

بررسی تنوع ژنتیکی اجزاء عملکرد علوفه و تعیین فاصله ژنتیکی در کلون‌های ژنوتیپ‌های منتخب علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum* Fisch. ex Link)

رضا محمدی

دانشیار، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
 پست الکترونیک: r.mohammadi@abrii.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ۵۰ ژنوتیپ منتخب از گونه علوفه‌ای-مرتعی علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum* Fisch. ex Link) بر اساس صفات مهم زراعی و عملکرد علوفه انجام گرفت. هر یک از ژنوتیپ‌ها از طریق جدا کردن پنجه‌ها به چهار بوته کلون شدند و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور در تبریز کشت شدند. اندازه‌گیری صفات از فروردین ۱۳۹۶ شروع و برای دو سال انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت ژنوتیپ‌ها برای بیشتر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که حاکی از وجود تنوع گسترده برای همه صفات مورد مطالعه در این ژنوتیپ‌ها بود. بر اساس مقایسه میانگین صفات و در نظر گرفتن میانگین عملکرد علوفه خشک دو سال، تعداد ۱۴ ژنوتیپ که دارای عملکرد علوفه (بیش از ۳۵۰ گرم در بوته معادل ۹/۸ تن در هکتار در سال) و عملکرد بذر (بیش از ۴۰ گرم در بوته معادل ۱/۱۲ تن در هکتار) به عنوان ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند. بر اساس تجزیه خوشه‌ای ۵۰ ژنوتیپ مورد مطالعه در چهار گروه قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که تنوع و فاصله ژنتیکی قابل توجهی از نظر عملکرد علوفه و بذر و سایر صفات زراعی در بین ژنوتیپ‌های بررسی شده وجود دارد. لذا جمعیت مورد مطالعه، پتانسیل ژنتیکی مناسبی را برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر والدی به منظور تولید ارقام ترکیبی فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: علف گندمی بیابانی، تنوع ژنتیکی، عملکرد علوفه، تجزیه خوشه‌ای، رقم ترکیبی

مقدمه

پروتئینی است و هر ساله نیز تقاضا برای مواد پروتئینی افزایش می‌یابد. وسعت مراتع کشور که بخش عمده تولید علوفه را در کشور تأمین می‌کنند، بیش از ۸۴ میلیون هکتار است که ۸/۵ درصد در شرایط خوب، ۲۵/۲ درصد در شرایط متوسط و ۶۶/۳ درصد در شرایط فقیر هستند. با این وسعت، در مراتع کشور به طور متوسط سالانه حدود ۱۰ میلیون تن علوفه تولید می‌شود (Statistics of Iran

مراتع و چراگاه‌ها در حدود ۶۰ درصد از زمین‌های کشاورزی دنیا را به خود اختصاص داده‌اند که در تأمین علوفه ۳۶۰ میلیون گاو و بیش از ۶۰۰ میلیون گوسفند و بز نقش اساسی دارند (FAO, 2012). ایران با وجود داشتن تنوع اقلیمی وسیع و وجود منابع طبیعی و ذخایر گیاهی غنی هنوز در زمره کشورهای وارد کننده علوفه دامی و نیز مواد

تنوع ژنتیکی در دنیا است. به طوری که خاستگاه بسیاری از گیاهان مهم زراعی ایران است. گراس‌ها نیز در ایران تنوع گسترده‌ای دارند و بخش وسیعی از پوشش گیاهی مراتع کشور مربوط به گراس‌ها می‌باشد. بنابراین بایستی به حفاظت از این تنوع گسترده ژنتیکی و بهره‌برداری بهینه از آن مبادرت کرد (Mohammadi *et al.*, 2005). گراس‌ها از مهمترین گیاهان مرتعی هستند که به لحاظ ایجاد پوشش گیاهی، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند. برخی از گراس‌ها دارای ظرفیت بالایی از نظر عملکرد و کیفیت علوفه هستند که به منظور تولید علوفه کشت می‌شوند. عملکرد علوفه در گراس‌ها یکی از مهمترین صفات در انتخاب ارقام علوفه‌ای است. در شرایط کنونی که کمبود آب مشکل اصلی در بخش کشاورزی می‌باشد، عملکرد را بایستی علاوه بر واحد سطح بر اساس میزان آب مصرفی به ازاء تولید هر کیلوگرم ماده خشک در نظر گرفت تا کارایی مصرف آب رقم زراعی نیز بالا باشد. امروزه علاوه بر افزایش عملکرد علوفه، تولید بذر گیاهان علوفه‌ای نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به عنوان یکی از اهداف مهم در معرفی ارقام جدید مورد توجه قرار می‌گیرد (Mohammadi *et al.*, 2009)؛ زیرا ارقام علوفه‌ای پرمحصول و خوش‌خوراک بایستی از ظرفیت بذردهی مطلوبی برخوردار باشند تا در مزارع تولید بذر، امکان تولید بذر کافی برای بذریاشی و اصلاح مراتع فرسوده و ایجاد چراگاه‌های دست کاشت در اختیار باشد (Jafari, 2016). استفاده از گیاهان دارای منابع ژنی سازگار و متحمل به شرایط مختلف محیطی و بهره‌گیری از تنوع ژنتیکی وسیع آنها به منظور اصلاح ارقام مناسب از نظر کمیت و کیفیت علوفه زراعی و مرتعی یکی از مهمترین راهکارها برای افزایش تولید علوفه در شرایط آب و هوایی کشور است. از این رو توسعه گراس‌های علوفه‌ای پر تولید و پر بنیه و استفاده صحیح و اصولی از بذره‌ای اصلاح شده آنها که از تنوع ژنتیکی بالا و قدرت سازگاری مناسب به شرایط مختلف محیطی برخوردارند می‌تواند بخشی از نیاز علوفه‌ای کشور را تأمین و روند احیا و توسعه مراتع را نیز تسریع ببخشد.

(Agriculture, 2019). در ایران حدود ۸۳ میلیون واحد دامی (براساس گوسفند) از مراتع طبیعی استفاده می‌کنند، در حالی که ظرفیت مراتع برای حدود ۳۷ میلیون واحد کفایت می‌کند. بنابراین دام وابسته به مراتع بیش از دو برابر ظرفیت مراتع کشور است (Bahrami & Taheri, 2015).

یکی از مهمترین عوامل محدود کننده توسعه دامداری‌ها، کمبود مواد غذایی دامی حاصل از مراتع است. کمبود علوفه باعث فشار بیش از حد بر مراتع و پایین آمدن تولیدات دامی می‌گردد. به منظور برقراری تعادل مناسب بین تعداد دام موجود در کشور و علوفه مورد نیاز تغذیه آنها و به دنبال آن تأمین پروتئین مورد نیاز کشور، لازم است کشت گیاهان علوفه‌ای گسترش یافته و تولید علوفه افزایش پیدا کند. با افزایش تولید علوفه در زمین‌های زراعی کم بازده می‌توان فشار چرای بی‌رویه در مراتع را کاهش داد و ضمن بهبود پوشش گیاهی مراتع، بخشی از کمبود علوفه در کشور را جبران کرد. همچنین تقویت پوشش گیاهی در مراتع سرعت جریان آب را کاهش داده و باعث افزایش جذب آب باران و جلوگیری از فرسایش خاک و بروز سیلاب می‌شود. بنابراین پوشش گیاهی مناسب هم سرعت آب و هم غلظت آن را کاهش می‌دهد، در نتیجه در صورت بروز سیلاب نیز از قدرت تخریب آن می‌کاهد.

منابع تنوع ژنتیکی گیاهی گنجینه‌های بالقوه‌ای هستند که به عنوان پשתوانه‌ای ارزشمند برای متخصصان اصلاح نباتات محسوب می‌شوند، زیرا اساس تحقیقات به‌تازگی گیاهان بر پایه تنوع ژنتیکی وسیع استوار است. منابع ژنتیکی گیاهان علاوه بر نقش زیربنایی برای تولید ارقام جدید، به عنوان سازگاری ژنتیکی در برابر تغییرات محیطی حائز اهمیت هستند (Sheibanirad *et al.*, 2014; Mohammadi *et al.*, 2005). قبل از اجرای یک برنامه درازمدت اصلاحی، به طور معمول مطالعات ژنتیکی انجام می‌شود. اطلاعاتی در مورد مقدار و ماهیت تنوع ژنتیکی و همبستگی بین صفات لازم وجود دارد تا یک برنامه مؤثر اصلاحی مانند گزینش و تلاقی برای اصلاح یک رقم جدید اجرا شود. ایران به لحاظ برخورداری از شرایط متنوع آب و هوایی یکی از مراکز مهم

بنابراین به‌نژادی گیاهان علوفه‌ای به منظور افزایش عملکرد و کیفیت علوفه با سازگاری بالا به شرایط متنوع محیطی در این وضعیت تغییرات آب و هوایی و کاهش منابع تولید امری ضروریست (Biswas et al., 2020).

گیاهان متعلق به جنس آگروپیرون دارای سیستم ریشه-ای قوی و طول عمر زیادی هستند. این گیاهان مقاومت خوبی به تنش‌های محیطی مانند خشکی و سرمای شدید زمستانه دارند (Tandoh et al., 2019). جنس آگروپیرون در ایران ۱۹ گونه و در کل دنیا ۱۵۰ گونه دارد (Bor, 1970). آگروپیرون‌ها از مهمترین گراس‌های نواحی نیمه‌خشک و معتدل هستند. این گونه‌های چندساله مقاوم به خشکی، برای تولید علوفه، احداث چراگاه و مرتع دام‌های اهلی و نیز حیوانات وحشی منابع غذایی خوبی به‌شمار می‌آیند (Baral et al., 2018). بیشتر علف گندمی‌ها دگرگشن و پلی‌پلوئید هستند (Boroumandan and Motamedi, 2007; Robins and Jensen, 2020).

علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum* Fisch. ex Link) یکی از مهمترین گراس‌های مناطق معتدل دنیاست. این گیاه همچنین برای تثبیت خاک و کنترل علف‌های هرز نیز کاربرد دارد. علف گندمی بیابانی معمولاً به شرایط آب و هوایی نیمه‌مرطوب و خشک مناطق استپی و بیابانی سازگار است (Salehi Shanjani et al., 2013).

این علف گندمی در ماه‌های اردیبهشت و خرداد به سرعت رشد می‌کند، بنابراین در آن زمان که سایر علوفه‌ها ممکن است کمیاب باشند، امکان چرا را فراهم می‌کند. در شرایط آب و هوایی مناطق معتدل ایران عمده بارش‌ها در فصول بهار، پاییز و زمستان انجام می‌شود و تابستان‌ها معمولاً گرم و خشک می‌باشند. از این رو گراس‌های سردسیری چندساله که مقاوم به سرما هستند و در اوایل بهار و اواسط پاییز که بارندگی کافی در مناطق معتدل وجود دارد به خوبی رشد کرده و عملکرد علوفه مناسبی در مقایسه با سایر گیاهان علوفه‌ای تولید می‌کنند. تخمین زده می‌شود که در ایالات متحده آمریکا بین ۶ تا ۱۱ میلیون هکتار (Robins and Jensen, 2020) و در کانادا بیش از یک میلیون هکتار زمین

با بذره‌های علف گندمی بیابانی و تاجدار کشت شده باشد که این زمین‌ها بیشتر زمین‌های در معرض فرسایش و مزارع کشاورزی رها شده را شامل می‌شوند (Iwaasa et al., 2014). گونه *A. desertorum* در شرایط دیم، برای تولید علوفه، مرتع‌کاری و تولید بذر با پراکنش وسیعی توصیه شده است (Jafari, 2016). این گونه به علت خوش‌خوراک بودن و مقاومت در برابر خشکی و عوامل نامساعد جوی، بیشتر به صورت علوفه سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد. طول زندگی این نبات حتی به بیست سال نیز می‌رسد (Karimi, 2011). با توجه به اینکه علوفه آگروپیرون‌ها بعد از دوره گلدهی خشبی می‌شود و کیفیت آن برای چرای دام کاهش می‌یابد، بنابراین ژنوتیپ‌های دیررس‌تر برای افزایش طول دوره چرا و تأمین علوفه در اوایل تابستان مناسب‌تر می‌باشند (Tandoh et al., 2019). البته این موضوع برای مناطقی مانند اروپا که بارندگی تابستانه دارند صدق می‌کند و برای مناطق خشک مانند ایران که در تابستان بارندگی وجود ندارد ژنوتیپ‌های زودرس مناسب‌تر هستند تا هرچه زودتر در اواخر بهار قبل از قطع بارندگی دوره زندگی خود را تکمیل نمایند. گیاهان جنس آگروپیرون به دلیل توانایی رویش و تولید بیوماس در خاک‌های غیر حاصلخیز که برای تولید محصولات زراعی مناسب نیستند، به عنوان سوخت-های زیستی نیز مطرح هستند (Ciria et al., 2020).

مرسوم‌ترین روش به‌نژادی گراس‌های دگرگشن، ایجاد رقم ترکیبی می‌باشد که براساس بهره‌برداری از هتروزیس حاصل از ترکیب کلون‌های برتر استوار است (Sleper & Poehlman, 2006). در این راستا پایه و اساس تحقیقات به‌نژادی در این گیاهان بر جمع‌آوری، حفاظت، ارزیابی و توصیف ژرم‌پلاسما استوار است تا در نهایت بتوان با استفاده از داده‌های ثبت شده نسبت به معرفی والدین گیاهی مناسب برای تولید بذر اقدام نمود تا ضمن بهره‌برداری و استفاده صحیح و اصولی از تنوع ژنتیکی موجود بستر لازم را برای تحقیقات بعدی نیز هموار کرد (Copete et al., 2018; Farshadfar et al., 2018). از این رو ارزیابی ژرم‌پلاسما موجود و گزینش ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد علوفه و

بود که در طی فصل رشد به صورت دستی انجام شد. کوددهی شامل کود NPK (۲۰-۲۰-۲۰) بود که به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار در اوایل بهار انجام گردید و آبیاری در تیر و مردادماه با فاصله ۱۵ روز به صورت آبیاری قطره‌ای نواری انجام شد (قبل از آبیاری، سیستم آبیاری قطره‌ای نواری در مزرعه نصب شده بود). اندازه‌گیری صفات از فروردین ۱۳۹۶ آغاز شد و شامل تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا گرده‌افشانی، ارتفاع بوته در چین اول، طول سنبله در چین اول، تعداد ساقه در چین اول، عملکرد علوفه تر و علوفه خشک در دو چین، قطر یقه بعد از هر چین و عملکرد بذر بود. برداشت چین اول همزمان با رسیدن بذر در تیرماه و چین دوم در مهرماه انجام شد. عملیات داشت و داده‌برداری به همین صورت در سال دوم (۱۳۹۷) نیز تکرار شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات برای هر سال بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. برای برآورد وراثت‌پذیری عمومی از فرمول‌های زیر استفاده شد (Sleper and Poehlman, 2006).

$$\sigma_g^2 = \frac{MSg - MSe}{r}$$

$$h_b^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

در این فرمول‌ها:

σ_g^2 = برآوردی از واریانس ژنتیکی؛ MSg = میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها (تیمار)؛ MSe = میانگین مربعات خطای آزمایش؛ r = تعداد تکرار؛ h_b^2 = وراثت‌پذیری عمومی؛ σ_p^2 = برآوردی از واریانس فنوتیپی؛ σ_e^2 = برآوردی از واریانس محیطی.

به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از میانگین صفات در دو سال و از تجزیه خوشه‌ای (Cluster analysis) به روش وارد (Ward) استفاده شد. به منظور تعیین سهم هر صفت در تنوع کل و کاهش حجم داده‌ها از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

صفات مرتبط با آن گام مهمی در مسیر به‌نژادی این گیاه و معرفی ارقام مناسب برای مناطق معتدل کشور خواهد بود. در این تحقیق میزان تنوع ژنتیکی، شباهت‌ها و تفاوت‌های ۵۰ ژنوتیپ از گونه علوفه‌ای-مرتعی علف گندمی بیابانی در شرایط اقلیمی و اکولوژیکی استان آذربایجان شرقی (شهرستان تبریز)، از نظر عملکرد علوفه و صفات مهم زراعی از طریق ارزیابی‌های کلونی طی دو سال مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۵۰ ژنوتیپ (جدول-۱) از مزرعه خزانه علف‌گندمی بیابانی بر اساس صفات آگرومورفولوژیکی اندازه‌گیری شده در طی دو سال و بر مبنای صفات عملکرد علوفه، تاریخ گرده‌افشانی و مقاومت در برابر بیماری زنگ‌گزینش شدند. بذر اولیه توده‌های کشت شده در مزرعه خزانه از بانک ژن مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه شده بود (بانک بذر سابق ایستگاه شهید فزوه، اصفهان). هر یک از ژنوتیپ‌ها در اوایل فصل پاییز ۱۳۹۵ از طریق تقسیم بوته به چهار کلون تقسیم شدند و در یک طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی خلعت‌پوشان دانشگاه تبریز در شرایط آبیاری کشت گردیدند. به‌طوری‌که در هر تکرار یک بوته کشت شد و فاصله بوته‌ها در روی ردیف و بین ردیف‌ها ۶۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد (برابر ۲۸۰۰۰ بوته در هکتار). براساس طبقه‌بندی اقلیمی دوماستن، منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است. میانگین دمای سالانه ۱۰ درجه سلسیوس، میانگین حداکثر دمای سالانه ۱۶ درجه سلسیوس و میانگین دمای سالانه ۲/۲ درجه سلسیوس است. میانگین بارندگی سالانه این ناحیه ۲۷۱/۳ میلی‌متر است. اسیدیته خاک‌های منطقه در محدوده قلیایی تا متوسط می‌باشد. در فصل پاییز پس از کاشت گیاهان، بلافاصله آبیاری انجام شد و آبیاری دوم با دو هفته فاصله به صورت دستی انجام گردید. عملیات داشت در سال بعد (۱۳۹۶) شامل وجین

(PCA) استفاده شد که این تجزیه نیز بر روی میانگین صفات دو سال انجام گردید. برای تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از نرم‌افزار آماری SAS و برای تجزیه خوشه‌ای از نرم‌افزار Minitab استفاده شد. برای محاسبه عملکرد در هکتار با در نظر گرفتن تراکم ۲۸ هزار بوته در هکتار (فاصله کشت ۶۰ سانتیمتر در بین ردیف و روی ردیف) مقدار عملکرد در بوته بر حسب گرم به عدد ۲۸۰۰۰ ضرب شده است تا عملکرد به صورت گرم در هکتار به دست آید، سپس با تقسیم عدد به دست آمده به یک میلیون، عملکرد بر حسب تن در هکتار محاسبه شده است.

جدول ۱- فهرست ژنوتیپ‌های انتخابی مورد مطالعه از گونه *A. desertorum* و محل جمع‌آوری و کد توده اولیه

Table 1: List of studied genotypes of *A. desertorum* with indication of receiving location and accession code

ردیف Row	کد ژنوتیپ Genotype code	کد توده اولیه Accession code	محل جمع‌آوری بذر توده اولیه	Place of seed collection
1	Ad-01	1000/262	اصفهان - داران - مزرعه شفیعی	Shafiei farm, Daran, Isfahan
2	Ad-02	1000/352	تبریز، مرکز تحقیقات کشاورزی	Tabriz, Agricultural Research Center
3	Ad-03	1000/246	اصفهان - داران	Daran, Isfahan
4	Ad-04	1000/172	چادگان - سد زاینده‌رود	Chadgan, Zayandehroud Dam
5	Ad-05	1000/418	اصفهان - داران - قهیز	Gahiz, Daran, Isfahan
6	Ad-06	1000/11	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
7	Ad-07	1000/334	چهارمحال و بختیاری - بروجن	Broujen, Chaharmahale Bakhtyari
8	Ad-08	1000/88	اصفهان، ایستگاه خرگوش سد زاینده‌رود	Zayandehroud Dam, Khargosh station, Isfahan
9	Ad-09	1000/352	تبریز، مرکز تحقیقات کشاورزی	Tabriz, Agricultural Research Center
10	Ad-10	1000/190	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
11	Ad-11	1000/334	چهارمحال و بختیاری - بروجن	Broujen, Chaharmahale Bakhtyari
12	Ad-12	1000/169	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
13	Ad-13	1000/11	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
14	Ad-14	1000/107	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
15	Ad-15	1000/424	چهارمحال و بختیاری، بروجن، نصیرآباد	Nasirabad, Broujen, Chaharmahale Bakhtyari
16	Ad-16	1000/172	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
17	Ad-17	1000/446	چهارمحال و بختیاری	Chaharmahale Bakhtyari
18	Ad-18	1000/107	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
19	Ad-19	1000/188	ایستگاه تحقیقات مراتع دماوند	Damavand Rangeland Research Station
20	Ad-20	1000/172	چادگان - سد زاینده‌رود	Chadgan, Zayandehroud Dam
21	Ad-21	1000/334	چهارمحال و بختیاری - بروجن	Broujen, Chaharmahale Bakhtyari
22	Ad-22	1000/262	اصفهان - داران - مزرعه شفیعی	Shafiei farm, Najafabad, Isfahan

ردیف Row	کد ژنوتیپ Genotype code	کد توده اولیه Accession code	محل جمع‌آوری بذر توده اولیه	Place of seed collection
23	Ad-23	1000/188	ایستگاه تحقیقات مراتع دماوند	Damavand Rangeland Research Station
24	Ad-24	1000/158	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
25	Ad-25	1000/334	چهارمحال و بختیاری - بروجن	Broujen, Chaharmahale Bakhtyari
26	Ad-26	1000/188	ایستگاه تحقیقات مراتع دماوند	Damavand Rangeland Research Station
27	Ad-27	1000/424	چهارمحال و بختیاری، بروجن، نصیرآباد	Nasirabad, Broujen, Chaharmahale Bakhtyari
28	Ad-28	1000/88	اصفهان، ایستگاه خرگوش سد زاینده‌رود	Zayandehroud Dam, Khargosh station, Isfahan
29	Ad-29	1000/107	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
30	Ad-30	1000/190	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
31	Ad-31	1000/21	ایالات متحده آمریکا	United states of America
32	Ad-32	1000/446	چهارمحال و بختیاری	Chaharmahale Bakhtyari
33	Ad-33	1000/115	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
34	Ad-34	1000/172	چادگان - سد زاینده‌رود	Chadgan, Zayandehroud Dam
35	Ad-35	1000/158	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
36	Ad-36	1000/262	اصفهان - داران - مزرعه شفیعی	Shafiei farm, Daran, Isfahan
37	Ad-37	1000/190	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
38	Ad-38	1000/188	ایستگاه تحقیقات مراتع دماوند	Damavand Rangeland Research Station
39	Ad-39	1000/115	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
40	Ad-40	1000/424	چهارمحال و بختیاری، بروجن، نصیرآباد	Nasirabad, Broujen, Chaharmahale Bakhtyari
41	Ad-41	1000/446	چهارمحال و بختیاری	Chaharmahale Bakhtyari
42	Ad-42	1000/63	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
43	Ad-43	1000/262	اصفهان - داران - مزرعه شفیعی	Shafiei farm, Najafabad, Isfahan
44	Ad-44	1000/188	ایستگاه تحقیقات مراتع دماوند	Damavand Rangeland Research Station
45	Ad-45	1000/169	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
46	Ad-46	1000/63	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
47	Ad-47	1000/21	ایالات متحده آمریکا	United states of America
48	Ad-48	1000/158	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه - اصفهان	Fozveh seed bank, Isfahan
49	Ad-49	1000/352	تبریز، مرکز تحقیقات کشاورزی	Tabriz, Agricultural Research Center
50	Ad-50	1000/334	چهارمحال و بختیاری - بروجن	Broujen, Chaharmahale Bakhtyari



شکل ۱- تصویر چهار نمونه از ژنوتیپ‌های برتر علف‌گندمی بیابانی (*A. desertorum*) در مزرعه تحقیقاتی

Figure-1: Picture of four samples of superior genotypes of desert wheatgrass (*A. desertorum*) in the research field

نتایج

نتایج آمار توصیفی نشان داد که تنوع زیادی در بین ژنوتیپ‌های علف‌گندمی برای همه صفات مورد مطالعه وجود دارد (جدول-۲). تفاوت بین مقدار حداقل و حداکثر (دامنه) هر یک از صفات عدد بزرگی را نشان می‌دهد که حکایت از تفاوت زیاد ژنوتیپ‌های بررسی شده از نظر صفات مختلف دارد. دامنه عملکرد علوفه سالیانه در بین ۵۰ ژنوتیپ مورد مطالعه در سال اول ۲۸ تا ۳۴۱ گرم در بوته و در سال دوم ۷۴ تا ۷۶۰ گرم در بوته به دست آمد. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که تفاوت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای همه صفات در هر دو سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که حکایت از وجود تنوع ژنتیکی گسترده برای همه صفات مورد مطالعه در بین این ژنوتیپ‌ها دارد. بررسی

وراثت‌پذیری عمومی صفات نشان داد که صفاتی مانند عملکرد علوفه خشک سالیانه، تعداد روز تا ظهور سنبله، ارتفاع بوته، قطر طوقه و عملکرد علوفه خشک چین ۲ با بیش از ۵۰ درصد، وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی داشتند (جدول ۳). بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین صفات و در نظر گرفتن صفت عملکرد علوفه خشک سالیانه، ژنوتیپ‌های Ad-03، Ad-23، Ad-20، Ad-11، Ad-25، Ad-10، Ad-15، Ad-22، Ad-06، Ad-01، Ad-17، Ad-09، Ad-07 و Ad-21 دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک بودند، به‌طوری‌که عملکرد علوفه خشک سالیانه هر یک از ژنوتیپ‌ها در میانگین دو سال بیش از ۳۵۰ گرم در بوته به دست آمد (برابر ۹/۸ تن در هکتار علوفه خشک در سال). با بررسی عملکرد بذر نیز مشاهده شد که ژنوتیپ‌های Ad-10، Ad-37،

را کسب کردند (شکل ۱). همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشتر ژنوتیپ‌هایی که دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک بودند در گروه‌بندی تعداد روز تا ظهور سنبله در گروه زودرس‌ها قرار گرفته‌اند. همچنین همه ژنوتیپ‌هایی که از لحاظ هر دو صفت عملکرد علوفه و بذریه بالاتری را کسب کردند از گروه زودرس‌ها بودند (جدول ۴).

Ad-41, Ad-47, Ad-25, Ad-19, Ad-30, Ad-03, Ad-29, Ad-1, Ad-22, Ad-11, Ad-49 و Ad-46 با بیش از ۴۰ گرم بذر در هر بوته (برابر ۱/۱۲ تن در هکتار بذر) بیشترین عملکرد بذر را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). بر این اساس ژنوتیپ‌های Ad-10, Ad-25, Ad-03, Ad-22, Ad-01 و Ad-11 از لحاظ هر دو صفت عملکرد علوفه و بذریه بالاتری

جدول ۲- آمار توصیفی شامل میانگین، دامنه و انحراف استاندارد صفات مورد مطالعه در ۵۰ ژنوتیپ انتخابی از گونه علوفه‌ای- مرتعی

علف گندمی بیابانی (*A. desertorum*)

Table 3: Mean, range, standard deviation and coefficient of variation of studied traits in 50 selected genotypes of *A. desertorum*

Trait صفت	First year سال اول			Second year سال دوم		
	میانگین Mean	دامنه Range	انحراف استاندارد SD	میانگین Mean	دامنه Range	انحراف استاندارد SD
تعداد روز تا ظهور سنبله 1-Days to panicle emergence	39.70	63-25	7.64	30.68	7-48	9.84
تعداد روز تا گرده‌افشانی 2-Days to pollination	57.90	48-82	6.56	55.87	9-64	4.74
ارتفاع بوته (سانتیمتر) 3-Plant height (cm)	80.67	24-122	17.94	95.66	66-129	10.10
طول سنبله (سانتیمتر) 4-Panicle length (cm)	9.30	2-14	9.30	7.39	5-13	1.33
تعداد ساقه 5-Number of stems	115.39	20-234	43.08	345.37	35-590	103.19
عملکرد علوفه تر چین اول (گرم در بوته) 6-Forage fresh yield-cut1 (g.plant)	145.52	15-365	62.68	509.08	146-942	180.79
عملکرد علوفه خشک چین اول (گرم در بوته) 7-Forage dry yield-cut1 (g.plant)	88.82	9-195	37/94	298.78	91-584	103.26
قطر طوقه (سانتیمتر) 8-Crown diameter-cut1 (cm)	12.44	4-21	2.91	28.38	3-47	8.84
عملکرد بذر (گرم در بوته) 9-Seed yield (g.plant)	37.00	5-81	16.98	-	-	-
عملکرد علوفه تر چین اول (گرم در بوته) 10-Forage fresh yield-cut2 (g.plant)	230.14	38-503	93.70	323.38	83-787	129.02
عملکرد علوفه خشک چین دوم (گرم در بوته) 11-forage dry yield-cut2 (g.plant)	87.32	16-217	36.57	186.44	33-402	64.13
قطر طوقه (سانتیمتر) 12-Crown diameter-cut2 (cm)	20.33	11-31	3.45	22.81	10-33	3.95
عملکرد علوفه خشک سالیانه (گرم در بوته) 13-Annual DM yield (g.plant)	176.14	28-341	67.32	357.11	74-767	179.62

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات در ۵۰ ژنوتیپ انتخابی از گونه علوفه‌ای - مرتعی علف گندمی بیابانی (*A. desertorum*)

Table 3: Analysis of variance (ANOVA) in 50 selected genotypes of *A. desertorum*

صفت Trait	MS سال اول First year					MS سال دوم Second year				
	تکرار Rep (df =3)	ژنوتیپ Genotype (df =49)	خطا Error (df=147)	ضریب تغییرات CV%	h^2_b	تکرار Rep (df =3)	ژنوتیپ Genotype (df =49)	خطا Error (df=147)	ضریب تغییرات CV%	h^2_b
تعداد روز تا ظهور سنبله Days to heading	9.20	175.00 **	20.66	11.45	65.13	21.04	300.11**	30.50	18.00	68.85
تعداد روز تا گرده‌افشانی Days to pollination	6.85	129.91**	14.77	6.64	66.09	5.26	38.70**	17.36	7.45	23.51
ارتفاع بوته Plant height	283.30	940.40**	116.50	13.38	63.87	37.96	275.83**	45.47	7.04	55.88
طول سنبله Panicle length	1.50	4.28**	1.50	13.18	31.66	0.62	3.14**	1.33	14.55	25.39
تعداد ساقه Number of stems	4234.54	4096.9**	1060.83	28.22	41.71	3857.0	22386.6**	6874.99	24.01	36.06
عملکرد علوفه تر چین ۱ Forage fresh yield-cut1	14144.3	9430.3**	1887.66	29.85	49.97	6788.3	74098.1**	19411.25	27.36	41.33
عملکرد علوفه خشک چین ۱ Forage dry yield-cut1	2421.62	3739.2**	653.40	28.77	54.14	1301.8	23476.9**	6582.54	27.15	39.09
قطر طوقه Crown diameter-cut1	8.47	18.66**	5.11	18.17	39.86	20.48	239.95**	25.51	17.79	67.76
عملکرد بذر Seed yield	643.69	801.52**	110.22	28.37	61.06	-	-	-	-	-
عملکرد علوفه تر چین ۱ Forage fresh yield-cut2	2419.28	23695.74**	3939.47	27.27	55.63	653.66	42520.98**	9348.15	28.25	47.01
عملکرد علوفه خشک چین ۲ forage dry yield-cut2	664.05	3611.01**	583.54	27.90	56.47	1673.40	10638.84**	1987.75	23.91	52.11
قطر طوقه Crown diameter-cut2	26.67	26.80**	6.67	12.70	43.00	13.83	36.42**	8.74	12.95	44.19
عملکرد علوفه خشک سالیانه Annual DM yield	4675.29	12589.76**	1843.96	24.37	59.30	4790.92	113769.32**	5655.62	21.06	82.70

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

** significant at 1 % probability levels

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات در ۵۰ ژنوتیپ انتخابی از گونه علوفه‌ای- مرتعی علف گندمی بیابانی *A. desertorum* در دو سال

Table 4: Mean of traits of in 50 selected genotypes of *A. desertorum* in two years

ژنوتیپ Genotypes	روز تا ظهور سنبله Days to heading			روز تا گرده‌افشانی Days to pollination		ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height (cm)		طول سنبله (سانتیمتر) Panicle length (cm)		تعداد ساقه Number of stems	
	سال اول Year 1	سال دوم Year 2	2 years Mean	سال اول Year 1	سال دوم Year 2	سال اول Year 1	سال دوم Year 2	سال اول Year 1	سال دوم Year2	سال اول Year 1	سال دوم Year 2
Ad-01	42.50	26.75	34.62 b	59.25	57.25	80.75	97.00	8.00	6.00	128.50	440.00
Ad-02	47.50	42.25	44.88 a	64.75	61.25	67.00	90.75	9.50	7.25	117.50	400.00
Ad-03	42.75	26.00	34.37 b	60.25	54.75	75.75	97.75	9.75	8.75	102.75	417.50
Ad-04	42.25	25.00	33.62 b	59.50	54.00	78.50	86.75	11.00	8.50	95.25	264.50
Ad-05	40.50	24.25	32.37 b	60.50	54.75	89.50	92.50	9.12	8.00	112.25	427.50
Ad-06	40.00	39.00	39.50 a	58.00	46.25	74.75	89.00	11.37	9.12	125.50	380.50
Ad-07	48.25	46.50	47.37 a	65.25	60.75	71.25	86.25	10.62	6.25	130.50	382.50
Ad-08	38.75	19.50	29.12 b	59.25	52.25	75.25	99.50	9.25	7.50	85.25	302.50
Ad-09	28.75	20.75	24.75 b	50.00	51.75	73.75	93.75	9.37	6.75	134.50	440.00
Ad-10	33.00	16.50	24.75 b	53.25	49.50	96.75	105.00	10.50	8.50	152.25	467.50
Ad-11	34.75	17.00	25.87 b	54.00	53.50	95.25	100.50	10.00	9.00	121.75	392.50
Ad-12	48.00	22.50	35.25 a	61.00	54.75	52.00	83.00	9.37	8.50	30.75	174.25
Ad-13	40.00	36.00	38.00 a	57.00	55.75	54.50	83.25	7.87	7.12	47.00	238.00
Ad-14	35.50	31.50	33.50 b	53.25	55.75	81.75	93.25	9.87	7.25	126.25	345.00
Ad-15	35.50	29.75	32.62 b	52.50	53.75	92.75	94.50	9.50	7.75	137.00	375.00
Ad-16	36.00	13.50	24.75 b	53.25	53.00	68.75	95.25	10.00	8.25	79.50	340.00
Ad-17	34.50	18.75	26.62 b	54.50	53.25	71.50	96.25	11.25	8.37	144.25	485.00
Ad-18	45.50	38.50	42.00 a	61.50	57.50	67.75	93.75	8.25	6.25	54.50	264.50
Ad-19	34.50	35.75	35.13 a	51.75	55.50	72.50	96.00	10.87	8.37	108.28	280.00
Ad-20	30.75	23.00	26.87 b	51.25	53.00	82.25	105.75	11.00	9.00	10.00	301.25
Ad-21	37.50	22.75	30.12 b	57.00	53.50	81.75	89.50	8.87	6.75	108.00	385.00
Ad-22	37.25	31.00	34.12 b	54.50	54.50	92.75	97.50	9.50	8.00	161.75	437.00
Ad-23	26.25	30.75	28.50 b	48.75	55.50	98.50	99.50	9.25	8.00	137.75	477.50
Ad-24	36.25	32.75	34.50 b	52.25	54.75	55.25	86.50	10.12	9.00	33.75	161.00
Ad-25	34.00	21.75	27.87 b	52.75	48.75	106.25	94.75	10.50	8.87	141.50	448.75
Ad-26	37.75	36.25	37.00 a	57.00	56.75	79.75	89.50	9.00	7.25	100.75	236.75
Ad-27	58.25	44.25	51.25 a	76.00	62.00	63.25	85.75	8.50	7.50	80.00	300.00
Ad-28	39.25	32.00	35.62 a	58.00	57.75	104.00	102.25	10.00	9.25	136.25	362.50
Ad-29	35.25	33.50	34.37 b	55.50	56.75	101.75	109.25	9.75	8.00	136.25	390.00
Ad-30	35.25	28.75	32.00 b	54.25	57.75	89.50	93.00	9.50	7.75	142.75	337.50
Ad-31	35.25	33.00	34.12 b	54.00	56.25	64.00	97.50	7.75	7.75	77.00	277.50
Ad-32	35.75	34.50	35.12 a	53.50	57.00	97.50	107.00	9.50	9.00	114.75	297.50
Ad-33	35.50	24.25	29.87 b	53.75	56.25	84.50	95.00	7.75	7.75	142.00	325.00
Ad-34	34.00	36.25	35.12 a	52.75	59.00	63.25	83.75	8.25	9.00	103.75	425.00
Ad-35	52.75	41.50	47.12 a	68.25	59.00	45.25	75.50	7.50	6.25	86.50	330.00
Ad-36	47.75	38.75	43.25 a	64.25	58.50	74.50	101.25	9.50	8.37	139.50	300.00
Ad-37	30.50	12.00	21.25 b	51.50	53.00	103.25	109.25	10.00	8.50	153.25	342.50
Ad-38	45.25	37.50	41.37 a	61.50	57.75	88.25	98.75	9.00	7.00	110.25	445.00
Ad-39	52.00	35.50	43.75 a	70.00	59.75	76.75	100.00	8.50	9.00	102.50	276.25
Ad-40	46.50	26.50	36.50 a	64.25	56.00	79.50	89.25	7.75	7.25	131.75	327.50

ژنوتیپ Genotypes	روز تا ظهور سنبله Days to heading			روز تا گرده افشانی Days to pollination		ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height (cm)		طول سنبله (سانتیمتر) Panicle length (cm)		تعداد ساقه Number of stems	
	سال اول Year 1	سال دوم Year 2	2 years Mean	سال اول Year 1	سال دوم Year 2	سال اول Year 1	سال دوم Year 2	سال اول Year 1	سال دوم Year 2	سال اول Year 1	سال دوم Year 2
	Year 1	Year 2	Mean	Year 1	Year 2	Year 1	Year 2	Year 1	Year 2	Year 1	Year 2
Ad-41	37.75	39.50	38.62 a	54.75	58.50	91.25	99.00	9.25	7.87	145.50	292.50
Ad-42	35.75	39.25	37.50 a	54.25	58.50	99.00	106.75	9.00	7.75	127.50	288.75
Ad-43	39.50	14.75	27.12 b	56.25	54.00	76.25	96.25	7.75	8.75	125.00	312.50
Ad-44	49.25	39.50	44.37 a	67.25	58.75	77.75	101.75	9.50	7.75	73.25	282.50
Ad-45	37.75	27.75	32.75 b	57.50	65.00	93.00	91.00	8.75	6.75	159.25	400.00
Ad-46	41.25	37.25	39.25 a	60.75	57.25	118.00	123.50	10.25	9.37	160.25	375.00
Ad-47	40.00	37.50	38.75 a	57.75	59.00	78.00	88.75	9.00	8.37	110.50	317.50
Ad-48	48.50	40.75	44.62 a	65.75	59.25	93.25	92.50	8.50	8.37	161.50	380.00
Ad-49	40.25	35.75	38.00 a	57.50	58.75	64.25	95.50	7.00	8.12	124.25	327.00
Ad-50	45.75	35.75	40.75 a	63.50	57.25	71.25	103.75	9.25	6.75	109.00	292.50
2 years Mean			35.2								
LSD(0.05)	6.35	7.72		5.37	5.82	15.08	9.42	1.71	1.61	45.51	115.87

ژنوتیپ‌هایی که میانگین دو ساله تعداد روز تا ظهور سنبله آنها به ترتیب بیشتر و کمتر از میانگین کل (35.2) باشد دیررس (a) و زودرس (b) مشخص شده‌اند.

Means of genotypes for a number of days to heading averaged over two-year that are higher and less than (35.2) are considered as late (a) and early (b) maturity genotypes.

ادامه جدول ۴-

Table 4: Mean of traits in 50 selected genotypes of *A. desertorum* in two years

ژنوتیپ Genotypes	عملکرد علوفه خشک چین ۱ DM yield Cut1 (g/plant)		قطر طوقه چین ۱ Crown diameter -cut1 (cm)		عملکرد بذر سال ۱ Seed yield (g/plant)		خشک عملکرد علوفه چین ۲ DM yield-cut2 (g/plant)		گرم عملکرد علوفه خشک سالیانه در بوته Annual DM yield (g/plant)		میانگین دو سال 2 years mean
	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	
	Year 1	Year 2	Year 1	Year 2	Year 1	Year 2	Year 1	Year 2	Year 1	Year 2	
Ad-01	98.25	384.25	11.75	23.25	48.25	-	92.50	217.50	190.75	565.75	378.25
Ad-02	77.25	243.00	12.50	25.00	40.25	-	62.25	158.25	139.50	401.25	270.38
Ad-03	113.00	397.75	13.25	29.50	49.50	-	106.50	190.25	219.50	588.00	403.75
Ad-04	80.25	158.00	10.00	16.50	24.75	-	67.00	112.50	143.50	270.50	207.00
Ad-05	85.25	326.50	14.00	22.50	42.75	-	85.00	158.25	170.25	484.75	327.50
Ad-06	88.75	380.25	14.00	23.25	40.50	-	89.75	193.50	178.50	537.75	358.13
Ad-07	115.25	340.25	14.75	25.00	33.25	-	113.25	214.75	228.50	555.00	391.75
Ad-08	64.75	283.00	13.00	24.75	33.00	-	90.25	182.50	155.00	465.50	310.25
Ad-09	98.50	316.75	14.00	24.75	33.25	-	137.75	243.75	236.25	560.50	398.37
Ad-10	130.00	414.25	13.00	21.75	72.50	-	108.50	247.25	240.25	661.50	450.87
Ad-11	96.00	401.00	11.25	24.00	45.25	-	174.50	237.50	270.50	638.50	454.50
Ad-12	21.75	148.75	6.25	17.25	7.50	-	32.75	111/75	54.50	260.50	157.50
Ad-13	37.25	228.50	12.75	25.50	13.75	-	50.25	163.75	92.50	392.25	242.38
Ad-14	59.75	271.00	11.25	19.25	36.25	-	50.00	130.00	109.75	401.00	255.38

ژنوتیپ Genotypes	عملکرد علوفه خشک چین ۱ DM yield Cut1 (g/plant)		قطر طوقه چین ۱ Crown diameter -cut1 (cm)		عملکرد بذر سال ۱ Seed yield (g/plant)		خشک عملکرد علوفه چین ۲ DM yield-cut2 (g/plant)		اگر عملکرد علوفه خشک سالیانه در بوته) Annual DM yield (g/plant)		
	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year1	سال ۲ Year2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	سال ۱ Year 1	سال ۲ Year 2	میانگین دو سال 2 years mean
Ad-15	102.75	366.50	12.50	24.00	41.25	-	82.25	212.25	187.00	575.00	381.00
Ad-16	48.75	226.00	11.25	19.25	34.75	-	56.75	162.50	105.50	388.50	247.00
Ad-17	86.50	368.75	12.75	26.75	28.00	-	68.75	194.00	155.25	562.75	359.00
Ad-18	55.50	219.00	10.25	20.50	30.50	-	68.00	159.50	121.25	378.50	249.88
Ad-19	87.25	311.25	12.00	23.50	52.75	-	79.25	165.50	166.50	476.75	321.63
Ad-20	105.50	385.50	13.00	24.50	28.25	-	107.50	206.75	213.00	592.25	402.63
Ad-21	83.25	299.00	12.50	24.50	34.75	-	89.50	225.00	172.75	524.00	348.38
Ad-22	112.00	355.75	12.75	24.50	45.50	-	94.75	222.25	206.75	578.00	392.38
Ad-23	102.50	385.75	15.00	25.75	40.50	-	119.75	231.00	222.25	589.75	406.00
Ad-24	28.75	132.75	7.00	20.25	9.25	-	19.75	76.75	40.25	209.50	124.88
Ad-25	142.50	415.00	16.00	25.50	53.25	-	136.25	235.50	273.75	650.50	462.13
Ad-26	76.00	181.25	13.75	36.25	33.75	-	80.25	85.75	156.25	122.00	139.13
Ad-27	69.25	224.50	11.00	44.25	14.00	-	62.75	139.75	132.00	184.00	158.00
Ad-28	118.75	309.50	13.50	32.00	44.00	-	105.75	162.25	224.50	194.25	209.38
Ad-29	76.00	384.25	15.00	33.50	49.25	-	100.75	223.75	250.25	257.25	253.75
Ad-30	113.25	333.00	15.50	28.50	52.00	-	96.75	215.25	210.00	243.75	226.87
Ad-31	40.25	174.75	9.50	33.00	18.75	-	55.00	129.00	95.25	162.00	128.62
Ad-32	108.50	262.50	13.50	34.50	24.75	-	68.50	210.75	177.00	245.25	211.13
Ad-33	84.00	231.00	12.00	29.50	41.75	-	55.00	157.50	139.00	187.00	163.00
Ad-34	87.25	254.75	14.25	27.50	29.75	-	89.75	211.50	177.00	239.00	208.00
Ad-35	45.00	192.25	10.00	41.50	15.50	-	76.00	159.75	121.00	201.25	161.13
Ad-36	84.00	315.50	12.25	38.25	39.75	-	85.50	182.25	169.50	220.50	195.00
Ad-37	163.00	354.75	14.50	12.00	67.25	-	95.75	219.75	258.75	231.75	245.25
Ad-38	139.00	344.25	15.00	37.50	37.25	-	135.50	319.00	274.50	356.50	315.50
Ad-39	84.25	265.50	9.25	35.50	29.50	-	57.00	139.50	141.25	175.00	158.13
Ad-40	94.00	373.50	13.25	26.50	20.50	-	110.75	288.50	204.75	315.00	259.87
Ad-41	87.25	251.25	14.25	39.50	62.50	-	73.00	157.00	160.25	196.50	178.37
Ad-42	88.00	312.75	13.00	39.25	43.50	-	102.50	170.00	190.50	209.25	199.87
Ad-43	65.00	247.75	9.25	14.75	26.25	-	64.75	141.25	129.75	156.00	142.87
Ad-44	61.25	315.00	9.25	39.50	21.25	-	63.00	186.00	124.25	225.50	174.87
Ad-45	112.25	317.25	15.50	27.75	43.75	-	133.50	230.50	245.75	285.25	265.50
Ad-46	133.25	473.25	15.25	37.25	45.00	-	145.50	314.00	278.75	351.25	315.00
Ad-47	82.00	360.75	12.75	37.50	56.25	-	101.00	143.50	183.00	181.00	182.00
Ad-48	93.50	248.75	12.75	40.75	40.25	-	67.75	186.25	161.25	227.00	194.13
Ad-49	77.50	294.25	11.50	35.75	45.25	-	88.25	179.00	165.75	214.75	190.25
Ad-50	61.75	257.50	9.75	35.75	30.25	-	75.25	118.00	137.00	153.75	145.38
LSD(0.05)	35.72	113.38	3.16	7.05	16.67	-	34.04	62.30	60.00	105.09	81.20

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

در این روش مؤلفه‌های اصلی شناسایی می‌شود تا به جای اینکه تمامی ویژگی‌ها مورد بررسی قرار گیرند، یک مجموعه ویژگی‌هایی که ارزش بیشتری دارند، تحلیل شوند. در واقع تجزیه به مؤلفه‌های اصلی آن ویژگی‌هایی را که ارزش بیشتری دارند برای ما استخراج می‌کند. با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای میانگین داده‌های دو سال، سه مؤلفه اول به ترتیب با ۵۱، ۲۰ و ۸ درصد و در مجموع ۸۰ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه کردند. مقادیر نسبی ضرایب بردارهای ویژه در مؤلفه اول نشان داد که صفات

عملکرد علوفه در هر دو چین و تعداد ساقه با ضرایب مثبت عمده‌ترین نقش را در تبیین مؤلفه اول داشتند، بنابراین مؤلفه اول بنام مؤلفه عملکرد نامگذاری شد. در مؤلفه دوم مقادیر نسبی ضرایب بردارهای ویژه در صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا گرده‌افشانی و قطر یقه در چین اول دارای اهمیت بیشتری بودند، از این رو این مؤلفه به نام مؤلفه زمان بلوغ نامگذاری گردید. در مؤلفه سوم نیز طول سنبله، ارتفاع بوته و عملکرد بذر بیشترین اهمیت را داشتند، از این رو این مؤلفه به نام بذر نامگذاری شد (جدول ۵).

جدول ۵- بردارهای ویژه، واریانس‌های نسبی و تجمعی مؤلفه‌های اصلی برای میانگین دو ساله کلیه صفات اندازه‌گیری شده در ۵۰

ژنوتیپ انتخابی از گونه علوفه‌ای- مرتعی علف‌گندمی بیابانی (*A. desertorum*)

Table 5: Eigenvalues, percentage of variance and cumulative variances of the principal component analysis using the two-year average of all the measured traits in 50 selected genotypes of *A. desertorum*

صفت	Trait	مؤلفه اول PC1	مؤلفه دوم PC 2	مؤلفه سوم PC 3
تعداد ساقه	Number of stems	0.32	0.04	-0.16
عملکرد علوفه تر چین ۱ (گرم در بوته)	Forage fresh yield-cut1 (g/plant)	0.36	0.10	-0.04
عملکرد علوفه خشک چین ۱ (گرم در بوته)	Forage dry yield-cut1 (g/plant)	0.37	-0.04	0.02
عملکرد علوفه تر چین ۲ (گرم در بوته)	Forage fresh yield-cut2 (g/plant)	0.33	0.12	-0.33
عملکرد علوفه خشک چین ۲ (گرم در بوته)	forage dry yield-cut2 (g/plant)	0.35	0.11	-0.28
قطر طوقه - چین دوم (سانتیمتر)	Crown diameter-cut2 (cm)	0.29	0.26	0.20
قطر طوقه - چین اول (سانتیمتر)	Crown diameter-cut1 (cm)	0.07	0.52	0.27
تعداد روز تا ظهور سنبله	Days to heading	-0.15	0.49	-0.00
تعداد روز تا گرده‌افشانی	Days to pollination	-0.15	0.49	-0.08
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	Plant height (cm)	0.29	-0.00	0.45
طول سنبله (سانتیمتر)	Panicle length (cm)	0.13	-0.28	0.46
عملکرد بذر (گرم در بوته)	Seed yield (g/plant)	0.28	-0.05	0.33
عملکرد علوفه خشک سالیانه (گرم در بوته)	Annual DM yield (g/plant)	0.29	-0.20	-0.38
مقادیر ویژه	Eigenvalues	6.67	2.62	1.13
واریانس توجیه شده	Justified variance	51.36	20.16	8.72
واریانس تجمعی	Cumulative variance	51.36	71.25	80.25

اعداد با فونت پررنگ که زیر آنها خط کشیده شده دارای ضرایب بردارهای ویژه بزرگتری در مؤلفه مورد نظر هستند.

The underlined numbers in bold font have larger values eigenvector coefficients in the desired component

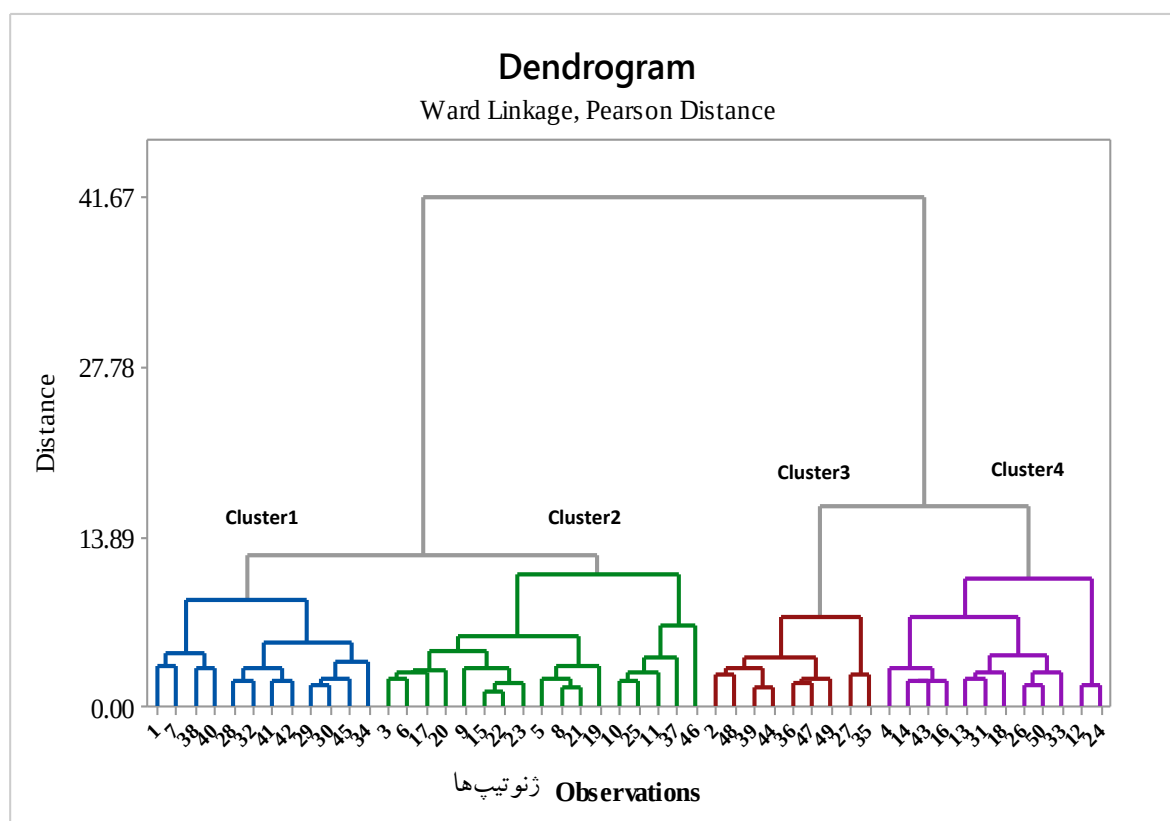
تجزیه خوشه‌ای

بر اساس تجزیه خوشه‌ای ۵۰ ژنوتیپ علف‌گندمی بیابانی در ۴ گروه ژنوتیپی مختلف قرار گرفتند (شکل ۲).

نتایج مربوط به تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای (جدول ۶) نشان داد که میانگین مربعات بین گروه‌ها از نظر بیشتر صفات در سطح

بالا تری داشتند. ژنوتیپ‌های خوشه شماره یک (رنگ آبی)، از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه، عملکرد علوفه خشک در هر دو چین و عملکرد علوفه خشک سالیانه در رتبه دوم بعد از خوشه شماره دو قرار گرفتند. در خوشه شماره سه (رنگ قرمز)، ژنوتیپ‌های دیررس که از نظر بیشتر صفات در رتبه سوم بودند قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های متعلق به خوشه چهار (رنگ بنفش) از نظر بیشتر صفات مانند تعداد ساقه، ارتفاع بوته، قطر یقه و عملکرد علوفه در رتبه چهارم قرار گرفتند.

احتمال یک درصد و فقط برای طول سنبله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است، در حالی که میانگین مربعات داخل گروه‌ها برای همه صفات به جز قطر یقه و عملکرد علوفه تر چین اول غیرمعنی‌دار بود. گروه‌های ژنوتیپی ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب دارای ۱۲، ۱۷، ۹ و ۱۲ ژنوتیپ بودند. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در خوشه شماره دو (رنگ سبز) زودرس بودند و از نظر بیشتر صفات مانند ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد ساقه، عملکرد علوفه خشک در هر دو چین، عملکرد بذر و عملکرد علوفه خشک سالیانه میانگین



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward روی ۵۰ ژنوتیپ منتخب از گونه علف‌گندمی بیابانی (A.

desertorum) بر مبنای میانگین دو ساله ۱۳ صفت مورد مطالعه (برای شماره و منشأ ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود).

Figure 2: Dendrogram obtained from cluster analysis of 50 selected genotypes of desert wheatgrass (A. *desertorum*) based on 13 morphological traits using Ward method (Refer to Table 1 for the number and origin of genotypes).

جدول ۶- تعداد خوشه، تعداد ژنوتیپ و میانگین ۱۳ صفت مورد مطالعه در هر یک از خوشه‌ها در ۵۰ ژنوتیپ انتخابی از گونه علف

گندمی بیابانی (*A. desertorum*)

Table 6: Number of groups, number of populations and average of 13 studied traits in each group of 50 genotypes of *A. desertorum*

صفت Trait	میانگین مربعات MS	Mean میانگین صفات				میانگین کل overall mean
		گروه ۱ Group1 (n=12)	گروه ۲ Group2 (n=17)	گروه ۳ Group3 (n=9)	گروه ۴ Group4 (n=12)	
تعداد روز تا ظهور سنبله 1- Days to heading	391.81**	36.75 ^b	30.12 ^c	44.00 ^a	34.20 ^b	35.19
تعداد روز تا گرده‌افشانی 2-Days to pollination	155.43**	57.55 ^b	53.86 ^c	62.65 ^a	56.17 ^{bc}	56.88
ارتفاع بوته (سانتیمتر) 3-Plant height (cm)	593.43**	92.59 ^a	93.67 ^a	81.76 ^b	80.75 ^b	88.17
طول سنبله (سانتیمتر) 4-Panicle length (cm)	2.43*	8.38 ^b	9.14 ^a	8.25 ^b	8.38 ^b	8.62
تعداد ساقه 5-Number of stems	18917.24**	248.15 ^b	262.38 ^a	217.15 ^c	177.17 ^d	230.38
عملکرد علوفه تر چین اول (گرم در بوته) 6-Forage fresh yield-cut1 (g.plant)	77714.59**	365.01 ^b	389.36 ^a	307.37 ^c	216.61 ^d	327.30
عملکرد علوفه خشک چین اول (گرم در بوته) 7-Forage dry yield-cut1 (g.plant)	28388.91**	212.78 ^b	235.43 ^a	174.08 ^c	130.63 ^d	193.80
قطر طوقه (سانتیمتر) 8-Crown diameter-cut1 (cm)	122.20**	22.66 ^{ab}	19.04 ^b	24.40 ^a	17.11 ^c	20.41
عملکرد بذر (گرم در بوته) 9-Seed yield (g.plant)	915.72**	40.73 ^b	44.31 ^a	34.44 ^c	25.60 ^d	37.01
عملکرد علوفه تر چین اول (گرم در بوته) ۱۰-Forage fresh yield-cut2 (g.plant)	65425.20**	327.84 ^a	327.36 ^a	240.45 ^b	181.20 ^c	276.76
عملکرد علوفه خشک چین دوم (گرم در بوته) 11-forage dry yield-cut2 (g.plant)	14501.33**	160.13 ^a	161.48 ^a	118.76 ^b	92.37 ^c	136.88
قطر طوقه (سانتیمتر) 12-Crown diameter-cut2 (cm)	47.94**	23.67 ^a	22.12 ^{ab}	21.26 ^b	18.91 ^c	21.57
عملکرد علوفه خشک سالیانه (گرم در بوته) 13-Annual DM yield (g.plant)	112184.66**	257.06 ^b	374.01 ^a	187.09 ^c	183.71 ^c	266.63

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

*, ** = significant at 5 and 1 % probability levels , respectively

میانگین گروه‌ها در هر ردیف که دارای حروف متفاوت هستند تفاوت معنی‌داری با هم دارند.

The mean of clusters in each row that have different letters are significantly different

بحث

سیستم خودناسازگاری و دگرگرده‌افشانی بالا در این گیاه است. مشابه این نتایج توسط Jafari و همکاران (۲۰۱۸) در گونه *Agropyron pectiniforme* و Jafari و همکاران (۲۰۰۷) در گونه *A. desertorum* نیز به دلیل ماهیت

به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای از نظر صفات مهم زراعی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی علف‌گندمی بیابانی وجود دارد که ناشی از

دگرگشتی در این گونه‌ها گزارش شده است.

بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین صفات و در نظر گرفتن صفت عملکرد علوفه خشک سالیانه (مجموع دو چین)، تعداد ۱۴ ژنوتیپ دارای بیشترین عملکرد در هر دو سال بودند، به طوری که عملکرد علوفه خشک سالیانه میانگین دو سال، هر یک از ژنوتیپ‌ها بیش از ۳۵۰ گرم در بوته به دست آمد (برابر ۹/۸ تن در هکتار علوفه خشک). با بررسی عملکرد بذر نیز مشاهده شد که ۱۴ ژنوتیپ با بیش از ۴۰ گرم بذر در هر بوته (برابر ۱/۱۲ تن در هکتار بذر) بیشترین عملکرد بذر را به خود اختصاص دادند. بر این اساس ژنوتیپ‌های Ad-01، Ad-22، Ad-10، Ad-25، Ad-10 و Ad-11 از لحاظ هر دو صفت عملکرد علوفه و بذر رتبه بالاتری را کسب کردند و از گروه ژنوتیپ‌های زودرس بودند. از آنجا که صفات عملکرد علوفه و عملکرد بذر از مهمترین صفات در اصلاح گراس‌ها هستند، انتخاب بر اساس این صفات بسیار حائز اهمیت است (Sleper & West, 1996; Jafari, 2016). همچنین با توجه به اهمیت زودرسی در شرایط آب و هوایی کشور ما و ارتباط آن با عملکرد، انتخاب ژنوتیپ‌های زودرس در برنامه‌های به‌نژادی بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

بررسی وراثت‌پذیری عمومی صفات نشان داد که صفاتی مانند عملکرد علوفه خشک سالیانه، تعداد روز تا ظهور سنبله، ارتفاع بوته، قطر طوقه و عملکرد علوفه خشک چین ۲ با بیش از ۵۰ درصد، وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی داشتند. صفاتی که وراثت‌پذیری عمومی بالایی داشته باشند پاسخ به گزینش برای این صفات در برنامه‌های به‌نژادی بالا خواهد بود (Mohammadi et al., 2009). در مطالعه Jafari (۲۰۱۶) با بررسی چالش‌های تولید بذر گرامینه‌های مرتعی، عملکرد علوفه خشک گونه *A. desertorum* در اراک در شرایط آبی ۳/۷ و در شرایط دیم ۲/۷ تن در هکتار و برای عملکرد بذر در شرایط آبی ۶۱۵ و در شرایط دیم ۵۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کرده است. در این مطالعه عملکرد بالاتر (۳۵۰ گرم در بوته برابر ۹/۸ تن در هکتار) در شرایط کشت آبی می‌تواند به دلیل برداشت علوفه در دو

چین و استفاده از ژنوتیپ‌های گزینش شده و برتر باشد.

در مطالعه Taghizadeh و همکاران (۲۰۱۱) تنوع ژنتیکی ۱۸ جمعیت ایرانی علف گندمی بیابانی با استفاده از صفات مورفولوژیکی و نشانگر مولکولی ارزیابی و گزارش شد که بین جمعیت‌ها از لحاظ همه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد و جمعیت اردبیل از نظر عملکرد علوفه و بذر برتر از بقیه بود. Jafari و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی تنوع و روابط بین عملکرد بذر و اجزای عملکرد در ۳۱ ژنوتیپ علف گندمی (*A. desertorum*) بیان کردند که تنوع قابل ملاحظه‌ای در کلیه صفات مورد بررسی وجود دارد و ضرایب همبستگی بین عملکرد بذر و صفات تعداد ساقه، شاخص برداشت و تعداد سنبله مثبت و معنی‌دار است، همچنین بین عملکرد علوفه با ارتفاع بوته و تعداد ساقه، رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت.

با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، میانگین داده‌های دو سال سه مؤلفه اول در مجموع ۸۰ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه کردند. صفات عملکرد علوفه در هر دو چین و تعداد ساقه با ضرایب مثبت عمده‌ترین نقش را در تبیین مؤلفه اول داشتند، بنابراین مؤلفه اول بنام مؤلفه عملکرد نامگذاری شد. در مطالعه‌ای که روی تنوع ژنتیکی ۳۱ ژنوتیپ علف گندمی بیابانی انجام شد تجزیه مؤلفه‌های اصلی تعداد ۵ مؤلفه را معرفی کردند که مؤلفه اول ۷۵ درصد از کل واریانس متغیرها را به خود اختصاص داد (Seyedmohammadi and Khayat, 2015).

در این تحقیق بر اساس تجزیه خوشه‌ای ۵۰ ژنوتیپ مورد مطالعه در ۴ گروه ژنوتیپی مختلف قرار گرفتند که به ترتیب دارای ۱۲، ۱۷، ۹ و ۱۲ ژنوتیپ بودند. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در خوشه شماره دو (رنگ سبز) زودرس بودند و از نظر بیشتر صفات مانند ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد ساقه، عملکرد علوفه خشک در هر دو چین، عملکرد بذر و عملکرد علوفه خشک سالیانه میانگین بالاتری داشتند. Jafari و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ۳۱ ژنوتیپ علف گندمی بیابانی را بر اساس ۱۴ صفت مورد مطالعه در ۷ گروه طبقه‌بندی کردند. آنان

مناسب اقدام شود.

منابع مورد استفاده

- Bahrami, F., Taheri, A. 2015. Estimation of economic level of rangelands and comparison with existing situation in Hamedan province. Journal of Forest and Rangeland. 107: 32-38. (In Persian)
- Baral, K., Coulman, B., Biligetu, B., Fu, Y.B. 2018. Genotyping-by-sequencing enhances genetic diversity analysis of crested wheatgrass [*Agropyron cristatum* (L.) Gaertn]. International Journal of Molecular Sciences. 19:2587.
- Biswas, D.K., Coulman, B., Biligetu, B., and Fu, Y.B. 2020. Advancing brome grass breeding through imaging phenotyping and genomic selection: A review. Frontiers in Plant Science. doi: 10.3389/fpls.2019.01673
- Bor, N.L. 1970. Flora Iranica. In K. H. Rechinger (Ed.) Gramineae (pp. 571-573). Graz, Austria: Akademische Druck- und Verlagsanstalt.
- Boroumandan, P., and Motamedi, J., 2007. Forage grasses. Razi University Press. 281 pp.
- Ciria, C.S., Barro, R., Sanz, M., Ciria, P. 2020. Long-term yield and quality performance of perennial energy grasses (*Agropyron spp.*) on marginal land. Agronomy. 10(7):1051. <https://doi.org/10.3390/agronomy10071051>
- Copete, A., Moreno, R., and Cabrera, A. 2018. Characterization of a world collection of *Agropyron cristatum* accessions. Genetic Resources and Crop Evolution, 65:1455-1469.
- Farshadfar, M., Nowrozi, R., Safari, H., Shirvani, H., Amjadian, M. 2018. Assessment of genetic diversity in *Agropyron desertorum* accessions using ISSR molecular marker. Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society. 6 (1), 20-29.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2012. Livestock on grazing lands. <http://www.fao.org/3/x5304e/x5304e03.htm>.
- 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 Research. 15(3):211- 221. (In Persian)
- Jafari, A., Faraji, M., Nakhjavan, S. and Afkar, S. 2018. Variation of yield and morphological traits in several Iranian populations of *Agropyron pectiniforme*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 26 (1): 132-142. doi: 10.22092/ijrfpbgr.2018.116667 (In Persian)

همچنین بیان کردند که ارقام و اکوتیپ‌های زودرس ارتفاع بوته و عملکرد بیشتری داشتند. از این رو زودرسی برای تسریع تکمیل دوره زندگی و بقاء گرامینه‌های مرتعی در مناطق خشک که تحت تأثیر تنش‌های خشکی هستند بسیار حائز اهمیت است.

اطلاعات به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای می‌تواند ما را در شناسایی ژنوتیپ‌هایی که فاصله ژنتیکی بیشتری از یکدیگر دارند یاری دهد، زیرا ژنوتیپ‌هایی که داخل یک گروه قرار می‌گیرند، قرابت ژنتیکی بیشتری با یکدیگر دارند. Kölliker و همکاران (۲۰۰۵) گزینش یک ژنوتیپ برتر از هر خوشه (گروه) را برای تشکیل مجموعه متنوع از والدین برای تلاقی پلی‌کراس مناسب تشخیص داده و نشان داند که واریته ترکیبی به دست آمده از این والدین، هتروزیس بیشتری در مقایسه با والدینی که همه از درون یک خوشه انتخاب شده بودند، داشتند. البته ارزیابی تکمیلی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسِم مورد مطالعه با استفاده از نشانگرهای مولکولی و تلفیق آن با نتایج این پژوهش، اطلاعات بیشتری در زمینه شناسایی ژنوتیپ‌های برتر با فاصله ژنتیکی دورتر را برای توسعه ارقام مناسب در اختیار خواهد گذاشت. Taghizadeh و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیان کردند که استفاده از نشانگرهای مولکولی برای ارزیابی‌های دقیق‌تر ژرم‌پلاسِم مورد مطالعه به منظور بهره‌گیری از آنها در برنامه‌های اصلاحی آینده مؤثر خواهد بود.

در کل به‌نژادی در گیاهان زراعی بر پایه تنوع ژنتیکی استوار است. در گونه‌های علوفه‌ای-مرتعی هم تنوع ژنتیکی موجب افزایش پایداری و سازگاری در زیست‌بوم‌های طبیعی و زراعی می‌شود. بنابراین شناسایی ژنوتیپ‌های برتر با تنوع ژنتیکی مناسب به منظور تولید ارقام ترکیبی در گراس‌های علوفه‌ای دگرگشن مانند علف گندمی بیابانی باعث تجمع ژن‌های مطلوب و بهره‌گیری از هتروزیس در جهت افزایش عملکرد می‌شود. بنابراین ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شده در این تحقیق بایستی به صورت کلونی تکثیر و در خزانه پلی‌کراس کشت شوند تا با گرده‌افشانی آزاد بین آنها نسبت به تولید ارقام ترکیبی با عملکرد و سازگاری

- genotypes by path coefficient analyses for determination effective traits on grain yield in moderate climate condition (Arak Region). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*. 6(5): 130-136.
- Sheibanirad, A., Mirlohi, A., Mohammadi, R., Ehsanzadeh, P., Sayed-Tabatabaei, B. E. 2014. Cytogenetic and crossability studies in hulled wheat collected from Central Zagros in Iran. *Plant Systematics and Evolution*. 300(8): 1895-1901.
 - Sleper, D.A. and Poehlman, J.M., 2006. *Breeding Field Crops*. 6th edition. Van Nostrand Reinhold Company. New York. 724 pp.
 - Sleper, D. A. and West. C. P., 1996. Tall fescue. p. 471-502. In Moser, L.E. et al. *Cool-season forage grasses*. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Soil Science Society of America. AMA/CSSA/SSSA. Madison, WI (USA). 841 p.
 - Statistics of Iran Agriculture. 2019. Ministry of Agriculture. Deputy of Planning and Economics. Information and Communication Technology Center. Volume II. 425 p. (In Persian)
 - Taghizadeh, R., Jafari, A.A., Imani, A.A., Asghari, A. and Choukan, R. 2011. Investigation of genetic variability in Iranian populations of desert wheatgrass (*Agropyron desertorum*) based on morphological and RAPD markers. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 19(1): 85-100. doi: 10.22092/ijrfpbgr.2011.7643 (In Persian)
 - Tandoh, S., Coulman, B. & Biliget, B. 2019. Assessment of crested wheatgrass (*Agropyron cristatum* L.) accessions with different geographical origins for agronomic and phenotypic traits and nutritive value. *Euphytica* **215**, 161. <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2476-4>
 - Jafari, A., 2016. Challenges of grasses seed production for rehabilitation of rangelands and cultivation in low efficient dryland farming of Iran. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, Vol. 3, No. 3, (107-122). (In Persian)
 - Iwaasa, A.D., Jefferson, P. G., and Birkedal E. J. 2014. Beef cattle grazing behaviour differs among diploid and tetraploid crested wheatgrasses (*Agropyron cristatum* and *A. desertorum*)," *Canadian Journal of Plant Science*. 94(5), 851-855. <https://doi.org/10.1139/CJPS2013-373>
 - Karimi, H. 2011. *Range management*. Tehran University Press. 460 pp. (In Persian)
 - Mohammadi, R., Khayyam-Nekouei, M. and Mirlohi, A.F. 2009. Genetic variation and heritability of several quantitative traits in selected genotypes of tall fescue. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 16 (2): 254-272.
 - Mohammadi, R., Khayyam-nekoei, M., Mirlohi, A.F. and Razmjoo, Kh., 2005. Investigation of genetic variation in tall wheat grass (*Agropyron elongatum* (Host) Beauv.) populations. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 14 (1): 15-24. (In Persian)
 - Robins, J.G., and Jensen, K.B. 2020. Breeding of the Crested Wheatgrass Complex (*Agropyron* spp.) for North American Temperate Rangeland Agriculture and Conservation. *Agronomy*. 10(8):1134. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081134>
 - Salehi Shanjani, P., Jafari, A.A. and Calagari, M. 2013. Genetic variation among wild and cultivated *Agropyron desertorum* populations based on total protein profiles and phenotypic traits, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 41(3): 117-134, DOI:10.1080/01140671.2013.793203
 - Seyedmohammadi, A., and Khayat, M. 2015. Genetic diversity evaluation of *Agropyron desertorum*

Genetic variation of forage yield and yield components in selected genotypes of desert wheatgrass (*Agropyron desertorum* Fisch. ex Link)

R. Mohammadi*

*Corresponding author, Assoc. Prof., Branch for Northwest & West region, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, I.R. Iran, Email: r.mohammadi@abrii.ac.ir

Received: 17.01.2023

Accepted: 01.03.2023

Abstract

This study was aimed to assess genetic variation and characterize 50 selected genotypes of *Agropyron desertorum* Fisch. ex Link. using agro-morphological traits and forage yield. Each genotype was clonally propagated into four clones and they were space planted in a randomized complete block design with four replications on the research farm of the Agricultural Biotechnology Research Institute of the Northwest and West regions, Tabriz, Iran. Data collected from March 2017 for two years. The results of the variance analysis showed significant differences among the genotypes for most of the traits ($P < 0.01$), which indicated high variation among the studied genotypes for all the traits. Based on the mean comparison of annual forage dry matter yield over two years, the 14 genotypes with higher annual forage production (more than 350 g/plant equal to 9.8 t.h⁻¹) and also higher seed yield (more than 40 g/plant equal to 1.12 t.h⁻¹) were selected as the superior genotypes. Based on the cluster analysis, the 50 genotypes were divided into four clusters. The results indicated that there were significant variation and considerable distance for forage, seed yield and other traits among the studied genotypes. Thus, these genotypes could be suitable genetic sources for selecting superior parental genotypes to improve breeding composite varieties.

Keywords: *Agropyron desertorum*, genetic variation, forage yield, cluster analysis, composite variety