

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۸، شماره ۴، سال ۱۳۹۱

تنوع بین گونه‌ای صفات مورفولوژیک در عدس‌های وحشی گونه‌های *Lens nigricans* *L. odemensis* و *L. ervoides*

Interspecific Variation of Morphological Traits in *Lens nigricans*, *L. ervoides* and *L. odemensis* Wild Lentil Species

معصومه پوراسماعیل^۱ و فرنگیس فنواتی^۲

۱ و ۲- به ترتیب مربی و استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۲۴

چکیده

پوراسماعیل، م. و فنواتی، ف. ۱۳۹۱. تنوع بین گونه‌ای صفات مورفولوژیک در عدس‌های وحشی گونه‌های *Lens nigricans* و *L. ervoides* و *L. odemensis*. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۸: ۵۶۲ - ۵۴۵.

در این تحقیق ۹۶ نمونه از عدس‌های وحشی گونه‌های *Lens nigricans* و *L. ervoides* و *L. odemensis* کلکسیون عدس بانک ژن گیاهی ملی ایران مورد بررسی قرار گرفتند. هدف از پژوهش حاضر ارزیابی صفات مورفولوژیکی و تعیین میزان اهمیت این صفات در شناسایی گونه‌های مختلف جنس عدس بود. در طول فصل رشد ۲۴ صفت مورفولوژیکی اندازه‌گیری شدند. پارامترهای آماری برای صفات مورد بررسی محاسبه و شاخص شانون و ضریب تغییرات فنوتیپی به عنوان معیاری از تنوع ژنتیکی تعیین شد و از تجزیه به مولفه‌ها، تجزیه خوشه‌ای و تابع تشخیص جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده شد. این بررسی وجود تنوع قابل ملاحظه درون و بین گونه‌ای را در نمونه‌ها نشان داد. بر اساس ضریب تغییرات به دست آمده در بین صفات کمی، بیشترین ضریب تغییرات به ترتیب در صفات وزن صد دانه ($CV=11.4\%$) طول راکیس ($CV=5.5\%$) و نسبت طول دم گل به راکیس ($CV=4.9/5\%$) و کمترین میزان تنوع در صفات طول کاسه گل و عرض برگچه ($CV=2.5\%$) مشاهده شد. در میان صفات کیفی، بیشترین شاخص شانون به ترتیب برای صفت شکل گوشوارک ($1/0.2$)، رنگدانه غلاف ($0/9.2$) و وجود زائده داسی شکل روی محور گل ($0/9.4$) به دست آمد و کمترین شاخص شانون با صفت شکوفائی نیام مرتبط بود و هیچ گونه تنوعی از نظر این صفت ملاحظه نشد. انجام آنالیزهای چند متغیره با استفاده از صفات کیفی و کمی تا حد زیادی قادر به جداسازی و شناسایی گونه *L. ervoides* از بقیه گونه‌ها شد، اما گونه‌های *L. nigricans* و *L. odemensis* از نظر صفات مورفولوژیکی به ویژه صفات کیفی بسیار به یکدیگر شبیه بوده و این صفات قدرت تبیین این دو گونه را از یکدیگر نداشتند.

واژه‌های کلیدی: عدس وحشی، تنوع فنوتیپی، صفات مورفولوژیکی، شناسایی.

مقدمه

وجود درک صحیحی از تنوع ژنتیکی موجود در گونه‌های زراعی و خویشاوندان وحشی آنها پیش نیاز یک برنامه حفاظت ژنتیکی مؤثر است. دو جنبه اساسی این موضوع مقدار تنوع ژنتیکی بین گونه‌ای و روابط گیاه‌شناسی بین آنها است (Aghai et al., 2003). آگاهی از تنوع ژنتیکی موجود در یک کلکسیون از یک طرف برای انتخاب والدین مناسب در یک برنامه تلاقی مفید محسوب می‌شود (Jaradat, 1991) و از طرف دیگر برای مدیریت کارآمد و موثر بانک‌های ژن دارای ارزش است (Chaudhry et al., 2004).

امروزه اهمیت تنوع ژنتیکی خویشاوندان وحشی گیاهان زراعی در پیشبرد و اصلاح گیاهان برکسی پوشیده نیست. امکان دورگ‌گیری با خویشاوندان وحشی، تلاش برای حفاظت از این منابع با ارزش را افزایش داده است. به همین دلیل کلکسیون‌های ذخائر توارثی در کنار توده‌های بومی، خویشاوندان وحشی آنها را هم نگهداری می‌کنند و از این منابع در برنامه‌های به‌نژادی به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و افزایش مقاومت ارقام زراعی نسبت به تنش‌های محیطی و غیر محیطی استفاده می‌کنند. خویشاوندان وحشی بخش جدایی‌ناپذیر و سازنده خزانه ژنی گیاهان زراعی بوده و تنوع ژنتیکی بالقوه‌ای از نظر تحمل تنش‌های زنده و غیر زنده را دارا هستند

(Philip et al., 2007; Ford et al., 1997)؛
Redden et al., 2007). در خصوص جنس عدس، گونه‌های *L. culinaris* و *L. odemensis* خزانه ژنی اولیه، *L. nigricans* و *L. ervoides* خزانه ژنی ثانویه و گونه‌های *L. tomentosus* و *L. lamottei* خزانه ژنی سوم را تشکیل می‌دهند (Philip et al., 2007). علاوه بر گونه *L. culinaris* Medik. که دارای دو زیر گونه عدس زراعی *L. culinaris* ssp. *culinaris* Medik. و جد وحشی آن یعنی زیر گونه *L. culinaris* ssp. *orientalis* (Boiss.) Ponert است، جنس عدس دارای پنج گونه دیگر به نام‌های *L. odemensis* (Godr.) Ladiz.، *L. ervoides* (Bring.) Grande.، *L. nigricans* (Bieb.) Godr.، *L. lamottei* Czfr. و *L. tomentosus* Ladiz. نیز هست (Van oss et al., 1997). فرگوسون و رابرتسون (Ferguson and Robertson, 2000) تنها چهار گونه متمایز را گزارش کرده‌اند و *L. odemensis* و *L. tomentosus* را به عنوان زیر گونه‌های دیگری از *L. culinaris* شناخته‌اند.

بررسی و تعیین تنوع ژنتیکی بین و درون جمعیت‌های گونه‌ای مورد علاقه متخصصین علم ژنتیک و به‌نژادی بوده و به منظور تعیین ارزش اقتصادی و کارایی حفاظت و بهره‌برداری ذخایر ژنتیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار

تنوع بین گونه‌ای صفات...

عدس و هیبریدهای بین گونه‌ای آن‌ها از طریق مطالعه صفات مورفولوژیکی پرداختند. آن‌ها در بین پانزده صفت کمی اندازه‌گیری شده نشان دادند که در میان پنج (زیر) گونه مختلف این صفات در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند و تنها صفتی که تنوعی نشان نداد صفت تعداد دانه در غلاف بود. این محققین همچنین نشان دادند که در میان صفات کیفی دو صفت رنگ لپه و شکل گوشوارک صفات مهمی هستند و درصد بیشتری از تنوع موجود بین گونه‌ها را توجیه می‌کنند. آن‌ها نشان دادند که ویژگی‌های کیفی قادر به تمایز توده‌های *L. ervoides* از *L. culinaris ssp. orientalis* نیستند اما قادر به جداسازی *L. nigricans* و *L. odemensis* از *L. culinaris ssp. culinaris* هستند.

با توجه به ضرورت ارزیابی ذخایر ژنتیکی گیاهی به منظور به کارگیری پتانسیل این مواد در به‌نژادی و افزایش تولید گیاهان زراعی تحقیق حاضر با هدف بررسی تنوع فنوتیپی صفات مختلف، تعیین روابط بین صفات و شناسائی سهم هریک از آن‌ها در گوناگونی جمعیت‌های مورد مطالعه با استفاده از برخی روش‌های چند متغیره به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق روی ۹۶ نمونه از عدس‌های وحشی متعلق به گونه‌های مختلف شامل ۴۲ نمونه *L. ervoides*، ۲۳ نمونه *L. nigricans* و

است. در این میان ویژگی‌های مورفولوژیکی و ارزیابی آن‌ها اولین مرحله در طبقه‌بندی و توصیف ژرم‌پلاسم‌ها به شمار آمده و در بین این صفات، صفات کیفی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Sultana et al., 2005). برای اولین بار جزئیات توصیف مورفولوژیکی گونه‌ها و توده‌های بومی عدس آسیا را بارولینا (Barulina, 1930) گزارش نمود و بر این اساس وجود گستره وسیعی از تنوع گزارش شد (Sultana et al., 2005).

فرگوسون و رابرتسون (Ferguson and Robertson, 1996) به بررسی برخی از صفات فنولوژیکی و آگرومورفولوژیکی عدس‌های وحشی گونه‌های *L. nigricans*، *L. ervoides*، *L. odemensis*، *L. lamottei* و *L. culinaris subsp. orientalis* در مقایسه با چند نمونه زراعی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که گونه *L. culinaris subsp. orientalis* تعداد برگ، تعداد خوشه، تعداد غلاف، تعداد دانه در گیاه و سطح برگ بیشتری در مقایسه با گونه‌های زراعی دارد و گونه *L. lamottei* دارای بیشترین میانگین وزن صد دانه است.

احمد و همکاران (Ahmad et al., 1997) با هدف تعیین این که آیا مقایسه مورفولوژیکی به تنهایی اساس خوبی برای تشخیص نسبت‌های بین گونه‌ای در میان گونه‌های عدس می‌توانند باشند، به بررسی ارتباط فیلوژنتیکی گونه‌های

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln(P_i)$$

در این فرمول، P_i نشان‌دهنده فراوانی نسبی هر گروه فنوتیپی در صفت مربوطه و s تعداد گروه‌های فنوتیپی هر صفت است. هر چه مقدار این شاخص برای صفتی بیشتر باشد، نشان‌دهنده تنوع بیشتر آن صفت خواهد بود (Chaudhry et al., 2004). علاوه بر این به منظور تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، کاهش حجم داده‌ها و تفسیر بهتر روابط از تجزیه به مولفه‌های اصلی (Sneath and Sokal, 1973) استفاده شد. برای گروه‌بندی نمونه‌ها از روش تجزیه خوشه‌ای مراتبی (Hierarchical) و غیر مراتبی (Non Hierarchical) استفاده شد. در روش اخیر که به روش K-means هم معروف است، هر فرد به خوشه‌ای تعلق می‌گیرد که به میانگین آن نزدیک‌تر است (Farshadfar, 2001). از تجزیه تابع تشخیص (Discriminate Function Analysis) بهره‌گیری شد تا وضعیت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از گونه‌های مختلف در گروه خود یا اختلاط آن‌ها در گونه‌های دیگر بررسی شود. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 16 و Stat Graphics Plus 2.1 انجام شد.

نتایج و بحث

نحوه ارزیابی و امتیازدهی صفات کیفی در جدول ۱ نشان داده شده است.

۳۱ نمونه *L. odemensis* از کلکسیون عدس‌های وحشی بانک ژن گیاهی ملی ایران انجام شد. بذر با کاربرد تیمارهایی از قبیل خیساندن و سمباده زدن و تیمار سرما، جوانه‌دار شدند. هر دانه رست به یک گلدان کیسه‌ای پلاستیکی منتقل شد و پس از دو هفته نگهداری در گلخانه، به مزرعه تحقیقاتی منتقل و به صورت مشاهده‌ای کاشته شدند.

در طی دوره رشد گیاه خصوصیات مورفولوژیکی از جمله طول برگچه، عرض برگچه، تعداد برگچه، کرک برگ، شکل برگچه، حضور پیچک، حضور زائده داسی شکل روی دمگل، رنگ گل، تعداد گل و نیام در دمگل، طول دم گل، طول راکیس، نسبت طول دمگل به راکیس، طول دندان کاسه گل و شکل گوشوارک و غیره (Anonymous, 1993) با توجه به استاندارد موسسه بین‌المللی تنوع زیستی (IPGRI) و یا بر اساس کلیدهای شناسایی این جنس (Ferguson and Robertson, 2000) یادداشت‌برداری شد.

آمار توصیفی صفات کمی و کیفی بر اساس محاسبه نما، میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات فنوتیپی (CV) برآورد شد. همچنین به منظور تعیین تنوع صفات کیفی، از شاخص شانون (H') بر اساس فرمول زیر استفاده شد (Shannon and Weaver, 1949):

جدول ۱- دستورالعمل IPGRI برای ارزیابی صفات کیفی در نمونه‌های عدس
Table 1. IPGRI descriptor for evaluation of quantitative traits in lentil accessions

Characters state	توصیف صفات	Character	صفت
(7. Dense) ۷- تراکم (3. Slight) ۳- خیلی کم (0. Absent) ۰- فقدان کرک	۱- فقدان کرک (0. Absent) ۰- خلیلی کم (3. Slight) ۳- تراکم (7. Dense) ۷-	Leaf pubescence	وجود کرک روی برگ
(Oval) ۷- بیضی (Complex of 1 and 7) ۷ و ۱- مخلوطی از اشکال ۱ و ۷ (1. Egg Shaped) ۱- تخم مرغی	۱- تخم مرغی (1. Egg Shaped) ۱- مخلوطی از اشکال ۱ و ۷ (Complex of 1 and 7) ۷ و ۱- بیضی (Oval) ۷-	Leaflet shape	شکل برگچه
(5. Prominent) ۵- برجسته (3. only in upper leaf) ۳- پیچک در برگ‌های بالایی	۱- پیچک در برگ‌های بالایی (3. only in upper leaf) ۳- برجسته (5. Prominent) ۵-	Tendrill length	طول پیچک
(1. entire) ۱- ساده (3. dentate) ۳- دندانه دار	۱- ساده (1. entire) ۱- دندانه دار (3. dentate) ۳-	Stipule margin	حاشیه گوشوارک
(1. Present) ۱- وجود زائده داسی شکل (0. Absent) ۰- عدم وجود زائده داسی شکل	۱- وجود زائده داسی شکل (1. Present) ۱- عدم وجود زائده داسی شکل (0. Absent) ۰-	Peduncle arista	وجود زائده داسی شکل روی دمگل
(7. Withe) ۷- سفید (1. White with blue veins) ۱- سفید با رگه‌های آبی (3. Violet) ۳- بنفش (5. Pink) ۵- صورتی	۱- سفید با رگه‌های آبی (1. White with blue veins) ۱- بنفش (3. Violet) ۳- صورتی (5. Pink) ۵- سفید (7. Withe) ۷-	Flower ground color	رنگ زمینه گل
(1. Present) ۱- وجود رنگدانه (0. Absent) ۰- عدم وجود رنگدانه	۱- وجود رنگدانه (1. Present) ۱- عدم وجود رنگدانه (0. Absent) ۰-	Pod pigmentation	وجود رنگدانه روی نیام
(1. Present) ۱- دارای ریزش (0. Absent) ۰- فاقد ریزش	۱- دارای ریزش (1. Present) ۱- فاقد ریزش (0. Absent) ۰-	Pod shedding	ریزش نیام
(1. Shattering) ۱- دارای شکوفائی (0. Non-shattering) ۰- فاقد شکوفائی	۱- دارای شکوفائی (1. Shattering) ۱- فاقد شکوفائی (0. Non-shattering) ۰-	Pod dehiscence	شکوفائی نیام
(4. Complex) ۴- مرکب (3. Marbled) ۳- مرمری (2. Spotted) ۲- لکه‌دار (1. Dotted) ۱- نقطه‌دار (0. Absent) ۰- بدون طرح	۱- بدون طرح (0. Absent) ۰- لکه‌دار (1. Dotted) ۱- نقطه‌دار (2. Spotted) ۲- مرمری (3. Marbled) ۳- مرکب (4. Complex) ۴-	Testa pattern	طرح‌های روی پوسته بذر
(3. Olive-green) ۳- سبز زیتونی (2. Orange/ red) ۲- قرمز نارنجی (1. Yellow) ۱- زرد	۱- زرد (1. Yellow) ۱- قرمز نارنجی (2. Orange/ red) ۲- سبز زیتونی (3. Olive-green) ۳-	Cotyledon color	رنگ لپه‌ها

را نشان داد. کمترین میزان تنوع در صفات طول کاسه گل و عرض برگچه با ضریب تغییرات حدود ۲۵ درصد مربوط بود (جدول ۲). در میان صفات کیفی مورد بررسی در این جنس، بیشترین شاخص شانون به ترتیب در صفت شکل گوشوارک، رنگدانه غلاف و وجود زائده داسی شکل روی محور گل مشاهده شد (جدول ۲). کمترین شاخص شانون با صفت شکوفائی نیام مرتبط بود که هیچ گونه تنوعی در این صفت ملاحظه نشد و پس از آن ریزش نیام با شاخص شانون ۰/۴۴ کمترین میزان تنوع را داشت. در شکل ۱ تصویری از تنوع مشاهده شده در برخی از صفات، در میان نمونه‌های مورد بررسی قابل مشاهده است. در میان صفات کمی اندازه گیری شده در

این تحقیق یک طرح مقدماتی مشاهده‌ای بود که در آن امکان استفاده از طرح‌های آماری و آزمون‌های دقیق مقدور نبود، بنابراین تنها به دسته‌بندی مشاهدات و توضیح روابط بین آن‌ها اکتفا شد. بررسی پارامترهای آمار توصیفی در خصوص صفات کمی اندازه‌گیری شده نشان داد که در میان صفات کمی مورد بررسی صفت وزن صد دانه بیشترین ضریب تغییرات ($CV=114/5\%$) را داشت و پس از آن صفات طول راکیس ($CV=55\%$) و نسبت طول دم گل به راکیس ($CV=49/5\%$) به طور متوسط با تنوع مشاهده شده معادل ۵۰٪ تنوع بالقوه ضریب تغییرات بالائی را نشان دادند. تعداد گل و نیام در دمگل، ۳۳٪ تنوع بالقوه مورد انتظار

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های سه گونه عدس وحشی
Table 2. Statistical parameters of measured traits in three species of wild lentil

Traits	صفات	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	دامنه تغییرات Rang	انحراف معیار SE	واریانس Variance	میانگین Mean	مد Mode	ضریب تغییرات Coefficient of variation	شاخص شانون Shanon index
Leaflet number	تعداد برگچه	4	18	14	2.652	7.034	7.920	-	33.48	-
Leaflet length	طول برگچه	3	15	12	2.338	5.466	7.480	-	31.26	-
Rachis length	طول راکیس	3	50	47	8.189	67.056	14.730	-	55.59	-
Leaflet width	عرض برگچه	1	4	2	0.542	0.294	2.100	-	25.81	-
Peduncle length	طول دمگل	7	35	28	6.243	38.970	19.660	-	31.75	-
Number of flowers per peduncle	تعداد گل در دمگل	0	2	2	0.470	0.221	1.280	-	36.72	-
Rachis/ peduncle length	طول راکیس / دمگل	0	5	5	0.789	0.624	1.595	-	49.52	-
Calyx tube length	طول کاسه گل	2	6	4	0.843	0.710	3.350	-	25.16	-
Calyx teeth length	طول دندان کاسه گل	1	4	4	0.722	0.522	2.330	-	30.99	-
Pod length	طول نیام	0.5	2.2	1.6	0.288	0.083	0.816	-	35.29	-
Pod width	عرض نیام	0.2	0.8	0.6	0.112	0.012	0.408	-	27.38	-
Seed per pod	تعداد بذر در نیام	1	2	1	0.487	0.237	1.620	-	30.06	-
100 seed weight	وزن صد دانه	0.1	5.57	5.47	0.826	0.683	0.722	-	114.51	-
Leaf pubescence	کرک برگ	1	7	6	-	-	-	3	-	0.791
Leaflet shape	شکل برگچه	1	7	6	-	-	-	7	-	0.681
Peduncle arista	وجود زائده داسی شکل روی دمگل	0	1	1	-	-	-	1	-	0.941
Flower colure	رنگ گل	3	7	4	-	-	-	3	-	0.576
Tendril length	طول پیچک	1	5	4	-	-	-	1	-	0.775
Stipule margin	حاشیه گوشوارک	1	3	2	-	-	-	1	-	1.024
Pod shedding	ریزش نیام	0	1	1	-	-	-	0	-	0.445
Pod dehiscence	شکوفایی نیام	0	1	1	-	-	-	1	-	0.000
Pod pigmentation	رنگدانه غلاف	0	1	1	-	-	-	0	-	0.926
Cotyledon colour	رنگ لپه	1	3	2	-	-	-	2	-	0.704
Testa pattern	طرح تستا	0	4	4	-	-	-	3	-	0.645



شکل ۱- تصویری از تنوع مشاهده شده از نظر طول راکیس و تعداد و شکل برگچه (A)، رنگ گل، طول دم گل و تعداد گل در دمگل و وجود یا عدم وجود زائده داسی شکل (B) در نمونه‌های عدس وحشی
 Fig. 1. Observed diversity for different traits measured in wild lentil accessions. Rachis length, leaflet shape and leaflet number (A), flower ground color, peduncle length, number of flowers per peduncle and peduncle arista (B)

دارد. کلیه جمعیت‌های گونه‌های *L. ervoides* و *L. nigricans* از نظر ریزش نیام و شکوفائی نیام و رنگدانه غلاف تنوعی نداشتند. اما در گونه *L. odemensis* دو دسته متمایز از نظر صفات ریزش، شکوفائی و رنگدانه نیام در جمعیت‌های مورد مطالعه مشاهده شد. در بررسی سلطانا و همکاران (Sultana et al., 2005) نیز دو گروه فنوتیپی برای صفاتی نظیر رنگ ساقه، کرک دار بودن، پیچک، رنگدانه غلاف، شکوفائی نیام، نوک منقار مانند غلاف و رنگ لپه مشاهده شد. آن‌ها تنوع کم صفات شکوفائی نیام و رنگ لپه و تنوع بالایی صفاتی نظیر عادت رشد، کرک برگ، اندازه برگچه، رنگ پوشش دانه، طرح پوشش تستا و رنگ طرح روی تستا را گزارش کردند.

تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات کمی مورد

گونه‌های مورد بررسی، بیشترین میزان تنوع از حد ۳۵٪ تنوع بالقوه تجاوز نکرد. بیشترین تعداد برگچه و طول راکیس و کمترین میزان عرض برگچه در جمعیت‌های مختلف گونه *L. odemensis* دیده شد. جمعیت‌های مختلف گونه *L. ervoides* بیشترین طول برگچه و کمترین وزن صد دانه را دارا بودند و اندازه نیام‌های آن‌ها از دو گونه دیگر کوچک‌تر بود. جمعیت‌های گونه *L. nigricans* بیشترین طول دندان کاسه گل را داشتند.

رنگ گل، گوشوارک، شکل برگچه و کرک برگ در کلیه جمعیت‌های مورد مطالعه ۷۰٪ تنوع را نشان دادند. تعداد گل و نیام در دمگل و تعداد بذر در نیام در جمعیت‌های مورد مطالعه در هر سه گونه از تنوع یکسانی برخوردار بود، این نتیجه با نتایج احمد و همکاران (Ahmad et al., 1997) مشابهت

بررسی در نمونه‌های سه گونه عدس وحشی با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک موجب معرفی چهار مولفه شد که در مجموع ۸۴/۹۸ درصد از تغییرات بین نمونه‌ها را توجیه می‌کردند (جدول ۳). مولفه اول با توجیه ۵۱/۳۴ درصد از تغییرات با صفات تعداد برگچه، طول راکیس، طول و عرض نیام و وزن صد دانه مرتبط بود. مولفه دوم با توجیه ۱۲/۳۸ درصد از تغییرات با صفات طول دم گل و طول دندانه کاسه گل مرتبط بود. در مولفه سوم صفات طول و عرض برگچه دارای بیشترین ضرایب بودند (جدول ۳).

جدول ۳- ضرایب تجزیه به مولفه های صفات کمی در سه گونه عدس وحشی و درصد واریانس توجیهی توسط چهار مولفه اول

Table 3. Coefficients of PCA analysis for quantitative traits in three species of wild lentil and the percentage of variation accounted for by the first four components

		PCA1	PCA2	PCA3	PCA4
Eigen value	مقدار ویژه	5.134	1.238	1.120	1.005
%Proportional variance	واریانس مطلق	51.340	12.380	11.120	10.055
% Cumulative variance	واریانس تجمعی	51.340	63.730	74.930	84.980
Leaflet number	تعداد برگچه	0.399	0.006	0.028-	-0.038
Leaflet length	طول برگچه	0.000	0.240	0.587	-0.254
Leaflet width	عرض برگچه	0.118	0.360	0.487	0.593
Peduncle length	طول دمگل	0.000	0.660	0.250-	-0.507
Leaf rachis length	طول راکیس	0.405	0.149	-0.120	-0.202
Rachis/ Peduncle length	طول راکیس / دمگل	0.000	0.170	0.309	0.158-
Calyx teeth length	طول دندانه کاسه گل	0.133	0.567	0.334-	0.420
Pod width	عرض نیام	0.399	0.000	0.050	-0.130
Pod length	طول نیام	0.400	0.125	0.172	-0.231
100 seed weight	وزن صددانه	0.384	-0.041	0.338	-0.100

ژنوتیپ‌های مختلف عدس را فراهم می‌سازند. تجزیه به مولفه‌های اصلی به عنوان روشی برای کاهش حجم داده‌ها و روشن ساختن ارتباط بین دو یا چند ویژگی و برای تقسیم واریانس کل ویژگی‌ها و صفات به تعداد محدودی متغیرهای جدید تعریف شده است و از این رو می‌تواند تجسمی از تفاوت‌های میان افراد و شناسایی و تعیین گروه‌های احتمالی را

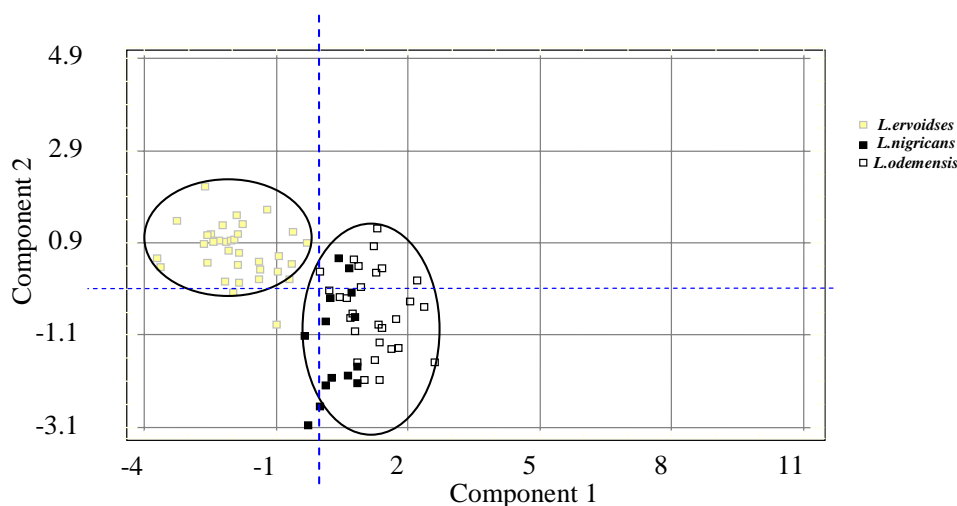
احمد و همکاران (Ahmad *et al.*, 1997) نیز نشان دادند که صفت طول راکیس برگ بیشترین ضریب تبیین را بین نمونه‌های عدس وحشی به خود اختصاص می‌دهد و پس از آن صفات طول استاندارد، عرض برگچه، ارتفاع گیاه و طول دم گل با ضرایب تبیین پایین‌تر تاثیرگذارترین صفات در تشخیص گونه‌های مختلف عدس هستند و امکان جداسازی

نظر فیلوژنی است. اما باز هم می‌توان مرزی را بین نمونه‌های *L. ervoides* با دو گونه *L. nigricans* و *L. odemensis* مشخص کرد. در این نمونه‌ها مولفه اول دارای کمترین میزان خود بودند، یعنی این نمونه‌ها کمترین وزن صد دانه و کوچک‌ترین نیام و همچنین کمترین تعداد برگچه را داشتند. در این شکل نمی‌توان مرز مشخصی بین نمونه‌های *L. nigricans* و *L. odemensis* قرار داد زیرا این نمونه‌ها کاملاً ناحیه پراکنش مشابهی را روی نمودار داشتند. این مسئله شباهت ظاهری بیشتر نمونه‌های *L. odemensis* و *L. nigricans* را نشان می‌دهد، تفاوت اندک از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی بین گونه‌های *L. nigricans* و *L. odemensis* توسط فرگوسن و رابرتسون (Ferguson and Robertson, 1996) نیز گزارش شده بود.

فراهم کند. در این روش، تنوع کلی موجود در داده‌های اولیه به اجزائی شکسته می‌شود که حالت تجمعی دارند.

از آنجایی که مولفه‌های اصلی حاصل از این نوع تجزیه ارتوگونال بوده و مستقل از یکدیگر هستند، هر مولفه اصلی خصوصیات متفاوتی از داده‌های اصلی را آشکار می‌کند و از این رو می‌تواند به صورت مستقل تفسیر شود (Mohammadi and Prasanna, 2003).

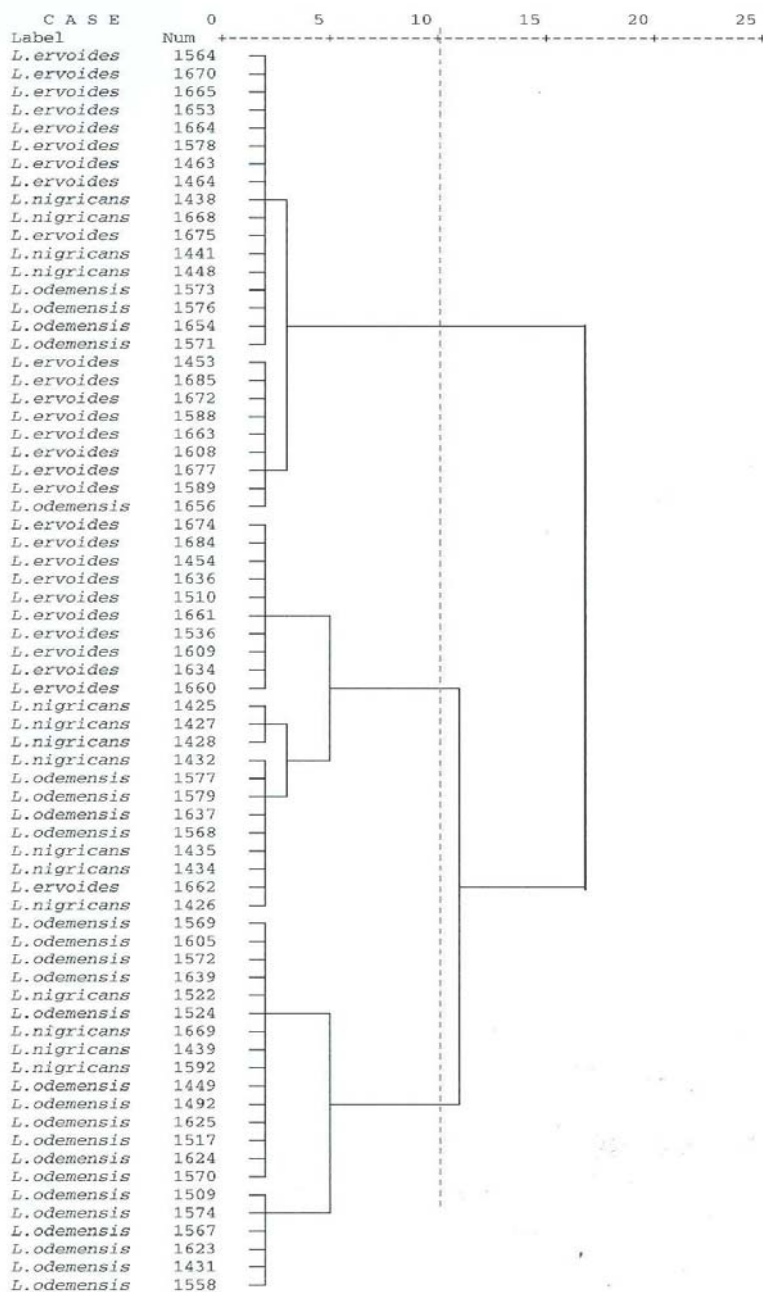
در بررسی کنونی از آنجایی که واریانس تجمعی توجیه شده توسط دو مولفه اول حدود ۶۳ درصد بود نمودار دو بعدی پراکنش نمونه‌ها براساس دو مولفه اول ترسیم شد (شکل ۲). رسم نمودار دو بعدی بر اساس دو مولفه اول نوعی دسته‌بندی برای این نمونه‌ها فراهم آورد. همان گونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، هر سه گونه مورد بررسی ناحیه تجمع مشابهی را دارا بودند که نشان‌دهنده نزدیکی این گونه‌ها از



شکل ۲- نمودار پراکنش گونه‌های مختلف عدس بر اساس اولین و دومین مولفه حاصل از تجزیه PCA
 Fig. 2. The Scatter plot display of three different wild lentil species based on two first components of PCA analysis

قرارگیری نمونه‌ها در سه کلاستر مجزا شد (شکل ۳) و میانگین صفات در مرکز هر خوشه در جدول ۴ آورده شده است.

تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات کمی بر اساس روش WARD و با در نظر گرفتن خط برش در فاصله ۱۰ واحد اقلیدسی موجب



شکل ۳- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای صفات کمی مورد بررسی در بین نمونه‌های سه گونه عدس وحشی
 Fig. 3. The dendrogram of quantitative traits in three species of wild lentil using cluster analysis

جدول ۴- مقادیر متوسط صفات کمی اندازه‌گیری شده در مرکز هر خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس K- means

Table 4. Mean of measured quantitative traits in center of clusters developed by K-means cluster analysis

Traits	صفات	Cluster (Number of cases in each cluster)		
		1(26)	2(22)	3(21)
Leaflet number	تعداد برگچه	6	4	13
Leaflet length	طول برگچه	6	15	6
Leaflet width	عرض برگچه	2	2	2
Leaf rachis length	طول راکیس	6	8	24
Peduncle length	طول دمگل	9	30	18
Number of flowers per peduncle	گل و نیام در دمگل	2	1	2
Rachis/ peduncle length	نسبت طول دمگل به طول راکیس	1.4	4	0.8
Calyx teeth length	طول دندانه کاسه گل	2	2	4
Pod length	طول نیام	8	6	9
Pod width	عرض نیام	5	3	5
Seed per pod	تعداد بذر در نیام	2	2	2
100 seed weight	وزن صددانه	0.91	0.29	0.4

دارا بودند. کلاستر ۳ اغلب نمونه‌های *L. odemensis* را در بر گرفت که دارای بیشترین تعداد برگچه، بیشترین طول راکیس، طول نیام و طول دندانه کاسه بودند. بر اساس فاصله بین کلاسترها (جدول ۵)، کلاسترهای ۲ و ۳ دارای کمترین فاصله از یکدیگر بودند. برآورد فاصله متوسط بین کلاسترها می‌تواند به عنوان شاخص مناسبی از فاصله خوشه‌ها و نمونه‌های قرار گرفته در هر یک از آنها مورد توجه قرار گیرد. از این نظر دامنه متوسط فاصله از حداقل ۱۰/۵ در بین خوشه‌های ۳ و ۲ تا ۱۲/۱۷ بین خوشه‌های ۱ و ۲ محاسبه شد (جدول ۵). از این رو نمونه‌های کلاستر ۱ که به گونه *L. ervoides* تعلق داشت بیشترین فاصله را از دو کلاستر دیگر داشته و در نتیجه کمترین

کلاستر ۱ با داشتن ۲۶ عضو، بیشتر نمونه‌های *L. ervoides* را در خود جای داد و با میانگین وزن صد دانه حدود ۰/۹ گرم دارای بیشترین وزن صد دانه بوده و دارای کمترین طول دم گل و راکیس بودند. کلاستر ۲ با داشتن ۲۲ نمونه بیشترین طول برگچه و دم گل، کمترین تعداد برگچه، کمترین طول و عرض نیام و وزن صد دانه را داشتند. این کلاستر خود دارای دو زیر گروه بود، زیر گروه اول با ده عضو نمونه‌های *L. ervoides* را در خود جای داده و زیر گروه دوم با دوازده عضو نمونه‌های *L. odemensis* و *L. nigricans* را در خود جای داد. نمونه‌های این خوشه بر خلاف دو خوشه دیگر دارای یک گل و نیام در دمگل بوده و بیشترین نسبت طول دمگل به راکیس را

جدول ۵- فواصل ژنتیکی مراکز خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات کمی اندازه‌گیری شده بر

اساس K- means

Table 5. Distance between center of clusters of measured quantitative traits developed by K-means cluster analysis

Cluster number	1	2	3
1	-		
2	12.168	-	
3	11.683	10.518	-

رنگ دارند. کلاستر ۲ و ۳ به ترتیب با داشتن ۳۸ و ۱۷ نمونه، بیشتر نمونه‌های گونه‌های *L. odemensis* و *L. nigricans* را در خود جای دادند، تفاوت اندک از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی بین گونه‌های *L. nigricans* و *L. odemensis* توسط فرگوسن و رابرتسون (Ferguson and Robertson, 1996) نیز اشاره شده بود و بعلاوه در ۹۰ درصد مواقع این صفات به راحتی نمونه‌های *L. ervoides* را از بقیه گونه‌ها جدا می‌کنند.

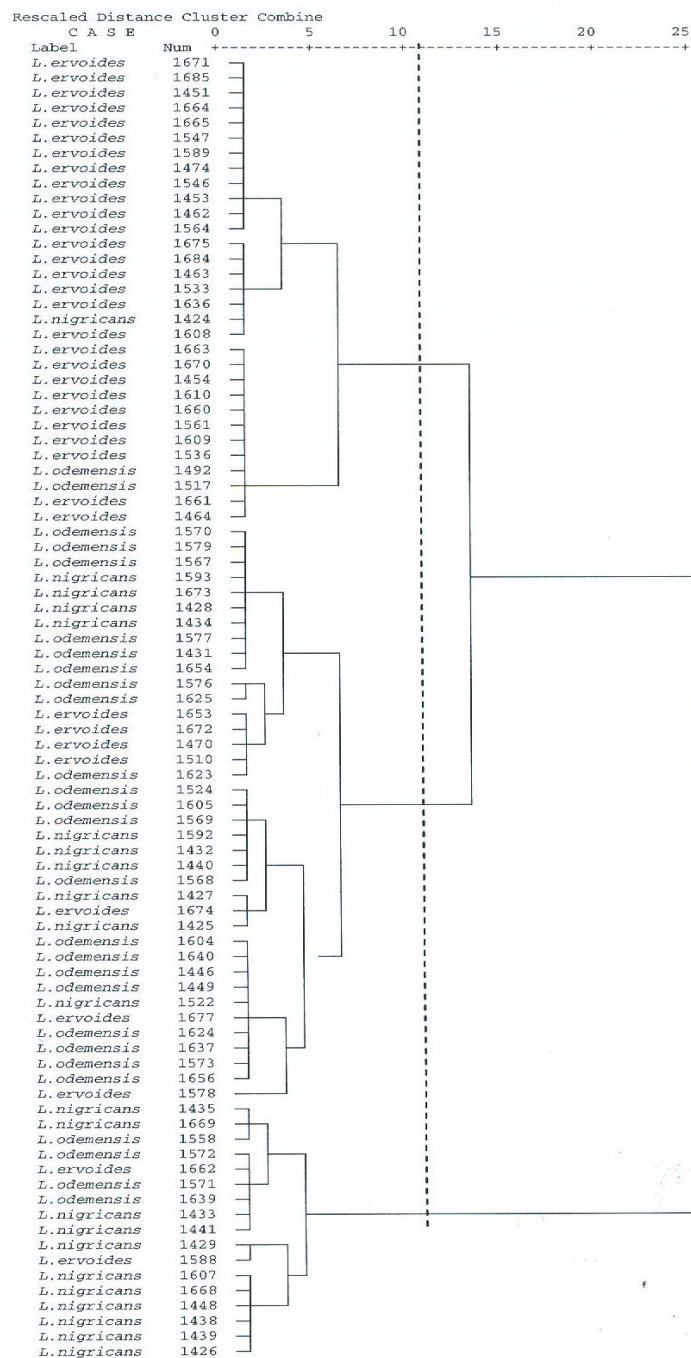
جدول ۷ فاصله بین خوشه‌های مختلف حاصل از تجزیه خوشه‌ای را نشان می‌دهد، فاصله بین کلاسترها می‌تواند به عنوان شاخص مناسبی از فاصله خوشه‌ها و نمونه‌های قرار گرفته در هریک از آنها مورد توجه قرار گیرد. بیشترین فاصله بین خوشه‌های ۲ و ۱ و کمترین میزان فاصله بین کلاسترهای ۳ و ۱ به دست آمد. از این رو نمونه‌های *L. ervoides* قرار گرفته بیشترین فاصله و در نتیجه کمترین قرابت را با اکثر نمونه‌های *L. odemensis* دارا بودند.

تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس صفات کیفی نیز موجب معرفی چهار مولفه با مقادیر

قرابت را با دیگر نمونه‌ها داشتند. با توجه به این موضوع ملاحظه می‌شود استفاده از صفات کمی توانست گونه *L. ervoides* از دو گونه دیگر جنس عدس متمایز کند.

احمد و همکاران (Ahmed et al., 1997) نیز گزارش کردند که توده‌های *L. odemensis* و *L. nigricans* و *L. culinaris ssp. orientalis* یک گروه منسجم و همبسته را تشکیل می‌دهند و نمونه‌های *L. ervoides* و *L. culinaris ssp. culinaris* گروه‌های مجزایی را تشکیل می‌دهند که نشان‌دهنده ویژگی‌های متمایز آنها می‌باشد.

تجزیه خوشه‌ای صفات کیفی مورد بررسی در نمونه‌های عدس وحشی با استفاده از روش WARD و با در نظر گرفتن خط برش ۱۲ موجب قرار گرفتن نمونه‌ها در ۳ خوشه شد (شکل ۴). میانگین صفات در مرکز هر یک از خوشه‌ها در جدول ۶ آورده شده است. کلاستر ۱ دارای ۳۱ نمونه می‌باشد که ۹۰/۹ درصد نمونه‌های این خوشه را گونه *L. ervoides* تشکیل می‌دهند این نمونه‌ها فاقد آریستا بوده، دارای گوشوارک ساده هستند و گل‌های بنفش



شکل ۴- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای صفات کیفی مورد بررسی در بین نمونه‌های سه گونه عدس وحشی
 Fig. 4. The dendrogram of qualitative traits in three species of wild lentil using cluster analysis

ویژه بالاتر از یک شد که در مجموع ۵۷/۹۶ درصد از واریانس صفات را توجیه می‌کردند. در این شرایط مولفه اول که بیشترین ضرایب آن مربوط به صفات کرک برگ و وجود زائده

جدول ۶- مقادیر متوسط صفات کیفی اندازه‌گیری شده در مرکز هر خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر

اساس K- means

Table 4. Mean of measured qualitative traits in center of clusters developed by K-means cluster analysis

Traits	صفات	Cluster (Number of cases in each cluster)		
		1(31)	2(38)	3(17)
Leaf pubescence	کرک برگ	2	2	3
Peduncle arista	وجود زائنه داسی شکل روی دمگل	0	1	1
Number of flowers per peduncle	گل و نیام در دمگل	1	1	2
Flower colure	رنگ گل	3	6	3
Stipule margin	حاشیه گوشوارک	1	2	3
Tendril length	طول پیچک	2	2	2
Pod shedding	ریزش نیام	0	0	0
Pod dehiscence	شکوفایی نیام	1	1	1
Seed per pod	تعداد بذر در نیام	2	2	2

جدول ۷- فواصل ژنتیکی مراکز خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات کیفی اندازه‌گیری شده بر

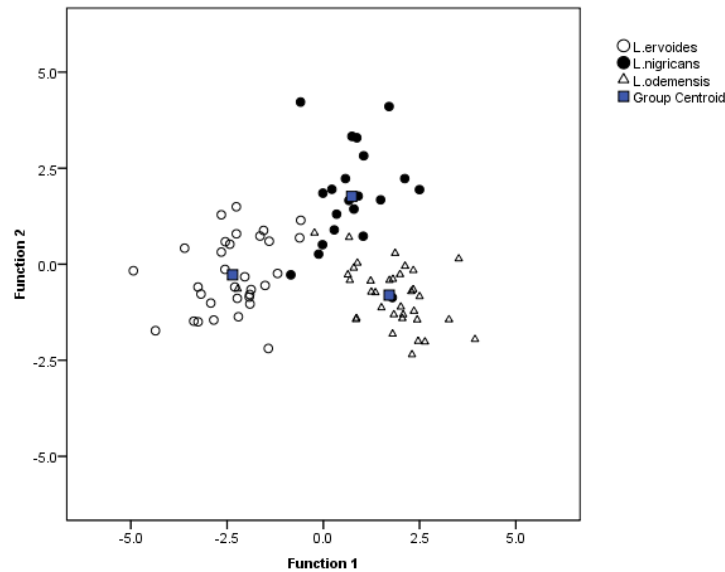
اساس K- means

Table 7. Distance between center of clusters of measured qualitative traits developed by K-means cluster analysis

Cluster number	1	2	3
1	-		
2	3.11	-	
3	2.27	2.97	-

نتایج توابع تشخیص برای سه گونه عدس وحشی در شکل ۵ و جدول‌های ۸ و ۹ ارائه شده است. همان‌گونه که در جدول ۸ مشاهده می‌شود دو تابع تشخیص حدوداً به میزان ۱۰۰ درصد از واریانس کلی را توضیح دادند، از این رو می‌توان با استفاده از این دو تابع نمونه‌های جدید را به گونه‌های مربوطه به نحوی متناسب کرد که کمترین فاصله را با آن‌ها داشته باشد.

داسی شکل بود موجب تبیین ۲۶/۳۷ درصد از تغییرات صفات بود. از آنجایی که واریانس توجیه شده توسط چهار مولفه حاصل از تجزیه صفات کیفی واریانس کمتری را نسبت به ۴ مولفه با مقادیر ویژه بالاتر از ۱ حاصل از تجزیه صفات کمی توجیه کردند از ارائه نمودار پراکنش با کمک مولفه‌های استخراج شده از این صفات صرف نظر شد.



شکل ۵ - موقعیت گونه‌های مختلف عدس وحشی بر اساس مقادیر حاصله از توابع تشخیص اول و دوم صفات کمی

Fig. 5. Wild lentil species situation based on resulted value of in first and second functions of quantitative traits

صفات کمی نشان می‌دهد. تجزیه تابع تشخیص بر اساس صفات کمی به خوبی توانست ژنوتیپ‌های متناسب به هر گونه را از یکدیگر مجزا کند و میزان صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در هر گروه با استفاده از این روش ۹۲ درصد تخمین زده شد. صفات کیفی در ۹۶ درصد موارد قادر به تبیین ژنوتیپ‌های گونه *L. ervoides* بود اما ۲۵ درصد از ژنوتیپ‌های گونه *L. nigricans* به گونه *L. odemensis* متناسب شده و ۱۲ درصد از ژنوتیپ‌های *L. odemensis* به گونه *L. nigricans* متناسب شدند. از این رو تجزیه تابع تشخیص نیز به شباهت صفات کیفی بین گونه‌های *L. odemensis* و *L. nigricans* اشاره دارد، در

ضرایب استاندارد شده صفات در توابع تشخیص اول و دوم در جدول ۸ آمده است. با استفاده از این جدول و با توجه به ضرایب صفات در هر تابع می‌توان به اهمیت نسبی هر صفت در تمایز بین گونه‌ها پی برد. بر این اساس صفات طول راکیس، طول دندان کالیکس، طول دمگل، تعداد برگچه، طول نیام، وزن صد دانه و رنگدانه نیام در این توابع بیشترین تاثیر و لذا بیشترین سهم را در تمایز بین گونه‌ها داشتند. بنابراین ملاحظه می‌شود که در بین صفات مختلف بازهم صفات کمی نقش بیشتری در تبیین گونه‌های مختلف عدس وحشی ایفا می‌کنند. شکل ۵ موقعیت گونه‌ها را بر اساس دو تابع اول و دوم حاصل از تجزیه تشخیص بر اساس

جدول ۸- مقادیر ویژه، درصد تبیین واریانس هر کدام از توابع و ضرایب استاندارد شده صفات در توابع تشخیص اول و دوم

Table 8. Eigenvalue, percentage of variance determination in each function and standardized discriminant function coefficients of traits in the first and second functions in three species of wild lentil

		F1	F2
Eigen value	مقدار ویژه	12.28	4.47
%Proportional variance	واریانس مطلق	73.30	26.70
% Cumulative variance	واریانس تجمعی	73.30	100
Leaflet number	تعداد برگچه	-0.707	1.330
Leaflet length	طول برگچه	-0.167	0.294
Leaflet width	عرض برگچه	0.172	0.532
Peduncle length	طول دمگل	-1.201	-0.309
Leaf rachis length	طول راکیس	2.446	0.005
Rachis/ peduncle length	طول راکیس / دمگل	1.150	0.905
Calyx teeth length	طول دندانه کاسه گل	2.169	-1.037
Pod width	عرض نیام	-0.023	-0.071
Pod length	طول نیام	0.347	0.786
100 seed weight	وزن صددانه	0.179	-0.707
Leaf pubescence	کرک برگ	0.092	-0.023
Peduncle arista	وجود زانه داسی شکل روی دمگل	0.677	0.141
Number of flowers per peduncle	گل و نیام در دمگل	-0.312	-0.053
Flower colure	رنگ گل	0.187	-0.243
Pod colure	رنگدانه نیام	1.201	0.180
Seed per pod	تعداد بذر در نیام	0.007	-0.656
Stipule margin	حاشیه گوشواره	-0.520	-0.295
Tendrill length	طول پیچک	-0.362	0.166

جدول ۹- مقادیر عددی توابع تشخیص بر اساس میانگین صفات هر گونه برای سه گونه عدس وحشی

Table 9. Function value based on species centroids for three wild species of lentil

Species	Function 1	Function 2
<i>L. ervoides</i>	-1.985	0.377
<i>L.nigricans</i>	3.910	-3.380
<i>L.odemensis</i>	8.080	4.619

شناسایی گونه *L. ervoides* از بقیه گونه‌های مورد مطالعه شدند اما گونه‌های *L. odemensis* و *L. nigricans* از نظر صفات مورفولوژیکی به ویژه صفات کیفی بسیار به یکدیگر شبیه بوده و لذا این صفات قدرت تبیین این دو گونه را از یکدیگر ندارند.

حالی که این صفات به خوبی قدرت تبیین گونه *L. ervoides* را از بقیه گونه‌ها دارند. مقادیر مربوطه به سه گونه برای توابع تشخیص اول و دوم مبتنی بر میانگین صفات در هر دو گروه در جدول ۹ آمده است. به طور کلی بر اساس نتایج این بررسی، تجزیه‌های چند متغیر با استفاده از صفات کیفی و کمی تا حد زیادی قادر به جداسازی و

References

- Aghai, M. J., Shahab, M. R., Zeinali, H., and Taleie A. 2003.** Genetic diversity and geographical distribution in Iranian lentil accessions. Iranian Journal of Crop Science 6: 402-414 (in Persian).
- Ahmad, M., McNeil, D. L., and Sedcole, J. R. 1997.** Phylogenetic relationships in Lens species and their interspecific hybrids as measured by morphological characters. Euphytica 94: 101-111.
- Anonymous, 1993.** Descriptors for Chickpea. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Barulina, H. I. 1930.** Lentil of the USSR and other countries. Bulletin of Applied Botanical Plant Breeding (Leningrad) 40 (Suppl.): 1-319.
- Chaudhray, P., Gauchan, D. R. B., Rana, B., Sthapit, R., and Jarvis, D. I. 2004.** Potential loss of rice landraces from a terai community in Nepal: a case study from Kachrowa, Bara. Plant Genetic Resources Newsletter 137: 14-21.
- Farshadfar, E. 2000.** Multivariate principles and procedures of statistics. Razi University Publications, Kermanshah, Iran (in Persian).
- Ferguson, M. E., and Robertson, L. D. 1996.** Genetic diversity and taxonomic relations within the genus lens as revealed by allozyme polymorphism. Euphytica 91: 163-172.
- Ferguson, M. E., and Robertson, L. D. 2000.** Morphological and phenological variation in wild relatives of lentil. Genetic Resources and Crop Evolution 46: 3-12.
- Ford, R., Pang, E. C. K., and Taylor, P. W. J. 1997.** Diversity analysis and species identification in Lens using PCR generated markers. Euphytica 96: 247-255.
- Jaradat, A. A. 1991.** Phenotypic divergence for morphological and yield related traits

- among landrace genotypes of durum wheat from Jordan. *Euphytica* 52: 155–164.
- Mohammadi, S. A., and Prasanna, B. M. 2003.** Analysis of genetics diversity in crop plants: salient statical tools and considerations. *Crop Science* 43: 1235-1248.
- Philip, D. A., Lsdorf, M., and Ahmad, M. 2007.** Wild relatives and biotechnological approaches. pp. 225-240. In: Yadav, S.S., McNeal, D., and Stevenson, P. C. (eds.) *Lentil: An Ancient Crop for Modern Times*.
- Redden, B., Maxted, N., Furman, B., and Coyne, C. 2007.** Lens biodiversity. pp. 11-22. In: Yadav, S.S., McNeal, D., and Stevenson, P. C. (eds.), *Lentil: An Ancient Crop for Modern Times*. Springer Dordrecht, the Netherlands.
- SPSS Inc. 2001.** SPSS for windows. Release 11. Standard version.
- Shannon, C. E., and Weaver, W. 1949.** *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, IL, USA.
- Sneath, P. H. A., and Sokal, R. R. 1973.** *Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification*. Freeman, San Francisco, CA, USA.
- Sultana, T., Ghafoor, A., and Ashraf, M. 2005.** Genetic divergence in lentil germplasm for botanical descriptors in relation with geographic origin. *Pakistan Journal of Botany* 37: 61- 69.
- Van Oss, H., Aron, Y., and Ladizinsky, G. 1997.** Chloroplast DNA variation and evolution in the genus *Lens* Mill. *Theoretical and Applied Genetics* 94: 452-457.