بررسی تغییرات برخی از خصوصیات شیمیایی مغز کامل و پودری دو رقم گردو در شرایط دمایی متفاوت

هلدا دانائی اسکوئی[1*]، محسن اسمعیلی [2]، صدیف آزادمرد دمیرچی [3]

١- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
٢- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه، دانشگاه ارومیه گروه علوم و صنایع غذایی
٣- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تبریز، دانشگاه تبریز گروه علوم و صنایع غذایی

(تاریخ دریافت: ٩٤/١٢/١٣ تاریخ پذیرش: ٩٥/٠٧/٠٦)

چکیده

گردو به دلیل داشتن α-لینولئیک اسید و مقادیر بالای آنتی اکسیدان یک ماده غذایی مغذی با ارزش محسوب می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات محتوای چربی کل، ترکیب اسیدهای چرب، محتوای توکوفرول، عدد پراکسید و رنگ دو رقم گردو(کاغذی و سنگی) در دو حالت کامل و پودرشده طی نگه داری به مدت شش ماه در سه دمای اتاق (٢٥°C)، یخچال(٤C°) و فریزر(١٨°C-) است. گردو ها از یک باغ محلی در شهرستان اسکو برداشت شدند. طی انبار مغزها و پودرها در کیسه های پلی پروپیلنی نگه داری شدند. خصوصیات شیمیایی نمونه ها در مرحله برداشت و بعد از ٦ ماه انبار اندازه گیری شدند. نتایج حاصل نشان داد در طول انبارداری محتوای توکوفرول کاهش و عدد پراکسید افزایش یافت و اثر دمای انبار روی هر دو پارامتر در سطح احتمال ٥٪ معنی دار شد. از سوی دیگر نتایج نشان داد که مدت نگهداری روی ترکیب اسیدهای چرب تاثیر معنی داری نداشت در حالی که تاثیر واریته اثر معنی داری نشان داد ($p< ٠/٠٥$). طی نگه داری در انبار مقادیر L^*، $h°$ و WI کاهش یافت. تاثیر دمای انبار روی شاخص های L^*، C^* و WI در سطح احتمال ٥٪ معنی دار بود.

کلید واژگان: پایداری انباری، رنگ سطحی، توکوفرول، گردو

* مسئول مکاتبات: hld.danaei@gmail.com

۱- مقدمه

مغزهای خوراکی به طور قابل ملاحظه ای بخشی از برنامه غذایی روزانه مردم را تشکیل می دهند. تمام غذاهای گیاهی مثل سبزی ها، میوه ها و دانه ها منبع طبیعی از آنتی اکسیدان ها هستند. از زمانی که مشخص شد رادیکال های آزاد نقش اصلی را در بیماری هایی مثل سرطان و تصلب شرایین دارند، بکار بردن آنتی اکسیدان های طبیعی در زنجیره غذایی برای زندگی سالم مورد تاکید قرار گرفت [۱].

گردو با نام علمی juglans از خانواده juglandaceae است و بعد از بادام هندی و بادام بعنوان سومین محصول کشاورزی شناخته می شود. طی دهه اخیر محصولات گردو دوبرابر شده و تقاضا برای این محصول نیز افزایش یافته است.

کشور ایران از نظر تولید گردو در دنیا جایگاه مهمی دارد. براساس آمار سال ۲۰۱۲ سازمان خوار بار جهانی، سطح زیر کشت گردو در دنیا ۹۹۵۰٤۰ هکتار و در ایران ٦٤۰۰۰ هکتار می‌باشد. میزان تولید گردو در دنیا حدود ۳٤۱۸۵۵۹ تن می‌باشد که ایران با تولید ٤٥۰۰۰۰ تن و حدود ۱٤٪ در رتبه دوم بعد از کشور چین قرار دارد [۲].

گردو به علت خواص ارگانولپتیکی خوب و ، اثر حفاظتی علیه بیماری‌های قلبی عروقی یک خشکبار مطلوب محسوب شده و بعنوان جزء کاربردی در چندین محصول غذایی همچون محصولات لبنی منجمد، آبنبات، شکلات، خمیر، نان، کیک، مافین و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳].

گردو اغلب نه تنها به خاطر شکل شبیه شیارهای مغز بلکه همچنین به خاطر غلظت بالای امگا ۳ آن بعنوان غذای مغز تصور می‌شود. همچنین این محصول منبع غنی ترکیبات بیواکتیو نظیر پلی فنل‌ها، ترکیبات رژیمی، توکوفرولها، اسیدفولیک، مواد معدنی، منگنز، مس و ... می‌باشد [٤].

مغز گردو محتوای روغن بالایی است که از ۷۰-۲۵گرم در هر ۱۰۰گرم گردو متفاوت می‌باشد. این مغز به خاطر اسیدهای چرب چند غیر اشباعی فراوان معروف است. اسیدهای چرب عمده یافت شده در گردو، اسیدلینولئیک، اسید اولئیک، اسید لینولنیک و سایر اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA[1]) هستند [٥].

مقادیر بالای اسیدهای چرب چند غیر اشباعی گردو، فشار خون، کلسترول کل، LDL[2] و بیماری قلبی رگ‌های کرونری را کاهش می‌دهد و بیشترین سطوح اسیدهای چرب چند غیراشباعی در بین مغزها در گردو یافت می‌شود [٦].اما از طرفی، اسید چرب چند غیر اشباعی به علت حساس بودن به اکسیداسیون، ماندگاری محصول را کاهش می‌دهد. اکسیداسیون چربی مهم ترین پارامتر کیفی است که ارزش اقتصادی گردو را طی انبارداری کاهش می‌دهد و مزه تندی حاصل از اکسیداسیون، گردو را برای مصرف کننده نامطلوب می‌کند [۷].

فاکتورهای محیطی نظیر غلظت اکسیژن، دمای انبار و نور اکسیداسیون چربی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. غلظت اکسیژن از مهم ترین فاکتورهای محیطی است که روی اکسیداسیون موثر است. با استفاده از مواد بسته بندی با نفوذپذیری پایین به اکسیژن یا توسط نگه‌داری گردو در اتمسفر با محتوای کم اکسیژن میتوان از اکسیداسیون چربی ممانعت بعمل آورد دمای انبار نگهداری از دیگر فاکتورهای مهم در کیفیت گردو بشمار می‌رود. نگه‌داری گردو در نور و دمای اتاق اثر تعیین کننده‌ای روی کیفیت حسی و ماندگاری مغز گردو دارد [۸].

ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نقش حفاظتی علیه اکسیداسیون دارند و در بین مغزها گردو ظرفیت آنتی‌اکسیدان بالاتری نسبت به سایر مغزها دارد و بیشتر این ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ناشی از توکوفرول‌ها و دیگر ترکیبات فنولیک است [۹و۱۰].

پرارا و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که واریته به طور چشمگیری ترکیب اسیدهای چرب گردو را طی انبارداری تحت تاثیر قرار می‌دهد [۱۱].. فیگل و کیتا (۲۰۰۷) گزارش کردند که با افزایش زمان انبارداری، میزان چربی کل گردو افزایش می‌یابد [۱۲].. لوپز و پیک (۱۹۹۵) اعلام کردند که ترکیب اسید چرب گردو طی ۱۲ ماه انبار در ۱۰ درجه‌سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ٦۰٪ تغییر چندانی نمی‌کند [۱۳]. گریو و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که پروفیل اسیدهای چرب روغن گردو بین واریته‌های مختلف، متفاوت است [۱٤].

بوابدولاب و همکاران (۲۰۱٤) طی آنالیزهای آماری خود به وضوح نشان دادند که محتوای توکوفرول‌ها به طور معنی داری

1. Poly unsaturated fatty acid

2. Low-density lipoprotein

تحت تاثیر واریته قرار دارد [١٥]. لاودرین و همکاران (١٩٩٧) کاهش تقریبا ٣٠ درصدی در مقدار توکوفرول را طی ٣ ماه نگه داری گردو در انبار سرد گزارش کردند [١٦]. باققال باشی و همکاران (٢٠١٢) افزایش در مقادیر پراکسید را در نمونه‌های گردوی انبار شده در ٣٠ درجه سانتی‌گراد بمدت ١٢ ماه گزارش کردند [١٧].

رنگ یکی از جنبه های مهم و ظاهری مواد غذایی است که بر روی قابلیت پذیرش آنها توسط مصرف کننده تاثیرگذار می باشد. بنابراین رنگ های غیرطبیعی بویژه آنهایی که در اثر رشد میکروبها یا در اثر از بین رفتن کیفیت ماده غذایی در آن ایجاد می شوند قابلیت پذیرش خود را توسط مصرف کنندگان از دست خواهد داد.

مانزوکو و همکاران (٢٠٠١) گزارش کردند که طی انبار گردو مقادیر L[3] و h[4] بعنوان شاخص های ارزیابی رنگ کاهش می‌یابند و قهوه‌ای شدن و افت کیفیت مغزها به علت اکسیداسیون آنزیماتیکی فنولیک‌ها مشاهده می‌شود [١٨]. کریستوپولس و سانتیلی در سال (٢٠١١) با مطالعه‌ی تغییرات رنگ گردو در طی ١٢ ماه نگهداری در ٢٠ درجه‌ی سانتی‌گراد، کاهش شاخص‌های L، h و WI[5] را گزارش کردند [١٩].

امروزه گردو در اشکال متفاوت یعنی بصورت رنده شده و پودری در بخش های مختلف فرآوری محصولات غذایی و در کارگاههای شیرینی پزی مورد استفاده قرار می گیرد. از طرفی گردوی تازه نیز چون همیشه در دسترس نمی باشد به ناچار ذخیره سازی و انبار می شود. از این رو تعیین محتوای چربی، ترکیب اسیدهای چرب ، محتوای توکوفرول, عدد پراکسید و رنگ دو رقم گردو به دو صورت کامل و پودر شده در سه شرایط متفاوت دمایی و بررسی شدند و تغییرات این پارامترها طی انبارمانی هدف این پژوهش است.

Abbreviation	
P K	Poost-Kaghazi
P S	Poost-Sangi
W	Whole
P	Powdered
T1	Room temperature
T2	Refrigerator temperature
T3	Fridge temperature

3. Lightness
4. Hue value
5. Whiteness

٢- مواد و روش ها

در این مطالعه، گردوها از یک باغ محلی در شهرستان اسکو استان آذربایجان شرقی در مهر ماه ١٣٩٣ برداشت و پس از جدا کردن پوست سبز، بمدت ٥ روز در جلوی آفتاب خشک شدند. نمونه ها بعد از خشک شدن به دو دسته تقسیم شدند. دسته اول برای انجام آزمایشات اولیه به آزمایشگاه منتقل شدند و دسته دوم آماده سازی شده و در بسته های مناسب در سه شرایط دمایی انبار شدند. گردو ها شکسته شده و به دو صورت کامل و پودر شده درآمدند.

٢-١- آزمون‌های شیمیایی گردو

بررسی تغییرات شیمیایی گردو در مرحله برداشت (١٥ مهر ماه) و بعد از شش ماه نگه‌داری در سه شرایط دمایی (اتاق، یخچال و فریزر) انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل چربی کل، ترکیب اسید چرب، محتوای توکوفرول کل، عدد پراکسید و تغییرات رنگ گردو بودند.

٢-١-١- اندازه گیری چربی کل

ابتدا نمونه گردو آسیاب و به شکل پودر درآمد. سپس ١٠ گرم از نمونه پودر شده به ظرف های مناسب مثل تیوپ‌های استیل منتقل شد. در مرحله بعدی به تیوپ‌های استیل حاوی نمونه، ٣٠ میلی‌لیتر محلول هگزان / ایزوپروپانول (v/v٣:٢) اضافه شد. ٤ عدد گلوله استیل نیز برای تسریع عمل هموژنیزاسیون می‌توان به داخل تیوپ انداخت. تیوپ‌های استیل در درجه حرارت اتاق برای یک ساعت تحت تکان شدید قرار گرفت. سپس محتوای تیوپ با استفاده از قیف بوخنر و کاغذ صافی واتمن شماره ٤ صاف شد. تفاله باقیمانده روی کاغذ صافی نیز دو بار با ٢٠ میلی‌لیتر از همان محلول شسته شد. سپس ٣٥ میلی‌لیتر محلول سولفات سدیم ٦/٧ ٪ به محلول صاف شده اضافه شده و به آرامی همزده شد تا آب احتمالی جداسازی شود. با استفاده از قیف جدا کننده لایه حاوی حلال و روغن جدا شده و در دستگاه تبخیر کننده گردان تحت فشار کاهش یافته در ٤٠ درجه‌سانتی گراد تبخیر شد. روغن‌های استخراج شده برای استفاده در مراحل بعدی آنالیز در ٢٠- درجه‌سانتی‌گراد نگه‌داری شد [٢٠].

۲-۱-۲- اندازه‌گیری اسیدهای چرب

به منظور آماده‌سازی متیل‌استر اسیدهای چرب، ۱۰ میلی‌گرم روغن در ۰/۵ میلی‌لیتر هگزان در لوله آزمایش حل شده و سپس ۲ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ مولار در متانول خشک به آن اضافه گردید. لوله آزمایش حاوی محلول مذکور در حمام آب ٦۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه نگه‌داری شد. سپس ۳ میلی‌لیتر معرف تری‌فلوریدبور (BF_3) اضافه و ۱۰ دقیقه دیگر نیز در حمام آب ٦۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. بعد از انجام واکنش لوله آزمایش تحت جریان آب، سرد و به آن ۲ میلی‌لیتر محلول نمک کلریدسدیم ۲۰ ٪ و ۱ میلی‌لیتر هگزان اضافه شد. پس از این مرحله مخلوط حاصله سانتریفوژ و لایه هگزانی حاوی متیل‌استر اسیدهای چرب جداسازی گردید. به منظور آنالیز متیل‌استر اسیدهای چرب، از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به ستون موئینی‌سیلیکاتی BPX70 (SGE, Austin, USA) با طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۲ میلی‌متر با ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای اولیه ۱۵۸ درجه‌سانتی‌گراد و با افزایش ۲ درجه‌سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۱۰ درجه‌سانتی‌گراد رسیده و در این دما ۲۰ دقیقه نگه‌داری شد. دمای دریچه تزریق ۲۳۰ درجه‌سانتی‌گراد و دمای آشکارساز ۲٤۰ درجه‌سانتی‌گراد و سرعت جریان گاز حامل (هلیم) ۱/۲ میلی‌لیتر بر دقیقه بود [۵].

۲-۱-۳- اندازه گیری توکوفرول

حدود ۱۰ میلی‌گرم از روغن در ۱ میلی‌لیتر هپتان حل و ۱۰ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC تزریق شد. توکوفرول‌ها با ستون LiChroCART 250-4 پر شده با LiChrosphere 100 NH_2 با اندازه ذرات ۵ میکرومتر و فاز متحرک مخلوطی از هپتان: ترت – بوتیل‌اتر : تترا هیدروفوران : متانول (۰/۲ : ۰/۸۹ : ۲۰ : ۷۹) با سرعت ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه جداسازی شدند. برای تعیین نیز از دتکتور فلورسنس در طول موج ۲۹٤ نانومتر و ۳۲۰ نانومتر به ترتیب برای تحریک و نشر استفاده شد. براساس زمان بازداری توکوفرول‌ها در نمونه‌های روغن مشخص و جهت تعیین مقدار از روش استاندارد خارجی استفاده شد [۱٦].

۲-۱-٤- اندازه‌گیری عدد پراکسید

۵ گرم از نمونه در یک ارلن مایر درب سمباده‌ای توزین شد. ۳۰ میلی‌لیتر از مخلوط اسیداستیک: کلروفرم و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر محلول یدید پتاسیم اشباع به آن افزوده و درپوش آن گذاشته شد. بعد از افزودن یدید پتاسیم، مخلوط حاصله به مدت ۱ دقیقه در تاریکی نگه‌داری شد. پس از این مرحله، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته نیز اضافه شده و با تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تیتراسیون صورت گرفت. همین مراحل برای نمونه شاهد نیز انجام گرفت که در آن نمونه روغنی استفاده نشد ولی سایر مراحل انجام گردید. عدد پراکسید با استفاده از رابطه ۲-۱ محاسبه شد:

$$\text{عدد پراکسید} = \frac{(a-b)\times N\times 1000}{P} \qquad (۲-۱)$$

در این رابطه، a: میلی‌لیتر تیوسولفات سدیم مصرفی برای نمونه، b: میلی‌لیتر تیوسولفات سدیم مصرفی برای شاهد N: نرمالیته تیوسولفات سدیم بکار رفته، و P: وزن نمونه بر حسب گرم است.

۲-۱-۵- اندازه‌گیری رنگ

برای اندازه‌گیری رنگ از دستگاه رنگ‌سنج (Minolta) مدل (CR- 400) ساخت کشور ژاپن استفاده شد. نتایج آزمایش با سه شاخص رنگ هانتر (*L, a, b*) مشخص گردید. *L* (Lightness) نماد روشنایی رنگ (از ۰=*L* برای سیاه تا ۱۰۰ =*L* برای سفید)، a (Redness) نماد سبزی تا قرمز رنگ (٦۰- =*a* برای سبز و ٦۰+ =*a* برای قرمز) و *b* (Yellowness) نماد آبی تا زرد (از ٦۰- =*b* برای آبی تا ٦۰+ =*b* برای زرد) می‌باشد [۲۱].

قبل از اندازه‌گیری رنگ هر نمونه، دستگاه با استفاده از سطح سفید استانداردی (۱۰۰ =*L*) کالیبره شد. برای هر تیمار سه تکرار اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، شاخص‌های زیر بر طبق آن‌ها محاسبه گردید [۲۲].

۲-۱-۵-۱-شاخص سفیدی[6] با رابطه زیر محاسبه شد:

6 . Whiteness index

$$(100 - L)^2 \quad WI = 100 - [\ a^2 + b^2 + \ ]^{1/2} \qquad (۲-۲)$$

۲-۱-۵-۲-زاویه هیو

زاویه هیو (h°) با رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{Hue angel} = \arctan(b/a) \qquad (۳-۲)$$

۲-۱-۵-۳ -کروما[7]

کروما درجه خلوص یا اشباعیت رنگ را نشان می‌دهد و از رابطه زیر محاسبه شد.

$$a^2 + \text{Chroma} = (b^2)^{1/2} \qquad (۴-۲)$$

۲-۱-۶-آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده ها با روش تجزیه واریانس(ANOVA) با استفاده از نرم افزار آماری SPSS22 انجام شد. برای مقایسه میانگین های شاخص های رنگی بدست آمده از رنگ سنج قبل و بعد از انبار شدن از روش آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

پس از انجام بررسی‌ها و اندازه‌گیری صفات مورد نظر داده‌های بدست آمده برای هر یک از صفات مورد ارزیابی بطور جداگانه مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و میانگین‌های حاصله مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج در این بخش آورده شده است.

۳-۱-محتوای چربی کل و ترکیب اسید چرب

چربی‌ها ماکرومولکول‌های مهم در مواد غذایی هستند. شاخص تغذیه‌ای یک محصول غذایی علاوه بر طعم، بافت، پذیرش کلی و عمر ماندگاری تحت تاثیر ترکیبات چربی موجود در ماده غذایی می‌باشد [۲۳]. به منظور تعیین ترکیب اسید چرب واریته‌های گردو از روش کروماتوگرافی گازی استفاده شد شکل (۳-۱) نمونه کروماتوگرام یک واریته گردو می‌باشد.

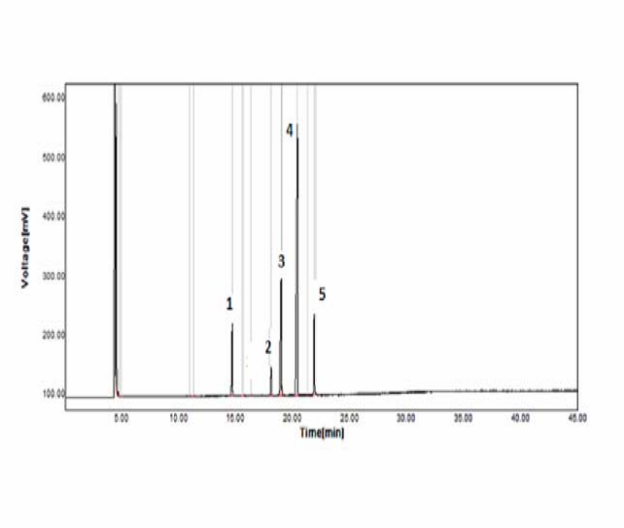

Fig1 chromatogram of walnut sample
1- palmitic acid 2- stearic acid 3- oleic acid 4- linoleic acid 5- linolenic acid

نتایج تجزیه آماری محتوای توکوفرول و عدد پراکسید در جدول (۱) آورده شده است.

قبل انبار، مقادیر متوسط چربی کل ثبت شده برای واریته کاغذی و سنگی به ترتیب ۴۹/۸ و ۵۰/۱ گرم/ ۱۰۰ گرم گردو بود. واریته سنگی محتوای چربی بیشتری نسبت به واریته کاغذی داشت. بنابراین، واریته های مختلف محتوای چربی متفاوتی داشتند [۱۷]. محتوای چربی طی انبار تا حدودی افزایش می یابد که این عامل را می توان به کاهش رطوبت طی انبار نسبت داد و همانگونه که در جدول (۳-۱) مشاهده می شود محتوای چربی در دماهای مختلف متفاوت و در دمای اتاق بیشتر از سایر دماها بود. اسیدهای چرب عمده یافت شده در واریته‌های گردوی مورد آزمون اسید لینولئیک (۶۶/۵-۵۵ گرم/۱۰۰گرم)، اسیداولئیک (۳۰-۲۰/۱گرم/۱۰۰گرم)، اسید لینولنیک (۱۹-۱۶گرم/ ۱۰۰گرم)، اسید پالمتیک (۹-۸/۶ گرم/۱۰۰ گرم) و اسید استئاریک (۴/۹-۴/۵ گرم /۱۰۰گرم) بودند.

تفاوت معنی‌داری در مقادیر اسیدهای چرب بین نمونه‌های قبل انبار و بعد انبار در سطح احتمال ۵٪ مشاهده نشد که این مطلب با نتایج آزمایشات باقال باشی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. اسید لینولئیک، اسید چرب غالب گردو بود که این مطلب با نتایج مطالعات قبلی مطابقت داشت [۲۴و ۲۵و ۲۶].

7 . Chroma

Table 1 Fat and fatty acid composition of the walnut varieties.

Variety	Oil (g/100g)	Fatty acid composition (%)					
		C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	PUFA*
Before storage							
Poost-kaghazi	49.8	9.0	4.5	20.1	66.5	19.0	85.5
Poost-sangi	50.1	8.6	4.9	30.0	55.0	16.0	71.0
After storage							
PK W T1	50.0	8.7	4.5	19.2	66.8	20.0	86.8
PK W T2	49.9	9.3	3.9	24.7	61.9	17.0	78.9
PK W T3	49.8	8.4	4.6	21.7	64.4	19.0	83.4
PK P T1	52.2	9.4	4.5	22.3	63.3	20.0	83.3
PK P T2	50.3	9.0	4.8	21.0	63.0	20.0	83.0
PK P T3	50.2	8.0	4.8	22.4	64.0	19.0	83.0
PSW T1	50.6	6.5	4.5	33.4	55.2	21.0	76.2
PSW T2	50.4	8.1	4.3	27.8	59.1	18.0	77.1
PSW T3	50.3	9.3	4.5	25.4	60.3	17.0	77.3
PS P T1	53.4	8.0	4.0	30.0	58.0	17.0	75.0
PSP T2	52.0	7.3	4.3	29.7	57.6	22.0	79.6
PS P T3	51.4	7.8	5.5	32.1	54.0	15.0	69.0

*sum C18:2+C18:3

Data are expressed as mean (CV% was generally less than 5%).

به طور کلی ترکیب اسیدهای چرب طی انبار تغییر قابل توجهی نشان نمی‌دهد، اما ترکیب اسیدچرب بین واریته‌های مختلف، متفاوت است [١٤].

ترکیب اسیدچرب گردو محتوای بالای اسید لینولئیک و اسید لینولنیک را نشان می‌دهد که برای سلامتی انسان مهم است و نقش مهمی در محافظت از سیستم قلبی عروقی ایفا می‌کند [٢٧ و ٢٨].

PUFA (١٨:٢ و ١٨:٣) بخش عمده‌ای از اسیدهای چرب گردو را تشکیل می‌دهند که در این آزمون مقدار آن ٨٥/٥-٧١ گرم/ ١٠٠گرم بود. واریته ٢ محتوای PUFA بالاتری را به خود اختصاص داد. فقط اسید اولئیک بعنوان اسیدچرب تک غیر اشباع(MUFA) شناخته شده است و در واریته سنگی مقادیر بیشتری را به خود اختصاص داد.

پایداری روغن طی انبار کاهش می‌یابد که این کاهش پایداری ممکن است مربوط به کاهش فاکتورهای آنتی‌اکسیدانی (بویژه توکوفرول‌ها) است [١٣].

اسیدهای چرب بویژه PUFA حساس به اکسیداسیون هستند و می توانند به آسانی تحت شرایط ویژه اکسید شوند. وجود اکسیژن مهم ترین فاکتور مورد نیاز برای اکسیداسیون است گرچه فاکتورهای دیگری نظیر دما و حضور پراکسیدان ها و نور نیز می توانند اکسیداسیون را تسریع کنند. در مرحله اول، اسیدهای چرب به هیدروپراکسیدها اکسید می شوند که این ترکیبات پایدار نبوده و به آلدهید ها و کتون ها تبدیل می شوند[١٩].

اثر دما، شکل و واریته روی محتوای چربی در سطح احتمال ٥٪ تاثیر معنی‌دار نشان داد. در مورد ترکیب اسیدچرب فقط اثر واریته روی ترکیب اسیدچرب معنی‌دار بود.

٣-٢- محتوای توکوفرول و عدد پراکسید

نتایج تجزیه آماری محتوای توکوفرول و عدد پراکسید در جدول (٢) آورده شده است.

Table 2 Tocopherol content and peroxide value of the walnut varieties.

Variety	Tocopherol content(mg/kg)	Peroxide value (meq O_2)/kg oil
Before storage		
Poost-kaghazi	410	1.03
Poost-sangi	315	1.74
After storage		
PK W T1	370	1.73
PK W T2	378	1.65
PK W T3	410	1.57
PK P T1	358	4.51
PK P T2	380	3.77
PK P T3	408	3.23
PSW T1	300	2.56
PSW T2	305	2.51
PSW T3	315	2.50
PS P T1	268	5.30
PSP T2	294	2.80
PS P T3	310	2.30

Data are expressed as mean (CV% was generally less than 5%).

توکوفرول‌ها بویژه آلفا و گاما توکوفرول فراوان‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در چربی‌های گیاهی هستند [۲۹]. داده‌های جدول (۳-۲) نشان می‌دهد که روغن گردو منبع عالی توکوفرول است. مقادیر محتوای توکوفرول کل قبل انبار ٤١٠ و ۳۱۵ میلی‌گرم/کیلوگرم به ترتیب برای واریته کاغذی و سنگی بدست آمد. این مقادیر بیشتر از موارد گزارش شده توسط میر علی اکبری و شهیدی (۲۰۰۸) برای گردوهای تجاری در کانادا (۲٦۷/۲-۱٤۹/۱میلی‌گرم/کیلوگرم) است [۳۰]. و هم چنین این مقادیر با مقادیر بدست آمده توسط بوابدولاب و همکاران (۲۰۱٤) (٤۳٦/۲-۱۸٦/٥٤ میلی‌گرم/کیلوگرم) مشابهت نزدیکی نشان دادند [۱٥]. واریته کاغذی محتوای توکوفرول بیشتری نسبت به واریته سنگی داشت. آنالیزهای آماری به وضوح نشان داد که محتوای توکوفرول تحت تاثیر واریته قرار می‌گیرد که با گزارشات قبلی مطابقت دارد [۳۱ و ۳۲ و۳۳]..

به خوبی مشخص است که توکوفرول‌ها از اکسیداسیون چربی در روغن‌های گیاهی ممانعت می‌کنند. لی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که گاما توکوفرول از آلفا توکوفرول قوی‌تر بوده و در کاهش اکسیداسیون و تاخیر لخته‌شدن خون در رگ‌ها موثرتر است [۳٤].

محتوای توکوفرول بعد از انبار نیز اندازه گیری شد. مقدار توکوفرول بعد از انبار به ترتیب برای واریته کاغذی کامل نگه داری شده در دمای اتاق، یخچال و فریزر به ترتیب ۳۷۰، ۳۷۸ و ٤۱۰ بود. مقادیر این پارامتر برای واریته سنگی کامل نگه داری شده در دمای اتاق، یخچال و فریزر به ترتیب ۳۰۰، ۳۰۵ و ۳۱۵ بود(جدول ۳-۲). بر طبق داده‌های جدول، محتوای توکوفرول طی انبار کاهش یافت که این نتایج با گزارشات قبلی مطابقت داشت [۱٦ و ۱۷]. و میزان این کاهش برای واریته های نگه داری شده در دمای اتاق، بیشتر از دو دمای دیگر بود. نتایج مشابه برای نمونه های پودری نیز مشاهده شد.

پراکسیدها محصولات اولیه اکسیداسیون چربیها بوده و اکسیداسیون اولیه روغن‌ها با اندازه‌گیری عدد پراکسید تعیین می‌شود. تغییرات عدد پراکسید واریته‌های گردو قبل و بعد انبار، در جدول (۳-۲) آورده شده است. طی انبار عدد پراکسید افزایش می‌یابد که این افزایش به اکسیداسیون چربی نسبت داده می‌شود. افزایش دمای انبار منجر به اکسیداسیون چربی ها شده که این امر سبب تولید پراکسیدها می‌شود بنابراین، دمای بالای انبار منجر به افزایش عدد پراکسید می‌شود [۳٥]. بنابراین، همانگونه که در(۳-۲) جدول مشاهده می شود افزایش عدد پراکسید در دمای اتاق بیشتر از دماهای دیگر(یخچال و فریزر) است. دما عدد پراکسید را تحت تاثیر قرار می‌دهد. طبق داده‌های جدول عدد پراکسید طی

انبار افزایش می‌یابد که این مورد با نتایج آزمایشات سواتی و همکاران (۲۰۱٤) مطابقت دارد [۳٦]. عدد پراکسید پیشنهاد شده برای روغن‌های گیاهی خام خوراکی تجاری باید ۱۰≤ باشد (موسسه استاندارد ترکیه، ۱۹۷۱).

۳-۳- رنگ

نتایج تجزیه آماری رنگ نمونه ها در جدول (۳) آمده است.

Table 3 comparison of the interaction of temperature, variety and state of walnut on color parameter

Variety	Color index					
	*L**	*a**	*b**	*h°*	*C**	*WI*
Before storage						
Poost-kaghazi(whole)	53.28±3.26^{b}	3.86±0.96^{a}	22.21±3.28^{b}	80.18±1.54^{ab}	22.55±3.36^{b}	48.40±3.34^{b}
Poost-sangi(whole)	45.9±11.01^{b}	6.25±1.14^{a}	26.96±2.46^{a}	76.87±2.59^{ab}	27.70±2.39^{a}	38.15±8.37^{c}
Poost-kaghazi(powdered)	73.83±0.75^{a}	0.50±0.29^{b}	22.64±0.78^{b}	86.89±0.66^{b}	22.64±0.78^{b}	65.38±0.72^{a}
Poost-sangi(powdered)	72.59±1.10^{a}	0.74±0.22^{b}	23.23±1.05^{b}	88.14±0.64^{a}	23.24±1.04^{b}	64.05±1.09^{a}
After storage						
PK W T1	46.97±2.22^{cd}	5.64±0.09^{ab}	25.89±3.25^{ab}	77.72±1.04^{a}	26.50±3.34^{bc}	40.64±1.76^{cd}
PK W T2	48.25±5.71^{bc}	4.87±0.43^{b}	23.91±2.95^{ab}	78.29±2.51^{a}	24.41±2.80^{bc}	42.65±2.40^{bc}
PK W T3	51.10±1.62^{b}	4.38±0.69^{b}	22.42±1.41^{b}	78.90±1.96^{a}	22.85±1.36^{d}	46.01±1.83^{b}
PK P T1	71.20±3.46^{a}	0.51±0.82^{c}	25.13±0.20^{ab}	88.84±1.02^{a}	25.15±0.22^{ab}	61.72±2.77^{a}
PK P T2	72.69±1.93^{a}	0.91±0.76^{c}	27.44±0.73^{a}	88.06±1.62^{a}	27.46±0.71^{ab}	61.23±0.92^{a}
PK P T3	73.24±1.42^{a}	0.31±0.61^{c}	26.88±0.75^{a}	89.31±1.02^{a}	26.89±0.73^{bc}	62.05±0.79^{a}
PSW T1	40.57±3.51^{e}	6.59±0.32^{a}	27.46±1.36^{a}	76.49±0.62^{a}	28.24±1.37^{ab}	31.45±2.92^{f}
PSW T2	41.14±3.98^{dc}	6.49±1.22^{a}	27.51±1.08^{a}	76.78±1.92^{a}	28.27±1.33^{ab}	34.65±3.06^{ef}
PSW T3	43.80±6.70^{cd}	6.62±1.35^{a}	27.97±5.37^{a}	76.60±1.70^{a}	28.75±5.47^{a}	36.58±4.52^{de}
PS P T1	70.66±2.12^{a}	1.77±0.55^{c}	25.34±0.89^{ab}	85.97±1.39^{a}	25.40±0.86^{ab}	61.15±1.25^{a}
PSP T2	70.59±2.98^{a}	0.99±0.69^{c}	23.90±0.42^{ab}	87.61±1.62	23.93±0.63^{cd}	62.04±2.22^{a}
PS P T3	71.86±2.45^{a}	0.78±0.17^{c}	23.66±1.57^{ab}	88.10±0.42^{a}	23.67±1.57^{cd}	63.17±1.44^{a}

Different superscripts within each column represent significant difference at $P < 0.05$.

مقادیر متوسط L^* قبل از انبار برای واریته کاغذی و سنگی به ترتیب در نمونه های کامل ۵۳/۲۸ و ٤۵/۰۹ و در نمونه های پودر شده ۷۳/۸۳ و ۷۲/۵۹ بودند. همچنین مقادیر h°، C^* و WI برای واریته های کاغذی وسنگی کامل به ترتیب ۸۰/۱۸ و ۷٦/۸۷، ۲۲/۵۵ و ۲۷/۷۰، ٤۸/٤۰ و ۳۸/۱۵ بودند. مقادیر این پارامترها برای نمونه های پودری واریته های کاغذی وسنگی به ترتیب ۸٦/۸۹ و ۸۸/۱٤، ۲۲/٦٤ و ۲۳/۲٤، ٦۵/۳۸ و ٦٤/۰۵ بودند.

مقادیر پارامترهای رنگی بعد انبار نیز اندازه گیری شدند. این مقادیر برای پارامتر L^* برای واریته کاغذی و سنگی کامل نگه داری شده در دمای اتاق، یخچال و فریزر به ترتیب ٤٦/۹۷، ٤۸/۲۵ و ۵۱/۱۰ بودند. مقادیر پارامتر L^* برای واریته سنگی کامل نگه داری شده در دمای اتاق، یخچال و فریزر به ترتیب ٤۰/۵۷، ٤۱/۱٤ و ٤۳/۸۰ می باشد. همان گونه که در (جدول۳) مشخص است مقدار پارامتر L^* طی انبار کاهش یافت و میزان این کاهش برای واریته های نگه داری شده در دمای اتاق بیشتر از دمای یخچال و فریزر بود. میانگین مقادیر پارامتر C^* برای واریته کاغذی کامل نگه داری شده در دمای اتاق، یخچال و فریزر به ترتیب ۲٦/۵۰، ۲٤/٤۱ و ۲۲/۸۵ می باشد. همچنین این مقادیر برای واریته سنگی در همین دماها به ترتیب برابر با ۲۸/۲٤، ۲۸/۲۷ و ۲۸/۷۵ گزارش شدند. بنابراین همان گونه که در جدول(۳-۳) مشاهده می شود مقادیر C^* طی انبار روند افزایشی نشان داد که این افزایش برای واریته های نگه داری شده در دمای اتاق بیشتر از سایر دماها بود. میانگین زاویه هیو برای

نمونه های کامل ٧٧/٧٢، ٧٨/٢٩ و ٧٨/٩٠ برای واریته کاغذی و ٧٦/٤٩، ٧٦/٧٨ و ٧٦/٦٠ برای واریته سنگی به ترتیب در دماهای اتاق، یخچال و فریزر بود. بر طبق داده های موجود مقدار زاویه هیو طی انبار کاهش یافت که این کاهش برای نمونه های نگه داری شده در دمای اتاق بیشتر از سایر دماها بود. متوسط مقادیر شاخص سفیدی برای واریته کاغذی کامل ٤٠/٦٤، ٤٢/٦٥ و ٤٦/٠١ به ترتیب در دمای اتاق، یخچال و فریزر بود. مقادیر این پارامتر برای واریته سنگی، ٣١/٤٥، ٣٤/٦٥ و ٣٦/٥٨ به ترتیب برای دماهای اتاق، یخچال و فریزر می باشد بنابراین شاخص سفیدی نیز طی انبار کاهش می یابد که این کاهش برای نمونه های نگه داری شده در دمای اتاق بیشتر از دو دمای دیگر بود. نتایج مشابه برای پارامترهای فوق در نمونه های پودری نیز مشاهده شد.

مقادیر L^* قبل و بعد انبار بالاتر از ٤٠ بود و این مورد طبق استاندارد صنعت گردو کیفیت رنگ خوبی را اطمینان می‌دهد [٣٧].

طی انبار مقادیر L^*، h° و WI روند کاهشی داشتند که این نشان دهنده قهوه‌ای شدن و کاهش کیفیت مغزهاست. قهوه‌ای شدن گردو طی انبار در مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است [١٣ و ٣٨ و٣٩]. قهوه‌ای شدن یک محصول به طور عمده مربوط به اکسیداسیون آنزیمی یا شیمیایی فنولیک‌هاست [٤٠]. طی انبار تغییرات C^* روند متفاوتی با سایر پارامترهای رنگی نشان داد. این پارامتر طی انبار با افزایش زمان انبار افزایش یافت که این مورد با نتایج آزمایشات کریستوپولس و همکاران(٢٠١١) مطابقت داشت [٤١]. طبق نتایج تجزیه تحلیل آماری تاثیر دمای انبار روی شاخص‌های L^*، C^* و WI در سطح احتمال ٥٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر شکل و واریته نیز روی این پارامترها در سطح احتمال ٥٪ معنی‌دار بود.

٤- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که با افزایش زمان انبار محتوای توکوفرول کاهش و عدد پراکسید افزایش یافت. همچنین واریته های مختلف ترکیب اسیدچرب متفاوتی داشته و ترکیب اسید چرب طی انبار تغییر چندانی نداشته و ثابت ماند. با افزایش زمان انبار، میزان روشنایی (L^*) مغزها کاهش و قهوه‌ای شدن اتفاق افتاد. و باید توجه داشت که رنگ محصول در بازارپسندی آن نقش بسزایی ایفا می‌کند. همچنین پارامترهای شاخص سفیدی و زاویه هیو طی انبار کاهش یافتند که میزان این کاهش در دماهای پایین تر از دمای یخچال کمتر بود بنابراین این دماها برای نگه داری گردو توصیه می شوند.

٥- منابع

[1] Kornsteiner, M., Karl-Heinz, W. and Ibrahim, E. (2006). Tocopherols and phenolics in 10 different nut types. Food Chemistry, 98: 381-387.
[2] FAOSTAT.ORG
[3] Payne, T. (1985). Californiawalnuts and light foods. Cereal Foods World, 30(3): 215-218.
[4] Savage, G.P. (2001). Chemical composition of walnuts grown in New Zeland. Plant foods for human nutrition, 56: 75-82.
[5] Zwarts, L., Savage, G. P. and McNeil, D. L. (1999). Fatty acid content of New Zealand grow walnuts (*Juglans regia* L). International Journal of Food Sciences and Nutrition, 50:189-194.
[6] Iso, H., Sato, S., Umemura, U., kudo, M., Koike, k. and Kitamura, A. (2002). Linoleic acid, other fatty acids, and the risk of stroke. Stroke, 33: 2086-2093.
[7] Jensen, P.N., Sorensen, G., Brockhoff, P., Bertelsen, G. (2003). Investigation of packaging systems for shelled walnuts based on oxygen absorbers. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51: 4941–4947.
[8] Mate, I. J., Saltveit, M. E. and Krochta, J. M. (1996). Peanut and walnut rancidity: effects of oxygen concentration and relative humidity. Journal of Food Science, 61(2): 465-468, 472.
[9] Amaral, J. S., Alves, M. R., Seabra, R. M., and Oliveira, B. P. P. (2005). Vitamin E composition of walnuts: a 3-year comparative study of different cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53:5467-5472.
[10] Arranz, S., Jimenez, J.P., and Saura-Calixto, F. (2008). Antioxidant capacity of walnut contribution of oil and defatted matter.

European Food Research and Technology, 227: 425-431.

[11] 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 Chemistry and Toxicology, 46:2103-2111.

[12] Kita, A. and Figiel, A. (2007). Effect of storage time on texture and selected properties of walnuts. Acta Agrophysica, 9(1): 69-78.

[13] Lopez, A., Pique, M. T., Romero, A. and Aleta, N. (1995). Influence of cold storage conditions on the quality of unshelled walnuts. International Journal of Refrigeration, 18(8): 544-549.

[14] 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. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117, 518.

[15] Bou Abdollah, I., Nizar, M., Force, E., Gracia, A., Carmen, M., Albouchi, A. and Boukhcina, S. (2014). Content of carotenoids, tocopherols, sterols, triterpenic and aliphatic alchols, and volatile compounds in six walnuts varieties. Food Chemistry, 1-32

[16] Lavedrine, F., Ravel, A., Poupard, A. and Alary, J. (1997). Effect of geographic origin, variety and storage on tocopherol concentrations in walnuts by HPLC. Food Chemistry, 58(1-2): 135-140.

[17] Bakkalbaşi E., Yilmaz M., Javidipour, I., and Artik, N. (2012). Effects of packaging materials, storage conditions and variety on oxidative stability of shelled walnuts. Food Science and Technology, 46:203-209.

[18] Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M.C., Lerici, C.R. (2001). Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. Trends in Food Science and Technology, 11: 340–346.

[19] Maskan, M. (2001). Kinetics of color change of kiwifruits during hot air and microwave drying. Journal of Food Engineering, 48: 169-175.

[20] Azadmard-Damirchi, s. (2012). Food chemistry and Analysis. Tabriz, Amidi publication, 365-400.

[21] Yam, K.L.and Papadakis, S.E. (2004). A digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces, Food Engineering, 61: 137-142.

[22] Dadali, G., Demirhan, E., Özbek, B. (2007). Color change kinetics of spinach undergoing microwave drying. Drying Technology, 25:1713-1723.

[23] Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, David S., Schwartz, Steven J., Shoemaker, C.F., Smith, D., and Sporns, P. (2005). Lipid oxidation stability, in handbook of food analytical chemistry: water, proteins, enzjmes, lipids, and carbohydrates. John Wiley & Sons, Inc., 513-547.

[24] Safari, M., Alizade, H. (2007). Oil composition of Iranian major nuts. Journal of Agricultural Science and Technology, 9:251-256.

[25] Ozcan, M.M. (2009). Some nutritional characteristics of fruit and oil of walnut growing in Turkey. Iranian Journal of Chemical Engineering, 28(1): 1-6.

[26] Verardo, V., Riciputi, Y., Sorrenti, G., Ornaghi, P., Marangoni, B. and Caboni, M. (2013). Effect of nitrogen fertilization rates on the content of fatty acids, sterols, tocopherols and phenolic compounds, and on the oxidative stability of walnuts. Food Science and Technology, 50: 732-738.

[27] Cunnane, Sc., Ganguli, S., Menard, C., Liedo, Ac., Hamadeh, M., Chen, Z., Wolever, T. and Jerkins, D. (1993). High linoleic acid flaxseed: some nutritional properties in humans. British Journal of Nutrition, 69: 433-453.

[28] Özkan, G., Koyuncu, M.A. (2005). Physical and chemical comparision of some walnut (Juglans regia L.) Genotypes grown in Turkey, Grasas Aceites, 56(2):142.

[29] Park, S.K., Page, G.P., Kim, K., Allison, D.B., Meydani, M., Weindruch, R. and Prolla, T.A. (2008). Alpha-and gamma-tocopherol prevent age-related transcriptional alterations in the heart and brain of mice. Journal of Nutrition, 138, 1010-1018.

[30] Miraliakbari, H., Shahidi, F. (2008). Antioxidant activity of minor component of tree oils. Food Chemistry, 111: 421-427.

[31] Kornsteiner, M., Karl-Heinz, W. and Ibrahim, E. (2006). Tocopherols and phenolics in 10 different nut types. Food Chemistry, 98: 381-387.

[32] Li, L., Tsao, R., Yang, R., Kramer, J.K.G., Hernandez, M. (2007). Fatty acid profiles, tocopherol contents, and antioxidant activities of heartnut *(Juglans ailanthifolia var. cordiformis*) and Persian walnut (*Juglans regia* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 55, 1164–1169.

[33] Schwartz, H., Ollilainen, V., Piironen, V. and Lampi, A.M. (2008). Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. Journal of Food Composition and Analysis, 21:152-161.

[34] Li, D., Saldeen, T., Romeo, F. and Mehta, J.L. (1999). Relative effects of alpha- and gammatocopherol on low-density lipoprotein oxidation and superoxide dismutase and nitric oxide synthase activity and protein expression in rats. The Journal of Cardiovascular Pharmacology and Therapeutics, 4:219-226.

[35] Garcia-Pascal, P., Mateos, M., Carbonell, V. and Solazar, D.M. (2003). Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds. Biosystems Engineering, 84(2): 201-209.

[36] Meshram, S., Bala, K., Rauti, S., and Priyadarshini, D. (2014). Study of shelf life and quality of wild walnut oil. International Journal of Research in Engineering and Advanced technology. 2(3): 2320-2340.

[37] Wang, S., Monzon, M., Johnson, J.A., Mitcham, E.J., Tang, J. (2007). Industrial-scale radio frequency treatments for insect control in walnuts. II: heating uniformity and energy efficiency. Postharvest Biology and Technology, 45:240–246.

[38] Koyuncu, M.A., Koyuncu, F., Bakir, N. (2003). Selected drying conditions and storage period and quality of walnut selections. Journal of Food Processing and Preservation, 27:87–99.

[39] Christopoulos, M.V., Tsantili, E., Papageorgiou, V., Komaitis, M., Rouskas, D. (2010b). Effects of package atmosphere and temperature on phenolics, total antioxidant capacity and colour in kernels of 'Franquette' walnuts during 8-month storage. Acta Horticulturae. 858:75–81.

[40] Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M.C., Lerici, C.R. (2001). Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. Trends in Food Science and Technology, 11: 340–346.

[41] Chirstopoulos, M.V.and Tsantili, E. (2011). Effects of temperature and packaging atmosphere on total antioxidants and color of walnut kernels during storage. Scientia Horticulture, 131: 49-57.

Study of some chemical properties of two varieties of whole and powdered walnuts at different temperature conditions.

Danaei, H. [1*], Esmaiili, M. [2], Azadmard-Damirchi, S. [3]

1. M.Sc Graduated, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran.
2. Associate Prof. Dept. of Food Science and Technology, Urmia University of Food Sciences and Technology , Urmia, Iran.
3. Associate professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

(Received: 2016/03/03 Accepted: 2016/09/27)

Walnut is considered as a valuable food because of its linolenic acid and high content of antioxidants. The aim of this study was to investigate changes in fat content, fatty acid composition, tocopherol content, peroxide value and color of two varieties of walnut in whole and powdered form during six months storage at three different temperatures of room, refrigerator and fridge. Walnuts were harvested from a local garden in Osku city. Before storing, whole and powdered walnuts were packaged in polypropylene pouches. Chemical characteristics of samples were evaluated before and after the storage. The results showed that, tocopherol content decreased and peroxide value increased during storage, and effect of storage temperature on both of tow parameters was significant ($p<0.05$). On the other hand, results showed that storage time had no significantly effect on fatty acid composition whereas the variety of walnuts significantly affected fatty acid composition ($p<0.05$). During storage, L^*, h°, WI decreased. The effect of storage temperature on color parameters *i.e.* L^*, C^* and WI was significant ($p<0/05$).

Key words: Storage stability, Surface color, Tocopherol, Walnut.

* Corresponding Author E-Mail Address: hld.danaei@gmail.com