

بررسی تنوع عملکرد علوفه و صفات مورفولوژیکی زراعی مرتبط با آن در جمعیت‌های علف پشمکی (*Bromus inermis* Leyss.)

زهرا ملکی^۱، مجتبی نورآئین^۲ و رضا محمدی^{۳*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، آذربایجان شرقی

۲- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، آذربایجان شرقی

۳- نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار، 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: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۳

چکیده

علف پشمکی (*Bromus inermis* Leyss.) یکی از مهمترین گیاهان علوفه‌ای و مرتعی می‌باشد که به دلیل سازگاری به شرایط مختلف محیطی در عرصه‌های منابع طبیعی کشور پراکنش دارد. ۲۲ جمعیت علف پشمکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ از لحاظ صفات مورفولوژیکی، برای شناسایی جمعیت‌های پرمحصول ارزیابی شدند. اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.05$) از لحاظ صفات مورد بررسی بین جمعیت‌ها وجود داشت که حکایت از وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین آنها بود. جمعیت‌های B.in-8، B.in-9، B.in-15 و B.in-1 با بیش از ۵۴۰ گرم در بوته عملکرد علوفه خشک سالیانه بیشتری داشتند. دو جمعیت B.in-1 و B.in-19 به ترتیب با ۱۰۰ و ۶۰ گرم بذر در بوته، تولید بذر بیشتری نسبت به سایر جمعیت‌ها داشتند. بررسی همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه نشان داد که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین عملکرد علوفه خشک سالیانه با صفات تعداد ساقه، قطر طوقه، عملکرد علوفه خشک چین اول و دوم، عملکرد بذر و قطر تاج پوشش وجود داشت. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات مورد بررسی با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگتر از یک منجر به معرفی چهار مؤلفه شد که در مجموع ۸۲٪ از تغییرات را بین جمعیت‌ها توجیه کردند. نتایج مربوط به تجزیه خوشه‌ای منجر به گروه‌بندی جمعیت‌های مورد مطالعه در سه گروه شد. از این‌رو جمعیت‌های مورد مطالعه، زمینه ژنتیکی مناسبی را برای انتخاب جمعیت‌های برتر از خوشه‌های مختلف فراهم نمود، به طوری که می‌توان از آنها در برنامه‌های به‌نژادی از طریق پلی‌کراس و تولید ارقام ترکیبی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تنوع ژنتیکی، صفات مورفولوژیک، پلی‌کراس

مقدمه

کمبود علوفه و عدم دسترسی به آب زراعی از مهمترین عوامل محدودکننده آن به‌شمار می‌آید (Shahabzadeh et al., 2020a). در این بین گیاهان علوفه‌ای چمنی می‌توانند نقش کلیدی در تأمین علوفه دامی و تأمین فرآورده‌های پروتئینی ایفا کنند. گراس‌ها متعلق به تیره گندمیان بوده و

کشور ایران با وجود دارا بودن تنوع اقلیمی وسیع، منابع محیطی و ذخایر گیاهی غنی از جمله کشورهای وارد کننده مواد پروتئینی محسوب می‌شود. هرچند توسعه صنعت دامپروری از راهکارهای رفع این مشکل است، اما

افزایش نیاز به گزینش جمعیت‌های جدید گیاهان علوفه‌ای علفزارها شده است (Fernandes et al, 2014). به‌طور کلی تنوع منبای گزینش، برای بهبود ژنتیکی بوده و با افزایش تنوع ژنتیکی در یک جامعه توانایی و بازدهی ناشی از انتخاب بیشتر می‌شود (Maxted et al, 2013). در این بین صفات مورفولوژیکی از جمله اولین و قدیمی‌ترین نشانگرهای ژنتیکی مورد استفاده در ارزیابی تنوع بین و درون جمعیت‌ها به‌شمار می‌آیند که امروزه نیز اهمیت خود را حفظ کرده‌اند. این صفات اگر از توارث بالایی برخوردار باشند به دلیل عدم نیاز به تکنیک‌های پیشرفته، می‌توانند یکی از گزینه‌های مناسب در مطالعات تنوع ژنتیکی به‌شمار بیایند که قابلیت ارزیابی را در مراحل مختلف نمو گیاهان زراعی دارند ولی عیب عمده آنها عدم پوشش کل ژنوم گیاهی مورد مطالعه است (Shahabzadeh et al, 2020b). در پژوهشی Mohammadi و همکاران (2006) با بررسی تنوع ژنتیکی ۲۰ جمعیت از گونه علف پشمکی (*B. inermis*) در اصفهان گزارش کردند که ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالایی برای صفات مورفولوژیکی در این گونه وجود دارد. Jangali و همکاران (2012) تنوع ژنتیکی هیجده جمعیت از دو گونه *B. tomentellus* و *B. inermis* را با استفاده از صفات مورفولوژیکی بررسی و گزارش کردند که میانگین کل *B. tomentellus* از لحاظ وزن هزار دانه و صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر از میانگین *B. inermis* بیشتر است. در مقابل، میانگین *B. inermis* از لحاظ عملکرد بذر و علوفه بیشتر از میانگین *B. tomentellus* بود.

با توجه به خشکسالی‌های اخیر در ایران و خطر نابودی مراتع طبیعی به دلیل چرای بی‌رویه دام‌ها، اهمیت گراس‌ها به‌ویژه *B. inermis* به دلیل مقاومت عالی در برابر خشکی، چرای دام و از سوی دیگر جلوگیری از فرسایش خاک بیش از پیش مطرح می‌شود. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های *B. inermis*

شامل ۷۰۰ جنس و ۱۰۰۰۰ گونه می‌باشد (Kellogg, 1998). حدود ۴۰ گونه گراس علوفه‌ای به دلیل داشتن قابلیت تولید علوفه در دنیا مورد توجه می‌باشند که جنس‌های *Poa*, *Agrostis*, *Lolium*, *Festuca*, *Bromus*, *Dactylis* و *Cynodon* پرکاربردترین آنها هستند (Wang et al, 2001). جنس بروموس (*Bromus*) گروهی از گراس‌ها را شامل می‌شود که از لحاظ جغرافیایی گسترش وسیعی دارند و شامل گونه‌های یکساله، دو ساله و چند ساله با سطوح پلوئیدی مختلف و تیپ‌های رشدی متفاوت هستند (Sanderson et al, 2002) و دارای مقاومت بالا به تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌باشند و شرایط بعد از برداشت را به راحتی تحمل می‌کند (Jangali et al, 2012). به‌طور کلی ۱۵۰ گونه یکساله یا چندساله جنس بروموس با رشد در دامنه وسیعی از شرایط مختلف جغرافیایی در جهان گزارش شده است و در ایران مطابق با آخرین گزارش شامل ۳۶ گونه می‌باشد (Naderi and Rahiminejad, 2015). اغلب ارقام زراعی جنس *Bromus* از گونه *B. inermis* هستند. این گیاه در سال ۱۸۸۴ برای اولین بار در کالیفرنیا معرفی و در پی خشکسالی ۱۹۳۰ در آمریکا، به علت مقاومت زیاد به خشکی مورد توجه قرار گرفت (Boroumandan And Motamedi, 2007).

روش‌های کلاسیک اصلاح نباتات طی قرن‌های گذشته بیشترین نقش را در بهبود ژنتیکی گراس‌ها به منظور تولید و افزایش کاربرد آنها داشته است (Wang et al, 2001). اما وجود مسائلی مانند چندساله بودن، کوچک بودن گل‌ها و غیره موجب کم شدن سرعت به‌نژادی در گراس‌ها در مقایسه با سایر گیاهان شده است. در حالی که افزایش عملکرد در واحد سطح و همچنین بهبود کیفیت علوفه‌ای این گیاهان، لزوم وجود تلاش بیشتر محققان را نسبت به توسعه ارقام علوفه‌ای آشکار می‌نماید (Hopkins et al, 2004؛ Majidi, 2007). طبق نظر پژوهشگران، تغییرپذیری پایین ژنتیکی علفزارها و وقوع عوامل تنش‌زای زیستی و غیرزیستی موجب

اوایل فروردین سال دوم (۱۳۹۷) برای چین‌های اول و دوم انجام شد. به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مورد مطالعه صفات مورفولوژیکی، تعداد روز تا ظهور خوشه، تعداد روز تا گرده‌افشانی، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول خوشه (سانتی‌متر)، تعداد ساقه، قطر طوقه، عملکرد علوفه خشک چین اول (گرم در بوته)، عملکرد بذر در چین اول (گرم در بوته)، عملکرد علوفه تر در چین دوم (گرم در بوته)، عملکرد علوفه خشک در چین دوم (گرم در بوته)، عملکرد علوفه خشک سالیانه (گرم در بوته)، قطر تاج پوشش (سانتی‌متر)، طول برگ (سانتی‌متر) و عرض برگ (میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از نرم‌افزار آماری SAS و همبستگی بین صفات از SPSS22 و تجزیه خوشه‌ای و تجزیه مؤلفه‌های اصلی از Minitab استفاده شد.

نتایج

تجزیه واریانس

تمامی صفات مورد مطالعه بجز طول خوشه و قطر تاج پوشش، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین جمعیت‌های علف پشمکی داشتند (جدول ۲). میانگین مربعات تعداد روز تا ظهور خوشه، تعداد روز تا گرده‌افشانی، عرض برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند و برای صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه، قطر طوقه، عملکرد علوفه خشک چین اول و دوم، عملکرد بذر، طول برگ، عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک سالیانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. همچنین براساس آماره توصیفی بیشترین ضریب تغییرات (CV) مربوط به صفت عملکرد بذر (۴۰/۴۵) و کمترین ضریب تغییرات مربوط به صفت تعداد روز تا گرده‌افشانی (۲/۲۶) بود (جدول ۲).

استفاده از صفات مورفولوژیکی برای انتخاب جمعیت‌های با عملکرد علوفه مطلوب و تولید بذر بالا طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال‌غرب و غرب کشور در تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۵ دقیقه و ۱۳ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۰۱ دقیقه و ۱۵ ثانیه با ارتفاع ۱۶۷۱ متر از سطح دریای آزاد انجام شد. در این پژوهش از ۲۲ جمعیت علف پشمکی (۱۵ جمعیت از نقاط مختلف ایران و ۷ جمعیت از کشور مجارستان) استفاده شد (جدول ۱). بذر اولیه توده‌های ایرانی از بانک بذر ایستگاه شهید فزوه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان و بذر توده‌های مجارستان از (Gene bank of the Hungarian Institute of Agrobotany (HIFA), Tapioszele, Hungary) تهیه شده بود. ابتدا تعداد ۱۰۰ بذر از هر جمعیت در گلدان‌های پلاستیکی سه کیلویی در خاک مخلوط (دو قسمت خاک زراعی، یک قسمت ماسه و یک قسمت کود دامی) در اواخر پاییز در گلخانه کاشته شدند. پس از جوانه‌زنی و رشد اولیه، گلدان‌ها در اوایل بهار برای سازگاری به محیط خارج از گلخانه انتقال داده شدند. در بهار سال ۱۳۹۶ گیاهان بر اساس طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی کشت گردیدند، به طوری که در هر تکرار ده بوته در یک ردیف کشت شد. همچنین در کاشت بوته‌ها فاصله بین ردیف ۶۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۵۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به چندساله بودن علف پشمکی، در سال اول به‌منظور تثبیت بوته‌ها در مزرعه داده‌برداری انجام نشد و یادداشت‌برداری صفات از

جدول ۱- لیست جمعیت‌های انتخابی مورد مطالعه از گونه علف پشمکی و محل جمع‌آوری آنها

ردیف	کد جمعیت	کد توده اولیه	محل جمع‌آوری و تهیه بذر توده اولیه
۱	B.in-1	۲۰۰۰/۴۰	اصفهان- سمیرم- وردشت حیدرآباد
۲	B.in-u1	۲۰۰۰/۴۰	اصفهان- سمیرم- وردشت حیدرآباد
۳	B.in-3	۲۰۰۰/۴۳	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۴	B.in-4	۲۰۰۰/۱۸	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۵	B.in-5	RCAT064835	خارجی- مجارستان-Uzsa
۶	B.in-6	RCAT041016	خارجی- مجارستان-Babolna
۷	B.in-7	۲۰۰۰/۱۸	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۸	B.in-8	۲۰۰۰/۴۸	اصفهان- فریدون‌شهر- چشمه لنگان
۹	B.in-9	۲۰۰۰/۲۹	همدان
۱۰	B.in-10	۲۰۰۰/۴۸	اصفهان- فریدون‌شهر- چشمه لنگان
۱۱	B.in-11	RCAT040601	خارجی- مجارستان-Kotelek
۱۲	B.in-12	۲۰۰۰/۴۰	اصفهان- سمیرم- وردشت حیدرآباد
۱۳	B.in-13	۲۰۰۰/۱۸	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۱۴	B.in-15	۲۰۰۰/۱۸	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۱۵	B.in-16	۲۰۰۰/۲۵	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۱۶	Bin-17	RCAT064835	خارجی- مجارستان-Uzsa
۱۷	Bin-18	RCAT041016	خارجی- مجارستان-Babolna
۱۸	B.in-19	RCAT064835	خارجی- مجارستان-Uzsa
۱۹	B.in-22	۲۰۰۰/۲۵	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۲۰	B.in-23	RCAT041861	خارجی- مجارستان-Kerekegyhaza
۲۱	B.in-24	۲۰۰۰/۲۴	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۲۲	B.in-25	۲۰۰۰/۲۵	بانک بذر ایستگاه شهید فزوه- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

مقایسه میانگین صفات

بر اساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین مقدار تعداد روز تا ظهور خوشه مربوط به جمعیت‌های B.in-25، B.in-10 و B.in-5 (بیش از ۴۹ روز) و کمترین مقدار مربوط به جمعیت B.in-16 (۳۵/۳۳ روز)، بیشترین مقدار تعداد روز تا گرده‌افشانی مربوط به جمعیت‌های B.in-5 و B.in-25 (بیش از ۷۷ روز) و کمترین مقدار مربوط به جمعیت B.in-3 (۷۳/۱۱) بود. جمعیت B.in-22 بیشترین ارتفاع بوته (۱۵۰ سانتی‌متر) و جمعیت B.in-23 کمترین ارتفاع بوته (۱۲۳ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد. جمعیت‌های B.in-1 و B.in-22 با بیش از ۱۸ سانتی‌متر بیشترین طول خوشه و جمعیت B.in-15 با ۱۵/۱۱ سانتی‌متر کمترین طول خوشه را داشتند. بیشترین تعداد ساقه به جمعیت‌های B.in-1 و B.in-9 با بیش از ۲۱۰ ساقه و کمترین تعداد ساقه به جمعیت B.in-7 با ۱۰۸/۷۸ تعلق داشت. بیشترین قطر طوقه مربوط به جمعیت‌های B.in-15، B.in-9، B.in-25 و B.in-8 با بیش از ۳۳ سانتی‌متر و کمترین قطر طوقه مربوط به جمعیت B.in-3 با ۲۵/۶۶ سانتی‌متر بود. جمعیت‌های B.in-1، B.in-8 و B.in-15 با بیش از ۴۶۰ گرم در بوته دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک در چین اول و جمعیت B.in-24 با ۲۰۷/۸۹ دارای

کمترین عملکرد علوفه خشک در چین اول بودند. همچنین جمعیت‌های B.in-1 و B.in-19 بیشترین عملکرد بذر را به ترتیب با ۱۰۰ و ۶۰ گرم و جمعیت B.in-3 کمترین عملکرد بذر (۱۸/۸۹ گرم) را به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار قطر تاج پوشش مربوط به جمعیت‌های B.in-8، B.in-15 و B.in-16 با بیش از ۵۶ سانتی‌متر و کمترین مقدار قطر تاج پوشش مربوط به جمعیت B.in-24 با ۴۴/۸۹ سانتی‌متر بود. جمعیت B.in-16 بیشترین طول برگ (۴۵/۳۳ سانتی‌متر) و جمعیت B.in-25 کمترین طول برگ (۲۵/۳۳ سانتی‌متر)، جمعیت‌های B.in-1، B.in-8، B.in-17 و B.in-25 با بیش از ۹ میلی‌متر بیشترین مقدار عرض برگ و جمعیت B.in-24 با ۵/۶۶ میلی‌متر کمترین مقدار عرض برگ را داشتند. جمعیت‌های B.in-9 و B.in-8 با بیش از ۱۰۰ گرم در بوته بیشترین عملکرد علوفه خشک در چین دوم و جمعیت B.in-24 با ۳۶/۲۲ کمترین عملکرد علوفه خشک در چین دوم را داشتند. جمعیت‌های B.in-15، B.in-9، B.in-8 و B.in-1 با بیش از ۵۴۰ گرم عملکرد علوفه خشک سالیانه در بوته دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک سالیانه و جمعیت B.in-24 با داشتن ۲۴۴/۱۱ گرم دارای کمترین عملکرد علوفه خشک سالیانه بود (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین مربعات منابع تغییر در تجزیه واریانس و ضریب تغییرات در ۲۲ جمعیت از گونه علوفه‌ای علف پشمکی

صفت	بلوک df = ۲	تیمار (جمعیت) df = ۲۱	خطا df = ۴۲	ضریب تغییرات (CV%)
تعداد روز تا ظهور خوشه	۱۰۴/۸۸ *	۵۲/۴۶ *	۲۵/۴۸	۱۱/۳۲
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۱۷۳/۷۷ **	۵/۵۳ *	۲/۹۱	۲/۲۶
ارتفاع بوته	۳/۹۶ ^{ns}	۹۴/۲۱ **	۳۲/۵۵	۴/۲۱
طول خوشه	۰/۳۶ ^{ns}	۲/۵۳ ^{ns}	۱/۵۷	۷/۵۲
تعداد ساقه	۲۷۶/۷۹ ^{ns}	۵۸۳۳/۱۵ **	۱۳۳۴/۸۲	۲۲/۴۴
قطر طوقه	۱۱/۳۵ ^{ns}	۲۲/۹۳ **	۹/۶۸	۱۰/۳۱
عملکرد علوفه خشک چین اول	۵۳۸۵/۴۸ ^{ns}	۱۵۷۶۴/۴۶ **	۶۳۲۵/۸۳	۲۳/۸۹
عملکرد بذر در چین اول	۳۱۸/۱۵ ^{ns}	۸۷۱/۸۶ **	۳۸۰/۲۹	۴۰/۴۵
قطر تاج پوشش	۱۰۴/۴۹ ^{ns}	۵۷/۱۴ ^{ns}	۴۰/۱۰	۱۲/۶۵
طول برگ	۹۵/۵۰ *	۵۵/۴۲ **	۲۳/۲۹	۱۶/۰۸
عرض برگ	۳/۵۴ ^{ns}	۳/۶۰ *	۱/۷۲	۱۶/۵۸
عملکرد علوفه تر چین دوم	۲۹۹۹۱/۴۱ **	۵۱۸۸/۱۷ **	۲۱۹۷/۶۰	۳۸/۷۴
عملکرد علوفه خشک چین دوم	۶۵۳۷/۶۵ **	۱۶۸۸/۵۰ **	۳۹۶/۲۶	۲۷/۵۴
عملکرد علوفه خشک سالیانه	۱۶۹۳۰/۵۳ ^{ns}	۲۲۱۶/۲۱ **	۷۹۲۰/۹۶	۲۱/۹۶

*، **، ***: ns و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار

همبستگی بین صفات

عملکرد علوفه خشک سالیانه با صفات تعداد ساقه، قطر طوقه، عملکرد علوفه خشک در هر دو چین، عملکرد بذر، قطر تاج پوشش، عرض برگ و عملکرد علوفه تر رابطه معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۴). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد بذر با صفات طول خوشه، تعداد ساقه، قطر

طوقه، عرض برگ و قطر تاج پوشش مشاهده شد (جدول ۴). بنابراین تجزیه همبستگی صفات نشان داد که صفات تعداد ساقه، قطر طوقه، قطر تاج پوشش و عرض برگ نقش مهمی در عملکرد علوفه و بذر دارند و گزینش برای هر یک از این صفات موجب افزایش عملکرد علوفه و بذر خواهد شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در ۲۲ جمعیت از گونه علوفه‌ای علف پشمکی

عمکرد علوفه خشک چین اول	قطر طوقه	تعداد ساقه	طول خوشه	ارتفاع بوته	تعداد روز تا گرده افشانی	تعداد روز تا خوشه دهی	جمعیت
۴۷۶/۲۲a	۳۲/۴۴a-d	۲۱۴/۸۹ab	۱۸/۳۳ab	۱۳۲/۵۵cde	۷۳/۸۹c-f	۴۳/۶۶a-f	B.in-1
۳۰۰/۳۳b-e	۲۷/۱۱e-h	۱۲۴/۴۴ef	۱۶/۶۶b-e	۱۳۷/۲۲b-e	۷۷/۴۴a	۴۴/۸۸a-f	B.in-u1
۲۲۳/۵۶de	۲۵/۶۶gf	۱۴۰/۷۸def	۱۵/۷۷ed	۱۴۱/۷۷abc	۷۳/۱۱f	۳۹/۲۲efg	B.in-3
۳۰۶/۸۹b-e	۲۹/۵۵b-h	۱۴۱/۵۶def	۱۷/۰۰b-e	۱۳۲/۰۰def	۷۴/۴۴c-f	۴۵/۶۶a-e	B.in-4
۳۱۱/۴۴b-e	۳۰/۴۴a-h	۱۲۷/۴۴ef	۱۷/۸۹abc	۱۳۵/۶۶b-e	۷۷/۶۶a	۴۹/۸۹ab	B.in-5
۳۶۵/۷۸abc	۲۷/۸۹d-h	۱۵۵/۲۲b-f	۱۶/۵۵b-e	۱۳۳/۳۳cde	۷۶/۳۳a-d	۴۷/۷۷a-d	B.in-6
۲۷۸/۸۹b-e	۲۸/۵۵cd-h	۱۰۸/۷۸f	۱۶/۶۶b-e	۱۳۵/۷۸b-e	۷۵/۰۰a-f	۴۷/۶۶a-d	B.in-7
۴۶۱/۲۲a	۳۳/۱۱abc	۱۹۵/۳۳a-d	۱۷/۰۰b-e	۱۳۷/۹۹b-e	۷۵/۰۰a-f	۴۵/۸۹a-e	B.in-8
۴۰۳/۰۰ab	۳۴/۴۴ab	۲۴۷/۶۶a	۱۵/۷۷de	۱۳۳/۱۱cde	۷۶/۰۰a-e	۴۸/۴۴a-d	B.in-9
۳۰۲/۴۴b-e	۲۷/۳۳d-h	۱۲۹/۷۸ef	۱۷/۲۲a-d	۱۳۴/۷۸b-e	۷۴/۶۱b-f	۴۹/۱۱abc	B.in-10
۳۱۶/۶۷b-e	۳۱/۸۹a-e	۱۴۲/۲۲edf	۱۶/۷۸b-e	۱۲۸/۸۹ef	۷۴/۴۴c-f	۴۶/۴۴a-e	B.in-11
۳۰۹/۳۴b-e	۳۲/۲۲a-e	۱۶۷/۱۱b-f	۱۶/۷۷b-e	۱۲۹/۱۱ef	۷۶/۴۴a-d	۴۱/۸۹b-g	B.in-12
۳۲۰/۸۹b-e	۳۱/۲۲a-f	۲۰۵/۶۷abc	۱۶/۵۵b-e	۱۳۴/۰۰cde	۷۶/۶۶abc	۴۷/۵۵a-d	B.in-13
۴۶۴/۴۴a	۳۵/۱۱a	۱۹۳/۰۰a-d	۱۵/۱۱e	۱۴۰/۴۴bcd	۷۵/۲۲a-f	۴۴/۲۲a-f	B.in-15
۳۲۷/۷۸b-e	۳۰/۵۵a-g	۱۷۸/۱۱b-e	۱۶/۱۱cde	۱۴۴/۱۱ab	۷۳/۶۶def	۳۵/۳۳g	B.in-16
۳۶۸/۷۸abc	۳۰/۰۰a-h	۱۶۱/۸۹b-f	۱۷/۲۲a-d	۱۳۴/۲۲cde	۷۵/۳۳a-f	۴۰/۸۹c-g	B.in-17
۳۰۶/۲۲b-e	۲۹/۸۸b-h	۱۴۵/۳۳def	۱۵/۵۵de	۱۳۳/۰۰cde	۷۶/۱۱a-d	۴۶/۳۳a-e	B.in-18
۳۸۹/۶۷ab	۳۱/۳۳a-f	۱۷۹/۷۸b-e	۱۶/۴۴b-e	۱۳۴/۶۶cde	۷۵/۵۵a-f	۴۱/۴۴c-g	B.in-19
۲۴۹/۵۵cde	۲۵/۳۳h	۱۵۱/۵۶c-f	۱۹/۱۱a	۱۵۰/۰۰a	۷۳/۸۹c-f	۴۴/۷۸a-f	B.in-22
۲۷۹/۴۴b-e	۲۹/۶۶b-h	۱۷۳/۴۴b-e	۱۶/۶۷b-e	۱۲۳/۰۰f	۷۳/۸۸c-f	۴۰/۶۷d-g	B.in-23
۲۰۷/۸۹e	۲۶/۵۵fgh	۱۴۰/۰۰def	۱۵/۶۶de	۱۳۹/۷۷bcd	۷۳/۴۴ef	۳۷/۳۳gf	B.in-24
۳۵۳/۰۰a-d	۳۳/۵۵abc	۱۵۷/۳۳b-f	۱۶/۵۵b-e	۱۳۵/۸۸b-e	۷۷/۳۳ab	۵۱/۷۷a	B.in-25
۱۳۱/۰۵	۵/۱۲	۶۰/۲۰	۲/۰۶	۹/۴۰	۲/۸۱	۸/۳۱	LSD (0.05)

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

ادامه جدول ۳-

عملکرد علوفه خشک سالیانه	عملکرد علوفه خشک چین دوم	عملکرد علوفه تر در چین دوم	عرض برگ	طول برگ	قطر تاج پوشش	عملکرد بذر	جمعیت
۵۴۲/۶۷abc	۶۶/۴۴d-h	۱۳۲/۱۱a-e	۹/۱۱a	۳۲/۸۹bc	۵۴/۶۶a-d	۱۰۰/۵۶a	B.in-1
۳۹۳/۳۳def	۹۳/۰۰a-d	۱۵۲/۲۲a-d	۸/۷۸ab	۲۸/۶۶bc	۵۰/۰۰bcd	۴۰/۲۲b-e	B.in-u1
۳۰۳/۵۶fg	۸۰/۰۰b-f	۱۲۵/۷۸a-e	۶/۷۸b-e	۳۵/۴۴b	۴۹/۳۳bcd	۱۸/۸۹e	B.in-3
۳۶۸/۰۰efg	۶۱/۱۱d-h	۱۱۵/۳۳b-e	۷/۴۴a-e	۲۶/۴۴c	۴۸/۶۶bcd	۵۶/۲۲bc	B.in-4
۳۹۲/۵۵def	۸۱/۱۱b-f	۱۲۲/۴۵a-e	۸/۷۷ab	۲۹/۵۵bc	۴۶/۲۲cd	۵۱/۲۲bcd	B.in-5
۴۷۰/۶۷a-e	۱۰۴/۸۹ab	۱۵۸/۲۲a-d	۸/۶۶ab	۳۰/۶۶bc	۴۹/۲۲bcd	۵۵/۳۳bc	B.in-6
۳۳۶/۴۵fg	۵۷/۵۶e-h	۸۵/۰۰de	۸/۷۸ab	۲۸/۵۵bc	۴۶/۵۵cd	۴۳/۳۳b-e	B.in-7
۵۶۶۸/۱۱a	۱۰۴/۸۹ab	۱۸۹/۷۸ab	۹/۱۱a	۳۲/۳۳bc	۶۰/۸۸a	۴۶/۶۷b-e	B.in-8
۵۲۵/۴۵a-d	۱۲۲/۴۵a	۱۹۷/۰۰a	۸/۴۴ab	۲۷/۴۴c	۵۰/۳۳bcd	۵۵/۲۲bc	B.in-9
۳۹۱/۱۱def	۸۸/۶۷b-e	۱۶۷/۶۷abc	۷/۶۶a-e	۲۵/۷۷c	۴۷/۱۱cd	۴۶/۶۷b-e	B.in-10
۴۱۶/۵۶b-f	۹۹/۸۹abc	۱۷۱/۰۰abc	۸/۵۵ab	۲۷/۶۷bc	۴۶/۴۴cd	۵۵/۶۷bc	B.in-11
۳۵۱/۴۵efg	۴۲/۱۱gh	۶۶/۶۷e	۷/۸۹a-d	۲۷/۱۱c	۴۸/۴۴cd	۵۹/۲۲b	B.in-12
۳۶۴/۵۶efg	۴۳/۶۷gh	۷۲/۴۵e	۸/۰۰a-d	۲۸/۱۱bc	۴۸/۰۰cd	۴۹/۷۸b-e	B.in-13
۵۵۳/۲۲ab	۸۸/۷۸b-e	۱۶۷/۲۲abc	۷/۶۶a-de	۲۹/۳۳bc	۵۹/۰۰ab	۵۴/۳۳bc	B.in-15
۴۰۶/۰۰cdef	۷۸/۲۲b-f	۱۲۳/۴۴a-e	۶/۶۶b-e	۴۵/۳۳a	۵۶/۲۲abc	۲۴/۴۴cde	B.in-16
۴۲۸/۳۳a-f	۵۹/۵۵e-h	۱۰۰/۲۲cde	۹/۱۱a	۳۰/۳۳bc	۴۷/۲۲cd	۵۸/۸۹b	B.in-17
۳۷۰/۲۲efg	۶۴/۰۰d-h	۱۰۱/۲۲cde	۷/۴۴a-e	۲۹/۳۳bc	۴۹/۵۵bcd	۴۲/۵۶b-e	B.in-18
۴۵۹/۵۵a-e	۶۹/۸۹c-g	۱۱۰/۷۸cde	۸/۱۱abc	۳۱/۲۲bc	۵۴/۶۶a-d	۶۲/۰۰b	B.in-19
۲۹۴/۶۶fg	۴۵/۱۱gh	۶۶/۸۹e	۵/۸۹de	۳۳/۱۱bc	۴۶/۱۱cd	۳۲/۸۹b-e	B.in-22
۳۳۰/۵۶fg	۵۱/۱۱fgh	۸۹/۱۱de	۶/۳۳cde	۲۶/۰۰c	۴۶/۵۵cd	۳۹/۱۱b-e	B.in-23
۲۴۴/۱۱g	۳۶/۲۲h	۵۸/۲۲e	۵/۶۶e	۲۹/۲۲bc	۴۴/۸۹d	۱۹/۸۹de	B.in-24
۴۰۴/۲۲c-f	۵۱/۲۲fgh	۸۸/۸۹de	۹/۴۴a	۲۵/۳۳c	۵۰/۸۹a-d	۴۷/۴۴b-e	B.in-25
۱۴۶/۶۵	۳۲/۸۰	۷۷/۲۴	۲/۱۶	۷/۹۵	۱۰/۴۳	۳۲/۱۳	LSD (0.05)

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

جدول ۴- همبستگی بین صفات ارزیابی شده بر روی ۲۲ جمعیت از گونه علوفه‌ای علف پشمکی

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱- تعداد روز تا خوشه‌دهی													
۲- تعداد روز تا گرده‌افشانی	۰/۲۶۳*												
۳- ارتفاع بوته	-۰/۰۶۸ ^{ns}	-۰/۱۳۵ ^{ns}											
۴- طول خوشه	۰/۲۲۹ ^{ns}	-۰/۲۴۷ ^{ns}	۰/۱۵۰ ^{ns}										
۵- تعداد ساقه	۰/۰۰۸ ^{ns}	-۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۶۶ ^{ns}	۰/۱۰۲ ^{ns}									
۶- قطر طوقه	۰/۱۸۸ ^{ns}	۰/۰۷۲ ^{ns}	-۰/۰۹۸ ^{ns}	۰/۰۸۵ ^{ns}	۰/۶۵۷**								
۷- عملکرد علوفه خشک چین اول	۰/۱۴۱ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۱۱۵ ^{ns}	۰/۱۹۴ ^{ns}	۰/۶۷۳**	۰/۶۷۶**							
۸- عملکرد بذر	۰/۱۷۷ ^{ns}	۰/۰۵۹ ^{ns}	-۰/۱۶۰ ^{ns}	۰/۳۷۴**	۰/۵۴۲**	۰/۵۵۴**	۰/۶۳۴**						
۹- قطر تاج پوشش	-۰/۱۱۱ ^{ns}	-۰/۰۱۰۹ ^{ns}	۰/۳۲۹**	۰/۱۸۲ ^{ns}	۰/۴۷۳**	۰/۵۱۶**	۰/۶۴۳**	۰/۲۹۴*					
۱۰- طول برگ	-۰/۳۳۷**	-۰/۳۵۴**	۰/۵۱۴**	۰/۱۷۹ ^{ns}	۰/۲۵۸*	۰/۱۸۱ ^{ns}	۰/۲۲۵ ^{ns}	-۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۶۴۹**				
۱۱- عرض برگ	۰/۲۶۷*	۰/۳۷۹**	-۰/۱۴۹ ^{ns}	۰/۰۸۳ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۰/۲۱۵ ^{ns}	۰/۴۰۲**	۰/۳۷۰**	۰/۲۵۹*	-۰/۰۸۱ ^{ns}			
۱۲- عملکرد علوفه تر در چین دوم	۰/۲۸۹*	۰/۲۵۰*	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۱۶۵ ^{ns}	۰/۲۴۳*	۰/۳۱۳**	۰/۴۰۸**	۰/۲۶۶*	۰/۳۵۱**	۰/۰۹۰ ^{ns}	۰/۳۱۷**		
۱۳- عملکرد علوفه خشک چین دوم	۰/۲۷۷*	۰/۲۴۶*	۰/۰۲۰ ^{ns}	۰/۰۹۸ ^{ns}	۰/۲۴۲*	۰/۲۸۸*	۰/۴۰۳**	۰/۲۱۰ ^{ns}	۰/۲۷۷*	۰/۰۸۳ ^{ns}	۰/۲۵۱*	۰/۹۵۰**	
۱۴- عملکرد علوفه خشک سالیانه	۰/۱۹۸ ^{ns}	۰/۰۸۲ ^{ns}	۰/۱۰۴ ^{ns}	۰/۱۹۴ ^{ns}	۰/۶۴۳**	۰/۶۵۸**	۰/۹۶۶**	۰/۶۰۰**	۰/۶۲۷**	۰/۲۱۵ ^{ns}	۰/۴۱۳**	۰/۶۱۴**	۰/۶۲۳**

***, **, * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

(جدول ۵). با توجه به اینکه دو مؤلفه اول و دوم بیشتر از ۶۰ درصد تغییرات بین جمعیت‌ها را توجیه نمودند برای رسم پلات دو بعدی استفاده شد و با توجه به پلات دو بعدی حاصل از دو مؤلفه اول و دوم، جمعیت‌های مورد بررسی در سه گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات کمی مورد بررسی در جمعیت‌های ۲۲ خانواده علف پشمکی با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگتر از یک موجب معرفی چهار مؤلفه شد که در مجموع ۸۲٪ از تغییرات بین جمعیت‌ها را توجیه کردند

جدول ۵- مقادیر ویژه، درصد واریانس و واریانس تجمعی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم
عملکرد علوفه خشک چین اول	۰/۳۹۵	۰/۱۰۶	-۰/۱۶	۰/۰۹۷
عملکرد علوفه خشک سالیانه	۰/۴۰۶	۰/۱۲۵	۰/۰۱۱	۰/۰۷۲
تعداد ساقه	۰/۲۵۹	۰/۲۰۵	-۰/۳۵۳	-۰/۱۳۳
قطر طوقه	۰/۳۴۱	۰/۰۰۲	-۰/۲۶	-۰/۲۴۳
عرض برگ	۰/۳۱۳	-۰/۲۴۸	۰/۰۹۶	۰/۱۷۳
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۰/۱۷۷	-۰/۴۰۵	۰/۲۷۱	۰/۱۴۳
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۰/۱۶۳	-۰/۳۵۴	۰/۱۴۹	-۰/۰۵
قطر تاج پوشش	۰/۲۷۶	۰/۳۶۳	-۰/۰۵۶	۰/۰۱۲
طول برگ	-۰/۰۴۶	۰/۴۹۱	۰/۰۱	۰/۲۶۸
عملکرد علوفه تر چین دوم	۰/۲۹۶	۰/۱۳۵	۰/۴۵۳	-۰/۰۲۵
عملکرد علوفه خشک چین دوم	۰/۲۶۶	۰/۱۲۹	۰/۵۳۲	-۰/۰۳۳
عملکرد بذر در چین اول	۰/۲۹۶	-۰/۱۸۵	-۰/۳۴۲	۰/۲۳۴
ارتفاع بوته	-۰/۱۲	۰/۳۳۵	۰/۲۱۳	۰/۳۸۵
طول خوشه	-۰/۰۲۵	-۰/۱۶۱	-۰/۱۵۶	۰/۷۶۱
مقادیر ویژه	۵/۶۴	۲/۸۹	۱/۵۹	۱/۳۴
واریانس توجیه شده	۰/۴۰۳	۰/۲۰۶	۰/۱۱۴	۰/۰۹۶
واریانس تجمعی	۰/۴۰۳	۰/۶۰۹	۰/۷۲۴	۰/۸۲

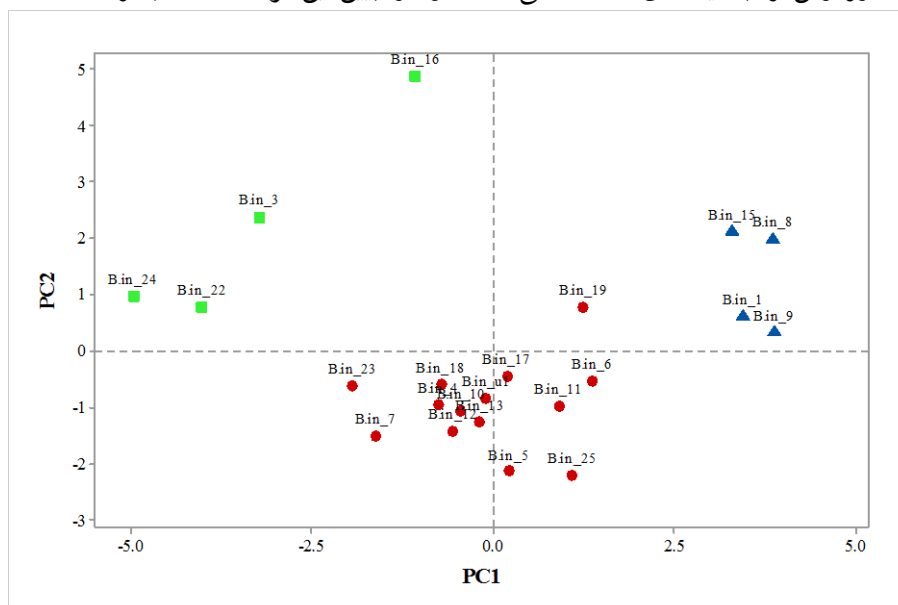
اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده دارای ضرایب بردارهای ویژه بزرگتری در مؤلفه مورد نظر هستند.

(PC1) قرار گرفته‌اند برمحصول و جمعیت‌هایی که سمت منفی مؤلفه اول (PC1) قرار دارند کم محصول هستند (شکل ۱). در حالی که مؤلفه دوم قادر است گروه‌بندی خوبی بین جمعیت‌ها از نظر تعداد روز تا ظهور خوشه و تاریخ گرده‌افشانی با

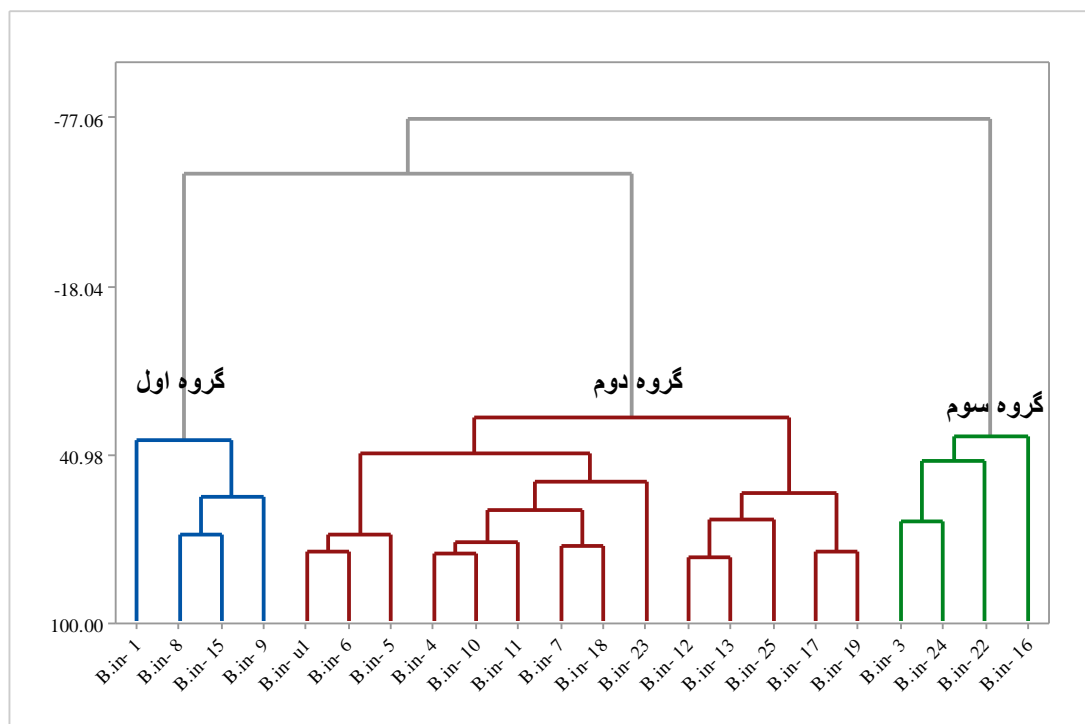
مؤلفه اول بیشتر متأثر از صفات عملکرد علوفه خشک در چین اول و عملکرد علوفه خشک سالیانه با ضرایب بردارهای ویژه مثبت بود که نشان‌دهنده این است که در پلات دو بعدی پراکنش جمعیت‌ها، جمعیت‌هایی که در سمت مثبت مؤلفه اول

دیررس بودند (شکل ۱). در مؤلفه سوم عملکرد علوفه تر و خشک چین دوم ضرایب بردارهای بالایی داشتند و مؤلفه چهارم بیشتر متأثر از صفت طول خوشه بود که بیشترین نقش را در تبیین این مؤلفه داشت (جدول ۵).

ضرایب منفی و قطر تاج پوشش و طول برگ با ضریب مثبت ایجاد نموده و ارقام دیررس را از ارقام زودرس جدا کند. به طوری که در پلات دویعدی براساس محور مؤلفه دوم (PC2) جمعیت‌های سمت مثبت زودرس و جمعیت‌های سمت منفی



شکل ۱- دیاگرام پراکنش ۲۲ جمعیت *B. inermis* براساس دو مؤلفه اول و دوم



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای روی ۲۲ جمعیت *B. inermis* بر اساس ۱۴ صفت مورد مطالعه به روش Ward

تجزیه خوشه‌ای

به منظور تعیین الگوی تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی جمعیت‌ها و تعیین فاصله ژنتیکی بین آنها، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward برای ۱۴ صفت مورد مطالعه انجام شد. نتایج تجزیه خوشه‌ای برای تمامی صفات نشان داد که مجموع ۲۲ جمعیت در سه گروه دسته‌بندی شدند (شکل ۲). گروه اول شامل چهار جمعیت B.in-1, B.in-8, B.in-9 و B.in-15 و گروه دوم شامل چهارده جمعیت و گروه سوم نیز شامل چهار جمعیت B.in-3, B.in-16, B.in-22 و B.in-24 بود. نتایج مربوط به تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات در گروه‌های حاصل از

تجزیه خوشه‌ای نشان داد که گروه اول از نظر عملکرد علوفه خشک سالیانه و سایر صفات مهم برتر بوده و نسبت به بقیه گروه‌ها عملکرد بیشتری داشته است (جدول ۶). بنابراین جمعیت‌های موجود در گروه اول برای کشت به منظور تولید علوفه و همچنین استفاده در برنامه‌های به‌نژادی مناسب می‌باشند. برای ایجاد ارقام ترکیبی با بیشترین هتروزیس، والدین تلاقی‌ها باید از گروه‌ها و جمعیت‌هایی انتخاب شوند که دارای بیشترین فاصله ژنتیکی و کمترین میزان تشابه می‌باشند. در این مطالعه بیشترین معیار فاصله ماهالانویس بین گروه یک و سه است (جدول ۷).

جدول ۶- تعداد گروه، تعداد جمعیت و میانگین ۱۴ صفت مورد مطالعه، در هر یک از گروه‌ها

صفات	میانگین صفات در گروه‌ها			
	گروه ۱: (۴ جمعیت)	گروه ۲: (۱۴ جمعیت)	گروه ۳: (۴ جمعیت)	میانگین کل
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۷۱/۹۲*	۴۵/۵۶ a	۴۵/۸۶ a	۴۴/۵۹
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۸/۱۹ ^{ns}	۷۵/۰۳ a	۷۵/۸۱ a	۷۵/۲۵
ارتفاع بوته	۱۸۷/۱۰**	۱۳۶/۰۳ b	۱۳۲/۹۷ b	۱۳۵/۵۲
طول خوشه	۰/۰۶ ^{ns}	۱۶/۵۶ a	۱۶/۷۵ a	۱۶/۷۰
تعداد ساقه	۶۰۹۷/۲۴**	۲۱۲/۷۲ a	۱۵۱/۴۳ b	۱۶۲/۷۹
قطر طوقه	۴۵/۸۸*	۳۳/۷۸ a	۳۰/۰۵ b	۳۰/۱۸
عملکرد علوفه خشک چین اول	۴۱۸۳۹/۴۷**	۴۵۱/۲۲ a	۳۲۲/۱۳ b	۳۳۲/۸۸
عملکرد بذر در چین اول	۱۷۱۸/۸۱*	۶۴/۱۹ a	۵۰/۵۵ b	۴۸/۲۱
قطر تاج پوشش	۹۳/۸۲*	۵۶/۲۲ a	۴۸/۵۴ b	۵۰/۰۵
طول برگ	۸۹/۹۸*	۳۰/۵۰ b	۲۸/۲۰ b	۲۹/۹۹
عرض برگ	۷/۰۶*	۸/۵۸ a	۸/۲۱ a	۷/۹۲
عملکرد علوفه تر چین دوم	۶۹۱۶/۸۷*	۱۷۱/۵۳ a	۱۱۴/۳۷ b	۱۲۰/۹۸
عملکرد علوفه خشک چین دوم	۱۴۶۸/۰۸**	۹۵/۶۴ a	۶۹/۱۳ b	۷۲/۲۷
عملکرد علوفه خشک سالیانه	۵۸۸۳۹/۵۲**	۵۴۶/۸۶ a	۳۹۱/۲۵ b	۴۰۵/۱۵

*، **، #: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۷- فواصل ژنتیکی مراکز خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات کمی اندازه‌گیری شده

خوشه ۲	خوشه ۱	
	۴/۴۲	خوشه ۲
۴/۶۱	۷/۰۵	خوشه ۳

بحث

بر اساس نتایج، بیشترین عملکرد علوفه خشک سالیانه مربوط به جمعیت‌های B.in-8, B.in-9, B.in-15 و B.in-1 با بیش از ۵۴۰ گرم عملکرد علوفه خشک سالیانه در بوته بود که هر چهار جمعیت بر اساس گروه‌بندی در گروه یک قرار گرفتند. بیشترین عملکرد بذر متعلق به جمعیت‌های B.in-1 و B.in-19 به ترتیب با تولید ۱۰۰ و ۶۰ گرم بذر در بوته بود. البته جمعیت‌های B.in-9, B.in-15 و B.in-8 از نظر عملکرد بذر نیز مناسب و در رتبه دوم قرار گرفتند (جدول ۳). بنابراین می‌توان گفت که چهار جمعیت گروه یک از نظر بیشتر صفات در رتبه اول قرار داشتند و برترین جمعیت‌ها محسوب می‌شوند (جدول ۶).

Mohammadi و همکاران (2006) نیز تنوع ژنتیکی تعدادی از جمعیت‌های علف پشمکی منطقه مرکزی ایران را در مقایسه با اکوتیپ‌های خارجی در شرایط آب و هوایی اصفهان بررسی و تنوع قابل ملاحظه‌ای را درون آنها مشاهده کردند.

همچنین در مورد ارزیابی همبستگی بین صفات و شناخت رابطه بین صفات مورفولوژیکی که یکی از پرکاربردترین روش‌های مورد تأیید در برنامه‌های گزینشی می‌باشد، بین عملکرد علوفه خشک سالیانه فقط با صفات تعداد ساقه، قطر طوقه، عملکرد علوفه خشک چین اول و دوم، عملکرد بذر، قطر تاج پوشش، عرض برگ و عملکرد علوفه تر در سطح یک درصد رابطه مثبت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴). مروری بر سایر پژوهش‌های انجام شده نیز تأییدی بر روابط بدست آمده در این پژوهش است.

Mohammadi و همکاران (2006) بیان کردند که عملکرد علوفه با ارتفاع بوته و عرض برگ در گیاه *B. inermis*

دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. همچنین Jafari و همکاران (2007) بیان کردند که بین تعداد ساقه و عملکرد علوفه رابطه مثبت معنی‌داری در گونه *A. desertorum* وجود داشت. Bafandeh Rozbahani و همکاران (2009) در پژوهشی با بررسی تنوع ژنتیکی عملکرد بذر و صفات مورفولوژیکی در توده‌های علف پشمکی (*B. tomentellus*) گزارش کردند که ضرایب همبستگی بین عملکرد بذر با تعداد ساقه و عملکرد علوفه مثبت و معنی‌دار بود.

یکی از روش‌های بررسی تنوع ژنتیکی موجود در یک ژرم‌پلاسما، استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره مانند تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای است. از این روش‌ها در بررسی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسما گیاهان علوفه‌ای مختلفی از قبیل علف باغ (Mohammadi et al, 2008)، فسکیوی پابلند (Shahabzadeh et al, 2020b) و آگروپرون (Rahnemoun et al, 2018) استفاده شده است. در مطالعه Mohammadi و همکاران (2008) تجزیه خوشه‌ای ۲۵ جمعیت علف باغ را در ۳ گروه قرار داد، براساس نتایج Shahabzadeh و همکاران (2020b) تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، جمعیت‌های فستوکا پابلند را در دو گروه اصلی زینتی و علوفه‌ای و چهار خوشه تقسیم‌بندی نمود. در مطالعه Rahnemoun و همکاران (2018) جمعیت‌های مختلف جنس آگروپرون براساس دو مؤلفه اول و دوم با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی صفات مورفولوژیک در ۳ گروه مجزا قرار گرفتند.

براساس نتایج ارائه شده تجزیه به مؤلفه‌های اصلی موجب کاهش تعداد مؤلفه‌ها به چهار مؤلفه اصلی با واریانس تجمعی ۸۲٪ شد. وقتی که دو مؤلفه اصلی اولیه علت بیشتر واریانس موجود در داده‌ها هستند، تهیه نمودار

برای موفقیت برنامه‌های اصلاحی دانستن میزان قرابت ژنتیکی والدین اهمیت بسیار زیادی دارد. محققان به منظور انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی ارقام یا جمعیت‌هایی هستند که از نظر ژنتیکی از هم دور باشند. تجزیه خوشه‌ای ما را یاری خواهد کرد تا به جای صرف وقت و هزینه زیاد، برای رسیدن به جمعیت‌های مطلوب به جای انجام تلاقی‌های تصادفی از تلاقی‌های خوشه‌های دور استفاده کنیم (Rahnemoun et al, 2018). زمان گرده‌افشانی مهمترین فاکتور محدودکننده در انتخاب والدین می‌باشد، زیرا امکان ایجاد تلاقی تصادفی به همزمانی گرده‌افشانی بستگی دارد. در این مطالعه بیشترین فاصله ژنتیکی و کمترین میزان تشابه مربوط به جمعیت‌های خوشه یک و سه می‌باشد که در دو انتهای دندروگرام قرار دارند و می‌توان برای رسیدن به جمعیت‌های مطلوب، والدین تلاقی‌ها را از این جمعیت‌ها انتخاب کرد. Mohammadi و همکاران (2010) با انجام تجزیه خوشه‌ای براساس خصوصیات فنوتیپی، جمعیت‌های گونه علف‌های باغ (*Dactylis glomerata*) را در سه گروه مجزا طبقه‌بندی نمودند که بر مبنای آنها جمعیت‌های دارای فواصل ژنتیکی بیشتر به منظور استفاده در مطالعات بعدی شناسایی شدند. همچنین بیان کردند که عملکرد علف‌های باغ (*Dactylis glomerata*) در هر دو سال در چین دوم بیشتر از چین اول می‌باشد. در صورتی که در این مطالعه عملکرد علف‌های در چین دوم به طور چشمگیری کاهش پیدا کرد. به نقل از Mohammadi و همکاران (2010)، Howards و همکاران (1999) رشد دوباره پس از برداشت را وابسته به ذخایر نیتروژن و کربوهیدرات غیرساختمانی ریشه و طوقه می‌دانند. البته تسریع در برداشت یک چین منجر به تثبیت این ذخایر برای چین بعد و افزایش عملکرد در چین‌های بعدی می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در برنامه‌های به‌نژادی، انتخاب بر اساس تعداد صفات زیادی انجام می‌شود که این امر ممکن است

داده‌ها در مقابل این دو مؤلفه اصلی روش خوبی برای مطالعه پیرامون تجزیه خوشه‌ای است. در این تجزیه دو مؤلفه اول در مجموع ۶۰٪ از کل تنوع را توجیه کردند. بنابراین نمودار دو بعدی پراکنش نمونه‌ها براساس دو مؤلفه اول ترسیم شد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توانست با دو مؤلفه اول جمعیت‌ها را در پلات دو بعدی به سه گروه متمایز تقسیم کند. جمعیت‌های گروه اول ارقام زودرس و پرمحصول و جمعیت‌های قرار گرفته در گروه دو اکثراً دیررس بوده و عملکرد متوسطی داشتند و جمعیت‌های گروه سه زودرس و کم‌محصول بودند. براساس بای پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ارقام B.in-8 و B.in-9 پرمحصول‌ترین و رقم B.in-24 کم‌محصول‌ترین و B.in-16 زودرس‌ترین و B.in-25 دیررس‌ترین ارقام بودند.

گروه‌بندی جمعیت‌ها براساس فاصله ژنتیکی، وقتی در یک برنامه اصلاحی مؤثر است که به‌طور همزمان چندین صفت مورد بررسی قرار گیرند. به همین جهت، به منظور تعیین الگوی تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و تعیین فاصله ژنتیکی بین آنها، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد. در تجزیه خوشه‌ای روی جمعیت‌های *B. inermis* از هر ۱۴ صفت استفاده شد و با برش دندروگرام، جمعیت‌ها در سه گروه متفاوت قرار گرفتند. جمعیت‌های گروه یک از نظر بیشتر صفات برتر بودند که می‌توان از آنها برای کشت و تولید علف‌های استفاده نمود و همچنین در برنامه‌های اصلاحی به‌کار برد. جمعیت‌های گروه دوم از نظر بیشتر صفات در حد وسط قرار داشتند ولی جمعیت‌های گروه سوم از نظر عملکرد و سایر صفات پایین‌تر بودند (جدول ۶). نتایج تجزیه خوشه‌ای به نوعی تأییدی بر نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بود. مشابه با این یافته‌ها در مطالعه Mohammadi و همکاران (2006) در جمعیت‌های

B. inermis برای گروه‌بندی جمعیت‌ها، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward بر روی ده صفت مورد مطالعه انجام شد و با برش دندروگرام جمعیت‌ها در سه دسته مختلف قرار گرفتند.

- Bromegrass populations. *Plant and Ecosystem*. 3(31):14- 29.
- Hopkins, A., Wang, Z. Y., Mian, R., Barker, R. E., & Sledge, M. (Eds.), 2004. Molecular breeding of forage and turf (Vol. 11). Proceedings of the 3rd International symposium, molecular breeding of forage and turf, Dallas, Texas, and Ardmore, Oklahoma, USA, May, 18–22, 2003.
 - Howards, S. R., Morgan, J. A. and Honson, J. D. 1999. Carbon and nitrogen reserve remobilization following defoliation. Nitrogen and elevated CO₂ effects. *Crop Sci*. 39: 1749-1756.
 - Kellogg, E. A., 1998. Relationships of cereal crops and other grasses. *Proc. Natl.Acad.* 95, 2005- 2010.
 - Majidi, M. M., 2007. Breeding studies in tall fescue germplasm (*Festuca arundinacea* Scherb.) Doctoral dissertation, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.
 - Maxted, N., Ford-Lloyd, B. V., & Hawkes, J. G., 2013. Plant genetic conservation: the *in situ* approach. Springer Science & Business Media. 187-246.
 - Mohammadi, R., Khayam Nekouei, M., Majidi, M. M., Mirlohi, A., 2010. Estimation of yield potential and genetic variation of Orchard grass genotypes (*Dactylic glomerata*). *Journal of crop production*. 3(2): 139- 158.
 - Mohammadi, R., Khayam Nekoei, M., Mirlohi, A., Razmjoo, K., 2008. Investigation of genetic variation in *Dactylis glomerata* L. populations. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 16(1): 14- 26.
 - Mohammadi, R., Khayam Nekoei, M., Mirlohi, A., Razmjoo, K., 2006. Study of genetic variation in *Bromus inermis* Leys. Populations. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 14(3): 138- 147.
 - Naderi, R., & Rahiminejad, M. R., 2015. A taxonomic revision of the genus *Bromus* (Poaceae) and a new key to the tribe Bromeae in Iran. In *Annales Botanici Fennici*. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. 52(3–4): 233-248.
 - Rahnemoun, B., Hatami Maleki, H., Mohammadi, R., 2018. Genetic variability in different accessions of *Agropyron* based on morphological traits. *Modares Journal of Biotechnology*. 9(4): 517-523.
 - Shahabzadeh, Z., Darvishzadeh, R., Mohammadi, R., Jafari, M., Alipour, H., Spring 2020a. Study of genetic diversity and association analysis of agronomic traits with ISSR and EST-SSR markers in tall fescue (*Festuca arundinacea*). *Crop Biotechnology*. 9(3): 1- 20.
 - Shahabzadeh, Z., Mohammadi, R., Darvishzadeh, R., فرایند انتخاب را برای محقق سخت نماید، از این رو یکی از مهمترین اهداف اصلاح‌گران کاهش دادن حجم اطلاعات اضافی در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد. در این پژوهش نیز به بررسی تنوع ژنتیکی با استفاده از صفات مورفولوژیکی در گیاه *B. inermis* پرداخته شد و نتایج حکایت از آن داشت که صفات مورد استفاده در این آزمایش توانایی جداسازی جمعیت‌های مختلف گیاه *B. inermis* را دارند و از سوی دیگر تنوع زیادی بین جمعیت‌های مورد بررسی وجود دارد که می‌تواند به‌عنوان یک منبع ژرم‌پلاسمی خوب برای اصلاح گونه علوفه‌ای *B. inermis* استفاده شود. از این رو جمعیت مورد مطالعه زمینه ژنتیکی مناسبی را برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر فراهم نمود، به طوری که می‌توان از طریق تلاقی بین ژنوتیپ‌های برتر خوشه‌های مختلف در برنامه‌های به‌نژادی پلی‌کراس و تولید ارقام ترکیبی استفاده کرد. جمعیت‌های B.in-1, B.in-8, B.in-9, B.in-15 و B.in-19 از نظر عملکرد علوفه و بذر برتر بودند، بنابراین می‌توان از این جمعیت‌ها در تولید ارقام پرمحصول استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

- Bafandeh Rozbahani, A., Jafari, A.A., and Rahmani, E., 2009. Genetic variation for seed yield and morphological traits in *Bromus tomentellus* populations. *J. Agric. Sci. Natur*. 16(1-b):1-11.
- Boroumandan, P., and Motamedi, J., 2007. Forage grasses. Razi University Press. Kermanshah. Iran. 281p.
- Fernandes, F. D., Ramos, A. K. B., Jank, L., Carvalho, M. A., Martha Jr, G. B., & Braga, G. J., 2014. Forage yield and nutritive value of *Panicum maximum* genotypes in the Brazilian savannah. *Scientia Agricola*. 71(1), 23-29.
- 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.
- Jangali, K., Salehi, P., Jafari, A. A., 2012. The investigation of the genetic variability for yield and morphological and seedling characteristics in of

2002. Seedling development and field performance of prairiegrass, grazing brome grass, and orchardgrass. *Crop Science*. 42(1): 224- 230.
- Wang, Z., Hopkins, A., & Mian, R., 2001. Forage and turf grass biotechnology. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 20(6): 573-619.
- Jafari, M., Alipour, H., 2020b. Investigation of genetic diversity of forage yield and morphological traits in tall fescue (*Festuca arundinacea Schreb.*) populations. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 28(1): 17- 36.
- Sanderson, M.A., Skinner, R.H., & Elwinger, G.F.,

Investigation variation of the forage yield and related agro-morphological traits of *Bromus inermis* Leyss. populations

Z. Maleki¹, M. Nouraein², R. Mohammadi^{3*}

1- M.Sc graduated, Dept. Plant Genetics and Production, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, I.R. Iran

2- Assoc. Prof. Dept. Plant Genetics and Production, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, I.R. Iran

3*- Corresponding Author, Assist. 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: 06.03.2021

Accepted: 14.07.2021

Abstract

The smooth brome grass (*Bromus inermis* Leyss.) is one of the most important forage and rangeland plants distributed in the rangelands of Iran. In order to investigate the genetic diversity of yield and morphological traits and identify the high yielding populations, 22 populations of *B. inermis* were evaluated using in a randomized complete block design with three replications in the research farm of the Agricultural Biotechnology Research Institute of the northwest and west of Iran in the 2018-2019 cropping year. Result showed significant differences ($P \leq 0.05$) among the populations in terms of the studied traits, which indicated presence of high genetic variability. The populations of B.in-15, B.in-9, B.in-8, and B.in-1 with higher value of than 540 g/plant had annual higher forage production and B.in-1 and B.in-19 with 100 and 60 g/plant seed yield, respectively had higher seed production than other populations. The simple correlation among the studied traits showed that there was a positive and significant relationship between the annual forage yield and the number of stems, crown diameter, forage yield in the first and second cuts, seed yield, and canopy diameter. Based on the principal component analysis (PCA), four components were introduced with respect to eigenvalues greater than one, which explained total of 82% of variation among the populations. According to the cluster analysis, the populations were arranged into three groups. Therefore, the studied population provided a suitable genetic background for selecting superior populations from different clusters, which can be used for breeding improved varieties through polycross and hybridizations.

Keywords: Cluster analysis, Genetic diversity, Morphological traits, Polycross