

بررسی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های مختلف گونه علوفه‌ای - مرتعی *Bromus inermis* Leyss.

رضا محمدی^۱، مجتبی خیام نکویی^۱، آفاق میرلوحی^۲ و خورشید رزمجو^۲

۱- اصفهان، کیلومتر ۱۷ جاده نجف‌آباد، بلوار پژوهش، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور،

E-mail: m_riza51@yahoo.com

۲- دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

تنوع ژنتیکی ۲۰ جمعیت از گونه مرتعی و علوفه‌ای *Bromus inermis* در طرح آزمایشی بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اختلاف بسیار معنی‌داری ($P < 0.01$) میان نمونه‌های مورد مطالعه برای همه صفات مشاهده گردید. ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای عملکرد علوفه خشک، تعداد ساقه، طول برگ پرچم و روز تا ظهور خوشه حاکی از تنوع خوب برای این صفات می‌باشد. مقادیر ضریب تنوع ژنتیکی برای سایر صفات تنوع ژنتیکی متوسطی را نشان می‌دهد. روز تا گرده‌افشانی، روز تا ظهور خوشه و ارتفاع بوته جزء واریانس ژنتیکی نسبتاً بالایی داشتند و از قابلیت توارث عمومی بالایی بین ۹۰ تا ۹۸ برخوردار بودند. قابلیت توارث عمومی برای تعداد ساقه ۸۷، طول برگ پرچم ۸۶، طول خوشه ۷۵، عملکرد علوفه خشک ۷۴ و قطر یقه ۶۷ درصد بود که وجود وراثت‌پذیری خوبی برای این صفات نشان می‌دهند. عملکرد علوفه با صفات تعداد روز تا ظهور خوشه و تعداد روز تا گرده‌افشانی دارای همبستگی منفی و با صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، تعداد ساقه و قطر یقه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی سه مؤلفه اول در مجموع ۹۰ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه کردند. صفات روز تا ظهور خوشه، روز تا گرده‌افشانی، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک و تعداد ساقه عمده‌ترین نقش را در تبیین مؤلفه اول داشتند. در مؤلفه دوم صفات قطر یقه و عرض برگ پرچم دارای اهمیت بیشتری بودند. بر اساس تجزیه خوشه‌ای ۲۰ جمعیت در سه دسته مختلف قرار گرفتند و اختلافهای چشمگیری به‌ویژه برای میزان عملکرد، زودرسی و ارتفاع گیاه در بین گروهها وجود داشت. بنابراین می‌توان از طریق تلاقی بین ژنوتیپ‌های برتر خوشه‌های مختلف و آزمون نتایج آنها از طریق برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب نسبت به تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب اقدام نمود.

واژه‌های کلیدی: *Bromus inermis*، وراثت‌پذیری، ضریب همبستگی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای.

مقدمه

شده است. مواد ژنتیکی متنوع گیاهی گنجینه‌های بالقوه‌ای هستند که پشتوانه‌ای ارزشمند برای برنامه‌های اصلاح نباتات محسوب می‌گردند، زیرا اساس تحقیقات به نژادی گیاهان بر پایه تنوع ژنتیکی وسیع استوار است. تولید نژادهای علوفه‌ای که علاوه بر عملکرد خوب دارای مواد غذایی مناسب برای انواع متفاوت دام‌ها هستند یکی از اهداف مهم به نژادگران و تولید کنندگان محصولات علوفه‌ای می‌باشد.

ایران یکی از مهمترین مراکز تنوع گیاهان علوفه‌ای می‌باشد و از پتانسیل بالقوه‌ای برای توسعه این محصولات برخوردار است. برای بهره‌برداری بهتر از این پتانسیل نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و مناسبی می‌باشد تا به نحو مطلوبی بتوان این تنوع کم‌نظیر را حفظ کرده و از آن بهره‌برداری نمود. ولی در کشور ما به تولید، مدیریت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر محصولات زراعی کمتر توجه

دماهای معتدل تابستانه دارد و مقاومت به خشکی بالایی در مقایسه با بیشتر گراس‌های زراعی را دارا می‌باشد. این گونه در خلال دوره‌های خشک و گرمای زیاد زنده می‌ماند و در ماههای تابستان تا زمانی که روزهای کوتاه و مرطوب فرا رسد به خواب می‌رود (McKone, 1985). بنابراین این گونه به منظور احیاء مراتع کشور، احداث چراگاه و تولید علوفه مناسب می‌باشد (سندگل، ۱۳۶۸). این تحقیق به منظور بررسی تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و روابط بین صفات در ۲۰ جمعیت از گونه مرتعی و علوفه‌ای *Bromus inermis* در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور انجام گرفت.

مواد و روشها

فهرست گیاهان مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. به طوری که ملاحظه می‌شود ۱۱ مورد از نمونه‌های مورد مطالعه در این گونه از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری شده بودند و ۹ مورد مربوط به کشور مجارستان بود. بذرها از این نمونه‌ها ابتدا در گلدانهای پلاستیکی در گلخانه پژوهشکده بیوتکنولوژی منطقه مرکزی کشور کشت گردیدند و بعد از جوانه‌زنی گلدانها برای بهاره‌سازی به بیرون گلخانه انتقال داده شدند. گیاهان تا موقع فرارسیدن فصل کشت به طور مرتب بازدید و آبیاری شدند و در اواخر اسفند ۱۳۸۱ براساس طرح آزمایشی بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه کشت گردیدند. در هر تکرار ۱۰ بوته از هر اکسشن در یک ردیف کشت شد. فاصله بوته‌ها در روی ردیف و بین ردیف‌ها ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. پس از کاشت گیاهان بلافاصله آبیاری صورت گرفت. عملیات داشت شامل آبیاری، کوددهی و وجین در طی فصل رشد به طور مرتب انجام گرفت.

گیاهان علوفه‌ای به‌طور عمده در دو خانواده بزرگ گیاهی علف‌های چمنی و بقولات (گراس‌ها و لگوم‌ها) قرار می‌گیرند. این گیاهان به صورت مخلوط باهم و یا منفرد کشت شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. گراس‌ها از مهمترین گیاهان مرتعی هستند که به لحاظ تولید علوفه، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند (مقدم، ۱۳۷۷). گراس‌ها سازگاری خوبی به چرا و برداشت دارند، زیرا تا قبل از مرحله گلدهی، تشکیل برگ در ضمن هر برداشت یا پس از آن ادامه می‌یابد. این امر بدان علت است که در خلال دوره رویشی، نواحی مریستمی نزدیک سطح خاک قرار گرفته و توسط برگهای غلاف‌دار محافظت می‌شوند و دور از دسترس دام و ماشین آلات برداشت قرار می‌گیرند. به همین دلیل گراس‌ها از موقعیت ممتازی به‌عنوان گیاهان علوفه‌ای برخوردار می‌باشند (مدیر شانه‌چی، ۱۳۷۱).

جنس *Bromus* گروه مجزایی از گراس‌ها می‌باشد که از لحاظ جغرافیایی گسترش وسیعی دارد و شامل گیاهان یک‌ساله، دو ساله و چند ساله با سطوح پلوئیدی مختلف و تیپ‌های گوناگون رشدی می‌باشد. گیاهان این جنس به آب و هوای سرد و یا مناطقی که در آنها فصل سرد در خلال قسمتی از فصل رشد گیاه حاکم است، سازگارند (Sanderson, et al. 2002). زبرجدی و همکاران (۱۳۸۰) با استفاده از روشهای آماری چند متغیره، تنوع ژنتیکی ۱۲ جمعیت از گونه *Bromus tomentellus* را بررسی کردند و تنوع خوبی را مشاهده نمودند. آنها ژنوتیپ‌های دارای بیشترین فاصله از نظر صفات مورفولوژیکی را شناسایی کرده و جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی معرفی کردند.

یکی از مهمترین گیاهان علوفه‌ای جنس *Bromus* گونه *B. inermis* می‌باشد. این گونه چند ساله با طول عمر زیاد سازگاری ویژه‌ای به نواحی با بارندگی متوسط و پایین با

جدول ۱- کد و محل جمع‌آوری نمونه‌های مورد مطالعه از گونه *Bromus inermis*

ردیف	کد گیاه	منشاء و محل جمع‌آوری
۱	۲۰۰۰/۲۵	همدان
۲	۲۰۰۰/۱۸	اصفهان- بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور
۳	۲۰۰۰/۵۰	اصفهان- بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور
۴	۲۰۰۰/۴۰	اصفهان- سمیرم- وردشت حیدرآباد
۵	۲۰۰۰/۴۳	اصفهان- بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور
۶	۲۰۰۰/۴	اصفهان- بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور
۷	۲۰۰۰/۱۸-۲	اصفهان- بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور
۸	۲۰۰۰/T-۹	همدان
۹	۲۰۰۰/۶۰	سمنان- مهدی شهر
۱۰	۲۰۰۰/۱۰	کردستان
۱۱	۲۰۰۰/۲۴	اصفهان- بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور
۱۲	RCAT040601	خارجی- مجارستان
۱۳	RCAT041016	خارجی- مجارستان
۱۴	RCAT041861	خارجی- مجارستان
۱۵	RCAT042133	خارجی- مجارستان
۱۶	RCAT042134	خارجی- مجارستان
۱۷	RCAT064831	خارجی- مجارستان
۱۸	RCAT064835	خارجی- مجارستان
۱۹	RCAT064837	خارجی- مجارستان
۲۰	RCAT064839	خارجی- مجارستان

واریانس محیطی و ژنتیکی بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات برآورد گردیدند (Steel & Torrie, 1980). برآورد وراثت‌پذیری صفات نیز از طریق فرمول ذیل صورت گرفت (Halluer & Miranda, 1998). در این فرمول σ_g^2 برآوردی از واریانس ژنتیکی و σ_e^2 برآورد واریانس خطا در جدول تجزیه واریانس و h^2 وراثت‌پذیری

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}}$$

عمومی صفت می‌باشد.

اندازه‌گیری صفات در سال دوم پس از استقرار گیاهان از اوایل فروردین ۱۳۸۳ بر اساس جدول ۲ شروع شد. صفات روز تا ظهور خوشه، روز تا گرده‌افشانی، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک، قطر یقه و تعداد ساقه اندازه‌گیری شدند. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و جهت تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد. اجزای

جدول ۲- صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها

ردیف	صفات مورد بررسی*	نحوه اندازه‌گیری صفات
۱	تعداد روز تا خوشه‌دهی	تاریخ ظهور خوشه بر اساس تعداد روز از اول فروردین تا ظهور سه خوشه در هر بوته
۲	تعداد روز تا گرده‌افشانی	روز از اول فروردین تا ظاهر شدن پرچم‌ها در سه خوشه از هر بوته
۳	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	ارتفاع بلندترین ساقه در زمان گرده‌افشانی
۴	تعداد ساقه	شمارش تعداد ساقه در زمان گرده‌افشانی
۵	عرض برگ پرچم (میلیمتر)	میانگین عرض سه برگ پرچم در زمان گرده‌افشانی
۶	طول برگ پرچم (سانتیمتر)	میانگین طول سه برگ پرچم در زمان گرده‌افشانی
۷	طول خوشه (سانتیمتر)	میانگین طول سه خوشه از هر بوته
۸	عملکرد علوفه تر (گرم)	وزن تر علوفه بلافاصله پس از برداشت در مزرعه
۹	عملکرد علوفه خشک (گرم)	برای اندازه‌گیری وزن خشک علوفه، نمونه‌ها در پاکت‌های کاغذی به مدت حداقل ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد خشک شدند و توزین گردیدند.
۱۰	قطر یقه پس از برداشت (سانتیمتر)	اندازه‌گیری قطر طوقه پس از برداشت

* در هر تکرار پنج بوته برای هر صفت اندازه‌گیری گردید و میانگین آن محاسبه شد.

نتایج و بحث

آمار توصیفی مربوط به صفات مورد مطالعه در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان داد که برای همه صفات مورد مطالعه تنوع زیادی در میان گیاهان این گونه وجود داشت.

تفاوت بین مقدار حداقل و حداکثر هر یک از صفات عدد بزرگی را نشان می‌دهد که حاکی از اختلاف زیاد نمونه‌ها از نظر صفات مختلف می‌باشد.

جدول ۳- آمار توصیفی صفات مورد مطالعه در گونه *B. inermis*

دامنه تغییرات	حداکثر	حداقل	میانگین	صفت
۳۸/۶	۸۲/۲	۴۳/۶	۶۴/۷۳	روز تا ظهور خوشه
۲۵/۸	۹۸/۰	۷۲/۲	۸۵/۷۷	روز تا گرده‌افشانی
۴۶/۴	۱۲۵/۶	۷۹/۲	۱۰۴/۸۲	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
۷/۵	۱۸/۴	۱۰/۹	۱۴/۸۳	طول خوشه (سانتیمتر)
۱۰/۴	۱۸/۴	۷/۹	۱۲/۳۴	طول برگ پرچم (سانتیمتر)
۵/۲	۸/۷	۳/۵	۵/۹۰	عرض برگ پرچم (میلیمتر)
۷۸۴/۸	۸۹۶/۲	۱۱۱/۴	۳۴۱/۲۸	عملکرد علوفه تر (گرم در بوته)
۳۲۸/۰	۳۷۵/۰	۴۷/۰	۱۵۷/۹۸	عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)
۱۵/۶	۳۰/۸	۱۵/۲	۲۴/۳۳	قطر یقه (سانتیمتر)
۲۳۲/۰	۲۸۳/۰	۵۱/۰	۱۱۹/۹۵	تعداد ساقه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اختلاف نمونه‌های مورد مطالعه برای همه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین صفات در جدول ۵ آورده شده است. نتایج این جدول نشان داد که میانگین بیشتر صفات در نمونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری با هم دارند. روز تا ظهور خوشه و روز تا گرده‌افشانی برای نمونه دیررس به ترتیب ۸۰ و ۹۶ روز و برای نمونه زودرس ۴۶ و ۷۳ روز بود. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به نمونه‌های ۱۰، ۱، ۹، ۵، ۳ و ۷ به ترتیب با ۱۱۹ تا ۱۱۱ سانتیمتر و کمترین ارتفاع مربوط به نمونه‌های ۱۶ و ۱۴ با حدود ۹۰ سانتیمتر بود. سایر نمونه‌ها دارای ارتفاعی بین ۱۰۸-۹۵ سانتیمتر بودند. بیشترین طول خوشه مربوط به نمونه ۱۸ با ۱۶/۸ سانتیمتر و کمترین طول خوشه مربوط به نمونه ۱۴ با ۱۲/۷ سانتیمتر بود. از نظر طول برگ پرچم بیشترین مقدار متعلق به نمونه ۹ با ۱۶/۲ سانتیمتر و کمترین مقدار طول برگ پرچم متعلق به نمونه ۱۶ با ۸/۶ سانتیمتر بود و بقیه نمونه‌ها از نظر طول برگ پرچم در محدوده بین ۹/۵ تا

۱۴/۹ سانتیمتر بودند. عرض برگ پرچم برای نمونه دارای عرض برگ بالا ۷/۷ میلیمتر (نمونه ۷) و برای نمونه‌های دارای عرض برگ کم (نمونه ۱۶) ۴/۴ میلیمتر بود. نمونه‌های ۴، ۱، ۷، ۹، ۱۸ و ۱۱ با داشتن بیش از ۲۰۰ گرم وزن خشک دارای بیشترین و نمونه ۱۶ با ۷۱ گرم وزن خشک دارای کمترین مقدار عملکرد علوفه بودند. بقیه نمونه‌ها با داشتن وزنی در محدوده ۸۳ تا ۱۸۸ گرم دارای عملکرد علوفه کم تا متوسط بودند. بیشترین قطر یقه مربوط به نمونه‌های ۸، ۱۷، ۴، ۲، ۷، ۹، ۱۳، ۲۰، ۱۲ و ۶ در حدود ۲۸ - ۲۵ سانتیمتر و کمترین آن مربوط به نمونه‌های ۵، ۱۱، ۱۹، ۱۸ و ۱۰ با حدود ۲۲ - ۱۹ سانتیمتر بود و نمونه‌های ۱۵، ۳، ۱۴، ۱ و ۱۶ دارای قطر طوقه متوسط با ۲۳ سانتیمتر بودند. بیشترین تعداد ساقه ۲۳۱ عدد و مربوط به نمونه شماره ۱ بود و نمونه‌های ۹ و ۱۱ به ترتیب با ۱۸۷ و ۱۸۰ عدد ساقه دارای تعداد ساقه بیشتری بودند. کمترین تعداد ساقه ۶۴ و ۶۶ عدد و مربوط به نمونه‌های ۱۸ و ۱۵ بود و بقیه نمونه‌ها دارای تعداد ساقه متوسط بودند.

جدول ۴- میانگین مربعات منابع تغییر در تجزیه واریانس و ضریب تغییرات در گونه *B. inermis*

ضریب تغییرات (CV%)	میانگین مربعات			صفات
	خطا df=۳۸	تیمار df=۱۹	بلوک df=۲	
۵/۴۶	۱۲/۵۰	۳۳۵/۴۷**	۲۳/۴۶ ^{ns}	روز تا ظهور خوشه
۲/۱۲	۳/۳۲	۱۷۱/۴۸**	۶/۹۳ ^{ns}	روز تا گرده‌افشانی
۴/۷۷	۲۵/۰۲	۲۳۸/۴۸**	۲۳۹/۲۹**	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
۸/۳۳	۱/۵۲	۶/۲۴**	۱/۴۵ ^{ns}	طول خوشه (سانتیمتر)
۱۱/۹۸	۲/۱۹	۱۵/۸۸**	۲/۴۵ ^{ns}	طول برگ پرچم (سانتیمتر)
۱۲/۶۰	۰/۵۵	۱/۸۲**	۰/۱۲ ^{ns}	عرض برگ پرچم (میلیمتر)
۳۳/۹۱	۱۳۳۹۴/۰۳	۵۹۵۶۱/۶۶**	۱۶۱۷۹/۲۲ ^{ns}	عملکرد علوفه تر (گرم در بوته)
۳۴/۱۰	۲۹۰۳/۱۸	۱۱۴۶۵/۳۴**	۳۹۵۶/۳۵ ^{ns}	عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)
۱۰/۶۳	۶/۶۹	۲۰/۵۵**	۳/۲۶ ^{ns}	قطر یقه (سانتیمتر)
۲۱/۲۹	۶۵۲/۶۸	۵۲۳۶/۶۷**	۱۰۴/۴۷ ^{ns}	تعداد ساقه

*، **، ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات در ۲۰ نمونه از گونه *B. inermis*

صفات نمونه	روز تا ظهور خوشه	روز تا گرده‌افشانی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	طول خوشه (سانتیمتر)	طول برگ پرچم (سانتیمتر)	عرض برگ پرچم (میلیمتر)	عملکرد علوفه تر (گرم در بوته)	عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)	قطر یقه (سانتیمتر)	تعداد ساقه
۱	۴۶/۲۰ i	۷۳/۴۶	۱۱۸/۳۳ a	۱۶/۴۷ ab	۱۴/۲۴ abc	۵/۲۰ ef	۶۳۴/۰۷ a	۲۶۳/۲۷ a	۲۳/۴ cdef	۳۳۱/۹۸ a
۲	۶۸/۲۸ defg	۸۸/۳۲	۱۰۴/۲۰ efgh	۱۴/۸۳ bcdefgh	۱۲/۲۰ defg	۶/۴۶ bcd	۴۲۱/۶۰ bcde	۱۸۷/۱۳ abcde	۲۶/۸ abc	۱۱۷/۸۷ defg
۳	۵۰/۸۰ i	۷۴/۸۶	۱۱۳/۰۶ abcd	۱۵/۵۰ abcd	۱۴/۸۸ ab	۵/۵۰ cdef	۲۹۱/۸۳ ef	۱۶۲/۸۷ bcdef	۲۳/۶ cde	۱۲۸/۶۴ def
۴	۶۵/۰۱ g	۸۶/۷۳	۱۰۸/۲۰ bcdefg	۱۶/۴۶ ab	۱۴/۵۸ abcd	۷/۵۱ ab	۵۶۵/۵۳ ab	۲۳۳/۱۳ a	۲۸/۰ ab	۱۴۰/۳۷ cde
۵	۵۸/۱۳ h	۷۸/۲۰	۱۱۵/۰۰ abc	۱۶/۴۱ ab	۱۳/۶۲ bcde	۵/۴۳ cdef	۲۴۰/۵۳ ef	۱۲۱/۴۷ defg	۱۹/۰ g	۱۲۰/۴۰ def
۶	۷۴/۲۶ bc	۹۲/۲۴ bc	۹۵/۰۶ ij	۱۳/۲۰ fgh	۹/۵۶ hi	۵/۳۹ def	۱۸۰/۶۷ f	۸۳/۸۰ fg	۲۵/۰ abcde	۹۶/۴۷ fgh
۷	۶۵/۴۰ fg	۸۷/۱۳ f	۱۱۱/۹۳ abcde	۱۵/۲۲ abcde	۱۴/۹۰ ab	۷/۷۸ a	۵۰۷/۲۰ abc	۲۳۷/۵۳ ab	۲۶/۲ abcd	۱۱۲/۰۳ defg
۸	۶۷/۳۵ efg	۸۷/۰۱ def	۹۹/۹۳ hij	۱۴/۸۹ abcdefg	۱۱/۳۱ efg	۵/۵۸ cdef	۳۱۴/۳۳ def	۱۵۶/۰۰ bcdefg	۲۸/۱ a	۱۱۴/۸۳ defg
۹	۴۸/۲۰ i	۷۵/۰۰ h	۱۱۵/۲۰ ab	۱۶/۲۴ abc	۱۶/۲۲ a	۵/۸۸ cde	۵۰۶/۶۷ abc	۲۱۶/۴۰ abc	۲۶/۱ abcd	۱۸۷/۵۳ b
۱۰	۴۹/۲۴ i	۷۵/۵۳ gh	۱۱۹/۱۳ a	۱۵/۷۵ abc	۱۴/۵۴ abcd	۶/۰۰ cde	۴۰۴/۳۸ bcde	۱۸۸/۲۲ abcde	۲۲/۶ cdefg	۱۵۱/۸۰ bcd
۱۱	۵۰/۴۶ i	۷۴/۳۳ h	۱۰۶/۸۶ cdefg	۱۶/۶۴ ab	۱۴/۸۰ abc	۵/۵۴ cdef	۴۸۵/۵۳ abcd	۲۰۳/۸۷ abcde	۱۹/۱ fg	۱۸۰/۴۷ bc
۱۲	۷۱/۴۰ bcde	۸۷/۰۶ f	۹۶/۰۶ hij	۱۴/۳۵ cdefgh	۱۲/۳۵ cdef	۶/۳۳ bcde	۲۳۹/۵۳ ef	۱۱۶/۳۳ efg	۲۵/۲ abcde	۹۹/۱۳ efg
۱۳	۶۵/۵۳ cdefg	۸۶/۷۳ def	۱۰۴/۱۳ efg	۱۵/۲۵ abcde	۱۱/۲۸ efg	۵/۴۰ def	۳۳۸/۴۸ cdef	۱۵۱/۸۳ bcdefg	۲۵/۶ abcde	۱۱۷/۰۷ defg
۱۴	۶۷/۹۳ ab	۹۴/۳۶ ab	۹۱/۵۳ j	۱۲/۸۶ h	۹/۶۷ hi	۵/۶۷ cde	۱۷۳/۰۷ f	۹۲/۲۰ fg	۲۳/۴ cde	۹۶/۶۰ fgh
۱۵	۷۱/۴۶ bcde	۹۰/۹۳ cd	۹۷/۲۰ hij	۱۳/۱۰ gh	۱۰/۵۵ fghi	۵/۸۷ cde	۱۹۷/۳۲ f	۹۲/۲۸ fg	۲۳/۸ bcde	۶۶/۲۳ h
۱۶	۸۰/۸۱ a	۸۹/۴۰ j	۸۹/۴۰ j	۱۳/۰۱ gh	۸/۶۵ i	۴/۴۱ f	۱۸۱/۰۷ f	۷۱/۳۳ g	۲۳/۰ cdefg	۷۷/۲۷ gh
۱۷	۷۱/۲۰ bcdef	۹۰/۵۷ cde	۱۰۰/۳۳ fghi	۱۳/۶۱ defgh	۹/۸۸ ghi	۵/۶۶ cde	۲۸۳/۰۷ ef	۱۲۳/۸۰ defg	۲۸/۰ ab	۱۰۷/۰۷ efg
۱۸	۶۳/۵۱ gh	۸۷/۹۱ bcdef	۱۰۸/۵۱ bcdef	۱۶/۸۴ a	۱۳/۴۵ bcde	۶/۶۵ abc	۳۸۹/۴۹ bcde	۲۴۵/۸۳ abcd	۲۲/۴ defg	۶۴/۹۱ h
۱۹	۷۳/۳۳ bcd	۹۳/۰۰ bc	۱۰۶/۰۶ defg	۱۳/۳۰ efg	۹/۸۳ ghi	۵/۵۰ cdef	۲۷۳/۶۷ ef	۱۲۹/۴۷ cdefg	۲۱/۷ efg	۹۷/۲۷ fgh
۲۰	۷۴/۰۵ bcd	۹۲/۸۸ bc	۹۶/۲۶ hij	۱۲/۹۷ gh	۱۰/۳۷ fghi	۶/۴۱ bcde	۱۹۷/۶۷ f	۸۳/۱۰ fg	۲۵/۲ abcde	۹۱/۱۸ fgh
	۵/۸۴	۳/۰۱	۸/۲۶	۲/۰۴	۲/۴۴	۱/۲۲	۱۹۱/۳۰	۸۹/۰۶	۴/۲	۴۲/۲۲

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند.

ژنتیکی برای سایر صفات بین ۸ تا ۱۰ بود که تنوع ژنتیکی متوسطی را نشان می‌دهد. روز تا گرده‌افشانی، روز تا ظهور خوشه و ارتفاع بوته، جزء واریانس ژنتیکی مطلوبی داشتند و از قابلیت توارث عمومی بالایی بین ۹۰ تا ۹۸ برخوردار بودند. در نتیجه بازده ناشی از انتخاب برای این صفات در برنامه‌های اصلاحی بالا خواهد بود. قابلیت توارث عمومی برای تعداد ساقه ۸۷، طول برگ پرچم ۸۶، طول خوشه ۷۵، عملکرد علوفه خشک ۷۴ و قطر یقه ۶۷ درصد بود که مبین وجود وراثت‌پذیری خوبی برای این صفات می‌باشد.

نتایج برآورد اجزای واریانس، ضریب تنوع و قابلیت توارث صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۶ آورده شده است. ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای صفات مهمی مانند عملکرد علوفه خشک به ترتیب ۳۳/۸۱ و ۳۹/۱۳ و برای تعداد ساقه به ترتیب ۳۲/۵۸ و ۳۴/۸۳ بود که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا در میان نمونه‌های مورد مطالعه برای این صفات می‌باشد. ضریب تنوع ژنتیکی برای صفات طول برگ پرچم و روز تا ظهور خوشه ۱۷ و ۱۶ بدست آمد که حاکی از وجود تنوع ژنتیکی خوبی برای این صفات می‌باشد. ضریب تنوع

جدول ۶- برآورد اجزای واریانس، ضریب تنوع و قابلیت توارث صفات *Bromus inermis*

قابلیت توارث عمومی %	ضریب تنوع (CV%)		برآورد اجزای واریانس			صفات
	فونوتیپی	ژنتیکی	محیطی	ژنتیکی	فونوتیپی	
۹۶/۲۷	۱۶/۳۳	۱۶/۰۲	۴/۱۶	۱۰۷/۶۵	۱۱۱/۸۲	تعداد روز تا ظهور خوشه
۹۸/۰۶	۸/۸۱۵	۸/۷۳	۱/۱۰۷	۵۶/۰۵	۵۷/۱۶	تعداد روز تا گرده‌افشانی
۸۹/۰۵	۸/۰۵	۸/۰۴۷	۸/۳۴	۷۱/۱۵	۷۹/۴۹	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
۷۵/۵۴	۹/۷۲	۸/۴۵	۰/۵۰۹	۱/۵۷	۲/۰۸	طول خوشه (سانتیمتر)
۸۶/۲	۱۸/۶۳	۱۷/۲۹	۰/۸۳	۴/۵۶	۵/۲۹	طول برگ پرچم (سانتیمتر)
۶۹/۶۵	۱۳/۲۱	۱۱/۰۲۷	۰/۱۸۴	۰/۴۲	۰/۶۰۷	عرض برگ پرچم (میلیمتر)
۷۷/۵۱	۴۱/۲۸	۳۶/۳۵	۴۴۶۴/۶۷	۱۵۳۸۹/۲۱	۱۹۸۵۳/۸۹	عملکرد علوفه تر (گرم در بوته)
۷۴/۶۷	۳۹/۱۳	۳۳/۸۱	۹۶۷/۷۲	۲۸۵۴/۰۵	۳۸۲۱/۷۸	عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)
۶۷/۴۲	۱۰/۷۵	۸/۸۳	۲/۲۳	۴/۶۱	۶/۸۵	قطر یقه (سانتیمتر)
۸۷/۵۳	۳۴/۸۳	۳۲/۵۸	۲۱۷/۵۶	۱۵۲۷/۹۹	۱۷۴۵/۵۵	تعداد ساقه در بوته

۱٪ داشت که مبین این امر می‌باشد که با افزایش این صفات، عملکرد علوفه نیز بهبود پیدا می‌کند. صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم و تعداد ساقه با صفات روز تا ظهور خوشه و روز تا گرده‌افشانی همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشتند. این موضوع نشان می‌دهد که هر قدر گیاه زودتر به گل برود بهتر است و تأخیر در گلدهی باعث کاهش صفات مختلف و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد.

برآورد ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات در جدول ۷ آمده است. عملکرد علوفه با صفات روز تا ظهور خوشه و روز تا گرده‌افشانی همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت. بنابراین استنباط می‌شود که هر گیاهی که زودتر به گل می‌رود دارای عملکرد بهتری می‌باشد. از طرف دیگر عملکرد علوفه با صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، تعداد ساقه و قطر یقه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال

جدول ۷- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات در سال دوم (n=60)

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱- تعداد روز تا ظهور خوشه									
۲- تعداد روز تا گرده‌افشانی	۰/۹۶۶**								
۳- ارتفاع بوته	-۰/۷۹۴**	۱							
۴- طول خوشه	-۰/۶۹۹**	-۰/۷۵۷**	۱						
۵- طول برگ پرچم	-۰/۷۸۱**	-۰/۷۶۱**	۰/۶۳۲**	۱					
۶- عرض برگ پرچم	-۰/۰۵۳ ns	۰/۰۱۹ ns	۰/۲۱۶ ns	۰/۲۳۳ ns	۱				
۷- عملکرد علوفه تر	-۰/۶۱۵**	-۰/۵۳۳**	۰/۵۹۹**	۰/۶۵۶**	۰/۶۹۲**	۱			
۸- عملکرد علوفه خشک	-۰/۶۰۰**	-۰/۵۱۷**	۰/۶۳۸**	۰/۶۹۹**	۰/۷۲۱**	۰/۴۰۱**	۱		
۹- قطر یقه	۰/۱۵۱ ns	۰/۲۱۶ ns	۰/۰۲۲ ns	-۰/۱۰۲ ns	۰/۰۳۰ ns	۰/۳۱۴*	۰/۲۹۱*	۱	
۱۰- تعداد ساقه	-۰/۷۲۴**	-۰/۷۳۴**	۰/۵۰۵**	۰/۵۵۷**	۰/۵۶۷**	-۰/۰۷۵ ns	۰/۷۴۱**	۰/۶۵۷**	۰/۰۰۵ ns

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

جدول ۸- بردارهای ویژه، واریانس‌های نسبی و تجمعی

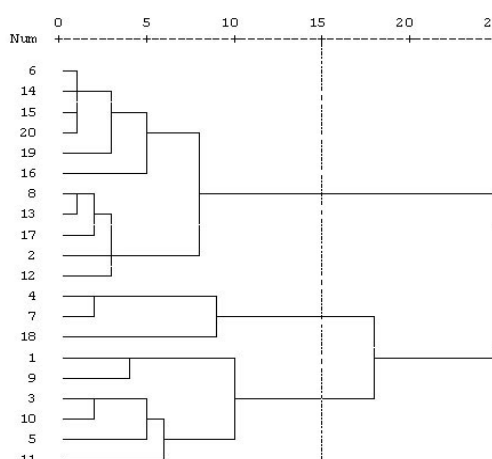
مؤلفه‌های اصلی برای کلیه صفات

صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
تعداد روز تا ظهور خوشه	-۰/۳۶	۰/۲۱	-۰/۰۴
تعداد روز تا گرده‌افشانی	-۰/۳۵	۰/۲۶	-۰/۰۳
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	۰/۳۵	-۰/۰۶	-۰/۱۵
طول خوشه (سانتیمتر)	۰/۳۵	۰/۰۰	-۰/۲۰
طول برگ پرچم (سانتیمتر)	۰/۳۶	۰/۰۶	-۰/۲۱
عرض برگ پرچم (میلیمتر)	۰/۱۱	۰/۶۱	-۰/۴۸
عملکرد علوفه تر (گرم در بوته)	۰/۳۴	۰/۲۳	۰/۲۰
عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)	۰/۳۴	۰/۲۸	۰/۰۵
قطر یقه (سانتیمتر)	۰/۰۵	۰/۵۸	۰/۵۷
تعداد ساقه در بوته	۰/۳۲	-۰/۱۴	۰/۵۳
مقادیر ویژه	۶/۵۶	۱/۸۲	۰/۷۷
واریانس توجیه شده	۶۵/۶	۱۸/۱	۷/۷
واریانس توجیه شده تجمعی	۶۵/۶	۸۳/۷	۹۱/۵

برای گروه‌بندی جمعیت‌ها، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward بر روی ۱۰ صفت مورد مطالعه انجام شد و با برش دندروگرام در فاصله ژنتیکی ۱۵ جمعیت‌ها در سه دسته مختلف قرار گرفتند (شکل ۱).

با توجه به وجود تنوع میان جمعیت‌های مورد بررسی، برای تعیین نقش هر یک از صفات در تنوع موجود تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد. از تجزیه‌های آماری چند متغیره در گروه‌بندی اکوتیپ‌های بعضی گونه‌های گراس‌ها قبلاً نیز استفاده شده است (جعفری، ۱۳۸۰). نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۱۰ صفت اندازه‌گیری شده در جدول ۸ آمده است. مقادیر ویژه (Eigen values) حاصل مؤلفه‌های ۱ تا ۳ به ترتیب ۶۵، ۱۸ و ۷ درصد و در مجموع ۹۰ درصد از کل واریانس متغیرها را تبیین کردند. ضرایب بردارهای ویژه (Eigen vectors) در مؤلفه اول نشان داد که صفات روز تا ظهور خوشه، روز تا گرده‌افشانی، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک و تعداد ساقه عمده‌ترین نقش را در تشکیل این مؤلفه داشتند. در مؤلفه دوم صفات قطر یقه و عرض برگ پرچم دارای ضرایب بردار ویژه بیشتری بودند. در مؤلفه سوم نیز صفاتی از قبیل تعداد ساقه، قطر یقه و عرض برگ پرچم بیشترین اهمیت را در تبیین این مؤلفه دارا بودند.

اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۹). در خوشه شماره یک، ۸ نمونه خارجی و ۳ نمونه داخلی قرار گرفتند که دیررس بوده و عملکرد علوفه و ارتفاع کمتری داشتند. در خوشه شماره دو، ۱ نمونه خارجی و ۲ نمونه داخلی قرار گرفتند که متوسط رس بوده و عملکرد علوفه بالا و ارتفاع متوسطی داشتند. در خوشه شماره سه، ۶ نمونه داخلی قرار گرفتند که زودرس بوده و عملکرد علوفه متوسط و ارتفاع و تعداد ساقه بالایی داشتند. با توجه به اینکه هر کدام از گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای از نظر برخی صفات در حد مطلوب قرار دارند بنابراین از طریق تلاقی بین ژنوتیپ‌های برتر خوشه‌های مختلف و آزمون نتایج آنها می‌توان رقم مناسبی با ویژگی‌های مطلوب به‌وجود آورد.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward روی ۲۰ اکسشن *Bromus inermis* بر مبنای ۱۰ صفت مورد مطالعه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس خوشه‌ها نشان داد که میان خوشه‌ها به جز قطر یقه از لحاظ سایر صفات

جدول ۹- تعداد خوشه، تعداد جمعیت و میانگین ۱۰ صفت مورد مطالعه در هر یک از خوشه‌ها

شماره خوشه	تعداد جمعیت	روز تا ظهور خوشه	روز تا گرده‌افشانی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	طول خوشه (سانتیمتر)	طول برگ پرچم (سانتیمتر)	عرض برگ پرچم (میلیمتر)	عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)	قطر یقه (سانتیمتر)	تعداد ساقه
۱	۱۱	۷۲/۵ a	۹۱/۱ a	۹۸/۲ b	۱۳/۷ b	۱۰/۵ b	۵/۷ b	۱۱۷/۰ b	۲۵/۱ a	۹۸/۳ b
۲	۳	۶۴/۶ b	۸۷/۲ b	۱۰۹/۵ a	۱۶/۱ a	۱۴/۳ a	۷/۳ a	۲۳۸/۸ a	۲۵/۶ a	۱۰۵/۸ b
۳	۶	۵۰/۵ c	۷۵/۲ c	۱۱۴/۶ a	۱۶/۱ a	۱۴/۷ a	۵/۶ b	۱۹۲/۷ a	۲۲/۳ a	۱۶۶/۸ a
معنی دار بودن F	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**

** و ns به ترتیب معنی‌دار بودن میانگین مربعات اختلاف میان خوشه‌ها در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

احتمال ۱٪ داشت. به نظر می‌رسد که ارتفاع بوته، تعداد ساقه و قطر یقه از مهمترین اجزای عملکرد علوفه باشند که بهبود آنها باعث افزایش عملکرد علوفه خواهد شد. بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب به منظور افزایش عملکرد علوفه باید به روابط بین صفات به ویژه عملکرد علوفه با اجزای عملکرد توجه کافی نمود. بیشتر صفات

نتایج این پژوهش نشان داد که این گونه سازگاری خوبی به شرایط آب‌وهوایی کشور داشته و تنوع ژنتیکی کافی برای صفات مختلف از جمله عملکرد علوفه و اجزای آن در میان نمونه‌های مورد مطالعه وجود دارد. عملکرد علوفه با صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد ساقه و قطر یقه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح

سندگل، ع.ع.، ۱۳۶۸. اصول تولید و نگهداری بذر گیاهان مرتعی و علوفه‌ای. انتشارات وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ۱۰۸ صفحه.

جعفری، ع.ا.، ۱۳۸۰. تعیین فاصله ژنتیکی ۲۹ ژنوتیپ چچم دائمی *Lolium perenne* از طریق تجزیه خوشه بر اساس عملکرد علوفه و صفات مورفولوژیکی. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. مؤسسه جنگلها و مراتع، شماره ۶: ۱۰۱-۷۹.

مدیرشانه‌چی، م.، ۱۳۷۱. تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۴۸ صفحه.

مقدم، م. ر.، ۱۳۷۷. مرتع و مرتعداری. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۷۰ صفحه.

Halluer, A.R. and Miranda, J.B., 1998. *Quantitative genetic in maize breeding*. Iowa State Univ, Press, Ames Iowa.

McKone, M.J., 1985. Reproductive biology of several brome grass (*Bromus*): breeding system, pattern of fruit maturation, and seed set. *American Journal of Botany* 72(9): 13334-1339.

Sanderson, M.A., Skinner., R.H. and Elwinger, G.F., 2002. Seedling development and field performance of prairiegrass, grazing brome grass, and orchardgrass. *Crop Sci.* 42: 224-230.

Steel, R.G.D., and Torrie, J.H., 1980. *Principles and procedures of statistics. a biometrical approach*. 2nd. Mc Graw-Hill book company, New York.

جزء واریانس ژنتیکی مطلوبی داشتند و قابلیت توارث عمومی آنها بالا بود، بنابراین روشهای مبتنی بر گزینش برای این صفات از کارآیی بالایی برخوردار خواهد بود. نتایج تجزیه خوشه نشان داد که جمعیت‌های خوشه شماره ۲ دارای بیشترین عملکرد علوفه در هر بوته بودند و جمعیت‌های خوشه شماره ۳ ارتفاع بلند و تعداد ساقه بیشتری داشتند. بنابراین می‌توان از طریق تلاقی بین ژنوتیپهای برتر خوشه‌های مختلف و آزمون نتایج آنها از طریق برنامه‌های به نژادی و انتخاب، نسبت به تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب اقدام نمود.

سپاسگزاری

از مدیریت محترم سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان، سازمان برنامه و بودجه و حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان که امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

زبرجدی، ع.ع.، ر.، میرزایی ندوشن، ح.، و کریم‌زاده، ق.، ۱۳۸۰. بررسی تنوع ژنتیکی گونه مرتعی *Bromus tomentellus* با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. پژوهش و سازندگی. شماره ۵۱.

Study of genetic variation in *Bromus inermis* Leyss. populations

R. Mohammadi¹

1- Agricultural Biotechnology Research Institute of Central region of Iran. E-mail: m_riza51@ yahoo.com

Abstract

The objectives of this experiment were to evaluate of genetic variation and relationships among 20 accessions of *Bromus inermis*. The experiment was conducted as a randomized complete block design with 3 replications. Results of variance analysis showed significant differences between the accessions for different traits. There was considerable phenotypic and genotypic variation for forage yield and number of stems per plant. Broad-sense heritability was very high (90-98%) for days to pollination, days to heading and plant height. For number of stems, flag leaf length, peduncle length, forage yield and crown diameter, broad-sense heritability ranged between 67-87%. Correlation coefficients showed that forage yield per plant had a high and negative correlation with days to heading and days to pollination, but a high and positive correlation with plant height, peduncle length, flag leaf length, flag leaf width, number of stems and crown diameter. Using principal component analysis, the first three components determined 90% of the total variation. Days to heading, days to pollination, plant height, peduncle length, flag leaf length, forage yield and number of stems per plant were the most important traits in first component. Accessions were classified into 3 groups with distinct variations for forage yield, plant height, tiller number and maturity time. Thus, crossing plants from genetically diverse populations may result in superior progenies for cultivar development.

Key words: *Bromus inermis* Leyss., Heritability, Correlation coefficients, Principal components analysis and Cluster analysis.

Archive of SID