بررسی میزان پروتئین و ترکیب اسید چرب برخی ژنوتیپ‌های برتر گردو (*Juglans regia* L.) در شمال استان فارس

Study of Protein Content and Fatty Acid Composition of Some Walnut (*Juglans regia* L.) Superior Genotype in the North of Fars Province

سعادت ساریخانی خرمی و کاظم ارزانی

دانشجوی دکتری اصلاح و فیزیولوژی درختان میوه و استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

نویسنده مسئول: کاظم ارزانی؛ K_arzani@modares.ac.ir

چکیده

وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب غیراشباع سبب شده تا گردو به‌عنوان یک گونه استراتژیک در تغذیه انسان معرفی و در لیست محصولات برتر از نظر ارزش غذایی قرار گیرد. لذا در ادامه طرح ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر گردوی ایرانی در استان فارس و به منظور ارزیابی بیوشیمیایی این ژنوتیپ‌ها، ۱۱ ژنوتیپ برتر انتخابی در شهرستان اقلید طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۱ مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند که ۹ ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ برتر و امیدبخش نهایی انتخاب گردید. این ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مهم اصلاحی گردو از قبیل وزن میوه (۲۰/۳۶-۱۳/۱۹ گرم) و مغز (۱۳/۵۲-۷/۹ گرم)، درصد مغز (۵۷/۹۲-۴۶/۸۹ درصد)، عادت باردهی جانبی (۶۲/۰۸-۴۵/۶۴ درصد) و رنگ مغز (خیلی روشن و روشن) برتر بودند. نتایج حاصل از ارزیابی بیوشیمیایی نشان داد که میزان پروتئین و روغن موجود در مغز به ترتیب بین ۵۸/۱۳-۱۲/۱۹ و ۴۴/۶۶-۵۵/۷۰ درصد متغیر بود. به‌طوری‌که بیشترین میزان روغن و پروتئین به ترتیب در ژنوتیپ FaEqDm1 و FaEqAh1 مشاهده گردید. اسید پالمیتیک (۶/۷-۰۰/۶۵ درصد)، استئاریک (۷۲/۴۱-۱/۳ درصد)، اولئیک (۲۸/۹۶-۱۹/۳۰ درصد)، لینولئیک (۳۷/۰۵-۴۷/۵۹ درصد) و لینولنیک (۸۹/۹۹-۹/۱۶ درصد) اسیدهای چرب غالب ژنوتیپ‌های برتر موردمطالعه بود. همچنین مقادیر بسیار کمی از اسید آراشیدونیک و اروسیک در برخی از ژنوتیپ های مورد مطالعه مشاهده گردید. براساس نتایج میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف (PUFA) به‌طور معنی‌داری بیشتر از اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند مضاعف (MUFA) بود. برهمین اساس، بیشترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک و چند باند مضاعف به ترتیب در ژنوتیپ‌های FaEqHm1 و FaEqNs5 مشاهده گردید. همچنین ژنوتیپ FaEqDm1 دارای بیشترین میزان اسیدچرب اشباع و کمترین میزان اسیدچرب غیراشباع بود.

لغات کلیدی: اسیدلینولئیک، اسیدهای چرب غیراشباع، ارزیابی مورفولوژیک، اقلید، امگا-۶، درصد روغن.

مقدمه

گردوی ایرانی با نام علمی *Juglans regia* L., (2n=32)، دومین خشکبار مهم دنیا ازنظر میزان تولید می‌باشد. ایران با تولید بیش از ۱۳ درصد گردوی دنیا (۴۵۳۹۸۸ تن)، به‌عنوان یکی از مراکز اصلی کشت و کار و تنوع گردو دنیا است که پس از کشور چین، بزرگ‌ترین تولیدکننده این محصول به‌شمار می‌رود (FAO, 2013).

با ارتقاء سطح دانش و آگاهی مردم دنیا، مصرف‌کنندگان بیش از پیش به دنبال کیفیت، نوع رژیم غذایی و ترکیب‌های مفید برای سلامت می‌باشند. گردو یکی از این محصولات مهم است که فواید آن برای سلامت انسان، به ترکیب شیمیایی آن نسبت داده می‌شود. مصرف منظم گردو، با کاهش معنی‌دار میزان لیپوپروتئین‌ها (LDL و HDL) سبب کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروق کرونر می‌شود (Blomhoff *et al.*, 2006; Davis *et al.*, 2007).

مغز گردو دارای مقادیر بالایی از روغن (۵۱-۷۳ درصد) با اسیدهای چرب اشباع‌نشده می‌باشد (Ghasemi *et al.*, 2010) که این درصد ممکن است بسته به رقم، محل و مرحله رشد متفاوت باشد (Dogan and Akgul, 2005). میزان بالای روغن و پروتئین (۶۶-۱۶/۲۴ درصد) مغز گردو، این میوه را در تغذیه انسان ضروری کرده است. بنابراین، گردو به‌عنوان یک گونه استراتژیک در تغذیه انسان معرفی‌شده و در سازمان خواروبار جهانی (فائو)، در لیست محصولات برتر قرار دارد (Gandev, 2007). گردو علاوه بر روغن و پروتئین، دارای مقادیر فراوانی از کربوهیدرات‌ها (۱۲-۱۶ درصد)، فیبر (۵-۱/۲ درصد)، ملاتونین (Reiter *et al.*, 2005)، مواد معدنی (۷-۱/۲ درصد)، مس، اسیدفولیک، پتاسیم و ویتامین E (Mao and Hua, 2012)، استرول‌های گیاهی (Pereira *et al.*, 2008)، فلاونوییدها و فنولیک اسیدها (Martınez *et al.*, 2010)، تانن و پلی‌فنول‌ها (Li *et al.*, 2006) نیز می‌باشد.

ترکیب اسیدهای چرب و محتوای اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع، یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی دانه‌های روغنی است (Dauqan *et al.*, 2011). در میان روغن‌های گیاهی، روغن گردو از مواردی است که مقدار زیادی اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف دارد (تا ۷۸ درصد از کل اسیدچرب). اسید لینولئیک (C18:2) (۴۹-۶۳ درصد)، اولئیک (C18:1) (۲۶/۱- ۱۳/۸ درصد)، لینولنیک (C18:3) (۸/۵-۱۵ درصد)، استئاریک (C18:0) (۲/۵-۱/۴ درصد)، پالمیتیک (C16:0) (۷/۷-۶/۸ درصد) و میریستیک اسید (C14:0) (۰/۴۵ درصد) از مهم‌ترین اسیدهای چرب گردو می‌باشند (Moigradean *et al.*, 2013). مقادیر منحصربه‌فرد و متعادل امگا-۶ (لینولئیک اسید) و امگا-۳ (لینولنیک اسید) سبب شده تا گردو برای رژیم غذایی ضروری باشد (Davis *et al.*, 2007). بر اساس مطالعات انجام شده در بخش کشاورزی ایالات‌متحده آمریکا (USDA, 2007)، نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چند باندمضاعف به اسیدهای چرب اشباع (PUFA/SFA) در گردو، ۷/۷ است، لذا روغن گردو بسیار سریع فاسد می‌شود. بر اساس راهنمای رژیم غذایی برای تغذیه سالم، نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چند باندمضاعف به اسیدهای چرب اشباع (PUFA/SFA) بیشتر از ۱/۵، رابطه بسیار مثبت و بالایی با سلامتی دارد (Bouabdallah *et al.*, 2014). نسبت‌های بالای اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند مضاعف، سبب دوام بیشتر روغن در مقابل اکسیداسیون و امکان نگهداری بیشتر آن می‌گردد، اما اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف، در مقابل اکسیداسیون حساس‌تر بوده، اما ازنظر تغذیه‌ای و سلامت انسان، از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (Venkatachalam and Sathe, 2006).

نوع ژنوتیپ فاکتور بسیار مهمی در تعیین میزان روغن مغز گردو است. به‌عبارت‌دیگر، ژنوتیپ منبع اصلی تنوع در ترکیب اسیدچرب روغن گردو است (Bouabdallah *et al.*, 2014). با این‌وجود شرایط محیطی تا حدودی بر میزان و ترکیب اسیدهای چرب تأثیرگذار می‌باشند. مطالعات صورت گرفته بر روی ترکیبات شیمیایی شش رقم گردو (*Juglans regia* L.) در کشور پرتغال نشان داد که مغز ارقام موردمطالعه دارای ۷۸/۸۳ تا ۸۲/۱۴ درصد روغن بودند و اسید چرب عمده، اسید لینولئیک (۶۰/۳۰ درصد) و پس از آن، اسیدهای اولئیک لینولنیک و پالمیتیک بودند (Pereira *et al.*, 2008). طی مطالعه‌ای در کشور صربستان، ترکیب اسید چرب، توکوفرول و پایداری اکسیداتیو پنج رقم گردوی ایرانی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد که اسیدهای چرب ارقام موردمطالعه شامل اسیدهای لینولئیک (۶۵/۱-۵۷/۲ درصد)، اولئیک (۲۳/۷-۱۵/۹ درصد)، لینولنیک (۱۳/۶-۹/۱ درصد)، پالمیتیک (۳/۷-۶/۷ درصد)، استئاریک (۶/۲-۱/۲ درصد) و پالمیتولئیک (۰/۴-۰/۱ درصد) بود. همچنین میزان توکوفرول ارقام موردمطالعه بین ۴۲/۴۰-۲۸/۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن استخراج شده بود که γ-tocopherol مهم‌ترین ترکیب توکوفرول گردو به‌شمار می‌رود (Rabrenovic *et al.*, 2011).

پروتئین‌های موجود در روغن گردو، به‌عنوان یک منبع پروتئین گیاهی، در رژیم غذای انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان پروتئین کل مغز گردو بسته به رقم و ژنوتیپ بین ۲۰/۲-۱۳/۵ درصد متغیر است که گلوتلین، آلبومین، گلوبولین و پرولامین به ترتیب ۷۲/۰۶، ۷/۵۴، ۱۵/۶۷ و ۴/۷۳ درصد از ترکیبات این پروتئین را تشکیل داده‌اند (Mao

and Hua, 2012). طی مطالعه صورت گرفته روی برخی ارقام تجاری گردو در جهان و ایران گزارش است که مغز ارقام موردمطالعه حاوی ۲۰/۳۸- ۱۴/۶۷ درصد پروتئین کل می‌باشند (Golzari *et al.*, 2013).

شهرستان اقلید یکی از مراکز اصلی کشت و کار و تنوع گردو در استان فارس و ایران به‌شمار می‌رود که ژنوتیپ های با ارزشی ازنظر صفات مهم اصلاحی و کیفیت گردو در باغ‌های سنتی این شهرستان وجود دارد. شناسایی ژنوتیپ های برتر گردو در این باغ‌های سنتی و ارزیابی ارزش غذایی آن‌ها نه‌تنها در راستای دستیابی به ارقام تجاری گردو کمک می‌کند، بلکه ضرورت مصرف گردو را نیز آشکار می‌سازد. لذا هدف از این پژوهش، بررسی میزان پروتئین و ترکیب اسید چرب برخی ژنوتیپ‌های برتر گردو (*Juglans regia* L.) در شهرستان اقلید استان فارس به‌عنوان یکی از مراکز اصلی پراکنش و کشت و کار گردو در جنوب غربی ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در ادامه طرح ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر گردو در استان فارس، ۱۱ ژنوتیپ برتر و امیدبخش گردو در شهرستان اقلید استان فارس انتخاب گردید. این ژنوتیپ‌های برتر که از بین ۱۱۰ ژنوتیپ گردو در بخش مرکزی این شهرستان انتخاب شده بودند ازنظر صفات مهم اصلاحی از قبیل دیربرگدهی، باردهی جانبی، درصد مغز، وزن مغز و میوه، زودباردهی، ضخامت پوست سخت و رنگ مغز نسبت به سایر ژنوتیپ‌های موردمطالعه برتر بودند (Sarikhani Khorami *et al.*, 2013). پس از ارزیابی صفات در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹، ژنوتیپ‌های برتر انتخابی در قالب این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۱ مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند. در طول ارزیابی مورفولوژیک، تمام صفات فنولوژیک (تاریخ برگدهی، تاریخ آزاد شدن دانه گرده، تاریخ پذیرش دانه گرده توسط کلاله، تاریخ برداشت و ناهمرسی) و پومولوژیک (وزن میوه و مغز، درصد مغز، درصد باردهی جانبی، ضخامت، عرض و طول میوه، شاخص شکل، و گرد بودن میوه، ضخامت پوست، روزنه انتهای پوست، سهولت جدا شدن مغز از میوه و رنگ مغز) مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور ارزیابی صفات مذکور، از دو توصیف‌نامه IPGRI و UPOV استفاده گردید (Sarikhani Khorami *et al.*, 2012).

اندازه‌گیری میزان روغن

پس از پایان ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر موردمطالعه، تعداد ۹ ژنوتیپ گردو به‌عنوان ژنوتیپ منتخب و برتر انتخاب گردیدند (جدول ۱). ژنوتیپ‌های برتر انتخابی در این مرحله، ازنظر بسیاری از صفات مهم اصلاحی (از قبیل وزن میوه و مغز، درصد مغز، رنگ مغز، ضخامت پوست سخت و تاریخ برگدهی) از رقم تجاری و استاندارد "چندلر" برتر بودند. به‌منظور ارزیابی بیوشیمیایی ۹ ژنوتیپ برتر انتخابی، میوه ژنوتیپ‌ها پس از برداشت و جدا کردن پوست سبز از میوه‌ها، به مدت یک‌ماه در شرایط سایه و دمای اتاق نگهداری شدند (Zeneli *et al.*, 2005). پس از خشک شدن میوه، مغز ژنوتیپ‌ها انتخابی با استفاده از آسیاب برقی به‌طور کامل پودر گردید و مقدار ۲۰ گرم از مغز آسیاب شده هر ژنوتیپ برای تعیین میزان روغن و پروفیل اسید چرب استفاده گردید. در این بخش برای هر ژنوتیپ سه تکرار در نظر گرفته شد. روغن نمونه‌های تهیه شده با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال هگزان استخراج گردید. به‌منظور اطمینان کامل از استخراج روغن، برای هر نمونه مدت ۵ ساعت جهت استخراج روغن در نظر گرفته شد. حلال موجود در نمونه استخراج شده با استفاده از دستگاه روتاری در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد جدا گردید. همچنین به‌منظور اطمینان از حذف کامل حلال، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آون خلاء و دمای ۲±۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. درصد روغن هر نمونه از نسبت وزن روغن استخراج شده پس از جداسازی کامل حلال به وزن اولیه نمونه به‌دست آمد. روغن استخراج شده تا زمان تعیین پروفیل اسیدچرب در دمای ۷-۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

تعیین پروفیل اسید چرب

به‌منظور تعیین ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های موردمطالعه از روش متکالف و همکاران (Metcalf *et al.*, 1966) استفاده گردید. بدین منظور ابتدا مقدار ۵ میلی‌لیتر سود متانلی ۲ درصد به ۰/۱ گرم نمونه‌ی روغن اضافه گردید. در ادامه یک میلی‌لیتر محلول استاندارد داخلی (پنتادکانوئیک (C15) با غلظت ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) به نمونه اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد. پس از خنک شدن نمونه‌ها، به هر لوله آزمایش مقدار ۲/۱۷۵ میلی‌لیتر محلول بور تری فلورید (BF_3) متانل (BF_3) اضافه و مجدد به مدت ۳ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد. پس از خروج از حمام آب گرم و خنک شدن نمونه‌ها، به هر نمونه مقدار یک میلی‌لیتر حلال هگزان اضافه و نمونه‌ها به‌خوبی تکان داده شدند. در ادامه، به هر نمونه مقدار یک میلی‌لیتر محلول نمک سدیم اشباع (NaCl) اضافه و در دستگاه شیکر قرار داده شدند. با تشکیل دو فاز در نمونه‌ها، مقدار ۰/۲ میکرولیتر از فاز رویی به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق گردید. در این آزمایش از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Unicam 4600) با آشکارگر یونیزاسیون شعله‌ای (FID) و ستون BPX70 (به قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و قطر داخلی ۰/۲۲ میکرومتر و طول ۳۰ متر) و گاز حامل هلیوم استفاده گردید.

تعیین میزان پروتئین کل

به‌منظور اندازه‌گیری میزان پروتئین کل از دستگاه کجلدال و روش هضم استفاده گردید (AOAC, 1995). در این روش مقدار نیتروژن کل محاسبه می‌گردد که با استفاده از ضریب تبدیل ۵/۳۰ به درصد پروتئین کل تبدیل می گردد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (Ver. 19) انجام شد.

نتایج

ارزیابی مورفولوژیک ژنوتیپ‌های برتر انتخابی

همانطورکه گفته شد، تعداد ۱۱ ژنوتیپ برتر در نتیجه ارزیابی جمعیت گردو شهرستان اقلید طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹ انتخاب گردیدند. ژنوتیپ‌های انتخابی مجدد طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۱ مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند. با توجه به اینکه دو ژنوتیپ E22 و E28 ازنظر صفات مهم اصلاحی طی سال‌های مورد ارزیابی پائین‌تر از رقم "چندلر" بودند، لذا در انتهای آزمایش به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر نهایی در نظر گرفته نشدند. ۹ ژنوتیپ برتر انتخابی ازنظر بسیاری از صفات اصلاحی از رقم تجاری "چندلر" برتر بودند. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، تاریخ برگدهی ژنوتیپ‌های برتر انتخابی بسته به شرایط اقلیمی بین ۲۵ اسفند تا ۴ فروردین بود. همچنین تاریخ برداشت میوه این ژنوتیپ‌ها بین ۱۶ تا ۲۴ شهریور متغیر بود. ازنظر پدیده ناهمرسی (دایکوگامی)، ژنوتیپ‌های FaEqNs9، FaEqAa1، FaEqDm1 و FaEqAg1 هموگام بودند. به‌عبارت‌دیگر، طول دوره آزاد شدن دانه گرده و پذیرش آن توسط کلاله گل ماده بیش از ۶ روز همپوشانی داشت (جدول ۱).

باردهی جانبی یکی از صفات مهمی در برنامه‌های اصلاحی درختان گردو می‌باشد. بررسی میزان باردهی جانبی ژنوتیپ‌های برتر انتخابی در این مطالعه نشان داد که عمده ژنوتیپ‌های موردمطالعه دارای باردهی جانبی بیشتر از ۴۵ درصد بودند و بیشترین میزان این صفت در ژنوتیپ FaEqHm1 (۶۴/۰۸ درصد) مشاهده گردید (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین خصوصیات فنولوژیک و پومولوژیک (±SD) ژنوتیپ‌های برتر موردمطالعه گردو در منطقه اقلید، استان فارس طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۴

Table 1- Phenological and pomological characterisation (SD ±) of studied superior walnut genotypes in Eqlid region during 2010-2015

ژنوتیپ Genotypes	تاریخ برگدهی* Leafing date	تاریخ برداشت* Harvesting date	دایکوگامی** Dichogamy	باردهی جانبی Lateral bearing (%)	وزن میوه Nut weight (gr)	وزن مغز Kernel weight (gr)	درصد مغز Kernel Percentage (%)	ضخامت پوست سخت Shell thickness (mm)	رنگ مغز*** Kernel colour
FaEqNs5 (E5)	17.75±1.71	21.25±1.50	PR	57.50±2.89	14.38±0.27	7.13±0.15	49.57±0.64	1.03±0.02	2
FaEqNs9 (E9)	18.50±1.00	21.25±0.96	H	63.11±1.59	13.34±0.31	7.56±0.05	56.71±1.04	1.07±0.03	1
FaEqFm1 (E20)	15.00±1.41	20.75±2.50	PR	42.85±2.28	19.36±0.77	9.52±0.57	49.13±1.37	1.98±0.06	2
FaEqAa1 (E26)	13.25±0.96	20.25±1.71	H	46.43±2.96	14.76±0.57	8.18±0.69	55.34±2.77	1.47±0.06	1
FaEqDm1 (E30)	13.25±1.71	14.75±4.03	H	45.63±1.25	14.04±0.20	7.58±0.53	53.94±3.05	1.29±0.01	1
FaEqHm1 (E34)	11.25±0.96	21.75±1.26	PR	64.08±1.07	13.45±0.14	7.79±0.24	57.92±1.71	1.26±0.08	1
FaEqHm2 (E35)	15.75±1.50	20.50±2.38	PR	35.75±3.21	16.01±0.27	8.01±0.65	49.99±3.27	1.88±0.06	2
FaEqAh1 (E36)	11.50±1.73	20.25±1.26	PR	50.13±3.30	13.20±0.20	7.36±0.32	55.75±2.83	1.00±0.02	1
FaEqAg1 (E49)	17.50±1.00	19.50±2.65	H	45.62±1.25	18.83±0.15	8.83±0.24	46.89±1.10	0.87±0.03	1

* تاریخ برگدهی و برداشت بر اساس تعداد روز پس از استاندارد مرجع برای برگدهی (۱۴ اسفندماه) و برداشت (۲۹ مردادماه) می‌باشند.

** PR و H به ترتیب ژنوتیپ‌های پروتاندروس و هموگام است. *** ۱ و ۲ به ترتیب بیانگر رنگ مغز خیلی روشن و روشن می‌باشند.

جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب (درصد) موجود در روغن استخراج شده از ژنوتیپ‌های برتر گردو موردمطالعه در منطقه اقلید، استان فارس (±SD)

Table 2- Fatty acid composition (%) of oil extracted from studied superior walnut genotypes in Eqlid region, Fars province (±SD)

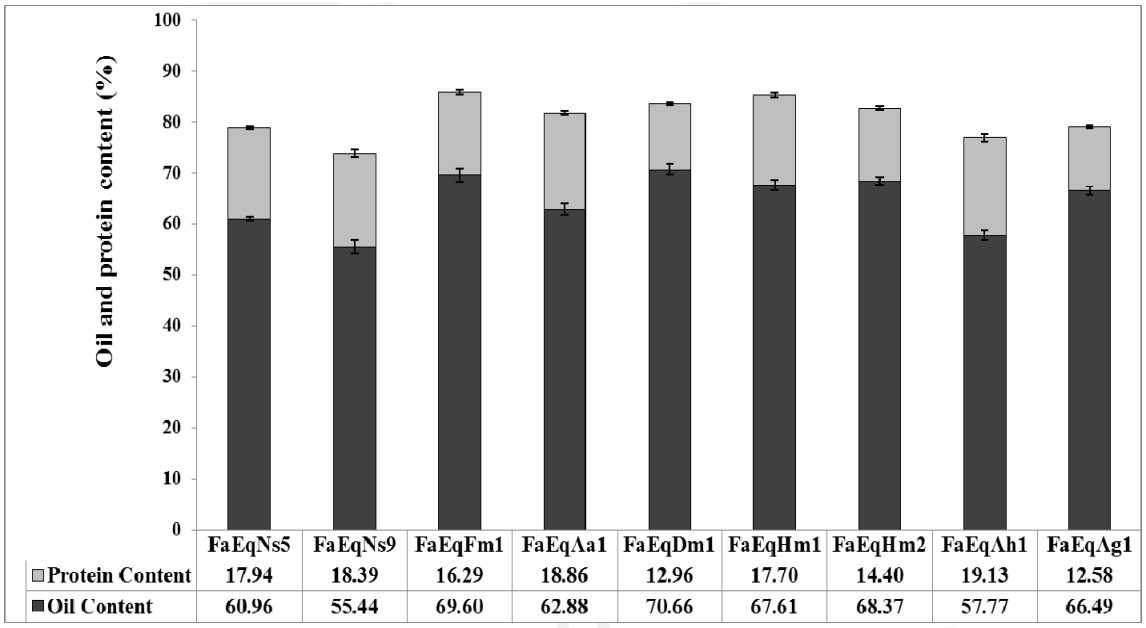
ژنوتیپ Genotypes	FaEqNs5 (E5)	FaEqNs9 (E9)	FaEqFm1 (E20)	FaEqAa1 (E26)	FaEqDm1 (E30)	FaEqHm1 (E34)	FaEqHm2 (E35)	FaEqAh1 (E36)	FaEqAg1 (E49)
C16:0	6.90±0.21	6.00±0.10	6.14±0.06	7.12±0.06	7.32±0.06	6.00±0.08	7.65±0.06	6.90±0.05	6.40±0.04
C18:0	2.62±0.10	1.94±0.08	3.12±0.03	2.58±0.03	3.41±0.11	1.96±0.06	2.93±0.06	2.27±0.08	1.72±0.03
C18:1	19.28±0.34	25.25±0.83	19.62±0.30	26.50±1.31	29.20±0.50	30.96±0.89	26.05±0.74	20.91±0.79	30.29±0.58
C18:2	59.05±0.76	53.71±1.02	57.81±1.07	53.31±1.80	50.07±0.12	48.98±0.57	49.27±1.59	52.93±1.36	47.37±0.61
C18:3	12.05±1.19	13.09±1.27	13.17±1.07	10.36±1.33	9.89±0.45	11.74±1.16	14.10±2.04	16.99±1.95	14.09±0.83
C20:4	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.13±0.02	0.00±0.00	0.14±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00	0.13±0.02
C22:1	0.12±0.01	0.00±0.00	0.14±0.00	0.00±0.00	0.13±0.01	0.21±0.02	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
SFA	9.51±0.31	7.95±0.13	9.26±0.06	9.70±0.08	10.72±0.12	7.96±0.11	10.58±0.08	9.16±0.11	8.12±0.06
MUFA	19.39±0.35	25.25±0.83	19.76±0.30	26.50±1.31	29.32±0.49	31.18±0.90	26.05±0.74	20.91±0.79	30.29±0.58
PUFA	71.09±0.64	66.80±0.71	70.98±0.33	63.80±1.30	59.96±0.57	60.86±0.97	63.37±0.72	69.93±0.69	61.59±0.54
PUFA/SFA	7.48±0.31	8.41±0.08	7.67±0.07	6.58±0.14	5.59±0.11	7.65±0.21	5.99±0.07	7.63±0.02	7.59±0.06

- در آنالیز گراف‌های به‌دست آمده، پیک‌های که سطح کمتر از ۵۰۰ داشتند به‌عنوان خطا (Trace) در نظر گرفته شده و مورد محاسبه قرار نگرفتند.

تمام ژنوتیپ‌های موردمطالعه در این پژوهش دارای وزن میوه، مغز و درصد مغز بالاتر از رقم تجاری چندلر بودند. به‌طوری‌که بیشترین میزان وزن میوه (۱۹/۳۶ گرم) و مغز (۹/۵۲ گرم) در ژنوتیپ FaEqFm1 مشاهده گردید. همچنین درصد مغز تمام ژنوتیپ‌های موردمطالعه بیشتر از ۴۶ درصد بود و بیشترین و کمترین میزان درصد مغز به ترتیب در ژنوتیپ‌های FaEqHm1 (۵۷/۹۲ درصد) و FaEqAg1 (۴۶/۸۹ درصد) مشاهده گردید. تمام ژنوتیپ‌های برتر موردمطالعه، دارای رنگ مغز خیلی روشن و روشن بودند که به‌راحتی از پوست سخت جدا می‌شود. همچنین ضخامت پوست سخت آن‌ها نیز بین ۱/۹۸-۰/۸۷ میلی‌متر متغیر بود (جدول ۱).

ارزیابی بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های برتر انتخابی

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، درصد پروتئین و روغن موجود در مغز ژنوتیپ‌های برتر گردو موردمطالعه به ترتیب بین ۱۹/۱۳-۱۲/۵۸ و ۷۰/۶۶-۵۵/۴۴ درصد متغیر بود. به‌طوری‌که بیشترین میزان روغن و پروتئین به ترتیب در ژنوتیپ FaEqDm1 و FaEqAh1 مشاهده گردید. همچنین ژنوتیپ FaEqNs9 دارای کمترین درصد روغن (۵۵/۴۴ درصد) بود (شکل ۱).

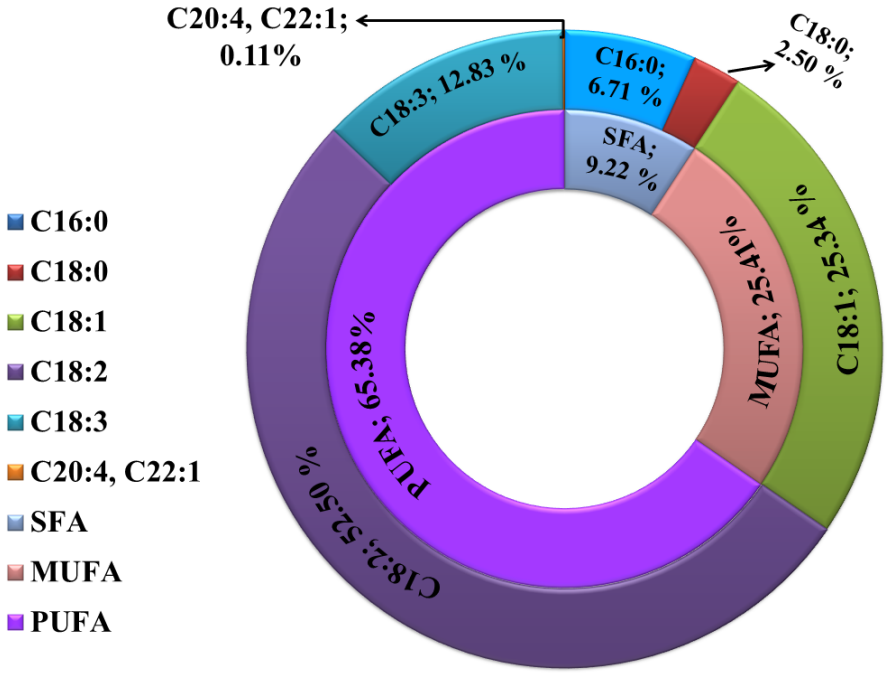


	FaEqNs5	FaEqNs9	FaEqFm1	FaEqAa1	FaEqDm1	FaEqHm1	FaEqHm2	FaEqAh1	FaEqAg1
Protein Content	17.94	18.39	16.29	18.86	12.96	17.70	14.40	19.13	12.58
Oil Content	60.96	55.44	69.60	62.88	70.66	67.61	68.37	57.77	66.49

شکل ۱- میزان پروتئین کل ژنوتیپ‌های برتر گردوی ایرانی در منطقه اقلید استان فارس در سال ۱۳۹۴

Fig 1- Total protein content of superior walnut genotypes in in Eqlid region in 2015

بررسی پروفیل اسیدهای چرب موجود در روغن ژنوتیپ‌های برتر گردو موردمطالعه در این آزمایش نشان داد که اسیدهای پالمیتیک (C16:0)، استئاریک (C18:0)، اولئیک (C18:1)، لینولئیک (C18:2) و اسید لینولنیک (C18:3) اجزای اصلی تشکیل‌دهنده روغن گردو در تمام ژنوتیپ‌های برتر بودند. البته در برخی ژنوتیپ‌ها مقادیر بسیار پائینی از اسیدهای چرب آراشیدونیک (C24:0) و اروسیک (C22:1) مشاهده گردید. اسید لینولئیک (۵۲/۵۰ درصد) و پس از آن اسید اولئیک (۲۵/۳۴ درصد)، اسیدهای چرب غالب موجود در روغن ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه اقلید استان فارس بودند. به‌عبارت‌دیگر، بالغ بر ۹۰/۷۸ درصد از اسیدهای چرب موجود در ژنوتیپ‌های برتر موردمطالعه را اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل داده‌اند که در این بین ۲۵/۴۱ درصد آن مربوط به اسیدهای چرب با یک باند مضاعف (اسید اولئیک و اروسیک) و ۶۵/۳۸ درصد مربوط به اسیدهای چرب با چند باند مضاعف (اسید لینولئیک، لینولنیک و آراشیدونیک) بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده تنها ۹/۲۲ درصد از اسیدهای چرب موجود در روغن ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه اقلید، اسیدهای چرب اشباع بودند که شامل اسیدپالمیتیک (۶/۷۱ درصد) و اسید استئاریک (۲/۵۰ درصد) است (شکل ۲).



شکل ۲- پروفیل اسید چرب موجود در روغن ژنوتیپ‌های برتر گردوی ایرانی در منطقه اقلید استان فارس در سال ۱۳۹۴
Fig 1- Fatty acid profile of superior walnut genotypes in in Eqlid region in 2015

بررسی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اسیدهای چرب غالب ژنوتیپ‌های برتر موردمطالعه شامل اسیدهای پالمیتیک (۶/۷۰-۰۰/۶۵ درصد)، استئاریک (۱/۳-۷۲/۴۱ درصد)، اولئیک (۱۹/۲۸-۳۰/۹۶ درصد)، لینولئیک (۴۷/۵۹-۳۷/۰۵ درصد) و لینولنیک (۹/۱۶-۸۹/۹۹ درصد) بود. همچنین مقادیر بسیار کمی از اسید آراشیدونیک در ژنوتیپ‌های FaEqAa1، FaEqHm1 وFaEqAg1 و اسیداروسیک در ژنوتیپ‌های FaEqNs5، FaEqFm1، FaEqDm1 و FaEqHm1 مشاهده گردید. در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه، بیشترین میزان اسیدهای چرب پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک به ترتیب در ژنوتیپ‌های FaEqHm2، FaEqDm1، FaEqHm1، FaEqNs5 و FaEqAh1 مشاهده گردید (جدول ۲).

بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های برتر موردمطالعه، اسیدهای چرب غیراشباع (۹۲/۰۵-۸۹/۲۸ درصد) بخش بزرگی از ترکیب روغن گردو را تشکیل داده‌اند که در این بین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف (PUFA) به‌طور معنی‌داری بیشتر از اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند مضاعف (MUFA) بود. دامنه تغییرات اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند مضاعف و اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف به ترتیب ۳۱/۱۸-۱۹/۳۹ و ۵۹/۹۵-۷۱/۱۰ درصد بود. بررسی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیشترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک و چند باند مضاعف به ترتیب در ژنوتیپ‌های FaEqHm1 و FaEqNs5 مشاهده گردید. همچنین ژنوتیپ FaEqDm1 دارای بیشترین میزان اسیدچرب اشباع و کمترین میزان اسیدچرب غیراشباع بود (جدول ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

شناسایی و ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر گردو در کشور می‌تواند به عنوان اولین قدم در برنامه‌های اصلاحی گردو، نقش بسزایی در بهبود صنعت گردوکاری در سال‌های آتی داشته باشد (Arzani *et al.*, 2008). ژرم‌پلاسم بسیار غنی از درختان میوه و بویژه گردو در باغ‌های سنتی گردو کشور واقع شده است که به عنوان یک منبع ژنتیکی برای برنامه

های اصلاحی بعدی تلقی می‌گردد و لازم است تا درختان موجود در این باغ‌ها از جنبه‌های مختلف مورفولوژیک، پومولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی مورد ارزیابی قرار گیرند (Arzani, 2003). در همین راستا و طی ارزیابی جمعیت گردو موجود در بخش مرکزی شهرستان اقلید فارس، ۱۱ ژنوتیپ برتر گردو در این منطقه معرفی گردید (Sarikhani Khorami *et al.*, 2013) که ارزیابی پومولوژیک و فنولوژیک مجدد این ژنوتیپ‌ها نشان داد که از نظر بسیاری از صفات مهم اصلاحی گردو از قبیل وزن میوه و مغز، درصد مغز، عادت باردهی جانبی، زودباردهی، ضخامت پوست سخت و رنگ مغز از بسیاری از ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های برتر معرفی شده توسط سایر محققین برتر می‌باشد (Zenli et al., 2005; Aslantas, 2006; Cosmulescu and Botu, 2012). در حال حاضر، "چندلر" به‌عنوان یک رقم تجاری و استاندارد در کشورهای مختلف دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چند ژنوتیپ‌های برتر مورد مطالعه در این پژوهش، برخلاف رقم تجاری "چندلر" دارای عادت باردهی جانبی ۱۰۰ درصد نبودند، اما از نظر سایر صفات مهم اصلاحی گردو از قبیل وزن میوه و مغز، درصد مغز، زودباردهی، ضخامت پوست سخت و رنگ مغز بهتر و یا مانند "چندلر" بودند. عادت باردهی جانبی یک صفت اصلاحی بسیار مهم برای گردو می‌باشد که نقش زیادی در تعیین میزان عملکرد بازی می‌کند (Amiri *et al.*, 2010). این صفت دارای توارث پذیری متوسط بوده، و سیستم تربیت و هرس درختان و مدیریت تغذیه باغ می‌توانند تاثیر معنی‌داری بر این صفت داشته باشند. لذا هر چند درختان گردوی ایرانی تمایل بیشتری به عادت باردهی انتهایی دارند، اما شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عادت باردهی جانبی متوسط تا بالا در جمعیت گردوی ایرانی می‌تواند بیانگر این مهم باشد که امکان بهبود عادت باردهی جانبی در این درختان از طریق بهبود سیستم مدیریت باغ و برنامه‌های اصلاحی وجود دارد. چراکه عمده درختان موجود در باغ‌های سنتی کشور در بدترین شرایط از نظر سیستم تربیت، هرس و مدیریت تغذیه قرار دارند.

بررسی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که میزان پروتئین موجود در مغز ژنوتیپ‌های برتر گردو بین ۱۲/۱۹-۵۸/۱۳ درصد متغیر بود که این نتایج با نتایج سایر محققین مطابقت داشت (Pereira *et al.*, 2008; Golzari *et al.*, 2013). قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al.*, 2010) گزارش کردند که مغز ژنوتیپ‌های برتر گردو در استان مرکزی دارای ۷۳-۵۱ درصد روغن می‌باشد. نتایج حاصل از این آزمایش نیز نشان داد که مغز ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه اقلید استان فارس دارای ۵۵/۴۴-۷۰/۶۶ درصد روغن بود. همچنین اسید لینولئیک (۵۹/۰۵-۴۷/۳۷ درصد) و پس از آن اسید اولئیک (۲۸/۹۶-۱۹/۳۰درصد)، اسیدهای چرب غالب موجود در روغن ژنوتیپ‌های برتر مورد مطالعه بود که این نتایج با گزارش‌های سایر محققین مطابقت داشت (Rabrenovic *et al.*, 2011; Özcan, 2009; Aryapak and Ziarati, 2014). کالاریرمک (Caglarirmak, 2003) طی مطالعه خود برروی ۵ ژنوتیپ برتر گردو در کشور ترکیه گزارش کرد که ژنوتیپ‌های برتر مورد مطالعه دارای ۴۹/۰۰-۴۲/۱۱ درصد اسید لینولیئک می‌باشند. پریرا و همکاران (Pereira *et al.*, 2008) میزان این اسیدچرب را در بین ارقام تجاری کشت شده گردو در کشور پرتغال بین ۶۰/۳۰-۵۵/۵۱ درصد گزارش کردند. ایشان گزارش کردند اسیدهای چرب غیراشباع بویژه اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف (PUFA)، اسیدچرب غالب در روغن گردو می‌باشد. نتایج مشابهی توسط مویگاردین و همکاران (Moigradean *et al.*, 2013) گزارش شد. نتایج حاصل از این آزمایش نیز نشان داد که اسیدهای چرب غیراشباع (۲۸/۰۵-۸۹/۹۲ درصد) بخش بزرگی از ترکیب روغن ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه اقلید را تشکیل داده‌اند که میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف (PUFA) بین ۵۹/۹۵-۷۱/۱۰ درصد متغیر بود. همچنین FaEqNs9، FaEqHm1 و FaEqAg1 دارای بیشترین میزان اسیدهای چرب غیر اشباع و کمترین میزان اسید چرب اشباع بودند. با این وجود نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف به اسیدهای چرب اشباع (PUFA/SFA) در تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بیشتر از ۵/۵۰ بود. گزارش شده است هرچند مقادیر بالای نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چندباند مضاعف به اشباع سبب فسادپذیری روغن گردو می‌شود ولی این نسبت بالا رابطه مستقیم و معنی‌داری با سلامت دارد (Bouabdallah *et al.*, 2014).

وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب غیراشباع سبب شده تا گردو به‌عنوان یک گونه استراتژیک در تغذیه انسان معرفی و در لیست محصولات برتر از نظر ارزش غذایی قرار گیرد (Gandev, 2007). هرچند مقادیر بالای اسیدهای چرب غیراشباع سبب کاهش عمرانباری روغن گردو و افزایش احتمال اکسیداتیو آن می‌شود (USDA, 2007)، اما وجود این اسیدهای چرب غیراشباع بویژه امگا-۶ (اسیدلینولئیک) و امگا-۳ (اسیدلینولنیک) نقش بسزایی در سلامت انسان و پیشگیری از بسیاری از بیماری‌های خطرناک از قبیل آلزایمر، حمله قلبی، گرفتگی عروق و افسردگی دارد (Bourre, 2004). به طور کلی و براساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که ۹ ژنوتیپ برتر معرفی شده در این پژوهش، ضمن برتر و امیدبخش بودن از نظر صفات مهم اصلاحی گردو، دارای مقادیر بسیار بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند مضاعف (MUFA) و چند باند مضاعف (PUFA) می‌باشند که اهمیت بسیار بالایی از نظر تغذیه و سلامت انسان دارد. مسلماً توجه به این ژنوتیپ‌ها و به‌کارگیری از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی آتی، امکان معرفی ارقام گردوی ایرانی با عملکرد، کمیت و کیفیت و همچنین ارزش غذایی بالا را فراهم خواهد نمود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه واخنینگن برای حمایت‌های مالی و از جناب آقایان دکتر محمودرضا روزبان و دکتر مهدی عیاری نوش‌آبادی برای راهنمایی‌های علمی تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference:

Amiri, R., Vahdati, K., Mohsenipoor, S., Mozaffari, M.R. and Leslie, C.A. 2010. Correlations between Some Horticultural Traits in Walnut. HortScience, 45 (11), 1690-1694.

AOAC, 1995. Official Methods of Analysis, sixteenth ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Aryapak, S. and Ziarati, P. 2014. Nutritive Value of Persian Walnut (Juglans regia L.) Orchards. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.; 14 (11): 1228-1235.

Arzani, K. 2003. Approach on important, protect, maintenance, breeding and management of Iranian traditional orchards. The first conference of the Iranian traditional orchards: 1-5. (In Persian).

Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A. and Roozban, M.R. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from central Iran. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 36: 159-168.

Aslantas, R. 2006. Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. New Zealand journal of Crop and Horticultural Science 34: 231-237.

Blomhoff, R., Carlsen, M.H., Andersen, L.F. and Jacobs Jr., D.R. 2006. Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. Brit. J. Nutr; 96: S52–S60.

Bouabdallah, I., Bouali, I., Martinez-Force, E., Albouchi, A., Perez Camino, M.C. and Boukhchina, S. 2014. Composition of fatty acids, triacylglycerols and polar compounds of different walnut varieties (*Juglans regia* L.) from Tunisia. Natural Product Research; 28 (21): 1826–1833.

Bourre, J.M. 2004. Roles of unsaturated fatty acids (especially omega-3 fatty acids) in the brain at various ages and during ageing. Journal of Nutrition Health and Aging; 8: 163–174.

Caglarırmak, N. 2003. Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia* L.). Nahrung/Food; 47 (1): 28- 32.

Cosmulescu, S. and Botu, M. 2012. Walnut biodiversity in south-western Romania resource for perspective cultivars. Pakistan Journal of Botany; 44:307–311.

Dauqan, E.M.A, Sani, H.A., Abdullah, A. and Kasim, Z.M. 2011. Fatty acids composition of four different vegetable oils (red palm olein, palm olein, corn oil and coconut oil) by Gas Chromatography. 2nd International Conference on Chemistry and Chemical Engineering IPCBEE; 14: 31-34.

Davis, L., Stonehouse, W., Loots, D.T., Mukuddem-Petersen, J., van der Westhuizen, F., Hanekom, S.J. and Jerling, J.C. 2007. The effects of high walnut and cashew nut diets on the antioxidant status of subjects with metabolic syndrome. Eur. J. Nutr; 46: 155–164.

Dogan, M. and Akgulb, A. 2005. Fatty acid composition of some walnut (*Juglans regia* L.) cultivars from east Anatolia. Grasas y Aceites; 56 (4): 328-331.

FAO. 2013. FAO statistical yearbook. Agricultural production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (http://faostatfaoorg/site/567/defaultaspx).

Gandev, S. 2007. Budding and grafting of the walnut (*Juglans regia* L.) and their effectiveness in Bulgaria (Review). Bulgar. J. Agri. Sci.; 13: 683-689.

Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D. and Ghasemi, S. 2010. Fatty acids composition of some selected walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province. Journal of Food Science and Technology; 7: 31-37 (In Persian).

Golzari, M., Rahemi, M., Hassani, D., Vahdati, K. and N. 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 Persian).

Li, L., Tsao, R., Yang, R., Liu, C.M., Zhu, H.H. and Young, J.C. 2006. Polyphenolic profiles and antioxidant activities of heartnut (*Juglans ailanthifolia* var. *cordiformis*) and Persian walnut (*Juglans regia* L.). J. Agric. Food Chem; 54: 8033–8040.

Mao, X. and Hua, Y. 2012. Composition, Structure and Functional Properties of Protein Concentrates and Isolates Produced from Walnut (*Juglans regia* L.). Int. J. Mol. Sci.; 13: 1561-1581.

Martınez, M.L., Labuckas, D.O., Lamarque, A.L. and Maestri, D.M. 2010. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products. J Sci Food Agric; 90: 1959–1967.

Metcalf, L. D., Schmitz, A. A., and Pelka, J. R. 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry; 38: 514-515.

Moigradean, D., Poiana, M.A., Alda, and Gogoasa, I. 2013. Quantitative identification of fatty acids from walnut and coconut oils using GC-MS method. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies; 19 (4): 459-463.

Özcan, M.M. 2009. Some Nutritional Characteristics of Fruit and Oil of Walnut (*Juglans regia* L.) Growing in Turkey. Iran. J. Chem. Chem. Eng.; 28 (1): 57-62.

Pereira, J.A., Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I.C.F.R., Bento, A. and Estevinho, L. 2008. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. Food and Chemical Toxicology; 46: 2103–2111.

Rabrenovic, B., Dimic, E., Maksimovic, M., Sobajic, S. and 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.

Reiter, R.J., Manchester, L.C. and Dun-xian Tan, M.D. 2005. Melatonin in walnuts: influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood. Nutrition; 21: 920–924.

Sarikhani Khorami, S., Arzani, K. and Roozban, M.R. 2012. Identification and selection of twelve walnut superior and promising genotypes in Fars Province, Iran. Seed and Plant Improvement Journal; 28 (2): 277-296 (In Persian).

Sarikhani Khorami, S., Arzani, K., Roozban, M.R. and Mirsoleymani, M. 2013. Evaluation of morphological, phenological and pomological diversity of some Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotypes north of Fars Province. Iranian Journal of Horticultural Science; 44 (3): 301-313 (In Persian).

USDA. 2007. Agricultural Research Service. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 20. Nutrient Data Laboratory Home Page.

Venkatachalam, M. and Sathe, S. K. 2006. Chemical composition of selected edible nut seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry; 13: 4705-4714.

Zeneli, G., Kola, H. and Dida, M. 2005. Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. Scientia Horticulturae 105: 91-100.

Study of Protein Content and Fatty Acid Composition of Some Walnut (*Juglans regia* L.) Superior Genotype in the the North of Fars Province

Saadat Sarikhani Khorami and Kazem Arzani
Department of Horticultural Science, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran
Corresponding Author: Kazem Arzani; K_arzani@modares.ac.ir

Abstract

High amounts of unsaturated fatty acids in kernel has made walnut as strategic species in human nutrition and classified it on the list of superior products in terms of nutritional value. Therefore, in order to biochemical evaluation of superior walnut genotypes in Eqlid region, Fars province, 11 pervious selected superior genotypes were re-evaluated during 2013-2015. At the end of the morphological evaluation, 9 walnut genotypes were selected as superior and promising genotypes for biochemical study. These genotypes were superior in terms of important breeding traits such as nut (13.20-19.36 gr) and kernel (7.13-9.52 gr) weight, kernel percentage (46.89-57.92%), lateral bearing (45.62-64.08%) and kernel colour (light and extra light). Our results showed that protein and oil contents of kernel ranged from 12.58-19.13% and 55.44-70.66%, respectively. So that the highest level of oil and protein content were observed in FaEqDm1 and FaEqAh1, respectively. Palmitic (6.00-7.65%), stearic (1.72-3.41%), oleic (19.28-30.96%), linoleic (47.37-59.05) and linolenic (9.89-16.99%) acid were the predominant fatty acids in studied superior walnut genotypes. Also, a very small amount of arachidonic and erucic acid was observed in some superior genotypes. Based on the results, polyunsaturated fatty acids (PUFA) were significantly higher than monounsaturated fatty acids (MUFA). Accordingly, the highest level of PUFA and MUFA were observed in FaEqNs5 and FaEqHm1 genotypes, respectively. Also, FaEqDm1 genotype had the highest level of saturated fatty acid (SFA) and lowest level of unsaturated fatty acid (UFA).

Keywords: Eqlid, Linoleic acid, Morphological evaluation, Oil percentage, Omega-6, Unsaturated fatty acids.