

تحلیل ژنتیکی صفات مرتبط با بذر در گونه‌های وحشی و اهلی اسپرس (*Onobrychis spp*)

عظیمه نجفی پور^۱ و محمدمهدی مجیدی^{۲*}

۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۸/۲۱)

چکیده

به منظور تحلیل تنوع ژنتیکی صفات مؤثر بر عملکرد بذر، ۴۱ نمونه اسپرس شامل ۳۵ نمونه وحشی (۱۳ گونه) و ۶ ژنوتیپ از گونه زراعی، آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان ارزیابی شدند. ژنوتیپ‌ها از نظر همه صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشتند، که بیانگر تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها بود. مقایسه گونه‌های اسپرس نشان داد گونه *O. viciifolia* دارای بیشترین تعداد دانه در خوشه، باروری و عملکرد بذر در بوته بود. کمترین میانگین عملکرد بذر در بوته در گونه *O. chorassanica* مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در سه گروه طبقه‌بندی کرد و تا حد زیادی گونه‌های اهلی و وحشی از یکدیگر تفکیک شدند. براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دو مؤلفه اول و دوم بیش از ۵۰ درصد از تنوع کل را توجیه کردند، که مؤلفه اول بر خصوصیات مرتبط با عملکرد بذر، و مؤلفه دوم بر اجزای عملکرد تأکید داشتند. نتایج نشان داد که گونه‌های وحشی از تنوع زیادی برخوردارند که می‌توان از آن برای بهبود خصوصیات گونه زراعی اسپرس استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، تجزیه خوشه‌ای و عملکرد بذر، تنوع ژنتیکی، صفات مورفولوژیک.

مقدمه

اصلاح ژنتیکی اسپرس به دلیل مسائلی نظیر پیچیدگی ژنتیکی، چندساله بودن، دگرگشتی، وجود گل‌های کوچک و پلی‌پلوئیدی که خاص اکثر گیاهان علوفه‌ای نیز است (Sleper *et al.*, 2006) با محدودیت‌هایی روبه‌روست و از تولید ارقام هیبرید در اسپرس جلوگیری می‌کند، اما شواهد در گیاهان مشابه نشان داده که تلاقی افراد یا جمعیت‌های دور و دارای تنوع ممکن است به ایجاد هتروزیس منجر شود (Brummer *et al.*, 1999). تولید بذر در اسپرس همانند سایر گیاهان مرتعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به‌عنوان یکی از اهداف مهم در معرفی ارقام جدید مورد توجه قرار می‌گیرد، زیرا ارقام علوفه‌ای پرمحصول و خوش‌خوراک باید از توان بذردهی مطلوبی برخوردار باشند تا برای توسعه مراتع یا کشت

اسپرس (*Onobrychis viciifolia* Scop) از جمله گیاهان علوفه‌ای از خانواده بقولات است که در نواحی معتدله شمالی کره زمین گسترش دارد و مرکز تنوع آن شرق مدیترانه و غرب آسیاست (Yildiz *et al.*, 1999). اسپرس به دلیل داشتن ویژگی‌هایی نظیر مقاومت به سرخرطومی یونجه (Miller, 1984)، مقاومت به خشکی، مقاومت به سرمای زمستان، عدم ایجاد نفخ در دام، خاصیت نگهداری طولانی‌تر برگ‌ها و کیفیت بسیار خوب علوفه، یک گیاه مهم در کشاورزی محسوب می‌شود (Soares *et al.*, 2000). از اهداف مهم اصلاحی اسپرس افزایش عملکرد علوفه، مقاومت به تنش‌های محیطی و پایداری عملکرد است (Morrill *et al.*, 1998).

اندکی صورت گرفته است و بهرغم تأثیر زیاد لگوم‌های علوفه‌ای مانند اسپرس، متأسفانه اطلاعات اندکی درباره تنوع ژنتیکی عملکرد بذر در بین ارقام و گونه‌های اهلی و وحشی اسپرس وجود دارد. هدف از این مطالعه ارزیابی تنوع ژنتیکی گونه‌های وحشی و زراعی اسپرس از نظر عملکرد بذر و صفات مرتبط با آنها و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد بذر و صفات مورفولوژیک با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در منطقه لورک (۳۲° ۳۲' شمالی، ۵۱° ۲۳' شرقی و ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. مواد ژنتیکی به دو دسته نمونه‌های گونه زراعی (*Onobrychis viciifolia*) و سایر گونه‌های *Onobrychis* تقسیم شدند، به طوری که ۴۱ نمونه اسپرس شامل ۳۵ نمونه وحشی (۱۳ گونه) و ۶ ژنوتیپ از گونه زراعی استفاده شد (جدول ۱). در هر کرت فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر و روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری و کوددهی بر حسب نیاز گیاه و وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت. سال اول (۱۳۹۱) سال استقرار گیاه بود و در سال دوم اکوتیپ‌ها از نظر عملکرد بذر و صفات مرتبط ارزیابی شدند. ارزیابی صفات از فروردین ۱۳۹۲ آغاز شد و مجموعه‌ای از صفات شامل ارتفاع گیاه در ۵۰ درصد گلدهی (سانتی‌متر)، تعداد گره در ساقه، تعداد ساقه در بوته، طول گل‌آذین (سانتی‌متر)، تعداد گل‌آذین در ساقه، تعداد دانه در هر گل‌آذین، وزن صدانه (گرم)، باروری (میلی‌گرم بر سانتی‌متر) و عملکرد بذر (گرم) در هر بوته در طول فصل زراعی بررسی شد. صفت باروری از نسبت وزن بذر در خوشه (میلی‌گرم) به طول خوشه (سانتی‌متر) محاسبه شد. محاسبات آماری شامل برآورد پارامترهای آمار توصیفی، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، تجزیه کلاستر و تجزیه به مؤلفه‌ها انجام گرفت. محاسبات با نرم‌افزار آماری SAS و STATGRAF اجرا شد.

زراعی، بذر کافی در اختیار باشند. صفت عملکرد در گیاهان زراعی از جمله اسپرس پیچیده است و برای رسیدن به تولید بیشتر، علاوه بر شناخت عوامل مهمی نظیر توارث و محیط، صفات مؤثر بر عملکرد و روابط بین آنها را نباید نادیده گرفت. با توجه به تنوع ژنتیکی توده‌های اسپرس تا کنون مطالعات متعددی با اهداف متفاوت درباره این گونه انجام گرفته است. از جمله در آزمایشی که بر روی تعدادی از توده‌های اسپرس زراعی انجام گرفت، اختلاف معنی‌داری بین چندین صفت از جمله عملکرد و اجزای عملکرد مشاهده شد (Majidi & Arzani, 2009). در مطالعه Behrouz et al. (2009) به منظور بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های اسپرس از نظر صفات مؤثر بر عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و وزن هزاردانه هر دو به طور مستقیم سبب افزایش عملکرد بذر شدند. با اینکه ارتفاع بوته اثر منفی بر عملکرد بذر داشت، تأثیر آن از طریق عملکرد بیولوژیک به طور غیرمستقیم تعدیل شد. Turk & Celik (2006) نیز با تحقیق درباره اسپرس همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد دانه در گیاه با وزن دانه در گیاه و وزن هزاردانه مشاهده و گزارش کردند که بین عملکرد بذر با تعداد بذر در گل‌آذین و وزن هزاردانه ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در مطالعه دیگری توسط Bolanos-aguilar et al. (2001) که در یک طرح دای‌آل روی یونجه انجام گرفت، تنوع زیادی از نظر ترکیب‌پذیری عمومی در ژنوتیپ‌ها دیده شد و ترکیب‌پذیری خصوصی و اثر متقابل فقط برای عملکرد بذر در بوته معنی‌دار شد. همچنین وراثت‌پذیری خصوصی برای صفات عملکرد بذر در بوته، وزن دانه در خوشه و تعداد دانه در غلاف زیاد بود.

اصلاح و استفاده از ارقام علوفه‌ای اصلاح‌شده در سال‌های اخیر پیشرفت‌هایی داشته است؛ با وجود این، به اصلاح گیاهان علوفه‌ای از جمله اسپرس در مقایسه با سایر گیاهان زراعی کمتر توجه شده است. اگرچه در زمینه تنوع ژنتیکی، عملکرد علوفه و خصوصیات زراعی تا حدودی در اسپرس زراعی مطالعاتی انجام پذیرفته (Zarrabian et al., 2013; Mohajer et al., 2011; Harasim & Bawolski, 1993)، در زمینه خصوصیات بذری در اسپرس به‌ویژه در گونه‌های وحشی مطالعات

جدول ۱. شماره، کد و منشأ ژنوتیپ‌های اسپرس (*Onobrychis* spp) از گونه‌های مختلف

منشأ	گونه و زیرگونه	کد	شماره ژنوتیپ
روسیه	<i>O. iberica</i> Grossh	OIBESOC1	۱
ایران	<i>O. petraea</i>	OPETIRD1	۲
روسیه	<i>O. petraea</i>	OPETRUD4	۳
جمهوری چک	<i>O. petraea</i>	OPETCZD5	۴
روسیه	<i>O. vaginalis</i> C. A. Mey.	OVAGRUF1	۵
روسیه	<i>O. chorassanica</i> Bunge ex Boiss	OCHOSOH1	۶
روسیه	<i>O. inermis</i> Steven	OINERUI1	۷
جمهوری چک	<i>O. inermis</i> Steven	OINECZI3	۸
روسیه	<i>O. vassilczenkoi</i> Grossh	OVASSOM1	۹
روسیه	<i>O. vassilczenkoi</i> Grossh	OVASRUM2	۱۰
روسیه	<i>O. vassilczenkoi</i> Grossh	OVASRUM3	۱۱
روسیه	<i>O. altissima</i> Grossh	OALTSO1	۱۲
روسیه	<i>O. altissima</i> Grossh	OALTSO2	۱۳
آذربایجان	<i>O. altissima</i> Grossh	OALTAZN3	۱۴
روسیه	<i>O. altissima</i> Grossh	OALTRUN4	۱۵
روسیه	<i>O. biebersteinii</i> Sirj	OBIESOO2	۱۶
مجارستان	<i>O. biebersteinii</i> Sirj	OBIEHUO3	۱۷
ایران	<i>O. biebersteinii</i> Sirj	OBIEIRO4	۱۸
روسیه	<i>O. biebersteinii</i> Sirj	OBIERUO5	۱۹
روسیه	<i>O. arenaria</i>	OARESOT1	۲۰
روسیه	<i>O. arenaria</i>	OARERUT2	۲۱
صربستان	<i>O. arenaria</i>	OARESET5	۲۲
روسیه	<i>O. arenaria</i>	OAREVOT6	۲۳
روسیه	<i>O. arenaria</i>	OARERUT7	۲۴
روسیه	<i>O. cyri</i> Grossh	OCYRRUV2	۲۵
روسیه	<i>O. cyri</i> Grossh	OCYRSOV3	۲۶
ارمنستان	<i>O. transcaucasica</i> Grossh	OTRAARZ1	۲۷
ایران	<i>O. transcaucasica</i> Grossh	OTRAIRZ4	۲۸
ایران	<i>O. transcaucasica</i> Grossh	OTRAIRZ5	۲۹
گرجستان	<i>O. transcaucasica</i> Grossh	OTRAGEZ6	۳۰
گرجستان	<i>O. transcaucasica</i> Grossh	OTRAGEZ7	۳۱
ترکیه	<i>O. transcaucasica</i> Grossh	OTRATUZ8	۳۲
روسیه	<i>O. hajastana</i> Grossh	OHJASOAE	۳۳
روسیه	<i>O. kemulariae</i> Kolak	OKEMSOAE	۳۴
روسیه	<i>O. oxydonta</i> Boiss	OOXYSOAF	۳۵
ایتالیا	<i>O. viciifolia</i> Scop	OVIITA5	۳۶
ایتالیا	<i>O. viciifolia</i> Scop	OVIITA6	۳۷
اسلواکی	<i>O. viciifolia</i> Scop	OVIECA11	۳۸
روسیه	<i>O. viciifolia</i> Scop	OVIRUA13	۳۹
آلمان	<i>O. viciifolia</i> Scop	OVIGEA14	۴۰
مجارستان	<i>O. viciifolia</i> Scop	OVIHUA16	۴۱

نتایج و بحث

همچنین با مقایسه ژنوتیپ‌های اهلی در برابر ژنوتیپ‌های وحشی، تفاوت معنی‌داری از نظر صفات تعداد دانه در خوشه، عملکرد دانه در بوته، باروری، تعداد ساقه در بوته تعداد گره در ساقه، طول خوشه و ارتفاع مشاهده شد. Behrouz *et al.* (2009) نیز بین اکوتیپ‌های داخلی و خارجی اسپرس زراعی از نظر صفات تعداد خوشه در ساقه، طول خوشه، تعداد بذر در خوشه و وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری را مشاهده کردند. بین ژنوتیپ‌های وحشی تنوع زیادی وجود داشت که می‌تواند برای ایجاد ارقام جدید، جمعیت‌های در حال تفکیک و نیز مکان‌یابی ژن‌ها استفاده شود.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) بین ارقام از نظر کلیه صفات به جز تعداد دانه در خوشه و عملکرد بذر در بوته اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۱ درصد مشاهده شد که بیانگر تنوع زیاد میان ارقام وحشی و اهلی است. این تنوع در بین ژنوتیپ‌های اهلی برای صفت طول خوشه در سطح ۱ درصد مشاهده شد. همچنین در بین ژنوتیپ‌های وحشی، صفات تعداد ساقه در بوته، طول خوشه، وزن صدانه و تعداد خوشه در ساقه در سطح ۱ درصد؛ و تعداد گره در ساقه، عملکرد دانه در بوته و باروری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند.

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات در ژنوتیپ‌های اسپرس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		تعداد ساقه در بوته	تعداد گره در ساقه	طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در ساقه	عملکرد بذر در بوته
تکرار	۲	۱۳۹/۰۴	۴/۵۶*	۳/۰۹	۴۵/۴۳	۱/۳	۷۸۶/۶۴*
رقم	۴۰	۶۵۹/۸۳***	۲/۸۴***	۶۴/۷۹***	۲۴/۵۷	۲/۹۵***	۱۶۳/۰۲
اهلی	۵	۹۲/۰۳	۲/۸۲	۱۵/۲۵**	۴/۸۳	۱/۸۶	۲۳۶/۸۴
وحشی	۳۴	۶۷۳/۰۲***	۲/۰۵*	۷۲/۰۸***	۲۰/۷۷	۳/۰۸**	۹۹/۴۷*
اهلی در برابر وحشی	۱	۲۴۸۹/۳۷**	۲۸/۴۵***	۷۱/۲۶۱**	۲۶۷/۷۷***	۰/۸۶	۱۵۵۶۶/۰۷***
خطا	۸۰	۲۳۹/۸۸	۱/۲۷	۱۱/۴۴	۱۷/۹۰	۱/۳۲	۱۹۱/۹
ضریب تغییرات (%)		۳۶/۷۳	۱۶/۷۷	۳۷/۰۲	۲۲/۵	۲۶	۳۵
		۱۴	۱۹	۳۴			

***، ** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد.

فنتیپی بودند. میانگین ژنوتیپ‌های اهلی به طور معنی‌داری در تمام صفات به جز تعداد ساقه در بوته از میانگین ژنوتیپ‌های وحشی بیشتر بود. به طور کلی، میانگین صفات ژنوتیپ‌های اهلی نسبت به ژنوتیپ‌های وحشی بیشتر بود، در حالی که ضریب تغییرات فنتیپی ژنوتیپ‌های وحشی نسبت به اهلی بیشتر بود که این تنوع، کارایی زیاد روش‌های اصلاحی در بهره‌گیری از آنها در بهبود این صفات را نوید می‌دهد. Rabiee & Ghanavati (2013) نیز تنوع فنتیپی زیادی برای برخی صفات به‌ویژه طول دمگل‌آذین، تعداد گل‌آذین در ساقه و طول گل‌آذین در ارقام اسپرس زراعی مشاهده کردند که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. در مطالعه Zarrabian *et al.* (2013) درباره ویژگی‌های مورفولوژی، آناتومی و مولکولی اسپرس زراعی، تنوع زیادی بین و

با توجه به نتایج آمار توصیفی (جدول ۳) به‌طور کلی تنوع زیادی در بین کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده در ژنوتیپ‌های بررسی‌شده مشاهده شد. در بین ارقام وحشی، صفت طول خوشه بیشترین ضریب تنوع فنتیپی (۵۳/۶۳) و در بین ارقام اهلی عملکرد بذر در بوته بیشترین ضریب (۶۹/۶۳) را به خود اختصاص دادند. صفت طول خوشه در ارقام وحشی با میانگین ۱۱/۰۹ سانتی‌متر دامنه وسیعی (۵-۳۶/۶۶) از تنوع را در بین نمونه‌های وحشی بررسی‌شده نشان داد، در حالی که در بین نمونه‌های اهلی، صفت عملکرد بذر در بوته با میانگین ۳۳/۰۲ (دامنه ۱۰۷-۷/۱۵) بیشترین دامنه را دارا بود. در بین صفات مورد مطالعه، در ارقام وحشی تعداد گره در ساقه (۲۰/۰۴) و در ارقام اهلی وزن صدانه و باروری (۱۱/۱۳) دارای کمترین ضریب تنوع

ساقه و ارتفاع و کمترین تعداد دانه در خوشه، تعداد ساقه در بوته، باروری، و عملکرد بذر بودند. Bolanos- Aguilar *et al.* (2000)، وزن دانه در خوشه، تعداد غلاف در خوشه و تعداد بذر در خوشه را در عملکرد بذر یونجه و Turk & Celik (2006)، تعداد دانه در بوته و وزن دانه در خوشه را در عملکرد بذر اسپرس مؤثر دانستند. براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد با افزایش تعداد خوشه در هر ساقه و طول خوشه، باروری و تعداد دانه در خوشه کاهش یافته و به تبع آن، عملکرد بذر نیز کاهش می‌یابد. همچنین گونه اهلی ارتفاع به نسبت زیادی دارد که از نظر این صفت مشابه بعضی از گونه‌های وحشی است. گونه *O. vaginalis* بیشترین و گونه *O. oxyodonta* کمترین طول خوشه را در بین گونه‌ها و ژنوتیپ‌ها دارا بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که گونه‌های وحشی دارای طول خوشه، تعداد خوشه و ارتفاع بیشتر و تعداد دانه در خوشه و باروری کمتری‌اند که به دنبال آن عملکرد بذر نسبت به گونه اهلی کاهش می‌یابد؛ اما در بین گونه‌های وحشی از نظر اکثر صفات تنوع زیادی دیده می‌شود که می‌توان در جهت اهداف اصلاحی از آن استفاده کرد.

درون گونه‌های ایرانی و خارجی مشاهده شد. براساس این مطالعه، جمعیت‌های مورد بررسی از نظر طول خوشه، تعداد ساقه در بوته، تعداد خوشه در ساقه و باروری، که در عملکرد بذر یک گیاه می‌تواند مؤثر باشد، از تنوع چشمگیری برخوردار بودند.

مقایسه گروهی گونه‌های اسپرس (جدول ۳) نشان داد که گونه *O. viciifolia* دارای بیشترین تعداد دانه در خوشه، باروری و عملکرد بذر در بوته و گونه‌های *O. vassilczenkoi* و *O. chorassanica* دارای کمترین تعداد دانه در خوشه، تعداد ساقه و عملکرد بذر بودند. همچنین گونه *O. vaginalis* دارای بیشترین تعداد گره در ساقه، طول خوشه، تعداد خوشه در ساقه و ارتفاع و کمترین باروری بود. از نظر صفت وزن صدانه گونه *O. chorassanica* بیشترین و گونه *O. iberica* کمترین وزن صدانه را نشان دادند. مقایسه میانگین گونه‌ها و ژنوتیپ‌ها نشان داد که گونه اهلی *O. viciifolia* دارای تعداد دانه در خوشه، باروری و عملکرد بذر در بوته بیشتری نسبت به گونه‌های وحشی است. گونه‌های *O. vaginalis* و *O. chorassanica* دارای بیشترین تعداد گره، طول خوشه، تعداد خوشه در

جدول ۳. آمار توصیفی صفات مختلف در ژنوتیپ‌های وحشی و اهلی اسپرس

صفت	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات
	وحشی- اهلی	وحشی- اهلی	وحشی- اهلی	وحشی- اهلی
تعداد ساقه در بوته	۳۱/۰۵-۴۳/۹۸	۲۲-۱۳	۵۴-۱۱۶	۲۳/۷-۴۶/۹۵
تعداد بذر در خوشه	۲۲/۹۷-۱۷/۹۸	۱۶/۶۶-۸	۳۳/۳۳-۲۸	۱۹/۵۳-۲۳/۸۹
تعداد گره در ساقه	۷/۸۸-۶/۵۵	۶-۴	۱۰/۶۶-۱۰	۱۵/۴۷-۲۰/۰۴
طول خوشه (cm)	۸/۹۴-۱۱/۰۹	۶-۵	۱۵-۳۶/۶۶	۲۸/۷۳-۵۳/۶۳
تعداد خوشه در ساقه	۴/۱۱-۴/۳۶	۲/۶۶-۲	۷/۳۳-۹	۲۷/۹۴-۳۳/۵۴
ارتفاع گیاه (cm)	۶۴/۴۴-۵۸/۲۷	۵۰-۳۲	۸۵-۹۰	۱۸/۰۲-۲۱/۵۵
وزن صدانه (g)	۲/۲۴-۲/۱۳	۱/۸۶-۱/۳۴	۲/۷-۳/۳۸	۱۱/۱۳-۲۳/۳۴
عملکرد بذر در بوته (g)	۳۳/۰۲-۲۲/۶۵	۷/۱۵-۱۰/۹۷	۱۰/۷-۴۵/۶۰	۶۹/۶۳-۳۸/۹۴
باروری خوشه (mg/cm)	۰/۶۵-۰/۴۰	۰/۳۷-۰/۱۲	۰/۹۹-۰/۸۳	۱۱/۱۳-۴۲/۵۱

بزرگ‌ترین گروه و شامل ۲۴ رقم؛ کلاستر دوم شامل ۱۵ رقم؛ و کلاستر سوم شامل ۲ رقم است. مقایسه میانگین صفات برای گروه‌ها (جدول ۴) نشان داد که کلاستر اول کمترین میانگین ارتفاع و تعداد ساقه در بوته؛ و بیشترین میانگین تعداد دانه در خوشه، طول خوشه، تعداد خوشه در ساقه و باروری از میانگین کل و

به‌منظور خلاصه کردن تشابه بین ارقام و گونه‌ها براساس کلیه صفات مورد بررسی از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. نمودار حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۴۱ رقم اسپرس براساس صفات مورد مطالعه (شکل ۱) در فاصله اقلیدسی ۰/۱۵ به سه گروه تقسیم شد که این گروه‌بندی توسط روش ccc plot، تأیید شد. کلاستر اول

بوته و ارتفاع و کمترین طول خوشه نسبت به میانگین کل و دیگر گروه‌ها و همچنین بیشترین انحراف را از میانگین کل و سایر گروه‌ها نشان داد. اگرچه درون گروه‌ها تنوع مشاهده شد و برخی از ارقام گونه‌ها در گروه‌های دیگر نیز دیده شدند، این تنوع تا حد زیادی با الگوی پراکنش جغرافیایی توجیه‌پذیر بود.

میانگین سایر گروه‌ها را داراست. نمونه‌های این گروه شامل ارقام وحشی و ارقام زراعی بود. ارزش فنوتیپی کلاستر دوم برای صفات عملکرد بذر در بوته و ارتفاع دارای میانگین کمتر از میانگین کل و گروه‌ها بود و برای صفات دیگر در حد متوسط مشاهده شد. کلاستر سوم بیشترین میانگین عملکرد بذر در بوته، تعداد ساقه در

جدول ۴. مقایسه گروهی گونه‌های اسپرس برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد بذر

گونه	عملکرد بذر در بوته (g)	تعداد ساقه در بوته	تعداد دانه در خوشه	تعداد گره در ساقه	طول خوشه (cm)	ارتفاع بوته (cm)	وزن صدانه (g)	باروری (mg/cm)	تعداد خوشه در ساقه
<i>O. hajastana</i>	۱۸/۹۰	۳۵/۶۷	۲۱/۵۵	۵/۶۶	۱۲/۴۴	۶۳/۳۳	۲/۴۳	۰/۴۴	۴/۲۲
<i>O. kemulariae</i>	۲۱/۷۲	۳۳/۵۰	۲۱/۵۰	۶/۶۶	۱۳/۱۶	۶۲/۶۶	۲/۵	۰/۲۷	۳/۳۳
<i>O. oxyodonta</i>	۱۵/۹۵	۳۸/۶۷	۱۸/۵۵	۵/۷۷	۶/۵۵	۵۲/۳۳	۲/۱۱	۰/۶۰	۳/۶۶
<i>O. iberica</i>	۱۸/۶۰	۶۴	۲۱/۳۳	۶/۳۳	۹/۷۷	۶۳/۳۳	۱/۳۴	۰/۲۸	۳/۷۷
<i>O. petraea</i>	۲۳/۷۸	۳۷/۸۳	۲۰/۲۹	۶/۱۸	۸/۰۵	۴۸/۸۸	۱/۸۶	۰/۴۴	۴/۲
<i>O. vaginalis</i>	۱۷/۷۱	۳۸/۵	۱۵/۸۳	۹/۳۳	۳۲/۵	۷۰	۲/۳۶	۰/۱۲	۶/۸۳
<i>O. chorassanica</i>	۱۳/۶۵	۲۶	۱۱	۷/۳۳	۱۴	۵۳/۳۳	۳/۲	۰/۲۶	۵/۱۱
<i>O. inermis</i>	۱۷/۶۸	۴۶/۵۸	۲۰/۲۵	۶/۲۲	۸/۵۵	۵۱/۱۶	۱/۹۵	۰/۴۸	۴/۴۷
<i>O. vassilczenkoi</i>	۱۳/۷۳	۲۵/۸۹	۱۴/۷۷	۶/۶۱	۲۱/۹	۶۵/۵۵	۲/۴۸	۰/۲۲	۶/۱۶
<i>O. altissima</i>	۲۳/۹۹	۶۶/۵	۱۸/۷۵	۶/۷۷	۹/۲	۶۳/۰۸	۲/۲۲	۰/۴۹	۳/۸۰
<i>O. biebersteinii</i>	۲۲/۳۰	۴۱/۷۱	۱۶/۲۲	۶/۷۹	۱۰/۷۲	۵۴/۵۸	۲/۳۵	۰/۳۴	۴/۲۹
<i>O. arenaria</i>	۲۴/۹۳	۵۲/۱۳	۱۹/۰۱	۶/۵۵	۹/۱۷	۶۲/۸	۱/۹۹	۰/۴۳	۳/۳۸
<i>O. cyri</i>	۱۹/۹۸	۴۰/۶۷	۱۵/۳۳	۵/۳۳	۷/۸۳	۵۳/۶۶	۱/۶۹	۰/۲۶	۴/۲۲
<i>O. transcaucasica</i>	۱۹/۸۲	۴۰/۳۹	۱۷/۶۳	۶/۳۷	۸/۹۲	۵۱/۸۸	۱/۹۱	۰/۳۹	۴/۵۵
<i>O. viciifolia</i>	۳۳/۰۲	۳۰/۹۲	۲۲/۷۵	۷/۸۸	۸/۹۴	۶۴/۴۴	۲/۲۴	۰/۶۵	۴/۱۱
LSD(۰/۰۵)	۶/۷۲	۲۰/۸۷	۴/۸۴	۱/۵۵	۵/۶۶	۱۵/۸۴	۰/۲۷	۰/۱۴	۱/۶

زیرگروه دوم شامل گونه‌های وحشی بود. این گروه دارای بیشترین میانگین تعداد دانه در خوشه، طول خوشه، تعداد خوشه در ساقه و باروری بود. گروه دوم شامل گونه‌های *O. biebersteinii*، *O. altissima*، *O. inermis*، *O. iberica* و *O. arenaria* و *O. transcaucasica* بود که به بخش *Onobrychis* تعلق دارند. گروه سوم با دو عضو، از گونه‌های *O. arenaria* و *O. altissima* با منشأ روسیه است که دارای بیشترین میانگین عملکرد بذر در بوته، تعداد ساقه در بوته و ارتفاع و کمترین طول خوشه است. Zarrabian et al. (2013) با بررسی صفات مورفولوژی، آناتومی و مولکولی روی جمعیت‌های *O. viciifolia* نشان دادند که بیشترین تنوع جمعیت‌ها ناشی از تمایز جغرافیایی است؛ به طوری که مناطق جغرافیایی قطعه‌قطعه عامل ایجاد نواحی‌ای به نام مناطق ایزوله شده می‌شوند.

دندروگرام حاصل از داده‌های مورفولوژی توانست ارقام مناطق جغرافیایی مختلف را براساس خصوصیات فنوتیپی از هم جدا کند؛ با این حال برای برخی نمونه‌ها تطابق بین منشأ جغرافیایی و طبقه‌بندی ژنتیکی مشاهده نشد. Roldan-Ruiz et al. (2000) بیان کردند که از جمله دلایل عدم تطابق در گیاهان دگرگشن، نامتجانس بودن و تنوع ژنتیکی زیاد است. گروه اول بزرگ‌ترین گروه در بین گروه‌های حاصل و شامل گونه‌های *O. petraea*، *O. vaginalis*، *O. chorassanica*، *O. inermis*، *O. vassilczenkoi*، *O. cyri*، *O. hajastana*، *O. viciifolia* و *O. oxyodonta* بود، اعضای این گروه به بخش *Onobrychis* و *Hymenobrychis* تعلق دارند. این گروه به دو زیرگروه تقسیم می‌شود که زیرگروه اول شامل گونه‌های اهلی و

جدول ۵. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های اسپرس برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد

رقم*	عملکرد بذر در بوته (g)	تعداد ساقه در بوته	تعداد دانه در خوشه	تعداد گره در ساقه	طول خوشه (cm)	ارتفاع بوته (cm)	وزن صدانه (g)	باروری (mg/cm)	تعداد خوشه در ساقه
AD	۱۸/۹۰	۵۳/۶۷	۲۴/۵	۵/۶۶	۱۲/۴۴	۶۳/۳۳	۲/۴۳	۰/۴۴	۴/۲۲
AE	۲۱/۷۲	۳۳/۵۰	۲۱/۵	۶/۴۴	۱۳/۱۶	۶۲/۶۶	۲/۵۰	۰/۲۷	۳/۳۳
AF	۱۵/۹۵	۳۸/۶۷	۱۸/۵۵	۵/۷۷	۶/۵۵	۵۲/۳۳	۲/۱۱	۰/۶۰	۳/۶۶
C1	۱۸/۶۰	۶۴	۲۱/۳۳	۶/۳۳	۹/۷۷	۶۳/۳۳	۱/۳۴	۰/۲۸	۳/۷۷
D1	۲۷/۷۷	۴۵	۱۹	۸/۲۲	۸/۶۶	۵۰	۱/۶۸	۰/۴۲	۵/۴۴
D4	۱۹/۷۹	۳۰	۱۸/۲۲	۵/۳۳	۸	۵۰	۲/۰۴	۰/۴۶	۳
D5	-**	۳۸/۵۰	۲۱/۱۱	۴/۸۳	۷/۵	۴۶/۶۶	-	-	۴/۱۶
F1	۱۷/۷۱	۳۸/۵۰	۱۵/۸۳	۹/۲۲	۳۲/۵	۷۰	۲/۳۶	۰/۱۲	۶/۸۳
H1	۱۳/۶۵	۲۶	۱۱	۷/۳۳	۱۴	۵۳/۳۳	۳/۲	۰/۲۶	۵/۱۱
I1	۱۸/۶۳	۵۹/۶۷	۱۹	۵/۷۷	۹/۶۶	۴۶/۶۶	۱/۴۲	۰/۲۷	۴/۱۱
I3	۱۶/۷۳	۳۳/۵۰	۲۱	۶/۴۴	۷/۴۴	۵۵/۶۶	۲/۴۹	۰/۷۰	۴/۸۳
M1	۱۶/۰۹	۱۷	۱۷/۲۲	۶/۵۵	۲۳/۱۱	۷۱/۶۶	۲/۱۳	۰/۱۳	۷
M2	۱۲/۸۳	۳۳	۱۵	۶/۶۶	۱۹/۵	۵۵	۲/۸	۰/۲۴	۵/۸۳
M3	۱۱/۳۸	۲۷/۶۷	۱۲/۱۱	۷/۴۴	۲۳/۱۱	۷۰	۲/۵۲	۰/۳۰	۵/۶۶
N1	۳۵/۵۳	۵۴/۳۳	۱۸/۱۱	۶/۶۶	۱۰/۲۲	۶۰	۲/۰۲	۰/۳۸	۳/۵۵
N2	۲۵/۵۸	۵۱	۱۹/۳۳	۶/۳۳	۹/۲۲	۵۶/۶۶	۲/۱۶	۰/۵۲	۴/۶۶
N3	۱۱/۳۸	۶۵	۱۸/۳۳	۷/۴۴	۹	۷۱/۶۶	۲/۶۸	۰/۵۸	۳/۴۴
N4	۳۵/۰۵	۹۵/۶۷	۱۹/۲۲	۶/۶۶	۸/۳۸	۶۴	۲/۰۴	۰/۴۶	۳/۵۵
O2	۲۳/۲۶	۵۱	۲۱/۵۵	۵/۷۷	۱۳	۵۳/۳۳	۱/۸۲	۰/۲۴	۳/۱۱
O3	۱۷/۹۱	۴۲/۵۰	۱۶/۲۲	۷/۳۳	۱۳/۱۱	۵۵	۲/۷۴	۰/۴۵	۴/۸۳
O4	۳۴/۷	۲۹/۶۷	۱۲	۶/۸۳	۷/۳۳	۵۰	۲/۲۳	۰/۲۸	۳/۳۳
O5	۲۱/۰۵	۴۳/۶۷	۱۵/۱۱	۷/۲۲	۹/۸۸	۶۰	۲/۶۲	۰/۴۰	۵/۸۸
T1	۱۶/۲۹	۴۷	۱۷/۴۹	۷/۳۳	۱۰	۶۰	۱/۶۷	۰/۳۰	۵/۱۶
T2	۳۵/۱۴	۸۱	۱۷/۷۷	۶/۵۵	۹/۳۳	۷۰	۱/۸۴	۰/۳۵	۲/۳۳
T5	۲۵/۳۵	۵۰/۳۳	۱۵/۱۱	۶/۳۳	۸	۶۵	۲/۱۰	۰/۳۸	۳/۵۵
T6	۱۸/۴۵	۵۱	۲۴/۱۱	۷/۱۱	۱۱/۶۶	۶۱/۶۶	۲/۵۹	۰/۶۳	۲/۵۵
T7	۲۹/۴۱	۳۱/۳۳	۲۰/۵۵	۵/۴۴	۶/۸۸	۵۷/۳۳	۱/۷۷	۰/۵۲	۳/۳۳
V2	۱۵/۶۹	۴۴	۱۵	۵/۲۲	۷	۳۷/۳	۱/۵۰	۰/۲۲	۳/۲۲
V3	۲۴/۲۷	۳۷/۳۳	۱۵/۶۶	۵/۴۴	۸/۶۶	۷۰	۱/۸۹	۰/۲۰	۵/۲۲
Z1	۱۵/۷۸	۲۶	۱۶/۲۲	۶/۲۲	۷	۵۱/۶۶	۱/۷۴	۰/۴۲	۶/۳۳
Z4	۱۹/۹۸	۵۲	۱۶/۴۴	۵/۸۸	۸/۳۳	۵۰	۲/۲۴	۰/۵۰	۲/۹۴
Z5	۲۱/۰۵	۵۲	۲۰/۲۲	۷/۹۴	۱۰/۶۶	۶۵	۱/۸۶	۰/۳۴	۴/۶۱
Z6	۲۰/۴۷	۳۹	۱۹/۱۶	۶/۶۱	۱۱/۳۳	۴۵	۱/۵۳	۰/۲۷	۴/۷۵
Z7	۲۰/۲۱	۲۷/۳۳	۱۸/۸۸	۶/۲۲	۶/۸۸	۴۸/۳۳	۱/۹۵	۰/۵۳	۴/۳۳
Z8	۲۱/۴۹	۴۶	۱۴/۷۷	۵/۶۶	۹/۳۳	۵۱/۳۳	۲/۱۴	۰/۲۹	۴/۳۳
A11	۲۴/۵۴	۴۰/۶۷	۲۲/۸۸	۷/۵۵	۷/۱۱	۷۰	۲/۱۹	۰/۷۰	۳/۵۵
A13	۲۴/۵۰	۳۳/۳۳	۲۱	۸/۵۵	۸/۲۲	۶۱/۶۶	۲/۰۵	۰/۶۱	۵/۴۴
A14	۳۹/۳۶	۲۵	۲۱/۳۳	۷	۱۲/۵۵	۶۱/۶۶	۲/۱۷	۰/۴۴	۳/۲۲
A16	۲۹/۹۵	۳۰	۲۵/۵	۹/۳۳	۱۰/۸۸	۷۶/۶۶	۲/۳۰	۰/۵۶	۴/۴۴
A5	۳۲/۵۸	۲۹/۶۷	۲۱/۳۳	۶/۷۷	۷/۱۱	۵۳/۳۳	۲/۴۰	۰/۷۲	۳/۷۷
A6	۴۷/۱۷	۲۷/۳۳	۲۴/۱۱	۸/۱۱	۷/۷۷	۶۳/۳۳	۲/۶۳	۰/۸۰	۴/۲۲
LSD	۱۷/۸۱	۲۲/۷۲	۵/۹۶	۱/۶۸	۴/۹۶	۱۷/۱۱	۰/۴۰	۰/۱۶	۱/۶۶

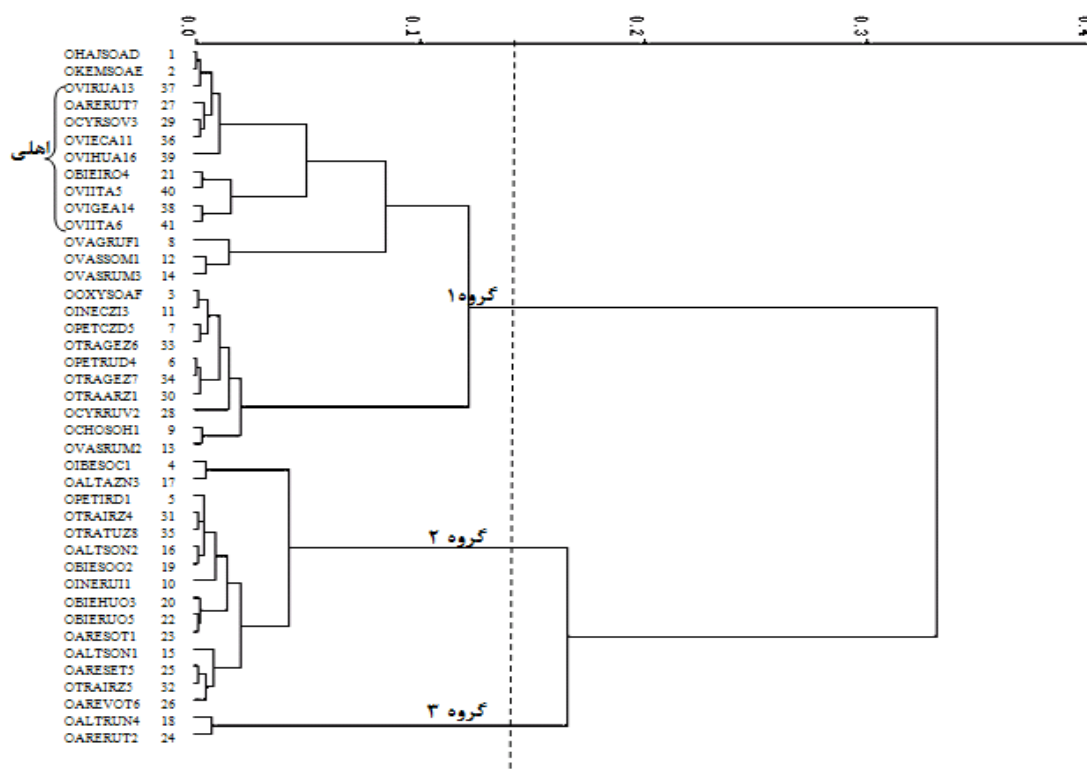
* کد گونه‌ها مطابق با حرف آخر کدهای جدول ۱ است.

** این گونه فاقد عملکرد بذر است.

جدول 6. میانگین صفات در هریک از گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر در ژنوتیپ‌های اسپرس

گروه	کد ژنوتیپ‌ها	عملکرد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	وزن	باروری
		بذر	ساقه	دانه	گره	طول خوشه	خوشه	ارتفاع	صدانه
		در بوته	در بوته	در خوشه	در ساقه	خوشه	در ساقه		
گروه 1	AD, AE, A13, T7, V3, A1, A16, O4, A5, A14, A6, F1, M1, M3, AF, I3, D5, Z6, D4, Z7, Z1, V2, H1, M2	22/93 ^b	32/3 ^b	18/76 ^a	6/72 ^a	11/5 ^a	4/54 ^a	58/5 ^b	2/19 ^a
انحراف میانگین گروه‌ها		-0/18	-9/84	0/12	-0/02	0/66	0/21	-0/22	0/05
از میانگین کل									
گروه 2	C1, D1, N3, I1, N1, N2, O2, O3, O5, T1, T5, T6, Z4, Z5, Z8	21/78 ^b	52/04 ^b	18/69 ^a	6/87 ^a	10/07 ^{ab}	4/14 ^{ab}	58/45 ^b	2/06 ^a
انحراف میانگین گروه		-1/33	9/99	0/05	0/12	-0/75	-0/18	-0/27	0/06
از میانگین کل									
گروه 3	N4, T2	35/13 ^a	88/33 ^a	18/69 ^a	6/75 ^a	8/94 ^b	3/02 ^b	67 ^a	1/95 ^a
انحراف میانگین گروه		12/01	46/27	0/05	-0/02	-1/89	-1/3	8/27	-0/18
از میانگین کل									
میانگین کل		23/11	42/05	18/63	6/75	10/83	4/32	58/72	2/13

در هر ستون میانگین دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.



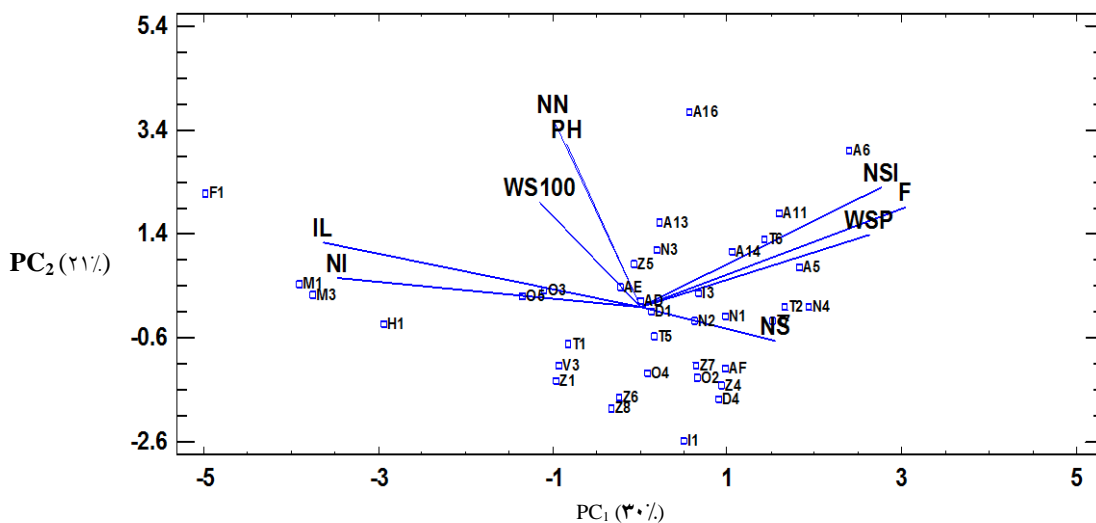
شکل 1. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ارقام اسپرس براساس معیار فاصله اقلیدسی و روش WARD

که تنوع ژنتیکی زیادی بین گونه‌های جنس *Onobrychis* وجود دارد و طبقه‌بندی تاکسونومی گونه‌ها را در گروه‌های مجزا قرار نمی‌دهد. Arsalan & Ertugrul (2010) در بررسی روابط فیلوژنی از طریق پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر گزارش کردند که *O. altissima* دارای بیشترین فاصله از دیگر اعضای بخش *Onobrychis*

Yildiz et al. (1999) در بررسی خصوصیات لگومی تعدادی از گونه‌های جنس اسپرس بیان کردند که بخش‌های *Onobrychis*, *Lophobrychis* و *Heliobrychis* دارای شباهت زیاد با یکدیگرند و با بخش *Hymenobrychis* تفاوت زیادی دارند. Carbonero et al. (2011) با بررسی فیلوژنی گونه‌های اسپرس بیان کردند

سه‌م مؤلفه دوم ۲۱ درصد و سه‌م مؤلفه سوم ۱۴ درصد بود (نتایج نشان داده نشده است). نمودار حاصل از ترسیم مقادیر مؤلفه اول و مؤلفه دوم در برابر یکدیگر، نحوه پراکنش رقم‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۲)، گروه‌های اهلی دارای بیشترین مقدار برای مؤلفه‌های اول و دوم بودن و گروه‌های وحشی با داشتن کمترین مقدار مؤلفه دوم تقریباً از نمونه‌های اهلی جدا شدند. مؤلفه اول با عملکرد ژنوتیپ‌ها و همچنین بهترین اجزای عملکرد (عملکرد بذر در بوته، باروری، تعداد دانه در خوشه و تعداد ساقه) همبستگی مثبت، و با تعداد خوشه در ساقه و طول خوشه همبستگی منفی نشان داد. مؤلفه دوم با صفات ارتفاع، تعداد گره در ساقه و وزن صدانه همبستگی مثبت نشان داد. با توجه به شکل، گونه‌های *O. viciifolia* (A11)، *O. viciifolia* (A6) و *O. arenaria* (T6) دارای مؤلفه‌های اول و دوم بالا بودند و به عبارت دیگر تعداد دانه در خوشه و عملکرد بذر زیادی داشتند.

است. Hesamzadeh & Ziaei Nasab (2009) نیز با بررسی کارپولوژیک بعضی از جمعیت‌های گونه‌های تتراپلوئید جنس اسپرس گونه *O. altissima* و *O. viciifolia* را در دو گروه مجزا قرار دادند که با تحقیق حاضر مطابقت دارد. جنس اسپرس در فلورهای مختلف دسته‌بندی‌های متفاوتی دارد، به طوری که در فلورهای ترکیه و ایرانیکا دارای پنج بخش است، اما در فلور اروپا و سایر فلورهای اروپایی شامل سه بخش است که گروه‌بندی حاصل حاکی از تطابق بخش‌های حاصل در فلور اروپایی بود (Ball, 1968). نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که رقم‌های مورد بررسی از نظر صفات تنوع زیادی دارند؛ از طرفی طبقه‌بندی بین ارقام توانست ارقام اهلی و وحشی را براساس خصوصیات فنوتیپی از هم جدا کند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که سه مؤلفه اول در مجموع حدود ۶۵ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند که در این میان سه مؤلفه اول ۳۰ درصد،



شکل ۲. ترسیم بای‌پلات براساس مؤلفه‌های اول و دوم در ارقام اسپرس، شماره ژنوتیپ‌ها مطابق با جدول ۱ است.

گونه‌های وحشی از بخش *Onobrychis* و *Hymenobrychis* است که اکثر گونه‌های این گروه تعداد ساقه در بوته و تعداد خوشه در ساقه زیادی دارند. گونه‌های *O. chorassanica* (H) و *O. vassilczenkoi* (M) دارای مقادیر کم مؤلفه‌های اول و دوم هستند که طول خوشه و تعداد خوشه زیادی دارند و اعضای این گروه متعلق به بخش *Hymenobrychis* هستند. به طور کلی تطابق

پراکنش ارقام بر روی نمودار نشان‌دهنده مطابقت متوسط این یافته‌ها با نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای است؛ به گونه‌ای که در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز سه گروه مشاهده شد که گونه‌های موجود در گروه اول از بخش *Onobrychis* است. از مشخصه‌های این گروه می‌توان به عملکرد بذر و تعداد زیاد دانه در خوشه اشاره کرد. گروه دوم دارای مقدار کمتر از متوسط مؤلفه دوم و شامل

گزارش‌های متعدد با افزایش فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها احتمال هتروزیس در برنامه‌های تلاقی افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان اظهار داشت در ژرم‌پلاست مورد مطالعه، تنوع کافی وجود داشت که از این تنوع می‌توان در برنامه‌های اصلاحی بهره برد. با توجه به اینکه ایجاد ارقام ساختگی مطلوب، نیازمند انتخاب والدین متنوع و مناسب است و از طرفی بسیاری از گونه‌های اسپرس به‌دلیل تعداد کروموزوم یکسان و تشابه ژنومی زیاد، تلاقی‌پذیرند، می‌توان از ژنوتیپ‌هایی که بهترین موقعیت را از نظر فاصله ژنتیکی داشته باشند برای برنامه‌های اصلاحی آتی و افزایش عملکرد بذر استفاده کرد.

جغرافیایی که در نمودار خوشه‌ای مشاهده شد، در نمودار حاصل از مؤلفه‌های اصلی مشاهده نشد؛ اما پراکنش گونه‌ها در این نمودار با نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای تطابق داشت و توانست گونه‌های اهلی و وحشی را در گروه‌های مجزا قرار دهد. Sartie *et al.* (2009) در بررسی ژنوتیپ‌های فستوکا و Pecetti & Piano (2002) با بررسی ۱۶ جمعیت شبدر از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به‌عنوان روشی مناسب برای طبقه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده کردند. Masoudi *et al.* (2008) نیز در سویا، عملکرد بذر در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در شاخه؛ و Jafari (2004) در علف باغ، عملکرد بذر، شاخص برداشت و تعداد بذر در ساقه را از مهم‌ترین صفات برای گروه‌بندی جمعیت‌ها عنوان کردند. براساس

REFERENCES

- Ball, P.W. (1968). *Onobrychis* Miller. In: Tutin TG, Heywood VH, Burges NA, Moore DM, Valentin SM, (Eds). *Flora Europaea*. Cambridge, Cambridge Univ, Press, pp 187-191.
- Behrouz, P., Noormand Moayed, F., Mohammadi, S. A., Aharizad, S. & Hazegh Jafari, P. (2009). Evaluation of seed yield and affective traits in sainfoin ecotypes. *Journal of Agricultural Sciences, Islamic Azad University of Tabriz*, 9, 44-54. (In Farsi)
- Bolanos-aguilar, E. D., Huyghe, C., Djukic, D., Julier, B. & Ecalte, C. (2001). Genetic control of alfalfa seed yield and its components. *Plant Breeding*, 120, 67-72.
- Brummer, E.C. (1999). Capturing heterosis in forage crop cultivar development. *Crop Sciences*, 39, 943-95.
- Harasim, J. & Bawolski, S. (1993). Effect of the rate and number sowing on the density of the plant stand and the yield of sainfoin. *Pametnik-puladski*, 103, 171-179.
- Hayot Carbonero, C., Carbonero, F., Smith, L. M. J. & Brown, T. A. (2012). Phylogenetic characterization of *Onobrychis* species with special focus on the forage crop *Onobrychis viciifolia* Scop. *Springer Science+Business Media B.V.*
- Hesamzadeh Hejazi, S.M., & Ziaei Nasab, M. (2009). Karyological study on several populations of tetraploid species of *Onobrychis* in natural gene bank of Iran. *Iranian Journal of Biology*, 22(2), 321-332. (In Farsi)
- Jafari, A. A. (2004). Evaluation of seed yield characteristics in 29 accessions of cocksfoot (*Dactylis glomerata*) through a multivariate analysis. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 35, 817-825. (In Farsi)
- Majidi, M. M. & Arzani, A. (2009). Evaluation of yield potential and genetic variation of morphological, agronomic and qualitative traits in sainfoin populations (*Onobrychis viciifolia* Scop.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 13, 563-568. (In Farsi)
- Masoudi, B., Bihamta, M. R., Babaei, H. R. & Peyghambari, S. A. (2008). Evaluation of genetic diversity for agronomic, morphological and phenological traits in soybean. *Seed and plant improvement journal*, 24(3), 413-427. (In Farsi)
- Miller, D. A. (1984). Other legumes. In: *Forage crops*. University of Illinois, McGraw-Hill, Inc. pp. 351-367.
- Mohajer, S., Jafari, A. A. & Taha, R. M. (2011). Studies on seed and forage yield in 10 populations of sainfoin (*Onobrychis sativa*) grown as spaced plants and swards. *Journal of Food Agriculture Environment*, 9, 222-227. (In Farsi)
- Morrill, W.L., Ditterline, R. L. & Dennis cash, S. (1998). Insects and associated root pathogens of sainfoin in western USA. *Field Crops Research*, 59, 129-134.
- Pecetti, L. & Piano, E. (2002). Variation of morphological and adaptive traits in subterranean clover population from Sardinia (Italy). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 100, 1-10.
- Rabiee, R. & Ghanavati, F. (2013). Genetic diversity of *Onobrychis altissima* Grossh. Populations of the national plant gene bank of Iran based on agronomic and morphological traits. *Seed and Plant Improvement Journal*, 29 (3), 467-481. (In Farsi)

16. Roldan-Ruiz, I., Dendauw, J., Bockstaele, E.V., Depicker, A. & Loose, M.D. (2000). AFLP markers reveal high polymorphic rates in ryegrasses (*Lolium Spp.*). *Molecular Breeding*, 6, 125-134.
17. Sartie, A. M., Easton, H. S. & Matthew, C. (2009). Plant morphology differences in two perennial ryegrass cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 52, 391-398.
18. Sleper, D. A. & Poehlman, J. M. (2006). *Breeding field crops*. 6th edition. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 724p.
19. Soares, M.I.M., Kakhimov, S. & Shakirov, Z. (2000). Productivity of the Desert Legume” *Onobrychis*”. *Dryland Biotechnology*, Vol.6.
20. Turk, M. & Celik, N. (2006). Correlation and path coefficient analyses of seed yield components in the sainfoin (*Onobrychis sativa* L.). *Journal of Biological Sciences*, 6, 758-762.
21. Yilddiz, B., Ciplak, B. & Aktoklu, E. (1999). Fruit morphology of sections of the genus *Onobrychis* Miller (Fabaceae) and its phylogenetic implications. *Israel Journal of Plant Sciences*, 47, 269-282.
22. Zarrabian, M., Majidi, M. M. & Ehtemam, M. H. (2013). Genetic diversity in a worldwide collection of sainfoin using morphological, anatomical, and molecular markers. *Crop Science*, 53, 2483-2496.