Archive of SID

کاربرد عصاره پوست انار به همراه پوشش آلژینات بر کنترل پوسیدگی و خصوصیات کیفی پس از برداشت میوه لیموشیرین (*Citrus limetta*) رقم محلی

لیلا طاهرپور[a]، مهدی حسینی فرهی[*b]، محسن رادی[c]

[a] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و تکنولوژی صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
[b] استادیار گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
[c] دانشیار گروه علوم و تکنولوژی صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۵

چکیده

مقدمه: امروزه جایگزین کردن آفت کش ها و ترکیبات ضدقارچی با مواد طبیعی برای کاهش پوسیدگی در محصولات کشاورزی یک چالش برای صنعت پس از برداشت می باشد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی تاثیر آلژینات سدیم و عصاره پوست انار بر کاهش پوسیدگی و خصوصیات کیفی پس از برداشت میوه لیموشیرین، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با شش تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل کنترل، آلژینات سدیم یک درصد، عصاره پوست انار (۱۰۰ درصد و به‌صورت رقیق شده با آب به نسبت‌های (۱به ۲ و ۲ به ۱) همراه با پوشش آلژینات بود. میوه‌ها پس از تیمار به مدت ۳۵ روز در انبار معمولی نگهداری و هر هفت روز یکبار نمونه‌برداری از صفات مورد نظر صورت گرفت. صفاتی شامل درصد کاهش وزن، سفتی بافت، اسیدیته، pH، درصد مواد جامد محلول، ویتامین C، شمارش کپک‌ها، شدت رنگ پوست میوه و خواص حسی میوه اندازه‌گیری گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد که عصاره پوست انار و آلژینات سدیم تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات کیفی میوه لیموشیرین در مقایسه با میوه های تیمار نشده دارد. میوه های تیمار شده با پوشش آلژینات سدیم و عصاره پوست انار کمترین میزان کپک زدگی را در طی دوره نگهداری نشان دادند. میوه های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات سدیم کمترین میزان کاهش وزن (۱۵٪) را در مقایسه با میوه های تیمار نشده (۴۷ ٪) را داشتند. بیشترین میزان ویتامین C آب میوه در پایان دوره نگهداری در میوه های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات سدیم مشاهده گردید. همچنین نتایج حاصل از رنگ سنجی نشان داد که با افزایش غلظت عصاره پوست انار شاخص a^* کاهش ولی شاخص‌های b^* و l^* افزایش یافتند. نتایج آزمون‌های حسی نشان داد که با افزایش غلظت عصاره پوست انار تا ۱۰۰ درصد به همراه پوشش آلژینات سدیم مقبولیت مصرف کننده‌گان به طور معنی‌داری افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری: نتایج نهایی نشان داد که استفاده از عصاره پوست انار به همراه پوشش آلژینات سدیم برای نگهداری بهتر و عمر انبارداری میوه لیموشیرین مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *آلژینات سدیم، عصاره پوست انار، کاهش وزن، لیموشیرین، ویتامین C*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مرکبات یکی از مهم‌ترین درختان میوه می باشد که به طور تجاری در بیش از ۱۳۵ کشور دنیا در شرایط مختلف کشاورزی و آب و هوایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اهمیت مرکبات به استفاده متنوع آن و رشد تقاضای جهانی مربوط می شود و احتمالا در میان میوه های تولید شده یکی از بزرگترین میوه‌های تولید شده می باشد. میزان کل تولید مرکبات در جهان در سال ۲۰۱۴ حدود ۱۲۱/۲۷۳ میلیون تن می‌باشد (FAO, 2016). کپک سبز ناشی از *Penicillium digitatum*یک بیماری جدی پس از برداشت است که بر روی میوه های مرکبات، به ویژه آن‌هایی که در آب و هوای مدیترانه تولید می‌شوند، تاثیر می‌گذارد (Tayel *et al*., 2009). در حال حاضر، قارچ‌کش‌های مصنوعی مانند ایمازیل و تیابندازول ابزار اصلی برای کنترل بیماری‌های بعد از برداشت میوه های مرکبات می‌باشند (Smilanick *et al*., 2001). امروز روند جهانی کاهش استفاده از آفت‌کش‌های مصنوعی در کشاورزی و به طور خاص باقی مانده آفت‌کش‌ها در خاک، میوه ها و سبزیجات به عنوان یک درخواست همگانی در بهداشت عمومی و سلامت جامعه می‌باشد. استفاده از قارچ‌کش‌های مصنوعی برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه‌ها و سبزیجات دارای محدودیت‌ها و معایب زیادی از قبیل وضع قوانین اجتماعی و مقاومت میکروارگانیسم‌ها به قارچ‌کش‌ها می‌باشد (Jongen, 2005).

آلژینات یک پلی‌ساکارید خطی می‌باشد که از جلبک دریایی قهوه ای متعلق به خانواده Phaeophyceae به دست می‌آید. آلژینات تجاری از جلبک‌های قهوه‌ای دریایی استخراج می‌شود اما تولید آن توسط باکتری *Pseudomonas putida* با استفاده از منابع قندی ارزان قیمت شامل شیره خرما، شیره انجیر و ملاس نیز امکان‌پذیر است. آلژینات مصارف گوناگونی در صنعت غذا و دارو دارد. همچنین داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی در آلژینات به اثبات رسیده است. آلژینات به عنوان یک پلیمر زیستی آبدوست به دلیل داشتن خصوصیات کلوئیدی منحصر به فرد شناخته شده کاربردهای زیادی به عنوان غلیظ کننده، پایدارکننده ذرات معلق، تشکیل ژل و پایداری امولسیون می‌باشد و بنابراین می تواند به طور موثری در تهیه پوشش و فیلم‌های خوراکی مورد استفاده قرار گیرد (Díaz-Mula *et al*., 2012; Nair *et al*., 2018). کاربرد موثر پوشش خوراکی آلژینات برای حفظ کیفیت و نگهداری پس از برداشت برخی میوه‌ها از قبیل گوجه فرنگی (Zapata *et al*., 2008)، هلو (Maftoonazad *et al*., 2008) و گیلاس (Diaz-Mula *et al*., 2012) گزارش شده است. در پژوهشی کاربرد آلژینات سدیم ۰/۲ درصد به همراه روغن زیتون، اسید اسکوربیک ۱٪ و اسید سیتریک باعث کاهش پوسیدگی، کاهش وزن، تجمع مواد جامد محلول و قند کل در میوه کنار هندی گردید. همچنین تاخیر در کاهش فعالیت آنزیم پلی گالاکتروناز (PG)، پکتات لیاز (PL) و پکتین متیل استراز(PME) نیز مشاهده گردید (Rao *et al*., 2016).

کاربرد پس از برداشت پوشش خوراکی آلژینات ۳٪ باعث تاخیر در پیری و کاهش افت وزن و همچنین افزایش دوره نگهداری آلو رقم لاری‌آن (Lary Ann) و سنگلد (Sangold) و افزایش سه هفته‌ای برای ارقام گلدن گلوب (Golden Globe) و بلک امبر (Blackamber) گردید (Valero *et al*., 2013). در پژوهشی کاربرد پوشش خوراکی آلژینات ۲٪ + اکسیژن ۱۰۰ ٪ بر روی قارچ دکمه‌ای باعث افزایش میزان سفتی بافت گردید. کمترین میزان قهوه-ای شدن بافت و بازشدن کلاهک، کمترین میزان درصد کاهش مواد جامد محلول، قندکل، اسیدیته و کاهش فعالیت PPO,POD در قارچ‌های تیمار شده با آلژینات مشاهده گردید (Jiang, 2013). در پژوهشی کاربرد پس از برداشت آلژینات به همراه وانیلین بر عمر انباری انگور تاره خوری بررسی و نتایج نشان داد که کاربرد آلژینات باعث کاهش افت وزن و سفتی میوه‌ها گردید. درصد اسیدیته، مواد جامد محلول و رنگ با کاربرد آلژینات و وانیلین کمترین تغییر را در دوره انبارداری نشان داد (Takma & Kord, 2017).

در پژوهشی اثر چهار پوشش خوراکی ایزوله پروتئین سویا، کنستانتره پروتئین آب پنیر، کاراگینان و آلژینات را در افزایش ماندگاری ورقه‌های گلابی مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از پوشش‌های خوراکی مذکور موجب بهبود ماندگاری گلابی و همچنین حفظ بافت و حفظ ویژگی‌های حسی در طول انبارمانی شده است (Ahmadzade ghavidel *et al*., 2012). در پژوهشی کاربرد تاثیر پوشش‌های خوراکی آلژینات، پکتین و

www.SID.ir

Archive of SID

ژلان بر تبادل گازها، اثر آنتی‌اکسیدانی، ویژگی‌های حسی و پایداری میکروبی گلابی تازه خرد شده برای ۱۴ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار دادند. نتایج بیان کننده افزایش مقاومت بخار آب و کاهش تولید اتیلن در گلابی تازه خرد شده دارای پوشش بود. همچنین پوشش آلژینات و پکتین، بهترین نگهدارنده ی خواص حسی گلابی خرد شده در ۱۴ روز و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بود (Oms-Oliu *et al.*, 2008).

استفاده از خواص داروی انار در بسیاری از فرهنگ ها و ادیان باستان بیان شده است. انار سه بار در آیات قرآن کریم و توسط پیامبر اسلام "حضرت محمد (ص)" به عنوان یکی از میوه‌هایی که در بهشت یافت می‌شود، ذکر شده است. بخش های مختلف میوه انار دارای ترکیبات ارزشمند از قبیل به دام انداختن رادیکال‌های آزاد و همچنین اثرات کاربردی و دارویی نظیر آنتی اکسیدانی، ضد باکتری، ضد سرطانی، ضد موتاژنی و ضد التهابی گزارش شده است. پوست انار یک پوست قرمز ضخیم از میوه انار است که اغلب به عنوان زباله‌های فرآوری شده دور ریخته می‌شود. این یک منبع غنی برای آنتی‌اکسیدان ها و مواد محافظتی مانند پلی‌فنل است که عمدتا الاگیتانین و الاژیک اسید می‌باشند (Sandhya *et al*., 2018). این ترکیبات دارای خواص ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضدموتاژنیکی، ضدسرطانی، ضد التهابی، ضد دیابتی و دیگر نقش‌های بهداشتی می‌باشند. در میان قطعات مختلف انار، عصاره پوست فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری را به دلیل مقدار بالای پلی فنل در محیط آزمایشگاهی نشان داده است(Basiri *et al*., 2018; Akhtar *et al*., 2015). ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی پوست انار با ترکیبات فنولیک و آلکالوئیدی شامل پله تیرین و تان‌های قابل هیدرولیز از قبیل پونیکالین، گالیک اسید، الاژیک اسید و آنتوسیانین مرتبط است. الاژیک اسید از مشتقات اسیدگالیک، یکی از ترکیبات موجود در پوست انار است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد (Noda *et al*., 2002). الاژیک اسید و گالیک اسید از ترکیبات موجود در پوست انار هستند که دارای خاصیت ضد موتاسیونی، سفیدکنندگی پوست و آنتی‌اکسیدانی است (Sarkhosh *et al*., 2007). این میوه یک منبع طبیعی از ترکیبات فنولی و به دلیل داشتن خواص ضدباکتریایی و ضدالتهاب و هم‌چنین دارا بودن عوامل آرام بخش در طب سنتی استفاده می‌شود (Sarkhosh *et al*., 2007; Mirjalili, 2015). فعالیت آنتی‌اکسیدانی انار سه برابر قوی‌تر از شراب قرمز یا عصاره چای سبز می‌باشد (Aviram & Dornfeld, 2001).

در پژوهشی موثرترین روش برای حفظ کیفیت میوه های گواوا استفاده از کیتوزان غنی شده با عصاره پوست انار گزارش گردید (Nair *et al*., 2018). Naseh و همکاران (۲۰۱۰) اثرات ضدّ باکتریایی عصاره پودری میوه کامل و آب‌میوه انار و کدو قلیانی (*Bottle Gourd*) را بر روی باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که عصاره پودری انار دارای فعالیت ضدّ باکتریایی خفیفی است که می‌تواند ناشی از مقادیر بیشتر اجزای پلی‌فنولیک آن در مقایسه با کدو قلیانی باشد. Salahvarzi و همکاران (۲۰۱۱) ارتباط فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدقارچی عصاره قسمت‌های مختلف انار (*Punica granatum* L.) با محتوای فنولیکی آن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که عصاره متانولی پوست میوه انار بیشترین اثر بازدارندگی را بر رشد میسلیوم‌ها و جوانه‌زنی اسپورقارچ‌ها دارد. در پژوهشی کاربرد عصاره الکلی پوست انار اثرات میکروبی قوی در برابر باکتری *Escherichia coli* نشان داد (Voravuthikunchai *et al*., 2005). نقش بازدارندگی عصاره پوست انار بر رشد قارچ توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (Ahmad & Beg, 2001).

یکی از مهمترین مشکلات میوه‌های مرکبات، ضایعات مربوط به فساد ذاتی این محصولات است لذا بکارگیری شیوه‌های نوین در صنایع تکمیلی و جانبی پس از برداشت میوه‌های مرکبات می‌تواند گره‌گشا باشد و علاوه بر کاهش ضایعات، ارزش افزوده داشته و اشتغال نیز ایجاد کند. با توجه به اینکه ایران یکی از بزرگترین تولیدکنندگان انار در جهان محسوب می‌شود و هر ساله هزاران تن پوست انار از سوی کارخانجات فرآوری آب انار و کنسانتره به عنوان فرآورده‌های جانبی غیر قابل استفاده و ضایعات تولید می‌شود که با توجه به داشتن ترکیبات بسیار مفید اشاره شده می‌تواند در نگهداری بهتر میوه‌ها استفاده گردد، لذا هدف اصلی این پژوهش ارزیابی تاثیر عصاره پوست انار و آلژینات سدیم بر کنترل پوسیدگی و حفظ خصوصیات کیفی پس از برداشت میوه‌ی لیموشیرین در انبار معمولی بود.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

- مواد گیاهی و آماده‌سازی میوه‌ها

میوه‌های لیموشیرین رقم محلی از درختان ۱۰ ساله باغ‌های شهرستان چرام با موقعیت جغرافیایی (۵۰ درجه و ۴۴ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی) در استان کهگیلویه و بویراحمد تهیه شد. میوه‌های هم اندازه در مرحله رسیدن برداشت و سپس در کمترین زمان ممکن و البته با احتیاط لازم جهت جلوگیری از هر گونه صدمه دیدگی به آزمایشگاه گروه علوم صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج منتقل شدند. در آزمایشگاه میوه‌ها از نظر اندازه و یکنواختی تفکیک و سپس میوه‌های نرم، آسیب دیده و غیر یکنواخت حذف و میوه‌های سالم، هم اندازه و هم‌رنگ برای اعمال تیمارها مورد استفاده قرار گرفتند.

- تیمارهای مورد استفاده

در این پژوهش از عصاره پوست انار و آلژینات سدیم استفاده گردید. تیمارهای و غلظت‌های مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است.

- استخراج عصاره پوست انار

ابتدا میوه انار از بازار خریداری و سپس پوست انار تازه را بصورت کامل (کل بافت بیرونی و درونی) جدا و در سایه خشک کرده و سپس توسط آسیاب تیغه ای پودر شده و از الک با اندازه روزنه ۴۷۰ میکرومتر عبور داده شد. جهت استخراج عصاره پوست انار از روش خیساندن استفاده شد. در این روش ابتدا ۵۰۰ گرم پودر پوست انار با ۵۰۰۰ میلی آب مقطر مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سیلسیوس خیسانده شد. سپس مخلوط حاصل از صافی و سپس کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده شد تا عصاره ۱۰۰ درصد پوست انار بدست آید. در ادامه دو غلظت دیگر عصاره با مخلوط کردن عصاره اولیه با آب مقطر با نسبت‌های ۱به ۲ و ۲ به ۱ تهیه شد و بنابراین سه سطح غلظت عصاره جهت پوشش‌دهی میوه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

- تهیه پوشش آلژینات سدیم حاوی عصاره پوست انار

ابتدا محلول آلژینات سدیم با غلظت ۲ درصد تهیه و به مدت یک شب در دمای آزمایشگاه به منظور هیدراته شدن کامل به هم زده شد. سپس محلول ۲ درصد آلژینات، طبق نیاز هر تیمار با مقدارهای مناسب عصاره مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه توسط همزن مغناطیسی به هم زده شد تا محلول کاملا یکنواخت از عصاره و آلژینات ۱ درصد به دست آید (غلظت آلژینات در همه تیمارهای مورد استفاده یک درصد بود).

- پوشش‌دهی

پس از تهیه تیمارها، میوه ها به مدت ده دقیقه در ظرف محلول ها غوطه ور گردید و در زیر جریان باد خشک قرار گرفتند تا میزان رطوبت اضافی آن‌ها گرفته شود. سپس میوه-های تیمار شده اتیکت گذاری و در جعبه های پلاستیکی از قبل تهیه شده قرار گرفت و به مدت ۳۵ روز در انبار معمولی با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. هر ۷ روز یکبار نمونه‌ها از انبار خارج و نسبت به اندازه گیری صفات مورد نظر اقدام شد.

- صفات اندازه گیری شده

- درصد پوسیدگی

برای محاسبه درصد پوسیدگی میوه‌ها از رابطه زیر استفاده گردید (Hosseini Farahi & Haghanifard, 2017).

جدول ۱- تیمارهای استفاده شده در آزمایش

تیمار	اختصار
شاهد	C
لیمو شیرین پوشش داده شده با آلژینات ۱٪	Alg1%
لیمو شیرین پوشش داده شده با آلژینات ۱ ٪ + عصاره پوست انار (۱به ۲ رقیق شده به آب)	Alg1%+PPE/W(1/2)
لیمو شیرین پوشش داده شده با آلژینات ۱٪ + عصاره پوست انار (۲به ۱ رقیق شده به آب)	Alg1%+PPE/W(2/1)
لیمو شیرین پوشش داده شده با آلژینات ۱٪ + عصاره پوست انار (۱به ۱ رقیق شده به آب)	Alg1%+ PPE/W(1/1)
لیمو شیرین پوشش داده شده با عصاره پوست انار ۱۰۰ درصد	PPE

www.SID.ir

Archive of SID

$$\text{درصد پوسیدگی} = \frac{\text{تعداد میوه های پوسیده}}{\text{تعداد کل میوه‌ها}} \times 100$$

- درصد کاهش وزن میوه

درصد کاهش وزن از رابطه زیر محاسبه شد (Hosseini Farahi & Haghanifard, 2017).

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

- مواد جامد محلول و pH

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر Abbe مدل NAR-3T ساخت Atago کشور ژاپن استفاده شد. برای اندازه‌گیری pH آب میوه از دستگاه pH متر دیجیتالی Hana ساخت کشور چین استفاده شد.

- اسیدیته آب میوه

جهت اندازه‌گیری اسیدیته آب میوه از روش تیتراسیون با سود ۱/ نرمال استفاده شد و طبق فرمول زیر بر اساس میلی‌گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ گرم بافت میوه محاسبه و نتایج بصورت درصد بیان شدند (Mostofi & Najafi, 2005).

$$TA\% = \frac{M \times N \times V \times n}{S} \times 100$$

TA: مقدار اسیدیته بر اساس میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم
M: وزن مولکولی اسید غالب (گرم)
N: نرمالیته سود مصرفی
V: حجم سود مصرفی (سی سی)
S: وزن نمونه عصاره‌گیری شده (گرم)
N: ظرفیت اسید غالب

- سفتی بافت میوه

آزمون سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل BROOKFILD -CT3 انجام گردید. از آزمون سوراخ کردن و استفاده از پروپ استوانه‌ای شکل از جنس فلز با عمق نفوذ ۲ میلی متر و سرعت نفوذ ۵ میلی متر جهت ارزیابی استفاده شد.

- ویتامین C

برای اندازه‌گیری ویتامین C از روش تیتراسیون با دی کلروفنل ایندوفنل (DIP) استفاده شد. به این صورت که ابتدا ۵ میلی‌لیتر آب میوه با ۱۵ میلی‌لیتر اسید استیک ۳ ٪ اضافه شد و با کمک DIP دارای بی کربنات سدیم تا ظهور رنگ صورتی تیتر گردید. مقدار ویتامین C به صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد (Hosseini Farahi & Haghanifard, 2017).

- رنگ سنجی

جهت اندازه‌گیری رنگ از روش تفکیک رنگ‌های به دست آمده از تصویر میوه‌ها توسط دوربین دیجیتال، در برنامه فتوشاپ و اندازه‌گیری فراسنجه‌های L^*، a^* و b^* در این برنامه استفاده شد. به این صورت که عکس‌برداری تحت شرایط کنترل شده نوری صورت گرفت و سپس چند نقطه مناسب از عکس گرفته شده انتخاب شده و پس از استخراج فراسنجه‌های رنگی، میانگین آن‌ها بیان گردید (Afshari-Jouybari & Farahnaky, 2011).

- شمارش نقاط کپک زده

ابتدا اسپورهای کپک سبز مرکبات (*Penicillium italicum*) از یک لیموشیرین کپک زده توسط یک سواب استریل جدا و در آب مقطر استریل پراکنده شد. جمعیت اسپور در سوسپانسون اولیه توسط لام هموسایتومتر (Hemocytometer) شمارش و در سوسپانسون نهایی روی 10^5 CFU/ml تنظیم و برای تلقیح مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تلقیح اسپورکپک، روی هر لیموشیرین سه نقطه زخمی به عمق و شعاع یک میلی متر با فاصله مساوی در وسط لیموشیرین ایجاد شد. سپس ۱۰ میکرولیتر از سوسپانسیون کپک توسط میکروپیپت استریل در نقاط زخمی تلقیح شد و میوه به مدت ۳۰ دقیقه در فضای آزمایشگاه قرار داده شد تا از خشک شدن محل تلقیح اطمینان حاصل گردد. شمارش نقاط کپک زده در هر جعبه فقط در محل های تلقیح و در فواصل تعیین شده در آزمایش انجام شد و درصد نقاط کپک زده نسبت به کل نقاط تلقیح شده گزارش شد. در هر جعبه ۱۰ عدد میوه قرار داده شده بود و انجام تیمارها بعد از تلقیح انجام شد(Radi *et al*, 2010).

- ارزیابی حسی

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد ۵ نفر ارزیاب انتخاب شدند و با استفاده از روش هدونیک (۵ امتیازی) نمونه‌های لیموشیرین تهیه شده را به لحاظ مزه، رنگ، سفتی، بو و پذیرش کلی در پایان دوره نگهداری (روز ۳۵) ارزیابی نمودند به این ترتیب که حداکثر نمره ۵ به منزله عالی بودن نمونه و ۱ کمترین نمره که نشان دهنده خیلی بد بودن نمونه است.

- تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با شش تیمار و سه تکرار انجام شد. آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام و در نهایت نمودارها با نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ رسم گردید.

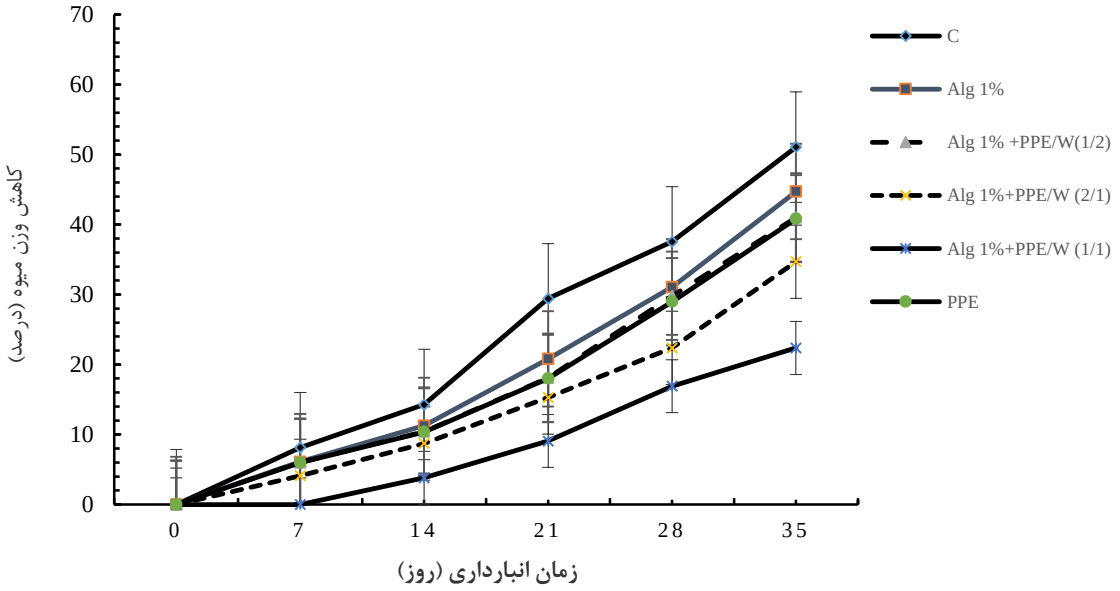
یافته ها

- درصد کاهش وزن و سفتی بافت میوه

در شروع مطالعه تمامی نمونه‌ها دارای درصد کاهش وزن مشابه‌ای بوده و از این نظر دارای اختلاف معنی‌داری نبودند ($P>0.05$). ولی با گذشت زمان انبارداری و در هر دوره تیمارهای مختلف از نظر میزان کاهش افت وزن اختلاف معنی‌داری پیدا کردند، بطوری که در پایان این مطالعه میوه های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات ۱٪ کمترین و نمونه شاهد دارای بالاترین درصد افت وزن بودند(شکل ۱). همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است در روز صفر تمامی تیمارها از سفتی خوبی برخوردار بوده‌اند ولی دارای تغییر معنی‌دار نبوده‌اند. با گذشت زمان تمامی تیمارها از نظر سفتی بافت روندی نزولی را طی نمودند به‌طوریکه بعد از ۳۵ روز نگهداری میوه‌های پوشش داده شده با ۱۰۰ درصد عصاره پوست انار و پوشش آلژینات ۱٪ بیشترین و تیمار شاهد کمترین سفتی بافت را نشان دادند.

- اسیدیته کل و pH آب میوه

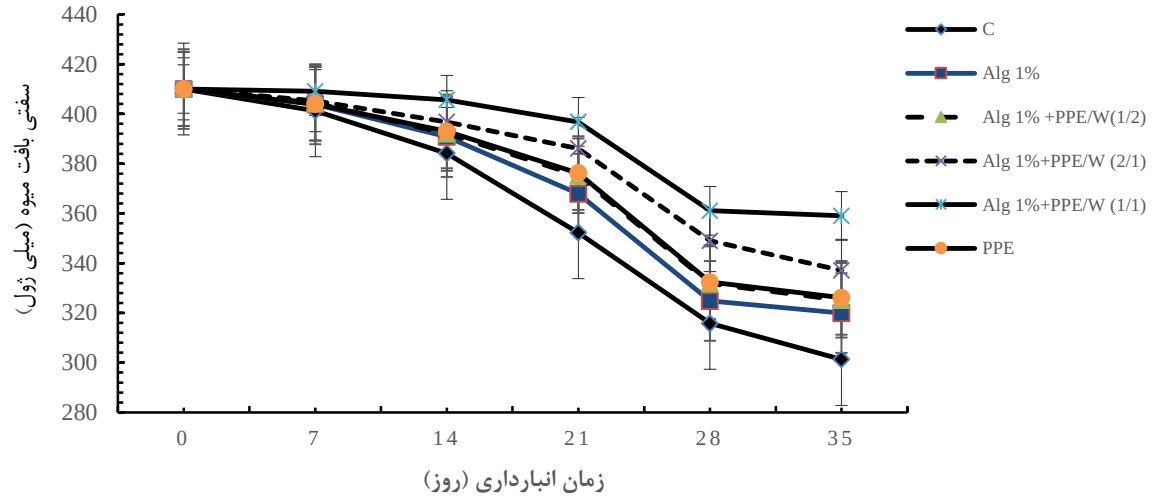
نتایج بدست آمده نشان داد که با کاربرد عصاره پوست انار و آلژینات میزان اسیدیته کاهش و میزان pH افزایش معنی‌داری را نسبت به نمونه شاهد نشان داده است ($P<0.05$). بطور کلی در آزمون اسیدیته بالاترین میزان اسیدیته را پوشش عصاره ۱۰۰ درصد+ آلژینات ۱٪ و کمترین مقدار را نمونه شاهد نشان دادند. در آزمون pH برخلاف اسیدیته کمترین مقدار را پوشش ۱۰۰ درصد عصاره+آلژینات ۱٪ و بالاترین مقدار را میوه های تیمار نشده نشان داد. میزان تغییرات اسیدیته و pH به ترتیب در شکل های ۳ و ۴ نشان داده شده است.



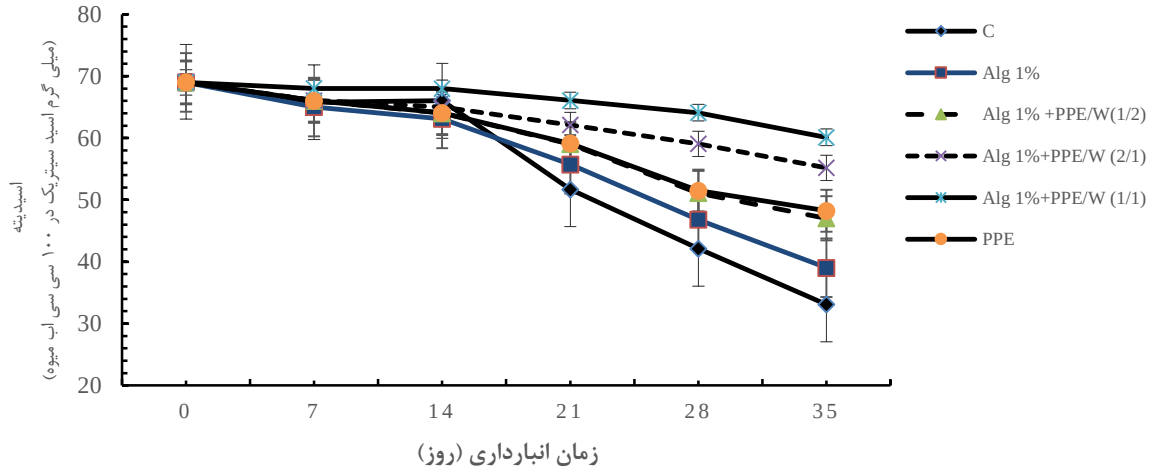
شکل ۱- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر درصد کاهش وزن میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی

www.SID.ir

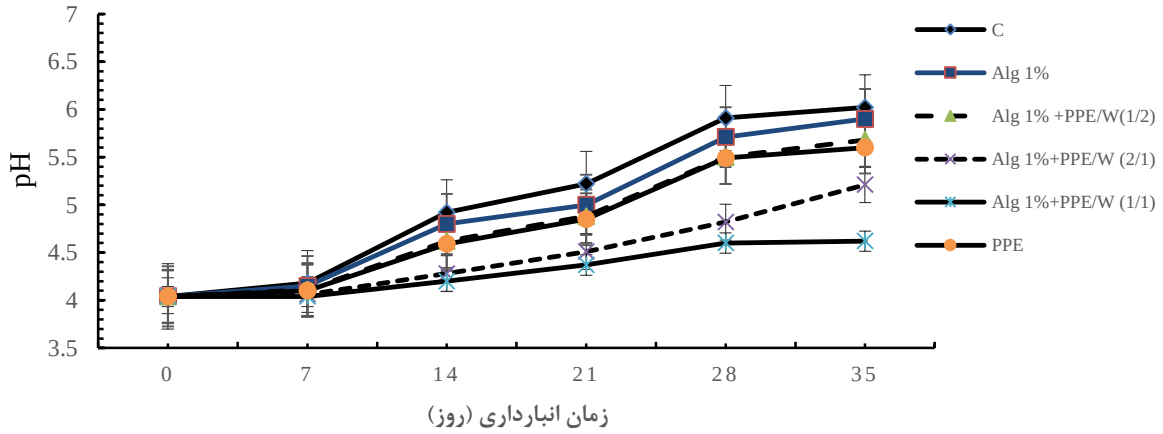
Archive of SID



شکل ۲- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر سفتی بافت میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی



شکل ۳- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر اسیدیته قابل تیتراسیون میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی



شکل ٤- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر میزان pH میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی

www.SID.ir

Archive of SID

- درصد مواد جامد محلول

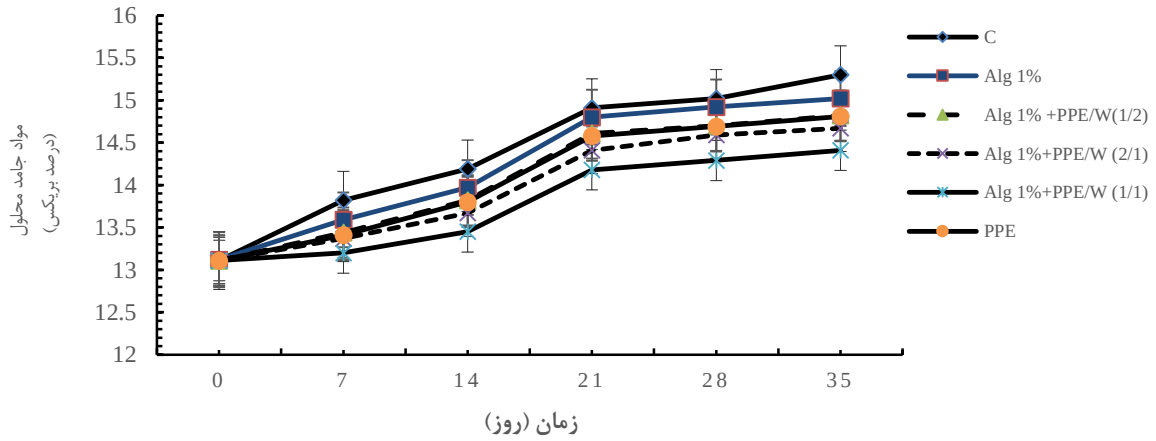
نتایج ارائه شده در شکل ۵ نشان می‌دهد که با افزایش زمان انبارداری میزان مواد جامد محلول افزایش یافته است. بیشترین میزان مواد جامد محلول در میوه های تیمار نشده و کمترین آن در میوه های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات مشاهده گردید.

- ویتامین C (اسکوربیک اسید)

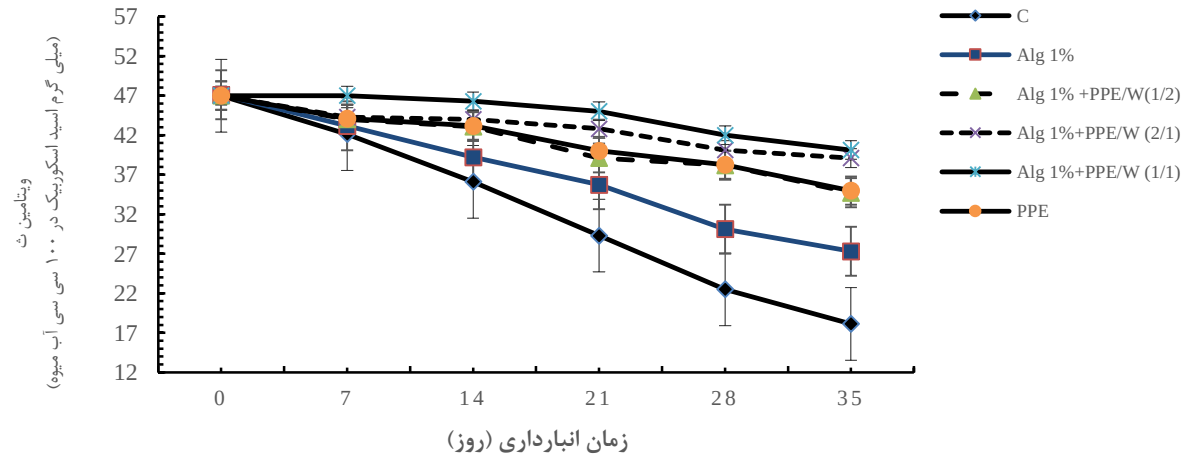
نتایج این پژوهش نشان داد که اسید اسکوربیک تمامی نمونه‌های مورد مطالعه از روز صفر آزمایش تا روز پایانی روندی نزولی را طی نموده‌اند. در پایان مطالعه تیمارهای پوشش داده شده با عصاره پوست انار ۱۰۰ درصد و پوشش آلژینات ۱٪ دارای بیشترین اسید اسکوربیک و نمونه شاهد کمترین میزان را نشان دادند. بطور کلی با افزایش زمان میزان ویتامین C کاهش یافته است.

- رنگ سنجی (*a* b*, l)**

نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که شاخص a^* در طول دوره انبارداری افزایش یافت. میوه‌های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات ۱٪ دارای کمترین شاخص a^* و میوه های تیمار نشده دارای بیشترین میزان بوده‌اند. میزان a^* یک پارامتر خوب برای نشان دادن توسعه رنگ قرمز و درجه‌ی رسیدگی در میوه می‌باشد. اما شاخص b^* و l^* در طول دوره انبارمانی کاهش یافت. در پایان دوره انبارمانی بیشترین میزان شاخص b^* و l^* در میوه های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات و کمترین آن در میوه های تیمار نشده مشاهده گردید.



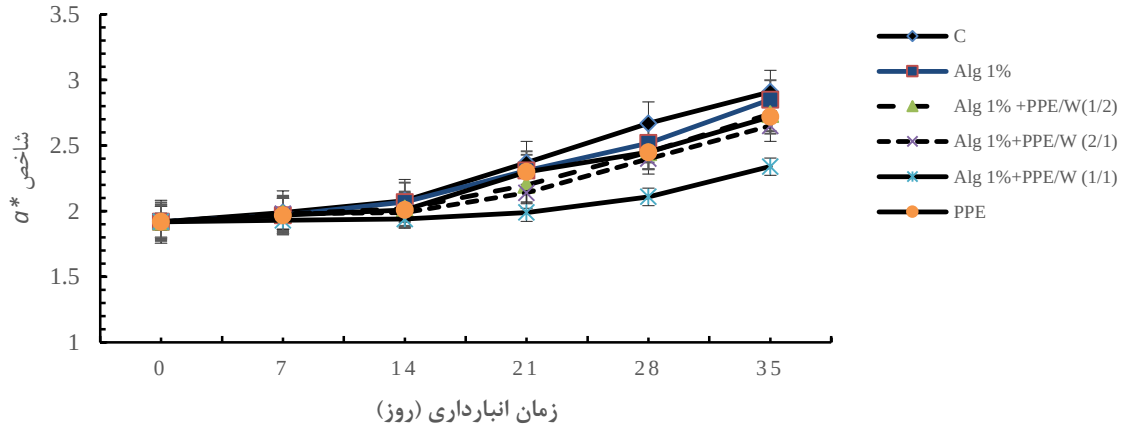
شکل ۵- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر میزان مواد جامد محلول آب میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی



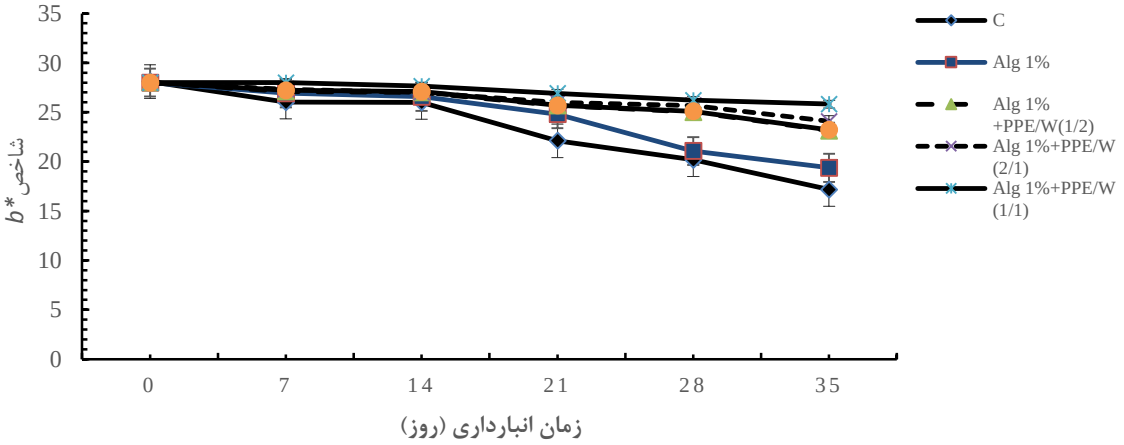
شکل ٦- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر میزان اسید اسکوربیک میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی

www.SID.ir

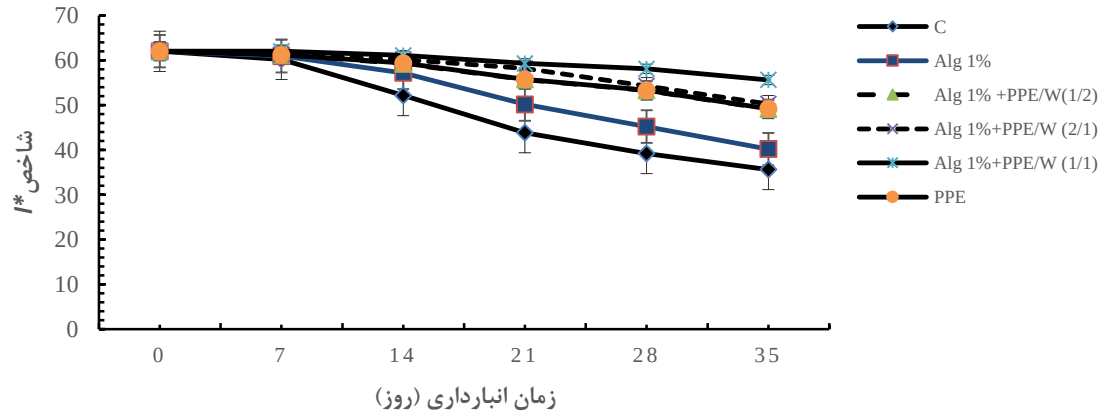
Archive of SID



شکل ۷- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر شاخص *a* رنگ میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی



شکل ۸- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر شاخص *b* رنگ میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی



شکل ۹- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر شاخص *l* رنگ میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی

www.SID.ir

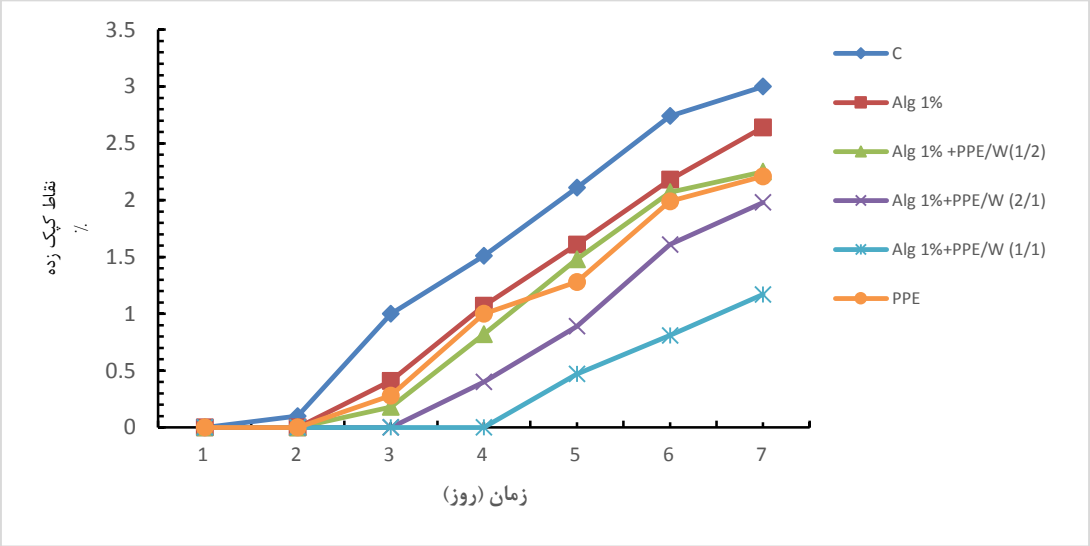
Archive of SID

- شمارش نقاط کپک زده

در شروع مطالعه تمامی نمونه‌ها دارای عدم کپک زدگی مشابه‌ای بوده و از این نظر دارای اختلاف معنی‌داری نبودند ولی با گذشت زمان انبارداری و در هر دوره تیمارهای مختلف از نظر میزان کپک‌زدگی اختلاف معنی‌داری پیدا کردند، بطوری که در پایان این مطالعه میوه های تیمار شده با ۱۰۰ درصد عصاره پوست انار و آلژینات سدیم یک درصد کمترین و نمونه شاهد دارای بالاترین میزان کپک‌زدگی بودند (شکل ۱۰).

- ارزیابی حسی (ظاهری، طعم، رنگ و پذیرش کلی)

ارزیابی نتایج آزمون حسی در جدول ۲ نشان داده شده است. از دید ارزیاب‌ها بهترین رنگ میوه در میوه‌های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده مشاهده گردید. همچنین بیشترین مقبولیت طعم میوه در میوه‌های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات و کمترین میزان مقبولیت در میوه‌های تیمار نشده مشاهده گردید. بطور کلی بیشترین پذیرش کلی و مقبولیت میوه های لیمو شیرین پس از ۳۵ روز نگهداری در انبار با کاربرد پس از برداشت عصاره پوست انار ترکیب شده با آلژینات سدیم مشاهده گردید. از دلایل این امر می توان به این موضوع اشاره کرد که کاربرد عصاره پوست انار و آلژینات باعث بهبود اکثر صفات کیفی و کاهش پوسیدگی و افت وزن میوه‌ها بعد از ۳۵ روز نگهداری در انبارگردید و کیفیت میوه‌ها را بعد از ۳۵ روز بهتر از دیگر تیمارها حفظ نمود.



شکل ۱۰- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر میزان شمارش کپک های میوه لیمو شیرین طی ۳۵ روز نگهداری در انبار معمولی

جدول ۲- تاثیر عصاره پوست انار و پوشش آلژینات بر روی تغییرات ویژگی‌های حسی میوه لیمو شیرین

تیمار	پذیرش کلی	رنگ	طعم	ظاهر
C	۸۳/۴۲±۱/۰ e	۵۶/۱۷±۱/۰ e	۸۴/۰۲±۱/۰ e	۲۷/۱۱±۱/۰ e
Alg1%	۲۵/۳۹±۲/۰ d	۲۳/۰۸±۲/۰ d	۱۲/۱۱±۲/۰ c	۱۸/۲۷±۲/۰ d
Alg1%+PPE/W(1/2)	۲۹/۸۱±۳/۰ c	۲۶/۸۲±۳/۰ c	۲۵/۲۹±۳/۰ b	۳۵/۰۲±۳/۰ c
Alg1%+PPE/W(2/1)	۹۲/۲۷±۳/۰ b	۹۷/۱۳±۳/۰ b	۳۲/۲۴±۳/۰ b	۴۱/۱۱±۳/۰ b
Alg1%+ PPE/W(1/1)	۳۵/۴۴±۴/۰ a	۳۵/۱۸±۴/۰ a	۵۲/۸۱±۴/۰ a	۲۸/۰۲±۴/۰ a
PPE	۳۵/۲۴±۳/۰ c	۳۳/۴۱±۳/۰ c	۲۷/۰۲±۳/۰ b	۳۴/۰۰±۳/۰ c

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

در این پژوهش کمترین کاهش افت وزن در میوه‌های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات سدیم در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده مشاهده گردید. وزن یکی از پارامترهای کیفی مهم در طی انبارداری میوه‌ها و سبزی‌های تازه می‌باشد. کاهش وزن یکی از پارامترهای نامطلوب پس از برداشت بوده که تاثیر زیادی در کاهش کیفیت و ارزش اقتصادی محصولات تازه انباری دارد. هرچه میزان کاهش وزن در انبار کمتر باشد از لحاظ اقتصادی نگهداری میوه‌ها مقرون به صرفه می‌باشد. کاهش وزن عمدتاً به دلیل از دست دادن آب سطح میوه ها است که در نتیجه تنفس بالای میوه می باشد. میوه‌هایی که آب خود را بیش ازحد از دست دهند از بازارپسندی و مشتری پسندی کمتری برخوردار هستند. از این رو تلاش برای حفظ اولیه‌ی میوه‌ها در انبارها و سردخانه‌ها از موارد مهم می‌باشد (Zarbakhsh & Rastegar, 2017).

گزارش‌ها نشان می‌دهد از آن جایی که کاهش وزن عمدتا به دلیل تبخیر آب از سطح بافت گیاه بر اثر تعرق و تنفس میوه است، در نتیجه هر عاملی که بتواند از تنفس و تعرق جلوگیری کند، سبب کاهش از دست دادن وزن میوه می‌شود. کاهش وزن میوه‌ها در انبار به علت تبادل آب بین اتمسفر درونی و خارجی است و میزان تعرق توسط تجزیه سلولی تسریع می‌شود. نگهداری میوه‌ها در انبار با کاهش یکنواختی دیواره سلولی و کاهش سفتی میوه همراه می‌شود. سرعت از دست‌دهی آب بافت میوه به اختلاف فشار بخار بین بافت میوه و اتمسفر هوای محیط و دمای محیط بستگی دارد. آلژینات سدیم و عصاره پوست انار به عنوان یک پوشش خوراکی همانند یک محافظ عمل می‌کنند و به همین دلیل انتقال و تبخیر آب را محدود و باعث تأخیر در از دست دادن آب می‌شوند (Hernandez-Munoz *et al*, 2008; Hosseini Farahi & Haghanifard, 2017). پوشش‌های خوراکی می‌توانند از طریق ایجاد یک لایه بازدارنده نیمه تراوا نسبت به ایجاد موانعی جهت انتقال گازها و بخار آب عمل کرده و در نتیجه باعث کاهش تنفس، جلوگیری از عوامل فساد، قهوه‌ای شدن آنزیمی و از دست رفتن آب و در نهایت باعث افزایش ماندگاری محصولات تازه شوند (Jian *et al*., 2013; Perez-Gago *et al*., 2006). Yaman و Bayoindirli (2002) مهم‌ترین مکانیسم کاهش وزن را تبخیر آب در سطح محصول بیان داشتند. تاثیر کاربرد پس از برداشت آلژینات سدیم در کاهش افت وزن در برخی میوه‌ها از قبیل آلو (Valero *et al*., 2013)، قارچ خوراکی (Jian *et al*., 2013)، انگور(Takma *et al*., 2013)، توت فرنگی (Fan *et al*., 2009)، برش‌های تازه سیب (Olivas *et al*., 2007) و برش های تازه آناناس (Azarakhsh *et al*., 2014) گزارش شده است.

در این پژوهش میوه های تیمار شده با آلژینات سدیم و عصاره پوست انار کمترین میزان پوسیدگی را در مقایسه با میوه های تیمار نشده در پایان آزمایش نشان دادند. در پژوهشی فعالیت ضد قارچی قوی در برابر جوانه زنی کندی قارچ‌های *Botrytis cinerea, Penicillium digitatumm, Penicillium expansum* با کاربرد عصاره پوست انار در میوه‌های گیلاس و مرکبات گزارش گردید (Nicosia *et al*., 2016). گزارشات زیادی مبنی بر موثر بودن عصاره پوست انار به عنوان یک بازدارنده طبیعی برای کنترل رشد قارچ ها و باکتری‌های بیماری زا می باشد (Akhtar *et al*., 2015; Osorio *et al*., 2010; Tehranifar *et al*., 2011; Ahmad and Beg, 2001).

خصوصیات ضد میکروبی عصاره پوست انار مربوط به میزان بالای ترکیبات مواد فنولیک و فلاونوئید (پونیکالاژین و الاجیک اسید) می‌باشد (Rongai *et al*., 2018). در پژوهشی استفاده از عصاره پوست انار سبب کنترل پوسیدگی سبز حاصل از کپک *Penicillium digitatumm* در مرکبات شده است (Tayel *et al*.,*2009*.). در پژوهشی دیگر کنترل پوسیدگی پس از برداشت قارچ *Penicillium digitatumm* در مرکبات و *Botrytis cinerea* در گیلاس با استفاده از عصاره پوست انار در شرایط آزمایشگاهی گزارش شده است (Nicosia *et al*., 2016). Salahvarzi و همکاران (۲۰۱۱) ارتباط فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدقارچی عصاره قسمت‌های مختلف انار (*Punica granatum* L.) با محتوای فنولیکی آن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که عصاره متانولی پوست میوه انار با میانگین‌های ۴۷٫۶٪ و ۳۷٫۷٪ به ترتیب بیشترین اثر بازدارندگی را بر رشد میسلیوم‌ها و جوانه‌زنی اسپور قارچ‌ها دارد. همچنین محتوای فنولیک پوست میوه انار ۱/۸ برابر محتوای فنولیک برگ آن و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه، بذر و برگ درخت انار به ترتیب برابر ۵۵/۳٪، ۳۵/۷٪ و ۱۶/۴٪ مشخص گردید. بنابراین به نظر می‌رسد که محتوای فنولیکی بالای پوست و بذر انار می‌تواند خاصیت

www.SID.ir

Archive of SID

ضدقارچی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قوی این عصاره‌ها را بوجود آورد. در پژوهشی موثرترین روش برای حفظ کیفیت میوه‌های گواوا استفاده از کیتوزان غنی شده با عصاره پوست انار گزارش گردید (Nair *et al*., 2018). کنترل موثر قارچ *Penicillium digitatumm* در مرکبات با کاربرد عصاره پوست انار به همراه کیتوزان گزارش شده است (Kharchoufi *et al*., 2018).

در این پژوهش در پایان آزمایش میوه‌های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات سدیم ۱٪ بیشترین میزان سفتی بافت میوه را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند. سفتی بافت میوه یکی از شاخصه های مهم در عمر انباری میوه، فراوری میوه و بازارپسندی محصول می باشد که بر پذیرش مصرف کننده تاثیر می‌گذارد. بافت میوه توسط ترکیب دیواره سلولی، فشار سلولی، آناتومی سلولی و محتوای آب سلولی تعیین می‌شود (Olivas *et al*., 2007). نرم شدن بافت میوه می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت درونی آنزیم های باکتریایی و درنهایت تخریب دیواره سلولی باشد (Zivanovic *et al*., 2000). نتایج پژوهشی بر روی عمر انباری پس از برداشت قارچ شیتاکه نشان داد که کاربرد آلژینات سدیم و نیترات نقره باعث کاهش افت وزن، نرم شدن و قهوه ای شدن گوشت میوه گردید (Jiang *et al*, 2013). حفظ سفتی بافت میوه با کاربرد آلژینات توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (Vallero *et al*., 2013; Takma and Korel, 2017) گزارش شده است.

در این پژوهش بیشترین میزان اسیدیته کل آب میوه در میوه‌های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات سدیم ۱٪ و کمترین در میوه های تیمار نشده مشاهده گردید. کاهش اسیدیته در طول دوره انبارداری مربوط به استفاده از اسیدهای آلی به عنوان مواد اولیه سوخت و ساز و افزایش درصد مواد جامد محلول در طی انبارداری مرتبط است (Martinez-Romeroe *et al*., 2002). به نظر می‌رسد افزایش شدید تنفس در میوه‌های تیمار نشده باعث مصرف اسیدهای آلی میوه و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون می‌شود. اسیدهای آلی در طی انبار به دلیل مصرف آن‌ها در جریان تنفس کم می‌شوند و روند نزولی دارند. مقدار اسیدهای آلی در طول دوره برداشت میوه به مواد جامد قابل حل و همچنین سرعت تجزیه اسیدها بستگی دارد، تجزیه اسیدهای آلی در طی رسیدن میوه به سرعت تنفس وابسته می‌باشد، چون این اسیدها در فعالیت آنزیمی تنفس به کار می‌روند (Nafussi *et al*., 2001). از آنجاکه اسیدهای آلی به عنوان سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت اسیدیته میوه کاهش و مقدار pH آن افزایش یابد. (Qadir and Hashinaga, 2001). Rojas-Grau و همکاران (۲۰۱۷) تاثیر پوشش‌های ژلان و آلژینات را جهت پوشش‌دهی و مهار قهوه‌ای شدن را در محصولات تازه برش مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در طی نگهداری میزان pH محصولات کاهش معنی‌داری را نشان داده است.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش زمان انبارداری میزان مواد جامد محلول افزایش یافته است. بیشترین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار نشده و کمترین آن در میوه‌های تیمار شده با عصاره پوست انار و آلژینات سدیم مشاهده گردید. میوه های تیمار نشده بیشترین میزان کاهش وزن را در طول انبارداری نشان دادند و به همین دلیل میزان مواد جامد محلول آنها در پایان آزمایش افزایش نشان داد. اما میوه‌های تیمار شده با آلژینات سدیم و عصاره پوست انار به دلیل اینکه پوشش مانع کاهش وزن گردید کمترین میزان مواد جامد محلول را نشان دادند. افزایش مواد جامد محلول به دلیل از دست رفتن آب از محصولات برش‌های تازه است که منجر به افزایش غلظت مواد جامد محلول شده است. قند جز اصلی ماده خشک یک محصول می باشد و با تنفس به مصرف می‌رسند. یکی از دلایل افزایش میزان قند در طول انبارداری می‌تواند در اثر کاهش آب میوه و تغلیظ محتویات آب میوه در طول زمان انبارداری باشد (Sayari *et al*., 2009). افرایش میزان مواد جامد محلول بیانگر هیدرولیز بیشتر نشاسته‌ی گوشت میوه به قندهای هگزور است (Larrigaudieare *et al*., 2002). از دست دادن آب در طول دوره نگهداری باعث افزایش غلظت مواد جامد محلول می‌شود و هرچه دمای نگهداری بالاتر باشد افزایش غلظت مواد جامد محلول بیشتر شده که خود به دلیل از دست دادن بیشتر آب می‌باشد. همچنین افزایش انحلال‌پذیری همی سلولز و پلی یوریدن دیواره سلولی می‌تواند باعث افزایش غلظت مواد جامد محلول در طول دوره نگهداری شود (Khan *et al*., 2008).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با گذشت زمان انبارداری شاخص درخشندگی l^* کاهش پیدا کرد. در پایان آزمایش میوه های تیمار شده با آلژینات سدیم و عصاره پوست انار شاخص درخشندگی بیشتری را نسبت به میوه های تیمار نشده نشان دادند. رنگ پوست میوه یک فاکتور بسیار مهم می باشد که کیفیت میوه را از لحاظ بلوغ و زمان برداشت تعیین می‌کند. انتخاب مصرف کننده نیز به شدت تحت تأثیر رنگ پوست میوه قرار دارد. کاهش مقدار l^* نشان دهنده قهوه ای شدن بافت‌ها است. کاهش درخشندگی در طی رسیدن به دلیل تیره شدن میوه می‌باشد. کاهش درخشندگی به این دلیل است که طی زمان در اثر رسیدن، رنگدانه کاروتنوییدها که مسئول رنگ زرد است ساخته شده و از میزان سبزی با تخریب کلروفیل کاسته و میوه به تدریج زرد می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات برخی پزوهشگران مطابقت دارد (Nair *et al*, 2018). در پژوهشی مقادیرl^* پوست نمونه آووکادوهای پوشش داده شده با متیل سلولز و نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد با گذشت زمان کاهش یافته است اما این کاهش در مقایسه با تیمار شاهد (بدون پوشش) کمتر و دارای اختلاف معنادار بود (Maftoonazad & Ramaswamy, 2005). در پژوهشی میوه-های لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه ورا و اسید سالسیلیک در پایان دوره انبارمانی رنگ بهتری را نسبت به میوه‌های تیمار نشده نشان دادند (Hosseini Farahi & Haghanifard, 2017). در بررسی Sadeghipour و همکاران (۲۰۱۲)، نیز تیمارهای گوجه‌فرنگی پوشش داده شده با متیل سلولز تغییرات شاخصb^* کمتری نسبت به تیمار شاهد گزارش گردید. بررسی انجام شده توسط Ansorenaa و همکاران (۲۰۱۱) نیز مقادیر شاخص b^* پوست با گذشت زمان در آووکادوهای پوشش داده شده نسبت به تیمار شاهد کمتر بوده است. همچنین در مطالعه‌ای دیگر افزودن اسانس مرزنجوش در سطح ۰/۵ و ۰/۱ درصد، اسانس سنبل هندی در سطح ۱و ۱/۵درصد وانیلین در سطح ۰/۳ و ۰/۶ به پوشش آلژینات نشان سطح استفاده باعث اختلاف معنی‌دار از نظر مقدار l^* بین نمونه‌های پوششی بدون اسانس با نمونه‌های پوشش داده شده با اسانس در برش سیب شد (Rojas-Grau *et al*., 2007).

نتیجه‌گیری

تیمار آلژینات سدیم می تواند به عنوان یک تیمار طبیعی پس از برداشت در نگهداری میوه‌های تازه و گوشتی به منظور کاهش فرایند رسیدن پس از برداشت و کیفیت نگهداری میوه‌ها استفاده گردد. به طور کلی نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که کاربرد عصاره پوست انار به همراه آلژینات کلسیم توانست خصوصیات کیفی پس از برداشت میوه لیموشیرین را در طی ۳۵ روز نگهداری در انبار در مقایسه با میوه های تیمار نشده حفظ نماید. بنابراین کاربرد تیمار پس از برداشت عصاره پوست انار و آلژینات سدیم به منظور بهبود خصوصیات کیفی و ماندگاری میوه لیموشیرین در انبار پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Afshari-Jouybari, H. & Farahnaky, A. (2011). Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. Journal of Food Engineering, 106(2), 170-175.

Ahmad, I. & Beg, A. Z. (2001). Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens. Journal of Ethnopharmacology, 74(2), 113-123.

Ahmadzade, G. R., Ghiafe, D. M., Tanoori, T. & Sheykholeslami, Z. (2012). Effect of selected edible coatings of soy protein isolate, whey protein concentrate, carrageenan and alginate to extend shelf life of fresh-cut pears (*Pyrus communis*). Innovation in Food Science and Technology, 4(3), 47- 54.

Akhtar, S., Ismail, T., Fraternale, D. & Sestili, P. (2015). Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features. Food Chemistry, 174, 417-425.

Ansorena, M. R., Marcovich, N. E. & Roura, S. I. (2011). Impact of edible coatings and mild heat shocks on quality of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* L.) during refrigerated storage. Postharvest Biology and Technology, 59(1), 53-63.

Aviram, M. & Dornfeld, L. (2001). Pomegranate juice consumption inhibits serum angiotensin converting enzyme activity and reduces systolic blood pressure. Atherosclerosis, 158(1), 195-198.

www.SID.ir

Archive of SID

Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H. M., Tan, C. P. & Mohd Adzahan, N. (2014). Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. Postharvest Biology and Technology, 88, 1–7.

Basiri, S., Shekarforoush, S. S., Aminlari, M. & Akbari, S. (2015). The effect of pomegranate peel extract (PPE) on the polyphenol oxidase (PPO) and quality of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) during refrigerated storage. LWT-Food Science and Technology, 60(2), 1025-1033.

Díaz-Mula, H. M., Serrano, M. & Valero, D. (2012). Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food and Bioprocess Technology, 5(8), 2990-2997.

Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L. & Zhang, B. (2009). Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria×ananassa*) preservation quality. Postharvest Biology and Technology, 53(1–2), 84–90.

FAO. (2016). Citrus fruit statistics 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome, 53 page.

Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D. & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria× ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chemistry, 110(2), 428-435.

Hosseini Farahi, M. & Haghanifard, Z. (2017). Effects of aloe vera gel, salicylic acid and hot water on fruit decay and quality properties of sweet lemon fruit during storage. Journal of Crop Production and Processing, 7 (3), 63-78.

Hosseinifarahi, M., Radi, M., Bagheri, F. & Jamshidi, E. (2018). Evaluation of postharvest quality and organoleptic characteristics of strawberry with application of aloe vera gel, acetic acid and UV-B irradiation. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 19 (1), 99-114.

Jiang, T. (2013). Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. Postharvest Biology and Technology, 76, 91-97.

Jiang, T., Feng, L. & Wang, Y. (2013). Effect of alginate/nano-Ag coating on microbial and physicochemical characteristics of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during cold storage. Food Chemistry, 141(2), 954-960.

Jongen, W. (Ed.). (2005). Improving the safety of fresh fruit and vegetables. CRC Press.

Khan, A. S., Singh, Z., Abbasi, N. A. & Swinny, E. E. (2008). Pre-or post-harvest applications of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of 'Angelino'plum. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(10), 1686-1695.

Kharchoufi, S., Parafati, L., Licciardello, F., Muratore, G., Hamdi, M., Cirvilleri, G. & Restuccia, C. (2018). Edible coatings incorporating pomegranate peel extract and biocontrol yeast to reduce *Penicillium digitatum* postharvest decay of oranges. Food Microbiology, *74*, 107-112.

Larrigaudiere, C., Pons, J., Torres, R. & Usall, J. (2002). Storage performance of clementines treated with hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate dips. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77(3), 314-319.

Maftoonazad, N. & Ramaswamy, H. S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. LWT-Food Science and Technology, 38(6), 617-624.

Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. S. & Marcotte, M. (2008). Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. International Journal of Food Science & Technology, 43(6), 951-957.

Martinez-Romero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F. & Valero, D. (2002). Effects of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. Journal of Food Science, 67(5), 1706-1712.

Mirjalili, S. (2015). A review on biochemical constituents and medicinal properties of pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Medicinal Plants, 4 (56),1-22

Mostofi, Y. & Najafi, F. (2005). Analytical laboratory methods in horticultural sciences. Vol 1. University of Tehran Press. 136 p

Nafussi, B., Ben-Yehoshua, S., Rodov, V., Peretz, J., Ozer, B. K. & D'hallewin, G. (2001). Mode of action of hot-water dip in reducing decay of lemon fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(1), 107-113.

Nair, M. S., Saxena, A. & Kaur, C. (2018). Effect of chitosan and alginate based coatings

www.SID.ir

Archive of SID

enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). Food Chemistry, 240, 245-252.

Naseh, Gh., Hassanpour-Fard, M., Bodhankar, S. & Dikshit M. (2010). Pomegranate, Bottle gourd, Antibacterial activity, Tetracycline. Journal of Birjand University Medical Science, 17 (4), 257-264

Nicosia, M. G. L. D., Pangallo, S., Raphael, G., Romeo, F. V., Strano, M. C., Rapisarda, P., Droby, S. & Schena, L. (2016). Control of postharvest fungal rots on citrus fruit and sweet cherries using a pomegranate peel extract. Postharvest Biology and Technology, 114, 54-61.

Noda, Y., Kaneyuki, T., Mori, A. & Packer, L. (2002). Antioxidant activities of pomegranate fruit extract and its anthocyanidins: delphinidin, cyanidin, and pelargonidin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(1), 166-171.

Olivas, G. I., Mattinson, D. S. & Barbosa-Cánovas, G. V. (2007). Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala'apples. Postharvest Biology and Technology. 45(1): 89-96.

Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R. & Martín-Belloso, O. (2008). Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. Postharvest Biology and Technology, 50(1), 87-94.

Osorio, E., Floresa, M., Hernàndeza, D., Venturab, J., Rodrìguezb, R. & Aguilarb, C.N. (2010). Biological efficiency of polyphenolic extracts from pecan nuts shell (*Carya Illinoensis*), pomegranate husk (*Punica granatum*) and creosote bush leaves (*Larrea tridentata* Cov.) against plant pathogenic fungi. Industrial Crops and Products, 31, 153– 157

Perez-Gago, M. B., Serra, M. & Del Rio, M. A. (2006). Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. Postharvest Biology and Technology, 39(1), 84-92.

Qadir, A. & Hashinaga, F. (2001). Inhibition of postharvest decay of fruits by nitrous oxide. Postharvest Biology and Technology, 22(3), 279-283.

Radi, M., Jouybari, H. A., Mesbahi, G., Farahnaky, A. & Amiri, S. (2010). Effect of hot acetic acid solutions on postharvest decay caused by *Penicillium expansum* on Red Delicious apples. Scientia Horticulturae, 126(4), 421-425.

Rao, T. R., Baraiya, N. S., Vyas, P. B. & Patel, D. M. (2016). Composite coating of alginate-olive oil enriched with antioxidants enhances postharvest quality and shelf life of Ber fruit (*Ziziphus mauritiana* Lamk. Var. Gola). Journal of Food Science and Technology, 53(1), 748-756.

Rojas-Graü, M. A., Tapia, M. S., Rodríguez, F. J., Carmona, A. J. & Martin-Belloso, O. (2007). Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. Food Hydrocolloids, 21(1), 118-127.

Rongai, D., Sabatini, N., Pulcini, P., Di Marco, C., Storchi, L. & Marrone, A. (2018). Effect of pomegranate peel extract on shelf life of strawberries: computational chemistry approaches to assess antifungal mechanisms involved. Journal of Food Science and Technology, 55(7), 2702-2711.

Sadeghipour, M., Badii, F., Behmadi, H. & Bazyar, B. (2012). The effect of methyl cellulose based active edible coatings on the storage life of tomato. Journal of Food Science and Technology, 35(9), 89-98.

Salahvarzi, Y., Tehranifar, A. & Jahanbakhsh, V. (2011). Relation of antioxidant and antifungal activity of different parts of Pomegranate (*Punica granatum* L.) extracts with its phenolic content. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 27(1), 47-56. doi: 10.22092/ijmapr.2011.6562

Sandhya, S., Khamrui, K., Prasad, W. & Kumar, M. C. T. (2018). Preparation of pomegranate peel extract powder and evaluation of its effect on functional properties and shelf life of curd. LWT - Food Science and Technology, 92, 416-421.

Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi, R., Ghorbani, H. & Hadian, J. (2007). A Review on Medicinal Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Medicinal Plants, 2 (22), 13-24

Sayari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Alizadeh, H. & Asgari, M. (2009). Effects of salicylic acid on chilling resistance and phenylalanine ammonia lyase activity in 'Malase saveh' pomegranate (*Punica granatum*) during cold storage. Iranian Journal of Horticultural Science, 40(3).

Smilanick, J. L. & Sorenson, D. (2001). Control of postharvest decay of citrus fruit with

www.SID.ir

Archive of SID

calcium polysulfide. Postharvest Biology and Technology, 21(2), 157-168.

Takma, D. K. & Korel, F. (2017). Impact of preharvest and postharvest alginate treatments enriched with vanillin on postharvest decay, biochemical properties, quality and sensory attributes of table grapes. Food Chemistry, 221, 187-195.

Tayel, A. A., El-Baz, A. F., Salem, M. F. & El-Hadary, M. H. (2009). Potential applications of pomegranate peel extract for the control of citrus green mould. Journal of Plant Diseases and Protection, 116(6), 252-256.

Tehranifar, A., Selahvarzia, Y., Kharrazia, M. & Bakhshb, V. J. (2011). High potential of agro-industrial by-products of pomegranate (*Punica granatum* L.) as the powerful antifungal and antioxidant substances. Industrial Crops and Products, 34, 1523–1527.

Valero, D., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S. & Serrano, M. (2013). Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology, 77, 1-6.

Voravuthikunchai, S. P., Sririrak, T., Limsuwan, S., Supawita, T., Iida, T. & Honda, T. (2005). Inhibitory effects of active compounds from Punica granatum pericarp on verocytotoxin production by enterohemorrhagic Escherichia coli O157: H7. Journal of Health Science, 51(5), 590-596.

Yaman, Ö. & Bayoındırlı, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. LWT-Food Science and Technology, 35(2), 146-150.

Zapata, P. J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D. & Serrano, M. (2008). Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(7), 1287-1293.

Zarbakhsh, S. & Rastegar, S. (2017). The Effect of Salicylic Acid and Gum Arabic on Some Qualitative and Quantitative Characteristics of *Ziziphus mauritiana* Lam During Storage. Journal of Food Technology and Nutrition, 14(2), 78-98.

Zivanovic, S., Buescher, R. W. & Kim, K. S. (2000). Textural changes in mushroom (*Agaricus bisporus*) associated tissue ultrastructure and composition. Journal of Food Science, 65, 1404–1408.

www.SID.ir

Archive of SID

Food Technology & Nutrition / Summer 2020 / Vol. 17 / No.3

Application of Pomegranate Peel Extract (PPE) with Sodium Alginate (Alg-Na) Coating on Fruit Decay Control and Quality Postharvest of Sweet Lemon Fruit cv Mahali

L. Taherpour [a], M. Hosseinifarahi [b]*, M. Radi [c]

[a] M. Sc. Student of Food Science and Technology, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.

[b] Assistant Professor of Horticultural Science, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.

[c] Associate Professor of Food Science and Technology, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.

Received: 5 October 2018 Accepted: 5 January 2019

Abstract

Introduction: Replacement of synthetic pesticides and antifungal compounds with natural ones for reducing the decay of agricultural products is a challenge in the industry.

Materials and Methods: In order to investigate the effects of sodium alginate (Alg-Na) and pomegranate peel extract (PPE) on reduction of decay and improving the postharvest quality of sweet lemon fruit, an experiment based on Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and three replications was conducted. Treatments included Control (C), Sodium Alginate (Alg-Na 1%), PPE, PPE/Water ratio of 1:1, PPE/Water ratio of 1:2, PPE/Water ratio of 2:1 combined with Alg-Na 1%. Treated fruits were kept for 35 days at 20 ºC and the fruit characteristics were evaluated at seven day intervals. Traits such as weight loss%, fruit firmness (N), total acidity (TA %), pH, TSS%, vitamin C, fruit skin color (*a**, *b** and *L**) and organoleptic properties were measured.

Results: The results showed that postharvest application of PPE and Alg-Na 1% had significant effect on maintenance of sweet lemon in storage as compared to untreated fruits. The lowest fruit decay and microbial concentration was obtained in fruit treated with PPE and Alg-Na 1% as compared to other treatments. The lowest weight loss% was obtained in fruit treated with PPE and Alg-Na 1% and the highest was observed in untreated fruits. Fruit treated with PPE and Alg-Na 1% showed the highest fruit firmness at the end of storage period as compared to the control. The highest vitamin C at the end of storage was observed in fruit treated with PPE and Alg-Na 1%. The sensory test showed that consumer's acceptability was increased by increasing the PPE concentration plus at Alg-Na 1%.

Conclusion: Our study suggests that the use of PPE combined alginate coating has the potential to maintain sweet lemon quality and extend its postharvest life to 35 days.

***Keywords**: Alg-Na 1%, Pomegranate Peel Extract (PPE), Sweet Lemons, Vitamin C, Weight Loss.*

* Corresponding Author: m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir

علوم غذایی و تغذیه / تابستان ۱۳۹۹ / سال هفدهم / شماره ۳

www.SID.ir