دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی مقادیر درجه روز-رشد مراحل فنولوژیک در تعدادی از ارقام زراعی و توده‌های بومی گندم‌های نان ایران

هادی علی‌پور[۱]، حسین عبدی[۲] و محمدرضا بی‌همتا[۳]

۱- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، (نویسنده مسوول: ha.alipour@urmia.ac.ir)
۲- دانشجوی دکتری گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ ارسال: ۹۸/۰۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۷
صفحه: ۷۱ تا ۸۲

چکیده

در مطالعه مراحل فنولوژی گیاهان زراعی، اندازه‌گیری درجه روز-رشد (GDD) به‌عنوان شاخصی جایگزین برای شمارش روزهای تقویم مطرح می‌باشد. در تحقیق حاضر تنوع ژنتیکی ۸۶ رقم زراعی و ۱۸۴ توده بومی گندم ایرانی بر اساس مراحل فنولوژیکی (روز تا آبستنی، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی و GDD این مراحل) در کنار دوره پرشدن دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه طی سال‌های زراعی ۹۳-۹۲ و ۹۴-۹۳ در قالب طرح آگمنت با ۳ رقم شاهد (آذر، نوید و پیشتاز) در ٦ بلوک ناقص در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که از نظر این صفات اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین ارقام زراعی و توده‌های بومی گندم وجود دارد، به‌طوری که ارقام زراعی عملکرد بیشتر و طول دوره پرشدن دانه کمتری در مقایسه با توده‌های بومی داشتند. از طرف دیگر نتایج حاکی از آن بود که ژنوتیپ‌ها با عادت رشدی مختلف از نظر اکثر صفات فنولوژیکی دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند و می‌توانند در انتخاب و معرفی ارقام جدید به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم گزینش برای افزایش طول دوره پرشدن دانه در کنار افزایش عملکرد دانه مؤثر باشند. از آنجایی که تنوع صفات فنولوژیکی در توده‌های بومی بیشتر بود، بنابراین توده‌های بومی می‌توانند منبع ارزشمندی در راستای انتخاب برای بهبود این صفات نیز باشند. در نهایت با توجه به اهمیت مراحل فنولوژیکی و شاخص GDD توصیه می‌گردد این صفات نیز به اندازه عملکرد و اجزای عملکرد جهت حصول نتایج دقیق‌تر مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: ارقام زراعی، تنوع ژنتیکی، توده‌های بومی، درجه روز-رشد، نیاز حرارتی

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین غله در سطح جهان می‌باشد (۶) و چرخه زندگی آن همانند دیگر گیاهان زراعی فرآیندی پیوسته با مراحل فنولوژیکی متمایز است (۸). مراحل فنولوژیکی که به‌عنوان تقویم حوادث زندگی گیاهان تعریف می‌گردد، تابعی از پتانسیل ژنتیکی و عوامل محیطی است. توجه به این مراحل از چندین جنبه حائز اهمیت می‌باشد. به‌عنوان نمونه، اصلاح برای بهره‌برداری از مکانیزم فرار از خشکی گیاهان متکی بر وجود تنوع برای مراحل فنولوژیکی است. علاوه بر این، برنامه‌های مدیریتی و به‌زراعی برای افزایش عملکرد از جمله تنظیم تاریخ کاشت و برداشت، کنترل علف‌های هرز و آفات، استفاده از کود و...، نیاز به پیش‌بینی مراحل فنولوژیکی دارد (۹،۲۱). این پیش‌بینی‌ها اغلب با شمارش روزهای تقویم همراه است اما اندازه‌گیری گرمایی که در طول زمان انباشته شده است، برآورد فیزیولوژیکی دقیق‌تری نسبت به شمارش روزهای تقویم دارد (۱۲). این بدان دلیل است که رشد و نمو گیاهان وابسته به دما می‌باشد و گیاه جهت ورود به مرحله خاصی از نمو نیاز به دریافت مقدار معینی گرما از محیط دارد (۲۱). در گزارشات مختلفی نقش ویژه دما بر زمان وقوع مراحل فنولوژیکی (۱۰،۱۹،۲۶) و پدیده‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی گیاهان (۲) تأیید شده است.

درجه روز-رشد[۱] یا GDD روشی برای تخمین انرژی حرارتی گیاه برای تکمیل مراحل تکوینی است و چنانچه اشاره شد می‌تواند جایگزین شمارش روزهای تقویم باشد. این شاخص در مقایسه با تقویم زمانی به‌علت پایدار ماندن آن قابل اعتماد است و برای مقایسه ژنوتیپ‌هایی که مراحل فیزیولوژیکی نمو آن‌ها بر هم منطبق نیست دارای اهمیت می‌باشد (۱۳). مطالعه نیاز حرارتی در گیاهان موضوع چندین تحقیق بوده است؛ در پژوهشی با هدف شناخت بیشتر تغییرات فنولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام گندم با عادت‌های مختلف رشد در پاسخ به تاخیر کاشت نتیجه‌گیری شد که رقم سایسون بیشترین و رقم فلات کمترین GDD کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک را دارند (۱۸). ولد و همکاران (۲۴) با اشاره به همبستگی بین صفات سنبله گندم با GDD بر اهمیت این شاخص تأکید داشتند. اما نادری (۱۵) گزارش کرد که همبستگی عملکرد دانه گندم با GDD معنی‌دار نمی‌باشد.

با توجه به تنوع جغرافیایی وسیع در نواحی مختلف کشور، انتظار می‌رود عملکرد، خصوصیات فیزیولوژیکی و فنولوژیکی گندم‌های ایرانی متفاوت از هم باشد. در همین راستا جلال‌کمالی و همکاران (۸) و جلال‌کمالی و شریفی (۷) به‌منظور بررسی و مطالعه تغییرات فنولوژیکی و روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ۲۰ رقم تجاری گندم از چهار اقلیم مختلف ایران گزارش نمودند که طول دوره مراحل مختلف نمو در ارقام سازگار با اقلیم‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است و با مطالعه تغییرات مراحل نمو ارقام می‌توان تغییرات عملکرد دانه را توضیح داد. یوسفی مقدم و همکاران

1- Growing Degree Days

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

(۲۵) در مقایسه ارقام قدیم و جدید گندم دیم نتیجه گرفتند که اثر ساده رقم در کنار تاریخ کاشت، صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی گندم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ویتال و همکاران (۲۳) بین ۲۰۸ ژنوتیپ گندم زمستانه که نماینده گندم‌های جدید و قدیمی کانادا بود اختلاف معنی‌داری برای GDD مراحل فنولوژیکی گزارش کردند. همچنین علی‌پور و همکاران (۱) با مطالعه ۲۰۳ توده بومی و ۱۱۰ رقم زراعی گندم ضمن گزارش اختلاف بسیار معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر تمامی صفات، بیان داشتند که توده‌های بومی دارای تنوع فنوتیپی بالاتری نسبت به ارقام زراعی هستند. نظر به گزارشات اندک درباره تفاوت مراحل فنولوژیکی و نیازهای حرارتی در ارقام و توده‌های بومی گندم‌های ایران؛ تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تنوع با استفاده از خصوصیات فنولوژیکی و تعیین اهمیت این صفات با عملکرد دانه طی دو سال زراعی به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۷۰ ژنوتیپ گندم ایران شامل ۱۸۴ توده بومی جمع آوری شده از مناطق مختلف و ۸۶ رقم زراعی (۵۶ ژنوتیپ بهاره، ۱۰ ژنوتیپ بینابینی، ۱۵ ژنوتیپ پاییزه و ۵ ژنوتیپ با عادت رشدی نامشخص) (پیوست ۱) طی دو سال زراعی ۹۲ و ۹۳ مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح آگمنت با ۳ رقم شاهد (آذر، نوید و پیشتاز) در ۶ بلوک ناقص در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقهٔ شرقی با ارتفاع ۱۱۱۲/۵ متر از سطح دریا انجام شد. پارامترهای آب و هوایی ماه‌های مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، روز تا آبستنی، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، دوره پرشدن دانه و درجه روز–رشد مربوط به روز تا آبستنی، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی و دوره پرشدن دانه بودند.

درجه روز رشد بر اساس اطلاعات هواشناسی و با احتساب حداقل ۵ و حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد بر طبق رابطه زیر محاسبه شد:

$$GDD=\sum_{1}^{n}\frac{T_{max}+T_{min}}{2}-T_{base}$$

که در این معادله T_{max}: حداکثر دمای روزانه، T_{min}: حداقل دمای روزانه، T_{base}: دمای پایه و n: تعداد روزها در یک دوره رویشی می‌باشد. آماره‌های توصیفی، آزمون t استیودنت، رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیه همبستگی و تجزیه تشخیص کانونیکی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 23 و تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال اشتباه پنج درصد با نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد. همچنین بای‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار Statgraphics 16 و دندروگرام تجزیه خوشه‌ای با استفاده از بسته factoextra در نرم‌افزار R 3.5.2 رسم شدند. در ترسیم دندرگرام تجزیه خوشه‌ای از فاصله اقلیدسی و روش Ward استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم به‌غیر از صفت وزن هزار دانه برای تمامی صفات مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشتند (جدول ۲). مقایسه عدد میانگین صفات طی دو سال زراعی حاکی از بالابودن عملکرد دانه، دوره پرشدن دانه و GDD دوره پرشدن دانه در ارقام زراعی نسبت به توده‌های بومی بود؛ در حالی‌که از نظر روز تا آبستنی، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی و همچنین از نظر GDD این صفات، ارقام زراعی دارای مقادیر کمتری بودند. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به لحاظ زودرس یا دیررس‌بودن تنوع قابل‌ملاحظه‌ای وجود دارد و به‌نژادگران در فرآیند گزینش و معرفی ارقام زراعی در کنار انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا، به دوره رشد سریع آن‌ها نیز توجه داشته‌اند. به‌نظر می‌رسد ارقام زراعی گندم قدرت رشد و شکسته‌شدن خواب بذر سریعی دارند و کارایی فتوسنتز نیز در آن‌ها بالا می‌باشد. نصراصفهانی و همکاران (۱۶) تفاوت بین ارقام گندم از نظر روز تا رسیدن فیزیولوژیکی را به عواملی همچون قدرت رشد، اختلاف در سن فیزیولوژیکی و تفاوت در شکسته‌شدن خواب بذر ربط دادند و گزارش نمودند که پرشدن دانه معیاری از مدل کارایی فتوسنتزی برگ‌ها می‌باشد. از آنجایی که اصلاح برای افزایش عملکرد، اصلی‌ترین هدف به‌نژادی گیاهان می‌باشد لذا برتری عملکرد ارقام زراعی گندم نسبت به توده‌های بومی امری بدیهی می‌باشد. چنانچه این نتیجه در مطالعه مورفی و همکاران (۱۴) و علی‌پور و همکاران (۱) قبلاً گزارش شده است. علاوه‌بر این، نتایج گویای عدم افزایش وزن هزار دانه در ارقام زراعی می‌باشد. در همین راستا اسلافر (۲۰) در مقایسه ارقام قدیمی و جدید گزارش کرد که بهبود عملکرد دانه در درجه اول ناشی از افزایش تعداد دانه در واحد سطح می‌باشد. اختلاف بین میانگین GDD مراحل فنولوژیکی در سال اول و دوم احتمالاً ناشی از طول روز یا سایر پارامترهای آب و هوایی می‌باشد زیرا در محاسبه GDD از حداقل و حداکثر دما استفاده شده است.

نتایج تجزیه واریانس ارقام شاهد در طرح آگمنت به تفکیک دو سال در پیوست ۲ ارائه شده است و بر طبق آن بین بلوک‌ها از نظر صفات وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هر دو سال مورد بررسی و بین سه رقم شاهد از نظر اکثر صفات اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای عادت رشدی ارقام زراعی نشان داد که بین آن‌ها از نظر صفات روز تا آبستنی، GDD روز تا آبستنی، روز تا گلدهی و GDD روز تا گلدهی در سطح احتمال یک درصد و از نظر دوره پرشدن دانه و GDD روز تا رسیدگی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). ارقام زراعی با عادت رشدی پاییزه به‌جز

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

دوره پرشدن دانه برای باقی صفاتی که میانگین مربعات آن‌ها معنی‌دار شده بود، بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند. ارقام زراعی با عادت رشدی بهاره دوره پرشدن دانه طولانی‌تری داشتند و ژنوتیپ‌ها با عادت رشدی بینابینی حالتی حد واسط از نظر تمامی صفات دارا بودند. لازم به توضیح است که ارقام بهاره دارای GDD دوره پرشدن دانه بیشتری نیز بودند اما به‌دلیل تنوع بالای داخل هر گروه و افزایش واریانس، اختلاف بین عادت‌های رشدی از نظر این صفت معنی‌دار نبود. مطابق با این نتایج جلال‌کمالی و همکاران (۸) گزارش کردند که رقم شهریار-از ارقام زمستانه- دارای نیاز حرارتی بیشتری برای انتقال از مرحله رویشی به زایشی می‌باشد؛ در حالی‌که ارقام کویر و زاگرس -هر دو از ارقام بهاره-کمترین نیاز حرارتی برای این مرحله را داشتند. آن‌ها چنین استنباط کردند که بیشتربودن نیاز حرارتی ارقام سازگار با اقلیم سرد و معتدل سرد احتمالاً ناشی از نیاز به بهاره‌سازی آن‌ها باشد. همچنین امینی و همکاران (۲) نشان دادند که رقم چمران-از ارقام بهاره- کمترین GDD کاشت تا رسیدگی کامل را دارد.

جدول ۱- پارامترهای آب و هوایی ماه‌های اجرای آزمایش طی دو سال زراعی
Table 1. Monthly climatic parameters during two crop seasons

	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
سال اول							
متوسط بارندگی (mm)	۱/۳۳	۰/۰۷	۰/۲۶	۱/۵۷	۱/۲۹	۰/۹۵	۰/۴۲
حداقل درجه حرارت (°C)	۱/۵۳	-۳/۳	-۱/۷	۳/۷۹	۶/۳۶	۱۴/۰	۱۶/۵
متوسط درجه حرارت (°C)	۵/۴۷	۱/۴۲	۳/۰۳	۹/۹۲	۱۳/۱	۲۰/۹	۲۴/۷
حداکثر درجه حرارت (°C)	۱۰/۱	۵/۹۸	۸/۵۶	۱۵/۴	۱۹/۵	۲۷/۶	۳۱/۷
سال دوم							
متوسط بارندگی (mm)	۰/۸۷	۰/۲۵	۰/۵۶	۰/۶۳	۱/۱۷	۰/۰۷	۰/۲۵
حداقل درجه حرارت (°C)	۲/۵	۰/۰۵	۲/۳	۰/۳۹	۷/۸۴	۱۲/۳	۱۷/۷
متوسط درجه حرارت (°C)	۶/۰۱	۵/۱۸	۷/۱۲	۶/۷۳	۱۳/۸	۲۰/۲	۲۶/۲
حداکثر درجه حرارت(°C)	۱۰/۵	۱۰/۴	۱۲/۱	۱۳/۳	۱۹/۳	۲۷/۹	۳۴/۰

تجزیه همبستگی

درک و فهم روابط میان صفات در گزینش غیرمستقیم برای صفاتی که به آسانی اندازه‌گیری نمی‌شوند، بسیار مهم است. نتایج حاصل از همبستگی صفات مورد ارزیابی در جدول ۴ نشان داد که عملکرد دانه با وزن هزار دانه ($r = ۰/۷۱^{**}$) در سال دوم همبستگی مثبتی و معنی‌داری داشت. گرچه عملکرد دانه همبستگی‌های منفی و معنی‌داری با صفات فنولوژیکی داشت اما بایستی توجه داشت که مقدار عددی این همبستگی‌ها پایین می‌باشد و معنـی‌داری آن‌ها ناشی از زیادبودن تعـداد ژنوتیپ‌ها بوده و از نظر بیولوژیکی ممکن است ارتباط معنی‌داری بین این صفات وجود نداشته باشد. همانطور که انتظار می‌رفت میان مراحل فنولوژیکی مختلف و GDD این مراحل ارتباط مثبت و شدیدی وجود داشت. از همبستگی‌های منفی می‌توان به همبستگی روز تا آبستنی و روز تا گلدهی با دوره پرشدن دانه در هر دو سال اشاره کرد، یعنی با طولانی‌ترشدن آبستنی و گلدهی ژنوتیپ‌ها، از دوره پرشدن دانه آن‌ها کاسته می‌شود. ویتال و همکاران (۲۳) گزارش کردند که بین وزن هزار دانه با هیچ‌کدام از GDD مراحل فنولوژیکی همبستگی وجود ندارد، با این حال؛ عملکرد دانه با GDD روز تا آبستنی، GDD روز تا گرده‌افشانی و GDD روز تا ظهور سنبله همبستگی معنی‌دار و منفی داشت، اما بین عملکرد و GDD روز تا رسیدگی رابطه خطی مشاهده نشد. در تحقیقی دیگر گزارش شد که درجه روز رشد تجمعی از کاشت تا آبستنی، از کاشت تا ظهور سنبله و از کاشت تا گرده افشانی با عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری ندارد (۲).

تجزیه رگرسیون

هنگامی که تعداد متغیرهای مستقل موثر بر صفت وابسته زیاد می‌شود، همبستگی‌ها به‌تنهایی نمی‌توانند روابط متغیرها را توجیه کنند لذا در این مواقع استفاده از تجزیه رگرسیون در صورت صحت فرضیات می‌تواند سودمند باشد. مقدار آماره دوربین واتسون و مقادیر عامل تورم واریانس‌ها حاکی از درست‌بودن فرضیات آماری برای تجزیه رگرسیون بود (جدول ۵). نتایج رگرسیون چندمتغیره گام‌به‌گام برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل نشان داد که وزن هزار دانه در هر دو سال به‌عنوان اولین متغیر وارد مدل گردید. سپس GDD روز تا آبستنی در سال اول و روز تا گلدهی در سال دوم وارد مدل رگرسیونی شده و در مجموع به‌ترتیب ۵۴ و ۲۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. از سویی دیگر در تجزیه رگرسیون برای وزن هزار دانه به‌عنوان متغیر وابسته، صفات عملکرد دانه و روز تا رسیدگی در سال اول به‌ترتیب وارد مدل شدند و در مجموع ۵۱ درصد تغییرات وزن هزار دانه را توجیه کردند و در سال دوم فقط عملکرد دانه وارد مدل رگرسیونی شد و به‌تنهایی ۱۶ درصد از تغییرات وزن هزار دانه را توجیه نمود. نتـایج تـجزیه رگرسیون تا حـدودی نشـان می‌دهد که افـزایش عملکرد دانه برآیندی از عوامل مختلف می‌باشد و صرفاً دریافت درجه روز رشد بیشتر همواره منجر به افزایش عملکرد دانه نخواهد شد. در همین راستا زارع بیاتی و همکاران (۲۷) گزارش کردند که هیچ‌کدام از صفات فنولوژیکی مورد مطالعه وارد مدل رگرسیونی عملکرد دانه گندم نشدند، با این حال درزی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]
[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

رامندی و همکاران (۴) در بررسی روابط ابعاد دانه و خصوصیات فنولوژیک با عملکرد لاین‌های بومی گندم نان در شرایط تنش کم‌آبی گزارش نمودند که دوره پرشدن دانه اولین متغیری می‌باشد که به‌تنهایی بیش از ۳۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی و آزمون‌های t – استیودنت مربوطه
Table 2. Descriptive statistics of investigated traits and the relevant t-student tests

صفات	جمعیت	حداقل		حداکثر		میانگین		انحراف معیار		t- مستقل		t- جفتی برای سال‌ها
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	
	توده‌ها	۰/۳۸	۰/۲۸	۵/۴۶	۷/۱	۲/۲۴	۲/۴۸	۰/۹۶	۱/۱۵			−۲/۳۸*
GY	ارقام	۰/۹۳	۰/۴۹	۵/۴۸	۵/۵	۲/۷۵	۲/۹۸	۰/۹۱	۰/۸۹	−۴/۱۳**	−۳/۵۶**	−۱/۸۵ns
	توده‌ها	۱۲/۶	۸/۶۹	۵۲/۳	۹۳/۳	۳۰/۹	۴۲/۵	۷/۷۱	۱۰/۷			−۱۳/۴**
TGW	ارقام	۱۳/۵	۲۲/۷	۴۷/۵	۶۵/۸	۳۱/۲	۴۳/۲	۶/۸۷	۷/۶۴	−۰/۲۲ns	−۰/۵۹ns	−۱۰/۹**
	توده‌ها	۱۵۳	۱۵۴	۱۸۳	۱۹۱	۱۷۴	۱۷۵	۴/۹۶	۵/۳۱			−۴/۲۰**
DB	ارقام	۱۵۳	۱۵۶	۱۸۳	۱۹۰	۱۶۶	۱۶۷	۶/۰۸	۶/۴۶	۱۱/۲**	۹/۹۰**	−۳/۳۳**
	توده‌ها	۱۶۱	۱۶۳	۱۸۹	۱۹۴	۱۷۸	۱۸۰	۴/۸۹	۴/۹۷			−۶/۴۳**
DF	ارقام	۱۶۱	۱۶۴	۱۸۷	۱۹۵	۱۷۲	۱۷۳	۴/۹۷	۵/۳۶	۹/۶۷**	۱۰/۳**	−۳/۲۱**
	توده‌ها	۲۰۵	۲۰۸	۲۲۱	۲۲۶	۲۱۳	۲۱۶	۳/۹۵	۳/۶۸			−۹/۶۱**
DM	ارقام	۲۰۶	۲۰۸	۲۲۱	۲۲۹	۲۱۱	۲۱۳	۳/۷۶	۳/۷۰	۴/۲۶**	۴/۴۶**	−۵/۹۴**
	توده‌ها	۲۶	۲۲	۴۹	۴۹	۳۴/۶	۳۵/۶	۴/۱۵	۴/۲۵			−۳/۶۷**
GF	ارقام	۲۴	۳۰	۵۲	۴۹	۳۸/۶	۴۰/۴	۴/۱۳	۳/۷۵	−۷/۴۶**	−۸/۸۲**	−۳/۵۶**
	توده‌ها	۱۱۷۶	۱۰۳۲	۱۷۱۳	۱۷۷۷	۱۵۲۸	۱۴۲۷	۹۷/۹	۱۱۱			۲۰/۸**
GDDB	ارقام	۱۱۷۶	۱۰۶۴	۱۷۱۳	۱۷۵۵	۱۳۸۱	۱۲۷۸	۱۱۱	۱۳۰	۱۱/۰**	۹/۷۲**	۱۲/۶**
	توده‌ها	۱۲۸۵	۱۱۹۲	۱۸۳۹	۱۸۳۸	۱۶۲۳	۱۵۴۰	۹۹/۳	۱۰۷			۱۵/۵**
GDDF	ارقام	۱۲۸۵	۱۲۱۲	۱۸۰۱	۱۸۶۱	۱۴۹۶	۱۳۹۴	۹۹/۹	۱۱۳	۹/۷۸**	۱۰/۲**	۱۶/۵**
	توده‌ها	۲۲۱۷	۲۱۵۸	۲۶۳۰	۲۶۲۳	۲۴۲۴	۲۳۵۶	۱۰۱	۹۲/۲			۹/۵۸**
GDDM	ارقام	۲۲۴۴	۲۱۵۸	۲۶۳۰	۲۷۰۲	۲۳۶۹	۲۳۰۳	۹۵/۵	۹۳/۹	۴/۲۳**	۴/۳۹**	۵/۷۴**
	توده‌ها	۶۰۹	۵۰۵	۱۱۳۳	۱۱۱۲	۸۰۱	۸۱۷	۹۱/۵	۹۵/۲			−۲/۲۹*
GDDG	ارقام	۵۶۹	۶۸۲	۱۱۳۸	۱۰۹۷	۸۷۳	۹۰۹	۸۸/۲	۷۹/۷	−۶/۱۲**	−۷/۸۵**	−۳/۱۱**

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد
GY: عملکرد دانه (گرم بر بوته)؛ TGW: وزن هزار دانه (گرم)؛ DB: روز تا آبستنی؛ DF: روز تا گلدهی؛ DM: روز تا رسیدگی؛ GF: دوره پرشدن دانه؛ GDDB: GDD روز تا آبستنی؛ GDDF: GDD روز تا گلدهی؛ GDDM: GDD روز تا رسیدگی؛ GDDG: GDD دوره پر شدن دانه

جدول ۳- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها از نظر عادت رشدی
Table 3. Analysis of variance and means comparison of studied genotypes based on growth habit

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		GY	TGW	DB	DF	DM	GF	GDDB	GDDF	GDDM	GDDG
عادت رشدی	۲	۰/۱ns	۶/۴ns	۲۴۶**	۱۲۶**	۲۶/۸ns	۳۶/۹*	۹۲۲۵۰**	۴۳۳۹۰**	۱۷۹۶۱*	۹۹۴۹ns
خطا	۷۸	۰/۴۸	۲۱۳۶	۳۱/۱	۲۳/۱	۸/۹	۹/۷	۱۱۶۱۲	۹۸۷۵/۳	۵۷۴۸/۷	۳۹۰۴
مقایسات میانگین											
پاییزه		۲/۸۲	۳۶/۸	۱۷۱a	۱۷۶a	۲۱۳/۸	۳۷/۷b	۱۴۲۲/۴a	۱۵۱۶/۰a	۲۳۷۷/۱a	۸۶۱/۱
بینابینی		۲/۹۹	۳۷/۳	۱۶۸ab	۱۷۴ab	۲۱۲/۵	۳۸/۶ab	۱۳۶۲/۶ab	۱۴۶۹/۱ab	۲۳۴۵/۹ab	۸۷۶/۹
بهاره		۲/۸۸	۳۷/۵	۱۶۵b	۱۷۱b	۲۱۱/۷	۴۰/۰a	۱۳۰۱/۴b	۱۴۲۲/۸b	۲۳۲۲/۹b	۹۰۰/۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد
حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند
GY: عملکرد دانه (گرم بر بوته)؛ TGW: وزن هزار دانه (گرم)؛ DB: روز تا آبستنی؛ DF: روز تا گلدهی؛ DM: روز تا رسیدگی؛ GF: دوره پرشدن دانه؛ GDDB: GDD روز تا آبستنی؛ GDDF: GDD روز تا گلدهی؛ GDDM: GDD روز تا رسیدگی؛ GDDG: GDD دوره پر شدن دانه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]
[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

جدول ۴- نتایج همبستگی بین صفات مورد ارزیابی (عناصر پایین قطر اصلی مربوط به سال اول و عناصر بالای قطر اصلی مربوط به سال دوم می‌باشد)

Table 4. Correlation results among investigated traits (upper diagonal is related to first year and below diagonal is related to second year)

صفات	GY	TGW	DB	DF	DM	GF	GDDB	GDDF	GDDM	GDDG
GY	۱/۰۰	٠/۴٠**	−٠/٢٢**	−٠/٢٢**	−٠/٠٨ns	٠/٢٢**	−٠/٢٢**	−٠/٢٢**	−٠/٠٨ns	٠/٢١**
TGW	٠/٧١**	۱/۰۰	−٠/٠٨ns	−٠/٠٩ns	٠/٠١ns	٠/١١ns	−٠/٠٩ns	−٠/٠٩ns	٠/٠١ns	٠/١٢*
DB	−٠/٢٧**	−٠/١٠ns	۱/۰۰	٠/٩٧**	٠/۶١**	−٠/٧۶**	٠/٩٩**	٠/٩٧**	٠/۶١**	−٠/۶۶**
DF	−٠/٢۶**	−٠/٠٩ns	٠/٩٧**	۱/۰۰	٠/۶٣**	−٠/٧٧**	٠/٩٨**	۱/۰۰**	٠/۶٣**	−٠/۶٧**
DM	−٠/١٣*	٠/٠٢ns	٠/۵٨**	٠/۶١**	۱/۰۰	−٠/٠١ns	٠/۶١**	٠/۶٣**	۱/۰۰**	٠/١۴*
GF	٠/٢٠**	٠/١٣*	−٠/٧١**	−٠/٧١**	٠/١١ns	۱/۰۰	−٠/٧۶**	−٠/٧٧**	−٠/٠١**	٠/٩٩**
GDDB	−٠/٢٧**	−٠/١٠ns	٠/٩٩**	٠/٩٨**	٠/۵٩**	−٠/٧١**	۱/۰۰	٠/٩٧**	٠/۶٢**	−٠/۶۶**
GDDF	−٠/٢۵**	−٠/٠٨ns	٠/٩٧**	٠/٩٩**	٠/۶١**	−٠/٧١**	٠/٩٨**	۱/۰۰	٠/۶۴**	−٠/۶٧**
GDDM	−٠/١٣*	٠/٠٢ns	٠/۵٨**	٠/۶١**	۱/۰۰**	٠/١١ns	٠/۵٨**	٠/۶١**	۱/۰۰	٠/١۴*
GDDG	−٠/١۶**	٠/١٢*	−٠/۵۵**	−٠/۵۵**	٠/٣٢**	٠/٩٨**	−٠/۵۵**	−٠/۵۵**	٠/٣٢**	۱/۰۰

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

GY: عملکرد دانه (گرم بر بوته)؛ TGW: وزن هزار دانه (گرم)؛ DB: روز تا آبستنی؛ DF: روز تا گلدهی؛ DM: روز تا رسیدگی؛ GF: دوره پرشدن دانه؛ GDDB: GDD روز تا آبستنی؛ GDDF: GDD روز تا گلدهی؛ GDDM: GDD روز تا رسیدگی؛ GDDG: GDD دوره پر شدن دانه

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در توده‌ها بومی و ارقام زراعی گندم‌های ایرانی طی دو سال مورد مطالعه

Table 5. Stepwise regression analysis in Iranian wheat landraces and cultivars during the two studied cropping seasons

سال اول											
عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته						وزن هزار دانه به‌عنوان متغیر وابسته					
مرحله	صفات	a	b_1	b_2	R^2adj	مرحله	صفات	a	b_1	b_2	R^2adj
۱	TGW	−٠/۴۵٧*	٠/٠٩٢**		٠/۵١	۱	GY	١٨/٠۵٧**	۵/۴٠٩**		٠/۵٠
۲	GDDB	١/٩۶٩**	٠/٠٨٩**	−٠/٠٠٢**	٠/۵۴	۲	DM	−٢٩/٢٠ns	۵/۵٣٢**	٠/٢٢١**	٠/۵١
DW = ١/٨٨٧	VIF = ١/٠١٠					DW = ١/٨١٢	VIF = ١/٠١٩				
سال دوم											
مرحله	صفات	a	b_1	b_2	R^2adj	مرحله	صفات	a	b_1	b_2	R^2adj
۱	TGW	٠/٧١٣**	٠/٠۴۵**		٠/١۶	۱	GY	٣٣/٢۵١**	٣/۵٨۶**		٠/١۶
۲	DF	۶/٩٣٣**	٠/٠۴٣**	−٠/٠٣۵**	٠/٢٠						
DW = ١/٨٢٨	VIF = ١/٠٠٨					DW = ١/٩٨٧	VIF = ١/٠٠٠				

ns، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

GY: عملکرد دانه (گرم بر بوته)؛ TGW: وزن هزار دانه (گرم)؛ DM: روز تا رسیدگی؛ DF: روز تا گلدهی؛ GDDB: GDD روز تا آبستنی

DW: دوربین–واتسون؛ VIF: عامل تورم واریانس

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که در سال اول دو مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب ۵۵/۹۹ و ۲۴/۶۲ درصد و در سال دوم این مؤلفه‌ها به‌ترتیب ۵۸/۶۶ و ۲۱/۶۹ درصد از تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه می‌نمایند. بای‌پلات این دو مؤلفه برای دو سال مورد بررسی در شکل ۱ ارائه شده است و همان‌گونه که پیداست مؤلفه نخست در هر دو سال تقریباً توانسته ارقام زراعی را از توده‌های بومی تفکیک نماید، به‌طوری که از نظر مؤلفه اول ارقام زراعی مقادیر مثبت و توده‌های بومی مقادیر منفی داشتند. از آنجایی که مؤلفه اول با عملکرد، وزن هزار دانه، دوره پرشدن دانه و GDD آن همبستگی مثبتی نشان داد لذا ارقام زراعی مقادیر بیشتری برای این صفات را به‌خود اختصاص دادند. اما برعکس، توده‌های بومی مراحل فنولوژیکی طولانی‌تری داشتند. عملکرد دانه و وزن هزار دانه در مقایسه با صفات دیگر از طول بردار کوچکتری برخوردار بودند و در نتیجه تنوع پایین‌تری داشتند و نظر به اینکه زاویه بردار این صفات با دوره پرشدن دانه کمتر از ۹۰ درجه، با روز تا رسیدگی تقریباً برابر با ۹۰ درجه و با سایر صفات فنولوژیکی بیش از ۹۰ درجه بود؛ بنابراین عملکرد با صفات فوق به‌ترتیب رابطه مثبت، رابطه مستقل و رابطه منفی نشان داد. چنانچه نتایج همبستگی پیرسون نیز موید این مطلب بود.

تجزیه خوشه‌ای

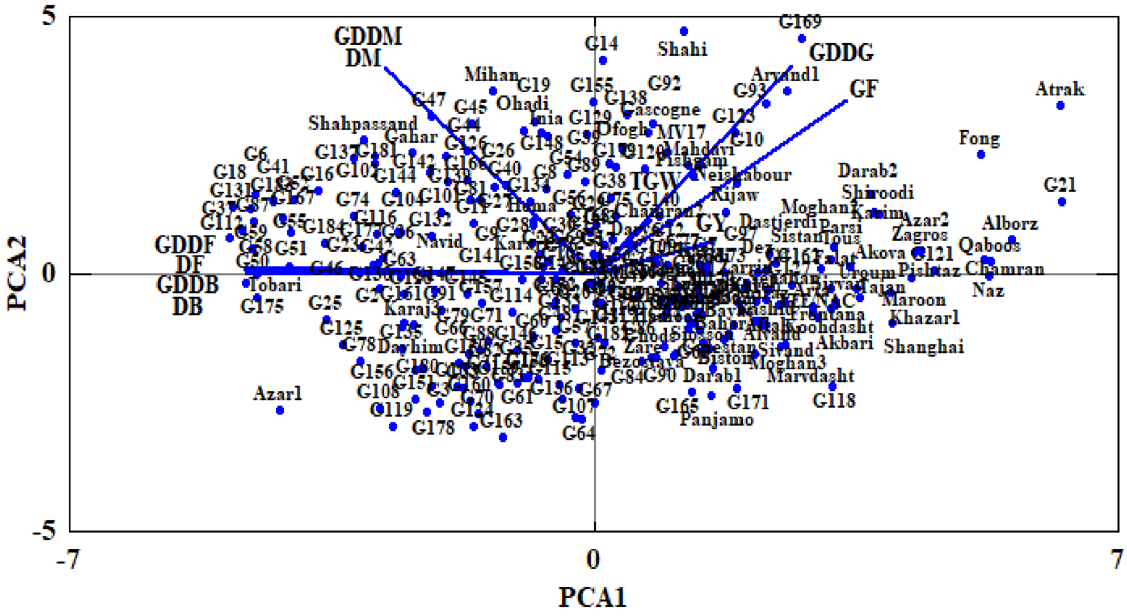
تجزیه خوشه‌ای از پرکاربردترین روش‌های آماری چند متغیره می‌باشد که نتایج آن در برنامه‌ریزی‌های به‌نژادی آتی بسیار تأثیرگذار است. دندروگرام حاصل از این تجزیه در شکل ۲ نشان داد که توده‌ها بومی و ارقام زراعی گندم در هر دو سال زراعی بر اساس صفات مورد مطالعه به‌طور کلی در دو گروه اصلی گروه‌بندی شدند. به‌طوری که ژنوتیپ‌های گروه اول در دو زیر گروه و ژنوتیپ‌های گروه دوم در سه زیر گروه طبقه‌بندی شدند. در سال زراعی اول، بیش از ۹۰ درصد ارقام زراعی در گروه اصلی دوم (۱۷ درصد در زیرگروه سوم، ۴۳ درصد در زیرگروه چهارم و ۳۰ درصد در زیرگروه پنجم) قرار گرفتند. در سال زراعی دوم نیز ۸۰ درصد از آن‌ها در گروه

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]

اصلی اول (۲۸ درصد در زیر گروه اول و ۵۲ درصد در زیرگروه دوم) جایابی شدند. نتایج فوق تأیید می‌کند که مراحل فنولوژیک و درجه روز-رشد آن‌ها در کنار عملکرد تقریباً به‌طور موفقیت‌آمیزی توانست ارقام زراعی را از توده‌های بومی گندم جدا نماید. نتایج تجزیه واریانس گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس طرح کاملاً تصادفی نامتعادل در سال اول حاکی از بالابودن عملکرد دانه، دوره پرشدن دانه و GDD دوره پرشدن دانه در گروه دوم (به‌خصوص در زیرگروه چهارم) بود؛ در حالی‌که گروه اول و به‌ویژه زیرگروه نخست از نظر سایر صفات حداکثر مقدار را دارا بودند. در سال زراعی دوم نیز ژنوتیپ‌های موجود در زیرگروه اول بیشترین عملکرد و دوره پرشدن دانه را داشتند و ژنوتیپ‌های موجود در زیرگروه پنجم از نظر صفات فنولوژیکی و GDD آن‌ها نسبت به سایر زیرگروه‌ها مقادیر بیشتری را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۶). این یافته‌ها در راستای نتایج جدول ۲ می‌باشد. علاوه بر تجزیه واریانس نامتعادل که به‌جز وزن هزاردانه برای تمامی صفات اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها نشان داد و تاییدی برای گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای بود، نتایج آماره‌های مربوط به تجزیه واریانس چندمتغیره شامل ویلکس لامبدا، بالاترین ریشه روی، اثر پیلاری و اثر هتلینگ بر پایه طرح کاملاً تصادفی نامتعادل نیز در هر دو سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۶). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که گروه‌بندی به شکل صحیحی انجام پذیرفته است. تجزیه تابع تشخیص از دیگر روش‌های تایید گروه‌بندی می‌باشد. براساس نتایج تابع تشخیص کانونیکی، در سال اول به‌ترتیب ۹۱/۷، ۱۰۰، ۹۲/۹، ۱۰۰ و ۸۵/۵ درصد و در سال دوم به‌ترتیب ۱۰۰، ۷۹/۵، ۹۶/۳، ۹۲/۵ و ۸۱/۴ درصد ژنوتیپ‌ها در زیرگروه‌های خودشان به درستی گروه‌بندی شدند (جدول ۷).

تنوع صفات را می‌توان با استفاده از روش تجزیه تشخیص کانونیکی نیز مورد مطالعه قرار داد (۱۱). این روش ترکیبی از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه همبستگی کانونیکی می‌باشد (۲۲) و از اطلاعات آن همانند تجزیه کلاستر جهت گروه‌بندی استفاده می‌شود، با این تفاوت که اندازه‌گیری شباهت به‌طور مستقیم از متغیرهای کانونیکی محاسبه می‌گردد (۳). ضرایب استانداردشده کانونیکی، همبستگی ساده بین متغیرهای اصلی و متغیرهای کانونیکی می‌باشد (۱). این ضرایب در جدول ۸ ارائه شده است. بر طبق نتایج در هر دو سال صفات تعداد روز تا آبستنی، روز تا گلدهی و GDD آن‌ها از نظر اولین تابع مقادیر معنی‌داری داشتند. در حالی‌که از نظر تابع دوم صفات روز تا رسیدگی و GDD آن در سال نخست و صفات عملکرد دانه، روز تا رسیدگی، دوره پرشدن دانه و GDD مربوط به آن‌ها در سال دوم معنی‌دار بود. صفاتی که از نظر توابع معنی‌دار هستند در زمره صفاتی قرار دارند که بیشترین تأثیر را در تنوع بین گروه‌ها دارند. از طرف دیگر دو تابع نخست در سال اول و دوم به‌ترتیب ۸۹ و ۸۶/۲ درصد از تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه کردند.

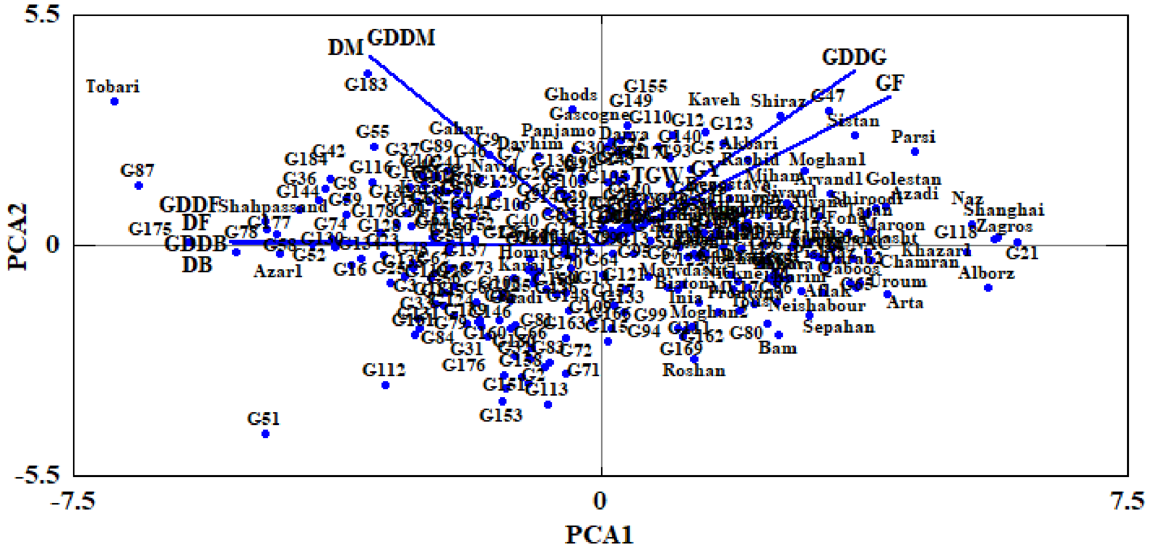
الف



شکل ۱- بای‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات مورد مطالعه در (الف) سال اول و در (ب) سال دوم
Figure 1. Principal component analysis biplot based on investigated traits in (A) first year and (B) second year

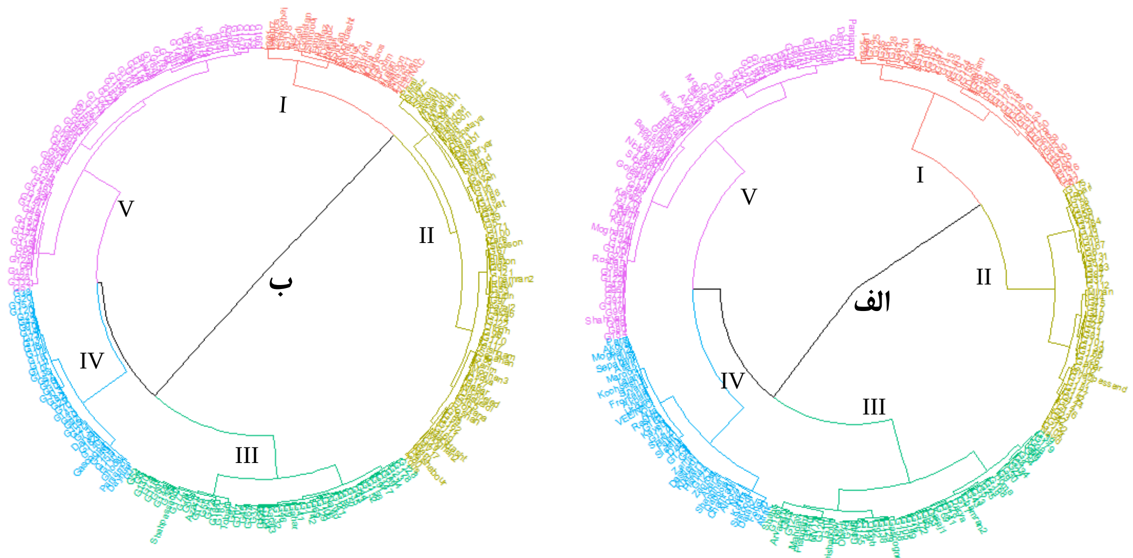
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]
[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

ب



ادامه شکل ۱- بای‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات مورد مطالعه در (الف) سال اول و در (ب) سال دوم

Continue of Figure 1. Principal component analysis biplot based on investigated traits in (A) first year and (B) second year



شکل ۲- دندروگرام مربوط به گروه‌بندی توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم با استفاده از صفات مورد مطالعه در (الف) سال اول و (ب) سال دوم

Figure 2. Classifying dendrogram in Iranian wheat landraces and cultivars based on investigated traits in (A) first year and (B) second year

این امر در کنار همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها و توابع کانونیکی، نشان می‌دهد که تجزیه تابع تشخیص کانونیکی توانایی تشخیص زیرگروه‌ها را دارد. به‌منظور گروه‌بندی بای‌پلاتی با استفاده از دو تابع نخست در شکل ۳ رسم گردید. در این تصویر، مقادیر میانگین متغیرهای کانونیکی به‌عنوان مراکز گروه‌ها تلقی شدند. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد در هر دو سال ۵ گروه کاملاً مشخص هستند. در سال اول بیشترین فاصله مربوط به گروه‌های دوم و چهارم و در سال دوم بیشترین فاصله مربوط به گروه‌های اول و سوم بود. بنابراین می‌توان اظهار کرد که نتایج تجزیه تشخیص کانونیکی در راستای نتایج تجزیه کلاستر می‌باشد. استفاده از تجزیه تشخیص کانونیکی در مطالعه علی‌پور و همکاران (۱) و اتیچا و همکاران (۵) بر روی گیاه گندم و سانی و همکاران (۱۷) در برنج قبلاً مشاهده شده است.

توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم‌های ایرانی تنوع وسیعی به‌لحاظ صفات فنولوژیکی دارند. به‌طوری که فرآیند به‌نژادی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

گندم طی سالیان اخیر در راستای افزایش عملکرد و دوره پرشدن دانه و کوتاه‌شدن مراحل فنولوژیکی آن‌ها بوده است. همچنین نتایج حاکی از آن بود که ژنوتیپ‌ها با عادت رشدی مختلف از نظر اکثر صفات فنولوژیکی دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند. ارقام زراعی با عادت رشدی پاییزه، روز تا آبستنی و روز تا رسیدگی طولانی داشتند در حالی که ارقام با عادت رشدی بهاره دوره پرشدن دانه بیشتری را به‌خود اختصاص دادند. در نهایت نتایج تجزیه همبستگی و رگرسیون نشان دادند که GDD بیشتر الزاماً منجر به افزایش عملکرد نمی‌گردد اما در ارقام زراعی که عملکرد بیشتری در مقایسه با توده‌های بومی داشتند، طول دوره پرشدن دانه و GDD طول دوره پرشدن دانه نیز بیشتر بود. بنابراین در انتخاب و معرفی ارقام جدید به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم گزینش برای افزایش طول دوره پرشدن دانه در کنار افزایش عملکرد دانه انجام شده است. از آنجایی که تنوع این صفت در توده‌های بومی بیشتر است. بنابراین توده‌های بومی می‌توانند منبع ارزشمندی در راستای انتخاب برای بهبود این صفت نیز باشند.

جدول ۶- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات برای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای طی دو سال زراعی

Table 6. Analysis of variance and means comparison of studied traits for cluster analysis groups during two cropping seasons

صفات	واریانس بین گروه[a]	واریانس درون گروه	مقایسه میانگین گروه‌ها[b]				
سال اول							
درجه آزادی	۴	۲۶۵	۱ (۴۸)	۲ (۴۷)	۳ (۵۶)	۴ (۴۳)	۵ (۷۶)
GY	۵/۱۴**	۰/۸۸	۲/۰۷^{b}	۲/۰۹^{b}	۲/۴۹^{ab}	۲/۸۹^{a}	۲/۴۶^{ab}
TGW	۱۳۵/۹*	۵۴/۲	۲۹/۰^{b}	۳۰/۵^{ab}	۳۲/۹^{a}	۳۲/۶^{a}	۳۰/۴^{ab}
DB	۲۲۲۵/۱**	۸/۶۷	۱۷۶/۳^{b}	۱۷۹/۱^{a}	۱۷۱/۲^{c}	۱۶۱/۱^{e}	۱۶۹/۰^{d}
DF	۱۸۲۳/۴**	۵/۴۴	۱۸۱/۱^{b}	۱۸۴/۲^{a}	۱۷۵/۸^{c}	۱۶۸/۳^{e}	۱۷۳/۷^{d}
DM	۸۵۷/۱**	۳/۴۳	۲۱۱/۰^{c}	۲۱۸/۲^{a}	۲۱۵/۳^{b}	۲۰۹/۰^{d}	۲۰۹/۲^{d}
GF	۹۱۲/۴**	۷/۲۲	۲۹/۸^{b}	۳۴/۰^{c}	۳۹/۵^{a}	۴۰/۶^{a}	۳۵/۵^{b}
GDDB	۸۱۶۸۰۹/۵**	۳۰۰۷/۶	۱۵۸۱/۱^{b}	۱۶۳۶/۶^{a}	۱۴۷۵/۱^{c}	۱۲۹۶/۶^{e}	۱۴۳۱/۸^{d}
GDDF	۷۴۹۶۵۲/۸**	۲۲۶۵/۱	۱۶۷۶/۳^{b}	۱۷۴۰/۵^{a}	۱۵۷۰/۳^{c}	۱۴۱۷/۸^{e}	۱۵۲۷/۶^{d}
GDDM	۵۵۶۰۳۹/۹**	۲۲۰۱/۸	۲۳۷۲/۱^{c}	۲۵۵۷/۵^{a}	۲۴۸۱/۷^{b}	۲۳۲۲/۹^{d}	۲۳۲۷/۲^{d}
GDDG	۳۸۶۵۹۰/۲**	۳۶۰۵/۳	۶۹۵/۸^{c}	۸۱۷/۱^{b}	۹۱۱/۴^{a}	۹۰۵/۱^{a}	۷۹۹/۶^{b}
MANOVA	Wilks = ۰/۰۲**، Roy = ۷/۱۹**، Pillai = ۲/۱۰**، Hotelling-Lawley = ۱۰/۴**						
سال دوم							
درجه آزادی	۴	۲۶۵	۱ (۲۸)	۲ (۷۸)	۳ (۵۴)	۴ (۴۰)	۵ (۷۰)
GY	۵/۸۶**	۱/۱۴	۳/۱۸^{a}	۲/۸۱^{ab}	۲/۴۳^{b}	۲/۸۵^{ab}	۲/۲۸^{b}
TGW	۱۳۹/۶^{ns}	۹۵/۳	۴۲/۸	۴۳/۳	۴۰/۷	۴۵/۴	۴۲/۱
DB	۲۵۱۶/۹**	۶/۸۹	۱۶۰/۷^{e}	۱۶۷/۵^{d}	۱۸۰/۳^{a}	۱۷۲/۷^{c}	۱۷۶/۲^{b}
DF	۲۰۴۳/۳**	۵/۸۹	۱۶۸/۳^{e}	۱۷۳/۱^{d}	۱۸۵/۴^{a}	۱۷۷/۹^{c}	۱۸۱/۱^{b}
DM	۶۴۰/۲**	۵/۰۸	۲۱۱/۱^{d}	۲۱۳/۲^{c}	۲۲۰/۱^{a}	۲۱۷/۵^{b}	۲۱۳/۲^{c}
GF	۹۸۶/۱**	۷/۰۶	۴۲/۷^{a}	۴۰/۱^{b}	۳۴/۶^{c}	۳۹/۶^{b}	۳۲/۱^{d}
GDDB	۱۰۴۴۵۵۱/۰**	۲۹۹۶/۸	۱۱۴۸/۶^{e}	۱۲۷۷/۴^{d}	۱۵۴۴/۳^{a}	۱۳۸۳/۵^{c}	۱۴۵۵/۵^{b}
GDDF	۹۳۳۶۵۴/۷**	۲۷۰۵/۸	۱۲۹۳/۸^{e}	۱۳۹۰/۷^{d}	۱۶۵۸/۱^{a}	۱۴۹۰/۸^{c}	۱۵۶۲/۱^{b}
GDDM	۴۰۰۰۶۱/۲**	۳۲۹۵/۴	۲۲۴۰/۴^{d}	۲۲۹۵/۲^{c}	۲۴۶۷/۰^{a}	۲۴۰۱/۶^{b}	۲۲۹۴/۸^{c}
GDDG	۴۲۲۹۹۲/۲**	۳۸۲۵/۶	۹۴۶/۶^{a}	۹۰۴/۵^{b}	۸۰۸/۹^{c}	۹۱۰/۹^{b}	۷۳۲/۷^{d}
MANOVA	Wilks = ۰/۰۲**، Roy = ۶/۶۹**، Pillai = ۲/۰۷**، Hotelling-Lawley = ۹/۲۴**						

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.

حروف مشابه در هر ردیف مربوط به صفات نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشد و اعداد داخل پارانتز تعداد ژنوتیپ‌های هر گروه را نشان می‌دهد.

GY: عملکرد دانه (گرم بر بوته)؛ TGW: وزن هزار دانه (گرم)؛ DB: روز تا آبستنی؛ DF: روز تا گلدهی؛ DM: روز تا رسیدگی؛ GF: دوره پرشدن دانه؛ GDDB: GDD روز تا آبستنی؛ GDDF: GDD روز تا گلدهی؛ GDDM: GDD روز تا رسیدگی؛ GDDG: GDD دوره پر شدن دانه.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

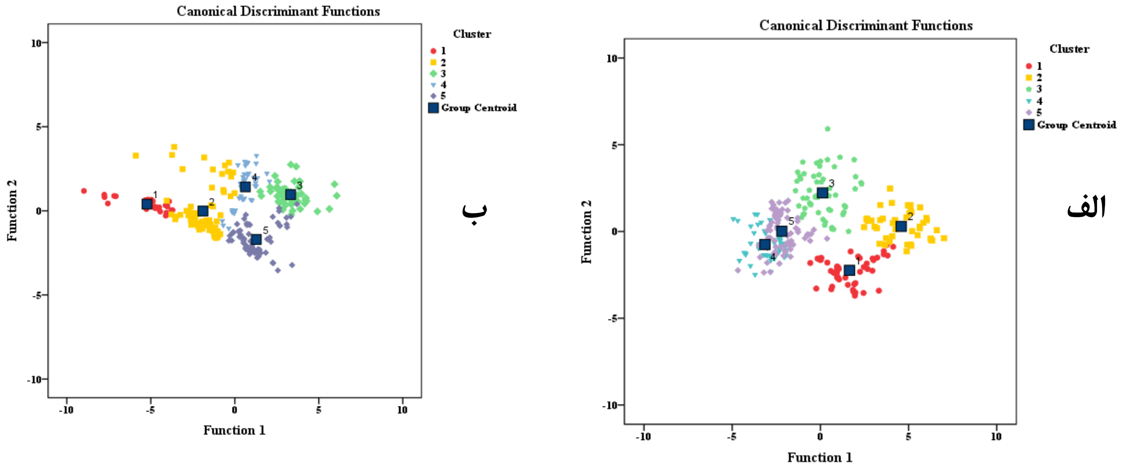
جدول ۷- تجزیه تابع تشخیص (اعتبارسنجی متقابل) برای صحت گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای
Table 7. Discriminant analysis (cross-validated) to grouping accuracy of cluster analysis

سال	گروه	عضویت پیش‌بینی شده ۱	۲	۳	۴	۵	جمع کل
سال اول	۱	۴۴ (۹۱٪/۷)	۴ (۸٪/۳)	٠	٠	٠	۴۸ (۱۰۰٪)
	۲	٠	۴۷ (۱۰۰٪)	٠	٠	٠	۴۷ (۱۰۰٪)
	۳	۱ (۱٪/۸)	٠	۵۲ (۹۲٪/۹)	٠	۳ (۵٪/۴)	۵۶ (۱۰۰٪)
	۴	٠	٠	٠	۴۳ (۱۰۰٪)	٠	۴۳ (۱۰۰٪)
	۵	۱ (٪ ۱/۳)	٠	٠	۱۰ (۱۳٪/۲)	۶۵ (۸۵٪/۵)	۷۶ (۱۰۰٪)
سال دوم	۱	۲۸ (۱۰۰٪)	٠	٠	٠	٠	۲۸ (۱۰۰٪)
	۲	۷ (٪ ۹)	۶۲ (۷۹٪/۵)	٠	۹ (۱۱٪/۵)	٠	۷۸ (۱۰۰٪)
	۳	٠	٠	۵۲ (۹۶٪/۳)	۲ (٪ ۳/۷)	٠	۵۴ (۱۰۰٪)
	۴	٠	۲ (٪ ۵)	٠	۳۷ (۹۲٪/۵)	۱ (۲٪/۵)	۴۰ (۱۰۰٪)
	۵	٠	۱ (۱٪/۴)	۱۰ (۱۴٪/۳)	۲ (۲٪/۹)	۵۷ (۸۱٪/۴)	۷۰ (۱۰۰٪)

جدول ۸- ماتریس ساختاری کانونیکی صفات بررسی‌شده در توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم‌های ایران
Table 8. Canonical structure matrix of investigated traits in Iranian wheat landraces and cultivars

صفات	سال اول تابع ۱	سال اول تابع ۲	سال دوم تابع ۱	سال دوم تابع ۲
عملکرد دانه	-٠/٠۹۳	٠/٠۵۲	-٠/٠۹٠	٠/۱۳۵*
وزن هزار دانه	-٠/٠۲۷	٠/٠۹۷	-٠/٠۲۶	٠/٠۳۹
روز تا آبستنی	٠/۶۸۳*	-٠/٠۷۲	٠/۹٠۳*	-٠/۱۶۲
روز تا گلدهی	٠/۸٠۶*	-٠/۱۷۶	٠/۸۷۳*	-٠/۱٠۸
روز تا رسیدگی	٠/۶۱٠	٠/۶۹۱*	٠/۴۱۴	٠/۷۶۲*
دوره پرشدن دانه	-٠/۲۸٠	٠/۶۲۹	-٠/۴۴۷	٠/۷۴۵*
GDD روز تا آبستنی	٠/۷۱۳*	-٠/۱۱۵	٠/۸۸٠*	-٠/۱۴۶
GDD روز تا گلدهی	٠/۸٠۲*	-٠/۱۶٠	٠/۸۶۸*	-٠/۱٠۶
GDD روز تا رسیدگی	٠/۶۱۳	٠/۶۹۳*	٠/۴٠۸	٠/۷۴۳*
GDD دوره پرشدن دانه	-٠/۱۵۷	٠/۶۶۸	-٠/۳۵۲	٠/۷۷۹*
مقادیر ویژه	۷/۱۹٠	۲/٠۶٠	۶/۶۹۱	۱/۲۷۹
درصد سهم تجمعی (٪)	۶۹/۱	۸۹/٠	۷۲/۴	۸۶/۲
همبستگی کانونیکی	٠/۹۳۷**	٠/۸۲٠**	٠/۹۳۳**	٠/۷۴۹**

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۳- گروه‌بندی ارقام زراعی و توده های بومی گندم مورد مطالعه براساس دو متغیر کانونیک نخست در (الف) سال اول و در (ب) سال دوم
Figure 3. Classification of studied wheat cultivars and landraces based on the first two canonical variables in (A) first year and (B) second year

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]
[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

منابع

1. Alipour, H., M.R. Bihamta, V. Mohammadi and S.A. Peyghambari. 2017. Evaluation of genetic variability of agronomic traits in Iranian wheat landraces and cultivars. Journal of Crop Breeding, 9(22): 168-177 (In Persian).
2. Amini, A., A. Naderi and I. Lak zadeh. 2011. Investigation of phonological stages and grain yield of mid maturity wheat genotypes in response to different growth degree-day (GDD) accumulation in Ahvaz climate. The Quarterly Academic Journal of Crop Physiology, 3(10): 121-135 (In Persian).
3. Azizi, H. and B. Abdollahi Mandoulakani. 2015. Assessment of genetic variation in alfalfa (*Medicago sativa* L.) populations using Canonical Discriminant Analysis. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 107: 183-189 (In Persian).
4. Darzi Ramandi, H., H. Najafi Zarini, V. Shariati, K, Razavi and S.K. Kazemitabar. 2018. Evaluation of the relationship between kernel size, phenological characteristics and grain yield of local wheat genotypes under water deficit stress conditions. Journal of Crop Breeding, 10(26): 76-94 (In Persian).
5. Eticha, F., G. Belay and E. Bekele. 2006. Species diversity in wheat landrace populations from two regions of Ethiopia. Genetic Resources and Crop Evolution, 53(2): 387-393.
6. FAO. 2018. Food and Agriculture Organization. Statistics: FAOSTAT agriculture. From http://fao.org/crop/statistics.
7. Jalal Kamali, M.R. and H.R. Sharifi. 2010. Variation in developmental stages and its relationship with yield and yield components of bread wheat cultivars under field conditions: II. Yield and its components. Seed and Plant Improvement Journal, 2-26(1): 1-23 (In Persian).
8. Jalal Kamali, M.R., H.R. Sharifi, M. Khodarahmi, R. Jokar, H. Torkaman and N. Ghavidel. 2007. Variation in developmental stages and its relationship with yield and yield components of bread wheat cultivars under field conditions: I. phenology. Seed and Plant Improvement Journal, 23(4): 445-472 (In Persian).
9. Koochaki, A. and M. Nasiri-mahalati. 1992. Crop ecology. First edition. Jahad Daneshgahi Press, Mashhad, (In Persian).
10. Lambert, A.M., A.J. Miller- Rushing and D.W. Inouye. 2010. Changes in snowmelt date and summer precipitation affect the flowering phenology of *Erythronium grandiflorum* (glacier lily; Liliaceae). American Journal of Botany, 97(9): 1431-1437.
11. Liakat Ali, M., A.M. McClung, M.H. Jia, J.A. Kimball, S.R. McCouch and C.E. Georgia. 2011. A rice diversity panel evaluated for genetic and agro-morphological diversity between subpopulations and its geographic distribution. Crop Science, 51(5): 2021-2035.
12. Miller, P., W. Lanier and S. Brandt. 2001. Using growing degree days to predict plant stages. Ag/Extension Communications Coordinator, Communications Services, Montana State University-Bozeman, Bozeman, MO, 1-2.
13. Mohammadi, S., D. Habibi, A. Kashani, F. Paknejhad, S. Bakhshipour and M.R. Ardakani. 2011. Study on physiological indices and agronomical characteristics of different Rice cultivars and plant spacing in West Mazandaran, Iran. Journal of Crop and Weed Ecophysiology, 5(3): 37-52 (In Persian).
14. Murphy, K.M., J.C. Dawson and S.S. Jones. 2008. Relationship among phenotypic growth traits, yield and weed suppression in spring wheat landraces and modern cultivars. Field Crops Research, 105(1-2): 107-115.
15. Naderi, A. 2013. Efficiency of heat unit and accumulative growing degree-day phonological stages and their relation with grain yield of wheat genotypes. Crop Physiology Journal, 5(18): 115-128 (In Persian).
16. Nasr Isfahani, M., Sh. Rafiezadeh, M. Rostampour, M.A. Karimkhah and S. Atashbahar. 2013. Evaluation of grain yield of promising wheat lines (*Triticum aestivum*) in Isfahan conditions. Crop Physiology Journal, 5(17): 31-48 (In Persian).
17. Sanni, K.A., I. Fawole, R.G. Guei, D.K. Ojo, E.A. Somado, D.D. Tia, S.A. Ogunbayo and I. Sanchez. 2008. Geographical patterns of phenotypic diversity in *Oryza sativa* landraces of Côte d'Ivoire. Euphytica, 160(3): 389-400.
18. Sharifi, H.R. 2016. Response of phenological development stages, grain yield and yield components of bread wheat cultivars with different growth habits to delayed planting. Seed and Plant Improvement Journal, 2-32(1): 21-44 (In Persian).
19. Shim, D., K.J. Lee and B.W. Lee. 2017. Response of phenology-and yield-related traits of maize to elevated temperature in a temperate region. The Crop Journal, 5(4): 305-316.
20. Slafer, G.A. 1994. Genetic improvement of field crops. CRC Press, 30: 488 pp.
21. Vafa, P., M. Barary, H. Darkhal and R. Naseri. 2014. Thermal requirement and the response of Corn hybrids (*Zea mays* L.) to different planting dates in Isfahan. Journal of Crop Ecophysiology, 8(2): 121-136 (In Persian).
22. Vaylay, R. and E. Van Santen. 2002. Application of canonical discriminant analysis for the assessment of genetic variation in tall fescue. Crop Science, 42(2): 534-539.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

23. Whittal, A., M. Kaviani, R. Graf, G. Humphreys and A. Navabi. 2018. Allelic variation of vernalization and photoperiod response genes in a diverse set of North American high latitude winter wheat genotypes. PloS One, 13(8): 1-17.
24. Wolde, G.M., C. Trautewig, M. Mascher and T. Schnurbusch. 2019. Genetic insights into morphometric inflorescence traits of wheat. Theoretical and Applied Genetics, 132(6): 1661-1676.
25. Yousefi Moghaddam, R., S. Khoramdel, M. Bannayan Aval and M. Nassiri Mahallati. 2018. Comparison of old and new dryland wheat cultivars in response to different planting dates. Applied Research in Field Crops, 31(2): 46-72 (In Persian).
26. Zafarian, E., A. Ebrahimi, A. Abbasi and E. Asadi. 2019. Required growing degree-days (GDDs) for each phenological stage of *Fritillaria imperialis*. Journal of Rangeland Science, 9(1): 62-73.
27. Zarebayati, A., M. Khodarahmi and K. Mostafavi. 2017. Relationship among traits and path analysis for grain yield of winter wheat cultivars under normal and drought stress conditions. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 13(4): 85-95 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]

Assessment of Growing Degree-Days Values of Phenological Stages in some Iranian Bread Wheat Cultivars and Landraces

Hadi Alipour[1], Hossein Abdi[2] and Mohammad Reza Bihamta[3]

1- Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia, (Corresponding author: ha.alipour@urmia.ac.ir)
2- Ph.D. Candidate, Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia
3- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran, Karaj
Received: August 11, 2019 Accepted: January 7, 2020

Abstract

Growing degree-days (GDD) is considered as an alternative indicator for counting calendar days in studying of crop phenology stages. In the current study, genetic diversity of 86 Iranian wheat cultivars and 184 landraces were investiagted based on the phenological stages (day to booting, day to flowering, day to maturity and GDD of these stages) along with grain filling period, thousand grain weight and grain yield during 2013-2014 growing seasons in augmented design with 3 control cultivars (Azar, Navid and Pishtaz) in 6 incomplete blocks in Agronomy and Plant Breeding research filed, University of Tehran. The results illustrated that there is a significant difference between cultivars and landraces, so that the cultivars had higher yield and less grain filling period than the landraces. On the other hand, the results indicated that the genotypes with different growth habits have a significant difference in terms of most of the phenological traits which it could be useful either in directly or indirectly selection for increasing the length of the grain filling period along with grain yield. Since the diversity of phenological traits were higher in landraces, they can be a valuable source for selection to improving these traits. Finally, due to the importance of the phenological stages and GDD index, it is recommended that these traits also consider as well as yield and yield components in order to obtain more accurate results.

Keywords: Cultivars, GDD, Genetic diversity, Landraces, Thermal need

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-05-17]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.71]