مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

مطالعه انبارمانی پسته تر رقم احمد آقایی با کاربرد گاماآمینوبوتیریک اسید و واکس کارنوبا

بتول حسینی پور[۱]، فاطمه ناظوری[۲*]، سید حسین میردهقان[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۳- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹ /۰٤/۰۱

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰٦/۳۱

کلمات کلیدی:

فعالیت آنتی‌اکسیدانی،

کلروفیل و کارتنوئید،

گاماآمینوبوتیریک اسید،

لیپید مغز،

واکس کارنوبا.

DOI: 10.29252/fsct.18.01.14

* مسئول مکاتبات:

f.nazoori@vru.ac.ir

چکیده

در سال ۱۳۹۷ آزمایشی به منظور بررسی تیمار تلفیقی گاماآمینوبوتیریک اسید و واکس کارنوبا روی انبارمانی پسته تر بر پایه فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل پوشش های خوراکی در ۵ سطح شامل؛ شاهد (آب مقطر)، گاماآمینوبوتیریک اسید ۱۰ میلی مولار (G10)، یک درصد کارنوبا به همراه گاماآمینوبوتیریک اسید ۱۰ میلی¬مولار (C1G10)، دو درصد کارنوبا به همراه گاماآمینوبوتیریک اسید ۱۰ میلی¬مولار (C2G10) و سه درصد کارنوبا به همراه گاماآمینوبوتیریک اسید ۱۰ میلی مولار (C3G10) و زمان انبارمانی در دو سطح (۲۵ و ۵۰ روز) بود. نتایج نشان داد در طی انبارمانی اکثر ویژگی های کمی و کیفی از جمله سفتی پوست و مغز (از ٤ تا ۸ درصد در تیمارهای مختلف برای سفتی پوست و از ۷ تا ۱۹ درصد در تیمارهای مختلف برای سفتی مغز)، درصد رطوبت پوست (از ۱ تا ۲ درصد)، کلروفیل کل مغز (از ۱۱ تا ۳٤ درصد برای تیمارهای مختلف)، عطر (از ۳ تا ۳۰ درصد) و طعم (۷ درصد کاهش در روز ۵۰ام انبارمانی) روند نزولی نشان داد. در طی زمان انبارداری کارتنوئید مغز (از ۵ تا ۲۲ درصد) ترکیبات فنلی کل مغز (از ۳۵ تا ٤٤ درصد)، فلاونوئید مغز (از ۸ تا ۳۲ درصد)، لیپید مغز(از ۳۱ تا ٦۵ درصد)، فعالیت آنتی اکسیدانتی (از ۲ تا ٤ درصد) روند صعودی داشتند. به نظر می‌رسد تیمار C1G10 در بین تیمارهای کابردی قادر به حفظ اکثر ویژگی‌های کمی و کیفی پسته تر احمدآقایی تا ۵۰ روز انبارمانی می‌باشد.

۱- مقدمه

پسته تر به‌دلیل سالم بودن و ارزش غذایی بالای آن از اهمیت زیادی برخوردار است و منبع غنی از پروتئین، چربی و کربوهیدرات است. نحوه فرآوری و عرضه پسته به دو صورت تر و خشک است که بر انبارمانی و کیفیت محصول مؤثر است. تاکنون نگه‌داری پسته در انبار و صادرات آن به‌صورت خشک و در گونی‌های نخی و اخیراً پلی‌اتیلنی بوده و فروش پسته تر تنها به بازارهای محلی و اطراف محدود بوده است [۱].

طور کلی واکس‌ها و پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر درونی میوه، میزان متابولیت‌های ثانویه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کیفیت حسی، رنگ، سفتی، رشد میکروبی، تولید اتیلن و ترکیب‌های فرار را تحت تأثیر قرار می‌دهند. کاربرد پوشش‌های چرمی همچون واکس کارنوبا [۲] و همین‌طور ترکیباتی نظیر گاما آمینوبوتیریک اسید [۳] می‌توانند اهدافی چون بهبود ظاهر و بافت، حفظ رطوبت، تأخیر در تغییرات نامطلوب رنگ و طعم، بهبود ارزش تغذیه‌ای، افزایش ماندگاری محصول، و جلوگیری از فعالیت میکروبی در محصول گردند. تیمار واکس کارنوبابر روی میوه پاپایا در شرایط انبار سبب حفظ شاخص‌های کیفی این میوه در شرایط انبار گردید و سبب تأخیر در رسیدگی میوه‌های پاپایا پوشش داده شده در شرایط انبار در مقایسه با میوه‌های پوشش داده نشده گردید [٤]. میوه انار تیمار شده با واکس کارنوبا به تنهایی و یا همراه با پوترسین (۲میلی‌مولار) غلظت بالاتری از آنتوسیانین، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، اسید آسکوربیک، تانن و ویژگی‌های حسی در دوره انبارداری نشان داد [٥]. کاربرد واکس کارنوبا بر روی میوه انار رقم ملس ساوه سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه انار قرار گرفته شده در شرایط انبار سرد شد[٦].

گاماآمینوبوتیریک اسید۲ یک آمینواسید غیرپروتئینی چهار کربنه می‌باشد که بخش قابل‌توجهی از اسیدهای امینه آزاد در سلول‌های گیاهی است [۷]. کاربرد پس از برداشت گاما آمینوبوتیریک اسید و اسید سالیسیلیک منجر به حفظ کیفیت و ماندگاری میوه آلوی رقم "شابلون" شد [۸] . کاربرد گاما آمینوبوتیریک اسید با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از آسیب به بافت خیار در شرایط انبار جلوگیری کرد [۹]. گاما آمینوبوتیریک اسید سبب افزایش اسمولیت‌های سازگار کننده در جریان انبارمانی کدو می‌شود [۱۰]. با توجه به اثرات مثبت ترکیبات ذکر شده این تحقیق به منظور بررسی و تعیین بهترین تیمار تلفیقی کارنوبا و گاماآمینوبوتیریک اسید بر روی یکی از ارقام مهم تجاری پسته ایران با نام احمدآقایی انجام گرفت.

۲- مواد و روش ها

نمونه‌گیری به‌طور تصادفی از تمام قسمت‌های درختان پسته ۱۳ ساله از رقم احمدآقایی موجود در یکی از باغ‌های شهرستان ساوه انجام شد. بلافاصله نمونه‌ها به آزمایشگاه پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان منتقل شدند.

۲-۱-نحوه‌ی اجرای آزمایش

در این آزمایش در مرحله اول بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، نمونه‌های پسته سالم و یکنواخت از پسته‌های صدمه‌دیده و نارس به منظور اعمال تیمارها جدا شدند. قبل از بسته‌بندی صفات کمی و کیفی نمونه‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. مدت زمان نگه‌داری ۲۵ و ۵۰ روز در دمای ۳-٤ درجه سانتی‌گراد بود که اثرات آن بر خصوصیات کیفی پسته رقم احمدآقایی در ٤ تکرار انجام شد، برای بسته بندی از ظروف یکبار مصرف استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل انجام گردید. فاکتورها در این آزمایش شامل شاهد (آب مقطر)، گاماآمینوبوتیریک اسید با غلظت ۱۰ میلی‌مولار (G10)، یک درصد کارنوبا به همراه گاماآمینوبوتیریک اسید با غلظت ۱۰ میلی‌مولار (C1G10)، دو درصد کارنوبا به همراه گاماآمینوبوتیریک اسید با غلظت ۱۰ میلی‌مولار (C2G10) و سه درصد کارنوبا به همراه گاماآمینوبوتیریک اسید با غلظت ۱۰ میلی‌مولار (C3G10) و فاکتور دوم زمان انبارمانی (۲۵ و ۵۰ روز) بود. در پایان هر دوره انبارداری برخی صفات کمی و کیفی به شرح ذیل اندازه‌گیری شدند.

۲-۱-۱- سفتی و رطوبت پوست و مغز

برای اندازه‌گیری سفتی پوسته رویی و مغز پسته بر حسب واحد کیلوگرم نیرو (Kgf) از دستگاه سفتی‌سنج مدل Lutron

2. Gamma-Aminobutyric acid

FG5020ساخت کشور تایوان استفاده شد. برای اندازه‌گیری رطوبت پوست و مغز پسته از روش ناظوری (۱۳۹۹) استفاده شد [٦].

۲-۱-۲-کلروفیل کل و کارتنوئید مغز

برای اندازه‌گیری کلروفیل کل و کارتنوئید، ۱ گرم مغز تازه وزن گردید و از روش استخراج با استون ۸۰ درصد، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل T80 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd در طول موج‌های۴۸۰، ٦٤٥،۵۱۰، ٦٥٢، ٦٦٣ نانومتر قرائت شد [۱۱].

۲-۱-۳-ترکیبات فنلی مغز

به منظور اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل عصاره‌گیری از مغز میوه با بافر فسفات (K2HPO4 ، KH2PO4 ، pH=7.8) صورت گرفت. میزان ترکیبات فنلی با استفاده از استاندارد گالیک اسید ۱ میلی‌مولار بر حسب معادل میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه محاسبه گردید [۱۲].

۲-۱-٤-فلاونوئید مغز

میزان فلاونوئید کل با روش کالیمتری کلرید آمونیوم اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی مغز میوه با ۱۰ میکرولیتر آلومینیوم کلراید (۱۰٪)، ۱۰ میکرولیتر پتاسیم استات و ۲۸۰ میکرولیتر آب دیونیزه مخلوط شد. نمونه‌ها به شدت تکان داده و سپس در دمای اتاق به مدت ٤۰ دقیقه نگه‌داری شدند. جذب مخلوط واکنش در طول موج ٤۱۵ نانومتر خوانده شد. میزان فلاونوئید کل بر اساس منحنی استاندارد کوئرستین تعیین شد [۱۳].

۲-۱-۵-لیپید و آنتی اکسیدان مغز

برای اندازه‌گیری میزان لیپید از روش Bligh and Dyer استفاده شد [۱٤]. برای تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش عصاره‌گیری با متانول ۸۰ درصد استفاده و میزان جذب محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد[۱۵].

۲-۱-٦- ارزیابی حسی

از روش نمره دادن صفر تا پنج و چشیدن و نظرخواهی از افراد مختلف استفاده شد. پنج نفر ارزیاب‌ها از بین دانشجویان و اساتید انتخاب شدند. از هر تیمار تعدادی پسته درون ظروف پلاستیکی که از طریق کدهایی تفکیک شده بودند، قرار داده شد. سپس ارزیاب‌ها دو فاکتور طعم و عطر را مورد ارزیابی قرار دادند [۱].

۲-۱-۷-طرح آزمایشی

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. فاکتورهای اصلی آزمایش شامل ۵ تیمار و ۲ زمان انبارمانی بود. نتایج و داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار کامپیوتریSAS ورژن ۹/۲ تجزیه و تحلیل آماری شدند و مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال یک و پنج درصد برای آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفتند. نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel رسم و نتایج تفسیر شدند.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-سفتی پوست و مغز

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که سفتی پوست میوه پسته با افزایش مدت زمان انبارمانی کاهش یافت. در روز ۲۵ انبارمانی پوشش G10 مانع کاهش سفتی پوست میوه در شرایط انبار در مقایسه با سایر تیمارها شد. در مرحله پایانی کاربرد C3G10 اثر G10 را بر حفظ سفتی پوست بهبود بخشید و از بیشترین میزان سفتی پوست برخوردار بود (شکل ۱A). نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که سفتی مغز پسته با افزایش مدت زمان انبارمانی کاهش یافت. بیشترین میزان سفتی مغز متعلق به G10 و C2G10 در مرحله پایانی انبارمانی بود (شکل ۱B). سفتی میوه، یک ویژگی مهم کیفی است که به طور مستقیم در افزایش پتانسیل انبارمانی و ایجاد مقاومت بیشتر به آسیب‌های مکانیکی و پوسیدگی میوه نقش دارد. ترکیبات پکتیکی پلی‌ساکاریدهای ساختاری می‌باشند که مسئول سفتی بافت میوه‌ها می‌باشند و نرم شدن میوه زمانی رخ می‌دهد که اتصال این پلی-مرهای پکتیکی به دیواره سلولی طی مراحل رسیدگی سست‌تر می‌شود [۱٦]. کاهش سفتی پوست تر و مغز پسته توسط محققین دیگر بر روی رقم کرمان [۱٦]، احمدآقایی [۱] و فندقی [۱۷] نیز گزارش شده است. کاهش در سفتی پوست نرم طی انبار ممکن است به دلیل فعالیت برخی از آنزیم‌ها نظیر پلی‌گالاکتروناز،

سلولاز، بتاگالاکتوزیداز و آلفا مانوزیداز می باشد که طی انبار سبب کاهش استحکام بافت میوه می‌شوند [۱۸]. گزارشات متعددی در ارتباط با تأثیر کارنوبا بر افزایش سفتی بافت میوه انبه [۱۹]، پاپایا [٤]، انار [٥] و گلابی [۲۰] صورت گرفته است. گزارش شده است میوه‌های پوشش داده شده با ترکیبات مختلف به دلیل کاهش تولید اتیلن فعالیت آنزیم‌های پکتین متیل استراز و پلی‌گالاکتروناز به طور چشمگیری کاهش یافت [۲۱]. گاماآمینوبوتیریک اسید به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانتی که دارد و هم‌چنین به عنوان یک تحریک‌کننده و سیگنالینگ در بافت میوه سبب افزایش مقاومت در برابر دمای پایین انبار می‌شود که این امر سبب حفظ کیفیت میوه در طی انبار می‌شود.

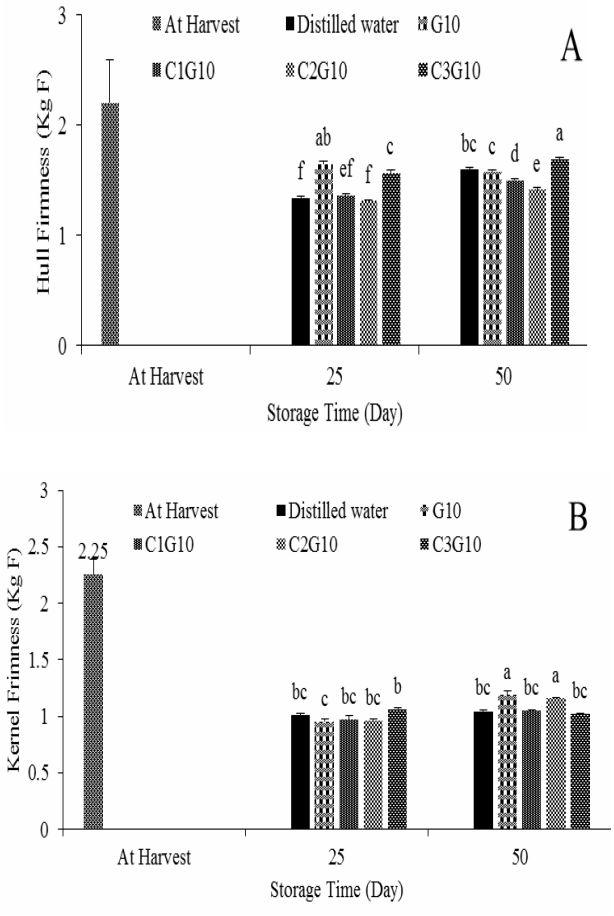

Fig 1 The effect of carnuba coating and the application of gamma aminobutyric acid on the hull and kernel firmness of pistachio cv Ahmad Aghaei in storage conditions.

نتایج این تحقیق نشان داد که میوه‌های پوشش داده شده با گاماآمینوبوتیریک اسید از بافت سفت‌تری در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده برخوردار بودند. گزارش شده است که گاماآمینوبوتیریک اسید از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و کاهش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی سبب افزایش سفتی میوه می‌گردد [۲۲]. کاربرد گاماآمینوبوتیریک اسید از طریق کاهش فعالیت قارچ‌ها روی میوه و همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت سبب افزایش عمر انبارداری و کاهش نرمی میوه گلابی می‌شود [۲۳].

۳-۲-درصد رطوبت پوست و مغز

طی انبارمانی مقدار رطوبت مغز (شکل B ۲) و پوست میوه (شکل C ۲) پسته کاهش یافت.کاربرد تیمارهای ذکر شده سبب حفظ رطوبت مغز پسته در مقایسه با شاهد در شرایط انبار گردید (شکل A ۲). کاهش آب یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت محصولات است. به طور معمول کاهش وزن در طول دوره انبارداری میوه به‌دلیل فرآیند تبخیرو تعرق از سطح میوه اتفاق می‌افتد [۱۹ و ۲۰]. کاهش مقدار رطوبت مغز و پوست پسته تر توسط سایر محققین نیز گزارش شده است [۱٦]. کاربرد پوشش کارنوبا روی میوه انبه [۱۹]، فیجوا [۲٥]، آووکادو [۲٤] و انار [٥] از طریق کاهش تنفس میوه و همچنین کاهش تلفات آب تأثیر قابل‌توجهی در حفظ وزن فرآورده در شرایط انبار دارد. گاماآمینوبوتیریک اسید یکی از ترکیبات فعال می‌باشد که نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاهان و حفظ بافت میوه دارد بنابراین تجمع این ماده در بافت میوه سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و در نهایت تجمع پرولین در بافت میوه و سبب افزایش عمر انبارمانی فرآورده می‌گردد [۲٦]. دیده شده است که گاماآمینوبوتیریک اسید از طریق افزایش مقدار پلی‌آمین‌ها از جمله پوتریسین در بافت میوه، سبب حفظ مقدار رطوبت بافت میوه در شرایط انبار می شوند [۱۰].

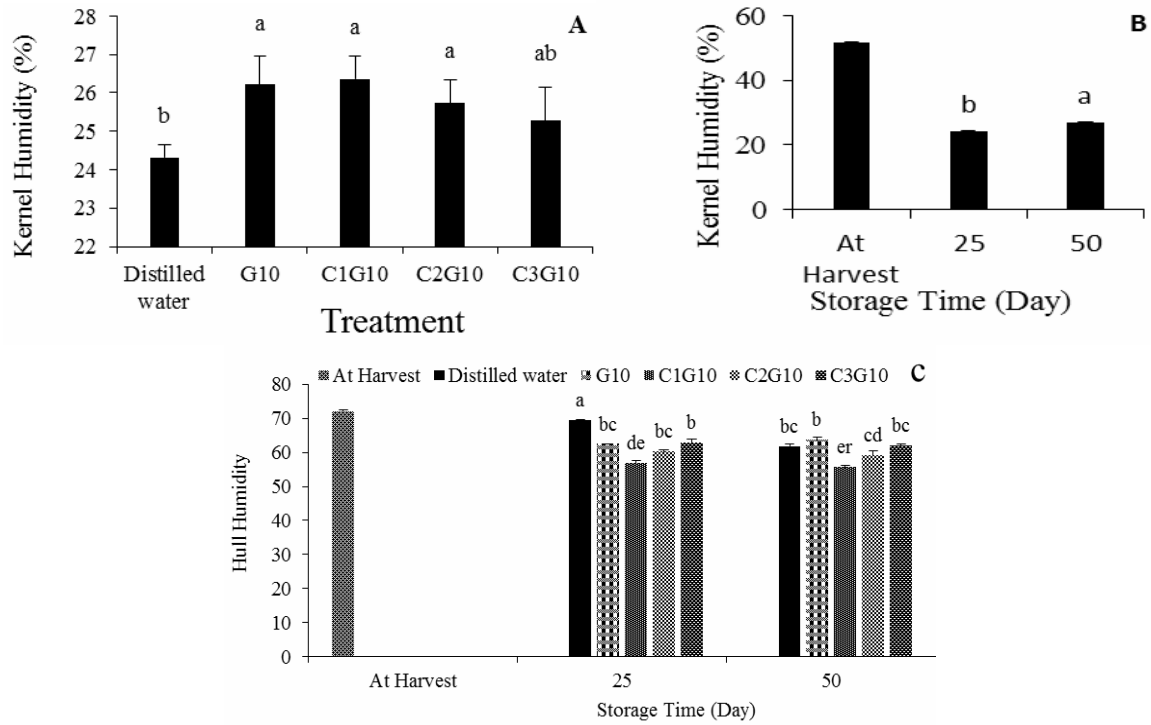

Fig 2 The effect of storage time, carnuba coating and gamma aminobutyric acid on the kernel and hull humidity of pistachio cv Ahmad Aghaei

۳-۳-کلروفیل کل و کارتنوئید مغز

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بیشترین کلروفیل کل مغز متعلق به نمونه شاهد در روز ۲۵ انبارمانی بود. تمامی تیمارهای G10 و همراه با کارنوبا میزان کلروفیل کل کمتری از خود نشان دادند (شکل A ۳). همانطور که در شکل B ۳ نشان داده شده است در مرحله پایانی کاربرد گاماآمینوبوتیریک اسید به تنهایی و همراه با کارنوبا سبب حفظ مقدار کارتنوئید کل مغز پسته در شرایط انبار گردید. کاروتنوئیدها گروه بزرگی از مولکول‌های ایزوپرنوئیدی هستند که توسط تمامی اندام‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی ساخته می‌شوند. کارتنوئیدها با حذف رادیکال‌های اکسیژن تولید شده نقش آنتی‌اکسیدانی دارند [۲۷]. در یک بررسی انجام شده روی مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل مغز پسته نشان داده شد که مقدار کلروفیل طی مدت زمان انبارمانی به‌طور قابل‌توجهی کاهش پیدا کرد [۲۸]. در این پژوهش میزان کارتنوئید در تمامی تیمارهای گاماآمینوبوتیریک اسید به همراه کارنوبا نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت که افزایش میزان کاروتنوئید ممکن است به دلیل تولید اتیلن باشد [۱۳]. پوشش خوراکی سبب تعدیل در اتمسفر اطراف میوه می شود و از تجزیه کلروفیل در بافت میوه جلوگیری می‌کند. کاهش در مقدار کلروفیل ممکن است به‌دلیل افزایش تنفس پسته تازه و در نهایت افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز در طی انبار باشد [۲۹]. یکی از دلایل بالا بودن مقدار کلروفیل در نمونه شاهد به خاطر هدر رفت میزان آب آن است. شیخی و همکاران (۲۰۱۹) طی بررسی روی میوه پسته تر رقم کرمان نشان دادند که مقدار کلروفیل پوست نرم و مغز پسته در شرایط انبار کاهش یافت که این امر به دلیل تجزیه کلروفیل در طی انبار می¬باشد [۱۶]. تغییرات رنگ و مقدار کلروفیل در میوه¬های گواوا تیمار شده با کارنوبا در شرایط انبار کمتر بود که این امر به دلیل پایین بودن آنزیم¬های تجزیه کننده کلروفیل و همچنین پایین بودن فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز بود [۳۰] که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

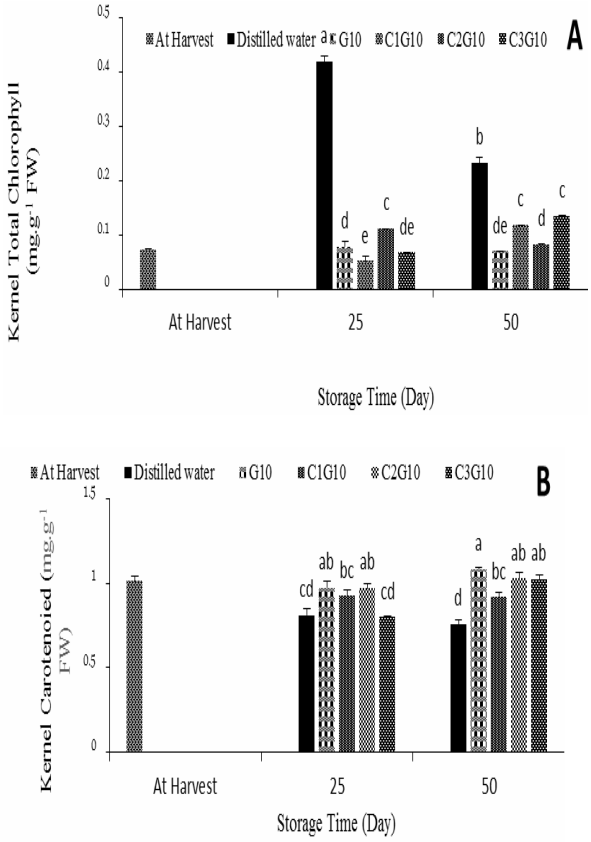

Fig 3 The effect of carnuba coating and gamma aminobutyric acid on the kernel total chlorophyll and carotenoid of pistachio cv Ahmad Aghaei in storage conditions

۳-٤-ترکیبات فنلی و فلاونوئید مغز

ترکیبات فنلی مغز میوه پسته با افزایش زمان انبارمانی کاهش و سپس افزایش یافت (شکل ٤A). پوشش‌دار نمودن میوه پسته با C1G10 و C2G10 سبب حفظ مقدار ترکیبات فنلی مغز میوه در مقایسه با میوه‌های پوشش داده نشده در ۵۰ روز بعد از انبارمانی گردید. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کاربرد G10و C2G10 سبب حفظ مقدار فلاونوئید مغز پسته در ۵۰روز بعد از انبار گردید (شکل ٤B). فلاونوئیدها از متابولیت‌های ثانویه مهم گیاهی هستند که نقش مهمی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند. کاهش فلاونوئیدها طی انبارمانی نشانه افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در پاسخ به تنش‌های فیزیولوژیکی ضمن پیری و رسیدن است [۳۱]. به طور کلی از مهم‌ترین ترکیباتی که در مغز پسته دارای فعالیت ضداکسیدان هستند می‌توان به ترکیبات فنلی، آنتوسیانین، لوتئین، کلروفیل، فئوفیتین، آلفاتوکوفرول و برخی ترکیبات فلاونوئید اشاره کرد [۳۲ و ۳۳]. بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر ترکیبات فنلی مغز پسته در طی انبار به طور قابل‌توجهی کاهش پیدا کرد. کاهش مقدار ترکیبات فنلی در شرایط انبار ممکن است به دلیل کاهش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمینولیاز باشد که نقش مهمی در فعال کردن مسیر بیوسنتز ترکیبات فنلی داشته باشد [٣٤]. حفظ ترکیبات فنلی میوه با استفاده از تیمارهای ذکر شده در این بررسی با نتایج انجام شده روی میوه بادمجان [۳۵] مطابقت دارد. در یک بررسی انجام شده روی میوه موز در ارتباط با گاماآمینوبوتیریک اسید نشان داد که گاماآمینوبوتیریک اسید سبب حفظ مقدار ترکیبات فنلی در طی انبار گردید[٣٦].

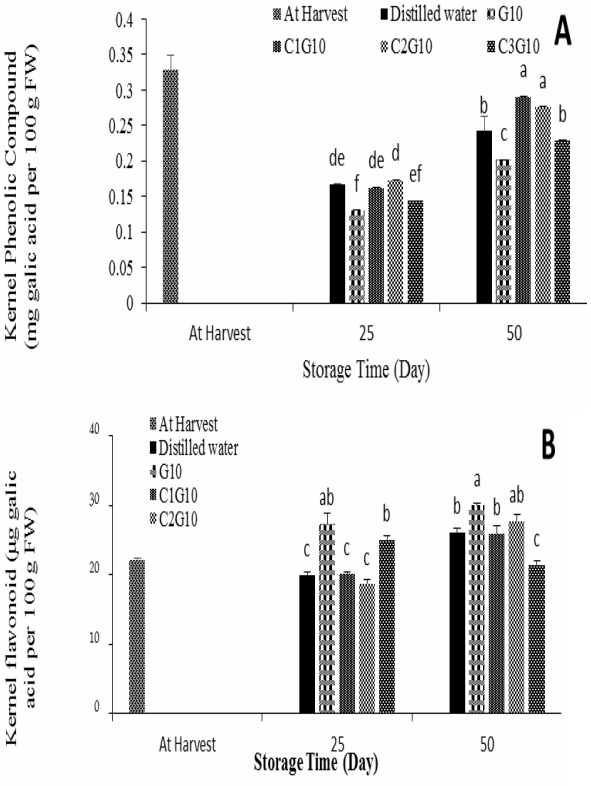

Fig 4 The effect of carnuba coating and gamma aminobutyric acid on the kernel phenolic compounds and flavonoid of pistachio cv Ahmad Aghaei in storage conditions

۳-۵-لیپید مغز

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد لیپید مغز میوه پسته با افزایش زمان انبارمانی کاهش یافت به طوری که در میوه‌های تیمار شده با پوشش C3G10 در زمان ۲۵ و ۵۰ روز نمونه‌برداری در

مقایسه با نمونه شاهد بیشترین میزان لیپید مغز را داشتند (شکل A ۵). چربی پسته غنی از اسیدهای چرب ضروری می‌باشد که در تغذیه و رژیم غذایی انسان نقش مهمی را ایفا می‌کند. شرایط انبارداری می‌تواند خواص تغذیه‌ای پسته را تحت تأثیر قرار دهد. مهم‌ترین واکنش تخریبی پسته که در طول دوره انبارداری منجر به افت کیفیت محصول می‌شود، مکانیسم اکسایشی لیپیدها و تشکیل هیدروپراکسیدها است [۳۷]. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پوشش‌دهی با گاماآمینوبوتیریک اسید به همراه کارنوبا ۲ و ۳ درصد به‌طور معنی‌داری میزان لیپید را نسبت به نمونه‌های بدون پوشش در سطح بالاتری نگه داشته است که با نتایج خطیب و میردهقان (۱۳۸۹) مطابقت دارد [۱۷].

۳-۶-فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز

همانطور که در شکل B ۵ نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز را نمونه شاهد در روز ۵۰ انبارمانی برخوردار بود به طوری که تفاوت معنی‌داری با میوه‌هایی که C1G10 و C2G10 تیمار شده بودند نداشت.

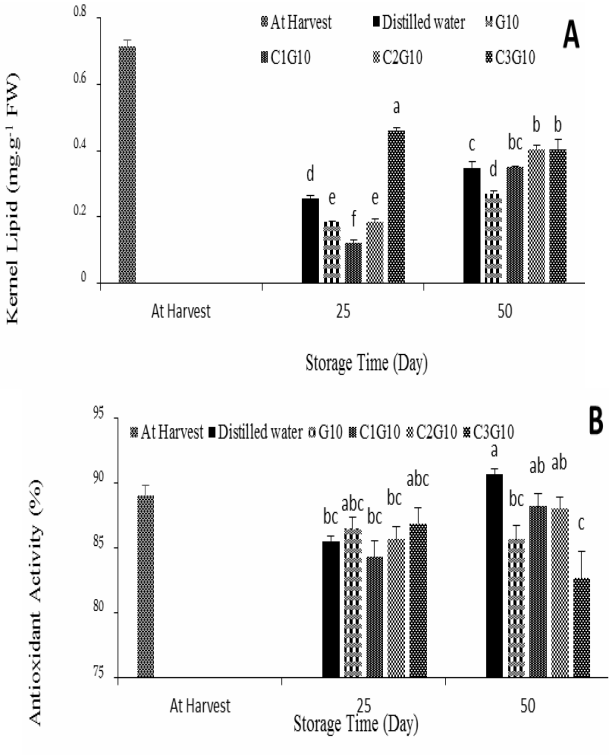

Fig 5 The effect of carnuba coating and the application of gamma aminobutyric acid on the kernel lipid and antioxidant activity of pistachio cv Ahmad Aghaei in storage conditions

کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز در روز آخر انبارمانی متعلق به تیمار C3G10 بود. سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی شامل آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز پراکسیداز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و ... است که با افزایش سطح آن‌ها برای مقابله با تنش اکسیداتیو، توازن احیایی سلول حفظ می‌شود [۲۶]. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند پراکسیدازها، H2O2 تولید شده ناشی از تنش سرمایی را با اکسیداسیون ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدان‌های حاوی گروه –CO (آسکوربیک اسید، فلاونوئیدها و ...) متلاشی می‌کنند و اثر رادیکال‌های آزاد ایجاد شده را خنثی می‌کنند[۳۸].

۳-۷-ارزیابی حسی

بر اساس نتایج تست پنل شاخص عطر میوه پسته تحت تأثیر زمان انبارمانی و اثر متقابل زمان انبارمانی و تیمار کارنوبا و گاماآمینوبوتیریک اسید قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که طی انبارمانی میزان عطر میوه کاهش یافت. در روز ۲۵ انبارمانی تیمار G10 میزان بالاتری از عطر را حفظ کرد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار C3G10 نداشت (شکل A ٦). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی مقدار طعم میوه کاهش یافت (شکل C ٦) و میوه‌های تیمار شده با گاماآمینوبوتیریک اسید به تنهایی و همراه با کارنوبا طعم بهتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند (شکل B ٦). میوه‌ها و سبزی‌های تازه پس از برداشت به فعالیت متابولیکی خود ادامه می‌دهند و به دلیل افزایش فعالیت آنزیمی، تعرق و تنفس مستعد افت کیفیت و آلودگی میکروبی‌اند [۳۹]. پوشش‌های خوراکی با کاهش انتقال بخارآب، موجب تأخیر در فرآیند خشک شدن و در نتیجه حفظ کیفیت ظاهری محصول می‌گردند[٤٠]. میزان عطر و طعم طی انبار کاهش یافت. در تیمارهای گاماآمینوبوتیریک اسید به تنهایی و همراه با کارنوبا ۳ درصد تا روز ۲۵ انبارمانی بهترین میزان عطر مشاهده شد. تمامی تیمارهای گاماآمینوبوتیریک اسید به تنهایی و همراه با کارنوبا میزان طعم بهتری نسبت به نمونه شاهد داشتند.

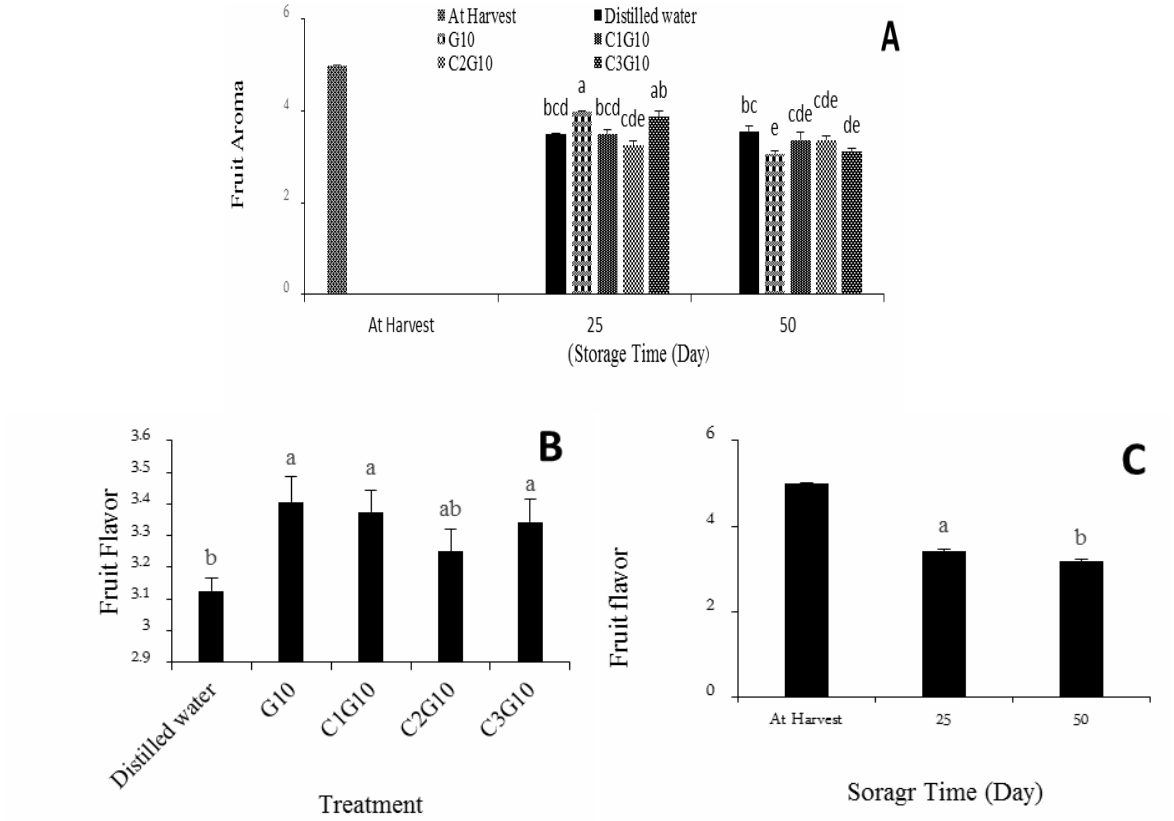

Fig 6 The effect of carnuba coating and the application of gamma aminobutyric acid on the panel test of pistachio cv Ahmad Aghaei in storage conditions

٤-نتیجه‌گیری کلی

پسته به‌دلیل وجود ترکیبات فنلی و هم‌چنین فعالیت ضداکسیداسیونی مناسب نقش مهمی در سبد کالای غذایی انسان ایفا کرده است. به طور کلی کیفیت میوه ممکن است تحت تأثیر ژنتیک عوامل قبل از برداشت و بعد از برداشت قرار بگیرد. بر اساس نتایج به دست آمده شاخص سفتی پوست و مغز، درصد رطوبت، مقدار رنگیزه¬های مغز و ترکیبات فنلی مغز و تست پنل طی انبار تحت تأثیر پوشش گاما آمینوبوتریک اسید به تنهایی و همراه با کارنوبا قرار گرفت. استفاده از پوشش گاما آمینوبوتریک اسید سبب حفظ میزان سفتی مغز و وزن مغز و افزایش کارتنوئید مغز، فلاونوئید مغز، عطر و طعم و کاهش کلروفیل کل مغز گردید. کاربرد گاما آمینوبوتریک اسید به همراه همه غلظت های کارنوبا سبب حفظ رطوبت پوست و مغز و افزایش ترکیبات فنلی مغز شدند. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد پوشش دار کردن میوه پسته با تیمار تلفیقی کارنوبای ۱٪ و گاما آمینوبوتریک اسید۱۰میلی مولار می‌تواند منجر به حفظ اغلب شاخص های کمی و کیفی میوه پسته تر طی ۵۰روز در انبار سرد شود.

٥- منابع

[1] Nazoori, F., Kalantari, S., Doraki, N., Talaie, A.R., and Javanshah, A. (2015). Effect of harvest time, processing type and storage condition on preservation fresh and dried pistachios nuts. J*ournal of Crop Improvement*, 16(4): 795-807. [In Farsi]

[2] Oz, T. A. and Eker, T. (2017). Effects of edible coating on minimally processed pomegranate fruits. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 21: 197-200.

[3] Li, W., Liu, J., Ashraf, U., Li, G., Li, Y., Lu, W. and Hu, J. (2016). Exogenous γ-aminobutyric acid (GABA) application improved early growth, net photosynthesis, and associated physio-biochemical events in maize.

phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, 68: 471-474.

[14] Bligh, E. G. and Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian journal of biochemistry and physiology, 37: 911-917.

[15] Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S. and Valero, D. (2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening storages. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 2741-2745.

[16] Sheikhi, A., Mirdehghan, S. H. and Ferguson, L. (2019). Extending storage potential of de□hulled fresh pistachios in passive□modified atmosphere. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99: 3426-3433.

[17] Khatib, H. and Mirdehghan, S. H. (2012). Effects of chitosan edible coating on the quality and shelf life of fresh pistachio cv Ohadi. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 13 (1): 83-100. (in Persian with English abstract) [In Farsi]

[18] Khan, A. S., Singh, Z. and Abbasi, N. A. (2007). Pre-storage putrescine application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during low temperature storage in 'Angelino'plum. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 36-46.

[19] Khuyen, T. H. D., Singh, Z. and Swinny, E. E. (2008). Edible coating influence fruit ripening, quality and aroma biosynthesis in mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 1361–1370.

[20] Nascimento, F. V., Almeida, G. K., Silva, S. J. N. and Bender, R. J. (2016). Coatings based on chitosan and carnauba wax for postharvest use on 'Rocha' pears. In VIII International Postharvest Symposium: *Enhancing Supply Chain and Consumer Benefits-Ethical and Technological Issues* 1194: 283-288.

[21] Vazquez-Celestino, D., Ramos-Sotelo, H., Rivera-Pastrana, D. M., Vazquez-Barrios, M. E., & Mercado-Silva, E. M. (2016). Effects of waxing, microperforated polyethylene bag, 1-methylcyclopropene and nitric oxide on firmness and shrivel and weight loss of 'Manila' mango fruit during ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 111: 398-405.

[22] Shelp, B. J., Bozzo, G. G., Zarei, A., Simpson, J. P., Trobacher, C. P. and Allan, W. L. (2012). Strategies and tools for studying the metabolism and function of γ-aminobutyrate in *Frontiers in plant science*, 7: 919.

[4] Ohashi, T. L., Pilon, L., Spricigo, P. C., Miranda, M., Correa, D. S. and Ferreira, M. D. (2015). Postharvest quality of 'golden' Papayas (Carica papayal.) coated with carnauba wax nanoemulsions. *Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha*, 16: 199-209.

[5] Barman, K., Asrey, R. and Pal, R. (2011). Putrescine and carnauba wax pretreatment alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruite quality during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 130: 795-800.

[6] Nazoori, F., Mirdehghan, S. H. and Rafie, A. (2019). Effect of Carnuba wax on sensory and nutritional quality of pomegranate 'Malas-e-Saveh' fruit during cold storage. *Journal of Plant Production, in Press*. [In Farsi]

[7] Esmaeili, A. and Rabbani, M. (2012). Cloning of glutamate decarboxylase and production of γ-aminobutyric acid from Lactobacillus brevis. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 7: 421.

[8] Hemat MahmoudAlilou, B. (2016). Application after harvest of gamma aminobutyric acid and salicylic acid on the quality and durability of plum fruit "Shablon" cultivar. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Urmia University. [In Farsi]

[9] Malekzadeh, P., Khosravi-Nejad, F., Hatamnia, A. A. and Mehr, R. S. (2017). Impact of postharvest exogenous γ-aminobutyric acid treatment on cucumber fruit in response to chilling tolerance. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 23: 827-836.

[10] Palma, F., Carvajal, F., Jiménez-Muñoz, R., Pulido, A., Jamilena, M. and Garrido, D. (2019). Exogenous γ-aminobutyric acid treatment improves the cold tolerance of zucchini fruit during postharvest storage. *Plant physiology and biochemistry*, 136: 188-195.

[11] Arnon, H., Zaitsev, Y., Porat, R. and Poverenov, E. 2014. Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. Postharvest Biology and Technology, 22: 51-52.

[12] Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y., Wang, C. Y. and Gonzalez-Aguilar, G. A. (2004). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologieg-*Food Science and Technology*, 37: 687-695.

[13] Gardner, P. T., White, T. A. C., Mcphail, D. B. and Duthie G. C. (2000). The relative contribution of vitamin C, carotenoids and

plants. II. Integrated analysis. *Botany*, 90: 781-793.

[23] Yu, C., Zeng, L., Sheng, K., Chen, F., Zhou, T., Zheng, X. and Yu, T. (2014). γ-Aminobutyric acid induces resistance against Penicillium expansum by priming of defence responses in pear fruit. *Food chemistry*, 159: 29-37.

[24] Feygenberg, O., Hershkovitz, V., Ben-Arie, R., Nikitenko, T., Jacob, S. and Pesis, E. (2005). Postharvest use of organic coating for maintaining bio-organic avocado and mango quality. Acta Horticulture, 682: 507–512.

[25] Beninca, T. D. T., do Amarante, C. V. T., Steffens, C. A. and Souza, A. G. (2016). Treatment of feijoa fruit with carnauba wax to reduce water loss and preserve postharvest quality. *In International Symposia on Tropical and Temperate Horticulture*-ISTTH2016 1205: 919-924.

[26] Yang, A., Cao, S., Yang, Z., Cai, Y. and Zheng, Y. (2011). γ-Aminobutyric acid treatment reduces chilling injury and activates the defence response of peach fruit. *Food Chemistry*, 129: 1619-1622.

[27] Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11: 100-105.

[28] Bellomo, M. G., Fallico, B., & Muratore, G. 2009. Stability of pigments and oil in pistachio kernels during storage. International journal of food Science and Technology, 44: 2358-2364.

[29] Pumilia, G., Cichon, M. J., Cooperstone, J. L., Giuffrida, D., Dugo, G. and Schwartz. S. J. (2014). Changes in chlorophylls, chlorophyll degradation products and lutein in pistachio kernels (Pistacia vera L.) during roasting. *Food Research International*, 65: 193–198.

[30] Germano, T. A., Aguiar, R. P., Bastos, M. S. R., Moreira, R. A., Ayala-Zavala, J. F. and de Miranda, M. R. A. (2019). Galactomannan-carnauba wax coating improves the antioxidant status and reduces chilling injury of 'Paluma'guava. *Postharvest Biology and Technology*, 149: 9-17.

[31] Rodrigues, A. S., Perez-Gregorio, M. R., Garcia-Falcon, M. S., Simal-Gandara, J. and Almeida, D. P. (2010). Effect of post-harvest practices on flavonoid content of red and white onion cultivars. *Food control*, 21: 878-884.

[32] Taghizadeh, S. F., Rezaee, R., Davarynejad, G., Karimi, G., Nemati, S. H. and Asili, J. (2018). Phenolic profile and antioxidant activity of Pistacia vera var. Sarakhs hull and kernel extracts: the influence of different solvents. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12: 2138-2144.

[33] Aliakbarkhani, S. T., Farajpour, M., Asadian, A. H., Aalifar, M., Ahmadi, S. and Akbari, M. (2017). Variation of nutrients and antioxidant activity in seed and exocarp layer of some Persian pistachio genotypes. *Annals of Agricultural Sciences*, 62: 39-44.

[34] Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovinazzo, C. and Saija, A. (2010). Antioxidant activity and phenolic profile of pistachio (Pistacia vera L., variety Bronte) seeds and skins. *Biochimiestry*, 92:1115-1122.

[35] Singh, S., Khemariya P., Rai A., Chandra Rai A., Koley, T. and Singh, B. (2016). Carnauba wax-based edible coating enhances shelf-life and retain quality of eggplant (*Solanum melongena*) fruits. LWT. *Food Science and Technology*, 74: 420-426.

[36] Wang, Y., Luo, Z. and Huang, H. (2014). Effect of exogenouse γ-aminobutyric acid (GABA) treatment on chilling injury and antioxidant capacity in banana peel. *Scientia Horticulturae*. 168: 132-137.

[37] Tavakolipour, H., Bassiri, A. R. and Kalbasi Ashtari, A. (2008). Effect of drying parameters on quality indicators of Damghan pistachio nuts (Pistacia vera L.) and determining effective diffusion coefficient in optimum conditions. *Iranian Journal of Food Science and Technology,* 5(4):47-56 (In Persian with English abstract).

[38] Tabatabaekoloor, R. (2012). Orange responses to storage conditions and polyethylene wrapped liner. *Food Research International*, 14: 127-130.

[39] Rezaei, M. and Sedaghat, N. (2014). Application of films and edible coatings to improve the shelf life of fresh fruits and vegetables. The third big conference of food science and industry. The third conference of food science and industry of Iran. [In Farsi]

[40] Nasrullah Zadeh, N. (2014). The effect of edible coatings on maintaining quality and increasing the shelf life of fruits and vegetables. *Agricultural and Natural Resources Engineering*, 11 (42): 1-15.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Study on Storage of Fresh Pistachio Cultivar Ahmad Aghaie Using Gamma Aminobutyric Acid and Carnuba Wax

Hosseinipoor, B. [1], Nazoori, F. [2], Mirdehghan, S. H. [3]

1. Master of Science, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran :
2. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran, :
3. Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Rafsanjan, Iran :

ARTICIE INFO

Article History:

Received 21 June 2020
Accepted 21 September 2020

Keywords:

Antioxidant activity,
kernel lipid,
carnuba wax,
chlorophyll and carotenoids,
gamma aminobutyric acid.

DOI: 10.29252/fsct.18.01.14

*Corresponding Author E-Mail:
f.nazoori@vru.ac.ir

ABSTRACT

In 2018, the effect of combined treatments of gamma aminobutyric acid with carnuba wax on storage of fresh pistachio cultivar Ahmad Aghaie was investigated using a factorial experiment based on a completely randomized design with three repeats. Factors were edible coatings in five levels including control (distilled water), 10 mM gamma aminobutyric acid (G10), 1% carnoba with 10 mM gamma aminobutyric acid (C1G10), 2% carnoba with 10 mM gamma aminobutyric acid (C2G10) and 3% carnoba with 10 mM gamma aminobutyric acid (C3G10) and the storage time at two levels (25 and 50 days). The results showed that most of the qualitative and quantitative traits such as hull and kernel firmness (4-8% for hull firmness and 7-19% for kernel firmness in different treatments), hull moisture percent (1-2%), total kernel chlorophyll (11-34% in different treatments), aroma (3-30%) and taste (7% decrease in 50th day) showed a descending trend during storage. Kernel carotenoids (5-22%), kernel phenolic compounds (35-44%), kernel flavonoids (8-32%), kernel lipids (31-65%), and antioxidant activity (2-4%) showed an increasing trend. Among the applied treatments, C1G10 seemed to be able to retain most of the qualitative and quantitative characteristics of fresh Ahmad Aghaie pistachio up to 50 days of storage.