بررسی میزان پروتئین، روغن و اسیدهای‌چرب برخی ارقام گردو (*Juglans regia* L.) و تأثیر دانه گرده بر برخی خصوصیات آن

مریم گلزاری[۱*]، مجید راحمی[۲]، داراب حسنی[۳]، کورش وحدتی[۴]، نرجس محمدی[۵]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گرایش اصلاح گیاهان باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۲- استاد بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
۳- استادیار بخش تحقیقات باغبانی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
۴- دانشیار گروه باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۵- کارشناس آزمایشگاه مرکزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۲۵)

چکیده

گردو بدلیل داشتن اسیدهای‌چرب غیراشباع بعنوان یکی از مهمترین خشک‌میوه‌ها از نظر ارزش غذایی مطرح می‌باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی ترکیبات سودمند در روغن گردو است. در تحقیق حاضر برخی ارقام برتر گردو (*Juglans regia* L.) شامل: چندلر، هارتلی، پدرو، Z_{60}، Z_{30} و Z_{63} جهت بررسی پروتئین، روغن و اسیدهای‌چرب انتخاب گردیدند. میزان روغن گردو به روش سوکسله اندازه‌گیری شد و مقدار آن در ارقام مختلف بین ۷۵-۶۰ درصد بود. بعد از استخراج روغن و خالص سازی آن، ترکیب کمی و کیفی اسیدهای‌چرب روغن توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) اندازه‌گیری گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که اسیدهای‌چرب غیراشباع در روغن گردو غالب می‌باشد. اسیدچرب غالب لینولئیک اسید (۶۸/۴۴-۴۴/۸۴ درصد) و سایر اسیدهای‌چرب موجود لینولنیک (۲۳/۹۲-۱۵/۳۱ درصد)، اولئیک اسید (۳۱/۶۲-۸/۰۲ درصد)، پالمیتیک اسید (۶/۴۴-۲/۴۲ درصد) و استئاریک اسید (۲/۴۸-۱/۶۵ درصد) بودند. روغن گردو در ارقام مختلف ۷۵-۶۰ درصد و پروتئین مغز در این ارقام ۲۰/۳۸-۱۴/۶۷ درصد بود. در نهایت مشخص شد رقم هارتلی بیشترین میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع و رقم Z_{63} کمترین میزان اسیدچرب غیراشباع را دارد. همچنین رقم Z_{60} بیشترین میزان اسیدهای‌چرب اشباع و رقم Z_{63} کمترین میزان اسیدهای‌چرب اشباع را در میان ارقام مورد بررسی دارا بودند. نتایج بدست آمده نشان داد که تنها گرده رقم Z_{63} بر پروتئین کل مغز رقم پدرو تاثیر داشت و به میزان ۲/۰۸ درصد میزان پروتئین کل مغز را نسبت به گرده افشانی آزاد افزایش داد.

کلید واژه‌گان: روغن گردو، اسیدچرب غیراشباع، اسیدچرب اشباع، لینولئیک اسید، لینولنیک اسید، اولئیک اسید، پالمیتیک اسید، استئاریک اسید.

*مسئول مکاتبات: mgolzari@ut.ac.ir

۱- مقدمه

گردو (*Juglans regia* L.) درختی مهم و چند منظوره می‌باشد، بطوریکه در باغبانی بخاطر میوه و در جنگلکاری برای چوب با ارزش آن و در داروسازی به‌عنوان یک گیاه دارویی و همچنین در احداث پارک‌ها می‌تواند به عنوان یک گیاه زینتی مورد استفاده قرار گیرد [۱]. در فلات ایران گردو در عرض جغرافیایی ۲۹ تا ۳۹ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ تا ۶۴ درجه شرقی، از زمین‌های کم ارتفاع تا مناطقی با ارتفاع ۲۵۰۰ متر، به صورت اهلی یا وحشی در شمال، غرب و مرکز کشور ایران یافت می‌شود [۲]. دانه‌های روغنی، به دلیل داشتن میزان متفاوتی از انواع اسیدهای‌چرب، ارزش تجاری متفاوتی پیدا می‌کنند [۳و۴].

از نظر تغذیه‌ای مغز گردو بسیار مغذی است و بسته به رقم ترکیب آن متفاوت است [۵]. در اکثر ارقام مغز گردو حدود ۶۰ درصد روغن دارد [۶]، که این مقدار از ۷۰-۵۲ درصد چربی بسته به رقم و منطقه متغیر است [۷،۸،۹و۱۰].

فواید مغز گردو در رژیم غذایی انسان علیه کلسترول بالا ثابت شده است [۱۱]. مشخص گردیده است که میزان مصرف متعادلی از مغز گردو سطح کلسترول خون یا لیپوپروتئین کم تراکم (Low Density Lipoprotein) را تا حدود ۱۶ درصد در مردان کاهش می‌دهد [۱۲و۱۳].همچنین ثابت شده است که مغز گردو در جلوگیری از بروز بیماری های قلبی موثر است [۱۴]. مغز اغلب خشک میوه‌ها غنی از اسیدهای‌چرب غیراشباع با یک پیوند مضاعف دوگانه (Monounsaturated) نظیر اولئیک اسید است، در حالی‌که مغز گردو غنی از دو اسیدچرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف (Polyunsaturated) شامل لینولئیک اسید و لینولنیک اسید است [۷،۹و۱۵]. به طور کلی نوع اسیدهای‌چرب مصرف شده در رژیم غذایی انسان مهم‌تر از کل روغن مصرف شده می‌باشد [۱۱]. همچنین نسبت اسیدهای‌چرب در ارزش تغذیه‌ای و اقتصادی روغن بسیار مهم می‌باشد. نسبت بالاتر اسیدهای‌چرب غیر اشباع با یک پیوند مضاعف سبب دوام بیشتر روغن در مقابل اکسیداسیون و امکان نگهداری بیشتر آن می‌گردد، اما اسیدهای‌چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف در مقابل اکسیداسیون حساس‌تر بوده، اما از نظر تغذیه‌ای و سلامت انسان از اهمیت بیشتری برخوردار هستند [۱۶و۱۷].

لینولنیک اسید (امگا-۳) یک اسیدچرب ضروری است که بدن قادر به سنتز آن نمی‌باشد و همواره باید همراه با مواد غذایی وارد بدن شود [۱۸]. رژیم‌های غذایی دارای امگا-۳ در جلوگیری از برخی اختلالات مانند افسردگی، جنون و بویژه آلزایمر دخالت دارد [۱۹]. مطالعات نشان داده که این اسیدچرب در جلوگیری از بروز بیماری‌های قلبی بسیار حائز اهمیت می‌باشد [۱۴]. لینولئیک اسید (امگا-۶) نیز در رژیم‌های غذایی بسیار ضروری است [۱۸]. آگاهی از ترکیبات شیمیایی مغز گردو نه تنها از نظر ارزیابی کیفیت تغذیه‌ای و تجاری آن‌ها اهمیت دارد، بلکه ضرورت مصرف گردو را آشکار می‌سازد [۲۰]. همچنین ترکیب اسیدهای‌چرب روغن گردو در ارقام مختلف، متفاوت است. این مسأله در تشخیص تفاوت محل رشد ارقام و تشخیص محل مناسبی که اسیدهای‌چرب بیشترین میزان و بالاترین کیفیت را دارند، حائز اهمیت است [۱۵و۲۱]. اثرات والد گرده دهنده (زنیا)، روی خصوصیات کمی و کیفی میوه برخی گونه‌های گیاهی گزارش شده است [۲۲]. اثرات گرده در جنین و پریکارپ پسته توسط پوبلیزوهوپ گزارش گردیده است [۲۳]. کراین و ایواکری نشان دادند که دانه گرده فقط روی جنین اثر می‌گذارد [۲۴]. در نارگیل تلاقی‌های کنترل شده نشان داده است که دانه گرده مستقیماً بر آندوسپرم اثر می‌گذارد [۲۵]. در اندازه میوه، طعم و کیفیت مغز شاه‌بلوط نیز تغییراتی در اثر دانه گرده مشاهده شده است [۲۴و۲۶]. در آزمایشی بر روی بادام مشخص شد که نوع دانه گرده تغییری بر ترکیبات شیمیایی (چربی و پروتئین) خشک میوه بادام نداشت [۲۷]. در آزمایش دیگر، مشخص شد که دگرگشنی در بادام میزان روغن مغز را نسبت به خودگشنی افزایش می‌دهد [۲۸]. پژوهش حاضر به منظور بررسی وضعیت اسیدهای‌چرب روغن گردو در برخی از ژنوتیپ‌های خارجی و ارقام برتر داخلی موجود در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال شهر و همچنین بررسی تاثیر دانه گرده بر ترکیب

اسیدهای‌چرب موجود در روغن گردو صورت گرفت. بکارگیری نتایج حاصل از این بررسی در معرفی ارقام مناسب از نظر رژیم غذایی از اهداف دیگر این پژوهش است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- بررسی اثر نوع دانه گرده

در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷برای بررسی تاثیر دانه گرده بر روی خصوصیات کیفی مغز گردو، گرده سه رقم Z_{60}، Z_{30}، و Serr به عنوان منبع دانه گرده و ارقام چندلر، پدرو، هارتلی و Z_{63} به عنوان والد مادری در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر در نظر گرفته شدند.

۲-۱-۱- گرده افشانی کنترل شده

جمع آوری شاتون‌های ارقام قبل از باز شدن بساک‌ها انجام گرفت. پس از برداشت، شاتون‌ها آنها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق، بر روی کاغذ پهن شدند تا دانه‌های گرده آنها آزاد شوند. سپس دانه‌های گرده جمع آوری شدند و تا زمان گرده افشانی، دور از نور، در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به منظور جلوگیری از گرده افشانی ناخواسته، در گل‌های ماده ارقام مادری، زمانی‌که هنوز دو لب کلاله گل‌های ماده از هم باز نشده بودند، شاتون‌ها حذف و سپس شاخه‌های دارای گل‌های ماده با، کیسه‌هایی به ابعاد ۲۵×۳۵ سانتی متر پوشیده شدند. پس از این که زاویه بین دو لپ کلاله به حدود ۴۵ درجه رسید، عمل گرده افشانی به صورت کنترل شده انجام شد. میوه‌ها پس از رسیدن برداشت و خشک شدند و برای اندازه گیری چربی، پروتئین و تعیین درصد اسیدهای‌چرب انتخاب شد.

بررسی میزان پروتئین، روغن و اسیدهای‌چرب ارقام گردو:

در آزمایشی جداگانه میزان چربی، پروتئین و اسیدهای‌چرب مغز دانه برخی ارقام برتر گردو (*Juglans regia* L.) شامل: چندلر، هارتلی، پدرو، Z_{60}، Z_{30} و Z_{63} از ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر بخش تحقیقات باغبانی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر مورد ارزیابی قرار گرفت. بعد از استخراج روغن و خالص‌سازی، ترکیب کمی و کیفی اسیدهای‌چرب روغن توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) اندازه گیری شد.

۲-۱-۲- مواد اولیه و معرف‌ها: هگزان، دی‌اتیل‌اتر (درصد خلوص>۹۹٪، عاری از پراکسید و مناسب برای آزمایش‌های تجزیه‌ای) و استاندارد متیله ۳۷ اسیدچرب (شرکت رستک، آمریکا) تهیه شدند. نمونه مغز هفت رقم و ژنوتیپ گردو (چندلر، هارتلی، پدرو، Z_{63}، Z_{60} و Z_{30}) نیز از ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر تامین گردید.

۲-۱-۳- تعیین درصد روغن به روش سوکسله: مغز گردو بعد از پوست‌گیری، آسیاب شد. پودر گردو با استفاده از روش سوکسله (دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و حلال دی‌اتیل‌اتر خشک) روغن‌گیری شد. حلال موجود در روغن استخراج شده با استفاده از آون تحت خلاء (تاون سون و هرسر، آمریکا) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد جداسازی و میزان روغن آن تعیین گردید [۲۹].

۲-۱-۴- استخراج روغن: تعیین اسیدهای‌چرب نمونه‌ها بر اساس روش هوانگ و همکاران صورت گرفت [۳۰]. برای این منظور ۱۰ گرم مغز گردوی خشک توسط آسیاب آزمایشگاهی (مارک Mingsans ساخت کشور تایوان) به صورت یکنواخت پودر گردید و درون کاغذ صافی خشک، پیچیده شد. روغن نمونه‌ها با استفاده از روش سرد و از طریق غوطه‌وری درون حلال دی‌اتیل‌اتر (مرک با خلوص کروماتوگرافی) جداسازی شد. جهت جداسازی حلال از روغن استخراج شده، از دستگاه روتاری (هایدولف، آلمان) تحت خلا استفاده شد. باقیمانده حلال نیز با عبور جریان ملایم نیتروژن از روی نمونه‌ها بطور کامل جداسازی شد. نمونه‌ها جهت انجام متیلاسیون درون فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

۲-۱-۵- متیلاسیون اسیدهای چرب: به ۱۰۰ میلی‌گرم روغن استخراج شده ۵۰۰ میکرولیتر هگزان و ۵۰ میکرولیتر متوکسیدسدیم اضافه شد و بمدت یک دقیقه کاملا بهم زده شد. سپس به محلول مذکور ۵۰۰ میکرولیتر محلول نمک طعام اشباع اضافه شده و بشدت بمدت ۱۵ ثانیه دوباره بهم زده شد. بعد از ۱۰ دقیقه ۵۰ میکرولیتر اینترنال استاندارد

(اسید چرب C10:0) و ۵۰ میکرولیتر هگزان (مرک و با خلوص کروماتوگرافی) به محلول آماده سازی شده، افزوده شد. بعد از ۳۰ دقیقه قرار دادن محلول در حالت سکون و کامل شدن عمل متیلاسیون، از فیلترهای سرسرنگی (از جنس PTFE مخصوص صاف کردن حلال‌های آلی، با قطر منافذ ۰/۴۵ میکرون، شرکت آلبت، آلمان) استفاده شد. نمونه صاف شده درون وایل جمع آوری شده و تا زمان تزریق به دستگاه کروماتوگرافی تحت گاز نیتروژن و یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

۲-۱-۶ تعیین پروفیل اسیدچرب: از دستگاه کروماتوگرافی (شیمادزو 14-A، کیوتو، ژاپن) مجهز به آشکارگر FID و ستون کاپیلاری (Rt-2560، رستک، آلمان، طول ۱۰۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۲ میلی‌متر و قطر خارجی ۰/۳۳ میلی‌متر) استفاده شد. جهت جداسازی اجزای اسیدهای چرب موجود در نمونه از برنامه دمایی به ترتیب زیر استفاده شد: دمای محل تزریق ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد، دمای آشکارگر ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و برای ستون از برنامه دمایی بشرح زیر استفاده شد:

۴ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد،

افزایش دمای ستون با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه تا رسیدن به دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد

سپس حفظ دما بمدت ۵ دقیقه

در نهایت از طریق مقایسه پیک‌های نمونه با پیک مخلوط استاندارد اسیدچرب پروفیل اسیدهای چرب موجود در نمونه مورد آنالیز، شناسایی شدند.

۲-۱-۷- تعیین پروتئین خام به روش کلدال: مقدار پروتئین کل موجود در نمونه‌ها با استفاده از روش هضم، تقطیر، جمع آوری و تیتراسیون کلدال اندازه گیری شد و برای تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از ضریب ۵/۳۰ استفاده گردید [۳۱].

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر دانه گرده بر میزان پروتئین کل مغز

میزان پروتئین در ترکیب‌های گرده افشانی مختلف ارقام گردو در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که تنها گرده رقم Z_{30} بر پروتئین کل مغز رقم پدرو تاثیر داشت و به میزان ۲/۰۸ درصد میزان پروتئین کل مغز را نسبت به گرده افشانی آزاد افزایش داد. گرده‌های Serr، Z_{60} و Z_{30} تاثیری بر میزان پروتئین کل مغز گردوی حاصل از تلاقی با پایه‌های مادری چندلر، هارتلی و Z_{63} نداشتند.

جدول۱ میانگین پروتئین (± اشتباه استاندارد) در ترکیب‌های گرده افشانی مختلف ارقام گردو در سالهای ۸۷-۱۳۸۶.

Average of protein (%)				
پایه پدری پایه مادری	گرده افشانی آزاد	سِر	Z_{30}	Z_{60}
چندلر	18.08±0.39	17.31±0.31	18.16±0.18	18.91±0.13
هارتلی	19.11±0.20	20.50±0.25	20.15±0.28	20.78±0.27
پدرو	19.54±0.16	19.46±0.47	21.61±0.16	18.48±0.11
Z_{63}	16.79±0.26	18.66±0.19	16.88±0.17	18.01±0.32

۳-۲- تاثیر دانه گرده بر چربی کل

در مورد چربی کل مشخص شد که گرده ارقام Z_{60} و Serr بر چربی کل مغز رقم هارتلی تاثیر داشتند به طوریکه گرده Z_{60} و Serr به ترتیب باعث کاهش چربی کل به میزان ۶/۵۲ و ۶/۰۲ درصد نسبت به گرده افشانی آزاد شدند. گرده افشانی ارقام چندلر، هارتلی، پدرو و Z_{63} با گرده Serr، Z_{30} و Z_{60} تفاوتی در چربی کل مغز خشک میوه‌های حاصل از تلاقی ایجاد نکرد. میزان چربی در ترکیب‌های گرده افشانی مختلف ارقام گردو در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲ میانگین چربی (± اشتباه استاندارد) در ترکیب‌های گرده افشانی مختلف ارقام گردو در سال ۸۷-۱۳۸۶

Average of oil (٪)				
پایه پدری / پایه مادری	گرده افشانی آزاد	سِر	Z_{30}	Z_{60}
چندلر	66.75±0.93	68.30±0.55	69.08±0.66	70.08±0.48
هارتلی	66.33±0.47	60.32±0.68	65.97±0.70	59.82±0.42
پدرو	67.92±0.46	66.83±0.36	67.25±0.38	65.58±1.39
Z_{63}	68.92±1.10	69.42±0.59	66.00±0.70	68.05±0.53

1%, ns: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح 1%

لذا بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه ۱۲ ترکیب گرده افشانی با یگدیگر و با گرده افشانی آزاد ۴ رقم مادری، فقط گرده افشانی رقم هارتلی با گرده ارقام Serr و Z_{60} باعث کاهش درصد چربی کل و گرده افشانی رقم پدرو با رقم Z_{30}، باعث افزایش درصد پروتئین کل شد. سایر تلاقی‌های انجام شده دانه گرده تاثیری بر میزان پروتئین کل، چربی کل و ترکیبات اسیدچرب مغز خشک میوه‌های حاصل نسبت به گرده افشانی آزاد نداشت، که با نتایج وزوایی و جکسون در بادام همخوانی داشت، آنان نشان دادند که، هشت نوع دانه گرده تغییری بر ترکیبات شیمیایی (چربی، پروتئین و عناصر معدنی) خشک میوه بادام نداشتند. [۲۷]. در این پژوهش نتایج نشان داد که ترکیب اسیدهای‌چرب در ارقام مادری بسیار متفاوت، و نوع دانه گرده تاثیری در ترکیب اسیدهای‌چرب نداشت.

۴- بررسی میزان پروتئین، روغن و اسیدهای‌چرب

تجزیه واریانس صفات در رقم در جدول ۳ ارائه شده است.

در مورد ترکیب اسیدهای‌چرب نیز تغییرات زیادی بین ارقام دیده شد. میانگین لینولئیک اسید ۵۸/۶۹ و حداقل و حداکثر مقدار آن به ترتیب ۴۴/۸۴ و ۶۸/۰۱ درصد بود. در مورد اولئیک اسید میانگین ۱۵/۶۷ و حداقل و حداکثر مقدار آن به ترتیب ۸/۰۲ و ۳۱/۶۲ درصد بود. میانگین لینولنیک اسید ۱۸/۸۱ و حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۱۵/۳۱ و ۲۳/۹۲ درصد بود. در مورد پالمیتیک اسید میانگین ۴/۹۲ و حداقل و حداکثر آن به ترتیب برابر ۲/۴۲ و ۶/۴۴ بود. استئاریک اسید که کمترین میزان را در بین سایر اسیدهای‌چرب دارا بود، میانگین، حداقل و حداکثر به ترتیب ۱/۹۵، ۱/۶۵ و ۲/۴۸ درصد بود. میزان درصد روغن در ارقام مورد مطالعه از ۶۰ تا ۷۵ درصد متغیر و میانگین کل آن برابر ۶۸/۲۸ درصد بود. همچنین تغییرات پروتئین در ارقام مورد مطالعه بین ۱۴/۶۴ تا ۲۰/۳۸ درصد و میانگین کل برابر ۱۷/۸۱ درصد بود. میانگین چربی و پروتئین کل در ارقام مختلف در جدول ۴ آورده شده است. بیشترین میانگین روغن در رقم سر (۷۱/۲٪) و کمترین آن در رقم چندلر (۶۶/۵٪) و بیشترین میانگین پروتئین کل در رقم پدرو (۱۹٪) و کمترین آن در رقم Z_{60} (۱۶/۳٪) مشاهده شد.

جدول ۳ تجزیه واریانس صفات در رقم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		استئاریک اسید	پالمیتیک اسید	اولئیک اسید	لینولنیک اسید	لینولئیک اسید	روغن کل	پروتئین کل
رقم	6	5.6**	0.71**	118.51**	430.47**	82.86**	6.51^{ns}	3.59 ^{ns}
اشتباه آزمایشی	13	16.1	1.57	249.24	1037.24	98.99	175.84	27.40

جدول ۴ میانگین چربی و پروتئین کل ارقام گردو در سال ۸۷-۱۳۸۶

ارقام	میانگین روغن کل (٪)	میانگین پروتئین کل (٪)
چندلر	66.5±4.44	16.8±1.60
هارتلی	66.7±1.01	18.8±0.84
پدرو	67.0±2.18	19.0±0.64
سر	71.2±0.17	18.4±0.11
Z_{30}	71.0±0.58	18.3±0.11
Z_{60}	68.5±1.05	16.3±0.31
Z_{63}	67.2±1.92	16.5±0.91
جمع کل	68.3±0.82	17.8±0.36

ترکیب اسیدهای‌چرب ژنوتیپ‌های مختلف در جدول ۵ آورده شده است. همانگونه که در این جدول مشاهده می شود، لینولئیک اسید بیشترین اسیدچرب را شامل می‌شود و میزان آن از ۴۹/۲ تا ۶۵/۷ در ژنوتیپ‌های هارتلی و Z_{60} متغیر بود. میزان تغییرات لینولنیک اسید از ۲۲/۵ تا ۱۶/۵ درصد به ترتیب در ارقام چندلر و Z_{30} مشاهده گردید. میزان تغییرات اولئیک اسید به ترتیب ۲۸/۲ الی ۹/۹ درصد در ارقام Z_{30} و چندلر بود. در مورد پالمیتیک اسید میزان تغییرات به ترتیب از ۵/۸ تا ۳/۷ در ارقام سر و چندلر بود. استئاریک اسید در بین سایر اسیدهای‌چرب کمترین مقدار را داشت و میزان تغییرات آن از ۲/۴ تا ۱/۷ درصد در ارقام Z_{60} و چندلر بود.

با توجه به ارزیابی‌های انجام شده در ارقام مورد بررسی، اسیدهای‌چرب اصلی در روغن گردو به ترتیب لینولئیک اسید، لینولنیک اسید و اولئیک اسید بودند. در میان ارقام، چندلر و Z_{60} به ترتیب با ۲۲/۵ و ۲۱/۷ درصد دارای بیشترین مقدار لینولنیک اسید (امگا-۳) بودند. در مقابل Z_{30} با مقدار ۱۶/۵ درصد کمترین میزان لینولنیک اسید را دارا بود. همچنین ارقام هارتلی و پدرو با داشتن مقادیر قابل توجهی لینولئیک اسید (امگا-۶) می‌توانند از این نظر مورد توجه قرار گیرند. در بین ارقام آزمایشی، رقم Z_{63} بالاترین مقدار اولئیک اسید (امگا-۹) را دارا بود.

جدول۵ ترکیب اسیدهای‌چرب در ارقام مورد بررسی گردو

ارقام	لینولئیک اسید(٪) $C_{18:2}\ \omega_6$	لینولنیک اسید(٪) $C_{18:3}\ \omega_3$	اولئیک اسید(٪) $C_{18:1}\ \omega_9$	پالمیتیک اسید(٪) $C_{16:0}$	استئاریک اسید(٪) $C_{18:0}$
چندلر	61.3±0.49 a*	22.5±0.74 a	9.9±1.00 bc	4.6±0.05 ab	1.7±0.05 b
هارتلی	65.7±1.23 b	18.2±1.43 d	8.9±0.41 c	5.3±0.06 c	2.0±0.03 c
پدرو	65.1±0.13 ab	17.2±0.52 dc	11.4±1.37 bc	4.5±0.78 b	1.8±0.06 b
سر	56.9±0.40 a	19.5±0.21 ab	15.3±0.13 ab	5.8±0.37 a	2.0±0.08 a
Z_{30}	54.7±0.16 a	16.5±0.15 bc	21.6±0.10 a	5.2±0.04 ab	2.1±0.05 ab
Z_{60}	57.6±0.05 a	21.7±0.23 ab	13.7±0.20 ab	5.5±0.27 a	2.4±0.10 a
Z_{63}	49.2±3.63 b	17.0±0.75 d	28.2±3.34 a	3.7±0.62 c	1.9±0.12c
میانگین کل	58.7±1.36	18.8±0.55	15.7±1.59	4.9±0.20	1.9±0.05

* میانگین های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند تفاوت معنی داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

میانگین و مقدار اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در جدول ۶ آورده شده است. میانگین، حداقل و حداکثر اسیدچرب اشباع به ترتیب برابر ۶/۸۷، ۴/۱۴ و ۸/۵۶ بود. در حالیکه میانگین، حداقل و حداکثر اسیدچرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه برابر ۱۵/۶۷، ۸/۰۲ و ۳۱/۶۲ بود. میانگین، حداقل و حداکثر اسیدچرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (شامل دو اسیدچرب لینولنیک اسید و لینولئیک اسید) به ترتیب برابر ۷۷/۴۹، ۶۱/۸۹ و ۵۸/۷۴ بود. میانگین اسیدچرب اشباع در ارقام گردو بین ۵/۵ تا ۷/۹٪ در ارقام Z_{63} و Z_{60} و میانگین اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه بین ۸/۹ و ۲۸/۲٪ در ارقام Z_{63} و هارتلی متغیر بود. همچنین میانگین اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه بین ۶۶/۲ و ۸۳/۸٪ در ارقام Z_{63} و هارتلی بود.

جدول۶ درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع گردو در ارقام مورد بررسی

انواع اسیدهای‌چرب	میانگین	حداقل	حداکثر	اشتباه استاندارد
اسیدچرب اشباع (٪)	6.87	4.14	8.56	0.23
اسیدچرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (٪)	15.67	8.02	31.62	1.59
اسیدچرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (٪)	77.49	61.89	85.74	1.56

نتایج بدست آمده نشان داد که لینولئیک اسید، اسیدچرب غالب در روغن گردو می‌باشد. پس از آن لینولنیک، اولئیک، پالمیتیک و استئاریک اسید در رده‌های بعدی قرار داشتند. در آزمایشی که توسط ازکان و کویانکا در ترکیه انجام شد، اسیدچرب غالب لینولئیک اسید بود و پس از آن، اولئیک، لینولنیک، پالمیتیک و استئاریک اسید در رده‌های بعدی قرار داشتند همچنین میزان پروتئین خام، روغن و لینولنیک اسید و لینولئیک اسید این پژوهش بالاتر از مقدار گزارش شده توسط آنها می باشد [۷]. در بررسی دیگری که ازکان در ترکیه انجام داد نیز پس از لینولئیک اسید، اولئیک، لینولنیک، پالمیتیک و استئاریک اسید در رده‌های بعدی قرار داشتند و میزان پروتئین خام ۱۴/۶٪ بود که کمتر از میزان آزمایش حاضر بود [۳۲]. در تحقیقاتی که ساواج بر روی ارقام گردو در دو منطقه متفاوت در ایتالیا و نیوزیلند انجام داد نشان داد که، میزان لینولنیک اسید ارقام مختلف تفاوت های بسیاری نشان می‌دهد. میزان لینولنیک اسید گردوهای رشد کرده در نیوزیلند بین ۸ تا ۱۳/۸ ٪ بود، در حالیکه میزان لینولنیک اسید

گردوهای رشد کرده در ایتالیا بین ۱۲/۸ تا ۱۵/۳٪ بود. میزان لینولنیک اسید در این آزمایش بالاتر از این دو مقدار بود (۱۵/۳۱–۲۳/۹۲٪) [۹]. درصد لینولئیک و لینولنیک در روغن ارقام مورد بررسی بالاتر از گردوهای شرق آناتولیا در ترکیه بود، در حالی‌که اولئیک اسید در سطوح پایین تری قرار داشت و مقدار پالمیتیک اسید و استئاریک اسید مشابه بود [۱۷].

همچنین ساواج و همکاران نشان دادند که پس از لینولئیک اسید، اولئیک اسید و لینولنیک اسید به ترتیب بیشترین مقادیر اسیدهای‌چرب گردو را تشکیل می دهند و میانگین روغن ارقام مورد مطالعه آنها کمتر از میزان گزارش شده در پژوهش حاضر بود [۳۳].

تورس و همکاران در آزمایش مشابه در آرژانتین نشان دادند که لینولئیک اسید، اسیدچرب غالب گردو است که با نتایج بدست آمده پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین یکی از ارقام مورد آزمایش آنها چندلر بود، که میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع این آزمایش بالاتر بود [۳۴]. در بررسی دیگری [۳۵] که در کشور پرتقال روی ۶ رقم Franquette, Marbot, Mayette, Mellanaise Lara و Parisienne انجام شد نیز لینولئیک اسید، اسید غالب ارقام بود. تسموریس و همکاران نیز نشان دادند که اسیدچرب غالب گردو، لینولئیک اسید است، همچنین اسیدهای‌چرب غیراشباع کمتر از این پژوهش بود [۳۶]. این پژوهش مشخص کرد که میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع ۹۳/۱۶٪ بوده و درصد اسیدهای‌چرب اشباع در آنها کمتر از ۱۰٪ می باشد. با توجه به ترکیب متغیر اسیدهای‌چرب در ارقام گردو، این ترکیبات نیز می توانند به عنوان صفت گزینشی در ارقام گردو مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر اختلافات ژنتیکی مربوط به ارقام، فاکتورهای دیگری نیز می توانند در مقدار و کیفیت روغن تاثیر داشته باشند که از این جمله می توان به محل جغرافیایی، اثرات اقلیمی، میزان رسیدن میوه، نحوه برداشت و نگهداری آنها اشاره نمود [۳۵].

۵- سپاسگزاری

نگارندگان از پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران به خاطر تامین منابع مالی این پژوهش و مهیا کردن امکانات آزمایشگاهی و بخش تحقیقات باغبانی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر برای در اختیار قرار دادن نمونه های گیاهی سپاسگزاری می‌نمایند.

۶- منابع

[1] Aradhya, K.M., Potter, F. G. and Simon, C.J. 2006. Cladistic biogeography of Juglans (Juglandaceae) based on chloroplast DNA intergenic spacer sequences. P. 143-170. In: Motley, T.J., Zerega, N. and Cross, H. (eds). Darwin's harvest – New approaches to the origin, evolution, and conservation of crops. Columbia University Press, New York.

[2] Leslie, C. and McGranahan, G. 1998. The origin of the walnut. In: Ramos. D.E. (ed.) walnut orchard management. Publication 3373, Divisin of Agriculture and Natural Resources. University of California. Davis. 3-7.

[3] Guinda, A. 2003. Chemical and physical properties of sunflowers oil with high level of oleic and palmitic acids. European Journal of Lipid Science and Technology. 105 (314): 130-137.

[4] Okay, Y. 2002. The composition of some pistachio cultivars regarding their fat, fatty acids and protein content. Gartenbauwissenschaft. 67 (3): 107-113.

[5] Mitrovic, M., Stanisavijevic, M. and Gavrilovic, J. 1997. Biochemical composition of fruits of some important walnut cultivars and selections. Acta Hort. 442: 205-207.

[6] Prasad, R.B.N. 1994. "Walnut and Pecans, In: Encysclo-Paedia of Food Science, Food Technology and Nutrition", pp. 4828-4831, London: Academic Press (1994).

[7] Ozkan, G. and Koyuncu, M.A. 2005. Physical and Chemical Comparision of Some Walnut (*Juglans regia* L.) Genotypes Grown in Turkey, Grasas y Aceites, 56(2), 142.

[8] Caglarirmak, N. 2003. Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia* L.). Nahrung. 1: 28-32.
[9] Savage, G.P. 2001. Chemical Composition of Walnuts (*Juglans regia* L.) Grown in New Zealand, *Plant Foods for Human Nutrition*, 56, 75.
[10] Beyhan, O.E., Kaya, I., Sen, S.M. and Dogan, M. 1995. Fatty acids composition of walnut (Juglans regia L.) types selected in Darende. Turkish Journal of Agriculture and Foresty. 4:299-302.
[11] Savage, G.P., McNeil, D.L. and Dutta, P.C. 2001. Some nutritional advantages of walnuts. Acta Hort. 544: 557-563.
[12] Amirghasemi, T. 1385. Series of scientific and technical publications in Agricultural Engineering Organization.
[13] Darvishian, M. 1387. Walnut develop new methods. Compilation of the Agricultural Research Institute of Engineers Southwestern France. Second edition. Iran Technical Publishing.
[14] Simopoulos, A.P. 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. Am. J. Clin. Nutr. 70: 560-569.
[15] Zwarts, L., Savage, G.P. and McNeil, B.L. 1999. Fatty Acid Content of New Zealand-Grown Walnuts (Juglans regia L.), Interrational Journal of Food Sciences and Nutrition, 50, 189.
[16] Venkatachalam, M. and Sathe, S. K. 2006. Chemical composition of selected edible nut seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 13: 4705-4714.
[17]. Dogan, M. and Akgul, A. 2005. Fatty acid composition of some walnut (*Juglans regia* L.) cultivars from east Anatolia. Grasas y Aceites (Sevilla) . 4: 328-331
[18] Piccirillo, P., Fasano, P., Mita, G., de Paolis, A. and Santino, A. 2006. Exploring the role of lipoxygenases on walnut quality and shelf-life. Acta Horticulturae. 705: 543-545.
[19] Bourre, J. M. 2005. Dietary omega-3 fatty acids and psychiatry: mood, behaviour, stress, depression, dementia and aging. Journal of Nutrition, Health & Aging (1): 31-38.
[20] Metcalfe ,L.D., schmirz, A. A. and pelka, J. R. 1966. Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography analytical chemistry. 38: 514-515.
[21] Greve, C., Mc Granahan, G., Hasey, J., Synder, R., Kelly, K., Gold Hamerer, D., Labavitch, J. 1992. Variationin Polyunsaturated Fatty Acids Composition of Persian Walnut, J. Am. Soc. Hort. Sci., 117, 518.
[22] Denney, J.O. 1992. Xenia includes metaxenia. Hort Science 21: 122-128.
[23] Peebles, R.H. and Hope, C. 1937. The influence of different pollens of the development of the pistachio nut. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34: 29-32.
[24] Crane, J.C. and Iwakiri, B.T. 1980. Xenia and metaxenia in pistachio, Hort Science 15: 184-185.
[25] Cedo, M.L.O., Deguzman, D.V. and Rimando, T.J. 1984. Controlled pollination of embryo cultured makapuno coconut (*Cocos nucifera* L.) Philipine agriculture 61: 100-104.
[26] Sedgley, M. and Griffin, A.R. 1989. Sexual reproduction of tree crops. (Academic press: Londen)
[27] Vezvaei, A. and Jackson, J.F. 1995. Effect of pollen parent and stages of flower development on almond nut production. Aust. J. of Exper. Agric. 35:109-113.
[28] Kodak, O. and Socias, R. 2008. Fruit quality in almond as related to the type of pollination in self-compatible gynotypes. J. Amer. Soc. Hort. 133(3): 320-326.
[29] Hamilton, R. J. and Rossel, J. B. 1987. Analysis of oils and fats. Elsevier Applied Science p. 18-19, 49-55, 103, 254, 313-336.
[30] Huang, Z., Wang, B. and Crenshaw, A.A. 2006. A simple method for the analysis of trans fatty acid with GC-MS and AT^{TM}-Silar-90 capillary column. Food Chemistry 98: 593-598
[31] AOAC. 1984. Official Methods of Analysis , 14 Ed. Association of official Analytical Chemists, Washington , DC.
[32] Ozkan, M. 2009. Some nutritional characteristics of fruit and oil of walnut (*Juglans regia* L.) growing in turkey, Iran J. Chem. Chem. Eng. Vol.28, No. 1: 57-62
[33] Savage, G.P., Dutta, P. C. and McNeil, D. L. 1999. fatty acid and tocopherol contents oxidative stability of walnut oils walnut oils. Paper No. J8955 in JAOCS 76: 1059-1063.

[34] Torres, M. M., Martinez, M. L., Maestri, D. M. 2005. A multivariate study of the relationship between fatty acids and volatile flavor components in olive and walnut oils, JAOCS, Vol. 82, No. 2. PP: 105-110.

[35]. Amaral, J. S., Casal, S., Pereira, J. A., Seabra, R.M. and Oliveira, B. P. 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 (26): 7698-7702.

[36] Tsamouris, G., Hatziantoniou, S. and Demetzos, C. 2002. Lipid analysis of Greek walnut oil (*Juglans regia L.*), Z-Naturforsch-[C]. 57(1-2): 51-56.

[37] Pereira, J.A., Oliveria, I., Sousa, A., Ferreira, I.C., Bento, A. and Estevinho, L. 2008. Bioactive properties and chemichal composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. Food Chem Toxicol.(6):2103-2111.

[38] Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D., Ghasemi, Sh. 2010. Fatty acids composition of some selected walnut (Juglans regia L.) genotypes in Markazi province. Vol. 7, No. 1: 31-37.

[39] Martinez, M.L., Mattea, M.A. and Maestri, D. M. 2006. Varietal and Crop Year Effects on Lipid Composition of Walnut (*Juglans regia*) Genotypes. JAOCS,Vol.83, No. 9:791-796.

Protein content, fat and fatty acids of kernel in some persian walnut (*Juglans regia* L.) cultivars affected by kind of pollen

Golzari, M.[1 *], Rahemi, M. [2], Hassani, D.[3], Vahdati, K.[1] , Mohammadi, N.[4]

1. Department of Horticulture, College of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran
2. Department of Horticulture, University of Shiraz, Shiraz, Iran
3. Department of Horticulture, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
4. Central laboratory, College of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran

(Received:89/9/16 Accepted: 90/2/25)

Walnut is considered a valuable nut crop because of high valued nutritional compounds like unsaturated fatty acids. The aim of this study was to determine protein, oil and fatty acid compounds of some walnut cultivars and genotypes. The investigated cultivars were 'Chandler', 'Hartley', 'Pedro', 'Serr', 'Z_{60}', 'Z_{63}' and 'Z_{30}'. The oil content was measured using the soxhlet extraction method based on dry weight, and the percentage varied from 60 to 75 percent. Fatty acids compositions were measured using gas chromatography (GC). The results in mentioned cultivars showed that the unsaturated fatty acid compounds were dominant in walnut oil. The main fatty acids were linoleic acid (44.84-68.44%), linolenic acid (15.31-23.92%), oleic acid (8.02-31.62%), palmitic acid (2.42-6.44%) and stearic acid (1.65-2.48%), respectively. Protein content varied from 14.67 to 20.38%. In conclusion, 'Hartley, had the highest and 'Z_{63}' had the lowest unsaturated fatty acids among the studied cultivars. 'Z_{63}' had the lowest and 'Z_{60}' had the highest saturated fatty acids among all of the cultivars.

Key words: Walnut oil, Unsaturated acid, Saturated acid, Linoleic acid, Linolenic acid, Oleic acid, Palmitic acid, Stearic acid

* Corresponding Author E-mail address: mgolzari@ut.ac.ir