

## ارزیابی تنوع نژادگان‌های امیدبخش گردو در استان کرمانشاه بر پایه ویژگی‌های روغن و تعیین همبستگی این ویژگی‌ها با برخی صفات ریختی و بوم‌شناختی گیاه

زینب شفائی چروش<sup>۱</sup> و کاظم ارزانی<sup>۲\*</sup>

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲۴)

### چکیده

مغز گردو به دلیل ترکیب شیمیایی اسیدهای چرب از لحاظ تغذیه‌ای و اقتصادی اهمیت داشته و تأثیر مثبتی در سلامتی انسان دارد. در این پژوهش که در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت، ۱۸ نژادگان (ژنوتیپ) که از لحاظ ویژگی‌های میوه و مغز از رقم چندلر بالاتر بودند برای بررسی وضعیت روغن و اسیدهای چرب آن‌ها انتخاب شدند. میزان روغن با دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد و دامنه تغییرات آن بین ۵۷/۳۲-۷۵ درصد وزن خشک مغز گردو بود. نوع و میزان اسیدهای چرب روغن گردو با دستگاه GC اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده از این بررسی نشان داد، بیش از ۸۸ درصد ترکیب اسیدهای چرب روغن گردو از نوع غیراشباع بود. از اسیدهای چرب روغن گردو لینولنیک اسید (۳۹/۳۸-۵۷/۷۷ درصد)، اسید چرب غالب و اولئیک اسید (۲۰/۶۷-۴۱/۲۹ درصد)، لینولنیک اسید (۷/۸۴-۱۲/۸۹ درصد)، پالمیتیک اسید (۶/۷-۹/۳۳ درصد) و استئاریک اسید (۱/۴۷-۴/۶۷ درصد) بیشترین مقادیر را داشتند. ارزیابی همبستگی بین صفات در این بررسی نشان داد، ارتباط منفی معنی‌داری بین اسیدهای چرب اولئیک اسید و لینولنیک اسید وجود دارد. نتایج این بررسی همچنین نشان داد، درصد میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب مغز گردو تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی دانه و شرایط اقلیمی مناطق قرار نگرفت.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، اسیدهای چرب غیراشباع، روغن گردو، همبستگی صفات.

## Evaluation of diversity of walnut promising genotypes in Kermanshah province according to oil properties and determine the correlation of these traits with some morphological and ecological characters

Zeinab Shafaei Chorush<sup>1</sup> and Kazem Arzani<sup>2\*</sup>

1,2. Former M.Sc. Student and Professor, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(Received: Aug. 2, 2016 - Accepted: Nov. 14, 2016)

### ABSTRACT

Walnut kernel due to the chemical composition of fatty acids can be nutritionally and economically very important and has positive effect on human health. In this study, which was carried out during 2014 growing season, Eighteen walnuts genotypes in terms of fruit and kernel characteristics which were higher than "Chandler", were selected to evaluate their oil and fatty acids. The oil was measured with Soxhlet and its variation range was between 57. 32-75 percent dry weight in walnut kernel. The type and amount of fatty acids were analyzed by Gas Chromatography (GC). Results of this study showed that kernel oil contains more than 88 percent unsaturated fatty acids. Among the identified fatty acids in walnut oil, linoleic acid (39.38-57.77%) was the predominant fatty acid followed by oleic acid (20.67-41.29%), linolenic acid (7.84-12.89%), palmitic acid (6.7-9.33%) and stearic acid (1.47-4.67%). (Traits in this study showed no significant correlation between kernel weight and altitude with oil amount, but the negative correlation was observed between oleic acid and linoleic acid. Results of this study showed, walnut oil content and fatty acid composition were not affected by physical characteristics and climatic conditions.

**Keywords:** Correlation, fatty acids composition, unsaturated fatty acids, Walnut oil.

\* Corresponding author E-mail: arzani\_k@modares.ac.ir

### مقدمه

گردو یکی از قدیمی‌ترین خشک میوه‌های مناطق معتدله است که جایگاه ویژه‌ای در سراسر جهان دارد. منشأ آن آسیای مرکزی است و از ترکیه، ایران، قفقاز و تا چین گسترش دارد (McGranahan *et al.*, 1998). این محصول امروزه به‌صورت تجاری در سراسر جنوب اروپا، شمال آفریقا، آسیای شرقی، ایالات‌متحده آمریکا و غرب آمریکای جنوبی کشت و تولید می‌شود (Slatnar *et al.*, 2015). مغز گردو به‌طور عمده حاوی ۶۰ درصد روغن است، اما این میزان با توجه به نوع رقم، شرایط اقلیمی و میزان آبیاری از ۵۲ تا ۷۰ درصد متغیر است (Beyhan *et al.*, 1995). خشک میوه‌ها به دلیل ترکیب اسیدهای چرب از لحاظ تغذیه‌ای و اقتصادی اهمیت دارند و به‌طور عمده اسیدهای چرب غیراشباع، یک پیوند مضاعف دارند. اما روغن گردو منبع خوبی از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف امگا ۳ و امگا ۶ است (Yerlikaya *et al.*, 2012). این ویژگی باعث می‌شود که گردو به‌عنوان یک رژیم غذایی سالم و منحصربه‌فرد مورد توجه قرار گیرد و بسیاری از بررسی‌ها نشان داده است، خوردن مغز گردو قلب را در برابر بیماری‌های عروق کرونر محافظت می‌کند (Muradoglu *et al.*, 2010). اسیدهای چرب اصلی در روغن گردو شامل اولئیک اسید، لینولئیک اسید (امگا ۶) و آلفا لینولئیک اسید (امگا ۳) است (Ozkan *et al.*, 2010). اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ از اسیدهای چرب ضروری هستند که بدن انسان قادر به ساخت (سنتز) این اسیدهای چرب نیست و تنها از راه رژیم غذایی جذب بدن انسان می‌شوند (Akbari *et al.*, 2015). تحقیقات انجام‌شده روی ترکیب‌های بیوشیمیایی گردو ثابت کرده است که روغن گردو در درمان بیماری‌های پوستی، فشارخون بالا و دیابت نوع ۲ بسیار تأثیرگذار است. همچنین مغز گردو به علت افزایش لیپوپروتئین با تراکم بالا و کاهش لیپوپروتئین کم تراکم در کاهش چربی خون می‌شود (Aqababa *et al.*, 2014). ترکیب اسیدهای چرب روغن گردو در نژادگان (ژنوتیپ)های مختلف، متفاوت است و این ویژگی در تشخیص تفاوت بین نژادگان‌های بومی و شناسایی نژادگان‌هایی که

اسیدهای چرب با بهترین کیفیت تغذیه دارند مهم است (Ozkan, 2009). تنوع در ترکیب اسیدهای چرب در رقم‌های مختلف گردو نوع استفاده از آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌عنوان مثال رقم‌هایی که مقادیر بالای اولئیک اسید، لینولئیک اسید و لینولئیک اسید را دارند به‌عنوان کاهنده کلسترول خون در رژیم‌های غذایی استفاده می‌شوند (Dogan & Akgul, 2005). درحالی‌که برای ماندگاری درازمدت خشک میوه‌ها و صادرات آن‌ها رقم‌هایی با مقادیر پایین اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف مناسب است (Zwarts *et al.*, 1999).

نتایج تحقیقات نشان داده است، رقم‌های بومی پس از نگاهداری کوتاه‌مدت در شرایط خشک و خنک اختلاف قابل توجهی در عطر و طعم دارند و این تفاوت‌ها در ثبات عطر و طعم گردو ممکن است با میزان و نوع اسیدهای چرب رقم‌های مختلف ارتباط داشته باشد (Savage *et al.*, 1999). همبستگی بین بسیاری از صفات ممکن است به علت وجود پیوستگی (لینکاژ) بین ژن‌های مهارکننده آن صفات یا تأثیر چندژنی باشد (Amiri *et al.*, 2010). آگاهی از ارتباط بین ویژگی‌های مغز و دیگر صفات در انتخاب مناسب برنامه‌های به‌نژادی گردو کمک می‌کند. افزون بر این، ارتباط مثبت بین صفات مختلف نشان می‌دهد که بهبود یک صفت می‌تواند دیگر صفت دلخواه را بهبود ببخشد. (Khadivi- Khub *et al.*, 2015). گروهی از محققان به تعیین محتوای روغن و اسیدهای چرب ۱۲ نژادگان گردو در استان مرکزی پرداختند که میزان روغن نژادگان‌های مورد بررسی بین ۷۳-۵۱ درصد متغیر بود (Ghasemi *et al.*, 2010). در پژوهش دیگری ویژگی‌های بیوشیمیایی رقم‌های گردو چندلر، هارتلی، پدرو، Z30، Z60 و Z63 بررسی شد. در این بررسی مشخص شد رقم هارتلی بیشترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع و رقم Z63 کمترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع را دارد (Golzari *et al.*, 2013). همچنین تحقیقات انجام‌شده در دیگر نقاط جهان، تنوع بیوشیمیایی رقم‌های مختلف گردو در کشورهای پرتقال (Amaral, 2003)، نیوزیلند (Savage, 2001)، آرژانتین (Martinez&Maestri, )

جداسازی شد. نمونه‌های روغن تا زمان تجزیه روغن در دمای ۱۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند (Ghasemi et al., 2010).

#### متیلاسیون اسید چرب

تعیین اسیدهای چرب نمونه‌ها به روش Metcalfe et al. (1996) انجام گرفت. به ۰/۱ گرم نمونه روغن، ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۲ درصد (۱۰۰ میلی‌لیتر متانول + ۲ گرم NaOH) اضافه شد. سپس میزان ۱ میلی‌لیتر محلول استاندارد داخلی (اسید چرب پنتادکانوئیک اسید<sup>۱</sup> با غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر) به لوله آزمایش اضافه شد و لوله‌های آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شدند. پس از خارج کردن نمونه‌ها از آب جوش و سرد شدن لوله‌ها ۲ میلی‌لیتر محلول BF<sub>3</sub> (بورتی فلئورید)<sup>۲</sup> ۲۰ درصد به آن‌ها اضافه کرده و یک دقیقه به هم زده شد و دوباره به مدت سه دقیقه درون حمام آب جوش قرار داده شدند. پس از بیرون آوردن لوله‌ها از حمام آب جوش و خنک شدن آن‌ها به نمونه‌ها ۱/۵ میلی‌لیتر هگزان اضافه شد و دوباره بهم زده شد و سپس ۱ میلی‌لیتر نمک اشباع سدیم کلرید به آن اضافه شد و ۱۵ ثانیه به شدت به هم زده شد و پس از آن در محلول سه لایه (فاز) تشکیل شد و ۰/۲ میکرولیتر از لایه رویی محلول با استفاده از صافی (فیلتر)های سرسرنگی درون ویال‌های ۱ ml گردآوری و تا زمان تزریق به دستگاه فام‌نگار گازی (کروماتوگرافی GC) در یخچال نگهداری شد. شرایط و نوع ستون دستگاه فام‌نگار گازی برای آزمایش شامل ستون BPX70 دارای ابعاد ۳۰m × ۰/۲۵mm گاز حامل هلیوم، نوع آشکارساز FID با دمای ۳۵۰ و دمای تزریق ۳۰۰ درجه سلسیوس بود. از هر نژادگان دو نمونه ارزیابی شد.

2008) و ترکیه (Muradoglu et al., 2010) را نشان دادند. بررسی‌های همسانی توسط Alavi Rafiee (2012)، Farhoosh et al. (2009) و Hazrati et al. (2012) به ترتیب روی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی روغن‌زیتون، روغن پوست بنه و روغن و ترکیب اسیدهای چرب گیاه دارویی انچوچک (گلای وحشی) انجام گرفت. این پژوهش با هدف‌های بررسی میزان روغن و وضعیت اسیدهای چرب روغن گردو در ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو انجام گرفت.

#### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب گردو ۱۸ نژادگان که از نظر وزن دانه، وزن مغز و درصد مغز برتر از رقم چندلر (رقم مطلوب و استاندارد جهانی) بوده و وزن دانه بالاتر از ۱۳/۵ گرم، وزن مغز بالاتر ۶/۵ گرم، درصد مغز بالاتر از ۵۰ درصد و ضخامت پوست کمتر از ۱/۵ میلی‌متر داشتند و برخی از نژادگان‌ها که از نظر دیربرگ‌دهی برتر و از نظر برخی دیگر از صفات بسیار مطلوب نبودند، نیز انتخاب شدند. این پژوهش در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت و محل گردآوری نژادگان‌ها، دو شهرستان صحنه و هرسین واقع در شرق و جنوب شرقی استان کرمانشاه بود.

#### استخراج روغن به روش سوکسله

پس از رسیدن کامل میوه‌ها (هنگامی که پوست سبز به‌آسانی از پوست سخت کامل جدا شد) شمار ده میوه از هر نژادگان به‌صورت تصادفی برداشت و پس از حذف پوست سبز تا ۳۰ روز در دمای اتاق نگهداری و خشک شدند، آنگاه مغزهای گردو پس از حذف پوست سخت آسیاب شدند (Zeneli et al., 2005). سپس ۱۰ گرم از هر نژادگان درون کاغذ صافی پیچیده شد و روغن آن با استفاده از روش سوکسله (دستگاه سوکسله و حلال n هگزان) استخراج و حلال توسط دستگاه روتاری در دمای ۵۰ درجه سلسیوس جدا شد. برای دستیابی اطمینان از جدا شدن حلال هگزان از روغن نمونه‌های روغن را در آن خلأ در دمای ۴۵ درجه سلسیوس قرار داده و حلال به‌طور کامل

1. Pentadecanoic acid  
2. Boron trifluoride  
3. Gas Chromatography

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو در استان کرمانشاه

Genotype	Collection site	Latitude	Longitude	Altitude
Ks29	Sahneh	34 29' 09.9" N	47 41' 08.7" E	1408.69
Ks35	Sahneh	34 29' 10.1" N	47 41' 08.1" E	1411.33
Ks39	Sahneh	34 29' 10.7" N	47 41' 06.0" E	1411.33
Ks42	Sahneh	34 29' 10.7" N	47 41' 04.4" E	1411.09
Kh65	Harsin	34 16' 13.2" N	47 33' 23.0" E	1562.02
Kh69	Harsin	34 16' 12.2" N	47 33' 23.0" E	1560.81
Kh70	Harsin	34 16' 12.5" N	47 33' 22.7" E	1560.33
Kh86	Harsin	34 16' 07.7" N	47 33' 21.2" E	1554.33
Kh87	Harsin	34 16' 12.0" N	47 33' 22.8" E	1560.57
Kh88	Harsin	34 16' 13.7" N	47 33' 23.2" E	1559.37
Kh110	Harsin	34 15' 38.5" N	47 33' 49.6" E	1520.68
Kh127	Harsin	34 15' 50.8" N	47 32' 56.7" E	1536.78
Kh128	Harsin	34 15' 50.6" N	47 32' 57.0" E	1541.35
Kh134	Harsin	34 15' 49.2" N	47 32' 55.7" E	1538.22
Kh146	Harsin	34 15' 58.6" N	47 33' 15.7" E	1536.54
Kh149	Harsin	34 15' 57.2" N	47 34' 47.3" E	1531.98
Kh150	Harsin	34 16' 12.7" N	47 33' 22.9" E	1556.01
Kh153	Harsin	34 15' 56.5" N	47 33' 11.4" E	1538.46

جدول ۲. نحوه اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو در استان کرمانشاه

Table 2. Measurement method for quantitative and quality traits of 18 promising walnut genotypes in Kermanshah province

Characteristics	Measurement method
Altitude	GPS
Longitude	GPS
Latitude	GPS
Kernel weight	ترازوی دیجیتالی
Kernel percentage	وزن مغز به دانه
Kernel fill	۱ تا ۹ (۱- خیلی پر، ۹- پوک)
Kernel colour	۱ تا ۹ (۱- خیلی روشن، ۹- خیلی تیره)
Time of leafing	شمار روز پس از استاندارد مرجع*
Harvest	شمار روز پس از استاندارد مرجع**
Oil content	درصد روغن = وزن روغن / وزن نمونه × ۱۰۰

\* و \*\*: شمار روز پس از استاندارد مرجع (برای صفات تاریخ برگ‌دهی و تاریخ برداشت استاندارد مرجع به ترتیب ۱۳۹۲/۱۲/۲۵ و ۱۳۹۳/۶/۳ در نظر گرفته شد.

\*: Number of days after standard reference date (For time of leafing 5 March and for harvest time 25 August).

### تجزیه داده‌ها

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از صفات بیوشیمیایی انجام گرفت. نژادگان‌ها با استفاده از روش ادغام بین گروهی (Average Linkage Between Groups) گروه‌بندی شدند. پراکنش نژادگان‌ها بر پایه دو مؤلفه اصلی با استفاده از ماتریس ضریب‌های همبستگی صفات و در نرم‌افزار MINITAB صورت گرفت. همبستگی بین صفات مهم اصلاحی با کمک نرم‌افزار SPSS و ضریب پیرسون تعیین شد.

### نتایج و بحث

میانگین میزان روغن، اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای

چرب غیراشباع با یک پیوند مضاعف و اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین درصد روغن گردو در نژادگان‌های مورد بررسی از ۵۶/۷ تا ۷۵/۶ درصد متغیر و میانگین کل آن برابر با ۶۶/۵۵ درصد بود. بیشترین میانگین درصد روغن در نژادگان Kh88 (۷۵ درصد) و کمترین میانگین روغن در نژادگان Ks42 (۵۷/۳۲ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). بنا بر نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه اسیدهای چرب پنج اسید چرب عمده در روغن گردو در نژادگان‌های مورد بررسی شناسایی شد، که مهم‌ترین اسید چرب لینولئیک اسید بود و میزان آن از ۳۹/۳۸ درصد در نژادگان Ks39 و ۵۷/۷۷ درصد در نژادگان Kh150 متغیر بود. اولئیک اسید دومین اسید چرب از نظر میزان بود، که دامنه تغییرات آن از

اسید بالاتر از میزان مشاهده شده در این بررسی بود، اما میزان اولئیک اسید، پالمیتیک اسید و استئاریک اسید نژادگان‌های مورد بررسی بالاتر از گردوهای شرق آناتولیا بود (Dogan & Akgul, 2005). درصد روغن گزارش شده در رقم‌های گردو رشد یافته و تولید شده در آرژانتین ۷۳/۹-۷۱/۴ درصد، میزان تغییرات اولئیک اسید در محدوده ۲۵/۴-۱۶/۱ درصد، لینولئیک اسید بین ۵۸/۹-۵۲/۵ درصد و لینولینیک اسید بین ۱۶/۵-۱۱/۴ درصد بود (Martinez & Maestri, 2008). بررسی‌های انجام شده در ایتالیا و نیوزلند نشان داده است، میزان روغن و اسیدهای چرب در رقم‌های مختلف متفاوت است. میزان لینولینیک اسید گردوهایی که در شرایط یکسان در نیوزلند رشد کرده بودند از ۱۳/۸-۸ درصد متغیر بود و میزان لینولینیک اسید گردوهایی که در ایتالیا رشد یافته بودند در محدوده ۱۵/۳-۱۲/۸ درصد قرار داشت (Savage, 2001). Caglarınmak (2003) در نتایج پژوهشی روی پنج رقم گردو در ترکیه، لینولئیک اسید را به‌عنوان اسید چرب غالب در بین رقم‌ها معرفی کرد و میانگین روغن را ۶۲/۸۴ درصد گزارش کرد که میزان روغن و لینولئیک اسید پایین‌تر از مقادیر مشاهده شده در نژادگان‌های بررسی شده در این تحقیق بود. با توجه با ضروری بودن لینولئیک اسید و لینولینیک اسید برای بدن انسان و میزان بالای آن‌ها در روغن گردو، می‌توان گفت که این روغن ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد. مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع و چند غیراشباع، ۸۹/۲۷ درصد از کل اسیدهای چرب روغن گردو را در این نژادگان‌ها تشکیل داد. اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف، از ۶۹/۱۳-۴۹/۱۸ درصد متغیر بود. نژادگان Kh127 با ۲۰/۶۷ درصد کمترین درصد اسید چرب غیراشباع با یک پیوند مضاعف، بیشترین درصد لینولئیک اسید و اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف را نشان داد. میزان تغییرات اسیدهای چرب اشباع که پالمیتیک اسید، بیشترین اسید چرب آن را تشکیل می‌داد، بین ۱۲/۱۶-۹/۸۹ درصد بود که بیشترین میزان آن در نژادگان Kh128 و کمترین میزان در نژادگان Ks39 مشاهده شد (جدول ۳). نتایج ارائه شده در شکل ۱ نشان می‌دهد که

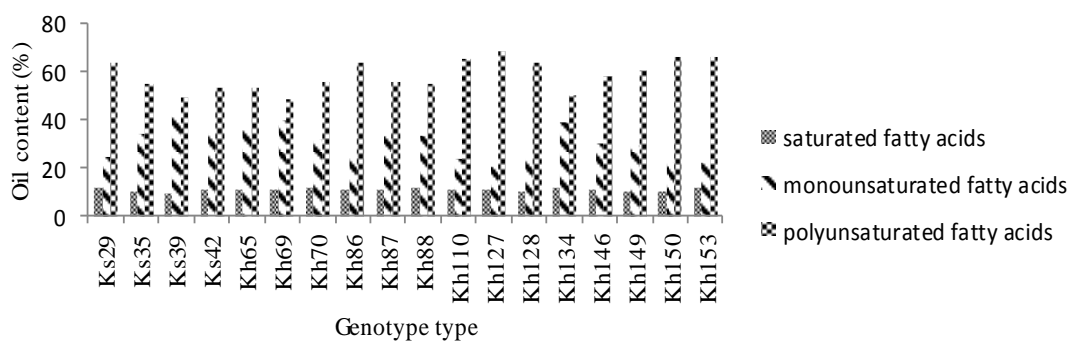
۲۰/۶۷ تا ۴۱/۲۹ درصد به ترتیب در نژادگان‌های Kh127 و Ks39 بود. بیشترین میزان لینولینیک اسید به نژادگان Kh146 (۷/۸۴ درصد) و کمترین میزان آن به نژادگان Kh87 (۱۲/۸۹ درصد) اختصاص داشت. در مورد پالمیتیک اسید میزان تغییرات از ۶/۷ تا ۹/۳۳ در نژادگان‌های Kh134 و Kh127 بود. استئاریک اسید که در بین دیگر اسیدهای چرب کمترین میزان را داشت از ۱/۴۷ تا ۴/۶۷ درصد به ترتیب در نژادگان‌های Kh127 و Kh128 بود (جدول ۳).

میانگین درصد روغن گردو در این تحقیق ۶۶/۵۵ درصد بود که بالاتر از روغن‌های خوراکی از جمله سویا (۲۲-۱۸ درصد)، کلزا (۲۲-۱۸ درصد) و زیتون (۵۰-۱۲ درصد) بود. به‌علاوه میزان روغن گردو از دانه‌های روغنی مانند کنجد (۵۱/۶۱ درصد)، شاهدانه (۳۰/۵-۳/۱-۵/۷) و ذرت (۴۴/۲۵ درصد) و ذرت (۳/۱-۵/۷) درصد) نیز بیشتر بود (Abedi Gonbad *et al.*, 2015). مهم‌ترین و بیشترین اسید چرب در روغن فندق، بادام و پسته اولئیک اسید (Piravi & Pourfalon, 2015) روغن‌زیتون اولئیک اسید (Dehghani *et al.*, 2014) بذر گلایی و بذر سیب اولئیک اسید، بذر گیلاس لینولئیک اسید، اولئیک اسید و پالمیتیک اسید و بذر انچوچک (گلایی وحشی) اولئیک و لینولئیک اسید گزارش شده است (Hazrati *et al.*, 2012). تحقیقات Ozkan & Koyuncu (2005) روی ترکیب اسیدهای چرب ده نژادگان رشد یافته در ترکیه نشان داد، عمده‌ترین اسید چرب در روغن نژادگان‌های مورد بررسی لینولئیک اسید بود و اولئیک اسید، آلفا لینولینیک اسید، پالمیتیک اسید و استئاریک اسید در رده‌های بعدی قرار گرفتند که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت.

درحالی‌که نتایج تحقیقات Golzari *et al.* (2013) روی رقم‌های گردو هارتلی، پدرو، Z60، Z30 و Z63 نشان داد، لینولئیک اسید، اسید چرب غالب و پس از آن لینولینیک اسید، اولئیک اسید، پالمیتیک اسید و استئاریک اسید است که با نتایج این پژوهش مغایرت داشت. در بررسی ترکیب اسیدهای چرب چهار رقم گردو در شرق آناتولیا میزان روغن گردو ۶۸/۲۵ درصد گزارش شد که از درصد روغن در این پژوهش بیشتر بود همچنین درصد لینولئیک اسید و لینولینیک

در ناپایداری اکسایشی (اکسیداتیو) است که همچنین در سویا نیز به آن اشاره شده است ( Crowe & White, 2003). نژادگان‌های Ks39، Kh69 و Kh134 کمترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف را داشتند که بیانگر پایداری بیشتر روغن این نژادگان‌ها در برابر اکسایش نسبت به روغن دیگر نژادگان‌های مورد بررسی است و به همین دلیل از نظر تجاری ارزش قابل توجهی دارند. درحالی‌که نژادگان Kh127، Kh150 و Kh153 مقادیر زیادی لینولنیک اسید و لینولنیک اسید را که برای سلامت انسان سودمند هستند، نشان دادند، روغن نژادگان‌های یادشده از نظر کیفیت تغذیه‌ای مطلوب بوده اما میزان بالای اسیدهای غیراشباع با چند پیوند مضاعف می‌تواند در ناپایداری آن‌ها مؤثر باشد. درحالی‌که نژادگان Kh127، Kh150 و Kh153 مقادیر زیادی لینولنیک اسید و لینولنیک اسید را که برای سلامت انسان سودمند هستند، نشان دادند، روغن نژادگان‌های یادشده از نظر کیفیت تغذیه‌ای مطلوب بوده اما میزان بالای اسیدهای غیراشباع با چند پیوند مضاعف می‌تواند در ناپایداری آن‌ها مؤثر باشد. Miraliakbari & Shahidi (2008) در بررسی پایداری اکسایشی روغن خشک میوه‌ها بیان کردند، روغن گردو دارای کمترین پایداری، درحالی‌که روغن بادام و فندق دارای پایداری متوسطی هستند. Madawala *et al.* (2012) پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع دارای چند پیوند مضاعف را در ماکادامیا (۴ درصد) و بالاترین میزان آن را در گردو (۷۱ درصد) گزارش کردند.

اسیدهای چرب چند غیراشباع مهم‌ترین دسته از اسیدهای چرب در همه نژادگان‌های مورد بررسی بود و پس از آن‌ها اسیدهای چرب تک غیراشباع و اسیدهای چرب اشباع به ترتیب بیشترین میزان را داشتند که با یافته‌های Akbari *et al.* (2015) همخوانی داشت. Gharibzahedi *et al.* (2014) میزان اسیدهای چرب اشباع استخراج‌شده از روغن گردو را بین ۱۳/۶۰-۱۱/۱۶ درصد گزارش کردند که از میزان مشاهده‌شده در نژادگان‌های مورد بررسی بیشتر بود. میزان اسیدهای چرب غیراشباع دارای چند پیوند مضاعف در این بررسی از میزان مشاهده‌شده در پژوهشی که Ghasemi *et al.* (2010)، Pereira *et al.* (2008)، Rabrenovic *et al.* (2011) انجام دادند، کمتر بود، درحالی‌که میزان اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک پیوند مضاعف و اسیدهای چرب اشباع در سطوح بالاتری قرار داشتند. بیشترین نسبت اسیدهای چرب چند غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع به ترتیب ۶/۱۶ و ۴/۳۰ درصد در نژادگان‌های Kh150 و Kh69 مشاهده شد. بر پایه گزارشی که متخصصان سازمان خواربار و کشاورزی/سازمان بهداشت جهانی (WHO/FAO) ارائه کرده‌اند، یک روغن مناسب نسبت اسیدهای چرب اشباع / اسیدهای چرب چند غیراشباع بالای ۰/۴ داشته باشند (Mohammadi *et al.*, 2014). که از این نظر همه نژادگان‌ها وضعیت مطلوبی داشتند. ترکیب اسیدهای چرب از عامل‌های تأثیرگذار در اکسایش (اکسیداسیون) روغن است. سطح بالای اسیدهای چرب غیراشباع در روغن گردو عامل مهمی



شکل ۱. مقایسه اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو

Figure 1. Comparison of saturated and unsaturated fatty acids in promising walnut genotypes

جدول ۳. میانگین ترکیب اسیدهای چرب در ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو در استان کرمانشاه (±SD)

Table 3. Mean of Fatty acid composition of 18 promising walnut genotypes in Kermanshah province (±SD)

Genotypes	Oil content (%)	Palmetic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
Ks29	69.4± 0.84 <sup>bc</sup>	8.16± 0.13 <sup>bcde</sup>	3.58± 0.11 <sup>bc</sup>	24.46± 0.33 <sup>d</sup>	53.53± 0.33 <sup>d</sup>	10.74± 0.25 <sup>bc</sup>
Ks35	63.25± 0.36 <sup>e</sup>	7.44± 0.62 <sup>def</sup>	3.18± 0.32 <sup>bcd</sup>	34.72± 0.27 <sup>f</sup>	45.14± 0.14 <sup>f</sup>	9.90± 0.4 <sup>c</sup>
Ks39	67.42± 0.81 <sup>cde</sup>	6.68± 0.32 <sup>f</sup>	3.21± 0.41 <sup>bcd</sup>	41.29± 0.31 <sup>i</sup>	39.38± 0.37 <sup>i</sup>	10.43± 0.37 <sup>bc</sup>
Ks42	57.32± 0.81 <sup>j</sup>	8.05± 0.45 <sup>bcde</sup>	3.23± 0.26 <sup>bcd</sup>	35.33± 0.33 <sup>f</sup>	45.29± 0.18 <sup>f</sup>	8.42± 0.07 <sup>de</sup>
Kh65	60.90± 0.56 <sup>hi</sup>	7.31± 0.09 <sup>ef</sup>	3.89± 0.05 <sup>b</sup>	35.73± 0.06 <sup>f</sup>	44.81± 0.18 <sup>f</sup>	8.77± 0.15 <sup>de</sup>
Kh69	66.40± 0.98 <sup>de</sup>	8.25± 0.15 <sup>bcd</sup>	3.18± 0.06 <sup>bcd</sup>	39.69± 0.1 <sup>h</sup>	41.02± 0.17 <sup>h</sup>	8.16± 0.14 <sup>de</sup>
Kh70	70.92± 0.38 <sup>b</sup>	8.5± 0.19 <sup>abc</sup>	3.41± 0.11 <sup>bcd</sup>	32.32± 0.22 <sup>g</sup>	43.5± 0.14 <sup>g</sup>	12.10± 0.1 <sup>a</sup>
Kh86	59.55± .063 <sup>i</sup>	8.15± 0.15 <sup>bcde</sup>	2.8± 0.09 <sup>de</sup>	25.54± 0.06 <sup>c</sup>	55.23± 0.17 <sup>c</sup>	8.86± 0.14 <sup>d</sup>
Kh87	74.45± 0.35 <sup>a</sup>	8.13± 0.06 <sup>bcde</sup>	2.68± 0.09 <sup>d</sup>	33.27± 0.12 <sup>g</sup>	43.28± 0.09 <sup>g</sup>	12.89± 0.08 <sup>a</sup>
Kh88	75.00± 0.84 <sup>a</sup>	8.67± 0.08 <sup>ab</sup>	3.26± 0.13 <sup>bcd</sup>	33.86± 0.08 <sup>g</sup>	42.83± 0.17 <sup>g</sup>	12.00± 0.19 <sup>a</sup>
Kh110	63.90± 0.42 <sup>fg</sup>	7.43± 0.45 <sup>ef</sup>	3.71± 0.34 <sup>b</sup>	23.67± 0.17 <sup>d</sup>	52.54± 0.26 <sup>d</sup>	12.84± 0.15 <sup>a</sup>
Kh127	68.40± 0.84 <sup>cd</sup>	9.33± 0.17 <sup>a</sup>	1.47± 0.12 <sup>e</sup>	20.67± 0.22 <sup>b</sup>	56.66± 0.18 <sup>b</sup>	12.47± 0.07 <sup>d</sup>
Kh128	71.45± 0.77 <sup>b</sup>	7.49± 0.11 <sup>def</sup>	4.67± 0.07 <sup>a</sup>	23.84± 0.13 <sup>d</sup>	53.47± 0.13 <sup>d</sup>	10.90± 0.09 <sup>b</sup>
Kh134	67.9± 0.98 <sup>cde</sup>	6.7± 0.16 <sup>f</sup>	3.92± 0.18 <sup>b</sup>	39.48± 0.18 <sup>h</sup>	41.45± 0.45 <sup>h</sup>	9.04± 0.05 <sup>d</sup>
Kh146	66.62± 0.53 <sup>de</sup>	7.46± 0.16 <sup>def</sup>	3.58± 0.11 <sup>bc</sup>	30.49± 0.21 <sup>e</sup>	50.80± 0.19 <sup>e</sup>	7.84± 0.34 <sup>c</sup>
Kh149	62.55± 0.77 <sup>gh</sup>	7.27± 0.22 <sup>ef</sup>	2.73± 0.07 <sup>d</sup>	29.26± 0.26 <sup>e</sup>	50.23± 0.26 <sup>e</sup>	10.48± 0.28 <sup>bc</sup>
Kh150	66.87± 0.88 <sup>de</sup>	7.65± 0.21 <sup>cde</sup>	3.13± 0.12 <sup>bcd</sup>	22.76± 0.16 <sup>a</sup>	57.77± 0.43 <sup>a</sup>	8.70± 0.2 <sup>de</sup>
Kh153	65.62± 0.88 <sup>de</sup>	7.74± 0.16 <sup>cde</sup>	3.85± 0.15 <sup>b</sup>	22.71± 0.12 <sup>bc</sup>	56.05± 0.15 <sup>bc</sup>	10.12± 0.17 <sup>bc</sup>

ادامه جدول ۳. میانگین ترکیب اسیدهای چرب در ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو در استان کرمانشاه (±SD)

Continued table 3. Mean of Fatty acid composition of 18 promising walnut genotypes in Kermanshah province (±SD)

Genotypes	SFA* (%)	MUFA (%)	PUFA (%)	PUFA/SFA
Ks29	0.35 <sup>abc</sup> ± 11.75	0.47 <sup>j</sup> ± 24.46	0.10 <sup>c</sup> ± 64.27	5.47± 0.17 <sup>cde</sup>
Ks35	0.16 <sup>bcd</sup> ± 10.62	0.38 <sup>d</sup> ± 34.72	0.36 <sup>f</sup> ± 55.04	5.18± 0.12 <sup>defg</sup>
Ks39	0.86 <sup>d</sup> ± 9.89	0.44 <sup>a</sup> ± 41.29	1.04 <sup>ij</sup> ± 49.81	5.05± 0.33 <sup>efgh</sup>
Ks42	0.83 <sup>abc</sup> ± 11.29	0.47 <sup>cd</sup> ± 35.33	0.15 <sup>h</sup> ± 53.72	4.77± 0.33 <sup>fghi</sup>
Kh65	0.20 <sup>abcd</sup> ± 11.20	0.08 <sup>c</sup> ± 35.73	0.47 <sup>h</sup> ± 53.58	4.78± 0.04 <sup>fghi</sup>
Kh69	0.12 <sup>ab</sup> ± 11.43	0.14 <sup>b</sup> ± 39.69	0.44 <sup>ij</sup> ± 49.18	4.30± 0.08 <sup>i</sup>
Kh70	0.11 <sup>ab</sup> ± 11.92	0.31 <sup>f</sup> ± 32.32	0.00 <sup>g</sup> ± 55.60	4.66± 0.04 <sup>ghi</sup>
Kh86	0.34 <sup>abcd</sup> ± 10.95	0.08 <sup>i</sup> ± 25.54	0.43 <sup>c</sup> ± 64.09	5.85± 0.14 <sup>abc</sup>
Kh87	0.22 <sup>abcd</sup> ± 10.82	0.17 <sup>c</sup> ± 33.27	0.00 <sup>h</sup> ± 56.17	5.19± 0.10 <sup>defg</sup>
Kh88	0.30 <sup>ab</sup> ± 11.93	0.12 <sup>c</sup> ± 33.86	0.51 <sup>gh</sup> ± 54.83	4.59± 0.07 <sup>hi</sup>
Kh110	0.42 <sup>abcd</sup> ± 11.15	0.24 <sup>i</sup> ± 23.67	0.15 <sup>bc</sup> ± 65.38	5.87± 0.21 <sup>abc</sup>
Kh127	0.41 <sup>abcd</sup> ± 10.80	0.31 <sup>l</sup> ± 20.67	0.16 <sup>a</sup> ± 69.13	6.40± 0.23 <sup>a</sup>
Kh128	12.16± 0.05 <sup>a</sup>	0.19 <sup>h</sup> ± 23.84	0.31 <sup>c</sup> ± 64.37	5.29± 0.00 <sup>cdef</sup>
Kh134	0.42 <sup>abcd</sup> ± 10.62	0.26 <sup>b</sup> ± 39.48	0.71 <sup>h</sup> ± 50.49	4.75± 0.12 <sup>fghi</sup>
Kh146	0.39 <sup>abcd</sup> ± 11.05	0.29 <sup>g</sup> ± 30.49	0.20 <sup>d</sup> ± 58.64	5.31± 0.21 <sup>cdef</sup>
Kh149	0.41 <sup>cd</sup> ± 10.00	0.36 <sup>h</sup> ± 29.26	0.02 <sup>l</sup> ± 60.72	6.07± 0.26 <sup>ab</sup>
Kh150	0.04 <sup>bcd</sup> ± 10.78	0.22 <sup>k</sup> ± 22.76	0.32 <sup>b</sup> ± 66.47	6.16± 0.05 <sup>ab</sup>
Kh153	0.43 <sup>ab</sup> ± 11.59	0.17 <sup>k</sup> ± 22.71	0.45 <sup>b</sup> ± 66.17	5.71± 0.17 <sup>bcd</sup>

اسیدهای چرب اشباع (SFA) و اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند مضاعف (MUFA) و اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند مضاعف (PUFA) میانگین‌های هر ستون که حرف‌های مشترک دارند تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد ندارند.

\* SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids; UFA/SFA, unsaturated fatty acids/ saturated fatty acids. Means having the same letters each column are not significant at 1% level.

جدول ۴. ضریب همبستگی بین برخی صفات ریخت‌شناختی و پدیدشناختی میوه و بوم‌شناختی مناطق با صفات بیوشیمیایی نژادگان‌های انتخابی گردو

Table 4. Correlation coefficients between some morphological and phenological characteristics of fruit and ecological with biochemical traits of selective walnut genotypes

Traits	Oil content	Palmetic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
Palmetic acid	0.275	1				
Stearic acid	0.037	-0.559*	1			
Oleic acid	-0.028	-0.367	0.115	1		
Linoleic acid	-0.162	0.240	-0.108	-0.958**	1	
Linolenic acid	0.580*	0.374	-0.241	-0.302	0.037	1
Kernel weight	-0.352	0.009	-0.120	-0.087	0.201	-0.307
Kernel percentage	-0.206	0.316	-0.331	-0.251	0.342	-0.266
Time of leafing	-0.192	-0.435	0.146	-0.183	0.188	0.099
Harvest	0.034	0.093	-0.144	-0.081	0.068	0.078
Kernel color	-0.145	0.015	-0.168	0.274	-0.202	-0.307
Altitude	0.189	0.142	0.061	-0.294	0.208	0.259
Kernel fill	0.243	-0.248	-0.417	0.027	0.046	0.243

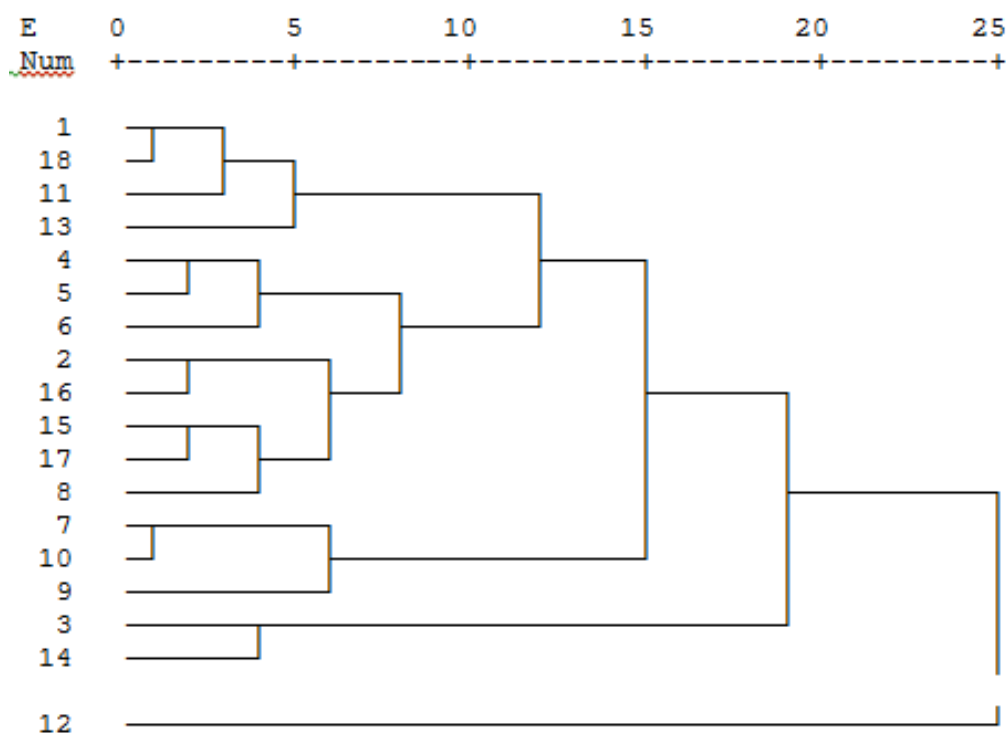
\*\* , \* : Significantly differences at 1 , 5% of probability levels, respectively.

\*\*\* : اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد سطح احتمال.

بود (جدول ۴). Martinez & Maestri (2008) نیز به ارتباط منفی بین اولئیک اسید و لینولئیک اسید اشاره کردند. Angmo *et al.* (2013) ارتباط مثبتی را بین پر بودن مغز و درصد روغن گزارش کردند اما نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش گویای نبود همبستگی بین پر بودن مغز و درصد روغن در نژادگان‌های مورد بررسی بود. همبستگی معنی‌داری بین وزن مغزو میزان روغن وجود نداشت، که با یافته‌های Martinez & Maestri (2008) همخوانی داشت. Zeneli *et al.* (2005) در بررسی تنوع پدیدگانی (فنوتیپی) توده‌های بومی گردوی شمال آلبانیا همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین میزان روغن و ارتفاع از سطح دریا بیان کردند، درحالی‌که در این پژوهش همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین درصد روغن مغز گردو تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی دانه و شرایط اقلیمی منطقه قرار نگرفت. اما میزان اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در روغن دانه کرچک تحت تأثیر اقلیم محل کاشت قرار گرفت ( Omidbaigi & Alirezalu, 2011).

نژادگان، منطقه رشد نژادگان، بلوغ میوه هنگام برداشت و اثر متقابل آن‌ها روی تنوع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف مؤثر است. میزان این اسیدهای چرب در زمان دن میوه به‌سرعت افزایش یافته و در تنش آبی کاهش می‌یابد (Greve *et al.*, 1992). اما نوع نژادگان عامل اصلی تنوع در ترکیب اسیدهای چرب روغن گردو به شمار می‌رود و تنها تفاوت‌های جزئی به شرایط محیطی و فصل برداشت نسبت داده شده است (Martínez *et al.*, 2010).

همبستگی بین برخی صفات ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) و پدیدشناختی (فنولوژیک) میوه و بوم‌شناختی (اکولوژیک) مناطق با صفات بیوشیمیایی نژادگان‌های انتخابی گردو در جدول ۴ نشان داده شده است. ارزیابی همبستگی بین صفات در این بررسی نشان داد، همبستگی منفی در سطح ۱ درصد بین اسیدهای چرب اولئیک اسید و لینولئیک اسید و همبستگی منفی در سطح ۵ درصد بین پالمیتیک اسید و استتاریک اسید نشان داده شد. درحالی‌که درصد مغز دارای همبستگی مثبتی با میزان استتاریک اسید



شکل ۲. نمودار درختواره به‌دست‌آمده از تجزیه خوشه‌ای ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو بر پایه صفات بیوشیمیایی  
Figure 2. dendrogram of 18 promising walnut genotypes based on the Biochemical traits



نژادگان‌ها را مشخص می‌کند، لذا این نمودار خوشه‌ای نشان داد، نژادگان‌های خوشه یک با نژادگان خوشه چهار بیشترین اختلاف را دارند. بنا بر نتایج تجزیه خوشه‌ای و پراکنش نژادگان‌ها بر پایه دو مؤلفه اصلی (شکل‌های ۲ و ۳) مشاهده می‌شود که بین تنوع ژنتیکی و تنوع جغرافیایی رابطه‌ی شایان پذیرشی وجود ندارد، درحالی‌که Li *et al.* (2014) ۱۳ نژادگان گردو را بر پایه صفات بیوشیمیایی به ۴ گروه خوشه‌بندی کردند و نژادگان‌های هر گروه منشأ جغرافیایی مشترک داشتند.

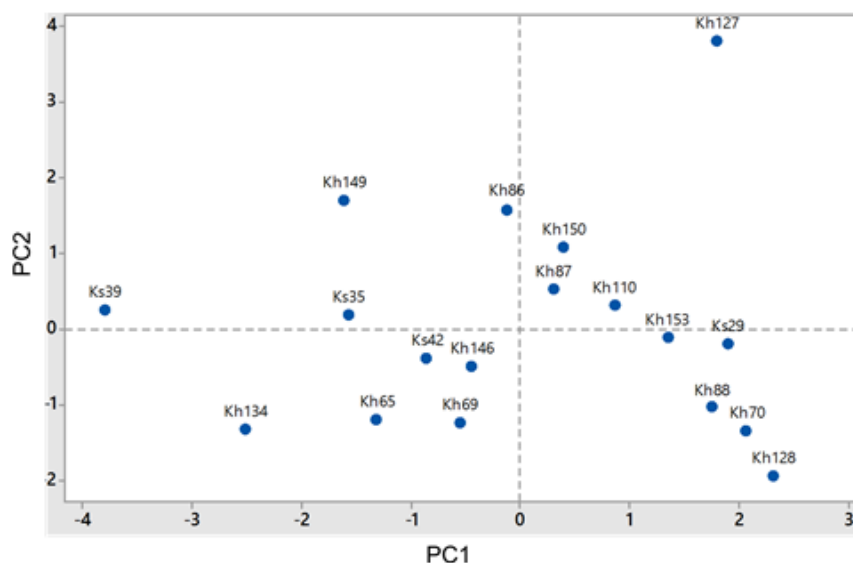
### نتیجه‌گیری

در این تحقیق تقسیم‌بندی جغرافیایی بیانگر تنوع ژنتیکی نبوده و گروه‌بندی نژادگان‌ها بر پایه صفات مورد بررسی مناسب‌تر است و می‌توان از نژادگان‌های مربوط به دورترین خوشه‌ها در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود ویژگی‌های کیفی این محصول استفاده کرد.

### سپاسگزاری

از آقای مهندس ساریخانی که در انجام این آزمایش ما را یاری فرمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تجزیه خوشه‌ای برای بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی نژادگان‌ها استفاده می‌شود. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری و تعیین فاصله‌های ژنتیکی، دوری یا نزدیکی، خویشاوندی بین نژادگان‌ها این روش استفاده می‌شود (Anderberg, 1973). در این بررسی به‌منظور گروه‌بندی نژادگان‌ها و درک بیشتر رابطه نمونه‌های مختلف روغن گردو با منشأ جغرافیایی متفاوت، از تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) استفاده شد. خوشه‌بندی برحسب صفات بیوشیمیایی (درصد روغن و اسیدهای چرب) گردو انجام شد. تجزیه خوشه‌ای، نژادگان‌های مورد بررسی را در فاصله ۱۵ به چهار خوشه گروه‌بندی کرد. خوشه اول ده نژادگان با مقادیر همسان اسیدهای چرب غیراشباع را در خود جای داد. نژادگان‌های Kh87، Kh88، Kh70 و Kh87 با منشأ جغرافیایی مشترک و بیشترین میزان روغن، در خوشه دوم قرار گرفتند. خوشه سوم را نژادگان‌های Kh134 و Ks39 تشکیل داد، این دو نژادگان درصد همسان روغن و مقادیر بالای اسیدهای چرب غیراشباع داشته که منشأ جغرافیایی متفاوتی داشتند. نژادگان Kh127 که بیشترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع دارند در یک گروه جداگانه قرار گرفت (شکل ۲). با توجه به اینکه فاصله اقلیدسی، فاصله ژنتیکی



شکل ۳. نمودار پراکنش ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو بر مبنای دو مؤلفه اول و دوم

Figure 3. Diagram plot of 18 promising walnut genotypes based on the two first and second principal component

## REFERENCES

1. Abedi Gonbad, M., Shahidi Noghabi, M. & Niazmand, R. (2015). Evaluation of Extraction Percentage and Physicochemical Properties of Walnut Oil. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 4(11S), 74-82.
2. Akbari, V., Heidari, R. & Jamei, R. (2015). Fatty acid compositions and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Iran. *Advanced Herbal Medicine*, 1(1), 36-41.
3. Alavi Rafiee, S., Farhoosh, R. & Haddad Khodaparast, M. H. (2012). Physicochemical properties of Iranian commercial olive oils. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(2), 85-94.
4. Amaral, J. S., Casal, S., Pereira, J. A., Seabra, R. M. & Oliveira, B. P. (2003). Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26), 7698-7702.
5. Amiri, R., Vahdati, K., Mohsenipoor, S., Mozaffari, M. R. & Leslie, C. (2010). Correlations between some horticultural traits in walnut. *HortScience*, 45(11), 1690-1694.
6. Anderberg, M. R. (1973). *Cluster Analysis for Applications*. Academic Press. New York, 359 pp.
7. Angmo, S., Acharyya, P. & Hasan, M. A. (2013). Performance of indigenous walnut selections under climatic conditions of Ladakh. *Agri-Foods for Health and Wealth*, 167-176.
8. Aqababa, H., Bostani, M., Hosseini, S. E. & Ashtiyani, S. C. (2014). A Study on the Effects of Walnut oil on Plasma Levels of Testosterone Pre and Post Puberty in Male Rats. *American Journal of Ethnomedicine*, 1(4), 266-275.
9. Beyhan, O. E., Kaya, I., Sen, S. M. & Dogan, M. (1995). Fatty acid composition of walnut (*Juglans regia* L.) types selected in Darende. *Turkish Journal Of Agriculture and Forestry*, 19, 299-302.
10. Caglarirmak, N. (2003). Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia*, L.). *Food/Nahrung*, 47(1), 28-32.
11. Crowe, T. D. & White, P. J. (2003). Oxidative stability of walnut oils extracted with supercritical carbon dioxide. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(6), 575-578.
12. Dehghani, B., Arzani, K., Houshmand, D. & Zinanlo, A. A. (2014). Fruit characteristic of some olive cultivars grown under south of Iran environmental conditions. *Advances in Environmental Biology*, 8(24), 267-275.
13. Dogan, M. & Akgul, A. (2005). Fatty acid composition of some walnut (*Juglans regia* L.) cultivars from east Anatolia. *Grasas y aceites*, 56(4), 328-331.
14. Farhoosh, R., Tavakoli, J. & Khodaparast, M. H. H. (2008). Chemical composition and oxidative stability of kernel oils from two current subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(8), 723-729.
15. Gharibzahedi, S. M. T., Mousavi, S. M., Hamed, M. & Khodaiyan, F. (2014). Determination and characterization of kernel biochemical composition and functional compounds of Persian walnut oil. *Journal of food science and technology*, 51(1), 34-42.
16. Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D. & Ghasemi, S. (2010). Fatty acids composition of some selected walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 7(1), 31-37. (in Farsi)
17. Golzari, M., Rahemi, M., Hassani, D., Vahdati, K. & Mohammadi, N. (2013). Protein content, fat and fatty acids of kernel in some Persian walnut (*Juglans regia* L.) cultivars affected by kind of pollen. *Journal of Food Science and Technology*, 38(10), 21-31. (in Farsi)
18. Greve, L. C., McGranahan, G., Hasey, J., Snyder, R., Kelly, K., Goldhamer, D. & Labavitch, J. M. (1992). Variation in polyunsaturated fatty acids composition of Persian walnut. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(3), 518-522.
19. Hazrati Yadekori, S., Alirezalu, K., Tahmasebi Sarvestani, Z. & Alirezalu, A. (2012). Investigation of Oil Content and Fatty Acid Composition of *Pyrus glabra* Boiss. *Journal of Medicinal Plants*, 2(42), 32-36.
20. Khadivi-Khub, A., Ebrahimi, A., Mohammadi, A. & Kari, A. (2015). Characterization and selection of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from seedling origin trees. *Tree Genetics and Genomes*, 11(3), 1-10.
21. Li, X., Zhao, Y., Gong, X., Zhao, C. & Zhou, X. (2014). Quality Evaluation of Walnut Oil through HPLC and in Vitro Antioxidant Activity. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(5), 244-249.
22. Madawala, S., Kochhar, S. P. & Dutta, P. (2012). Lipid components and oxidative status of selected specialty oils. *Grasas Aceites*, 63(2), 143-151.
23. Martinez, M. L. & Maestri, D. M. (2008). Oil chemical variation in walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Argentina. *European journal of lipid science and technology*, 110(12), 1183-1189.
24. Martínez, M. L., Labuckas, D. O., Lamarque, A. L. & Maestri, D. M. (2010). Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(12), 1959-1967.

25. McGranahan, G. H., Charles, A., Leslie, C. A., Philips, H. A. & Dandaker, A. (1998). Walnut propagation. pp. 71-83. In: Ramos, D. (ed.) *Walnut production manual*. University of California, DANR Publication, Davis, USA.
26. Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A. & Pelka, J. R. (1966). Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Analytical chemistry*, 38(3), 514-515.
27. Miraliakbari, H. & Shahidi, F. (2008). Antioxidant activity of minor components of tree nut oils. *Food Chemistry*, 111(2), 421-427.
28. Mohammadi, T., Hatami, M., Mirzaee Sisaabad, Y., Hooshiari, A. & Nejatian, M. (2014). Formulation of Blend Oil Containing Canola and Sesame Oils without Synthetic Antioxidants. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 9(3), 83-92.
29. Muradoglu, F., Oguz, H. I., Yildiz, K. & Yilmaz, H. (2010). Some chemical composition of walnut (*Juglans regia* L.) selections from Eastern Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 5(17), 2379-2385.
30. Omidbaigi, R. & Alirezalu, A. (2011). Effect of sowing location on oil content and fatty acids composition of medicinal Castor bean plant (*Ricinus communis* L.), *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(4), 521-530.
31. Ozkan, G. & Koyuncu, M. A. (2005). Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Turkey. *Grasasy Aceites*, 56(2), 141-146.
32. Ozkan, M. M., Iman, C. & Arslan, D. (2010). Physicochemical properties, fatty acid and mineral content of some walnuts (*Juglans regia* L.) types. *Agricultural Sciences*, 1(02), 62-67.
33. Ozkan, M. M. (2009). Some nutritional characteristics of fruit and oil of walnut (*Juglans regia* L.) growing in Turkey. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering (IJCCE)*, 28(1), 57-62.
34. Pereira, J. A., Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I. C., Bento, A. & Estevinho, L. (2008). Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2103-2111.
35. Piravi, V. Z. & Pourfalatan, Sh. (2015). Fatty acid and strol composition of oils extracted from pistachio, walnut, hazelnut and almond employing by cold press method. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 12(3), 77-84.
36. Rabrenovic, B., Dimic, E., Maksimovic, M., Sobajic, S. & Gajic-Krstajic, L. (2011). Determination of fatty acid and tocopherol compositions and the oxidative stability of walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Serbia. *Czech J. Food Sci.*, 29(1), 74-78.
37. Savage, G. P. (2001). Chemical composition of walnuts (*Juglans regia* L.) grown in New Zealand. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56(1), 75-82.
38. Savage, G. P., Dutta, P. C. & McNeil, D. L. (1999). Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(9), 1059-1063.
39. Slatnar, A., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., Veberic, R. & Solar, A. (2015). Identification and quantification of phenolic compounds in kernels, oil and bagasse pellets of common walnut (*Juglans regia* L.). *Food Research International*, 67, 255-263
40. Yerlikaya, C., Yucel, S., Erturk, U. & Korukluoglu, M. (2012). Proximate composition, minerals and fatty acid composition of *Juglans regia* L. genotypes and cultivars grown in Turkey. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55(5), 677-683.
41. Zeneli, G., Kola, H. & Dida, M. (2005). Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. *Scientia horticultrae*, 105(1), 91-100.
42. Zwarts, G. P., Savage, D. L. & McNeil, L. (1999). Fatty acid content of New Zealand-grown walnuts (*Juglans regia* L.). *International journal of food sciences and nutrition*, 50(3), 189-194.