نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۶
http://jopp.gau.ac.ir

بررسی تنوع ژنتیکی برخی توده‌های گردو (*Juglans regia* L.) بومی استان لرستان با استفاده از روش آماری چند متغیره

عارف مهبودی[۱]، بهمن زاهدی[۲*] و عبداله احتشام‌نیا[۲]

[۱]دانش‌آموخته سابق کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه لرستان

[۲]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) یکی از مهم‌ترین گونه‌های جنس *Juglans* است و ایران از مراکز مهم تنوع ژنتیکی آن می‌باشد. لذا تعیین تنوع ژنتیکی توده‌های‌گردوی ایرانی به خصوص در استان لرستان دارای اهمیت بالایی می‌باشد تا در صورت وجود تنوع ژنتیکی کافی در صفات مختلف و همچنین دانه، بتوان از نتایج آن در برنامه‌های اصلاحی آینده گردو استفاده شود. هدف از این مطالعه، بررسی تنوع ژنتیکی برخی از توده‌های گردوی استان لرستان با استفاده از روش آماری چندمتغیره می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش ۴۳ ژنوتیپ گردوی ایرانی بومی استان لرستان از پنج توده الشتر، دورود، خرم آباد، بروجرد و نورآباد با سنجش ۴۱ صفت ریخت‌شناسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. اندازه‌گیری صفات روی ۱۰ تا ۲۰ نمونه از هر درخت و ۵ تا ۱۰ برگ به‌صورت تصادفی برای تعداد ۴۱ صفت مربوط به برگ و دانه گردو مانند روغن و پروتئین مغز انجام شد.

یافته‌ها: تجزیه واریانس یکطرفه داده‌ها اختلاف معنی‌داری را بین مناطق برای اکثر صفات نشان داد. در اکثر صفات اختلاف معنی‌داری بین مناطق مختلف وجود دارد. بررسی ضرایب تنوع مربوط به صفات مختلف نشان داد که بیشترین تنوع مربوط به صفت وزن پوست سبز (۳۵/۵۱ درصد) بود. سپس، به‌ترتیب صفات رطوبت پوست سبز (۲۹/۴۵ درصد) و وزن دانه سبز (۲۸/۳۹ درصد) بیشترین تنوع را در صفات مورد بررسی داشتند. بر اساس مقادیر پروتئین و روغن بالا، به‌ترتیب توده‌های الشتر (۲۰/۲۶ و ۶۴/۱ درصد)، بروجرد (۱۹/۹۸ و ۶۰/۷۳ درصد) و دورود (۱۹/۱۴ و ۵۹/۱۱ درصد) به‌عنوان توده‌های مطلوب برای این صفات تشخیص داده شدند. از نظر عملکرد دانه، توده بروجرد با داشتن وزن دانه با پوست سخت (۱۲/۱۳ گرم) و بالاترین وزن مغز (۴/۹۸ گرم) مناسب‌ترین توده جهت انتخاب پایه‌های با عملکرد مناسب دانه می‌باشد، اما بیشترین درصد مغز با پوست سخت در توده نورآباد و بیشترین درصد مغز با پوست سبز در توده دورود مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای صفات ریخت‌شناسی بر اساس روش Ward، ژنوتیپ‌ها را در فاصله ۴۱/۲۱– به سه خوشه و توده‌ها را نیز در فاصله ۶۷/۷۱ به سه خوشه متمایز نمود. در خوشه اول سه توده الشتر، نورآباد و بیرانشهر، در خوشه دوم توده دورود و در خوشه سوم توده بروجرد به تنهایی قرار گرفتند. بر اساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، سه عامل اصلی در مجموع ۹۳/۳۰ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. پراکنش

*نویسنده مسئول: zahedik2000@yahoo.com

توده‌ها بر اساس دو مولفه اصلی با تجزیه خوشه‌ای توده‌های گردو در استان لرستان بر اساس صفات مورفولوژیک همخوانی داشت و توده‌ها در سه ناحیه مختلف در دیاگرام قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که جریان ژنی بین توده‌های که تا حدود زیادی نزدیکی جغرافیایی با هم داشتند، سبب شده که این توده‌ها در تجزیه کلاستر نیز در یک گروه قرار بگیرند. از بین صفات مورد بررسی صفات حجم و ضخامت دانه سبز، طول و عرض دانه با پوست سخت بیشترین تاثیر را در پراکنش توده‌ها در این مطالعه داشته‌اند. توده‌های دورود و سپس نورآباد به‌ترتیب به جهت داشتن بیشترین درصد مغز با پوست سبز و بیشترین درصد مغز با پوست سخت جهت گزینش از نظر عملکرد مغز و انجام برنامه‌های اصلاحی آینده گردو در استان لرستان قابل توصیه می‌باشند. به‌طورکلی نتایج نشان داد که توده‌های گردوی استان لرستان دارای تنوع بالایی بوده و گزینش باید از نظر صفات مورد نظر صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: گردو (*Juglans regia* L.)، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

مقدمه

وجود ژرم‌پلاسم غنی بسیاری از گونه‌های درختان میوه در کشور، یکی از پتانسیل‌ها و مزیت‌های اصلی بخش باغبانی ایران و به‌عنوان سرمایه‌ای ملی برای کشور محسوب می‌شود. بسیاری از درختان موجود در باغ‌های سنتی کشور، از طریق بذر تکثیر شده‌اند و این امر سبب ایجاد تنوع ژنتیکی بالا در آنها شده است. گاهی در بین این درختان ژنوتیپ‌هایی یافت می‌شود که از نظر عملکرد و کیفیت محصول برتر هستند (۲). گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) یکی از این درختان میوه است که به‌واسطهٔ تکثیر جنسی آن در سال‌های متمادی، تنوع ژنتیکی بالایی در جمعیت‌های مناطق مختلف آن به چشم می‌خورد. علاوه بر استفاده از نهال‌های بذری در احداث باغ‌های سنتی گردو، دگرگشنی گردو نیز بر تنوع ژنتیکی آن افزوده است (۲۴). همان گونه که از نام گردو (Persian Walnut) نیز مشخص است، ایران یکی از مراکز مهم پیدایش و تنوع گردو محسوب می‌شود (۸ و ۹).

یکی از دلایل عدم توفیق ایران در امر صادرات گردو، عدم یکنواختی محصول به دلیل فقدان دسترسی به رقم و همچنین نامطلوب بودن کیفیت میوه و مغز است که قدرت رقابت با کشورهای بزرگ صادر کننده این محصول را کاهش می‌دهد (۲۶). امروزه با گزینش ارقام برتر گردو و اجرای برنامه‌های به‌نژادی مانند دورگ‌گیری و گزینش، می‌توان خصوصیات دانه و مغز ژنوتیپ‌ها را بهبود بخشید و بازده اقتصادی این درخت را افزایش داد. با وجود یک ژرم پلاسم بسیار بزرگ و متنوع گردو در کشور، اولین قدم در برنامه‌های به نژادی آن، شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های امیدبخش و برتر گردو است (۲). در مسیر شناسایی و گزینش این ژنوتیپ‌ها، درختان بومی بیشتر مدنظر پژوهشگران به نژادی است، چرا که علاوه بر سازگاری، تنوع زیادی در بین آن ها یافت می‌شود (۵) به‌طوری‌که ژرماین (۱۹۹۳) گزارش نموده که به علت اینکه ایران یکی از مراکز پیدایش گردو می باشد (۱۲)، گوناگونی ژنتیکی قابل توجهی در توده‌های گردوی ایران وجود دارد. گردو بومی منطقه‌ای است که از کوه‌های کارپات به‌طرف جنوب، از طریق اروپای شرقی امتداد یافته و از شرق به ترکیه، عراق، ایران تا کوه‌های اطراف هیمالیا گسترش دارد (۲۳). منشأ طبیعی گردو، مناطق کوهستانی آسیای مرکزی است (۲۳).

یکی از تکنیک‌های بررسی تنوع ژنتیکی، بررسی تنوع و تعیین قرابت‌ژنتیکی بین ارقام و توده‌ها بوسیله

شاخص‌های ریخت‌شناسی می‌باشد، در ایران از جمله بررسی‌های صورت گرفته، بررسی ۱۸ صفت (از جمله عملکرد، تاریخ برگدهی، مقاومت به سرما، باروری جانبی، نحوه میوه‌دهی) در ۵۰۰ ژنوتیپ (تک‌پایه) گردو، در مناطق گردوخیز (ارومیه، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، فارس، همدان، کرج، قزوین، تهران، شاهرود، سمنان و خراسان) بوده است که منجر به معرفی ۲۵۰ ژنوتیپ برتر شده است (۶)، که در مرحله بعدی این ۲۵۰ ژنوتیپ در چهار ایستگاه تحقیقاتی کشور (کمال آباد- کرج، طرق- مشهد، بسطام- شاهرود و ارومیه) کشت شدند و ۲۳ صفت (از جمله شکل درخت، قدرت رویش، تیپ گلدهی، زمان برگدهی، زمان شکفتن گل‌ها، حساسیت به بیماری‌ها و سرما، وزن دانه، شکل دانه، ضخامت پوسته، وزن مغز) مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت ژنوتیپ‌های برتر معرفی شدند (۷). غلامی (۱۹۹۰) به‌منظور انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، ژنوتیپ‌های گردوی بومی استان همدان را مورد بررسی قرار داد و در مجموع ۱۷ ژنوتیپ را شناسایی کرد (۱۴). همچنین، منصوری‌اردکان (۲۰۰۱)، ژنوتیپ‌های برتر گردو را با استفاده از شاخص‌های ریخت‌شناسی در برخی از مناطق استان یزد مورد بررسی قرار داد و در نهایت ژنوتیپ‌های برتر را از نظر صفات مورد نظر شناسایی کرد (۲۱). در تحقیقی دیگر، سعادت و زندی (۲۰۰۰) به شناسایی و ارزیابی درختان برتر گردو در استان فارس پرداختند و ۱۰۱ درخت با ویژگی‌های موردنظر انتخاب نمودند (۲۵). جعفری‌صیادی (۲۰۰۶)، به بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی گردوی ایرانی در جنگل‌های شمال و مقایسه ریخت‌شناسی آنها با گردوهای دیگر مناطق کشور پرداخت، وی همچنین وضعیت پراکنش توده‌های گردو در استان گلستان و دیگر استان‌های شمالی کشور را مورد بررسی قرار داد (۱۹). همچنین، احتشام‌نیا و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی تنوع مورفولوژیکی توده‌های گردوی بومی استان گلستان پرداختند و ۹۶ درخت از پنج توده گردو در ارتفاعات و مناطق جنگلی مختلف شناسایی و ارتباط بین برخی صفات ریخت شناسی کمی گردو را با ارتفاع از سطح دریا مورد ارزیابی قرار دادند و به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که توده‌های گردوی بومی استان گلستان تنوع بالایی از نظر صفات ریخت‌شناسی دارند (۱۰). ارزانی و همکاران (۲۰۰۸) به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت استان یزد، ۵۸ ژنوتیپ را پس از غربالگری براساس وزن مغز و عدم تظاهر علائم بلایت مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه، ژنوتیپ‌های AA33، AA35، AA115، AA110 و BA150 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت معرفی شدند که وزن مغز و درصد مغز در آنها به‌ترتیب بین ۹/۱-۶ و ۷۹/۶-۴۶/۳ گرم بود (۳). نظر به جایگاه تولید گردو در ایران و رتبه آن به لحاظ تولید در بازارهای جهانی و با توجه به اینکه کشور ما یکی از مراکز اصلی تنوع گردو در دنیا محسوب می‌شود، این تحقیق به بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های گردوی ایرانی در استان لرستان با هدف تعیین میزان تنوع زنتیکی گردو استان با استفاده از صفات ریخت شناسی، تعیین قرابت توده‌های مختلف و تعیین صفات مطلوب در توده‌های مختلف پرداخته است تا در صورت اثبات وجود تنوع ریخت‌شناسی کافی در صفات درخت و دانه، بتوان از نتایج آن در برنامه‌های اصلاحی آینده گردو استفاده شود.

مواد و روش ها

مواد گیاهی

انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری: این پژوهش طی سال ۱۳۹۱ و در دو مرحله، شامل نمونه‌برداری از برگ و دانه درختان گردوی مناطق مختلف استان

لرستان و اندازه‌گیری برخی صفات دانه و برگ در آزمایشگاه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان و اندازه‌گیری میزان روغن و پروتئین مغز گردو در واحد تولیدات دامی جهاد کشاورزی استان لرستان انجام شد. انتخاب رویشگاه‌های مختلف، براساس اطلاعات ارائه شده توسط کارشناسان منابع طبیعی و جهاد کشاورزی استان و افراد محلی و با توجه به تراکم گردو در مناطق مختلف استان و میزان دسترسی به آنها، مناطق مورد نظر مشخص گردید. در مجموع پنج توده از شهرستان‌های خرم‌آباد (بیرانشهر)، بروجرد، نورآباد، الشتر و دورود انتخاب شد که مشخصات اقلیمی هر کدام از این مناطق در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات اقلیمی مناطق نمونه‌برداری شده در استان لرستان

Table 1. Climate characteristics of sampling regions in Lorestan province

ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	تعداد نمونه Number of sample	مناطق Regions
1147	33° 46'	48° 35'	7	خرم آباد Khorramabad
1600	33° 86'	48° 26'	16	الشتر Alashtar
1576	33° 91'	48° 73'	6	بروجرد Boroujerd
1450	33° 49'	49° 07'	9	دورود Doroud
1650	33° 97'	47° 94'	5	نورآباد Nourabad

روش نمونه‌برداری: طبق نتایج تحقیقات مال‌ولتی و همکاران (۱۹۹۳) برای تعیین محدوده توده‌های گردو، درختانی که حداکثر ۱۵ کیلومتر با هم فاصله داشتند به‌عنوان یک توده در نظر گرفته شد (۲۰) و به‌طور تصادفی برای نمونه‌برداری انتخاب شدند. از هر توده تعدادی درخت به صورت تصادفی و با فاصله حداقل ۱۰۰ متر از هم انتخاب شد. توده نورآباد (روستای ملک آباد و یوسف‌آباد) ۵ نمونه، توده بروجرد (روستای توده‌زن) ۶ نمونه، توده خرم‌آباد (روستاهای مله تخت و تنگ‌لره) ۷ نمونه، توده دورود (روستاهای خان‌وردی، پاپی و میدانک) ۹ نمونه و توده الشتر (روستای دره‌تنگ) ۱۶ نمونه انتخاب شد که در مجموع از این پنج توده ۴۳ درخت انتخاب شد. درختان انتخاب شده پلاک کوبی شده و کروکی و عکس از تک‌تک درختان در هر منطقه تهیه گردید. ارزیابی تنوع ژنتیکی با استفاده از صفات ریخت‌شناسی براساس راهنمای ارزیابی درختان که توسط مؤسسه بین المللی منابع ژنتیکی گیاهی تهیه شده صورت گرفت (۲۷). در این پژوهش ۴۱ صفت ریخت شناسی مورد بررسی قرارگرفت (جدول ۲).

جدول ۲: واحد اندازه‌گیری و علامت اختصاری صفات مورد بررسی

Table 2. measurement unit and Summary words of traits

شماره Number	صفات Traits	واحد اندازه‌گیری Measurement unit	حروف اختصاری Summary words
1	طول دانه سبز Length of green hull	(میلی‌متر) (mm)	GSL
2	عرض دانه سبز Width of green hull	(میلی‌متر) (mm)	GSW
3	ضخامت دانه سبز Diameter of green hull	(میلی‌متر) (mm)	GSD

4	ضخامت پوست سبز Diameter of green skin	(میلی‌متر) (mm)	GKD
5	طول دانه با پوست سخت Length of shell	(میلی‌متر) (mm)	SLHS
6	عرض دانه با پوست سخت Width of shell	(میلی‌متر) (mm)	SWHS
7	ضخامت دانه با پوست سخت Diameter of Shell	(میلی‌متر) (mm)	SDHS
8	طول مغز Length of kernel	(میلی‌متر) (mm)	KLE
9	عرض مغز Width of kernel	(میلی‌متر) (mm)	KWI
10	ضخامت مغز Diameter of kernel	(میلی‌متر) (mm)	KDI
11	ضخامت پوست سخت Diameter of hard skin	(میلی‌متر) (mm)	HSD
12	وزن دانه سبز Weight of green hull	(گرم) (g)	GSE
13	وزن پوست سبز Weight of green skin	(گرم) (g)	GSI
14	وزن دانه با پوست سخت Weight of shell	(گرم) (**g**)	SEHS
15	وزن خشک پوست سبز Dry weight of Green skin	(گرم) (g)	GSDW
16	وزن مغز Weight of kernel	(گرم) (g)	KWE
17	درصد رطوبت پوست سبز Moisture percentage of green skin	(درصد) (percent)	GSMP
18	درصد مغز با پوست سخت Percentage of kernel in shell	(درصد) (percent)	KPHS
19	درصد مغز با پوست سبز Percentage of kernel in husk	(درصد) (percent)	KPGS
20	درصد پروتئین Protein percentage	(درصد) (percent)	PPE
21	درصد روغن Protein percentage	(درصد) (percent)	OPE
22	ارتفاع درخت Tree height	(متر) (m)	THE
23	طول تنه Trunk length	(متر) (m)	TLE
24	حجم دانه سبز Green seed volume	(میلی‌متر مکعب) (mm^3)	GSV
25	حجم دانه با پوست سخت Seed volume with hard skin	(میلی‌متر مکعب) (mm^3)	SVHS
26	حجم مغز Kernel volume	(میلی‌متر مکعب) (mm^3)	KVO
27	طول برگ Leaf length	(سانتی‌متر) (cm)	LLE
28	عرض برگ Leaf width	(سانتی‌متر) (cm)	LWI

29	طول برگچه Leaflet length	(سانتی‌متر) (cm)	FLE
30	عرض برگچه Leaflet width	(سانتی‌متر) (cm)	FWI
31	چگالی دانه با پوست سبز Seed density in green husk	(میلی‌گرم بر میلی‌متر مکعب) ($mg/(mm^3$)	SDGS
32	چگالی دانه با پوست سخت Seed density in shell	(میلی‌گرم بر میلی‌متر مکعب) ($mg/(mm^3$)	SNHS
33	تاریخ شکوفایی جوانه برگی Data of leaf bud blooming	(روز پس از سال) (day after year)	DLBB
34	تاریخ شکوفایی گل نر Data of male flower blooming	(روز پس از سال) (day after year)	DMFB
35	تاریخ شکوفایی گل ماده Data of female flower blooming	(روز پس از سال) (day after year)	DFFB
36	تاریخ رسیدن Data of harvest	(روز پس از سال) (day after year)	DHA
37	تاریخ خزان Data of fall	(روز پس از سال) (day after year)	DFA
38	شاخص گرد بودن دانه سبز Index of roundness green husk	(واحد ندارد) (non unit)	IRGS
39	شاخص گرد بودن دانه سخت Index of roundness hard seed	(واحد ندارد) (non unit)	IRHS
40	شاخص گرد بودن مغز Index of roundness kernel	(واحد ندارد) (non unit)	IRK
41	تعداد برگچه Leaflet number	(واحد ندارد) (non unit)	FNU

اندازه‌گیری صفات: برای اندازه‌گیری تمام صفات مربوط به دانه گردو از هر درخت ۲۰-۱۰ عدد در مرحله رسیدگی دانه و برگ ۱۰-۵ عدد از برگ کامل و بالغ به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شد. ضخامت پوست سبز و خشک در نزدیکی وسط پوست با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری صفات مغز یک ماه بعد از برداشت پس از نگهداری دانه‌ها در دمای اتاق انجام شد (۲۸). صفات وزن دانه سبز، وزن پوست سبز، وزن دانه با پوست سخت، وزن خشک پوست سبز و وزن مغز توسط ترازوی الکترونیکی با دقت یک صدم گرم اندازه‌گیری شدند. صفات طول دانه سبز، عرض دانه سبز، ضخامت دانه سبز، ضخامت پوست سبز، طول دانه با پوست سخت، عرض دانه با پوست سخت، ضخامت دانه با پوست سخت، طول مغز، عرض مغز، ضخامت مغز، ضخامت پوست سخت، طول برگ، عرض برگ، طول برگچه و عرض برگچه با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شدند. صفات درصد مغز با پوست سخت و درصد مغز با پوست سبز از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید (۲۷).

رابطه ۱)

۱۰۰× (وزن دانه با پوست سخت یا پوست سبز / وزن مغز) = درصد مغز

برای اندازه‌گیری وزن خشک پوست سبز و درصد رطوبت پوست سبز بعد از جدا کردن پوست سبز تک تک دانه‌ها و اندازه‌گیری وزن پوست سبزشان، آن‌ها را

درون فویل آلومینیومی پیچیده درون سینی گذاشته و به آون منتقل شد و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۱۱۵ درجه سانتی گراد نگه داشته تا بعد از این که رطوبت آنها به‌طور کامل از دست رفت، آن‌ها را به بیرون آورده و سپس وزن خشک پوست سبز و درصد رطوبت پوست سبز از طریق رابطه ۲ محاسبه گردید(۴).

رابطه (۲) $\frac{\text{وزن خشک پوست سبز}-\text{وزن پوست سبز}}{\text{وزن پوست سبز}} \times ۱۰۰$

اندازه‌گیری میزان روغن و پروتئین: به منظور تعیین میزان روغن و پروتئین، مغز گردوی هر منطقه جداگانه آسیاب شده و به ذراتی به قطر کمتر از ۰/۲۵ میلی‌متر تبدیل شدند. ژنوتیپ‌های هر منطقه به صورت جداگانه مخلوط و با سه تکرار برای هر منطقه تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها محاسبه شد. برای تعیین درصد روغن، مقدار ۱۰ گرم از مغز دانه هر منطقه، کاملاً خرد و نرم گردید و سپس توسط دستگاه سوکسله و حلال هگزان روغن آن استخراج گردید. حلال نیز توسط دستگاه تبخیر کننده چرخان در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد جدا و مقدار روغن هر منطقه تعیین گردید. برای تعیین مقدار پروتئین نیز از روش کجلدال استفاده گردید. به این ترتیب که توسط این روش درصد ازت نمونه را اندازه‌گیری و با ضرب در عدد ۵/۳ مقدار پروتئین تعیین گردید (۱).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از ارزیابی صفات روی ۴۳ ژنوتیپ از پنج توده مختلف نشان دادکه توده‌های گردوی مورد بررسی در استان لرستان از نظر صفات ریخت شناسی دارای تنوع قابل توجه و معنی‌داری بودند. بین مناطق تمامی صفات بجز درصد مغز با پوست سخت، طول دانه با پوست سخت، طول دانه سبز و تعداد برگچه اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت. در مطالعه حق‌جویان و همکاران (۲۰۰۵) نیز اختلاف معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های مناطق مختلف برای کلیه صفات مورد مطالعه به غیر از صفت متوسط وزن ۱۰ مغز نشان داد (۱۶). در مطالعه‌ای دیگر رضایی و همکاران (۲۰۰۵) براساس نتایج بدست آمده بین ۱۵ ژنوتیپ نهایی انتخاب شده اختلاف معنی‌داری از نظر صفت‌های مورد مطالعه بجز رنگ مغز مشاهده کردند (۲۴). همچنین در ارزیابی ایمانی و همکاران (۲۰۱۱) نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی صفات، اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک و پنج درصد در بین ژنوتیپ‌ها، برای کلیهٔ صفات نشان داد (۱۸).

ضرایب تنوع در صفات بررسی شده: بررسی ضرایب تنوع مربوط به صفات مختلف نشان داد که بیشترین تنوع مربوط به صفت وزن پوست سبز (۳۵/۵۱ درصد) بود. سپس به‌ترتیب صفات رطوبت پوست سبز (۲۹/۴۵ درصد) و وزن دانه سبز (۲۸/۳۹ درصد) بیشترین تنوع را در صفات مورد بررسی داشتند. همچنین، کمترین ضریب تنوع مربوط به صفت روغن مغز (۳/۲۵ درصد) بود. پس از آن صفت طول مغز (۶/۷۱ درصد) و سپس صفات مربوط به ابعاد دانه سبز و خشک کمترین ضرایب تنوع را در صفات مورد بررسی داشتند (جدول ۳).

جدول ۳: کمینه، بیشینه، میانگین و ضریب تنوع برخی صفات ریخت شناسی توده‌های گردوی بومی لرستان

Table 3. Min, Max, Mean and CV of some morphologic traits of Lorestan native Walnut populations

ضریب تنوع (٪) CV (%)	میانگین Mean	بیشینه Max	کمینه Min	صفات traits
7.93	43.22	50.22	35.79	طول دانه سبز (میلی‌متر) GSL (mm)
8.77	38.17	46.94	32.50	عرض دانه سبز (میلی‌متر) GSW (mm)
8.90	41.22	50.4	34.79	ضخامت دانه سبز (میلی‌متر) GSD (mm)
23.11	5.10	8.60	3.24	ضخامت پوست سبز (میلی‌متر) GKD (mm)
7.76	33.35	38.69	27.31	طول دانه با پوست سخت (میلی‌متر) SLHS (mm)
7.67	29.49	35.65	26.06	عرض دانه با پوست سخت (میلی‌متر) SWHS (mm)
9.27	30.55	39.66	26.33	ضخامت دانه با پوست سخت (میلی‌متر) SDHS (mm)
6.71	23.82	26.73	20.96	طول مغز (میلی‌متر) KLE (mm)
10.13	21.96	29.93	17.92	عرض مغز (میلی‌متر) KWI (mm)
11.23	18.56	25.35	15.41	ضخامت مغز (میلی‌متر) KDI (mm)
26.13	1.63	3.22	0.98	ضخامت پوست سخت (میلی‌متر) HSD (mm)
28.39	35.52	62.46	20.82	وزن دانه سبز (گرم) GSE (g)
35.51	22.04	46.28	11.37	وزن پوست سبز (گرم) GSI (g)
23.29	9.35	16.72	6.30	وزن دانه با پوست سخت (گرم) SEHS (g)
26.83	2.72	4.68	1.52	وزن خشک پوست سبز (گرم) GSDW (g)
22.72	3.75	6.18	2.71	وزن مغز (گرم) KWE (g)
29.45	87.07	91.44	81.53	رطوبت پوست سبز (درصد) GSMP (%)
14.42	40.53	52.09	26.43	درصد مغز با پوست سخت (درصد) KPHS (%)
22.46	10.98	18.30	6.74	درصد مغز با پوست سبز (درصد) KPGS (%)
9.03	19.03	20.97	15.29	پروتئین (درصد) PPE (%)
3.25	60.10	65.41	58.08	روغن (درصد) OPE (%)
14.49	414.36	567.76	300.56	طول برگ (میلی‌متر) LLE (mm)
13.36	323.94	433.57	234.58	عرض برگ (میلی‌متر) LWI (mm)
12.86	195.0	279.69	156.73	طول برگچه (میلی‌متر) FLE (mm)
12.36	96.29	121.84	76.83	عرض برگچه (میلی‌متر) FWI (mm)

بررسی صفات ریخت‌شناسی در مناطق مختلف: بررسی صفات مهم مورفولوژیک در مناطق مورد بررسی نشان داد از نظر وزن دانه سبز در توده بروجرد (۴۶/۰۳ گرم) دارای بیشترین میانگین بود و از این نظر دارای اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با سایر توده‌ها داشت (جدول ۴). از نظر وزن دانه با پوست سخت توده بروجرد میانگین وزن بیشتر (۱۲/۱۳ گرم) و تفاوت معنی‌داری با سایر توده‌ها داشتند و توده‌های بیرانشهر و دورود از نظر وزن دانه با پوست سخت تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴). در اینجا عاملی که می‌تواند بیشترین تأثیر را بر روی درصد مغز در میان این توده‌های با میانگین وزن دانه با پوست سخت برابر داشته باشد، وزن و ضخامت پوست سخت هر کدام از ژنوتیپ‌ها بود (10). از نظر وزن خشک پوست سبز توده الشتر میانگین وزن بیشتر (۳/۱۹ گرم) و تفاوت معنی‌داری با سایر توده‌ها داشتند و توده‌های دورود و نورآباد از نظر وزن خشک پوست سبز با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

جدول ٤: مقایسه میانگین برخی صفات مهم ریخت‌شناسی توده‌های گردوی بومی لرستان

Table 4.Mean value comparison of some important morphologic traits of Lorestan native Walnut populations

وزن خشک پوست سبز (گرم) Dry weight of hull (g)	وزن دانه با پوست سخت (گرم) weight of shell (g)	عرض دانه سبز (میلی‌متر) Width of hull (mm)	وزن دانه سبز (گرم) Weight of hull (g)	مناطق Regions	
3.91a	9.53b	26.03 a	39.21ab	Alashtar	الشتر
3.01ab	12.13a	26.78 a	46.03a	Boroujerd	بروجرد
2.51bc	8.10bc	18.56b	32.07bc	Khorramabad	خرم آباد
1.94c	8.21bc	15.33b	26.16c	Doroud	دورود
2.16c	6.86c	15.50b	26.48c	Nourabad	نورآباد
1.53ab	9.88[b]	3.75b	29.58ab	Alashtar	الشتر
1.71a	10.85[b]	4.98a	31.47a	Boroujerd	بروجرد
1.54ab	10.29[b]	3.19b	28.83b	Khorramabad	خرم آباد
1.49ab	13.63[a]	3.52b	28.60b	Doroud	دورود
1.32b	11.81[ab]	3.18b	28.08b	Nourabad	نورآباد

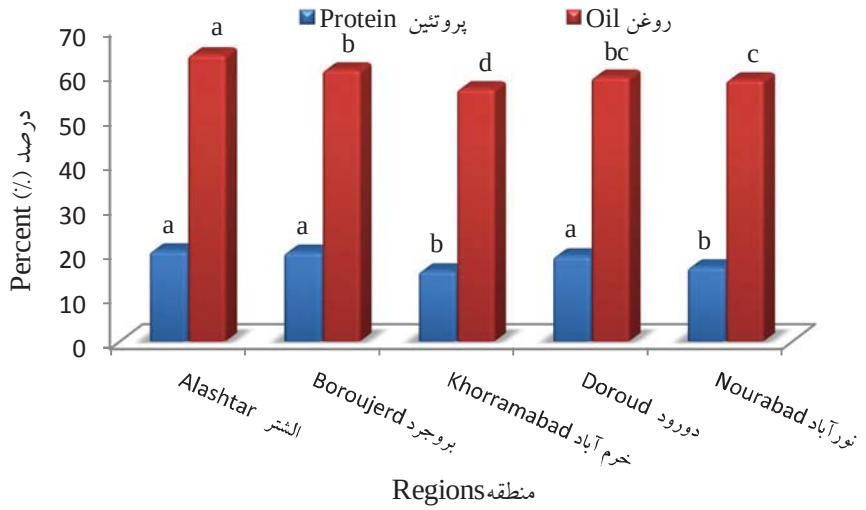
* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف یا حروف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر ندارند.

*Each mean within row followed by the same letters are not significantly different at 5%.

توده بروجرد با میانگین وزن مغز ۴/۹۸ گرم دارای بیشترین وزن مغز در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بودند و از این نظر اختلاف معنی‌داری با توده‌های دیگر نشان دادند. بیشترین درصد مغز با پوست سبز در توده دورود با میانگین ۱۳/۶۳ درصد مشاهده شد که با سایر توده‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود. درصد مغز به‌عنوان شاخص عملکرد اقتصادی درختان گردو مورد نظر بوده و ضخامت پوست سخت که عامل مهمی در تعیین درصد مغز در گردو می‌باشد، طبق نتایج پژوهش‌های هانچه و همکاران (۱۹۷۲) دارای وراثت‌پذیری بالایی است (۱۷). در توده‌های مورد بررسی توده‌های الشتر و بروجرد دارای ضخیم‌ترین پوسته و توده دورود دارای کم‌ترین ضخامت پوست سخت در میان این توده‌ها می‌باشد که همین عامل افزایش درصد مغز در توده دورود نسبت به توده‌های الشتر و بروجرد شده است.از نظر ابعاد مغز (طول، عرض، ضخامت و حجم)، ابعاد دانه با پوست سخت (حجم، ضخامت و عرض) و ابعاد

دانه با پوست سبز (عرض و ضخامت) توده بروجرد بالاترین ابعاد و نورآباد دارای پایین‌ترین ابعاد بودند. همچنین توده بروجرد دارای بیشترین میزان ضخامت پوست سخت بودند که اختلاف معنی‌داری با سایر توده‌ها بجز نورآباد نداشتند (جدول ۴). میزان وراثت‌پذیری ضخامت پوست سخت گردو خیلی بالا می‌باشد و محیط تأثیر بسیار ناچیزی روی این صفت خواهد گذاشت (۲۲) در نتیجه تفاوت موجود در ضخامت پوست سخت در میان پنج توده مورد بررسی، تقریباً تحت‌تأثیر محیط نبوده و ژنتیکی است. درجه کنترل ژنتیکی یک صفات که مربوط به وراثت پذیری صفت است. در گردو صفاتی از قبیل تاریخ برگدهی، ضخامت پوست سخت، طول میوه، قطر میوه، وزن میوه و وزن مغز وراثت پذیری بالایی دارند. یک صفت با وراثت پذیری بالا (نزدیک به یک) کمتر تحت تاثیر محیط و برای کارهای اصلاحی آسان‌تر است. برآورد وراثت پذیری، نحوه عمل ژن و ارزش اصلاحی به محقق کمک می‌کند تا بهترین روش اصلاحی و والدین را در برنامه اصلاحی انتخاب کند (۱۱).

بررسی صفات پروتئین و روغن در مناطق مختلف: مقایسه میانگین‌های صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (شکل ۱) نشان داد که بر اساس مقادیر پروتئین و روغن بالا، به ترتیب توده‌های الشتر (۲۰/۲۶ و ۶۴/۱ درصد)، بروجرد (۱۹/۹۸ و ۶۰/۷۳ درصد) و دورود (۱۹/۱۴ و ۵۹/۱۱ درصد) به‌عنوان توده‌های مطلوب برای این صفات تشخیص داده شدند.



شکل ۱: مقایسه میزان پروتئین و روغن توده‌های گردوی بومی لرستان.

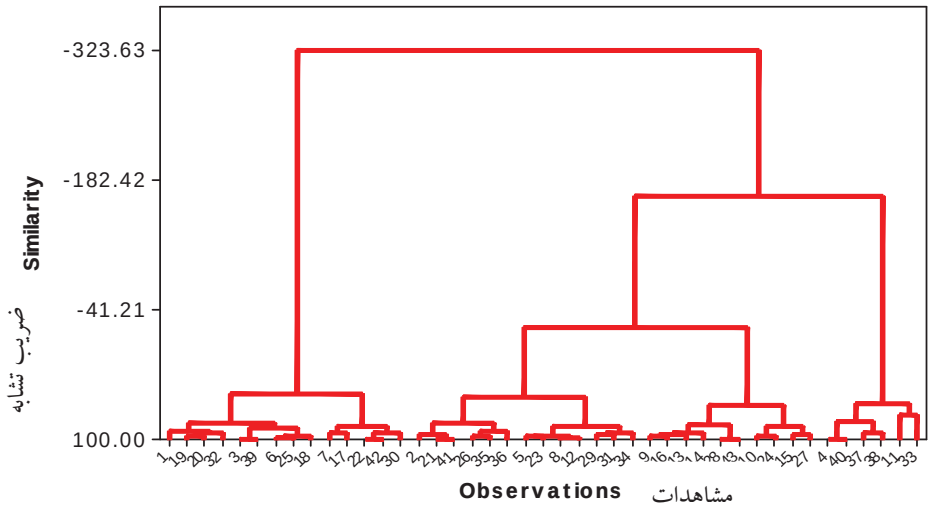
*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف یا حروف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر ندارند.

Figure 1. Comparison of protein and oil traits of Lorestan native Walnut populations.*Each mean within row followed by the same letters are not significantly different at 5%.

براساس مطالعهٔ حق جویان و همکاران (۲۰۰۵) پروتئین بین ۲۹/۹۱-۱۰/۰۳ درصد و روغن بین ۷۳/۶۴-۴۵/۱۱ درصد متغیر بود (۱۶). در مطالعهٔ احتشام‌نیا و همکاران (۲۰۰۹) پروتئین بین ۱۵/۳۱-۸/۶۵ درصد و روغن بین ۶۸/۵-۵۲/۹ درصد متغیر بود (۱۰). نتایج مطالعات ایمانی و همکاران (۲۰۱۱)

نشان داد کـه پـروتئین بـین ۱۹/۲۵–۱۳/۶۴ درصـد و روغن بین ۷۳/۶۲–۵۸/۸۸ درصد متغیر اسـت (۱۸) و در مطالعهٔ قاسمی و همکـاران (۲۰۱۱) پـروتئین بـین ۱۴/۵۵–۱۰/۱۵ درصـد و روغـن بـین ۷۳/۰۰–۵۱/۰۰ درصد متغیر بود (۱۳).

تجزیـه خوشـه‌ای ژنوتیـپ‌هـا براسـاس صـفات ریخت‌شناسی: تجزیه خوشـه‌ای ژنوتیپ‌هـا براسـاس صفات مورفولوژیک و در فاصله ۴۱/۲۱– تعـداد سـه گروه را متمایز نمود. تعداد سـه گـروه بدسـت آمـده نماینده ۴۳ ژنوتیپ بودند که هر کدام به زیرگروه‌های متفاوت تقسیم‌بندی شدند (شکل ۲).



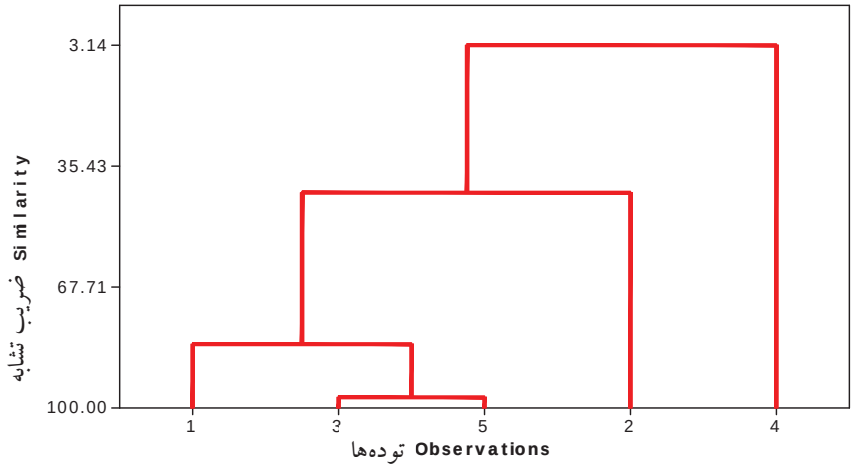
شکل ۲: تجزیه خوشه‌ای ٤٣ ژنوتیپ گردو در استان لرستان بر اساس صفات مورفولوژیک به روش Ward. اعداد به‌ترتیب شماره ۱ تا ١٦ مربوط به توده الشتر، ١٧–٢٥ توده دورود، ٢٦–٣٢ توده بیرانشهر، ٣٣–٣٨ توده بروجرد و ٣٩–٤٣ توده نورآباد.

Figure 2. Cluster analysis of 43 walnut genotypes in Lorestan based morphologic traits by Ward method. Number 1-16= Alashtar, 17-25= Doroud, 26-32= Beiranshahr, 33-38= Borojerd and 39-43= Nourabad, respectively.

خوشـه اول شـامل ۱۴ ژنوتیـپ بـود کـه چهـار ژنوتیپ از الشتر، شش ژنوتیپ از دورود، دو ژنوتیـپ از بیرانشهر و دو ژنوتیپ از نورآباد در این خوشه قرار داشتند. این گروه در خصوصیاتی از قبیل وزن دانه بـا پوست سبز، وزن دانه با پوست سـخت، وزن پوسـت سبز، درصد رطوبت پوسـت سـبز، وزن مغـز مقـادیر متوسطی داشتند و از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز شدند. ۲۳ ژنوتیپ در خوشه دوم قرار گرفتند که از دو زیرخوشه تشکیل شد. زیر خوشه اول از ۱۳ ژنوتیپ شامل چهار ژنوتیپ از الشتر، دو ژنوتیپ از دورود، سه ژنوتیپ از بیرانشهر و سه ژنوتیپ از بروجرد و یـک ژنوتیـپ از نورآباد در این خوشه قرار داشتند. ژنوتیـپ‌هـای ایـن زیرخوشه، اغلب از نظر عملکـرد و اجـزای عملکـرد (ابعاد دانه و مغز) مقادیر متوسط به بالایی داشتند. زیر خوشـه دوم دارای ده ژنوتیـپ شـامل شـد کـه شـش ژنوتیپ از الشتر، یک ژنوتیپ از دورود، دو ژنوتیپ از بیرانشـهر و یـک ژنوتیـپ از نورآبـاد بودنـد. در ایـن زیرخوشه، درختان ارتفاع بـالا، وزن مغـز بـالای پـنج گرم، وزن خشک پوست سبز بالای سه گرم، وزن دانه با پوست سخت بالای ۱۱ گـرم، وزن پوسـت سـبز و وزن دانه با پوست سبز بالایی داشتند. شـش ژنوتیـپ در خوشه سوم قرار گرفتند که سه ژنوتیپ از بروجرد،

دو ژنوتیپ از الشتر و یک ژنوتیپ از نورآباد در این خوشه قرار داشتند که دارای صفاتی از قبیل تاریخ شکوفایی گل ماده تاریخ برداشت و تاریخ خزان هم‌زمان بودند.

تجزیه خوشه‌ای توده‌ها بر اساس صفات مورفولوژیک: توده‌های مورد بررسی بر اساس صفات مورفولوژیک و در فاصله ۶۷/۷۱ به سه گروه تقسیم‌بندی شدند (شکل ۳).



شکل ۳: تجزیه خوشه‌ای پنج تودهٔ گردو در استان لرستان بر اساس صفات ریخت‌شناسی به روش Ward.

اعداد به‌ترتیب، ۱= الشتر، ۲= دورود، ۳= بیرانشهر، ٤= بروجرد و ۵= نورآباد

Figure 3. Cluster analysis of 5 walnut populations in Lorestan based morphologic traits by Ward method. Number 1= Alashtar, 2= Doroud, 3= Beiranshahr, 4= Borojerd and 5= Nourabad respectively.

از نکات قابل توجه در خوشه بندی توده‌ها، قرار گرفتن توده‌های بود که تا حدود زیادی نزدیکی جغرافیایی با هم دارند. در خوشه اول سه توده الشتر، نورآباد و بیرانشهر از ناحیه شمال شهرستان خرم آباد قرار گرفتند. به احتمال زیاد نزدیکی فاصله جغرافیایی این توده‌ها سبب شده است در طی سالیان، تبادل ژرم پلاسم گردو در این منطقه اعم از دانه گردو به‌وسیله انسان (یا حتی پرندگان مانند کلاغ) و دانه گرده بوسیله باد در این محدوده جغرافیایی که حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع است صورت گیرد. این تبادل در نهایت منجر به این شده که ژنوتیپ‌های موجود در این سه توده دارای ویژگی‌های مشابه ژنتیکی بوده و در یک خوشه قرار گیرند. در خوشه دوم توده دورود و در خوشه سوم توده بروجرد به تنهایی قرار گرفتند. این دو توده فاصله جغرافیایی نسبتا زیادی با سه توده دیگر دارند. توده دورود بر خلاف توده بروجرد در اکثر صفات میانگین پایین تا متوسطی داشتند و ژنوتیپ‌های توده بروجرد میانگین متوسط به بالایی داشتند و شاید این دلیل باعث شد که این دو توده میزان تشابه کمتری برای قرار گرفتن در یک خوشه واحد داشته باشند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس صفات ریخت‌شناسی: در تجزیه به عامل‌ها هر عامل شامل مهم‌ترین صفات دارای بیشترین ضریب عاملی می‌باشد. در این بررسی چرخش عامل‌ها با استفاده از روش واریماکس که تغییرات را میان عامل‌ها به شکل یکنواخت توزیع می‌کند، انجام شد. میزان واریانس نسبی هر عامل (درصد واریانس) نشان دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به صورت درصد بیان می‌شود. در این تجزیه، سه

عامل اصلی توانستند در مجموع ۹۳/۳۰ درصد از واریانس کل را توجیه نمایند (جدول ۵).

جدول ۵: مقادیر ویژه و درصد تجمعی واریانس‌ها برای عوامل اصلی و بیستم

Table 5. Eigen value and cumulative percent of variances for main and twenty factors

عامل‌ها Factors	مقادیر ویژه Eigen value	مقادیر ویژه به درصد واریانس Eigen value as percent of variances	درصد تجمعی واریانس Cumulative percent of variances
1	27.94	66.50	66.50
2	7.92	18.90	85.40
3	3.33	7.90	93.30

تجزیه عامل‌ها می‌تواند صفاتی که در مولفه‌های مختلف سبب ایجاد تفاوت اصلی بین ژنوتیپ‌ها شده است را مشخص کند و تجزیه عاملی توانست ۴۱ صفت مورد ارزیابی را به‌صورت سه عامل اصلی بیان کند که عامل‌های اول، دوم و سوم بیشترین سهم را در توجیه واریانس داشته‌اند. در عامل اول صفات حجم و ضخامت دانه سبز، طول و عرض دانه با پوست سخت با ضرایب مثبت قرار گرفتند که این عامل را می‌توان عامل صفات مربوط به ابعاد دانه نامید و ۶۶/۵۰ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. در عامل دوم، صفات درصد مغز با پوست سخت و سبز، شاخص گرد بودن مغز، ضخامت پوست سخت و روغن دارای بالاترین ضرایب در این مولفه بودند که این عامل را می‌توان عامل صفات مربوط به مغز نامید و ۱۸/۹۰ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. در عامل سوم، صفات شاخص گرد بودن دانه سبز، طول دانه سبز، تاریخ شکوفایی گل نر و ماده و پروتئین مغز دارای بالاترین ضرایب در این مولفه بودند که ۷/۹۰ درصد از واریانس کل را توجیه کردند (جدول ۶).

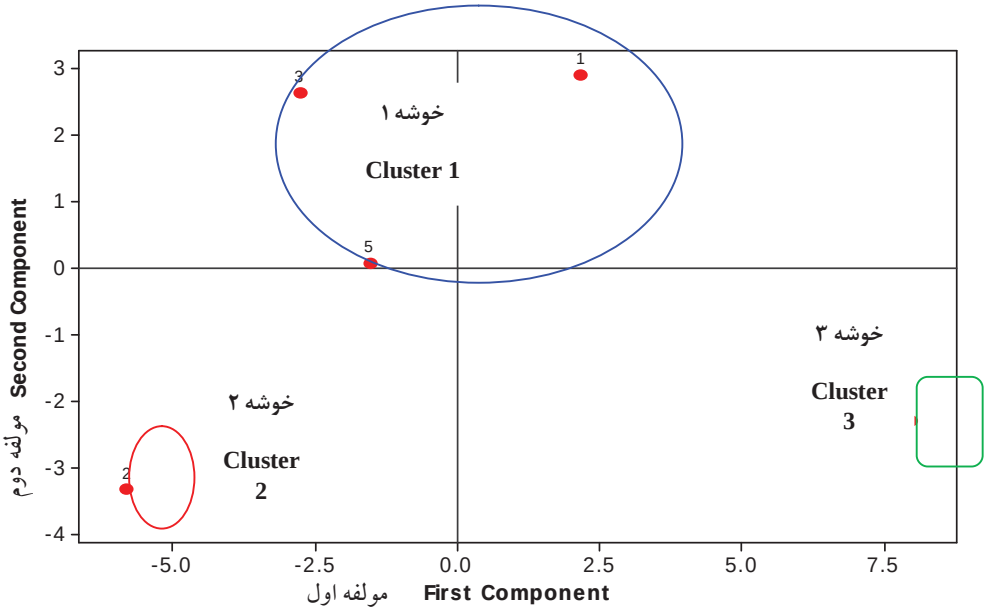
جدول ٦: ضرایب مربوط به برخی صفات ریخت‌شناسی در توده های گردوی استان لرستان

Table 6. Coefficients related with some morphologic traits of walnut populations in Lorestan

صفات traits	مولفه اول PCA 1	مولفه دوم PCA 2	مولفه سوم PCA 3
درصد مغز با پوست سخت Kernel percentage in shell	-0.038	-0.320	0.209
درصد مغز با پوست سبز Green skin moisture percentage	-0.104	-0.291	0.086
شاخص گرد بودن دانه سبز Index of roundness green seed	-0.031	0.005	-0.325
شاخص گرد بودن مغز Index of roundness kernel	0.108	-0.264	-0.048
طول دانه سبز Green seed length	0.112	0.138	-0.378
ضخامت دانه سبز Green seed diameter	0.185	0.003	-0.112
حجم دانه سبز Green seed volume	0.184	0.031	-0.109
طول دانه با پوست سخت Seed length with hard skin	0.185	-0.031	-0.074
عرض دانه با پوست سخت Seed width with hard skin	0.183	-0.084	-0.010

ضخامت پوست سخت Hard skin diameter	-0.045	-0.331	0.130
تعداد برگچه Leaflet number	0.099	0.084	-0.011
تاریخ شکوفایی گل نر Data of male flower blooming	0.122	0.198	0.283
تاریخ شکوفایی گل ماده Data of female flower blooming	-0.128	0.033	-0.356
پروتئین Protein percentage	0.099	-0.132	0.367
روغن Oil percentage	0.125	-0.254	0.025

با توجه به تجزیه عامل‌ها، بیشترین تفاوت ژنوتیپ‌ها را عوامل اول، دوم و سوم به‌ترتیب با واریانس‌های ۶۶/۵۰، ۱۸/۹۰ و ۷/۹۰ درصد بین ژنوتیپ‌ها ایجاد کرده است (جدول ۵). در نهایت از دو مؤلفه اصلی اول برای نمایش گرافیکی پراکنش توده‌ها استفاده شد (شکل ۴). پراکنش توده‌ها بر اساس دو مولفه اصلی با تجزیه خوشه‌ای توده‌های گردو در استان لرستان بر اساس صفات ریخت‌شناسی همخوانی داشت، بطوری‌که در نمایش گرافیکی پراکنش توده‌ها، توده‌های الشتر، نورآباد و بیرانشهر در یک گروه و توده دورود و بروجرد جداگانه در دو منتهی الیه مولفه اول و با فاصله از دیگر توده‌ها قرار گرفتند (شکل ۴). در مطالعه حق جویان و همکاران (۲۰۰۵) که به بررسی توده تویسرکان و چهار کلکسیون کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد پرداختند. توده تویسرکان بالاترین میزان چربی و میزان پروتئین را داشتند. بر اساس داده‌های ریخت‌شناسی، این ژنوتیپ‌ها به پنج کلاستر دسته‌بندی شدند. در تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس فاصله اقلیدسی، دو مولفه اصلی اول، به‌طور تجمعی ۹۹/۸۷٪ کل تغییرات داده‌های اولیه را توجیه کردند. همچنین، نمایش دو بعدی ژنوتیپ‌ها بر اساس دو مولفه اصلی الگوی مشابه تجزیه کلاستر بوجود آورد (۱۶). در مطالعه حاضر نیز سه عامل اصلی توانستند در مجموع ۹۳/۳۰ درصد از واریانس کل را توجیه نمایند (جدول ۵). در پژوهش جعفری صیادی و همکاران (۲۰۰۶) که به بررسی ویژگی های برگ ۲۴۳ پایه گردو در ۹ جمعیت شامل ۴ جمعیت گردوی خودروی جنگل‌های شمال و ۵ جمعیت گردوی دست کاشت در کرج، تویسرکان، خراسان، ارومیه و شاهرود پرداختند، تجزیه و تحلیل خوشه ای صفات نشان داد که پایه های مورد بررسی در ۱۹ خوشه قرار گرفتند، که هفت خوشه آن تک عضوی و چهار خوشه آن دو یا سه عضوی بودند (۱۹). تنوع موجود در این مطالعات که بر روی ویژگی‌های میوه و برگ گردو انجام شده است، با تنوع حاصل در پژوهش حاضر مطابقت دارد.



شکل ٤: نمودار پراکنش توده‌های گردوی بومی لرستان بر اساس دو مولفه اصلی. به‌ترتیب، ۱= الشتر، ۲= دورود، ۳= بیرانشهر، ٤= بروجرد و ٥= نورآباد

Figure 4. Distribution diagram of 5 native walnut populations in Lorestan based two main components. Respectively, 1= Alashtar, 2= Doroud, 3= Beiranshahr, 4= Borojerd and 5= Nourabad.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که از نظر میزان تنوع و پراکنش توده‌ها، صفات وزن پوست سبز، رطوبت پوست سبز و وزن دانه سبز بیشترین تنوع را در صفات مورد بررسی داشتند و توده‌های که تا حدود زیادی نزدیکی جغرافیایی با هم داشتند در یک خوشه قرار گرفتند که نشان دهنده جریان ژنی در بین این توده‌ها است. در میان توده‌های مورد بررسی از نظر میزان پروتئین و روغن، به‌ترتیب توده‌های الشتر، بروجرد و دورود بالاترین مقادیر پروتئین و روغن را داشتند ولی این سه توده، در خوشه‌های جداگانه‌ای در تجزیه کلاستر قرار گرفتند که شاید علت آن موثر بودن دیگر صفات مورد بررسی در این مطالعه است که در همین راستا، تجزیه به مولفه‌های اصلی برای یافتن صفات موثر در پراکنش توده‌ها نسبت به هم انجام و مشخص شد که در عامل اصلی اول که ۶۶/۵۰ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفات حجم و ضخامت دانه سبز، طول و عرض دانه با پوست سخت بیشترین تاثیر را در پراکنش توده‌ها در این مطالعه داشته‌اند. همچنین نتایج نشان داد که از نظر صفات مربوط به دانه و مغز، توده بروجرد با داشتن وزن دانه با پوست سخت و بالاترین درصد مغز و مناسب‌ترین توده جهت انتخاب پایه‌های با عملکرد مناسب دانه می‌باشد، اما بیشترین درصد مغز با پوست سخت در توده نورآباد و بیشترین درصد مغز با پوست سبز در توده دورود مشاهده شد زیرا که توده‌های الشتر و بروجرد دارای ضخیم‌ترین پوست سخت و توده دورود دارای کم‌ترین ضخامت پوست سخت در بین توده‌ها بودند که همین عامل سبب افزایش درصد مغز در توده دورود نسبت به توده‌های الشتر و بروجرد شد. در نهایت توده‌های دورود و سپس نورآباد به‌ترتیب به جهت داشتن بیشترین درصد مغز با پوست سبز و بیشترین درصد مغز با پوست سخت جهت گزینش از نظر عملکرد مغز و انجام برنامه‌های اصلاحی آینده گردو در استان لرستان قابل توصیه می‌باشند.

منابع

1. AOAC, 1984. Official methods of analysis, Association of official Analytical chemists, Washington, DC.
2. Arzani, K. 2003. Approach on importance, protect, maintenance, breeding and management of Iranian traditional orchards. The First Conference of the Iranian Traditional Orchards: 1-5. (In Persian)
3. Arzani, K., Mansouri Ardakan, H. and Vezvaei, A. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotype from central Iran. New Zealand. J. Crop Hort. Sci. 36: 159-168.
4. ASAE. 1994. ASAE standards S352.3 - moisture measurement-ungrounded grains and seeds. In M. I. St. Joseph. ASAE. pp. 469.
5. Aslantas, R. 2006. Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. New Zealand. J. Crop Hort. Sci. 34: 231-237.
6. Atefi, J.1990. Preliminary research of Persian walnut and correlation between pair characters. Acta Hort. 284: 97-104.
7. Atefi, J. 1993. Evaluation of walnut genotypes in Iran. Acta Hort. 311:24-33.
8. Atefi, J. 1997. Study on phenological and pomological characters on walnut promising clones in Iran. Acta Hort. 442:101–108.
9. Beede, R.H. 1985. Origin of walnut. pp. 3-7. In: Ramos, E. (ed.) Walnut Production Manual. University of California, Publication 3373, USA.
10. Ehteshamnia, A., Sharifani, M., Vahdati, K., Erfani-Moghadam, V., Musavizadeh, J. and Mohseni, S. 2009. Investigation of morphological diversity among native populations of Walnut (*Juglans regia*) in Golestan province of Iran. J. Agri. Sci. Nat. Res. 16(3): 29-48. (In Persian)
11. Forde, H.I. and G.H. McGranahan. 1996. Walnuts, In: Janick, J. and N. Moore. (eds). Fruit Breeding. 3, Nuts. 241-274.
12. Germain, E. 1993. The Persian walnut in Iran. NUCIS Newsletter 1:5-6.
13. Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D. and Ghasemi, SH. 2011. Variability in nuts of twelve walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province. J. of food and Sci. Tech. (JFST), 8(31): 63-68. (In Persian)
14. Gholami, M. 1990. The Study of Walnut Genotypes for Cultivar Selection in Hamedan Province. Abstracts of the First National Walnut Congress, September 2003, Hamedan. Pp, 4. (In Persian)
15. Hagh-jouyan, R. 2002. Investigation Genetic Diversity of Tuyserkan Walnut Population and Four Walnut Collection of Country by Morphologic and RAPD Markers. Ph.D Thesis of Horticulture Science, Islamic Free University, Unit of Research Science.
16. Haghjouyan, R., Ghareriazi, B., Sanei-Sharuat-Panahi, M. and Khalighy, A. 2005. Investigation Genetic Diversity of Walnut Genotype in Different Region of Country by Quantaitives Morphological Marker. J. of Pajhouhesh and Sazandegi. No 69. (In Persian)
17. Hansche, P.E., Beres V. and Fordde. H.I. 1972. Estimates of quantitative genetic properties of walnut and their implications for cultivar improvement. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 279–285.
18. Imani, A., Zabihi, H. and Piri, S. 2011. Evaluation of Genetic Diversity and selection Elite Trees of Persian Walnut in Khalkhal city. 7th Horticulture congress, Esfahan, Iran. 2160-2173.
19. Jafari-Sayadi, M.H. 2006. Genetic Diversity of Iranian Native Walnut Population of Northern Forests and Morphological Comparison Them with Walnut other Region of Country. PhD Thesis of Forest Sciences, Agricultural and Natural Resources Faculty. University of Tehran. (In Persian)
20. Malvolti, M. E., Paciucci, M., Cannata, F. and Fineschi, S. 1993. Genetic variation in Italian populations of *Juglans regia* L. Acta Hort. 311: 86–94.
21. Mansori-Ardakan, H. 2001. Identification of superior walnut genotypes in some regions of Yazd province. M.Sc. Thesis of Horticulture Science, Agriculture Faculty, Tarbiat Modares University. (In Persian)

22. Patterson, A.H. 1990. DNA markers in plant improvement. Adv. Agron. 46: 39-90.
23. Radnia, H. 1996. Rootstock for Fruit Crops. Agriculture Education Press. 637 pp. (In Persian)
24. Rezaie, R., Hasani, G., Hassani, D. and Vahdati, K. 2008. Morphobiological characteristics of some newly selected walnut genotypes from seedling collection of Kahriz–Orumia. J. Hort. Sci. Tech. 9(3): 205-214. (In Persian)
25. Saadat, Y.A. and Zandi, P. 2000. Identification and evaluation of persian walnut elite trees in Fars province. J. Pajoohesh Sazandegi. 52: 14-18. (In Persian)
26. Soleimani, A., Rabie, V., Hassani, D. and Amiri, M.A. 2009. Effects of rootstock and cultivar on propagation of Persian walnut (*Juglans regia* L.) using hypocotyle grafting. J. of Seed Plant Prod. 25-27: 93-101. (In Persian)
27. Vezvaee, A., Vahdati, K. and Taj-Abadi, A. 2003. Descriptors for walnut, pistachio, almond. Khaniran, Press. 163p. (In Persian)
28. Zeneli, G., Kola, H. and Dida, M. 2005. Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. Sci. Hort. 105: 91-100.