



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

هادی علی‌پور<sup>۱</sup>، حسین عبدی<sup>۲</sup> و محمد رضا بی‌همتا<sup>۳</sup>

(ha.alipour@urmia.ac.ir)

۱- استادیار گروه تولید و زنتیک گیاهی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، (نویسنده مسؤول)

۲- دانشجوی دکتری گروه تولید و زنتیک گیاهی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

۳- استاد گروه زراعت و اصلاح بیانات، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ ارسال: ۹۸/۰۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۱۷

صفحه: ۷۱ تا ۸۲

### چکیده

در مطالعه مراحل فنولوژی گیاهان زراعی، اندازه‌گیری درجه روز-رشد (GDD) به عنوان 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 گلدنه، روز تا رسیدگی و GDD این مراحل) در کنار دوره پرشدن دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه طی سالهای زراعی ۹۲-۹۳ و ۹۴-۹۳ در قالب طرح آگمنت با ۳ رقم شاهد (آفر، نوید و پیشتاز) در ۶ 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، به طوری 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 ژنتیک‌ها با عادت رشدی مختلف از نظر اکثر صفات فنولوژیکی دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند و می‌توانند در انتخاب و معرفی ارقام جدید به صورت 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

شد می‌تواند جایگزین شمارش روزهای تقویم باشد. این شاخص در مقایسه با تقویم زمانی به علت پایدار ماندن آن قابل اعتماد است و برای مقایسه ژنتیک‌هایی 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 دارد (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) به منظور 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

### 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 به عنوان تقویم حاویت زندگی گیاهان تعریف می‌گردد، تابعی از پتانسیل ژنتیکی و عوامل محیطی است. توجه به این مراحل از چندین جنبه حائز اهمیت می‌باشد. به عنوان نمونه، اصلاح برای بهره‌برداری از مکانیزم فرار از خشکی گیاهان متکی بر وجود تنوع برای مراحل فنولوژیکی است. علاوه بر این، برنامه‌های مدیریتی و بهزایعی 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 (۲). 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 مختلف نقش ویژه دما بر زمان و قوعه مراحل فنولوژیکی (۱۰، ۱۹، ۲۶) و پدیده‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی گیاهان (۲) تأیید شده است.

درجه روز-رشد<sup>۱</sup> یا GDD روشی برای تخمین انرژی حرارتی گیاه برای تکمیل مراحل تکوینی است و چنانچه اشاره

در ترسیم دندرگرام تجزیه خوشای از فاصله اقلیدسی و روش Ward استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج نشان داد که توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم به غیر 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 حالی که 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 ژنتیک‌های مورد مطالعه به لحاظ زودرس یا دیررس بودن تنوع قابل ملاحظه‌ای وجود دارد و بهترادگران در فرآیند گزینش و معرفی ارقام زراعی در کنار انتخاب ژنتیک‌هایی با عملکرد بالا، به دوره رشد سریع آن‌ها نیز توجه داشته‌اند.

به نظر می‌رسد ارقام زراعی گندم قدرت رشد و شکسته‌شدن خواب بدتر سریعی دارند و کارایی فتوسنتر نیز در آن‌ها بالا می‌باشد. نصرافهانی 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 بدتر بربط دادند و گزارش نمودند که پرشدن دانه معیاری از مدل کارایی فتوسنتری برگ‌ها می‌باشد. از آنجایی که اصلاح برای افزایش عملکرد، اصلی‌ترین هدف بهترادگی گیاهان می‌باشد لذا برتری عملکرد ارقام زراعی گندم نسبت به توده‌های بومی بدینهای می‌باشد. چنانچه این نتیجه در مطالعه مورفی و همکاران (۱۴) و علی‌پور و همکاران (۱) قبل از 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 حدکثر 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 به جز

(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. ویتل و همکاران (۲۳) بین ۲۰۸ ژنتیک 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 ژنتیک‌ها 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 ژنتیک گندم ایران شامل ۱۸۴ توده بومی جمع آوری شده از مناطق مختلف و ۶۴ رقم زراعی (۵۶ ژنتیک پهاره، ۱۰ ژنتیک بینایینی، ۱۵ ژنتیک پاییزه و ۵ ژنتیک 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 پیشتر) در ۶ بلوک ناقص در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۶۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۱۲/۵ 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 حدکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد بر طبق رابطه محاسبه شد:

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

که در این معادله  $T_{\max}$ : حدکثر دمای روزانه،  $T_{\min}$ : حداقل دمای روزانه،  $T_{\text{base}}$ : دمای پایه و  $n$ : تعداد روزها در یک دوره رویشی می‌باشد. آماره‌های توصیفی، آزمون  $t$  استیوونت، 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 اشتباہ پنج درصد با نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد. همچنین با پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار 16 Statgraphics و دندروگرام تجزیه خوشای از استفاده از بسته factoextra در نرم‌افزار R 3.5.2 رسم شدند.

همکاران (۸) گزارش کردند که رقم شهریار-از ارقام زمستانه-دارای نیاز حرارتی بیشتری برای انتقال از مرحله رویشی به زایشی می‌باشد؛ در حالی که ارقام کویر و زاگرس-هر دو از ارقام بهاره-کمترین نیاز حرارتی برای این مرحله را داشتند. آن‌ها چنین استنباط کردند که بیشترین نیاز حرارتی ارقام سازگار با اقلیم سرد و معتمد 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.

دوره پرشدن دانه برای باقی صفاتی که میانگین مربعات آن‌ها معنی‌دار شده بود، بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. ارقام زراعی با عادت رشدی بهاره دوره پرشدن دانه طولانی‌تری داشتند و ژنوتیپ‌ها با عادت رشدی بینایینی غالی حد واسط از نظر تمامی صفات دارا بودند. لازم به توضیح است که ارقام بهاره دارای GDD دوره پرشدن دانه بیشتری نیز بودند اما به دلیل تنوع بالای داخل هر گروه و افزایش واریانس، اختلاف بین عادت‌های رشدی از نظر این صفت معنی‌دار نبود. مطابق با این نتایج جلال‌کمالی و

جدول ۱- پارامترهای آب و هوایی ماههای اجرای آزمایش طی دو سال زراعی

Table 1. Monthly climatic parameters during two crop seasons

سال اول	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
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	۱۲/۳	۱۹/۳	۲۷/۹	۳۴/۰

### تجزیه رگرسیون

هنگامی که تعداد متغیرهای مستقل موثر بر صفت وابسته زیاد می‌شود، همبستگی‌ها به تنها یکی نمی‌توانند روابط متغیرها را توجیه کنند لذا در این موقع 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 به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل نشان داد که وزن هزار دانه در هر دو سال به عنوان 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 به ترتیب ۵۴ و ۲۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. از سویی دیگر در تجزیه رگرسیون برای وزن هزار دانه به عنوان متغیر وابسته، صفات عملکرد دانه و روز تا رسیدگی در سال اول به ترتیب 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 به تنها ۱۶ درصد از تغییرات وزن هزار دانه را توجیه نمود. نتایج تجزیه رگرسیون تا حدودی نشان می‌دهد که افزایش 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 نشدن، با این حال درزی

### 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 ( $r^2 = 0/71^{**}$ ) 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 معنی‌داری آن‌ها ناشی از زیادبودن تعداد 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. ویتل 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 شد. در تحقیقی دیگر گزارش شد که درجه روز شد تجمعی از کاشت تا آبستنی، از کاشت تا ظهور سنبله و از کاشت تا گرده افسانی با عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار ندارد (۲).

متغیری می‌باشد که به تنهایی بیش از ۳۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد.

رامندی و همکاران (۴) در بررسی روابط ابعاد دانه و خصوصیات فنولوژیک با عملکرد لاین‌های بومی گندم نان در شرایط تنفس کم‌آبی گزارش نمودند که دوره پرشدن دانه اولین

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی و آزمون‌های t - استویدنت مربوطه

Table 2. Descriptive statistics of investigated traits and the relevant t-student tests

صفات	جمعیت	حدائق												جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی و آزمون‌های t - استویدنت مربوطه	
		- جفتی برای سال‌ها		- مستقل		انحراف معیار		میانگین		حداکثر		حداقل			
		سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی و آزمون‌های t - استویدنت مربوطه	
توده‌ها	GY	-۲/۳۸*	-۱/۸۵ns	-۳/۵۶**	-۴/۱۳**	۰/۱۵	۰/۹۶	۲/۴۸	۲/۲۴	۷/۱	۵/۴۶	۰/۲۸	۰/۳۸	توده‌ها	
ارقام		-۱۲/۴**	-۱۰/۹**	-۰/۵۹ns	-۰/۲۲ns	۱۰/۷	۷/۷۱	۴۲/۵	۳۰/۹	۹۳/۳	۵۲/۳	۸/۶۹	۱۲/۶	توده‌ها	
ارقام	TGW	-۴/۲۰**	-۳/۳۳**	۹/۹۰**	۱۱/۲**	۷/۶۴	۶/۸۷	۴۳/۲	۳۱/۲	۶۵/۸	۴۷/۵	۲۲/۷	۱۳/۵	توده‌ها	
ارقام	DB	-۶/۴۳**	-۷/۲۱**	۱۰/۱**	۹/۵۷**	۵/۳۶	۴/۹۷	۴/۸۹	۱۸۰	۱۷۸	۱۹۴	۱۸۹	۱۶۳	۱۶۱	توده‌ها
ارقام	DF	-۹/۵۱**	-۵/۹۴**	۴/۴۶**	۴/۲۶**	۳/۶۸	۳/۹۵	۲۱۶	۲۱۳	۲۲۶	۲۲۱	۲۰۸	۲۰۵	توده‌ها	
ارقام	DM	-۳/۵۷**	-۳/۵۸**	-۸/۸۲**	-۷/۴۶**	۳/۷۵	۴/۱۳	۴۰/۴	۳۸/۶	۴۹	۵۲	۳۰	۲۴	GF	توده‌ها
توده‌ها		۲۰/۸**	۱۲/۶**	۹/۷۲**	۱۱/۰**	۱۱۱	۹۷/۹	۱۴۲۷	۱۵۲۸	۱۷۷۷	۱۷۱۳	۱۰۳۲	۱۱۷۶	توده‌ها	
ارقام	GDDB	۱۵/۵**	۱۶/۵**	۱۰/۱**	۹/۷۸**	۱۰۷	۹۹/۳	۱۵۴	۱۶۲۳	۱۸۳۸	۱۸۳۹	۱۱۹۲	۱۲۸۵	توده‌ها	
ارقام	GDDF	۹/۵۸**	۵/۷۴**	۴/۴۹**	۴/۲۳**	۹۲/۲	۱۰۱	۲۳۵۶	۲۴۲۴	۲۶۲۳	۲۶۳۰	۲۱۵۸	۲۲۱۷	توده‌ها	
ارقام	GDDM	-۲/۲۹*	-۳/۱۱**	-۷/۸۵**	-۶/۱۲**	۹۵/۲	۹۱/۵	۸۱۷	۸۰۱	۱۱۱۲	۱۱۳۳	۵۰۵	۶۰۹	توده‌ها	
ارقام	GDDG					۷۹/۷	۸۸/۲	۹۰۹	۸۷۳	۱۰۹۷	۱۱۳۸	۶۸۲	۵۶۹	GDDG	توده‌ها

\* و \*\*: بهترتب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد  
ns: عملکرد دانه (گرم بر بوته): TGW: وزن هزار دانه (گرم); DF: روز تا گلددهی؛ DM: روز تا رسیدگی؛ GF: دوره پرشدن دانه؛ GDD: روز تا رسیدگی؛ GDDB: روز تا گلددهی؛ GDDF: روز تا رسیدگی؛ GDDM: روز تا رسیدگی؛ GDDG: روز تا رسیدگی؛ GDD: دوره پرشدن دانه  
آبستنی؛ GDDF: روز تا گلددهی؛ GDDM: روز تا رسیدگی؛ GDDG: روز تا رسیدگی؛ GDD: دوره پرشدن دانه

جدول ۳- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین زنوتیپ‌ها از نظر عادت رشدی

Table 3. Analysis of variance and means comparison of studied genotypes based on growth habit

میانگین مریعات										درجه ازادی	متابغ تغییرات	
GDDG	GDDM	GDDF	GDDB	GF	DM	DF	DB	TGW	GY			
۹۹۴۹ns	۱۷۹۶۱*	۴۳۳۹۰**	۹۲۲۵۰**	۳۶/۹*	۲۶/۸ns	۱۲۶**	۲۴۶**	۶/۴ns	.۱/۱ns	۲	عادت رشدی	
۳۹۰۴	۵۷۴۸/۷	۹۸۷۵/۳	۱۱۶۱۲	۹/۷	۸/۹	۲۲/۱	۳۱/۱	۲۱۳۶	۰/۴۸	۷۸	خطا	
مقایسه میانگین												
۸۶۱/۱	۲۳۷۷/۱ <sup>a</sup>	۱۵۱۶/۰ <sup>a</sup>	۱۴۲۲/۴ <sup>a</sup>	۳۷/۷ <sup>b</sup>	۲۱۳/۸	۱۷۶ <sup>a</sup>	۱۷۱ <sup>a</sup>	۳۶/۸	۲/۸۲		پاییزه	
۸۷۶/۹	۲۳۴۵/۹ <sup>ab</sup>	۱۴۶۹/۱ <sup>ab</sup>	۱۳۶۲/۶ <sup>ab</sup>	۳۸/۶ <sup>ab</sup>	۲۱۲/۵	۱۷۴ <sup>ab</sup>	۱۶۸ <sup>ab</sup>	۳۷/۳	۲/۹۹		بیانابینی	
۹۰۰/۱	۲۳۲۲/۹ <sup>b</sup>	۱۴۲۲/۸ <sup>b</sup>	۱۳۰/۱ <sup>b</sup>	۴۰/. <sup>a</sup>	۲۱۱/۷	۱۷۱ <sup>b</sup>	۱۶۵ <sup>b</sup>	۳۷/۵	۲/۸۸		بهاره	

\* و \*\*: بهترتب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد  
ns: مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند  
G: عملکرد دانه (گرم بر بوته): TGW: وزن هزار دانه (گرم); DF: روز تا آبستنی؛ DM: روز تا گلددهی؛ GF: روز تا رسیدگی؛ GDD: روز تا رسیدگی؛ GDDB: روز تا رسیدگی؛ GDDF: روز تا رسیدگی؛ GDDM: روز تا رسیدگی؛ GDDG: روز تا رسیدگی؛ GDD: دوره پرشدن دانه  
آبستنی؛ GDDF: روز تا گلددهی؛ GDDM: روز تا رسیدگی؛ GDDG: روز تا رسیدگی؛ GDD: دوره پرشدن دانه

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 می باشد)

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

GDDG	GDDM	GDDF	GDDB	GF	DM	DF	DB	TGW	GY	صفات
.۰/۲۱**	-۰/۰۸ns	-۰/۲۲**	-۰/۲۲**	.۰/۲۲**	-۰/۰۸ns	-۰/۲۲**	-۰/۲۲**	.۰/۴۰**	۱/۰۰	GY
.۰/۱۲*	.۰/۰۱ns	-۰/۰۹ns	-۰/۰۹ns	.۰/۱۱ns	.۰/۰۱ns	-۰/۰۹ns	-۰/۰۸ns	۱/۰۰	.۰/۰۱**	TGW
-۰/۶۵**	.۰/۶۱**	.۰/۹۷**	.۰/۹۹**	-۰/۷۶**	.۰/۶۱**	.۰/۹۷**	۱/۰۰	-۰/۰۱ns	-۰/۰۲۷**	DB
-۰/۶۷**	.۰/۶۱**	۱/۰۰**	.۰/۹۸**	-۰/۷۷**	.۰/۶۳**	۱/۰۰	.۰/۹۷**	-۰/۰۹ns	-۰/۰۲۶**	DF
.۰/۱۴*	۱/۰۰**	.۰/۶۳**	.۰/۶۱**	-۰/۰۰ns	۱/۰۰	.۰/۶۱**	.۰/۵۸**	.۰/۰۳ns	-۰/۰۱۳*	DM
.۰/۹۹**	-۰/۰۱**	-۰/۰۷۷**	-۰/۰۷۶**	۱/۰۰	.۰/۱۱ns	-۰/۰۱**	-۰/۰۱**	.۰/۰۱۳*	.۰/۰۲۰**	GF
-۰/۶۶**	.۰/۶۴**	.۰/۹۷**	۱/۰۰	-۰/۰۷۱**	.۰/۰۹**	.۰/۹۸**	.۰/۰۹۹**	-۰/۰۱ns	-۰/۰۲۷**	GDDB
-۰/۶۷**	.۰/۶۴**	۱/۰۰	.۰/۹۸**	-۰/۰۷۱**	.۰/۶۱**	.۰/۰۹۹**	.۰/۰۷۷**	-۰/۰۰ns	-۰/۰۲۵**	GDDF
.۰/۱۴*	۱/۰۰	.۰/۵۱**	.۰/۵۸**	.۰/۰۱ns	۱/۰۰**	.۰/۶۱**	.۰/۰۵۸**	.۰/۰۰ns	-۰/۰۱۳*	GDDM
۱/۰۰	.۰/۳۳**	-۰/۰۵۵**	-۰/۰۵۵**	.۰/۰۹۸**	.۰/۰۳۲**	-۰/۰۵۵**	-۰/۰۵۵**	.۰/۰۱۲*	-۰/۰۱۶**	GDDG

\* و \*\*: بهترتب غیرمعنی داری و معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد  
د: عملکرد دانه (گرم بر بوته): TGW: وزن هزار دانه (گرم); DF: روز تا گلدهی؛ DM: دوره پرشدن دانه؛ GDD: روز تا  
آبستنی؛ GDDB: روز تا گلدهی؛ GDDF: دوره پر شدن دانه؛ GDDM: روز تا رسیدگی؛ GDDG: دوره پر شدن دانه؛ GDDG: روز تا آبستنی؛

جدول ۵- تجزیه رگرسیون، گام به گام در توده ها بومی، ارقام زراعی، گندم های ایرانی، ط، دو سال مورد مطالعه  
Table 5. Stenwise regression analysis in Iranian wheat landraces and cultivars during the two studied cropping seasons

سال اول											
وزن هزار دانه به عنوان متغیر وابسته						عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته					
R <sup>2</sup> adj	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	a	صفات	مرحله	R <sup>2</sup> adj	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	a	صفات	مرحله
.۰/۵۰	۵/۴۰۹**	۱۸/۰۵۷**	GY	۱	.۰/۵۱	.۰/۰۹۲**	-۰/۴۵۷*	TGW	۱		
.۰/۵۱	.۰/۲۲۱**	۵/۰۳۲**	-۲۹/۰۰ns	DM	۲	.۰/۵۴	-۰/۰۰۲**	.۰/۰۸۹**	۱/۰۵۹**	GDDB	۲
VIF = ۱/۰۱۹	DW = ۱/۸۱۲					VIF = ۱/۰۱۰	DW = ۱/۸۸۷				
سال دوم											
R <sup>2</sup> adj	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	a	صفات	مرحله	R <sup>2</sup> adj	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	a	صفات	مرحله
.۰/۱۶	۲/۰۸۶**	۳۳/۰۲۵۱**	GY	۱	.۰/۱۶	.۰/۰۴۵**	.۰/۰۱۳**	TGW	۱		
						.۰/۰۲۰	-۰/۰۰۳۵**	.۰/۰۳۴**	۶/۰۹۳**	DF	۲
VIF = ۱/۰۰۰	DW = ۱/۹۸۷					VIF = ۱/۰۰۸	DW = ۱/۸۲۸				

\* و \*\*: بهترتب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد  
د: عملکرد دانه (گرم بر بوته): TGW: وزن هزار دانه (گرم); DF: روز تا گلدهی؛ DM: دوره پر شدن دانه؛ GDD: روز تا آبستنی  
DW: دورین-واتسون؛ VIF: عامل تورم واریانس

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 بهترتب 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 بهترتب آلتی 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 ژنتیک‌پهلوی اول در دو زیر گروه و ژنتیک‌پهلوی اول 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 زیر گروه سوم، ۴۳ درصد در زیر گروه چهارم و ۳۰ درصد در زیر گروه پنجم) قرار گرفتند. در سال زراعی دوم نیز ۸۰ درصد از آن‌ها در گروه

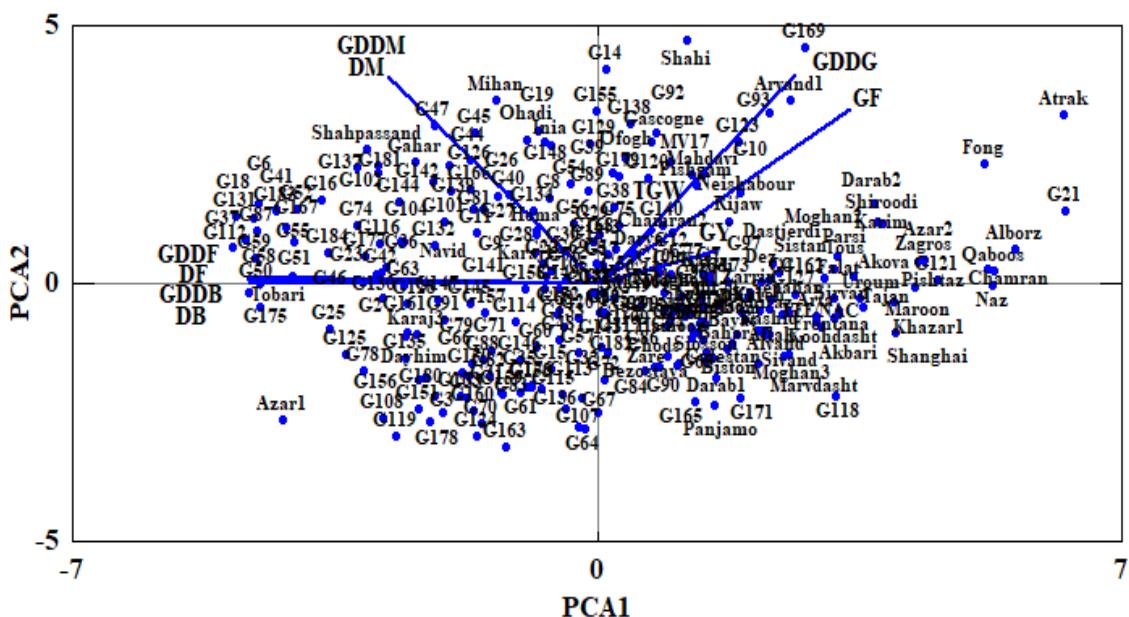
#### تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که در سال اول دو مؤلفه اول و دوم بهترتب در سطح احتمال پنج و یک درصد در سال دوم این مؤلفه‌ها بهترتب ۰۵۵/۹۹ و ۰۴۶/۲۴ و درصد از تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه می‌نمایند. با پلاس این دو مؤلفه برای دو سال مورد بررسی در شکل ۱ ارائه شده است و همان‌گونه که پیادست مؤلفه نخست در هر دو سال تقریباً توانسته ارقام زراعی را از توده‌های بومی تفکیک نماید، به طوری 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 همبستگی مثبتی نشان داد لذا ارقام زراعی مقادیر بیشتری برای این صفات را به خود اختصاص دادند. اما بر عکس، 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

تابع تشخیص از دیگر روش‌های تایید گروه‌بندی می‌باشد. براساس نتایج تابع تشخیص کانونیکی، در سال اول بهترتبی ۹۱/۹۲، ۱۰۰ و ۸۵/۵ ۱۰۰ درصد و در سال دوم بهترتبی ۱۰۰، ۹۶/۳، ۷۹/۵ و ۸۱/۴ درصد ژنتیپ‌ها 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 کلستر جهت شbahat به طور 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 آستانه، روز تا گله‌هی و GDD آن‌ها از نظر اولین تابع مقادیر معنی‌داری داشتند. در حالی که 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 صفاتی که از نظر توابع معنی‌دار هستند در زمرة صفاتی قرار دارند که بیشترین تأثیر را در تنوع بین گروه‌ها دارند. از طرف دیگر دو تابع نخست در سال اول و دوم بهترتبی ۸۶/۲ و ۸۹ درصد از تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه کردند.

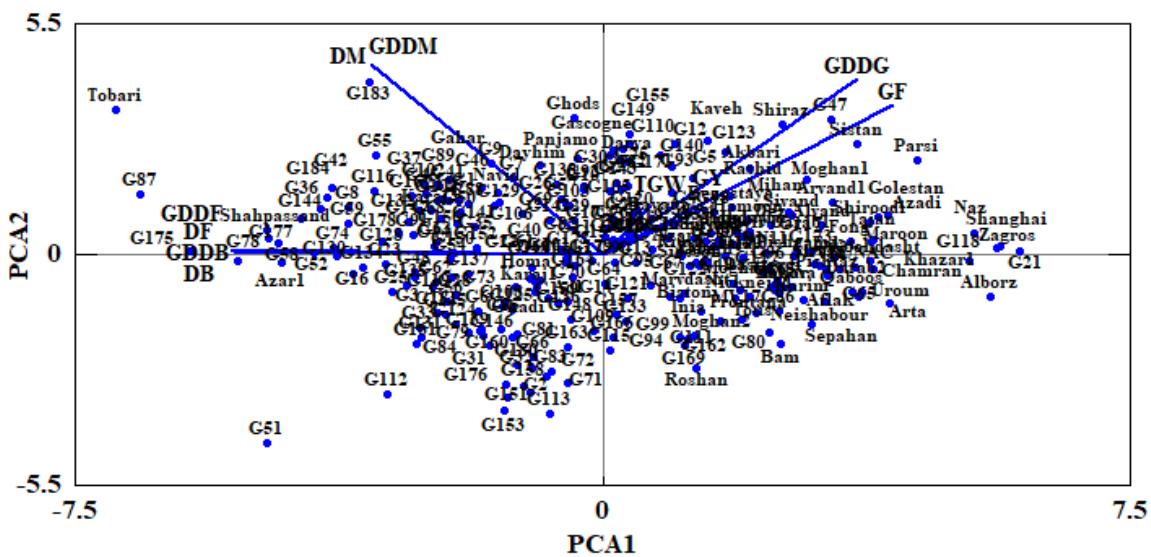
اصلی اول (۲۸) درصد در زیر گروه اول و ۵۲ درصد در زیر گروه دوم) جایابی شدند. نتایج فوق تأیید می‌کند که مراحل فنولوژیک و درجه روز-رشد آن‌ها در کنار عملکرد تقیباً به طور موقیت‌آمیزی توانست ارقام زراعی را از توده‌های بومی گندم جدا نماید. نتایج تجزیه واریانس گروه‌های حاصل از تجزیه خوش‌های بر اساس طرح کاملاً تصادفی نامتعادل در سال اول حاکی از بالابودن عملکرد دانه، دوره پرشدن دانه و GDD دوره پرشدن دانه در گروه دوم (به خصوص در زیر گروه چهارم) بود؛ در حالی که گروه اول و به ویژه زیر گروه نخست از نظر سایر صفات حداکثر مقدار را دارا بودند. در سال زراعی دوم نیز ژنتیپ‌های موجود در زیر گروه اول بیشترین عملکرد و دوره پرشدن دانه را داشتند و ژنتیپ‌های موجود در زیر گروه پنجم از نظر صفات فنولوژیکی و GDD آن‌ها نسبت به سایر زیر گروه‌ها مقادیر بیشتری را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). این یافته‌ها در راستای نتایج جدول ۲ می‌باشد. علاوه بر تجزیه واریانس نامتعادل که به جز 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 ویکس لامدا، 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

## الف

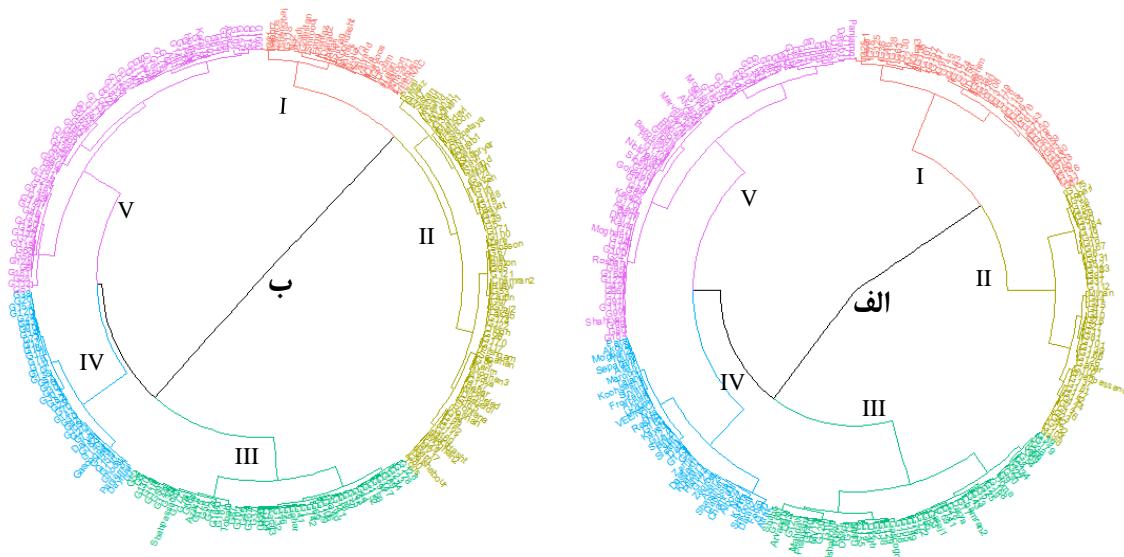


شکل ۱- بای‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات مورد مطالعه در (الف) سال اول و در (ب) سال دوم  
Figure 1. Principal component analysis biplot based on investigated traits in (A) first year and (B) second year

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

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 کلاسستر 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 به لحاظ صفات فنولوژیکی دارند. به طوری که فرآیند به نژادی

این امر در کنار همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ژنتیک‌ها و توابع کانونیکی، نشان می‌دهد که تجزیه تابع تشخیص کانونیکی توانایی تشخیص زیرگروه‌ها را دارد. به منظور گروه‌بندی بایپلاتی با استفاده از دو تابع نخست در شکل ۳ رسم گردید. در این تصویر، مقادیر میانگین متغیرهای کانونیکی به عنوان 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

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 به صورت 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.

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 ژنتیپ‌ها 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 به خود اختصاص دادند. در نهایت نتایج تجزیه همبستگی و رگرسیون نشان دادند که GDD بیشتر الزاماً منجر به افزایش عملکرد

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

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

مقایسه میانگین گروه‌ها					واریانس درون گروه <sup>a</sup>	واریانس بین گروه <sup>a</sup>	صفات
					سال اول		
(۷۶) ۵	(۴۳) ۴	(۵۶) ۳	(۴۷) ۲	(۴۸) ۱	۲۶۵	۴	درجه آزادی
۲/۴۳ <sup>ab</sup>	۲/۸۳ <sup>a</sup>	۲/۴۹ <sup>ab</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	۲/۰ <sup>b</sup>	.۰/۸۸	۵/۱۴**	GY
۳۰/۴ <sup>ab</sup>	۳۲/۶ <sup>a</sup>	۳۲/۹ <sup>a</sup>	۳۰/۵ <sup>ab</sup>	۲۹/۰ <sup>b</sup>	۵۴/۲	۱۳۵/۹*	TGW
۱۶۹/۰ <sup>d</sup>	۱۶۱/۱ <sup>c</sup>	۱۷۱/۲ <sup>c</sup>	۱۷۹/۱ <sup>a</sup>	۱۷۶/۳ <sup>b</sup>	۸/۶۷	۲۲۲۵/۱**	DB
۱۷۳/۷ <sup>d</sup>	۱۶۸/۳ <sup>c</sup>	۱۷۵/۸ <sup>c</sup>	۱۸۴/۳ <sup>a</sup>	۱۸۱/۰ <sup>b</sup>	۵/۴۴	۱۸۲۳/۴**	DF
۲۰۹/۲ <sup>d</sup>	۲۰۹/۰ <sup>d</sup>	۲۱۵/۲ <sup>b</sup>	۲۱۸/۲ <sup>a</sup>	۲۱۱/۰ <sup>c</sup>	۳/۴۳	۸۵۷/۱**	DM
۳۵/۵ <sup>b</sup>	۴۰/۵ <sup>a</sup>	۳۹/۵ <sup>a</sup>	۳۴/۰ <sup>c</sup>	۲۹/۸ <sup>b</sup>	۷/۲۲	۹۱۲/۴**	GF
۱۴۳۱/۸ <sup>d</sup>	۱۲۹۶/۸ <sup>e</sup>	۱۴۷۵/۱ <sup>c</sup>	۱۶۳۶/۶ <sup>a</sup>	۱۵۸۱/۱ <sup>b</sup>	۳۰۰/۷/۶	۸۱۶۸/۹/۵**	GDDB
۱۵۲۷/۲ <sup>d</sup>	۱۴۱۷/۸ <sup>e</sup>	۱۵۷۰/۳ <sup>c</sup>	۱۷۴۰/۵ <sup>a</sup>	۱۶۷۶/۳ <sup>b</sup>	۲۲۶۵/۱	۷۴۹۶۵۲/۸**	GDDF
۲۳۲۷/۲ <sup>d</sup>	۲۳۲۲/۹ <sup>d</sup>	۲۴۸۱/۷ <sup>b</sup>	۲۵۵۷/۵ <sup>a</sup>	۲۳۷۷/۱ <sup>c</sup>	۲۲۰/۱/۸	۵۵۶۰/۳۹/۹**	GDDM
۷۹۹/۵ <sup>b</sup>	۹۰۵/۱ <sup>a</sup>	۹۱۱/۴ <sup>a</sup>	۸۱۷/۱ <sup>b</sup>	۶۹۵/۸ <sup>c</sup>	۳۶۰/۵/۳	۳۸۶۵۹/۰/۲**	GDDG
Hotelling-Lawley = ۱۰/۴**					MANOVA		
dPillai = ۲/۱۰**					سال دوم		
(۷۰) ۵	(۴۰) ۴	(۵۴) ۳	(۷۸) ۲	(۲۸) ۱	۲۶۵	۴	درجه آزادی
۲/۲۸ <sup>b</sup>	۲/۸۵ <sup>ab</sup>	۲/۴۳ <sup>b</sup>	۲/۸۱ <sup>ab</sup>	۳/۱۸ <sup>a</sup>	۱/۱۴	۵/۱۶**	GY
۴۲/۱	۴۵/۴	۴۰/۷	۴۳/۳	۴۲/۸	۹۵/۳	۱۳۹/۶ns	TGW
۱۷۶/۲ <sup>b</sup>	۱۷۲/۷ <sup>c</sup>	۱۸۰/۳ <sup>a</sup>	۱۶۷/۵ <sup>d</sup>	۱۶۰/۷ <sup>c</sup>	۶/۸۹	۲۵۱۶/۹**	DB
۱۸۱/۱ <sup>b</sup>	۱۷۷/۹ <sup>c</sup>	۱۸۵/۴ <sup>a</sup>	۱۷۳/۱ <sup>d</sup>	۱۶۸/۳ <sup>c</sup>	۵/۸۹	۲۰۴۳/۴**	DF
۲۱۳/۲ <sup>c</sup>	۲۱۷/۵ <sup>b</sup>	۲۲۰/۱ <sup>a</sup>	۲۱۲/۲ <sup>c</sup>	۲۱۱/۱ <sup>d</sup>	۵/۰۸	۶۴۰/۲**	DM
۳۲/۱ <sup>d</sup>	۳۹/۶ <sup>b</sup>	۳۴/۶ <sup>c</sup>	۴۰/۱ <sup>b</sup>	۴۲/۷ <sup>a</sup>	۷/۰۶	۹۸۶/۱**	GF
۱۴۵۵/۵ <sup>b</sup>	۱۳۸۳/۵ <sup>c</sup>	۱۵۴۴/۳ <sup>a</sup>	۱۲۷۷/۴ <sup>d</sup>	۱۱۴۸/۵ <sup>e</sup>	۲۹۹۶/۸	۱۰۴۴۵۵/۱**	GDDB
۱۵۶۲/۱ <sup>b</sup>	۱۴۹۰/۸ <sup>c</sup>	۱۶۸۵/۱ <sup>a</sup>	۱۳۹۰/۷ <sup>d</sup>	۱۲۹۳/۸ <sup>e</sup>	۲۷۰/۵/۸	۹۳۳۶۵۴/۷**	GDDF
۲۲۹۴/۸ <sup>c</sup>	۲۴۰۱/۶ <sup>b</sup>	۲۴۶۷/۰ <sup>a</sup>	۲۲۹۵/۲ <sup>c</sup>	۲۲۴۰/۱ <sup>d</sup>	۳۲۹۵/۴	۴۰۰۶۱/۲**	GDDM
۷۳۲/۷ <sup>d</sup>	۹۱۰/۹ <sup>b</sup>	۸۰۸/۹ <sup>c</sup>	۹۰۴/۵ <sup>b</sup>	۹۴۶/۶ <sup>a</sup>	۳۸۲۵/۶	۴۲۲۹۹۲/۲**	GDDG
Hotelling-Lawley = ۹/۲۴**					MANOVA		
dPillai = ۲/۰۷**					* و **: به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.		
Hotrof مشابه در هر ردیف مریبوط به صفات نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشد و اعداد داخل پارانتز تعداد ژنتیپ‌های هر گروه را نشان می‌دهد.					GDD: عملکرد دانه (گرم بر بوته); TGW: وزن هزار دانه (گرم); DF: روز تا گلدهی؛ DB: روز تا رسیدگی؛ GF: دوره پرشدن دانه؛ GDD: روز تا آبستنی؛ GY: GDD: دوره پرشدن دانه؛ GDDG: روز تا گلدهی؛ GDDM: روز تا رسیدگی؛ GDDF: روز تا آبستنی؛ GDDG: دوره پرشدن دانه.		

جدول ۷- تجزیه تابع تشخیص (اعتبارسنجی متقابل) برای صحت گروه‌بندی تجزیه خوش‌های

Table 7. Discriminant analysis (cross-validated) to grouping accuracy of cluster analysis

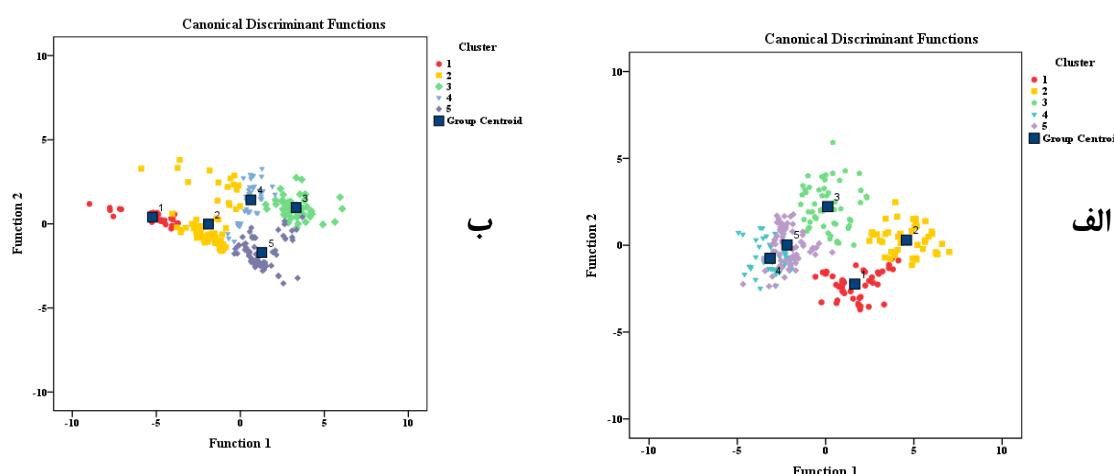
جمع کل	عضویت پیش‌بینی شده						سال
	۵	۴	۳	۲	۱	گروه	
(۱۰۰٪) ۴۸	.	.	.	(۸٪/۳) ۴	(۹۱٪/۷) ۴۴	۱	سال اول
(۱۰۰٪) ۴۷	.	.	.	(۱۰۰٪) ۴۷	.	۲	
(۱۰۰٪) ۵۶	(۵٪/۴) ۳	.	(۹۲٪/۹) ۵۲	.	(۱٪/۸) ۱	۳	
(۱۰۰٪) ۴۳	.	(۱۰۰٪) ۴۳	.	.	.	۴	
(۱۰۰٪) ۷۶	(۸۵٪/۵) ۶۵	(۱۳٪/۲) ۱۰	.	.	(٪ ۱/۳) ۱	۵	
(۱۰۰٪) ۲۸	.	.	.	.	(۱۰۰٪) ۲۸	۱	سال دوم
(۱۰۰٪) ۷۸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

جدول ۸- ماتریس ساختاری کانونیکی صفات بررسی شده در توده‌های بومی و ارقام زراعی گندم‌های ایران

Table 8. Canonical structure matrix of investigated traits in Iranian wheat landraces and cultivars

سال دوم	سال اول				صفات
	تابع ۲	تابع ۱	تابع ۲	تابع ۱	
-۰/۱۳۵*	-۰/۰۹۰	-۰/۰۵۲	-۰/۰۹۳		عملکرد دانه
-۰/۰۳۹	-۰/۰۲۶	-۰/۰۹۷	-۰/۰۲۷		وزن هزار دانه
-۰/۱۶۲	-۰/۹۰۳*	-۰/۰۲۲	-۰/۶۸۳*		روز تا آبستنی
-۰/۱۰۸	-۰/۸۷۲*	-۰/۱۷۶	-۰/۸۰۳*		روز تا گلدهی
-۰/۷۶۱*	-۰/۴۱۴	-۰/۶۹۱*	-۰/۶۱۰		روز تا رسیدگی
-۰/۷۴۵*	-۰/۴۴۷	-۰/۶۲۹	-۰/۲۸۰		دوره پرشدن دانه
-۰/۱۴۶	-۰/۸۸۰*	-۰/۱۱۵	-۰/۷۱۳*		GDD روز تا آبستنی
-۰/۱۰۶	-۰/۸۶۰*	-۰/۱۶۰	-۰/۸۰۳*		GDD روز تا گلدهی
-۰/۷۴۳*	-۰/۴۰۸	-۰/۶۹۳*	-۰/۶۱۳		GDD روز تا رسیدگی
-۰/۷۷۹*	-۰/۳۵۲	-۰/۶۶۸	-۰/۱۵۷		GDD دوره پرشدن دانه
۱/۲۷۹	۶/۶۹۱	۲/۰۶۰	۷/۱۹۰		مقابله و پژوهش
۸۶/۲	۷۲/۴	۸۹/۰	۵۹/۱		درصد سهم تجمیع (%)
-۰/۷۴۹**	-۰/۹۳۳**	-۰/۸۲۰**	-۰/۹۳۷**		همبستگی کانونیکی

\* و \*\*: بهترتب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۳- گروه‌بندی ارقام زراعی و توده‌های 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

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. Paknejad, 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. Ogundayo 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.

- ۸۱ ..... ۲۳
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).

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

Hadi Alipour<sup>1</sup>, Hossein Abdi<sup>2</sup> and Mohammad Reza Bihamta<sup>3</sup>

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 investigated 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 field, 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