نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال سیزدهم / شماره دوم / تابستان ۱۴۰۲/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۳۳ تا ۵۶

بررسی تنوع ژنتیکی و گزینش همزمان عملکرد بذر و علوفه در ژنوتیپ‌های منتخب دو گونه علف باغ (*Dactylis glomerata*) و علف پشمکی (*Bromus inermis*)

فاطمه سعیدنیا[۱*]، محمد مهدی مجیدی[۲] و آقافخر میرلوحی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۳)

چکیده

خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی محدود کننده بقاء، رشد و تولید گیاهان در بسیاری از مناطق جهان است. حدود یک سوم زمین‌های کشاورزی دنیا در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند که ایران نیز جزء همین مناطق است. از این رو نیاز به اصلاح ارقام دارای سازگاری بالا و نیاز آبی پایین به شدت احساس می‌شود. این مطالعه به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های علف باغ و علف پشمکی، بررسی ارتباط بین عملکرد بذر و عملکرد علوفه و انتخاب همزمان ژنوتیپ‌های برتر انجام شد. در این مطالعه، تعداد ۳۶ ژنوتیپ منتخب از جوامع حاصل از پلی‌کراس در هر یک از دو گونه به‌صورت کلونی تکثیر شده و تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴در مزرعه آموزشی دانشگاه صنعتی اصفهان مورد ارزیابی قرار گرفتند. در هر دو گونه مورد مطالعه تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد بذر و اجزای آن مشاهده شد که نشان‌دهنده پتانسیل بالا برای بهبود این صفات از طریق انتخاب هدفمند در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد. تنش خشکی آثارمنفی روی عملکرد بذر و اجزای آن داشت و موجب کاهش تنوع ژنتیکی اکثر صفات شد. اکثر صفات مورد مطالعه در هر دو گونه مورد بررسی از وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی برخوردار بودند و بنابراین بهبود این صفات از طریق انتخاب دوره‌ای امکان‌پذیر است. همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد بذر و عملکرد علوفه در هر دو گونه مورد بررسی نشان داد که امکان انتخاب همزمان برای عملکرد بذر و علوفه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی وجود دارد. با این وجود، شدت همبستگی در گونه علف باغ نسبت به علف پشمکی بالاتر بود. در هر دو گونه و در هر دو محیط بدون تنش و تنش خشکی ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد بذر و علوفه شناسایی شدند. این ژنوتیپ‌ها می‌توانند به‌عنوان والدین برتر برای ایجاد جمعیت‌های ژنتیکی، به‌منظور بهبود همزمان عملکرد بذر و عملکرد علوفه در برنامه‌های آتی و ایجاد واریته‌های ساختگی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، توارث پذیری، گراس، ضریب تنوع ژنتیکی

۱. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران و دانشجوی سابق دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: fatemeh.saeednia@yahoo.com

مقدمه

ایران یکی از مهمترین مراکز تنوع گیاهان علوفه‌ای بوده و از پتانسیل بالقوه‌ای برای تولید و توسعه این محصولات برخوردار است. برای بهره‌برداری بهتر از این پتانسیل نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و مناسب می‌باشد تا به نحو مطلوبی بتوان این تنوع کم نظیر را حفظ کرده و از آن بهره‌برداری نمود (۲۵). یکی از راه‌های افزایش ظرفیت تولید علوفه مراتع کشور، اصلاح گونه‌های علوفه‌ای است که علاوه بر عملکرد خوب دارای کیفیت و ماندگاری بالایی نیز باشند.

گراس‌ها از مهمترین گیاهان علوفه‌ای- مرتعی هستند که به خانواده بزرگ گرامینه و زیرخانواده Pooideae تعلق دارند و به لحاظ تولید علوفه، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند (۷). علف باغ (*Dactylis glomerata* L.) و علف پشمکی (*Bromus inermis* Leyss) از مهمترین گراس‌های چند ساله مراتع ایران هستند که با وجود سهم عمده‌ای که در تولید علوفه مرتعی دارند، مطالعات اصلاحی اندکی بر روی آنها انجام شده است. علف باغ از مهمترین گراس‌های چند ساله است که به‌طور طبیعی در مراتع و چراگاه‌های شمال و غرب ایران می‌روید (۱۶) و از آن در مراتع و رویشگاه‌های طبیعی برای تولید علوفه استفاده می‌شود، با این حال به‌دلیل عدم وجود ارقام اصلاح شده، کشت آن به‌صورت زراعی در ایران رایج نیست (۲۴). علف پشمکی یک گونه چند ساله با طول عمر زیاد است که سازگاری ویژه‌ای به نواحی با بارندگی متوسط و پایین با دماهای معتدل تابستانه دارد و از تحمل خشکی بالایی در مقایسه با سایر گیاهان زراعی برخوردار می‌باشد. این گونه نیز از نظر کیفیت علوفه با علف باغ تقریباً مشابه است. وجود این ویژگی‌ها این گیاه را برای احیاء مراتع کشور، احداث چراگاه و تولید علوفه مناسب ساخته است.

خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده بقاء، رشد و تولید گیاهان است و تمام جنبه‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و متابولیک گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های دارای بقاء و تولید پایدار طی دوره‌های خشکی و توسعه ارقام متحمل به خشکی از اهداف اصلی اصلاحی گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است و انتظار می‌رود که نقش مؤثری را در استراتژی‌های کاهش تغییر اقلیم ایفا نماید (۱۴). اصلاح برای تحمل به خشکی همواره با مشکلات خاص خود مواجه بوده است که از مهمترین آنها پیچیدگی صفت تحمل به خشکی و عدم وجود معیارهای مؤثر گزینش ژنوتیپ‌ها می‌باشد. بلوم (۴) اظهار داشت که تحمل به خشکی بهتر است به‌عنوان تابعی از کاهش عملکرد تحت شرایط تنش اندازه‌گیری شود. برخی محققین اعتقاد به انتخاب تحت شرایط عدم تنش دارند (۳) و عده‌ای نیز انتخاب تحت شرایط تنش را پیشنهاد کرده‌اند (۱۳). درحالی‌که عده زیادی از محققین اعتقاد به انتخاب در هر دو شرایط تنش و عدم تنش دارند (۶ و ۱۲). این انتخاب بر اساس محاسبه شاخص‌های تحمل خشکی صورت می‌گیرد. این شاخص‌ها بر اساس یک سری روابط ریاضی که بین شرایط تنش و عدم تنش برقرار است، محاسبه می‌شوند.

اصلاح ویژگی‌های تولید مثلی و به‌ویژه پتانسیل تولید بذر در گراس‌ها همواره از توجه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است، زیرا ارقام پرمحصول جدید باید از توان بذردهی مطلوبی برخوردار باشند تا بتوانند در سطح وسیع کشت شوند و از طرفی تکثیر و توسعه آنها برای شرکت‌های تولید بذر مقرون به صرفه باشد (۵ و ۱۱). بنابراین بایستی توجه بیشتری به سمت عملکرد بذر در طی فرآیند انتخاب و ارزیابی واریته‌های جدید معطوف شود، به‌طوری که تولید بذر ارقام جدید پاسخ‌گوی نیاز بازار باشد (۳۲). فقدان هر گونه اصلاح آگاهانه برای تولید بذر می‌تواند به‌دلیل این عقیده باشد که تولید بذر و علوفه دارای همبستگی منفی هستند (۵، ۱۷ و ۱۸). با این وجود مطالعات متعددی بر روی رابطه بین عملکرد بذر و علوفه به این نتیجه رسیده‌اند که بایستی این امکان وجود داشته باشد که عملکرد بالای بذر را با تولید بالای ماده خشک در گراس‌های علوفه‌ای ترکیب نماییم (۲۳).

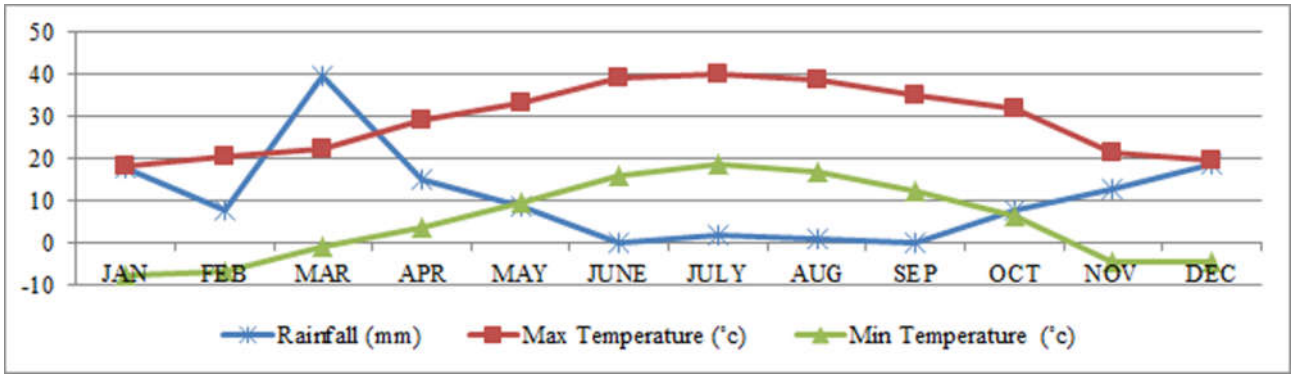
جعفری و همکاران (۱۹) در بررسی عملکرد بذر و اجزاء عملکرد ارقام و اکوتیپ‌های مختلف علف باغ، ارقام مناسب از نظر عملکرد بذر و علوفه را شناسایی و پیشنهاد کردند که این ارقام در شرایط کشت متراکم نیز مورد ارزیابی قرار گیرند. مجیدی و همکاران (۲۳) تنوع ژنتیکی بالایی را برای صفات بذری در ژنوتیپ‌های علف باغ مشاهده کردند. آنها همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد بذر و علوفه تحت شرایط تنش مشاهده کردند و ژنوتیپ‌های مناسب و دارای عملکرد بالای بذر و علوفه را به‌منظور بهبود همزمان عملکرد بذر و علوفه شناسایی کردند.

کشور ما علیرغم تنوع اقلیمی وسیع هنوز در زمره کشورهای وارد کننده علوفه و مواد پروتئینی است و وقوع خشکسالی‌های متناوب و تبعات ناشی از آن (نظیر فشار بر مراتع و افزایش شدت تخریب آنها) نیز بر مشکل کمبود علوفه می‌افزاید. با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از علوفه کشور از مراتع تأمین می‌شود، عدم وجود مدیریت صحیح در مراتع و تبدیل مراتع به دیمزارها باعث تشدید این مسئله شده و وقوع خشکسالی‌های متناوب نیز بر مشکل کمبود علوفه می‌افزاید. اصلاح گیاهان مرتعی و ارقام مقاوم به خشکی گامی مهم در جهت توسعه و احیای مراتع می‌باشد. بررسی صفات مؤثر در تولید بذر از جنبه‌های مهمی است که به ثبات و گسترش گیاهان مرتعی و علوفه‌ای کمک می‌کند. مطالعات در رابطه با تأثیر تنش خشکی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد بذر و ارتباط آن با تولید علوفه در گراس‌ها در سطح ایران و جهان اندک بوده‌است. به‌ویژه مطالعه‌ای در رابطه با ارتباط بین تولید بذر و علوفه تحت شرایط تنش خشکی انجام نشده است، زیرا تصور بر این بوده که عملکرد بذر و علوفه دارای همبستگی منفی هستند. این مطالعه به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی، برآورد پارامترهای ژنتیکی و توارث‌پذیری عملکرد علوفه، عملکرد بذر و سایر صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، و بذری و بررسی امکان انتخاب همزمان ژنوتیپ‌های برتر بر اساس عملکرد بذر و علوفه در ژنوتیپ‌های دو گونه علف باغ و علف پشمکی در شرایط عدم تنش و تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد که در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی واقع شده است، انجام شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۶۳۰ متر می‌باشد و طبق طبقه‌بندی کوپن (Koppen) دارای اقلیم نیمه خشک و خنک و تابستان‌های خشک می‌باشد. متوسط میزان بارندگی و حداقل و حداکثر دمای ماهیانه منطقه طی آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. میزان بارندگی و متوسط دمای سالیانه آن به‌ترتیب ۱۴۰/۵ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است.

به دنبال تدوین یک پروژه اصلاحی هدفمند در گونه‌های علوفه‌ای مرتعی علف باغ و علف پشمکی، مطالعه اولیه‌ای طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ با جمع‌آوری تعداد ۲۰ جمعیت از این دو گونه و ارزیابی آن‌ها آغاز شد که نتایج حاکی از وجود تنوع بالا بین و درون جوامع مورد بررسی بود. از درون جوامع مذکور تعداد ۲۵ ژنوتیپ (تک بوته) در هر یک از دو گونه، شناسایی و مبنای مطالعات بعدی قرار گرفت. این ژنوتیپ‌ها پس از بررسی بیشتر طی دو سال ارزیابی کلونی در خزانه پلی‌کراس تلاقی داده شدند و بدین ترتیب ۲۵ فامیل نیمه‌خواهری به‌دست آمد. سپس فامیل‌های نیمه‌خواهری حاصل در اسفند ماه ۱۳۸۹ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه آموزشی- پژوهشی لورک کشت و در شرایط عدم تنش و تنش خشکی بررسی شدند. در سال ۱۳۹۱ به‌منظور اجرای پژوهش فعلی، تعداد ۳۶ ژنوتیپ از داخل فامیل‌های نیمه‌خواهری هر کدام از گونه‌های علف باغ وعلف پشمکی کشت شده در اسفند ماه ۱۳۸۹ به‌صورت تصادفی انتخاب شدند (جداول ۱ و ۲ پیوست). سپس هر یک از ژنوتیپ‌ها از طریق تقسیم بوته کلون، و به‌منظور انجام پلی‌کراس و تشکیل فامیل‌های نیمه‌خواهری به‌صورت ایزوله در یک طرح بلوک کامل تصادفی در ۱۲ تکرار کشت شد. فاصله بوته‌ها روی



شکل ۱. حداقل و حداکثر دما و متوسط میزان بارندگی ماهیانه منطقه در طی آزمایش

ردیف و بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌منظور تهیه بستر کاشت، زمین محل آزمایش در پاییز شخم و قبل از کاشت چند بار دیسک زده شد و کرت‌بندی شد. میزان کود مصرفی بر اساس ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار بود. تمام کود فسفاته قبل از کاشت و کود اوره در دو نوبت پس از برداشت اول و دوم در هر سال به زمین داده شد. عملیات داشت شامل آبیاری، کوددهی و وجین دستی در طی فصل رشد به‌طور مرتب انجام گرفت. به‌منظور استقرار گیاهان در مزرعه، در سال اول آبیاری به‌صورت نرمال و در حد ظرفیت زراعی گیاهان صورت گرفت. از سال دوم به بعد شش تکرار به محیط تنش خشکی و شش تکرار به محیط عدم تنش (رژیم آبیاری متداول) اختصاص یافت.

نحوه اعمال تنش خشکی به این صورت بود که تا زمان گلدهی میزان آبیاری و تعداد دفعات آن در هر دو محیط رطوبتی عدم تنش و تنش، به‌صورت یکسان انجام شد ولی از مرحله گلدهی به بعد، در شرایط رطوبتی عدم تنش زمانی آبیاری انجام می‌شد که رطوبت خاک به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (۵۰ درصد تخلیه رطوبتی از عمق توسعه ریشه) می‌رسید و در محیط رطوبتی تنش آبیاری در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی خاک انجام شد. عمق مجاز تخلیه رطوبت از عمق توسعه ریشه (Id) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$I_d = (FC-PWP)\times MAD\times D\times B$$

Id: عمق آب مجاز برای تخلیه در تیمار مورد نظر(میلی‌متر)؛ FC (Field Capacity): رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی (درصد)؛PWP (Permanent Wilting Point): رطوبت وزنی خاک در حد پژمردگی دائم (درصد)؛ D : عمق فعال توسعه ریشه (میلی‌متر)؛ B :چگالی ظاهری خاک در ناحیه توسعه ریشه (۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب)؛ MAD (Management Allowed Depletion) ضریب مدیریت مزرعه برای حالت بدون تنش برابر با ۵۰ درصد و محیط تنش برابر با ۹۰ درصد در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری میزان آب ورودی به کرت‌ها از کنتور استفاده شد. در این پژوهش محیط عدم تنش ۲۶ مرتبه و محیط تنش ۱۳ مرتبه در طول فصل رشد در هر سال آبیاری شد. حجم کل آب مصرفی در هر سال در محیط‌های بدون تنش و تنش به‌ترتیب برابر با ۱۰۴۲۴۷۰۰۰ میلی‌لیتر و ۵۲۱۲۴۰۰۰ میلی‌لیتر بود.

در سال استقرار گیاهان (۱۳۹۲) هیچ گونه صفتی مورد ارزیابی قرار نگرفت. از سال دوم به بعد (۱۳۹۳-۱۳۹۴) مجموعه‌ای از صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، زراعی و بذری به‌صورت تک بوته مورد ارزیابی قرار گرفتند. تعداد روز تا خوشه‌دهی و گرده افشانی به‌ترتیب بر اساس تعداد روز از اول اسفند تا ظهور سه خوشه در هر بوته و ظاهر شدن پرچم‌ها در سه خوشه از هر بوته اندازگیری شد. ارتفاع بوته (سانتی‌متر) با اندازه‌گیری ارتفاع بلندترین ساقه پس از پایان گرده‌افشانی در هر بوته به‌دست آمد. علاوه بر این، صفات تعداد کل ساقه، تعداد ساقه بارور، طول برگ پرچم (سانتی‌متر)، عرض برگ

پرچم (سانتی‌متر)، طول خوشه (سانتی‌متر)، تعداد خوشه در بوته، تعداد بذر در خوشه، وزن بذر در خوشه (میلی‌گرم)، باروری خوشه، وزن هزار دانه (گرم)، عملکرد دانه در بوته (گرم)، عملکرد علوفه تر رشد مجدد، عملکرد علوفه خشک رشد مجدد (گرم)، درصد ماده خشک علوفه رشد مجدد، و قطر یقه پس از پایان گرده‌افشانی اندازه‌گیری شد. در هر یک از دو گونه مورد ارزیابی در هر سال سه چین برداشت شد که چین اول به برداشت بذر اختصاص یافت و چین‌های دوم و سوم به برداشت علوفه اختصاص داده شد.

جهت تعیین یکنواختی واریانس خطا، آزمون بارتلت انجام شد. اجزای تشکیل دهنده واریانس با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات طرح کرت‌های خرد شده در زمان (۲۶) و با استفاده از برنامه Varcomp در SAS برآورد شد. اثر محیط رطوبتی و ژنوتیپ ثابت و اثر سال تصادفی در نظر گرفته شد. در صورت معنی‌دار بودن اثر تیمارهای آزمایشی، از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین تیمارها استفاده شد. به‌منظور برآورد رابطه بین صفات مورد مطالعه، ضرایب همبستگی فنوتیپی با استفاده از Proc CORR در نرم افزار SAS محاسبه شد.

برای برآورد سطوح تنوع ژنتیکی، ضریب تنوع فنوتیپی (phenotypic coefficient of variation) و ضریب تنوع ژنتیکی (genetic coefficient of variation) با استفاده از معادلات زیر محاسبه شدند (۱۰):

$$PCV = (\sigma_p / \mu)\ 100$$

$$GCV = (\sigma_g / \mu)\ 100$$

که در این معادلات σp ریشه دوم واریانس فنوتیپی، σg ریشه دوم واریانس ژنتیکی، و μ میانگین فنوتیپی است. توارث‌پذیری عمومی طبق فرمول زیر محاسبه شد (۲۶):

$$h_b^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_{ge}^2}{e} + \frac{\sigma_{gy}^2}{y} + \frac{\sigma_{gey}^2}{ey} + \frac{\sigma_{\delta}^2}{re} + \frac{\sigma_{\epsilon}^2}{rey}}$$

که در این رابطه h_b^2 توارث‌پذیری عمومی، σ_g^2 واریانس ژنوتیپی، σ_{ge}^2 واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، σ_{gy}^2 واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و سال، σ_{gey}^2 واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و سال است؛ σ_{δ}^2 و σ_{ϵ}^2 به‌ترتیب واریانس خطا و واریانس باقیمانده هستند. درحالی‌که g، e، y و r به‌ترتیب تعداد ژنوتیپ‌ها، محیط‌های مورد مطالعه، سال‌ها و تکرارها را نشان می‌دهند. علاوه بر این، توارث‌پذیری عمومی به‌صورت جداگانه برای محیط‌های عدم تنش و تنش نیز طبق فرمول زیر محاسبه شد (۲۶):

$$h_b^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_{gy}^2}{y} + \frac{\sigma_{\delta r}^2}{r} + \frac{\sigma_e^2}{ry}}$$

تجزیه و تحلیل‌های آماری به کمک نرم افزارهای SAS و SPSS و داده‌پردازی و ترسیم نمودارها و جدول‌ها به کمک نرم‌افزار Excel انجام گرفت. برای ترسیم بای‌پلات‌ها از نرم‌افزار Statgraphics استفاده شد.

نتایج و بحث

همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد، قبل از انجام تجزیه واریانس آزمون بارتلت برای تعیین یکنواختی واریانس خطا انجام شد و نتایج حاکی از یکنواختی واریانس خطا برای تمامی صفات مورد مطالعه در هر دو گونه مورد بررسی بود. نتایج تجزیه واریانس صفات زراعی، مورفولوژیک و بذری در دو گونه علف باغ و علف پشمکی به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو گونه مورد مطالعه تنش رطوبتی بر روی کلیه صفات مورد بررسی تأثیر بسیار معنی‌داری (P< ۰/۰۱) داشته است (جدول‌های ۱ و ۲). بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی هر دو گونه از نظر کلیه صفات تفاوت معنی‌داری وجود داشت، که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا در بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه می‌باشد و می‌تواند در بهبود انتخاب در برنامه‌های اصلاحی مؤثر باشد. نتایج به‌دست آمده با نتایج مجیدی و همکاران (۲۲) در علف باغ و مجیدی و همکاران (۲۱) در علف پشمکی مطابقت داشت. اثرات متقابل

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات بذری در ۳۶ ژنوتیپ علف باغ تحت دو محیط رطوبتی تنش خشکی و عدم تنش در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

صفات	محیط رطوبتی	تکرار (محیط رطوبتی)	ژنوتیپ	ژنوتیپ × محیط رطوبتی	ژنوتیپ × تکرار (محیط رطوبتی)	سال	سال × محیط رطوبتی	ژنوتیپ × سال	ژنوتیپ × سال × محیط رطوبتی	خطا
درجه آزادی	۱	۱۰	۳۵	۳۵	۳۵۰	۱	۱	۳۵	۳۵	۳۵۰
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۲۵۲*	۲۱۳**	۱۷۸۴**	۹۰/۶*	۹۰/۱**	۳۶۳۷**	۳۳/۳n.s	۲۷۵**	۸۱/۸*	۵۳/۳
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۳۵۱**	۶۳/۶n.s	۹۷۷**	۵۵/۸**	۵۸/۷**	۶۶۱**	۱۰/۳n.s	۱۲۲**	۵۳/۰**	۲۹/۹
ارتفاع بوته	۳۲۰۷۰**	۱۳۱۱**	۱۳۳۶**	۱۹۴**	۲۵۶**	۲۲۸۱۴**	۲۴۵۶**	۱۷۵*	۱۲۹n.s	۱۱۲
ارتفاع رشد مجدد چین اول	۴۸۷۲۲**	۱۰۶**	۲۶۴**	۸۴/۵**	۷۰/۱**	۱۷۸۶**	۱۱۱n.s	۶۴/۵**	۲۷/۳n.s	۳۰/۵
ارتفاع رشد مجدد چین دوم	۷۳۹۷**	۱۰۶**	۲۹۰**	۴۸/۹**	۶۴/۵**	۲۴۵**	۱/۱۷n.s	۷۵/۹**	۲۷/۰n.s	۲۵/۳
قطر یقه چین اول	۲۱۰۵**	۳۷/۱**	۵۰/۵**	۳۰/۶**	۲۱/۴**	۹۹۱**	۱۸۶**	۱۷/۵**	۹/۷۹*	۵/۸۱
قطر یقه چین دوم	۹۵۶**	۵۸/۸**	۳۸/۱**	۲۱/۷**	۲۰/۲**	۷۶/۹**	۵۱۰**	۷/۸۳*	۵/۹۳n.s	۵/۰۲
قطر یقه چین سوم	۲۴۰۴**	۹۵/۷**	۵۲/۲**	۲۶/۴**	۱۸/۶**	۳۱۴**	۲۲۹**	۲۳/۸**	۱۲/۱n.s	۱۰/۲
عملکرد علوفه خشک	۱۵۷۴۶۵**	۱۵۸۲**	۳۳۷۶**	۱۵۰۲**	۱۳۴۶**	۵۰۵۳۵**	۷۷۲n.s	۱۰۲۶**	۷۸۷*	۴۸۴
درصد ماده خشک علوفه	۴۶۶**	۴۸/۳**	۳۰/۴**	۸/۲۰n.s	۷/۳۷n.s	۲۲/۲n.s	۱۰۳۸**	۶/۰۱n.s	۸/۱۷n.s	۶/۴۷
طول برگ پرچم	۶۶۵۸۵**	۱۳۱۰n.s	۱۲۰۰۰**	۱۴۶۸**	۱۲۵۳**	۹۰۶۴۹**	۲۸۵۷۹**	۱۱۷۱n.s	۷۰۴n.s	۸۴۴
عرض برگ پرچم	۲۶۴**	۶/۲۴**	۷/۵۷**	۱/۵۶**	۰/۹۶**	۲۲۲**	۱/۱۷n.s	۱/۳۶**	۰/۸۵n.s	۰/۶۹
طول خوشه	۳۱۶**	۵/۶۴n.s	۷۱/۴**	۹/۵۰**	۷/۸۷**	۱۰۲۰**	۹۹/۴**	۱۴/۱**	۵/۵۵n.s	۴/۹۹
تعداد ساقه در بوته	۱۰۱۰۲۰**	۱۴۸۸۹**	۱۹۶۳۷**	۴۹۶۵**	۳۸۶۹**	۱۱۳۵۳۵**	۶۵۱۱n.s	۳۷۶۴**	۳۵۹۰**	۱۸۸۶
تعداد ساقه بارور در بوته	۱۱۴۵۱۰**	۱۴۲۰۶**	۱۵۷۵۱**	۳۱۳۳**	۲۵۶۹**	۷۰۳۳۸**	۲۹۰۶۷**	۳۵۱۶**	۱۲۴۶n.s	۹۰۹
تعداد بذر در خوشه	۹۰۷۲۵۹**	۱۰۴۵۹**	۵۲۳۸۸**	۵۵۴۱**	۱۶۵۰**	۱۸۹۷۲**	۷۶۹۱۹**	۷۳۲۵**	۲۲۳۳**	۹۹۱
وزن بذر در خوشه	۳۸۹۰۴۰**	۸۴۰۸**	۲۱۰۸۸**	۲۴۶۳**	۹۲۶**	۲۰۴۶۲**	۳۲۴۳۴**	۳۴۰۰**	۹۶۴**	۵۴۴
باروری خوشه	۲۱۴۷**	۴۵/۶**	۱۲۵**	۱۸/۹**	۴/۵۵*	۰/۴۵n.s	۱۵۷**	۲۰/۱**	۵/۶۶*	۳/۴۸
عملکرد بذر در بوته	۹۹۲۳**	۵۶۶**	۴۳۷**	۱۰۸**	۴۶/۲**	۷۰۵**	۲۴۸۰**	۵۷/۰**	۲۴/۲n.s	۱۶/۸
وزن هزار دانه	۱۷/۴**	۰/۰۵**	۰/۱۱**	۰/۰۵**	۰/۰۱**	۰/۳۷**	۰/۰۱n.s	۰/۰۱n.s	۰/۰۱n.s	۰/۰۰۴۹

n.s * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات بذری در ۳۶ ژنوتیپ علف پشمکی تحت دو محیط رطوبتی تنش خشکی و عدم تنش در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

صفات	محیط رطوبتی	تکرار (محیط رطوبتی)	ژنوتیپ	ژنوتیپ × محیط رطوبتی	ژنوتیپ × تکرار (محیط رطوبتی)	سال	سال × محیط رطوبتی	ژنوتیپ × سال	ژنوتیپ × سال × محیط رطوبتی	خطا
درجه آزادی	۱	۱۰	۳۵	۳۵	۳۵۰	۱	۱	۳۵	۳۵	۳۵۰
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۸۷۶**	۸۲/۰**	۱۲۲۶**	۱۲/۹n.s	۲۳/۶**	۳۹۸۱**	۸۶۶**	۱۳۷**	۱۵/۶n.s	۱۲/۸
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۴۵۸**	۳۴/۸*	۱۰۹۵**	۹/۹۹n.s	۱۵/۵**	۲۴۰۴**	۹۲۶**	۴۱/۸**	۱۹/۲*	۱۱/۸
ارتفاع بوته	۵۵۵۵۰**	۱۲۶۳۹**	۱۷۱۰**	۲۸۵**	۲۶۵**	۱۳۹۱۹**	۱۰۳۵۶**	۲۰۶**	۱۳۶**	۷۶/۵
ارتفاع رشد مجدد چین اول	۷۲۳۱**	۵۳۸۱**	۶۱۰**	۱۳۴**	۹۵/۷**	۳۵۲۰**	۸۵۵**	۵۸/۱**	۵۸/۷**	۲۷/۶
ارتفاع رشد مجدد چین دوم	۱۷۰۱**	۱۲۴۹**	۶۰۰**	۷۷/۲**	۷۸/۱**	۳۹۱۶**	۴۴۳**	۶۴/۲**	۵۰/۳**	۲۱/۷
قطر یقه چین اول	۷۰۴**	۲۱۳**	۱۸۷**	۱۷/۱**	۱۷/۹**	۱۷۹۳**	۱/۲۰n.s	۱۵/۲**	۷/۰۳n.s	۵/۶
قطر یقه چین دوم	۴۶۷**	۳۳۵**	۲۳۱**	۱۸/۶**	۱۹/۵**	۲۷۰**	۸۱/۲**	۱۰/۳**	۶/۰۸*	۴/۰
قطر یقه چین سوم	۳۷۴**	۵۸۷**	۲۵۸**	۴۰/۸**	۲۲/۶**	۲۴۱**	۵/۶۸n.s	۲۱/۵**	۲۲/۱**	۸/۹
عملکرد علوفه خشک	۱۹۶۱۲**	۲۹۵۷۱**	۷۹۳۴**	۲۷۰۱**	۲۱۲۳**	۱۳۳۶۰۹**	۱۳۳n.s	۱۵۸۲**	۷۸۴**	۳۸۷
درصد ماده خشک علوفه	۲۰۴۴**	۳۸۵**	۴۸/۷**	۱۶/۰**	۱۲/۰**	۲۸۹۴**	۸۵/۲**	۱۲/۱**	۷/۴۷n.s	۵/۱۷
طول برگ پرچم	۱۳۸۵۶۶**	۱۰۰۳۶**	۱۴۰۵۱**	۱۲۰۶**	۱۱۲۳**	۱۱۸۵۸۶**	۶۰۱۸**	۱۱۰۵**	۴۳۱n.s	۶۰۰
عرض برگ پرچم	۱۲/۲**	۱۶/۹**	۱۹/۴**	۱/۸۳**	۱/۱۵n.s	۹۴۵**	۱۴۸**	۱/۴۱n.s	۱/۱۳n.s	۰/۹۹
طول خوشه	۴۳۶**	۸۲/۰**	۶۱/۵**	۷/۱۶**	۷/۴۵**	۴۸۳**	۱۵۷**	۹/۵۸**	۴/۹۴*	۳/۳۰
تعداد ساقه در بونه	۱۲۷۹۷۲**	۶۲۳۳۴**	۳۲۸۹۵**	۵۹۸۸**	۵۰۲۵**	۹۵۹۹*	۴۲۹۴n.s	۶۹۷۷**	۲۶۶۹n.s	۲۲۰۴
تعداد ساقه بارور در بونه	۱۷۶۱۷۸**	۲۱۴۲۸**	۱۱۷۳۸**	۳۹۵۰**	۲۵۶۹**	۱۰۳۱۵**	۲۱۱۹۳**	۴۲۸۸**	۲۲۴۰*	۱۳۳۰
تعداد بذر در خوشه	۳۶۶۶۰**	۷۵۸۷**	۹۵۳۹**	۶۳۷*	۶۴۰**	۵۵۳۶**	۴۶۲۱**	۷۲۸**	۵۵۸n.s	۴۱۸
وزن بذر در خوشه	۶۴۶۸۹۲**	۱۰۷۶۹۲**	۱۰۰۳۴۷**	۷۴۳۹**	۷۱۴۷**	۵۲۲۴n.s	۷۴۶۱۹**	۱۰۲۰۷**	۴۴۵۸n.s	۴۲۸۴
باروری خوشه	۸۳۰**	۶۶/۶**	۵۸/۶**	۲۸/۰**	۹/۴۸*	۸۳۴۱**	۸۴۳**	۵۳/۵**	۹/۲۸n.s	۷/۷۵
عملکرد بذر در بوته	۱۶۷۹۰**	۳۳۱۴**	۲۸۶۴**	۱۶۶**	۲۶۳**	۴۴۶۶**	۴۷۴۱**	۳۲۲**	۲۱۷**	۱۲۶
وزن هزار دانه	۱۹۰**	۱/۶۳**	۹/۸۵**	۲/۸۳**	۰/۲۷**	۲/۷۰**	۴۶/۶**	۰/۶۱**	۰/۲۹*	۰/۱۷

n.s، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

بسیار معنی‌دار ژنوتیپ × محیط رطوبتی برای کلیه صفات (به جز درصد ماده خشک در علف باغ) نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها در محیط‌های رطوبتی متفاوت بوده است. در هر دو گونه، همه صفات مورد مطالعه به جز درصد ماده خشک علوفه و باروری خوشه در گونه علف باغ و تعداد بذر در خوشه در گونه علف پشمکی به‌طور معنی‌داری در طول سال‌ها متفاوت بودند. این امر برای صفات فنولوژیک، اندازه‌گیری‌های مربوط به رشد و برآوردهای مربوط به عملکرد گیاه مورد انتظار بود، زیرا این صفات وابسته به سن گیاه هستند یا به‌طور نزدیکی با انباشت گرما، که به‌طور سالانه متغیر است، مرتبط هستند (۲۲). اثر متقابل ژنوتیپ × سال برای صفات درصد ماده خشک علوفه، طول برگ و وزن هزار دانه در علف باغ و عرض برگ در علف پشمکی معنی‌دار نبود، درحالی‌که برای سایر صفات تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تنش خشکی میانگین اکثر صفات مورد مطالعه به جز روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی را در هر دو گونه کاهش داد؛ درحالی‌که صفات طول برگ، عرض برگ و طول خوشه را افزایش داد. از آنجایی که تنش خشکی در هر دو سال اجرای آزمایش بعد از شروع گلدهی اعمال شد، لذا نتایج فوق قابل انتظار بود و با نتایج مجیدی و همکاران (۲۲ و ۲۳) و سعیدنیا و همکاران (۲۸) در گونه علف باغ، و مجیدی و همکاران (۲۱) و سعیدنیا و همکاران (۲۹) در گونه علف پشمکی مطابقت دارد. کاهش صفاتی مانند عملکرد علوفه، عملکرد بذر و اجزای عملکرد در اثر تنش خشکی می‌تواند به کاهش پتانسیل آب گیاه و همچنین کاهش جذب توسط برگ‌ها به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها نسبت داده شود. علاوه بر این، نتایج مقایسه میانگین صفات در دو گونه مورد مطالعه نشان داد که میزان کاهش صفات در اثر تنش خشکی در گونه علف باغ نسبت به علف پشمکی در اکثر صفات مورد مطالعه بیشتر بود؛ که نشان‌دهنده این است که گونه علف پشمکی از تحمل خشکی بیشتری نسبت به گونه علف باغ برخوردار است. اطلاعات اندکی در مورد تنش خشکی و آثار آن بر روی صفات بذری به‌ویژه در زمینه گراس‌های علوفه‌ای وجود دارد. مجیدی و همکاران (۲۱ و ۲۲) در مطالعه بر روی صفات بذری دو گونه علف باغ و علف پشمکی تحت شرایط عدم تنش و تنش خشکی گزارش کردند که تنش خشکی بر روی عملکرد بذر تأثیر منفی دارد و تنوع ژنتیکی صفات بذری را در هر دو گونه کاهش داده است. نوروزی (۲۷) در مطالعه ژنوتیپ‌های زودرس، دیررس و والدینی فسکیوی بلند گزارش کرد که عملکرد بذر در شرایط تنش خشکی در هر سه گروه ژنوتیپ‌های مورد بررسی کاهش یافت. عملکرد بذر حاصل رشد اجزای متعددی از گیاه است. کمبود آب منجر به کاسته شدن شدید اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد بذر می‌شود (۳۰). از طرف دیگر، استفاده از عملکرد بذر به‌عنوان معیار اصلی گزینش به لحاظ پیچیدگی، وراثت‌پذیری پایین و تأثیرپذیری شدید از محیط مشکل بوده و لذا به‌کارگیری صفات مکمل مرتبط با عملکرد بذر در شرایط تنش توصیه می‌شود. یوبدا و همکاران (۳۱) در مطالعه‌ای روی تحمل خشکی ۱۶ اکوتیپ بوفالوگراس نشان دادند که تنش خشکی در ۸ اکوتیپ موجب کاهش تعداد ساقه بارور شد.

بحرانی و بهرامی (۲) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی ۱۰ گونه گراس علوفه‌ای مشاهده کردند که سطح برگ در اثر تنش خشکی در اغلب گونه‌ها کاهش یافت ولی شدت کاهش در گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. در مطالعه ابراهیمیان و همکاران (۸) طول برگ پرچم در فسکیوی بلند تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت؛ درحالی‌که عرض برگ پرچم به‌دلیل لوله‌ای شدن در شرایط تنش خشکی کاهش یافت. به‌طور کلی در سطوح رطوبتی پایین افزایش لوله‌ای شدن برگ موجب حفظ آب برگ و در نهایت تحمل خشکی می‌شود. به‌نظر می‌رسد که تنش در مراحل ابتدایی باعث افزایش سطح برگ می‌شود تا گیاه بتواند مواد فتوسنتزی بیشتری تولید کند و سریعتر دوران تکاملی خود را به پایان رساند، امّا با افزایش شدّت تنش گیاه سطح برگ خود را تعدیل می‌کند (۲۰).

آمار توصیفی صفات مورد مطالعه به تفکیک محیط عدم تنش و تنش خشکی در جدول‌های ۳ و ۴ آورده شده است. تنش خشکی منجر به کاهش میانگین کلیه صفات به جز درصد ماده خشک علوفه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم و طول خوشه در گونه علف باغ، و صفات درصد ماده خشک علوفه، امتیاز رشد زمستانه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم و طول خوشه در گونه علف پشمکی شد. دامنه تغییرات صفات در هر دو شرایط عدم تنش و تنش خشکی دارای طیف وسیعی بود، که بیانگر تنوع بالا از نظر صفات مورد نظر در ژنوتیپ‌های منتخب بود. به‌طور کلی در هر دو گونه مورد مطالعه دامنه تغییرات اکثر صفات در شرایط تنش خشکی کمتر بود. علاوه براین، در هر دو گونه ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی در اکثر صفات مورد مطالعه در شرایط تنش بیشتر از شرایط عدم تنش بود که حاکی از آن است که تنش خشکی تنوع صفات مورد بررسی را افزایش داده است. مجیدی و همکاران (۲۱) در گونه علف پشمکی و مجیدی و همکاران (۲۲) در گونه علف باغ نیز گزارش کردند که اکثر صفات مورد مطالعه در شرایط تنش تنوع ژنتیکی بیشتری نسبت به شرایط عدم تنش نشان دادند که با نتایج مطالعه کنونی مطابقت دارد. ابراهیمیان و همکاران (۹) گزارش کردند که در فسکیوی بلند به استثنای صفات تعداد ساقه در بوته، کلروفیل b و کلروفیل کل، واریانس و ضریب تنوع ژنتیکی برای صفات مورد بررسی تحت شرایط تنش خشکی شدید بزرگتر از شرایط نرمال بود. همچنین بیان کردند که تنش خشکی ملایم سبب کاهش در ضریب تنوع ژنتیکی برای بیشتر صفات مورد مطالعه شد. این امر نشان می‌دهد که احتمالاً واریانس ژنتیکی و ضریب انتخاب به شدت تنش بستگی دارد. بلوم (۴) بیان کرد که واریانس ژنتیکی و وراثت‌پذیری برای عملکرد در شرایط نرمال و تنش محیطی متفاوت است و نسبت پیشرفت ژنتیکی به‌وسیله انتخاب در این دو شرایط محیطی برابر نیست. در بین صفات مورد مطالعه صفات تعداد ساقه، وزن بذر در خوشه، تعداد بذر در خوشه، باروری خوشه و عملکرد بذر در بوته در گونه علف باغ و صفات تعداد بذر در خوشه، وزن بذر در خوشه، باروری خوشه، عملکرد بذر در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد علوفه خشک در گونه علف پشمکی از بیشترین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برخوردار بودند (جدول‌های ۳ و ۴). مقادیر بالای ضریب تنوع ژنتیکی برای یک صفت نشان‌دهنده امکان بهبود آن صفت در برنامه‌های اصلاحی است. امینی و همکاران (۱) در بررسی فامیل‌های نیمه‌خواهری فسکیو بلند طی دو سال بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی را در هر دو سال به‌ترتیب برای صفات ارتفاع بوته، عملکرد بذر و قطر یقه و کمترین ضریب تنوع ژنتیکی را برای روز تا گلدهی و عرض برگ پرچم گزارش کردند. تفاوت‌های کوچک بین مقادیر ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی بیانگر اثر کم محیط بر روی صفات است. صفات روز تا گرده‌افشانی، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول خوشه و وزن هزار دانه در گونه علف باغ و صفات روز تا خوشه‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، عرض برگ پرچم و وزن هزار دانه در گونه علف پشمکی کمترین تفاوت بین این دو ضریب را به خود اختصاص دادند که بیانگر این است که انتخاب برای این صفات در برنامه‌های اصلاحی بازدهی بیشتری خواهد داشت.

تخمین وراثت‌پذیری و عمل ژن صفات مختلف به‌منظور تولید واریته‌های جدید ضروری است. میزان بازدهی برای انتخاب یک صفت به تأثیر نسبی عوامل ژنتیکی و غیرژنتیکی در بروز تفاوت‌های فنوتیپی آن صفت (وراثت‌پذیری) بستگی دارد (۱۵). میزان وراثت‌پذیری دیدگاه مناسبی در تعیین روش مطلوب جهت اصلاح یک صفت در برنامه‌های اصلاحی است و بیانگر نحوه تأثیر روش‌های انتخاب برای آن صفت می‌باشد. در این مطالعه وراثت‌پذیری نسبتاً بالا برای صفاتی نظیر روز تا خوشه‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول خوشه، تعداد بذر در خوشه، وزن بذر در خوشه و باروری خوشه در گونه علف باغ و صفات روز تا خوشه‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، قطر یقه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول خوشه و تعداد بذر در خوشه در گونه

جدول ۳. آمار توصیفی و برآورد ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی صفات مورفولوژیک و بذری در ۳۶ ژنوتیپ علف باغ در دو محیط رطوبتی عدم تنش و تنش خشکی

صفات	میانگین		حداقل		حداکثر		ضریب تنوع فنوتیپی (درصد)		ضریب تنوع ژنتیکی (درصد)		وراثت‌پذیری عمومی (درصد)		
	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	کل
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۵۱/۹	۵۰/۴	۱۶/۰	۱۸/۰	۸۸/۰	۹۵/۰	۱۷/۵	۱۷/۰	۱۵/۵	۱۴/۷	۸۷/۸	۷۴/۹	۸۴/۱
تعداد روز تا گرده‌فشانی	۷۱/۸	۷۰/۲	۴۸/۰	۴۸/۰	۱۰۴	۹۹/۰	۹/۷۶	۸/۶۸	۸/۸۶	۷/۳۳	۸۵/۷	۷۱/۳	۸۷/۲
ارتفاع بوته (cm)	۹۳/۱	۷۹/۵	۱۶/۰	۱۵/۰	۱۵۲	۱۵۱	۸/۱۷	۱۰/۶	۵/۶۱	۹/۱۴	۴۷/۲	۷۴/۳	۸۱/۹
ارتفاع رشد مجدد چین اول (cm)	۴۹/۴	۳۱/۷	۱۹/۰	۹/۰۰	۸۶/۰	۵۹/۰	۹/۴۶	۸/۱۲	۷/۳۳	۳/۴۹	۶۰/۱	۳۴/۳	۵۳/۹
ارتفاع رشد مجدد چین دوم (cm)	۳۶/۳	۳۰/۳	۱۵/۰	۱۱/۰	۶۹/۰	۶۸/۰	۹/۸۲	۱۳/۰	۴/۶۷	۱۰/۶	۶۹/۲	۶۶/۰	۶۶/۲
قطر یقه چین اول (cm)	۲۰/۶	۱۷/۱	۴/۳۳	۲/۳۰	۳۳/۰	۲۷/۰	۹/۲۸	۱۰/۱	۶/۳۲	۷/۰۴	۴۶/۴	۱۶/۶	۲۴/۰
قطر یقه چین دوم (cm)	۲۱/۸	۱۹/۶	۴/۶۷	۴/۶۷	۳۳/۳	۲۹/۶	۸/۷۴	۹/۶۵	۶/۶۱	۶/۰۱	۵۷/۱	۳۰/۲	۳۹/۳
قطر یقه چین سوم (cm)	۲۲/۲	۱۸/۵	۶/۰۰	۳/۰۰	۳۴/۰	۳۱/۷	۸/۸۸	۹/۲۵	۵/۳۹	۵/۵۳	۳۶/۸	۲۵/۸	۲۶/۸
عملکرد علوفه خشک (g/plant)	۷۷/۱	۴۷/۰	۳/۵۰	۳/۰۰	۲۳۷	۲۲۵	۲۱/۳	۲۴/۴	۱۱/۰	۱۱/۴	۲۶/۵	۲۱/۶	۴۸/۴
درصد ماده خشک علوفه	۲۸/۹	۳۰/۲	۲۰/۰	۲۰/۵	۴۵/۹	۴۶/۲	۴/۴۴	۴/۱۴	۲/۹۲	۳/۴۹	۴۵/۵	۴۴/۲	۸۰/۱
طول برگ پرچم (mm)	۱۸۰	۲۰۲	۸۲/۳	۹۱/۰	۲۹۶	۳۵۷	۱۲/۸	۱۲/۴	۱۱/۳	۱۱/۲	۸۵/۳	۷۵/۴	۸۳/۹
عرض برگ پرچم (mm)	۷/۱۳	۸/۵۹	۴/۰۰	۴/۵۰	۱۱/۰	۱۲/۸	۸/۸۱	۷/۰۸	۷/۳۹	۵/۹۰	۷۵/۷	۶۹/۴	۷۲/۶
طول خوشه (cm)	۱۴/۲	۱۵/۹	۶/۴۰	۶/۵۳	۲۳/۵	۲۸/۷	۱۳/۵	۱۱/۰	۱۱/۶	۸/۸۹	۷۵/۵	۶۴/۸	۷۴/۷
تعداد ساقه در بوته	۱۴۶	۱۳۱	۲/۰۰	۲/۰۰	۳۲۸	۳۹۰	۲۱/۸	۲۴/۵	۱۷/۳	۱۶/۲	۷۵/۳	۴۳/۶	۷۳/۸
تعداد ساقه بارور در بوته	۱۰۶	۸۴/۲	۱/۰۰	۱/۰۰	۳۱۵	۳۳۹	۲۵/۲	۳۴/۸	۱۸/۸	۲۷/۸	۶۸/۸	۶۳/۸	۶۵/۷
تعداد بذر در خوشه	۱۵۴	۸۰/۸	۳۶/۰	۱/۸۸	۴۵۶	۴۷۵	۳۱/۴	۶۳/۰۰	۲۸/۳	۵۷/۱	۸۱/۴	۷۶/۴	۷۹/۷
وزن بذر در خوشه (mg)	۱۰۲	۵۵/۹	۵/۴۰	۰/۶۹	۳۲۴	۳۴۲	۲۹/۵	۶۰/۴	۲۵/۹	۵۴/۲	۷۷/۵	۷۱/۱	۷۶/۸
باروری خوشه (mg/cm)	۷/۵۱	۳/۹۰	۰/۳۷	۰/۰۵	۲۵/۶	۱۹/۵	۳۳/۵	۵۹/۹	۳۱/۰	۵۴/۸	۸۵/۸	۷۰/۰	۷۳/۳
عملکرد بذر در بوته (g)	۱۱/۴	۵/۲۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۷۵/۴	۴۷/۱	۴۲/۷	۸۵/۲	۳۶/۳	۷۸/۱	۷۲/۳	۶۳/۱	۶۷/۸
وزن هزار دانه (g)	۰/۶۷	۰/۳۶	۰/۱۵	۰/۰۴	۱/۰۹	۳/۸۸	۱۰/۸	۲۴/۹	۹/۹۸	۱۷/۰	۸۵/۶	۵۰/۵	۵۵/۷

جدول ۴. آمار توصیفی و برآورد ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی صفات مورفولوژیک و بذری در ۳۶ ژنوتیپ علف پشمکی در دو محیط رطوبتی عدم تنش و تنش خشکی

صفات	میانگین		حداقل		حداکثر		ضریب تنوع فنوتیپی (٪)		ضریب تنوع ژنتیکی (٪)		وراثت‌پذیری عمومی (٪)		
	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	عدم تنش	تنش	کل
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۵۶/۴	۵۴/۵	۲۹/۰	۲۳/۰	۸۷/۰	۸۲/۰	۱۲/۹	۱۳/۰	۱۲/۶	۱۲/۴	۹۴/۷	۹۱/۰	۸۹/۱
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۷۸/۹	۷۷/۵	۶۰/۰	۵۹/۰	۹۹/۰	۹۷/۰	۸/۵۷	۸/۷۹	۸/۳۱	۸/۵۱	۹۷/۳	۹۷/۲	۹۷/۰
ارتفاع بوته (cm)	۹۴/۹	۷۸/۴	۱۹/۰	۹/۰۰	۱۵۴	۱۳۶	۷/۸۸	۱۳/۴	۵/۲۱	۱۱/۵	۸۳/۹	۸۱/۲	۷۹/۳
ارتفاع رشد مجدد چین اول (cm)	۴۳/۲	۳۷/۱	۷/۰۰	۱۵/۰	۸۸/۰	۷۹/۰	۱۴/۲	۱۳/۴	۱۲/۰	۱۰/۰	۸۲/۳	۷۹/۵	۷۸/۱
ارتفاع رشد مجدد چین دوم (cm)	۳۰/۷	۲۷/۶	۹/۰۰	۹/۰۰	۸۶/۰	۶۱/۰	۱۸/۴	۱۸/۰	۱۴/۹	۱۵/۲	۸۶/۹	۸۵/۸	۸۴/۸
قطر یقه چین اول (cm)	۲۳/۲	۲۱/۲	۶/۳۳	۸/۱۲	۴۳/۷	۴۰/۷	۱۲/۸	۱۳/۵	۱۱/۰	۱۲/۱	۸۹/۴	۸۷/۳	۸۶/۵
قطر یقه چین دوم (cm)	۲۳/۶	۲۱/۸	۴/۶۷	۹/۲۷	۴۲/۷	۳۴/۱	۱۳/۷	۱۴/۸	۱۲/۱	۱۳/۶	۹۴/۷	۹۱/۳	۹۰/۱
قطر یقه چین سوم (cm)	۲۲/۷	۲۱/۲	۳/۶۷	۳/۳۳	۴۳/۷	۳۷/۳	۱۴/۷	۱۷/۵	۱۲/۸	۱۵/۴	۹۰/۴	۸۶/۷	۸۴/۴
عملکرد علوفه خشک (g/plant)	۷۸/۸	۶۷/۸	۱۰/۰	۳/۵۰	۳۳۱	۲۳۹	۲۸/۱	۳۳/۴	۲۲/۷	۲۸/۳	۷۵/۱	۷۱/۵	۵۵/۹
درصد ماده خشک علوفه	۲۹/۹	۳۳/۳	۱۷/۰	۲۳/۴	۵۶/۲	۵۰/۶	۴/۸۹	۵/۳۰	۳/۱۳	۳/۸۸	۶۱/۲	۵۹/۵	۵۷/۵
طول برگ پرچم (mm)	۱۶۱	۱۸۶	۵۹/۰	۸۳/۳	۳۴۶	۳۲۵	۱۴/۸	۱۴/۱	۱۳/۴	۱۳/۰	۸۹/۱	۸۷/۶	۸۶/۶
عرض برگ پرچم (mm)	۶/۶۲	۶/۸۶	۳/۳۰	۲/۰۰	۱۱/۷	۱۳/۶	۱۲/۴	۱۵/۳	۱۱/۸	۱۴/۰	۹۴/۰	۹۱/۴	۸۹/۲
طول خوشه (cm)	۱۶/۲	۱۷/۵	۶/۸۷	۸/۳۳	۲۸/۱	۲۷/۱	۱۰/۳	۹/۷۹	۸/۶۴	۸/۲۷	۸۵/۱	۸۲/۵	۸۰/۸
تعداد ساقه در بوته	۲۱۱	۱۸۶	۵/۰۰	۴/۰۰	۶۷۷	۳۹۸	۲۱/۱	۱۹/۱	۱۷/۱	۱۳/۷	۷۰/۱	۶۹/۲	۶۸/۷
تعداد ساقه بارور در بوته	۱۲۶	۹۵/۵	۵/۰۰	۱/۰۰	۳۱۵	۳۰۵	۱۷/۴	۳۰/۲	۵/۹۴	۲۳/۶	۶۹/۱	۶۰/۹	۴۸/۹
تعداد بذر در خوشه	۴۶/۳	۳۳/۶	۰/۳۹	۰/۱۴	۲۱۲	۱۶۵	۵۱/۲	۵۰/۸	۴۸/۱	۴۳/۵	۸۸/۳	۸۴/۸	۸۱/۱
وزن بذر در خوشه (mg)	۱۵۵	۱۰۰	۰/۱۱	۰/۰۲	۷۹۴	۶۲۹	۵۰/۳	۵۳/۵	۴۷/۰	۴۴/۱	۸۸/۰	۷۸/۴	۶۸/۹
باروری خوشه (mg/cm)	۵/۱۱	۳/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۳۷/۵	۲۹/۱	۴۰/۸	۵۵/۱	۳۵/۴	۱۵/۹	۲۶/۳	۲۱/۸	۱۸/۵
عملکرد بذر در بوته (g)	۲۲/۴	۱۳/۲	۰/۱۶	۰/۱۱	۱۷۹	۱۲۱	۵۶/۶	۷۲/۶	۴۷/۶	۶۴/۱	۵۰/۹	۴۴/۵	۴۱/۶
وزن هزار دانه (g)	۳/۴۴	۲/۵۵	۰/۲۷	۰/۱۹	۶/۸۳	۵/۷۲	۲۵/۲	۳۱/۵	۲۴/۸	۲۹/۹	۷۵/۵	۷۱/۳	۶۸/۰

علف پشمکی حاکی از این است که امکان بهبود ژنتیکی این صفات از طریق انتخاب مستقیم در برنامه‌های اصلاحی وجود دارد. صفات قطر یقه چین‌های اول تا سوم در گونه علف باغ و صفات باروری خوشه، عملکرد بذر در بوته و تعداد ساقه بارور در علف پشمکی کمترین مقادیر وراثت‌پذیری عمومی کل را دارا بودند، که بیانگر این است که بروز این صفات تا حدود زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد و احتمالاً سودمندی انتخاب غیرمستقیم از طریق اجزای عملکرد دارای وراثت‌پذیری بالا بیشتر خواهد بود. بلوم (۴) اظهار داشت که انتخاب غیرمستقیم به‌وسیله اجزای عملکرد و سایر صفات می‌تواند مؤثرتر از انتخاب مستقیم برای عملکرد باشد مشروط بر آن‌که این صفات همبستگی بالایی با عملکرد داشته باشند و وراثت‌پذیری آنها بیشتر از عملکرد باشد.

مقدار وراثت‌پذیری کل عملکرد بذر در بوته در گونه علف باغ و صفات وزن هزار دانه و وزن بذر در خوشه در گونه علف پشمکی در پژوهش حاضر ۶۸ درصد بود که با توجه به تنوع مشاهده شده برای این صفات و به‌دلیل اینکه این صفات می‌توانند از صفات مؤثر در افزایش تولید بذر گراس‌های علوفه‌ای و بذری باشند، می‌توان از روش‌های انتخاب به‌منظور بهبود این صفات و در نهایت بهبود تولید بذر گراس‌ها استفاده کرد. نوروزی (۲۷) میزان وراثت‌پذیری عمومی را برای عملکرد بذر در شرایط عدم تنش ۵۲ درصد و در شرایط تنش ۶۰ درصد گزارش کرد. مجیدی و همکاران (۲۲) وراثت‌پذیری خصوصی عملکرد بذر و طول خوشه علف باغ را ۴۶ درصد و وراثت‌پذیری خصوصی سایر اجزای عملکرد بذر شامل تعداد خوشه، تعداد بذر در خوشه، وزن بذر در خوشه، باروری خوشه و وزن هزار دانه را متوسط به بالا گزارش کردند.

در برخی نقاط دنیا گراس‌های علوفه‌ای کاربرد دو منظوره دارند، یعنی چین اول به تولید بذر اختصاص می‌یابد و چین‌های بعدی برای تولید علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در چنین مناطقی شناسایی و توسعه ارقامی که عملکرد بذر و علوفه بالایی دارند، بسیار مهم است. بنابراین تعیین رابطه بین عملکرد بذر و عملکرد علوفه ضروری به‌نظر می‌رسد. در این مطالعه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد بذر و علوفه در هر دو گونه مورد مطالعه و در هر دو محیط رطوبتی (به‌ترتیب **۰/۷۰ و **۰/۵۸ در شرایط عدم تنش و تنش خشکی در علف باغ و **۰/۵۲ و **۰/۵۷ به‌ترتیب در شرایط عدم تنش و تنش خشکی در علف پشمکی) مشاهده شد (جدول‌های ۵ و ۶؛ شکل‌های ۲ و ۳)، که حاکی از آن است که انتخاب برای عملکرد علوفه منجر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی خواهد شد که عملکرد بذر بالایی نیز دارند و می‌توان عملکرد بذر و علوفه را به‌طور همزمان بهبود بخشید. در برخی مطالعات هیچ گونه همبستگی بین عملکرد بذر و عملکرد علوفه یافت نشده است (۲۱). از سوی دیگر، مجیدی و همکاران (۲۳) در مطالعه‌ای بر روی علف باغ گزارش کردند که در شرایط بدون تنش هیچ گونه رابطه‌ای بین عملکرد بذر و علوفه وجود ندارد، درحالی‌که تحت شرایط تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد بذر و علوفه مشاهده کردند. کمبود برنامه‌های اصلاحی در رابطه با افزایش تولید بذر در گیاهان علوفه‌ای نتیجه این ذهنیت می‌باشد که عملکرد بذر و عملکرد علوفه رابطه منفی دارند، به‌طوری که گزینش برای افزایش عملکرد علوفه منجر به ایجاد ارقامی می‌شود که عملکرد بذر بسیار کمی دارند (۵، ۱۷ و ۱۸). با این وجود، این رابطه منفی به نوع مواد اصلاحی نیز بستگی دارد. به عبارت دیگر همه جمعیت‌های اصلاحی این رابطه منفی را نشان نمی‌دهند (۱۱). رابطه منفی بین عملکرد بذر و علوفه که در برخی مطالعات به آن اشاره شده است، ممکن است به‌دلیل فشار انتخاب یا به‌دلیل سطوح تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسم مورد بررسی باشد. به هر حال نتایج این مطالعه نشان داد که نه تنها در شرایط عدم تنش امکان بهبود همزمان عملکرد بذر و علوفه وجود دارد، بلکه در شرایط تنش نیز گزینش برای بهبود همزمان عملکرد بذر و علوفه می‌تواند موفقیت آمیز باشد.

رابطه بین عملکرد بذر و علوفه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در شکل‌های ۲ و ۳ به تصویر کشیده شده است. در گونه علف باغ، در محیط عدم تنش رطوبتی، ژنوتیپ ۱۳ (از

جدول ۵. ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مختلف در ۳۶ ژنوتیپ علف باغ ارزیابی شده در دو محیط رطوبتی (بالای قطر عدم تنش و پایین قطر تنش خشکی) طی دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

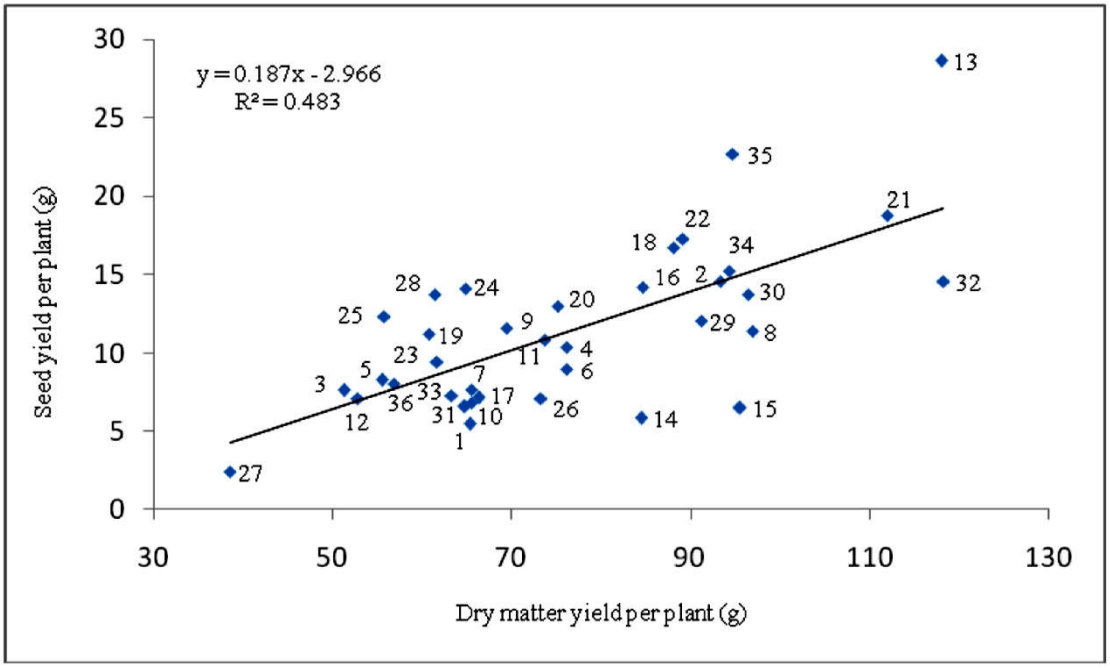
صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱- روز تا خوشه‌دهی	۱	۰/۹۶**	−۰/۱۲	−۰/۱۶	۰/۲۴	۰/۰۳	−۰/۲۶	−۰/۰۶	۰/۱۸	−۰/۰۹	۰/۴۳**	۰/۲۱	۰/۲۰	−۰/۲۰	−۰/۱۲	−۰/۲۹	−۰/۴۱*	−۰/۴۰*	−۰/۲۶	−۰/۳۵*
۲- روز تا گرده‌افشانی	۰/۹۷**	۱	−۰/۰۴	−۰/۰۹	۰/۳۰	۰/۱۱	−۰/۲۸	−۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۰۰	۰/۴۰*	۰/۱۸	۰/۲۲	−۰/۰۸	۰/۰۰	−۰/۱۷	−۰/۳۰	−۰/۳۳	−۰/۱۲	−۰/۲۵
۳- ارتفاع بوته	−۰/۳۸*	−۰/۳۴*	۱	۰/۰۱	۰/۴۵**	۰/۴۴**	−۰/۳۴*	۰/۰۰	۰/۴۰*	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۴۲*	۰/۲۰	۰/۳۳*	۰/۳۶*	۰/۳۶*	۰/۰۷	۰/۴۲*	۰/۲۸
۴- قطر یقه چین اول	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۱۷	۱	−۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۳۱	۰/۸۴**	−۰/۱۲	۰/۵۰**	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۲۳	۰/۵۱**	۰/۳۷*	−۰/۱۹	−۰/۱۴	−۰/۲۴	۰/۰۵	۰/۱۰
۵- ارتفاع رشد مجدد چین اول	−۰/۲۱	−۰/۲۱	۰/۵۶**	−۰/۱۲	۱	۰/۶۹**	−۰/۵۵**	−۰/۱۳	۰/۷۸**	۰/۱۹	۰/۳۲	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۴۳**	۰/۳۶*	۰/۱۹	۰/۵۵**	۰/۳۲
۶- عملکرد علوفه خشک	−۰/۲۵	−۰/۲۸	۰/۵۴**	۰/۱۰	۰/۶۲**	۱	−۰/۳۵*	۰/۳۶*	۰/۶۸**	۰/۶۱**	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۵۰**	۰/۶۹**	۰/۳۶*	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۷۰**	۰/۴۷**
۷- درصد ماده خشک علوفه	−۰/۰۷	−۰/۰۵	−۰/۲۰	۰/۰۲	−۰/۰۸	−۰/۴۲**	۱	۰/۲۳	−۰/۴۸**	−۰/۰۵	−۰/۱۰	−۰/۳۲	−۰/۳۰	۰/۰۴	−۰/۱۳	−۰/۲۴	−۰/۲۲	−۰/۰۴	−۰/۳۰	−۰/۱۰
۸- قطر یقه چین دوم	−۰/۱۹	−۰/۱۸	۰/۳۵*	۰/۱۰	۰/۳۸*	۰/۲۰	−۰/۱۰	۱	−۰/۰۶	۰/۵۰**	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۵۲**	۰/۴۷**	−۰/۲۵	−۰/۲۳	−۰/۳۱	۰/۰۵	۰/۰۶
۹- ارتفاع رشد مجدد چین دوم	−۰/۲۵	−۰/۲۴	۰/۳۷*	−۰/۱۱	۰/۵۱**	۰/۵۲**	−۰/۲۷	۰/۱۵	۱	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۳۳*	۰/۴۱*	۰/۳۱	۰/۱۵	۰/۵۳**	۰/۲۸
۱۰- قطر یقه چین سوم	−۰/۳۰	−۰/۳۱	۰/۴۸**	۰/۲۷	۰/۵۰**	۰/۴۸**	−۰/۱۷	۰/۵۷**	۰/۳۷*	۱	−۰/۱۲	۰/۰۰	−۰/۰۵	۰/۶۱**	۰/۶۳**	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۴۴**	۰/۳۰
۱۱- طول برگ پرچم	۰/۴۲*	۰/۳۹*	۰/۰۳	۰/۱۹	۰/۰۷	−۰/۱۵	۰/۳۱	−۰/۰۱	۰/۰۵	−۰/۱۵	۱	۰/۳۱	۰/۶۲**	−۰/۱۷	−۰/۲۴	−۰/۲۹	−۰/۲۵	−۰/۴۴**	−۰/۲۲	−۰/۲۰
۱۲- عرض برگ پرچم	−۰/۰۵	−۰/۰۹	۰/۱۱	−۰/۱۰	۰/۲۳	۰/۲۵	−۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۱۵	−۰/۰۹	۰/۱۰	۱	۰/۴۴**	−۰/۳۰	−۰/۱۷	−۰/۱۳	۰/۰۱	−۰/۱۷	−۰/۰۵	۰/۰۹
۱۳- طول خوشه	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۰۰	−۰/۰۲	۰/۳۲	۰/۰۷	۰/۴۲*	۰/۲۳	۱	−۰/۱۷	−۰/۰۸	−۰/۲۱	−۰/۱۴	−۰/۵۵**	−۰/۱۱	۰/۰۰
۱۴- تعداد کل ساقه در بوته	−۰/۴۲*	−۰/۴۰*	۰/۳۶*	۰/۳۶*	۰/۲۳	۰/۴۵**	−۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۵۱**	−۰/۲۶	−۰/۳۱	−۰/۰۸	۱	۰/۸۹**	۰/۲۲	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۵۴**	۰/۲۳
۱۵- تعداد ساقه بارور در بوته	−۰/۵۳**	−۰/۵۱**	۰/۴۸**	۰/۱۵	۰/۴۴**	۰/۵۷**	−۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۵*	۰/۵۳**	−۰/۳۵*	−۰/۲۲	−۰/۰۱	۰/۹۰**	۱	۰/۲۶	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۶۳**	۰/۳۲
۱۶- تعداد بذر در خوشه	−۰/۳۳	−۰/۳۲	۰/۴۳**	۰/۰۱	۰/۵۶**	۰/۵۸**	−۰/۲۳	۰/۴۱*	۰/۳۹*	۰/۴۵**	−۰/۲۰	۰/۱۵	−۰/۱۳	۰/۴۲**	۰/۵۲**	۱	۰/۹۴**	۰/۸۶**	۰/۸۵**	۰/۵۱**
۱۷- وزن بذر در خوشه	۰/۳۷*	−۰/۳۶*	۰/۴۳**	−۰/۰۱	۰/۵۶**	۰/۶۰**	−۰/۲۴	۰/۴۰*	۰/۴۰*	۰/۴۲**	−۰/۲۱	۰/۲۱	−۰/۱۲	۰/۳۹*	۰/۴۸**	۰/۹۸**	۱	۰/۸۹**	۰/۸۱**	۰/۶۱**
۱۸- باروری خوشه	−۰/۳۸*	−۰/۳۸*	۰/۳۴*	−۰/۰۸	۰/۵۲**	۰/۵۱**	−۰/۲۱	۰/۳۹*	۰/۳۱	۰/۳۸*	−۰/۲۹	۰/۱۶	−۰/۳۰	۰/۳۸*	۰/۴۵**	۰/۹۶**	۰/۹۸**	۱	۰/۴۸**	۰/۵۲**
۱۹- عملکرد بذر در بوته	−۰/۴۰*	−۰/۳۸*	۰/۴۶**	۰/۰۳	۰/۵۷**	۰/۵۸**	−۰/۲۴	۰/۳۸*	۰/۴۶**	۰/۴۸**	−۰/۲۲	۰/۰۱	−۰/۰۳	۰/۵۸**	۰/۶۹**	۰/۹۴**	۰/۹۳**	۰/۸۹**	۱	۰/۶۳**
۲۰- وزن هزار دانه	−۰/۲۳	−۰/۲۱	۰/۴۳**	۰/۰۶	۰/۴۵**	۰/۵۵**	−۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۳۳*	۰/۱۹	−۰/۱۰	۰/۲۳	−۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۷۲**	۰/۷۷**	۰/۷۶**	۰/۶۶**	۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

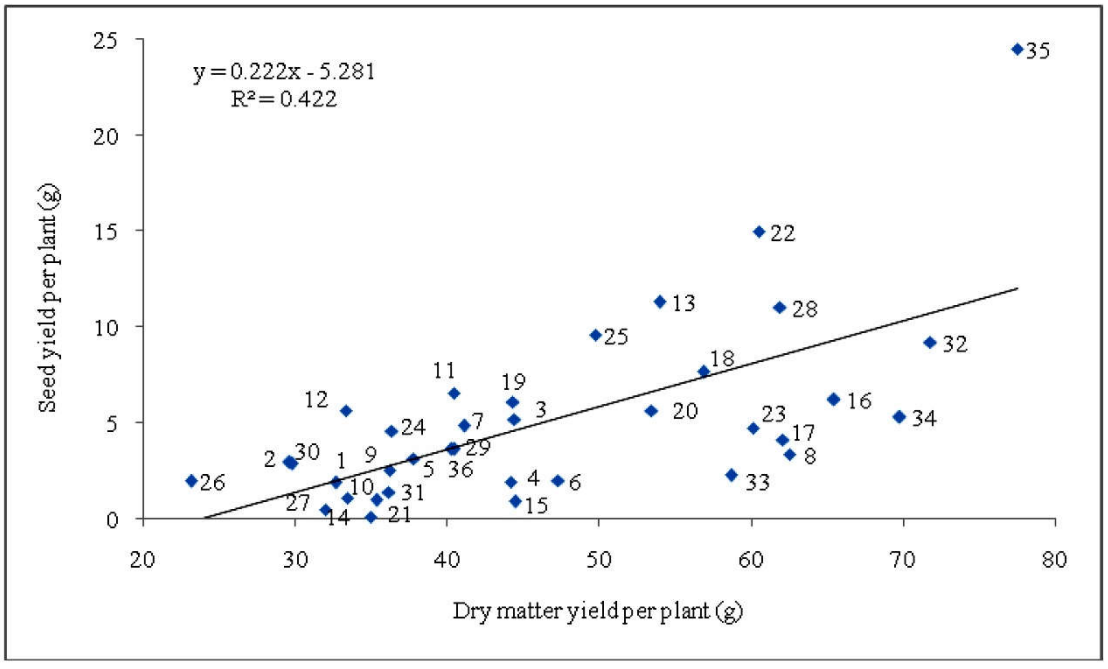
جدول ۶. ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مختلف در ۳۶ ژنوتیپ علف پشمکی ارزیابی شده در دو محیط رطوبتی (بالای قطر عدم تنش و پایین قطر تنش خشکی) طی دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱- روز تا خوشه‌دهی	۱	۰/۹۸**	-۰/۴۸**	۰/۳۵*	-۰/۴۵**	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۳۱	-۰/۵۱**	۰/۲۲	-۰/۴۲*	۰/۳۴*	۰/۰۳	۰/۳۸*	-۰/۲۵	۰/۳۶*	۰/۱۰	-۰/۰۲	۰/۰۷	-۰/۳۳*
۲- روز تا گرده‌افشانی	۰/۹۸**	۱	-۰/۴۷**	۰/۳۸*	-۰/۴۸**	۰/۱۶	-۰/۰۱	۰/۳۴*	-۰/۵۵**	۰/۲۶	-۰/۴۶**	۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۴۰*	-۰/۲۴	۰/۳۸*	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۰۸	-۰/۳۶*
۳- ارتفاع بوته	-۰/۷۱**	-۰/۷۱**	۱	۰/۱۲	۰/۶۵**	۰/۳۶*	-۰/۳۶*	۰/۱۴	۰/۵۳**	۰/۲۶	۰/۵۷**	-۰/۱۱	۰/۳۱	-۰/۱۳	۰/۳۲	-۰/۰۲	۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۴۷**
۴- قطر یقه چین اول	۰/۳۹*	۰/۴۴**	-۰/۱۷	۱	۰/۰۱	۰/۵۳**	-۰/۱۱	۰/۹۴**	-۰/۲۳	۰/۹۲**	-۰/۲۴	۰/۰۴	-۰/۰۵	۰/۶۷**	۰/۴۲*	۰/۰۶	-۰/۰۱	-۰/۱۲	۰/۱۳	-۰/۱۶
۵- ارتفاع رشد مجدد چین اول	-۰/۳۱	-۰/۲۷	۰/۴۵**	۰/۰۴	۱	۰/۵۳**	-۰/۲۱	۰/۱۰	۰/۸۹**	۰/۲۲	۰/۷۹**	-۰/۱۰	۰/۵۲**	-۰/۰۷	۰/۲۹	-۰/۱۳	۰/۱۲	-۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۳۷*
۶- عملکرد علوفه خشک	۰/۲۳	۰/۳۰	۰/۱۰	۰/۵۵**	۰/۶۲**	۱	-۰/۲۳	۰/۶۲**	۰/۳۹*	۰/۶۷**	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۴۱*	۰/۵۱**	۰/۳۸*	۰/۴۱*	۰/۲۱	۰/۵۲**	۰/۲۷
۷- درصد ماده خشک علوفه	۰/۰۴	-۰/۰۲	-۰/۲۷	-۰/۳۷*	-۰/۳۲	-۰/۵۸**	۱	-۰/۱۹	-۰/۱۲	-۰/۲۴	-۰/۲۵	-۰/۲۶	-۰/۲۷	۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۱۸	-۰/۳۰	-۰/۲۳	-۰/۲۵	-۰/۳۴*
۸- قطر یقه چین دوم	۰/۴۰*	۰/۴۶**	-۰/۱۴	۰/۹۴**	۰/۱۴	۰/۶۶**	-۰/۴۹**	۱	-۰/۱۱	۰/۹۲**	-۰/۲۲	۰/۱۱	-۰/۰۳	۰/۶۷**	۰/۴۹**	۰/۱۰	۰/۰۳	-۰/۰۹	۰/۲۰	-۰/۱۱
۹- ارتفاع رشد مجدد چین دوم	-۰/۴۴**	-۰/۴۱*	۰/۵۴**	-۰/۱۰	۰/۸۹**	۰/۴۸**	-۰/۲۹	-۰/۰۴	۱	-۰/۰۲	۰/۸۰**	-۰/۰۹	۰/۴۴**	-۰/۲۲	۰/۱۹	-۰/۲۱	-۰/۰۱	-۰/۱۵	-۰/۰۴	۰/۲۶
۱۰- قطر یقه چین سوم	۰/۴۵**	۰/۵۲**	-۰/۱۰	۰/۸۹**	۰/۱۵	۰/۷۵**	-۰/۵۱**	۰/۹۵**	۰/۰۰	۱	-۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۶۸**	۰/۵۳**	۰/۰۷	۰/۰۵	-۰/۱۱	۰/۲۱	-۰/۰۲
۱۱- طول برگ پرچم	-۰/۳۲	-۰/۳۱	۰/۵۴**	-۰/۱۲	۰/۶۷**	۰/۲۹	-۰/۲۵	-۰/۱۳	۰/۷۵**	-۰/۱۰	۱	۰/۰۸	۰/۵۷**	-۰/۲۷	-۰/۰۷	-۰/۰۶	۰/۲۰	-۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۴۲*
۱۲- عرض برگ پرچم	۰/۴۲**	۰/۴۶**	-۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۵۸**	-۰/۲۷	۰/۳۷*	۰/۱۲	۰/۴۸**	۰/۲۴	۱	۰/۲۱	-۰/۱۶	-۰/۲۷	۰/۶۱**	۰/۵۱**	۰/۳۷*	۰/۴۳**	۰/۱۹
۱۳- طول خوشه	-۰/۲۱	-۰/۲۱	۰/۳۶*	۰/۰۸	۰/۳۹*	۰/۲۵	-۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۴۹**	۰/۰۱	۰/۶۳**	۰/۱۷	۱	-۰/۳۴*	-۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۴۱*	۰/۰۱	۰/۳۰	۰/۳۶*
۱۴- تعداد کل ساقه در بوته	۰/۱۵	۰/۲۱	-۰/۱۰	۰/۵۶**	۰/۳۰	۰/۵۸**	-۰/۵۰**	۰/۶۶**	۰/۱۶	۰/۶۷**	-۰/۰۳	۰/۰۷	-۰/۱۲	۱	۰/۵۸**	-۰/۱۴	-۰/۲۹	-۰/۲۸	-۰/۱۲	-۰/۳۱
۱۵- تعداد ساقه بارور در بوته	-۰/۱۸	-۰/۰۷	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۴*	۰/۵۸**	-۰/۴۰*	۰/۴۵**	۰/۲۲	۰/۵۴**	۰/۰۷	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۵۹**	۱	-۰/۰۸	-۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۰۵
۱۶- تعداد بذر در خوشه	۰/۳۴*	۰/۳۸*	-۰/۰۸	۰/۴۴**	۰/۱۱	۰/۵۳**	-۰/۱۹	۰/۴۳**	۰/۰۴	۰/۵۰**	۰/۰۲	۰/۶۴**	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۳۰	۱	۰/۹۱**	۰/۸۱**	۰/۸۸**	۰/۳۰
۱۷- وزن بذر در خوشه	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۴۵**	۰/۲۲	۰/۵۰**	-۰/۳۰	۰/۳۹*	۰/۲۲	۰/۴۴**	۰/۲۲	۰/۵۲**	۰/۴۷**	۰/۰۱	۰/۲۹	۰/۸۸**	۱	۰/۸۵**	۰/۹۴**	۰/۵۸**
۱۸- باروری خوشه	-۰/۲۴	-۰/۲۶	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۱۸	-۰/۲۴	۰/۰۸	-۰/۰۱	۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۰۹	۰/۱۷	-۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۳۲	۰/۴۶**	۱	۰/۸۳**	۰/۴۲*
۱۹- عملکرد بذر در بوته	-۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۴۸**	۰/۲۶	۰/۵۷**	-۰/۳۳*	۰/۴۵**	۰/۲۳	۰/۵۲**	۰/۱۹	۰/۴۳**	۰/۴۳**	۰/۱۶	۰/۵۴**	۰/۸۱**	۰/۹۳**	۰/۴۳**	۱	۰/۵۸**
۲۰- وزن هزار دانه	-۰/۳۳*	-۰/۳۳*	۰/۳۸*	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۳	-۰/۲۹	۰/۰۶	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۴۳**	۰/۰۹	۰/۵۶**	-۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۴۸**	۰/۲۲	۰/۴۸**	۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



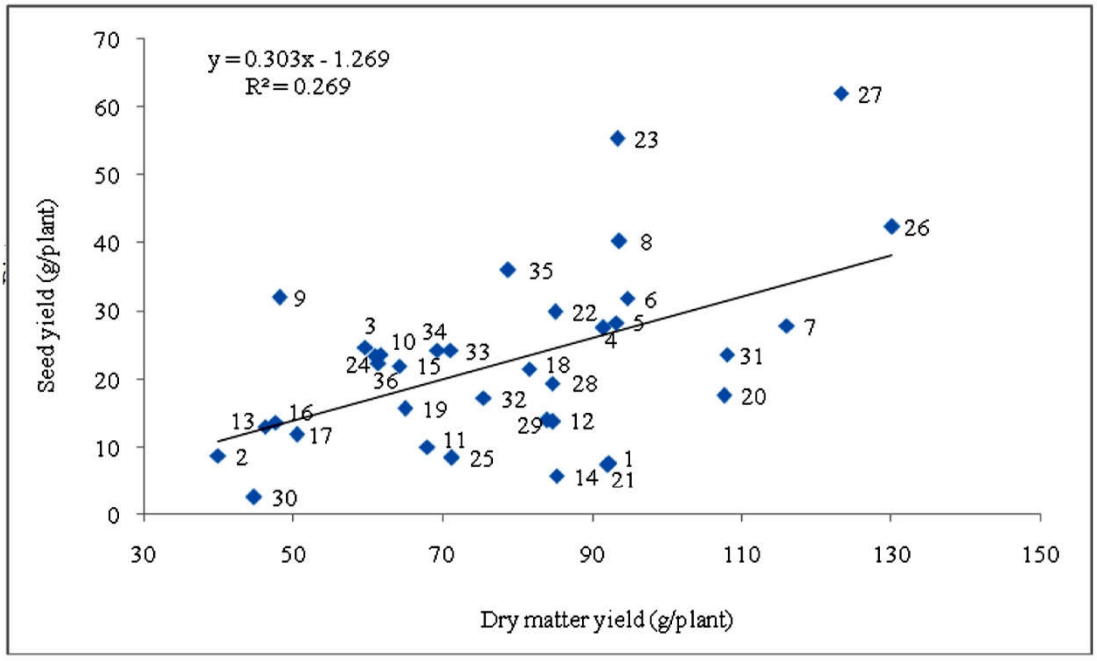
(a)



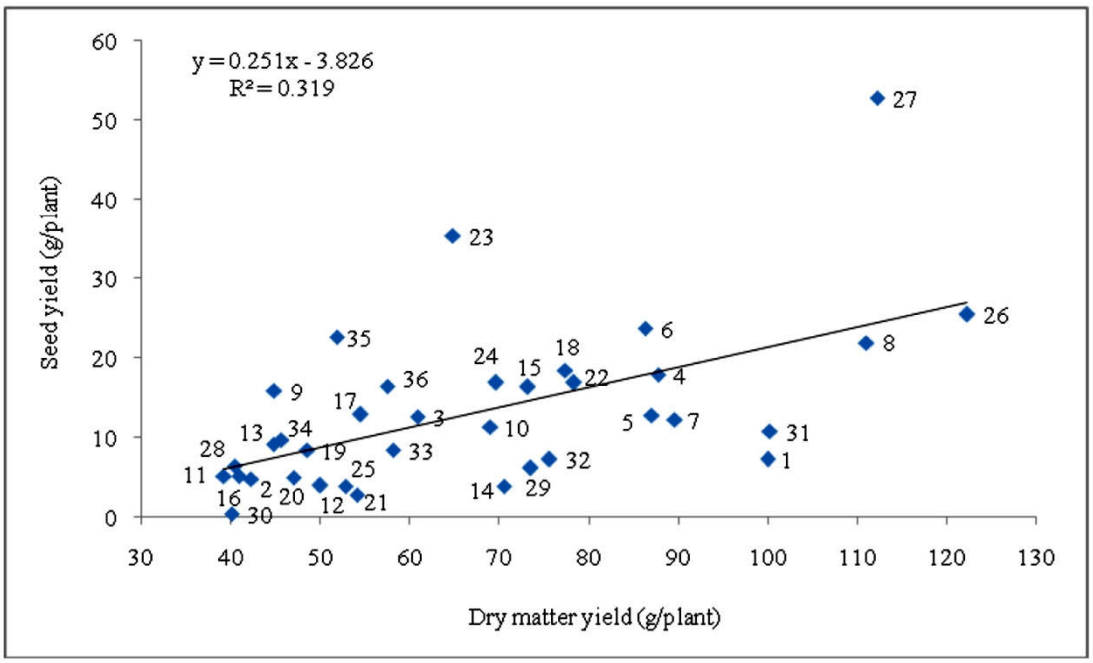
(b)

شکل ۲. بای‌پلات عملکرد بذر در برابر عملکرد علوفه ۳۶ ژنوتیپ علف باغ در محیط رطوبتی (a) عدم تنش و (b) تنش خشکی.

مجارستان) دارای عملکرد بذر و علوفه بالا بود که می‌توان از آن در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور بهبود همزمان عملکرد بذر و علوفه استفاده کرد. ژنوتیپ ۳۲ (از اصفهان) دارای عملکرد علوفه بالایی بود، اما عملکرد بذر آن در حد متوسط بود. ژنوتیپ ۳۵ (از اصفهان) عملکرد بذر بالایی داشت، اما عملکرد علوفه آن متوسط بود.



(a)



(b)

شکل ۳. بای‌پلات عملکرد بذر در برابر عملکرد علوفه ۳۶ ژنوتیپ علف پشمکی در محیط رطوبتی (a) عدم تنش و (b) تنش رطوبتی

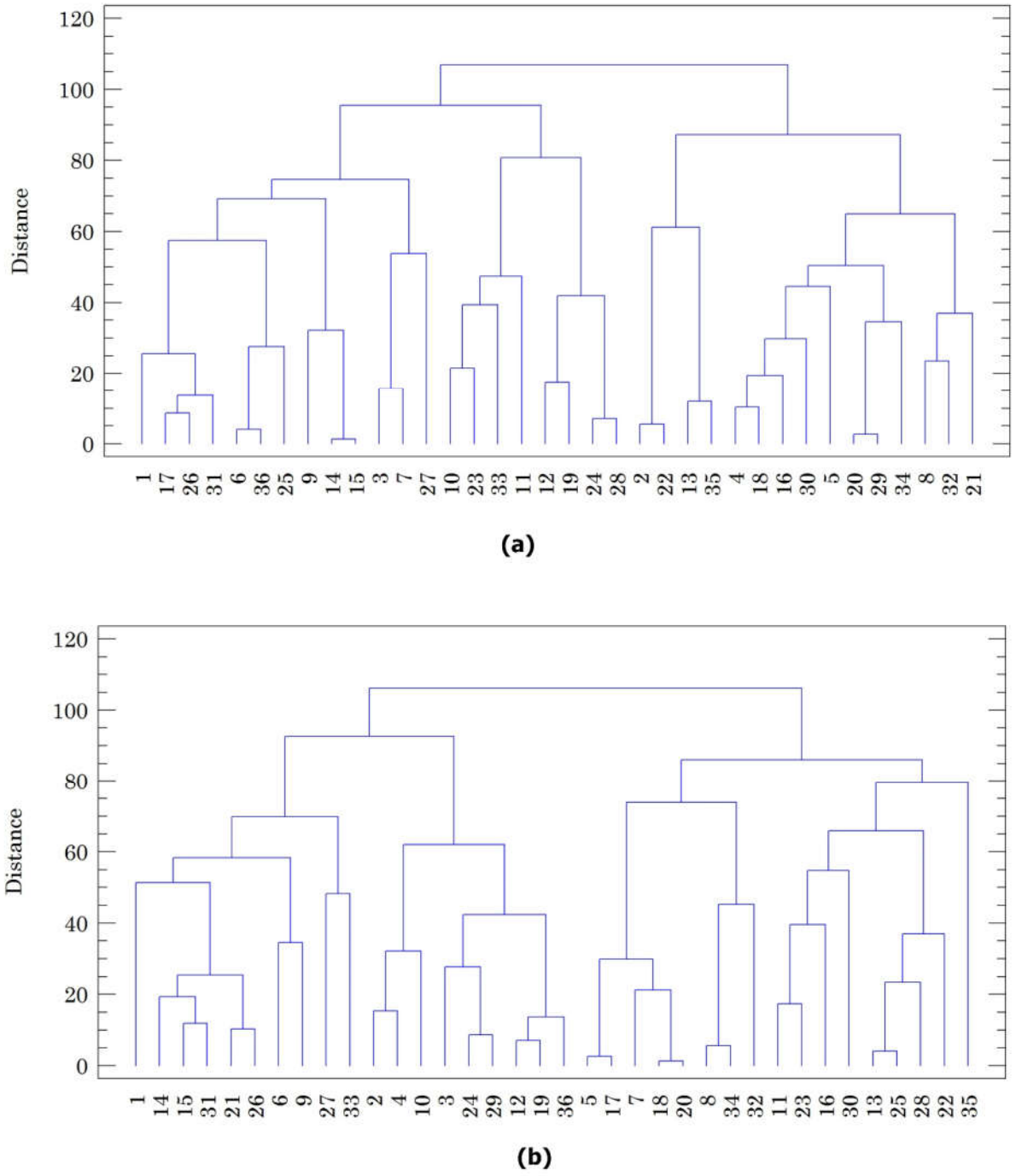
ژنوتیپ ۲۷ (از اصفهان) پایین‌ترین عملکرد بذر و علوفه را داشت (شکل ۲-a). در محیط رطوبتی تنش، ژنوتیپ ۳۵ (از اصفهان) دارای عملکرد بذر و علوفه بالایی بود، که استفاده از آن در برنامه‌های اصلاحی توصیه می‌شود. ژنوتیپ‌های ۳۲ و ۳۴

(هر دو از اصفهان) دارای عملکرد علوفه بالا و عملکرد بذر در حد متوسط بودند. ژنوتیپ ۲۶ (از مجارستان) نیز پایین‌ترین عملکرد علوفه و بذر را داشت (شکل ۲–b). در گونه علف پشمکی، در شرایط عدم تنش، ژنوتیپ ۲۷ (از اصفهان) دارای عملکرد بذر و علوفه بالا بود که می‌توان از آن در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور بهبود همزمان عملکرد بذر و علوفه استفاده کرد. ژنوتیپ ۲۶ (از اصفهان) دارای عملکرد علوفه بالایی بود، اما عملکرد بذر آن در حد متوسط بود. ژنوتیپ ۲۳ (از اصفهان) عملکرد بذر بالایی داشت، اما عملکرد علوفه آن متوسط بود. ژنوتیپ ۲ (از اصفهان) پایین‌ترین عملکرد بذر و علوفه را داشت (شکل ۳–a). در محیط رطوبتی تنش، ژنوتیپ ۲۷ (از اصفهان) دارای عملکرد بذر و علوفه بالایی بود. ژنوتیپ ۲۶ (از اصفهان) عملکرد علوفه بالا و عملکرد بذر در حد متوسط داشت. ژنوتیپ ۲۳ (از اصفهان) عملکرد بذر نسبتاً بالایی داشت و عملکرد علوفه آن در حد متوسط بود. ژنوتیپ‌های ۲، ۱۱، ۱۶، ۲۸ و ۳۰ (همه از اصفهان) نیز پایین‌ترین عملکرد علوفه و بذر را داشتند (شکل ۳–b). بنابراین بر اساس مجموع نتایج، ژنوتیپ‌های ۲۳، ۲۶ و ۲۷ در گونه علف پشمکی به‌دلیل دارا بودن عملکرد بذر و علوفه مناسب جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی توصیه می‌شوند. نوروزی (۲۷) در بررسی ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد بذر و عملکرد علوفه خشک را گزارش کرد. جعفری و همکاران (۱۹) در بررسی عملکرد بذر و اجزاء عملکرد ارقام و اکوتیپ‌های مختلف علف باغ، ارقام مناسب از نظر عملکرد بذر و علوفه را شناسایی و پیشنهاد کردند که این ارقام در شرایط کشت متراکم نیز مورد ارزیابی قرار گیرند.

در مجموع، نتایج نشان داد که در هر دو گونه علف باغ و علف پشمکی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد بذر و علوفه وجود داشت، به‌طوری که امکان بهبود همزمان عملکرد بذر و علوفه در فرآیند انتخاب میسر می‌باشد. با این وجود شدت همبستگی بین عملکرد بذر و علوفه در گونه علف پشمکی از گونه علف باغ کمتر بود.

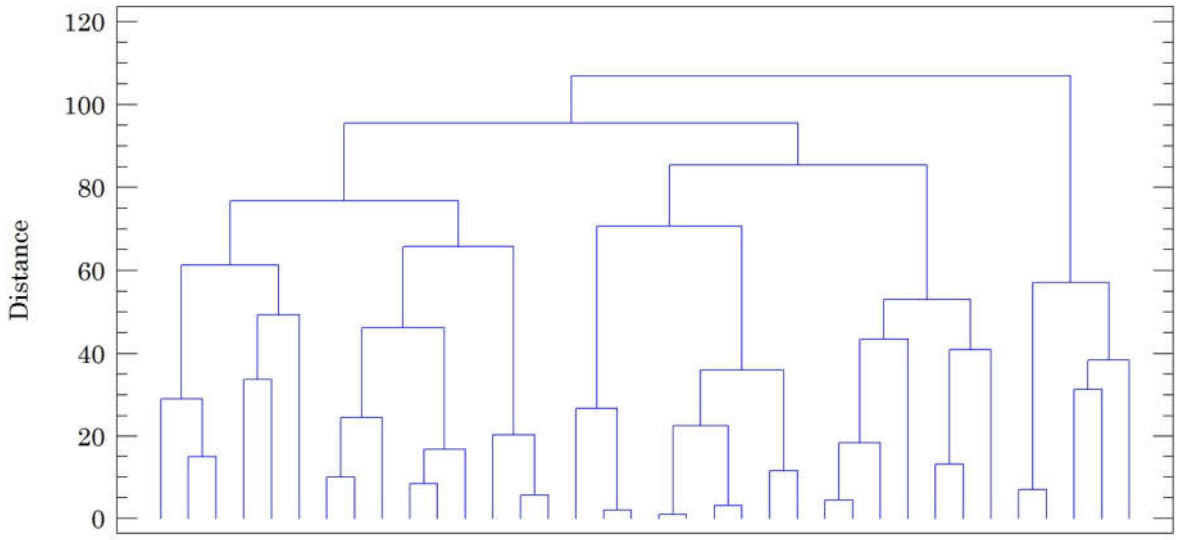
به‌منظور تعیین فاصله یا قرابت ژنوتیپ‌های علف باغ و علف پشمکی مورد مطالعه و شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward) بر مبنای صفات مورفولوژیک، زراعی و بذری انجام شد. تجزیه خوشه‌ای برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در گونه علف باغ در شرایط عدم تنش منجر به شناسایی پنج گروه کاملاً مجزا شد (شکل ۴–a). گروه اول شامل ۱۱ ژنوتیپ متوسط رس و با عملکرد و اجزای عملکرد بذر و علوفه متوسط – بالا بود. گروه دوم متشکل از ۴ ژنوتیپ متوسط رس بود که دارای بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد علوفه و بذر بودند. این ژنوتیپ‌ها می‌توانند به‌منظور استفاده در مطالعات آتی برای بهبود عمکرد بذر و علوفه مورد استفاده قرار گیرند. گروه سوم شامل چهار ژنوتیپ زودرس و با عملکرد و اجزای عملکرد علوفه پایین و عمکرد بذر متوسط بود. گروه چهارم مشتمل بر ۴ ژنوتیپ زودرس و دارای تولید علوفه و بذر پایین– متوسط بود. سیزده ژنوتیپ باقی مانده در گروه پنجم جای گرفتند و جزء دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بوده و عملکرد علوفه و بذر متوسط داشتند (شکل ۴–a). در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌ها در چهار گروه قرار گرفتند. گروه اول شامل ۹ ژنوتیپ زودرس با تولید علوفه متوسط و تولید بذر بالا بود. گروه دوم متشکل از ۸ ژنوتیپ متوسط رس با تولید علوفه و بذر متوسط– بالا بود که می‌توانند به‌منظور گزینش ژنوتیپ‌های برتر برای مطالعات آتی مورد استفاده قرار گیرند. گروه سوم مشتمل بر ۹ ژنوتیپ متوسط رس بود که از نظر تولید بذر و علوفه در حد متوسط بودند. ژنوتیپ‌های باقیمانده که جزو دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند و همچنین کمترین تولید بذر و علوفه را نیز به خود اختصاص دادند، در گروه چهارم قرار گرفتند (شکل ۴–b).

در گونه علف پشمکی در شرایط عدم تنش ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در چهار کلاستر قرار گرفتند. گروه اول دربردارنده ۵ ژنوتیپ متوسط رس دارای بالاترین عملکرد بذر و علوفه بود. این ژنوتیپ‌ها می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر برای استفاده در مطالعات آتی مورد استفاده قرار گیرند. گروه دوم متشکل از هفت

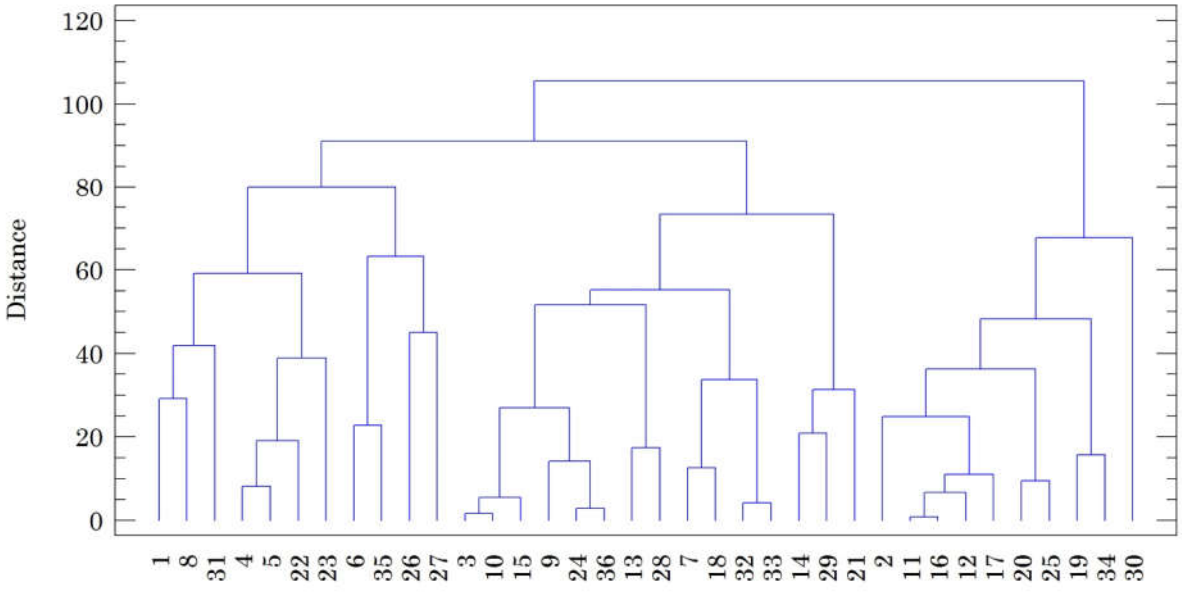


شکل ۴. نمودار خوشه‌ای ۳۶ ژنوتیپ علف باغ بر اساس کلیه صفات مورفولوژیک، زراعی و بذری در شرایط رطوبتی (a) عدم تنش و (b) تنش خشکی.

ژنوتیپ زودرس دارای تولید علوفه متوسط و تولید بذر پایین بود. گروه سوم شامل ۹ ژنوتیپ متوسط رس دارای تولید علوفه پایین و تولید بذر متوسط بود. سایر ژنوتیپ‌ها که جزو دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند و مانند گروه سوم دارای عملکرد بذر و علوفه متوسط بودند، در گروه چهارم قرار گرفتند (شکل ۵-a). در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌ها در سه کلاستر دسته‌بندی شدند. گروه اول دربردارنده ۱۰ ژنوتیپ زودرس و دارای عملکرد بذر و علوفه پایین بود. گروه دوم متشکل از



(a)



(b)

شکل ۵. نمودار خوشه‌ای ۳۶ ژنوتیپ علف پشمکی بر اساس کلیه صفات مورفولوژیک، زراعی و بذری در شرایط رطوبتی (a) عدم تنش و (b) تنش خشکی.

۱۵ ژنوتیپ دیررس دارای تولید بذر و علوفه پایین- متوسط بود. ژنوتیپ‌های باقی مانده که جزء ژنوتیپ‌های متوسط رس بوده و از تولید بذر و علوفه بالایی برخوردار بودند، در گروه سوم دسته‌بندی شدند (شکل ۵- b). در روش گروه‌بندی، ژنوتیپ‌های داخل یک کلاستر حداقل فاصله ژنتیکی را داشته و میزان تنوع بین آن‌ها محدود می‌باشد و از طرف دیگر ژنوتیپ‌های کلاسترهای مختلف حداکثر فاصله ژنتیکی را از یکدیگر داشته و دامنه تنوع بین آن‌ها وسیع‌تر است.

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه صفات بذری دو گونه علف باغ و علف پشمکی در شرایط عدم تنش و تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی بالایی در بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد بذر و اجزای آن وجود دارد، که نشان‌دهنده پتانسیل بالا برای بهبود این صفات از طریق انتخاب هدفمند در برنامه‌های اصلاحی است. در هر دو گونه، تنش خشکی منجر به کاهش میانگین کلیه صفات به جز درصد ماده خشک علوفه، طول و عرض برگ پرچم و طول خوشه شد و تنوع ژنتیکی صفات ارزیابی شده را کاهش داد. در این مطالعه برآوردهای نسبتاً بالایی برای توارث‌پذیری اکثر صفات مورد بررسی به‌دست آمد که نشان‌دهنده این است که انتخاب دوره‌ای در بهبود این صفات مؤثر خواهد بود. در هر دو گونه مورد بررسی امکان انتخاب همزمان ژنوتیپ‌ها برای عملکرد بذر و عملکرد علوفه تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی وجود داشت. این ژنوتیپ‌ها می‌توانند به‌منظور ایجاد واریته‌های ساختگی در مطالعات آینده مورد استفاده قرار گیرند. با این وجود رابطه بین عملکرد بذر و علوفه در گونه علف باغ نسبت به علف پشمکی قوی‌تر بود.

منابع مورد استفاده

1. Amini, F., M. M. Majid and A. F. Mirlohi. 2013. Genetic and genotype × environment interaction analysis for agronomical and some morphological traits in half-sib families of tall fescue. *Crop Science* 53: 1-11.
2. Bahrani, M. J. and H. Bahrami. 2010. Effect of water stress on ten forage grasses native or introduced to Iran. *Grassland Science* 56: 1-5.
3. Betran, F. J., D. Beck, M. Banziger and G. O. Edmeades. 2003. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non-stress environments in tropical maize. *Crop Science* 43: 807-817.
4. Blum, A. 2011. Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer, New York.
5. Boelt, B. and B. Studer. 2010. Breeding for grass seed yield. PP. 161-174, In: B. Boiler, F. Veronesi, U. Posselt (Eds.), Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding. Springer, New York.
6. Byrne, P. F., J. Bolanos, G. O. Edmeades and D. L. Eaton. 1995. Gains from selection under drought versus multi-location testing in related tropical maize populations. *Crop Science* 35: 63-69.
7. Casler, M. D. and R. R. Duncan. 2003. Turfgrass: Biology, Genetics and Breeding. John Wiley and Sons, Inc., New York.
8. Ebrahimiyan, M., M. M. Majidi and A. Mirlohi. 2012. Genotypic variation and selection of traits related to forage yield in tall fescue under irrigated and drought stress environments. *Grass and Forage Science* 68: 59-71.
9. Ebrahimiyan, M., M. M. Majidi, A. Mirlohi and A. Noroozi. 2013. Physiological traits related to drought tolerance in tall fescue. *Euphytica* 190: 401-414.
10. Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, Harlow, UK.
11. Fang, C., T. S. Amlid, Q. Jqrgensen and O. A. Rognil. 2004. Phenotypic and genotypic variation in seed production traits within a full-sib family of *meadow fescue*. *Plant Breeding* 123: 241-246.
12. Fernandez, G. C. I. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Tainan, Taiwan. pp. 257-270.
13. Gavuzzi, P., F. Rizza, M. Palumbo, R. G. Campaline, G. L. Ricciardi and B. Borghi. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journal of Plant Science* 77: 523-531.
14. Gustafson, D. I., 2011. Climate change: a crop protection challenge for the twenty first century. *Pest Management Science* 67: 691-696.
15. Halluer, A. R., J. C. Marcelo and J. B. Miranda. 2010. Quantitative genetic in maize breeding. Iowa State Univ., Press, Ames, Iowa.
16. Heidari Sharifabad, H., Dorri, M. A. 2004. Forage plants (geraminaceae). Forage and Pasture Research Institute. (In Farsi).
17. Huff, D. R., 2010. Bluegrasses. PP. 345-379, In: B. Boiler, F. Veronesi, U. Posselt (Eds.), Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding, Springer, New York.

18. Humphreys, M., U. Feuerstein, M. Vandewalle and J. Baert. 2010. Ryegrasses. PP. 211-260, In: B. Boiler, F. Veronesi, U. Posselt (Eds.), Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding, Springer, New York.
19. Jafari, A. A., H. Heidari Sharifabad. 2003. Evaluation of seed yield and its components in 29 ecotypes of *Dactylis glomerata*. *Geneic Research and Breeding of Pasture and Fodder Plants in Iran* 11: 83-122. (In Farsi).
20. Lonbani, M. and A. Arzani. 2011. Morpho-physiological traits associated with terminal drought-stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research* 9: 315-329.
21. Majidi, M. M., S. Bahrami, M. Abtahi, A. Mirlohi and B. Araghi. 2016. Genetic analysis of seed related traits in Smooth bromegrass (*Bromus inermis*) under well-watered and water-stresssed conditions. *Grass and Forage Science* 72: 163-173.
22. Majidi, M. M., B. Hoseini, M. Abtahi, A. Mirlohi and B. Araghi. 2015. Genetic analysis of seed related traits in orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) under normal and drought stress conditions. *Euphytica* 203: 409-420.
23. Majidi, M. M., B. Hoseini, M. Barati, A. Mirlohi and B. Araghi. 2016. Simultaneous selection for seed and forage production in cocks-foot: application of drought tolerance and susceptibility indices. *Grass and Forage Science* 72: 441-453.
24. Mohammadi, R., S. M. Khayyam Nekouei, M. M. Majidi, A. Mirlohi. 2011. Evaluation of productivity and genetic diversity of Dactylis glomerata genotypes. *Electronic Journal of Crop Prioduction* 3: 139-158. (In Farsi).
25. Mohammadi, R., S. M. Khayyam Nekouei, A. Mirlohi, Kh. Razmjoo. 2007. Evaluation of genetic diversity in different populations of fodder-pasture species of Bromus inermis Leyss. *Scientific-Research Quarterly of Genetic Research and Breeding of Pasture and Fodder Plants in Iran* 121: 138-147. (In Farsi).
26. Nguyen, H. T. and D. A. Sleper. 1983. Theory and application of half-sib matting in forage grass breeding. *Theoretical and Applied Genet*ics 64: 187-196.
27. Nouroozi, A. 2013. Investigation of genetic diversity and effect of drought stress in yield and yield components of some tall fescue genotypes. MS.c thesis. Isfahan University of Technology, Iran. (In Farsi).
28. Saeidnia, F., M. M. Majidi, A. Mirlohi and B. Ahmadi. 2018. Physiological responses of drought tolerance in orchardgrass (Dactylis glomerata) in association with persistence and summer dormancy. *Crop and Pasture Science* 69: 515-526.
29. Saeidnia, F., M. M. Majidi, A. Mirlohi and S. Soltan. 2017. Physiological and tolerance indices useful for drought tolerance selection in bromegrass. *Crop Science* 57: 282-289.
30. Trethowan, R. M. and M. Reynolds. 2007. Drought resistance: Genetic approaches for improving productivity under stress. PP. 289-299. In: Buck, H. R. (Ed.), Wheat Production in Stressed Environments, Springer, Netherlands.
31. Ubeda, M., M. Hameed, A. Wahid and A. R. Rao. 2002. Ecotypic variability for drought resistance in *Cenchrus ciliaris* L. germplasm from cholistan desert in Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology* 4: 392-397.
32. Vogel, K. P. 2000. Improving warm-season forage grasses using selection, breeding, and biotechnology. In: K. J. Moore, B. E. Anderson (Eds.), Native Warm-Season Grasses: Research Trends and Issues, CSSA and ASA, Madison.

پیوست

جدول ۱. منشأ ژنوتیپ‌های علف باغ مورد مطالعه

ژنوتیپ	کد جمعیت	منشأ
۱	۴۰۰۰/۳۱	اصفهان- نجف آباد
۲	۴۰۰۰/۲۵	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۳	۴۰۰۰/۲۵	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۴	RCAT041052	خارجی- مجارستان
۵	RCAT041052	خارجی- مجارستان
۶	۴۰۰۰/۲۵	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۷	۴۰۰۰/۲۵	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۸	RCAT041052	خارجی- مجارستان
۹	RCAT041052	خارجی- مجارستان
۱۰	۴۰۰۰/۲۴	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۱	۴۰۰۰/۴۴	سمنان
۱۲	۴۰۰۰/۴۴	سمنان
۱۳	۴۰۰۰/U-۲	شهرکرد- کوهرنگ
۱۴	۴۰۰۰/۲	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۵	۴۰۰۰/U-۲	شهرکرد- کوهرنگ
۱۶	۴۰۰۰/U-۲	شهرکرد- کوهرنگ
۱۷	۴۰۰۰/۲	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۸	۴۰۰۰/U-۲	شهرکرد- کوهرنگ
۱۹	RCAT041050	خارجی- مجارستان
۲۰	۴۰۰۰/۲۴	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲۱	۴۰۰۰/۲۴	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲۲	RCAT041050	خارجی- مجارستان
۲۳	۴۰۰۰/۳۱	اصفهان- نجف آباد
۲۴	RCAT041050	خارجی- مجارستان
۲۵	RCAT041050	خارجی- مجارستان
۲۶	RCAT041052	خارجی- مجارستان
۲۷	۴۰۰۰/U-۲	شهرکرد- کوهرنگ
۲۸	RCAT041052	خارجی- مجارستان
۲۹	RCAT041052	خارجی- مجارستان
۳۰	۴۰۰۰/۲۶	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۳۱	۴۰۰۰/۲۶	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۳۲	۴۰۰۰/۲۹	خارجی- هلند
۳۳	۴۰۰۰/۴۴	سمنان
۳۴	RCAT041050	خارجی- مجارستان
۳۵	۴۰۰۰/۴۴	سمنان
۳۶	۴۰۰۰/۲	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان

جدول ۲. منشأ ژنوتیپ‌های علف پشمکی مورد مطالعه

ژنوتیپ	کد جمعیت	منشأ
۱	۲۰۰۰/۵۰	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲	۲۰۰۰/۲۴	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۳	۲۰۰۰/۲۴	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۴	۲۰۰۰/۲۴	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۵	۲۰۰۰/۲۴	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۶	۲۰۰۰/۲–۱۸	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۷	۲۰۰۰/۲۵	همدان
۸	۲۰۰۰/۲۵	همدان
۹	-	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۰	RCAT064839	خارجی– مجارستان
۱۱	-	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۲	-	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۳	-	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۴	۲۰۰۰/۱۸	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۵	۲۰۰۰/۱۸	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۶	۲۰۰۰/۱۸	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۱۷	۲۰۰۰/T–۹	همدان
۱۸	۲۰۰۰/T–۹	همدان
۱۹	۲۰۰۰/۱۸	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲۰	۲۰۰۰/۶۰	سمنان
۲۱	RCAT041861	خارجی– مجارستان
۲۲	۲۰۰۰/۴۰	اصفهان– سمیرم
۲۳	۲۰۰۰/۴	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲۴	-	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲۵	-	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲۶	۲۰۰۰/۲–۱۸	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲۷	۲۰۰۰/۲–۱۸	مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی شهید فزوه اصفهان
۲۸	RCAT041016	خارجی– مجارستان
۲۹	RCAT042133	خارجی– مجارستان
۳۰	RCAT041016	خارجی– مجارستان
۳۱	۲۰۰۰/۱۰	کردستان
۳۲	RCAT041861	خارجی– مجارستان
۳۳	RCAT064835	خارجی– مجارستان
۳۴	RCAT064837	خارجی– مجارستان
۳۵	RCAT064837	خارجی– مجارستان
۳۶	RCAT064837	خارجی– مجارستان

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 13, No. 2, Summer 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Evaluation of Genetic Variation and Simultaneous Selection for Seed and Forage Yield in Selected Genotypes of *Dactylis glomerata* and *Bromus inermis*

F. Saeidnia[1*], M. M. Majidi [2] and A. Mirlohi[2]

(Received: January 23-2023; Accepted: May 13-2023)

Abstract

Drought is one of the most important abiotic stresses limiting plant survival, growth, and production in many regions of the world. Approximately one-thirds of the world's agricultural lands are in arid and semi-arid regions, including Iran. Therefore, there is a need to improve plant cultivars with high adaptability and low water requirement. This study was conducted to evaluate the drought tolerance of *Bromus inermis* and *Dactylis glomerata* genotypes and investigate the relationship between seed yield and forage yield to select better genotypes in terms of these traits, simultaneously. In this study, 36 genotypes selected from polycross populations of both species were clonally propagated and evaluated under normal and drought-stressed conditions during 2014 and 2015 at the Research Farm of Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. In both species, high genetic variation was observed among genotypes for seed yield and its components indicating high potential for improving these traits through targeted selection in breeding programs. Drought stress negatively affected seed yield and its components and reduced the genetic diversity of most traits. Most of the studied traits had relatively high heritability; therefore, improvement of these traits is possible through recurrent selection in breeding programs. The significant association between seed and forage yield indicated that it is possible to select superior genotypes based on seed and forage yield in both normal and water stress conditions, simultaneously. However, the intensity of this association was higher in *Dactylis glomerata* than *Bromus inermis*. In both species and under both normal and drought stress conditions, better genotypes were identified in terms of seed and forage yield. These genotypes can be used in developing genetic populations for simultaneous improvement of seed and forage yield in future studies and also for the development of synthetic varieties in both species.

Keywords: Drought stress, Heritability, *Dactylis glomerata*; *Bromus inermis*

1. Assistant Professor, Agricultural and Horticultural Science Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran and former PhD student of Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
*: Corresponding Author, Email: fatemeh.saeednia@yahoo.com