

## بررسی تأثیر روش‌های پوست‌گیری و ژنوتیپ بر شاخص‌های شیمیایی و ارگانولپتیکی گردو و تغییر میزان آفلاتوکسین آن

فرشته سلاجقه\*، فرزاد آزادشهرکی و محمدرضا مظفری\*\*

\* نگارنده مسئول، نشانی: کرمان، بلوار آیت ا... صدوقی، روبروی بلوار کشاورز، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، تلفن: ۳-۲۱۱۲۳۹۱-۰۳۴۱، پیام‌نگار: fereshteh683@yahoo.com

\*\* به ترتیب: اعضای هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی و عضو هیات علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان  
تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۷

### چکیده

پوست‌گیری یکی از مهمترین مراحل فراوری گردوست و تأثیر قابل توجهی بر خصوصیات کیفی، شیمیایی و میکروبی گردو دارد و بهینه‌سازی آن باعث بهبود کیفیت محصول نهایی می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر ژنوتیپ و روش پوست‌گیری بر این خصوصیات است. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در آزمایشگاه صنایع غذایی مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان اجرا شد. در این آزمایش، خواص شیمیایی (فساد چربی و درصد رطوبت)، خواص حسی (رنگ، طعم، مزه و قابلیت پذیرش کلی)، و میزان آفلاتوکسین هفت ژنوتیپ گردو (۲۰، ۲۱، ۷۷، ۸۸، ۹۵، ۲۱۱، ۲۶۴) و مغز آن در دو روش پوست‌گیری (صنعتی و سنتی) بررسی شد. داده‌های آزمایش در قالب طرح مذکور مورد تجزیه آماری واقع شده و بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که کمترین فساد چربی در نمونه‌های گردو مربوط به ژنوتیپ‌های ۹۵ و ۲۶۴ و در نمونه‌های مغز مربوط به ژنوتیپ ۲۶۴ است. درصد رطوبت تمامی نمونه‌ها در محدوده مجاز شناخته شد و در هر دو روش پوست‌گیری ژنوتیپ ۲۱ (در هر دو نمونه) کمترین فساد چربی را داشته است. آفلاتوکسین در ژنوتیپ‌های ۷۷، ۸۸ و ۲۶۴ دارای پوست سخت دیده نشد. در نمونه‌های گردو ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۸۸ و در نمونه‌های مغز آن ژنوتیپ‌های ۲۶۴، ۲۱، ۸۸ از نظر طعم، مزه، و رنگ نسبت به بقیه برتر بودند. روش پوست‌گیری در نمونه‌های گردو و مغز آن تأثیر معنی‌داری بر خواص حسی (طعم، مزه، و رنگ) ندارد. اثر متقابل تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد که در نمونه‌های گردو و مغز، پوست‌گیری صنعتی به همراه ژنوتیپ ۲۱ از سایر تیمارها بهتر است. به نظر می‌رسد از نظر خواص شیمیایی و خواص حسی، ژنوتیپ ۲۱ جهت توصیه برای کشت مناسب است و نیز به دلیل آن که در روش پوست‌گیری صنعتی آفلاتوکسین مشاهده نشد، این روش می‌تواند برای فراوری آن مناسب باشد.

### واژه‌های کلیدی

آفلاتوکسین، خواص حسی، فراوری، فساد چربی، گردو

جنوب‌شرقی اروپا، مرکز و جنوب‌غربی آسیا تا  
هیمالایا، و جنوب‌غربی چین است (Vahdati, 2006).  
مجموع سطح زیر کشت گردوی بارور و غیر بارور  
در ایران حدود ۲۱۳۶۶۹/۷ هکتار با تولید سالیانه

### مقدمه

گردو گونه‌ای از میوه‌های آجیلی از جنس  
ژوگلانس (*Juglans regia L.*) است. از معروف‌ترین  
مناطق کشت گردو در جهان، آمریکای شمالی،



سوزآور در غلظت‌های ۶، ۹، ۱۲، و ۱۵ درصد در زمان‌های متفاوت برای پوست‌گیری، و تأثیر پوست‌گیری بر کیفیت گردو را بررسی کردند. در این بررسی مشخص شد که غلظت ۱۲ درصد سود با دمای ۸۵ درجه سلسیوس در مدت ۷/۵ دقیقه بهترین کیفیت پوست‌گیری را به دست می‌دهد ولی پوست‌گیری قلیایی باعث قهوه‌ای شدن سطح گردو می‌شود.

وارموند و همکاران (Warmund, et al., 2009) خواص ارگانولپتیکی دو ژنوتیپ گردوی سیاه و گردوی ایرانی را بررسی کردند و دریافتند که از لحاظ طعم و مزه بین ژنوتیپ‌های ذکر شده اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

درباره روش‌های خشک کردن و شرایط نگهداری گردو نیز مطالعاتی شده است. کادر (Kader, 1985) طی بررسی‌هایی در زمینه شرایط نگهداری گردو و مغز آن گزارش کرد که دمای ۱۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰-۶۵ درصد برای نگهداری گردو مناسب است. نتایج بررسی‌های این محقق نشان می‌دهد که دمای لازم برای خشک کردن گردو نباید از ۳۴ درجه سلسیوس تجاوز کند زیرا میزان تندی چربی<sup>۱</sup> افزایش خواهد یافت. در این بررسی نشان داده شد که طعم و رنگ مغز گردو در رطوبت‌های ۳/۶-۳/۲ درصد پایدارتر است.

پرنیل و همکاران (Jensen et al., 2001) اثر نور و دمای محیط را بر خواص حسی و عمر نگهداری مغز گردو بررسی کردند. نتایج نشان داد که نگهداری مغز گردو در انبار روشن با دمای ۲۱ درجه سلسیوس منجر به تغییرات اکسیداسیونی مشخصی خواهد شد؛ در حالی که با ۲۵ روز نگهداری مغز گردو در سردخانه تاریک با ۵ درجه سلسیوس تغییرات نامطلوب مشاهده نشد.

کونکو و همکاران (Koyuncu et al., 2003) تأثیر شرایط خشک کردن و دوره انبارداری را بر کیفیت

۳۷۹۱۷۱ تن و متوسط عملکرد ۲/۴۰۶ تن در هکتار است. در استان کرمان در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ مجموع سطح زیر کشت بارور و غیربارور این محصول ۲۲۱۵۹/۴ هکتار برآورد شده است (Anon, 2010). گردو از نظر دارویی خواص قابل توجهی دارد. مغز گردو، به علت داشتن چربی زیاد، بسیار انرژی‌بخش است. میوه گردو به‌ویژه مغز آن در اصطلاح پزشکی و داروسازی سنتی به چهار مغز معروف بوده و سرشار از ویتامین‌های A, B, E و از همه مهم‌تر ویتامین F است. مغز و روغن گردو در درمان دیابت مؤثر است و به هضم غذا کمک می‌کند. ویتامین B موجود در مغز گردو در متابولیسم بافت عصبی مؤثر است (Vahdati, 2006).

مغز ارقام مختلف گردو خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارد. ماتجا و همکاران (Colaric et al., 2006) ارقام گردوی راسنا و فرنور را از لحاظ خصوصیات ارگانولپتیکی بررسی و اعلام کردند که گردوی رقم راسنا کمترین شفافیت مغز و سفتی بافت را دارد در حالی که مغز رقم فرنور شفاف‌تر بوده و بافت آن سفت‌تر از بافت رقم راسنا است. همچنین پوست استخوانی رقم گردوی راسنا سخت‌تر از پوست فرنور گزارش شده است.

روسالیموف (Roussalimov, 1993) فناوری پیشرفته ترمینال ضبط گردو و بادام را در بلغارستان به کار گرفت که شامل تریلی و خط ثابت پوست‌گیری، شستشو، خشک‌کن دوار، جداساز مغز از پوست سخت، و بسته‌بندی پوست سبز و پوست سخت بود. برای این ترمینال، راندمان جداسازی گردو ۹۹-۹۲ درصد و راندمان شستشو و پاک کردن پوست‌های اضافی (پوست سبز) ۱۹/۸-۱۹ درصد محاسبه شد. ظرفیت این ترمینال یک تن در هر ساعت به دست آمد.

بایندی‌رلی و همکاران (Bayindirli et al., 2002) تأثیر دماهای ۵۵، ۶۵، ۷۵، و ۸۵ درجه سلسیوس، کاربرد سود

غذایی به‌وجود می‌آورند. پراکسیدها، رادیکال‌های آزاد، اسیدهای چرب، و ترکیبات ثانویه ذکر شده قادرند با پروتئین‌ها و ویتامین‌ها واکنش دهند و باعث از بین رفتن ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات کاربردی ترکیبات غذایی شوند (Karel, 1985).

محصولاتی که در دمای پایین‌تری خشک می‌شوند خاصیت انبارمانی بهتری دارند. اگرچه زمان خشک کردن آن‌ها طولانی‌تر است ولی فعالیت آبی پایین‌تر، رشد میکروارگانیسم‌ها را متوقف می‌کند یا به تاخیر می‌اندازد اما شدت اکسیداسیون لیپیدها را افزایش می‌دهد (Karel, 1985). از این‌رو، به‌دست آوردن شرایط بهینه پوست‌گیری و خشک کردن برای جلوگیری از افت کیفیت محصول نهایی ضروری است.

اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده گردو از این قرارند: میزان لینولئیک‌اسید ۴۹/۸، اولئیک‌اسید ۲۹/۰۳۸، لینولنیک‌اسید ۱۰/۴۲۸، پالمیتیک‌اسید ۶/۹۱ و استئاریک‌اسید ۳/۰۹ درصد که کمترین میزان در بین اسیدهای چرب است (Ghasemi *et al.*, 2010).

هدف از این پژوهش بررسی اثر روش پوست‌گیری و ژنوتیپ بر خصوصیات شیمیایی (فساد چربی و درصد رطوبت)، خصوصیات حسی (رنگ، طعم، مزه و قابلیت پذیرش کلی) گردو و تغییر میزان آفلاتوکسین در آن است.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌هنگام اجرای طرح تحقیقاتی ارزیابی و مقایسه ژنوتیپ‌های برتر استان کرمان (Hasani & Mozaffari, 2009) روی هفت ژنوتیپ گردو اجرا و اثر روش پوست‌گیری و ژنوتیپ بر خواص

گردو بررسی کردند. این محققان بلافاصله پس از برداشت و همچنین ۳ و ۵ روز پس از آن، گردو را پوست‌گیری کردند. سپس نمونه‌های گردو با پوست سخت و به‌صورت مغز را پس از خشک شدن در شرایط محیط (دمای  $21 \pm 1$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰-۶۵ درصد) نگهداری کردند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که نمونه‌هایی که بلافاصله پس از برداشت پوست‌گیری شده بودند از نظر خواص ارگانولپتیکی بهترین نتیجه را به خود اختصاص دادند. نتایج همچنین نشان داد گردهایی که با پوست سخت در نور آفتاب خشک شده بودند، در شرایط محیط به مدت یک سال کیفیت مطلوب را حفظ کردند.

طی فرآیند خشک کردن گردو، واکنش‌های نامطلوبی (به ویژه اکسیداسیون) ممکن است در آن رخ دهد که به دلیل ایجاد طعم و رنگ‌های نامطلوب، کیفیت این محصول پایین می‌آید (Fennema, 1985). مهمترین واکنش‌های اکسایشی در مواد غذایی خشک شده مربوط به اکسیداسیون لیپیدهاست. اکسیداسیون لیپیدها در مواد غذایی عمدتاً به دلیل وجود اسیدهای چرب غیراشباع است و غالباً از نوع خودبه‌خودی است. به عبارت دیگر ترکیبات حاصل از اکسیداسیون به عنوان کاتالیزور واکنش عمل می‌کنند و سرعت واکنش با گذشت زمان افزایش می‌یابد (Karel, 1985). مغز گردو ۶۵ درصد روغن دارد که ۹۰ درصد آن از اسیدهای چرب غیراشباع بوده و از این‌رو نسبت به اکسیداسیون بسیار حساس است. هیدروپراکسیدها که ترکیبات اصلی اکسیداسیون چربی‌ها هستند به ترکیبات ثانویه‌ای نظیر آلدئیدها، الکل‌ها، کتون‌ها یا اسیدها تجزیه می‌شوند و رنگ و طعم نامطلوبی را در ماده

معمولی بسته به فصل متغیر بود. میانگین دما در محدوده ۱۶ درجه سلسیوس (سه ماه اول: ۱۹، سه ماه دوم: ۲۶، سه ماه سوم: ۱۲ و سه ماه چهارم: ۷/۵) و رطوبت نسبی در محدوده ۵۰ درصد قرار داشت.

آزمون‌های شیمیایی (فساد چربی و درصد رطوبت) و آزمون‌های حسی و اندازه‌گیری سم (آفلاتوکسین) هر سه ماه یک بار روی نمونه‌های گردو و مغز آن صورت گرفت. برای آزمون حسی، فرمی تهیه و به ۲۵ نفر از اعضای هیئت داوران داده شد تا نمونه‌ها را از نظر رنگ، طعم، مزه، و قابلیت پذیرش کلی ارزیابی کنند. نمونه‌هایی که به روش سنتی پوست‌گیری شده بودند به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند.

روش اندازه‌گیری شاخص‌ها به شرح زیر بود:

#### ۱- آزمایش‌های شیمیایی

به منظور آزمایش فساد چربی برای مغز نمونه‌های گردو و مغزهای بسته‌بندی شده، بر اساس روش کتاب هاشمی تنکابنی (Hashemi Tonkaboni, 1985) از عدد تیوباریوتیک‌اسید (TBA) استفاده شد. پراکسید محصول اولیه اکسیداسیون مواد چرب است و به‌طور کلی روغن‌هایی که درجه غیراشباعی بیشتری داشته باشند آمادگی بیشتری برای اکسیداسیون دارند. وقتی میزان پراکسید به حد معینی برسد، تغییرات گوناگونی ایجاد می‌شود و مواد فرار آلدئیدی و اسیدهای چرب با زنجیر کوتاه ایجاد می‌شوند که در ایجاد بو و طعم نامطبوع مواد چرب مؤثر هستند. بدین‌جهت پراکسید ایجاد شده گرچه مستقیماً سبب بو و طعم مواد چرب نیست ولی نشان‌دهنده درجه پیشرفت اکسیداسیون است. جهت آزمون شیمیایی، تیوباریوتیک‌اسید اندازه‌گیری شد، در این آزمون

شیمیایی (فساد چربی و درصد رطوبت)، خواص حسی، و میزان سم آفلاتوکسین در این محصول بررسی شد.

از هر ژنوتیپ ۲۰۰۰ گردو جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. گردوها برای پوست‌گیری و خشک کردن به دو دسته مساوی تقسیم شدند. که یک دسته به روش سنتی یک روز بعد از برداشت با دست پوست‌گیری و در نور آفتاب با میانگین دمای  $2 \pm 32$  درجه سلسیوس به مدت یک هفته خشک شدند. دسته دوم، پس از پوست‌گیری با ماشین پوست‌کن پیچی ساخت شرکت ممتازان با ظرفیت اسمی یک تن در ساعت، در یک خشک‌کن واگنی با دماهای ۴۲، ۴۴ و ۴۸ درجه سلسیوس خشک شدند. به محض رسیدن مقدار رطوبت نمونه‌ها به ۵ درصد، فرایند خشک کردن قطع شد. پس از پوست‌گیری و خشک کردن، برای اندازه‌گیری آفلاتوکسین با استفاده از استاندارد شماره ۶۸۷۲، نمونه‌برداری آغاز شد (Anon, 2003). ابتدا گردوها به صورت مربع پخش گردیدند؛ مربع به چهار قسمت مساوی تقسیم و سپس دو ضلع روبه‌رو جدا شد. این عمل چند بار تکرار شد تا مقدار نمونه برای اندازه‌گیری آفلاتوکسین مناسب باشد. آنالیز گردوها برای وجود یا نبود آفلاتوکسین در موسسه تحقیقات پسته کشور انجام شد. نصف نمونه‌ها در ظروف سلوفانی با روکش پلی‌اتیلن با وزن مخصوص کم (LDPE) و نصف دیگر پس از خارج کردن مغزها از پوسته (که بعضی تقریباً سالم و بعضی دیگر خرد شده بودند)، در همان نوع ظروف بسته‌بندی شدند. نمونه‌ها به مدت ۱۲ ماه و با شرایط نگهداری متفاوت (سردخانه با دمای ۱۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۰-۵۵ درصد و انبار معمولی) انبار شدند. دما و رطوبت نسبی انبار

- وضعیت ظاهری رنگ گردو و مغز آن: نحوه ارزیابی میزان مطلوبیت رنگ پوست استخوانی گردو و مغز آن از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد انتخاب شد.

- طعم و مزه یا تندی: طعم و مزه نامطلوب مشابه روغن اکسید شده یا کهنه با چشیدن مغز گردو یا مغز بسته‌بندی شده آن مشخص شد. نحوه ارزیابی طعم و مزه از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد در نظر گرفته شد.

پذیرش کلی: میزان مطلوبیت کلی نمونه‌ها با در نظر گرفتن تمامی صفات فوق و نحوه ارزیابی این بخش از آزمون از بسیار بد با نمره یک تا بسیار خوب با نمره صد انتخاب گردید (Piggott, 1996).

### ۳- تعیین میزان آفلاتوکسین

میزان آفلاتوکسین مغز نمونه‌های گردو و مغز بسته‌بندی شده از آن‌ها به کمک دستگاه HPLC در موسسه تحقیقات پسته کشور اندازه‌گیری شد. ابتدا نمونه‌های گردو و مغز آن به صورت مجزا به مدت ۲۴ ساعت داخل آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. نمونه خشک شده داخل مخلوط‌کن شیشه‌ای (مدل Hobart VCM 40) ریخته و همزمان با اضافه کردن آب مقطر دو بار تقطیر شده، به مدت ۵ دقیقه با دور تند مخلوط گردید تا یک خمیر همگن به دست آمد. در مرحله بعد، ۵ گرم نمک‌طعام خالص به ۵ گرم از خمیر حاصل افزوده شد و همراه با ۷۵ میلی‌لیتر مخلوط متانول-آب (۹۳-۷) داخل همزن ضد انفجار به مدت یک دقیقه با دور تند به هم زده شد. مخلوط حاصل از کاغذ صافی عبور داده شد. سپس ۳/۱ میلی‌لیتر از عصاره حاصل با ۹/۹ میلی‌لیتر آب یونیزه رقیق شد؛ ۱۲ میلی‌لیتر از عصاره رقیق شده از ستون‌های Affinity AFLA Test TM عبور

مقدار مالون دی‌آلدئیدی موجود در صد گرم چربی محاسبه شد. این اندیس مراحل اولیه فساد را تعیین نمی‌کند اما با اکسید شدن روغن، تغییرات پایداری در این اندیس پیدا می‌شود که می‌تواند به کار گرفته شود. در اثر واکنش تیوباربیتوریک‌اسید و اسیدهای چرب اشباع نشده اکسید شده و سایر موارد ناشی از تجزیه این اسید، بر اثر حرارت، رنگ قرمز تولید گردید که با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت با استفاده از دستگاه آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس و به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. رنگ بعضی از نمونه‌ها سیاه بود، بی‌آنکه عدد تیوباربیتوریک‌اسید آن‌ها بالا باشد، و به همین دلیل آزمون‌های حسی روی نمونه‌ها صورت گرفت.

### ۲- ارزیابی حسی

برای ارزیابی خصوصیات حسی از آزمون پانل استفاده شد. برای این منظور ۲۵ نفر در گروه سنی ۱۵-۴۵ سال انتخاب شدند. توضیحات کافی در مورد صفات مورد بررسی، نحوه قضاوت در مورد تیمارها، دادن امتیاز، و مواردی که قبل و در حین آزمون باید رعایت کنند به آن‌ها ارائه شد. ارزیابی صفات حسی به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای اندازه‌گیری شد. دوازده ساعت قبل از شروع آزمون، نمونه‌ها در دمای محیط قرار داده شدند تا دمای آن‌ها با دمای محیط متعادل شود. از هر تیمار، ۳ عدد گردو و حدود ۲۰ گرم مغز به صورت تصادفی درون ظرف قرار داده شد و یک کد سه رقمی به صورت تصادفی برای هر ظرف در نظر گرفته شد. به هنگام دادن نمونه‌ها به هیئت داوران، کلیه شرایط لازم برای اجرای آزمون پانل، نظیر رنگ و شرایط محل به گونه‌ای که رنگ واقعی و دمای محیط مطلوب باشد رعایت شد. صفات مورد بررسی و تعاریف آن‌ها به صورت زیر بودند:

### نتایج و بحث

در این پژوهش، اثر دو روش پوست‌گیری و ژنوتیپ بر صفات شیمیایی و حسی هفت ژنوتیپ گردو و مغز آن در دوره انبارداری بررسی شد.

#### ۱- شاخص‌های شیمیایی

از نظر فساد چربی در نمونه‌های گردو، ژنوتیپ‌های ۲۰، ۷۷، و ۸۸ بیشترین فساد و ژنوتیپ‌های ۹۵ و ۲۶۴ کمترین فساد را داشتند (جدول ۱) و در مغز تهیه شده از گردو، بیشترین و کمترین فساد چربی به ترتیب به ژنوتیپ ۸۸ و ۲۶۴ تعلق داشت. از لحاظ درصد رطوبت در گردو و مغز تهیه شده از آن، میزان رطوبت بالای منطقه آب تک لایه در کلیه نمونه‌ها بین ۶-۲ درصد مشاهده شد (جدول ۱).

در بین دو روش پوست‌گیری از نظر فساد چربی و درصد رطوبت در گردو و مغز تهیه شده از آن اختلافی مشاهده نشد (جدول ۲).

داده شد. پس از شستشوی ستون با ۲۰ میلی‌لیتر آب یونیزه برای جداسازی آفلاتوکسین از ستون، ۱/۵ میلی‌لیتر متانول HPLC به آن افزوده و حجم محصول نهائی با استفاده از آب یونیزه به ۳ میلی‌لیتر رسانده شد. به‌منظور تعیین غلظت آفلاتوکسین، ۲۰۰ میلی‌لیتر از آب عصاره به دستگاه HPLC، که با استفاده از استانداردهای B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> کالیبره شده بود، تزریق شد و در ۳، ۶، ۹، و ۱۲ ماه پس از نگهداری اندازه‌گیری شد (Cheraghali et al., 2007).

برای اجرای این پژوهش، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد و میانگین‌ها بر پایه‌ی آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS و بر اساس طرح مذکور مورد تجزیه آماری قرار گرفته و تحلیل شدند.

جدول ۱- مقایسه میانگین فساد چربی و رطوبت در هفت ژنوتیپ گردو و مغز تهیه شده از آن‌ها

ژنوتیپ	گردو		مغز	
	عدد تیوباربیتریک اسید (TBA) (میلی گرم MDA در صد گرم چربی)	رطوبت (درصد)	عدد تیوباربیتریک اسید (TBA) (میلی گرم MDA در صد گرم چربی)	رطوبت (درصد)
۹۵	۰/۴۵c	۲/۹۴bc	۰/۴۷b	۲/۳۹c
۲۱۱	۰/۵۵ab	۳/۰۴ab	۰/۵۵ab	۲/۲۳c
۲۰	۰/۶a	۳/۴۸a	۰/۵۸ab	۲/۶۶a
۲۱	۰/۵abc	۲/۶۶c	۰/۵۷ab	۲/۷۴a
۸۸	۰/۶۳a	۳/۰۲ab	۰/۶۶a	۲/۴۶b
۲۶۴	۰/۴۶c	۳/۱۷a	۰/۳۹c	۲/۶۶a
۷۷	۰/۵۸a	۳/۷۰a	۰/۵۹ab	۲/۵۳a

جدول ۲- مقایسه میانگین فساد چربی و رطوبت برای گردو و مغز تهیه شده از آن در دو روش پوست‌گیری

مغز		گردو		روش پوست‌گیری
رطوبت (درصد)	عدد تیوباربیتوریک اسید (TBA) (میلی گرم MDA در صد گرم چربی)	رطوبت (درصد)	عدد تیوباربیتوریک اسید (TBA) (میلی گرم MDA در صد گرم چربی)	
۲/۵۰a	۰/۵۲a	۳/۱۱a	۰/۵۴a	صنعتی
۲/۵۴a	۰/۵۵a	۳/۱۹a	۰/۵۴a	سنتی

روش سنتی و ژنوتیپ ۲۰ پوست‌گیری شده به روش صنعتی، بیشترین فساد چربی دیده شد. کمترین فساد چربی در نمونه‌های مغز مربوط به تیمارهای ژنوتیپ ۲۱ و پوست‌گیری صنعتی و ژنوتیپ ۲۶۴ و پوست‌گیری سنتی بود. رطوبت کلیه نمونه‌ها (گردو و مغز) تحت اثر متقابل ژنوتیپ و روش پوست‌گیری در محدوده رطوبت بالای منطقه آب تک‌لایه، بین ۲-۶ درصد بود.

در جدول ۳، اثر متقابل روش پوست‌گیری و ژنوتیپ بر خواص شیمیایی (فساد چربی و درصد رطوبت) نشان داده شده است. بیشترین فساد چربی در نمونه‌های گردو مربوط به ژنوتیپ‌های ۲۱، ۸۸، ۷۷ و پوست‌گیری به روش سنتی و ژنوتیپ ۲۰ در پوست‌گیری به روش صنعتی مشاهده شد و کمترین فساد چربی مربوط به ژنوتیپ ۲۱ با پوست‌گیری صنعتی بود. در نمونه‌های مغز ژنوتیپ‌های ۷۷، ۸۸، ۲۱ و پوست‌گیری به

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات فساد چربی و رطوبت تحت اثر متقابل ژنوتیپ و روش پوست‌گیری برای گردو و مغز تهیه شده از آن

مغز		گردو		ژنوتیپ
رطوبت (درصد)	عدد تیوباربیتوریک اسید (TBA) (میلی گرم MDA در صد گرم چربی)	رطوبت (درصد)	عدد تیوباربیتوریک اسید (TBA) (میلی گرم MDA در صد گرم چربی)	روش پوست‌گیری
۲/۴۳bcd	۰/۴۲c	۲/۹۶cde	۰/۴۲c	صنعتی
۲/۳۶cd	۰/۵۲b	۲/۹۲de	۰/۴۸c	سنتی
۲/۳۲cd	۰/۵۳b	۲/۹۲cde	۰/۴۹c	صنعتی
۲/۱۳d	۰/۵۶b	۳/۱۵bcd	۰/۶۱b	سنتی
۲/۵abcd	۰/۷۸a	۳/۲۰bcd	۰/۸۱a	صنعتی
۲/۸۰abc	۰/۳۸c	۳/۷۶a	۰/۳۸d	سنتی
۳/۰۳a	۰/۳۵d	۳/۰۰cde	۰/۲۱e	صنعتی
۲/۴۵abcd	۰/۷۸a	۲/۳۲b	۰/۷۷a	سنتی
۲/۱۴d	۰/۵۶b	۲/۸۲e	۰/۵۴b	صنعتی
۲/۷۷abc	۰/۷۶a	۳/۲۴bcd	۰/۷۲a	سنتی
۲/۳۴cd	۰/۴۴c	۳/۲۵bc	۰/۴۵c	صنعتی
۲/۹۸ab	۰/۳۳d	۳/۰۹bcde	۰/۴۷c	سنتی
۲/۵۰abcd	۰/۴۴c	۳/۶۳a	۰/۴۸c	صنعتی
۲/۵۶abcd	۰/۷۴a	۳/۷۷a	۰/۶۷a	سنتی

## ۲- خواص ارگانولپتیکی

اختلاف جزئی نسبت به گردوی پوست‌گیری صنعتی طعم و مزه بهتری داشتند، ولی از لحاظ رنگ و قابلیت پذیرش کلی، بین این نمونه‌ها اختلافی مشاهده نشد (جدول ۵). در جدول ۶ اثر متقابل روش پوست‌گیری و ژنوتیپ روی خواص ارگانولپتیکی نمونه‌ها نشان داده شده است. ژنوتیپ ۲۱ و ۸۸ پوست‌گیری شده به روش صنعتی از لحاظ طعم و مزه و رنگ در گردو امتیاز بالاتری به دست آوردند. در مغز گردو، از نظر کلیه صفات حسی، ژنوتیپ‌های ۲۶۴ و ۲۱ در پوست‌گیری به روش صنعتی از سایر تیمارها بهتر بودند (جدول ۶).

در جدول ۴، مقایسه میانگین صفات رنگ، طعم و مزه و قابلیت پذیرش کلی در هفت ژنوتیپ برای گردو و مغز آن آورده شده است. در نمونه‌های گردو بین ژنوتیپ‌ها، دو ژنوتیپ ۲۱ و ۸۸ از لحاظ طعم و مزه و رنگ نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برتری داشتند و دو ژنوتیپ ۲۱۱ و ۷۷ در این زمینه امتیاز کمتری به دست آوردند. ولی در نمونه‌های مغز، ژنوتیپ‌های ۲۶۴، ۲۱ و ۸۸ نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برتری داشتند. ژنوتیپ‌های ۹۵ و ۲۱۱ طعم و مزه کمتری دارا بودند. نمونه‌های گردو پوست‌گیری شده به روش سنتی با

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات رنگ، طعم و مزه و قابلیت پذیرش کلی حاصل از ارزیابی حسی در هفت ژنوتیپ گردو و مغز تهیه شده از آن‌ها

مغز			گردو			ژنوتیپ
قابلیت پذیرش کلی	رنگ	طعم و مزه	قابلیت پذیرش کلی	رنگ	طعم و مزه	
۵۲/۰۷b	۵۳/۴۱b	۵۰/۷۶c	۵۶/۰۵ bc	۶۰/۵۹b	۵۸/۷۹ b	۹۵
۵۵/۰۴a	۴۷/۶۳c	۵۱/۲۲c	۷۴/۲۹ a	۵۷/۳۳b	۵۵/۱۸ c	۲۱۱
۵۲/۷۲b	۵۱/۰۱bc	۵۴/۴۷bc	۵۴/۴۸ c	۵۹/۳۷b	۵۶/۶۰ bc	۲۰
۵۵/۹۷a	۶۱/۳۲a	۵۸/۵۴b	۵۵/۶۵ bc	۶۷/۲۵a	۷۰/۶۵ a	۲۱
۵۵/۵۰a	۶۳/۱۱a	۶۰/۳۱a	۵۷/۷۵ b	۶۷/۴۰a	۶۷/۸۷ ab	۸۸
۵۵/۹۹a	۵۲/۵۶b	۶۱/۸۳a	۶۰/۵۳ b	۵۷/۵۳b	۵۷/۵۸ b	۲۶۴
۵۴/۸۷a	۵۰/۹۹bc	۵۴/۹۸bc	۵۶/۲۶ bc	۵۲/۲۴c	۵۲/۹۶ c	۷۷

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات رنگ، طعم و مزه و قابلیت پذیرش کلی حاصل از ارزیابی حسی برای گردو و مغز تهیه شده از آن در دو روش پوست‌گیری

مغز			گردو			روش پوست‌گیری
قابلیت پذیرش کلی	رنگ	طعم و مزه	قابلیت پذیرش کلی	رنگ	طعم و مزه	
۵۰/۱۳b	۵۳/۲۰a	۵۲/۷۸b	۵۶/۶۰a	۵۹/۳۱a	۵۷/۰۵b	صنعتی
۵۹/۰۶a	۵۳/۸۸a	۵۹/۲۶a	۵۷/۷۰a	۵۹/۷۵a	۵۹/۹۵a	سنتی



جدول ۶- مقایسه میانگین صفات رنگ، طعم و مزه و قابلیت پذیرش کلی حاصل از ارزیابی حسی تحت اثر متقابل ژنوتیپ و روش پوست‌گیری برای گردو و مغز تهیه شده از آن

ژنوتیپ	روش پوست‌گیری	گردو			مغز		
		طعم و مزه	رنگ	قابلیت پذیرش کلی	طعم و مزه	رنگ	قابلیت پذیرش کلی
۹۵	صنعتی	۵۵/۹۹efg	۵۷/۷۴cde	۵۲/۸۹d	۵۰/۳۸d	۵۲/۶۵bc	۵۲/۸۴ab
	سنتی	۶۱/۵۸ cd	۶۳/۴۵b	۵۹/۲۱bc	۵۱/۱۴d	۵۴/۱۷bc	۵۱/۳۰b
۲۱۱	صنعتی	۵۶/۳۳efg	۵۷/۵۳de	۵۶/۸۴cd	۵۲/۱۵d	۴۸/۷۰c	۵۶/۵۵ab
	سنتی	۵۴/۰۳cd	۵۷/۱۴ de	۶۱/۷۵ab	۵۰/۳۰d	۴۶/۵۶c	۵۳/۵۳ab
۲۰	صنعتی	۵۵/۹۵efg	۵۹/۷۸cd	۵۲/۷۴d	۵۴/۶۳cd	۵۱/۱۰bc	۵۰/۴۲b
	سنتی	۵۷/۲۵ef	۵۸/۹۷cd	۵۶/۲۳cd	۵۴/۳۱cd	۵۰/۹۲bc	۵۵/۰۳ab
۲۱	صنعتی	۷۴/۰۵a	۷۷/۴۸ a	۵۴/۳۴cd	۵۶/۵۵bcd	۶۶/۲۱a	۵۸/۳۷a
	سنتی	۶۷/۲۶b	۵۷/۰۳de	۵۶/۹۷cd	۶۰/۵۴abc	۵۶/۴۴bc	۵۳/۵۷ab
۸۸	صنعتی	۷۳/۴۴a	۷۳/۴۸ b	۵۸/۴۴bc	۵۷/۳۷bcd	۶۰/۰۱ab	۵۴/۶۶ab
	سنتی	۶۲/۳۰c	۶۱/۳۳ bc	۵۷/۰۷cd	۶۳/۲۶ab	۶۶/۲۱a	۵۶/۳۴ab
۲۶۴	صنعتی	۵۸/۲۲ de	۶۰/۶de	۶۵/۵۴a	۶۶/۸۹a	۵۵/۹۰a	۵۳/۰۷ab
	سنتی	۵۶/۹۵ e	۵۴/۴۶ e	۵۵/۵۲cd	۵۶/۷۸bcd	۴۹/۲۳c	۵۸/۹۱a
۷۷	صنعتی	۵۴/۹۵ efg	۵۷/۲۸de	۵۶/۷۷cd	۵۲/۶۳d	۵۰/۹۹bc	۵۲/۷۹ab
	سنتی	۵۲/۹۷ fg	۴۷/۲۰f	۵۵/۷۵cd	۵۷/۳۳bcd	۵۰/۹۹bc	۵۶/۹۵ab

### ۳- آفلاتوکسین

در شروع آزمایش (سه ماه پس از نگهداری) مقدار آفلاتوکسین در نمونه‌ها متفاوت بود. به طوری که بعضی از نمونه‌ها بعد از سه ماه نگهداری بیشترین مقدار آفلاتوکسین را دارا بودند. به طور مثال ژنوتیپ ۲۰ و پوست‌گیری به روش صنعتی در ابتدای آزمایش مقدار ۳/۳۴ppb آفلاتوکسین داشت ولی در همین نمونه پس از شش ماه هیچ‌گونه آفلاتوکسینی مشاهده نشد. می‌توان نتیجه گرفت که این سم در باغ در دانه‌های خاصی از وجود داشته است که این امر می‌تواند به دلیل ترک‌خوردگی پوست سبز گردو، زود خندانی پوست سخت و شرایط مناسب رشد قارچ *آسپرژیلوس فلاووس* در باغ باشد.

پس از بررسی‌هایی که دو سال بین هفت ژنوتیپ انتخاب شده طول کشید، مشخص شد که ژنوتیپ‌های ۹۵، ۲۱۱، ۲۰ و ۲۱ آلوده به آفلاتوکسین هستند و میزان آفلاتوکسین مشاهده شده از صفر تا ۱۰ قسمت در میلیون (ppb) متفاوت است. در سه ژنوتیپ دیگر، آلودگی به آفلاتوکسین مشاهده نگردید (جدول ۷). در نمونه‌های مغز هنگام شکستن گردو، نمونه‌هایی که با چشم تشخیص داده می‌شود کپک زده‌اند، جدا شدند و در زمان آزمایش این بخش از تحقیق، هیچ‌گونه آفلاتوکسینی در آن‌ها مشاهده نشد. در آزمایش اندازه‌گیری آفلاتوکسین، استانداردهای  $G_1$ ،  $B_2$ ،  $B_1$  و  $G_2$  به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفتند (Cheraghali et al., 2007).

جدول ۷- میزان آفلاتوکسین (ppb) مشاهده شده در هفت ژنوتیپ گردو پس از دو سال انبارداری در انبارهای سنتی و سردخانه

ژنوتیپ و روش پوست‌گیری	نوع انبار	سه ماه بعد از نگهداری				۶ ماه بعد از نگهداری				۹ ماه بعد از نگهداری				۱۲ ماه بعد از نگهداری			
		G <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>
۲۱ سنتی	سنتی	-	-	۰/۵۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۰ صنعتی	سنتی	-	-	۱/۳۹	۳/۳۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۰ سنتی	سنتی	-	-	۱/۹۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۱ سنتی	سردخانه	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۹۴	-	-	-	-	۹/۲۴	-	-
۹۵ صنعتی	سنتی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۴/۶۵	-	-	-	-	-	-
۲۱۱ صنعتی	سنتی	-	-	-	-	-	-	-	-	۴/۰۷	۱/۵۱	-	-	-	-	-	-
۲۱ صنعتی	سردخانه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۵۵	-	-

-: نبود آفلاتوکسین

## نتیجه‌گیری

### ۱- شاخص‌های شیمیایی

از نظر فساد چربی و درصد رطوبت در گردو و مغز تهیه شده از آن، بین دو روش پوست‌گیری اختلافی مشاهده نشد. در این زمینه پیکرلو و همکاران (Piccirillo *et al.*, 2005). نتایجی مشابه به دست آورده‌اند.

در نمونه‌های گردو، بیشترین فساد چربی مربوط به ژنوتیپ‌های ۲۰، ۷۷ و ۸۸ و کمترین فساد چربی مربوط به ژنوتیپ‌های ۹۵ و ۲۱۱ بود. در مغز تهیه شده از گردو، بیشترین فساد چربی را ژنوتیپ ۸۸ و کمترین فساد چربی را ژنوتیپ ۲۶۴ داشته‌اند. در گردو و مغز تهیه شده، میزان رطوبت بین ۲-۴ درصد مشاهده شد که این عدد در محدوده مجاز (۶-۲ درصد) واقع است (Hamedi, 2009; Jensen *et al.*, 2001). گزارش و راجو و همکاران (Vererraju *et al.*, 1978). نیز بیانگر آن است که طعم و رنگ مغز گردو در رطوبت‌های ۳/۶-۳/۲ درصد پایدارتر است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

### ۲- خصوصیات حسی

رنگ: روش‌های پوست‌گیری مورد بررسی اثر معنی‌داری بر رنگ نمونه‌ها (گردو و مغز) نداشتند. ولی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ رنگ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در این زمینه از کان و کوینکو (Ozkan & Koyuncu, 2005) و وارموند و همکاران (Warmund, *et al.*, 2009) به نتایجی مشابه دست یافتند. حسنی و مظفری (Hasani & Mozaffari, 2009) با شناسایی ژنوتیپ‌های برتر توده‌های گردوی ایران دریافتند که رنگ گردو و مغز تهیه شده از آن تحت تأثیر ژنوتیپ قرار دارد و اغلب ژنوتیپ‌ها رنگ کهربایی روشن دارند. روش پوست‌گیری روی رنگ پوست گردو تأثیر معنی‌داری دارد. کاشانی‌نژاد و همکاران (Kashaninejad *et al.*, 2006) در بررسی خشک کردن پسته و کادر و همکاران (Kader, 1985) دریافتند که روش پوست‌گیری اثر معنی‌داری بر رنگ نمونه‌ها ندارد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

(Hasani & Mozaffari, 2009) و ماتجا و همکاران (Colaric *et al.*, 2006) نیز در این زمینه به نتایجی مشابه دست یافتند.

### ۳- آفلاتوکسین

ژنوتیپ‌های ۹۵، ۲۱۱، ۲۰، و ۲۱ به دلیل دارا بودن پوست نازک و ایجاد شدن شکاف در پوست سخت، به آفلاتوکسین آلوده شدند. در این بررسی مشخص شد که نمونه‌های آلوده از ابتدا دارای این زهرابه بوده‌اند و زمان، دما، پوشش و روش پوست‌گیری تأثیری در ایجاد این زهرابه نداشته است. فولادی و تاج‌آبادی‌پور (Fooladi & Tajabadipour, 2005) گزارش داده‌اند که از هر ۲۸۰۰۰ دانه پسته تنها یک پسته روی درخت به آفلاتوکسین آلوده است و در مراحل فراوری محصول پسته فرصت کافی جهت رشد و نمو قارچ‌ها به وجود نمی‌آید. کلفت‌تر بودن پوست، از رشد قارچ *آسپرژیلوس فلاووس* و ایجاد سم آفلاتوکسین روی دانه گردو در ژنوتیپ‌های ۷۷، ۸۸، و ۲۶۴ جلوگیری می‌کند. دوستر و میخاییلید (Doster & Michailides, 1995) می‌گویند دانه‌های پسته دارای پوست سالم به آفلاتوکسین آلوده نمی‌شوند.

- **طعم و مزه:** روش پوست‌گیری اثر معنی‌داری بر طعم و مزه نمونه‌ها دارد و نمونه‌هایی (گردو و مغز) که به روش سنتی پوست‌گیری شده می‌شوند طعم و مزه بهتری نسبت به نمونه‌هایی دارند که با روش صنعتی پوست‌گیری می‌شوند. از نظر طعم و مزه، بین ژنوتیپ‌های استفاده شده در طرح بالاترین امتیاز را ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۸۸ داشته‌اند که با نتایج تحقیقات سلاجقه و مظفری (Salajaghe & Mozaffari, 2005)، مطابقت دارد. وارموند و همکاران (Warmund, *et al.*, 2009) نیز دریافتند که ژنوتیپ بر طعم و مزه تأثیرگذار است.

- **قابلیت پذیرش کلی:** نمونه‌های مغز پوست‌گیری شده به روش سنتی امتیاز بیشتری به دست آورده‌اند. دلیل این امر پایین‌تر بودن دمای خشک کردن، از ۴۲ درجه سلسیوس، در روش پوست‌گیری سنتی است (Jensen *et al.*, 2001). ژنوتیپ‌های مختلف روی پذیرش کلی نمونه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. در نمونه‌های گردو و مغز تهیه شده آن، به ژنوتیپ ۲۱ بالاترین امتیاز و به ژنوتیپ ۲۰ و ۹۵ پایین‌ترین امتیاز داده شد. حسنی و مظفری

### مراجع

- Anon. 2003. Food Products – Determination of aflatoxin B<sub>1</sub> and total Aflatoxins using HPLC and immunoaffinity column. Institute of Standards and Industrials Research of Iran. (in Farsi)
- Anon. 2010. Results of a Study of Horticultural Products. Ministry of Jihad-e-Agriculture. (in Farsi)
- Bayindirli, L., Tuncer, E. and Ozturk S. B. 2002. Mathematical analysis of lye peeling of walnuts. GIDA. 27(4): 241-245.
- Cheraghali, A. M., Yazdanpanah, H., Doraki, N., Abouhossain, G., Hassibi, M., Ali Abadi, S., Aliakbarpoor, M., Amirahmadi, M., Askarian, A., Fallah, N., Hashemi, T., Jalali, M., Kalantari, N., Khodadadi, E., Maddah, B., Mohit, R., Mohseny, M., Phaghihy, Z., Rahmani, A., Setoodeh, L., Soleimany, E. and Zamanian, F. 2007. Incidence of aflatoxins in Iran pistachio nuts. Food Chem. Toxicol. 45(5): 812-816.
- Colaric, M., Stampar, F., Hudina, M. and Solar, A. 2006. Sensory evaluation of different walnut cultivars (*Jungians regal*: L.). Acta Agric. Slovenica. 87(2): 403-413

- Doster, M.A. and Michailides, T. J. 1995. The development of early split pistachio nuts and the contamination by molds. Aflatoxins and insects. First International Symposium on Pistachio Nut. Sep. 20-24. 1994. Adana. Turkey. Acta Hort. 419, 359-364.
- Fennema, O. R. 1985. Chemical Changes in Food During Processing. An overview. In: Richardsons, T. & Fineley, J. W. (Eds.) Chemical Changes in Food During Processing. AVI Publishing Company Inc. Westport. CT. 1-16.
- Fooladi, M. and Tajabadipoor, A. 2005. Identification aflatoxine contaminated pistachios based on physical properties. Proceeding of the 4<sup>th</sup> Horticultural Sciences Congress. Aug. 15-18. Mashhad. Iran. 501-507. (in Farsi)
- Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D. and Ghasemi, Sh. 2010. Fatty acids composition of some selected walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province. Iranian J. Food Sci. Technol. 7(1): 31-37. (in Farsi)
- Hamed, M. 2009. Food Chemistry. University Publishing Center. Tehran. (in Farsi)
- Hasani, D. and Mozaffari, M. 2009. Collection and evaluation of Iranian superior walnut genotypes. Research Report. No. 553. Seed and Plant Improvement Institute. (in Farsi)
- Hashemi Tonkaboni, E. 1985. Testing of oils and fats. University Publishing Center. Tehran. (in Farsi)
- Jensen, P.N., Sorensen, G., Engelsen, S.B. and Bertelsen, G. 2001. Evaluation of quality changes in walnut kernels (*Juglans regia* L.) by Vis/NIR Spectroscopy. J. Agric. Food chem. 49(12): 5790-5796.
- Kader, A. A. 1985. Postharvest Handling Systems: Tree Nuts. Coop Ext. Univ. of California. 170-174.
- Karol, M. 1985. Control of lipid oxidation in Dried Foods. In: McCarthy, D. (Ed.) Concentration and Drying of Foods. Elsevier Applied Science Pub. N. Y. 37-51
- Kashaninejad, M., Mortazavi, S. A., Seife Kordi, A. and Maghsoodloue, Y. 2005. Effect of drying variables on qualitative properties of pistachio nut. Iranian J. Agric. Sci. 36(5): 1075-1085. (in Farsi)
- Koyuncu M. A., Keyponch, F. and Baker, N. 2003. Selected drying conditions and storage period and quality of walnut Selections. J. Food Process. Pres. 27(2): 87-99.
- Ozkan, G., Koyuncu, M. A. 2005. Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Turkey. Grasas y Aceites. 56(2): 141-146.
- Piccirillo, P., Fasano, P., Mita, G., De Paoliis, A. and Santino, A. 2005. Exploring the role of lipoxygenases on walnut quality and shelf life. Acta Hort. 705, 543-546.
- Piggott, J. R. 1987. Statistical Procedures in Food Research. Kluge Academic Pub.
- Roussalimov, Zh. S. 1993. Postharvest of walnut and almond. Acta Horticulturae. 311, 273-280.
- Salajaghe, F. and Mozaffari, M. 2005. Evaluation of walnut halling and storing methods and determination of aflatoxine content in walnut. Research Report. No. 64. Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center. (in Farsi)
- Vahdati, K. 2006. Establishment of Walnut Nursery. Khaniran Press. (in Farsi)

بررسی تأثیر روش‌های پوست‌گیری گردو...

- Veeraju, P., Hemavathy, J. and Prabhakar, J. V. 1978. Influence of water activity on pellicle chaffing, colour and breakage of walnut (*Juglans regia*) kernels. J. Food Process. Pres. 2(1): 21-31.
- Warmund, M. R., Elmore, J., Drake, M. A. and Yates, M. D. 2009. Descriptive analysis of kernels of selected black and Persian walnut cultivars. J. Sci. Food Agric. 89(1): 117-121.

## Effect of Dehulling Methods and Genotype on Chemical, Aflatoxin and Sensorial Indices for Walnuts

F. Salajagheh\*, F. Azadshahraki and M. Mozaffari

\* Corresponding Author: Academic Member of Agricultural Engineering Research Department of Agricultural and Natural Resources Research Center of Kerman, Iran. E-mail: fereshteh683@yahoo.com

Received 9 May 2011, Accepted: 16 June 2012

Dehulling is an important step in walnut processing that has considerable effect on the quality, chemical and microbial properties of walnuts. Improving dehulling can increase the quality of the final product. This research studied the effect of genotype and hulling method on walnut properties. One experiment was performed as a factorial in a randomized complete block design with three replications in the food industrial laboratory of the Agricultural Research Center in Kerman. Chemical (fat oxidation, percent of moisture), aflatoxin and sensorial (color, taste, general acceptance) properties of seven genotypes (20, 21, 77, 88, 95, 211, 264) and their kernels were evaluated using two walnut hulling methods (industrial and traditional). The data were analyzed in and compared using a Duncan t test at  $p = 5\%$ . The results showed minimum fat oxidation in walnut samples for genotypes 95 and 264 and in kernel samples for genotype 264. Moisture content in all samples was in the required range and the hulling methods for genotype 21 had minimum fat oxidation. The study showed that genotypes 77, 88 and 264 had the toughest skin and no aflatoxin was observed in these genotypes. Walnut samples 21 and 88 and kernel genotypes 24, 21 and 88 had the best taste and color. Hulling method had no significant effect on the sensorial properties of the walnut and kernel samples. Interaction between treatments showed that the industrial hulling method with genotype 21 was better for both walnuts and kernels. The sensorial and chemical properties of genotype 21 are more suitable for cultivation and, because there was no aflatoxin detected in industrial hulling, this method is most effective for processing walnuts.

**Key words:** Aflatoxin, Fat oxidation, Processing, Sensorial properties, Walnuts