

علمی پژوهشی

بررسی تاثیر حفظ پوست خارجی در زمان خشک کردن بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و کیفی مغز پسته (رقم اوحدی)

سمیه مهاجری فر^۱، سپیده خراسانی^{۲*}، زهرا پاک کیش^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۲- استادیار، بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۳- دانشیار، بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۸)

چکیده

پسته یکی از مهمترین محصولات کشاورزی استراتژیک ایران است که از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. توجه به حفظ کیفیت محصول پس از برداشت برای کسب درآمد بالاتر نیز از اهمیت ویژه‌ای نسبت به سایر محصولات کشاورزی برخوردار می‌باشد. در این پژوهش به منظور بررسی خواص کیفی، فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی، پسته رقم اوحدی تهیه و به دو روش همراه با اپیکارپ (پوست خارجی) و روش معمول (فاقد اپیکارپ) خشک شدند. در روش معمول پسته‌های روآبی و زیرآبی جدا شده و به عنوان دو تیمار جدا مورد بررسی قرار گرفتند. در پایان ماه اول، دوم و سوم پس از خشک شدن پسته‌ها، از هر تیمار نمونه گرفته شد و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی خواص فیزیکی (وزن کل، وزن مغز، وزن پوست شاخی، درصد رطوبت، رنگ پوست شاخی)، خواص شیمیایی (درصد چربی، کربوهیدرات، پروتئین، فیبر، خاکستر، ماده خشک، درصد ترکیبات فنلی و عدد پراکساید روغن)، خواص حسی (طعم و مزه، عطر و بو، رنگ ظاهری، بافت و پذیرش کلی) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند روش فرآوری همراه با اپیکارپ با روش معمول در خواص فیزیکی و حسی از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن ندارد. در خواص شیمیایی تفاوتی بین درصد کربوهیدرات، پروتئین، فیبر، خاکستر و ماده خشک وجود نداشت. اما درصد چربی نسبت به نمونه‌های فرآوری شده زیرآبی کمتر بود. وجود درصد فنل بیشتر و عدد پراکسید کمتر نشان از افزایش کیفیت پسته‌های فرآوری شده همراه با اپیکارپ (پوست خارجی) داشت. ضمن اینکه این روش موجب صرفه جویی در مصرف آب و انرژی و کاهش خطرات زیست محیطی ناشی از ضایعات و فاضلابهای حاصل از فرآوری معمول می‌گردد و می‌توان از خواص ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی ترکیبات فنلی موجود در پوست رویی جهت انبارمانی بهتر و تولید محصول سالم‌تر استفاده نمود.

کلید واژگان: اپیکارپ، عدد پراکسید، درصد چربی، درصد پروتئین، ترکیبات فنلی

*مسئول مکاتبات: khorasany@uk.ac.ir

۱- مقدمه

پسته گیاهی است که از دیر باز در نقاط مختلف ایران کشت شده است و جنگلهای وحشی و خودروی پسته در نواحی شمال شرق و شرق موجود بوده و قدمتی حدود ۳ تا ۴ هزار ساله در ایران دارد. نام پسته با ایران در آمیخته و تولید آن به صورت اقتصادی سابقه تاریخی و طولانی دارد. پسته از حدود ۷۰ سال قبل با شروع صادرات ارزش اقتصادی و تجاری پیدا کرد و ایران به عنوان اولین و مهمترین تولید کننده و صادر کننده پسته دنیا شهرت یافت [۱].

پسته یکی از مهمترین محصولات کشاورزی استراتژیک کشور است که از جنبه های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و... اهمیت فوق العاده ای دارد، ارزش تولید این محصول گرانها و بی نظیر حدود ۱۰ درصد از درآمدهای غیرنفتی کشور می باشد [۲]. همه ساله بیش از یک پنجم فرآورده های غذایی کشورهای جهان سوم به صورت ضایعات بر اثر فساد ناشی از عوامل گوناگون فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت، پس از برداشت، توزیع و مصرف از بین می روند. این رقم در برخی کشورهای جهان سوم به ۵۰ درصد نیز می رسد [۳]. پسته نیز یکی از محصولات مهم کشاورزی ایران است که با توجه به سطح زیر کشت آن بررسی ضایعات این محصول اهمیت خاصی می یابد. ضایعات محصول پسته در مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت و پس از آن ایجاد می شوند که باعث افزایش هزینه های کشاورز و در نتیجه کاهش کارایی می گردد. بطور کلی بیشترین حجم ضایعات پسته مربوط به پس از برداشت و در مرحله فرآوری می باشد. به همین جهت ضایعات پسته به مجموعه مواد گفته می شود که هنگام پوست گیری از پسته تازه در دستگاه (یا چرخ) پوست گیری پس از جدا شدن دانه پسته باقی می ماند و ترکیبی از پوسته نرم و رنگین روی پسته (ایپیکارپ)، خوشه هایی که دانه های پسته به آنها متصل بوده اند و برگ درخت می باشد. این مجموعه از مواد را همچنین به نامهای پس مانده های فرآیند پوست گیری پسته تازه، ضایعات پسته و فرآورده های جنبی درخت پسته نیز نامیده اند [۳]. تجربه نشان داده است که از هر سه کیلوگرم بار پسته ای که از باغ به ترمینال ضبط پسته وارد می شود یک

کیلوگرم پسته خشک حاصل می شود. دو کیلوگرم باری که در ترمینال باقی می ماند همین ضایعات پسته هستند. با توجه به اینکه حدود دو سوم وزن این ضایعات نیز آب است می توان گفت که نزدیک به ۶۶۰ گرم ماده خشک خالص از این ضایعات پسته به دست می آید [۳]. در نتیجه حدود ۶۶ درصد وزن پسته خشک تولیدی، ماده خشک به صورت ضایعات پسته وجود دارد، بررسی های انجام شده این رقم را برابر با ۵۳ درصد گزارش نموده است. به هر حال می توان گفت که با فرض تولید ۲۵۰ هزار تن پسته خشک در سال، ۱۳۲ تا ۱۶۵ هزار تن ضایعات پسته وجود خواهد داشت. در این بین پوسته نرم رویی به عنوان جزء غالب، ۵۳ تا ۸۱ درصد این ضایعات را تشکیل می دهد. خوشه پسته که به عنوان یک جزء خشبی و بدخوراک به شمار می رود، حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد ضایعات پسته را تشکیل می دهد. برگ معمولاً مقادیر کمتر از ۱۰ درصد، پوسته چوبی و مغز مقادیر کمتر از ۰,۵ و تا حداکثر ۵ درصد را نشان داده اند [۳].

همچنین سالانه در ترمینالهای فرآوری پسته حجم زیادی آب مصرف و به طبع آن حجم زیادی از فاضلاب آلوده به مواد فنولی پوست پسته نیز تولید می گردد که موجبات آلودگی فرآیندهای محیط زیست خواهد شد.

مصرف بالای آب و انرژی همواره یکی از معضلات جدی کشور بوده است، مشکلی که گاه در فصول مختلف سال نمود بیشتری پیدا می کند و ذهن بسیاری را برای یافتن راهکارهای مناسب به خود مشغول می سازد. بیشترین میزان مصرف آب در ایران در بخش کشاورزی و صنایع وابسته به آن می باشد که با استفاده از راهکارهای علمی جهت مصرف بهینه و افزایش بهره وری مصرف آب می توان تا حد بسیار زیادی از هدر رفت منابع محدود آبی کشور جلوگیری نمود [۴].

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد گیاهی

پسته رقم اوحدی از باغات شهرستان کرمان منطقه ماهان تهیه و به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان منتقل گردید و پس از جداسازی شاخ و برگ و مواد زاید، وزن شده و به دو نمونه تقسیم و هر کدام از نمونه ها خشک شدند.



B

Fig 1 pistachio drying steps. A: drying in usual method. B: drying with epicarp method.

۲-۲-۲- آزمايشات انجام شده

۲-۲-۱- اندازه گيري وزن كل، وزن مغز و وزن پوست

شاخي

در پايان ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز از زمان خشك شدن تعداد ۱۰۰ عدد پسته بطور تصادفي از هر تيمار انتخاب و وزن آنها توسط ترازوي دييجيتال (sartorius مدل GE412) با دقت ۰/۰۱ اندازه گيري شد. وزن مغز و وزن پوست نيز با همان ترازو اندازه گيري شد.

۲-۲-۲- آزمون رنگ پوست شاخي

رنگ پوست شاخي بعد از گذشت ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز از زمان خشك شدن، اندازه گيري شد. از هر تيمار تعداد ۱۲ نمونه (هر نمونه شامل ۱۰ عدد پسته) انتخاب و با دستگاه طيف سنج (مدل TES135A ساخت تايوان) رنگ پوست شاخي اندازه گيري و شاخص هاي L^* , a^* , b^* از دستگاه خوانده شد و شاخص هاي Hue angle و Chroma با استفاده از فرمول هاي زير بدست آمد.

$$\text{معادله ۱- } H = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad \text{Hue angle}$$

$$\text{معادله ۲- } C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{Chroma}$$

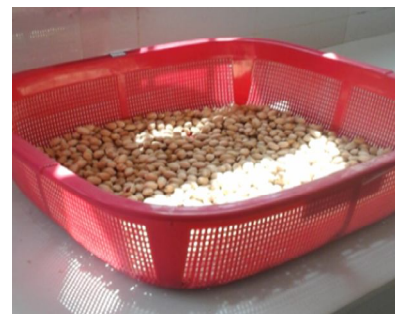
۲-۲-۳- اندازه گيري رطوبت

ميزان رطوبت پسته ها با آون دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد و فرمول زير اندازه گيري شد [۵].

$$\text{معادله ۳- } H = (A-a) \div b \times 100$$

يکي از نمونه ها بدون جدا کردن پوست رويي يعنى همراه با اپيکارپ، با جريان ملايم هوا بوسيله پنکه در سايه، خشك شد. پس از گذشت ده روز، محتوای رطوبت نهايي مغز به حد قابل قبول (در حد پسته خشك) رسيد و آثاری از کپک زدگی و رشد قارچ در آنها مشاهده نگرديد. نمونه دوم به روش معمول، ابتدا پوست رويي جدا و سپس شسته شده و با شناوري در آب، پسته های پوک و گوها^۱ و همينطور پسته های روآبی^۲ و زيرآبی^۳ جدا شدند. دانه ها براساس وزن حجمی در آب جدا می شوند، پسته های رسیده و پر مغز سنگين تر بوده و ته نشين شده که به آنها پسته های زيرآبی گفته می شود. پسته های نارس چون وزن مغز آنها کامل نشده در آب شناور هستند و به آنها پسته های روآبی گفته می شود. پسته های پوک (دارای منفذ خالی) و زودخندان که تا حدودی خشك هستند به همراه مواد زايد روي سطح آب قرار می گيرند. سپس نمونه های جدا شده روآبی و زيرآبی در سبد و در معرض آفتاب بعد از ۵ روز خشك شدند.

بعد از خشك شدن، نمونه ها داخل گونی های کفني، به مقدار ۳۵۰-۲۵۰ گرم در هر بسته در دمای اتاق نگهداری و هر ۳۰ روز یکبار تا سه ماه مورد آزمايشات فيزيکی، شيميایی و حسی قرار گرفتند.



A

۱. پسته هایی که پوست رويي آنها جدا نمی شود و چسبیده به پوست استخوانی است که عمدتاً پوک هستند.

2. Floaters
3. sinkers

گردید. آمونیاک تقطیر شده در ارلن مایر با محلول اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال تیتراشد. از متیل رد به عنوان شناساگر استفاده شد. میزان اختلاف حجم اسید مصرف شده برای نمونه با حجم اسید مصرف شده برای شاهد نشان دهنده مقدار نیتروژن موجود در نمونه است. درصد پروتئین از معادله زیر بدست آمد [۵].

$$\text{معادله ۷-} \%P = (\text{فاکتور پروتئین در پسته : } 5,30)$$

$$\%N \times 5.30$$

$$\%N = (V-v) \times n \times 14 \times 100 / W \times 1000$$

(درصد پروتئین: P، درصد نیتروژن: N، حجم اسید مصرفی برای نمونه: V، حجم اسید مصرفی برای شاهد: v، نرمالیت اسید: n، وزن نمونه به گرم: W)

۲-۲-۸- اندازه گیری خاکستر

جهت اندازه گیری درصد خاکستر، مقدار ۲ گرم از مغز پودر شده پسته وزن و در کوره ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت سوزانده تا خاکستر گردد. بعد از سرد شدن و وزن کردن به کمک معادله زیر میزان خاکستر به دست آمد [۵].

$$\text{معادله ۸-} k = (A-a) \div b \times 100$$

(درصد خاکستر: k، وزن نمونه همراه با بوتله چینی بعد از کوره: A، وزن بوتله چینی خالی: a، وزن نمونه: b)

۲-۲-۹- اندازه گیری کربوهیدرات

درصد کربوهیدرات با استفاده از فرمول زیر بدست آمد [۵].

$$\text{معادله ۹-} C = D - (F + L + P + K)$$

(درصد کربوهیدرات: C، درصد ماده خشک: D، درصد فیبر: F، درصد چربی: L، درصد پروتئین: P، درصد خاکستر: K)

۲-۲-۱۰- اندازه گیری محتوای ترکیبات فنولی

میزان ۰/۲ گرم پودر مغز و پوست روی پسته، مورد استفاده قرار گرفت. برای استخراج ترکیبات فنولی، حلال متانول حاوی ۱ درصد اسید کلریدریک استفاده شد. سپس عمل هم زدن به مدت ۲ ساعت بر روی شیکر (KS 260 basic, IKA, Germany) انجام گرفت. مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۴۰۰۰g سانتریفوژ گردید. سپس در مرحله بعد، مایع شفاف رویی برای اندازه گیری محتوای ترکیبات فنولی مورد استفاده قرار گرفت. مقدار ۰/۱ میکرولیتر عصاره استخراج شده با ۰/۷۵ میلی لیتر واکنشگر فولین سیوکالتو (رقیق شده به میزان ۱۰ برابر با آب مقطر) مخلوط شد و به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق

(درصد رطوبت: H، وزن نمونه همراه با ظرف بعد از اون A، وزن ظرف خالی: a، وزن نمونه: b)

۲-۲-۴- اندازه گیری ماده خشک

درصد ماده خشک با استفاده از درصد رطوبت و فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{معادله ۴-} D = 100 - H$$

(درصد ماده خشک: D، درصد رطوبت: H)

۲-۲-۵- اندازه گیری چربی

اندازه گیری چربی به روش سوکسله انجام شد. به این ترتیب که حدود ۲ گرم از پودر مغز پسته، در یک کاغذ صافی بدقت وزن و در خشک کن الکتریکی به مدت ۳ ساعت خشک شد. پودر خشک شده بخوبی در کاغذ صافی قرار گرفت و در دستگاه سوکسله قرار داده شد. با استفاده از حلال دی اتیل اتر و مدت ۸ ساعت میزان چربی اندازه گیری و درصد چربی با فرمول زیر محاسبه گردید [۵].

$$\text{معادله ۵-} L = (A-a) \times 100 / W$$

(L: درصد چربی، A: وزن فلاسک با چربی، a: وزن فلاسک خالی، W: وزن نمونه)

۲-۲-۶- اندازه گیری فیبر

فیبر موجود در مواد غذایی نشانگر مواد هضم نشدنی است. به کمک اسید رقیق جوشان مواد پروتئینی و کربوهیدراتی هیدرولیز گردید. سپس به کمک مواد قلیایی، چربی نمونه ها صابونی شد (برای سهولت کار بهتر است که ابتدا چربی مواد غذایی جدا شود). در این دو مرحله بسیاری از مواد معدنی حل شدند. آنگاه باقیمانده مواد که عمدتاً از مواد فیبری است صاف و پس از خشک کردن وزن گردید. مقدار فیبر موجود در نمونه به کمک معادله زیر محاسبه شد [۵].

$$\text{معادله ۶-} F = (A-a) \times 100 / W$$

(درصد فیبر: F، وزن کروزه پیش از سوزاندن: A، وزن کروزه بعد از سوزاندن: a، وزن نمونه: W)

۲-۲-۷- اندازه گیری پروتئین

برای اندازه گیری پروتئین از روش ماکروکلدال استفاده شد. مقدار ۱/۴ گرم از پودر مغز پسته، بدقت با ترازوی دیجیتال وزن شد. سپس به آن ۰/۷ گرم اکسید جیوه، ۱۵ گرم سولفات پتاسیم و ۳۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ اضافه شد. پس از حرارت دادن برای مدت کوتاهی، فلاسک حاوی محتویات مذکور سرد شد و به آن ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه و تقطیر

اضافه شد. سپس جذب آن در طول موج ۵۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد [۷].

- تهیه منحنی استاندارد

برای تهیه منحنی استاندارد، کلیه مراحل بالا بدون استفاده از نمونه روغن یا چربی انجام شد. به جای نمونه، مقادیر مختلف کلرید آهن II، ۵۰ میکرولیتر محلول نارنجی اکسیدانول و به اندازه کافی محلول کلروفورم/متانول (به نسبت ۷:۳) تارسیدن به حجم ۱۰ میلی لیتر اضافه شد. حجم محلول کلرید آهن II از ۰ تا ۲ میلی لیتر است. خواندن جذب برای لوله آزمایش تنها با محلول نارنجی زایلنول و کلروفورم/متانول (۷:۳) بود که نشان دهنده جذب خالص است. محاسبه PV (اندیس پراکسید) با استفاده از فرمول زیر انجام شد [۷].

$$PV = \frac{(AS - AB) \times mi}{(W \times 55.84 \times 2)} - 10$$

۲-۲-۱۲- آزمون‌های حسی

جهت انجام آزمون‌های حسی از هر تیمار مقداری نمونه بطور تصادفی انتخاب شد. طبق پرسشنامه زیر ارزیابی رنگ، بافت (تردی و سفتی بافت)، طعم و مزه، عطر و بو و پذیرش کلی توسط ۱۲ نفر انجام شد. افراد انتخاب شده در رنج سنی ۲۵-۳۵ سال و دارای سطح تحصیلات آکادمیک بودند. افراد درخصوص نحوه تست و امتیاز دهی آموزش دیدند.

قرار گرفت. سپس ۰/۷۵ میلی لیتر بی کربنات سدیم (۶۰ گرم/لیتر) به مخلوط اضافه شد و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای اتاق و در جای تاریک نگهداری گردید. جذب نمونه ها در طول موج ۷۲۵ نانومتر اندازه گیری شد. برای تهیه منحنی استاندارد از اسید گالیک استفاده و نتایج به صورت میلی گرم اسید گالیک بر گرم وزن میوه‌ی تازه بیان گردید [۶].

۲-۲-۱۱- اندازه گیری شاخص پراکسید روغن پسته

-تهیه روغن پسته

ابتدا مقدار ۳۰ گرم از مغز پسته کاملا پودر شده با ترازوی دیجیتال (sartorius مدل GE412) با دقت ۰,۰۱ وزن شد و سپس مقداری N-هگزان روی نمونه‌های پودر شده ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط نگهداری گردید، پس از جداسازی حلال، روغن پسته بدست آمد.

- اندازه گیری شاخص پراکسید

مقدار یک گرم از روغن استخراج شده وزن و به لوله شیشه‌ای بوریلیکات ۱۶×۱۲۵ میلی متری منتقل شد. ۱۰ میلی لیتر از محلول کلروفورم/متانول آماده شده به نسبت ۷:۳ اضافه و به مدت ۲ تا ۴ ثانیه هم‌وزن شد. دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV/VIS 2802 Unic) در طول موج ۵۶۰ نانومتر تنظیم شد. دستگاه با محلول کلروفورم/متانول صفر گردید و سپس ۵۰ میکرولیتر محلول نارنجی از اکسیدانول به نمونه اضافه و پس از ۲ تا ۴ ثانیه، ۵۰ میلی لیتر از محلول کلرید آهن II

Table 1 Organoleptic evaluation of dry pistachio with epicarp (treatment (1): processing with epicarp, treatment (2) showed processing general method (buoy), and treatment (3) showed the treatment processing general method (subaqueous)

General acceptance	Taste	Odour (aroma)	Texture	Color	Treatment
					(1)
					(2)
					(3)
Excellent (9) good (7) average (5) bad (3) very bad (1)					

و در دمای اتاق نگهداری شدند و پس از ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز نگهداری برای بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی و حسی مورد استفاده قرار گرفتند. تجزیه آماری نتایج بدست آمده به کمک نرم افزار SPSS20 انجام شد. رسم نمودار با استفاده از Excel و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش بصورت آزمایش طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تیمار (تیمار پسته‌های فرآوری شده همراه با اپیکارپ، تیمارهای پسته روآبی و زیرآبی فرآوری شده به روش معمول) انجام شد. پس از خشک کردن، نمونه‌های هر تیمار داخل گونی‌های کتفی به میزان ۲۵۰-۳۵۰ گرم در هر بسته، بسته بندی

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر نوع فرآوری بر خصوصیات فیزیکی

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، نوع فرآوری میوه پسته رقم اوحدی تاثیر معنی داری بر وزن میوه و وزن مغز و پوست پسته نداشت (شکل ۲). کاشانی نژاد و همکاران وزن هر دانه پسته را در رطوبت ۳/۵ تا ۴٪ به طور متوسط ۰/۵۱ تا ۰/۸ گرم تخمین زدند که با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر همخوانی دارد [۸]. در این پژوهش بطور متوسط وزن هر دانه پسته فرآوری شده با روش همراه با اپیکارپ با پوست ۱/۰۴ گرم و وزن مغز پسته ۰/۳۵ گرم بود درحالیکه وزن هر دانه پسته فرآوری شده به روش معمول روآبی و زیرآبی با پوست به ترتیب ۰/۸۲ و ۰/۸۶ گرم بود و وزن مغز پسته فرآوری شده به روش معمول روآبی و زیرآبی به ترتیب ۰/۳۹ و ۰/۴۳ گرم بود، که تفاوت معنی داری با روش همراه با اپیکارپ نداشتند. کمانگر و همکاران در پژوهشی در سال ۱۹۷۵ وزن ۱۰۰ عدد پسته را از ۷۸/۵ تا ۱۳۶/۹ گرم بدست آوردند. و این پسته‌ها حاوی ۵۸/۹-۴۴/۱٪ مغز بودند. آنها رطوبت مغز را ۲/۵-۴/۱٪ گزارش کردند که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت دارد.

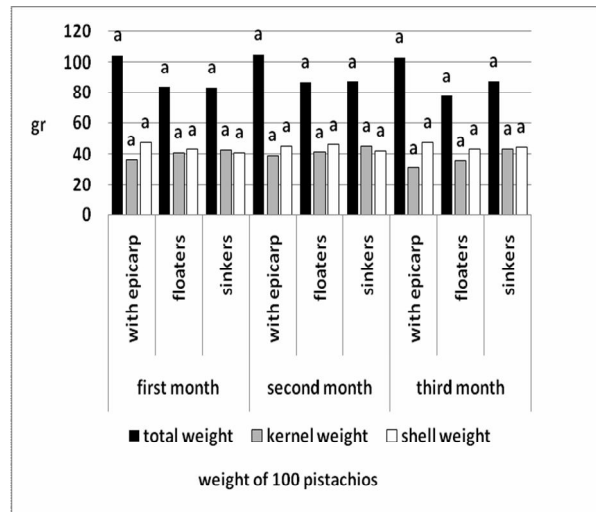


Fig 2 The effect of processing type and storage time on physical properties pistachios (*Ohadi* cultivar). The mean of each treatment with the same characters is not statistically significant at the 5% Duncan multidimensional test

همچنین نتایج نشان دادند، میزان رطوبت مغز در تیمارهای مختلف در سه زمان اندازه‌گیری با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشت. اما زمان نگهداری پس از فرآوری بر درصد رطوبت تاثیر معنی داری داشت. بطوریکه میزان رطوبت مغز میوه در ماه

های اول و دوم با هم تفاوت چندانی نداشت اما میانگین رطوبت مغز در ماه سوم کمتر بود که این می تواند به دلیل زمان نگهداری طولانی‌تر و تبخیر تدریجی رطوبت موجود در میوه در اثر حرارت محیط باشد (شکل ۶).

خصوصیات فیزیکی از جمله وزن پسته و مغز آن ارتباط مستقیمی با درصد رطوبت آن دارند [۸]. خشک کردن موجب کاهش ابعاد (طول، عرض و ارتفاع) و جرم و متعاقب آن حجم و افزایش دانسیته می‌گردد [۹].

درصد رطوبت مغز نیز تحت تاثیر مستقیم فرآیند خشک کردن پسته می‌باشد. همانطور که گفته شد میزان رطوبت تاثیر مستقیمی بر ابعاد وضعیت ظاهری و وزن پسته دارد [۸]. از جمله مشکلاتی که بر سر راه ذخیره سازی و انبارداری پسته وجود دارد درصد رطوبت محصول است که این محصول را در معرض فساد قرار می‌دهد [۱۰].

در آلودگیهای قارچی مهمترین عامل برای جوانه‌زنی اسپور قارچ آب است [۱۱]. همین امر اهمیت فرآوری و کاهش درصد رطوبت را نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر نوع فرآوری تاثیر معنی داری بر میزان رطوبت نداشته و به تناسب آن تاثیری بر وزن دانه‌های پسته نیز نداشت که این نشان دهنده اینست که تیمار همراه با اپیکارپ که روش آسانتر و به صرفه‌تری برای فرآیند خشک کردن پسته است از توجه بهتری برخوردار می‌باشد.

کیفیت محصول خشک شده و ارزش آن به شدت تحت تاثیر خشک شدن قرار می‌گیرد. محصولاتی که در دماهای پایین خشک شده‌اند، در زمان انبارداری ثبات بیشتری نشان می‌دهند اما نیاز به زمان فرآوری بیشتری دارند. فعالیت کم آب باعث کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها می‌شود، ولی میزان اکسیداسیون چربی‌ها را افزایش می‌دهد [۱۲]. بنابراین، ایجاد شرایط مطلوب خشک کردن برای جلوگیری از آسیب در کیفیت پسته مهم است. در مقایسه با سایر محصولات غذایی، مطالعات پیرامون خشک شدن پسته و اثر آن بر کیفیت پسته بسیار محدود است.

۳-۲- تاثیر نوع فرآوری بر رنگ پوست شاخی

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، شاخص L^* در تست رنگ پوست شاخی پسته رقم اوحدی در مقایسه میانگین تیمارهای انجام شده در سه زمان اندازه‌گیری از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن با یکدیگر تفاوت معنی داری داشتند و بالاترین میزان شاخص مربوط به تیمار

رنگ غذاها در واقع بیشتر حاصل بازتابش نور است و نور عبوری نقش مهمی در فرآیند دید و پذیرش رنگ ندارد [۱۴]. رنگ سطح غذا مهمترین عامل در رد یا پذیرش غذا در تمام پروسه‌های غذایی است. بنابراین یک شاخص کیفی است که بیانگر ناهنجاری یا عیوب در تمام محصولات غذایی می‌باشد. شناسایی رنگ می‌تواند هم توسط خواص حسی انسان و هم بوسیله ابزارهای فیزیکی صورت گیرد. اگرچه پردازش تصاویر توسط انسان بسیار قدرتمند است اما وابسته به شخص است و از فردی به فرد دیگر در تمام پارامترهای خود، متغیر است. همچنین استفاده از افراد بسیار زمانبر بوده و نیاز به تعلیمات یکسان دارد. بنابراین استفاده از ابزارهایی جهت شناسایی کیفیت رنگی غذاها لازم است. در حال حاضر از فضاهای رنگی و ارزشهای وابسته عددی برای ایجاد و ارائه و تصویرسازی رنگها در فضاهای دوبعدی و سه‌بعدی استفاده می‌شود [۱۵].

به منظور پی بردن به اهمیت پارامترهای رنگی در خشک کردن مواد غذایی، آگاهی از تعاریف فیزیکی آنها حائز اهمیت است [۱۶].

معمولاً رنگ غذاها در سیستم b^* ، a^* ، L^* اندازه‌گیری می‌شود. فضای رنگی $L^*a^*b^*$ یا CIELab یک استاندارد بین المللی برای اندازه‌گیری رنگ است که توسط کمیسیون بین المللی روشنایی (CIE) در سال ۱۷۹۶ ارائه گردید. L^* جزء نشان دهنده روشنایی می‌باشد و بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است و پارامترهای a^* (از سبز تا قرمز) و b^* (از آبی تا زرد) اجزای رنگی می‌باشند که بین ۱۲۰ تا ۱۲۰- متغیر هستند [۱۷].

شاخص Chroma میزان اشباع شدگی و شدت رنگ را نشان می‌دهد و Hue angle در ارزیابی پارامترهای رنگی سبزیجات، میوه جات و گوشتها استفاده شده و زاویه ۰ یا ۳۶۰ درجه نشان دهنده رنگ قرمز و زاویه های ۹۰ و ۱۸۰ و ۲۷۰ درجه به ترتیب بیانگر رنگ زرد، سبز و آبی می‌باشد [۱۸].

خشک کردن موجب تغییر در پارامترهای رنگ سنجی پسته و تیره شدن پسته‌های فرآیند شده نسبت به نمونه خام می‌شود. با توجه به تأثیر چشمگیر ویژگی‌های ظاهری بر مشتری پسندی محصولات می‌توان این ویژگیها را با بهبود شرایط خشک کردن در نمونه فرآیند شده به نمونه خام نزدیک کرد [۹].

شکافتن زود هنگام پوست رویی و بالارفتن دما در توده محصول برداشت شده قبل از پوست گیری از مهمترین عوامل

روش معمول زیرآبی است. شاخص b^* درمقایسه میانگین تیمارهای انجام شده از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن با یکدیگر تفاوت معنی داری داشتند. بطوریکه بالاترین میزان این شاخص مربوط به تیمار روش معمول زیرآبی و کمترین آن مربوط به روش معمول روآبی بود. درحالیکه روش همراه با اسپکارپ با این دوروش تفاوت معنی داری نداشت، شاخص a^* نیز از نظر آماری تفاوت معنی داری در سه تیمار مقایسه شده نشان نداد (شکل ۳).

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، شاخص Hue درمقایسه میانگین تیمارهای انجام شده از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند. اما زمان نگهداری تفاوت معنی داری بر این شاخص داشت و بالاترین میزان این شاخص در ماه سوم نگهداری پس از فرآوری بود. شاخص Chroma نیز بین تیمارها تفاوت معنی داری نداشت. ولی زمان نگهداری پس از فرآوری، تفاوت معنی داری بر این شاخص داشت بطوریکه کمترین میزان این شاخص در ماه دوم نگهداری بدست آمد (شکل ۳).

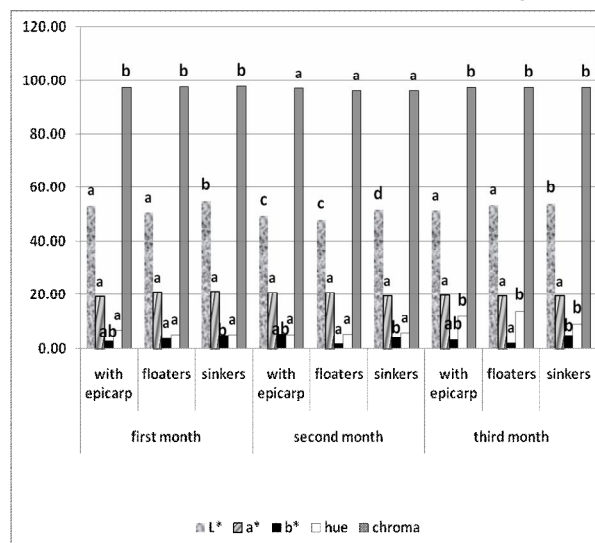


Fig 3 The effect of processing type and storage time on the color of shell pistachios *Ohadi* cultivar. The mean of each treatment in each attribute (index) with the same letters does not have a significant difference in the level of 5% of Duncan's multiple range test.

رنگ از جنبه‌های کیفی مهم محصولات فرآوری نشده و فرآوری شده می‌باشد. رنگ به همراه طعم و بافت نقش مهمی در مقبولیت محصولات ایفا می‌کند و اولین عاملی است که باعث افزایش جلب توجه مشتری می‌شود [۱۳].

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر در ارزیابی حسی انجام شده بین تیمارهای اعمال شده، تفاوت معنی داری در خصوصیات بافت، طعم، عطر و بو و مزه و پذیرش کلی وجود نداشت و افراد ارزیابی کننده تنها رنگ ظاهری تیمار فرآوری شده با روش معمول زیرآبی را بهتر پسندیدند و از نظر آنها رنگ ظاهری تیمار همراه با اپیکارپ از محبوبیت کمتری برخوردار بود. در کل آنها تفاوتی بین تیمارهای مختلف از لحاظ ارزیابی حسی قائل نشدند (شکل ۴).

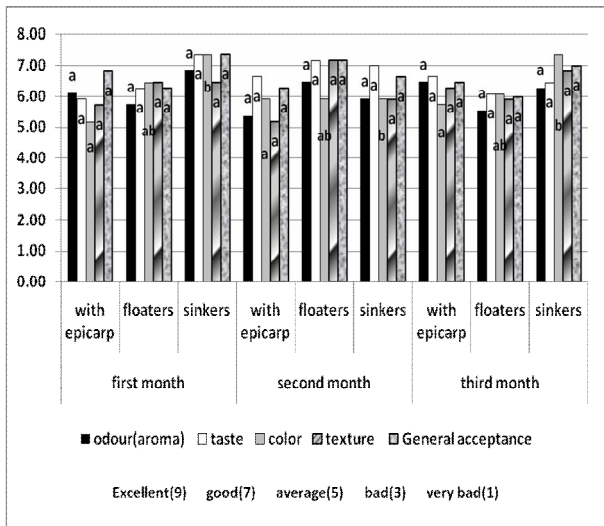


Fig 4 The effect of processing type and storage time on the organoleptic properties of kernel of pistachios *Ohadi* cultivar. The mean of each treatment in each attribute with the same letters does not have a significant difference in the level of 5% of Duncan's multiple range test.

تغییر طعم تحت فاکتورهای دما، زمان و همچنین اثر متقابل دما و زمان است. با افزایش زمان نگهداری و دما میزان طعم کاهش می یابد که علت آن فساد روغن، انجام واکنشهای اتواکسیداسیون و ایجاد طعم و بوی نامطلوب در روغن می باشد [۲۳]. آزمون حسی طعم و مزه نشان داد که مصرف کنندگان، پسته خشک شده در دمای ۷۵ °C را ترجیح می دهند [۲۲].

تغییرات بافت نیز تحت تاثیر فاکتورهای دما و زمان است. با افزایش دما و زمان نگهداری، سختی بافت کاهش می یابد. بطور کلی نتایج تحقیقات نشان داده است با افزایش دما و زمان نگهداری میزان پذیرش کلی پسته کاهش می یابد. پسته های نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد پذیرش کلی بیشتری نسبت به پسته های نگهداری شده در ۴۰ درجه سانتیگراد دارند [۲۳].

لکه دار شدن پوست شاخی پسته می باشد. علاوه بر این لکه دار بودن پوست پسته یکی از نشانه های آلودگی به افلاتوکسین می باشد و این امر به عدم بازار پسندی محصول می انجامد [۱۹]. همانطور که در بخش نتایج بیان گردید در پژوهش حاضر شاخصهای a^* , Hue, Chroma تفاوت معنی داری بین تیمارهای انجام شده وجود نداشت. که نشان می دهد نوع فرآوری تاثیری بر میزان قرمزی و شدت رنگ پوست شاخی محصول ندارد.

اما شاخص L^* که میزان روشنی پوست را نشان می دهد در تیمارهای انجام شده تفاوت معنی داری داشته و تیمار فرآوری با روش معمول زیرآبی دارای بالاترین میزان روشنی پوست شاخی بود.

میزان زردی پوست یا همان شاخص b^* در تیمارهای فرآوری با روش معمول زیرآبی و روآبی تفاوت معنی داری داشت در حالیکه این دو تیمار با تیمار روش همراه با اپیکارپ تفاوتی نداشت و از این لحاظ بین این دو تیمار قرار گرفت. بالاترین میزان شدت این رنج رنگ مربوط به تیمار فرآوری با روش معمول زیرآبی بود. نتایج کلی رنگ سنجی پوست شاخی نشان داد که تیمار همراه با اپیکارپ با پسته های فرآوری شده به روش معمول زیرآبی تفاوت معنی داری ندارند.

یکی از مهمترین عوامل قیمت گذاری پسته خام برای صادرات رنگ پوسته استخوانی است. برای حفظ کیفیت ظاهری باید از تاخیر در برداشت اجتناب کرد و فاصله بین برداشت و حذف پوست رویی را به حداقل رساند [۲۰]. که این می تواند به علت پوسیدن پوست رویی بر روی محصول باشد که باعث کاهش کیفیت رنگ پوست شاخی شود و البته با مدیریت درست، خشک کردن پوست رویی و جلوگیری از فساد آن می توان این تغییر رنگ پوست شاخی را کنترل کرد و با وجود ترکیبات فنلی بالا در پوست رویی کیفیت مغز آن را تضمین نمود.

۳-۳- تاثیر نوع فرآوری بر خصوصیات حسی

مغز پسته دارای طعمی خوشایند، رنگ سبز و پوسته ظریف قهوه ای کم رنگ است که احتیاج به برداشتن این پوسته هنگام مصرف نیست. این پوشش قهوه ای حاوی آنتی اکسیدانهای است که این دانه روغنی را از اکسیژن هوا و تند شدن محافظت می کند. بعد از برداشتن این پوسته مغز پسته دارای رنگ سبزرشن است که نشان دهنده تازگی محصول است و بدلیل وجود کلروفیل در آن است [۲۱].

در روش سنتی خشک کردن پسته به دلیل طولانی بودن زمان خشک شدن، میزان چروکیدگی بیشتری خواهند داشت [۲۴]. Midilli رفتار خشک کردن پسته پوست‌گیری شده و پوست‌گیری نشده در یک سامانه خشک کن خورشیدی را مطالعه نمود. نتایج نشان داد که پسته‌های خشک شده در خشک کن خورشیدی با کمک جابجایی هوای اجباری در دمای 50°C ، در مدت زمان ۶ ساعت خشک شدند. در حالی که، نمونه‌های خشک شده در هوای آزاد (دمای 28°C) رضایت بخش نبودند. این محقق دلیل عدم رضایت‌بخش بودن روش خشک کردن آفتابی را به دلیل طولانی بودن زمان خشک کردن، خاک، گرد و غبار و حشرات مضر اعلام نمودند [۲۵].

دمای خشک شدن بر ویژگی‌های حسی پسته تأثیر می‌گذارد. عطر و طعم آن با برشته شدن در دمای بالا (۱۱۶-۱۳۸ درجه سانتیگراد) کاهش می‌یابد [۲۶]. خشک کردن و رسیدن به رطوبت مناسب (۴-۶٪) یک عامل مهم در کیفیت پسته است. پسته خشک شده با رطوبت ۴٪ در بالاترین رتبه تردی، و شیرینی قرار گرفته و پسته‌های با رطوبت بالاتر (۶-۱۱٪) سفتتر و تلخ هستند [۲۷].

۳-۴- تأثیر نوع فرآوری بر خصوصیات

شیمیایی

شرایطی مانند دمای هوا، سرعت هوا، زمان خشک کردن، لایه ضخامت محصول کیفیت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. خشک کردن یکی از مهمترین مراحل فرآوری پسته است و بهینه سازی آن باعث بهبود کیفیت محصول نهایی می‌شود. تغییر پارامترهای درجه حرارت، سرعت جریان و رطوبت نسبی هوا تأثیر قابل ملاحظه ای بر خصوصیات کیفی، شیمیایی و میکروبی پسته خشک دارد [۲۸].

فرآیند خشک کردن تأثیر قابل توجهی بر کیفیت محصول خشک شده و قیمت آن دارد. محصولاتی که در درجه حرارت پایین تر خشک می‌شوند، خاصیت انبارمانی بهتری دارند اگر چه زمان خشک کردن آنها طولانی تر است. از این رو بدست آوردن شرایط بهینه خشک کردن پسته برای جلوگیری از افت کیفیت محصول نهایی ضروری است [۲۸].

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نوع فرآوری انجام شده تأثیری بر میزان ماده خشک و خاکستر مغز پسته نداشت ولی میزان فیبر تحت تأثیر نوع فرآوری بوده و پسته های فرآوری شده با روش معمول زیرآبی دارای بالاترین میزان فیبر

در مغز پسته بودند. و پسته‌های فرآوری شده با روش معمول روآبی دارای کمترین میزان فیبر بودند ولی تیمار روش همراه با اپیکارپ تفاوت معنی‌داری با دو روش قبلی نداشت. می‌توان گفت خشک کردن پسته همراه با اپیکارپ اثر سوئی بر میزان فیبر ماده خشک و خاکستر مغز پسته ندارد (شکل ۷ و ۵).

میانگین درصد فیبر در نمونه‌های فرآوری شده همراه با اپیکارپ $3/38\%$ ، در روش معمول روآبی $2/5\%$ و در روش معمول زیرآبی $4/6\%$ درصد بود که این بالاتر از نتایج بدست آمده از پژوهش کمانگر و فرسام (۱۹۷۷) بود آنها میزان فیبر موجود در مغز پسته را $1/7$ تا 2 ٪ اعلام کردند [۲۹].

میزان کربوهیدرات مغزپسته تحت تأثیر نوع فرآوری بوده و میزان کربوهیدرات در تیمارهای روآبی و زیرآبی با یکدیگر متفاوت بود اما تیمار همراه با اپیکارپ تفاوت معنی‌داری با دو تیمار دیگر نداشت. بالاترین میزان کربوهیدرات مربوط به تیمار روش معمول روآبی بود. همچنین نتایج نشان داد با افزایش زمان نگهداری میزان کربوهیدرات کاهش می‌یابد و کمترین میزان کربوهیدرات در ماه سوم نگهداری پس از فرآوری بود (شکل ۵).

کمانگر و همکاران در سال ۱۹۷۷ میزان کربوهیدرات موجود در مغز پسته را بین ۱۴ تا ۱۸ درصد اندازه‌گیری کردند که با نتایج بدست آمده از این پژوهش همخوانی دارد [۲۹]. نتایج حاصله نشان دادند که میانگین درصد کربوهیدرات پسته‌های فرآوری شده به روش همراه با اپیکارپ $14/5\%$ ، روش معمول روآبی $15/4\%$ و روش معمول زیرآبی $12/4\%$ بود. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که روش فرآوری همراه با اپیکارپ اثر نامطلوبی بر میزان کربوهیدرات مغز پسته نداشت و می‌تواند به عنوان روش جایگزین روش‌های معمول باشد.

لو و همکاران در سال ۱۹۸۱ به این نتیجه رسیدند که فرآیند خشک کردن و برشته کردن، مقدار کل کربوهیدرات‌های موجود در مغز پسته را به میزان $27/95\%$ کاهش می‌دهد. همچنین آنها به این نتیجه رسیدند که میزان کاهش ساکارز بیشتر از سایر مونوساکاریدها است [۳۰].

نتایج آنالیز میزان پروتئین مغزپسته، نشان داد تیمارهای اعمال شده تأثیری بر میزان پروتئین نداشتند (شکل ۵). میزان پروتئین در روش فرآوری همراه با اپیکارپ $19/8\%$ ، در روش فرآوری معمول روآبی $20/3\%$ و روش فرآوری معمول زیرآبی $19/9\%$

اپیکارپ ۷/۸٪، روش معمول زیرآبی ۷/۷٪ و روش معمول روآبی ۸/۰۵٪ بود (شکل ۷).

اگرچه کیفیت مغز پسته و میزان موادغذایی آن بسیار تحت تاثیر تغذیه و مدیریت باغ است اما عملیات فرآوری صحیح پس از برداشت نیز بر کیفیت مغز آن تاثیر به سزایی دارد [۳۱]. فرآیند خشک کردن، می‌تواند باعث واکنش‌های نامطلوب و کاهش کیفیت، به دلیل ایجاد رنگ و طعم‌های نامطلوب گردد [۱۲].

مغز پسته حاوی مقدار بالایی از چربی و اسیدهای چرب غیر اشباع است. هیدرولیز چربیها باعث اسیدی شدن مواد غذایی می‌شود و همین امر پسته را بسیار حساس به اکسیداسیون چربیها نموده است. هیدروپراکسیدها، که عمده محصولات اکسیداسیون چربی هستند، می‌توانند به محصولات ثانویه مانند آلدئیدها، الکلها، کتونها یا اسیدها بشکنند و باعث بوجود آمدن بو و طعم بد شوند. این محصولات ثانویه، و همچنین پراکسیدها و رادیکال‌های آزاد لیپیدی می‌توانند با پروتئین‌ها و ویتامین‌ها واکنش دهند، باعث کاهش خواص تغذیه‌ای و مواد غذایی پسته شوند [۳۲].

محتوای اسیدهای چرب آزاد تحت تاثیر روش خشک کردن نیست. برخی از فرآیندهای فرآوری مانند خشک کردن ممکن است باعث افزایش هیدرولیز چربی شود. از آنجا که کل مقدار اسیدهای چرب آزاد در تمام روش‌های خشک کردن تقریباً یکسان است کیفیت پسته از لحاظ این پارامتر قابل قبول است. که این مشابه نتایج بدست آمده توسط حسینی‌شکرایی است [۳۳]، البته میزان تفاوت اندک مورد مشاهده می‌تواند به دلیل وارپته پسته و شرایط داشته‌باشد.

۳-۵- تاثیر نوع فرآوری بر میزان پراکساید

روغن پسته

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، عدد پراکساید روغن پسته در تیمارهای مختلف در دو زمان اندازه‌گیری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشت و تیمار فرآوری به روش معمول زیرآبی دارای بیشترین میزان پراکساید بود. میزان پراکساید تیمارهای همراه با اپیکارپ و روش معمول روآبی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. زمان نگهداری پس از فرآوری در میزان پراکساید تیمارها موثر نبود (شکل ۵).

پسته شامل حدود ۵۰٪ روغن است که از آن در صنایع دارویی و لوازم آرایشی بدلیل خواص نرم‌کنندگی آن و محتوای بالای

بود که با نتایج بدست آمده از پژوهش کمانگر و همکاران همخوانی داشت. میزان پروتئین مغز پسته حدود ۱۵-۲۱ بیان شده بود [۲۹].

حرارت ملایم در طی خشک کردن مقدار اسید آمینه را تغییر می‌دهد. دمای بیشتر در طول برشته شدن مقدار اسید آمینه را ۸/۹۴٪ کاهش می‌دهد. محصول نهایی برشته شده از نظر اسیدهای آمینه به میزان ۵۴/۲۹٪ در مقایسه با پسته خام کاهش داشت [۳۰].

میزان چربی مغز تحت تاثیر نوع فرآوری بوده و پسته‌های فرآوری شده با روش معمول زیرآبی دارای بیشترین میزان چربی و تیمار روش معمول روآبی و همراه با اپیکارپ دارای کمترین درصد چربی مغز بودند (شکل ۵).

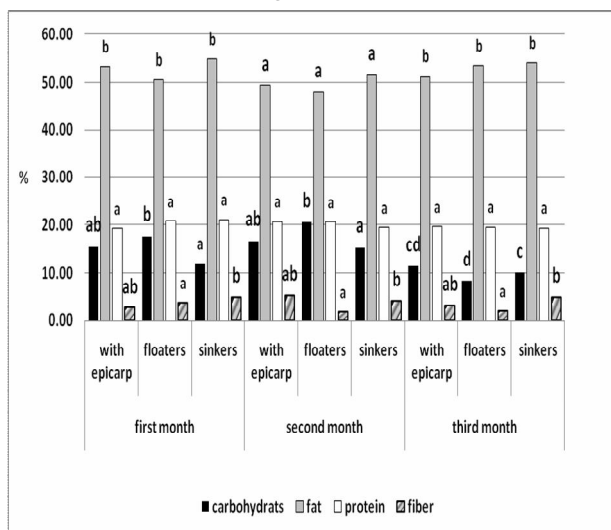


Fig 5 The effect of processing type and storage time on the physicochemical properties of kernel of pistachio *Ohadi* cultivar. The mean of each treatment in each attribute with the same letters does not have a significant difference in the level of 5% of Duncan's multiple range test.

مغز پسته منبع خوبی از چربی و اسیدهای چرب ضروری هستند و حدود ۵۰-۶۰ درصد چربی دارد [۲۹ و ۳۱]. میانگین درصد چربی مغز نمونه‌های فرآوری شده به روش همراه با اپیکارپ ۵۱/۲۷٪، روش معمول روآبی ۵۰/۶۶٪ و روش معمول زیرآبی ۵۳/۴۶٪ بدست آمد، که با نتایج بدست آمده از پژوهش فوق همخوانی دارد.

همچنین کمانگر و همکاران (۱۹۷۷) میزان خاکستر مغز پسته را حدود ۲/۲ تا ۲/۵٪ اعلام نمودند که از نتایج آزمایشات ما کمتر بود [۲۹]. نتایج بدست آمده ما نشان دادند که میانگین درصد خاکستر نمونه‌های فرآوری شده به روش همراه با

درجه حرارت نقش مهمی در عدد پراکسید دارد. عدد پراکسید پسته‌هایی که در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شده‌اند افزایش می‌یابد [۳۶].

ارنا و همکاران در پژوهشی در سال ۲۰۱۳ به این نتیجه دست یافتند که نگهداری پسته در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بعد از ۲۰ روز و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز باعث افزایش عدد پراکسید روغن می‌شود [۳۷].

ناظوری و همکاران در سال ۱۳۹۶ در پژوهشی روی کیفیت انبار مانی پسته تر به این نتیجه رسیدند که نمونه‌های با پوست تر و بدون پوست تر تا ۳۰ روز اختلاف زیادی در مقدار پراکسید نداشتند ولی بعد از ۴۵ روز مقدار آن در پسته‌های بدون پوست رویی به حداکثر رسید. پسته تر به طور قابل توجهی به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنلی موجود در پوست نرم خارجی و پوست قهوه‌ای مغز آن، کمتر در معرض اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع قرار می‌گیرد. نظر به این که مقدار پراکسید نمونه‌های با پوست رویی کمتر از نمونه‌های بدون پوست رویی بود می‌توان چنین نتیجه گرفت که حضور پوسته رویی عامل محافظت کننده بخشهای درونی در برابر ورود اکسیژن و در نتیجه کاهش فرآیندهای اکسیداسیون و تولید پراکسید و اسیدپسته است [۳۸].

در این پژوهش مشاهده گردید با نگهداشتن پوست رویی در زمان خشک کردن و نگهداری پسته میزان عدد پراکسید نسبت به روش معمول کمتر بوده و می‌توان آن‌ها را تا سه ماه پس از خشک کردن پسته در دما و شرایط معمولی اتاق (۲۵-۳۲ درجه سانتی‌گراد) بدون تاثیر اکسایشی بر چربی و ایجاد طعم و بوی بد نگهداری نمود.

۳-۶- تاثیر نوع فرآوری بر میزان فنل و خاصیت آنتی‌اکسیدانی پسته

فنول‌ها و پلی‌فنول‌های بافت‌های گیاهی بر سلامت و بهبود زندگی انسان اثر می‌گذارند. اثر آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضد میکروبی ترکیبات فنولی موجود در مغز و پوست پسته شناخته شده است. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از یک طرف باعث افزایش قدرت آنتی‌اکسیدان‌های پلاسما و از طرف دیگر باعث کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و سکنه مغزی می‌شوند و همچنین از پیشرفت سرطانها جلوگیری می‌کنند. علی‌رغم وجود آنتی‌اکسیدان‌های مختلف در پلاسما، سیستم دفاعی بدن به تنهایی قادر به از بین بردن رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در

ویتامین E استفاده می‌شود. علاوه بر این، همچنین می‌تواند در صنایع غذایی بدلیل تاثیر آن بر طعم و بوی غذا به عنوان یک ادویه استفاده شود [۳۴].

خشک کردن اجزای پسته را تحت تاثیر قرار می‌دهد اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر حساس هستند و بیشترین تغییر را در طول فرآوری نشان می‌دهند [۳۵].

از آنجا که هیدروپراکسیدها محصولات اصلی اکسیداسیون چربی هستند، محتوای آنها، یعنی عدد پراکسید، برای تعیین مراحل اولیه اکسیداسیون استفاده می‌شود. ارزش پراکسید نمونه‌های فرآوری شده به روش همراه با اپیکارپ و پسته‌های فرآوری شده با روش معمول روآبی کمتر از ۱ (meq/kg) بود. اما نمونه‌های فرآوری شده با روش معمول زیرآبی دارای عدد پراکسید ۲/۲ (meq/kg) بودند.

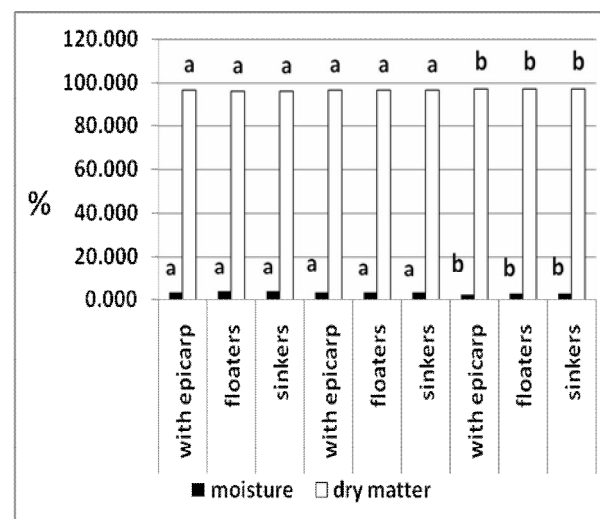
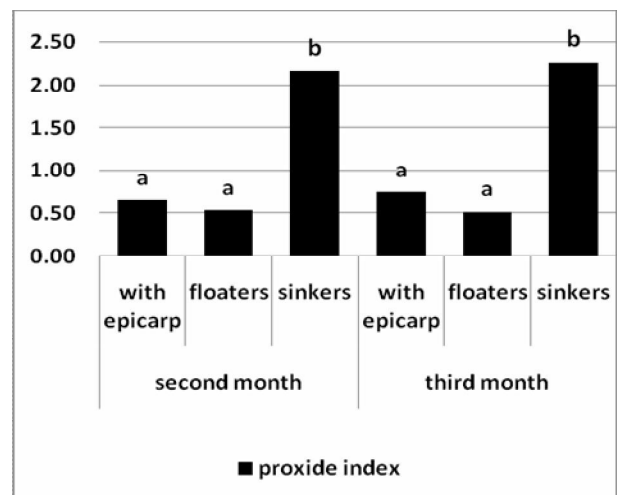


Fig 6 The effect of processing type and storage time on the physicochemical properties of pistachios *Ohadi* cultivar. The mean of each treatment in each attribute with the same letters does not have a significant difference in the level of 5% of Duncan's multiple range test.

تشکیل می دهد. مقدار رطوبت بالا زمان و انرژی بیشتری را در طول فرایند خشک کردن مصرف می کند [۴۲].

در پسته های حاوی پوست رویی آفلاتوکسین کمتری مشاهده می شود. یکی از عوامل مؤثر در آلودگی قارچی و تولید آفلاتوکسین سلامتی و عدم پارگی یا ترک پوست نرم است. وجود هرگونه شرایط محیطی نامناسب یا صدمات فیزیکی منجر به افزایش ترک روی پوست نرم و در نتیجه افزایش نفوذ عوامل بیماریزا می گردد. پوسته سبز در صورت سالم بودن به دلیل داشتن ترکیبات فنلی فراوان سد محکمی در برابر نفوذ عوامل بیماریزا است [۳۸].

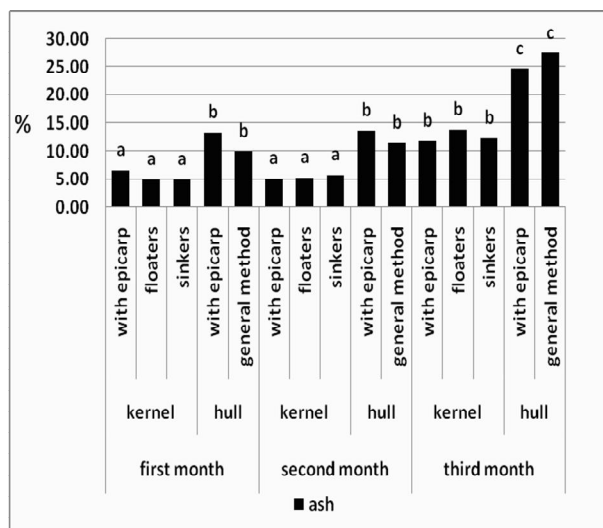
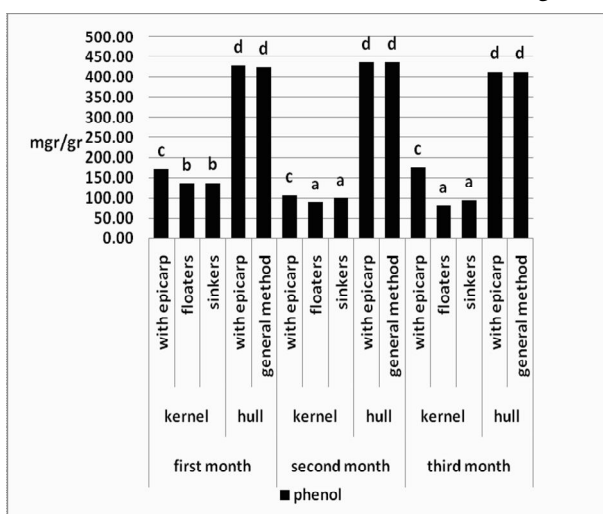


Fig 7 The effect of processing type and storage time on the phenol and ash percentage of kernel of pistachio *Ohadi* cultivar. The mean of each treatment in each attribute with the same letters does not have a significant difference in the level of 5% of Duncan's multiple range test.

بدن نیست، به همین جهت نیاز به تأمین آنتی اکسیدان از منابع خارجی دارد که از طریق منابع غذایی تأمین می شود [۳۹].

شواهد بسیار زیادی وجود دارد که سمی بودن و اثرات سوء تغذیه ای آنتی اکسیدان های ساختگی اضافه شده به مواد غذایی را تأیید می کند. علاوه بر این خطر آسیب کبدی و ایجاد سرطان در حیوانات آزمایشگاهی از معایب استفاده از آنتی اکسیدان های ساختگی است. بنابراین نیاز به آنتی اکسیدان های طبیعی با سمیت کمتر و اثر بخشی بیشتر یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. پوست سبز پسته حاوی مقدار قابل توجهی از ترکیبات فنولی می باشد که مقدار آن در مقایسه با منابع دیگر قابل توجه است. به دلیل تولید انبوه پوست پسته در ایران و با توجه به وجود ترکیبات آنتی اکسیدانی در پوست پسته امکان تولید صنعتی آنتی اکسیدان های طبیعی حاصل از آن امکان پذیر است [۴۰].

اندازه گیری محتوای ترکیبات فنلی نشان داد میزان فنل نمونه های فرآوری شده به روش همراه با اپیکارپ به مقدار قابل توجهی بالاتر از دو روش معمول بود. این می تواند به دلیل جلوگیری از ورود اکسیژن و تجزیه شدن فنلها توسط پوست روی باشد. میانگین فنل روش همراه با اپیکارپ ۱۵۰/۳ میلی گرم و در دو روش معمول روآبی و زیرآبی به ترتیب ۱۰۲/۵ و ۱۱۰/۴ میلی گرم بود (شکل ۷).

نتایج به دست آمده از تحقیق آزاده دل و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که پوست پسته می تواند به عنوان یک منبع ارزان و قابل دسترس ترکیبات فعال زیستی استفاده شود [۳۹]. اکسایش لیپیدی از جمله مشکلات مربوط به مصرف روغن ها و چربی های خوراکی است که باعث تولید مواد مضر شده و سلامت انسان را به خطر می اندازد. افزایش پایداری روغن ها با استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی از راه های مواجهه با این مشکل است [۳۸].

ترکیبات فنلی نقش مهمی در جلوگیری از رشد باکتری ها دارند که تفاوت در تاثیر این ترکیبات به نوع ترکیبات فنولی، غلظت ترکیبات فنلی، روش عصاره گیری، حلال عصاره گیری و ... بستگی دارد [۴۱].

روش های مختلفی برای بازیافت پوسته سبز پسته استفاده شده است که مهمترین آن خشک کردن پوسته (با استفاده از خشک کن های صنعتی) است. در هر دو روش، پوسته ها باید رطوبت اولیه خود را از دست بدهند، که بخش مهمی از وزن آنها را

توجه با نکات ذکر شده در بالا، روش فرآوری همراه با اپیکارپ روشی مناسب جهت حفظ خواص کیفی، فیزیکی و شیمیایی و حسی پسته بوده، ضمن اینکه دارای صرفه اقتصادی بالاتری نیز هست. از معایب روش فرآوری همراه با اپیکارپ می‌توان به زمان طولانی‌تر جهت خشک شدن محصول، درصد چربی پایتتر نسبت به روش فرآوری معمول (زیرآبی) و تیره‌تر شدن رنگ پوست شاخی نسبت به پسته‌های زیرآبی اشاره نمود. در پایان پیشنهاد می‌گردد جهت بررسی بیشتر محاسن و معایب این روش پژوهش‌هایی همچون تعیین رنج دمایی مناسب جهت خشک کردن پسته همراه با اپیکارپ، تاثیر دماهای مختلف خشک کردن بر رنگ پوست استخوانی و خواص حسی، تعیین سرعت جریان هوا برای کاهش زمان خشک شدن، بررسی امکان استفاده از خشک کنهای صنعتی و تاثیر آنها بر مشخصات کیفی و ظاهری پسته‌های همراه با پوست‌رویی، بررسی تاثیر نگهداری پوست‌رویی بر آلودگی‌های قارچی و میکروبی مغز و ... صورت پذیرد.

۵- منابع

- [1] Panahi, B., Ismail Pour, A., Farbood, F., Mouzen Poorkeramani, M. and Faryvar Rmayin, H. 1381. Pistachio guide (planting, gardening, harvesting). Agricultural Publishing, 2: 149-160.
- [2] Hokm Abadi, H. 1390. Determination of environmental and unenvironmental damage caused by pistachio crop. Agricultural Education and Extensions. 376-380.
- [3] Aminian, A. and Shakrardkani, A. 1387. Pistachio waste and its applications. Pistachio Research Institute of Publications.
- [4] Jodzadeh, A. and Riyahi, M. 1392. Study of energy consumption and its reduction methods in pistachio processing units. Quarterly journal of Agricultural Engineering and Natural Resources Engineering, 10(39): 45-42.
- [5] Hosseini, Z. 1386. Common methods of food analysis. Sixth edition. Shiraz University, Iran.
- [6] Nadernejad, N., Ahmadimoghadam, A., Hosseini, S.J. and Poorseyedi, Shahram. 2013. Evaluation of PAL activity, phenolic and Flavonid contents in tree pistachio (pistacia vera.) cultivars graded on to tree different rootstocks. Journal of Physiology and Biochemistry, 9(3):84-97.

پوست رویی نقش بسیار حیاتی در حفظ مغز برای جلوگیری از آلودگی آن به قارچها و حشرات ایفا می‌کند [۱۰]. مرتضوی و همکاران در سال ۱۳۹۳ در پژوهشی تاثیر عصاره اتانولی پوست پسته بر کاهش فعالیت میکروبی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین تاثیر در جلوگیری از رشد باکتری‌ها مربوط به عصاره پوست پسته علیه باکتری اشریشیاکلاسی است [۴۱]. به این ترتیب نگهداری پوست رویی پسته در هنگام فرآوری نقش بسیار مهمی در کاهش آلودگی‌های میکروبی و قارچی پسته در طول مدت فرآوری و انبارداری خواهد داشت.

نگهداری پسته‌های تازه همراه با پوسته سبز خارجی در دمای صفر درجه و ۸۰٪ رطوبت نسبی بیش از شش هفته و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد حداقل ۲۰ ساعت بدون هیچگونه خسارتی روی کیفیت ظاهری امکان‌پذیر است. با حذف پوسته خارجی، بعد از ۴ تا ۶ هفته مقدار ناچیزی علائم فساد را نشان خواهد داد و اگر قبل از انبارداری، شاخ و برگ پسته‌های معیوب و مواد خارجی دیگر که در معرض فساد هستند از محصول جدا شوند، در این شرایط پسته‌های پوست‌گیری نشده را می‌توان تا مدت طولانی‌تری بدون تخریب و فساد نگه‌داری کرد [۲۷].

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، پسته‌های فرآوری شده به روش همراه با اپیکارپ تفاوت معنی داری با روشهای معمول نداشته و حتی در بعضی از صفات مانند میزان فنل و شاخص پراکسید دارای کیفیت بهتری بودند. پس میتوان نتیجه گرفت که این روش با توجه به اینکه در مصرف آب و انرژی صرفه جویی می‌شود، روش مناسبی است. در ضمن با خشک کردن پوست رویی (همزمان با خشک کردن پسته)، از مضرات زیست محیطی ناشی از فساد ضایعات پوست‌گیری جلوگیری و باعث کاهش حجم ضایعات تولیدی می‌گردد. علاوه بر این پوست‌رویی برای استفاده‌های بعدی بدون هزینه‌های اضافی خشک شده و قابل مصرف خواهد بود. همچنین می‌توان از خواص ضد میکروبی و ضد قارچی ناشی از وجود ترکیبات فنلی موجود در پوست‌رویی برای حفظ و نگهداری طولانی‌تر محصول استفاده نمود. ضمن اینکه خواص آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات با توجه به بالا بودن ترکیبات فنلی مغز افزایش یافته و محصولی سالم‌تر و با ارزش غذایی بالاتر تولید خواهد شد. با

- [19] Sadeghi, A., Tavakoli, T. and Khoshtaghaza, M.H. 2005. Study of the temperature of the product of non-skinned pistachio before processing and its effects on the staining of the shell. *Quarterly Journal of Food Science and Technology of Iran*, 2(2):61-51.
- [20] Kader, 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 Horticulture of Science*, 107(5):812-816.
- [21] Shaker Ardakani, A. 2008. *Handbook for Pistachio Preparation and Consumption*. Pistachio Research Institute of Iran
- [22] Gazor, H.R. and Minaei S. 2005. Influence of temperature and air velocity on drying time and quality parameters of pistachio (*Pistacia Vera L.*). *Drying Technology*, 23: 2463-2475.
- [23] Sedaghat, N., Hashemi, N., Rae, M. and Sharif, A. 2007. Effect of packaging and storage conditions on the organoleptic properties of pistachio owhadi varieties. *First National Conference on Pistachio Processing and Packaging*. Iran. Khorasan Razavi Mashhad.
- [24] Mokhtarian, M., TavakoliPour, H. and Karbasi Ashtari, A. 1394. Comparison of the effect of the drying method with the aid of solar dryer in the mode of returning air with a traditional method exposed to direct sunlight on the quality of pistachios. *Journal of Nutrition Sciences and Food Technology of Iran*, 10(40): 102-93.
- [25] Midilli, A. 2001. Determination of pistachio drying behaviour and conditions in a solar drying system. *International of Journal Energy Research*, 25: 715-725.
- [26] Kader, A. M. Labivitch, J., Mitchell, F. G. and N. F. Sommer. 1979. Quality and safety of pistachio nuts as influenced by post harvest handling procedure. *The Pistachio Association Annual Report*: 45-56.
- [27] Kashani Nejad, M., Mortazavi, S.A. Saif Kordi, A.A. and Maghsoodloo, Yahya. 2005. Effect of Drying Variables on Qualitative Characteristics of Owhadi Pistachio. *Journal of Agricultural Science of Iran*, 36(10): 1075-1085
- [28] Kamangar, T. and Farsam, h. 1977. Composition of pistachio kernels of various
- [7] Worstad, R.E. 2001. *Current protocols in food analytical chemistry*, Wiley.
- [8] Kashani Nejad, M., Mortazavi, A., Safe Kordi, A. and Tabil, L.G. 2006. Some physical properties of pistachio nut and its kernel. *Journal of food engineering*, 72: 30-38.
- [9] Kamali, E. and Farahnaki, A. 1393. Study of the effect of drying process on physical properties of pistachio kernels. *The first national meeting of meals*. Iran. Khorasan Razavi Mashhad.
- [10] Pakdaman, N. 1395. *Review of post-harvest physiology of pistachios*. Pistachio Research Institute Publication Council.
- [11]- Lahouar, A., Marin, S., Crespo-sempere, A., said, S. and Sanchis, V. 2016. Effect of temperature, water activity and incubation time on fungal growth and aflatoxin B1 production by toxinogenic *aspergillus flavus* isolates on sorghum seed. *Revista Argentina de Microbiologia*, 48(1):78-85.
- [12] Fennema, O. 1985. Chemical changes in food during processing. An Overview. In: *Chemical changes in food during processing*. T. Richardson & J. W. Fineley (ed.), AVI Publishing Company Inc., Westport, CT.:1-16.
- [13] Brosnan, T. and Da-Wen, S. 2002. Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36:193-213.
- [14] DeMann, J.M. 2001. *Food chemistry*. New York, Marcel Dekker, 3
- [15] Yama, K.L. and Spyridon, E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing Color of food surfaces, *Journal of Food Engineering*, 61:137-142
- [16] Dadali, G., Demirhan, E., and Ozbek, B. 2007. Color change kinetics of spinach undergoing microwave drying. *Drying Technology*, 25: 1713-1723.
- [17] Mendoza, F., Dejmek, P., Aguilera, J. 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis, *Journal of Postharvest and Biology and Technology*, 41(3):285-295.
- [18] Ghorbani, R., Dehghannia, j., Seyyedloohares, S. S. and Ghanbarzadeh, B. 1392. Modeling of color parameters during drying of pre-treated premix with Ultra Sondo Osmotic Absorption. *Journal of Food Processing and Maintenance*, 5(1): 59-27.

- [36] Arena, E, Ballistreri, G. and fallico, F. 2013. Effect of postharvest storage tempratures on the quality parameters of pistachio nuts. *Journal of Food Science*, 31(5):467-473.
- [37] Nazvari, F., Kalantary, S., javanshah, A. and Talaii, A. 1396. Effect of different storage conditions on quantitative and qualitative pistachio characteristics Ahmad Ahaghi. *Journal of Food Science and Technology*, 69: 74-65.
- [38] Azadeh Dell, S., Hanachi, P. and Saboora, o. 1396. Evaluation of antioxidant properties in pistachio hull. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 30 (40).
- [39] Goli, A. H., Barzegar, M. and Sahari, M.A. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia Vera*) hull extracts. *Food Chemistry*, 92: 521-525.
- [40] Mortazavi, S.H., Azadmard, D., Sadif, S., Mahmoud, M., Razaqh Safaiyan, F. and Moradi, S. 1393. Antimicrobial effects of ethanolic extract of hull and kernels of wild pistachio fruit. *Quarterly Journal of Food Science and Technology*, 4: 88-81.
- [41] Vafadar, B. Minaei, S. and Almassi, M. 2013. Resycling pistachios green hull through preconditioning by a screw press. *International journal of agriculture and crop sciences. International Journal of Food Science*, 2048-2056.
- Iranian origins. *Journal of Food Science*, 42(4):1135-1136
- [29] Luh, B. S. Wong, W. S. and. El-Shim, N. 1981. Effect of processing on some chemical constituents of pistachio nuts. *Journal of Food Quality*, 5:3-41.
- [30] Kashani Nejad, M. Tabil, L. Mortazavi, G. A. and Safe Kordi, A.A. 2003. Effect of Drying Methods on Quality of Pistachio Nuts. *Drying Technology: An International Journal*, 21(5): 821-838.
- [31] Karel, M. 1985. Control of lipid oxidation in dried foods. In: *Concentration and drying of foods*. D. MacCarthy (ed.), Elsevier Applied Science Publishers, New York, 37-51.
- [32] Hosieni shokraii, E. 1977. Chemical composition of pistachio nuts (*pistachio Vera L.*) of Kerman, Iran. *Journal of Food Science*, 42:244-245.
- [33] Miraliakbari, H., Shahidi, F. 2008. Lipid class compositions, Tocopherols and sterols of tree nut oils extracted with different solvents. *Journal of Food Lipids*, 15: 81-96.
- [34] Thompson, J., T. Rumsey, and Knutson, J. 1996. Pistachio quality during processing. *California Pistachio Industry Annual Report*, 96: 104-106
- [35] Moreno, E. Jose, E. Pardo, L. Gomez, R. Pado-Gimenz, A. and Alvarez-orti, M. 2015. Drying temperature and extraction methods influence physicochemical and sensory characteristics of pistachio oils. *European Lipid Scienc Technology*, 117:684-691.

Investigation on the effect of preserving epicarp during drying on physico-chemical and organoleptic properties of pistachio kernel (*Ohadi* cultivar)

Mohajeryfar, S.¹, Khorasany, S.^{2*}, Pakkish, Z.³

1. Graduate student, Department of Horticultural Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

2. Assistant Professor, Department of Food Science and technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

3. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

(Received: 2019/06/15 Accepted:2020/01/18)

Pistachio is one of the most important strategic agricultural products of Iran which is extremely important from different economic and social aspects. Paying more attention to maintaining the quality of the crop after harvest is also important to other crops for higher yields. In this study, in order to evaluate the quality, physicochemical and organoleptic properties, pistachio cultivar Ohadi was prepared and dried with epicarp (outer skin) and conventional method (without epicarp). In the usual method, with water floatation, Sinkers (underwater) and floaters pistachios were isolated and treated as two separate treatments. At the end of the first, second and third month after pistachio drying, samples were taken from each treatment and randomized complete block design of physical properties (total weight, kernel weight, shell skin weight, moisture content and shell skin color). Chemical properties (fat percentage, carbohydrate, protein, fiber, ash, dry matter, percentage of phenolic compounds and oil peroxide number), organoleptic properties (taste, odor, appearance and texture) it placed. The results showed that processed with epicarp method and conventional method had no significant difference in physical and organoleptic properties at the 5% level of Duncan Multiple Range Test. There were no differences in chemical properties between percentages of carbohydrate, protein, fiber, ash and dry matter. But the percentage of fat was lower than the treated samples sinkers (under water). The presence of higher phenol content and lower peroxide content showed an increase in the quality of processed pistachios with epicarp. While this method saves water and energy consumption and reduces environmental hazards caused by waste and wastewater from conventional processing, it can improve the antimicrobial, antifungal and antioxidant properties of phenolic compounds present in our skin for producing healthy pistachios.

Key words: Epicarp (hull), Index of Peroxide, Fat Percentage, Protein Percentage, Phenolic Compounds

* Corresponding Author E-Mail Address: khorasany@uk.ac.ir