دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۲۳، شماره ۱، صفحه ۱۲۴-۱۱۲ (۱۳۹۴)

مطالعه اثر خویش‌آمیزی اجباری بر ویژگی‌های زراعی و مورفولوژیک بروم‌گراس نرم (*Bromus inermis*)

سهیلا اسپنانی[۱] و محمد مهدی مجیدی*[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲*- نویسنده مسئول مکاتبات، دانشیار اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

پست الکترونیک: majidi@cc.iut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۲

چکیده

بروم‌گراس نرم (*Bromus inermis*) جزو گیاهان دگرگشن و دارای خودناسازگاری گامتوفیتی است. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر خودگشنی اجباری و آزادگرده‌افشانی بر خصوصیات زراعی و مورفولوژیک بروم‌گراس انجام شد. بدین منظور سه جمعیت خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدینی حاصل از ۲۵ ژنوتیپ بروم‌گراس ایجاد و به‌صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه‌واریانس صفات بین جمعیت‌ها نشان داد که صفات عرض برگ پرچم، روزتاخوشه‌دهی، روزتاگرده‌افشانی، عملکرد علوفه خشک و تر تفاوت معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین جمعیت‌ها نشان داد که در بیشتر صفات جمعیت خودگشن با دو جمعیت والدینی و آزادگرده‌افشان اختلاف نداشت. نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که در جمعیت خودگشن عملکرد علوفه خشک همبستگی مثبت و معنی‌داری با قطر طوقه و عملکرد علوفه تر داشت. در جمعیت آزادگرده‌افشان عملکرد علوفه خشک با تعداد ساقه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. نتایج تجزیه به عامل‌ها بر روی سه جمعیت نشان داد که چهار عامل اول در مجموع ۷۸ درصد از کل واریانس را توجیه کردند. نتایج همچنین نشان داد که پسروی اینبردینگ در گیاه بروم‌گراس نرم بسیار ناچیز بوده، از این‌رو تولید لاین اینبرد در این گیاه برای اهداف اصلاحی امکان‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: آزادگرده‌افشانی، بروموس، خویش‌آمیزی، علوفه.

مقدمه

کشور ما با وجود برخورداری از تنوع اقلیمی وسیع و وجود منابع محیطی و ذخایر گیاهی غنی هنوز جزء کشورهای واردکننده علوفه دامی و نیز مواد پروتئینی است. کمبود علوفه حاصل از بخش‌های زراعی و مرتعی از مهمترین عوامل محدود کننده دامپروری‌هاست (Majidi & Arzani, 2010). یکی از راه‌های افزایش ظرفیت تولید علوفه در مراتع کشور اصلاح گونه‌های مرتعی از لحاظ عملکرد

علوفه، کیفیت علوفه و ماندگاری آنها می‌باشد. گراس‌ها از مهمترین گیاهان مرتعی هستند که به‌لحاظ تولید علوفه، احداث چراگاه، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند (Moghadam, 1998). بروم‌گراس نرم با نام علمی *Bromus inermis* L. یکی از گیاهان چند ساله فصل سرد و تشکیل‌دهنده پوشش گیاهی متراکم می‌باشد. بروم‌گراس با شرایط آب و هوایی سرد و خنک و یا در نواحی که فصل سرد قسمت عمده‌ای از فصل رشد را پوشش می‌دهد، سازگاری پیدا کرده است (Sanderson *et al.*, 2002). بروم‌گراس برتری قابل ملاحظه‌ای از نظر تولیدات چراگاهی و علوفه خشک دارد و امروزه به‌عنوان یکی از اجزای کشت مخلوط با لگوم و یکی از گیاهان کنترل کننده فرسایش تلقی می‌گردد. با وجود این مطالعات اصلاحی اندکی به آن اختصاص یافته است. بر اساس گزارش Klass و همکاران (۲۰۱۱) این گیاه جزو گیاهان دگرگشن و دارای خودناسازگاری گامتوفیتی است که با دو ژن S و Z که چند آللی هستند کنترل می‌شود. بنابراین تولید اینبردلاین در این گراس مورد تردید است، به‌همین دلیل عمده‌ترین روش اصلاحی همانند سایر گراس‌های دگرگشن ایجاد واریته‌های ساختگی است تا بدین وسیله بتوان از پدیده هتروزیس در این گیاه بهره برد (Farsi & Bagheri, 2007).

خودگشنی اجباری در گیاهان مختلف آثار متفاوتی نشان داده است که می‌تواند به ماهیت خودگشن یا دگرگشن بودن گیاه، نوع کنترل ژنتیکی صفت و دیگر عوامل بستگی داشته باشد. به‌عنوان مثال یک نسل خودگشنی تا حدودی اثر سوء تخریبی بر صفاتی مانند ارتفاع و زودرسی در یونجه گذاشته است (Yazdi-Samadi, 1999; Yazdi-Samadi & Stanford, 1969). با وجود این ارقام خودگشن در مواردی از لحاظ درصد پروتئین علوفه برتر از ارقام کلن و آزادگرده‌افشان بوده است (Yazdi-Samadi, 1999). به‌طور کلی بیشترین میزان پسروی اینبریدینگ در اولین نسل از خودگشنی است (Berdahl & Ray, 2004). از طرفی افزایش سطح هموزیگوسیتی به‌دلیل اینبریدینگ امکان شناسایی و حذف آلل‌های نامطلوب را تسهیل می‌کند و باعث انتخاب برای افزایش فراوانی آلل‌های مطلوب در جمعیت می‌شود (Kimberg & Bingham, 1998). در مطالعه‌ای توسط Yazdi-Samadi و Stanford (۱۹۶۹) نتاج حاصل از خودگشنی در یونجه از لحاظ ارتفاع بوته و وزن محصول کمتر از والدین بودند. در یونجه زرد (*Lotus corniculatus* L.) (Onokpise *et al.*, 1987) و علف گندمی (Berdahl &. Ray, 2004) گزارش شده که نه تنها نتاج S1 بقای کمتری نسبت به پلی‌کراس داشتند بلکه درصد بقای کمتری هم نسبت به واریته شاهد نشان دادند. در مطالعه‌ای Wolfe & Kipps(1952) گزارش کردند که بذرهای خودگشن شده در *Dactylis glomerata* تفاوتی در جوانه‌زنی نشان ندادند. در یونجه زرد (*Lotus corniculatus* L.) گزارش شده است که گیاهان خودگشن شده دارای غلاف‌های کوچک‌تر و تعداد بذر کمتر در غلاف نسبت به غلاف‌های گیاهان دگربارور هستند که می‌تواند ناشی از سقط گرده یا تخمک و یا ترکیب این دو باشد (Onokpise et al., 1987 ; Bubar, 1958). با توجه به اینکه تعداد بذر کم در غلاف‌های خودگشن شده ماده غذایی بیشتری برای رشد در دسترس دارند و همچنین رقابت کمتری برای رشد نشان می‌دهند، از این‌رو بذرهای خودگشن بزرگتر از بذرهای غلاف‌های دگرگشن شده بودند (Onokpise *et al.*, 1987). در یونجه (Kimberg & Bingham 1998) و در برروموس (Wilsie *et al.*, 1952) با بررسی دانه گرده در کلن‌ها (S0) برای میزان عقیمی یک ارتباط کمی بین درصد عقیمی گرده و سطح خودگشنی گزارش کردند. در برروموس گزارش شده است که نتاج آزادگرده‌افشان از والدینشان (S0) در همه خصوصیات بجز ارتفاع برتر بودند (Mcdonald *et al.*, 1952). دلیل این نمود ممکن است بهتر از گیاهان آزادگرده‌افشان در نتیجه بروز هتروزیس باشد (Mcdonald *et al.*, 1952).

گراس‌های علوفه‌ای عمدتا دگرگرده‌افشان و دارای ساختار ژنتیکی هتروزیگوت هستند، به‌همین علت مطالعات ژنتیکی در آنها آسان نیست. یکی از روش‌های دسترسی آسان به مطالعات ژنتیکی نظیر نقشه‌یابی ژنتیکی، ایجاد اینبرد لاین در این گیاهان است. اولین قدم برای این منظور بررسی میزان تحمل این گیاه به اثرات ناشی از اینبریدینگ می‌باشد. در این زمینه بر روی ژنوتیپ‌های داخلی کشور مطالعه‌ای انجام نشده است. در همین راستا این مطالعه برای بررسی اثر خودگشنی اجباری بر خصوصیات زراعی و مورفولوژیک در بروم‌گراس نرم (*Bromus inermis*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش نتاج خودگشن (S_1)، دگرگرده‌افشان (OP) و کلن‌های والدی (S_0) با یکدیگر مقایسه شدند. بدین منظور ابتدا تعداد ۲۵ ژنوتیپ از گونه بروم‌گراس که از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری شده بودند، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سال ۱۳۹۰ کشت شدند. در زمان گلدهی در سال پس از استقرار (۱۳۹۱) از هر ژنوتیپ تعدادی بوته انتخاب شد. در هر بوته نیمی از خوشه‌ها خودگشن و به نیمی دیگر اجازه دگرگرده‌افشانی داده شد. بذرهای خودگشن و آزادگرده-افشان حاصل (که فامیل‌های نیمه‌خواهری(OP) و تمام-خواهری(S1) را تشکیل دادند) به همراه والدین (S0) مواد ژنتیکی این آزمایش را تشکیل دادند. بذرهای خودگشن و دگرگشن این نمونه‌ها ابتدا در گلدان‌های پلاستیکی در گلخانه کشت شدند. تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز در گلدان شمارش شد و بعد از جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه‌ها برای سازگار شدن با محیط بیرون در هوای آزاد قرار گرفتند. گیاهچه‌ها تا موقع فرارسیدن فصل کشت به‌طور مرتب بازدید و آبیاری شدند و در اواخر اسفندماه ۱۳۹۱ براساس آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار نشاء شدند. جمعیت‌های خودگشن، دگرگشن و والدینی به‌عنوان پلات اصلی و ۲۵ ژنوتیپ پلات فرعی (بذرهای خودگشن و دگرگشن شده و کلن‌های والدینی) را تشکیل دادند. در هر تکرار هشت بوته از هر ژنوتیپ در یک ردیف کشت شد. فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر و در بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت بلافاصله آبیاری انجام شد. همچنین برای مقایسه نتاج خودگشن و دگرگشن با والدین، والدین نیز در مزرعه در کنار نتاج کشت شدند. عملیات داشت شامل آبیاری و وجین در طی فصل رشد به‌طور مرتب انجام گردید.

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات بر اساس مدل طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند. برای یافتن عوامل پنهانی، تجزیه به عامل‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SAS انجام شد. به‌منظور گروه‌بندی فامیل‌ها تجزیه خوشه‌ای به‌روش Ward انجام شد. نمودار بای‌پلات مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار Statgraphics ترسیم شد. نسبت جمعیت‌های دگرگشن و خودگشن بر والدین، از تقسیم صفات هر جمعیت بر والدین آنها محاسبه و به‌صورت درصد گزارش شد. برای مقایسه دو جمعیت خودگشن و دگرگشن در هنگام ظهور گیاهچه، داده‌های حاصل از وضعیت ظهور گیاهچه‌ها در گلدان با آزمون t مورد مقایسه قرار گرفتند. در این آزمایش مجموعه‌ای از صفات شامل عرض برگ پرچم، طول برگ پرچم، روزتاخوشه‌دهی، روزتاگرده-افشانی، تعداد ساقه، ارتفاع بوته، قطر طوقه، عملکرد علوفه تر، نسبت برگ به ساقه، عملکرد علوفه خشک و درصد ماده خشک اندازه‌گیری شد.

نتایج

نتایج حاصل از آزمون t بین دو جمعیت در جدول ۱ نشان داده شده است. درصد و سرعت ظهور گیاهچه در جمعیت خودگشن به‌صورت معنی‌داری از جمعیت دگرگشن کمتر بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مختلف مشتمل بر

میانگین مربعات جمعیت‌ها و ژنوتیپ‌ها در جدول ۲ قابل مشاهده است. اثر نوع جمعیت برای صفات عرض برگ پرچم، روزتاخوشه‌دهی، روزتاگرده‌افشانی، عملکرد علوفه خشک در سطح ۱ درصد و عملکرد علوفه تر در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نشان دادند. ژنوتیپ‌های بروم‌گراس برای صفات عرض برگ پرچم، طول برگ پرچم، ارتفاع بوته، قطر طوقه و درصد ماده خشک اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

جدول ۳ آمار توصیفی صفات مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج مشاهده شده در این مطالعه دامنه تغییرات برای بیشتر صفات در جمعیت خودگشن طیف وسیعی را نشان داد. جمعیت‌های آزادگرده‌افشان و والدینی تقریبا دارای دامنه یکسانی در صفات مورد بررسی بودند که می‌تواند به‌علت شرایط یکسان گرده‌افشانی در این دو جمعیت باشد.

جدول ۱- میانگین جمعیت‌های خودگشن و آزادگرده‌افشان بروموس از نظر سرعت و درصد ظهور گیاهچه

	خودگشن	آزادگرده‌افشان	t
سرعت ظهور گیاهچه	۱۴/۳۱±۱۳/۱۸	۳۷/۰۴±۹/۶۷	$-۹/۸۳^{***}$
درصد ظهور گیاهچه	۸۰/۷۳±۱۷/۸۴	۹۱/۲۸±۸/۵۲	$-۳/۷۷^{***}$

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات در مطالعه بررسی نتاج حاصل از خودگشنی و آزادگرده‌افشانی از نظر صفات مورفولوژیک و زراعی بروموس (*Bromus inermis*)

	تکرار (۳)	جمعیت (۲)	جمعیت*تکرار (۶)	ژنوتیپ (۲۴)	جمعیت*ژنوتیپ (۴۸)	خطا
عرض برگ پرچم	$۰/۰۶^{ns}$	$۰/۴۳^{**}$	۰/۰۴	$۰/۰۵^{***}$	$۰/۰۲^{ns}$	۰/۰۲
طول برگ پرچم	$۲/۴۵^{ns}$	$۳۱/۴۳^{ns}$	۴۱/۱۵	$۱۰۰/۲۲^{***}$	$۱۳/۸^{ns}$	۱۴/۱۱
روزتاخوشه‌دهی	$۲۸۵/۱۹^{ns}$	۲۷۵۰^{**}	۲۲۰/۹۲	$۱۱۵/۴۸^{ns}$	$۱۰۷/۸۶^{ns}$	۹۶/۱۸
روزتاگرده‌افشانی	$۲۸۴/۸^{ns}$	۲۳۱۹^{**}	۲۰۴/۵۹	$۱۰۷/۴۶^{ns}$	$۷۸/۸۸^{ns}$	۷۹/۸۷
ارتفاع بوته	$۱۷۹/۶۲^{ns}$	۸۰۰^{ns}	۲۶۸/۷۱	$۲۷۸/۴۷^{***}$	$۵۵/۱۶^{ns}$	۶۶/۸۱
تعداد ساقه	$۴۱/۵۷^{ns}$	$۲۱۱/۰۲^{ns}$	۵۸/۹۷	$۱۳/۱۸^{ns}$	$۹/۳۹^{ns}$	۱۰/۵۳
قطر طوقه	$۴۴/۴۹^{ns}$	$۱۳۶/۶۴^{ns}$	۵۶/۹۸	$۷/۴۱^{*}$	$۴/۴۴^{ns}$	۴/۷۳
عملکرد علوفه تر	۳۳۱۳۱^{*}	۲۳۶۰۴^{*}	۴۷۶۱	۱۰۴۱^{ns}	۶۵۶^{ns}	۶۹۸/۴۹
نسبت برگ به ساقه	$۶۴۶/۶۷^{ns}$	$۱۴/۶۹^{ns}$	۲۴۸/۰۳	$۸۵/۳۹^{ns}$	$۷۴/۴۵^{ns}$	۷۲/۰۷
عملکرد علوفه خشک	۲۹۸۵^{*}	۴۰۸۵^{**}	۴۸۹/۶۸	$۱۰۷/۴۱^{ns}$	$۹۱/۷۶^{ns}$	۹۴/۵۲
درصد ماده خشک	$۳۹۹/۶۸^{ns}$	$۲۶۹/۹۶^{ns}$	۳۷۵/۵۶	$۳۷/۷۵^{*}$	$۱۹/۵۶^{ns}$	۲۱/۷۷

*،**،***و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد، ۰/۱ درصد، غیرمعنی‌دار

اعداد داخل پرانتز درجه آزادی هر منبع می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین جمعیت‌ها و آمار توصیفی صفات در مطالعه بررسی نتاج حاصل از خودگشنی و آزادگرده‌افشانی از نظر صفات مورفولوژیک و زراعی بروموس نرم (*Bromus inermis*)

صفات	میانگین			دامنه			نسبت (درصد)	
	والدین	آزادگرده‌افشان	خودگشن	والدین	آزادگرده‌افشان	خودگشن	دگرگشن به والدین	خودگشن به والدین
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۰/۵۳^{b}	۰/۶۵^{a}	۰/۶۵^{a}	۰/۲۷-۰/۹۶	۰/۳-۱/۱۷	۰/۴-۱/۲	۱۲۲	۱۲۲
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۶/۹۴^{a}	۱۷/۱۹^{a}	۱۶/۱۲^{a}	۷/۸۳-۳۳/۲۵	۸/۶۷-۳۲/۳۳	۹/۵-۳۳/۸۳	۱۰۱	۹۵
روزتاخوشه‌دهی	۸۵/۵۲^{a}	۸۳/۷۵^{a}	۷۵/۴۳^{b}	۵۲/۵-۱۰۹/۶۷	۵۷/۶۷-۱۱۶	۵۸-۱۰۳	۹۷/۹۳	۸۸/۲
روزتاگرده‌افشانی	۹۴/۸۱^{a}	۹۱/۹۱^{a}	۸۵/۲۴^{b}	۷۴/۱۳-۱۱۸/۶۷	۷۰/۶۷-۱۲۱	۷۱/۵-۱۱۶	۹۶/۹۴	۸۹/۹
ارتفاع (سانتی‌متر)	۴۷/۴۹^{a}	۴۴/۱^{a}	۴۹/۸۲^{a}	۲۴/۳۳-۷۵/۸	۲۵-۷۵	۳۰-۷۵/۱۴	۹۲/۸۶	۱۰۴/۹
تعداد ساقه	۵/۲۷^{ab}	۴/۷۲^{b}	۷/۵۹^{a}	۲-۱۳/۸۳	۲-۱۹/۶۷	۲-۲۴	۸۹/۵۶	۱۴۴
قطر طوقه (سانتی‌متر)	۱۰/۸^{a}	۸/۵۹^{a}	۱۰/۳۴^{a}	۴/۲۱-۲۱/۲۵	۴/۴۳-۱۵/۵۶	۴-۲۰/۵	۷۹/۵۳	۹۵/۷۴
عملکرد علوفه تر (گرم در بوته)	۸۶/۷۹^{a}	۵۶/۰۹^{b}	۷۰/۳۶^{ab}	۲۱/۳۳-۱۹۶/۳۱	۸/۸۵-۱۱۹/۸۷	۱۰/۰۶-۱۸۸/۶۶	۶۴/۶۲	۸۱
نسبت برگ به ساقه	۵/۹۳^{a}	۶/۳۷^{a}	۶/۷^{a}	۱/۰۲-۳۰/۶۷	۰/۸۱-۴۱	۰/۴۷-۱۰۷	۱۰۷/۴۱	۱۱۲/۹۸
عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)	۳۲/۷۵^{a}	۱۹/۹۸^{b}	۲۵/۸۶^{ab}	۱۰/۸۳-۶۷/۷۲	۴/۲۹-۴۳/۸۴	۳/۸-۶۹	۶۱	۷۸/۹۶
درصد ماده خشک	۳۹/۳^{a}	۳۶/۰۲^{a}	۳۷/۷۶^{a}	۲۹/۶۵-۵۷/۳	۲۱/۸۴-۴۹/۸۶	۲۰/۷۲-۶۳/۲۷	۹۱/۶۵	۹۶/۰۸

میانگین جمعیت خودگشن در بیشتر صفات اختلاف معنی-داری با جمعیت‌های والدینی و آزادگرده‌افشان نشان نداد (جدول ۳). میانگین جمعیت خودگشن در صفت عرض برگ پرچم ۰/۶۵ بود که با جمعیت دگرگشن با میانگین ۰/۶۵ بدون اختلاف معنی‌دار و با جمعیت والدینی با میانگین ۰/۵۳ دارای اختلاف معنی‌دار بود. در صفت تعداد ساقه میانگین جمعیت خودگشن ۷/۵۹ بود که با جمعیت آزادگرده‌افشان با میانگین ۴/۷۲ دارای اختلاف معنی‌دار و با جمعیت والدینی با میانگین ۵/۲۷ اختلاف معنی‌دار نشان نداد. عملکرد علوفه تر در جمعیت خودگشن ۷۰/۳۶ بود که با جمعیت آزادگرده‌افشان با میانگین ۵۶/۰۹ و والدینی با میانگین ۸۶/۷۹ اختلاف معنی‌دار نداشت. برای صفت عملکرد علوفه خشک نیز جمعیت خودگشن با میانگین ۲۵/۸۶ با جوامع والدینی (۳۲/۷۵) و آزادگرده‌افشان (۱۹/۹۸) اختلاف معنی‌دار نداشت. با وجود این جمعیت آزادگرده‌افشان در این صفت اختلاف معنی‌دار با جمعیت والدینی نشان داد. در صفات روزتاخوشه‌دهی و روزتاگرده‌افشانی جمعیت خودگشن به‌ترتیب دارای میانگین-های ۷۵/۴۳ و ۸۵/۲۴ بود که با دو جمعیت والدینی و آزادگرده‌افشان اختلاف معنی‌دار داشت و در واقع زودرس‌تر از جمعیت‌های والدینی و آزادگرده‌افشان بود. نسبت جمعیت خودگشن به والدین در این آزمایش نسبت به جمعیت دگرگشن به والدین برای صفات ارتفاع (۱۰۴/۹ درصد)، تعداد ساقه (۱۴۴ درصد)، قطر طوقه (۹۵/۷۴ درصد) عملکرد علوفه تر (۸۱ درصد)، نسبت برگ به ساقه (۱۱۲/۹۸ درصد)، عملکرد علوفه خشک (۷۸/۹۶ درصد) و درصد ماده خشک (۹۶/۰۸ درصد) صفات بالا بود.

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای سه جمعیت خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدینی انجام شد. بر این اساس در صفت ارتفاع در جمعیت خودگشن ژنوتیپ ۱۶ با میانگین ۵۹/۲ سانتی‌متر بلندترین ژنوتیپ و ژنوتیپ ۶ با میانگین ۳۹/۷۵ سانتی‌متر کوتاه‌ترین ژنوتیپ بود. در جمعیت دگرگشن از نظر این صفت ژنوتیپ ۳ (۵۸/۹۳ سانتی‌متر) و ژنوتیپ ۲۵ (۳۴/۴۸ سانتی‌متر) به‌ترتیب بلندترین و کوتاه‌ترین ژنوتیپ بودند. در جمعیت والدینی ژنوتیپ ۳ با ۶۳/۰۵ سانتی‌متر بلندترین و ژنوتیپ ۱۱ با ۳۷/۳۳ سانتی‌متر کوتاه‌ترین ژنوتیپ بود. قطر طوقه در جمعیت خودگشن در ژنوتیپ ۱۲ (۱۲/۸ سانتی‌متر) بیشترین و در ژنوتیپ ۳ (۸/۲۴ سانتی‌متر) کمترین مقدار را داشت. در جمعیت آزادگرده‌افشان ژنوتیپ ۶ با قطر ۱۰/۲۱ سانتی‌متر بیشترین قطر و ژنوتیپ ۱۴ با قطر ۷/۲۸ سانتیمتر کمترین قطر را داشت. در جمعیت والدینی ژنوتیپ ۲۳ (۱۳/۱۸ سانتی‌متر) بیشترین و ژنوتیپ ۲۴ (۸/۸۳ سانتی‌متر) کمترین قطر را داشتند. عملکرد علوفه خشک در جمعیت خودگشن در ژنوتیپ ۱۲ با ۳۶/۵۶ گرم در بوته بیشترین مقدار و در ژنوتیپ ۶ با مقدار ۱۶/۰۸ گرم در بوته کمترین مقدار را نشان داد. در جمعیت آزادگرده‌افشان ژنوتیپ ۲۳ (۲۹/۰۷ گرم در بوته) بیشترین عملکرد و ژنوتیپ ۱۵ (۱۲/۵۶گرم در بوته) کمترین عملکرد را داشت. در جمعیت والدینی ژنوتیپ ۲۳ با ۴۰/۵۵ گرم در بوته بیشترین عملکرد و ژنوتیپ ۲۵ با ۲۵/۶۴ گرم در بوته کمترین عملکرد را داشت. درصد ماده خشک در جمعیت خودگشن در ژنوتیپ ۱۶ با ۴۷/۸۸ بیشترین درصد و ژنوتیپ ۱۳ با ۳۴/۵۹ کمترین درصد را داشت. در جمعیت دگرگشن ژنوتیپ ۹ (۴۱/۱۲) و ژنوتیپ ۸ (۳۰/۳) به‌ترتیب بیشترین و کمترین درصد را داشتند. در جمعیت والدینی ژنوتیپ ۱۴ با ۴۳/۲ درصد بیشترین و ژنوتیپ ۱۲ با ۳۶/۰۶ درصد کمترین مقدار را از لحاظ درصد ماده خشک داشتند.

ضرایب همبستگی صفات در دو جمعیت خودگشن و آزادگرده‌افشان مورد بررسی قرار گرفت. در جمعیت خودگشن (جدول ۴ پایین قطر) عملکرد علوفه خشک همبستگی مثبت و معنی‌داری با قطر طوقه (۰/۷۳) و عملکرد علوفه تر (۰/۹۶) نشان داد. البته سایر همبستگی-های عملکرد علوفه خشک با سایر صفات غیر معنی‌دار بود.

جدول ۴- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورفولوژیک و زراعی در دو جمعیت خودگشن و آزادگرده‌افشان
(پایین قطر خودگشن و بالای قطر آزادگرده‌افشان)

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱- عرض برگ پرچم	۱	-۰/۱۲^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۲۱^{ns}	-۰/۵**	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۱۲^{ns}	-۰/۲۲^{ns}
۲- طول برگ پرچم	-۰/۴۶**	۱	-۰/۳۸^{ns}	-۰/۳۵^{ns}	۰/۵۱**	۰/۰۳^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	۰/۱^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۰/۲^{ns}	۰/۲۴^{ns}
۳- روزتاخوشه‌دهی	۰/۱۱^{ns}	-۰/۲۶^{ns}	۱	۰/۹۵***	-۰/۳۸*	-۰/۳۶^{ns}	-۰/۲۷^{ns}	-۰/۳۷^{ns}	-۰/۲۳^{ns}	-۰/۴۶*	-۰/۱۴^{ns}
۴- روز تا گرده‌افشانی	۰/۰۹^{ns}	-۰/۲۶^{ns}	۰/۹۳***	۱	-۰/۴۱*	-۰/۳۸*	-۰/۲۷^{ns}	-۰/۳۵^{ns}	-۰/۳۲^{ns}	-۰/۴۴*	-۰/۱۹^{ns}
۵- ارتفاع	-۰/۵۴**	۰/۴۸**	-۰/۴۲*	-۰/۳۲^{ns}	۱	۰/۴۸*	۰/۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۱^{ns}	۰/۰۶^{ns}	-۰/۰۲^{ns}
۶- تعداد ساقه	-۰/۳۷^{ns}	۰/۱۴^{ns}	-۰/۳۹*	-۰/۴۶**	۰/۳۹*	۱	۰/۱۲^{ns}	۰/۴۸**	۰/۱۸^{ns}	۰/۵**	-۰/۰۸^{ns}
۷- قطر طوقه	-۰/۰۷^{ns}	-۰/۱۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۱^{ns}	-۰/۱^{ns}	-۰/۰۹^{ns}	۱	۰/۳۹*	۰/۳۲^{ns}	۰/۲۶^{ns}	-۰/۴۳*
۸- عملکرد علوفه تر	-۰/۲۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	-۰/۱۵^{ns}	-۰/۱۶^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۰/۷۵***	۱	۰/۳۴^{ns}	۰/۹۴***	-۰/۲۵^{ns}
۹- نسبت برگ به ساقه	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۴۵*	۰/۲۸^{ns}	-۰/۴*	-۰/۱^{ns}	-۰/۲۷^{ns}	-۰/۲۴^{ns}	۱	۰/۲۴^{ns}	-۰/۲۱^{ns}
۱۰-عملکرد علوفه خشک	-۰/۳۳^{ns}	۰/۱۵^{ns}	-۰/۲^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	۰/۲^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۷۳***	۰/۹۶***	-۰/۳۳^{ns}	۱	۰/۰۵^{ns}
۱۱-درصد ماده خشک	-۰/۲۷^{ns}	۰/۵۷**	-۰/۲۸^{ns}	-۰/۱۹^{ns}	۰/۳۹*	-۰/۰۵^{ns}	-۰/۱۳^{ns}	-۰/۱۷^{ns}	-۰/۲۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۱

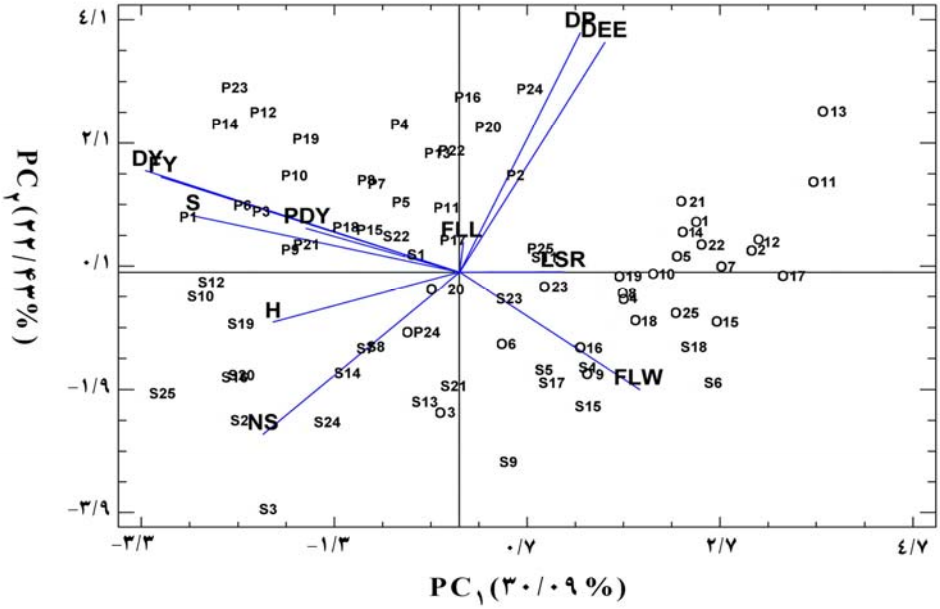
در همین جمعیت همبستگی ارتفاع با صفت روزتاخوشه‌دهی منفی و معنی‌دار ۰/۴۲ بود. درصد ماده خشک همبستگی مثبت و معنی‌دار ۰/۳۹ با صفت ارتفاع نشان داد. در جمعیت آزادگرده-افشان (جدول ۴ بالای قطر) عملکرد علوفه خشک با صفات روزتاخوشه‌دهی (۰/۴۶) و روزتاگرده‌افشانی (۰/۴۴) همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. عملکرد علوفه خشک با تعداد ساقه همبستگی مثبت و معنی‌دار ۰/۵ نشان داد. صفت ارتفاع در این جمعیت همبستگی منفی و معنی‌دار ۰/۳۸ و ۰/۴۱ با صفات روزتاخوشه‌دهی و روزتاگرده‌افشانی نشان داد و با تعداد ساقه همبستگی مثبت و معنی‌دار ۰/۴۸ داشت.

نتایج تجزیه به عامل‌ها در مورد صفات مورفولوژیک و زراعی بر روی ۲۵ ژنوتیپ و سه جمعیت بروموس در جدول ۵ نشان داده شده است. تجزیه به عامل‌ها فقط برای یافتن عامل‌های مؤثر در عملکرد علوفه انجام شد. چهار عامل اول در مجموع ۷۸ درصد از تغییرات را توجیه کردند. عامل اول ۳۰ درصد از تغییرات را توجیه کرد که بیشتر تحت تأثیر عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک بود که به‌ترتیب دارای بارهای ۰/۹۵ و ۰/۹۴ بودند که این عامل، عامل عملکرد نامیده شد. عامل دوم ۲۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد که در آن صفات روزتاخوشه‌دهی (۰/۹۳)، روزتاگرده‌افشانی (۰/۹۴) دارای بیشترین بار بودند که این عامل، عامل فنولوژیک نام‌گذاری شد. عامل سوم و عامل چهارم به‌ترتیب ۱۶ و ۹ درصد از تغییرات را توجیه کردند که عامل‌های اجزای عملکرد نامیده شدند. بررسی توزیع گرافیکی دو مؤلفه اصلی اول با استفاده از نمودار بای‌پلات (شکل ۱) تقریبا توانست سه جمعیت خودگشن، دگرگشن و والدینی را از همدیگر تفکیک کند. جمعیت دگرگشن از مقادیر مؤلفه اول بالاتر نسبت به دو جمعیت دیگر برخوردار بودند، در حالیکه والدین از مقادیر مؤلفه دوم بالاتری برخوردار بودند.

جدول ۵- تجزیه به عامل‌ها در مطالعه بررسی نتاج حاصل از خودگشنی و آزادگرده‌افشانی بر صفات مورفولوژیک و زراعی بروموس (*Bromus inermis*)

صفات	بار عامل اول	بار عامل دوم	بار عامل سوم	بار عامل چهارم
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	-۰/۴۸	-۰/۱۸	-۰/۵۲	۰/۰۹
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	-۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۸۱	۰/۰۷
روزتاخوشه‌دهی	۰/۰۰۸	۰/۹۳	۰/۰۴	۰/۱
روزتاگرده‌افشانی	۰/۰۸	۰/۹۴	۰/۰۳	۰/۰۵
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۰/۱۴	-۰/۳۷	۰/۷۵	-۰/۰۸
تعداد ساقه	۰/۲۳	-۰/۷۸	۰/۱۲	۰/۰۸
قطر طوقه (سانتی‌متر)	۰/۸۵	-۰/۱۳	-۰/۱۶	-۰/۱
عملکرد علوفه تر (گرم در بوته)	۰/۹۵	-۰/۰۴	۰/۰۵	-۰/۰۰۱
نسبت برگ به ساقه	-۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۹۱
عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)	۰/۹۴	-۰/۰۳	۰/۱۶	-۰/۱
درصد ماده خشک	۰/۱۹	۰/۰۰۶	۰/۵۱	-۰/۵۲
ریشه مشخصه	۳/۳۱	۲/۴۶	۱/۷۷	۱/۰۲
واریانس توجیه شده	۳۰/۰۹	۲۲/۴۳	۱۶/۱۱	۹/۳۶
واریانس توجیه شده تجمعی	۳۰/۰۹	۵۲/۵۳	۶۸/۶۴	۷۸

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده است دارای ارزش بیشتری هستند.



شکل۱- نمودار بای‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نحوه تقسیم‌بندی جمعیت‌ها با صفات مورد بررسی (S= خودگشن، O= آزادگرده‌افشان، P= والدین).(FLW= عرض برگ پرچم، FLL= طول برگ پرچم، DEE= روزتاخوشه‌دهی،DP= روزتاگرده‌افشانی، H= ارتفاع بوته، NS= تعداد ساقه، S= قطر طوقه، FY= عملکرد علوفه تر، DY= عملکرد علوفه خشک، LSR= نسبت برگ به ساقه، PDY= درصد ماده خشک)

بحث

داشتن اطلاعات در مورد خودگشنی و اثرات اینبریدینگ در گیاهانی که به‌طور ذاتی دگرگرده‌افشان هستند، در پیشرفت پروژه‌های اصلاحی ضروریست. در گراس‌های علوفه‌ای چندساله ژن‌های با اثر افزایشی نقش اصلی در تعیین تنوع برای تعداد زیادی از صفات زراعی دارند (Amini, 2013 ; Majidi, 2009 ; Araujo, 2002). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نتاج خودگشن در دوران گیاهچه‌ای دچار ضعف ناشی از اینبریدینگ شده بودند. کاهش سرعت و درصد ظهور گیاهچه می‌تواند تأییدی بر طبیعت دگرگشن و در نتیجه ضعف حاصل از خودگشنی در این گیاه باشد.

بر اساس آمار توصیفی دامنه صفات برای جمعیت خودگشن بالاتر از دو جمعیت دیگر بود. البته وجود تنوع در این جمعیت می‌تواند در ایجاد رفتار اصلاحی در این گیاه مؤثر باشد. وجود تنوع (بالا) در میان والدین به‌علت داشتن واریانس ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی (غالبیت) است، در حالی که تنوع در میان نتاج نیمه خواهری (آزادگرده‌افشان) فقط تحت کنترل واریانس افزایشی است (Nguyen & Sleper, 1983). در مطالعه‌ای Araghi و همکاران (۲۰۱۴) نیز تنوع قابل ملاحظه‌ای در ژنوتیپ‌های *Bromus inermis* برای بیشتر صفات مشاهده کردند.

نتایج مقایسه میانگین جمعیت‌ها نشان داد که جمعیت خودگشن برای بیشتر صفات تفاوت معنی‌دار با جمعیت والدینی و آزادگرده‌افشان نداشت. البته عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک در جمعیت خودگشن اختلاف معنی-داری با دو جمعیت دیگر نداشت. این نتایج با نتایج Yazdi-Samadiو Stanford (۱۹۶۹) در یونجه تطابق

ندارد. آنان گزارش کردند که خودگشنی در یونجه باعث کاهش عملکرد علوفه تر می‌شود. روزتاخوشه‌دهی و روزتاگرده‌افشانی در جمعیت خودگشن کمتر از دو جمعیت دیگر بود و در واقع جمعیت خودگشن زودرس‌تر از جمعیت والدینی و آزادگرده‌افشان بود. طبق گزارش Yazdi-Samadi (۱۹۹۹) ارقام خودگشن در مواردی مثل درصد پروتئین علوفه برتر از ارقام کلن و آزادگرده‌افشان بوده است. در مطالعه‌ای توسط (Milic *et al.* 2011.) نیز گزارش شده اولین نسل از خودگشنی باعث افزایش معنی-دار محتوای پروتیین خام نسبت به والدین و نتاج آزادگرده-افشان و همچنین گیاهان هیبرید در یونجه شده است. علت برتری و یا نداشتن اختلاف معنی‌دار بین جمعیت خودگشن با والدین و یا آزادگرده‌افشان را می‌توان طبق گزارش Kimberg و Bingham (۱۹۹۸) به افزایش سطح هموزیگوسیتی، افزایش فراوانی آلل‌های مطلوب و تثبیت اثرات افزایشی ژن‌ها ربط داد. در تحقیقی Araghi و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که صفات تعداد ساقه، روزتاخوشه‌دهی و روزتاگرده‌افشانی تحت کنترل اثرات افزایشی اصلی هستند. این نتایج، زودرس‌تر بودن نتاج خودگشن و همچنین وجود تعداد ساقه بالا در نتاج خودگشن در مقایسه با آزادگرده‌افشان در این تحقیق به دلیل تثبیت اثرات افزایشی در این نتاج را تقویت می‌کند. در تحقیق Ibrahim و همکاران (۲۰۰۷) بر روی گیاه Silymarin (*Silybum marianum* L.) نیز پیشرفت در صفات مورد مطالعه ناشی از نقش بارزتر آلل‌های افزایشی در کنترل این صفات گزارش شد.

آگاهی از همبستگی میان صفات مورد مطالعه در طراحی برنامه‌های اصلاحی تمامی گیاهان زراعی مفید می‌باشد. در جمعیت خودگشن عملکرد علوفه خشک با صفات قطر طوقه و عملکرد علوفه تر همبستگی نشان داد. در جمعیت آزادگرده‌افشان عملکرد علوفه خشک با صفات روزتاخوشه‌دهی و روزتاگرده‌افشانی و تعداد ساقه دارای همبستگی بود. در این جمعیت عملکرد علوفه خشک با صفت ارتفاع همبستگی معنی‌داری نشان نداد که با نتایج McDonald و همکاران (۱۹۵۲) و Araujo و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی نتاج آزادگرده‌افشان در *Bromus riparius* مطابقت داشت. در همین جمعیت صفت ارتفاع با صفات روزتاخوشه‌دهی و روزتاگرده‌افشانی و تعداد ساقه همبستگی نشان داد. در مطالعه‌ای Majidi و همکاران (۲۰۰۷) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات ارتفاع بوته و تعداد ساقه در گیاه فسکیوی بلند گزارش کردند. همبستگی عملکرد با صفات زراعی مانند قطر طوقه و تعداد ساقه امکان انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد علوفه را میسر می‌سازد (Araghi *et al.*, 2014). در بررسی روابط بین صفات در گونه‌های دیپلوییید فستوکا (Simonsen, 1976) همبستگی معنی‌داری بین عملکرد علوفه و روزتاخوشه‌دهی مشاهده نشد. در حالی که در چاودار میان عملکرد علوفه و روزتاخوشه‌دهی همبستگی مثبت و معنی‌دار گزارش شده است (Van Beem *et al.*, 2005). این نتایج نشان می‌دهد که همبستگی بین صفات می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلف ازجمله نوع جمعیت و زمینه ژنتیکی قرار گیرد.

در این مطالعه تجزیه به‌عامل‌ها به‌روش مؤلفه‌های اصلی بر روی میانگین تکرارها انجام شد و عامل‌ها به‌منظور توجیه بهتر دوران داده شدند. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها توانست روابط بین صفات مختلف اندازه‌گیری شده را نشان دهد. تجزیه به عامل‌ها در اسپرس نشان داد که درصد اجزای بوته (درصد ساقه و برگ) بیشترین بار عاملی را در کنار عملکرد علوفه به خود اختصاص داده‌اند (Dadkhah *et al.*, 2011). با وجود اینکه تجزیه به عامل‌ها برای کاهش تعداد متغیرها به تعدادی عامل پنهانی، گروه-بندی صفات بر اساس روابط داخلی بین آنها، شناسایی

اجزای اصلی عملکرد و بررسی تنوع ژنتیکی کاربرد دارد، اما تفسیر فیزیولوژیک عوامل به‌طور قابل ملاحظه‌ای به صفات مورد نظر، اکوتیپ‌های مورد بررسی و شرایط محیط آزمایش بستگی دارد. البته وجود زمینه ژنتیکی متفاوت در سه جمعیت که ناشی از تفاوت در نحوه گرده‌افشانی در ایجاد آنهاست نیز به‌وسیله نمودار بای‌پلات تقریبا اثبات شد.

در کل نتایج این پژوهش نشان داد که خودگشنی در بیشتر صفات تفاوت معنی‌داری با والدین نداشت. بذرهای خودگشن بروم‌گراس نه تنها ایجاد گیاهچه با قابلیت بقاء کردند بلکه در دوران رشد در مزرعه در بسیاری از موارد اختلاف معنی‌داری با والدین و نتاج آزادگرده‌افشان نداشتند. این پاسخ خوب بروم‌گراس به خودگشنی می‌تواند نویدبخش تولید اینبرد لاین در این گیاه در آینده باشد. بنابراین مطالعات تکمیلی در نسل‌های خودگشنی پیشرفته‌تر برای اثبات این نتایج ضروریست.

منابع مورد استفاده

-Amini, F., Majidi, M.M. and Mirlohi, A., 2013. Genetic and genotype × environment interaction analysis for agronomical and some morphological traits in half-sib families of tall fescue. Crop Science, 53: 411-421.

-Araghi, B., Barati, M., Majidi, M.M. and Mirlohi, A., 2014. Application of half-sib mating for genetic analysis of forage yield and related traits in *Bromus inermis*. Euphytica. 196: 25-34.

-Araujo, M.R.A. and Coulman, B.E., 2002. Genetic variation, heritability and progeny testing in meadow bromegrass. Plant Breeding, 121: 417-424

-Berdahl, J.D. and Ray, I.M., 2004. Comparison of S1 with Open-pollination progenies in selection for yield in crested wheatgrass. Crop Science, 44: 768-771.

-Bubar, J.S., 1958. An association between variability in ovule development within ovaries and self incompatibility in Lotus (Leguminasae). Canadian Journal Botany, 36: 65-72.

-Dadkhah, M., Majidi, M.M. and Mirlohi, A., 2011. Multivariate analysis of relationships among different characters in Iranian Sainfoin populations (*Onobrichis viciifolia* Scop.). Iranian Journal of Field Crop Science, 42: 349-357. (In Farsi).

-Farsi, M. and Bagheri, A.R., 2007. Principles of Plant Breeding. Mashhad University Jihad Publications. 376pp. (In Persian)

-Ibrahim, M.M., Ottai, M.E.S. and El-Mergawi, R.A., 2007. Selfing mating effect on growth traits and silymarin production of some selected lines among milk thistle (*Silybum marianum* L.) varieties.World Journal of Agricultural Sciences, 3(1): 097-104

-Kimberg, C.A. and Bingham, E.T., 1998. Population improvement in alfalfa: Fertility and S1 forage yield performance in original and improved populations. Crop Science, 37: 1509-1513.

-Klass, M., Yang, B., Bosch, M., Thorogood, D., Manzanares, C., Armstead, I. P., Franklin, F.C.H. and Barth, S., 2011. Progress towards elucidating the mechanisms of self-incompatibility in the grasses: further insight from studies in *Lolium*. Annals Botany, 108:677-685.

-Majidi, M.M., Mirlohi, A.F. and Sabzealian, M.R., 2007. Path coefficient analysis of fescue seed yield and its components affected by fungal endophyte. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11: 177-188. (In Persian).

-Majidi, M.M., Mirlohi, A.F. and Amini, F., 2009. Genetic variation heritability and correlations of agro-morphological trait in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). Euphytica, 167: 323-331.

-Majidi, M.M. and Arzani, A., 2010. Study of relationship between morphological, agronomic and qualitative traite in sainfoin population (*Onobrychis viciifolia*). Journal of Plant Production, 16: 159-172. (In Persian).-

-Mcdonald, E.D., Kalton R.R. and Weiss, M.G., 1952. Interrelationships and relative variability among S1and Open-pollination progenies of selected bromegrass clones. Agronomy Journal, 44: 20-25.

-Milic, D., Mihailovic, V., Karagic, D., Vasiljevic, S., Mikic, A. and Katic, S., 2011. Efficacy of progeny test in alfalfa (*Medicago sativa* L.) breeding for yield and quality. Genetic and Breeding, 48: 327-332.

-Moghadam, D., 1998. Pasture and Range Management. Tehran University Press. 470 pp. (In Persian).

-Nguyen, H.T. and Sleper, D.A., 1983. Theory and application of half-sib matings in forage grass breeding. Theorical and Application Genetic, 64: 187-196.

-Onokpise, O.U., Bowley, S.R., Tomes, D.T. and Twamley, B.E. (1987). Evaluation of Self and Polycross Progeny Testing in Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) for Forage and Seed Yield. Plant Breeding, 98, 141-148.

-Sanderson, M.A., Skinner., R.H. and Elwinger, G.F., 2002. Seeding development and field performance of prairiegrass, grazing bromegrass, and orchadgrass. Crop Science, 42: 224-230

-Simonsen, O., 1976. Genetic variation in diploid and autotetraploid population of *Festuca pratensis*. Hereditas, 85:1-24

-Van Beem, J.V., Mohler Lukman, R., Van Gin, M., William, M., Crossa, J. and Worland, A.J., 2005. Analysis of genetic factors influencing the developmental rate of globally important CIMMYT wheat cultivars. Crop Science, 45: 2113-2119.

-Wilsie, C.P., Ching, C.B. and Hawk, V.B., 1952. Self-fertility and progeny performance in *Bromus inermis*. Agronomy Journal, 44: 605-609.

-Wolfe, T.K. and Kipps, M.S., 1952. Pollination studies with orchard grass. Agronomy Journal. 17: 748-752.

-Yazdi-Samadi, B. and Stanford E.H., 1969. Quantitative gene action in tetraploid alfalfa. Crop Science. 9: 283-286

-Yazdi-Samadi, B., 1999. Comparison of open-pollinated, cloned and selfed cultivars in alfalfa. Iranian Journal Agriculture Science, 30: 537-549. (In Persian)

Effects of inbreeding on agronomic and morphological progenies of *Bromus inermis*

S.Spanani[1] and M.M.Majidi[*2]

1- M.Sc. student of plant breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R.Iran.

2*- Assoc. Prof., of Plant Breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R.Iran, E-Mail: majidi@cc.iut.ac.ir

Received: 08.04.2014 Accepted: 03.12.2014

Abstract

Smooth bromegrass (*Bromus inermis*) is an open pollinated grass with gametophytic self-incompatibility. This study was conducted to evaluate the effects of mandatory self fertility on morphological and agronomic traits of *Bromus inermis*. Three populations including self-pollinated, open pollinated and parental genotypes (each consisted of 25 genotypes of *Bromus inermis*) were evaluated using a split plot experiment based on randomize complete block design. Significant differences were found among the populations for flag leaf width, days to ear emergence, days to pollination, fresh yield, and dry matter yield. For most of the traits, means of self-pollinated population didn't have significant differences with open pollinated and parental population due to increasing of homozygosity level, desirable allele frequencies, and fixation of additive effects. Positive correlation was found between dry matter yield with spread and fresh forage yield in self pollinated population. Positive correlation was found between dry matter yield with number of stems in the open pollinated population. Factor analysis for the populations indicated that four factors accounted 78% of the total variation. Finally the results indicated that inbreeding depression is low in *Bromus inermis.* Therefore, it is possible to develop inbred line in the plant species for breeding objectives.

Keywords: Open pollination, *Bromus inermis*, inbreeding, forage.