دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

توزیع آللی برخی از ژن‌های مؤثر در پاکوتاهی ارقام و لاین‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) ایران

سیدحمید رضا رمضانی[۱]، حبیب اله قزوینی[۲]، محمد رضا جلال کمالی[۳] و الیاس آرزمجو[۴]

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، آموزشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند، (نویسنده مسوول: hrramazani@birjand.ac.ir)
۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
۳- محقق ارشد برنامه جهانی اصلاح گندم، مرکز تحقیقات بین المللی اصلاح گندم و ذرت (سیمیت)، کرج
۴- محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند
تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۲۱

چکیده

یکی از اصلی‌ترین استراتژی‌های بهبود مقاومت به خوابیدگی، کودپذیری و به دنبال آن افزایش عملکرد گندم، کاهش ارتفاع گیاه از طریق ژن‌های پاکوتاهی است. در ایران همراه با سایر نقاط دنیا با معرفی و آزادسازی ارقام جدید این ژن‌ها در ارقام وارد شده‌اند. جهت بررسی تنوع آللی دو ژن اصلی پاکوتاهی (*Rht-B1* و *Rht-D1*) و اثرات آن‌ها بر صفات ظاهری در ۹۸ رقم اصلاح شده گندم ایران، آزمایش مزرعه‌ای و مولکولی طرح‌ریزی شد که در آن از آغازگر اختصاصی STS-PCR استفاده شد. همبستگی صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی، طول سنبله و تعداد روز تا گلدهی با آللهای پاکوتاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین درصد ترکیب آللی مربوط به *Rht B1-b/Rht D1-a* با فراوانی ۶۶/۳۳ درصد بود. همچنین ۸۲/۶۵ درصد ارقام حداقل دارای یکی از آللهای پاکوتاهی بودند که نمایانگر ورود ژن‌های پاکوتاهی در ارقام ایرانی می‌باشد. فقط صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌داری (r= -۰/۵۷۱) با آللهای پاکوتاهی نشان داد. نتایج حاصله از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در ۳ گروه مجزا قرار داد. گروه اول بیشتر دارای ژنوتیپ *Rht B1-b/Rht D1-a*، گروه دوم دارای ژنوتیپ *Rht B1-a/Rht D1-b* و گروه سوم دارای ژنوتیپ *Rht B1-a/Rht D1-a* بودند. استفاده مناسب از این ژن‌ها در برنامه‌های اصلاحی می‌تواند در بهبود مقاومت به ورس و افزایش عملکرد در گندم مؤثر باشد.**

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، تنوع آللی، خوابیدگی، ژن Rht

مقدمه

در طول زمان، اصلاح‌نباتات و بهبود شیوه‌های زراعی به طور قابل‌توجهی افزایش عملکرد گندم را در سراسر جهان ایجاد نموده است. در دهه ۱۹۶۰ میلادی، نورمن بورلاگ[۱] ژن پاکوتاهی را به ارقام گندم بهاره مکزیکی وارد کرد که باعث کوتاه‌تر شدن ارقام همراه با کودپذیری بیشتر گردید که به دنبال آن افزایش قابل‌توجهی در عملکرد دانه مشاهده گردید (۳). بهبود ژنتیکی از طریق اصلاح سنتی تقریباً نیمی از افزایش عملکرد گندم در طول قرن گذشته را باعث شده (۲۲)، که قسمت اعظم آن افزایش عملکرد با معرفی ارقام پاکوتاه بوجود آمده است. مطالعات افزایش بهبود ژنتیکی عملکرد در سراسر جهان افزایشی را از ۰/۴۴ تا ۱/۳ درصد (بطور متوسط ۱ درصد) در سال را در توده‌های پابلند نشان می‌دهد (۲۲). بنابراین جهت تقریب درست نرخ واقعی افزایش، بایستی بعد از تاریخ معرفی این ژن‌ها به ارقام، این نرخ افزایش گزارش شود.

استفاده از ژن *Rht* (کاهش‌دهنده ارتفاع گیاه) یکی از اصلی‌ترین استراتژی‌ها برای کاهش ارتفاع بوده و سبب بهبود مقاومت به خوابیدگی و افزایش عملکرد ارقام جدید گندم شده است. در حال حاضر، ۲۱ ژن که اثرات پایداری را روی ارتفاع گندم دارند، شناسایی شده‌اند (۱۸). این ژن‌ها به ۲ گروه تقسیم‌بندی می‌شوند: حساس و غیرحساس. که بستگی به پاسخ آنها به اسید جیبرلیک (GA) محیط دارد. آللهای *Rht-B1b* و *Rht-D1b* غیرحساس به اسید جیبرلیک بوده و موجب کاهش ارتفاع می‌شوند (۲۶،۱۴) و به ترتیب روی بازوی کوتاه کروموزوم 4B و 4D قرار دادند که منشأ آن‌ها رقم ژاپنی نورین ۱۰[۲] می‌باشند. این ژن‌ها در ارقام جدید از طریق برنامه‌های اصلاحی گندم سیمیت[۳] گسترش پیدا کرده‌اند و مقدمه‌ای بر ایجاد انقلاب سبز[۴] در کشاورزی شده‌اند (۵،۱۴). بیشتر از ۷۰ درصد ارقام رایج گندم، حداقل یکی از این ژن‌ها را در خود دارد (۱۳). *Rht-B1b* از طریق کاهش طول سلول‌ها سبب کاهش ارتفاع می‌گردد، بنابراین کاهش طول کلئوپتیل، کاهش سطح برگ در مرحله دانهالی و کاهش طول ساقه را به دنبال دارد (۱۷،۱،۱۵). معمولاً بجز در کاهش ارتفاع بوته، این ژن در ژنوم گندم همبستگی مثبتی با میزان کودپذیری و تعداد بیشتر دانه در سنبله دارد که همین امر سبب بهبود پایدار عملکرد دانه خواهد شد.

آللهای دیگر ژن *Rht-B1*، آللهایی هستند که در طی گذشت زمان به صورت a (تیپ وحشی)، b، c، d، e، f و g نامیده شدند (۲۱،۶). در سال ۱۹۹۹، ژن *Rht-B1* بطور کامل توالی‌یابی شد، که موجب تشکیل نشانگرهای مولکولی آلل *Rht-B1b* گردید. حضور انواع دیگر آللی این ژن تنها از طریق تجزیه و تحلیل دورگه‌ها و شجره‌نامه‌ها استنباط شد (۱۲). پیرس و همکاران (۱۹،۲۰) توالی‌های نوکلئوتیدی *Rht-B1c* و *Rht-B1e* را مشخص کردند و نشانگرهای مولکولی برای آن ساخته‌اند. به غیر از ژن‌های کاهش‌دهنده ارتفاع *Rht- B1b*، *Rht- D1b* و *Rht 8*، که گسترده‌ترین ژن‌ها در بین ارقام گندم می‌باشند، چندین ژن دیگر برای کنترل ارتفاع بوته شناخته شده‌اند. به عنوان مثال ژن *Rht-11* که بطور گسترده در جهت ایجاد ارقام نیمه پاکوتاه در

1- Norman Borlaug 2- Norin 10 3- CIMMYT 4- Green revolution

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]
[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

کشورهای روسیه، اوکراین، مولداوی، ازبکستان، قرقیزستان، آذربایجان و ارمنستان استفاده می‌گردد (۱۰). این ارقام دارای پتانسیل تولید بالا، مقاومت به ورس، پنجه‌زنی بیشتر و شاخص برداشت بالا هستند.

تعویض آلل‌های غیرحساسیت به اسید جیبرلیک *Rht-B1b* و *Rht-D1b* با آلل‌های حساسیت به اسید جیبرلیک نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه بدون تغییر محسوس در بنیه گیاهچه می‌باشد (۱۱).

علاوه بر ژن *Rht8*، جایگاه‌های اصلی دیگری برای ژن‌های پاکوتاهی مرتبط با اسید جیبرلیک (مانند *Rht4*، *Rht5*، *Rht12*، *Rht13* و *Rht18*) وجود دارند که کاهش ارتفاع ۵۰ درصدی را نسبت به والدین ایجاد می‌کنند (۱۲،۱۱)، اما به نظر می‌رسد اثرات این ژن‌ها بر روی طول کلئوپتیل و اندازه برگ در مرحله گیاهچه زیاد نیست (۱۱). تا امروز اطلاعات کمی در مورد بررسی بهبود پتانسیل عملکرد بوسیله این مکان‌های ژنی یا اثرات آن‌ها بر صفات مهم زراعی به‌دست آمده‌است (۱۱). دریکوند و همکاران (۱۰) با بررسی ژنتیکی برخی صفات مورفوفیزیولوژیک از جمله ارتفاع بوته در لاین‌های گندم نان در شرایط دیم با استفاده از روش تلاقی دی‌آلل، نتیجه گرفتند که ژن‌های کنترل‌کننده این صفت دارای اثر افزایشی بوده که مبین بازده بالای انتخاب برای صفت ارتفاع بوته در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد.

هدف از انجام این پژوهش تعیین پراکندگی ترکیب آللی *RhtB/RhtD* در ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم ایرانی و بررسی ارتباط این ترکیب آللی با تعدادی صفات مورفولوژیک گندم بود. همچنین گروه‌بندی و تعیین تنوع موجود در بین این ژنوتیپ‌ها می‌تواند منجر به معرفی گروه‌های برتر از لحاظ صفات مورد بررسی شده و ضمن حصول اطلاعات مربوط به پراکندگی آلل‌های پاکوتاهی در ژنوتیپ‌های ایرانی گندم می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی بهبود مقاومت به ورس و افزایش عملکرد در گندم مؤثر باشد و امکان انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را ایجاد کند.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تنوع آللی ژن‌های مؤثر در پاکوتاهی شامل *Rht-B* و *Rht-D* (جدول ۱) در ۹۸ رقم و لاین امیدبخش گندم که دارای اهمیت اقتصادی بوده و سطح زیر کشت زیادی داشتند، مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش به صورت سیستماتیک با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی کشت گردید. بذور هر ژنوتیپ در یک ردیف یک و نیم متری با ۵۰ بوته کشت گردیدند. عملیات متداول داشت مزرعه از قبیل وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و آبیاری در سطح مزرعه‌ی آزمایشی انجام شد. تجزیه‌های مولکولی آزمایش، با ارسال نمونه در آزمایشگاه مولکولی مرکز تحقیقات بین‌المللی گندم و ذرت مکزیک انجام گرفت. واکنش زنجیره‌ای پلیمراز در حجم ۲۰ میکرولیتر برای هر واکنش با استفاده از بافر PCR (۱X)، آغازگرهای مورد نظر برای هر ژن یا بلوک ژنی (۲۰۰ میکرومولار از هر کدام)، آنزیم تگ پلیمراز (۱ واحد)، دزوکسی نوکلئوتیدها (۰/۲ میکرومولار)، کلرید منیزیم ۲ میلی‌مولار و دی‌ان‌ای (۵۰ نانوگرم) انجام شد (جدول ۲).

توالی آغازگرهای مورد استفاده برای هر یک از آلل‌های مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. الکتروفورز محصول PCR از طریق ژل آگارز ۱٪ انجام و نوارهای مربوطه توسط ماده اتیدیوم بروماید رنگ‌آمیزی و توسط اشعه UV عکس‌برداری شدند. در نهایت نمره‌دهی آلل‌ها توسط مقایسه با نشانگر وزنی به صورت صفر (عدم وجود نوار) و یک (وجود نوار) انجام گرفت. برای به دست آوردن درصد فراوانی ارقام و آلل‌ها تعداد هر کدام به تعداد کل ارقام تقسیم و در صد ضرب شد. فراوانی آللی هر آلل از تقسیم فراوانی آن آلل در کل ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بدست آمد.

علاوه بر صفت ارتفاع بوته و عملکرد دانه، صفات موروفولوژیکی دیگری از قبیل تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد نهایی برگ در ساقه اصلی، طول سنبله در زمان رسیدگی و طول آخرین میانگره در ارقام و لاین‌های مورد بررسی یادداشت‌برداری شد و اثر ترکیب آلل‌های پاکوتاهی بر این صفات مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق همچنین اثرات ترکیب آللی بر صفات عملکرد دانه، تعداد برگ نهایی، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول آخرین میانگره و تعداد روز تا گلدهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج توسط نرم‌افزار SAS- 9.1 تجزیه گردید (۲۴).

برای تجزیه خوشه‌ای با استفاده از صفات مورد بررسی، از معیار مربع فاصله اقلیدسی و به روش وارد انجام شد. دندروگرام تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار SPSS-16 رسم گردید. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای با تجزیه تابع تشخیص مورد بررسی قرار گرفت و خط برش بر این اساس انتخاب شد (۱۶).

نتایج و بحث

ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۵۲/۳۰ تا ۱۱۰/۴۰ سانتی‌متر با میانگین ۷۶/۳۱ متغیر بود (جدول ۳). بیشترین ارتفاع مربوط به ارقام روشن و طبسی (با ۱۱۰/۴ و ۱۰۸/۷سانتی‌متر) با آلل مشابه در هر دو مکان ژنی مورد مطالعه (*RhtB1-a/RhtD1-a* یا به اختصار aa) و کمترین آن در ارقام دز، آریا و دنا (به ترتیب با ۵۲/۳۰، ۵۴/۱۰ و ۵۴/۳۰ سانتی‌متر) با ترکیب آللی *RhtB1-b/RhtD1-a* (یا به اختصار ba) مشاهده شد (جدول ۳).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

جدول ۱- خصوصیات ژن‌ها و آلل‌های مؤثر در کاهش ارتفاع در گندم

Table 1. Characteristics of effective genes and alleles on reducing of wheat height

Gene	کروموزوم	آلل	نشانگر	چند شکلی	نوع اثر بر ارتفاع	منبع
Rht-B1 (Rht1)	4B-s	a	RhtB1_SNP	نوع وحشی	پا بلند	Ellis *et al.*, 2002
		b		موتانت	پاکوتاه	Ellis *et al.*, 2002
Rht-D1 (Rht2)	4D-s	a	RhtD1_SNP	نوع وحشی	پا بلند	Ellis *et al.*, 2002
		b		موتانت	پا کوتاه	Ellis et al., 2002

جدول ۲- مشخصات آغازگرهای بکار رفته در آزمایش

Table 2. The description of primers that used in this experiment

نوع آلل	آغازگر	توالی آغازگر (°3-°5)	دمای اتصال (°C)	طول (bp)
Rht-B1a	BF-WR1	BF: GGTAGGGAGGCGAGAGGCGAG WR1: CATCCCCATGGCCATCTCGAGCTG	۵۲	۲۳۷
Rht-B1b	BF-MR1	F: CCAGATACACAACTGCTGGC R: TGATCTTGAGGTTCTCGTCG	۵۲	۲۳۷
Rht-D1a	DF2-WR2	DF2: GGCAAGCAAAAGCTTCGCG WR2: GGCCATCTCGAGCTGCAC	۵۴	۲۵۴
Rht-D1b	DF-MR2	DF: CGCGCAATTATTGGCCAGAGATAG MR2: CCCCATGGCCATCTCGAGCTGCTA	۵۴	۲۵۴

تعداد روز تا گلدهی ژنوتیپ‌ها از۹۰/۶۷ تا ۱۱۵/۶۷روز با میانگین ۹۷/۴۹ متغیر بود (جدول ۳). بیشترین تعداد روز تا گلدهی مربوط به ارقام زمستانه رصد، اوحدی و کرج ۳ (به ترتیب با ۱۱۵/۶۷، ۱۰۹/۶۷و ۱۰۹/۰۰ روز) بود که ترکیب آللی آن‌ها در این دو مکان به صورت aa بود. کمترین تعداد روز تا گلدهی مربوط به ارقام بهاره پارسی، اترک، آریا و سیمره (به ترتیب با ۹۰/۶۷، ۹۱/۰۰، ۹۱/۰۰ و ۹۱/۰۰ روز) با ترکیب آللی ba بود (جدول ۳).

طول سنبله ژنوتیپ‌ها از ۵/۰۰ تا ۸/۶۷ سانتی‌متر با میانگین ۶/۵۲ متغیر بود (جدول ۳). بلندترین طول سنبله مربوط به رقم زمستانه گاسپارد (با ۸/۶۷ سانتی‌متر) با ترکیب آللی ab و کمترین آن در رقم کرخه (به میزان ۵/۰۰ سانتی‌متر) با ترکیب آللی (ba) مشاهده شد (جدول ۳).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

جدول ۳- صفات مورفولوژی و تنوع آللی مکان‌های ژنی *Rht-B1* و *Rht-D1* در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی

Table 3. Morphological traits and gene allele variation in *Rht-B1* and *Rht-D1* loci of the wheat genotypes

ژنوتیپ	*Rht1*	*Rht2*	صفات مورفولوژیکی					
	Rht-B1	*Rht-D1*	تعداد برگ نهایی	ارتفاع (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد روز تا ظهور سنبله	عملکرد دانه (kg/ha)	طول آخرین میانگره (cm)
کرج ۱	a	a	۶/۶۷	۱۰۳/۲۰	۷/۳۳	۱۰۲/۳۳	۴۷۸۳/۳۳	۴۱/۵۱
کرج ۲	a	a	۶/۶۷	۱۰۳/۰۰	۷/۶۷	۹۶/۳۳	۴۲۶۶/۶۷	۴۱/۴۳
کرج ۳	b	a	۶/۶۷	۷۱/۲۰	۸/۰۰	۱۰۹/۰۰	۵۵۸۳/۳۳	۲۸/۶۴
آزادی	b	a	۶/۰۰	۸۰/۷۰	۷/۰۰	۹۸/۰۰	۵۹۶۶/۶۷	۳۲/۴۶
قدس	b	a	۶/۶۷	۸۰/۳۰	۸/۳۳	۹۵/۳۳	۵۵۶۶/۶۷	۳۲/۳۰
مهدوی	b	a	۶/۶۷	۸۸/۲۰	۶/۱۷	۹۹/۳۳	۸۹۱۶/۶۷	۳۵/۴۸
نیک نژاد	b	a	۷/۰۰	۶۲/۵۰	۶/۵۰	۹۳/۰۰	۵۳۶۶/۶۷	۲۵/۱۴
پیشتاز	b	a	۶/۳۳	۷۰/۴۰	۸/۰۰	۹۳/۰۰	۶۳۶۶/۶۷	۲۸/۳۲
شیراز	a	b	۶/۰۰	۸۸/۵۰	۸/۰۰	۹۹/۰۰	۵۶۱۶/۶۷	۳۵/۶۰
مرودشت	a	b	۶/۶۷	۷۴/۰۰	۷/۰۰	۹۸/۶۷	۴۹۵۰/۰۰	۲۹/۷۷
سپاهان	b	a	۶/۳۳	۶۷/۵۰	۷/۰۰	۹۴/۶۷	۵۰۳۳/۳۳	۲۷/۱۵
بهار	b	a	۷/۰۰	۶۷/۲۰	۶/۰۰	۹۹/۶۷	۶۲۵۰/۰۰	۲۷/۰۳
پارسی	b	a	۶/۳۳	۷۹/۱۰	۷/۰۰	۹۰/۶۷	۷۳۱۶/۶۷	۳۱/۸۲
سیوند	b	a	۶/۳۳	۷۶/۳۰	۶/۳۳	۹۸/۳۳	۷۸۶۶/۶۷	۳۰/۶۹
WS-82-9	b	a	۶/۶۷	۶۹/۱۰	۵/۸۳	۹۵/۶۷	۴۸۵۰/۰۰	۲۷/۸۰
WS-85-10 (Sirvan)	b	a	۷/۰۰	۷۲/۳۰	۵/۶۷	۱۰۰/۶۷	۵۸۳۳/۳۳	۲۹/۰۸
WS-86-14	b	a	۷/۳۳	۷۴/۵۰	۶/۳۳	۹۳/۶۷	۵۹۳۳/۳۳	۲۹/۹۷
بزوستایا	b	a	۷/۰۰	۷۶/۰۰	۷/۰۰	۱۰۰/۰۰	۵۰۱۶/۶۷	۳۰/۵۷
نوید	b	a	۷/۰۰	۷۶/۳۰	۷/۳۳	۱۰۳/۰۰	۶۵۱۶/۶۷	۳۰/۶۹
الموت	b	a	۷/۶۷	۷۰/۳۰	۸/۳۳	۱۰۰/۶۷	۶۶۸۳/۳۳	۲۸/۲۸
الوند	b	a	۷/۶۷	۷۹/۷۰	۸/۳۳	۹۴/۳۳	۶۶۱۶/۶۷	۳۲/۰۶
زرین	b	a	۷/۰۰	۸۴/۵۰	۶/۳۳	۱۰۰/۶۷	۴۸۰۰/۰۰	۳۳/۹۹
اروم	a	b	۶/۶۷	۷۳/۴۰	۷/۰۰	۹۵/۳۳	۴۴۰۰/۰۰	۲۹/۵۳
زارع	b	a	۷/۳۳	۸۹/۳۰	۷/۶۷	۱۰۰/۶۷	۱۱۸۳/۳۳	۳۵/۹۲
میهن	a	b	۶/۶۷	۶۲/۱۰	۶/۶۷	۹۸/۳۳	۴۶۵۰/۰۰	۲۴/۹۸
MV-17	b	a	۶/۶۷	۶۰/۵۰	۵/۳۳	۹۹/۶۷	۶۱۸۳/۳۳	۲۴/۳۴
گاسپارد	a	b	۶/۶۷	۶۰/۰۰	۸/۶۷	۱۰۲/۶۷	۵۲۶۶/۶۷	۲۴/۱۴
گاسکوژن	a	b	۷/۶۷	۶۲/۱۰	۷/۰۰	۹۸/۰۰	۶۹۳۳/۳۳	۲۴/۹۸
سویسون	b	a	۷/۰۰	۶۶/۱۰	۷/۶۷	۹۹/۳۳	۶۲۳۳/۳۳	۲۶/۵۹
شهریار	b	a	۷/۳۳	۷۸/۳۰	۸/۳۳	۹۹/۳۳	۵۵۳۳/۳۳	۳۱/۵۰
توس	b	a	۶/۶۷	۷۴/۳۰	۷/۳۳	۹۸/۳۳	۵۹۳۳/۳۳	۲۹/۸۹
C-85-3	b	a	۶/۳۳	۶۳/۲۰	۶/۳۳	۱۰۰/۰۰	۶۸۸۳/۳۳	۲۵/۴۲
C-85-6	b	a	۷/۳۳	۸۱/۴۰	۸/۰۰	۱۰۲/۶۷	۶۴۸۳/۳۳	۳۲/۷۴
C-86-3	b	a	۶/۰۰	۷۴/۲۰	۵/۶۷	۹۹/۳۳	۶۱۰۰/۰۰	۲۹/۸۵
C-86-5	b	a	۶/۳۳	۷۷/۰۰	۸/۰۰	۹۹/۰۰	۴۰۶۶/۶۷	۳۰/۹۷
C-86-6	a	b	۷/۶۷	۷۰/۴۰	۶/۶۷	۹۹/۶۷	۹۲۶۶/۶۷	۲۸/۳۲
پیشگام	a	b	۸/۰۰	۵۹/۷۰	۷/۰۰	۹۷/۳۳	۵۲۶۶/۶۷	۲۴/۰۲

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

ادامه جدول ۳

Continued Table 3

ژنوتیپ	*Rht1*	*Rht2*	صفات مورفولوژیکی					
	Rht-B1	*Rht-D1*	تعداد برگ نهایی	ارتفاع (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد روز تا ظهور سنبله	عملکرد دانه (kg/ha)	طول آخرین میانگره (cm)
تجن	b	a	۶/۶۷	۶۷/۴۰	۷/۶۷	۹۱/۶۷	۵۲۶۶/۶۷	۲۷/۱۱
شیرودی	b	a	۷/۶۷	۶۲/۳۰	۷/۳۳	۹۲/۶۷	۴۳۱۶/۶۷	۲۵/۰۶
دریا	a	b	۷/۰۰	۷۶/۴۰	۶/۶۷	۹۱/۳۳	۷۵۳۳/۳۳	۳۰/۷۳
آرتا	b	a	۷/۰۰	۸۲/۱۰	۶/۶۷	۹۲/۶۷	۷۷۵۰/۰۰	۳۳/۰۳
مروارید	a	a	۶/۶۷	۷۹/۷۰	۵/۵۰	۹۴/۶۷	۷۵۱۶/۶۷	۳۲/۰۶
گنبد	b	a	۷/۶۷	۷۰/۷۰	۵/۶۷	۹۹/۶۷	۸۱۸۳/۳۳	۲۸/۴۴
اروند	b	a	۷/۰۰	۷۲/۱۰	۵/۳۳	۹۷/۳۳	۳۲۳۳/۳۳	۲۹/۰۰
چناب	b	a	۷/۳۳	۷۱/۷۰	۶/۰۰	۹۷/۳۳	۲۷۳۳/۳۳	۲۸/۸۴
بیات	a	a	۶/۶۷	۹۰/۶۰	۷/۳۳	۱۰۳/۰۰	۸۵۱۶/۶۷	۳۶/۴۵
فلات	b	a	۷/۰۰	۷۴/۱۰	۵/۸۳	۹۳/۰۰	۴۸۱۶/۶۷	۲۹/۸۱
هیرمند	b	a	۷/۶۷	۷۱/۳۰	۵/۶۷	۹۶/۳۳	۴۵۸۳/۳۳	۲۸/۶۸
داراب ۲	b	a	۶/۰۰	۸۰/۳۰	۶/۶۷	۹۲/۶۷	۵۹۱۶/۶۷	۳۲/۳۰
اترک	b	a	۶/۳۳	۶۱/۴۰	۶/۰۰	۹۱/۰۰	۴۴۵۰/۰۰	۲۴/۷۰
چمران	b	a	۶/۰۰	۷۸/۰۰	۵/۸۳	۹۲/۰۰	۵۱۸۳/۳۳	۳۱/۳۸
استار	b	a	۶/۶۷	۷۰/۳۰	۶/۳۳	۹۴/۶۷	۳۸۰۰/۰۰	۲۸/۲۸
دز	b	a	۷/۳۳	۵۲/۳۰	۷/۰۰	۹۳/۶۷	۳۰۱۶/۶۷	۲۱/۰۴
ویناک	b	a	۶/۰۰	۵۶/۵۰	۶/۰۰	۹۷/۶۷	۳۹۶۶/۶۷	۲۲/۷۳
S-78-11	a	b	۶/۳۳	۸۰/۳۰	۶/۰۰	۹۹/۳۳	۶۴۵۰/۰۰	۳۲/۳۰
افلاک	b	a	۷/۰۰	۷۹/۸۰	۵/۶۷	۱۰۰/۶۷	۲۷۳۳/۳۳	۳۱/۶۸
چمران ۲	b	a	۷/۶۷	۷۸/۱۰	۶/۶۷	۹۹/۶۷	۵۱۸۳/۳۳	۲۹/۱۸
S-87-18	b	a	۷/۳۳	۶۹/۱۰	۶/۳۳	۹۱/۶۷	۴۴۰۰/۰۰	۳۰/۵۸
S-87-19	b	a	۷/۰۰	۸۰/۳۰	۵/۳۳	۹۶/۰۰	۶۴۵۰/۰۰	۳۲/۳۰
S-87-20	b	a	۷/۶۷	۶۶/۲۰	۵/۵۰	۹۶/۶۷	۶۶۳۳/۳۳	۲۶/۶۳
روشن	a	a	۷/۶۷	۱۱۰/۴۰	۷/۸۳	۹۵/۶۷	۴۵۶۶/۶۷	۴۴/۴۱
بک کراس روشن بهاره	b	a	۶/۰۰	۸۰/۴۰	۵/۱۷	۹۷/۶۷	۶۶۵۰/۰۰	۳۲/۳۴
بک کراس روشن زمستانه Roshan(W)	b	a	۷/۳۳	۸۴/۲۰	۸/۰۰	۱۰۱/۶۷	۶۸۶۶/۶۷	۳۳/۸۷
مارون	b	a	۶/۰۰	۷۰/۳۰	۷/۰۰	۹۱/۶۷	۵۷۰۰/۰۰	۲۸/۲۸
کویر	b	a	۶/۶۷	۷۰/۳۰	۸/۰۰	۹۱/۳۳	۴۶۸۳/۳۳	۲۸/۲۸
هامون	a	b	۸/۰۰	۵۷/۴۰	۶/۰۰	۹۹/۳۳	۴۲۸۳/۳۳	۲۳/۰۹
بم	a	b	۶/۰۰	۷۹/۹۰	۶/۳۳	۹۸/۳۳	۶۶۸۳/۳۳	۳۲/۱۴
نیشابور	a	b	۶/۳۳	۷۱/۰۰	۶/۵۰	۹۷/۶۷	۵۰۳۳/۳۳	۲۸/۵۶
سیستان	a	b	۷/۳۳	۷۶/۸۰	۷/۰۰	۹۸/۶۷	۶۵۳۳/۳۳	۳۰/۸۹
ارگ	a	b	۵/۶۷	۷۴/۵۰	۷/۱۷	۹۸/۰۰	۶۵۶۶/۶۷	۲۹/۹۷
افق	b	a	۸/۰۰	۸۳/۷۰	۵/۳۳	۱۰۱/۶۷	۸۹۰۰/۰۰	۳۳/۶۷
یاواروس	b	a	۷/۰۰	۶۲/۲۰	۷/۰۰	۹۵/۰۰	۵۹۱۶/۶۷	۲۵/۰۲
کرخه	b	a	۷/۳۳	۷۳/۸۰	۵/۰۰	۱۰۰/۰۰	۶۸۸۳/۳۳	۲۹/۶۹
آریا	b	a	۸/۳۳	۵۴/۱۰	۶/۱۷	۹۱/۰۰	۳۶۰۰/۰۰	۲۱/۷۶

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

ادامه جدول ۳

Continued Table 3

ژنوتیپ	*ht1* *ht-B1*	*ht2* *ht-D1*	صفات مورفولوژیکی					
			تعداد برگ نهایی	ارتفاع (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد روز تا ظهور سنبله	عملکرد دانه (kg/ha)	طول آخرین میانگره (cm)
دنا	b	a	۶/۰۰	۵۴/۳۰	۷/۸۳	۹۶/۳۳	۵۰۳۳/۳۳	۲۱/۸۴
آذر ۲	a	a	۷/۰۰	۹۸/۵۰	۶/۶۷	۹۴/۰۰	۴۲۶۶/۶۷	۴۳/۵۹
زاگرس	b	a	۶/۳۳	۷۲/۲۰	۸/۰۰	۹۱/۶۷	۵۱۳۳/۳۳	۳۱/۹۵
هما	a	a	۷/۳۳	۸۱/۴۰	۵/۳۳	۹۴/۰۰	۶۷۰۰/۰۰	۳۶/۰۲
رصد	a	a	۷/۰۰	۹۸/۲۰	۵/۶۷	۱۱۵/۶۷	۵۱۰۰/۰۰	۴۳/۴۶
اوحدی	a	a	۷/۳۳	۱۰۱/۴۰	۵/۳۳	۱۰۹/۶۷	۱۸۵۰/۰۰	۴۰/۷۹
کوهدشت	b	a	۶/۳۳	۷۵/۳۰	۵/۵۰	۹۹/۳۳	۱۷۶۶/۶۷	۳۰/۲۹
گهر	b	a	۶/۳۳	۷۴/۵۰	۵/۳۳	۹۹/۳۳	۶۶۸۳/۳۳	۲۷/۹۷
سیمره	b	a	۷/۶۷	۷۷/۲۰	۶/۶۷	۹۱/۰۰	۵۶۵۰/۰۰	۳۱/۰۵
کریم	a	b	۷/۶۷	۷۴/۸۰	۶/۳۳	۹۲/۳۳	۳۳۶۶/۶۷	۳۰/۰۹
C-85-D8	a	a	۷/۰۰	۷۸/۹۰	۶/۱۷	۱۰۰/۳۳	۵۹۱۶/۶۷	۳۱/۷۴
C-85-D9	a	a	۶/۶۷	۸۰/۴۰	۵/۶۷	۹۹/۶۷	۵۲۸۳/۳۳	۳۲/۳۴
C-85-D13	b	a	۶/۶۷	۷۸/۳۰	۵/۶۷	۱۰۰/۰۰	۵۱۰۰/۰۰	۳۱/۵۰
مغان ۳	b	a	۷/۰۰	۸۰/۱۰	۶/۰۰	۹۴/۶۷	۶۹۱۶/۶۷	۳۲/۲۲
گلستان	b	a	۶/۶۷	۸۳/۲۰	۶/۳۳	۹۶/۰۰	۵۸۱۶/۶۷	۳۳/۴۷
رسول	b	a	۷/۰۰	۶۸/۱۰	۷/۰۰	۹۲/۰۰	۵۹۰۰/۰۰	۲۷/۳۹
ریژاو	b	a	۷/۰۰	۷۸/۱۰	۶/۰۰	۹۲/۳۳	۵۱۱۶/۶۷	۳۱/۴۲
سبلان	a	a	۷/۰۰	۹۴/۰۰	۷/۳۳	۹۷/۳۳	۵۱۸۳/۳۳	۳۷/۸۱
سووین ۲۲۰	b	a	۷/۶۷	۶۰/۵۰	۵/۶۷	۱۰۱/۶۷	۴۱۰۰/۰۰	۲۴/۳۴
طبسی	a	a	۷/۶۷	۱۰۸/۷۰	۵/۳۳	۱۰۲/۶۷	۳۶۰۰/۰۰	۴۳/۷۳
ماهوتی	a	a	۷/۰۰	۹۴/۲۰	۷/۶۷	۹۹/۳۳	۳۲۱۶/۶۷	۳۷/۸۹
شعله	a	a	۷/۶۷	۹۰/۲۰	۷/۰۰	۱۰۰/۶۷	۷۳۰۰/۰۰	۳۹/۹۲
سرداری	a	a	۸/۰۰	۹۵/۵۰	۶/۶۷	۱۰۱/۰۰	۴۹۵۰/۰۰	۴۲/۲۶
بهاران	a	a	۷/۳۳	۹۳/۴۰	۶/۳۳	۹۴/۶۷	۵۲۵۰/۰۰	۴۱/۳۳
میانگین			۶/۹۳	۷۶/۳۱	۶/۵۲	۹۷/۴۹	۵۵۰۲/۸۹	۳۰/۹۶
ماکزیمم			۸/۳۳	۱۱۰/۴۰	۸/۶۷	۱۱۵/۶۷	۹۲۶۶/۶۷	۴۴/۴۱
مینیمم			۵/۶۷	۵۲/۳۰	۵/۰۰	۹۰/۶۷	۱۱۸۳/۳۳	۲۱/۰۴
LSD (P<0.05)			۰/۴۷	۸/۸۹	۰/۷۹	۳/۳۰	۱۵۱/۹۸	۴/۵۰

فراوانی آلل *RhtB1-b* در بین آلل‌های مورد بررسی از بقیه آلل‌ها در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بیشتر بود که نشان‌دهنده وجود این آلل پاکوتاهی در بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد (جداول ۳ و ۴). با توجه به اینکه اغلب ارقام از طریق مراکز تحقیقاتی بین‌المللی وارد کشور شده‌اند و مراحل اصلاحی در داخل کشور انجام گرفته است احتمال ورود ژن‌های پاکوتاهی را از این مراکز تحقیقاتی به خصوص مرکز تحقیقات بین المللی گندم و ذرت زیاد می‌کند. ارقام دارای حداقل یکی از آلل‌های پاکوتاهی (یعنی ارقام دارای ژنوتیپ *RhtB1-b/RhtD1-a* و *RhtB1-a/RhtD1-b*) حدود ۸۲/۶۵ درصد از کل ارقام مورد بررسی را شامل شد. این فراوانی آلل‌های پاکوتاه با اظهارات ایوانز (۱۳) مطابقت دارد که اعلام داشت فراوانی آلل‌های پاکوتاهی در ارقام گندم کل دنیا بیشتر از ۷۰ درصد می‌باشد. کمترین ترکیب آللی مربوط به وجود آلل پابلندی در هر دو مکان مورد بررسی یعنی *RhtB1-a/RhtD1-a* با فراوانی ۱۷/۳۵ درصد بود (جدول ۴). این ارقام به دلیل عدم ورود این دو آلل پاکوتاهی دارای متوسط ارتفاع ۹۴/۲۲ سانتی‌متر بودند که از متوسط ارتفاع سایر ارقام ۲۳/۵ درصد بیشتر بودند. کاهش ارتفاع بوته سبب بهبود مؤثر عملکرد محصول در گندم نان و ماکارونی می‌گردد (۲). همچنین این ارقام دارای تعداد روز از جوانه‌زنی تا گلدهی بیشتر (تأخیر در تاریخ گلدهی) و تعداد برگ نهایی بیشتری از سایر ارقام بودند. این نتایج با نتایج دورا و همکاران (۷) که اثر ژن *Rh5* را در گندم بررسی کردند مشابهت داشت. آن‌ها گزارش کردند که ژن پاکوتاهی سبب کاهش ارتفاع ۲۳/۱۶ درصدی گردیده است و سبب تأخیر در تاریخ گلدهی و رسیدگی گردید.

ارقام دارای هر دو آلل پابلندی (aa) شامل ارقام کرج ۱، کرج ۲، مروارید، بیات، روشن، آذر ۲، هما، رصد، اوحدی، سبلان، طبسی، ماهوتی، شعله، سرداری، بهاران، C-85-D8 و C-85-D9 بودند که غالباً دارای رفتار رشدی زمستانه یا بینابین متمایل به زمستانه هستند. دلیل این امر آن است که گیاهانی که دیر گل می‌دهند، ارتفاع بلندتری دارند (۲۶). بنابراین به نظر می‌رسد بین آلل‌های پاسخ به بهاره‌سازی و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

ارتفاع گیاه ارتباط وجود داشته باشد (۲۳). این ارتباط در پژوهش دنگ و همکاران (۸) نیز گزارش شده‌است. این ارتباط از طریق تولید هورمون جیبرلین توسط ژن‌های بهاره‌سازی کنترل می‌گردد. تنظیم سطح هورمون‌های پایین دستی *VRN1* (مثل اسید جیبرلیک) که در بهاره‌سازی نقش دارند، ممکن است گلدهی یا دیگر فرآیندهای نموی گیاه مانند ارتفاع نهایی را تحت تأثیر قرار دهد (۱۹،۸،۴).

بیشترین درصد ترکیب آللی مربوط به *RhtB1-b/RhtD1-a* با فراوانی ۶۶/۳۳ درصد بود (جدول ۴). این ترکیب آللی در ارقام مورد بررسی باعث ایجاد برگ نهایی ۶/۸۹، ارتفاع بوته ۷۲/۸۵ سانتی متر، طول سنبله ۶/۶ سانتی متر و تعداد روز تا گلدهی ۹۶/۷۶ روز شدند (جدول ۴). ۱۶ رقم از کل ارقام مورد بررسی دارای ترکیب آللی *Rht B1-a/Rht D1-b* بودند که ۱۶/۳۳ درصد کل ارقام مورد بررسی را شامل می‌شدند و به ترتیب دارای ۶/۹ برگ نهایی، ۷۱/۳۳ سانتی متر ارتفاع بوته، ۶/۸۸ سانتی‌متر طول سنبله و ۹۷/۷۵ روز تا گلدهی بودند (جدول ۴). ۱۷/۳۵ درصد از ارقام دارای ترکیب آللی *RhtB1-a/RhtD1-a* بودند که این ارقام دارای میانگین تعداد ۷/۰۸ برگ نهایی، ۹۴/۳۳ سانتی‌متر ارتفاع بوته، ۶/۵۲ سانتی‌متر طول سنبله و ۱۰۰/۰۶ روز تا گلدهی بودند (جدول ۴). تجزیه همبستگی صفات مورد بررسی با ترکیب آللی در ارقام گندم مورد بررسی در این تحقیق حاکی از آن بود که همبستگی معنی‌داری بین ترکیب آللی *RhtB1/RhtD1* با صفات تعداد روز تا گلدهی، طول سنبله و تعداد برگ نهایی وجود ندارد و این ترکیبات آللی فقط همبستگی منفی و معنی‌داری با صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ داشتند (جدول ۵). در بین صفات مورد بررسی نیز تنها صفات ارتفاع بوته و تعداد روز تا گلدهی همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند که نشان‌دهنده آن است ارقام با ارتفاع بیشتر به تعداد روز بیشتری برای رسیدن به گلدهی نیاز دارند.

جدول ۴- اثرات ترکیب آللی بر صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی

Table 4. Effect of allele compositions on different traits of wheat genotypes

گروه	*Rht-B1*	*Rht-D1*	درصد	تعداد برگ نهایی	ارتفاع (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد روز تا ظهور سنبله	عملکرد دانه (kg/ha)	طول آخرین میانگره (cm)
۱	a	a	۱۷/۳۵	۷/۰۸± ۰/۲۰*	۹۴/۲۲± ۴/۶۷	۶/۵۲± ۰/۴۴	۱۰۰/۰۶± ۲/۷۴	۵۱۹۲± ۷۸۵/۲	۳۹/۲۲± ۲/۰۱
۲	a	b	۱۶/۳۳	۶/۹۰± ۰/۳۷	۷۱/۳۳± ۴/۳۲	۶/۸۸± ۰/۳۴	۹۷/۷۵± ۱/۳۵	۵۸۰۰± ۷۱۶/۲	۲۸/۶۹± ۱/۷۴
۳	b	a	۶۶/۳۳	۶/۸۹± ۰/۱۴	۷۲/۸۵± ۲/۰۱	۶/۶۰± ۰/۹۶	۹۶/۷۶± ۰/۹۵	۵۵۱۱± ۳۶۶/۸	۲۹/۳۵± ۰/۸۱

*: فاصله اطمینان ۹۵ درصد برآورد

جدول ۵- همبستگی صفات مختلف در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی

Table 5. The correlation between different traits of the studied wheat genotypes

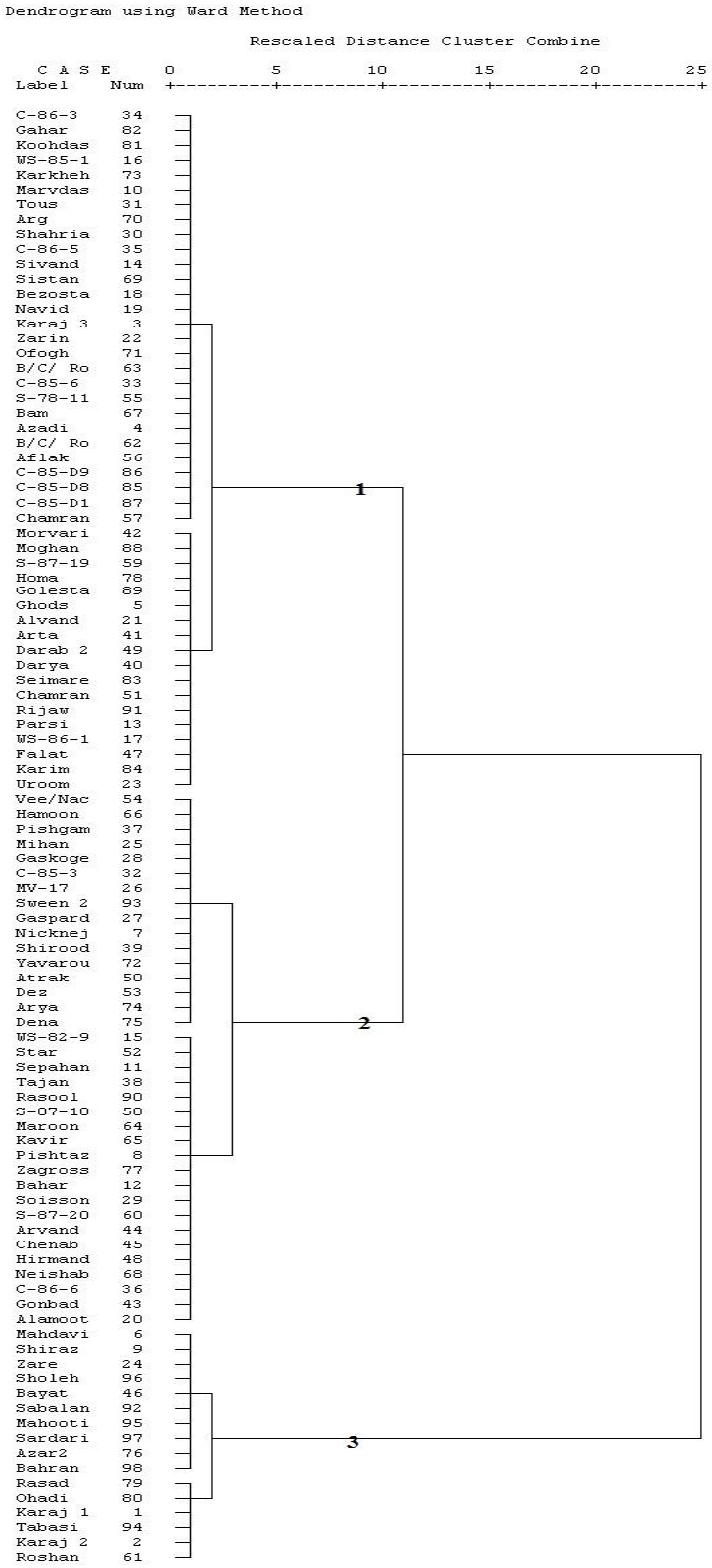
	تعداد روز تا گلدهی	طول سنبله	ارتفاع	تعداد برگ نهایی	ترکیب آللی	طول آخرین میانگره	عملکرد دانه
تعداد روز تا گلدهی	۱						
طول سنبله	-۰/۰۷^{ns}	۱					
ارتفاع	۰/۳۱۰**	۰/۰۲۱^{ns}	۱				
تعداد برگ نهایی	۰/۰۷۸^{ns}	-۰/۰۷۶^{ns}	۰/۰۲۲^{ns}	۱			
ترکیب آللی	-۰/۱۶۴^{ns}	۰/۱۱۲^{ns}	-۰/۵۷۱**	-۰/۰۹۴^{ns}	۱		
طول آخرین میانگره	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۳۵۵**	۰/۸۵۱**	۰/۰۳۵^{ns}	-۰/۶۰۴**	۱	
عملکرد دانه	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	-۰/۰۱۴^{ns}	-۰/۰۸۲^{ns}	۰/۱۱۷^{ns}	-۰/۰۱۴^{ns}	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ns: غیر معنی‌دار

پس از انجام تجزیه خوشه‌ای و برش دندروگرام حاصله در فاصله ۱۰ واحد در سطحی که اختلاف بین سطوح گروه‌بندی زیاد باشد (۱۶)، ۹۸ ژنوتیپ مورد بررسی در ۳ گروه قرار گرفتند (شکل ۱). گروه اول شامل ۴۶ ژنوتیپ بود که بیشتر ژنوتیپ‌های با ترکیب آللی ba را شامل می شود (شکل ۱) که بر اساس جدول ۴ نیز این گروه بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد و میانگین ارتفاع این گروه در حدود ۷۳ سانتی‌متر بود (جدول ۴). گروه دوم شامل ۳۶ ژنوتیپ بود که اغلب ژنوتیپ‌های این گروه نیز دارای ترکیب آللی ab برای دو ژن پاکوتاهی مورد بررسی بودند، هر چند ژنوتیپ‌های این گروه از لحاظ صفات تعداد برگ نهایی در ساقه اصلی، تعداد روز تا گلدهی و طول سنبله در وضعیت حد واسط دو گروه دیگر قرار داشتند (شکل ۱). گروه سوم نیز فقط شامل ۱۶ ژنوتیپ بود. بر اساس جدول ۳ ژنوتیپ‌های این گروه بیشتر دارای ترکیب آللی aa هستند که بیشترین ارتفاع و بیشترین تعداد روز تا گلدهی را نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر دارا بودند (جدول ۴).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

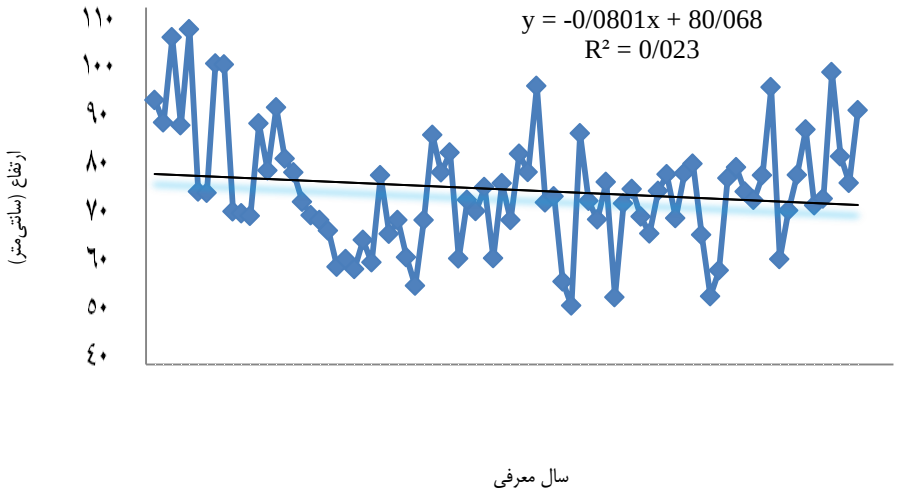


شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم بر اساس صفات مورد بررسی به روش وارد

Figure 1. The dendrogram of cluster analysis of wheat genotypes based on measured traits using Ward's method

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]



شکل ۲- تغییرات مربوط به ارتفاع ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی بر اساس سال معرفی
Figure 2. The changes of wheat genotypes height based on the year of released

استفاده از این گروه‌بندی‌ها ضمن حصول اطلاعات مربوط به پراکندگی آلل‌های کوتاهی در ژنوتیپ‌های ایرانی گندم می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی بهبود مقاومت به ورس و افزایش عملکرد در گندم بر اساس همبستگی سه صفت موروفولوژیکی تعداد برگ نهایی در ساقه، تعداد روز تا گلدهی و طول سنبله با صفت عملکرد دانه، مؤثر باشد. به طوری‌که می‌توان ژنوتیپ‌های دارای آلل پاکوتاهی (مثلاً ترکیب آللی ترکیب آللی *Rht B1-b/RhtD1-* a) را در تلاقی‌ها شرکت داد یا بوسیله روش‌های مولکولی آلل‌های مؤثر در پاکوتاهی را به ارقام پابلند با سازگاری مناسب با منطقه مورد نظر انتقال داد تا گیاهانی کودپذیرتر، متحمل‌تر به خوابیدگی و در نهایت با توان تولیدی بیشتر داشته باشیم.

تغییرات ارتفاع بوته براساس سال معرفی ارقام در شکل ۲ آورده شده است. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، ارتفاع بوته تغییرات تصادفی داشته است، گرچه این تغییرات در طی این مدت با شیب ملایم کاهشی می‌باشد (R^2=۰/۰۲۳). نخستین ارقام اصلاح شده در ایران از میان ارقام بومی انتخاب شده‌اند اما به‌تدریج با ورود و معرفی ارقام جدید از مراکز تحقیقات بین‌المللی سیمیت و ایکاردا از ارتفاع ارقام گندم کاسته شده است. بنابراین پس از گذشت زمان و با ورود ارقام پاکوتاه خارجی، فراوانی این آلل‌ها افزایش یافته‌است.

به‌طور کلی، گرایش به‌نژادی در ایران طی گذشت زمان به کاهش ارتفاع و افزایش تجمع آلل‌های پاکوتاهی منجر شده‌است. اکثر ارقام مورد بررسی دارای ترکیب آللی *Rht B1-b/RhtD1-* a بودند که باعث ایجاد کمترین ارتفاع در ارقام مورد بررسی شد. تأثیر این ترکیب آللی بر صفات تعداد برگ نهایی و تعداد روز تا گلدهی در مقایسه با ارقامی که این ترکیب آللی را نداشتند، کاهش قابل ملاحظه‌ای را ایجاد کرده بود.

با توجه به این‌که ژن‌های مختلفی در ایجاد ارتفاع در ارقام مختلف نقش دارند، پیشنهاد می‌گردد علاوه بر این دو ژن که اصلی‌ترین ژن‌ها هستند، ترکیب آللی سایر ژن‌ها نیز بخصوص در ارقام جدید مورد بررسی قرار گیرند تا تصویر واضح‌تری از اثرات این آلل‌ها بر صفت ارتفاع و متعاقب آن کودپذیری، مقاومت به ورس و در نهایت عملکرد داشته باشیم.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

منابع

1. Allan, R.E. 1989. Agronomic Comparisons between *Rht1* and *Rht2* Semi dwarf genes in winter wheat. Crop Science, 29: 1103-1108.
2. Bakshi, S., K.A. Nayeem, S.G. Bhagwat, A. Shitre and B.K. Das. 2014. Characterization of GA3 Insensitive Reduced Height Mutant of Emmer Wheat. Var. NP200 (*Triticum Dicoccum* L.). Advances in Crop Science and Technology, 2: 132. doi:10.4172/2329-8863.1000132
3. Battenfield, S.D., A.R. Klatt and W.R. Raun. 2013. Genetic yield potential improvement of semi dwarf winter wheat in the Great Plains. Crop Science, 53: 946-955.
4. Boden, S.A., D. Weiss, J.J. Ross, N.W. Davies, B. Trevaskis, P.M. Chandler and S.M. Swain. 2014. Early flowering3 regulates flowering in spring barley by mediating gibberellins production and flowering locus expression. Plant Cell, 29: 1557-1569.
5. Borlaug, N.E. 1968. Wheat breeding and its impact on world food supply. In: Finlay, E.W. and K.W. Sheperd (eds.), Proceedings of the 3rd International Wheat Genetics Symposium, 5-15 pp. Canberra: Australian Academy of Science.
6. Borner, A., J. Plaschke, V. Korzun and A.J. Worland. 1996. The relationship between the dwarfing genes of wheat and rye. Euphytica, 89:69-75.
7. Daoura, B.G., L. Chen, and Y.G. Hu. 2013. Agronomic traits affected by dwarfing gene *Rht-5* in common wheat (*Triticum aestivum* L.). Australian Journal of Crop Science, 7(9): 1270-1276.
8. Deng, W., M.C. Casao, P. Wang, K. Sato, P. M. Hayes, E.J. Finnegan and B. Trevaskis. 2015. Direct links between the vernalization response and other key traits of cereal crops. Nature Communications, 6:58- 82. DOI: 10.1038/ncomms6882.
9. Derikvand, R., E. Farshadfar and F. Nazarian. 2004. Genetic study of some morpho-physiological traits in bread wheat lines under dryland conditions using diallel crossing. Seed and Plant Improvement Journal, 20(4): 429-444 (In Persian).
10. Divashuka, M.G., A.V. Vasilyevb, L.A. Bespalovab and G.I. Karlova. 2012. Identity of the *Rht11* and *RhtB1e* reduced plant height genes. Russian Journal of Genetics, 48(7): 761-763.
11. Ellis, M.H., G.J. Rebetzke and P. Chandler. 2004. The effect of different height reducing genes on the early growth of wheat. Functional Plant Biology, 31: 583-589.
12. Ellis, M.H., W. Spielmeyer and K.R. Gale. 2002. "Perfect" Markers for the *Rht_B1b* and *Rht_D1b* Dwarfing Genes in Wheat. Theoretical Applied Genetics, 105: 1038-1042.
13. Evans, L.T. 1998. Feeding the Ten Billion: Plant and Population Growth, Cambridge: Cambridge University Press. 247 p.
14. Gale, M.D. and S. Youssefian. 1985. Dwarfing genes in wheat, In: progress in plant breeding, Russell, G.E. (ed.), 1-35 pp. London: Butterworths, UK.
15. Hoogendoorn, J., J.M. Richson and M.D. Gale. 1990. Differences in Leaf and Stem Anatomy Related to Plant Height of Tall and Dwarf Wheat. Journal of Plant Physiology, 136: 72-77.
16. Jobson, J.D. 1992. Applied Multivariate Data Analysis. Vol II: Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag Press. N.Y., USA. 768 pp.
17. Keyes, G.J., D.J. Paolillo and M.E. Sorrells. 1989. The effects of dwarfing genes *Rht 1* and *Rht 2* on cellularb dimensions and rate of leaf elongation in wheat. Annals of Botany, 64: 683-690.
18. McIntosh, R.A., J. Dubcovsky and W.J. Rogers. 2009. Catalogue of Gene Symbols for Wheat, in Komugi Integrated Wheat Science Database, from http:www.shigen.nig.ac.jp.wheat.komugi.genes.macgene.
19. Pearce, S., L. Vanzetti and J. Dubcovsky. 2013. Exogenous gibberellins induce wheat spike development under short days only in the presence of *vernalization1*. Plant Physiology, 163:1433-1445.
20. Pearce, S., R. Saville and S.P. Vaughan. 2011. Molecular characterization of *Rht_1* dwarfing genes in hexaploid wheat. Plant Physiology, 157:1820-1831, doi:10.1104/pp.111.183657.
21. Peng, J.R., D.E. Richards and N.M. Hartley. 1999. 'Green Revolution' genes encode mutant gibberellins response modulators. Nature, 400: 256-261.
22. Rudd, J.C. 2009. Success in wheat improvement. In: B.F. Carver, editor, Wheat: Science and trade. Wiley-Blackwell, Ames, IA. pp: 387-395.
23. Sadeghzadeh Ahari, D., S. Bahrami and H. Pashapour. 2006. Evaluation of durum wheat germplasm growth habit and its relationship with some agronomic traits and grain yield in cold dry land conditions. Journal of Agricultural Sciences, 12(3): 602-611.
24. SAS Institute. 2003. Foundation for 64-bit Microsoft Windows. SAS Inst., Carry, NC.
25. Tang, N., Y. Jiang, B. He and Y. Hu. 2009. The effects of dwarfing genes (*Rht-B1b, Rht-D1b, and Rht8*) with different sensitivity to *ga3* on the coleoptiles length and plant height of wheat. Agricultural Sciences in China, 8: 1028-1038.
26. Wooten, D.R., D.P. Livingston, H.J. Lyerly, J.B. Holland, E.N. Jellen, D.S. Marshall and J.P. Murphy. 2009. Quantitative Trait Loci and Epistasis for Oat Winter-Hardiness Component Traits. Crop Science, 49:1989-1998.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]

Allelic Distribution in Some of Dwarfing Genes in Iranian Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes

Seyyed Hamid Reza Ramazani[1], Habibollah Ghazvini[2], Mohammad Reza Jalal Kamali[3] and Elias Arazmjoo[4]

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sarayan Agricultural College, University of Birjand, Iran (Corresponding author: hrramazani@Birjand.ac.ir)
2- Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3- Principal Scientist-Wheat Breeder, Global Wheat Program, International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Karaj, Iran
4- Researcher at Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, South Khorasan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Birjand, Iran
Received: November 25, 2016 Accepted: September 12, 2017

Abstract

Decrease the plant height using the *Rht* genes is one of the main strategies to improve the resistance to lodging and fertilization and to increase the productivity in wheat. In Iran, like to other parts of world, these genes are entered to new introduced and released varieties. To study allelic diversity of two main dwarf genes (*Rht-D1b* and *Rht-B1b*) and their effects on morphological traits of 98 Iranian wheat cultivars, this study was conducted in filed and molecular level using specific STS-PCR primers. Correlation analysis among morphological traits such as plant height, final leaf number, spike length and days to heading with dwarfism alleles was done. Results showed that the highest percentage of allelic composition was related to *Rht B1-b/Rht D1-a* with 66.33%. Also 82.65% of the studied cultivars at least carried one of the dwarfism alleles that it verify the entrance of dwarfism genes into Iranian wheat cultivars. Only plant height had negative and significant correlation with dwarfism alleles (r=-0.571**). The results of cluster analysis showed that genotypes were classified into 3 groups. The first group, have *Rht B1-b/Rht D1-a* genotype, Group II have *Rht B1-a/Rht D1-b* genotype and the third group have *Rht B1-a/Rht D1-a* genotype. Proper using of these genes in breeding programs can improve lodging resistance and also increase grain yield in wheat.

Keywords: Allelic diversity, Plant height, *Rht* gene

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-13]

[DOI: 10.29252/jcb.10.26.1]