مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۳/ شماره ۳/سال ۱۳۹۱/ص ۵۰-۳۷

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، پیام نگار:fereshteh683@yahoo.com

** به‌ترتیب: 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، و ۲٦٤) 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 ۲٦٤ و در نمونه‌های مغز مربوط به ژنوتیپ ۲٦٤ 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 ۲٦٤ دارای پوست سخت دیده نشد. در نمونه‌های گردو ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۸۸ و در نمونه‌های مغز آن ژنوتیپ‌های ۲٦٤، ۲۱، و 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 آن‌که در روش پوست‌گیری صنعتی آفلاتوکسین مشاهده نشد، این روش می‌تواند برای فرآوری آن مناسب باشد.

واژه‌های کلیدی

آفلاتوکسین، خواص حسی، فرآوری، فساد چربی، گردو

مقدمه

گردو گونه‌ای از میوه‌های آجیلی از جنس ژوگلانس (*Juglans regia* L.) است. از معروف‌ترین مناطق کشت گردو در جهان، آمریکای شمالی، جنوب‌شرقی اروپا، مرکز و جنوب‌غربی آسیا تا هیمالایا، و جنوب‌غربی چین است (Vahdati, 2006). مجموع سطح زیر کشت گردوی بارور و غیر بارو در ایران حدود ۲۱۳۶۶۹/۷ هکتار با تولید سالیانه

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 راسانا کمترین شفافیت مغز و سفتی بافت را دارد درحالی‌که مغز رقم فرنور شفاف‌تر بوده و بافت آن سفت‌تر از بافت رقم راسانا است. همچنین پوست استخوانی رقم گردوی راسانا سخت‌تر از پوست فرنور گزارش شده است.

روسالیموف (Roussalimov, 1993) فناوری پیشرفتهٔ 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 درجه‌سلسیوس، کاربرد سود 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 درجه‌سلسیوس 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.

دربارهٔ روش‌های خشک کردن و شرایط نگهداری گردو نیز مطالعاتی شده است. کادر (Kader, 1985) طی بررسی‌هایی در زمینهٔ شرایط نگهداری گردو و مغز آن گزارش کرد که دمای ۱۰ درجه‌سلسیوس و رطوبت‌نسبی ۷۰-۶۵ درصد برای نگهداری گردو مناسب است. نتایج بررسی‌های این محقق نشان می‌دهد که دمای لازم برای خشک کردن گردو نباید از ۳۴ درجه‌سلسیوس تجاوز کند زیرا میزان تندی چربی[1] 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 درجه‌سلسیوس منجر به تغییرات اکسیداسیونی مشخصی خواهد شد؛ در حالی‌که با ۲۵ روز نگهداری مغز گردو در سردخانه تاریک با ۵ درجه‌سلسیوس تغییرات نامطلوب مشاهده نشد.

کوینکو و همکاران (Koyuncu *et al*., 2003) تأثیر شرایط خشک کردن و دورهٔ انبارداری را بر کیفیت

1-Rancidity

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 (دمای۱±۲۱ درجه‌سلسیوس و رطوبت‌نسبی ۶۵-۵۰ 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 گردوهایی 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 موادغذایی خشک شده مربوط به اکسیداسیون لیپیدهاست. اکسیداسیون لیپیدها در موادغذایی عمدتاً به دلیل وجود اسیدهای چرب غیراشباع است و غالبا 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 مادهٔ 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 به هنگام 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

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 ۲ ±۳۲ درجه‌سلسیوس به مدت یک هفته خشک شدند. دستهٔ 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 درجه‌سلسیوس 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)[۲] و نصف دیگر پس از خارج کردن مغزها از پوسته (که بعضی تقریبا 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 درجه‌سلسیوس و رطوبت‌نسبی ۶۰-۵۵ درصد و انبار معمولی) انبار شدند. دما و رطوبت‌نسبی انبار معمولی بسته به فصل متغیر بود. میانگین دما در محدودهٔ ۱۶ درجه‌سلسیوس (سه ماه اول: ۱۹، سه ماه دوم: ۲۶، سه ماه سوم: ۱۲و سه ماه چهارم: ۷/۵) و رطوبت‌نسبی 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 تیوباربیوتیک‌اسید (TBA) استفاده شد. پراکسید محصول اولیهٔ اکسیداسیون مواد چرب است و به‌طورکلی 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 نشان‌دهندهٔ درجه پیشرفت اکسیداسیون است. جهت آزمون شیمیایی، تیوباربیتوریک‌اسید اندازه‌گیری شد، در این آزمون،

1- Low Density Polly Ethilen

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 نشدهٔ اکسیدشده و سایر موارد ناشی از تجزیهٔ این اسید، بر اثر حرارت، رنگ قرمز تولید گردید که با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت با استفاده از دستگاه آون در دمای ۷۰ درجه‌سلسیوس 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 ۴۵-۱۵ سال انتخاب شدند. توضیحات کافی در مورد صفات مورد بررسی، نحوهٔ 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، کلیهٔ 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:

- **وضعیت ظاهری رنگ گردو و مغز آن**: نحوهٔ 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 مزهٔ یا تندی**: طعم و مزهٔ نامطلوب مشابه روغن اکسید شده یا کهنه با چشیدن مغز گردو یا مغز بسته‌بندی شدهٔ آن مشخص شد. نحوهٔ ارزیابی طعم و مزه از بسیار بد با نمرهٔ یک تا بسیار خوب با نمرهٔ صد در نظر گرفته شد.

پذیرش کلی: میزان مطلوبیت کلی نمونه‌ها با در نظر گرفتن تمامی صفات فوق و نحوهٔ ارزیابی این بخش از آزمون از بسیار بد با نمرهٔ 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 موسسهٔ تحقیقات پستهٔ کشور اندازه‌گیری شد. ابتدا نمونه‌های گردو و مغز آن به صورت مجزا به مدت۲۴ ساعت داخل آون با دمای ۶۰ درجه‌سلسیوس قرار داده شدند. نمونهٔ خشک شده داخل مخلوط‌کن شیشه‌ای (مدلHobart 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 مرحلهٔ 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 عصارهٔ حاصل با ۹/۹ میلی‌لیتر آب یونیزه رقیق شد؛ ۱۲ میلی‌لیتر از عصارهٔ رقیق‌شده از ستون‌های Affinity AFLA Test TM عبور

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_1، B_2 ، G_1 و G_2 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 پایهٔ آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS و بر اساس طرح مذکور مورد تجزیهٔ آماری قرار گرفته و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

در این پژوهش، اثر دو روش پوست‌گیری و ژنوتیپ بر صفات شیمیایی و حسی هفت ژنوتیپ گردو و مغز آن در دورهٔ 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 کلیهٔ 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).

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

ژنوتیپ	گردو		مغز	
	عدد تیوباربیتوریک‌اسید (TBA) (میلی‌گرم MDA در صد گرم چربی)	رطوبت (درصد)	عدد تیوباربیتوریک 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	۳/۰۳ab	۰/۶۶a	۲/۴۶b
۲۶۴	۰/۴۶c	۳/۱۷a	۰/۳۹c	۲/۶۶a
۷۷	۰/۵۸a	۳/۷۰a	۰/۵۹ab	۲/۵۳a

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

	گردو		مغز	
روش پوست‌گیری	عدد تیوباربیتوریک اسید (TBA) (میلی گرم MDA در صد گرم چربی)	رطوبت (درصد)	عدد تیوباربیتوریک اسید (TBA) (میلی گرم MDA در صد گرم چربی)	رطوبت (درصد)
صنعتی	۰/۵۴a	۳/۱۱a	۰/۵۳a	۲/۵۰a
سنتی	۰/۵۴a	۳/۱۹a	۰/۵۵a	۲/۵۴a

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 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 کلیهٔ نمونه‌ها (گردو و مغز) تحت اثر متقابل ژنوتیپ و روش پوست‌گیری در محدوده رطوبت بالای منطقه آب تک‌لایه، بین ۶-۲ درصد بود.

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

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

۲- خواص ارگانولپتیکی

در جدول ۴، مقایسهٔ 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 بقیهٔ 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 بقیهٔ ژنوتیپ‌ها برتری داشتند. ژنوتیپ‌های ۹۵ و ۲۱۱ طعم و مزه کمتری دارا بودند. نمونه‌های گردو پوست‌گیری شده به روش سنتی با اختلاف جزیی 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 ارگانولیپتیکی نمونه‌ها نشان داده شده است. ژنوتیپ ۲۱ و ۸۸ و 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، ژنوتیپ‌های۲۶۴ و ۲۱ در پوست‌گیری به روش صنعتی از سایر تیمارها بهتر بودند (جدول ۶).

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین صفات رنگ، طعم و مزه و قابلیت پذیرش کلی حاصل از ارزیابی حسی در هفت ژنوتیب گردو و مغز تهیه شده از آن‌ها

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

جدول ۵- مقایسهٔ 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

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

جدول ٦- مقایسهٔ 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

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 افلاتوکسین، استانداردهای B_1، B_2، G_1 و G_2 به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفتند (Cheraghali *et al.*, 2007).

در شروع آزمایش (سه ماه پس از نگهداری) مقدار آفلاتوکسین در نمونه‌ها متفاوت بود. به طوری‌که 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 افلاتوکسین 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.

1- Aspergillus Flavus

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			
		B_1	B_2	G_1	G_2	B_1	B_2	G_1	G_2	B_1	B_2	G_1	G_2	B_1	B_2	G_1	G_2
۲۱ سنتی	سنتی	۰/۵۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۰ صنعتی	سنتی	۳/۳۴	۱/۳۹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۰ سنتی	سنتی	۱/۹۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۱ سنتی	سردخانه	-	-	-	-	۰/۹۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹/۲۴	-
۹۵ صنعتی	سنتی	-	-	-	-	۴/۶۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۱۱ صنعتی	سنتی	-	-	-	-	۱/۵۱	۴/۰۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۱ صنعتی	سردخانه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۵۵	-	-	-

- : نبود افلاتوکسین

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 ۴-۲ درصد مشاهده شد که این عدد در محدوده مجاز (۶- ۲ درصد) واقع است (Hamedi, 2009; Jensen *et al.*, 2001). گزارش وورراجو 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 ازکان 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 زنوتیپ‌ها 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.

- **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 درجه‌سلسیوس، 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 ۲۱۱ بالاترین امتیاز و به ژنوتیپ ۲۰ و ۹۵ پایین‌ترین امتیاز داده شد. حسنی و مظفری (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 آفلاتوکسیتن 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 & Tajabadipoor, 2005) گزارش داده‌اند که از هر ۲۸۰۰۰ دانهٔ پسته تنها یک پسته روی درخت به آفلاتوکسین آلوده است و در مراحل فراوری محصول پسته فرصت کافی جهت رشد و نمو قارچ‌ها به‌وجود نمی‌آید. کلفت‌تر بودن پوست، از رشد قارچ *آسپرژیلوس فلاووس* و ایجاد سم آفلاتوکسین روی دانهٔ 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.

مراجع

Anon. 2003. Food Products – Determination of aflatoxin B_1 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: Richardsond, 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 4th 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)

Hamedi, 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 qualitive properties of pistachio nut. Iranian J. Agric. Sci. 36(5): 1075-1085. (in Farsi)

Koyuncu M. A., Keypunch, 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 Hortic. 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 Recource Research Center. (in Farsi)

Vahdati, K. 2006. Establishment of Walnut Nursury. Khaniran Press. (in Farsi)

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 caltivars. J. Sci. Food Agric. 89(1): 117-121.

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.13/No.3/2012/P:37-50

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

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

* Corresponding Authour: 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