مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۴ صفحه‌های ۳۹۵ تا ۴۱۴ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز برخی از رقم‌ها و نژادگان‌های بادام شمال غرب ایران[1]

Nut and Kernel Characteristics of Some Almond Cultivars and Genotypes in Northwest of Iran

محمد زرین‌بال*، حسین فتحی، جلیل دژم‌پور و سید علی موسوی‌زاده[2]

چکیده

مطالعه تنوع ریخت‌شناسی نژادگان‌های بومی بادام با هدف انتخاب و معرفی رقم‌های جدید اهمیت دارد. در این پژوهش ۳۰ نژادگان بومی جمع‌آوری شده و شش رقم تجاری بادام از نظر ۲۲ ویژگی کمی و کیفی خشک‌میوه و مغز ارزیابی شدند. برای ویژگی‌های وزن خشک‌میوه، رنگ، استحکام و بازشدن پوسته چوبی، طعم مغز و درصد مغز میان نژادگان‌ها تنوع بالایی مشاهده گردید. تجزیه خوشه‌ای براساس ویژگی‌های شاخص، این نژادگان‌ها را به پنج گروه جدا نمود. نژادگان‌های ALC203، ALC413 و رقم‌های نون‌پاریل، یلدا و منقا که در خوشه دوم قرار گرفتند، پوست نازک و درصد بالای مغز داشتند که برای مصرف آجیلی اهمیت دارند. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس میانگین ۱۰ ویژگی شاخص، سه مؤلفه اصلی اول در مجموع ۸۰/۷۵ ٪ از تنوع ویژگی‌ها را توجیه کردند، به‌طوری که در مؤلفه اصلی اول وزن خشک‌میوه، ضخامت و استحکام پوسته چوبی و در مؤلفه اصلی دوم ابعاد خشک‌میوه و مغز دارای بیشترین سهم در تفکیک نژادگان‌ها بودند. استحکام پوسته چوبی با ضخامت پوسته و وزن خشک‌میوه همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. درصد مغز با ضخامت پوسته چوبی و استحکام آن همبستگی منفی، اما با باز شدن پوسته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. این نتیجه‌ها برای گزینش نژادگان‌های امیدبخش بادام مفید می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: بادام، خشک‌میوه ، تجزیه به مولفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، تنوع ریخت‌شناسی.

مقدمه

درخت بادام (*Prunus dulcis* Mill. Syn. *P. amygdalus* L.) به تیره Rosaceae و زیر تیره Prunoideae تعلق دارد و در مناطق معتدله ایران می‌روید. توده‌های وحشی *P. communis* L. در آسیای مرکزی منشاء رقم‌های اهلی بادام هستند که بیشتر در عرض جغرافیایی ۴۵-۳۶ درجه شمالی و در ارتفاع ۱۷۰۰-۷۰۰ متر از سطح دریا یافت می‌شوند. مناطق عمده تولید بادام در آسیا، حوضه دریای مدیترانه و آمریکای شمالی می‌باشند (۱۵). ایران از مهم‌ترین تولیدکنندگان بادام در جهان است که از نظر سطح زیر کشت با ۵۰۸۵۶ هکتار پس از کشورهای اسپانیا، آمریکا، تونس، مراکش، سوریه، ایتالیا و لیبی در رتبه هشتم و از نظر میزان تولید با ۱۱۱۸۴۵ تن پس از کشورهای آمریکا، اسپانیا و مراکش در رتبه چهارم جهان قرار دارد (۱۱). کشورهای تولیدکننده بادام برنامه‌های به‌نژادی طولانی مدتی را جهت برآوردن نیازهای بادام‌کاری دنبال نموده‌اند. مطالعه تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم گیاهی اهمیت بالایی داشته و گام مهمی در جهت شناسایی، ارزیابی، حفظ و نگهداری ذخایر توارثی و معرفی رقم‌های جدید در برنامه‌های به‌نژادی به شمار می‌آید (۷، ۸). در این راستا خزانه ژنتیکی از درختان دارای ویژگی‌های مطلوب هر منطقه در کلکسیون ژرم‌پلاسم گیاهی جمع‌آوری شده و سپس با استفاده از روش‌های مناسب به‌نژادی برای گزینش رقم‌ها اقدام می‌شود (۹، ۱۶، ۲۷). اولین برنامه به‌نژادی بادام در ایران در میانه دهه ۱۳۵۰ توسط چایچی و همکاران

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۲۲

۲- به ترتیب استادیار، پژوهشگر، دانشیار و استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO، تبریز، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (m.zarrinbal@areeo.ac.ir)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند در تبریز آغاز شد و اولین رقم‌های اصلاح شده بادام دیرگل را در سال ۱۳۷۲ معرفی نمودند (۷). در پژوهش‌های آن‌ها رقم‌های آذر، حریر و شکوفه از برنامه‌های دورگه‌گیری به‌دست آمدند، رقم سهند از کلکسیون نژادگان‌های بومی بادام انتخاب شد و رقم‌های فرانیس[۱] و یلدا از مطالعه‌های سازگاری رقم‌های خارجی حاصل شدند. پس از آن، اسکندری و همکاران رقم‌های آراز و اسکندر را که حاصل برنامه‌های دورگه‌گیری در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند بودند، معرفی نمودند. در ادامه Dejampour و همکاران (۸) از سال ۱۳۷۴ کلکسیون جدیدی با بیش از ۷۰ نژادگان به همراه چندین رقم خودبارور ایتالیایی را در این ایستگاه ایجاد کرده و مورد مطالعه قرار دادند.

برای طبقه‌بندی ژرم‌پلاسم گیاهی و واکاوی روابط ژنتیکی بین افراد از روش‌های آماری چند متغیره استفاده می‌شود. از آنجایی که این روش‌ها به‌طور هم‌زمان چندین ویژگی را مد نظر قرار می‌دهند، در مطالعه تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های ریخت‌شناسی، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیعی دارند. از میان آن‌ها، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه به عامل‌ها کاربرد بیشتری دارند (۲۳، ۲۶، ۲۸). در تجزیه خوشه‌ای، افراد درون هر خوشه از نظر ویژگی‌های مورد مطالعه دارای شباهت‌های زیاد می‌باشند، اما افرادی که در خوشه‌های جداگانه قرار می‌گیرند از نظر آن ویژگی‌ها دارای شباهت‌های کمتری هستند. در یک مطالعه تنوع ریخت‌شناسی ۵۲ رقم بادام در جنوب ایتالیا از نظر ۲۰ ویژگی مربوط به درخت، خشک‌میوه و مغز مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه خوشه‌ای این رقم‌ها، آن‌ها را در هفت گروه اصلی قرار داد که مهم‌ترین عامل در تشکیل خوشه‌ها درصد دوقلویی مغز و پس از آن ضخامت، شکل و اندازه خشک‌میوه و مغز بودند. هم‌چنین درصد دوقلویی و درصد مغز ضریب تغییر بالایی را نشان دادند، اما میزان روغن مغز کمترین ضریب تغییر را در بین ویژگی‌های مورد ارزیابی نشان داد (۶). در مطالعه دیگری به منظور ارزیابی تنوع ریخت‌شناسی در بیش از ۵۰ نژادگان بادام، ۲۲ ویژگی رویشی و زایشی از جمله ویژگی‌های مربوط به مغز، میوه و درخت مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که بیشترین تنوع در ویژگی‌هایی از جمله طعم مغز، وزن خشک میوه، اندازه مغز و میزان سختی درون‌بر (پوسته چوبی) وجود داشت. نتیجه‌های تجزیه خوشه‌ای بر اساس ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، این نژادگان‌ها را به چهار گروه تقسیم نمود که عوامل مهم در تفکیک خوشه‌های اصلی شامل وزن خشک‌میوه، سختی پوسته چوبی، میزان نقوش، شکاف روی پوسته چوبی و اندازه مغز بودند (۹). تجزیه به مؤلفه‌های اصلی یک روش مناسب برای کاهش حجم متغیرهای اولیه، توصیف تنوع موجود در جامعه، تفسیر بهتر روابط و تعیین سهم ویژگی‌ها در تنوع کل می‌باشد. در این روش، اولین مؤلفه بیشترین تغییرها را در بر می‌گیرد و بعد از آن بیشترین واریانس مربوط به مؤلفه دوم است و آخرین مؤلفه کمترین واریانس را دارد. از این روش به طور معمول برای گروه‌بندی رقم‌ها و نژادگان‌ها استفاده می‌شود و در واقع مکمل روش تجزیه خوشه‌ای است (۲، ۴، ۱۷، ۲۰). از روش‌های آماری چند متغیره شامل تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه به عامل‌ها برای تفکیک و گروه‌بندی نژادگان‌های زردآلو (۲، ۲۱) و بادام (۱، ۶، ۱۸، ۱۹) استفاده شده است. از سوی دیگر برای به‌نژادی رقم‌های گیاهی بایستی از روابط میان ویژگی‌ها و همبستگی بین آن‌ها شناخت کافی به‌دست آورد. وجود همبستگی بین ویژگی‌ها به انتخاب ویژگی‌های مهم به صورت غیرمستقیم کمک کرده و این امر برنامه‌های به‌نژادی را آسان‌تر و سریع‌تر می‌نماید (۳۲). در یک مطالعه تنوع ریخت‌شناسی بین بادام‌های انتخابی در مراکش و رقم‌های خارجی مناطق مدیترانه و آمریکای شمالی از نظر ویژگی‌های خشک‌میوه، مغز و عادت رشد درخت بررسی و گزارش گردید که ویژگی‌های ریخت‌شناسی خشک‌میوه و مغز کمتر از شرایط اقلیمی تأثیر می‌پذیرند و در مقایسه با ویژگی‌های برگ و شاخه در ارزیابی تنوع ژنتیکی بین رقم‌ها و نژادگان‌های بادام از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (۱۷).

با توجه به تنوع ژنتیکی گسترده بادام در ایران و اهمیت این محصول از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید، پژوهش حاضر به‌منظور مطالعه تنوع ریخت‌شناسی و ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز نژادگان‌های جمع‌آوری شده از مناطق شمال غربی ایران در جهت پیشبرد اهداف به‌نژادی و دستیابی به نژادگان‌های امیدبخش به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی انجام گرفت. این ایستگاه در جنوب غربی تبریز با مختصات ۴۶ درجه و ۴۵

[۱]- Fragness

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

دقیقه شرقی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۵۹ متر از سطح دریا واقع شده است. خاک ایستگاه لیمونی- شنی بود، کمینه و بیشینه دمای اتفاق افتاده ۲۸- و ۴۲ درجه سلسیوس و متوسط بارندگی سالیانه ۳۵۰-۲۵۰ میلی‌متر گزارش شده است. در این آزمایش تعداد ۳۰ نژادگان بومی به همراه شش رقم تجاری بادام برای ۲۲ ویژگی کمی و کیفی خشک‌میوه و مغز مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول‌های ۱، ۲). نژادگان‌های بومی مورد مطالعه از بخش‌های شمال غربی ایران با هدف دستیابی به رقم‌های دارای ویژگی‌های مطلوب خشک‌میوه و مغز جمع‌آوری شدند، رقم‌های آذر، یلدا و منقا از رقم‌های مرغوب اصلاح شده و رقم‌های نون‌پاریل[۱] فرانیس و A230 از رقم‌های وارداتی بودند که در کلکسیون بادام واقع در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند استقرار یافته‌اند. درختان ۱۵-۱۲ ساله بادام روی پایه بذری با فواصل ۶×۵ متر کاشته شده و با روش آبیاری قطره‌ای آبیاری می‌شدند. تعداد ۳ درخت بالغ برای هر رقم و نژادگان انتخاب شد و تعداد ۵۰ عدد میوه از جهت‌های مختلف درخت به صورت تصادفی برداشت شدند. سپس اندازه‌گیری و ثبت ۲۲ ویژگی مربوط به خشک‌میوه و مغز براساس جدول ۱ به روش‌های متفاوت و مناسب هر یک انجام شد. کددهی برخی از ویژگی‌ها بر اساس توصیف‌گر بادام (۱۲) با اندکی تغییر انجام شد (جدول ۱). پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های مورد مطالعه، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای و همبستگی ساده بین ویژگی‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گردید. تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی نژادگان‌ها و رقم‌ها با استفاده از روش وارد[۳] با کمینه واریانس و بر مبنای فاصله اقلیدسی[۴] به عنوان معیار فاصله استفاده شد و محاسبه فاصله‌ها بعد از استاندارد نمودن داده‌ها انجام گرفت. برای ویژگی‌های کمی عدد اندازه‌گیری شده و برای ویژگی‌های کیفی کد به‌دست آمده از توصیف‌گر در نرم افزار وارد شدند.

جدول ۱- ویژگی‌های مورد مطالعه و روش اندازه‌گیری آن‌ها در نژادگان‌ها و رقم‌های انتخابی براساس توصیف‌نامه بین‌المللی بادام (گلوکان، ۱۹۸۵).

Table 1. Studied traits and their measurement method in selected genotypes and cultivars based on international almond descriptor (Gluckan, 1985).

شماره Number	ویژگی Trait	واحد Unit	روش اندازه‌گیری Meagerment method
1	شکل خشک‌میوه Nut Shape	کد code	گرد round (۱)؛ تخم‌مرغی oval (۲)؛ تخم‌مرغی کشیده long oval (۳)؛ قلبی شکل heart (۴)؛ کشیده Long (۵)
2	طول خشک‌میوه Nut Lenght	میلی‌متر mm	کولیس Coulisse
3	عرض خشک‌میوه Nut Width	میلی‌متر mm	کولیس Coulisse
4	طول × عرض خشک‌میوه Nut Length × Width	میلی‌متر مربع mm^2	محاسبه Calculation
5	طول مغز Kernel Lenght	میلی‌متر mm	کولیس Coulisse
6	عرض مغز Kernel Width	میلی‌متر mm	کولیس Coulisse
7	طول × عرض مغز Kernel Length × Width	میلی‌متر مربع mm^2	محاسبه Calculation
8	درصد مغز به پوست Kernel Percentage	٪ %	محاسبه Calculation
9	رنگ پوسته چوبی Shell Color	کد code	خیلی کم very low (۱)؛ کم low (۳)؛ متوسط intermediate (۵)؛ زیاد high (۷)؛ خیلی زیاد very high (۹)
10	استحکام پوسته چوبی Shell Hardness	کد code	خیلی کم very low (۱)؛ کم low (۳)؛ متوسط intermediate (۵)؛ زیاد high (۷)؛ خیلی زیاد very high (۹)

۱- NonPariel ۲- Ward method ۳- Euclidean distance

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

11	وزن خشک‌میوه Nut Weight	گرم g	ترازوی دیجیتالی Digital scale
12	وزن مغز Kernel Weight	گرم g	ترازوی دیجیتالی Digital scale
13	درصد دو مغزی Twin kernel Percentage	کد code	صفر یا خیلی کم zero to very low (۱)؛ کم low (۳)؛ متوسط intermediate (۵)؛ زیاد high (۷)؛ خیلی زیاد very high (۹)
14	شکل مغز Kernel Shape	کد code	کشیده narrow (۳)؛ بیضی oval (۵)؛ بیضی پهن broad oval (۷)؛ پهن broad (۹)
15	اندازه مغز Kernel Size	کد code	خیلی کوچک very small (۱)؛ کوچک small (۳)؛ متوسط intermediate (۵)؛ بزرگ large (۷)؛ خیلی بزرگ very large (۹)
16	ضخامت مغز Kernel Thickness	کد code	خیلی نازک very thin (۱)؛ نازک thin (۳)؛ متوسط intermediate (۵)؛ ضخیم thick (۷)؛ خیلی ضخیم very thick (۹)
17	رنگ مغز Kernel Color	کد code	زرد yellow (۱)؛ زرد مایل به قهوه‌ای brownish yellow (۲)؛ قهوه‌ای روشن light brown (۳)؛ قرمز قهوه‌ای brownish red (۴)؛ قهوه‌ای تیره dark brown (۵)
18	طعم مغز Kernel Taste	کد code	شیرین sweet (۱)؛ کمی تلخ light bitter (۳)؛ تلخ bitter (۵)
19	ضخامت پوسته چوبی Shell Thickness	کد code	نازک thin (۳)؛ متوسط intermediate (۵)؛ ضخیم thick (۷)
20	تزئینات روی پوسته چوبی Marking of Outer Shell	کد code	فرو رفتگی پراکنده sparsely pored (۱)؛ متوسط intermediate (۳)؛ متراکم densly (۵)؛ شیاردار scribed (۷)
21	سختی پوسته چوبی Shell Hardness	کد code	خیلی کم very low (۱)؛ کم low (۳)؛ متوسط intermediate (۵)؛ زیاد high (۷)؛ خیلی زیاد very high (۹)
22	باز شدن پوسته چوبی Shell Opening	کد code	بسته close (۱)؛ نیمه شکوفا semi open (۳)؛ شکوفا open (۵)

نتایج و بحث

میانگین عددی ویژگی‌های کمی و کیفی خشک‌میوه و مغز در نژادگان‌ها و رقم‌های مورد مطالعه بادام و هم‌چنین اشتباه استاندارد از میانگین، دامنه و ضریب تغییرات هر ویژگی در جدول ۲ آورده شده است. ویژگی‌های دارای ضریب تغییرات بیشتر، محدوده وسیع‌تری از کمیت ویژگی را دارا هستند که دامنه انتخاب بیشتری برای آن‌ها فراهم آورده است. شکل خشک‌میوه در نژادگان‌های ALC203، ALC205، ALC309، ALC406، ALC413، ALC522، ALC1016، ALC1109، ALC1201، ALC1211 و ALC1304 و در رقم‌های نون پاریل و منقا قلبی شکل (کد ۴)، اما در سایر نژادگان‌ها و رقم‌ها تخم‌مرغی شکل (کد ۲ و ۳) بود. نژادگان ALC422 بیشترین (۳۷/۴ میلی‌متر) و رقم آذر کمترین (۲۴/۵ میلی‌متر) میانگین طول خشک‌میوه را دارا بودند. هم‌چنین نژادگان ALC422 بیشترین (۲۵/۲ میلی‌متر) و نژادگان ALC413 کمترین (۱۵ میلی‌متر) میانگین عرض خشک‌میوه را داشتند. رنگ پوسته چوبی در نژادگان‌های ALC309، ALC519 و ALC1201 تیره‌تر (کد ۷) و در سایر نژادگان‌ها روشن‌تر (کد ۱ و ۳) بود. استحکام پوسته چوبی در نژادگان‌های ALC322، ALC716 و ALC1109 بیشتر (کد ۹) بود و در گروه بادام‌های سنگی قرار گرفتند. وزن متوسط خشک‌میوه بادام (پوسته چوبی + مغز) در نژادگان ALC1109 بیشتر (۶/۹۶ گرم) و در نژادگان ALC703 کمتر (۱/۱ گرم) بود. نژادگان‌های ALC322، ALC422، ALC716، ALC1109، ALC1304، ALC1406 و ALC1604 از ضخامت پوسته چوبی بیشتری (کد ۷) برخوردار بودند. باز شدن پوسته چوبی در نژادگان ALC703 و رقم نون پاریل مشهود بود (کد ۵) و جزو نژادگان‌های دارای میوه شکوفا محسوب شدند. طول مغز بادام در رقم فرانیس بیشترین (۲۷/۶ میلی‌متر) و در نژادگان ALC1304 کمترین (۲۰/۳ میلی‌متر) بود. عرض مغز بادام در نژادگان ALC422 بیشترین (۱۵/۴ میلی‌متر) و در نژادگان ALC110 کمترین (۹/۳ میلی‌متر) بود. رقم نون پاریل بیشترین (۸۳/۸۹ ٪) و نژادگان ALC422 کمترین (۲۰/۳۸ ٪) درصد مغز را داشتند. نژادگان ALC1109 بیشترین (۱/۵۹ گرم) و نژادگان ALC117 کمترین (۰/۶۴ گرم) میانگین وزن مغز بادام را داشتند. درصد دو مغزی که یک ویژگی منفی محسوب

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

می‌شود در نژادگان‌های ALC716 و ALC901 بیشتر (کد ۹) بود. شکل مغز در نژادگان‌های ALC205، ALC422، ALC716، ALC1201 و ALC1406 پهن‌تر (کد ۹) و در سایر نژادگان‌ها شکل مغز دراز و باریک بود. نژادگان‌های ALC716 و ALC1109 و رقم فرانیس مغزهای درشت‌تری (کد ۹) داشتند. هم‌چنین نژادگان‌های ALC413، ALC504، ALC703، ALC716 ، ALC916 و ALC1809 و رقم‌های آذر و منقا مغزهای ضخیم‌تری (کد ۷) داشتند. رنگ مغز بادام در نژادگان‌های ALC110، ALC117، ALC203، ALC309، ALC322، ALC504، ALC519، ALC604، ALC716، ALC1006، ALC1101 ، ALC1201، ALC1211 و ALC1604 و در رقم یلدا تیره‌تر (کد ۵) بود. طعم مغز در نژادگان‌های ALC309 و ALC322 تلخ (کد ۵) و در نژادگان‌های ALC406، ALC716، ALC901، ALC916، ALC1201، ALC1304 و ALC1406 کمی تلخ (کد ۳) بود، اما سایر نژادگان‌ها و رقم‌ها طعم مغز شیرین (کد ۱) داشتند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز

در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس میانگین ۱۰ ویژگی اندازه‌گیری شده شامل طول خشک‌میوه، عرض خشک‌میوه، حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه، شکل خشک‌میوه، درصد مغز به پوسته چوبی، رنگ پوسته چوبی، استحکام پوسته چوبی، وزن خشک‌میوه، اندازه مغز و ضخامت پوسته چوبی در ۳۶ نژادگان و رقم بادام، سه مؤلفه اصلی اول در مجموع ۸۰/۷۵ ٪ از تنوع ویژگی‌ها را توجیه کردند (جدول ۳). مؤلفه اول ۵۱/۸۲ ٪ از تنوع کل را تبیین نمود. این مقدار برای مؤلفه‌های دوم و سوم به ترتیب ۱۶/۵۵ ٪ و ۱۲/۳۷ ٪ بود. در مؤلفه اول ویژگی‌های ضخامت پوسته چوبی، استحکام پوسته چوبی، وزن خشک‌میوه و رنگ پوسته چوبی دارای ضریب‌های مثبت قابل توجه و در ویژگی درصد مغز دارای ضریب منفی قابل توجه بودند. در مؤلفه دوم ویژگی‌های وزن خشک‌میوه، طول خشک‌میوه، حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه، اندازه مغز و عرض خشک‌میوه از ضریب‌های مثبت بزرگ برخوردار بودند. بنابراین، نژادگان‌هایی با مؤلفه اصلی اول بیشتر دارای پوسته چوبی ضخیم‌تر و سخت‌تر (سنگی) و نژادگان‌های دارای مؤلفه اصلی دوم بیشتر دارای میوه‌های بزرگ‌تر با اندازه مغز درشت‌تر و استحکام پوسته متوسط (نیمه‌سنگی) بودند. در مؤلفه سوم ویژگی‌های درصد مغز، رنگ پوسته چوبی، طول خشک‌میوه، اندازه مغز و شکل خشک‌میوه در جهت مثبت و ویژگی‌های ضخامت پوسته چوبی، استحکام پوسته چوبی، حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه و عرض خشک‌میوه در جهت منفی نقش داشتند. نژادگان‌های با مؤلفه اصلی سوم بیشتر دارای میوه‌هایی با مغز نازک و دراز بودند. در این مطالعه استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای گروه‌بندی نژادگان‌های بادام با توجه به همبستگی بین ویژگی‌های میوه به طور کامل مفید بود. پیش‌تر، از این روش برای گروه‌بندی نژادگان‌های زردآلو (۳)، هلو (۳۳) و بادام (۶، ۲۳، ۲۹، ۳۱) استفاده شده است. هدف از آن، کاهش حجم داده‌ها است، به طوری که داده‌های کاهش یافته بتوانند به تقریب تمامی جنبه‌های اطلاعاتی داده‌های اصلی را در بر داشته باشند. مطلوب بودن استفاده از این روش زمانی است که بین متغیرهای اولیه همبستگی وجود داشته باشد. رابطه بین ویژگی‌ها که در این روش بر آن تأکید می‌شود، ممکن است به پیوستگی بین آلل‌های کنترل‌کننده ویژگی‌ها مربوط باشد (۱۳). با این روش، مؤلفه‌های مستقلی از ترکیب خطی متغیرهای اولیه به وجود می‌آید. عدم همبستگی بین این مؤلفه‌ها ویژگی مفیدی است، زیرا هر یک از این مؤلفه‌ها می‌توانند جنبه‌های متفاوتی از داده‌ها را نمایان سازد. در یک مطالعه ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز ۵۶ نژادگان از ۱۷ گونه و واریته وحشی بادام توسط Rahemi و همکاران (۲۵) مورد مطالعه قرار گرفت که در گروه‌بندی نمونه‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، پنج مؤلفه اصلی اول در مجموع ۹۱ ٪ از واریانس کل ویژگی‌ها را توجیه کردند. مؤلفه اصلی اول در برگیرنده قسمت عمده تغییرها در ویژگی‌های عرض مغز، عرض خشک‌میوه، طول خشک‌میوه، طول مغز، وزن مغز، شکل و ضخامت خشک‌میوه بود. مؤلفه اصلی دوم تغییرهای مربوط به نسبت عرض مغز به طول مغز، شکل مغز و مؤلفه اصلی سوم بیشتر در بر گیرنده تغییرهای مربوط به ضخامت مغز بودند (۲۵). در مطالعه دیگری Talhouk و همکاران (۳۰) تنوع ریخت‌شناسی ۱۴۹ نژادگان بادام بومی لبنان را با مطالعه ۱۳ ویژگی کمی و کیفی مورد مطالعه قرار دادند. نتیجه‌های تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ویژگی‌های وزن خشک‌میوه، حجم خشک‌میوه، عرض خشک‌میوه، حجم مغز و سختی پوسته چوبی دارای سهم قابل توجهی در مؤلفه اول بودند که به ترتیب ۳۸/۷ ٪ و ۴۶/۷ ٪ از واریانس کل را برای *Amygdalus communis* و *A. orientalis* توجیه نمودند. ویژگی‌های مربوط به برگ در مؤلفه دوم دارای سهم قابل توجه بودند، به طوریکه به ترتیب ۱۸ ٪ و ۲۳/۲ ٪ از واریانس کل را در این دو گونه توجیه کردند و هیچ رابطه معنی‌داری بین ویژگی‌های برگ و ویژگی‌های میوه در این

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

جدول ۲- کمینه، بیشینه، میانگین کل، انحراف معیار، اشتباه استاندارد از میانگین، دامنه و ضریب تغییرات ویژگی‌های ارزیابی شده خشک‌میوه و مغز در ۳۶ نژادگان و رقم بادام.

Table 2. Minimum, maximum, total mean, Std. deviation, Std. error of mean, range and coefficient of variation of evaluated nut and kernel traites in 36 genotypes and cultivars of almond.

ردیف Number	نژادگان Genotype	منشأ Origion	شکل خشک‌میوه (کد) Nut Shape (Code)	طول خشک‌میوه (میلی‌متر) Nut Lenght (mm)	عرض خشک‌میوه (میلی‌متر) Nut Width (mm)	طول × عرض خشک‌میوه (میلی‌متر مربع) Nut Length × Width (mm^2)	رنگ پوسته چوبی (کد) Shell Color (Code)	استحکام پوسته چوبی (کد) Shell Hardness (Code)	وزن خشک‌میوه (گرم) Nut Weight (g)	ضخامت پوسته چوبی (کد) Shell Thickness (Code)	تزئینات روی پوسته چوبی (کد) Marking of Outer Shell (Code)	باز شدن پوسته چوبی (کد) Shell Opening (Code)
1	ALC110	Iran	3	28.2	16.7	470.94	5	3	2.51	5	1	1
2	ALC117	Iran	3	26.3	15.8	415.54	3	5	1.91	5	3	1
3	ALC203	Iran	4	35.9	18.9	678.51	3	3	2.3	3	5	1
4	ALC205	Iran	4	35.2	20.2	711.04	3	5	2.64	5	1	1
5	ALC302	Iran	3	28.5	19.6	558.6	5	3	2.39	5	5	1
6	ALC309	Iran	4	30.7	19.2	589..44	7	3	2.63	5	3	1
7	ALC322	Iran	3	33	20.1	663.3	5	9	4.03	7	3	1
8	ALC406	Iran	4	28.6	16.5	471.9	3	1	1.42	3	1	1
9	ALC413	Iran	4	32.6	15	489	5	3	1.77	5	3	1
10	ALC422	Iran	2	37.4	25.2	942.48	5	7	5.92	7	3	1
11	ALC504	Iran	3	34.6	21.4	740.44	5	5	2.56	5	5	1
12	ALC519	Iran	3	29.4	17.4	511.56	7	3	2.59	5	3	1
13	ALC522	Iran	4	27.8	15.7	436.46	1	3	1.35	5	5	1
14	ALC604	Iran	3	27	17	459	1	3	1.94	3	5	1
15	ALC703	Iran	2	24.8	16.9	419.12	1	1	1.1	3	7	5
16	ALC716	Iran	3	37.3	23	857.9	1	9	5.81	7	3	1
17	ALC806	Iran	2	26.1	17.4	454.14	1	3	1.88	5	5	1
18	ALC901	Iran	3	29.2	18.3	534.36	3	5	4.21	5	3	1
19	ALC916	Iran	2	30.5	22.2	677.1	1	1	2.24	3	7	1
20	ALC1006	Iran	3	35.4	22.5	796.5	5	7	4.23	5	5	1
21	ALC1016	Iran	4	28.4	18.2	516.88	1	3	1.6	5	3	1
22	ALC1101	Iran	3	33.8	20.7	699.66	3	5	3	5	1	1
23	ALC1109	Iran	4	32.5	19.4	630.5	5	9	6.96	7	5	1
24	ALC1111	Iran	3	34.4	24.7	849.68	5	5	2.21	5	3	1

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

25	ALC1201	Iran	4	33	19.6	646.8	7	7	3.25	5	5	1
26	ALC1211	Iran	4	30	18.9	567	5	7	2.47	5	5	1
27	ALC1304	Iran	4	26.9	20.3	546.07	5	7	2.5	7	5	1
28	ALC1406	Iran	2	32.6	22.1	720.46	5	7	3.14	7	5	1
29	ALC1604	Iran	2	29.7	21.6	641.52	5	7	3.19	7	5	1
30	ALC1809	Iran	2	27.7	18.2	504.14	1	3	1.51	3	7	1
31	NonPariel	U.S.A.	4	37.1	17.7	656.67	3	1	1.32	3	7	5
32	Yalda	Iran	5	29.7	16.5	490.05	3	1	1.74	3	3	1
33	Fragness	France	3	34.2	22.9	783.18	5	5	3.95	5	3	1
34	Azar	Iran	2	24.5	17.8	436.1	5	3	2.4	5	1	1
35	Monagha	Iran	4	28.6	17.9	511.94	1	3	1.67	3	3	1
36	A230	Spain	2	34.2	24.7	844.74	5	5	2.46	5	5	1
	Minimum کمینه		2	24.5	15	415.54	1	1	1.1	3	1	1
	Maximum بیشینه		5	37.4	25.2	942.48	7	9	6.96	7	7	5
	Mean±SD میانگین کل		3.16±0.84	30.99±3.66	19.45±2.69	608.96±143.10	3.72±1.92	4.44±2.37	2.74±1.34	4.88±1.34	3.94±1.75	1.22±0.92
	Std. Error of Mean اشتباه استاندارد از میانگین		0.14	0.61	0.45	23.85	0.32	0.39	0.22	0.22	0.29	0.15
	Range دامنه		3	12.90	10.20	526.94	6	8	5.86	4	6	4
	Coefficient of Variation ضریب تغییرات		26.58	11.81	13.83	23.49	51.61	53.37	48.90	27.45	44.41	75.40

Coefficient of Variation = (Std. deviation / mean) × 100

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

جدول ۲- ادامه.

Table 2. Continued.

ردیف Number	نژادگان Genotype	منشأ Origion	طول مغز (میلی‌متر) Kernel Length (mm)	عرض مغز (میلی‌متر) Kernel Width (mm)	طول × عرض مغز (میلی‌متر مربع) Kernel Length × Width (mm^2)	درصد مغز (٪) Kernel Percentage (%)	وزن مغز (گرم) Kernel Weight (g)	درصد دو مغزی (٪) Twin Kernel Percentage (%)	شکل مغز (کد) Kernel Shape (Code)	اندازه مغز (کد) Kernel Size (Code)	ضخامت مغز (کد) Kernel Thickness (Code)	رنگ مغز (کد) Kernel Color (Code)	طعم مغز (کد) Kernel Taste (Code)
1	ALC110	Iran	22.6	9.3	210.18	28.22	0.71	1	7	5	3	5	1
2	ALC117	Iran	20.4	10.5	214.2	33.71	0.64	1	3	3	5	5	1
3	ALC203	Iran	27.2	11.3	307.36	57.13	1.31	5	3	7	5	5	1
4	ALC205	Iran	24.6	12	295.2	45.88	1.21	3	9	7	3	3	1
5	ALC302	Iran	22.7	13.1	297.37	56.4	1.35	7	5	5	5	4	1
6	ALC309	Iran	22.2	12.5	277.5	42.47	1.11	5	7	5	3	5	5
7	ALC322	Iran	23.5	11.6	272.6	20.49	0.82	3	7	5	3	5	5
8	ALC406	Iran	22.2	11.5	255.3	62.67	0.89	1	3	3	5	4	3
9	ALC413	Iran	24.8	11.6	287.68	61.18	1.08	1	5	7	7	2	1
10	ALC422	Iran	25.3	15.4	389.62	20.38	1.2	1	9	7	3	3	1
11	ALC504	Iran	27.5	13.3	365.75	45.03	1.15	1	3	7	7	5	1
12	ALC519	Iran	22	10.3	226.6	31.54	0.82	1	3	5	3	5	1
13	ALC522	Iran	21.3	9.7	206.61	59.79	0.81	7	3	3	5	4	1
14	ALC604	Iran	21.5	10.6	227.9	41.17	0.8	1	3	3	5	5	1
15	ALC703	Iran	20.7	11	227.7	80.01	0.88	1	3	5	7	3	1
16	ALC716	Iran	26.5	14.5	384.25	24.10	1.4	9	9	9	7	5	3
17	ALC806	Iran	21	10.7	224.7	42.16	0.79	1	3	3	5	2	1
18	ALC901	Iran	23.5	12.3	289.05	33.13	1.39	9	3	7	5	3	3
19	ALC916	Iran	20.9	13.5	282.15	53.91	1.3	3	7	7	7	3	3
20	ALC1006	Iran	25	13	325	21.01	0.89	1	7	7	3	5	1
21	ALC1016	Iran	21.3	12.2	259.86	57.80	0.92	1	5	5	5	4	1
22	ALC1101	Iran	25.5	12.4	316.2	40.73	1.22	3	3	7	3	5	1
23	ALC1109	Iran	25.3	12.7	321.31	22.87	1.59	7	7	9	5	4	1
24	ALC1111	Iran	25.9	15	388.5	35.86	0.79	1	3	5	5	2	1

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

25	ALC1201	Iran	24.8	12.6	312.48	30.50	0.99	1	9	7	3	5	3
26	ALC1211	Iran	22.8	12.6	287.28	30.19	0.74	3	3	5	5	5	1
27	ALC1304	Iran	20.3	12	243.6	37.67	0.94	1	3	3	5	4	3
28	ALC1406	Iran	23.7	14.1	334.17	33.96	1.07	1	9	7	5	3	3
29	ALC1604	Iran	23.6	13.5	318.6	31.54	1.01	1	7	5	3	5	1
30	ALC1809	Iran	21.6	11.7	252.72	68.37	1.04	1	5	5	7	4	1
31	NonPariel	U.S.A.	27.2	12.8	348.16	83.89	1.11	3	5	5	5	3	1
32	Yalda	Iran	23.3	10.1	235.33	60.06	1.04	1	3	7	5	5	1
33	Fragness	France	27.6	14.2	391.92	35.99	1.42	1	7	9	5	3	1
34	Azar	Iran	21.2	12.1	256.52	43.74	1.05	3	5	5	7	4	1
35	Monagha	Iran	22.9	12.7	290.83	69.46	1.16	1	3	7	7	4	1
36	A230	Spain	23.1	13.5	311.85	39.31	0.97	1	7	5	3	4	1
	Minimum کمینه		20.4	9.3	206.61	20.38	0.64	1	3	3	3	2	1
	Maximum بیشینه		27.6	15.4	391.92	83.89	1.59	9	9	9	9	5	5
	Mean±SD میانگین کل		23.48±2.16	12.27±1.45	289.89±53.56	43.95±16.78	1.04±0.23	2.55±2.44	5.16±2.26	5.72±1.73	4.83±1.46	4.02±0.99	1.61±1.15
	Std. Error of Mean اشتباه استاندارد از میانگین		0.36	0.24	8.92	2.79	0.04	0.40	0.37	0.29	0.24	0.16	0.19
	Range دامنه		7.20	6.10	185.31	63.51	0.95	8	6	6	6	3	4
	Coefficient of Variation ضریب تغییرات		9.19	11.81	18.47	38.17	22.11	95.68	43.79	30.24	30.22	24.62	71.42

Coefficient of Variation = (Std. deviation / mean) × 100

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

دو گونه مشاهده نگردید. هم‌چنین در مطالعه تنوع ریخت‌شناسی ۵۲ رقم بادام توسط De Giorgio و همکاران (۶) در جنوب ایتالیا، ۲۰ ویژگی مربوط به درخت، خشک‌میوه و مغز مورد بررسی قرار گرفت که در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، سه مؤلفه اصلی اول در مجموع ۷۵/۹۷ ٪ از تنوع کل ویژگی‌ها را توجیه کردند. مؤلفه اصلی اول در برگیرنده ویژگی‌های درصد پوسته چوبی، درصد دو مغزی و وزن مغز بود. مؤلفه اصلی دوم بیشتر مربوط به عملکرد (وزن مغز در هر درخت) و مؤلفه اصلی سوم در برگیرنده میزان چربی کل و آلفا- توکوفرول[1] بود. در پژوهش حاضر با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس ۱۰ ویژگی یاد شده، سه مؤلفه اصلی اول توانستند در مجموع ۸۰/۷۵ ٪ از تنوع ویژگی‌ها را توجیه کنند. نژادگان‌های دارای مؤلفه اصلی اول بیشتر، دارای وزن خشک‌میوه بیشتر و ضخامت و استحکام پوسته چوبی بیشتری بوده و به اصطلاح "بادام سنگی" محسوب شدند. نژادگان‌های دارای مؤلفه اصلی دوم بیشتر، ابعاد خشک‌میوه بیشتر، وزن خشک‌میوه زیاد، پوسته چوبی با ضخامت متوسط داشته و به اصطلاح "بادام نیمه‌سنگی" محسوب شدند. استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای گروه‌بندی رقم‌ها و نژادگان‌های مورد مطالعه بادام به طور کامل مفید بود.

جدول ۳- نتیجه‌های تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۳۶ نژادگان و رقم بادام.

Table 3. Results of principal components analysis for 36 almond genotypes and cultivars.

ویژگی‌ها Traits	بردارهای ویژه مؤلفه‌ها Eigenvector of components		
	مؤلفه اول First component	مؤلفه دوم Second component	مؤلفه سوم Third component
ضخامت پوسته چوبی (کد) Shell Thickness (Code)	0.895	0.111	- 0.170
درصد مغز (٪) Kernel Percentage (%)	- 0.894	- 0.152	0.187
استحکام پوسته چوبی (کد) Shell Hardness (Code)	0.855	0.318	- 0.105
وزن خشک‌میوه (گرم) Nut Weight (g)	0.714	0.508	- 0.072
رنگ پوسته چوبی (کد) Shell Color (Code)	0.649	0.115	0.199
طول خشک‌میوه (میلی‌متر) Nut Lenght (mm)	0.163	0.918	0.104
طول × عرض خشک‌میوه (میلی‌متر مربع) Nut Length × Width (mm^2)	0.282	0.886	- 0.277
اندازه مغز (کد) Kernel Size (Code)	0.142	0.796	0.170
عرض خشک‌میوه (میلی‌متر) Nut Width (mm)	0.329	0.717	- 0.507
شکل خشک‌میوه (کد) Nut Shape (Code)	- 0.056	0.033	0.948
واریانس نسبی (٪) Relative Variance (%)	51.82	16.55	12.37
واریانس تجمعی (٪) Comultative Variance (%)	51.82	68.37	80.75

تجزیه پلات

آزمون پلات می‌تواند نمودار دو بعدی یا سه بعدی ترسیم کند که هر بعد آن یک عامل اصلی فرق‌گذار محسوب می‌شود. پراکنش نژادگان‌ها و رقم‌ها در محدوده این عوامل اصلی می‌تواند به تعیین بهتر فاصله نژادگان‌ها و رقم‌ها و تفاوت بین آن‌ها کمک نماید، به ویژه نژادگان‌ها و رقم‌هایی که در یک، دو و یا سه مؤلفه دارای مقادیر بسیار کم یا بسیار زیاد می‌باشند (۲۳).

۱- α-tocopherol

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

تجزیه دای‌پلات

تجزیه دای‌پلات با استفاده از دو مؤلفه اصلی اول و دوم که در مجموع ۶۸/۳۷ ٪ از سهم کل واریانس را توجیه نمودند، انجام گردید (شکل ۱). این روش برای نمایش دو بعدی پراکنش نژادگان‌ها و رقم‌ها بر اساس ویژگی‌های مؤثر در مؤلفه‌های اول و دوم به کار برده می‌شود و تجمع در یک ناحیه از پلات نشان‌دهنده تشابه ژنتیکی آن‌ها می‌باشد. بر اساس تجزیه دای‌پلات، نژادگان‌ها و رقم‌هایی که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند از نظر ویژگی‌های مؤثر در مؤلفه‌های اول و دوم شباهت بیشتری داشته و در یک گروه قرار می‌گیرند. به طور مثال نژادگان‌های ALC703، ALC1809، ALC413، ALC406 و ALC1016 با یکدیگر شباهت بیشتری داشته و در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۱). بر اساس تجزیه دای‌پلات، نژادگان ALC716 از نظر ویژگی‌های مؤثر در مؤلفه‌های اول و دوم در بالاترین سطح (قسمت مثبت) و نژادگانALC117 در پایین‌ترین سطح (قسمت منفی) قرار داشت.

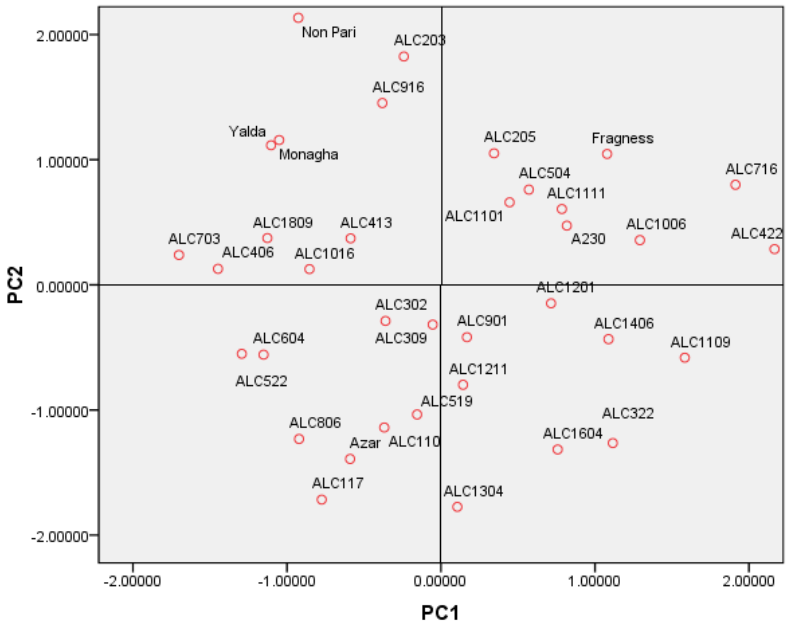

Fig. 1. Biplot analysis (two-dimensional image) distribution of evaluated almond genotypes and cultivars based on effective traits in the first (PC1=51/82 %) and second (PC2=16/55 %) components.

شکل ۱- تجزیه دای‌پلات (تصویر دو بعدی) پراکنش نژادگان‌ها و رقم‌های مورد مطالعه بادام بر اساس ویژگی‌های مؤثر در مؤلفه‌های اول (PC1 = ٪ ۵۱/۸۲) و دوم (PC2 = ٪ ۱۶/۵۵).

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای بر اساس میانگین استاندارد شده ۱۰ ویژگی مورد مطالعه شامل طول خشک‌میوه، عرض خشک‌میوه، حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه، شکل خشک‌میوه، درصد مغز به پوسته چوبی، رنگ پوسته چوبی، استحکام پوسته چوبی، وزن خشک‌میوه، اندازه مغز و ضخامت پوسته چوبی انجام گردید و دندروگرام به‌دست آمده برای میوه‌های ۳۶ نژادگان و رقم بادام در شکل ۲ نشان داده شده است. برش دندروگرام بالا در فاصله پنج اقلیدسی، نژادگان‌های مورد مطالعه را به پنج گروه تقسیم نمود (شکل ۲).

برای تعیین ویژگی‌های هر گروه از نظر ویژگی‌های مورد مطالعه، میانگین هر خوشه برای هر ویژگی و انحراف آن از میانگین کل ویژگی محاسبه گردید (جدول ۴). پنج گروه یاد شده به شرح زیر می‌باشند:

گروه اول: در این گروه نژادگان‌های ALC110، ALC519، ALC302، ALC309، ALC1201، ALC1211، ALC901 و ALC1304 به همراه رقم آذر قرار گرفتند. ویژگی‌های طول خشک‌میوه، عرض خشک‌میوه، حاصل‌ضرب طول در عرض

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

خشک‌میوه، درصد مغز به پوسته چوبی و اندازه مغز از میانگین کل کمتر بود، اما رنگ پوسته چوبی، استحکام پوسته چوبی، وزن خشک‌میوه، ضخامت پوسته چوبی و شکل خشک‌میوه بیشتری از میانگین کل داشتند.

گروه دوم: در این گروه نژادگان‌های ALC203 و ALC413 و رقم‌های نون‌پاریل، یلدا و منقا قرار گرفتند. ویژگی درصد مغز به پوسته چوبی به طور آشکاری بیشتر از میانگین کل بود، اما عرض خشک‌میوه، حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه، رنگ پوسته چوبی، استحکام پوسته چوبی، وزن خشک‌میوه و ضخامت پوسته چوبی از میانگین کل کمتر بود. در این گروه به طور مشخص نژادگان‌های "پوست کاغذی" با رنگ پوست روشن و درصد مغز زیاد قرار گرفتند. نژادگان‌های این گروه از بازارپسندی بالایی برخوردار بوده و عملکرد مغز بالایی نیز داشتند.

گروه سوم: در این گروه نژادگان‌های ALC703، ALC1809، ALC916، ALC604، ALC806، ALC117، ALC522، ALC1016 و ALC406 قرار گرفتند. ویژگی‌های طول خشک‌میوه، عرض خشک‌میوه، حاصلضرب طول در عرض خشک‌میوه، رنگ پوسته چوبی، استحکام پوسته چوبی، وزن خشک‌میوه، اندازه مغز و ضخامت پوسته چوبی از میانگین کل کمتر، اما درصد مغز به پوسته چوبی از میانگین کل بیشتر بود. نژادگان‌های این گروه دارای میوه‌هایی "نیمه پوست‌کاغذی" با درصد مغز چشمگیر بوده و از نظر آجیلی جزو نژادگان‌های بازارپسند به شمار می‌آیند.

گروه چهارم: در این گروه نژادگان‌های ALC422، ALC716 و ALC1109 قرار گرفتند. ویژگی‌های طول خشک‌میوه، عرض خشک‌میوه، حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه، استحکام پوسته چوبی، وزن خشک‌میوه، اندازه مغز و ضخامت پوسته چوبی از میانگین کل بیشتر، اما درصد مغز به پوسته چوبی از میانگین کل کمتر بود. نژادگان‌های این گروه دارای میوه‌هایی با مغز درشت‌تر، اما با پوسته چوبی سخت‌تری بودند که اگرچه جزو رقم‌ها به طور کامل "سنگی" به شمار می‌روند، اما از نظر داشتن مغز درشت‌تر و عملکرد وزنی بیشتر از نظر آجیلی حائز اهمیت زیادی هستند.

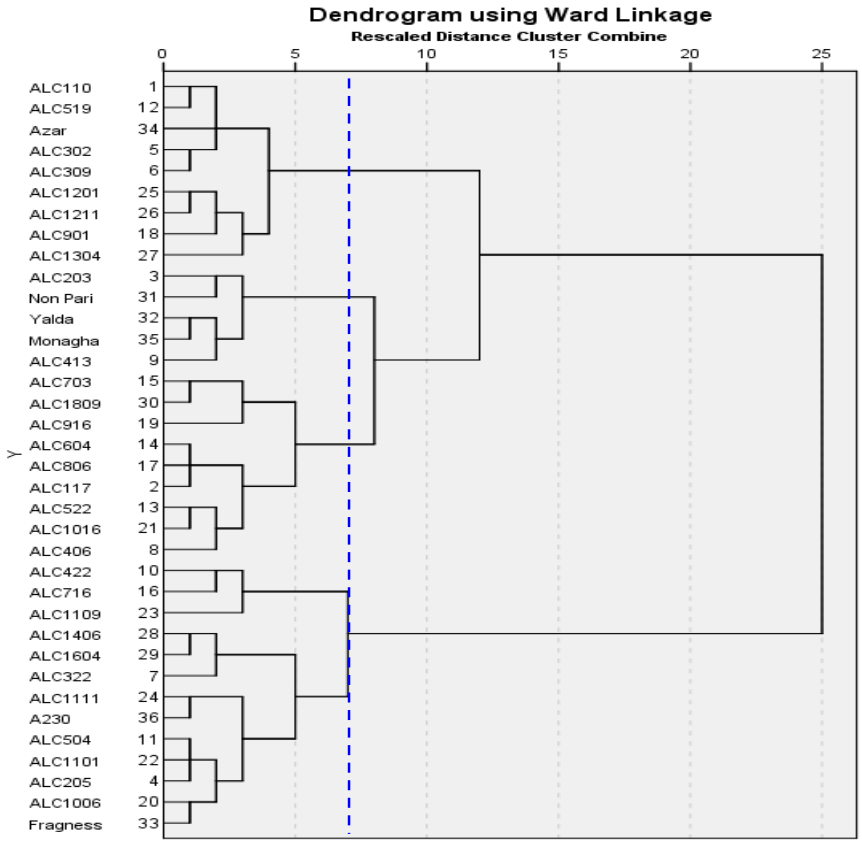

Fig. 2. Dendrogram obtained by cluster analysis of 36 genotypes and cultivars of almond.

شکل ۲- دندروگرام به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای ویژگی‌های مورد مطالعه در ۳۶ نژادگان و رقم بادام.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

جدول ۴- میانگین و انحراف از میانگین کل پنج خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ویژگی‌های مورد ارزیابی در بادام.

Table 4. Mean and standard deviation of five clusters obtained from cluster analysis for the evaluated traits of almond.

خوشه Cluster	نژادگان Genotype		طول خشک‌میوه (میلی‌متر) Nut lenght (mm)	عرض خشک‌میوه (میلی‌متر) Nut Width (mm)	طول × عرض خشک‌میوه (میلی‌متر مربع) Nut Length × Width (mm^2)	درصد مغز (٪) Kernel Percentage (%)	رنگ پوسته چوبی (کد) Shell Color (Code)	استحکام پوسته چوبی (کد) Shell Hardness (Code)	وزن خشک‌میوه (گرم) Nut Weight (g)	اندازه مغز (کد) Kernel Size (Code)	ضخامت پوسته چوبی (کد) Shell Thickness (Code)	شکل خشک‌میوه (کد) Nut Shape (Code)
1	ALC110 , ALC519 , Azar, ALC302, ALC309, ALC1201, ALC1211, ALC901, ALC1304	میانگین Mean	28.93	18.64	540.09	37.09	5.44	4.55	2.77	5.22	5.22	3.33
		انحراف از میانگین کل Standard deviation	- 2.06	- 0.81	- 68.86	- 6.85	1.72	0.11	0.03	- 0.5	0.34	0.17
2	ALC203, Non Pariel, Yalda, Monagha, ALC413	میانگین Mean	32.78	17.2	565.23	66.34	3	2.2	1.76	6.6	3.4	4.2
		انحراف از میانگین کل Standard deviation	1.79	- 2.25	- 43.72	22.39	- 0.72	- 2.24	- 0.98	0.88	- 1.48	1.04
3	ALC703, ALC1809, ALC916, ALC604, ALC806, ALC117, ALC522, ALC1016, ALC406	میانگین Mean	27.46	17.54	483.88	55.51	1.44	2.55	1.66	4.11	3.88	3.11
		انحراف از میانگین کل Standard deviation	- 3.52	- 1.9	- 125.15	11.56	- 2.27	- 1.88	- 1.07	- 1.6	- 1	- 0.06
4	ALC422, ALC716, ALC1109	میانگین Mean	35.73	22.53	810.29	22.45	3.66	8.33	6.23	8.33	7	3
		انحراف از میانگین کل Standard deviation	4.74	3.08	201.33	- 21.5	- 0.05	3.89	3.49	2.61	2.12	- 0.16

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

5	ALC1406, ALC1604, ALC322, ALC1111, A230, ALC504, ALC1101, ALC205, ALC1006, Fragness	میانگین Mean	33.71	22.09	745.05	34.98	4.6	6	3.14	6.4	5.6	2.8
		انحراف از میانگین کل Standard deviation	2.72	2.64	136.09	- 8.97	0.9	1.56	0.4	0.68	0.72	- 0.36

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

گروه پنجم: در این گروه نژادگان‌های ALC1406، ALC1604، ALC322، ALC1111، ALC504، ALC1101، ALC205 و ALC1006 و رقم‌های A230 و فرانیس قرار گرفتند. ویژگی‌های طول خشک‌میوه، عرض خشک‌میوه، حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه، رنگ پوسته چوبی، استحکام پوسته چوبی، وزن خشک‌میوه، اندازه مغز و ضخامت پوسته چوبی از میانگین کل بیشتر، اما درصد مغز به پوسته چوبی از میانگین کل کمتر بود. نژادگان‌های این گروه دارای میوه‌هایی با مغز به نسبت درشت‌تر اما با پوسته چوبی سخت‌تری بودند که اگرچه جزو رقم‌های "نیمه‌سنگی" به شمار می‌روند، اما به دلیل داشتن مغز درشت‌تر و عملکرد وزنی بیشتر از نظر آجیلی جزو نژادگان‌های بازارپسند به شمار می‌آیند.

بر اساس نتیجه‌های مطالعه حاضر، نژادگان‌ها و رقم‌های ALC203، ALC413، نون‌پاریل، یلدا و منقا که در خوشه دوم قرار گرفتند به دلیل دارا بودن درصد مغز به پوسته چوبی بالا (پوست کاغذی) و هم‌چنین نژادگان‌ها و رقم‌های ALC1406، ALC1604، ALC322، ALC1111، ALC504، ALC1101، ALC205، ALC1006 ، A230 و Fragness که در خوشه پنجم قرار گرفتند به دلیل دارا بودن میوه‌هایی با درصد مغز متوسط (نیمه پوست‌کاغذی) و اندازه مغز درشت‌تر از نظر بازارپسندی و آجیلی به عنوان نژادگان‌های برتر انتخاب شدند (جدول ۵ و شکل ۳).

جدول ۵- نژادگان‌های گزینش‌شده و پنج رقم تجاری بادام در منطقه شمال غرب ایران.

Table 5. Selected genotypes and five commercial cultivars of almond in northwest of Iran.

ردیف Number	نژادگان Genotype	منشاء Origion	طول خشک میوه (میلی‌متر) Nut lenght (mm)	عرض خشک میوه (میلی‌متر) Nut Width (mm)	طول × عرض خشک میوه (میلی‌متر مربع) Nut Length × Width (mm^2)	درصد مغز (٪) Kernel Percentage (%)	رنگ پوسته چوبی (کد) Shell Color (Code)	استحکام پوسته چوبی (کد) Shell Hardness (Code)	وزن خشک میوه (گرم) Nut Weight (g)	وزن مغز (گرم) Kernel Weight (g)	درصد دو مغزی (٪) Twin Kernel Percentage (%)	شکل مغز بادام (کد) Kernel Shape (Code)
1	ALC 203	Iran	35.9	18.9	678.5	57.1	3	3	2.3	1.3	5	3
2	ALC 413	Iran	32.6	15	489.1	61.1	5	3	1.7	1.1	1	5
3	Non Pariel	U.S.A.	37.1	17.7	656.6	83.8	3	1	1.3	1.1	3	5
4	Yalda	Iran	29.7	16.5	490.1	60.0	3	1	1.7	1.0	1	3
5	Monagha	Iran	28.6	17.9	511.9	69.4	1	3	1.6	1.1	1	3
6	ALC 1406	Iran	32.6	22.1	720.4	33.9	5	7	3.1	1.1	1	9
7	ALC 1604	Iran	29.7	21.6	641.5	31.5	5	7	3.2	1.0	1	7
8	ALC 322	Iran	33	20.1	663.3	20.4	5	9	4.0	0.8	3	7
9	ALC 1111	Iran	34.4	24.7	849.6	35.8	5	5	2.2	0.8	1	3
10	ALC 504	Iran	34.6	21.4	740.4	45.0	5	5	2.5	1.1	1	3
11	ALC 1101	Iran	33.8	20.7	699.6	40.7	3	5	3.0	1.2	3	3
12	ALC 205	Iran	35.2	20.2	711.0	45.8	3	5	2.6	1.2	3	9
13	ALC 1006	Iran	35.4	22.5	796.5	21.0	5	7	4.2	0.9	1	7
14	A230	Spain	34.2	24.7	844.7	39.3	5	5	2.4	0.9	1	7
15	Fragness	France	34.2	22.9	783.1	35.9	5	5	3.9	1.4	1	7

به‌نژادگران، رقم‌ها و واریته‌های مختلف گیاهی را به منظور تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی بین آن‌ها و استفاده از تنوع موجود در برنامه‌های به‌نژادی دسته‌بندی می‌کنند. در مورد بادام نیز گروه‌بندی رقم‌ها و نژادگان‌ها و قرار دادن افراد دارای

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

شباهت‌های زیاد در یک گروه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای انجام شده است (۶، ۲۸). در یک مطالعه تنوع ۵۲ رقم بادام در جنوب ایتالیا از نظر ۲۰ ویژگی مربوط به درخت، خشک‌میوه و مغز مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه خوشه‌ای این رقم‌ها، آن‌ها را در هفت گروه اصلی قرار داد که مهم‌ترین عامل در تشکیل خوشه‌ها درصد دوقلویی مغز و پس از آن ضخامت خشک‌میوه و مغز، شکل خشک‌میوه و مغز و نیز اندازه خشک‌میوه و مغز بودند. هم‌چنین درصد دوقلویی و درصد مغز ضریب تغییر بالایی را نشان دادند، اما میزان روغن مغز کمترین ضریب تغییر را در بین ویژگی‌های مورد ارزیابی نشان داد (۵).

Fig. 3. Nut and kernel of 10 selected genotypes and five commercial cultivars of almond in northwest of Iran.

شکل ۳- خشک‌میوه و مغز ۱۰ نژادگان گزینش شده و پنج رقم تجاری بادام در منطقه شمال غرب ایران.

در مطالعه‌ای دیگر، Mousavi و همکاران (۲۳) به منظور بررسی تنوع ریخت‌شناسی برخی از رقم‌ها و نژادگان‌های بادام، ۵۵ رقم و نژادگان بادام ایرانی و خارجی را از نظر ۲۹ ویژگی کمی و کیفی خشک‌میوه و مغز مورد مطالعه قرار دادند که

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

ویژگی‌هایی از جمله وزن خشک‌میوه، درصد مغز، درصد دوقلویی، سختی و ضخامت پوست چوبی، عادت رشد درخت و زمان رسیدن میوه دارای بیشترین تغییرها در بین سایر ویژگی‌ها بودند. نتیجه‌های تجزیه خوشه‌ای، نژادگان‌ها و رقم‌های مورد مطالعه را به شش گروه اصلی تقسیم نمود. از عوامل مهم تفکیک خوشه‌های اصلی، ویژگی‌هایی از جمله طول و شکل میوه و مغز، ضخامت و سختی پوست چوبی و زمان گلدهی بودند (۲۳). در مطالعه حاضر، استفاده از تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی نژادگان‌ها و رقم‌های مورد مطالعه بادام مفید بود.

ضرایب همبستگی بین ویژگی‌ها

از ضرایب همبستگی بین ویژگی‌ها برای بررسی رابطه منطقی بین ویژگی‌ها استفاده می‌شود. هم‌چنین از همبستگی میان چند ویژگی می‌توان برای بررسی ویژگی‌هایی که اندازه‌گیری آن‌ها ممکن است دشوار باشد، استفاده نمود. ضرایب همبستگی میان برخی از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده مربوط به نژادگان‌ها و رقم‌های مورد مطالعه بادام در جدول شش آمده است. طول خشک‌میوه با عرض خشک‌میوه (r= +۰/۶۳)، حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه (r= +۰/۸۷)، طول مغز (r= +۰/۸۷)، عرض مغز (r= +۰/۶۰)، حاصل‌ضرب طول در عرض مغز (r= +۰/۸۲)، وزن خشک‌میوه (r= +۰/۵۰) و وزن مغز بادام (r= +۰/۴۴) همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. عرض خشک‌میوه با حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه (r= +۰/۹۲)، طول مغز (r= +۰/۴۶)، عرض مغز (r= +۰/۸۶)، حاصل‌ضرب طول در عرض مغز (r= +۰/۷۸)، وزن خشک‌میوه (r= +۰/۵۴)، ضخامت پوسته چوبی (r= +۰/۴۵) و استحکام آن (r= +۰/۵۴) همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد. حاصل‌ضرب طول در عرض خشک‌میوه با طول مغز (r= +۰/۹۰)، عرض مغز (r= +۰/۸۲)، حاصل‌ضرب طول در عرض مغز (r= +۰/۸۸)، وزن خشک‌میوه (r= +۰/۵۹)، وزن مغز (r= +۰/۴۰)، ضخامت پوسته چوبی (r= +۰/۴۰) و استحکام پوسته چوبی (r= +۰/۵۴) همبستگی مثبت معنی‌داری داشت که نشان می‌دهد خشک‌میوه‌های درشت‌تر دارای پوسته چوبی ضخیم‌تر (سنگی) و وزن بیشتری هستند و مغز درشت‌تر و وزن مغز بیشتری دارند. این نژادگان‌ها به دلیل دارا بودن ابعاد بیشتر مغز از نظر آجیلی جزو نژادگان‌های مرغوب بادام محسوب می‌شوند. طول مغز بادام با عرض مغز (r= +۰/۵۲)، حاصل‌ضرب طول در عرض مغز (r= +۰/۸۳) و وزن مغز (r= +۰/۵۲) همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد. طول مغز بادام شاخص مناسبی برای بادام‌های با مغز درشت و مرغوب به حساب می‌آید. عرض مغز بادام با حاصل‌ضرب طول در عرض مغز (r= +۰/۹۰)، وزن خشک‌میوه (r= +۰/۵۰) و وزن مغز (r= +۰/۴۹) همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد. حاصل‌ضرب طول در عرض مغز بادام با وزن خشک‌میوه (r= +۰/۵۵) و وزن مغز (r= +۰/۵۶) همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد. در واقع بادام‌های با ابعاد مغز درشت‌تر، وزن خشک‌میوه و وزن مغز بیشتری داشتند و جزو نژادگان‌های مرغوب بادام محسوب می‌شوند. درصد مغز به پوسته چوبی با ضخامت پوسته چوبی (r= -۰/۷۵)، استحکام پوسته چوبی (r= -۰/۸۰) و وزن خشک‌میوه (r= -۰/۷۴) همبستگی منفی معنی‌دار، اما با باز شدن پوسته (r= +۰/۵۵) رابطه مثبت معنی‌داری نشان داد. میوه‌هایی که درصد مغز به پوسته چوبی بالایی داشتند، ضخامت پوسته کمتر و استحکام پوسته ضعیف‌تری داشته و پوست‌کاغذی بودند. در این میوه‌ها باز شدن پوسته چوبی نمایان بود. رنگ پوسته چوبی با ابعاد خشک‌میوه (r= +۰/۲۹) و مغز (r= +۰/۲۸) همبستگی معنی‌داری نداشت، اما با ضخامت پوسته (r= +۰/۴۷) همبستگی ضعیفی نشان داد. استحکام پوسته چوبی با ضخامت پوسته (r= +۰/۸۳) و وزن خشک‌میوه (r= +۰/۷۸) همبستگی مثبت، اما با باز شدن پوسته (r= -۰/۳۵) همبستگی منفی نشان داد. در واقع خشک‌میوه‌هایی که از پوسته چوبی سخت برخوردار بودند، ضخامت پوسته بیشتری داشته و در نتیجه وزن میوه بیشتری داشتند و جزو بادام‌های سنگی محسوب شدند. وزن خشک‌میوه با وزن مغز (r= +۰/۵۵) و ضخامت پوسته (r= +۰/۶۸) رابطه مثبت معنی‌داری نشان داد. وزن مغز نیز با اندازه مغز (r= +۰/۵۶) همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. در برنامه‌های اصلاحی بادام ابتدا بایستی از روابط بین ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز و همبستگی بین آن‌ها شناخت کافی به دست آورد. وجود همبستگی بین ویژگی‌ها در انتخاب ویژگی‌های مهم کمک کرده و به آسان نمودن و سرعت گرفتن برنامه‌های به‌نژادی منجر می‌شود (۱۰، ۱۴، ۲۴، ۳۲).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

جدول ۶- ضریب همبستگی میان ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز در نژادگان‌ها و رقم‌های مورد مطالعه بادام.

Table 6. Correlation cofficients among nut and kernel traits in evaluated almond genotypes and cultivars

	شکل خشک میوه (کد) Nut Shape (Code)	طول خشک میوه (میلی‌متر) Nut Lenght (mm)	عرض خشک میوه (میلی‌متر) Nut Width (mm)	طول × عرض خشک میوه (میلی‌متر مربع) Nut Length × Width (mm^2)	طول مغز (میلی‌متر) Kernel Length (mm)	عرض مغز (میلی‌متر) Kernel Width (mm)	طول × عرض مغز (میلی‌متر مربع) Kernel Length × Width (mm^2)	درصد مغز به پوست (٪) Kernel Percentage (%)	رنگ پوسته چوبی (کد) Shell Color (Code)	استحکام پوسته چوبی (کد) Shell Hardness (Code)	وزن خشک میوه (گرم) Nut Weight (g)	وزن مغز (گرم) Kernel Weight (g)	رنگ مغز (کد) Kernel Color (Code)	طعم مغز (کد) Kernel Taste (Code)	ضخامت پوسته چوبی (کد) Shell Thickness (Code)	باز شدن پوسته چوبی (کد) Shell Opening (Code)
شکل خشک میوه (کد) Nut Shape (Code)	1															
طول خشک میوه (میلی‌متر) Nut Lenght (mm)	0.122	1														
عرض خشک میوه (میلی‌متر) Nut Width (mm)	0.405 *	0.637 **	1													
طول × عرض خشک میوه (میلی‌متر مربع) Nut Length × Width (mm^2)	- 0.203	0.877 **	0.926 **	1												
طول مغز (میلی‌متر) Kernel Length (mm)	0.179	0.876 **	0.466 **	0.907 **	1											
عرض مغز (میلی‌متر) Kernel Width (mm)	- 0.296	0.607 **	0.861 **	0.822 **	0.523 **	1										
طول × عرض مغز (میلی‌متر مربع) Kernel Length × Width (mm^2)	- 0.110	0.824 **	0.787 **	0.883 **	0.837 **	0.902 **	1									
درصد مغز به پوست (٪) Kernel Percentage (%)	0.211	- 0.266	- 0.489 **	- 0.439 **	- 0.166	0.277	- 0.270	1								
رنگ پوسته چوبی (کد) Shell Color (Code)	0.065	0.274	0.286	0.296	0.273	0.238	0.283	- 0.523 **	1							
استحکام پوسته چوبی (کد) Shell Hardness (Code)	- 0.095	0.419 *	0.546 **	0.540 **	0.335 *	0.463 **	** 0.469	- 0.805 **	0.391 *	1						
وزن خشک میوه (گرم) Nut Weight (g)	- 0.124	0.508 **	0.546 **	0.591 **	0.454 **	0.504 **	** 0.555	- 0.744 **	0.329	0.781 **	1					
وزن مغز (گرم) Kernel Weight (g)	0.053	0.444 **	0.337 *	0.408 *	0.526 **	0.496 **	** 0.566	0.020	- 0.008	0.159	0.553 **	1				
رنگ مغز (کد) Kernel Color (Code)	0.231	- 0.033	- 0.104	- 0.082	- 0.026	- 0.277	- 0.197	- 0.292	0.198	0.224	0.110	- 0.161	1			
طعم مغز (کد) Kernel Taste (Code)	0.068	0.062	0.122	0.091	- 0.116	0.125	0.011	- 0.241	0.208	0.253	0.210	0.075	0.134	1		
ضخامت پوسته (کد) Shell Thickness (Code)	- 0.184	0.248	0.453 **	0.401 *	0.150	0.383 *	0.330 *	- 0.752 **	0.473 **	0.838 **	0.688 **	0.109	0.045	0.266	1	
باز شدن پوسته (کد) Shell Opening (Code)	- 0.049	- 0.003	- 0.196	- 0.122	0.053	0.063	- 0.009	0.557 **	- 0.220	- 0.357 *	- 0.281	- 0.053	- 0.253	- 0.130	- 0.345 *	1

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

در یک مطالعه Momenpour و همکاران (۲۲) با اندازه‌گیری برخی از ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز بادام نشان دادند که طول، عرض، ضخامت و وزن میوه دارای پوست سبز با طول، عرض، ضخامت و وزن خشک‌میوه و هم‌چنین با طول، عرض، ضخامت و وزن مغز به صورت دو طرفه با همدیگر در سطح ۱ ٪ دارای همبستگی مثبت معنی‌داری بودند، به صورتی که افزایش یا کاهش هر یک از این ویژگی‌ها به ترتیب باعث افزایش و یا کاهش ویژگی دیگری می‌شد. هم‌چنین طعم مغز با درصد مغزهای سالم، نسبت وزن مغز به پوسته چوبی، درصد مغزهای پوک، شدت رنگ مغز و زبر یا صاف بودن مغز دارای همبستگی بودند، به نحوی که هر چقدر مغز صاف‌تر و رنگ آن روشن‌تر و درصد مغزهای پوک کمتر بود، طعم مغز شیرین‌تر و مطلوب‌تر می‌شد (۲۲). هم‌چنین، Talhouk و همکاران (۳۰) با بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی ۱۴۹ نژادگان از سه گونه وحشی بادام (*A. communis, A. orientalis, A. korshinskyi*) بومی لبنان پیشنهاد کردند که بررسی ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز، روشی مناسب برای ارزیابی تنوع ژنتیکی است؛ زیرا ویژگی‌های کمی میوه بادام زیر تأثیر شرایط محیطی تغییر اندکی دارد (۳۰). به همین دلیل در پژوهش حاضر برای ارزیابی نژادگان مورد مطالعه، ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز بادام مورد توجه قرار گرفت.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، نژادگان‌ها و رقم‌های مورد مطالعه بادام از نظر ویژگی‌های خشک‌میوه و مغز با یکدیگر تفاوت آشکاری داشتند. کاربرد روش‌های آماری چند متغیره برای طبقه‌بندی ژرم‌پلاسم بادام به‌طور کامل مؤثر بود و بر اساس ویژگی‌های مورد بررسی، نژادگان‌های مشابه در گروه‌های نزدیک به هم قرار گرفتند. شناسایی، جمع‌آوری و ارزیابی ژرم‌پلاسم بادام منطقه شمال غرب ایران با توجه به تنوع ژنتیکی زیاد اولین گام در اجرای برنامه‌های به‌نژادی در این منطقه است و استفاده از توصیف‌گر بین‌المللی بادام برای مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ثبت ویژگی‌های نژادگان‌ها و مقایسه آن‌ها با چندین رقم شناخته‌شده تجاری داخلی و خارجی گام بعدی در انتخاب نژادگان‌های امیدبخش می‌باشد. براساس نتیجه‌های پژوهش حاضر، نژادگان‌های ALC203 و ALC413 درصد مغز به پوسته چوبی بالایی داشته و جزو نژادگان‌های "پوست‌کاغذی" بودند. هم‌چنین نژادگان‌های ALC1406، ALC1604، ALC322، ALC1111، ALC504، ALC1101، ALC205 و ALC1006 دارای میوه‌هایی با اندازه مغز بزرگ‌تر بوده و اگرچه از گروه بادام‌های "نیمه‌سنگی" به شمار می‌روند، اما به دلیل دارا بودن مغز درشت‌تر از نظر آجیلی جزو نژادگان‌های برتر محسوب می‌شوند. نژادگان‌های گزینش‌شده که از نظر بازارپسندی و آجیلی اهمیت زیادی دارند، به‌عنوان نژادگان‌های امیدبخش در برنامه‌های به‌نژادی جهت معرفی رقم‌های جدید مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

منابع References

1. Ardjmand, A., S. Piri, A. Imani and Sh. Piri. 2014. Evaluation of morphological and pomological diversity of 62 almond cultivars and superior genotypes in Iran. J. Nuts. 5(1):39-50.
2. Asma, B.M., T. Kan and O. Birhanli. 2007. Characterization of promising apricot (*Prunus armeniaca* L.) genetic resources in Malatya, Turkey. Genet. Resour. Crop. Evul. 54: 205-212.
3. Azodanlou, R., C. Darbellay, J.L. Luisier, J.C. Villettaz and R. Amado. 2003. Development of a model for quality assessment of apricots. Food. Sci. Tech. Brazil. 36: 223–233.
4. Chalak, L., A. Chehade and A. Kadir. 2007. Morphological characterization of cultivated almonds in Lebanon. Fruits, 62: 177-186.
5. De Giorgio, D. and G.B. Polignano. 2001. Evaluating the biodiversity of almond cultivars from germplasm collection field in Southern Italy. Sustain. Glob. Farm. 56: 305-311.
6. De Giorgio, D., L. Leo, G. Zacheo and N. Lamascese. 2007. Evaluation of 52 almond (*Prunus amygdalus* Batsch) cultivars from the Apulia region in Southern Italy. J. Hort. Sci. Biotech. 82(4): 541-546.
7. Dejampour, J., H. Rahnemoun and D. Hassani. 2006. Breeding almond interspecific hybrid rootstocks in Iran. Acta Hort. 726: 45- 50.
8. Dejampour, J., M. Zarrinbal, H. Fathi and S.A. Mousavizadeh. 2017. Fruit characteristics of some almond cultivars and genotypes of northwest of Iran. Seed and Plant J. 33(2): 195-231. (In Persian)
9. Estaji, A., A. Ebadi, M.R. Fattahi Moghadam and M. Alifar. 2013. Evaluation of fifty almond genotypes characteristics obtained from crossing between some superior Iranian genotypes and 'Tuono' cultivar. J. Plant Prod. 20 (2): 253-270. (In Persian)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

10. Fallah, M., M. Rasouli, A. Imani, Y. Sharafi and A. Mansouri. 2017. Evaluation of effective pollination period in some almond cultivars and genotypes. J. Hort. Sci. Technol. 17(3): 261-272. (in Persian)
11. FAO STAT. Retrieved in January 21, 2017 from FAO STAT on the World Wide Web: http://www.FAO.STAT.org/STAT/Almond
12. Gulcan, R. 1985. Descriptor list for almond (*Prunus amygdalus*). (Revised Ed.). Int. Board. Plant. Genet. Resour. Rome, Italy.
13. Iezzoni, A.F. and M.P. Pritts. 1991. Applications of principal component analysis to horticultural research. HortScience, 26: 334–338.
14. Kavand, M. and A. Imani. 2009. Selection of superior genotypes of almonds (*Prunus dulcies* Miller) in Borujerd region. Seed and Plant J. 25(3): 385-399. (in Persian)
15. Kester, D.E. and T.M. Gradziel. 1996. Almonds. In: Janick, J. & J.N. Moore (Eds.), Fruit Breeding. Vol. III. (pp.1-97.), John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.
16. Khadivi-Khub, A. and E. Osati. 2016. Evaluation of self-compatiblity, flowering time and morphological variables in some almond genotypes to choose superiors. Plant Prod. Technol. 16(1): 103-124. (In Persian)
17. Lansari, A., A.F. Lezzoni and D.E. Kester. 1994. Morphological variation within collections of Moroccan almond clones and Mediterranean and North American cultivars. Euphytica, 78: 27–41.
18. Lansari, A., H. Azoulay and D.E. Kester. 1994. Morphological structure of almond seedling populations in Morocco. In: II Int. Symp. on Pistachios and Almonds, Davis, CA, USA.
19. Ledbetter, C.A. and C.B. Shonnard. 1992. Evaluation of selected almond (*Prunus dulcis* (Miller) D. A. Webb) germplasm for several shell and kernel characteristics. Fruit. Var. J. 46: 79-82.
20. Ledbetter, C.A. and D.E. Palmquist. 2006. Comparing physical measures and mechanical cracking products of 'Nonpareil' almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A. Webb) with two advanced breeding selections. J. Food. Eng. 76: 232–237.
21. Molaie, S., A. Soleimani and M. Zeinolabedini. 2016. Evaluation of quantitative and qualitative traits of some apricot cultivars grown in Zanjan region. J. Hort. Sci. 30(1): 35-48. (In Persian)
22. Momenpour, A., A. Ebadi and A. Imani. 2011. Discrimination of self-compatibility in progenies obtained from crossing between "Tono" and "Shahrood 12" by fluorescent microscopy. J. Plant Prod. 18(2): 25-44. (In Persian)
23. Mousavi, S.A., M.R. Fattahi Moghadam, Z. Zamani and A. Imani. 2010. Evaluation of the qualitative and quantitative characteristics of some almond cultivars and genotypes. Irn. J. Hort. Sci. 41(2): 119-131 (in Persian)
24. Nikoumanesh, K., A. Ebadi, M. Zeinalabedini and Y. Gogorcena. 2011. Morphological and molecular variability in some Iranian almond genotypes and related *Prunus* species and their potentials for rootstock breeding. Sci. Hort. 129: 108–118.
25. Rahemi, A.R., M.R. Fattahi Moghadam, A. Ebadi, T.S. Taghavi and D. Hasani. 2012. Fruit characteristics of some wild almonds in Iran. Seed and Plant J. 27-1: 459-481 (in Persian)
26. Rasouli, M., M.R. Fattahi Moghadam, Z. Zamani, A. Imani and A. Ebadi. 2013. A study at the phenotypic diversity of some almond cultivars and genotypes using morphological traits. Irn. J. Hort. Sci. 43(4): 357-370. (in Persian)
27. Rasouli, M., M.R. Fattahi Moghadam, Z. Zamani, A. Imani and A. Ebadi. 2012. Genetic relationships between almond cultivars and genotypes assessed by RAPD molecular markers. Modern Genet. J. 7(1): 89-100. (in Persian)
28. Salimpour, A., A. Ebadi, M.R. Fattahi Moghadam and M.R. Bihamta. 2012. An evaluation of genetic diversity in some almond genotypes using morphological traits. Irn. J. Hort. Sci. 42(4): 319-327 (in Persian)
29. Sorkheh, K., B. Shiran, V. Rouhi, E. Asadi, H. Jahanbazi, H. Moradi, T.M. Gradziel and P. Martinez-Gomez. 2009. Phenotypic diversity within native Iranian almond (*Prunus* spp.) species and their breeding potential. Genet. Resour. Crop. Evol. 56: 947–961.
30. Talhouk, S.N., R.T. Lubani, R. Baalbaki, R. Zurayk, A. Alkhatib, L. Parmaksizian and A.A. Jaradat. 2000. Phenotypic diversity and morphological characterization of *Amygdalus* L. species in Lebanon. Genet. Resour. Crop. Evul. 47: 93-104.
31. Tavakoli Banizi, R., A. Imani, M. Zeinalabedini, A. Assa Ebrahimi and S. Piri. 2014. The morphological analysis of 'Shahrood1' × 'Shahrood12' almond population with their parents. Int. J. Biosci. 5(12): 320-330.
32. Vargas, F., J. Clave, M. Romero, I. Batlle and M. Rovira. 2001. Autogamy studies on almond progenies. Acta Hort. 470: 74–81.
33. Wu, B., B. Quilot, J. Kervella, M. Genard and S. Li. 2003. Analysis of genotypic variation of sugar and acid contents in peaches and nectarines through the principal component analysis. Euphytica, 132: 375–384.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21(4): 395 - 414 (2020)
Research article

Nut and Kernel Characteristics of Some Almond Cultivars and Genotypes in Northwest of Iran[1]

M. Zarrinbal*, H. Fathi, J. Dezhampour and S. A. Mousavizadeh[1]

It is important to study the morphological diversity of native almond genotypes with the aim of selecting and introducing new cultivars. In this study, 30 native collected genotypes and six commercial cultivars of almond were evaluated in terms of 22 quantitative and qualitative traits of nut and kernel. High diversity was observed for nut weight, shell color, shell hardness, shell opening, kernel taste, and kernel percentage among evaluated genotypes. Cluster analysis based on index traits divided these genotypes into five groups. The genotypes ALC203 and ALC413 and the cultivars Non-pariel, Yalda, and Manaqha which were located in the second cluster, had thin shell with high percentage of kernel that are important for nut consumption. In principal components analysis based on the average of 10 index traits, the first three main components explained a total of 80.75 % of the diversity of traits. In the first main component, nut weight, shell thickness and shell hardness and in the second main component, nut and kernel size had the major part in the separation of genotypes. Shell hardness had significant positive correlation with shell thickness and nut weight. Kernel percentage had significant negative correlation with shell thickness and its hardness but showed positive correlation with shell opening. These results are useful for selecting new promising genotypes of almond.

Keywords: Almond, Cluster analysis, Morphological diversity, Nut, Principal components analysis.

1. Assistant Professor, Researcher, Associate Professor and Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Educational Center. AREEO, Tabriz, Iran.
* Corresponding author, Email: (m.zarrinbal@areeo.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.15.5]