

## Genetic diversity and geographical distribution in Iranian lentils accessions

محمد جعفر آقایی<sup>۱</sup>، محمد رضا شهاب<sup>۲</sup>، حسن زینالی<sup>۳</sup> و علیرضا طالعی<sup>۴</sup>

تنوع ژنتیکی جمعیت‌های عدس ایران و ارتباط آن با پراکنش جغرافیایی. مجله علوم زراعی ایران.

جلد ۶، شماره ۴، صفحه ۴۱۴-۴۰۲

(International Plant Genetic Resources Institute) IPGRI

%

عدس زراعی گونه *Lens culinaris*, subsp *culinaris* از خانواده Fabaceae است که ارزش اولیه آن در قابلیت تولید حدود ۲۵٪ پروتئین با کیفیت بالا و توانایی آن در تثبیت ازت خاک در تناب و زراعی در محیط‌های حاشیه‌ای خشک است (Cubero, 1981).

عدس یکی از قدیمی‌ترین زراعت‌های بشر است که در سپیده دم آغاز کشاورزی از هلال حاصلخیز در خاور نزدیک منشاء گرفته است. و به طرق مختلف در رژیم غذایی مردم این نواحی مصرف می‌شده است.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۱۲/۵

۲- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات دیم کشور

۴- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

کشاورزی مناطق خشک (ایکاردا) حفاظت از ذخایر توارثی توده‌های بومی عدس که در معرض تهدید جایگزینی توسط واریته‌های جدید و سایر زراعت‌ها قرار دارند و خویشاوندان وحشی عدس که در اثر تخریب محیط زیست در خطر قرار گرفته‌اند، هدف قرار داده شده است (Solh, 1981). به این منظور ایکاردا مجموعه بزرگی از ژرم‌پلاسم عدس تشکیل داده است که در درجه اول به منظور حفاظت ذخایر توارثی و ثانیاً برای بهره‌برداری در اصلاح نباتات فراهم گردیده است و به عنوان یک پیش‌نیاز در اصلاح نباتات در سال‌های ۱۹۷۸-۸۲ مجموعه‌ای از ۴۰۳۶ نمونه برای دامنه‌ای از خصوصیات مورفولوژیکی ارزیابی شده بود. فهرستی از خصوصیات نمونه‌ها و تجزیه یک متغیره صفات در یک کاتالوگ ژرم‌پلاسم منتشر شده است (Erskine, 1984).

با توجه به نقش و اهمیت تنوع ژنتیکی در پیشبرد برنامه‌های اصلاحی، متخصصین اصلاح نباتات در طی سال‌های اخیر کلکسیون‌های مختلف گیاهی را از نظر تنوع ژنتیکی مورد توجه و بررسی قرار می‌دهند.

سینگ و سینگ (Singh & Singh, 1969) در مطالعه بر روی توده‌های عدس در هند نتیجه گرفتند که تنوع زیاد برای صفاتی از قبیل تعداد شاخه فرعی در گیاه، تعداد غلاف در بوته، اندازه دانه و عملکرد دانه دال بر تنوع ژنتیکی وسیع برای این صفات هستند و به نظر می‌رسد بین ضریب تنوع ژنتیکی و پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار همبستگی وجود داشته باشد. همچنین میزان عملکرد با دو صفت تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در هر بوته همبستگی شدیدی نشان داده و بیانگر آن است که این دو صفت به عنوان دو صفت عمده کنترل کننده عملکرد در عدس محسوب می‌شوند.

ارسکین و همکاران (Erskine et al., 1989) کلکسیون جهانی عدس را مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفتند که صفات تعداد روز تاریخی، ارتفاع پائیترین غلاف و وزن صد دانه مهمترین صفات برای تشخیص نمونه‌ها از همدیگر هستند.

که با کمبود گوشت مواجه هستند و یا به دلایل اقتصادی و یا مذهبی مصرف گوشت و فراورده‌های دامی کم است جبویات و از جمله عدس با پروتئین بالا و ارزان منع عمدۀ تأمین پروتئین غذایی را تشکیل می‌دهد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). عدس تا اندازه‌ای به سرما مقاوم است و تا حدودی می‌تواند خشکی را تحمل کند ولی از رطوبت زیاد آسیب می‌بیند و به همین لحاظ باید عدس را در خاک‌های سبک و یا متوسط که به خوبی تهویه می‌شوند کاشت (کوچکی، بنیان ۱۳۶۸). عدس از لحاظ غذایی، دارای عناصر غذایی متنوعی است. ۱۰۰ گرم عدس دارای ۲۵ گرم پروتئین، ۱/۸ گرم چربی، ۳/۱ گرم الیاف، ۲/۲ گرم خاکستر، ۵۶ میلی گرم کلسیم، ۶/۱ میلی گرم آهن، ۴ واحد ویتامین C، ۰/۵ میلی گرم ریبوфلافین، ۰/۴۶ میلی گرم تیامین، ۱/۸ میلی گرم نیاسین و ۳۴۶ کالری بوده و یکی از منابع اصلی تأمین مواد غذایی و پروتئین گیاهی به شمار می‌رود (مجنون حسینی، ۱۳۷۲؛ کوچکی، بنیان ۱۳۶۸).

کوبرو (Cubero, 1981) منشاء ۴ گونه شناخته شده عدس وحشی را آسیای میانه، غرب آسیا و جنوب اروپا تا اسپانیا مشخص نموده است. وی ایران را به عنوان منشاء گونه *L. orientalis* معرفی نموده است. رچینگر (Rechinger, 1979) گونه وحشی *L. orientalis* را از آذربایجان غربی، کردستان، کرمانشاه، اصفهان، خوزستان، لرستان، فارس، کرمان، خراسان و تهران و گونه *L. cyanea* را از گرگان، اراک، لرستان، خوزستان، فارس، بوشهر و تهران گزارش نموده است. تحقیقات کاربردی برای اصلاح عدس در سال ۱۹۶۵ با انتشار یک گزارش FAO/WHO در مورد نگرانی‌های ناشی از کمبود پروتئین غذایی تشدید شد. از آن زمان تا کنون اصلاح‌گران در جهت افزایش قابلیت تولیدی عدس تلاش نموده‌اند (Hawin, 1988). اکنون پذیرفته شده است که باید همزمان با برنامه‌های اصلاحی یک برنامه حفاظتی برای توده‌های بومی عدس و خویشاوندان وحشی آن‌ها اجرا شود. در مرکز بین‌المللی تحقیقات

استان‌های کرمانشاه، آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی هستند (وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۸۱). با توجه به اینکه کشور ایران یکی از مراکز اصلی تنوع عدس در جهان است، بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی از دیرباز اقدام به جمع آوری توده‌های بومی و خویشاوندان وحشی این محصول کرده و کلکسیون عدس این بخش هم اکنون دارای بیش از ۲۶۰۰ نمونه عدس بومی و وحشی ایران است. وجود درک صحیحی از تنوع ژنتیکی موجود در گونه‌های زراعی و خویشاوندان وحشی آن‌ها پیش‌نیاز یک برنامه حفاظت ژنتیکی مؤثر است. دو جنبه اساسی این موضوع مقدار تنوع ژنتیکی بین گونه‌ای و روابط گیاهشناسی بین آن‌ها است. اما تحقیقاتی که تاکنون در میان گونه‌ها و جمعیت‌های عدس انجام شده است گاهی متعارض بوده و برای ایجاد درک کاملی از وضعیت تنوع ژنتیکی و روابط بین گونه‌ای آن‌ها کافی نیست (Ferguson, 1996).

این مطالعه به منظور بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون عدس بانک ژن و ارتباط آن با پراکنش جغرافیایی و اقلیمی و درک روابط موجود در میان صفات موافق‌لوژیکی بوته انجام گرفته است.

در سال ۱۳۷۹-۱۳۸۰ مجموعه‌ای از ۹۹۰ نمونه از عدس‌های بومی بانک ژن در مزرعه تحقیقاتی بخش ژنتیک و ذخایر توارثی در کرج در ردیف‌هایی به طول ۲ متر و فاصله ۵۰ سانتی‌متر کشت گردید. در طول فصل رشد ۱۵ صفت موافق‌لوژیکی و فنولوژیکی شامل وجود رنگدانه روی ساقه گیاهچه، وجود کرک روی برگ، اندازه برگچه، اندازه بوته، طول پیچک، زمان گله‌یابی، زمان رسیدن، رنگ زمینه گل، وجود رنگدانه روی نیام، تعداد دانه در هر نیام، وزن ۱۰۰ دانه، رنگ زمینه پوسته، طرح روی پوسته، رنگ طرح روی پوسته و رنگ لپه برابر دستورالعمل (IPGRI 1985) یادداشت‌برداری شدند. مطابق دیسکریپتور برای صفاتی که از توزیع کمی

پیغمبری (۱۳۶۶) در ارزیابی توده‌های کلکسیون عدس دانشکده کشاورزی مشاهده کرد که ژنتیپ‌های مناطق مختلف ایران از نظر کلیه صفات مورد بررسی با هم متفاوت هستند.

بخش و همکاران (Bakhsh et al., 1992) مجموعه‌ای از ۱۹۸ نمونه عدس داخلی و خارجی را در طی سال‌های ۱۹۸۷-۱۹۸۸ در پاکستان کشت کرده و عملکرد و ۶ جزء عملکرد را مورد بررسی قرار دادند. برای کلیه صفات تنوع قابل ملاحظه‌ای در میان نمونه‌ها مشاهده شد و پیشنهاد گردید که از تعدادی از لاین‌های زودرس در برنامه‌های افزایش عملکرد استفاده شود.

استولیوا و پریرا (Stoilova and Pereira, 1999) مجموعه‌ای از ۱۲۰ نمونه عدس از کلکسیون مؤسسه ذخایر توارثی بلغارستان را در طی دو سال برای ۱۷ صفت موافق‌لوژیکی مورد ارزیابی قرار داده و نتایج را با روش تاکسونومی عددی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. صفات عملکرد بیولوژیک، وزن غوزه‌ها در هر گیاه، تعداد غوزه در هر گیاه و تعداد دانه در هر گیاه تنوع زیادی نشان دادند. آن‌ها توصیه کردند که صفت تعداد غوزه در گیاه، ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های بارور که به راحتی قابل اندازه‌گیری است، معیار مناسبی برای انتخاب مشاهده‌ای ژنتیپ‌های با عملکرد بالاتر است.

علمی و وجданی (1372) نیز ۹۵۵ نمونه عدس بانک ژن را برای ۶ صفت موافق‌لوژیکی مورد ارزیابی قرار داده و صفات تعداد روز تا رسیدن، وزن صد دانه و قطر دانه را به عنوان صفات عمده تنوع پذیر معرفی کردند، همچنین مشخص شد که تقسیم‌بندی اقلیمی نسبت به جوامع جغرافیایی، تنوع موجود در جامعه را بیشتر نشان می‌دهد.

سطح زیر کشت عدس در جهان در حدود ۱/۹۷ میلیون هکتار با متوسط عملکرد ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار است. سطح زیر کشت عدس در ایران ۲۶۱ هزار هکتار با مجموع عملکردی بالغ بر ۱۰۴ هزار تن گزارش شده است. استان‌هایی که از تولید کننده عدس در ایران

نهایت نمونه‌های مورد بررسی از لحاظ استان‌های مبدأ جمع‌آوری با استفاده از تجزیه خوش‌های و به روش WARD گروه‌بندی شدند (Manly, 1994).

با توجه به این که ایران به عنوان یکی از مراکز تنوع عدس در جهان مطرح بوده و حتی دو گونه وحشی آن یعنی گونه‌های *L.orientalis* و *L.cyanea* در ایران پراکنده است انتظار می‌رفت تنوع بزرگی در میان توده‌های بومی این محصول یافت گردد. اگرچه مقدار تنوع مشاهده شده برای برخی از صفات و از جمله ارتفاع بوته، وزن صدفانه و زمان رسیدن بسیار بالا بود و به بیش از ۸۰٪ کل تنوع بالقوه این صفات می‌رسید اما برای برخی از صفات و از جمله وجود رنگدانه، رنگ گل و طول پیچک بسیار کم و از ۳۰٪ تنوع بالقوه برای این صفات نیز کمتر بود (جدول ۱). معمولاً برای این صفات یکی از رتبه‌ها با فراوانی زیاد غالب بوده و سایر حالت‌ها با فراوانی بسیار کمتر یافت گردیده (شکل ۱) و تنوع زیادی برای آن‌ها در میان نمونه‌ها مشاهده نمی‌شود. بقیه صفات در دامنه‌ای بین این دو حد قرار می‌گیرند و به طور متوسط تنوع مشاهده شده معادل ۵۸٪ تنوع بالقوه موردنظر بود.

فرگوسن و همکاران (Ferguson et al., 1998) نیز در نمونه‌های عدس بومی جنوب آسیا تنوع بسیار کمی را گزارش کردند و مشاهده کردند که براساس مجموعه‌ای از صفات اگرمورفولوژیکی کیفی و کمی، با نمونه‌های سایر کشورها ناهمگون هستند. آن‌ها با استفاده از تخمین فاصله ژنتیکی براساس تجزیه RAPD کمترین تنوع را در کشورهای پاکستان، افغانستان و نپال مشاهده کردند. پیغمبری (۱۹۸۸) در بررسی کلکسیون عدس دانشکده کشاورزی بیشترین تنوع را برای صفات تاریخ گلدهی، تاریخ رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد دانه در هر نیام، وزن صدفانه، تعداد نیام در بوته و عملکرد دانه مشاهده کرده است. در این مطالعه نیز تنوع وسیعی برای صفات دانه از

پیروی می‌کنند اندازه گیری‌ها بر روی ۱۰ بوته و در مورد صفاتی که از توزیع کیفی پیروی می‌کنند بر روی تعداد محدودی بوته تیپیک انجام شد (شکل ۱).

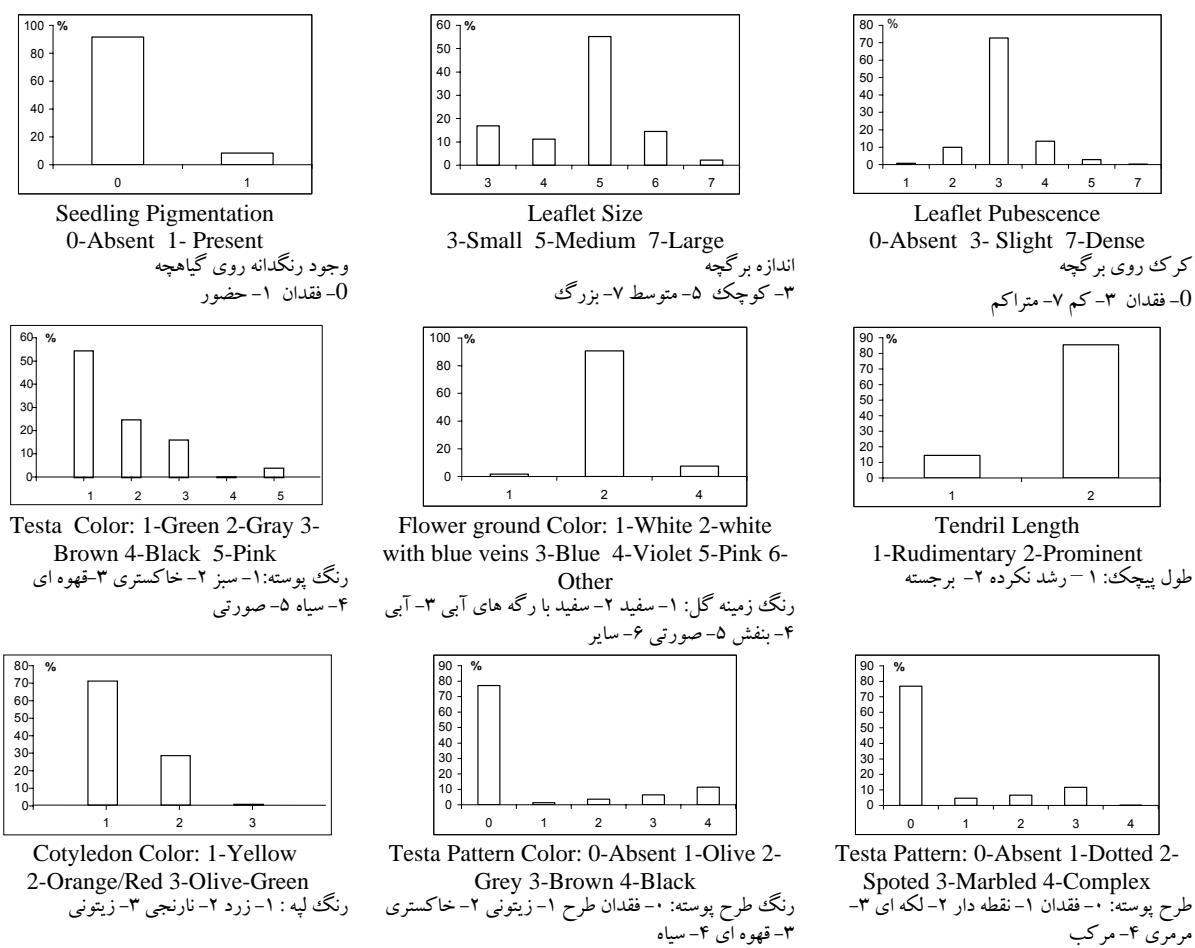
این تحقیق یک طرح مقدماتی مشاهده‌ای است که در آن امکان استفاده از طرح‌های آماری و آزمون‌های دقیق محدود نبود. بنابراین تنها به دسته‌بندی مشاهدات و توضیح روابط بین آن‌ها اکتفا شده است. داده‌های جمع‌آوری شده برای صفات کمی مورد ارزیابی به روش فاصله‌ای و برای صفات کیفی به روش رتبه‌ای اندازه گیری شده‌اند. از آن جا که ممکن است داده‌ها و به ویژه داده‌های رتبه‌ای از توزیع نرمال پیروی نکنند سعی شده است برای انجام آزمون‌های معنی‌داری از روش‌های ناپارامتریک که بی‌نیاز از فرض توزیع نرمال هستند استفاده شود (Steel & Torrie, 1980). اما برای تجزیه‌هایی که آزمون‌های معنی‌داری مطرح نبودند از روش‌های پارامتریک پیروی شده است.

برای صفات اندازه گیری شده کمی پارامترهای آماری میانگین، واریانس و ضریب تغییرات و برای صفات کیفی مدر، کمینه و بیشینه محاسبه گردید. برای کلیه صفات مورد بررسی مقدار شاخص شانون (I) و مقدار نسبی شاخص شانون (J) محاسبه گردید. مقدار نسبی شاخص شانون بیانگر نسبت تنوع مشاهده شده به کل تنوع ممکن برای جمعیت مورد بررسی است (Hennink & Zeven, 1991). به منظور نمایش توزیع رتبه‌ها در صفات کیفی نمودارهای فراوانی این صفات ترسیم گردید. برای بررسی وجود تفاوت‌های معنی‌دار برای صفات مورد بررسی در میان نمونه‌های جمع‌آوری شده از نواحی مختلف کشور، استان‌های مبدأ نمونه‌ها با استفاده‌های روش Kruskal Wallis (Steel & Torrie 1980) برای صفات مورد ارزیابی مقایسه شدند. تجزیه به عامل‌ها بر روی داده‌های استاندارد شده انجام و به چرخش وریماکس ۵ عامل مستقل اول محاسبه گردید و با استفاده از دو عامل اول نمونه‌های مورد بررسی رسته‌بندی (Ordination) شدند (Manly, 1994). و در

مؤثرترین صفات در تمایز بین نمونه‌های کشورهای مختلف هستند. این نتایج با نتایج بررسی ما مطابقت داشت.

مسلمًاً بهتر بود که منشاء دقیق جمع‌آوری نمونه‌ها و یا حتی اقلیم‌ها برای تجزیه مورد استفاده قرار می‌گرفت. اما متأسفانه اطلاعات دقیقی از محل جمع‌آوری نمونه‌ها در دسترس نیست. مثلاً برای بسیاری از نمونه‌های خراسان محل جمع‌آوری مشهد ذکر گردیده است، در حالی که مشهد محل کشت و کار عدس نیست و قطعاً منظور خراسان بوده است. همچنین برای بسیاری از نمونه‌ها فقط استان محل جمع‌آوری ذکر گردیده است.

قبيل وزن صددانه، رنگ دانه، رنگ لپه‌ها و صفات فنولوژیک از قبیل تاریخ گلدهی، تاریخ رسیدن و ارتفاع بوته مشاهده گردید که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی بکار برد شود. معلمی و وجودانی (۱۹۹۳) مجموعه‌ای از ۹۹۵ نمونه عدس بانک ژن را مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفتند که شش صفت مورد بررسی و از جمله تاریخ رسیدن، وزن صددانه و قطر دانه بیشترین تنوع را در این کلکسیون نشان می‌دهند. همچنین ارسکین و همکاران (Erskine et al., 1988) در ارزیابی کلکسیون جهانی عدس نشان دادند که صفات تاریخ رسیدگی، ارتفاع پائینترین نیام و وزن صددانه



شکل ۱ - توزیع فراوانی صفات کیفی مورد بررسی در کلکسیون عدس ایران

Fig. 1. Frequency distribution of qualitative traits in Iranian lentil collection

## جدول ۱- پارامترهای آماری کلکسیون عدس برای صفات مورد بررسی در کرج

Table 1. Statistical parameters of lentil collection for evaluated traits in Karaj

Seedling pigmentation رنگدانه گیاهچه	Leaflet pubescence کرک برگچه	Leaflet size اندازه برگچه	Plant height (cm) ارتفاع بوته (سانتی متر)	Tendril length طول پیچک	Flowering (days) زمان گلدهی (روز)	Maturity (days) زمان رسیدن (روز)	Flower color رنگ گل	Pod pigmentation رنگدانه نیام	Seed per pod تعداد دانه در نیام	100 Seed weight (gr) وزن صد دانه (گرم)	Testa color رنگ پوسته	Testa pattern طرح پوسته	Cotyledon color رنگ لپه
Mean			21.31		65.22	94.88				3.79			
Mode	0	3	5	2			2	0	1		1	0	1
Vari			24.60		76.35	86.25					1.41		
Min	0	1	3	9	1	36	68	1	0	1	1.5	1	0
Max	1	7	7	36	2	95	110	4	1	2	8.6	5	4

به جز وجود رنگدانه روی بوته و وجود رنگدانه روی نیام متفاوت هستند (جدول ۲). این دو صفت دارای تنوع بسیار کمی بوده و برای تمایز میان نمونه‌ها مناسب نیستند. اگرچه وجود تفاوت معنی دار برای سایر صفات نتایج پیغمبری (۱۹۸۸) را تأیید می‌کرد.

بنابراین برای یکسان بودن مقایسه‌ها، فقط استان‌های محل جمع‌آوری مورد بررسی قرار داده شد. مقایسه استان‌ها برای صفات مورد ارزیابی به روش ناپارامتریک کرسکال-والیس بیانگر آن بود که نمونه‌های جمع‌آوری شده از استان‌های مختلف برای همه صفات

## جدول ۲- مقایسه استان‌های مبدأ نمونه‌ها برای صفات مورد ارزیابی به روش کرسکال-والیس

Table 2. Comparison of the origin provinces for evaluated traits by Kruskal Wallis method

Characters	df	صفات مورد بررسی	X <sup>2</sup>	اندازه‌های کوچکتر	اندازه‌های بزرگتر
Seedling pigmentation	16	رنگدانه گیاهچه	10.49 ns		
Leaf pubescence	16	کرک برگ	160.277 **	اصفهان و مرکزی	ایلام و کردستان
Leaflet size	16	اندازه برگچه	267.586 **	آذربایجان شرقی و کهکیلویه	فارس و همدان
Plant height	16	ارتفاع بوته	120.198 **		خراسان
Tendril length	16	طول پیچک	63.945 **		کرمانشاه
Time of flowering	16	زمان گلدهی	248.22 **		فارس و لرستان
Time of maturity	16	زمان رسیدن	262.477 **	کرمانشاه و کردستان	خراسان
Flower ground color	16	رنگ زمینه گل	31.206 *		
Pod pigmentation	16	رنگدانه روی نیام	24.307 ns		
Number of seeds per pod	16	تعداد دانه در نیام	154.158 **	خراسان و زنجان	اصفهان و کرمان
100 seed weight	16	وزن صد دانه	42.969 **	آذربایجان شرقی و کهکیلویه	یزد و چارمحال
Ground color of testa	16	رنگ پوسته	42.88 **	کرمانشاه و کردستان تیره‌تر	آذربایجان شرقی روشنتر
Pattern of testa	16	طرح روی پوسته	49.902 **		
Color of pattern on testa	16	رنگ طرح پوسته	54.916 **		
Cotyledon color	16	رنگ لپه	46.665 **	کرمانشاه و لرستان زیتونی و نارنجی	بقیه استانها زرد

\*: Significant in 5% level

\*\*: Significant in 1% level

ns : None significant

$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + e_i$  ارائه داد. می‌توان ثابت کرد که دو صفت فقط زمانی همبستگی شدید خواهند داشت که دارای ضرایب عامل بزرگ در عوامل یکسانی باشند (Manly, 1964).

در این مطالعه با استفاده از این آزمون سه عامل مستقل اول که دارای بالاترین واریانس بوده و در مجموع  $74/39\%$  واریانس جامعه را شامل می‌شند انتخاب گردید. که از میان این سه عامل، عامل یک با  $42/7\%$  واریانس جامعه دارای اهمیت بیشتری بوده و عامل‌های دو و سه هر کدام به ترتیب با  $16/9\%$  و  $14/8\%$  دارای اهمیت کمتری بودند (جدول ۴). سپس صفاتی که دارای ضرایب بزرگ در بردار ویژه هر عامل بودند مشخص گردیدند.

برای درک بهتر ساختار داده‌ها و بررسی عمل وجود این همبستگی‌ها در میان صفات مورد بررسی از روش تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. نظریه مقدماتی برای تجزیه به عامل‌ها این است که آیا کواریانس یا ضرایب همبستگی بین یک مجموعه از متغیرهای مشاهده شده که به صورت بردار  $[X_1, X_2, \dots, X_p]^T$  نشان داده می‌شود را می‌توان به وسیله تعداد کمی از متغیرهای پنهانی مشاهده نشده  $F_1, F_2, \dots, F_m$  که  $m < p$  است، توصیف نمود. روش تجزیه به عامل‌ها اولین بار به وسیله چارلز اسپیرمن (1904) ابداع گردید. وی متوجه شد که بسیاری از همبستگی‌های مشاهده شده می‌توانند به وسیله مدل ساده‌ای از داده‌ها توجیه شوند و براین اساس مدل عمومی تجزیه به عامل‌ها را به شکل:

### جدول ۳- ضرایب تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورفوЛОژیک مورد بررسی

Table 3. Factor analysis coefficients for morphological traits

		F.1	F.2	F.3
Gigen value	مقادیر ویژه	3.42	1.35	1.19
% of Total Variances	درصد از واریانس کل	42.69	16.88	14.82
Leaf pubescence	کرک برگ	-0.02	-0.10	-0.78
Leaflet size	اندازه برگچه	0.00	0.93	0.13
Plant height	ارتفاع بوته	0.48	0.59	-0.08
Tendril length	طول پیچک	-0.04	0.23	0.86
Time of flowering	زمان گلدهی	0.83	0.37	-0.14
Time of maturity	زمان رسیدن	0.94	0.18	0.02
Number of seed per pod	تعداد دانه در هر نیام	-0.83	0.12	-0.22
100 seed weight	وزن صد دانه	-0.58	0.39	0.26

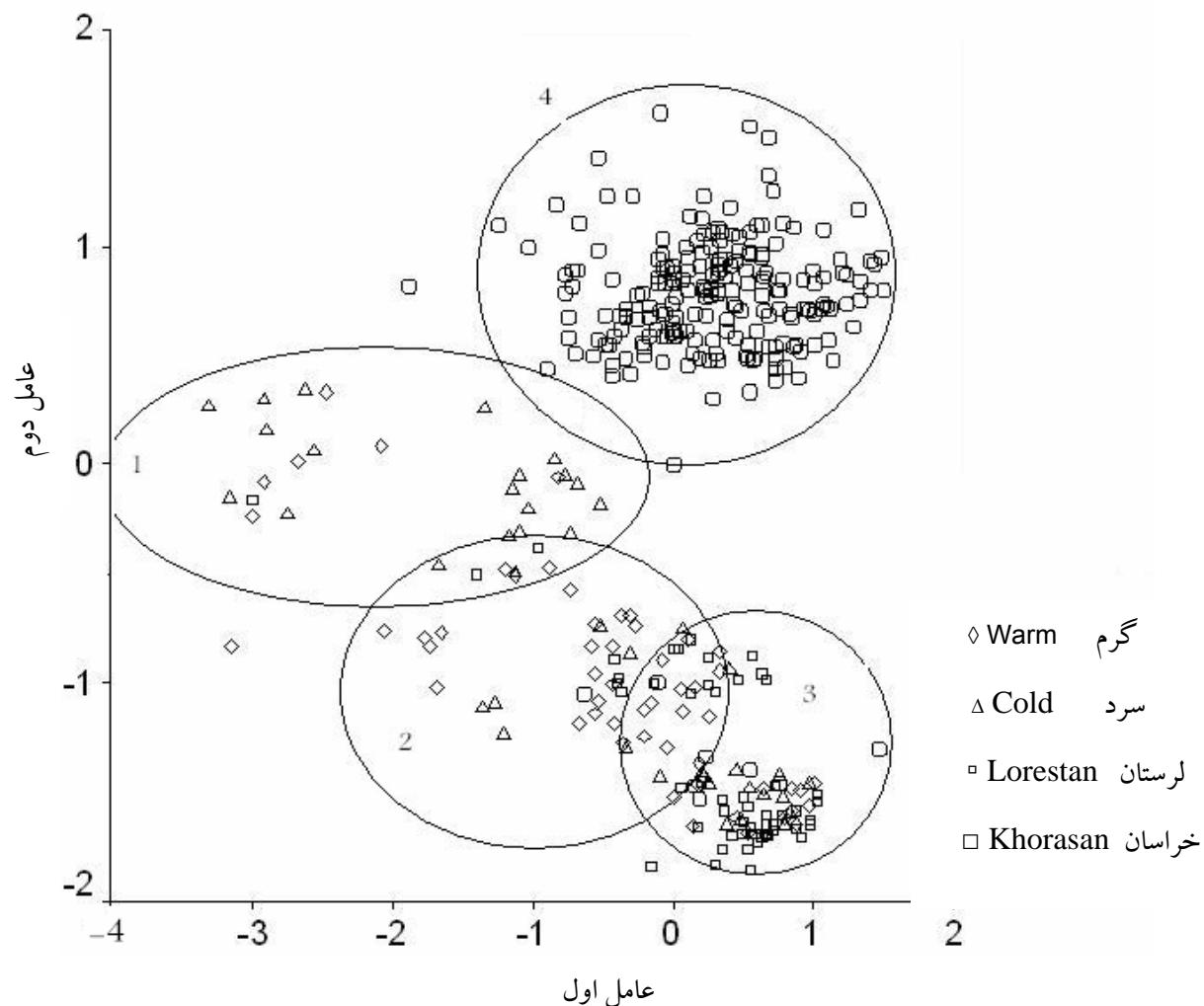
در یک پژوهه بهترادی برای مقاومت به بیماری‌ها صفات مؤثر بر مقاومت گیاه مورد توجه و ارزیابی قرار می‌گیرند. این ارزیابی‌ها جنبه‌های خاصی از گیاه را مورد توجه قرار داده، قدر مطلق مقدار همبستگی‌ها بین آن صفات بزرگ بوده و می‌توان آن‌ها را در یک یا دو عامل با واریانس بزرگ خلاصه نمود. اما در یک بررسی برای تنوع ژنتیکی ضروری است که جنبه‌های متفاوت زندگی گیاه مورد توجه قرار گرفته و بنابراین از صفات همبسته دوری شود. با توجه به عوامل محاسبه شده می‌توان اظهار داشت که هر عامل بر تعدادی از صفات

به طوری که ملاحظه می‌گردد بزرگترین ضرایب عاملی در عامل اول به صفات زمان گلدهی، زمان رسیدن، تعداد دانه در هر نیام، وزن صد دانه و بزرگترین ضرایب عاملی در عامل دوم به صفات اندازه برگچه و ارتفاع بوته تعلق دارد. تعداد عوامل محاسبه شده به نسبت زیاد و مقدار واریانس هر کدام به نسبت کوچک است این موضوع نشان می‌دهد که صفات مورد ارزیابی تک بعدی نبوده و جنبه‌های متفاوتی از ویژگی‌های این جامعه را مورد توجه قرار داده است. معمولاً در یک پژوهه بهترادی برای افزایش عملکرد اجزای عملکرد و

محدودیت تعداد صفات مورد ارزیابی باشد و در صورتی که تعداد و تنوع صفات مورد ارزیابی گسترش داده شوند ممکن است طرح‌های واضحتری از نحوه همبستگی بین آن صفات به دست آید.

بنابراین نتیجه گیری می‌شود که عامل‌های یک و دو باعث ایجاد تیپ‌های زراعی در نمونه‌های عدس مورد بررسی شده‌اند. به طوری که نمونه‌های زودرس دارای اندازه بوته کوچکتر بوده و عملکرد کمتری دارند در مقابل نمونه‌های بزرگتر با عملکرد بیشتر دیررس‌تر هستند. در ارزیابی استوی‌لوا و پری‌پرا جهانی، سه عامل، اولیه که مجموعاً ۶۲٪ تنوع جامعه

اثر بیشتری داشته است که به نحوی بیانگر ماهیت آن عامل بوده و نحوه همبستگی بین صفات را توضیح می‌دهد. زمان گلدهی، زمان رسیدن، تعداد دانه در هر نیام، وزن صدادانه دارای بالاترین ضرایب عاملی برای عامل یک هستند. بنابراین می‌توان گفت این عامل صفات دانه و خصوصیات فولوژیکی بوته را تعیین می‌کند. صفات اندازه برگچه و ارتفاع بوته بالاترین ضرایب را در عامل دو داشته بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که این عامل اندازه بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در عامل سوم صفات مورفوژیکی شدت کرک و طول پیچک حضور دارند ولی طرح واضحی را از خود بروز نمی‌دهند که ممکن است به علت

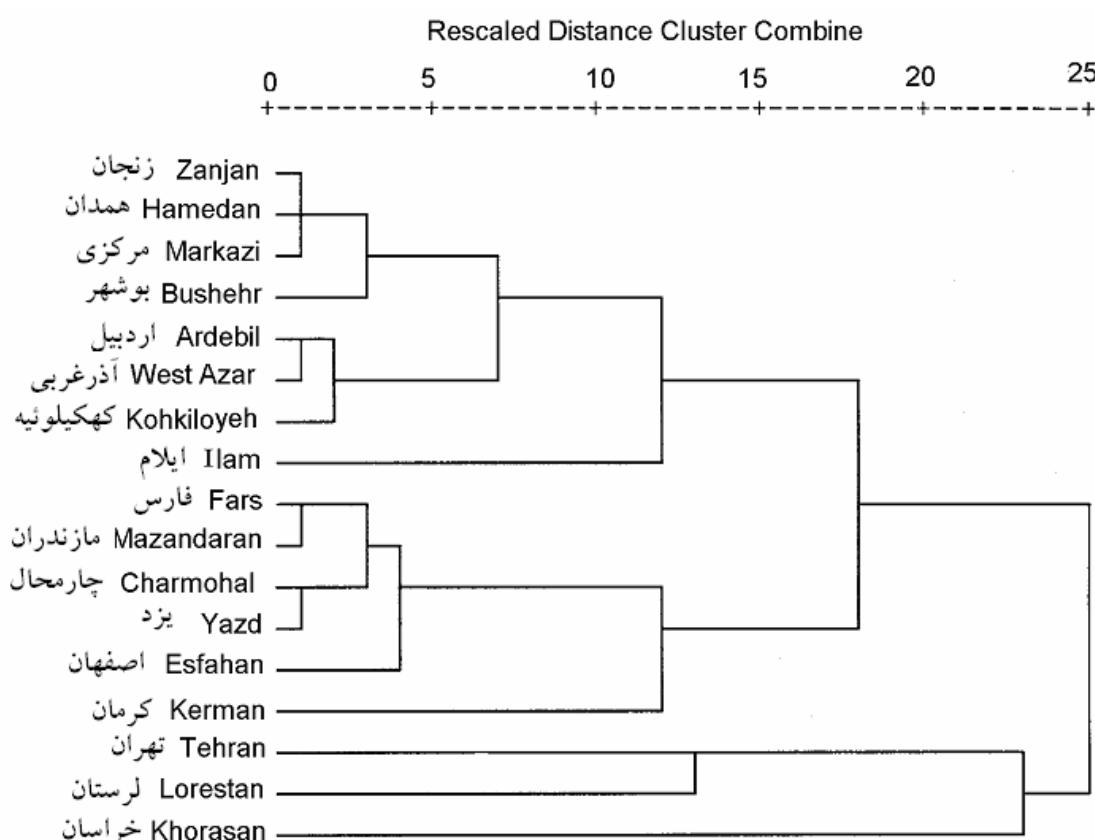


شکل ۲- رسته بندی ۹۹۰ نمونه عدس مورد بررسی ایران با استفاده از دو عامل اول تجزیه عامل‌ها  
Fig. 2. Ordination of 990 evaluated lentil accession by 2 primary factors

فنولوژیکی و صفات مربوط به دانه بوده‌اند می‌توان تصور کرد که این گروه‌بندی بر اساس این دسته از صفات انجام گرفته است. با توجه به نحوه پراکنش نمونه‌ها در این نمودار می‌توان دریافت که دو عامل اول و دوم موجب ایجاد نوعی تیپ زراعی در میان عدس‌های ایرانی گردیده‌اند. به طوری که با انتخاب نمونه در جهت عامل دوم به عدس‌های خراسان و در جهت عکس آن به ترتیب نمونه‌های عدس‌های نواحی سرد، گرم و لرستان قرار می‌گیرند. در جهت عامل اول نیز تیپ عدس‌های لرستان و خراسان و درجهت عکس آن تیپ عدس‌های نواحی سرد و گرم به دست می‌آید. اگرچه با استفاده از داده‌های اصلی می‌توان به دقت موقعیت هر نمونه را در داخل این گروه‌ها تعیین کرد

را شامل می‌شدند مشخص شدند. به طوری که اجزاء عملکرد تحت تأثیر عامل اول و ارتفاع بوته و وزن صدادانه تحت تأثیر عامل دوم قرار داشتند. با استفاده از دو عامل اول تجزیه عامل‌ها که در مجموع بیش از ۵۹ درصد واریانس موجود در جامعه آماری مورد بررسی را توضیح می‌داد. پراکنش نمونه‌های مورد بررسی در یک فضای دو بعدی ترسیم گردید تا یک طرح کلی از شدت تفاوت‌ها و قرابات‌های بین نمونه‌های مورد بررسی به دست آید (شکل ۲).

براساس پراکنش نمونه‌ها در فضای دو بعدی ایجاد شده توسط دو عامل اول تجزیه عامل‌ها می‌توان چهار گروه متمایز را در میان نمونه‌های عدس تشخیص داد. از آن جا که این دو عامل خود بیشتر تحت تأثیر صفات



شکل ۳- دندوگرام گروه‌بندی استان‌های محل جمع‌آوری نمونه‌ها با استفاده از تجزیه کلاستر

Fig. 3. The dendogram of province of origin of accessions using cluster analysis

گروه قرار گرفته است که ممکن است ناشی از تصادف و یا مبادله بذر باشد.

در خوش سوم استان‌های تهران و لرستان و در آخرین خوش استان خراسان به تنها ی قرار گرفته است. در نمودار پراکنش حاصل از دو عامل اول تجزیه به عامل‌ها نیز نمونه‌های استان خراسان به صورت یک گروه مجزا قابل تفکیک بودند.

برای بررسی اساس تفکیک خوش‌ها، مقادیر صفات برای هر خوش استاندارد شده و در شکل ۴ ارائه شده است. به طوری که ملاحظه می‌گردد آنچه خوش‌های اول و دوم را از یکدیگر تمایز می‌سازد صفات اندازه برگچه، تعداد دانه در هر نیام و وزن صدادنه است. در تجزیه عاملی نیز صفات تعداد دانه در هر نیام و وزن صدادنه دارای ضرایب بزرگ عاملی برای عامل اول بودند و در نمودار پراکنش نمونه‌های متعلق به این دو خوش در راستای عامل اول از یکدیگر تفکیک شده‌اند. همچنین خوش چهارم که شامل نمونه‌های استان خراسان است برای صفات ارتفاع بوته و اندازه برگچه از نمونه‌های جمع‌آوری شده از سایر استان‌های کشور متفاوت است. این صفات دارای بزرگترین ضرایب عاملی در عامل دوم بودند و در نمودار پراکنش نمونه‌ها نیز نمونه‌های جمع‌آوری شده از استان خراسان در راستای همین عامل از نمونه‌های سایر استان‌ها تفکیک شده است.

پیغمبری (۱۹۸۸) در ارزیابی کلکسیون عدس‌های بومی دانشکده کشاورزی کرج نمونه‌های مورد بررسی را به ۹ خوش تقسیم کرد و مشاهده کرد که نمونه‌های مناطق اقلیمی مشابه اما دارای مبداهای جغرافیایی متفاوت در خوش‌های مشابه قرار می‌گیرند بنابراین نتیجه گیری کرد تنوع ژنتیکی مشاهده شده با پراکنش جغرافیایی نمونه‌ها رابطه‌ای ندارد. همچنین معلمی و وجودانی (۱۹۹۳) با ارزیابی ۹۹۵ نمونه عدس بومی از کلکسیون بانک ژن نتیجه گیری کردند که طبقه‌بندی اقلیمی رابطه

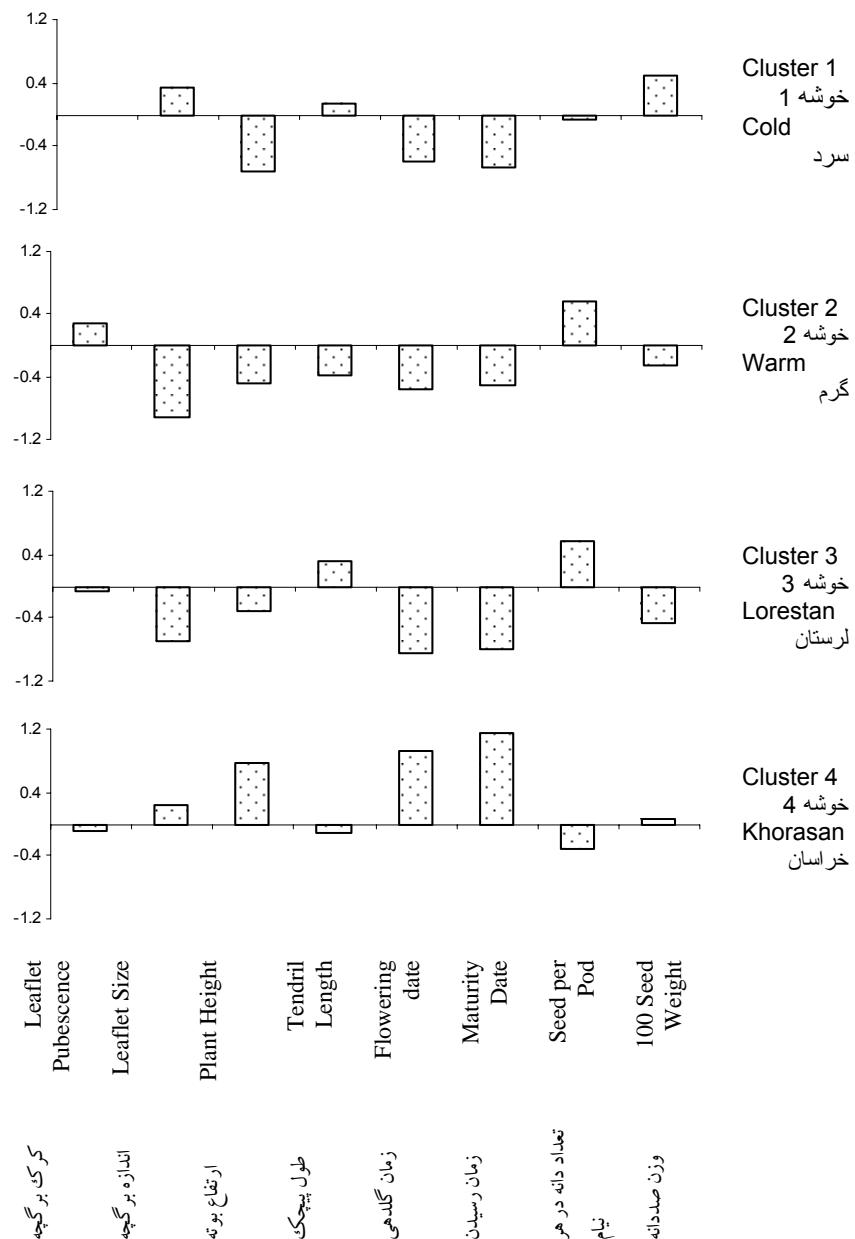
ولی فعلاً در این مرحله تعیین موقعیت دقیق ۹۹۰ نمونه خارج از حوصله این مقاله بوده و به ترسیم نمایی کلی از وضعیت پراکنش نمونه‌ها اکتفا می‌گردد. ولی برای ایجاد درک کاملتری از تنوع ژنتیکی نمونه‌ها از نظر پراکنش جغرافیایی آن‌ها از روش تجزیه کلاستر استفاده گردیده است. استوی‌لوا و پری‌پرا (Stoilva & Pereira, 1999) نتوانستند طرح واضحی از نحوه پراکنش نمونه‌ها را بر اساس دو عامل اول ارائه کنند اما اثر آن عامل‌ها بر روی اجزاء عملکرد و سایر صفات مورد بررسی را به خوبی توضیح داده‌اند.

با استفاده از نتایج ارزیابی صفات مورفولوژیک کلکسیون عدس‌های ایرانی، استان‌های محل جمع‌آوری نمونه‌ها با استفاده از روش تجزیه خوش‌ای گروه‌بندی شدند (شکل ۳).

به طوری که مشاهده می‌گردد با استفاده از تجزیه خوش‌های نیز استان‌های محل جمع‌آوری نمونه‌ها به چهار گروه اصلی تقسیم گردیده‌اند که یادآور گروه‌بندی نمونه‌های اصلی با استفاده از رسته‌بندی دو عامل اول تجزیه عاملی است که در آن جا نیز نمونه‌ها به چهار گروه اصلی تقسیم می‌شوند.

در اولین خوش استان‌های زنجان، همدان، مرکزی، اردبیل، آذربایجان غربی، کهکیلوئیه و بویراحمد قرار دارند که استان‌های سردسیر کشور هستند (جدول ۵). البته استان بوشهر و ایلام نیز در این گروه قرار گرفته‌اند که با توجه به تعداد نمونه کم این استان‌ها می‌توان حضور آن‌ها در این گروه را تصادفی تصور نموده و یا ممکن است آن را ناشی از مبادله و جابجایی بذرها تلقی نمود.

در خوش دوم استان‌های فارس، مازندران، یزد، اصفهان و کرمان حضور دارند که در مجموع نسبت به استان‌های خوش اول آب و هوای گرمتری دارند. استان چهارمحال بختیاری نیز با وجود سردی نسبی در این



شکل ۴- مقایسه مقادیر استاندارد شده صفات مورد بررسی در چهار خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای

Fig. 4. Compare of standard value of traits in four groups of cluster analaysis

موضوع ممکن است علت تفاوت مشاهده شده در نتایج این آزمایش و بررسی‌های مشابه باشد. با این حال پییرجیوانی و همکاران (Piergiovanni et al., 1998) در ارزیابی نمونه‌های عدس از ۱۵ کشور جهان دریافتند که گروه‌بندی نمونه‌ها با استفاده از تشابه مورفولوژیکی آن‌ها همبستگی بالایی با مبدأ جغرافیایی نمونه‌ها دارد.

بیشتری با تنوع ژنتیکی نمونه‌ها دارد. از آن جا که در حال حاضر اطلاعات موجود در مورد محل جمع‌آوری نمونه‌ها به اندازه کافی دقیق نیست. بنابراین در گروه‌بندی نمونه‌ها به جای روستای محل جمع‌آوری استان‌ها مورد استفاده قرار گرفتند که شامل تعداد بیشتر نمونه بوده و از احتمال صحت بالاتری برخوردارند. این

## جدول ۴- وضعیت آب و هوایی مراکز استان‌های مبدأ نمونه‌ها براساس شاخص اقلیمی گوسن (ثابتی ۱۳۴۹)

Table 4. The climatic situation of Origins of samples according to Gosan climatic index

Gosan Climatic Index	شاخص اقلیمی گوسن	Province and Cities	نام استان و نام شهر	خواش
Cold estepic	استپی سرد	Zanjan-Zanjan	زنجان- زنجان	۱
Cold estepic	استپی سرد	Hamedan- Hamedan	همدان- همدان	۱
Cold estepic	استپی سرد	Markazi- Arak	مرکزی- اراک	۱
Mild subdesertic	نیمه بیابانی معتدل	Bushehr- Bushehr	بوشهر- بوشهر	۱
Cold estepic	استپی سرد	Ardabil- Ardabil	اردبل- اردبل، مشکین شهر	۱
Cold estepic	استپی سرد	West Azarbayan- Orumyeh	آذربایجان غربی- ارومیه	۱
Cold axeric	خشک و سرد	Kohkilooeyah - Yasooj	کوهکلیوئیه- یاسوج	۱
Mediteranian	مدیترانه‌ای گرم و خشک	Eylam – Eylam	ایلام- ایلام	۱
Xerothermic				
Mediteranian	مدیترانه‌ای گرم و خشک	Fars – Shiraz	فارس- شیراز	۲
Xerothermic				
Mediteranian	مدیترانه‌ای گرم	Mazenderan – Sary	مازندران- ساری	۲
Thermic				
Cold subdesertic	نیمه بیابانی سرد	Charmohal - Shahr Kord	چهارمحال شهر کرد	۲
Mediteranian	مدیترانه‌ای گرم و خشک	Charmohal- e- Bakhtyari- Lordegan	چهارمحال بختیاری- لرگان	۲
Xerothermic				
Desertic	بیابانی	Yazd – Yazd	یزد- یزد	۲
Mild subdesertic	نیمه بیابانی معتدل	Esfahan – Esfahan	اصفهان- اصفهان	۲
Mild subdesertic	نیمه بیابانی معتدل	Kerman – Kerman	کرمان- کرمان	۲
Mediteranian	مدیترانه‌ای گرم و خشک	Tehran – Tehran, Karaj	تهران- تهران، کرج	۳
Xerothermic				
Mediteranian	مدیترانه‌ای گرم و خشک	Lorestan – Khoram Abad	لرستان- خرم آباد	۳
Xerothermic				
Mediteranian	مدیترانه‌ای گرم و خشک	Khorasa- Mashad, Nishaboor, Ghoochan, قرچان، نیشابور، مشهد	خراسان- مشهد، نیشابور، قرچان،	۴
Xerothermic		Torbat hydaryeh	شیروان، تربت حیدریه	
Cold estepic	استپی سرد	Khorasan- Bojnord	خراسان- بجنورد	۴
Mild subdesertic	نیمه بیابانی معتدل	Khorasan – Gonabad	خراسان- گناباد	۴

اصلاح و تهیه نهال و بذر در بانک ژن ملی گیاهی ایران انجام گردیده است. مؤلفین وظیفه خود می‌دانند که مراتب تشکر خود را از مساعدت‌های آنان ابراز دارند.

این مطالعه با استفاده از امکانات و اعتبارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و مؤسسه تحقیقات

## References

- ..... . بررسی تنوع ژنتیکی و پراکنش جغرافیایی در عدس‌های ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ..... . اقالیم حیاتی ایران. دانشگاه تهران.
- ..... . بررسی تنوع ژنتیکی و همبستگی برخی صفات کمی عدس در رابطه با مناطق جغرافیایی و اقلیمی. نهال و بذر. جلد ۹ (۱و۲): ۹-۱.

- Bakhtsh, A., A. Ghafoor and B. A. Malik. 1992.** Evaluation of lentil germplasm. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research. 35 (1-2): 48-49.
- Cubero, J. I. 1981.** Origin, taxonomy and domestication. In: C.Webb and G.C. Hawtin (Eds.), Lentils, pp15-38. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.
- Erskine, W. and J. R. Witcombe. 1984.** Lentil germplasm catalog. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Erskine, W., Y. Adham and L. Holley. 1980.** Geographical distribution of variation in quantitative traits in a world lentil collection. Euphytica. 13: 97-103.
- Ferguson, M. E. and L. D. Robertson. 1996.** Genetic diversity and taxonomic relationships within the genus Lens as revealed by allozyme polymorphism. Euphytica 91: 163- 172.
- Ferguson, M. E., L. D. Robertson, B. V. Ford-Lloyd, H. J. Newbury, N. Maxted, 1998.** Contrasting genetic variation amongst lentil landraces from different geographical origins. Euphytica. 102 (2): 265-273.
- Hawtin, G. C., F. J. Muehlbaue, A. E. Slinkard and K. B. Sing. 1988.** Current status of cool season food legume crop improvement: an assessment of critical needs. In R.J. Summerfield (Eds.), World Crops: Cool season food legumes. pp 67-80. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- IBPGR. 1985.** Lentil Descriptors. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Kendall, G. 1955.** Rank correlation methods. Chapman & Hall. Pp. 315.
- Manly, B. F. J. 1994.** Multivariate statistical methods. Chapman & Hall. PP. 315.
- Piergiovanni, A. R., G. Laghetti, G. Olita, M. Monti, G. Preiti, G. Prima. 1998.** Screening for agronomic and biochemical traits in a lentil germplasm collection. 3rd European conference on grain legumes. Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands. Valladolid, Spain, 14-19 November 1998, 206
- Rechinger, K. H. 1979.** Papilionaceae I - Vicieae. Flora Iranica No. 140. Akademisch Drnk-U. Verlagsanstalt. Graz-Austria.
- Sarker, A., W. Erskine, B. Sharma, M. C. Tyagi. 1999.** Inheritance and linkage relationships of days to flower and morphological loci in lentil. Journal of Heredity. 90 (2): 270-275.
- Singh, J. P., L. S. Singh 1994.** Evaluation of lentil germplasm for plant type, initial flowering and disease resistance. Lens Newsletter. 21(1): 5-7.
- Sol, M. and W. Erskine. 1981.** Genetic resources. In: C.Webb and G.C. Hawtin (Eds.), Lentils, pp15-38. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980.** Principles and procedures of statistics, a biometrical approach. Mc Graw- Hill Book Co.
- Stoilova, T. and M. G. Pereira. 1999.** Morphological characterization of 120 lentil accessions. Lens Newsletter. 26(1&2): 7-9.
- Webb, C. and G. C. Hawtin 1981.** Lentils,. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.

## Genetic diversity and geographical distribution in Iranian lentil accessions

Aghai<sup>1</sup>, M. J., M. R. Shahab<sup>2</sup>, H. Zeinali<sup>3</sup>, A. Taleie<sup>4</sup>

### ABSTRACT

Lentil Collection of National Plant Gene bank of Iran was investigated for trend and pattern of genetic diversity in relationship with geographical distribution in the country in 2000. A total of 990 accessions were evaluated in Karaj at Seed and Plant Improvement Institute Field station. Fifteen morphological and phenological characteristic were evaluated growing seasons. Statistical parameters such \*according to the IPGRI descriptors during 200 as mean, mode and variance and Shannon-Weaver Index were calculated for diversity within accessions. Data were analyzed for correlation, factor and cluster analysis studies. The highest value for Shannon-Weaver Index was determined in plant height, 100 seed weight and date of maturity, however, lowest value was determined for pod pigmentation, flower color and tendril length. The observed diversity in this study was about 58% of potential diversity. Accessions from different provinces were significantly different for most of the traits. According to their origin, accessions were grouped in four clusters. The first cluster mostly contained accessions of cold provinces, whereas, accessions of warm provinces grouped in the second cluster. The lentils of Khorasan province clustered in a separate group. Distribution of accessions based on tow first factors in Factor analysis confirmed the results of cluster analysis.

**Key word:** Lentil, Gentic diversity, Accession, Geographical distribution.

---

Received: March, 2001

1- Faculty member of seed and plant Improvement Institute, Iran.

2- Faculty member of Dryland Agricultural Research Institute, Iran

3- Associate Professor, the University of Tehran, Iran

4- Professor, the University of Tehran, Iran