

اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کیفی میوه پسته طی انبارمانی در دمای یخبندان

فاطمه ناظوری*^۱ و سیامک کلانتری^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۰

چکیده

پسته حاوی مواد غذایی فراوانی است که مقدار آن‌ها در مراحل مختلف رسیدن و تکامل مغز تغییر می‌کند. به دلیل ساختار فیزیکی و نبود روش‌های مناسب برای نگهداری میوه تازه، غالباً به صورت خشک استفاده می‌گردد و مصرف تازه خوری آن محدود به فصل برداشت است. در این بررسی روند تغییرات برخی شاخص‌های کیفی پسته رقم احمد آقایی در پنج مرحله از رشد و نمو میوه و انبارمانی آن درون پاکت‌های پلاستیکی پنج لایه در دمای زیر صفر و شرایط خلأ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داد که ارزش تغذیه‌ای مغز، در طی رسیدن بهبود می‌یابد. مقدار چربی (۵۷/۶٪) و پروتئین (۲۳/۵٪) در مرحله چهارم و مقدار کربوهیدرات (۱۴/۲۲٪) در مرحله پنجم برداشت بیشتر بود. اسیدهای چرب غیراشباع خصوصاً اولئیک اسید با تکامل مغز به حداکثر مقدار (۵۸/۰۴٪) رسید در حالی که اسیدهای چرب اشباع با پیشرفت بلوغ روند نزولی (۱۱/۴۹٪) داشتند. در طی رسیدن مقدار نیتروژن مغز (۳/۸۳٪) و پوست نرم (۱/۴۱٪) برخلاف مقدار کلسیم مغز (۱۴۹ mg/kg) و پوست نرم (۷۳ mg/kg) روند صعودی داشت. نگهداری پسته‌های برداشت شده در دمای -18°C نشان داد از نظر پذیرش کلی بهترین امتیاز مربوط به پسته‌های برداشت شده در مرحله چهارم از برداشت بود هر چند آب گز شدن و تغییر طعم یکی از معایب دمای یخبندان می‌باشد.

واژگان کلیدی: ارزش غذایی، تکامل مغز پسته، زمان برداشت، کمیت و کیفیت میوه

مقدمه

از فاکتورهای قابل بررسی در تعیین زمان برداشت میوه‌ها، رسیدن مواد غذایی آن‌ها به حدی است، که جدا از ارزش تغذیه‌ای بالا، بتواند عمر پس از برداشت را افزایش دهد. پسته از جمله محصولات است که مقادیر قابل توجهی اسید چرب، پروتئین، کربوهیدرات، مواد معدنی و ویتامین دارد و روند تغییرات این مواد غذایی بسته به رقم، شرایط آب و هوایی و مرحله رشد و نمو میوه متفاوت است (۷). بررسی مقدار پروتئین به عنوان یکی از مواد غذایی موجود در پسته نشان می‌دهد که عوامل زیادی از جمله رقم (۳۵)، پایه و نوع گرده (۴۶)، آفات و بیماری‌ها (۴۴)، شرایط محیطی و موقعیت‌های جغرافیایی مختلف بر مقدار آن مؤثرند

^۱ استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران.

^۲ دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول: (fatemehnaazoori@yahoo.com)

اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کیفی میوه پسته طی انبارمانی در دمای یخبندان

(۴۲ و ۹). وجود هرگونه استرس، آفات و بیماری‌ها منجر به کاهش مقدار پروتئین می‌گردد. همچنین، مطالعات نمودی روی پروتئین کل دانه پسته حاکی از کاهش مقدار پروتئین در طی بلوغ می‌باشد (۳۰ و ۳۱). بررسی بیوشیمیایی پروتئین‌های موجود در دانه‌های پسته رسیده ارقام احمد آقایی، اوحدی و ممتاز نشان می‌دهد در هر سه رقم بیشترین مقدار اسیدآمینه (mg/kg) مربوط به گلوتامیک اسید (۱/۳۵)، اسپارژین (۱/۱۵) و آلانین (۱/۰۳) و کمترین میزان مربوط به متیونین (۰/۰۳)، سیتولین (۰/۰۵) و آرژنین (۰/۰۵) می‌باشد (۲۷).

کربوهیدرات‌ها از دیگر عناصر مغذی در پسته هستند. لابویچ و همکاران (۱۹۸۲) در پژوهشی روی پسته رقم کرمان دریافتند که میزان قند کل مغز تا زمان رسیدگی میوه افزایش یافته و در اواخر شهریور به حداکثر مقدار خود می‌رسد. این پژوهش نشان داد که ساکارز مهم‌ترین قند محلول در مغز پسته می‌باشد و قندهای احیا شونده‌ای چون گلوکز و فروکتوز ۷-۵ درصد کل مغز موجود را تشکیل می‌دهند. ساکارز به سرعت در ماه اول رشد بذر افزایش پیدا کرده و غلظت آن در تیرماه به حدود ۳۵ درصد می‌رسد. اما در اواخر تیرماه غلظتش کاهش یافته و به حدود ۱۴ درصد می‌رسد و در مردادماه نیز مقدارش تدریجاً کاهش یافته و به حدود ۶ درصد تا زمان رسیدگی می‌رسد (۱۵).

مغز پسته منبع غنی از چربی است و بسته به رقم، ۷۰-۵۰ درصد کل وزن را تشکیل می‌دهد. قسمت عمده اسیدهای چرب پسته از نوع غیراشباع بوده و ۸۰٪ از این مقدار را اولئیک اسید (C۱۸:۱) و لینولئیک اسید (C۱۸:۲) تشکیل می‌دهد. اولئیک اسید که به مقدار بالا در پسته وجود دارد (۷۱/۲۳-۵۱/۸ درصد)، به پایداری روغن کمک می‌کند. انتخاب ارقامی از پسته که دارای مقادیر بالایی از اسید اولئیک و مقدار کمتری اسید لینولئیک هستند باعث می‌گردد که بذر آن‌ها ذخیره غذایی بیشتری داشته و مدت طولانی‌تری در انبار بمانند (۱۷). پژوهش‌های انجام‌شده درباره مراحل بلوغ پسته و تأثیر این مراحل روی اسیدهای چرب، محدود بوده و دو دسته نتیجه متفاوت گزارش شده است. نتایج لابویچ و همکاران (۱۹۸۲)، عدم تغییر اسیدهای چرب را در طول بلوغ گزارش کرده است، در حالی که برخی پژوهشگران معتقد به تغییر مقدار و ترکیب اسیدهای چرب در طول دوره بلوغ هستند (۱۴ و ۴۷). نتایج مشابه در گردو و آفتابگردان نیز تأیید کننده نتیجه دوم هستند (۱۲ و ۲۸). اولین اسید چرب سنتز شده در پسته اسید پالمیتیک و آخرین اسید لینولئیک بود و میزان اسید پالمیتیک و اسید استئاریک با نمو جنین افزایش می‌یابد. آنزیمی به اسم اولئیک دساتوراز مسئول تغییر در ترکیب اسیدهای چرب ارقام مختلف پسته شناخته شده است. طی رشد و نمو جنین پسته، میزان اسیدهای چرب غیر اشباع از ۷۶٪ به ۸۹٪ افزایش می‌یابد (۸). در تمامی پژوهش‌های یاد شده مشخص گردید که رابطه معکوسی بین اسید اولئیک و اسید لینولئیک وجود دارد به طوری که افزایش یکی سبب کاهش دیگری می‌شود. این رابطه در ارقام

مختلف گردو و فندق نیز وجود دارد (۱۷).

در رابطه با فرآوری، اکثراً پسته به صورت خشک نگهداری و به فروش می‌رسد و پسته تر به مقدار کم و آن هم در بازارهای محلی و نزدیک عرضه می‌گردد. نگهداری پسته در انبار برای انجام مراحل قبل از صدور لازم است. عمر نگهداری این محصول در انبارها بستگی به مقدار رطوبت آن و دمای انبار دارد از طرفی تا قبل از بسته‌بندی در بسته‌های غیرقابل نفوذ به رطوبت و در شرایطی که پسته در انبارهای معمولی قرار دارد، رطوبت آن تحت تأثیر رطوبت هوای انبار قرار داشته و با آن به تعادل می‌رسد. یعنی اگر رطوبت انبار زیاد باشد پسته به راحتی رطوبت آن را جذب نموده و پس از رشد قارچ‌ها، مقدار آفلاتوکسین آن افزایش پیدا خواهد کرد (۲). پسته تازه موجود زنده‌ای است که تنفس می‌کند و پس از برداشت فرآیند متابولیسمی آن ادامه می‌یابد و اکسیژن را جذب و دی‌اکسید کربن تولید می‌کند (تنفس) لذا هوادهی برای نگهداری این محصول اهمیت دارد. به علت تنفس پدیده خود گرمایی^۱ در پسته به وجود می‌آید که درصد زیاد روغن آن در تشدید این پدیده بسیار مؤثر است (۵) و در صورت عدم خروج گرمای به وجود آمده، دما بالا می‌رود و به دنبال آن آب موجود در پوست پسته تبخیر شده در نتیجه رطوبت نسبی محیط اطراف پسته بالا رفته و شرایط برای رشد قارچ آسپرژیلوس و تولید سم فراهم می‌شود (۶). پسته خام خشک با رطوبت ۶-۴ درصد بسیار پایدار است و می‌توان آن را بیش از ۱۲ ماه در دمای ۲۰ درجه بدون تغییر در کیفیت نگهداری نمود (۲۳). در ارتباط با نگهداری پسته تازه (۴۷ درصد رطوبت بر اساس وزن خشک) در اتمسفر تغییر یافته، ثابت شده است که استفاده از دو درصد اکسیژن و ۱۰ درصد مونوکسید کربن تأثیر معنی‌دار در کاهش میزان آفلاتوکسین نسبت به هوای معمول دارد (۲۴). چنانچه پسته‌ها پوست‌گیری نشده باشند در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بعد از ۴۸ ساعت و یا در دمای ۳۰ درجه سلسیوس پس از ۱۸ ساعت، آلوده می‌شوند. انبار کردن پسته‌های تازه همراه با پوست سبز خارجی برای بیش از ۶ هفته در دمای صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰٪ بدون هیچ گونه خسارتی روی کیفیت ظاهری امکان‌پذیر است ولی با حذف پوست خارجی، بعد از ۴ تا ۶ هفته یک مقدار ناچیزی علائم فساد را نشان خواهد داد (۲۵). بررسی نتایج نشان می‌دهد هرچند نگهداری و صادرات پسته به صورت اعتبار و نگرانی کمتری در پی دارد ولی چنانچه شرایط نگهداری و بسته‌بندی ویژه‌ای استفاده گردد می‌توان صادرات پسته به صورت تازه را توسعه داد. با توجه به مزایای پسته تر نسبت به پسته خشک از جمله: کاهش هزینه عملیات خشک کردن، ارزش غذایی بالاتر (۲)، پرداخت تعرفه بازرگانی بسیار کمتر برای صادرات و معافیت از مالیات، لزوم اجرای طرح‌هایی در جهت افزایش ماندگاری پسته تازه و تولید بسته‌بندی‌های مناسب در این زمینه از ضروریات می‌باشد. هرچند که تحقیقاتی در زمینه افزایش عمر ماندگاری،

^۱ Self-heating

اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کیفی میوه پسته طی انبارمانی در دمای یخبندان

نگهداری و بسته‌بندی پسته تازه انجام شده یا در دست انجام است اما هیچ گزارشی مبنی بر اثر دمای یخبندان بر روی پسته تر دیده نشد. همان‌طور که بررسی منابع نشان می‌دهد مواد غذایی موجود در مغز پسته تابع عوامل و شرایط متعددی هستند که تشخیص مقدار آن‌ها در مراحل مختلف از رشد، کمک زیادی به برداشت در زمان مناسب و افزایش دوره انبارمانی این محصول می‌کند. لذا این بررسی به مطالعه روند تغییرات پروتئین کل، کربوهیدرات محلول، چربی کل و برخی از اسیدهای چرب غالب در مغز پسته احمد آقایی طی مراحل مختلف از رشد و تأثیر دمای یخبندان بر ویژگی‌های پسته تر می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

در سال ۱۳۹۱، برداشت پسته به صورت تصادفی از درختان ۲۰ ساله رقم احمد آقایی واقع در کلکسیون شماره دو موسسه تحقیقات پسته کشور انجام و نمونه‌ها برای ارزیابی برخی از فاکتورها به آزمایشگاه انتقال یافتند. برداشت در پنج مرحله زمانی از رشد و بر اساس شاخص‌های فیزیولوژیکی همچون درصد پوست دهی (جدا شدن پوست رویی از پوست سخت استخوانی) و تغییر رنگ پوست سبز پسته به قرمز انجام گرفت که جدول زمانی برداشت به شرح زیر است:

جدول ۱- تاریخ برداشت پسته در پنج مرحله مختلف از رسیدن

مرحله	۱	۲	۳	۴	۵
تاریخ برداشت	۹۱/۵/۳	۹۱/۵/۱۴	۹۱/۵/۲۶	۹۱/۶/۵	۹۱/۶/۱۹
شاخص برداشت*	٪۰	٪۲۰	٪۴۰	٪۷۰	٪۱۰۰

* شاخص برداشت: بر اساس تغییرات فیزیولوژیکی مانند درصد پوست دهی (جدا شدن پوست رویی از پوست سخت استخوانی)

و تغییر رنگ پوست سبز پسته به قرمز یا صورتی می‌باشد.

بعد از هر برداشت فاکتور پروتئین، کربوهیدرات، اسید چرب و چربی کل به شرح زیر انجام شد و سپس مقداری از پسته‌ها به همراه خوشه (۴۰۰ گرم) درون پاکت‌های پنج لایه^۱ و در شرایط خلأ بسته‌بندی و در فریزر 18°C - نگهداری شدند. بعد از گذشت سه ماه نمونه‌ها را بیرون آورده، به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد و سپس ارزیابی حسی بر اساس مقیاس هدونیک انجام شد. فاکتورهای مورد نظر به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفتند:

^۱ لایه‌های پاکت به شرح زیر است به ترتیب از بیرون به داخل پاکت: پلی آمید، PA ۲۰ میکرون، رزین TIE ۳ میکرون، لایه EVOH ۵ میکرون، رزین TIE ۳ میکرون، پلی اتیلن PE ۶۰ میکرون

کربوهیدرات: اندازه‌گیری به روش اسید سولفوریک - فنل و با کمی تغییر (۳۲ و ۳۳) انجام گردید. غلظت قندهای محلول با توجه به معادله رگرسیون بر حسب میلی‌گرم در لیتر به دست آمد و نهایتاً مقدار کربوهیدرات‌های محلول میوه بر حسب درصد (گرم در صد گرم ماده خشک) در نتایج ذکر گردید.

پروتئین: درصد نیتروژن نمونه‌های مورد نظر با استفاده از دستگاه ICP گرفته و در نهایت درصد پروتئین از طریق فرمول زیر تعیین گردید (۱). درصد پروتئین = درصد نیتروژن × فاکتور پروتئین پسته (۶/۲۵)

چربی کل: نمونه‌های پسته را توسط آون خشک کرده و چربی آن را با استفاده از یک حلال بدون آب (ان-هگزان) و لوله مخصوص استخراج چربی (سوکسله) اندازه‌گیری شد (۱). درصد چربی توسط فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{درصد چربی} = \text{وزن فلاسک با چربی} - \text{وزن فلاسک خالی} / \text{گرم وزن نمونه} \times ۱۰۰$$

اسیدهای چرب: استخراج روغن به روش سرد (۲۰) انجام و بعد از تهیه متیل استرهای اسید چرب (۹)، تشخیص مقدار و نوع اسیدهای چرب با تزریق به دستگاه GC-MASS و از طریق کتابخانه willy 229 و نیز با استفاده از هپتادکانوئیک اسید به عنوان استاندارد انجام گرفت (۳۴).

نیتروژن و کلسیم: درصد نیتروژن و مقدار کلسیم موجود در مغز و پوست پسته با استفاده از دستگاه ICP^۱ گرفته شد (۱).
ارزیابی حسی:

(تعیین عطر و طعم، مزه و شکل ظاهری پسته‌ها) از روش نمره دادن ۰ تا ۵ و چشیدن و نظرخواهی از افراد مختلف استفاده شد. پنج نفر پانل از بین دانشجویان رشته کشاورزی انتخاب شدند. به هر پانلیست شش عدد دانه پسته از هر تیمار در ظروف مخصوص پلاستیکی شفاف بی‌رنگ که با کد سه رقمی تفکیک شده بودند در دمای اتاق داده شد. آب تازه نیز به منظور نوشیدن بین هر مرحله تشخیص در دسترس پانلیست‌ها قرار گرفت و از این طریق پانلیست‌ها، پنج فاکتور طعم و مزه^۲ و وضعیت ظاهری، وضعیت پوست استخوانی، پسته کامل و مغز را مورد ارزیابی قرار دادند. وضعیت بسیار عالی با نمره ۰، بسیار خوب با نمره ۱، خوب با نمره ۲، متوسط با نمره ۳، ضعیف با نمره ۴، بسیار بد با نمره ۵ مشخص شد (۴). تحقیق در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار (هر درخت به‌عنوان یک تکرار)، و رویه GLM توسط نرم‌افزار آماری SAS (ver, 9.1) انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۰.۰۵٪ و رسم گراف‌ها با کمک نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

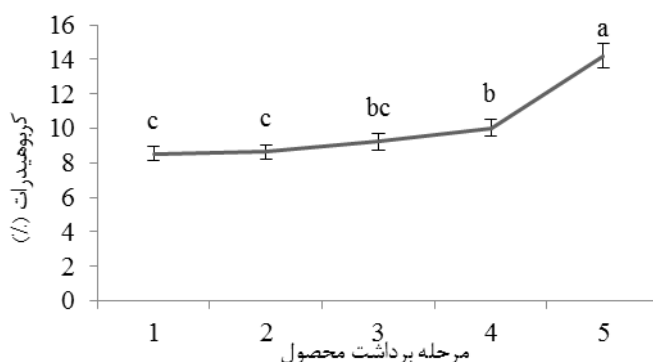
^۱ ICP (Inductivity Coupled Plasma)-(XL3100, Perkin Elmer)

^۲ Off-flavor

نتایج و بحث

کربوهیدرات

نتایج به‌دست آمده نشان از تأثیر زمان برداشت بر مقدار کربوهیدرات دارد (شکل ۱). کمترین مقدار کربوهیدرات در مرحله اول و دوم برداشت (۸/۵۳ درصد) ثبت شد و با تکامل مغز در مراحل بعدی برداشت افزایش (۱۴/۲۲ درصد) یافت. نتایج بررسی روی سه تاریخ برداشت پسته (۲۸ آگوست، ۱۱ سپتامبر و ۲۵ سپتامبر) نشان داد برداشت محصول در ۲۸ آگوست و ۱۱ سپتامبر به ترتیب، کمترین و بیشترین میزان قند را دارد (۲۳) بررسی دیگر (۱۶) بر زمان برداشت پسته رقم اوحدی نشان می‌دهد که تأخیر در برداشت منجر به افزایش میزان قند میوه‌ها می‌گردد. تحقیق دیگری مؤید این است که میانگین قند مغز پسته در هفته اول برداشت (اول شهریور) کمترین میزان و به تدریج در هفته هشتم برداشت (آخر مهرماه) به حداکثر میزان خود می‌رسد (۳۶).

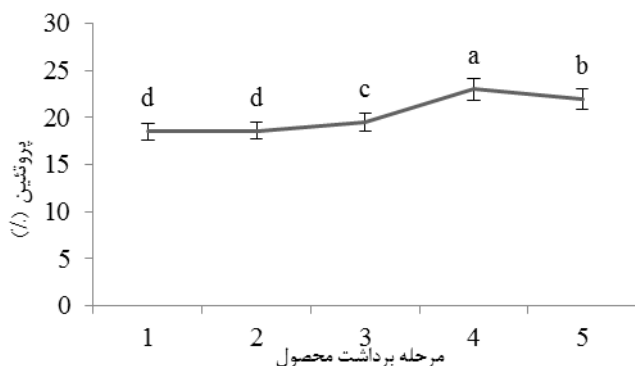


شکل ۱- مقایسه درصد کربوهیدرات در مراحل رسیدن میوه. حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P \leq 0.05$)

پروتئین

زمان برداشت بر مقدار پروتئین تأثیر دارد (شکل ۲). با تکامل مغز میزان پروتئین از مرحله برداشت اول (۱۵/۸۹٪) تا برداشت چهارم (۲۴٪) سیر صعودی داشت ولی از آن به بعد رو به کاهش گذاشت به طوری که در مرحله پنجم برداشت به ۲۳٪ رسید. در راستای این گزارش، تحقیق دیگری بر روی میزان پروتئین کل در دو رقم اوحدی و احمد آقایی در طول بلوغ دانه نشان داد در هر دو رقم بیشترین مقدار پروتئین در ۱۳۵ روز پس از شکوفایی کامل گل وجود دارد و بعد از این زمان روند کاهشی نشان داد (۳). نتایج دیگر نیز حاکی از کاهش مقدار پروتئین کل در طی بلوغ است (۳۰، ۳۱ و ۳۸). با این حال بی‌تأثیر بودن زمان برداشت بر مقدار پروتئین پسته در نتایج محققین دیگر ثبت شده است (۲۳). کاهش پروتئین در اواخر نمو، علاوه بر کنترل ژنتیکی در اثر

تنش‌های فیزیولوژیکی محیط و اثر آن‌ها بر بیان پروتئین است (۴۳). نتایج تحقیقات درباره کاهش پروتئین‌ها در اثر حمله قارچ روی گردو، این نظریه را در مورد پسته هم تقویت می‌کند (۴۴ و ۴۵).

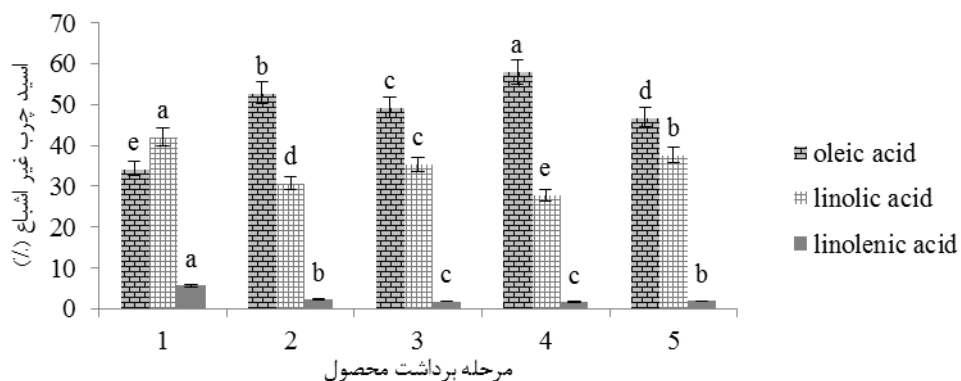


شکل ۲- مقایسه درصد پروتئین در زمان‌های مختلف برداشت. حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند

($P \leq 0.05$)

اسیدهای چرب غیراشباع

اسید اولئیک: مقدار اسید اولئیک در مرحله اول برداشت حداقل (۳۴/۲۸٪) بود و با افزایش رسیدن مغز دچار نوسان شد. این اسید چرب در مرحله چهارم به حداکثر (۵۸/۰۸٪) میزان رسید و در مرحله پنجم برداشت رو به کاهش گذاشت (شکل ۳). اسید لینولئیک: بررسی اسید لینولئیک نشان داد که درصد این اسید چرب نوسانات قابل توجهی در طی مراحل رسیدن داشته و تغییرات آن از روند مشخصی برخوردار نبود. بیشترین (۴۲/۰۶٪) و کمترین (۲۷/۹۳٪) مقدار به ترتیب مربوط به اولین و چهارمین مرحله برداشت بود.



شکل ۳- درصد اسید چرب غیراشباع در زمان‌های مختلف برداشت. حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند

($P \leq 0.05$)

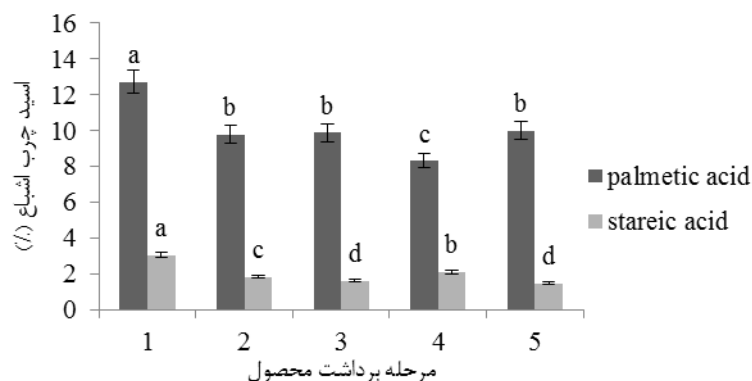
اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کیفی میوه پسته طی انبارمانی در دمای یخبندان

لینولنیک اسید: لینولنیک اسید به‌عنوان اسید چرب غیراشباع نادر^۱ گزارش شده است و مقدار آن در طی مراحل رسیدن دانه از ۵/۷۴ درصد در برداشت اول به ۱/۷ درصد در برداشت چهارم روند کاهشی داشته ولی در برداشت پنجم مقداری (۱/۹۱ درصد) افزایش نشان داد. در گزارش‌های دیگر روند تغییرات این اسید چرب در طی بلوغ معنی‌دار نبوده است (۳).

اسیدهای چرب اشباع

اسید پالمیتیک: میزان پالمیتیک اسید در طی بلوغ کاهش یافت (شکل ۴). مقدار این اسید چرب در مرحله اول برداشت برابر با ۱۲/۷ درصد (بیشترین) بود که در چهارمین زمان برداشت به مقدار ۸/۳۳ درصد (کمترین) رسید ولی در مرحله آخر برداشت روند افزایش داشته و به ۱۰ درصد رسید.

اسید استئاریک: این ترکیب به‌عنوان یک اسید چرب نادر گزارش شده و تغییرات آن از روند مشخصی برخوردار نبود. بیشترین (۳/۰۵٪) و کمترین (۱/۴۹٪) مقدار آن به ترتیب مربوط به مرحله اول و پنجم برداشت ثبت شد.

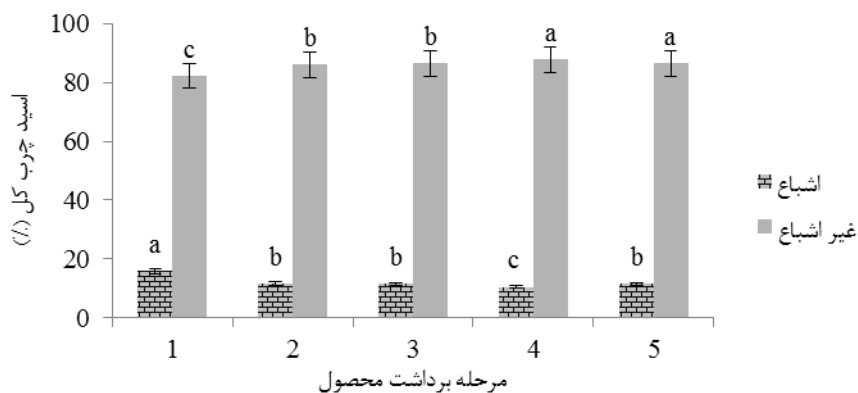


شکل ۴- درصد اسید چرب اشباع در زمان‌های مختلف برداشت. حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P \leq 0.05$).

مقدار کل اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع: مقدار کل اسیدهای چرب اشباع (اسید پالمیتیک و اسید استئاریک) به طور معنی‌دار در طی بلوغ و رسیدگی دانه کاهش یافت. بیشترین مقدار مربوط به برداشت اول بود (شکل ۵) این مطالعه نشان دهنده وجود چندین اسید چرب غیراشباع مهم در مغز پسته بود که عبارت‌اند از اولئیک اسید، لینولنیک اسید و لینولنیک اسید. با تکامل دوره بلوغ در این رقم میزان اسیدهای چرب غیراشباع از مقدار حداقل در برداشت اول (۸۲/۰۷٪) به بیشترین میزان (۸۷/۷۲٪) در

¹ Trace

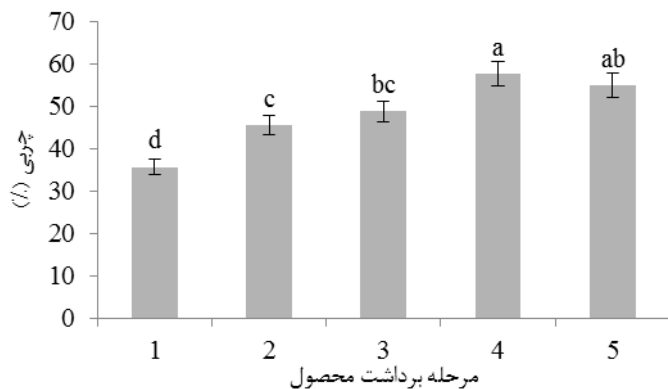
چهارمین مرحله برداشت رسید و بعد از آن مقداری کاهش یافت در حالی که بین مرحله برداشت دوم، سوم و پنجم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.



شکل ۵- درصد کل اسیدهای چرب در زمان‌های مختلف برداشت. حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P \leq 0.05$).

چربی کل

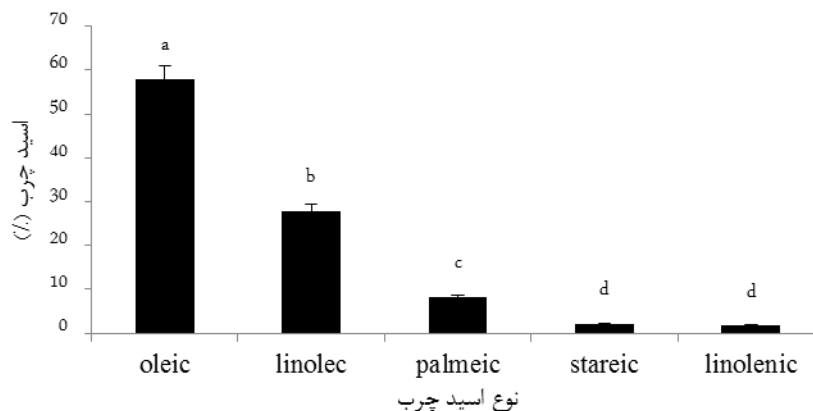
نتایج ارائه‌شده برای چربی کل مربوط به استخراج با دستگاه سوکسله است. مقدار چربی کل در طی بلوغ افزایش معنی‌دار نشان داد به طوری که از ۳۵ درصد در اولین برداشت به ۵۷ درصد در مرحله چهارم برداشت رسیده و سپس در مرحله بعدی مقداری (۵۵ درصد) کاهش یافت (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه درصد چربی در طول مراحل مختلف برداشت. حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P \leq 0.05$).

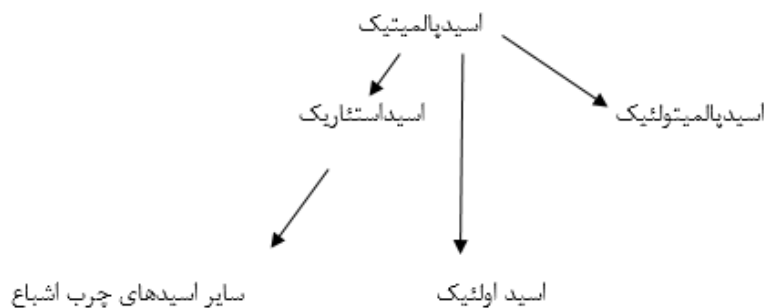
اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کیفی میوه پسته طی انبارمانی در دمای یخبندان

مقایسه میزان اسیدهای چرب مغز پسته: برای مقایسه مقدار اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع مشاهده شده در طی بلوغ در مغز پسته، درصد اسیدهای چرب در زمان حضور بیشترین مقدار چربی کل (چهارمین زمان برداشت)، اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اولئیک اسید بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و پس از آن لینولئیک اسید و پالمیتیک اسید قرار گرفته‌اند و کمترین مقدار اسیدهای چرب مربوط به استئاریک اسید و لینولئیک اسید می‌باشد (شکل ۷)



شکل ۷- درصد اسیدهای چرب مختلف در زمان بیشترین مقدار چربی کل (چهارمین زمان برداشت). حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P \leq 0.05$).

همان‌طور که شکل ۸ نشان می‌دهد اسید پالمیتیک پیش‌ساز کلیه اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در سلول است. در سلول‌های جانوری سنتز تا اسید اولئیک پیش می‌رود و سایر اسیدهای چرب باید از طریق جیره غذایی فراهم شوند اما در گیاهان اسید اولئیک برای سنتز سایر اسیدهای چرب پیش‌ساز قرار می‌گیرد (۳).



شکل ۸- مسیر سنتز اسیدهای چرب

با توجه به کاهش اسید پالمیتیک و افزایش اسید اولئیک در بلوغ پسته، احتمال می‌رود که طی بلوغ، این مسیر و آنزیم‌ها و عوامل دخیل در آن با سرعت بیشتری فعال هستند و اسید پالمیتیک را به اسید اولئیک تبدیل می‌کنند. به احتمال، این تفاوت در سرعت مسیر که تحت کنترل ژنتیکی است مسئول مقدار متفاوت اسیدهای چرب باشد. در همین راستا، محققان مختلف نشان دادند که مقدار اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع تحت کنترل ژنتیکی و شرایط محیطی می‌باشد و اثر متقابل این عوامل بر آنزیم‌های درگیر در سنتز اسیدهای چرب، مسئول این تفاوت است (۲۵ و ۳۷). نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش درصد چربی در طی بلوغ، نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع افزایش می‌یابد. در نتیجه بهبود ارزش تغذیه‌ای مغز، در طی بلوغ ملاحظه گردید. نتایج آتلی و همکاران (۱۹۹۵) نیز این نتایج را تأیید می‌کند. با افزایش بلوغ مقدار چربی کل افزایش ولی اسیدهای چرب اشباع، سیر نزولی را نشان می‌دهد. هماهنگ با این نتایج، سیر کاهشی اسیدهای چرب اشباع در نمو دانه آفتاب‌گردان و حتی میوه هلو و گندم، نیز گزارش شده است (۱۸ و ۲۲). روند تغییر اسیدهای چرب غیراشباع در طی مراحل برداشت، افزایش منظم و خطی این اسیدها را نشان نداد بلکه، تغییر مقدار اسیدهای چرب غیراشباع، مطابق یک تابع درجه دو نشان داده شد که بیان‌گر روند افزایشی آن تا دوره خاصی و سپس کاهش آن است. نسبت بین اولئیک و لینولئیک اسید نشان دهنده‌ی شباهت روغن پسته با روغن زیتون است (۳۵). این پژوهش نشان داد که در طی بلوغ پسته، کاهش نسبت اولئیک اسید با افزایش لینولئیک اسید همراه شده است که تأیید کننده مطالعات محققین مبنی بر این نظر است که لینولئات از تغییر شکل اولئات حاصل می‌شود (۴۰). در تأیید این نظریه، مطالعات فرس و همکاران (۱۶) بیان می‌کند که تأخیر القاء اولئات دسچوراز^۱ منجر به ساخت و تجمع اولئیک اسید می‌شود و پس از فعال شدن این آنزیم، لینولئیک اسید در اثر غیراشباع شدن اولئیک اسید حاصل می‌شود. مطالعات گذشته نیز این رابطه معکوس بین اولئیک اسید و لینولئیک اسید را در پسته و دیگر محصولات، گزارش کردند (۱۲، ۱۷، ۲۸، ۴۷).

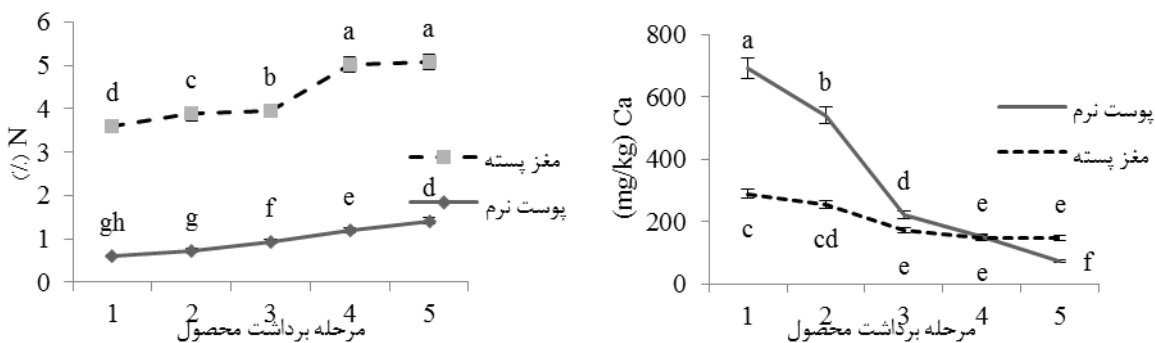
درصد نیتروژن و کلسیم (پوست و مغز)

طبق نتایج به دست آمده مقدار نیتروژن موجود در مغز پسته بیشتر از پوست نرم است در حالی که کلسیم موجود در پوست نرم بیشتر از کلسیم مغز می‌باشد. با تکامل روند رسیدن پسته مقدار نیتروژن موجود در مغز و پوست نرم رو به افزایش است. در مرحله چهارم از رسیدن مقدار نیتروژن مغز به ۳/۸۳٪ رسید و بعد از آن کاهش (۳/۶۷٪) یافت. در صورتی که نیتروژن موجود در پوست نرم همچنان به روند صعودی خود ادامه داد. بر عکس نیتروژن، مقدار کلسیم مغز و پوست نرم با افزایش رسیدن کاهش پیدا می‌کند به طوری که بیشترین مقدار کلسیم مغز (۲۹۰ mg/kg) و پوست نرم (۶۹۳ mg/kg) در اولین مرحله از برداشت و کمترین

^۱ Oleat desaturase

اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کیفی میوه پسته طی انبارمانی در دمای یخبندان

مقدار آن در مرحله پنجم (مغز ۱۴۹ mg/kg و پوست نرم ۷۳ mg/kg) ثبت شد. باینکه مقاله‌ای راجع به روند تغییرات عناصر غذایی در مغز پسته مشاهده نشده ولی می‌توان کاهش مقدار کلسیم را مربوط به فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلول و در نتیجه رها شدن این عنصر دانست. به نظر می‌رسد جدا شدن پوست نرم رویی از مرحله چهارم برداشت به بعد به دلیل فعالیت این آنزیم‌ها باشد.



شکل ۹- مقدار نیتروژن و کلسیم موجود در پوست نرم و مغز پسته احمدآقایی. حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P \leq 0.05$).

ارزیابی حسی: نتایج این بررسی نشان داد وضعیت ظاهری پسته، پوست استخوانی و ظاهر مغز در برداشت‌های اول، دوم و سوم از رسیدن میوه مقبولیت زیادی نداشتند (جدول ۲). ولی طعم و بافت مغز در این سه مرحله از برداشت بهتر از مرحله چهارم بودند. با تکامل رشد گیاه مغز توسعه یافته و رنگ آن از سبز پررنگ به سبز کمرنگ متمایل می‌شود (شکل ۱۰). با توجه به این‌که پسته‌های برداشت شده در مرحله چهارم و پنجم کاملاً رسیده بودند و پوست نرم آن‌ها تغییر رنگ داده بود تا قبل از اینکه یخ آن‌ها باز شود کاملاً طبیعی و به شکل روز اول بودند ولی بعد از گذشتن چند ساعت از بیرون آوردن از فریزر پوست نرم رویی تغییر رنگ داده و تیره و چروک شد و با این حال از نظر پذیرش کلی بهترین امتیاز مربوط به پسته‌های برداشت شده در مرحله چهارم و پنجم از برداشت بود.

متخصصان علم تغذیه توصیه فراوانی بر مصرف میوه و سبزی‌های تازه دارند اما آزمایش‌های محققان روی میوه‌ها نشان می‌دهد میزان ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های میوه‌های یخ‌زده بیشتر از محصولات تازه است که لازم است در تحقیقات آینده مقدار ویتامین و آنتی‌اکسیدان پسته در دمای یخبندان بررسی شود (۱۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین فاکتورهای حاصل از آزمون پائل. نمره بالاتر از ۲/۵ مقبولیت ندارد

زمان برداشت	مرحله رشد	پذیرش کلی	بافت	طعم	ظاهر مغز	ظاهر پوست استخوانی	ظاهر پسته	میانگین امتیاز
۱	٪۰	۱/۶۶ ab	۱/۸۳ b	۱/۸۳ a	۳/۵ a	۴/۵ a	۳/۶۶ a	۲/۸۳
۲	٪۲۰	۱/۷۵ a	۱/۶۶ b	۱/۵ a	۲/۸ ab	۴/۳ a	۲/۸۳ b	۲/۴۷
۳	٪۴۰	۲/۲۵ a	۲/۶۶ a	۲ a	۲/۸ ab	۴/۵ a	۲/۱۶ bc	۲/۷۲
۴	٪۷۰	۰/۸۳ b	۳ a	۲/۳۳ a	۲/۵ ab	۲/۶ b	۱/۸۳ cd	۲/۱۸
۵	٪۱۰۰	۱/۵ab	۲/۳۳ ab	۱/۵ a	۲/۳۳ b	۲/۶ b	۱/۴۲d	۱/۹

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون LSD است.



شکل ۱۰- مقایسه وضعیت ظاهری پسته‌های نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سلسیوس به مدت سه ماه. در مرحله اول (سمت راست) با پسته‌های برداشت‌شده در مرحله پنجم (سمت چپ)

نگهداری پسته تازه در فریزر یکی از روش‌های مرسوم کشاورزان کرمانی است که تا به حال تداوم داشته و به نظر می‌رسد استفاده از خلأ منجر به کاهش اکسیداسیون و در نتیجه کاهش تیره شدن پوست نرم‌رویی می‌گردد. هرچند آب گز شدن و تغییر طعم یکی از معایب دمای یخبندان است اما توصیه می‌شود در پژوهش‌های آتی از پوشش‌های پلاستیکی و پیش تیمار با انواع آنتی‌اکسیدان جهت بهبود کیفیت پسته تازه استفاده گردد.

نتیجه‌گیری کلی

در این بررسی بهبود ارزش تغذیه‌ای مغز، در طی بلوغ مشاهده گردید. ظاهراً اکثر مواد مغذی پسته در برداشت چهارم به بالاترین مقدار خود می‌رسند. همان‌طور که نتایج نشان داد مقدار چربی و پروتئین در مرحله چهارم ولی کربوهیدرات در مرحله پنجم حداکثر بود. روند تغییرات اسیدهای چرب غیراشباع خصوصاً اولئیک اسید با تکامل مغز و پیشرفت فرآیند رسیدن به حداکثر

اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های کیفی میوه پسته طی انبارمانی در دمای یخبندان

می‌رسد. درحالی‌که اسیدهای چرب اشباع با پیشرفت بلوغ روند نزولی دارند. به نظر می‌رسد نگهداری پسته تر در دمای 18°C - هرچند مقداری طعم میوه را تغییر و شکل آب گز به آن می‌دهد ولی ویژگی‌های ظاهری آن تا حدودی حفظ می‌گردد. در مجموع با توجه به این که حضور مقدار بالای اسید اولئیک منجر به افزایش ماندگاری پسته می‌گردد و ارزش بالای مواد غذایی در مرحله چهارم از رسیدن، به نظر می‌رسد این مرحله که مصادف با برداشت ۷۰ تا ۸۰ درصد از رسیدن میوه می‌باشد مناسب برای برداشت و انبارداری محصول است هر چند محصولات برداشت‌شده در مرحله پنجم امتیاز بالاتری در تست پانل به‌دست آوردند ولی به دلیل ریزش میوه‌ها به زیر درختان و آلوده شدن آن‌ها برداشت در مرحله چهارم مناسب‌تر خواهد بود.

منابع

- ۱- حسینی، ز. ۱۳۷۳. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی، انتشارات دانشگاه شیراز. ۷۱ ص.
- ۲- شاکر اردکانی، ا. ۱۳۸۶. برداشت، فرآوری، انبارداری و بسته‌بندی پسته. مؤسسه تحقیقات پسته کشور. چاپ اول. ۱۵۸ صفحه.
- ۳- شکاری، م. ۱۳۸۷. ساختار گل و مقایسه برخی عوامل ساختاری و فیزیولوژیکی در طی نمو میوه در دو رقم پسته (*Pistacia vera* L.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه باهنر کرمان.
- ۴- صداقت، ن.، مرتضوی، س.ع.، نصیری محلاتی، م. و غ.ح. داوری نژاد. ۱۳۸۴. تخمین زمان ماندگاری پسته در شرایط مختلف نگهداری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۲ (شماره ۶).
- ۵- صداقت، ن. و ع. شریف. ۱۳۸۶. نگهداری و بسته‌بندی پسته. اولین همایش ملی فرآوری و بسته‌بندی پسته-مشهد. ۶۰۳-۵۹۳.
- ۶- صداقت، ن. ۱۳۸۳. کلینیک تخصصی بسته‌بندی ایران. www.icfpco.com.
- ۷- ناظوری، ف.، کلانتری، س.، جوانشاه، ا.، طلایی، ع.ل. و ن. درکی. ۱۳۹۲. بررسی اثر زمان برداشت بر کیفیت و انبارمانی پسته تازه و خشک. رساله دکتری. دانشگاه تهران.

8- Agar, I.T., Kafkas, S. and N. Kaska. 1998. Lipid characteristics of Turkish and Iranian pistachio kernels. Acta Horticulturae, 470: 378- 384.

9- Arena, E., Campisi, S., Fallico, B. and E. Maccarone. 2007. Distribution of fatty acids and phytosterols as a criterion to discriminate geographic origin of pistachio seeds. Food Chemistry, 104: 403-408.

10- Atli, H.S., Arpacı, S., Tekin, H. and A. Yalbu. 1995. Determination of the most suitable total temperature and harvest time of some pistachio cultivars. Acta Horticulturae, 419: 502-506.

11- Baydar, H. and S. Erbas. 2005. Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sun flower (*Helianthus annuus* L.). Turk Journal Agriculture, 29: 179-186.

- 12-Bonwick, G. and C.S. Birch. 2013. Antioxidants in Fresh and Frozen Fruit and Vegetables: Impact Study of Varying Storage Conditions Department of Biological Sciences University of Chester.
- 13-Chahed, T., Hamrouni, I., Dhifi, W., Msaada, K., Kchouk, M.E. and B. Mazouk,. 2006. Lipid evaluation during the development of pistachio seed from the region of Kairouan middle of Tunisia. *Journal of Food Lipids*, 13:375-389.
- 14-Crane, J. C. 1986. Pistachio, In: Handbook of fruit set and development. CRC. Press. pp: 389-399.
- 15-Esmailpour, A. and F. Mirdamadiha. 2005. Effects of harvest time and processing delay on aflatoxin in pistachio. IV international Symposium on Pistachio and Almond. Tehran, IRAN.
- 16-Force, E.M., Ortega, R.I., Cantsin, S. and R. Garcs. 1998. Fatty acid composition in developing high saturated sun flower (*Helianthus annuus*) seeds: maturation change and temperature effect. *Agricultural and Food Chemistry*.
- 17-Garcia, J.M., Agar, I.T. and J. Streif. 1994. Lipid characteristics of kernel from different hazelnut cultivars. *Tr. Journal of Agricultural and Forestry*, 18: 199-202
- 18-Horbowicz, M. and R.L. Obendorf. 1992. Change in sterole and fatty acids of black wheat endosperm and embryo during seed development. *Journal of Agricultural and Food. Chemistry*, 40: 745-750
- 19-Holcapek, M., Jandera, P., Zderadicka, P. and L. Hurba. 2003. Characterization of triacylglycerol and diacylglycerol composition of plant oils using high-performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1010:195-215.
- 20-Izzo, R., Scartazza, A., Masia, A., Galleschi, I., Quartacci, M.F. and F. Navari-izzo. 1995. Lipid evolution during development and ripening of peach fruit. *Phytochem*, 39: 1329-1334.
- 21-Kader, A.A., Heintz, C.M., Labavitch, J.M. and H.L. Rae. 1982. Studies related to the description and evaluation of pistachio nut quality. *Journal of American Society Horticultural Science*, 107: 812-816.
- 22-Kader. A.A., Labavitch J.M., Mitchell, F.G. and N.F. Sommer. 1980. Quality and safety of Pistachio nut as influenced by postharvest handling procedures. *The Pistachio ASSOC*. pp: 44-52.
- 23-Kader. A.A., Labavitch J.M., Mitchell, F.G. and N.F. Sommer. 1979. Quality and safety of Pistachio nut as influenced by postharvest handling procedures. *The Pistachio ASSOC*. Pp: 45-56.
- 24-Koorepaz Mahmoodabadi, S., Panahi, B., Agharahimi, J. and F. Salajegheh. 2012. Determination of Compound Existing in Fruits of Three Pistachio (*Pistacia vera* L.). Cultivars in Kerman Province. *Journal of Biology and Environmental Sciences*, 6(16), 81-86.
- 25-Koyuncu, M.A., Yarılgac, T., Kazanakaya, A., Koyuncu, F., Küçük, M. and M. Sen. 2001. Compositional changes of fatty acids during the development of kernel of Yalova-1 and Yalova-4 Walnut cultivars. *Acta Horticulture*, 544: 585-589.
- 26-Kunter, B., Gulsen, Y. and M. Ayfer. 1995. Determination of the most suitable harvest time for green color and high quality of pistachio nut (*Pistacia vera* L.). *Acta Horticulture*, 419: 393-397.
- 27-Labavitch, J.M., Heintz, C.M., Rae, H.L. and A.A. Kader. 1982. Physiological and compositional changes associated with maturation of Kerman pistachio nuts. *Horticulture Science*, 107: 688-692.

- 28-Nzima, M.D.S., Martin, G.C. and C. Nishijima. 1997a. Leaf Development, Dry Matter Accumulation, and Distribution within Branches of Alternate-bearing 'Kerman' Pistachio Trees. *Journal of American Society Horticultural Science*, 122:31-37.
- 29-Nzima, M.D.S., Martin, G.C. and C. Nishijima. 1997b. Seasonal Changes in Total Nonstructural Carbohydrates within Branches and Roots of Naturally "Off" and "On" 'Kerman' Pistachio Trees. *Journal of American Society Horticultural Science*, 122:856-862.
- 30-Neuringer, M., Anderson G.J. and W.E. Connor. 1988. The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. *Annual Review of Nutrition*, 8: 517-541.
- 31-Okay, Y. 2002. The comparison of some pistachio cultivars regarding their fat, fatty acids and protein content. *Gartenbauwissenschaft*, 67(3):107-113
- 32-Panahi, B and M. Khezri. 2011. Effect of harvesting time on nut quality of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 129: 730-734.
- 33-Rahmatalla, A.B., Babiker, E.E., Krishna, A.G. and A.H. Tinay. 2001. Change in fatty acid composition during growth and physiochemical characteristics of oil extracted from four sunflower cultivars. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56: 385-395.
- 34-Robertson, J.A. and F.E. Barton. 1984. Oil and water analysis of sunflower seed by near-infrared reflectance spectroscopy. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 61:543-547.
- 35-Roozban, M.R., Mohammadi, N. and K. Vahdati. 2006. Fat content and fatty acid composition of four Iranian Pistachio (*Pistacia vera* L.) varieties grown in Iran. *Acta Horticulture*, 726: 573-577
- 36-Seferoglu, S., Seferoglu, H.G., Tekinats, F.E. and F. Balta. 2006. Biochemical composition influenced by location in Uzun Pistachio cv. (*Pistacia vera* L.) grown in Turkey. *Journal of Food composition and Analysis*, 19: 461-465
- 37-Silva, A.L.C., Caruso, C.S., Moreira, R.D.A. and A.N.C.G. Horta. 2005. Growth characteristic and dynamic protein synthesis in callus culture from Glycine. *Cienciae Agrotecnologia*, 29(6): 178-186.
- 38-Singh, P.K and A.N. Shukla. 2008. Survey of mycoflora counts, aflatoxin production and induced biochemical changes in walnut kernels. *Journal of Stored Products Research* ,44: 169-172.
- 39-Sinha, k.k. and k. Punam. 1990. Some physiological abnormalities induced by aflatoxin B₁ in mung seeds (*Vigna radiata* variety Pusa Baishakhi). *Mycopathologia*, 110(2): 77-79.
- 40-Tavallai, V. and M. Rahemi. 2007. Effects of root stock on nutrient acquisition by leaf, kernel and quality of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Agriculture and environmental Science*, 2(3): 240-246.
- 41-Zribi, F., Ben Mimoun, M., Gharab, M., Ayadi, M. and M.B. Salah. 2006. Split rate and nuts oil composition of pistachio during maturity process. *Acta Horticulture*, 726: 533-537.

The Effect of Harvest Time on Quality Characteristics Pistachios Fruit During Storage at Freezing Temperatures

F. Nazoori^{1*} and S. Kalantari²

Abstract

Pistachios have contain many nutrients that changed in various stages of kernel development. Pistachio nut used dry normally because of physical structure and the lack of appropriate methods for keeping fresh fruit and fresh consumption is limited to the harvest season. In this study, the changes in some qualitative indicators Ahmdaqaii pistachio in five stages of fruit development and its storage in five layers plastic bags on freezing temperature with vacuum conditions were studied. The results showed the improvement of the nutritional value at ripening stage. Contain of fat (57/6 %) and protein (23/5 %) in the fourth of stage and carbohydrates (14/22 %) in the fifth of stage of harvest were maximum. With kernel development, amount of unsaturated fatty acids, especially oleic acid (58/04 %) was increased, whereas saturated fatty acids declines with maturity advancement (11/49 %). Despite amount of kernel calcium (149 mg/kg) and mesocarp (73 mg/kg), the kernel nitrogen (3/83%) and mesocarp (1/41%) was uptrend during development. The results of storage harvested pistachios at -18 °C indicated pistachio appearance characteristics, endocarp and kernel were not acceptability in first, second and third stage of harvest. But flavor and texture of kernel in this stage of harvest were better than forth stage of harvest. Although water loss and off flavor is one of the disadvantages of frost temperature, pistachio harvested in the fourth stage have final accept. According to the results the fourth phase of harvest has the highest quality pistachio that coincide with the 70 percent of ripening. Therefore, we can suggest this stage of ripening for the best time to harvest and storage of Ahmdaqaii pistachio in Rafsanjan geographic area.

Key words: Development of the kernel pistachio, Harvest time, Nutrition value, Quantity and quality of the fruit

¹ Assistant Professor Department of Horticultural Sciences, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran

² Associate Professor Department of Horticultural Sciences, Tehran University, Iran

* Corresponding author, Email: (fatemehnazoori@yahoo.com)