تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳، ص ۱۳۴-۱۲۱

مقاله پژوهشی

ارزیابی برخی از ژنوتیپ‌های فالاریس (*Phalaris aquatica*) بر اساس صفات زراعی

محمدحسین جعفرپور[۱]، علیرضا پورمحمد[۲*]، رضا محمدی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
۲- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
۳- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران
* مسئول مکاتبه: pourmohammad@ymail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۰ **DOI: 10.22034/CSRAR.2024.376110.1300**

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی زراعی گونه‌ی علوفه‌ای فالاریس به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی بود. به این منظور، پژوهشی با ۲۶ ژنوتیپ فالاریس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی (تبریز) اجرا و ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورفولوژیکی، عملکرد بذر و علوفه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج، موید وجود اختلاف ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها برای صفات تعداد ساقه و قطر طوقه در سطح یک درصد و قطر تاج‌پوش در سطح پنج درصد بود. در مقایسه میانگین صفات، ژنوتیپ Ph.aq-3 بیشترین تعداد ساقه و ژنوتیپ‌های Ph.aq-6 و Ph.aq-26 کمترین تعداد ساقه در بوته را داشتند. بیشترین قطر تاج‌پوش نیز با ۴۸/۸۹ سانتی‌متر مربوط به ژنوتیپ شماره Ph.aq-12 بود. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، چهار مؤلفه در مجموع ۸۴/۳ درصد از واریانس کل را توجیه نمود. در مؤلفه اصلی اول، صفاتی چون عملکرد علوفه خشک، قطر طوقه و قطر تاج‌پوش دارای بیشترین ضرایب، در مؤلفه دوم تنها صفت طول برگ پرچم و در مؤلفه سوم صفاتی چون تعداد روز تا خوشه‌دهی و تعداد روز تا گرده‌افشانی دارای بیشترین ضرایب بودند. تجزیه خوشه‌ای نیز ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به شش زیرگروه طبقه‌بندی نمود. با در نظر گرفتن صفاتی مانند عملکرد و اجزای عملکرد، ژنوتیپ‌های موجود در زیرگروه سوم برای کشت می‌توانند گزینه‌ی مطلوبی باشند. همچنین بیشترین فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های زیرگروه سوم و زیرگروه پنجم به دست آمد، که با توجه به اهداف بهنژادگر، می‌توان از تلاقی ژنوتیپ‌های این دو زیرگروه، به منظور بهره‌برداری از ژن‌های مطلوب آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه چندمتغیره، تنوع ژنتیکی، عملکرد علوفه

مقدمه

با توجه به شرایط اقلیمی خاص و متنوع موجود در کشور، به جرأت می‌توان عنوان نمود که ایران این ظرفیت را دارد که به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراکز تنوع گیاهان به‌خصوص گیاهان علوفه‌ای به‌شمار آید (Anonymous, 2022). علی‌رغم اهمیت گیاهان علوفه‌ای در تأمین امنیت غذایی دام‌ها در کشور، به تولید، مدیریت و اصلاح این گیاهان در مقایسه با سایر محصولات زراعی کمتر بها داده شده است که این امر هر ساله مشکلات فراوانی در بخش تأمین علوفه دام ایجاد می‌کند؛ بنابراین تولید ارقام علوفه‌ای که علاوه بر عملکرد خوب دارای مواد غذایی مناسب برای انواع متفاوت دام‌ها هستند می‌تواند یکی از اهداف مهم به‌نژادگران و تولیدکنندگان محصولات علوفه‌ای باشد (Karimi, 2007).

گیاه فالاریس از تیره گندمیان، مهم‌ترین گیاه چندساله کاشته شده در مراتع در مناطق متوسط باران می‌باشد که بحث تحمل به چرا و در کنار آن بهبود عملکرد این گیاه، مهم‌ترین صفات و دغدغه اصلی پژوهشگران در اصلاح و گزینش ژنوتیپ‌های مناسب آن می‌باشد (Bourke *et al.*, 2003; 2006). این گیاه عمدتاً از طریق سیستم ریشه‌ای عمیق می‌تواند خواب تابستانی و حتی تنش خشکی که در تابستان رخ می‌دهد را مدیریت نماید (Ludemann and Smith, 2015). تحقیقات انجام‌گرفته بر روی این گیاه نشان‌دهنده عمق ریشه‌دهی بیشتری در مقایسه با گیاه علف چاودار می‌باشد که این عادت ریشه‌دهی عمیق، برای زنده‌مانی آن در طول تابستان امری حیاتی محسوب می‌شود، چون ریشه‌های عمیق، آب را به جوانه‌های خفته منتقل می‌کنند (Cai and Yamada, 2013;

Sakr and Horti, 2009). این گیاه برای رشد مطلوب، به بارندگی سالانه ۵۰۰ میلی‌متر با توزیع مناسب از پاییز تا بهار نیاز دارد. با این حال، می‌تولند در مکان‌هایی رشد نمایند که میزان بارندگی سالانه آن‌ها تا ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد به شرطی که خاک دارای ظرفیت نگهداری خوب رطوبت باشد. به‌طور کلی رشد مطلوب این گیاه در جایی انجام می‌شود که دما بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد. مقاوم در برابر غرقاب و همچنین خشکی می‌باشد (Watson *et al.*, 2000). گزارش شده است که پس از آتش‌سوزی، پتانسیل بالایی برای استقرار در محیط دارد (Cogliatti *et al.*, 2011). در کالیفرنیا، این گونه برای ایجاد پوشش گیاهی پس از آتش کاشته می‌شود (Harrington *et al.*, 2000).

تجزیه و تحلیل دقیق تنوع ژنتیکی از اهداف بهنژادگران بوده که به پژوهشگران در امر شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب برای اهداف اصلاحی، یاری می‌نماید (Mohammadi and Prasanna, 2003). یکی از پیامدهای کشاورزی نوین، کاهش شدید تنوع ذخایر ژنتیکی و زیستی است که توجه بهنژادگران را به سمت استفاده از گونه‌های وحشی این گیاهان به‌منظور غنی کردن ژرم‌پلاسم معطوف کرده است (Culvenor, 2007). ذخایر ژنتیکی طبیعی، به دلیل تکامل طی سالیان متمادی، سازگار به شرایط زیستی و عوامل نامساعد محیطی بوده و اکثراً دارای مناسب‌ترین ژن‌ها برای مقاومت به آفات مختلف و بیماری‌ها و حتی تنش‌های محیطی هستند؛ بنابراین آگاهی از این تنوع می‌تولند ابزاری مناسب برای اصلاح‌گران باشد (Mohammadi and Prasanna, 2003). پژوهشگران زیادی از روش‌های آماری چند متغیره به‌منظور تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر اساس صفات مورفولوژیکی در گیاهانی مختلفی مانند آگروپیرون (Rahnemoun *et al.*, 2018)، فستوکا (Afkar *et al.*, 2010)، توتون (Hatami Maleki *et al.*, 2012) و گندم (Hailu *et al.*, 2006) استفاده نموده‌اند. در بین روش‌های آماری چند متغیره، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای از مهم‌ترین روش‌های مورد استفاده توسط پژوهشگران محسوب می‌شود (Mohammadi and Prasanna, 2003).

در بررسی تنوع ژنتیکی و قرابت بین ۵۹ ژنوتیپ فستوکا پابلند (Ebrahimian *et al.*, 2012) نتایج نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای عملکرد و صفات مورفولوژیکی معنی‌دار بود که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا از نظر صفات مورد بررسی می‌باشد. کمترین میزان تنوع ژنتیکی مربوط به تعداد روز تا گرده‌افشانی و ارتفاع بوته بود. صفات روز تا گرده‌افشانی و قطر یقه نیز از تنوع بالایی برخوردار بودند. محققین دیگر (Jafari *et al.*, 2007) اقدام به بررسی تنوع ژنتیکی عملکرد و کیفیت علوفه در ۲۲ ژنوتیپ علف گندمی بلند کردند و نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده منجر به چهار مؤلفه گردید که ۸۵ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه کرد که در این میان صفاتی چون عملکرد و ارتفاع بوته مهم‌ترین صفات در مؤلفه اول بودند.

با در نظر گرفتن موارد ذکرشده در بالا و با توجه به اهمیت گیاهان مرتعی از جنبه‌های مختلف از جمله ارزش اقتصادی و اهمیت تغذیه‌ای آن برای دامداری‌ها، بررسی تنوع ژنتیکی گیاه فالاریس می‌تواند یکی از اولویت‌های تحقیقاتی در زمینه اصلاح و گزینش گیاهان مرتعی-علوفه‌ای باشد. افزایش عملکرد بذر و ماده خشک علوفه در واحد سطح از اهداف اصلی به‌نژادی گیاهان با کاربرد علوفه‌ای می‌باشد. با توجه به عدم وجود گزارشی در مستندات علمی در رابطه با بررسی تنوع ژنتیکی صفات زراعی در ژنوتیپ‌های فالاریس، پژوهش حاضر با استفاده از ژنوتیپ‌های این گیاه مرتعی در شرایط اقلیمی منطقه آذربایجان به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

بذور اولیه توده‌های فالاریس از بانک بذر ایستگاه شهید فزوه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه شد. در این پژوهش ۲۶ ژنوتیپ منتخب فالاریس (جدول ۱) که بر اساس ارزیابی دو ساله از داخل توده‌های اولیه و بر اساس عملکرد علوفه و بذر انتخاب شده بودند از نظر تنوع ژنتیکی با استفاده از صفات مورفولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

این آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور (تبریز) در سال زراعی ۱۳۹۸ اجرا شد. ابتدا بذور ژنوتیپ‌های فالاریس در گلدان‌هایی پلاستیکی با نسبت‌های ۲:۱:۱ به ترتیب خاک رس، ماسه و کود دامی در گلخانه پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور

(تبریز) کشت گردید. پس از جوانه‌زنی بذور در گلدان‌ها (بعد گذشت حدود یک ماه)، به‌منظور سازگاری بیشتر گیاهان با شرایط مزرعه، گلدان‌ها به خارج از گلخانه‌ها منتقل شدند. سپس در زمان کاشت (اواسط پاییز) گلدان‌ها به مزرعه تحقیقاتی انتقال داده شد و بر اساس طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با تراکم پنج بوته در هر ردیف، فاصله ۶۰ سانتی‌متری بوته‌ها و ردیف‌ها از هم، مورد کشت قرار گرفتند. تا استقرار کامل بوته‌ها، آبیاری گیاهان با فاصله زمانی کمتر و وجین علف‌های هرز انجام شد. کود دهی مزرعه در اوایل فصل بهار با کودهای ازته و فسفره انجام شد. با توجه به چند ساله بودن این گیاه در سال اول بوته‌ها در مزرعه مستقر شدند و داده‌برداری در سال دوم انجام شد. به‌طوری‌که اندازه‌گیری روی سه بوته وسطی انجام گرفته و میانگین سه بوته به عنوان هر تکرار در نظر گرفته شد. بنابراین صفات در واحد تک بوته ارائه شد.

با توجه به اینکه، سال اول به‌منظور تثبیت بوته‌ها در مزرعه بود لذا داده‌برداری از بوته‌ها انجام نگردید و اول فروردین سال دوم برای ارزیابی صفات در نظر گرفته شدند. بدین ترتیب که پس از ظهور اولین خوشه‌ها بر روی بوته‌ها، صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی (بر اساس تعداد روز از اول فروردین تا ظهور سه خوشه در هر بوته)، تعداد روز تا گرده‌افشانی (بر اساس تعداد روز از اول فروردین تا ظهور اولین پرچم‌ها بر روی خوشه‌ها)، ارتفاع بوته (ارتفاع بلندترین ساقه در هر بوته برحسب سانتی‌متر از سطح خاک)، طول خوشه (میانگین طول سه خوشه در هر بوته برحسب سانتی‌متر)، عملکرد بذر (پس از برداشت بوته‌ها، ابتدا بوته‌ها خشک و سپس اقدام به کوبیدن و جدا نمودن بذور از بوته‌ها شد و عملکرد بذر بوته‌ها بر اساس گرم در بوته گزارش شد)، تعداد ساقه (شمارش تعداد ساقه‌های هر بوته در زمان خوشه‌دهی)، عملکرد علوفه خشک (پس از برداشت، بوته‌ها به مدت حداقل ۴۸ ساعت در دمای ۶۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند، سپس اقدام به توزین نمونه‌ها و گزارش برحسب گرم شد)، قطر طوقه (پس از برداشت بوته‌ها، قطر طوقه هر نمونه بر حسب سانتی‌متر)، قطر تاج‌پوش (اندازه‌گیری قطر کانوپی گیاه قبل از ظهور خوشه‌ها)، طول برگ پرچم (میانگین طول سه برگ پرچم در هر بوته در هنگام گرده‌افشانی برحسب میلی‌متر) و عرض برگ پرچم (میانگین عرض سه برگ پرچم در هر بوته در هنگام گرده‌افشانی برحسب میلی‌متر) اندازه‌گیری شدند.

قبل از انجام تجزیه واریانس، به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها، آزمون غیر پارامتری کولموگروف-اسمیرنوف انجام گردید. برای کاهش حجم داده‌ها از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و مقیاس فاصله اقلیدسی استفاده گردید. برای تجزیه داده‌ها نرم‌افزارهای آماری SPSS و SAS به کار گرفته شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه (جدول ۲) نشان داد که تنها برای صفاتی چون تعداد ساقه و قطر طوقه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و برای صفت قطر تاج‌پوش نیز اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد در بین ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس مشاهده گردید. به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش از لحاظ سایر صفات، اختلاف معنی‌داری نشان ندادند که بیانگر پایین بودن تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس بکار رفته در این پژوهش می‌باشد. در پژوهشی روی فستوکا پابلند تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای عملکرد و صفات مورفولوژیکی مشاهده گردید که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا از نظر صفات مورد بررسی بود. کمترین میزان تنوع ژنتیکی مربوط به تعداد روز تا گرده‌افشانی و ارتفاع بوته و بیشترین آن مربوط به صفات روز تا گرده‌افشانی و قطر یقه بود (Ebrahimian *et al.*, 2012). در آزمایش دو ساله دیگر، روی ژنوتیپ‌های فالاریس ایرانی، نتایج حاکی از تنوع ژنتیکی مناسب در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود که ژرم پلاسم ارزشمندی را برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی برای تولید ارقام علوفه‌ای فراهم نمودند (Mohammadi *et al.*, 2022).

مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد برای صفات معنی‌دار (تعداد ساقه، قطر طوقه و قطر تاج‌پوش) در بین ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس مورد مطالعه

Table 1- List of selected studied phalaris genotypes

شماره Number	منشأ Origin	کد جمعیت Population code	کد ژنوتیپ Genotype code
1	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	19000/36	Ph.Aq-1
2	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/83	Ph.Aq-2
3	کاشان - کلکسیون یزد آباد Kashan-Yazd abad	16000/128	Ph.Aq-3
4	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/F1-3	Ph.Aq-4
5	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	19000/86	Ph.Aq-5
6	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/24	Ph.Aq-6
7	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/F1-6	Ph.Aq-7
8	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/F1-5	Ph.Aq-8
9	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/24	Ph.Aq-9
10	کاشان - کلکسیون یزد آباد Kashan-Yazd abad	16000/60	Ph.Aq-10
11	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/147	Ph.Aq-11
12	چهارمحال و بختیاری - ایستگاه منابع طبیعی	19000/22	Ph.Aq-12
13	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/F1-7	Ph.Aq-13
14	کاشان - کلکسیون یزد آباد Kashan-Yazd abad	16000/60	Ph.Aq-14
15	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	19000/36	Ph.Aq-15
16	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/F1-8	Ph.Aq-16
17	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/F1-1	Ph.Aq-17
18	کاشان - کلکسیون یزد آباد Kashan-Yazd abad	16000/59	Ph.Aq-18
19	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/24	Ph.Aq-19
20	کاشان - کلکسیون یزد آباد Kashan-Yazd abad	16000/59	Ph.Aq-20
21	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	16000/F1-2	Ph.Aq-21
22	چهارمحال و بختیاری - ایستگاه منابع طبیعی Chaharmahal and Bakhtiari-Natural Resources	19000/22	Ph.Aq-22
23	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	19000/36	Ph.Aq-23
24	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	19000/36	Ph.Aq-24
25	چهارمحال و بختیاری - ایستگاه منابع طبیعی Chaharmahal and Bakhtiari-Natural Resources	19000/22	Ph.Aq-25
26	اصفهان - بانک بذر ایستگاه تحقیقاتی شهید قزوه Isfahan-Fozveh seed Bank	19000/86-2	Ph.Aq-26

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس

Table 2- Analysis of variance of studied traits in selected phalaris genotypes

منبع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS										
		تعداد روز تا خوشه‌دهی Number of days to flowering	تعداد روز تا گرده‌افشانی Number of days to pollination	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول خوشه Spike length (cm)	عملکرد بذر Seed yield	تعداد ساقه Number of stems	عملکرد علوفه خشک Dry matter yield (t/ha)	قطر طوقه Canopy diameter (cm)	قطر تاج‌پوش Crown Diameter (cm)	طول برگ پرچم Flag leaf length (cm)	عرض برگ پرچم Flag leaf width (cm)
بلوک R	2	29.62*	24.77^{ns}	634.19**	0.27^{ns}	447.96*	9845.11**	26628.75**	281.09**	326.07**	3.86*	0.28^{ns}
تیمار T	25	11.69^{ns}	8.24^{ns}	64.45^{ns}	0.71^{ns}	155.67^{ns}	3430.88**	3101.63^{ns}	51.55**	40.91*	0.92^{ns}	0.58^{ns}
خطا E	50	6.81	7.97	61.26	0.43	92.71	1284.83	2207.19	20.77	21.87	0.90	0.45
CV (%)	-	3.58	3.34	6.31	13.87	35.53	31.17	37.32	15.86	11.34	4.37	5.84

** و * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و غیر معنی‌دار

*, **: Probability level of significantly in 0.05 and 0.01 respectively; ns non-significan

جدول ۳- مقایسه میانگین برای صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس

Table 3- Mean comparison of studied traits in selected phalaris genotypes

ژنوتیپ Genotype	قطر تاج‌پوش Crown Diameter (cm)	قطر طوقه Canopy diameter (cm)	تعداد ساقه Number of stems
1	42.22ae	29.99ae	127.78bc
2	41.11ae	30.00ae	94.44bc
3	47.22ab	36.44a	240.56a
4	43.88ad	33.66ad	133.00bc
5	37.77cde	25.22cf	81.89bc
6	39.44be	26.00cf	78.89c
7	37.22de	24.66def	119.11bc
8	38.89be	25.55cf	100.56bc
9	39.44be	26.55bf	90.11bc
10	46.66abc	34.11abc	137.22bc
11	43.89ad	30.89ae	88.56bc
12	48.89a	37.00a	108.33bc
13	39.44be	24.89def	100.89bc
14	40.00ae	27.00bf	140.11bc
15	41.11ae	28.44af	94.22bc
16	36.11de	24.00ef	95.89bc
17	33.88e	20.89f	111.22bc
18	44.44ad	31.66ae	152.22b
19	37.78cde	24.22ef	114.11bc
20	37.77cde	26.11bf	91.45bc
21	41.66ae	30.77af	140.89bc
22	42.78ae	29.55af	91.67bc
23	42.22ae	28.78af	103.87bc
24	41.67ae	28.99af	132.22bc
25	47.22ab	35.11ab	143.06bc
26	39.44be	26.22bf	77.22c

در مورد صفت تعداد ساقه در بوته، میانگین کل ژنوتیپ‌ها برابر ۱۱۴/۹۷ بود و ژنوتیپ شماره ۳ با ۲۴۰/۵۶ عدد، بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۲۶ به ترتیب با ۷۸/۸۹ و ۷۷/۲۲ کمترین تعداد ساقه در بوته را داشتند. به جز ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۶، ۱۸ و ۲۶ که اختلاف معنی‌دار با یکدیگر داشتند مابقی ژنوتیپ‌ها (۲۲ ژنوتیپ از ۲۶ ژنوتیپ منتخب) در یک گروه قرار گرفتند. در مورد صفت قطر طوقه نیز میانگین کل ژنوتیپ‌ها برابر ۲۸/۷۲ بود و نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین قطر طوقه مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۲ و ۳ به ترتیب با طول ۳۷ و ۳۶/۴۴ سانتی‌متر بود که با ۱۲ ژنوتیپ (ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۴، ۱۰، ۱۱، ۱۵، ۱۸، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴ و ۲۵) از ۲۶ ژنوتیپ مورد مطالعه در یک گروه قرار گرفتند و کمترین قطر طوقه نیز، ژنوتیپ شماره ۱۷ با طول ۲۰/۸۹ سانتی‌متر بود (جدول ۴). برای صفت قطر تاج‌پوش میانگین کل ژنوتیپ‌ها برابر ۴۱/۲۳ سانتی‌متر مربع بود و همانند صفت قطر طوقه، بیشترین قطر تاج‌پوش نیز با ۴۸/۸۹ سانتی‌متر مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۲ می‌باشد. نتایج مقایسات میانگین حاکی از آن است که ژنوتیپ شماره ۱۲ با ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۸، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴ و ۲۵ در یک گروه قرار دارند. برای قطر تاج‌پوش نیز همانند صفت قطر طوقه، ژنوتیپ شماره ۱۷ با ۳۳/۸۸ سانتی‌متر مربع بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

جدول ۴- نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس

Table 4- Results of principal components analysis for studied traits in selected phalaris genotypes

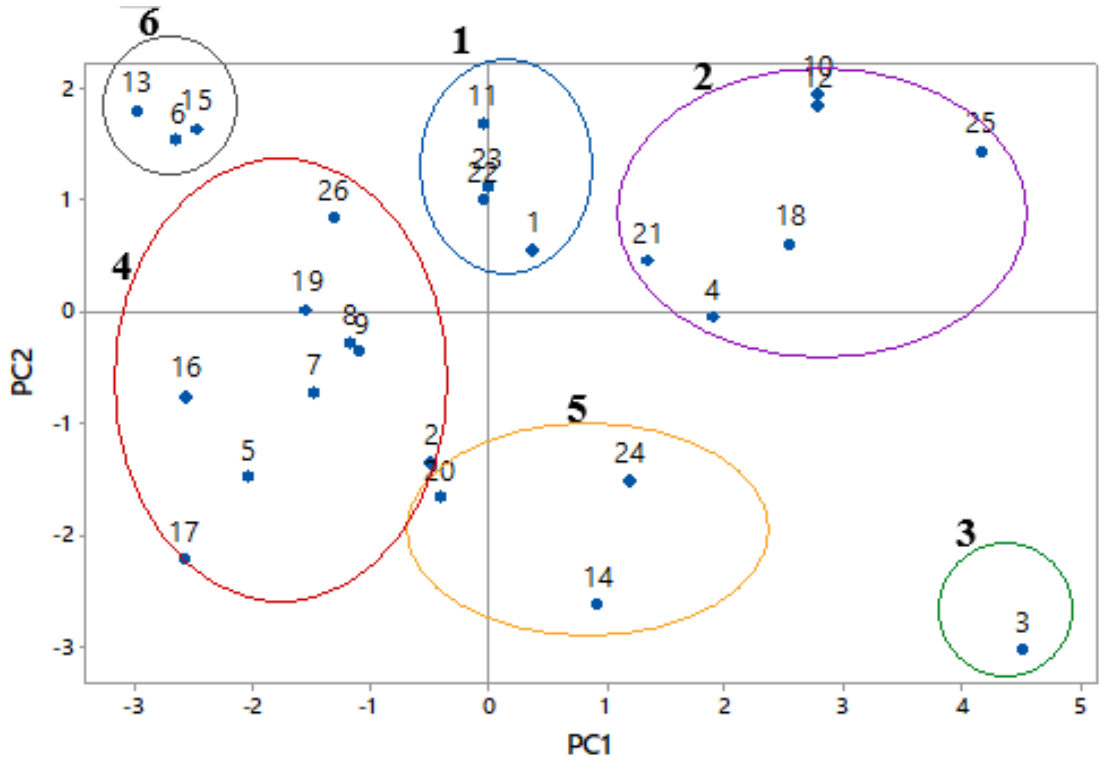
صفات Traits	مؤلفه اوّل 1st component	مؤلفه دوّم 2nd component	مؤلفه سوّم 3rd component	مؤلفه چهارم 4th component
تعداد روز تا خوشه‌دهی Number of days to flowering	-0.272	0.222	-0.568	0.084
تعداد روز تا گرده افشانی Number of days to pollination	-0.253	0.273	-0.577	0.008
ارتفاع بوته Plant height (cm)	0.065	0.227	0.144	0.824
طول خوشه Spike length (cm)	0.336	0.106	-0.023	0.378
عملکرد بذر Seed yield (kg/ha)	0.270	-0.410	-0.039	-0.021
تعداد ساقه Number of stems	0.348	-0.234	-0.331	-0.097
عملکرد علوفه خشک Dry matter yield (t/ha)	0.416	-0.099	-0.275	-0.047
قطر طوقه Crown diameter (cm)	0.416	0.186	-0.092	-0.050
قطر تاج‌پوش Crown Diameter (cm)	0.400	0.268	-0.134	-0.009
طول برگ پرچم Flag leaf length (cm)	-0.072	-0.518	-0.331	0.305
عرض برگ پرچم Flag leaf width (cm)	0.199	0.454	0.032	-0.252
مقادیر ویژه (Eigenvalue)	4.63	2.22	1.36	1.06
درصد واریانس توجیهی (Proportion)	42.10	20.20	12.40	9.70
درصد واریانس تجمعی (Cumulative)	42.10	62.30	74.70	84.30

همچنین با بررسی مؤلفه دوّم مشخص شد که صفت عرض برگ پرچم دارای ضریب بردار ویژه بیشتری (۰/۴۵۴) نسبت به سایر صفات مورد ارزیابی بود که به‌عنوان توجیه‌کننده مؤثر مؤلفه دوم محسوب شد. بزرگ‌ترین مقادیر نسبی ضرایب در مؤلفه سوم مربوط به صفت تعداد روز تا خوشه‌دهی (۰/۵۶۸-) و تعداد روز تا گرده‌افشانی (۰/۵۷۷-) بود. ضرایب متنوع این بردارها حاکی از آن است که گزینش ترکیب متفاوتی از این صفات این امکان را می‌دهد که موجب بهبود عملکرد علوفه در ژنوتیپ‌های جنس فالاریس گردد.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

پارامترهای حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، شامل درصد واریانس توجیه شده، مقادیر ویژه و ضرایب بردارهای ویژه، برای ۲۶ ژنوتیپ منتخب فالاریس در جدول ۴ آورده شده است. مقادیر ویژه حاصل از هر چهار مؤلفه به ترتیب ۴/۶۳، ۲/۲۲، ۱/۳۶ و ۱/۰۶ به دست آمد. همچنین درصد واریانس توجیهی برای هر مؤلفه به ترتیب شامل ۴۲/۱، ۲۰/۲، ۱۲/۴ و ۹/۷ درصد بود که در مجموع ۸۴/۳ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه نمود. بررسی مقادیر نسبی ضرایب بردارهای ویژه برای مؤلفه اول نشان داد، صفاتی چون عملکرد علوفه خشک (۰/۴۱۶)، قطر طوقه (۰/۴۱۶) و قطر تاج‌پوش (۰/۴۰) دارای بالاترین ضرایب بودند که این مؤلفه را می‌توان به‌عنوان عملکرد اقتصادی نام‌گذاری گردید.

نمودار پراکنش ۲۶ ژنوتیپ منتخب فالاریس، براساس دو مؤلفه اصلی اول در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به اینکه مؤلفه اوّل از نظر عملکرد علوفه خشک، قطر طوقه و تاج پوش در تمایز گروه‌ها نقش زیادی داشت و از طرفی با توجه به مثبت بودن ضرایب بردارهای ویژه این سه صفت، زیرگروه‌های سمت راست محور افقی، عملکرد علوفه‌ای بالاتری نسبت به زیرگروه‌های سمت چپ خواهند داشت. بنابراین ژنوتیپ‌های موجود در زیرگروه چهارم (شامل ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۰، ۱۲، ۱۸، ۲۱ و ۲۵) عملکرد علوفه‌ای مطلوب داشته و جزء پرمحصول‌ترین ژنوتیپ‌ها می‌باشند. در مقابل زیرگروه‌های پنجم (ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۳ و ۱۵) و دوم (ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۵، ۷، ۸، ۹، ۱۶، ۱۷، ۱۹ و ۲۶) کم‌ترین عملکرد علوفه‌ای را داشتند (شکل ۱).



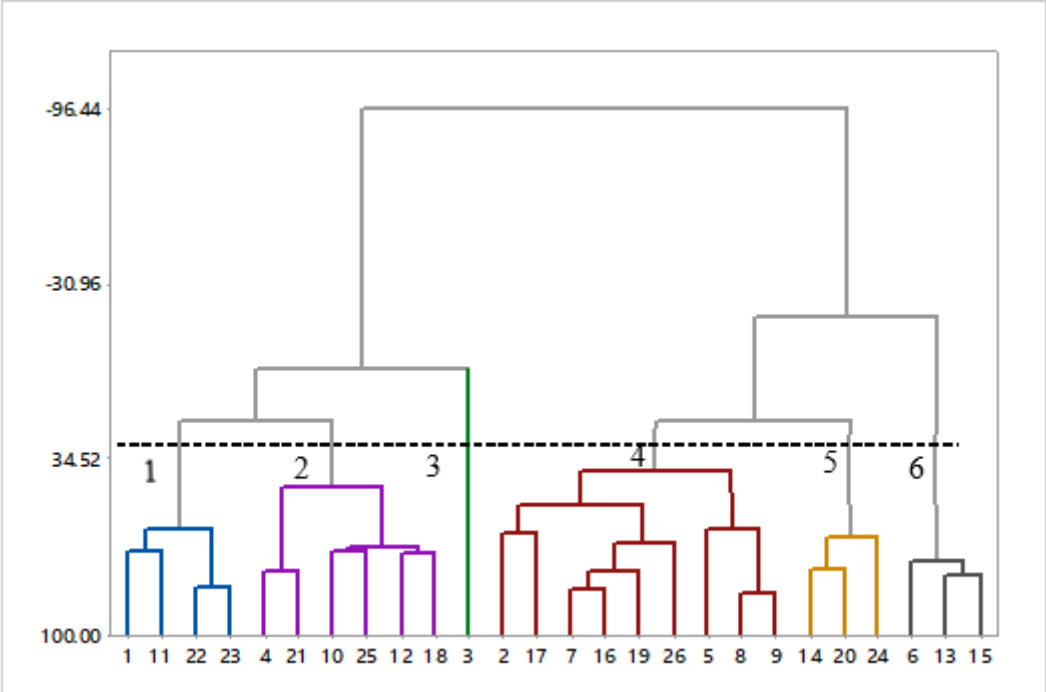
شکل ۱- نمودار پراکنش ژنوتیپ‌های مختلف فالاریس براساس دو مؤلفه حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

Figure 1- Scatter plot of different phalaris genotypes based on two components resulting from principal components analysis

در پژوهشی با بررسی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های متفاوت آگروپیرون با استفاده از صفات مورفولوژیکی، اظهار داشتند در مجموع ۹۰/۲۰ درصد از کل واریانس متغیّرها توسط دو مؤلفه توجیه می‌گردد. مؤلفه اول مربوط به صفاتی چون عملکرد (علوفه خشک در چین اوّل، عملکرد علوفه تر در چین اوّل، عملکرد علوفه تر در چین دوم، ارتفاع بوته و طول خوشه) و مؤلفه دوم شامل صفاتی چون عملکرد بذر و قطر طوقه پس از برداشت چین اول بودند که مهم‌ترین صفات برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه معرفی شدند(Rahnemoun et *al.*, 2018). در پژوهشی دیگر با مطالعه تنوع ژنتیکی صفات زراعی در توده‌های بومی نخود، با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی محققین به هفت مؤلفه اصلی دست پیدا کردند که در مجموع ۸۵ درصد تنوع موجود در بین توده‌های بومی نخود را توجیه کرد (Chegamirza *et al.*, 2012). پژوهشگران دیگر به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های *A. elongatum* با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، گزارش نمودند چهار مؤلفه اول، توجیه ۸۵ درصد از واریانس کل موجود در بین متغیرها را بر عهده دارند و صفاتی چون ارتفاع بوته و عملکرد مهم‌ترین عامل در مؤلفه اول بودند (Jafari *et al.*, 2007).

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای روی ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس با ۱۱ صفت مورد مطالعه، ژنوتیپ‌ها را در دو گروه با شش زیرگروه متفاوت قرار داد (شکل ۲). با توجه به دندروگرام و بررسی تفاوت‌های موجود در بین ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس از نظر صفات مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از همدیگر قابل تفکیک می‌باشند. زیرگروه اول شامل چهار ژنوتیپ، زیرگروه دوم شامل شش ژنوتیپ، زیرگروه سوم یک ژنوتیپ، زیرگروه چهارم نه ژنوتیپ و زیرگروه‌های پنجم و ششم نیز دربرگیرنده سه ژنوتیپ بود (شکل ۲).



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های فالاریس بر اساس میانگین صفات مورد ارزیابی و روش وارد

Figure 2- Dendrogram of cluster analysis of phalaris genotypes based on the mean of the evaluated traits using Ward's algorithm

جدول ۵، میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس را نشان می‌دهد. ژنوتیپ‌های زیرگروه اول (دیررس، با ارتفاع بلند و عملکرد پایین)، ژنوتیپ‌های زیرگروه دوم (قطر طوقه پایین، قطر تاج‌پوش پایین با طول و عرض پایین برگ پرچم)، ژنوتیپ‌های زیرگروه سوم (برای اکثر صفات عملکردی در بهترین وضعیت قرار دارد، عملکرد بذر بالا، عملکرد علوفه خشک بالا، قطر طوقه و قطر تاج‌پوش بالا، طول برگ پرچم بالا با تعداد ساقه خوب)،

ژنوتیپ‌های زیرگروه چهارم (زودرس، با طول خوشه بلند و عرض برگ پرچم بلند)، ژنوتیپ‌های زیرگروه پنجم (ژنوتیپ‌های کاملاً دیررس بوده و برای اکثر صفات عملکردی در وضعیت بدی قرار دارد طول خوشه کم، عملکرد بذر پایین، تعداد ساقه کم و عملکرد علوفه خشک پایین) و ژنوتیپ‌های زیرگروه ششم (زودرس).

جدول ۵- میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در ژنوتیپ‌های فالاریس

Table 5- Average groups resulting from cluster analysis in phalaris genotypes

	میانگین Mean						
	کل Grand	زیرگروه ۱ subcluster 1	زیرگروه ۲ subcluster 2	زیرگروه ۳ subcluster 3	زیرگروه ۴ subcluster 4	زیرگروه ۵ subcluster 5	زیرگروه ۶ subcluster 6
تعداد روز تا خوشه‌دهی Number of days to flowering	72.73	73.97	72.57	72.11	71.00	73.63	71.33
تعداد روز تا گرده‌افشانی Number of days to pollination	84.55	84.78	84.47	84.11	83.67	88.04	82.93
ارتفاع بوته Plant height (cm)	123.92	126.50	121.61	117.22	125.59	123.78	126.41
طول خوشه Spike length (cm)	4.77	5.01	4.52	5.11	5.20	4.24	4.74
عملکرد بذر Seed yield	27.09	24.40	24.37	43.76	28.54	18.31	39.21
تعداد ساقه Number of stems	114.98	102.94	98.28	240.56	135.79	91.33	121.26
عملکرد علوفه خشک Dry matter yield (t/ha)	3.524	3.378	2.922	5.998	4.408	2.778	3.678
قطر طوقه Crown diameter (cm)	28.72	29.81	25.26	36.44	33.72	26.44	27.37
قطر تاج‌پوش Canopy Diameter (cm)	41.24	42.78	37.96	47.22	45.46	40.00	39.82
طول برگ پرچم Flag leaf length (cm)	21.81	21.69	22.01	23.00	21.22	21.63	22.30
عرض برگ پرچم Flag leaf width (cm)	11.56	11.75	11.30	11.33	11.98	11.59	11.30

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد زیرگروه سوم از لحاظ عملکرد علوفه مناسب و نسبت به بقیه عملکرد بیشتر و بهتری دارد، همچنین از لحاظ عملکرد بذری نیز در وضعیت مناسبی می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن صفاتی مانند عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های موجود در زیرگروه سوم برای کشت می‌توانند گزینه‌ی مطلوبی باشند (جدول ۵). در مطالعه‌ای با بررسی ژنوتیپ‌های آگروپیرون با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سه گروه متفاوت گروه‌بندی گردید و ژنوتیپ‌های موجود در کلاستر دوم، با توجه به عملکرد مطلوبی که داشتند، برای کشت، توصیه شدند. همچنین عنوان کردند که دو گونه *A. desertorum* و *A. cristatum*، به دلیل شباهت مورفولوژیکی بسیار زیاد از هم تفکیک نشدند (Rahnemoun *et al.*, 2018). در پژوهشی دیگر (Chegamirza *et al.*, 2012) تنوع ژنتیکی در ارقام و توده‌های زراعی گیاه نخود بررسی گردید که تجزیه خوشه‌ای صفات مورد مطالعه بر پایه عملکرد دانه، منجر به گروه‌بندی توده‌های مورد بررسی در چهار گروه مختلف شد. بررسی‌ها حاکی از آن است که از تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی افراد با هدف تعیین تشابه و یا فاصله ژنتیکی آن‌ها استفاده می‌گردد؛ بنابراین هدف اصلی به‌نژادی از گروه‌بندی افراد مختلف،

دست‌یابی به فاصله‌ی ژنتیکی موجود بین ژنوتیپ‌ها و در نهایت بهره بردن از تنوع ژنتیکی آن‌ها در پروژه‌های اصلاحی می‌باشد (Johnson *et al.*, 2007)

برای محاسبه اختلاف ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها، فاصله ژنتیکی موجود بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این پژوهش با استفاده از روش مربع اقلیدسی محاسبه شد (جدول ۶). همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین فاصله ژنتیکی بین زیر خوشه سوم و زیر خوشه پنجم به دست آمد؛ بنابراین در صورت نیاز می‌توان از این زیرگروه‌ها در برنامه‌های اصلاحی این‌گونه به‌منظور بهره بردن از ژن‌های مطلوب آن‌ها استفاده نمود. این اطلاعات برای تعیین والدین مناسب در برنامه‌های دورگ‌گیری می‌تواند کاربرد فراوانی داشته باشد؛ بنابراین گزینش و انتخاب والدین مناسب جهت شرکت در برنامه‌های تلاقی برای تولید دورگ‌هایی با حداکثر هتروزیس امری ضروری می‌باشد. از طرفی با توجه به اینکه استفاده از تلاقی ژنوتیپ‌های داخل یک گروه تفرق مطلوبی از نظر صفات مورد بررسی به‌ویژه عملکرد و اجزای عملکرد نشان نمی‌دهد، بنابراین برای به حداکثر رساندن تفرق مطلوب صفات در برنامه‌های تلاقی باید از والدین دور که از گروه‌های مختلف تجزیه خوشه‌ای هستند، استفاده نمود. در گیاهان آزادگرده‌افشان به‌ویژه جمعیت‌های مختلف از جنس فالاریس نیز می‌توان با استفاده از تلاقی‌های تصادفی والدین با فاصله ژنتیکی زیاد و ترکیب‌پذیری عمومی بالا از پدیده هتروزیس بهره برد.

جدول ۶- فواصل ژنتیکی مراکز خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات مورد مطالعه

Table 6- Genetic distances of cluster centers resulting from cluster analysis of studied traits

	زیرگروه ۱ subcluster 1	زیرگروه ۲ subcluster 2	زیرگروه ۳ subcluster 3	زیرگروه ۴ subcluster 4	زیرگروه ۵ subcluster 5
زیرگروه ۲ subcluster 2	18.92				
زیرگروه ۳ subcluster 3	168.00	181.45			
زیرگروه ۴ subcluster 4	49.84	66.28	120.49		
زیرگروه ۵ subcluster 5	26.00	12.30	190.73	74.91	
زیرگروه ۶ subcluster 6	26.37	38.91	146.09	32.87	49.29

نتیجه‌گیری کلی

تنها برای صفات تعداد ساقه، قطر طوقه و قطر تاج‌پوش اختلاف معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌های فالاریس مشاهده شد که بیانگر پایین بودن تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های منتخب فالاریس بکار رفته در این پژوهش می‌باشد. در تجزیه خوشه‌ای، زیرگروه سوم از لحاظ عملکرد علوفه مناسب و نسبت به بقیه زیرگروه‌ها عملکرد بهتری نشان داد و از لحاظ عملکرد بذری نیز در وضعیت مناسبی قرار داشت. بنابراین با در نظر گرفتن صفاتی مانند عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های موجود در زیرگروه سوم برای کشت می‌توانند گزینه مطلوبی باشند. همچنین بررسی فواصل ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نیز نشان داد بیشترین فاصله ژنتیکی بین زیرگروه سوم و زیرگروه پنجم به دست آمد که در صورت نیاز می‌توان از ژنوتیپ‌های این دو زیرگروه در برنامه‌های اصلاحی این‌گونه به‌منظور بهره‌برداری از ژن‌های مطلوب آن‌ها استفاده نمود.

References

Afkar, S., Karimzadeh, G. and Jafari, A.A., 2010. A study of morphological variation in some genotypes of *Festuca arundinacea* using multivariate analysis. *Iranian Journal of Field Crop Science, 40*(3), pp.151-160. [In Persian]. **doi: 20.1001.1.20084811.1388.40.3.15.1**

Anonymous 2022**.** *Agricultural Statistics. Vol. I. Crops.* Office of Statistics and Information Technology of the Ministry of Jihad-e-Agriculture. [In Persian].

Bourke, C.A., Colegate, S.M. and Culvenor, R.A., 2006. Evidence that N-methyltyramine does not cause *Phalaris aquatica* - related sudden death in ruminants. *Australian Veterinary Journal, 84* (12), pp.426-427. **doi: 10.1111/j.1751-0813.2006.00075.x**

Bourke, C.A., Rendell, D. and Colegate, S.M., 2003. Clinical observations and differentiation of the peracute *Phalaris aquatica* poisoning syndrome in sheep known as 'Polioencephalo-malacia-like sudden death'. *Australian Veterinary Journal, 81*(11), pp.698-700. **doi: 10.1111/j.1751-0813.2003.tb12545.x**

Cai, H. and Yamada, T., 2013. *Genetics, Genomics and Breeding of Forage Crops.* In: C. Kole (Ed.). CRC Press. **doi: 10.1201/b15564**

Chegamirza, Sh., Chegamirza, K. and Mohammadi, R., 2012. Study of genetic variation in cultivars and landraces of chickpea based on agronomic traits in dryland conditions. *Iranian Dryland Agronomy Journal, 1*(1), pp.108-119. [In Persian]. **doi: 10.22092/idaj.2012.100113**

Cogliatti, M., Bongiorno, F., Dalla Valle, H. and Rogers, W.J., 2011. Canaryseed (*Phalaris canariensis* L.) accessions from nineteen countries show useful genetic variation for agronomic traits. *Canadian Journal of Plant Science, 91,* pp.37-48. **doi: 10.4141/cjps09200**

Culvenor, R., 2007. *Phalaris. Pastures Australia,* CSIRO Plant Industry.

Culvenor, R.A., Dobbie, M.J., Wood, J.T. and Forrester, R.I., 2002. Selection for persistence under grazing in winter-active populations of the perennial grass, *Phalaris aquatica* L. *Australian Journal of Agricultural Research, 53*(9), pp.1059-1068. **doi: 10.1071/ar02003**

Ebrahimian, M., Majidi, M.M. and Mirlohi, A.F., 2012. Clonal evaluation and estimation of genetic similarity of tall fescue genotypes (*Festuca arundinacea* Schreb). *Journal of Plant Production, 19*(3), pp.91-108. [In Persian]. **doi: 10.22092/ijrfpbgr.2020.342243.1363**

Hailu, F., Merker, A., Singh, H., Belay, G. and Johansson, E., 2006. Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia. *Genetic Resources and Crop Evolution, 54,* pp.83-97. **doi: 10.1007/s10722-005-9776-3**

Harrington, K. and Lanini, T., 2000. *Phalaris aquatica* L. In: Bossard, C. C.; Randall, J. M.; Hoshovsky, M. C. (Eds.), Invasive plants of California's wildlands, University of California Press, 262-265.

Hatami Maleki, H., Karimzadeh, G., Darvishzadeh, R. and Alavi, R., 2012. Genetic variation of oriental tobaccos using multivariate analysis. *Iranian Journal of Field Crops Research, 10*(1), pp.100-106. [In Persian]. **doi: 10.22067/gsc.v10i1.14409**

Jafari, A.A., Seyedmohammadi, A.R. and Abdi, N., 2007. Study of variation for seed yield and seed components in 31 genotypes of *Agropyron desertorum* through factor analysis. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic, 15*(3), pp.211-221. [In Persian]. **doi: 211-221. 10.22092/ijrfpbgr.2007.114948**

Johnson, R.A. and Wichern, D.W., 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis.* (4th ed.), Prentice Hall International, INC. New Jersey.

Karimi, H., 2007. Agronomy and Improvement of Forage Plants. Tehran University Publications. pp: 430. [In Persian]. **doi: 10.22059/ijfcs.2017.128238.653902**

Ludemann, C.I. and Smith, K.F., 2015. A comparison of methods to assess the likely on-farm value for meat production systems of pasture traits and genetic gain through plant breeding using phalaris (*Phalaris aquatica* L.) as an example. *Grass and Forage Science*, *71*, pp.1-13. **doi: 10.1111/gfs.12164**

Mohammadi, S.A. and Parmasa, B.M., 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, *43*, pp.1235-1248. **doi: 10.2135/cropsci2003.1235**

Mohammadi, R., Pourmohammad, A., Hassanpouraghdam, M.B. and Diler, S., 2022. Genetic diversity, heritability, correlation coefficient, and path analysis of forage yield components in the Iranian *Phalaris aquatica* L. genotypes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *46*, pp.1-12. **doi: 10.55730/1300-011x.3090**

Rahnemoun, B., Hatami Maleki, H. and Mohammadi, R., 2018. Genetic variability in different accessions of agropyron based on morphological traits. *Modares Journal of Biotechnology, 9* (4), pp.517-523. [In Persian].

Sakr, W.R. and Horti, J., 2009. Response of *Paspalum turfgrass* grown in sandy soil to trinexapacethyl and irrigation water salinity. *Journal of horticulture Science and Ornamental Plants*, *1*, pp.15-26. **doi: 10.22067/jhorts4.v0i0.56268**

Watson, R.W., McDonald, W.J. and Bourke, C.A., 2000. *Phalaris pastures* (Agfacts). Agfact P.2.5.1, second edition.

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 6, Issue 1, Spring 2024, P. 121-134

Evaluation of some *Phalaris aquatica* genotypes based on agronomic traits

Mohammad-Hossein Jafarpour[1], Alireza Pourmohammad[2*], Reza Mohammadi[3]

[1] M.Sc Student, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
[2] Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
[3] Branch for Northwest and West region, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran
[*]Corresponding Author: pourmohammad@ymail.com

Received: 10 December 2022 Accepted: 10 March 2023 **DOI: 10.22034/CSRAR.2024.376110.1300**

Abstract

Introduction: *Phalaris aquatica* L. (Poaceae), is perennial grass. It passes summer drought as buds at the base of reproductive tillers attached to the deep root system. Genotypes of *Ph. aquatica* show a range of incomplete endogenous dormancy. *P. aquatica*, 2n=4x=28, is an allopolyploid or segmental allotetraploid. Many forage grass species have estimated the heritability of different agronomic traits. The selection could be operated on a highly heritable trait related to a more complex trait such as forage yield.

Evaluation of genetic diversity and study of relationships between traits based on morphological and agronomic traits can be helpful for organizing germplasm, selecting parents for hybridization, and producing segregating populations. Despite the importance of forage plants in country's animal husbandry, not much attention has been paid to the category of breeding and introduction of suitable forage plants in comparison with other crops. The main purpose of this study was to investigate *Phalaris aquatica* as a forage species in order to identify the desired genotypes for use in breeding projects.

Materials and Methods: The twenty-six *Phalaris aquatica* genotypes were selected from a large replicated nursery established, mainly consisting of natural ecotypes of *Phalaris aquatica* from broad geographical areas of Iran. A study was implemented using 26 selected *Ph. aquatica* genotypes in a randomized complete block design (RCBD) with three replications in the Research Field of the Agricultural Biotechnology Research Institute (ABRI) of northwest and west region of the country in Tabriz. The *Ph. aquatica* genotypes were examined in terms of morphological and agronomical traits, seed and forage yield. Evaluated traits were number of days to flowering, number of days to pollination, plant height, spike length, number of stems, dry matter yield, crown diameter, flag leaf length and flag leaf width. Before performing a data analysis, the assumptions of analysis of variance was tested.

Results and Discussion: The results of analysis of variance (ANoVA) showed the existence of genetic diversity among selected Phalaris aquatica genotypes. Mean comparisons also showed that genotype Ph.aq-3 had the highest number of stems and genotypes Ph.aq-6 and Ph.aq-26 had the lowest number of stems per plant, respectively. The largest diameter of the canopy with 48.89 cm was related to genotype Ph.aq-12. Results of correlation analysis showed that dry forage yield has a positive and significant correlation with traits such as spike length, seed yield, number of stems, crown diameter and canopy diameter. In principal components analysis, four components were identified, which in total explained 84.3% of the total variance of the variables. In the first principal component, traits such as dry forage yield, crown diameter and canopy diameter, in the second component, only the leaf length and in the third component, traits such as number of days to flowering and number of days to pollination had the highest coefficients. Cluster analysis also classified the studied genotypes into six sub-clusters. Considering traits such as yield and yield components, genotypes in the third sub-cluster can be a good choice for cultivation. Also, the maximum genetic distance was obtained between the

third sub-cluster and the fifth sub-cluster, which according to the goals of the breeder, the genotypes of these two sub-clusters can be used in breeding programs for exploiting their desirable genes.
Conclusion: In conclusion, results of present research indicated low genetic variability in the studied *Ph. aquatica* genotypes and some genotypes with high production capacity or other desirable traits can be used in *Phalaris aquatica* breeding projects. Genetic diversity can be used at breeding genotypes to biotic and abiotic stresses. However, the studied *Phalaris aquatica* genotypes will deliver valuable germplasm to employ in *Phalaris aquatica* breeding programs for forage cultivar production.

Keywords: Forage yield, Genetic variation, Multivariate analysis