PenL	SGN	SGW	STN	HI
۱	۵/۲۸۸J	۰/۵۶۱b.h	۰/۳۸۳mn	۴۶/۱۵۸a	۲۲/۰۸۱h..l	۵۶/۵۳۰g	۲/۱۶۰f	۲۱/۵۵۸e..i	۴۱/۹۶۷abc
۲	۵/۸۰۳g..J	۰/۴۵۹i	۰/۵۱۳hij	۳۵/۸۷۸e.k	۲۵/۹۷۸b..e	۶۳/۹۹۱b..g	۲/۳۷۴def	۲۱/۵۲۳e..i	۴۱/۰۷۳bc
۳	۶/۱۸۹c..j	۰/۵۵۱b..h	۰/۵۴۳e..j	۳۵/۳۰۶f..k	۲۴/۱۲۰f..i	۵۶/۲۶۷g	۲/۵۷۵b..f	۲۱/۲۷۳f..i	۴۱/۴۶۸abc
۴	۵/۸۰۸g..j	۰/۴۹۱g..i	۰/۴۶۷jkl	۳۵/۰۱۹gk	۲۲/۳۷۵g..l	۶۲/۶۲۵c..g	۲/۵۳۵b..f	۲۲/۰۲۸d..i	۴۳/۳۱abc
۵	۵/۹۵۷e..j	۰/۵۵۲b..h	۰/۳۵۶n	۳۸/۸۲۱b.e	۱۶/۵۳۱o	۶۱/۵۶۲c..g	۲/۵۲۲b..f	۲۰/۳۵۸h..i	۴۲/۴۰۶abc
۶	۶/۴۳۲b..j	۰/۵۸۴b..f	۰/۵۰۷hij	۴۱/۱۹۳b	۲۴/۰۲۹e..i	۶۰/۶۳۹d..g	۲/۷۶۳a..f	۲۲/۷۴۶c..h	۴۳/۰۹۸abc
۷	۶/۵۳۵a..i	۰/۶۰۰a..d	۰/۵۲۱g..j	۴۰/۰۹۶bcd	۲۳/۳۷۹e..k	۶۶/۲۰۰b.g	۲/۸۴۵a..e	۲۳/۹۶۳b..e	۴۳/۳۸۳abc
۸	۶/۰۵۶d..j	۰/۵۸۲b..f	۰/۵۲۵f..j	۳۸/۵۹۹b..f	۲۲/۸۸۸f..l	۶۲/۵۹۵c..g	۲/۶۵۳a..f	۲۰/۸۴۵ghi	۴۳/۶۵۱abc
۹	۷/۰۳۴a..e	۰/۵۸۶b..f	۰/۶۱۲b..e	۳۸/۱۵۵b..g	۲۴/۰۴۶e..i	۷۲/۱۹۵a..f	۳/۰۹۸ab	۲۶/۶۸۶a	۴۳/۶۱۹abc
۱۰	۷/۴۷ab	۰/۶۱۳abc	۰/۶۲۰b..e	۳۴/۷۹۳h..l	۲۳/۸۶۱e..j	۷۶/۲۳۰abc	۳/۲۳۲a	۲۵/۹۱۲ab	۴۲/۳۱۹abc
۱۱	۶/۲۰۸c..j	۰/۵۳۸b..i	۰/۵۳۲f..j	۳۳/۹۵۶k..l	۲۰/۹۵۵klm	۶۰/۰۲۷d..g	۲/۷۳۹a..f	۲۱/۱۷۷f..i	۴۳/۹۷۱abc
۱۲	۵/۶۶۰۰hij	۰/۵۰۲f..i	۰/۴۷۲jkl	۳۴/۷۱۳h..l	۲۳/۵۰۴e..j	۵۷/۵۱۷f..g	۲/۴۸۲b..f	۲۱/۷۶۳d..i	۴۴/۰۶۲abc
۱۳	۵/۸۸۵e..j	۰/۵۰۲f..i	۰/۴۳۰klm	۳۱/۸۴۳l	۱۸/۰۰۹n..o	۶۷/۱۳۳a..g	۲/۵۳۸b..f	۲۳/۰۳۲c..g	۴۳/۳۱۶abc
۱۴	۶/۴۵۷b..i	۰/۵۹۷a..d	۰/۵۴۵e..j	۴۰/۴۲۱bc	۲۴/۷۱۱c.g	۷۴/۳۹۵a..e	۲/۹۷۷a..d	۲۴/۶۷۳abc	۴۵/۹۵۰a
۱۵	۵/۸۲۴f..j	۰/۵۴۳b..i	۰/۶۰۲b.f	۳۴/۴۵۶i..l	۲۶/۹۸۰bc	۵۸/۲۰۳efg	۲/۴۱۲c..f	۲۱/۲۲۱f..i	۴۱/۲۷۵abc
۱۶	۶/۷۳۵a..h	۰/۵۷۶b..g	۰/۷۶۲a	۳۴/۱۶۰jkl	۲۹/۸۰۴a	۵۹/۳۵۸efg	۲/۸۰۲a..e	۲۱/۳۸۹f..i	۴۰/۵۹۴bc
۱۷	۵/۹۲۴e..j	۰/۵۱۵d..i	۰/۵۸۲b..h	۳۵/۴۲۵f..k	۲۴/۳۶۸d..h	۵۸/۵۷۹efg	۲/۳۹۸c..f	۲۱/۹۱۵d..i	۴۱/۰۷۲bc
۱۸	۶/۳۳۲c..j	۰/۵۹۰b..e	۰/۵۶۱d..i	۳۷/۸۳۶c..i	۲۲/۳۹۹g..l	۷۱/۸۹۲a..f	۲/۷۸۸a..e	۲۰/۰۷۵i	۴۳/۷۱۶abc
۱۹	۶/۹۸۳a..f	۰/۶۷۳a	۰/۶۵۲bc	۳۸/۰۵۵c..h	۲۳/۵۲۴e..j	۸۱/۹۳۴a	۲/۸۴۳a..e	۲۳/۹۶۷b..e	۴۰/۳۰۴bc
۲۰	۶/۳۲۰c..j	۰/۶۰۷abc	۰/۵۹۵b..g	۳۸/۴۲۱b..f	۲۴/۸۵۳b..g	۶۹/۲۰۰a..g	۲/۷۱۷a..f	۲۲/۹۴۲c..g	۴۲/۹۱۰abc
۲۱	۶/۴۱۹b..j	۰/۶۱۰abc	۰/۴۷۳jkl	۳۷/۵۱۴c..h	۱۸/۹۵۰mn	۶۳/۶۸۳b..g	۲/۶۳۹a..f	۲۰/۷۱۰ghi	۴۰/۷۲۹bc
۲۲	۵/۴۳۳i..j	۰/۴۸۵h..i	۰/۴۰۷lmn	۳۸/۲۱۶b..g	۲۱/۳۹۸jkl	۶۴/۶۹۲b..g	۲/۳۴۸f	۲۱/۴۸۴e..i	۴۳/۴۴۲abc
۲۳	۶/۶۱۷a..h	۰/۵۲۹c..i	۰/۴۹۸ijk	۳۴/۶۹۱i..l	۲۱/۶۰۱i..l	۷۶/۲۶۲abc	۲/۹۶۸a..e	۲۲/۳۰۶c..i	۴۴/۵۹۵abc
۲۴	۶/۸۳۲a..g	۰/۵۴۱b..i	۰/۶۳۲bcd	۳۵/۸۳۸e..k	۲۶/۶۶۶bcd	۷۰/۸۵۸a..g	۲/۹۲۴a..e	۲۱/۸۵۰d..i	۴۲/۳۰۰abc
۲۵	۶/۳۵۵b..j	۰/۵۰۳e..i	۰/۵۷۶c..i	۳۵/۴۸۹f..k	۲۷/۳۱۰b	۷۲/۸۳۳a..e	۲/۷۱۰a..f	۲۱/۳۷۸f..i	۴۲/۵۵۰abc
۲۶	۶/۱۵۰c..j	۰/۴۶۵i	۰/۵۲۲g..j	۳۶/۰۴۹e..k	۲۵/۱۹۰b..f	۷۲/۴۶۴a..e	۲/۶۴۶a..f	۲۱/۶۱۹d..i	۴۲/۹۰۷abc
۲۷	۶/۳۷۵b..j	۰/۵۵۵b..h	۰/۴۸۰jkl	۳۷/۲۶۶c..j	۲۰/۶۳۶l..m	۶۶/۹۵۰a..g	۲/۸۸۶a..e	۲۲/۹۹۱c..g	۴۵/۰۳۰ab
۲۸	۷/۱۵۶a..d	۰/۵۸۶b..f	۰/۵۹۶b..g	۳۶/۹۳۳d..k	۲۴/۷۱۱c..g	۶۹/۲۰۳a..g	۲/۸۸۳a..e	۲۴/۰۹۹bcd	۳۹/۳۴۵c
۲۹	۷/۲۹۸abc	۰/۵۹۹a..d	۰/۶۳۲bcd	۳۶/۰۰۳e..k	۲۵/۴۵۵b..f	۷۰/۷۸۳a..g	۳/۰۰۴abc	۲۳/۶۵۶b..f	۴۰/۷۶۲bc
۳۰	۷/۶۰۴a	۰/۶۲۰ab	۰/۶۶۰b	۳۶/۹۰۰d..k	۲۵/۱۶۶b..f	۷۷/۵۰۸ab	۳/۲۱۹a	۲۴/۵۵۲abc	۴۱/۹۴۹abc
mean	۶/۳۶۳	۰/۵۵۷	۰/۵۴۱	۳۶/۹۴	۲۳/۵۱	۶۶/۷۳	۲/۷۲	۲۲/۴۶	۴۲/۵۸

عملکرد دانه را توجیه کردند. درحالی‌که صفت انتقال دوباره به تنهایی نزدیک به ۴۰ درصد از تغییرات را توجیه کرد. مدل رگرسیونی عملکرد دانه بر حسب صفات یادشده به شرح زیر به دست آمد (جدول ۵).

= عملکرد دانه

$$۸۶۱/۸ + ۱۰۰۸۹/۳۴۴ \text{ SaGR} + ۶۵/۹۸ \text{ Ped L}$$

برای حذف تأثیر صفات غیرمؤثر و یا کم‌تأثیر در مدل رگرسیونی روی صفت عملکرد دانه از رگرسیون مرحله‌ای استفاده شد. با در نظر گرفتن صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته، دو صفت انتقال دوباره و درازای دمگل وارد مدل شده و بنابر نتایج به ترتیب بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه نشان دادند، به طوری که این دو صفت در مجموع ($R^2=۰/۵۳۳$) از تغییرات

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد دانه و برخی صفات مورفو-فیزیولوژیک ژن‌نمون‌های تربیتکاله

Gen.	TGW	GY	DHE	DMA	GF	PLH	SdWM	SdWA	SaGR	SGRE
۱	۳۳/۳۰۲h	۵۳۸۵/۵a.f	۱۰۷/۱۶۶b..g	۱۵۴d..g	۴۶/۸۳۳fg	۱۲۱/۶۶۷a	۱/۸۴۱a..d	۱/۹۹۴abc	-/۱۵۳gh	۷/۸۰۱a
۲	۳۷/۲۵۶g..h	۵۳۸۶/۲a..f	۱۰۶/۳۳۳e..h	۱۵۴/۶۶۶c..f	۴۸/۳۳۳b..g	۱۰۶/۵۰۰ghi	۱/۶۸۱d	۱/۸۴۵c	-/۱۶۵d..h	۹/۳۸۳a
۳	۴۱/۳۵۷b..f	۴۵۸۲/۶b..g	۱۰۸/۱۶۶a..d	۱۵۵/۶۶۶a..d	۴۷/۵۰۰d..g	۱۱۶/۶۶۷a..d	۱/۶۲۳d	۱/۷۸۰c	-/۱۵۶e..h	۲/۸۵۸b
۴	۴۲/۴۴۳b..e	۴۹۶۶/۱a..f	۱۰۴j..k	۱۵۲/۳۳۳g	۴۸/۳۳۳b..g	۱۰۵/۵۰۰hij	۱/۷۱۸c..d	۱/۸۸۵c	-/۱۶۶d..h	۹/۰۶۵a
۵	۴۱/۹۰۱b..f	۵۶۶۱/۸a..d	۱۰۸a..e	۱۵۵/۵۰۰a..e	۴۷/۵۰۰d..f	۱۱۰/۳۳۳d..h	۱/۷۰۵d	۱/۸۸۳c	-/۱۸۶d..g	۱۰/۱۸۷a
۶	۴۲/۱۴۹b..e	۵۲۶۹/۳a..f	۱۰۶/۶۶۶b..h	۱۵۶/۵۰۰abc	۴۹/۸۳۳a..d	۱۱۸/۳۳۳ab	۱/۹۰۸a..d	۲/۰۵۵۶abc	-/۱۴۶h	۸/۲۷۳a
۷	۴۲/۳۴۴b..e	۵۴۱۴/۸a..f	۱۰۷/۶۶۶b..f	۱۵۶/۸۳۳ab	۴۹/۱۶۶a..f	۱۱۶/۳۳۳ad	۲/۰۲۲a..d	۲/۱۸۹abc	-/۱۶۶d..h	۷/۹۴۵a
۸	۴۱/۸۸۸b..f	۴۲۹۸/۷f..g	۱۰۶/۱۶۶e..h	۱۵۵/۶۶۶a..d	۴۹/۵۰۰a..e	۱۱۱/۵۰۰c..h	۱/۸۶۱a..d	۲/۰۳۸abc	-/۱۷۶d..h	۸/۸۰۳a
۹	۴۴/۰۴۴ab	۵۱۸۴/۸a..f	۱۰۶/۸۳۳b..g	۱۵۵/۱۶۶b..f	۴۸/۳۳۳b..g	۱۱۰/۸۳۳d..h	۲/۲۰۲a..d	۲/۳۵۸abc	-/۱۵۶d..h	۷/۱۱۷a
۱۰	۴۲/۱۱۰b..e	۵۰۹۴/۸a..f	۱۰۶/۵۰۰d..h	۱۵۵/۱۶۶b..f	۴۸/۶۶۶b..g	۱۱۱/۶۶۷c..h	۲/۵۰۳a	۲/۶۷۱a	-/۱۶۸d..h	۶/۵۴۳a
۱۱	۴۴/۲۴۶ab	۴۷۴۵/۷a..g	۱۰۴/۸۳۳hij	۱۵۵/۱۶۶b..f	۵۰/۳۳۳ab	۹۹/۶۶۷k	۱/۹۰۶a..d	۲/۰۵۹۵abc	-/۱۵۳gh	۷/۵۶۳a
۱۲	۴۳/۱۲۸a..d	۴۸۶۹/۶a..g	۱۰۵/۳۳۳g..j	۱۵۵/۳۳۳a..e	۵۰/۰۰۰abc	۱۰۰/۵۰۰jk	۱/۶۶۷d	۱/۸۲۲c	-/۱۵۵fgh	۸/۵۸۴a
۱۳	۳۷/۷۹۱d..h	۴۵۶۰/۸c..g	۱۰۵/۸۳۳i..i	۱۵۴/۵۰۰c..f	۴۸/۶۶۶b..g	۱۰۲/۶۶۷ijk	۱/۷۶۳bcd	۱/۹۱۹bc	-/۱۵۶e..h	۸/۶۹۵a
۱۴	۳۶/۲۴۱fgh	۵۱۰۳/۷a..f	۱۰۵/۵۰۰g..j	۱۵۴/۵۰۰c..f	۴۹/۰۰۰b..f	۱۰۹/۱۶۷e..h	۱/۷۳۳c..d	۱/۸۸۰c	-/۱۴۶h	۸/۹۴۶a
۱۵	۳۸/۵۷۷b..h	۳۷۲۶/۴g	۱۰۳/۶۶۶k	۱۵۳/۵۰۰fg	۴۹/۸۳۳a..d	۱۱۵/۱۶۷b..e	۱/۸۴۷a..d	۲/۰۰۷abc	-/۱۶۰d..h	۸/۲۱۲a
۱۶	۴۸/۲۵۴a	۴۳۷۷/۵efg	۱۰۲/۶۶۶k	۱۵۴d..g	۵۱/۳۳۳a	۱۱۶/۳۳۳a..d	۲/۱۳۸a..d	۲/۳۰۴abc	-/۱۱۶d..h	۸/۴۹۲a
۱۷	۳۹/۸۲۳b..g	۴۶۷۰/۳a..g	۱۰۸/۵۰۰ab	۱۵۵/۳۳۳a..e	۴۶/۸۳۳fg	۱۱۴/۶۶۷b..f	۲/۰۸۳a..d	۲/۲۶۵abc	-/۱۸۲d..h	۸/۳۴۲a
۱۸	۴۲/۱۶۰b..e	۴۵۳۶/۰d..g	۱۰۷/۶۶۶b..f	۱۵۵/۳۳۳a..e	۴۷/۶۶۶c..g	۱۰۸/۳۳۳f..i	۱/۹۵۴a..d	۲/۱۱۹abc	-/۱۶۵d..h	۸/۲۷۵a
۱۹	۳۸/۲۸۴c..h	۵۱۳۶/۷a..f	۱۰۸/۱۶۶a..d	۱۵۶a..d	۴۷/۸۳۳c..g	۱۱۴/۵۰۰b..f	۲/۰۴۱a..d	۲/۲۳۱abc	-/۱۹۰def	۲/۲۳۶a
۲۰	۳۹/۰۳۷b..g	۵۷۴۲/۲ab	۱۰۶/۸۳۳b..g	۱۵۶/۵۰۰abc	۴۹/۶۶۶a..d	۱۱۶/۳۳۳a..d	۱/۹۹۵a..d	۲/۲۱۱abc	-/۲۳۰ab	۱۰/۸۶۱a
۲۱	۴۰/۳۷۷b..g	۵۳۲۴/۸a..f	۱۰۷/۱۶۶b..g	۱۵۵/۳۳۳a..e	۴۸/۱۶۶b..g	۱۰۶/۱۶۷g..j	۱/۹۹۸a..d	۲/۱۸۹abc	-/۱۹۱d..e	۹/۵۰۳a
۲۲	۳۶/۱۹۹g..h	۵۲۵۸/۶a..f	۱۰۴/۸۳۳hji	۱۵۵/۱۶۶b..f	۵۰/۳۳۳ab	۱۰۹/۳۳۳e..h	۱/۶۱۵d	۱/۸۱۰a	-/۱۹۵cd	۱۱/۵۹۹a
۲۳	۳۵/۲۴۵g..h	۵۸۳۱/۵a	۱۰۷b..g	۱۵۵/۱۶۶b..f	۴۸/۱۶۶b..g	۱۰۹/۵۰۰e..h	۱/۸۷۱a..d	۲/۰۸۹abc	-/۲۲۳bc	۱۱/۴۰۵a
۲۴	۴۱/۰۲۸b..f	۴۸۳۳/۱a..g	۱۰۸/۳۳۳abc	۱۵۴/۶۶۶c..f	۴۶/۳۳۳g	۱۱۳/۸۳۳b..f	۲/۱۳۲a..d	۲/۲۹۸abc	-/۱۶۶d..h	۷/۲۶۶a
۲۵	۴۱/۷۲۶b..f	۴۹۷۷/۱a..f	۱۰۷/۵۰۰b..f	۱۵۴/۵۰۰c..f	۴۷/۰۰۰fg	۱۱۶/۳۳۳a..d	۲/۰۱۱a..d	۲/۱۸۳abc	-/۱۷۲d..h	۸/۲۵۱a
۲۶	۳۸/۰۷۹c..h	۵۲۶۶/۶a..f	۱۰۵/۳۳۳g..j	۱۵۳/۱۶۶fg	۴۷/۸۳۳c..g	۱۱۴/۰۰۰b..f	۱/۹۴۵a..d	۲/۱۲۰abc	-/۱۷۵d..h	۸/۷۲۹a
۲۷	۴۱/۵۷۸b..f	۵۰۹۶/۰a..f	۱۰۹/۶۶۷a	۱۵۷/۳۳۳a	۴۷/۶۶۶c..g	۱۱۲/۱۶۷b..g	۱/۹۴۰a..d	۲/۱۲۴abc	-/۱۸۳d..g	۸/۹۶۱a
۲۸	۴۲/۶۲۹abc	۵۷۱۸/۴abc	۱۰۷/۸۳۳a..e	۱۵۵/۳۳۳a..e	۴۷/۵۰۰d..g	۱۱۵/۱۶۷b..e	۲/۱۴۵a..d	۲/۳۸۵abc	-/۲۵۳ab	۱۱/۳۶۲a
۲۹	۴۰/۸۸۰b..f	۵۸۰۸/۶a	۱۰۸a..e	۱۵۶/۱۶۶abc	۴۸/۱۶۶b..g	۱۱۶/۵۰۰a..d	۲/۳۷۵abc	۲/۶۱۲a	-/۲۵۸a	۱۰/۹۷۶a
۳۰	۴۱/۰۷۴b..f	۵۵۰۸/۲a..e	۱۰۷/۸۳۳a..e	۱۵۵b..f	۴۷/۱۶۶efg	۱۱۷/۸۳۳abc	۲/۴۰۶ab	۲/۵۹۲ab	-/۱۸۵d..g	۷/۳۹۱a
mean	۴۰/۵۳	۵۰۷۹/۱۲	۱۰۶/۶۶	۱۵۵/۱۲	۴۸/۴۴	۱۱۱/۹۲	۱/۹۵	۲/۱۳	-/۱۷۶	۸/۴۵

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در ژن‌نمون‌های تربیتکاله مورد بررسی

SaGR	SdWA	SdWM	PLH	GF	DMA	DHE	GY	TGW	HI	StN	SGW	SGN	PenL	PedL	PenW	PedW	TDW	
																	۱	
																		-/۰۰۳ PedW
																		۱
																		۰/۶۲۵** -/۰۰۳ PenW
																		۱
																		۰/۴۱۸** -/۳۴۱** PedL
																		۱
																		۰/۰۵۷ ۰/۶۳۹** -/۱۱۸ -/۰۰۸۲ PenL
																		۱
																		-/۰۰۱۳ -/۰۱۵ -/۰۱۵ -/۰۰۶ -/۵۲۳** SGN
																		۱
																		۰/۸۴۳** -/۰۶۸ -/۰۵۱ -/۱۹۸** -/۰۱۴ -/۷۴۵** SGW
																		۱
																		۰/۶۱۷** -/۶۵۸** -/۰۸۲ -/۰۵۳ -/۲۶۶** -/۲۷۱** -/۳۵۷** StN
																		۱
																		۰/۵۷۶** -/۷۳۳** -/۷۴۱** -/۰۵۳ -/۰۱۶ -/۰۵۴ -/۰۱۰ -/۰۹۸ HI
																		۱
																		-/۰۲۶۶** -/۲۳۱** -/۰۵۰ -/۲۴۴** -/۱۰۸ -/۲۲۵** -/۱۳۹ -/۱۶۶** -/۳۱۳** TGW
																		۱
																		-/۱۴۱ -/۰۵۷ -/۲۴۹** -/۰۹۳ -/۰۰۷ -/۰۰۲ -/۳۰۷** -/۱۷۹** -/۰۵۰۶** -/۰۳۰ GY
																		۱
																		-/۰۵۱۰** -/۳۵۶** -/۱۹۹** -/۲۹۲ -/۰۹۵ -/۰۲۵ -/۱۴۵ -/۲۰۰** -/۳۸۹** -/۷۳۴** -/۳۱۴** DHE
																		۱
																		۰/۹۴۷** -/۵۴۴** -/۳۲۰** -/۰۰۵ -/۱۵۴** -/۲۶۳** -/۱۴۳ -/۰۱۳۳ -/۲۴۱** -/۳۹۱** -/۷۷۴** -/۳۶۳** DMA
																		۱
																		۰/۷۴۱** -/۴۸۷** -/۴۱۴** -/۱۲۷ -/۴۳۰** -/۱۹۳** -/۵۱۸** -/۴۴۳** -/۰۶۰ -/۳۲۵** -/۲۵۳** -/۵۷۰** -/۳۳۳** GF
																		۱
																		-/۰۰۶۰ -/۰۰۷ -/۰۰۳۸ -/۱۲۸ -/۰۶۲ -/۰۰۷ -/۱۰۱ -/۰۰۸۹ -/۰۰۴۸ -/۳۹۲** -/۳۲۵** -/۲۳۵** -/۱۱۹ -/۱۵۱** PLH
																		۱
																		۰/۱۶۱** -/۳۷۰** -/۳۳۹** -/۲۵۱** -/۱۸۰** -/۱۴۱ -/۲۰۲** -/۳۱۱** -/۱۶۲۳** -/۹۹۵** -/۱۱۴۵ -/۱۱۲۶ -/۱۷۴** -/۱۴۹ -/۷۲۳** SdWM
																		۱
																		۰/۹۹۸** -/۱۶۸** -/۳۴۰** -/۲۹۳** -/۲۱۸** -/۱۴۸** -/۱۲۸ -/۱۹۹** -/۳۲۰** -/۱۶۶** -/۴۹۴** -/۱۵۳** -/۱۱۷ -/۱۹۵** -/۱۱۶ -/۱۷۸** SdWA
																		۱
																		۰/۱۹۷** -/۱۳۰ -/۱۲۱ -/۳۲۱** -/۴۰۳** -/۳۷۱** -/۴۱۵** -/۱۳۳ -/۰۰۲ -/۱۸۰** -/۰۴۵ -/۰۹۵ -/۱۱۶ -/۱۰۷ -/۳۹۱** -/۴۱۱** -/۰۸۰ SaGR
																		۰/۳۳۷** -/۰۸۴ -/۱۱۰ -/۰۸۲ -/۲۲۳** -/۱۹۶** -/۱۴۹** -/۳۸۲** -/۰۰۲ -/۱۴۱ -/۰۰۷۹ -/۲۶۰** -/۱۳۷ -/۰۴۱ -/۰۸۴ -/۰۰۷ -/۱۳۰ -/۲۴۵** SGRE

TDW: وزن کل PedW: وزن میانگرت اول PenW: وزن میانگرت دوم PedL: درازای میانگرت اول PenL: درازای میانگرت دوم SGN: شمار دانه در سنبله SGW: وزن دانه در سنبله

StN: شمار سنبله PLH: ارتفاع گیاه HI: شاخص برداشت TGW: وزن هزاردانه GY: عملکرد دانه DHE: شمار روز تا گلدهی DMA: شمار روز تا رسیدن GF: دوره پرشدن دانه PLH: ارتفاع گیاه SdWA: ساقه در گلدهی SdWM: وزن ساقه در رسیدن SaGR: انتقال دوباره مواد نوساختی SGRE: کارایی ساقه در انتقال ذخایر به دانه

جدول ۵. ضریب‌های مدل رگرسیونی ارتباط بین متغیر وابسته عملکرد دانه با صفات انتقال دوباره و درازای دمگل

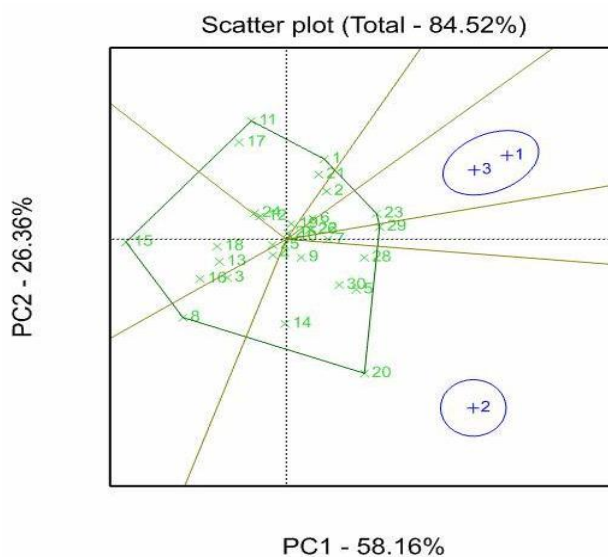
سطح معنی داری	T	ضریب‌های استاندارد شده		مدل
		ضریب ثابت	خطای استاندارد	
۰/۰۰۰۱	۷/۹۵۲		۴۱۶/۵۸۶	۱ عدد ثابت
۰/۰۰۰۱	۴/۳۰۳	۰/۶۳۳	۲۳۲۷/۲۰۰	انتقال دوباره (SaGR)
۰/۳۷۴	۰/۹۰۳		۹۵۴/۱۰۳	۲ عدد ثابت
۰/۰۰۰۱	۴/۸۳۲	۰/۶۳۶	۲۰۸۷/۸۲۴	انتقال دوباره (SaGR)
۰/۰۱۰	۲/۷۹۲	۰/۳۶۷	۲۳/۶۳۳	درازای دمگل (PedL)

داشته است، که برای این مناطق مشخص شده‌اند. چنین رویه‌ای توسط دیگر محققان (Yan *et al.*, 2000; Koocheki *et al.*, 2012) نیز استفاده شده است.

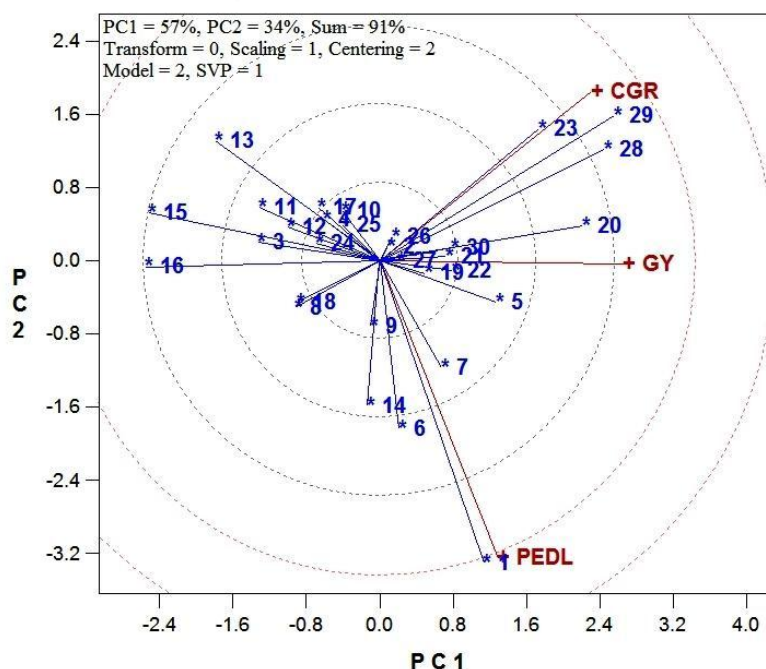
بای پلات ژن نمون در صفت (بر پایه سی ژن نمون تریتیکاله و سه صفت عملکرد دانه، انتقال دوباره و درازای دمگل) ترسیم شد (شکل ۲). این بای پلات در واقع به درک رابطه بین صفات کمک کرده و می‌تواند به شناسایی صفاتی که رابطه مثبت یا منفی با یکدیگر دارند، کمک کند. به طوری که صفات همسان از این طریق کنار رفته و در عین حال صفاتی را که به طور غیرمستقیم می‌توانند برای گزینش صفت دیگر مورد استفاده قرار گیرند، مشخص می‌شوند. همچنین از طریق رسم بای پلات می‌توان به نقاط قوت و ضعف ژن نمون‌ها که می‌توانند به عنوان والد در گزینش ارقام مهم باشند، استفاده شود (Koocheki *et al.*, 2012).

با توجه به ارتباط نزدیک بین عملکرد دانه در آزمایش یاد شده با صفات انتقال دوباره و درازای دمگل، در برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود عملکرد دانه و آسانگری گزینش باید دنبال صفاتی که همبستگی بالایی با دو صفت یاد شده دارند، بود.

نمودار چندضلعی (Polygon) ژن نمون‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. در این نمودار ژن نمون‌هایی که بیشینه فاصله را از مبدأ دارند به یکدیگر وصل شده و یک چندضلعی حاصل می‌شود. بر پایه این شکل ژن نمون‌های ۲۰، ۲۳ و ۲۹ در سه محیط (ایستگاه‌های کرج، مشهد و بیرجند) که در رأس چندضلعی قرار گرفته‌اند، جزو مطلوب‌ترین ژن نمون‌ها برای محیط‌های مورد بررسی بودند، در حالی که ژن نمون‌های ۲۳ و ۲۹ بیشترین عملکرد دانه را در محیط‌های یک و سه یعنی کرج و بیرجند داشتند و ژن نمون شماره ۲۰ بیشترین عملکرد را در محیط دو یعنی ایستگاه مشهد



شکل ۱. گروه‌بندی محیط‌ها بر پایه روش ترسیم نمودار چندضلعی



شکل ۲. بای پلات ژن‌نمون در صفت (بر پایه سی ژن‌نمون تربیتکاله و سه صفت عملکرد دانه (GY)، انتقال دوباره (SaGR) و درازای دمگل (PEDL))

صفت به هم نزدیک‌تر باشد، رابطه مثبت و نزدیک‌تری بین آن دو صفت وجود دارد و بر عکس، بنابراین در این تحقیق صفت عملکرد با صفت انتقال دوباره، قوی‌ترین رابطه را نشان داده ولی رابطه آن با صفت درازای دمگل ضعیف‌تر است و نیز هر کدام از صفات انتقال دوباره و درازای دمگل به شکل مستقل بیان شده‌اند. لذا به نظر می‌رسد می‌توان ژن‌نمون‌های تربیتکاله با انتقال دوباره و عملکرد دانه بیشتر را شناسایی کرد. بر این پایه ژن‌نمون ۲۳ با شجره IRON_2/5/DISB5/3/S...BAGAL_2//FARAS_1 و ژن‌نمون‌های رگه خواهری ۲۹ و ۲۸ با شجره LIRON_2/5/DISB5/3/SPHD/PVN//YOGUI... و ژن‌نمون ۲۰ با شجره DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO... و ۱۴۱۹//ERIZO... با دارا بودن انتقال دوباره بیشتر و عملکرد بالاتر مشخص و گزینش شدند.

بر پایه نتایج به‌دست‌آمده از انجام روش‌های آماری رگرسیون مرحله‌ای، نمودار چندضلعی ژن‌نمون‌ها و بای پلات ژن‌نمون در صفت، به نظر می‌رسد از صفت انتقال دوباره می‌توان به عنوان معیاری برای گزینش رگه‌های تربیتکاله با عملکرد دانه بیشتر استفاده کرد.

روش بای پلات در ارزیابی ارقام گندم زمستانه در طی شش سال در ایالت آنتاریو (Ontario) کشور کانادا استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده از نمودار چندضلعی نشان داد که برای گندم زمستانه در آنتاریو کانادا دو زیرناحیه وجود دارد که برای هر زیرناحیه یک ژن‌نمون برتر وجود داشت (Yan & Hunt, 2001). در آزمایشی که در کانادای شرقی به مدت سه سال بر روی یولاف انجام شد، نتایج بای پلات بیانگر تعیین سه محیط بزرگ در این منطقه بود که به شش زیرمحیط تقسیم شد و ژن‌نمون‌های مربوط به هر زیرمحیط مشخص و یک راهبرد اصلاحی برای ارقام سازگار یولاف ارائه شد (Yan et al., 2010). در تحقیقی در جنوب شرقی اتیوپی روی هیجده ژن‌نمون جو و در یازده محیط، بر پایه روش بای پلات، محیط‌ها را به دو محیط بزرگ که هر کدام شامل چند زیرمحیط بود تقسیم کرد و برای هر محیط بزرگ یک ژن‌نمون مناسب تعیین شد (Jalata, 2011). در مطالعه‌ای برای تعیین محیط‌های بزرگ برای مناطق عدس‌خیز ایران نیز با استفاده از این روش، سه محیط بزرگ از بین هفت مکان مورد بررسی، شناسایی شد (Sabaghnia et al., 2008).

بنابر شکل ۲ با توجه به اینکه هر چه زاویه بین دو

REFERENCES

1. Abouzar, M., Shahbazi, M., Torabi, S., Nikkhah, H. R. & Nadafi, S. (2012). Post-anthesis changes in internodes dry matter, stem mobilization, and their relation to the grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Iranian journal of plant physiology*, 2(4), 553-557. (in Farsi)
2. Amri, M., Kazemi-Arbat, H. & Rustaei, M. (2011). Relationships of some morphologic and physiologic traits with grain yield and its components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *The 1st national congress in modern agriculture*. Islamic Azad University, Saveh branch, Saveh, Iran.
3. Bittle, D. C. & Gustafson, J. P. (1991). High molecular weight glutenin from wheat for triticale flour improvement. *Proc. 2nd. Int. Triticale Symp. Mexico*. D. F. CIMMYT. P. 550-553.
4. Blum, A. (1998). *Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization*. *Euphytica*, 100, 77-83.
5. Dogan, R., Kacar, O., Coplu, N. & Azkan, N. (2009). Characteristics of new breeding lines of triticale. *African journal of agricultural research*, 4, 133-138.
6. Ehdaie, B., Alloush G. A., Madore, M. A. & Waines, J. G. (2006). Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. II. Post-anthesis changes in inter-node water-soluble carbohydrates. *Crop Science*, 46, 2093-2103.
7. FAOSTAT. (2010). FAO Statistical Data. www.faostat.org.
8. Gupta, A. K., Kaur, K. & Kaur, N. (2011). Stem Reserve Mobilization and Sink Activity in Wheat under Drought Conditions. *American Journal of Plant Sciences*, 2, 70-77.
9. Jalata, Z. (2011). GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in Southeastern Ethiopia highlands. *International journal of Plant Breeding and Genetics*, 5, 59-75.
10. Yan, W. & Hunt, L. A. (2001). Interpretation of genotype×environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Science*, 41, 19-25.
11. Kazemi Arbat, H. (1995). *Special field crops agronomy*. Mashad University press. Pp. 271-293. (in Farsi)
12. Khodarahmi, M., Amini, A. & Bihamta, M. R. (2006). Corelation and path analysis of grain yield in triticale. *Iranan Journal of Agricultural Science*, 37, 77-78.
13. Kobata, T., Plata, J. A. & Turner, N. C. (1992). Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. *Crop Science*, 32, 1238-1242.
14. Koocheki, A. R., Sorkhi, B. & Eslamzadeh Hesari, M. R. (2012). Study on stability of elite barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes for old regions of Iran using GGEbiplot method. *Seed and Plant Journal of Agricultural Breeding*, 28-1 (4), 533-543.
15. Koocheki, A. R., Yazdansepas, A., Mahmadyorov, U. & Mehrvar, M. R. (2014). Physiological-based Selection Criteria for Terminal Drought in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16, 1043-1053.
16. Koocheki, A. R., Gholami, H. & Fallahi, H. A. (2013). Study of grain yield and nutritional characteristics of in triticale promising lines and the Sanabad cultivar. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal*, 1 (2), 117-129.
17. NRC, (1989). *Triticale: a promising addition to the world's cereal grains*. National Academy Press. Washington, DC, USA. 116 PP.
18. Papakosta, D. K. & Gagianas, A. A. (1991). Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agronomy Journal*, 83, 864-870.
19. Plata, J. A., Kobata, T., Turner, N. C. & Fillery, I. R. (1994). Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by postanthesis water deficit *Crop Science*, 34, 118-124.
20. Przulj, N. & Momcilovic, V. (2003). Dry matter and nitrogen accumulation and use in spring barley. *Plant Soil Environment*, 49, 36-47.
21. Sabaghnia, N., Dehghani, H. & Sabaghpour, S.H. (2008). Graphic analysis of genotype × environment interaction for lentil (*Lens culinaris* Medik) yield in Iran. *Agronomy Journal*, 100, 760-764.
22. Skovmand, B. P., Fox, N. & Villaread, R. L. (1984) Triticale in commerical agriculture: Progress and promise. *Advances in Agronomy*, 37, 1-45.
23. Slafer, G. A. & Savin, R. (1994). Post-anthesis green area duration in a semidwarf and standard height wheat cultivar as affected by sink strength. *Australian Journal of Agricultural Research*, 45, 1337-1346.
24. Syadat, A., Hashemi Dezfouli, A. & Ghooshchi, F. (1998). Studying grain yield and correlation comparison on some morphological and physiological characteristics of six triticale cultivars in Khuzestan province. *Seed and Plant Journal of Agricultural Research*, 14 (2), 8-20. (in Farsi)
25. Tousi, Mojarrad, M. & Ghannadha, M. R. (2007). Evaluation of grain yield potential and dry matter remobilization to seed in commercial bread wheat cultivars in normal and drought conditions. *Journal of science and technology in agriculture. Natural Resources*, 10, 323-339. (In Persian with English abstract).

26. Villarcal, R. L., Varughese, G. & Abdolla, O. S. (1990). Advances in spring triticale breeding. *Plant Breeding Review*, 8, 43-90.
27. Yan, W., Fregeau-Reid, J. A., Pageau, D., Martin, R. A., Mitchell Fetch, J.W., Etienne, M., Rowsell, J., Scott, P., Price, M., De Haan, B., Cumiskey, A., Lajeunesse, J., Durand, J. & Sparry, E. (2010). Identifying essential test locations for oat breeding in eastern Canada. *Crop Science*, 50, 504-515.
28. Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q. & Szlavnic, Z. (2000). Cultivar evaluation and mega-environment investigations based on the GGE biplot. *Crop Science*, 40, 597-605.

Agronomical and morphophysiological based selection of triticale promising lines in international nurseries

Ahmad Reza Koocheki^{1*}, Mohammad Reza Mehrvar², Amir Yazdansepas³,
Mahmood Nazeri⁴ and Hamid Tajalli⁵

1, 2, 3. Assistant Professors and Professor, Department of Cereals Research,
Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

4. Assistant Professors, Khorasan Razavi Agricultural Research Center, Mashhad, Iran

5. Researcher in South Khorasan Agricultural Research Center, Birjand, Iran

(Received: Mar. 1, 2015 - Accepted: Jun. 22, 2015)

ABSTRACT

In order to select high yielding triticale promising lines with better agronomical and morphophysiological characteristics, this experiment was conducted on 30 triticale genotypes received from CIMMYT international nurseries trials in 2010-11 crop season at research stations of Karaj, Mashhad and Birjand. Based on the results of combined ANOVA, the effect of genotype was statistically significant on grain yield and most studied characteristics ($p < 0.01$); which showed different responses of the genotypes to the locations. The results of coefficients of correlation between the studied characteristics showed that the grain yield was positively and significantly correlated with related characteristics of remobilization and its efficiency and also peduncle weight, peduncle height and penultimate weight. According to the results of stepwise regression, the two characteristics of remobilization and peduncle length were respectively the most influencing characteristics on grain yield determining more than 50% of the grain yield variation ($r^2 = 0.533$). Based on the results of the polygon studying response of the studied genotypes in the target locations, the genotypes 29, 20 and 23 were among the best suited ones for all the three locations. While results of the biplots for the genotypes for the studied characteristics showed highest relationship of grain yield with remobilization. Thus, the genotypes 23 (IRON_2/5/DISB5/3/S...BAGAL_2//FARAS_1), 29 and 28 as sisterlines (LIRON_2/5/DISB5/3/SPHD/PVN//YOGUI...) (and 20 (DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO...)) with higher remobilizations and grain yields were selected as the best genotypes. As a conclusion, it seems the remobilization can be regarded as a recommended characteristic in selection of triticale promising lines for target locations.

Keywords: grain yield, international nurseries, remobilization, triticale.

* Corresponding author E-mail: arkoocheki@yahoo.com

Tel: +98 26 36702981