

## کاربرد برخی از پوشش‌های خوراکی روی خصوصیات بیوشیمیایی و عمر قفسه‌ای انگور (*Vitis vinifera* L.)

پیمان عباسی، حنیفه سید حاجی زاده\* و سید مرتضی زاهدی

گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه ۵۵۳-۵۵۱۳۶، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۴، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۷/۱۰)

### چکیده

پوشش‌های خوراکی برای حفظ، بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری میوه و سبزی‌ها استفاده می‌شوند. هدف از این پژوهش بررسی اثر دو نوع پوشش خوراکی بر پایه صمغ طبیعی روی خصوصیات کیفی و انبارمانی انگور رقم حسینی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتور اول شامل غوطه‌وری در غلظت‌های صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ درصد صمغ عربی و صفر، ۳، ۳/۵ و ۴ درصد صمغ بادام کوهی بود و فاکتور دوم شامل بازه‌های زمانی انبارداری (زمان برداشت، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) بود. میوه‌های تیمار شده به مدت ۴۵ روز در دمای  $1 \pm 0/5$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد در داخل سردخانه نگهداری شدند. هر ۱۵ روز یکبار، درصد کاهش وزن، سفتی، کسر رسیدگی (TSS/TA)، فنل کل، اسکوربیک اسید، مقدار رنگیزه‌های فتوستتزی، کربوهیدرات کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت حبه اندازه‌گیری شدند. یافته‌های این پژوهش نشان داد نمونه‌های پوشش داده شده کاهش وزن کمتر و سفتی بهتری نسبت به نمونه‌های بدون پوشش داشتند. همچنین میوه‌های پوشش داده شده میزان اسکوربیک اسید، فنل کل، رنگیزه‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت حبه را بهتر حفظ نموده و در میزان TSS/TA و کربوهیدرات کل افزایش کمتری نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند. چنین استنباط می‌شود که غلظت ۵ درصد صمغ عربی و ۳/۵ درصد بادام کوهی در بیشتر پارامترها با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌دار داشته و خصوصیات کیفی و حسی حبه را در مقایسه با سایر تیمارها بهتر حفظ کرد و انبارمانی میوه را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: صمغ، کاهش وزن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کیفیت حبه و ماندگاری.

### مقدمه

فیزیولوژیکی پس از برداشت و کاهش کیفیت می‌باشد (Dhall, 2013). با توجه به این که ارزش اقتصادی میوه و سبزیجات تازه براساس وزن تعیین می‌شود، کاهش وزن محصول در اثر ازدست دادن آب، منجر به زیان‌های هنگفت مالی شود (Tesfay and Magwaza, 2017). علاوه بر این، تغییرات فیزیولوژیکی که در اثر از دست دادن آب رخ می‌دهند منجر به کاهش کیفیت غذایی محصولات پس از برداشت

کیفیت پس از برداشت محصولات باغبانی عمدتاً تحت تاثیر عوامل پیش و پس از برداشت قرار می‌گیرد که این عوامل با اثر بر میزان فعالیت بیولوژیک از طریق فرآیندهای مرتبط با رسیدن و پیری سبب تغییر کیفیت و عمر انبارمانی محصول می‌شوند (Xing et al., 2010). عمدتاً آب از دست‌دهی، دلیل سرعت بخشیدن حساسیت میوه‌ها و سبزی‌ها به اختلالات

آنتی‌اکسیدانی و همچنین فعالیت ضد میکروبی اثر دوگانه دارند (Moreira et al., 2011). اثر بخشی پوشش‌های خوراکی به توانایی افزایش یکپارچگی غشا و فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصولات پوشش داده شده نسبت داده می‌شود. از جمله برنامه‌های کاربردی موفق، بر پایه پوشش‌های خوراکی صمغ عربی و صمغ بادام کوهی که در حفظ کیفیت پس از برداشت محصولات موثر بوده‌اند می‌توان به حفظ اسید آسکوربیک، سفیدی و مواد جامد محلول کل میوه توت‌فرنگی (Amal et al., 2010)، کاهش ابتلا به بیماری آنتراکنوز و پوسیدگی ناشی از آن در موز (Maqbool et al., 2011)، حفظ یکپارچگی دیواره سلولی برش‌های آناناس (Azarakhsh et al., 2014)، تاخیر در رسیدن و حفظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوجه‌فرنگی (Ali et al., 2013)، حفظ محتوای فنول کل، آنتوسیانین و مواد جامد محلول و جلوگیری از افزایش فعالیت پلی‌فنول‌اکسیداز (PPO) و جلوگیری از کاهش وزن و بیماری‌های قارچی در توت‌فرنگی (Tahir et al., 2018)، تقلیل کاهش وزن میوه‌ها و حفظ سفیدی در خیار (Al-Juhaimi et al., 2012)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر و کیفیت حسی بیشتر در پایا (Addai et al., 2013) و پرتقال (Khorram et al., 2017) و کاهش پوسیدگی (Yuvaraj et al., 2016) و کیفیت کلی بهتر در گوجه‌فرنگی (Mahfoudhi et al., 2014) اشاره کرد. صمغ‌ها از لحاظ شیمیایی بی‌اثر، ارزان قیمت، زیست‌سازگار، غیر سمی و بی‌بو بوده و به طور گسترده در دسترس هستند؛ از طرفی این صمغ‌ها محلول در آب هستند و به عنوان هیدروکلوئید شناخته می‌شوند (Sharma et al., 2019). گیاهان این صمغ‌ها را به عنوان یک مکانیسم حفاظتی در برابر آسیب‌های مکانیکی و یا میکروبی تولید می‌کنند (Rana et al., 2011).

صمغ عربی یک صمغ خوراکی است که از ترشحات خشک شده درخت آکاسیا به دست می‌آید و معمولاً به عنوان یک عامل تثبیت‌کننده، غلیظ‌کننده و امولسیفایر استفاده شده و نیز کاربردهای متنوعی در صنعت داروسازی دارد و همچنین باعث بالا رفتن طعم و کپسوله‌شدن عطر می‌شود (Baldwin et al., 2011). صمغ بادام کوهی نیز از تنه درخت

می‌شوند و در نتیجه ارزش تغذیه‌ای میوه و سبزی‌ها کاهش می‌یابد. انگور (*Vitis vinifera* L.) از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین محصولات باغبانی در ایران و جهان بشمار می‌آید که کشت و تولید آن در ایران از قدمت زیادی برخوردار می‌باشد. مطابق با آمارهای ارائه شده، مجموع سطح زیر کشت انگور در ایران ۲۸۶۸۶۳۵ هکتار بوده که منجر به تولید ۳۱۹۱۵۹۱۶ تن انگور شده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶). انگور یک میوه غیرکلیماکتریک با میزان تنفس کم است؛ ماندگاری ارقام مختلف متفاوت بوده و به شدت تحت تاثیر مدیریت زراعی، مدیریت دما در مرحله پس از برداشت و نیز حساسیت به پوسیدگی می‌باشد (Christensen et al., 1995; Río Segade et al., 2018). میوه انگور به‌واسطه داشتن متابولیت‌های ثانویه و تنوع مصرف منحصر به فرد بوده و جایگاه خاصی در تجارت جهانی دارد. اگرچه انگور می‌تواند به عنوان یکی از بزرگترین محصولات صادراتی کشور باشد اما به دلیل ماهیت بسیار فسادپذیر آن همواره مشکلات جدی طی انبارمانی و جابجایی داشته است. به منظور کاهش اثرات مضر از دست دادن آب محصول و افزایش کیفیت ظاهری، محصولات باغبانی معمولاً با انواع مختلف فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی پوشش داده می‌شوند (Lin and Zhao, 2007) که با ایجاد یک لایه نیمه-نفوذپذیر که امکان حداقل تبادل را فراهم می‌آورد باعث به تاخیر انداختن رسیدن و پیری شده و در عین حال از ایجاد شرایط بی‌هوایی که ممکن است منجر به کاهش کیفیت محصول شود اجتناب می‌کنند (شاکر اردکانی و همکاران، ۱۳۹۸). از آنجایی که پوشش‌ها ترکیب گازهای داخلی محصولات باغی را اصلاح می‌کنند، می‌توان گفت که پوشش‌ها اثرات مشابهی با بسته‌بندی تغییر یافته (Modified Atmosphere Package) ایجاد می‌کنند (Kerch, 2015). استفاده از پوشش‌های خوراکی روی میوه‌ها و سبزی‌ها موجب کاهش افت رطوبت، سرعت تنفس و ترکیبات مغذی شده و به طور کلی باعث افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت محصولات تازه می‌شود (Vásconez et al., 2009). بعضی از مواد پوشش دهنده به دلیل توانایی آن‌ها در افزایش ظرفیت

غوطه‌وری در پوشش‌های خوراکی (صمغ‌های عربی و بادام کوهی) و فاکتور دوم شامل زمان انبارداری بود. نمونه‌برداری از واحدهای آزمایشی هر ۱۵ روز یکبار صورت پذیرفت.

اندازه‌گیری درصد کاهش وزن (جلیلی مرندي، ۱۳۸۳) بر اساس رابطه ۱ ( $w_1$  وزن اولیه و  $w_2$  وزن ثانویه) و میزان سفتی توسط دستگاه سفتی سنج (Step Systemt، آلمان و قطر پروب ۳ میلی‌متر) انجام شد.

$$\text{درصد کاهش وزن رابطه (۱)} = \{(w_1 - w_2) / w_1\} * 100$$

**فنول کل:** برای اندازه‌گیری میزان فنول کل پوست و گوشت حبه، ابتدا ۰/۲ گرم بافت از هر بخش در داخل هاون چینی توسط ۲ میلی‌لیتر متانول اسیدی ۱٪ هضم گردید سپس عصاره بدست آمده به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی-گراد و در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. ۵۰ میکرولیتر روشنآور حاصله با ۷۵۰ میکرولیتر فولین-سیوکالتو ۱۰٪ مخلوط شد و پس از آن ۵ دقیقه نگهداری در دمای اتاق؛ به مخلوط فوق ۷۵۰ میکرولیتر بی کربنات سدیم ۶٪ اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت ۱/۵ ساعت در تاریکی قرار داده شدند. جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (UV-1800, Shimadzu, Japan) در طول موج ۷۶۰ نانومتر انجام گرفت. غلظت فنل کل با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیان گردید (Velioglu et al., 1998).

**اسکوربیک اسید (ویتامین C):** ویتامین C بر اساس کاهش رنگ ترکیب، ۲-۲ دی کلروفنل ایندوفنل (DCIP) تا ظهور رنگ صورتی توسط اسید آسکوربیک اندازه‌گیری شد (Bor et al., 2006). جذب محلول در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد و میزان ویتامین C با استفاده از منحنی استاندارد اسید آسکوربیک در حضور DCIP محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد.

**ظرفیت آنتی‌اکسیدانی:** جهت اندازه‌گیری ظرفیت آنتی-اکسیدانی پوست و گوشت حبه، از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۱-دی فنیل ۲-پیکریل هیدرازیل) عمل شد به این ترتیب که ابتدا ۰/۲ گرم بافت به

بادام کوهی به بیرون تراوش پیدا می‌کند (Mahfoudhi et al., 2012). در حال حاضر در صنایع غذایی و دارویی به عنوان عامل سوسپانسیون‌کننده یا امولسیون‌کننده در ترکیب با سایر صمغ‌هایی مانند صمغ عربی یا کتیرا در پوشش‌های خوراکی و سایر مصارف تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mahfoudhi and Hamdi, 2015). با توجه به اهمیت اقتصادی انگور برای کشور و اینکه امروزه مصرف‌کنندگان به مصرف تازه‌خوری محصولات مختلف کشاورزی روی آورده‌اند رساندن محصولات با حداکثر کیفیت به دست مصرف‌کننده بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. از طرفی وجود دسترسی ارزان و آسان به صمغ‌های مختلف و اثرات مثبت آن‌ها در حفظ کیفیت از اینرو هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف صمغ‌های عربی و بادام کوهی جهت پوشش‌دهی انگور رقم حسینی در طول دوره انبارداری بر خصوصیات کیفی و بیوشیمیایی این محصول می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

انگور رقم حسینی در شهریور ماه سال ۱۳۹۶ از یک باغ تجاری واقع در روستای شیلو در میاندوآب-آذربایجان غربی در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۶ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۳۱۴ متر از سطح دریا در مناسب‌ترین مرحله رسیدگی با توجه به تقویم فصلی و داشتن رنگ سبز مایل به زرد و درجه بریکس حدود ۱۹٪ برداشت و بلافاصله برای اعمال تیمار به آزمایشگاه گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه مراغه منتقل گردید. خوشه‌های تقریباً هم اندازه و هم شکل انتخاب شدند و سپس تیمار با صمغ عربی (در غلظت‌های صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی-حجمی) و صمغ بادام کوهی (در غلظت‌های صفر، ۳، ۳/۵ و ۴ درصد وزنی-حجمی) به صورت غوطه‌وری به مدت ۱ دقیقه انجام شد و میوه‌ها پس از خشک‌شدن پوشش در هوای آزاد در ظروف یکبار مصرف بسته‌بندی شده و به سردخانه با دمای  $0 \pm 5$  ۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵٪ منتقل و به مدت ۴۵ روز نگهداری شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد، فاکتور اول شامل

سانتریفیوژ)

A: جذب نور در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر  
W: وزن تر نمونه بر حسب گرم

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. جهت رسم نمودار از نرم‌افزار اکسل (۲۰۱۶) استفاده گردید.

### نتایج و بحث

**درصد کاهش وزن:** نتایج نشان داد تیمار، زمان و برهمکنش تیمار و زمان بر کاهش وزن میوه تأثیر معنی‌داری داشت. به طوری که بیشترین کاهش وزن مربوط به دوره چهارم انبارداری (۴۵ روز) بود. از طرفی انگوره‌های تیمار شده درصد کاهش وزن کمتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد داشتند. چهل و پنج روز پس از انبارداری تیمار صمغ عربی و بادام کوهی در هر سه سطح به‌طور معنی‌داری از افت وزن جلوگیری کردند؛ بطوری‌که در نمونه‌های تیمار شده با ۳/۵ درصد صمغ بادام کوهی کمترین میزان کاهش وزن و بیشترین میزان کاهش وزن در نمونه‌های شاهد مشاهده شد (شکل ۱). نتایج حاضر با خالقی و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. بیشتر محصولات کشاورزی در زمان برداشت دارای آب فراوانی هستند که پس از برداشت با خروج آب از بافت گیاه میزان شادابی آنها کاهش می‌یابد. مکانیسم اولیه از دست دادن رطوبت از میوه و سبزیجات تازه، به دلیل اختلاف فشار بخار آب در داخل و خارج از بافت می‌باشد که باعث هدایت آب به فضای بیرونی میوه و سبزیجات می‌شود (Yaman and Bayoindirli, 2002). از سوی دیگر، تنفس موجب کاهش وزن می‌شود، چون یک اتم کربن میوه در هر چرخه تبدیل به CO<sub>2</sub> می‌شود (Labuza, 1984). اما عمدتاً وزن میوه توسط تعرق میوه، کاهش می‌یابد که در آن آب به بیرون محصول هدایت شده و در نتیجه پوست پژمرده و ظاهر چروکیده ایجاد می‌شود (Wills et al., 2007). پوشش‌های خوراکی با به تاخیر انداختن آب از دست‌دهی، از دست رفتن ترکیبات معطر، تنفس و به تاخیر انداختن

همراه ۲ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ هضم گردید. سپس عصاره حاصل به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. ۱۰۰ میکرو لیتر عصاره میوه با ۱۹۰۰ میکرو لیتر محلول DPPH مخلوط شده و پس از ۳۰ دقیقه ماندن دمای اتاق و تاریکی، مقدار جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH محاسبه شد (Ao et al., 2008).

**کربوهیدرات کل:** برای تعیین میزان کربوهیدرات کل

(Irigoyen et al., 1992) ابتدا ۰/۲۵ گرم نمونه انگور توسط ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۶٪ درصد هضم گردید. عصاره بدست آمده به مدت ۱۰ دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و ۵۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. ۵ میکرو لیتر از عصاره سانتریفیوژ شده با ۳ میلی‌لیتر محلول آنترون با هم مخلوط شدند. بعد لوله‌های آزمایش در دمای ۱۰۰ درجه به مدت ۱۰ دقیقه در بن ماری قرار گرفته و در نهایت جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۵۰ نانومتر قرائت گردید و بر حسب میلی‌گرم قند محلول بر گرم وزن تر نمونه گیاهی بیان گردید.

**رنگی‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها):**

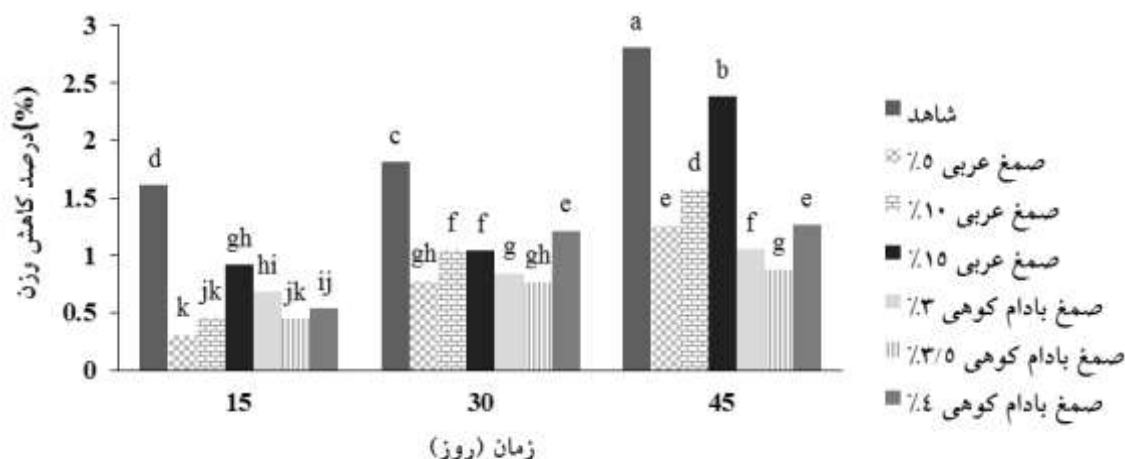
برای سنجش رنگی‌های فتوسنتزی، مقدار ۰/۲ گرم از نمونه گیاهی در هاون چینی ریخته شده، سپس با استفاده از نیتروژن مایع خرد شد. ۲۰ میلی‌لیتر استن ۸۰٪ به نمونه اضافه، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. عصاره جدا شده فوقانی به بالن شیشه‌ای منتقل شد. مقداری از نمونه داخل بالن در کوئت اسپکتروفتومتر ریخته شده و سپس بطور جداگانه مقدار جذب در طول موج های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئید توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد (Arnon, 1967).

$$\text{Chlorophyll a} = (19/3 * A663 - 0/86 * A645) V/100W.$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19/3 * A645 - 3/6 * A663) V/100W$$

$$\text{Carotenoids} = 100(A470) - 3/27(\text{mg chl. b}) /227$$

V: حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از

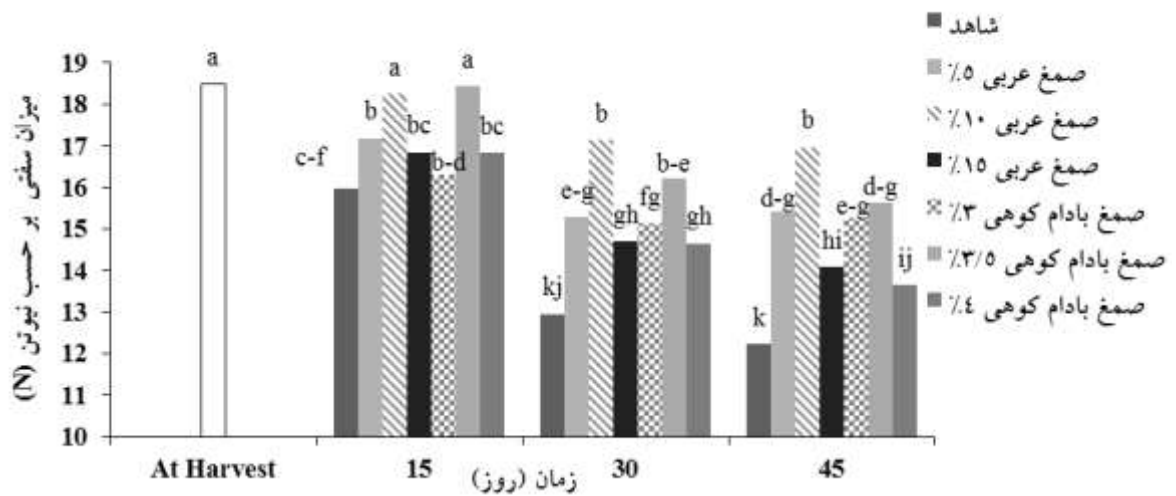


شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام کوهی بر درصد کاهش وزن انگور رقم حسینی در دوره انبارمانی (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری می‌باشد).

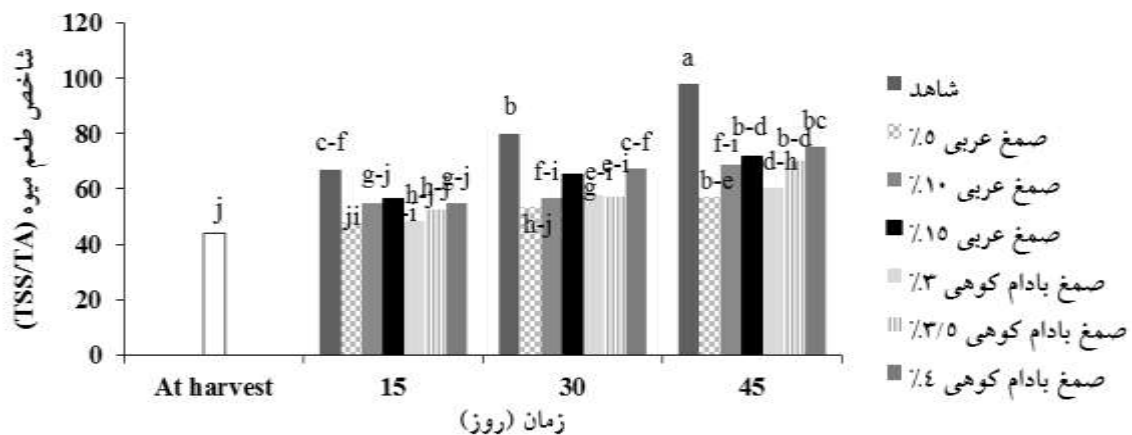
است (شکل ۲). نتایج بدست آمده حاکی از آن است که صمغ به طور قابل توجهی سبب حفظ سفتی بافت میوه‌ها شده و به عنوان یک مانع در برابر از دست رفتن مواد مغذی و آب عمل می‌کند. نرم شدن بافت میوه به علت تخریب ساختار سلول، ترکیب دیواره سلولی و مواد داخل سلولی است ( Seymour *et al.*, 1993) و یک فرآیند بیوشیمیایی است که شامل هیدرولیز پکتین و نشاسته توسط آنزیم‌ها می‌باشد. همانطوری‌که فرآیند رسیدن میوه به جلو سوق پیدا می‌کند فرآیند هیدرولیز دیواره نیز پیشرفت می‌کند، هیدرولیز پلیمرها یا کوتاه شدن طول زنجیره‌ای مواد پکتینی سبب نرم شدن بافت میوه می‌شود (Yaman and Bayoindirli, 2002). پوشش‌ها مکانیسمی شبیه به اتمسفر کنترل شده و بسته بندی اصلاح شده ایجاد می‌کنند. پوشش صمغ این عمل را از طریق کاهش تنفس و تعرق، آهسته کردن فرآیند رسیدن و پیر شدن و به تأخیر انداختن تخریب دیواره سلولی انجام می‌دهد ( Saberi *et al.*, 1994; Baldwin, 2018). بنابراین اعمال تیمار پوشش صمغ با کاهش آب از دست‌دهی سبب حفظ وزن میوه شده و این کاهش کمتر وزن باعث حفظ بیشتر سفتی بافت می‌شود. در یافته‌های علی و همکاران (۲۰۱۰) نیز با مقایسه گوجه‌فرنگی‌های بدون پوشش نسبت به نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ عربی در پایان انبارداری، می‌توان به راحتی نرم شدن را در

تغییرات ساختاری میوه، موجب افزایش مدت نگهداری محصولات غذایی می‌شوند (Vargas *et al.*, 2006). این کاهش آب از دست‌دهی احتمالاً با توجه به اثرات پوشش به عنوان یک مانع نیمه تراوا در برابر  $O_2$ ،  $CO_2$ ، رطوبت و حرکت املاح بوده، در نتیجه سبب کاهش میزان تنفس، آب از دست‌دهی و واکنش‌های اکسیداسیون می‌گردد (قلی زاده و همکاران، ۱۳۹۸). صمغ بادام کوهی در ساختار خود علاوه بر پروتئین و انواع قندها، حاوی ۰/۸۵ درصد چربی است ( Mahfoudhi *et al.*, 2012)؛ در حالیکه صمغ عربی فاقد چربی می‌باشد ( Idris *et al.*, 1998). لذا احتمالاً به همین دلیل پوشش ایجاد شده توسط صمغ بادام کوهی بهتر از صمغ عربی عمل کرده است. این نتایج مطابق با نتایج پژوهش عباسی و همکاران (۲۰۱۱) می‌باشد.

**سفتی:** نتایج این پژوهش نشان داد میوه‌های تیمار شده با صمغ در طی نگهداری سفتی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد داشتند اما به مرور زمان میزان سفتی طی انبارمانی کاهش معنی‌داری یافت؛ به طوری‌که در نمونه‌های تیمار شده با ۱۰ درصد صمغ عربی بیشترین میزان سفتی در هر دوره و میوه‌های شاهد به وضوح کمترین سفتی را نشان دادند. میزان سفتی تیمار صمغ عربی ۱۰ درصد از ۱۸/۵۱ نیوتن در روز صفر انبارداری به میزان ۱۶/۹۶ نیوتن در روز ۴۵ انبارداری رسیده



شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام کوهی بر میزان سفتی انگور رقم حسینی در دوره انبارمانی (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی داری می‌باشد).



شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام کوهی بر میزان کسر رسیدگی انگور رقم حسینی در دوره انبارمانی (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی داری می‌باشد).

آنجایی که انگور میوه‌ای نافرزاگر می‌باشد لذا افزایش شیرینی میوه‌های رسیده بیشتر مربوط به تجزیه اسیدهای آلی و در نهایت افزایش نسبت قند به اسید است (Bregoly and Scaramagli, 2002). مقدار این اسیدهای آلی در بافت میوه‌ها و سبزی‌ها به طور معمول بیش از اندازه مورد نیاز در چرخه کربس و سایر چرخه‌های متابولیکی بوده و زیادی آن در واکوئل به شکل آزاد یا به شکل نمک پتاسیم ذخیره می‌شود و کاهش اسیدیتته در هنگام رسیدن به علت شرکت اسید در تنفس یا تبدیل آن به قند است (Takahashi and Kakehi, 2010). به نظر می‌رسد با گذشت زمان که از رطوبت اطراف

گوجه‌فرنگی‌های بدون پوشش مشاهده کرد.

**کسر رسیدگی (TSS/TA):** مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد با افزایش زمان انبارداری نسبت قند به اسید میوه افزایش پیدا می‌کند. بیشترین نسبت قند به اسید میوه در تیمار شاهد ۴۵ روز بعد از انبارداری مشاهده شد (شکل ۳). کمترین کسر رسیدگی در تیمار ۵ درصد صمغ عربی و بیشترین آن در هر دوره اندازه‌گیری، در تیمار شاهد قابل مشاهده بود. وجود اسیدهای آلی همراه قند اثر مهمی بر کسر رسیدگی میوه دارد و نسبت بین قند و اسیدهای آلی عامل تعیین کننده‌ای در طعم میوه یا به عبارتی میزان پیشرفت رسیدگی میوه می‌باشد. از

کلروفیل و تبدیل شدن آن به فتوفیتین و فتوفورید منجر به تغییر رنگ میوه‌ها و سبزی‌ها از رنگ سبز به سبز روشن و در نهایت زرد، بنفش یا قهوه‌ای می‌شود (Koca et al., 2007) که با برخی از فعالیت‌های بیوشیمیایی میوه در زمان رسیدن نظیر میزان تنفس، تولید اتیلن و تجزیه پروتئین‌ها در ارتباط است (Martinez et al., 2001). عوامل محیطی مانند نور، دما، رطوبت، اکسیژن و اتیلن و عوامل درونی گیاه مانند فعالیت کلروفیلاز و منیزیم دکلاکتاز (Magnesium dechelatase) می‌تواند دلیل از دست رفتن رنگی‌های کلروفیل در طول انبارداری میوه و سبزیجات باشند (Agüero et al., 2008). با از دست رفتن کلروفیل رنگی‌های دیگری مثل کاروتنوئیدها ظاهر می‌شود. همچنین کاروتنوئیدها در طی مدت زمان انبارداری از پایداری بیشتری برخوردار هستند. علی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند پوشش خوراکی صمغ عربی روی میوه گوجه‌فرنگی با تغییر فضای اتمسفر داخلی میوه سبب کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن فرآیند رسیدن را به تأخیر انداخته و بدین سبب مقدار کل رنگی‌ها بیشتر حفظ می‌شود. همچنین، چیتراواتی و همکاران (۲۰۱۴) مشاهده کردند پوشش‌دار کردن میوه‌ها سبب حفظ و پایداری بیشتر رنگدانه‌ها می‌شود.

**اسکوربیک اسید (ویتامین C):** نتایج نشان داد میوه‌های تحت پوشش صمغ، میزان اسکوربیک را در مقایسه با شاهد بهتر حفظ نمودند. در پایان دوره انبارداری، بیشترین مقدار اسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با ۳/۵ درصد صمغ بادام کوهی و ۱۵ درصد صمغ عربی مشاهده شد (شکل ۴). در تایید پژوهش حاضر، اثرات مثبت استفاده از پوشش صمغ عربی و کوهی بر میزان اسکوربیک اسید در گوجه‌فرنگی گزارش گردیده است (Mahfoudhi et al., 2014). مقدار اسکوربیک به تدریج در میوه‌های تیمار شده و بدون پوشش در طول دوره انبارداری کاهش یافت اما بیشترین تلفات اسکوربیک در انتهای آزمایش مربوط به میوه‌های شاهد بود. اسکوربیک یکی از پارامترهای مهم جدول ۱- اثر غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام کوهی بر میزان کلروفیل a, b و کاروتنوئید انگور رقم حسینی طی دوره انبارداری

خوشه‌ها کاسته می‌شود بر میزان شیرینی میوه‌ها افزوده شده و با توجه به اینکه پوشش خوراکی می‌تواند میزان تنفس را کاهش دهد، بنابراین ممکن است در استفاده از اسیدهای آلی نیز تاخیر ایجاد کند (Yaman and Bayoindirli, 2002). اما در هر حال مقدار کم TSS/TA در میوه‌های پوشش داده شده نشان از تاخیر در رسیدن بیش از حد میوه‌ها و حفظ بهتر کیفیت نسبت به نمونه‌های شاهد دارد.

**رنگی‌های فتوستنتزی:** نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های مربوط به شاخص کلروفیل a و b نشان داد میوه‌های تیمار شده در طی نگهداری کلروفیل بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد داشتند اما به مرور زمان میزان هر دو نوع کلروفیل طی انبارداری کاهش معنی‌داری یافت به طوری که در آخرین روز انبارداری (۴۵ روز) بالاترین میزان کلروفیل a مربوطه به تیمار صمغ عربی ۱۰ درصد و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد بود. میزان کلروفیل b نیز در آخرین روز انبارداری (۴۵ روز) در تیمار صمغ بادام کوهی ۳/۵ درصد بالاترین میزان و در تیمار شاهد کمترین میزان را به خود اختصاص داد. در پایان دوره انبارداری، میوه‌های شاهد به وضوح کمترین میزان کلروفیل a و b را نشان دادند. میزان کاروتنوئید در حبه‌ها نیز روند مشابهی نظیر کلروفیل داشت و با گذر زمان میزان آن کاهش یافت. در پایان انبارداری نمونه‌های تیمار شده با صمغ عربی ۱۰ درصد دارای بیشترین میزان کاروتنوئید و میوه‌های شاهد به وضوح کمترین میزان کاروتنوئید را نشان دادند (جدول ۱). کاهش میزان کلروفیل به دلیل ممانعت از سنتز یا تخریب پیش‌سازهای این رنگی‌ها با دخالت آنزیم‌های درگیر اتفاق می‌افتد (Koca et al., 2007). در حالت عادی در داخل کلروپلاست آنزیم کلروفیلاز با غشای درونی پیوند داشته و با سوبسترای اصلی خود که با تیلاکوئیدها پیوند شده، دسترسی ندارد ولی در طی فرآیند بلوغ و پیری میوه یا برگ انسجام کلروپلاست از بین رفته و این دو ترکیب در تماس مستقیم با هم قرار گرفته که در نهایت منجر به تجزیه کلروفیل می‌شود (Wang et al., 2005). تجزیه

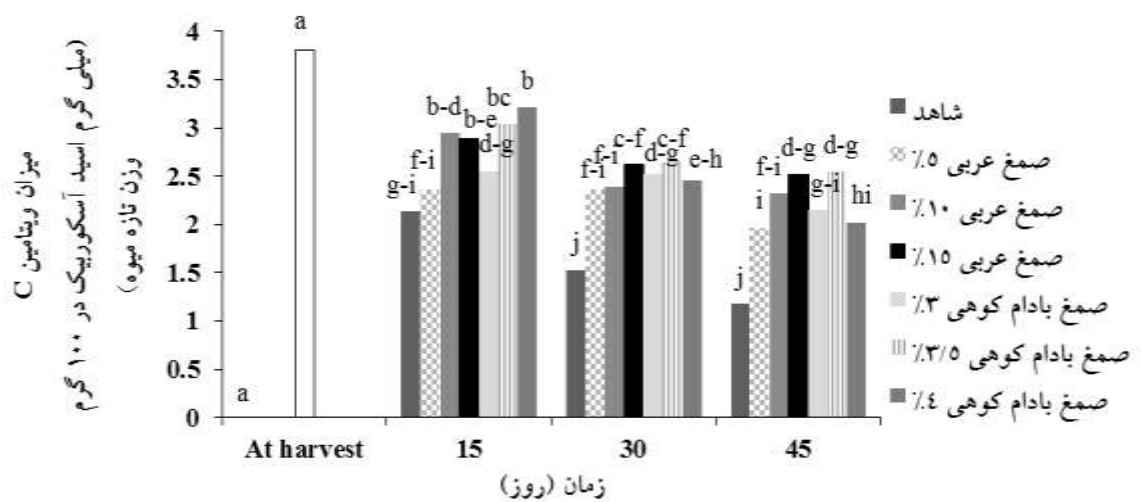
رنگیزه (میلی گرم بر گرم وزن تر)	تیما	زمان (روز)		
		صفر	۱۵	۳۰
کلروفیل a	شاهد	۰/۱۰۶۸ <sup>a</sup>	۰/۰۶۵۹ <sup>hi</sup>	۰/۰۵۹۸ <sup>ij</sup>
	صمغ عربی ۰/۵	-	۰/۰۸۵۷ <sup>de</sup>	۰/۰۸۸۹ <sup>cd</sup>
	صمغ عربی ۰/۱۰	-	۰/۱۰۷۱ <sup>ab</sup>	۰/۱۰۲۵ <sup>ab</sup>
	صمغ عربی ۰/۱۵	-	۰/۰۹۵۱ <sup>bc</sup>	۰/۰۷۰۲ <sup>gh</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۳	-	۰/۱۰۵۸ <sup>ab</sup>	۰/۰۹۶۸ <sup>bc</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۳/۵	-	۰/۰۸۹۸ <sup>cd</sup>	۰/۰۸۵۴ <sup>de</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۴	-	۰/۰۸۲۷ <sup>def</sup>	۰/۰۷۱۲ <sup>gh</sup>
کلروفیل b	شاهد	۰/۰۸۰۳ <sup>a</sup>	۰/۰۵۶۱ <sup>def</sup>	۰/۰۴۴۹ <sup>fg</sup>
	صمغ عربی ۰/۵	-	۰/۰۶۶۳ <sup>bcd</sup>	۰/۰۵۰۳ <sup>ef</sup>
	صمغ عربی ۰/۱۰	-	۰/۰۶۰۷ <sup>cde</sup>	۰/۰۴۵۹ <sup>gf</sup>
	صمغ عربی ۰/۱۵	-	۰/۰۸۷۵ <sup>ab</sup>	۰/۰۵۵۸ <sup>def</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۳	-	۰/۰۷۴۱ <sup>abc</sup>	۰/۰۴۵۰ <sup>fg</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۳/۵	-	۰/۰۷۳۱ <sup>abc</sup>	۰/۰۵۸۰ <sup>def</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۴	-	۰/۰۷۵۱ <sup>abc</sup>	۰/۰۶۲۶ <sup>cde</sup>
کاروتنوئید	شاهد	۰/۰۳۱۳ <sup>a</sup>	۰/۰۲۵۷ <sup>ij</sup>	۰/۰۲۳۴ <sup>k</sup>
	صمغ عربی ۰/۵	-	۰/۰۲۹۷ <sup>cd</sup>	۰/۰۲۸۰ <sup>h</sup>
	صمغ عربی ۰/۱۰	-	۰/۰۳۰۲ <sup>c</sup>	۰/۰۳۰۷ <sup>b</sup>
	صمغ عربی ۰/۱۵	-	۰/۰۲۸۲ <sup>gh</sup>	۰/۰۲۷۱ <sup>i</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۳	-	۰/۰۲۸۹ <sup>ef</sup>	۰/۰۲۸۰ <sup>h</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۳/۵	-	۰/۰۳۰۲ <sup>c</sup>	۰/۰۲۹۴ <sup>de</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۴	-	۰/۰۲۷۲ <sup>i</sup>	۰/۰۲۷۱ <sup>i</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۳	-	۰/۰۲۸۹ <sup>ef</sup>	۰/۰۲۸۰ <sup>h</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۳/۵	-	۰/۰۳۰۲ <sup>c</sup>	۰/۰۲۹۴ <sup>de</sup>
	صمغ بادام کوهی ۰/۴	-	۰/۰۲۷۲ <sup>i</sup>	۰/۰۲۷۱ <sup>i</sup>

حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی دار می باشد

بسیار حساس به اکسیژن بوده و در معرض آن به راحتی اکسید می شود (Blokhina *et al.*, 2003). صمغ ها با ایجاد یک اتمسفر اصلاح شده، مبادله گاز O<sub>2</sub> را محدود کرده و میزان ورود اکسیژن به داخل میوه را کاهش می دهند، لذا مانع اکسیداسیون اسید اسکوربیک می شوند (Hedayati and Niakousari, 2013).

در کیفیت مواد غذایی محسوب می شود و در مقایسه با سایر مواد مغذی در طی عملیات فرآوری و دوره انبارداری بسیار حساس به اکسیداسیون می باشد (Veltman *et al.*, 2000). اسید اسکوربیک یکی از آنتی اکسیدان های قوی در کاهش اثرات مضر ناشی از گونه های واکنشگر اکسیژن بوده و در عین حال





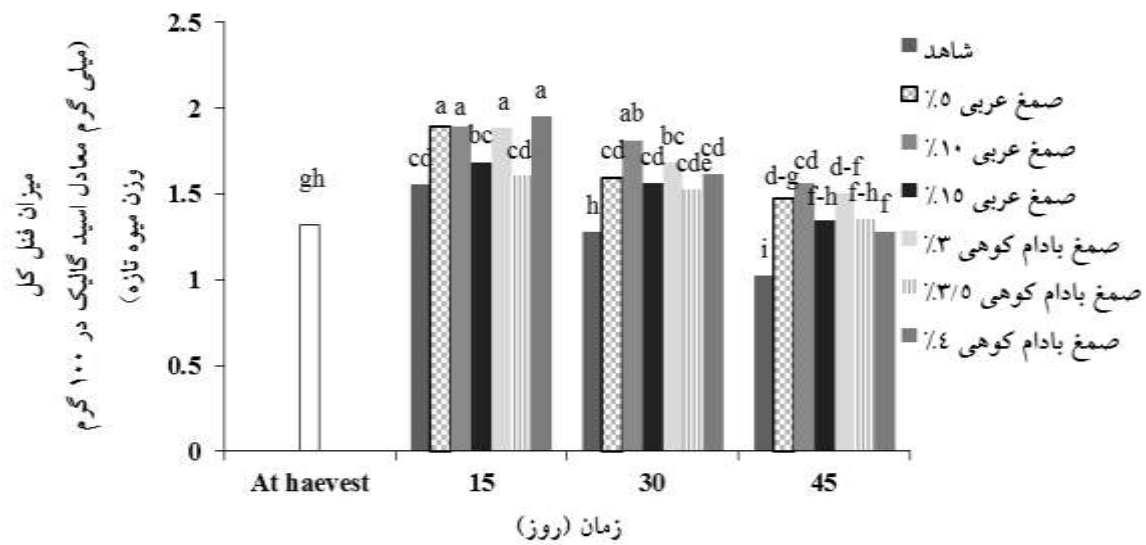
شکل ۴- اثر غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام کوهی بر میزان اسکوربیک اسید (ویتامین C) انگور رقم حسینی در دوره انبارمانی (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری می‌باشد).

بالاتری از ترکیبات فنلی نسبت به شاهد کیفیت مطلوب‌تری داشته باشند (Hayaloglu and Demir, 2016). این مواد نقش آنتی‌اکسیدانی داشته و موجب حذف رادیکال‌های آزاد می‌شوند (Ding et al., 1997). پوشش خوراکی ممکن است با به تاخیر انداختن فرآیند پیری یا رسیدن، سبب کاهش تلفات میزان فنل شود و یا با تقویت سیستم دفاعی میوه و حفظ کیفیت میوه در طول نگهداری پس از برداشت اثر خود را اعمال نماید (Khaliq et al., 2016). میزان فنل کمتر و یا کاهش پس از دوره دوم انبارداری در شاهد نسبت به میوه‌های پوشش داده شده ممکن است به دلیل سرعت بالاتر تنفس باشد که منجر به از دست دادن میزان فنل کل به علت تخریب ترکیبات فنلی خاص باشد (Day, 2001). همچنین ممکن است به علت پیری و تجزیه ساختار سلول در طول دوره انبارداری باشد (Ali et al., 2010). چنین به نظر می‌رسد که ترکیبات فنلی موجود در پوشش صمغ باعث افزایش محتوای ترکیبات فنلی در انگور شده باشد.

**فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت جبه:** نتایج نشان داد طی دوره‌های انبارداری بین تیمارهای مختلف بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت در دوره دوم بود و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت در زمان

همچنین میزان اسید آسکوربیک بالاتر در میوه‌های پوشش‌دار می‌تواند به تقویت سیستم دفاعی و حفظ کیفیت میوه در دوره انباری مربوط باشد (Khaliq et al., 2016).

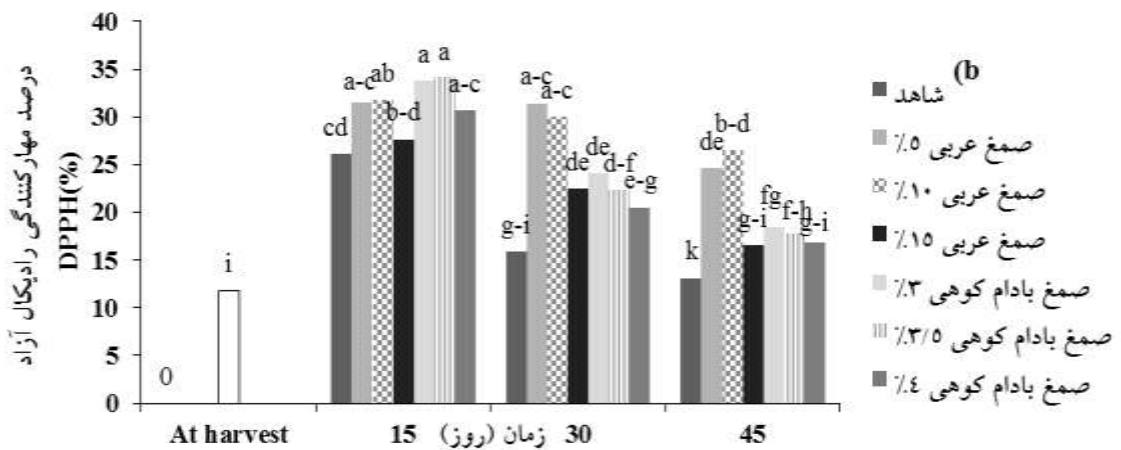
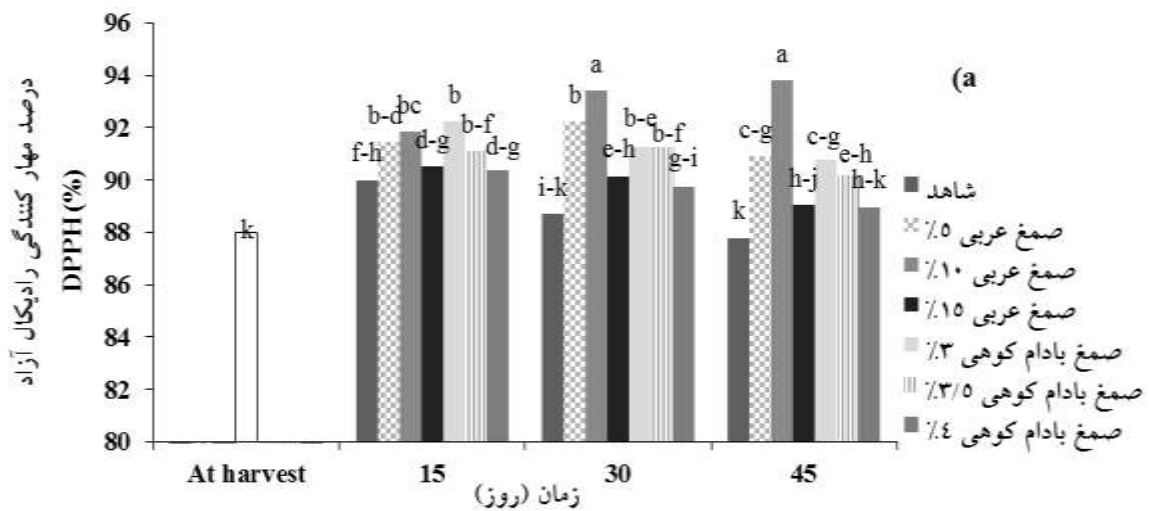
**میزان فنل کل:** نتایج نشان داد میوه‌های تیمار شده با صمغ عربی ۱۰ درصد و صمغ بادام کوهی ۳/۵ درصد بالاترین میزان فنل و شاهد کمترین میزان فنل را در انتهای دوره انبارداری داشتند (شکل ۵). میزان فنل در دوره اول کمترین میزان در بین دوره‌های اندازه‌گیری بود و به مرور زمان افزایش یافت و در دوره دوم (۱۵ روز) به بیشترین میزان خود رسید و پس از آن دوباره میزان فنل کل تا پایان دوره انبارداری کاهش پیدا کرد. کمترین میزان فنل در شاهد در دوره چهارم (۴۵ روز) بود و بیشترین میزان فنل در سطوح ۴ و ۳ درصد صمغ بادام کوهی و ۵ و ۱۰ درصد صمغ عربی در دوره دوم بود. نتایج مشابهی در حفظ میزان فنل میوه‌های موز رقم "گرنند ناین" گزارش گردیده است (Alali et al., 2018). فنل‌ها جزء متابولیت‌های ثانویه گیاهی می‌باشند که توسط همه گیاهان سنتز می‌شوند و مسئول عطر، طعم و رنگ میوه‌ها می‌باشند (Jeong et al., 2008). ترکیبات فنلی با رنگ، کیفیت حسی، خواص تغذیه‌ای میوه، بلوغ میوه و جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی در ارتباط هستند، بنابراین انتظار می‌رود میوه‌های پوشش‌دار با مقادیر



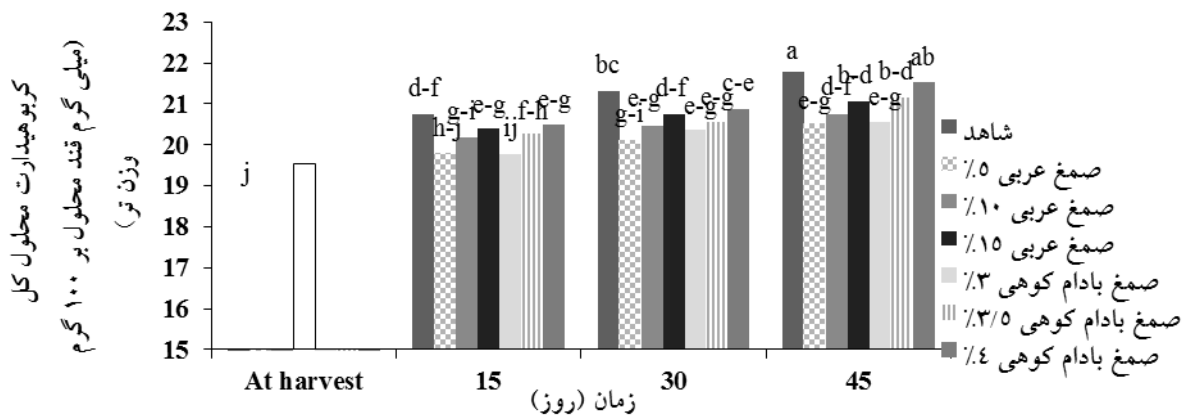
شکل ۵- اثر غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام کوهی بر میزان فنل کل انگور رقم حسینی در دوره انبارمانی (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری می‌باشد).

علاوه بر این، برخی از عوامل دیگر از قبیل مقدار  $\beta$ -کاروتن، ویتامین C و ویتامین E نیز بر فعالیت آنتی‌اکسیدان تاثیر بگذارد (Dumas et al., 2003). تولید گونه‌های فعال اکسیژن و پراکسید هیدروژن نیز در میوه‌های برداشت شده در طی انبارداری مهم است (Zhu et al., 2008). برای جلوگیری از ایجاد خسارت توسط رادیکال‌های آزاد، سلول‌ها از استراتژی‌های جالبی بهره می‌گیرند که عبارت از توسعه سیستم فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (Spinardi, 2004). این نتایج نشان می‌دهد که پوشش خوراکی، هر دو سیستم آنزیمی و آنتی‌اکسیدانی انگور را افزایش می‌دهد که احتمالاً به طور موثری، مقدار رادیکال‌های آزاد متابولیکی را کنترل نموده در نتیجه سبب حفظ یکپارچگی غشای سلولی و بهبود مقاومت آن‌ها می‌شود (Meng et al., 2008). با توجه به اینکه پوشش صمغ در حفظ ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های پوشش داده شده در مقایسه با شاهد موثر بوده است، ممکن است پوشش صمغ با کاهش آسیب میوه از طریق تحریک قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد این عمل را انجام داده باشد. همچنین، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ نسبت به شاهد می‌تواند به دلیل افزایش میزان ترکیبات فنلی در میوه‌های تیمار شده باشد. علاوه بر این،

برداشت بود به طوری که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت به مرور زمان افزایش پیدا کرد و در دوره دوم به بیشترین میزان خود رسید و پس از آن، تنها در تیمار با ۱۰ درصد صمغ عربی افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد اما در سایر تیمارهای مختلف تا پایان دوره انبارداری کاهش پیدا کرد. صمغ بادام کوهی ۳ درصد بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت را در دوره دوم بین تیمارها داشت در حالی که مقدار ۵ و ۱۰ درصد صمغ عربی در دوره سوم و چهارم بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت حبه را داشتند. در هر دوره اندازه‌گیری، شاهد کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت را داشت (شکل ۶ a و b). فعالیت آنتی‌اکسیدانی به چندین عامل شامل ژنتیک، شرایط محیطی، تکنیک‌های تولید مورد استفاده، تاریخ برداشت و شرایط انبارداری پس از برداشت بستگی دارد (Dumas et al., 2003). به طور کلی، بین میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدان ها، همبستگی مثبت وجود دارد (Reyes and Cisneros, 2003). فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل وابسته به فرآیند رسیدن میوه می‌باشد. در هنگام رسیدن، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل افزایش می‌یابد و این افزایش عمدتاً به دلیل تغییرات در فعالیت آنتی‌اکسیدانی لیپوفیل است (Cano et al., 2003).



شکل ۶- اثر غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام کوهی بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست (a) و گوشت (b) حبه انگور رقم حسینی در دوره انبارمانی (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری می‌باشد).



شکل ۷- اثر غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام کوهی بر میزان کربوهیدرات محلول کل میوه انگور رقم حسینی در دوره انبارمانی (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری می‌باشد).

دست دادن رطوبت قرار می‌گیرد مجبور به پاسخ در برابر تنش می‌شود و اولین مرحله پاسخ انحلال کربوهیدرات‌های دیواره سلولی و افزایش مواد جامد محلول می‌باشد و به دلیل اینکه انگوره‌های پوشش‌دار شده نسبت به شاهد کمتر تحت تنش بوده‌اند، لذا افزایش کربوهیدرات در آن‌ها نیز کمتر بوده است.

### نتیجه‌گیری کلی

با بررسی انگوره‌های پوشش‌داده شده با صمغ عربی و بادام‌کوهی طی انبارداری می‌توان دریافت که استفاده از این پوشش‌ها روی انگور از میزان کاهش وزن در طی زمان انبارداری کاسته و نرم شدن بافت را در مقایسه با نمونه‌های شاهد به تاخیر می‌اندازند. انگوره‌های پوشش‌داده شده در مقایسه با میوه‌های فاقد پوشش از کاهش مقدار اسیدآسکوربیک و افزایش کسر رسیدگی طی انبارداری جلوگیری کردند. همچنین پوشش خوراکی صمغ عربی و بادام‌کوهی غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی، فنل، کربوهیدرات و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انگور را در سطح مطلوب‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد حفظ نمودند. در بین غلظت‌های مختلف صمغ عربی و بادام‌کوهی نیز غلظت ۵ درصد صمغ عربی و غلظت ۳/۵ درصد بادام‌کوهی در بیشتر پارامترها با سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌دار داشته و خصوصیات کیفی و حسی میوه انگور را در مقایسه با سایر تیمارها بهتر حفظ کرده و ماندگاری محصول را افزایش دادند. به نظر می‌رسد غلظت‌های اشاره شده صمغ عربی و بادام‌کوهی به عنوان غلظت بهینه شناخته شده و پتانسیل عمر انباری با استفاده از این تیمارها قابل افزایش است. همچنین غلظت ۱۵ درصد صمغ عربی و ۴ درصد صمغ بادام‌کوهی در بیشتر شاخص‌های کیفی اندازه‌گیری شده خوب عمل نکرده و تفاوت آماری معنی‌داری با شاهد نداشت.

نتایج طاهیر و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که محلول‌های پوشش غنی از ترکیبات فنولی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه بوده که می‌تواند در فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه نقش داشته باشد. همچنین فلزیانی و همکاران (۲۰۱۳) بیان نمودند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل‌ها توسط پوشش خوراکی کیتوزان در انگور افزایش یافته و باعث مهار  $H_2O_2$  می‌شوند.

**کربوهیدرات محلول کل:** نتایج نشان داد در طی دوره انبارداری میزان کربوهیدرات محلول کل روند افزایشی داشت بطوری‌که میزان آن در میوه‌های شاهد بیشتر از میوه‌های پوشش‌دار بود. کمترین میزان کربوهیدرات محلول در زمان برداشت بود و در دوره چهارم اندازه‌گیری (۴۵ روز) به بیشترین میزان خود رسید. در هر حال در آخرین روز انبارداری کمترین میزان کربوهیدرات محلول کل مربوط به تیمارهای ۵ درصد صمغ عربی و ۳ درصد صمغ بادام‌کوهی و بیشترین میزان کربوهیدرات محلول کل مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۷). مطالعات نشان می‌دهد استفاده از پوشش‌های خوراکی حاوی صمغ منجر به حفظ میزان کربوهیدرات در مقایسه با میوه‌های شاهد می‌شود (Maqbool et al., 2011). وظایف کربوهیدرات ذخیره انرژی و تشکیل اجزاء ساختاری سلول می‌باشد. کربوهیدرات‌های ساده، که محصولات اولیه فتوسنتز هستند، جزء مهمی از ویژگی‌های کیفی محصول را تشکیل می‌دهند. در شرایط تنش کربوهیدرات‌های محلول افزایش می‌یابند. محققان دلایل این افزایش را تبدیل مولکول‌های بزرگ مانند نشاسته و ساکارز به مولکول‌های کوچکتر مانند گلوکز و فروکتوز، کاهش مصرف قند و کاهش رشد و توسعه سلول‌ها که سبب کاهش تبدیل شدن کربوهیدرات‌های محلول به پلی‌ساکاریدهای ساختمانی می‌شود، بیان می‌کنند (جلیلی مرنندی و همکاران، ۱۳۹۱). به دلیل اینکه در طی دوره انبارداری میوه تحت تنش‌هایی مانند از

### منابع:

جلیل مرنندی، ر. (۱۳۸۳) فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی و گیاهان زینتی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۲۹۶ صفحه.

- جلیلی مرندی، ر.، حسنی، ع.، دولتی بانه، ح.، حاجی تقی لو، ر. و یوسف‌زاده، ح. (۱۳۹۱) تاثیر سطح شوری بر ویژگی‌های خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژیکی دو رقم انگور. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۱: ۷۷-۶۸.
- شاکر اردکانی، ا.، هاشمی، م. و میرزاعلیان دستجردی، ع. (۱۳۹۸) اثر پوشش خوراکی صمغ عربی حاوی اسانس آویشن شیرازی بر حفظ خصوصیات کیفی پسته تازه رقم احمدآقایی. علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۶: ۱۱۳-۱۲۶.
- عبادزاده، ح.، احمدی، ک.، محمدنیا افزری، ش.، عباس طاقانی، ر.، عباسی، م. و یاری، ش. (۱۳۹۶) آمارنامه کشاورزی. وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- Abbasi, K. S., Anjum, N., Sammi, S., Masud, T. and Ali, S. (2011) Effect of coatings and packaging material on the keeping quality of mangoes (*Mangifera indica* L.) stored at low temperature. *Pakistan Journal of Nutrition* 10: 129-138.
- Addai, Z. R., Abdullah, A., Mutalib, S. A. and Musa, K. H. (2013) Effect of gum arabic on quality and antioxidant properties of papaya fruit during cold storage. *International Journal of ChemTech Research* 5: 2854-2862.
- Agüero, M. V., Barg, M. V., Yommi, A., Camelo, A. and Roura, S. I. (2008) Postharvest changes in water status and chlorophyll content of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and their relationship with overall visual quality. *Journal of food science* 73: S47-S55.
- Alali, A. A., Awad, M. A., Al-Qurashi, A. D. and Mohamed, S. A. (2018). Postharvest gum Arabic and salicylic acid dipping affect quality and biochemical changes of 'GrandNain' bananas during shelf life. *Scientia Horticulturae* 237, 51-58.
- Ali A., Maqbool M., Ramachandran S. and Alderson, P. (2010) Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 58:42-47.
- Ali, A., Maqbool, M., Alderson, P. G. and Zahid, N. (2013) Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology* 76, 119-124.
- Al-Juhaimi, F., Ghafoor, K. and Babiker, E. E. (2012) Effect of gum arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit during storage. *Pakistan Journal of Botany* 44, 1439-1444.
- Al-Qurashi, A. D. and Awad, M. A. (2015) Postharvest chitosan treatment affects quality, antioxidant capacity, antioxidant compounds and enzymes activities of 'El-Bayadi' table grapes after storage. *Scientia Horticulturae* 197, 392-398.
- Amal, S. H. A., El-Mogy, M. M., Aboul-Anean, H. E. and Alsanius, B. W. (2010) Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants* 2: 88-97.
- Ao, C., Li, A., Elzaawely, A. A., Xuan, T. D. and Tawata, S. (2008) Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of *Ficus microcarpa* L. fil. extract. *Food control* 19: 940-948.
- Aron, A. N. (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal* 23: 112-121.
- Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H. M., Tan, C. P. and Adzahan, N. M. (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.
- Baldwin, E. A. (1994) Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present, and future. *Edible coatings and films to improve food quality* 1: 25-29.
- Baldwin, E. A., Burns, J. K., Kazokas, W., Brecht, J. K., Hagenmaier, R. D., Bender, R. J. and Pesis, E. (1999). Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. *Postharvest Biology and Technology* 17: 215-226.
- Baldwin, E. A., Hagenmaier, R. and Bai, J. (Eds.). (2011) *Edible coatings and films to improve food quality*. CRC Press.
- Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagerstedt, K. V. (2003) Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of botany* 91: 179-194.
- Bor, J. Y., Chen, H. Y. and Yen, G. C. (2006) Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 1680-1686.
- Bregoli, A. M., Scaramagli, S., Costa, G., Sabatini, E., Ziosi, V., Biondi, S. and Torrigiani, P. (2002) Peach (*Prunus persica*) fruit ripening: aminoethoxyvinylglycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. *Physiologia Plantarum* 114: 472-481.

- Cano, A., Acosta, M. and Arnao, M. B. (2003) Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharvest Biology and Technology* 28: 59-65.
- Chitravathi, K., Chauhan, O. P. and Raju, P. S. (2014) Postharvest shelf-life extension of green chillies (*Capsicum annuum* L.) using shellac-based edible surface coatings. *Postharvest biology and technology* 92: 146-148.
- Christensen, L. P., Bianchi, M. L., Lynn, C. D., Kasimatis, A. N. and Miller, M. W. (1995) The effects of harvest date on Thompson seedless grapes and raisins. I. Fruit composition, characteristics, and yield. *American journal of enology and viticulture* 46: 10-16.
- Cole, M. (2004) Ensuring optimal grape quality through management strategies for Botrytis Cinerea. MS, Monush University.
- Day, B. P. F. (2000) Modified atmosphere packaging of fresh fruit and vegetables—an overview. In IV International Conference on Postharvest Science, 553 (pp. 585-590).
- Dhall, R. K. (2013) Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical reviews in food science and nutrition* 53: 435-450.
- Ding, C. K., Chachin, K., Hamazu, Y., Ueda, Y. and Imahori, Y. (1998) Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology* 14: 309-315.
- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G. and Grolier, P. (2003) Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83: 369-382.
- Feliziani, E., Smilanick, J. L., Margosan, D. A., Mansour, M. F., Romanazzi, G., Gu, S. and Ames, Z. R. (2013) Preharvest fungicide, potassium sorbate, or chitosan use on quality and storage decay of table grapes. *Plant disease* 97: 307-314.
- Hayaloglu, A. A. and Demir, N. (2016) Phenolic compounds, volatiles, and sensory characteristics of twelve sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Turkey. *Journal of Food Science* 81: C7-C18.
- Hedayati, S. and Niakousari, M. (2013) Effect of silver nanoparticles and gum arabic coatings on physicochemical and microbial properties of green bell pepper (*Capsicum annuum*). *Scientia Horticulturae* 7: 63-73.
- Idris, O. H. M., Williams, P. A. and Phillips, G. O. (1998) Characterisation of gum from Acacia senegal trees of different age and location using multidetection gel permeation chromatography. *Food Hydrocolloids* 12: 379-388.
- Irigoyen, J. J., Einerich, D. W. and Sánchez-Díaz, M. (1992) Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia plantarum* 84: 55-60.
- Jeong, H. L., Jin, W. J., Kwang, D. M. and Kee, J. P. (2008) Effects of anti-browning agents on polyphenoloxidase activity and total phenolics as related to browning of fresh-cut 'Fuji' apple. *ASEAN Food Journal* 15: 79-87.
- Kerch, G. (2015) Chitosan films and coatings prevent losses of fresh fruit nutritional quality: A review. *Trends in Food Science & Technology* 46: 159-166.
- Khaliq, G., Mohamed, M. T. M., Ghazali, H. M., Ding, P. and Ali, A. (2016) Influence of gum arabic coating enriched with calcium chloride on physiological, biochemical and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit stored under low temperature stress. *Postharvest Biology and Technology* 111: 362-369.
- Khorram, F., Ramezani, A. and Hosseini, S. M. H. (2017) Shellac, gelatin and Persian gum as alternative coating for orange fruit. *Scientia Horticulturae* 225: 22-28.
- Koca, N., Karadeniz, F. and Burdurlu, H. S. (2007) Effect of pH on chlorophyll degradation and colour loss in blanched green peas. *Food Chemistry* 100: 609-615.
- Labuza, T. P. (1984) Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherms. Measurement and Use. Am. Assoc. Cereal Chemists, Minnesota, 16.
- Lin, D. and Zhao, Y. (2007) Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruit and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6, 60-75.
- Mahfoudhi, N. and Hamdi, S. (2015) Use of Almond Gum and Gum Arabic as Novel Edible Coating to Delay Postharvest Ripening and to Maintain Sweet Cherry (*Prunus avium*) Quality during Storage. *Journal of food processing and preservation* 39: 1499-1508.
- Mahfoudhi, N., Chouaibi, M. and Hamdi, S. (2014) Effectiveness of almond gum trees exudate as a novel edible coating for improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits. *Food Science and Technology International* 20: 33-43.
- Mahfoudhi, N., Chouaibi, M., Donsi, F., Ferrari, G. and Hamdi, S. (2012) Chemical composition and functional properties of gum exudates from the trunk of the almond tree (*Prunus dulcis*). *Food Science and Technology International* 18: 241-250.
- Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P. G., Mohamed, M. T. M., Siddiqui, Y. and Zahid, N. (2011) Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 62:71-76.
- Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P. G., Zahid, N. and Siddiqui, Y. (2011) Effect of a novel edible composite coating based on gum arabic and chitosan on biochemical and physiological responses of Banana Fruits during Cold Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 5474-5482.

- Martínez, G. A., Civello, P. M., Chaves, A. R. and Añón, M. C. (2001) Characterization of peroxidase-mediated chlorophyll bleaching in strawberry fruit. *Phytochemistry* 58 : 379-387.
- Meng, X., Li, B., Liu, J. and Tian, S. (2008) Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry* 106: 500-508.
- Moreira, M. D. R., Roura, S. I. and Ponce, A. (2011) Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. *LWT-Food Science and Technology* 44, 2335–2341.
- Park, H.J., Chinnan, M.S. and Shewfelt, R.L. (1994) Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. *Journal of Food Science* 59: 568-570.
- Rana, V., Rai, P., Tiwary, A. K., Singh, R. S., Kennedy, J. F. and Knill, C. J. (2011) Modified gums: Approaches and applications in drug delivery. *Carbohydrate Polymers* 83: 1031-1047.
- Reyes, L. F. and Cisneros-Zevallos, L. (2003) Wounding stress increases the phenolic content and antioxidant capacity of purple-flesh potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 5296-5300.
- Río Segade, S., Vilanova, M., Pollon, M., Giacosa, S., Torchio, F. and Rolle, L. (2018) Grape VOCs Response to Postharvest Short-Term Ozone Treatments. *Front. Plant Science*, 9:1826. doi: 10.3389/fpls.2018.01826
- Rogiers, S., Keller, M., Holzapfel, B. P. and Virgona, J. M. (2000) Accumulation of potassium and calcium by ripening berries on field vines of *Vitis vinifera* (L) cv. Shiraz. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 240-243.
- Saberi, B., Golding, J.B., Marques, J.R., Pristijono, P., Chockchaisawasdee, S., Scarlett, C.J. and Stathopoulos, C.E. (2018) Application of biocomposite edible coatings based on pea starch and guar gum on quality, storability and shelf life of 'Valencia' oranges. *Postharvest Biology and Technology* 137: 9-20.
- Seymour, G. B., Taylor, J. E. and Tucker, G. A. (1993) *Biochemistry of fruit ripening* Chapman & Hall. London, England. pp, 327-341.
- Spinardi, A. M. (2004) Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. In V International Postharvest Symposium 682 (pp. 135-140).
- Tahir, H. E., Xiaobo, Z., Jiyong, S., Mahunu, G. K., Zhai, X. and Mariod, A. A. (2018) Quality and postharvest-shelf life of cold-stored strawberry fruit as affected by gum arabic (*Acacia senegal*) edible coating. *Journal of Food Biochemistry*, e12527.
- Takahashi, T. and Kakehi, J. I. (2009) Polyamines: ubiquitous polycations with unique roles in growth and stress responses. *Annals of Botany* 105(1), 1-6.
- Tesfay, S. Z. and Magwaza, L. S. (2017) Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life* 11: 40–48.
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. and González-Martínez, C. (2006) Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest biology and technology* 41: 164-171.
- Vásconez, M. B., Flores, S. K., Campos, C. A., Alvarado, J. and Gerschenson, L. N. (2009) Antimicrobial activity and physical properties of chitosan–tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International* 42: 762-769.
- Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L. and Oomah, B. D. (1998) Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of agricultural and food chemistry* 46: 4113-4117.
- Veltman, R. H., Kho, R. M., Van Schaik, A. C. R., Sanders, M. G. and Oosterhaven, J. (2000) Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. *Postharvest Biology and Technology* 19: 129-137.
- Wang, H. C., Huang, X. M., Hu, G. B., Yang, Z. Y. and Huang, H. B. (2005) A comparative study of chlorophyll loss and its related mechanism during fruit maturation in the pericarp of fast-and slow-degreening litchi pericarp. *Scientia horticulturae* 106: 247-257.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., Joyce, D. and Rushing, J. W. (1999) Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. *Journal of vegetable crop production* 4(2), 83-84.
- Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Jiang, Y., Yun, J. and Li, W. (2010) Effects of chitosan-based coating and modified atmosphere packaging (MAP) on browning and shelf life of fresh-cut lotus root (*Nelumbo nucifera* Gaerth). *Innovative food science & emerging technologies* 11: 684-689.
- Yaman, O. and Bayoundurl, L. (2002) Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT-Food science and Technology* 35: 146-150.
- Yuvaraj, D., Suvasini, B. and Fouziya, R. (2016) Resins as a Preservative for Fruits and Vegetables. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 5: 120-130.
- Zhu, S., Sun, L., Liu, M. and Zhou, J. (2008) Effect of nitric oxide on reactive oxygen species and antioxidant enzymes in kiwifruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 2324-2331.

## Application of some edible coatings on biochemical properties and shelf life of grape (*Vitis vinifera* L.)

Peyman Abbasi, Hanifeh Seyed Hajizadeh\* and Seyed Morteza Zahedi

Department of Horticultural Sciences and engineering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh,  
P. O. Box 55136-553, Maragheh, Iran

(Received: 25/06/2019, Accepted: 02/10/2019)

### Abstract

Edible coatings have been used to preserve, improve the quality and increase the longevity of fruits and vegetables. The aim of this study was to investigate the effect of two types of edible coatings on based natural gum on qualitative attributes and storage life of grape cv. Hosseini as a factorial experiment and completely randomized design. Fruits were immersed in Arabic gum (0, 5, 10 and 15 concentrations) and Almond gum (0, 3, 3.5 and 4 concentrations) in tree sampling times (at harvest, 15, 30 and 45 day). All treated fruits were stored in a cold storage at  $1\pm 0.5$  °C and 95% RH for 45 days. Every 15 days, the percentage of weight loss, firmness, ripening index (TSS/TA), total phenol, vitamin C, amount of photosynthetic pigments, total carbohydrate and antioxidant activity of the skin and flesh of berries were measured. The results of the present study showed that the coated samples had lower weight loss and better firmness than the uncoated samples. Also, coated fruits were able to preserve vitamin C, total phenol, pigments and antioxidant activity of the skin and flesh of berry better and the amount of TSS/TA and total carbohydrates increased lower than the control samples. It was concluded that the concentrations of %5 Arabic gum and %3.5 Almond gum had a significant difference in most of the parameters with other concentrations and the qualitative and sensual attributes of berry could be preserved better than other treatments and extended fruit storage life.

**Keywords:** Gum, Weight Loss, Antioxidative Capacity, Berry Quality and Longevity