تأثیر پوشش صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع سبز و اشعه ماوراء بنفش بر روی مدت ماندگاری مغز پسته (pistacia vera) کله قوچی تازه

مریم معزی[a]، محمد فاضل[b*]

[a] *دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران*

[b] *استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۰

چکیده

مقدمه: پسته به دلیل داشتن طعم و ارزش تغذیه‌ای بالا از محبوب‌ترین دانه‌های آجیلی دنیاست. شرایط نگهداری پسته نقش اساسی در حفظ کیفیت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی محصول دارد و در صورت نامساعد بودن شرایط انبارداری، واکنش‌های نامطلوب و کپک زدگی باعث افت کیفیت محصول می‌شود.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به منظور بررسی تأثیر شدت‌های مختلف اشعه ماوراء بنفش (۴، ۸ و ۱۲ $\frac{kj}{m^2}$) صمغ فارسی ٪ ۷ (وزنی/حجمی) و عصاره نعناع‌سبز ٪ ۱/۵ (حجمی/حجمی) بر واکنش‌های اکسایشی و خصوصیات میکروبی در مغز پسته رقم کله‌قوچی صورت گرفت. بعد از اعمال شدن تیمارها، پسته‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و دو ماه در دمای یخچال ($^{\circ}C$ ۱ ± ۴) نگهداری شدند. در طول دوره نگهداری در هفته‌های اول، سوم، پنجم و هشتم اندازه‌گیری ترکیبات فنولیک، اسیدیته، عدد پراکسید، عدد تیوبار-بیتیوریک اسیدو افت‌وزن انجام شد. در روز اول و آخر ذخیره‌سازی،کل بارمیکروبی و کپک مخمر بررسی شد. همچنین به منظور ارزیابی تاثیر صمغ فارسی و عصاره نعناع بر ویژگی‌های حسی محصول روز آخر آزمون ارزیابی حسی هدونیک ۵ نقطه‌ای صورت گرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS20 در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از آزمون LSD در سه تکرار صورت گرفت.

یافته‌ها: با افزایش شدت اشعه، بارمیکروبی کاهش یافت ($P<۰/۰۵$) زیرا پرتو توسط اسیدنوکلئیک جذب می‌شود و موجب قطع شدن نوکلئوتیدهای پریمیدین می‌شود، اما موجب افزایش اسیدیته، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید شد زیرا اشعه به علت فعالیت فتوکاتالیستی که دارد سبب تخریب ترکیبات فنولیکی و کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود. در نمونه‌های حاوی پوشش، به ویژه پوشش صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع میزان بار میکروبی، اسیدیته، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید کاهش یافت ($P<۰/۰۵$) زیرا صمغ فارسی با جلوگیری از عبور اکسیژن و عصاره نعناع به علت وجود ترکیبات فنولیکی، دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی است و مانع از تخریب ترکیبات فنولیکی شده است. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که بین نمونه‌ها از نظر بو، مزه و پذیرش کلی تفاوت معنی‌دار وجود ندارد.

نتیجه‌گیری: استفاده از پوشش صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع سبب افزایش قدرت ضد میکروبی و همچنین سبب کاهش تأثیر منفی اشعه ماوراء بنفشبر اکسیداسیون چربی پسته شد.

واژه‌های کلیدی: *اکسیداسیون، پسته، پوشش‌دهی، صمغ فارسی، عصاره نعناع*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: mfazeln@yahoo.com

مقدمه

پسته گیاهی نیمه‌گرم‌سیری از خانواده آناکاردیاسه[1] از تیرهی سماقیان و جنسپیستاسیا[2] است و به‌طور گسترده‌ای در خاورمیانه، کشورهای مدیترانه، ایالات متحده آمریکا پرورش یافته است. بر اساس آمار گزارش شده، ایران با تولید ۱۹۰هزار تن پسته یکی از بزرگترین تولیدکنندگان آن به شمار می‌رود (Fazli Aghdai *et al*., 2016). پسته خوراکی[3] به دلیل داشتن طعم و ویژگی‌های تغذیه‌ای ارزشمند از محبوب‌ترین دانه‌های آجیلی دنیا است. پسته حاوی مقادیر قابل‌توجهی، پروتئین، موادمعدنی (کلسیم، آهن و روی) و اسیدهای‌چرب غیراشباع ضروری (اسید اولئیک، اسید لینولئیک، اسید لینولنیک) است (Khoshnoudinia & Sedaghat, 2014).

کیفیت موادغذایی به مقدار زیادیبه میزان چربی موجود در غذا، ترکیب شیمیایی، توزیع چربی در غذا و واکنش‌پذیری لیپیدها دارد، مهمترین این واکنش ها اکسیداسیون است. اکسیداسیون چربی‌ها منجر به ایجاد عطر وطعم نامطلوب در غذا، از بین رفتن آمینواسیدهای ضروری و ویتامین های محلول در چربی و مواد زیست فعال می‌شود و مدت ماندگاری موادغذایی را کاهش می-دهد (Shahidi and Zhong, 2005).

دانه‌های آجیلی به علت داشتن درصد بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع در برابر اکسیژن مقاومت چندانی ندارند، بنابراین در طی سال‌های اخیر استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به منظور افزایش زمان ماندگاری و پایداری اکسایشی دانه‌های آجیلی مورد پژوهش است (Rezai & Sedaghat, 2015). صمغ فارسی یک صمغ شفاف تا نیمه مات است که به‌طور طبیعی از تنه درخت بادام کوهی با نام علمی *آمیگدالوس اسکوپوریا اسپاچ*[4] تراوش می‌شود و یک صمغ اسیدی، با رطوبت متوسط، پروتئین و چربی ناچیزی است. طعم خاصی ندارد و مقدار ژل نامحلول در آب سرد آن نیز قابل توجه است (Rahimi & Abasi, 2014).

فرآیندهای موادغذایی باید موجب افزایش مدت نگهداری غذاها شوند و مصرف‌کننده را از سلامت ماده غذایی مطمئن سازند. فرآیندهای حرارتی برای رسیدن به این هدف مهم کاربرد دارند ولی این فرآیندها محتوای ویتامین و سایر مواد مغذی و به همان میزان خصوصیات حسی محصول را کاهش می‌دهند. به همین دلیل فناوری‌های غیرحرارتی به عنوان جایگزین برای تیمارهای حرارتی مورد مطالعه قرار گرفتند که موجب تولید مواد غذایی بدون آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌های مضر و در عین حال حفظ خصوصیات حسی و کیفی حفظ شوند. یکی از این فناوری‌های غیر حرارتی فناوری اشعه‌ی ماوراءبنفش است (Falguera *et al*., 2011).

اشعه ماوراء بنفش (UV) عامل ضدعفونی‌کننده‌ای است که بقایایی از خود به جا نمی‌گذارد و در طول موج‌های مختلف اثرات متفاوتی دارد. اشعهUV بخشی از طیف وسیع الکترومغناطیس است که در محدوده طول موج ۱۰۰ –۴۰۰ نانومتر است و طول موج های ۱۰۰ –۲۸۰ (UV-C) نانومتر توانایی غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌ها را دارد (Homauni, 2015). اثر ضدمیکروبی UV با طول‌موج کوتاه (UV-C) به دلیل توانایی آن برای آسیب رساندن به اسیدهای نوکلئیک (DNAو RNA) میکروارگانیسم‌ها است (Fan *et al*., 2017).

نعناع یک گونه شناخته شده از خانواده نعناعیان است که به‌طور گسترده در غذا و طب سنتی و مواد دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Golestan *et al*., 2012). تحقیقات نشان داده است عصاره نعناع سبز پتانسیل آنتی‌اکسیدانی بسیار خوبی دارد که با آنتی‌اکسیدان مصنوعی بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) قابل مقایسه است، توسعه نگهدارنده‌های طبیعی با هر دو فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی عمر مفید موادغذایی را افزایش می‌دهد (Kanat *et al*., 2007). از بین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاهی، ترکیبات فنولیک توزیع گسترده‌ای در این گیاه دارند. ویژگی‌های ترکیبات آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولیک عمدتاً ناشی از قدرت احیاکنندگی و ساختار شیمیایی آنها است که آن‌ها را قادر به خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و تشکیل یون‌های فلزی و خاموش کردن مولکول‌های اکسیژن یگانه و سه گانه می‌سازد. ترکیبات فنولیک از طریق اهدای الکترون به رادیکال‌های آزاد، واکنش‌های مهار چربی را مهار می‌کنند (Jebeli Javan *et al*., 2014).

هدف از انجام این پژوهش افزایش مدت ماندگاری

[1] Anacardiace [2] Pistacia [3] Pisacia veral [4] Amygdalus Scoparia Spach

پسته و حفظ خصوصیات کیفی آن به وسیله صمغ فارسی، عصاره نعناع سبز و اشعه ماوراء بنفش است. پیش از این در مطالعات مختلف اثر هر یک از پوشش‌های فعال و اشعه ماوراء بنفش به صورت جداگانه روی دانه‌های آجیلی مورد بررسی قرار گرفته است اما در این تحقیق تأثیر همزمان پوشش فعال و اشعه نیز بررسی شده است، از شدت‌های پایین اشعهUV به دلیل جلوگیری از رشد میکروب‌ها و به منظور کاهش اثرات منفی اشعهUV بر اکسیداسیون چربی از پوشش صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

- مواد مورد استفاده

جهت انجام این پژوهش پسته رقم کله قوچی انتخاب گردید و در ماه اکتبر سال ۲۰۱۸ میلادی از یک باغ پسته در رفسنجان که دارای تأییدیه جهاد کشاورزی بود خریداری شد. صمغ فارسی، عصاره نعناع سبز (ذرین گیاه)، کلرامفنیکل آگار (ایبرسکو)، پلیت‌کانت‌آگار (ایبرسکو)، سود (مجلسی)، هگزان، کلروفرم، نشاسته، اسید استیک، تیوباربیتوریک اسید، بوتانل، فولین سیوکالتیو، پتاسیم یدید، سدیم تیوسولفات، متانول و سدیم کربنات که همگی دارای مارک تجاری مرک بودند، استفاده شد.

- تهیه محلول پوشش‌دهی

به منظور تهیه محلول صمغ فارسی ٪۷، ابتدا ۷۰ گرم صمغ فارسی توسط آسیاب برقی به پودر تبدیل شد و در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر با دمای ۲۵ درجه سلسیوس اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه تا دستیابی به مخلوط همگن توسط همزن، هم زده شد و به منظور هیدراته شدن کامل به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. سپس به محلول پوشش فوق، ۱۵ میلی لیتر عصاره اتانولی نعناع ٪۹۸ اضافه شد و به منظور همگن‌سازی ۱۰ دقیقه در دمای محیط با استفاده از مگنت استیرر هم زده شد (Naji Tabas & Mahdian, 2017). پوشش‌دهی مغز پسته‌ها به صورت غوطه‌وری انجام شد، به این صورت که مغزها به مدت ۱۰ ثانیه در محلول پوشش غوطه‌ور شدند و بعد از آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق ۲۵ درجه‌سلسیوس خشک شدند (Pen and Jiang, 2003). نمونه‌های بدون پوشش، پوشش داده شده با صمغ فارسی ٪۷ و نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ فارسی حاوی ٪۱/۵ عصاره نعناع هر کدام به ۳ گروه تقسیم شدند و با شدت‌های $\frac{kj}{m^2}$ (۱۲،۸،۴) اشعه ماوراء بنفش تیمار شدند. نمونه‌ها در بسته‌های پلی اتیلنی ۷۰ گرمی بسته‌بندی شدند و به مدت ۲ ماه در دمای یخچال (۴ درجه‌سلسیوس) نگهداری شدند.

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش

تیمارها	پوشش	آنتی اکسیدان	شدت اشعه (UV) $\frac{kj}{m^2}$
شاهد	ـــــ	ـــــ	۰
T_1	ـــــ	ـــــ	۴
T_2	ـــــ	ـــــ	۸
T_3	ـــــ	ـــــ	۱۲
T_4	صمغ فارسی ٪۷	ـــــ	۴
T_5	صمغ فارسی ٪۷	ـــــ	۸
T_6	صمغ فارسی ٪۷	ـــــ	۱۲
T_7	صمغ فارسی ٪۷	عصاره نعناع ٪۱/۵	۴
T_8	صمغ فارسی ٪۷	عصاره نعناع ٪۱/۵	۸
T_9	صمغ فارسی ٪۷	عصاره نعناع ٪۱/۵	۱۲

- **استخراج روغن پسته**

۶۵ گرم مغزپسته آسیاب شده و به روش استخراج سرد توسط حلال n- هگزان روغن‌گیری شد. حلال دردمای پایین‌تر از ۴۰ درجه سلسیوس توسط دستگاه تبخیرتحت خلاء تبخیر شد (Khoshnoudinia & Sedaghat, 2014).

- **ترکیبات فنولیک**

ابتدا نمونه پسته‌ها با متانول ۸۵٪ عصاره‌گیری و رقیق‌سازی شد و با استفاده از روش فولین‌سیوکالتیو ترکیبات فنولیک اندازه‌گیری شد. ۰/۲ میلی لیتر از عصاره‌ی رقیق شده به ۲/۶ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد سپس ۰/۲ لیتر معرف فولین- سیوکالتیو به آن اضافه شد و به مدت ۶ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد، سپس ۲ میلی‌لیتر سدیم‌کربنات ۷/۵٪ به آن اضافه و در دمای اتاق در تاریکی نگهداری شد و در نهایت جذب آن در ۷۵۰ نانومتر قرائت شد. از رقت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ پی پی ام اسیدگالیک جهت رسم منحنی استاندارد اسیدگالیک استفاده شد (Tsantili *et al*., 2011).

- **اسیدیته (AV)**

این شاخص به روش تیتراسیون و با استفاده از محلول ۰/۱ نرمال سود اندازه گیری و با استفاده از فرمول زیر و برحسب اسید اولئیک موجود در روغن پسته محاسبه گردید. در فرمول زیر V مقدار سود مصرفی، N نرمالیته سود و m وزن نمونه برحسب گرم است (Khoshnoudinia & Sedaghat, 2014).

$$AV = \frac{V \times N \times 56.1}{m}$$ معادله (۱)

- **عدد پراکسید (PV)**

۵ گرم نمونه در یک ارلن‌مایر به دقت وزن گردید. ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم و ۱۵ میلی‌لیتر اسیداستیک به آن اضافه شد و تا حل شدن کامل روغن هم‌زده شد. در مرحله بعد ۰/۵ میلی لیتر پتاسیم یدید اشباع به محلول قبلی اضافه شد، سپس برای یک دقیقه در یک فلاکس در جای تیره قرار گرفت و سپس ۷۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و با تیوسولفات سدیم ۰/۰۰۵ نرمال تیتر شد. از چسب نشاسته به عنوان معرف استفاده شد). از چسب نشاسته به عنوان معرف استفاده شد (Ferreira *et al*., 2018). در فرمول زیرVمقدارتیوسولفات مصرفی، N نرمالیته تیوسولفات سدیم و m وزن نمونه بر حسب گرم است.

$$PV = \frac{V \times N \times ۱۰۰۰}{m}$$ معادله (۲)

- **اندیسTBA**

اندیس TBA مطابق با روش استاندارد AOAC (۲۰۰۹) اندازه‌گیری شد. معرف تیوباربیتوریک اسید با مالون‌آلوئید واکنش می‌دهد و یک کمپلکس صورتی ایجاد می‌کند. دراینجا ۲۰۰-۵۰ میلی گرم روغن به دقت وزن شد و در ۲۵ میلی لیتر ۱-بوتانل به‌طور کامل حل شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول تهیه شده به یک لوله آزمایش تمیز انتقال داده شد و ۵ میلی لیتر از محلول TBA (۲۰۰ میلی گرم از پودر ۲- تیوباربیتوریک اسید در ۱۰۰ میلی لیتر از ۱- بوتانل حل شد) به آن اضافه شدو به خوبی مخلوط شد سپس در حمام آب ۹۵ درجهسانتی گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه قرارداده شد. بعد از این مدت لوله‌ها زیر دوش آب سرد شد تا به دمای محیط رسید. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۳۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. اندیس TBA از فرمول زیر به دست می‌آید. عدد تیوباربیتوریک اسید به ازای میلی‌گرم مالون الدئید درهر کیلوگرم روغن بیان شد (Joukar *et al*., 2017).

که در این فرمول A میزان جذب محلول آزمایش، B جذب شاهد وm وزن نمونه بر حسب میلی‌گرم است. عدد ۵۰ در فرمول یک ضریب معتبر است.

$$TBA = \frac{(A-B) \times 50}{m}$$ معادله (۳)

- **افت وزن (H)**

میزان افت وزن نمونه ها از طریق فرمول زیر محاسبه شد.m_0 جرم اولیه‌ی نمونه بر حسب گرم وm_1 جرم نمونه بعد از نگهداری بر حسب گرم می‌باشد.

$$H = \frac{m_0 - m_1}{m_0}$$ معادله (۴)

- **کپک و مخمر**

۱ گرم پسته همگن شده به ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی اضافه شد و رقیق‌سازی صورت گرفت و از

رقت‌های مختلف حجم ۰/۱ میلی‌لیتر بر روی محیط کشت کلرامفنیکل‌آگار کشت سطحی داده شد و به مدت ۵ روز در انکوباتور ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد و سپس شمارش کلنی انجام شد (Shamsudin *et al*., 2014).

- **بار کلی میکروبی**

۱ گرم پسته همگن شده به ۹ میلی‌لیترسرم فیزیولوژی اضافه شد و رقیق‌سازی صورت گرفت و از رقت‌های مختلف حجم ۰/۱ میلی‌لیتررروی محیط کشت پلیت‌کانت-آگار به صورت آمیخته کشت داده شد و ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۵ درجه سلسیوس نگهداری شدو سپس شمارش کلنی انجام شد (Shamsudin *et al*., 2014).

- **ارزیابی حسی**

جهت بررسی تأثیر پوشش صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع بر ویژگی‌های حسیبو، طعم و پذیرش کلی پسته پوشش‌دهی شده در روز آخر، از ۲۰ ارزیاب آموزش دیده مرد و زن استفاده شد. از ارزیاب‌ها خواسته شد نمونه‌ها را از نظر بو، طعم و پذیرش کلی مورد بررسی قرار دهند. به هریک از افراد ۱۰ نمونه آماده شده و یک لیوان آب خنک داده شد و از آن‌ها خواسته شد که براساس علاقه نمونه را طبق آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای انتخاب نمایند (Khoshnoudinia & Sedaghat, 2014). به علت تعداد زیاد نمونه‌ها ارزیابی حسی تنها روز آخر انجام شد.

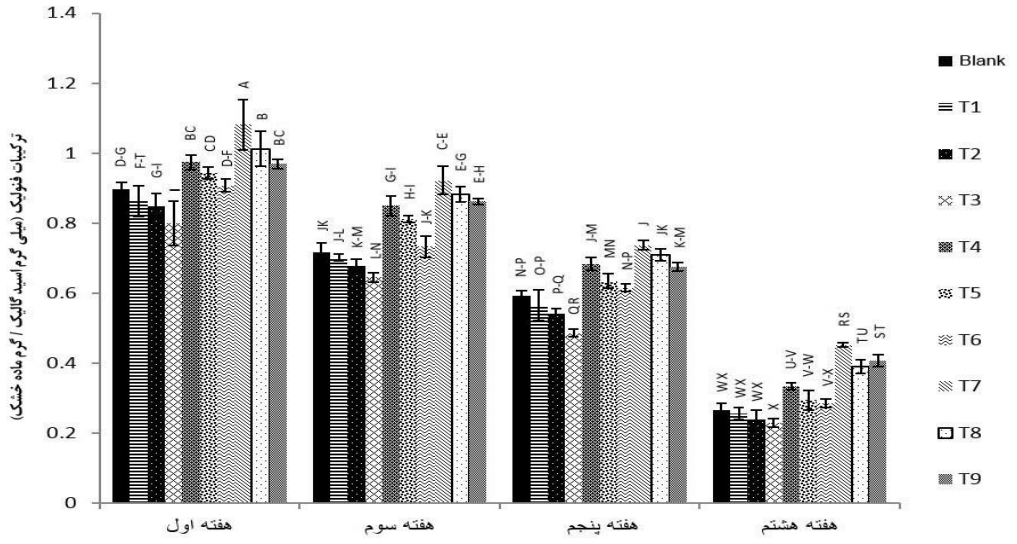
- **تجزیه و تحلیل آماری**

کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام گرفت. داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (Least significant difference) انجام شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel 2013 انجام شد.

یافته‌ها

- **ترکیبات فنولیک**

با توجه به نمودار ۱، با افزایش زمان نگهداری میزان ترکیبات فنولیک نمونه‌های پسته کاهش یافت، اشعه نیز بر محتوای فنولیک تأثیر منفی گذاشته و با افزایش شدت اشعه ترکیبات فنولیک کاهش یافت، اما پوشش موجب افزایش میزان ترکیبات فنولیک شد. نمونه‌های حاوی پوشش، به ویژه نمونه‌های حاوی پوشش صمغ فارسی و عصاره نعناع نسبت به شاهد و نمونه‌های بدون پوشش تیمار شده با همان میزان شدت اشعه ترکیبات فنولیک بیشتری داشتند ($p<۰/۰۵$). در همه هفته‌ها کمترین میزان ترکیبات فنولیک متعلق به نمونه (T_3) بدون پوشش و تیمار شده با اشعه ($۱۲ \frac{Kj}{m^۲}$) و بیشترین میزان ترکیبات فنولیک متعلق به نمونه (T_7) پوشش دهی شده با صمغ فارسیحاوی عصاره نعناع و تیمار شده با شدت اشعه ($٤ \frac{Kj}{m^۲}$) است.



نمودار ۱- تغییرات ترکیبات فنولیک نمونه‌های پسته در طولدوره ی نگهداری

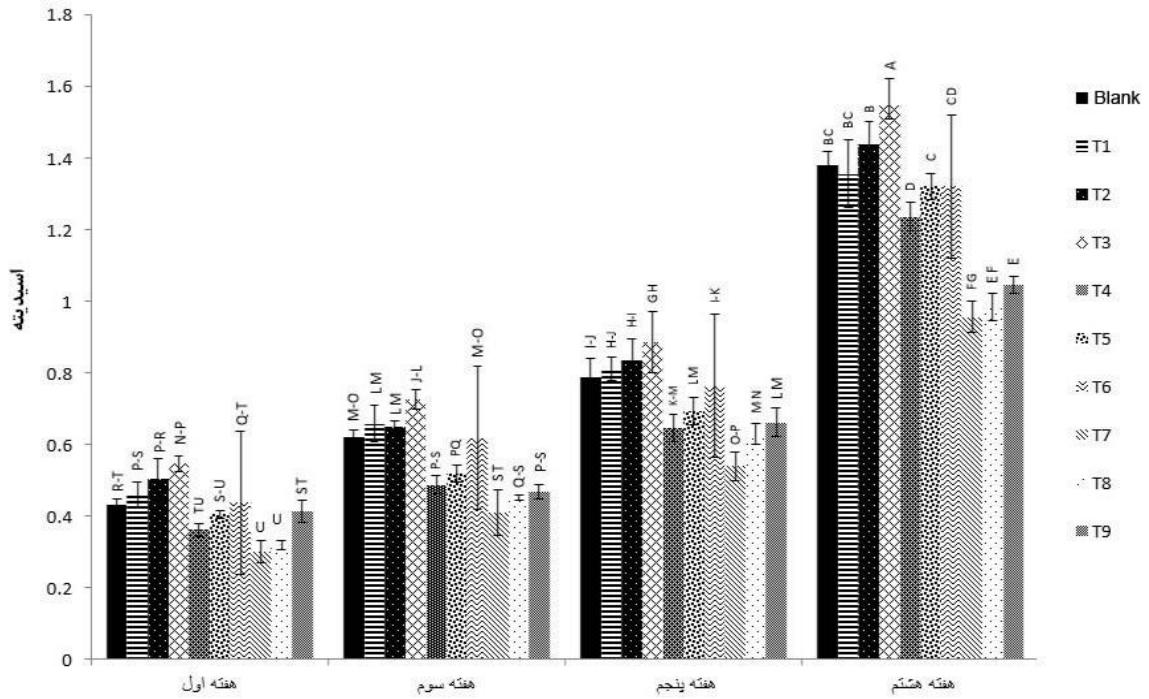
حروف بزرگ متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

- **اسیدیته**

با توجه به نمودار۲، میزان اسیدیته همه‌ی نمونه ها با گذشت زمان افزایش یافت، با افزایش شدت اشعه میزان اسیدیته نیز افزایش یافت و در نمونه‌های بدون پوشش میزان اسیدیته بالاتر از میزان شاهد بود و این افزایش در نمونه تیمار شده با شدت $(۱۲\frac{Kj}{m^۲})$ معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). پوشش صمغ فارسی به صورت معنی‌داری از افزایش اسیدیته جلوگیری نمود و نمونه‌های دارای پوشش صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع،اسیدیته کمتری نسبت به نمونه‌های بدون پوشش تیمار شده با همان میزان اشعه دارند ($P<۰/۰۵$). در همه هفته‌ها بیشترین میزان اسیدیته مربوط به نمونه (T_3) بدون پوشش و تیمار شده با اشعه $(۱۲\frac{Kj}{m^۲})$ است و کمترین میزان اسیدیته مربوط به نمونه (T_7) پوشش دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع و تیمار شده با اشعه $(٤\frac{Kj}{m^۲})$ است.

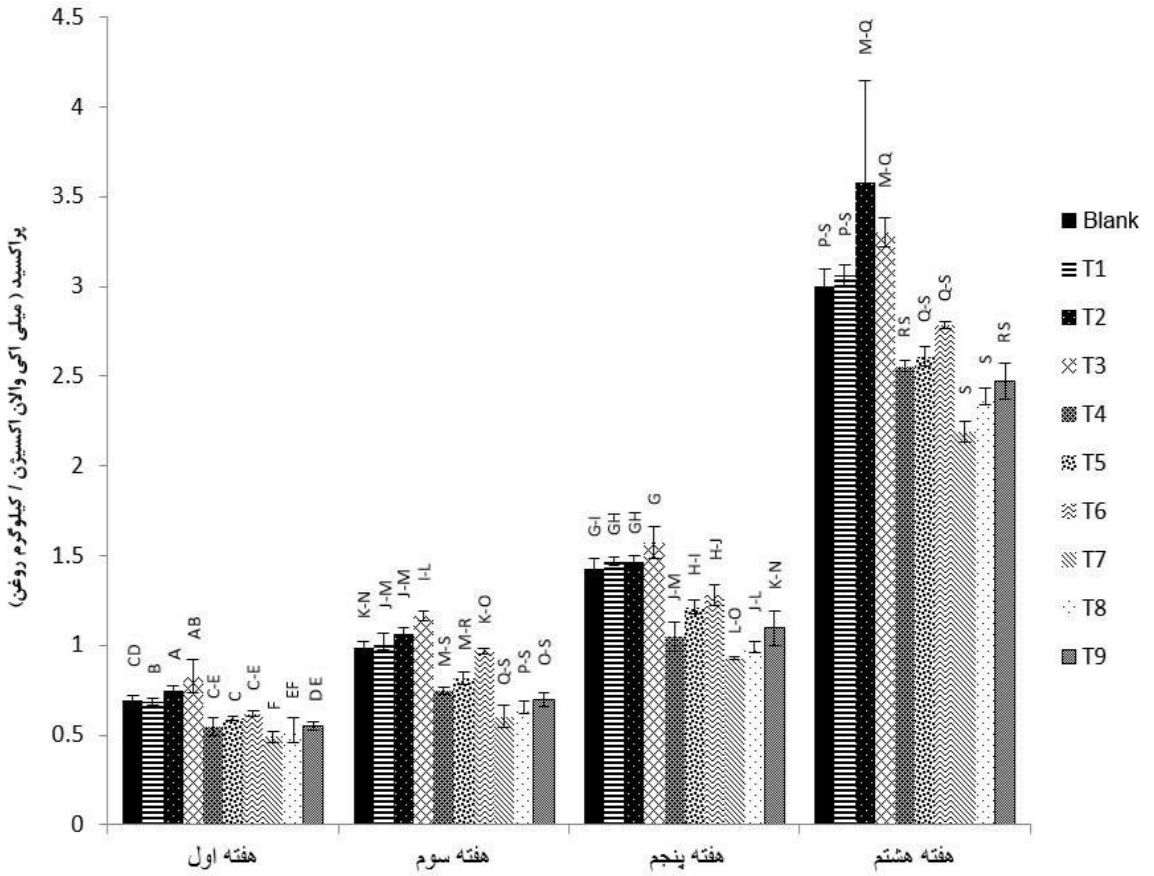
- **پراکسید**

متداول‌ترین نشانگر سرعت اکسیداسیون در دانه‌های آجیلی، عدد پراکسید است. با توجه به نمودار ۳ ، باگذشت زمان نگهداری، میزان پراکسید همه نمونه‌ها افزایش و از هفته پنجم به بعد عدد پراکسید نمونه‌ها با سرعت بیشتری افزایش یافت همچنین افزایش شدت اشعه موجب افزایش عدد پراکسید شد ($P<۰/۰۵$). در نمونه‌های پوشش داده شده پوشش مانع از افزایش عدد پراکسید نسبت به نمونه‌های بدون پوشش شد ($P< ۰/۰۵$). در همه هفته‌ها به ویژه هفته هشتم کمترین میزان پراکسید مربوط به نمونه(T_7) پوشش‌دهی شده با صمغ فارسیحاوی عصاره نعناع و تیمار شده با شدت اشعه $(٤\frac{Kj}{m^۲})$ است.



نمودار ۲- تغییرات عدد اسیدی نمونه‌های پسته در طول دوره نگهداری

حروف بزرگ متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.



نمودار ۳- تغییرات پراکسید نمونه‌های پسته در طول دوره نگهداری

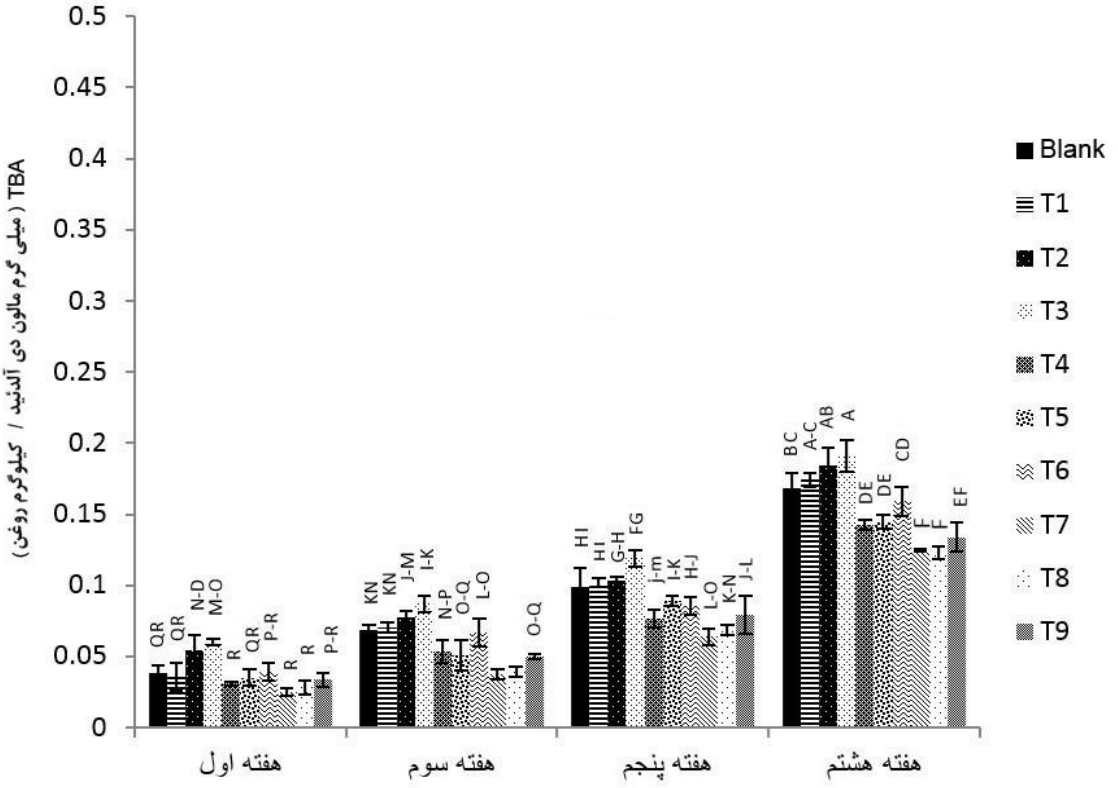
حروف بزرگ متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

- TBA

هیدروپراکسیدها در مرحله گسترش از رادیکال‌های آزاد تولید شده و ترکیباتی ناپایدار، بی‌مزه، بدون بو و بی‌رنگ هستند که مقدار آن‌ها در مرحله اولیه واکنش به آهستگی و در پایان این مرحله به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد و سپس به محصولات ثانویه (مواد فرار آلدئیدی و کتونی) تجزیه می‌شوند (Sedaghat & Khoshnoudi-nia, 2015). بنابراین اندازه‌گیری عدد TBA (میلی‌گرم مالون آلدئید موجود در کیلوگرم روغن) به منظور بررسی روند اکسیداسیون انجام شد. با توجه به نمودار ۴، عدد TBA ناچیز اما در طول زمان نگهداری هواره روندی افزایشی داشت. با افزایش شدت اشعه، مقدار عدد TBA افزایش یافت اما در نمونه‌های حاوی پوشش به‌ویژه نمونه‌هایی که در پوشش آن‌ها عصاره نعناع وجود داشت TBA کمتر از نمونه‌های فاقد پوشش تیمار شده با همان شدت اشعه و نمونه شاهدبود ($P<۰/۰۵$). در همه هفته‌ها، بین نمونه‌ها بیشترین میزان عدد TBA مربوط به نمونه (T_3) بدون پوشش و تیمار شده با شدت اشعه ($۱۲ \frac{Kj}{m^۲}$) وکمترین میزان TBA مربوط به نمونه (T_7) پوشش‌دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع وتیمار شده با شدت اشعه ($٤ \frac{Kj}{m^۲}$) بود.

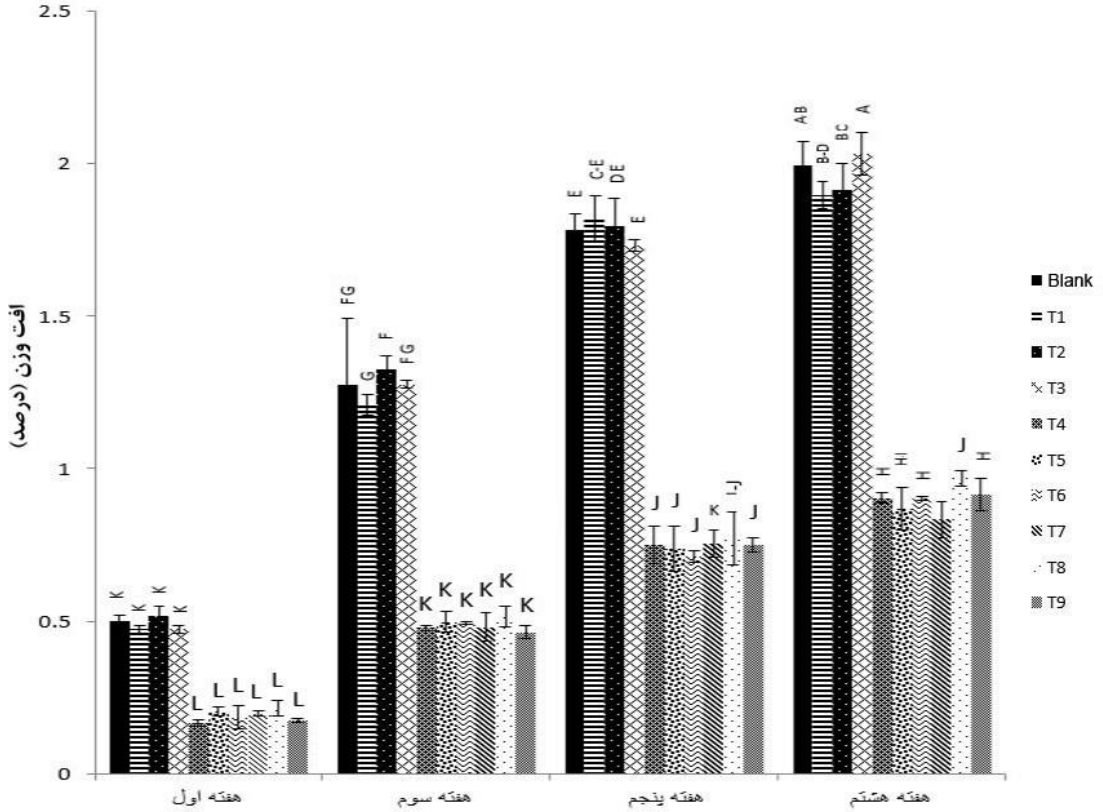
- افت وزن

در بررسی افت وزن مطابق نمودار ۵، اشعه تأثیر معنی‌داری بر تغییرات افت وزن نداشت و در طی زمان نمونه‌های بدون پوشش تیمار شده با اشعه‌ی UV تفاوت معنی‌داری با یکدیگر و با نمونه شاهد نداشتند ($p<۰/۰۵$)، ولی نمونه‌های دارای پوشش نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش افت وزن کمتری داشتند ($p<۰/۰۵$). بین نمونه‌هایی که در پوشش آن‌ها عصاره نعناع وجود داشت با نمونه‌هایی که پوشش آن‌ها تنها دارای صمغ فارسی بودند اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).



نمودار ٤- تغییرات عدد نمونه های پسته درطول دوره نگهداری

حروف بزرگ متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.



نمودار ٥- تغییر افت وزن نمونه‌های پسته در طول دوره نگهداری

(حروف بزرگ متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.)

- **شمارش کپک و مخمر**

با توجه به جدول ۲، میزان بار کپک و مخمر بعد از شصت روز نگهداری در یخچال برای شاهد از $\log CFUg^{-1}$ ۲/۳۸[1] به $\log CFUg^{-1}$ ۵/۷۶ رسید. در نمونه‌هایی که حاوی پوشش صمغ فارسی بودند اختلاف معنی‌داری با نمونه‌های بدون پوشش با همان میزان اشعه وجود نداشت ولی میزان کپک و مخمر در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع نسبت به سایر نمونه ها با اختلاف معنی‌داری کاهش یافت ($p< ۰/۰۵$). کمترین میزان بار کپک و مخمر متعلق به نمونه T9 (پوشش دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع و تیمار شده با بالاترین شدت اشعه) است.

- **کل بار میکروبی**

با توجه به جدول ۲، بعد از شصت روز نگهداری در دمای یخچال برای نمونه شاهد از $\log CFUg^{-1}$ ۳/۹۵ به $\log CFUg^{-1}$ ۶/۸۸ رسید. در بین نمونه هاباافزایش شدت اشعه،بارمیکروبی کاهش یافت و وجود عصاره نعناع در پوشش موجب کاهش بیشتر کل بارمیکروبی‌شد کمترین میزان بارمیکروبی متعلق به تیمار T9 است.

- **ارزیابی حسی**

نمونه‌های آماده شده مختلف در اختیار ۲۰ ارزیاب آموزش دیده مرد و زن قرار داده شد. جدول ۳ مقایسه میانگین امتیاز ارزیاب‌ها را به نمونه‌های پسته فاقد پوشش و پوشش‌دهی شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بین نمونه‌های تیمار شده و نمونه شاهد از لحاظ مطلوبیت بو و عطر و مزه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. از نظر پذیرش کلی نمونه‌های پوشش‌دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع دارای امتیاز بالاتری نسبت به شاهد و سایر نمونه‌ها بدست آوردند و نمونه T9 (پوشش‌دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع و تیمار شده با بالاترین شدت اشعه) دارای بیشترین امتیاز از این نظر بود.

بحث

- **ترکیبات فنولیک**

در بررسی ترکیبات فولیک نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، اشعه موجب کاهش ترکیبات فنولیک شد، علت را می‌توان تولید رایکال‌های آزاد هیدروکسیل توسط اشعه بیان کرد که با ترکیبات فنولیک واکنش می‌دهند و موجب تخریب فتوکاتالیستی آنها می‌شوند. پارامترهای مختلف مانند شدت نور، غلظت فتوکاتالیست و گیرنده‌های الکترون

جدول ۲- تغییرات میکروبی نمونه های پسته نگهداری شده در دمای یخچال

زمان نگهداری	علامت اختصاری	کل بار میکروبی $\log CFUg^{-1}$	کپک و مخمر $\log CFUg^{-1}$
روز صفر		۳/۹۵±۰/۱۹	۲/۳۹±۰/۰۵
روز شصت	شاهد	^{A}۶/۸۸±۰/۱۰	^{A}۵/۷۶±۰/۰۹
	T1	^{AB}۶/۴۰±۰/۰۲	^{B}۵/۳۶±۰/۰۸
	T2	^{CDE}۵/۵۵±۰/۰۸	^{C}۴/۸۶±۰/۰۶
	T3	^{DEF}۵/۲۱±۰/۱۳	^{D}۴/۲۴±۰/۰۹
	T4	^{BC}۵/۹۸±۰/۷۱	^{B}۵/۲۴±۰/۰۹
	T5	^{BCD}۵/۹۰±۰/۶۰	^{C}۴/۷۲±۰/۰۳
	T6	^{EF}۴/۹۸±۰/۰۳	^{D}۴/۱۷±۰/۱۸
	T7	^{BC}۵/۹۲±۰/۱۷	^{B}۵/۴۲±۰/۰۸
	T8	^{EF}۴/۹۵±۰/۱۳	^{D}۴/۱۳±۰/۱۸
	T9	^{F}۴/۵۰±۰/۰۵	^{E}۳/۷۳±۰/۰۷

- اعداد، میانگین ±انحرافمعیار (سه تکرار) می‌باشند.
- حروف بزرگ مشابه درهر ستون نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح اطمینان۹۵ درصد بین تیمارهااست.

جدول ۳- مقایسه میانگین ارزیابی حسی

نمونه	بو	طعم	پذیرش کلی
نمونه شاهد	۴/۱^{ab}	۳/۹^{abc}	۳/۸^{abc}
T1	۳/۹^{ab}	۳/۴^{bcd}	۳/۵^{bcd}
T2	۳/۵^{abc}	۳/۹^{abc}	۳/۹^{abc}
T3	۴/۳^{a}	۳/۶^{abcd}	۳/۶^{bcd}
T4	۳/۹^{ab}	۳/۴^{bcd}	۴/۴^{ab}
T5	۴/۵^{a}	۳/۴^{bcd}	۴/۲^{ab}
T6	۴/۴^{a}	۴/۲^{ab}	۳/۷^{bcd}
T7	۳/۸^{ab}	۴/۲^{ab}	۴/۱^{abc}
T8	۳/۸^{ab}	۳/۴^{bcd}	۳/۴^{cde}
T9	۳/۳^{bc}	۳/۴^{bcd}	۳/۵^{bcd}

– حروف بزرگ مشابه درهر ستون نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح اطمینان۹۵ درصد بین تیمارهااست.

نقش مهمی در تخریب فتوکاتالیستی ترکیبات فنولیک دارد (Chowdhury *et al*., 2017). نتایج بدست آمده مطابقت دارد با مطالعات قبلی Donsingha و Assatarakul (۲۰۱۸)، که اثر شدت های مختلف UV را بر نارگیل بررسی کردند، آنها گزارش دادند با افزایش شدت اشعه روند تغییرات ترکیبات فنولیک نمونه‌ها کاهشی می‌باشد.

صمغ فارسی یک اثر محافظتی بر میزان ترکیبات فنولیک پسته داشت زیرا مانند یک سد عمل می‌کند و با جلوگیری از ورود اکسیژن و تأخیر انداختن فعالیت‌های اکسیداتیو مانع از تخریب ترکیبات فنولیک می‌شود. عصاره نعناع نیز سرعت تخریب ترکیبات فنولیک را کاهش داد، علت آنرا می‌توان این گونه بیان کرد که برخی ترکیبات فنولیک می‌توانند کاهش دیگر ترکیبات فنولیک در طی ذخیره‌سازی را به دلیل احیای آنتی‌اکسیدان و مهار چند نوع از آنزیم‌های اکسیداتیو کاهش دهند. Chatrabnous و همکاران (۲۰۱۸) غلظت‌های (۲۵، ۷۵، ۱۰۰mg/L) عصاره‌های استخراج شده از پوست سبز گردو و گیاه تیموس ولگاریس را بر روی مغز گردو تازه بکار بردند و به مدت یک ماه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری کردند و مشاهده کردند افزایش غلظت هر کدام از عصاره–ها سرعت تخریب ترکیبات فنولیک گردو را نسبت به نمونه های شاهد کاهش می‌دهد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

- اسیدیته

روند تغییرات اسیدیته همه نمونه‌ها در طی زمان ذخیره‌سازی روندی افزایشی بود. در نتیجه واکنش‌های اکسیداسیون و هیدرولیز در طی مدت ذخیره‌سازی روغن‌ها، چربی‌ها و ملکول‌های تری‌گلیسیرید به مونو و دی‌گلیسیریدها و اسید چرب آزاد تجزیه شده و موجب افزایش میزان اسید چرب آزاد در روغن‌ها می‌شوند. درجه تجزیه به درجه حرارت و به میزان وجود آب و حضور کاتالیزورها مانند آنزیمها بستگی دارد. در نمونه‌های بدون پوشش با افزایش شدت اشعه میزان اسیدیته کاهش یافت. علت را این گونه می‌توان بیان کرد که اشعه UV با ایجاد رادیکال آزاد ظریت آنتی‌اکسیدانی را کاهش داده و موجب افزایش اسیدیته شده است. این نتیجه مطابقت دارد با نتیجه Sajilata و Singhal (۲۰۰۶)، که اثر Kgray (۰/۲۵، ۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱) اشعهUV را بر دانه کاشیو بررسی کردند و گزارش دادند با افزایش شدت اشعه، میزان اسیدیته و عدد پراکسید و سرعت اکسیداسیون افزایش می‌یابد.

در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع، اسیدیته نسبت به شاهد و نمونه‌های بدون پوشش، کمتر بوده است (P<۰/۰۵). زیرا صمغ به علت جلوگیری از ورود اکسیژن و در نمونه‌هایی که در پوشش آن‌ها عصاره نعناع وجود داشته است، عصاره نعناع به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود از تجزیه تری‌گلیسیریدها و

تولید اسید چرب آزاد به‌طور قابل‌توجهی جلوگیری کرده است. این نتایج با نتیجه‌ی گزارش‌شده، توسط Larrauri (۲۰۱۶) تطابق داشت. در این پژوهش، آن‌ها برای پوشش دهی بادام از کربوکسی‌متیل‌سلولز و از آنتی‌اکسیدان مصنوعی بوتیل‌هیدروکسی‌آنیزول و عصاره‌ی استخراج شده از پوست بادام تازه به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی استفاده کردند و نتیجه گرفتند که در نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به شاهد هیدرولیز اسیدچرب کمتر بوده است. میزان رنسیدیتی در نمونه‌ها با پوشش‌های مختلف با یکدیگر متفاوت بود اما درنهایت نمونه‌های حاوی پوشش نسبت به شاهد که بدون پوشش بود کمتر مشاهده شد.

- **پراکسید**

در نتایج بدست آمده اشعه UV بر میزان پراکسید روغن اثر منفی گذاشت و موجب افزایش عدد پراکسید شد. زیرا با افزایش شدت اشعه میزان ترکیبات فنولیک پسته‌ها به علت فعالیت فتوکالیستی کاهش می‌یابد و در نتیجه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آنها کاهش می‌یابد و سرعت اکسیداسیون افزایش می‌یابد در نتیجه عدد پراکسید روغن افزایش پیدا می‌کند (Sajilata & Singhal, 2006). این نتایج مطابقت دارد با نتایج حاصل از پژوهش Sajilata و Singhal (۲۰۰۶)، که به بررسی شدت‌های مختلف اشعه UV بر دانه کاشیو پرداختند.

در نمونه‌های دارای پوشش، به‌ویژه نمونه‌های پوشش‌دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع، پوشش در جلوگیری از افزایش عدد پراکسید موثر واقع شد و موجب کاهش عدد پراکسید نسبت به نمونه‌های بدون پوشش و نمونه شاهد شد ($P<۰/۰۵$). صمغ فارسی از نفوذ اکسیژن به بافت پسته‌ها جلوگیری می‌کند و عصاره نعناع نیز مانند یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند و همچنین به علت جلوگیری از تخریب ترکیبات فنولیک نمونه‌ها، عدد پراکسید را کاهش می‌دهد. افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بر ویژگی حمل اکسیژن پوشش اثر می‌گذارد و حفاظت در برابر اکسایش افزایش می‌یابد و همچنین از شروع واکنش‌های رادیکالی اکسیداسیون جلوگیری می‌کند (Ayranci & Tunk, 2003). افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها به ماده پوشش‌دهنده سبب تقویت شبکه پوشش و در نتیجه افزایش ممانعت کنندگی در برابر اکسیژن می‌شود (Atares *et al*., 2011). این نتایج مطابقت دارد با نتایج Sabaghi و همکاران (۲۰۱۵)، که اثرات پوشش‌های کیتوزان حاوی عصاره چای سبز را روی روند اکسیداسیون چربی، خصوصیات حسی و رشد قارچی گردو بررسی کردند که پس از ۱۸ هفته نگهداری در بسته‌های پلی‌اتیلنی در دمای ۳۵ درجه‌سانتی‌گراد گزارش دادند، نمونه‌های شاهد دارای عدد پراکسید ۱/۹۳ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن در حالی که نمونه حاوی پوشش ترکیبی کیتوزان و عصاره چای سبز با نسبت ۱۰-۵ عدد پراکسید کمتری را نشان داد.

- **TBA**

با توجه به نتایج به دست آمده، اشعه UV موجب افزایش عدد TBA شد. علت تاثیر منفی اشعه UV را می‌توان تخریب ترکیبات فنولیک توسط اشعه UV و کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پسته دانست که موجب تولید پراکسیدها و شکسته شدن آنها به ترکیبات ثانویه می‌شود (Al-bachir, 2015). اشعه در حضور اکسیژن می‌تواند به کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمک کند(Urbain, 1986). این نتایج مطابقت دارد با نتایج حاصل از پژوهش Sajilata و Singhal (۲۰۰۶)، که به بررسی شدت‌های مختلف اشعه UV بر دانه کاشیو پرداختند.

در نمونه‌های پوشش داده شده به ویژه نمونه‌هایی که با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع داده شده بودند، عدد TBA نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش کاهش یافته است ($P<۰/۰۵$)، زیرا مجدداً صمغ به علت جلوگیری از ورود اکسیژن به بافت پسته از تولید پراکسیدها و شکسته شدن آنها به TBA جلوگیری می‌کند. عصاره نیز به سبب فعالیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش توانایی صمغ در جلوگیری از ورود اکسیژن به بافت موجب کاهش سرعت اکسیداسیون و در نتیجه کاهش میزان TBA می‌شود. مطابقت دارد با Abdulhagh و همکاران (۲۰۱۳)، ایشان اثر صمغ کربوکسی متیل‌سلولز و آلفاتوکوفرول را روی چلغوزه به کار بردند و به این نتیجه رسیدند که بعد از ۵۶ روز نمونه حاوی پوشش در کنترل اندیس تیوباربیتوریک اسید نسبت به نمونه شاهد اثر داشته است.

- **افت وزن**

در رابطه با افت وزن مشاهده شد اشعه تأثیر معنی‌داری بر تغییرات افت وزن نگذاشت و در طی زمان نمونه‌های بدون پوشش تیمار شده با اشعه UV تفاوت معنی‌داری با یکدیگر و با نمونه شاهد نداشتند، ولی نمونه‌های دارای پوشش نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش افت وزن کمتری داشتند (P<۰/۰۵)، ولی بین نمونه‌های پوشش‌دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع و نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ فارسی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. علت را می‌توان ایجاد سدی توسط صمغ در برابر رطوبت بیان کرد. پوشش‌ها با ایجاد یک غشای نیمه تراوا موجب کاهش تبادلات خارجی می‌شوند (Stephane *et al*., 1996). نتایج بدست آمده تطابق دارد با گزارشات Chelbuska و همکاران (۲۰۰۸)، که با استفاده از محلول ۱۰٪ پلولان، تمام سطح فندق، بادام زمینی و گردو را پوشش‌دهی کردند و در طی ۹۰ روز ذخیره سازی مشاهده کردند کاهش وزن نمونه‌های پوشش‌دهی شده ۱/۰۵٪ و برای نمونه‌های بدون پوشش ۲/۵۶٪ است. درصد افت وزن در گردوهای فاقد پوشش در هفته‌ی اول نسبت به نمونه‌های حاوی پوشش بیشتر از ۲/۵ برابر بود و با افزایش زمان نگهداری این اختلاف کمترشد(Stephane *et al*., 1996).

- **بارمیکروبی**

در این پژوهش اشعه UV و پوشش صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع موجب کاهش کل بار میکروبی و بار کپک و مخمر شد. کمترین میزان بار میکروبی و کپک و مخمر برای نمونه‌ی پوشش‌دهی شده با صمغ فارسی حاوی عصاره نعناع و تیمار شده با بیشترین شدت Kj/m^2 به دست آمد. زیرا اشعه UV جذب مولکول DNA و موجب تخریب و شکسته شدن رشته DNA و اتصالات عرضی می‌شود و توانایی میکروارگانیسم برای تکثیر کاهش می‌یابد (Fan *et al*., 2017). این نتایج با نتایج Donsingha و Assatarakul (۲۰۱۸) آنها اثر (J/ml ۴/۸، ۳/۲، ۱/۶) اشعه UV را بر آب نارگیل طی ۱۸ روز نگهداری بررسی کردند. کل بار میکروبی نمونه شاهد (تیمار نشده) بعد از ۱۸ روز از ۶/۳logcfu/ml به logcfu/ml ۷ رسید در حالی که این میزان برای نمونه تیمار شده با kj/ml ۴/۸ به logcfu/ml ۴ رسید و میزان کپک و مخمر نمونه‌ها نیز با افزایش شدت اشعه نسبت به شاهد کاهش بیشتری مشاهده شد.

عصاره نعناع به علت وجود ترکیبات فنولیک به‌ویژه فلاونوئیدها که در پاسخ به عفونت‌های میکروبی در گیاه ساخته می‌شوند علیه طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها فعال می‌باشد (Jebeli Javan *et al*., 2014). مشابه با نظریه Kanat و همکاران (۲۰۰۷)، پتانسیل کیتوزان و نعناع را به عنوان نگهدارنده برای گوشت ومحصولات گوشتی بررسی کردند. نمونه‌های کوکتلی که مقدار ۰/۱ درصد عصاره نعناع به آنها اضافه شده بود بعد از ۲۴ ساعت نگهداری مقدار باسیلوس سرئوس کمتر از ۵logcfu/g اما برای نمونه شاهد logcfu/g ۶/۹اندازه‌گیری شد و همچنین مقدار اکلای ،سودوموناس آئروس، سالمونلا تیفی موریوم ، کمتر از میزان شاهد بود.

نتیجه‌گیری

پسته ازجمله محصولات مفید برای سلامتی بوده و درصد بالایی از صادرات غیرنفتی کشور را به خود اختصاص داده است. استفاده از صمغ فارسی به‌عنوان پوشش مانند یک سدی بین نمونه و محیط اطراف، تبادلات خارجی را کاهش داد و مانع از ورود اکسیژن به بافت شده درنتیجه سرعت اکسیداسیون چربی پسته را کاهش داده و از اتلاف رطوبت جلوگیری کرد. اضافه شدن عصاره نعناع به پوشش به علت حضور ترکیبات فنولیک موجود در عصاره مانند یک آنتی‌اکسیدان عمل کرده و موجب کاهش بیشتر سرعت اکسیداسیون وکاهش رشد میکروارگانیسم‌ها شد. اشعه با آن‌که بر اکسیداسیون تأثیرمنفی گذاشته، موجب کاهش بارمیکروبی شد و مدت ماندگاری پسته را افزایش داد.

منابع

Abdulhagh, M., Alam, M. & Hasnain A. (2013). Gum cordia: anoveledible coating to increase the shelflife of chilgoza (pinus gerard iana). Food Sciense and Technology, 50, 306-311.

Al-Bachir, M. (2004). Effect of gamma irradiation on fungal load, chemical and sensory characteristics of walnuts (Juglans regia L.). Stored Products Reasearch, *40*(4), 355-367.

Al-Bashir, M. (2015). Efect of gamma irradiation on furgal load, Chemical and Sensory characteristics of walnuts (juglans regial). Journal of Stored Products Reasearch, 40, 355-362.

Atares, L., Perez, R. & Chiralt, A. (2011). The role of some antioxidants in the HPMC filmproperties and lipid protection in coated to usted almonds. Food Engineering, 104, 649-656.

Ayranci, E. & Tunc S. (2003). A method for measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. Food Chemistry, 80, 423-431.

Chatrabnous, N., Yazdani, N., Tavallali, V. & Vahdati, K. (2018). Preserving quality of fresh walnuts using plant extracts. Food Science and Technology, 91, 1-7.

Chowdhury, P., Nag, S. & Ray, A. (2017). Degradation of phenolic compounds through uv and visible light –driven photocatalysis. Technical and Economic Aspects,10, 577-661.

Donsingha, S. & Assatarakul, K. (2018). Kinetics model of microbial degration by uv radiation and shelflife of coconut water. Food Control, 22,162-168.

Falguera, V., Pagán, J., Garza, S., Garvín, A. & Ibarz, A. (2011). Ultraviolet processing of liquid food: A review. Part 1: Fundamental engineering aspects. Food Reasearch International, 44(6), 15-71.

Fan, X., Huang, R. & Chen, H. (2017). Application of ultraviolet C technology for surface decontamination of fresh produce. Trends in Food Science and Technology, 7(6), 9-19.

Fazli Aghdai, M., Goli, S., Keramat, J. & Ansariyan, A. (2016). The effect of roasting process on total phenolic compounds and antioxidant activity of two domestic and wild varieties pistachio oil. Food Science and Technology,13(51), 65-74 [In Persian].

Ferreira, A. R. V., Bandarra, N. M., Moldão-Martins, M., Coelhoso, I. M. & Alves, V. D. (2018). FucoPol and chitosan bilayer films for walnut kernels and oil preservation. Food Science and Technology, 91, 34-39.

Golestan, L., Yousefi, L. & Kabousi, H. (2012).Effect of essential oil inhibitor (MENTHE SPICATA) on the survival of probiotic bacteria in industrial liquid culture.Food Science and Technology, 5(3), 13-22 [In Persian].

Homauni, A. (2015). Use of antimicrobial effects of UV rays in food industry. Food Science and Technology, 3(1), 1-9 [In Persian].

Jebeli Javan, J., Ahmadi, M. & Bayani, M. (2014). Antioxidant and antimicrobial effects of different mints, the most widely used in Caspian Sea areas, Iran. Veterinary Laboratory Research, 6 (2), 93-102.

Joukar, F., Hosseini, S. & Moosaviannasab, M. (2017). Effect of farsi gum based antimicrobial adhesive coutings on the refrigeration shelf life on rainbow troud fillets. Food Sciencse and Technology, 80, 1-9 [In Persian].

Kanatt, S. R., Chander, R. & Sharma, A. (2007). Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. Food Chemistry, 107(2), 845-852.

Khoshnoudinia, N. & Sedaghat, N. (2014). Effect of edible coatings containing antioxidant agents on oxidative stability and sensoryproperties of roasted pistachio nuts (Ohadi variety). Food Science and Technology, 9(1), 12-20 [In Persian].

Larrauri, M., Demaría, M. G., Ryan, L. C., Asensio, C. M., Grosso, N. R. & Nepote, V. (2016). Chemical and sensory quality preservation in coated almonds with the addition of antioxidants. Food Science, 81(1), 154-173.

Naji Tabasi, S. & Mahdian, E. (2017). The investigation of sage seed and persian gum coating effect on oil mass transfer and quality attributes of potato chips. Food Science and Technology, 6(2), 171-184 [In Persian].

Pen, L. T. & Jiang, Y. M. (2003). Effects of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut. Food Science and Technology, 36(3), 359-364.

Rahimi, S. & Abasi, S. (2014). Characterization of some physicochemical and gelling properties of Persian gum. Food Science and Technology,1(4) ,13-27 [In Persian].

Rezai, M. & Sedaghat, N. (2015). Application of food films and coatings to improve the shelf life of fresh fruits and vegetables. Food Science and Technology, 3(1), 9-19 [In Persian].

Sabaghi, M., Maghsoudlou, Y., Khomeiri, M. & Ziaiifar, A. M. (2015). Active edible coating from chitosan incorporating green tea extract as an antioxidant and antifungal on

fresh walnut kernel. Postharvest Biology and Technology, 110 (4) , 224-228.

Sajilata, M. & Singhal, R. (2006). Effect of irradiation and storage on the antioxidative activity of cashew nuts. Radiation Physics and Chemistry, 75, 297-300.

Sedaghat, N. & Khoshnoudi-nia, S. (2015). Effect of edible composite coatings on shelf life of roasted pistachio nuts. Food Science and Technology, 12(4), pp.415-427.

Shahidi, F. & Zhong, Y. (2005). Lipid oxidation: measurement methods. Bailey's Industrial Oil an fat Product, 34(3), 16-54.

Shamsudin, R., Adzahan, N. M., Yee, Y. P. & Mansor, A. (2014). Effect of repetitive ultraviolet irradiation on the physico-chemical properties and microbial stability of pineapple juice. Innovative Food science and Emerging Technologies, 23, 114-120.

Stephane, G., Gontard, N. & Gorris, A. (1996). Prolongation of the shelf life of perishable food products using biodegradable films and coatings. Food Science and Technology, 29, 10-19.

Tsantili, E., Konstantinidis, K., Christopoulos, M. V. & Roussos, P. A. (2011). Total phenolics and flavonoids and total antioxidant capacity in pistachio (Pistachia vera L.) nuts in relation to cultivars and storage conditions. Scientia Horti Culturae, 129(4), 694-701.

Urbain, W. (1986). Radiation chemistry of food components and of foods. Food Irradiaton, xxx, 37-82.

The Effect of Persian Gum Coating Containing Green Mint Extract and Ultraviolet Ray on the Duration of Fresh Pistachio (Pistacia Vera)

M. Moezi [a], M. Fazel [b] *

[a] MSc Student of the Depatment of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

[b] Assistant Professor of the Depatment of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Received: 30 January 2019 Accepted: 11 December 2019

Abstract

Introduction: Pistachio is one of the most popular nuts of the world due to its taste and nutritional value. The storage conditions of pistachios play an essential role in preserving the quality and organoleptic characteristics of the product, while unsatisfactory storage conditions, create undesirable reactions and provide poor products quality.

Materials and Methods: This study was carried out to evaluate the effect of various ultraviolet rays (4, 8,12 Kj/m^2), Persian gum (7% w/v), and mint extract(1.5% v/v) on oxidative reactions and microbial characteristics of pistachio kernels of Kaleghuchchi cultivar. After applying the treatments, pistachios were packed in polyethylene bags and kept at refrigerated temperature (4 ± 1 ℃) for two months. In the first, third, fifth and eighth weeks, phenolic compounds, acidity, peroxide value, thiobarbituric acid number and lossing weight were measured. On the first and last days of storage, the total microbial load and yeast mold were evaluated. Inorder to evaluate the effect of gum and extract of mint on the sensory properties on the last day, five-point gradient Hedonic test was carried out. Statistical analysis was performed using SPSS20 software in a completely randomized design with three replications in LSD test.

Results: The result showed that by increasing the intensity of radiation, the microbial load decreased (p <0/05), because the radiation by the nucleoide acid causes the breakdown of the primidine nucleotides, but it increases the acidity, peroxide, and thiobarbituric acid because the radiation causes degradation due to its photocatalytic activity. Phenolic compounds andantioxidant activity is reduced. In the coating samples, especially gum and mint extract coating, the levels of microbial, acidity, peroxide, and tiobarbituric acid were reduced (p <0.05) due to the presence of antioxidant capacity. the sensory evaluation results indicated that there was no significant difference in terms of smell, tast and overall acceptancebetween thesamples.

Conclusion: Using Persian gum coating with mint extract, the increases antimicrobial power and also reduces the negative effect of UV on fat oxidation.

Keywords: *Coating, Mint Extract Oxidation, Persian, Gum Pistachio.*

* Corresponding Author: mfazeln@yahoo.com