بررسی تنوع ژنتیکی نمونه‌های اسپرس زراعی داخلی و خارجی از طریق صفات مورفولوژیک

محمد ضرابیان[۱]، محمدمهدی مجیدی[۲]* و هاجر امینی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۱۲)

چکیده

اسپرس از جمله گیاهان مرتعی و زراعی است که به‌دلیل ویژگی‌های مطلوب به‌ویژه تحمل به تنش‌ها مورد توجه می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ۵۶ نمونه (۴۶ رقم داخلی و ۱۰ رقم خارجی) اسپرس زراعی با بهره‌گیری از صفات مورفولوژیک (همانند عملکرد علوفه و اجزای عملکرد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان سال‌های زراعی ۱۳۹۰ - ۱۳۸۹ روی گیاهان یک‌ساله به اجرا در آمد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود تنوع بسیار بالا برای صفات مورد مطالعه در ژرم‌پلاسم مورد بررسی بود. صفات ارتفاع و تعداد ساقه در بوته (به‌ترتیب ۸۵ و ۷۲ درصد) از وراثت‌پذیری عمومی بالایی برخوردار بودند که حاکی از نقش عمده ژن‌ها در کنترل این صفات می‌باشد. براساس مقایسه میانگین، چین اول از نظر عملکرد علوفه نسبت به چین دوم برتری داشت، هم‌چنین بیشترین عملکرد علوفه در سال دوم به‌دست آمد. نتایج نشان داد که نمونه‌های داخلی در مقایسه با ارقام خارجی عملکرد علوفه بالاتری داشتند، لیکن ارقام خارجی براساس معیار نسبت برگ به ساقه از کیفیت علوفه بالاتری برخوردار بودند. به‌نظر می‌رسد ترکیب صفات مطلوب نمونه‌های داخلی و خارجی از طریق طراحی برنامه‌های اصلاحی می‌تواند زمینه را برای توسعه ارقام با عملکرد و کیفیت علوفه بالا فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، تنوع ژنتیکی، صفات مورفولوژیک، عملکرد علوفه

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجویان سابق کارشناس ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: majidi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

گیاهان علوفه‌ای علاوه بر اینکه در سطح زراعی تأمین‌کننده بخشی از غذای دام بوده، با تأمین علوفه دام، حفظ حاصلخیزی خاک، جلوگیری از فرسایش آبی و بادی در سطح مرتعی نیز نقش بسیار مهمی را در اقتصاد کشور ایفا می‌کنند (۱۲). اسپرس با نام علمی *Onobrychis viciifolia* از جمله بقولات علوفه‌ای است که به دامنه وسیعی از شرایط نامساعد محیطی به‌ویژه تنش شوری و خشکی متحمل بوده و در مقایسه با سایر گیاهان علوفه‌ای دارای ویژگی‌های مطلوبی از جمله: عدم ایجاد نفخ، مقاومت به چرا، مقاومت به سر خورطومی یونجه و کیفیت مطلوب علوفه می‌باشد (۱۱). با وجود محدودیت در اصلاح ژنتیکی اسپرس به‌جهت پیچیدگی ژنتیکی، چند ساله بودن و دگرگشنی، امروزه متداول‌ترین روش در اصلاح اسپرس همچون اکثر بقولات علوفه‌ای ایجاد ارقام ساختگی می‌باشد (۱۴). از جمله مهم‌ترین اهداف اصلاحی اسپرس افزایش عملکرد علوفه و بهبود کیفیت آن می‌باشد. در این راستا افزایش خصوصیات مرتبط با عملکرد از جمله سطح برگ و نسبت برگ به ساقه، تعداد برگ به‌همراه تعداد برگچه و تعداد ساقه در این گیاه مورد توجه اصلاحگران می‌باشد (۱۸). آگاهی از میزان تنوع صفات از جمله صفات مهم و اقتصادی چون عملکرد، شناسایی و گزینش والدین را تسریع می‌بخشد. متأسفانه در کشور ما تحقیقات چندانی در زمینه گیاه اسپرس انجام نشده است، این درحالی است که ایران از مراکز پراکنش اسپرس محسوب گردیده و گونه‌های مختلفی از جنس *Onobrychis* در ایران پراکنده‌اند (۲۱). هم‌چنین براساس بررسی منابع صورت گرفته تاکنون مقایسه‌ای بین ژرم‌پلاسم داخلی اسپرس کشور با نمونه‌های خارجی که عمدتاً در برخی کشورهای اروپایی کشت‌وکار می‌شوند، نشده است.

اساس تحقیقات به‌نژادی گیاهان بر وجود تنوع وسیع ژنتیکی استوار بوده و به‌نژادگران بدون دسترسی به چنین تنوع ژنی موفقیت چندانی برای ایجاد و ارائه ارقام اصلاح شده جدید نخواهند داشت (۱۳). تنوع ژنتیکی را می‌توان با روش‌های مختلف و با مطالعه ویژگی‌های متفاوت بررسی کرد که از جمله آنها می‌توان به بررسی صفات مورفولوژیکی، زراعی، آناتومیکی، مارکرهای بیوشیمیایی و مارکرهای DNA اشاره نمود (۱۶). مطالعه صفات مورفولوژیک نظیر عملکرد، ارتفاع، تعداد ساقه و غیره از متداول‌ترین روش‌های بررسی تنوع ژنتیکی می‌باشد. در این روش به بررسی توانایی یک ژنوتیپ تحت شرایط محیطی که در آن رشد نموده است پرداخته می‌شود. اگرچه یکی از محدودیت‌های صفات مورفولوژیک و زراعی، تأثیرپذیری از محیط و دارا بودن وراثت‌پذیری پایین می‌باشد، اما از آنجایی‌که مهم‌ترین خصوصیات اقتصادی را در بر می‌گیرند، به‌طور گسترده جهت بررسی تعیین تنوع ژنتیکی کاربرد داشته و تکنیک‌های دیگر به‌عنوان مکمل این تکنیک محسوب می‌گردند (۵). با توجه به بررسی دلگادو و همکاران (۲) بر روی ۳۶ توده اسپرس اسپانیایی و ۴۴ توده غیر اسپانیایی، توده‌های مورد مطالعه از نظر صفات درصد گل‌دهی بعد از هر چین، رشد پاییزه، طول ساقه در انتهای زمستان و امتیاز رشدی بعد از چین اول، دارای تنوع بالایی بودند. مطالعات مجیدی (۱۵) روی ۳۰ رقم اسپرس تحت شرایط شور مزرعه، تنوع بالایی برای صفات مورفولوژیک گزارش کرد. در بررسی انجام شده توسط دادخواه و همکاران (۱) روی ۲۱ توده اسپرس، مشخص شد که تنوع بالایی برای عملکرد علوفه در ژرم‌پلاسم وجود دارد. هم‌چنین آنها کارایی انتخاب غیر مستقیم را برای افزایش عملکرد از طریق صفات تعداد ساقه در مترمربع، تعداد ساقه در بوته و ارتفاع مفید دانستند. در ارزیابی که توسط تورچی و همکاران (۱۷) برای تعیین قدرت ترکیب‌پذیری عمومی در ۳۸ توده پلی‌کراس اسپرس انجام گرفت، تنوع بالایی از نظر صفت عملکرد تر، عملکرد خشک و خوش‌خوراکی گزارش شد.

در اکثر گیاهان علوفه‌ای، ازجمله اسپرس برنامه‌ریزی جامعی در زمینه تحقیقات به‌نژادی انجام نپذیرفته است. با توجه به ضرورت ارزیابی تنوع ژنتیکی برای برنامه‌های اصلاح نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی، این پژوهش به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی بین نمونه‌های مختلف داخلی و خارجی اسپرس زراعی از طریق مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیک و زراعی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر طی سال‌های زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در منطقه لورک نجف‌آباد در۴۰ کیلومتری اصفهان در شهرستان نجف‌آباد (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی) اجرا گردید. ارتفاع مزرعه از سطح دریا ۱۶۳۰ متر و طبق تقسیم‌بندی کوپن، دارای اقلیم نیمه‌خشک خنک با تابستان‌های خشک می‌باشد. میانگین بارندگی و دمای سالیانه به‌ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک این منطقه، لوم‌رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده و متوسط اسیدیته آن حدود ۷/۵ می‌باشد.

در این بررسی ۵۶ نمونه زراعی اسپرس شامل ۴۶ نمونه ایرانی که از طریق جمع‌آوری مستقیم یا از بانک ژن گیاهی ایران (کرج) و ۱۰ نمونه غیر ایرانی از طریق بانک‌های ژنی خارجی (از جمله IPK آلمان و USDA آمریکا) تهیه شده بودند (جدول ۱)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت.

با توجه به اینکه سال اول استقرار بود یادداشت‌برداری و اندازه‌گیری مجموعه‌ای از صفات زراعی و مورفولوژیک در دو چین سال ۱۳۸۹ (به‌ترتیب نیمه اول مرداد و نیمه دوم شهریور) انجام شد اما در سال بعد (سال ۱۳۹۰) سه چین (به‌ترتیب نیمه اول اردیبهشت، نیمه دوم خرداد و نیمه دوم تیر) انجام پذیرفت. هر پلات شامل ۳ ردیف ۳ متری با فاصله بین ردیفی ۳۰ سانتی‌متر بود. صفات مورد مطالعه تعداد روز تا گل‌دهی (از کاشت یا برداشت چین قبل)، تعداد ساقه در هر بوته، تعداد ساقه در واحد سطح (تعداد ساقه در یک مترمربع)، تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع (طول قامت گیاه)، طول خوشه، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک (پس از خشک کردن در آون)، وزن خشک برگ و ساقه، نسبت وزن خشک برگ به ساقه (خوش‌خوراکی)، در صد ماده خشک (نسبت وزن خشک علوفه به وزن تر) و هم‌چنین میزان آلودگی به سفیدک سطحی برحسب امتیازدهی (۱- حساس‌ترین تا ۵- مقاوم‌ترین) پس از حذف اثرحاشیه اندازه‌گیری گردید.

تجزیه و تحلیل آماری برای صفاتی که در چین‌های مختلف یاداشت‌برداری گشته‌اند، به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در زمان در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی انجام گرفت. کرت اصلی نمونه‌های اسپرس و کرت فرعی سال و کرت فرعی فرعی چین در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) انجام گرفت. علاوه بر آن به‌منظور برآورد اجزای واریانس در هر سال از امید ریاضی میانگین مربعات طرح آماری کرت‌های خرد شده در زمان استفاده شد (۲۰). به‌دنبال آن ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی برای هر دو سال محاسبه و قابلیت توارث‌پذیری عمومی نیز محاسبه گردید (۱۹). تجزیه و تحلیل‌های آماری ذکر شده با کمک نرم‌افزارهای SAS، SPSS و Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ارقام اسپرس زراعی در جدول ۲ نشان داده شده است. ارقام برای کلیه صفات به غیر از طول خوشه تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا برای صفات مورد مطالعه در این تحقیق می‌باشد که با نتایج مطالعه دادخواه و همکاران (۱)

جدول ۱. مشخصات محل جمع‌آوری ارقام زراعی ایرانی و خارجی اسپرس مورد مطالعه

شماره	ژنوتیپ	استان	شهر	شماره	ژنوتیپ	استان	شهر
۱	۱VICAZmS	آذربایجان‌شرقی	مرند	۲۹	۲۶VICESjS	کرمان	جنت‌آباد
۲	۲VICAZaS	آذربایجان‌شرقی	اشنویه	۳۰	۲۷VICESkS	اصفهان	کبوترآباد
۳	۲۵VICAZaS	آذربایجان‌شرقی	اشنویه ۲	۳۱	۲۸VICESbS	اصفهان	بوئین‌میاندشت
۴	۲۴VICAZoS	آذربایجان‌غربی	ارومیه	۳۲	۲۹VICESdS	اصفهان	دامنه فریدن
۵	۳VICKES	کرمانشاه	سنقر	۳۳	۳۰VICESbS	کرمان	بردسیر
۶	۳۳VICKEbS	کرمان	بافت	۳۴	۳۲VICESkS	اصفهان	خوانسار
۷	۵VICHAazS	همدان	اسدآباد	۳۵	۳۴VICESkS	اصفهان	خوانسار ۲
۸	۷VICMAkS	مرکزی	خمین	۳۶	۴۱VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۹	۳۸VICMAkS	مرکزی	خمین ۲	۳۷	۴۲VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۰	۱۷VICARS	مرکزی	اراک	۳۸	۴۳VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۱	۳۵VICARS	مرکزی	اراک ۲	۳۹	۴۸VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۲	۶VICTEdS	تهران	دماوند	۴۰	۳۹VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۳	۴VICLOaS	لرستان	الیگودرز	۴۱	۱۸VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۴	۱۱VICLOaS	لرستان	الیگودرز ۲	۴۲	۸VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۵	۳۱VICLOkS	لرستان	خرم‌آباد	۴۳	۴۰VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۶	۱۲VICCHsS	چهارمحال و بختیاری	شهرکیان	۴۴	۴۴VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۷	۱۵VICCHS	چهارمحال و بختیاری	بروجن	۴۵	۱۳VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۸	۱۹VICCHsS	چهار محال و بختیاری	شهرکرد	۴۶	۲۳VICUNS	نامعلوم (ایران)	-
۱۹	۲۱VICCHgS	چهارمحال و بختیاری	گندمان	۴۷	۱۳۱VICRUS	روسیه	-
۲۰	۲۲VICCHgS	چهار محال و بختیاری	گیشنیزجان	۴۸	۱۳۳VICGHS	قرقیزستان	-
۲۱	۴۵VICESfS	چهارمحال و بختیاری	فرادنبه (بروجن)	۴۹	۱۳۴VICMAS	مجارستان	-
۲۲	۹VICESfS	اصفهان	فریدون‌شهر	۵۰	۱۲۵VICITS	ایتالیا	-
۲۳	۱۶VICESrS	اصفهان	زواره	۵۱	۱۲۶VICITS	یتالیا	-
۲۴	۱۰VICESKS	اصفهان	خوانسار	۵۲	۱۲۷VICASS	اسلواکی	-
۲۵	۳۶VICESgS	اصفهان	گلپایگان	۵۳	۱۲۸VICASS	اسلواکی	-
۲۶	۳۷VICESnS	اصفهان	نجف‌آباد	۵۴	۱۲۹VICASS	اسلواکی	-
۲۷	۴۶VICESaS	اصفهان	آقاداش (سمیرم)	۵۵	۱۳۲VICGES	شرق آلمان	-
۲۸	۴۷VICESgS	اصفهان	گلپایگان	۵۶	۱۳۰VICHOS	هلند	-

جدول ۲. میانگین مربعات منابع مختلف تغییر در تجزیه واریانس کرت دو بار خرد شده در زمان برای صفات مورد مطالعه در ارقام اسپرس زراعی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		تعداد روز تا گل‌دهی	ارتفاع	تعداد ساقه در هر بوته	تعداد گره در ساقه	طول خوشه	عملکرد علوفه تر تک‌بوته	عملکرد علوفه خشک تک‌بوته	درصد برگ	درصد ساقه	نسبت برگ به ساقه	درصد ماده خشک
بلوک	۲	۳۲۴۶***	۴۳/۸^{ns}	۷۴۲***	۱/۸۸*	۱۵۸***	۴۶۴^{ns}	۱۶۵^{ns}	۷۶۲۸***	۶۱۷۸***	۰/۱**	۱۹۵*
رقم	۵۵	۲۸۹***	۱۲۰۳***	۲۱۵***	۱/۶۳***	۳/۳۹^{ns}	۱۱۴۸۳***	۱۰۳۲***	۲۵۵**	۲۰۷**	۰/۰۴***	۱۰۲**
خطای (a)	۱۱۰	۴۸	۳۰۶	۶۳/۸۲	۰/۶	۲/۹۸	۳۶۳۳	۳۷۸	۱۲۸	۱۰۴	۰/۰۱	۵۵
سال	۱	۳۵۲۴۲۳***	۳۰۳۱***	۸۹۰۰۹***	۰/۰۲***	۲۰۵***	۱۴۵۴۱۷۲***	۱۰۷۲۷۱***	۴۵۳۴۱***	۳۶۷۲۵***	۲/۲***	۴۷۶۶۱***
رقم × سال	۵۵	۲۱۲***	۵۴۱***	۱۱۴***	۰/۶۷^{ns}	۰/۷۱^{ns}	۶۰۸۷***	۸۰۸***	۳۳۵**	۲۷۱**	۰/۰۱	۲۰۸***
خطای (b)	۱۱۲	۹۳/۷	۲۵۸/۱۵	۶۶/۱	۰/۵۷	۰/۶۳	۱۶۹۹	۲۱۸	۱۸۰	۱۴۶	۰/۰۱	۸۰
چین	۲	۵۹۶۳۳۲***	۱۶۵۲۹***	۳۳۴۱***	۲۱/۷***	۱۷۰۳***	۱۰۳۵۹۷۳***	۶۸۱۸۵***	۱۹۴۳۰۷***	۱۵۷۳۹۳***	۰/۹***	۶۱۷۵***
رقم × چین	۱۱۰	۹۸/۳***	۲۶۸***	۷۱/۳***	۰/۸۷***	۲/۸۷^{ns}	۴۶۹۳***	۶۴۴***	۱۵۷^{ns}	۱۲۷^{ns}	۰/۰۱***	۱۱۲***
سال × چین	۲	۱۶۳۶۹۹***	۵۷۵۰***	۴۹۶۲**	۰/۵۵^{ns}	۴۰/۶***	۸۹۱۷۲۶***	۶۱۲۰۰***	۱۱۴۳۹***	۹۲۶۵***	۰/۱**	۴۴۱۷۲***
رقم × چین × سال	۵۵	۱۱۵**	۶۶۶***	۸۵/۳***	۰/۶^{ns}	۱/۲۲^{ns}	۳۳۶۳***	۶۸۰***	۲۷۴^{ns}	۲۲۲^{ns}	۰/۰۱***	۱۱۱***
ضریب تغییرات		۲۱/۲	۱۸/۲۵	۲۳/۲۵	۱۴/۱۰	۲۶/۲۱	۲۷/۵۸	۱۴/۶۹	۱۶/۵۸	۱۷/۶۵	۱۹/۸۵	۲۷/۲۳

ns ، ***، **، * به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطوح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

بر روی ۲۰ رقم داخلی اسپرس مطابقت داشت. اثر سال و چین نیز برای کلیه صفات در سطح احتمال ۰/۱ درصد از نظر آماری معنی‌دار بود. معنی‌دار نبودن اثر متقابل رقم و سال برای تعداد گره در ساقه و طول خوشه بیانگر عکس‌العمل یکسان ژنوتیپ‌ها از نظر این دو صفت در دو سال می‌باشد. از طرفی اثر متقابل رقم × چین برای کلیه صفات به غیر از طول خوشه، درصد ساقه و درصد برگ در سطح احتمال ۰/۱ درصد دارای تفاوت معنی‌داری بود که حاکی از عکس‌العمل متفاوت ارقام در چین‌های مختلف بوده است (جدول ۲). هم‌چنین نتایج حاکی از معنی‌داری اثر متقابل سال × چین برای کلیه صفات به غیر از تعداد گره در ساقه می‌باشد. اثر رقم × سال × چین نیز برای کلیه صفات به غیر از تعداد گره درساقه، طول خوشه، درصد ساقه و تعداد ساقه در بوته از لحاظ آماری معنی‌داری بود، که حاکی از نداشتن روند یکسان رقم‌ها در سال‌ها و چین‌های مختلف است (جدول ۲) که با نتایج مطالعه دادخواه و همکاران (۱) مطابقت داشته و حاکی از نقش قابل توجه شرایط محیطی در تبیین تنوع برخی از صفات دارد. در بین صفات مورد مطالعه صفات ارتفاع و عملکرد علوفه تر، بیشترین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی را در سال اول دارا بودند. در سال دوم صفات عملکرد علوفه تر و خشک دارای بیشترین درصد ضرایب تغییرات فنوتیپی و صفات عملکرد علوفه خشک و تعداد ساقه در واحد سطح دارای بیشترین درصد تغییرات ژنوتیپی بودند (جدول ۳). دامنه تغییرات برای کلیه صفات دارای طیف وسیعی بود که نشان‌دهنده تنوع بالا بین ارقام مورد مطالعه است. دامنه تغییرات اکثر صفات در سال دوم بیشتر از سال اول بود (نتایج نشان داده نشده است). وجود چنین تغییرات وسیعی برای اکثر صفات به‌خصوص در سال دوم نشان‌دهنده تنوع بالا در ژرم‌پلاسم موجود بوده که از آن می‌توان در برنامه‌های اصلاحی آتی استفاده کرد. با توجه به اینکه سال اول سال استقرار گیاهان می‌باشد و تأثیرپذیری از اثرات محیطی بیشتر است تأکید بیشتر بایستی بر روی برآوردهای سال دوم باشد. مقادیر وراثت‌پذیری عمومی بالا در سال دوم برای صفات ارتفاع، تعداد ساقه در بوته، تعداد ساقه در واحد سطح و درصد ساقه (جدول ۳) حاکی از نقش عمده اثرات ژنتیکی در کنترل این صفات می‌باشد. با توجه به اینکه این صفات از اجزای عملکرد علوفه نیز محسوب می‌گردند، انتخاب غیر مستقیم از طریق آنها می‌تواند بازده ناشی از انتخاب برای بهبود عملکرد علوفه را افزایش دهد.

در مطالعه‌ای که توسط مجیدی و ارزانی (۱۴) انجام شد نیز وراثت‌پذیری بالای عملکرد علوفه خشک در اسپرس گزارش شد و بیان شد که وراثت‌پذیری بالا برای برخی از صفات نظیر ارتفاع، تعداد ساقه و تعداد گره می‌تواند نویدبخش کارایی روش‌های مبتنی بر انتخاب را در بهبود این صفات باشد.

نتایج مقایسه گروهی ارقام داخلی و خارجی (جدول ۳) نشان داد که ارقام داخلی از نظر صفات تعداد ساقه در بوته، تعداد ساقه در واحد سطح، عملکرد علوفه تر و خشک در بوته و عملکرد علوفه تر و خشک در واحد سطح از ارقام خارجی دارای برتری بودند (جدول ۳). بررسی مهم‌ترین اجزای عملکرد در این گیاه (ارتفاع بوته و تعداد ساقه) نیز نشان می‌دهد که ارقام ایرانی دارای برتری قابل ملاحظه نسبت به ارقام خارجی بودند، از طرف دیگر ارقام خارجی فقط از نظر صفات درصد برگ و نسبت برگ به ساقه که از معیارهای خوش‌خوراکی و کیفیت علوفه محسوب می‌گردد، برتری داشتند. به‌نظر می‌رسد ترکیب صفات مطلوب نمونه‌های داخلی و خارجی از طریق طراحی برنامه‌های اصلاحی می‌تواند زمینه را برای توسعه ارقام پُرتولید و با کیفیت علوفه بالا فراهم آورد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک و درصد ماده خشک ارقام برای مجموع دو سال نشان داد که رقم‌های اشنویه۲ (s۲۵) دارای بیشترین عملکردعلوفه تر و رقم آقاداش (s۴۶) دارای

جدول ۳. ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی، قابلیت توارث عمومی و مقایسه گروهی برای صفات مورد مطالعه ۵۶ رقم اسپرس زراعی

صفت	ضرب تغییرات فنوتیپی (٪)		ضریب تغییرات ژنوتیپی (٪)		وراثت‌پذیری عمومی		مقایسه گروهی ارقام	
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	داخلی	خارجی
روزتا گل‌دهی	۴/۲۵	۱/۲۸	۹/۷	۶/۷	۳/۶۱	۶/۵۵	۳۰/۹^{a}	۳۷/۵^{a}
ارتفاع (سانتی‌متر)	۷/۶۸	۵/۴۰	۳/۲۳	۱۲/۳	۵/۴۶	۵/۸۵	۶۷/۲^{a}	۳۵/۱^{a}
تعداد ساقه در هر بوته	۳/۶۲	۶/۵۹	۹/۱۸	۶/۱۵	۳/۳۰	۷۲	۳۸/۴^{a}	۲۹/۷^{b}
تعداد ساقه در واحد سطح	۳/۶۲	۲/۵۹	۱۹	۷/۱۵	۳۰	۸/۶۹	۵۷۶^{a}	۴۴۶^{b}
تعداد گره در هر ساقه	۲/۱۶	۲/۱۶	۱۱/۴	۴/۳	۴/۶۹	۵/۶۱	۶/۹^{a}	۶/۱^{a}
طول خوشه (سانتی‌متر)	۱/۲۱	۲/۲۸	۳/۶	۴/۵	۵/۱۵	۱/۲۱	۳/۴^{a}	۵/۲^{a}
عملکرد تر تک‌بوته (گرم)	۳/۲۳	۲/۷۳	۳/۲۳	۲/۴	۴/۶۵	۸/۶۰	۲۶۹^{a}	۱۰۴^{b}
عملکرد تر در واحد سطح (گرم)	۱/۶۵	۲/۷۳	۳/۲۳	۲/۶	۴/۶۵	۶۱/۵	۴۰۳۵^{a}	۱۵۶۴^{b}
عملکرد خشک تک‌بوته (گرم)	۷/۵۸	۵/۷۱	۱/۲۰	۹/۱۸	۴/۶۴	۸/۵۰	۸۰/۳^{a}	۳۸/۱^{b}
عملکرد خشک در واحد سطح (گرم)	۷/۵۸	۸/۷۱	۱/۲۰	۱۹	۳/۶۴	۱/۵۱	۱۲۰۴^{a}	۵۷۱^{b}
درصد ساقه	۱/۳۴	۵/۴۴	۲/۸	۸/۱۲	۳/۱۴	۸/۷۰	۶/۷^{a}	۹/۲^{a}
در صد برگ	۵	۸/۳۴	۳/۲	۳/۱۰	۸/۱۷	۱/۵۷	۵۹/۲^{b}	۸۹/۳^{a}
نسبت برگ به ساقه	۳/۵۳	۷/۳۶	۶/۱۵	۲/۵	۴/۴۷	۶۶	۱۳^{b}	۳۳^{a}

برای هر صفت تفاوت دو میانگین داخلی و خارجی که در یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۴. مقایسه میانگین ارقام اسپرس زراعی برای صفات مورد مطالعه بر مبنای میانگین دو سال

رقم	عملکرد علوفه تر (گرم در بوته)	عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)	درصد برگ	درصد ساقه	در صد ماده خشک	روز تا گل‌دهی	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد ساقه در بوته	تعداد گره در ساقه
۱s	۱۷۰	۲/۵۰	۷/۵۵	۳/۴۴	۵/۴۰	۴/۴۶	۹/۵۷	۶/۲۷	۲۸/۷
۲s	۱۳۰	۶/۳۸	۶/۶۲	۴/۳۷	۵/۳۸	۲/۵۴	۵/۵۰	۲۴/۱	۶۳/۶
۳s	۱۴۸	۳/۴۹	۸/۵۷	۲/۴۲	۱/۴۳	۴/۴۸	۲/۵۸	۹/۲۲	۰۸/۷
۴s	۱۴۳	۴/۴۶	۵/۵۲	۵/۴۷	۲/۴۲	۲/۵۱	۱/۵۶	۳/۲۲	۶۵/۶
۵s	۱۳۹	۸/۴۱	۷/۵۳	۳/۴۶	۸/۳۷	۲/۵۸	۱/۶۱	۲۱/۱	۲۸/۷
۶s	۱۳۵	۴/۴۳	۷/۵۵	۳/۴۴	۳/۴۰	۸/۵۰	۳/۵۹	۱/۲۰	۵۹/۶
۷s	۱۶۷	۱/۵۳	۲/۵۹	۸/۴۰	۷/۳۸	۱/۵۳	۸/۵۸	۳/۲۱	۶۷/۶
۸s	۱۲۵	۴/۴۳	۹/۵۸	۱/۴۱	۷/۴۲	۳/۵۳	۲/۵۴	۱/۲۲	۵۶/۶
۹s	۱۱۷	۸/۳۶	۷/۵۸	۳/۴۱	۳۸/۱	۸/۵۳	۴/۵۱	۳/۱۸	۴۲/۶
۱۰s	۱۱۷	۳/۴۵	۶/۶۴	۴/۳۵	۴۳/۱	۲/۵۴	۱/۵۲	۸/۱۹	۳۷/۶
۱۱s	۱۷۹	۸/۵۷	۵/۵۴	۵/۴۵	۳/۴۳	۱/۴۹	۱/۵۰	۵/۲۵	۷۹/۶
۱۲s	۲۰۲	۱/۷۴	۱/۶۰	۹/۳۹	۴۱/۱	۲/۴۸	۳/۶۱	۳/۳۷	۲۱/۷
۱۳s	۱۴۶	۴/۴۲	۱/۵۶	۹/۴۳	۹/۳۷	۸/۵۰	۴/۵۶	۸/۱۹	۸۳/۶
۱۵s	۱۴۰	۶/۴۵	۴/۶۱	۶/۳۸	۵/۴۰	۷/۴۸	۷/۵۷	۶/۲۰	۹۱/۶
۱۶s	۱۱۵	۹/۳۹	۶/۵۹	۴/۴۰	۷/۴۳	۷/۴۸	۳/۵۷	۶/۲۲	۵۶/۶
۱۷s	۱۱۵	۵/۳۸	۶۰	۴۰	۴۲/۱	۷/۴۷	۸/۵۱	۸/۲۰	۸۴/۶
۱۸s	۱۲۱	۴/۳۹	۵/۶۰	۵/۳۹	۸/۴۲	۱/۵۱	۳/۵۲	۸/۲۲	۰۹/۷
۱۹s	۱۱۰	۸/۳۸	۹/۶۰	۱/۳۹	۶/۴۳	۹/۴۴	۵/۵۰	۱/۲۳	۲۴/۶
۲۱s	۱۰۶	۶/۴۰	۶/۶۲	۴/۳۷	۶/۴۶	۷/۵۰	۴/۴۹	۹/۲۲	۳۲/۶
۲۲s	۲۰۰	۱/۵۶	۱/۵۸	۹/۴۱	۴/۳۸	۴/۴۸	۶/۵۹	۲۴/۱	۶۸/۶
۲۳s	۱۳۶	۴۷	۷/۵۶	۳/۴۳	۱/۴۳	۱/۵۴	۱/۵۷	۶/۲۰	۸۸/۶
۲۴s	۱۷۹	۵۱	۱/۵۹	۹/۴۰	۴/۴۰	۲/۴۵	۴/۵۷	۱/۲۴	۳۳/۶
۲۵s	۲۳۵	۷۲	۳/۵۹	۷/۴۰	۱/۳۸	۳/۵۳	۵/۵۷	۱۱/۲	۴۴/۶
۲۶s	۱۲۱	۹/۴۱	۵/۶۰	۵/۳۹	۷/۴۲	۴/۴۸	۶/۵۰	۸/۱۸	۶۹/۶
۲۷s	۱۱۷	۴/۴۰	۵/۶۰	۵/۳۹	۸/۴۳	۹/۴۸	۱/۴۶	۲/۲۳	۳۳/۶
۲۸s	۱۶۷	۴/۵۳	۲/۵۹	۸/۴۰	۴/۴۰	۳/۵۰	۸/۵۶	۹/۲۱	۹۸/۶
۲۹s	۱۲۵	۷/۴۲	۶/۵۸	۴/۴۱	۳/۴۴	۴/۴۹	۲/۵۴	۶/۲۰	۹۲/۶
۳۰s	۱۱۹	۶/۴۴	۱/۶۲	۹/۳۷	۶/۴۲	۵/۵۰	۸/۵۶	۸/۲۰	۹۱/۶
LSD (5%)	۴۳/۶	۱۴/۱	۷/۳	۷/۳	۵/۴	۵/۰۱	۱۲/۶	۵/۷	۰/۵۶

کمترین عملکرد علوفه تر بودند (جدول ۴). دامنه وسیع این صفت حاکی از تنوع بالای عملکرد علوفه تر در ارقام مورد مطالعه می‌باشد. از طرفی بالا بودن عملکرد علوفه تر در برخی از رقم‌ها نظیر رقم اشنویه۲ (s۲۵) حاکی از پتانسیل ژنتیکی خوب این رقم بوده که می‌توان از آنها در برنامه‌های اصلاحی آتی استفاده کرد. با توجه به اینکه عملکرد خشک معیار دقیق‌تری برای ارزیابی و مقایسه رقم‌ها می‌باشد، لذا مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک نیز انجام شد. در مجموع دو سال رقم‌های شهرکرد (s۱۲) و اشنویه۲ (s۲۵) دارای بیشترین میزان علوفه خشک و رقم آقاداش (s۴۶) دارای کمترین میزان علوفه خشک بودند (جدول ۴). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که رقم اشنویه۲ (s۲۵) در مجموع دو سال دارای بیشترین میزان علوفه تر و خشک بود که می‌تواند ناشی از پتانسیل ژنتیکی بالای این رقم باشد. از طرفی رقم آقاداش در مجموع دو سال دارای کمترین میزان علوفه تر و خشک بود. رقم آقاداش (s۴۶) دارای بیشترین و رقمی از کشور آلمان (s۱۳۲) دارای کمترین میزان درصد ماده خشک بودند (جدول ۴). درصد ماده خشک تحت‌تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی قرار دارد، از جمله عوامل ژنتیکی دخیل در این صفت می‌توان به پنجه‌زنی، شاخه‌دهی، ارتفاع و از جمله عوامل محیطی می‌توان به زمان برداشت علوفه اشاره داشت (۱۴). همان‌گونه که قبلاً نیز اشاره شد در مجموع ارقام داخلی در مقایسه با ارقام خارجی میانگین عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک بالاتری را به خود اختصاص دادند. نتایج حاکی از تنوع بسیار زیاد در عملکرد علوفه تر و خشک و هم‌چنین درصد ماده خشک در ارقام مورد مطالعه بوده است که می‌تواند در جهت اهداف اصلاحی به‌کار گرفته شود.

نتایج مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم s۳۹ دارای بیشترین و رقم s۴۸ کمترین درصد ساقه را دارا بود (جدول ۴). هم‌چنین رقم های s۴۸ بیشترین و s۴۰ کمترین درصد برگ را دارا بودند (جدول ۴). روند موجود در درصد ساقه و درصد برگ حاکی از آن است که رقم‌هایی با درصد برگ بالا دارای درصد ساقه کمتری بودند و بیشترین درصد برگ و کمترین درصد ساقه به رقم‌های خارجی مربوط بود. از نظر صفت نسبت برگ به ساقه، رقمی از هلند (s۱۳۰) و رقم مرند (s۱) به‌ترتیب دارای بیشترین وکمترین میزان نسبت برگ به ساقه بودند (جدول ۴). شرایط اقلیمی محل تولید، عملیات زراعی، نوع رقم، فصل رویشی، مرحله رشدی، روش مصرف محصول، میزان خسارت آفات و بیماری علاوه بر عوامل ژنتیکی بر میزان کیفیت علوفه تأثیر داشته و به‌همین منظور اصلاح برای کیفیت علوفه بیشتر با تولید ارقام پر برگ صورت می‌گیرد (۸). نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که ارقام خارجی دارای درصد برگ بیشتر و میزان درصد ساقه کمتر بوده که به‌دنبال آن میزان خوش‌خوراکی این ارقام نسبت به ارقام داخلی افزایش یافته است. با توجه به اینکه بیشترین میزان پروتئیین در برگ علوفه بقولات وجود دارد، از تنوع موجود در ارقام خارجی می توان برای بهبود کیفیت ارقام داخلی پرتولید بهره برد.

مقایسه میانگین ارقام برای صفت تعداد روز تا گل‌دهی نشان داد که ارقام خارجی دارای بیشترین تعداد روز تا گل‌دهی بوده و در رده ارقام دیررس قرار می‌گیرند. درحالی‌که ارقام داخلی دارای کمترین تعداد روز تا گل‌دهی بوده و در رده زودرس‌ها قرار گرفتند (جدول ۴). در مطالعه انجام شده توسط هاوارد و همکاران (۹) بیان نمودند ژنوتیپ‌های زودرس دارای افزایش عملکرد بیشتر در چین‌های بعدی بوده به‌همین منظور انتخاب گیاهان زودرس در افزایش عملکرد چین‌های اسپرس می‌تواند مفید باشد. از آنجائی‌که هم‌زمانی گل‌دهی اجزای یک واریته ترکیبی شرط اول انتخاب این والدین می‌باشد، در اصلاح گیاهان دگرگشن بایستی به تاریخ گل‌دهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صفات توجه ویژه مبذول داشت (۴). از نظر ارتفاع در مجموع دوسال ارقام داخلی و خارجی به‌ترتیب دارای بیشترین وکمترین ارتفاع بودند (جدول ۳ و ۴).

ایانوسی و همکاران (۱۰) ژنوتیپ، دما و فوتوپرود را به‌عنوان عوامل مؤثر بر گل‌دهی نام بردند. نتایج حاصل از این آزمایش نشان می‌دهد که ارقام خارجی روز تا گل‌دهی طولانی‌تر و ارتفاع کمتری نسبت به ارقام داخلی داشتند که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد. تفاوت‌رقم‌ها از نظر تعداد ساقه در بوته نشان داد که ارقام داخلی دارای بیشترین تعداد ساقه در بوته بودند (جدول ۳ و ۴). در مطالعه انجام شده توسط فولکرسون و اسلاک (۶) بیان شد که ارتفاع و تعداد ساقه از مهم‌ترین اجزای عملکرد علوفه به‌شمار می‌آید. به همین منظور یکی از اهداف اصلاحی در اسپرس تولید ارقامی با تعداد ساقه و ارتفاع بیشتر می‌باشد.

مقایسه میانگین صفت مقاومت به سفیدک سطحی نشان داد که ارقام ایرانی دارای مقاومت بیشتری نسبت به ارقام خارجی می‌باشند (نتایج نشان داده نشده است). سفیدک سطحی یکی از بیماری‌های مهم و شایع اسپرس به‌ویژه در ایران می باشد. معمولاً رقم‌های مقاوم به سفیدک دارای دوام بیشتر در مزرعه و میزان کاهش عملکرد کمتری هستند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات مهم برای سال‌ها و چین‌های مختلف نشان داد که تعداد روز تا گل‌دهی در سال دوم نسبت به سال اول دارای کاهش چشم‌گیری بود (شکل ۱- الف). بررسی چین‌ها نشان داد که چین اول سال اول به‌دلیل مرحله اولیه رشدی و کامل شدن استقرار گیاه، روز تا گل‌دهی طولانی‌تری داشته است. کاهش تعداد روز تا گل‌دهی در چین اول سال دوم را می‌توان به‌دلیل استقرار گیاه در این سال و افزایش مواد غذایی طوقه و به‌دنبال آن افزایش سرعت رشد گیاه دانست. عموماً در چین‌های دوم و بعد به‌دلیل کاهش مواد غذایی، تعداد روز تا گل‌دهی جهت جبران کمبود مواد غذایی افزایش محسوسی می‌یابد (شکل ۱- الف).

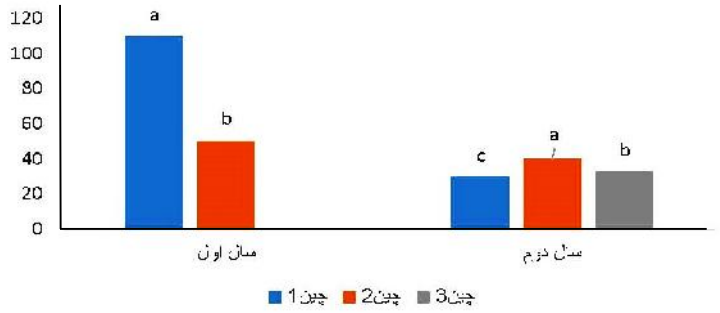
رقم‌های اسپرس در سال دوم عملکرد علوفه خشک بیشتری نسبت به سال اول تولید نمودند، که این افزایش با توسعه ریشه در سال دوم و افزایش مواد ذخیره‌ای موجود در طوقه دور از انتظار نیز نمی‌باشد (شکل ۱- ب). از طرفی با بررسی چین‌ها روند کاهش عملکرد علوفه در چین‌های سال دوم مشاهده گردید. با توجه به مشاهدات هاوارد وهمکاران (۹) رشد مجدد پس از برداشت هر چین به ذخایر نیتروژن و کربوهیدارت‌های غیر ساختمانی طوقه و ریشه مرتبط بوده و تسریع در برداشت هر چین با افزایش عملکرد علوفه در چین بعد همراه خواهد بود. کاهش عملکرد در چین دوم را می‌توان به گرم شدن هوا نیز نسبت داد. به‌دنبال آن با افزایش مواد غذایی در طوقه و خنک‌تر شدن هوا افزیش محصول در چین سوم نسبت به چین دوم محسوس بود (شکل ۱- ب). این نتایج با مطالعه ایوانس و پدن (۳) در یونجه و مجیدی (۱۵) در فستوکا مطابقت داشت.

بررسی نسبت برگ به ساقه در دو سال نشان داد که خوش‌خوراکی علوفه در سال اول نسبت به سال دوم بهتر بوده است. به‌نظر می‌رسد افزایش مواد غذایی در طوقه و توسعه ریشه در سال دوم با افزایش ارتفاع و عملکرد علوفه خشک همراه اما از میزان خوش‌خوراکی علوفه کاسته است (شکل ۱- ج). این روند در چین‌های سال اول و دوم نیز ملاحظه گردید. در مطالعه هانا (۷) مشاهده شد که اگرچه با افزایش ارتفاع عملکرد علوفه خشک افزایش می‌یابد اما کیفیت علوفه یونجه کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری

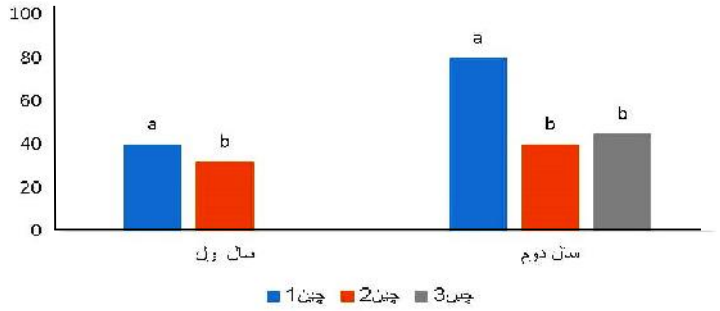
ارقام داخلی و خارجی اسپرس مطالعه شده برای اکثر صفات تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا برای صفات مورد مطالعه در این پژوهش می‌باشد. هم‌چنین مقادیر وراثت‌پذیری عمومی بالا برای صفات ارتفاع، تعداد ساقه و درصد ساقه حاکی از نقش عمده اثرات ژنتیکی در کنترل این صفات می‌باشد. با توجه به اینکه این صفات از اجزای عملکرد علوفه نیزمحسوب می‌گردند، انتخاب غیر مستقیم از طریق آنها می تواند بازده ناشی از

(الف)



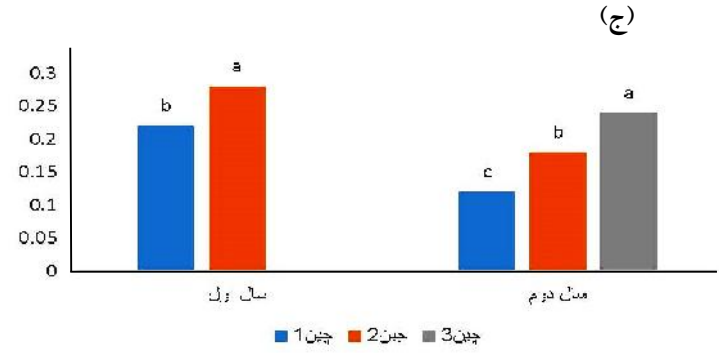
روز تا گلدهی

(ب)



عملکرد علوفه خشک (گرم)

(ج)



نسبت برگ به ساقه

شکل ۱. مقایسه میانگین چین‌ها برای روز تا گل‌دهی (الف)، صفات عملکرد علوفه خشک (ب) و نسبت برگ به ساقه (ج) برای ارقام اسپرس. در هر سال میانگین‌های دارای حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

انتخاب برای بهبود عملکرد علوفه را افزایش دهد. چین اول از نظر عملکرد علوفه نسبت به چین دوم برتری داشت. ارقام ایرانی از نظر عملکرد و مهم‌ترین اجزای آن دارای برتری قابل ملاحظه نسبت به ارقام خارجی بودند. از طرف دیگر ارقام خارجی فقط از نظر صفات درصد برگ و نسبت برگ به ساقه که از معیارهای خوش‌خوراکی و کیفیت علوفه محسوب می‌گردد، برتری داشتند. به‌نظر می‌رسد ترکیب صفات مطلوب نمونه‌های داخلی و خارجی از طریق طراحی برنامه‌های اصلاحی می‌تواند زمینه را برای توسعه ارقام پرتولید و با کیفیت علوفه بالا فراهم آورد.

منابع مورد استفاده

1. Dadkhah, M., M. M. Majidi and A. Mirlohi. 2011. Multivariate analysis of relationships among different characters in Iranian sainfoin populations (*Onobrichis viciifolia* Scop.). *Iranian Journal of Field Crop Science* 2: 349-357. (In Farsi).
2. Delgado, J., S. I. Buil and C. Andres. 2008. The agronomic variability of a collection of sainfoin accessions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6: 401-407.
3. Evans, D. W. and R. N. Peaden. 1984. Seasonal forage growth rate and solar energy conversion of irrigated vernal alfalfa. *Crop Science* 24: 981-984.
4. Feher, W. R. 1987. Principles of Cultivar Development. Macmillan Publishing Company, Newyork.
5. Fufa, H., P. S. Baenziger, B. S. Beecher, I. Dweikat, R. A. Graybosch and K. M. Eskridge. 2005. Comparison of phenotypic and molecular marker-based classifications of hard red winter wheat cultivars. *Euphytica* 145:133–146.
6. Fulkerson, W. J. and K. Slack. 1994. Leaf number az criterion for detecting decfoliation time for *Lolium perenne*. 1. Effects of water soluble carbohydrate and senescence. *Grass and Forage Science* 49: 373-377.
7. Hanna, W. W. 1993. Improving forage quality by breeding. *Crop Science* 1: 671-675.
8. Hawang, S. F., P. Chakaravarty and D. Prevost. 1993. Effect of rhizoboa, metaloxyl, and VA mycorrhizal fungi, on growth, nitrogen fixation and development of pythium root rot of sainfoin. *Plant Disease* 77: 1093-1098.
9. Howard, S. R., J. A. Morgan and J. D. Hanson. 1999. Carbon and nitrogen reserve remobilization following defoliation Nitrogen and elevated CO_2 effects. *Crop Science* 39:1749-1756.
10. Iannucci, A., M. R. Terribile and P. Martinello. 2008. Effects of temperature and photoperiod on flowering time of forage legumes in a Maditeranean environment. *Field Crop Research* 106: 156-162.
11. Irfan, E., D.Turgut-bahk, A. Sahm and M. Kursat. 2007. Total electrophoretic band patterns of some onobrychis species growing in turkey. *Journal of Agricultural and Environmental Science* 2: 123-126.
12. Kamalak, A., O. Canbolt and Y. Gurbuz. 2005. Determinayin of nutritive value of wild mustars, sinapsis arvensis harevwsted at diffrent maturity stage using in situ and an vitro measurments. *Journal of Animal Science* 18: 1249-1254.
13. Loveless, S. and B. Hamrick. 1984. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 15: 65-95.
14. Majidi, M. M. and A. Arzani. 2009. Evaluation of yield potential and genetic variation of morphological, agronomic and qualitative traits in Sainfoin populations (*Onobrichis viciifolia* Scop.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 47: 557-570. (In Farsi).
15. Majidi, M. M. 2011.Evaluation of genetic diversity in breeding genotypes of sainfoin under salt conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science* 4: 645-653. (In Farsi).
16. Semagn, K., A. Bjornstad and M. N. Ndjiondjop. 2006. An overview of molecular marker methods for plants. *African Journal of Biotechnology* 5: 2540-2568.
17. Toorchi, M., S. Aharizad, M. Moghaddam, F. Etedali and S. H. Tabataba Vakili. 2007. Determination of genetically parameters and combining ability of native sainfoin ecotypes for forage yield. *Journal Agriculture and Natural Science and Technology*. 11: 213-222. (In Farsi).
18. Uzik, M. 1973. Genetic variability of yield some sainfoin (*Onobrichis viciifolia* scop). *Biology* 11: 46-58.
19. Wricke, G. and W. E. Weber. 1986. Quantitative Genetics and Selection in Plant Breeding. Walter de Gruyter, Newyork.

20. Yazdi Samadi, B., A. Rezaee and M. Valizade. 1997. Statistical Design in Agriculture Research. Tehran University Press. Tehran. (In Farsi).
21. Yildiz, B., B. Ciplak and E. Aktokl. 1999. Fruit morphology of sections of the genus *Onobrychis Miller* (*Fabaceae*) and its phylogenetic implications. *Israel Journal of Plant Scieces* 47: 269–282.

Genetic Diversity of Iranian and Exotic Sainfoin Accessions (*Onobrychis viciifolia* Scop) Based on Morphological Traits

M. Zarabiyan[1], M. M. Majidi[2*] and H. Amini[1]

(Received: November 27-2013; Accepted: June 2-2015)

Abstract

Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) is widely grown as forage and pasture legume in Iran and is tolerant to environmental stresses. To investigate the genetic diversity among 56 accessions of sainfoin germplasm (including 46 Iranian and 10 foreign) based on morphological and agronomic characteristics, present experiment was conducted as randomized complete block design with three replications in Isfahan University of Technology Research Farm during 2010-2011. The results of analysis of variance indicated considerable variation between studied germplasm for all traits and the better performance for Iranian accessions. The estimation of broad sense heritability for plant height, number of stems per plant, number of stems per meter square and number of nods per stem was high suggesting contribution of the major genes for controlling these traits. On the basis of means comparison, the forage yield was greatest for the first cutting as compared to the second cutting. Also the highest yield obtained from second year. Regarding the palatability (based on leaf to stem ratio) the exotic accessions had higher values. Developing of superior cultivars may be possible through combining high yield and palatability in breeding programs.

Keywords: Forage yield, Genetic diversity, Morphological traits, Sainfoin

1, 2. Former MSc. Students and Associate Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

*. Corresponding Author, Email: majidi@cc.iut.ac.ir