

اثر اسانس لعل کوهستان و کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی هویج رنده شده در بسته‌های پلی‌پروپیلنی با اتمسفر اصلاح شده در طول انبارداری

آتوسا مقربی^۱، نفیسه زمین‌دار^{۲*}، الهام خسروی^۳، زهرا قربانی^۱

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

* نویسنده مسئول (n.zamindar@khuisf.ac.ir)

۳- مربی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

چکیده

تلاش برای کاهش ضایعات غذایی اولویت صنعت غذاست. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر اسانس لعل کوهستان و کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی هویج رنده شده در طول انبارداری بود. هویج‌های رنده شده (شاهد و پوشش‌دهی شده) پس از توزین تحت اتمسفر اصلاح شده در بسته‌های پلی‌پروپیلنی بسته‌بندی و به مدت ۱۲ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. به این منظور، آزمون‌های رنگ، اسید آسکوربیک و مواد جامد محلول کل، اسیدیته، pH، دی‌اکسیدکربن، آفت وزن و کاروتنوئید (۳ تکرار) و شمارش کلی و کپک مخمر (۲ تکرار) در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل با ۶ تیمار (نمونه شاهد، کیتوزان ۱/۵ درصد، اسانس لعل کوهستان ۱۵۰ میکرولیتر، اسانس لعل کوهستان ۲۵۰ میکرولیتر، کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۱۵۰ میکرولیتر، کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر) و ۵ سطح فاکتور زمان (روزهای ۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲) انجام شد. نتایج نشان داد میزان اسیدیته، کاروتنوئید و اسید آسکوربیک، مقدار L^* و ویژگی‌های حسی (رنگ، مقبولیت، عطر و طعم) با توجه به گذشت زمان کاهش و میزان pH، آفت وزن، مقادیر a^* ، b^* ، گاز دی‌اکسیدکربن و مواد جامد محلول کل افزایش یافت. شمارش کلی، با توجه به گذشت زمان افزایش یافت ($P < 0.05$). نتایج حاصل از شمارش کپک و مخمر نمونه‌ها هیچ‌گونه رشدی از کپک و مخمر تا روز ۱۲ را نشان نداد. در مجموع اسانس لعل کوهستان و کیتوزان بر بهبود ویژگی‌های هویج رنده شده تحت اتمسفر اصلاح شده در طول انبارداری مؤثر بود.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۳۱

واژه‌های کلیدی

اتم‌سفر اصلاح شده

اسانس لعل کوهستان

پلی‌پروپیلن

کیتوزان

مقدمه

آماده از هویج استفاده فراوانی می‌شود، ولی به دلیل آسیب به بافت محصول و تسریع در کاهش ارزش غذایی و همچنین رشد میکروب‌ها، مدت ماندگاری آن کاهش می‌یابد (Simões, Tudela, Allende, Puschmann, & Gil, 2009). برای افزایش ماندگاری فرآورده‌های تازه‌برش خورده، استفاده از پوشش‌هایی بر سطح این

میوه‌ها و سبزی‌ها نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی و سلامت انسان دارند (Abadias, Usall, Anguera, Solsona, & Viñas, 2008). هویج یکی از مهم‌ترین سبزی‌ها در سراسر جهان است. امروزه در تهیه فرآورده‌های تازه‌برش خورده از جمله در تهیه سالادهای

سبزی‌ها محسوب می‌شود. در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده، با تغییر ترکیب گازهای درون بسته و با کاهش میزان اکسیژن به نگهداری ماده غذایی کمک می‌شود (López-Rubira, Conesa, Allende, & Artés, 2005). Al-Farsi, Alasalvar, Shahidi, Quantick, Wiktorowicz (۲۰۰۵) تأثیر دو ترکیب گازی (نیتروژن: ۹۰ درصد، اکسیژن: ۵ درصد، دی‌اکسیدکربن: ۵ درصد و اکسیژن: ۹۵ درصد، دی‌اکسیدکربن: ۵ درصد) را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی هویج رنده‌شده بررسی کرده و نتیجه گرفتند که ترکیب گازی اول به حفظ بهتر کیفیت در هویج منجر می‌گردد (Alasalvar et al., 2005).

باتوجه به مطالب گفته‌شده هدف از این تحقیق بررسی اثر اسانس لعل کوهستان و کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی هویج رنده‌شده در بسته‌های پلی‌پروپیلنی با اتمسفر اصلاح‌شده در طول انبارداری می‌باشد که تاکنون در مطالعه دیگری مورد استفاده قرار نگرفته است.

مواد و روش‌ها

شناسایی و جمع‌آوری گیاه لعل کوهستان

گیاه لعل کوهستان از منطقه کازرون در استان فارس تهیه شد. پس از عمل خشک کردن گیاه، از اندام هوایی گیاه به مدت ۶ ساعت با دستگاه کلونجر اسانس‌گیری به عمل آمد. پس از جمع‌آوری اسانس، توسط سولفات سدیم خشک (Sigma، ساخت آلمان) آب‌گیری شد. در نهایت در ظرف شیشه‌ای غیرقابل نفوذ قراردادده و تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد درون یخچال نگهداری شد (محبوبی، فیض‌آبادی، حقی و حسینی، ۱۳۸۷).

آماده‌سازی هویج

هویج‌ها از رقم ویلمورن^۴ تهیه و هویج‌های معیوب و ترک‌دار جدا شد، هویج‌های انتخاب‌شده با محلول ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم^۵ (Merck، ساخت آلمان) به مدت ۱ دقیقه ضدعفونی و برای زدودن گل‌ولای ۲ بار با آب سرد شسته شدند. هویج‌ها، سرزنی و پوست‌گیری‌شده و عمل خرد کردن به وسیله خردکن صنعتی (fam، مدل fv-2d Corporations، ساخت بلژیک)

فرآورده‌ها پیشنهاد شده است (Batu & Thampson, 1998). کیتوزان یک پوشش پلی‌ساکاریدی و دارای خاصیت ضد میکروبی (Rabea, Badawy, Stevens, 2003 Smaghe, & Steurbaut, 2003)، غیرسمی و زیست‌تجزیه‌پذیر است (Ardakani, Mostofi, & Sheu, Chien, 2010 Hedayatnejad, 2010). در مطالعه‌های Sheu, Chien, 2010 و Yang (۲۰۰۷) استفاده از پوشش کیتوزان باعث به تأخیر انداختن تغییر وزن و افت کیفیت حسی در برش‌های انبه شد و از رشد میکروارگانیسم‌ها نیز جلوگیری کرد. همچنین Li و Barth (۱۹۹۸) نیز گزارش کردند که کیتوزان خرابی هویج را کاهش و ظاهر آن را بهبود داد.

ظهور سویه‌های مقاوم به داروهای شیمیایی، تلاش برای یافتن عوامل ضد میکروبی جدید را ضروری می‌نماید (Srinivasan, Nathan, Suresh, & Lakshmana, 2001 Perumalsamy).

از جمله گیاهان بومی ایران می‌توان به گیاه لعل کوهستان^۱ با جنس *Oliveria*^۲ متعلق به خانواده *Apiaceae*^۳ اشاره کرد (Amin, Sourmaghi, Zahedi, Khanavi, & Samadi, 2005). گیاه لعل کوهستان در مناطق گرمسیری استان‌های کرمانشاه، خوزستان و ایلام می‌روید و علاوه بر ایران در جنوب شرق آناتولی، سوریه و عراق نیز پراکنده است (مظفریان، ۱۳۷۸). اندام هوایی این گیاه دارای مقدار قابل توجهی اسانس می‌باشد. این اسانس دارای ۴۷ درصد تیمول، ۲۳ درصد کارواکرول، ۸/۷ درصد پاراسیمین و ۱۸ درصد گاما-ترپینین بوده که سبب اثر ضد میکروبی این اسانس در برابر باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها می‌باشد. مطالعه‌های مختلفی روی ترکیب شیمیایی اسانس حاصل از گیاه لعل کوهستان انجام گرفته است. مطالعه‌های Amin و همکاران (۲۰۰۵) روی خاصیت ضد میکروبی گیاه لعل کوهستان نشان داد که اسانس، فعالیت ضد میکروبی وسیعی در مقابل همه ارگانیسم‌های مطالعه‌شده دارد و این اثر با اثر آنتی‌بیوتیک‌های تجاری قابل مقایسه است (Amin et al., 2005).

استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده یکی از راهکارهای مناسب جهت افزایش ماندگاری میوه‌ها و

¹ *Oliveria decumbens*

² *Oliveria*

³ *Apiaceae*

⁴ Wilmoren

⁵ Sodium hypochlorite

با درجه غذایی مناسب با ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متر برای مواد خوراکی از شرکت فیروز بسیار یاران تهیه گردیدند. هویج‌های رنده‌شده (شاهد و پوشش‌دهی‌شده) پس از توزین (۲۵۰ گرم) درون بسته‌های پلی‌پروپیلنی قرار گرفته و در دستگاه بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده (-witt gasetechnik, مدل km100-2mem, ساخت آلمان) تحت تزریق ۵ درصد گاز اکسیژن، ۵ درصد دی‌اکسیدکربن و ۹۰ درصد نیتروژن قرار گرفتند. پس از دوخت حرارتی، بسته‌ها به مدت ۱۲ روز در سردخانه در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آزمون‌ها در روزهای ۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ انجام گرفت (Ayhan, Esturk, & TAŞ, 2008).

اندازه‌گیری pH و اسیدیته

pH به وسیله دستگاه pH متر دیجیتال (KNICK, ساخت آلمان) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید (AOAC, 1990). ۲۵ گرم از نمونه هویج با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق شد، پس از رقیق‌سازی ۲۵ میلی‌لیتر از نمونه محلول با هیدروکسید سدیم (Merck, ساخت آلمان) ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۳ تیترا شد و میزان اسید آلی قابل تیتراسیون با استفاده از رابطه (۱) برحسب درصد اسید مالیک محاسبه گردید (AOAC, 1990; Rocha, Ferreira, Silva, Almeida, & Morais, 2007).

رابطه (۱)

$$C = \frac{N \times V \times E}{D} \times 100$$

در رابطه (۱)، C: میزان اسید آلی عصاره (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، N: نرمالیت سود مصرفی، V: حجم سود مصرفی، E: اکی‌والان گرم اسید مالیک و D: حجم نمونه (میلی‌لیتر) می‌باشد.

کاهش وزن

درصد کاهش وزن در هر تیمار با استفاده از وزن قبل و بعد از ذخیره‌سازی براساس رابطه (۲) برحسب درصد گزارش شد (Becaro et al., 2016).

رابطه (۲)

$$100 \times \frac{\text{وزن بعد از ذخیره سازی} - \text{وزن قبل از ذخیره سازی}}{\text{وزن قبل از ذخیره سازی}} = \text{اُفت وزن}$$

استخراج کاروتنوئیدها

۱۰ گرم هویج در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر پخش شد و ۱۰ میلی‌لیتر از مخلوط به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۲۷۰۰ دور

(قطر ۴۰ میلی‌متر و ضخامت ۲/۵ میلی‌متر) انجام شد و در نهایت پس از جداسازی آب سطحی به وسیله سانتریفیوژ (Nuve، ساخت ترکیه)، هویج‌های رنده‌شده در محلول تیمارهای مورد آزمایش قرار گرفتند.

آماده‌سازی محلول کیتوزان

کیتوزان تولیدشده (Sigma، ساخت آمریکا) در محلول اسید استیک (Merck، ساخت آلمان) ۱ درصد حجمی -حجمی تا رسیدن به غلظت ۱/۵ درصد و با استفاده از یک همزن مغناطیسی (Heidolph، ساخت آلمان) حل گردید. محلول کیتوزان حاصل جهت حذف ناخالصی‌ها با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۳ تحت خلأ صاف شد. سپس pH محلول را با سود ۱ نرمال (Merck، ساخت آلمان) به ۵ رسانده و در نهایت ۲ میلی‌لیتر توئین ۸۰ (Merck، ساخت آلمان) به ۱ لیتر محلول ساخته‌شده اضافه شد. برای تیمار شاهد (نمونه بدون پوشش) نیز طبق روش Chien و همکاران (۲۰۰۷) از ۱ لیتر اسید استیک ۱ درصدی که pH آن تنظیم و ۲ میلی‌لیتر توئین ۸۰ به آن اضافه‌شده، استفاده شد. سپس اسانس لعل کوهستان در غلظت‌های تعیین‌شده به محلول کیتوزان اضافه شد و با استفاده از یک مخلوط‌کن (Heidolph، ساخت آلمان) به مدت ۱/۵ دقیقه با سرعت ۷۰۰ دور در دقیقه به‌طور یکنواخت توزیع گردید. محلول تشکیل‌شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تحت خلأ هواگیری شد.

نمونه‌های بررسی‌شده در این پژوهش به شرح زیر بود:

T₁: نمونه شاهد (بدون پوشش)

T₂: کیتوزان ۱/۵ درصد

T₃: اسانس لعل کوهستان ۱۵۰ میکرولیتر

T₄: اسانس لعل کوهستان ۲۵۰ میکرولیتر

T₅: کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۱۵۰ میکرولیتر

T₆: کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر

برای پوشش‌دهی در غلظت به‌دست‌آمده، ۲۵۰ گرم هویج رنده‌شده به مدت ۲ دقیقه داخل محلول غوطه‌ور شدند و در نهایت هویج‌ها در آبکش ضدعفونی‌شده با الکل قرار گرفتند تا اضافه کیتوزان خارج شود و فرصت داده شد سطح هویج‌ها به وسیله هوا خشک گردد (حسینی، رضوی و موسوی، ۱۳۸۸).

فرایند بسته‌بندی

بسته‌های پلی‌پروپیلنی ۱۰ گرمی (ضخامت ۰/۵ میلی‌متر)

اندازه‌گیری رنگ

شاخص‌های L^* ، a^* و b^* هویج‌های رنده‌شده با استفاده از سیستم هانتربل (JPK co-Reston، ساخت آلمان) ارزیابی و مقدار WI (شاخص سفیدی) از طریق رابطه (۵) به دست آمد. شاخص L^* بیانگر رنگ سفید تا سیاه، a^* سبز تا قرمز و b^* آبی تا زرد می‌باشد (Rocha et al., 2007).

رابطه (۵)

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

ارزیابی حسی

در این آزمون، نمونه‌های کدگذاری‌شده با اعداد تصادفی سه‌رقمی در ظروف مشابه در اختیار ۱۰ ارزیاب حسی آموزش‌دیده قرار داده شدند. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را از نظر ویژگی‌های عطر و طعم، رنگ و مقبولیت عمومی ارزیابی کردند. در این ارزیابی از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد، امتیاز ۵ برای ویژگی بسیار عالی و امتیاز ۱ برای ویژگی ضعیف در نظر گرفته شد (Rahman, Jin, & Oh, 2011).

تغییرات اتمسفر گاز بسته در طول زمان

غلظت گاز درون بسته به روش Ullsten و Hedenqvist (۲۰۰۳) و با استفاده از دستگاه آنالایزر گاز (Mecca، ساخت فرانسه) ارزیابی شد.

تعیین بار میکروبی

شمارش کلی و کپک و مخمر به منظور تعیین فلور میکروبی هویج رنده‌شده تعیین شدند. به این منظور، ۱۰ گرم نمونه هویج از هر بسته تحت شرایط بهداشتی برداشته شد و با ۹۰ میلی‌لیتر آب پیتون استریل (Merck، ساخت آلمان) همگن شد و رقت‌های مورد نظر از آن تهیه گردید. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از هر رقت به پلیت‌های استریل حاوی ۱۵ میلی‌لیتر محیط کشت‌های استریل منتقل و در انکوباتور (Wisecube، ساخت کره جنوبی) نگهداری شدند. محیط کشت پلیت کانت آگار^۲ (Merck، ساخت آلمان) و نگهداری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز برای شمارش کلی و محیط کشت یست گلوکز کلرامفنیکل آگار^۳ (Merck، ساخت آلمان) و نگهداری در

در دقیقه سانتریفیوژ (Nuve، ساخت ترکیه) گردید و محلول رویی استخراج شد. سپس ۸ میلی‌لیتر استون (Merck، ساخت آلمان) اضافه و هم‌وزنیزه شد. برای تهیه ۱۰ میلی‌لیتر محلول، آب اضافه گردید و سانتریفیوژ (۵ دقیقه در ۲۷۰۰ دور در دقیقه) شد و میزان جذب محلول صاف‌شده به وسیله اسپکتروفتومتر (Milton Roy، ساخت آمریکا) در طول موج ۴۸۰ نانومتر اندازه‌گیری و غلظت کاروتنوئید با استفاده از رابطه (۳) بر حسب میکروگرم بر لیتر محاسبه شد (Rocha et al., 2007).

رابطه (۳)

$$\text{کل کاروتنوئید} = \frac{A \times V \times 10^4}{A_{10cm}^{1\%} \times p} \times 100$$

در رابطه (۳)، A: میزان جذب نمونه، V: حجم کل عصاره (میلی‌لیتر)، P: وزن نمونه (گرم) و $A_{1cm}^{1\%}$: ضریب ثابت مربوط به بتاکاروتن (معادل عدد ۲۵۹۲) می‌باشد.

اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل

دستگاه رفاکتومتر (Atago، ساخت ژاپن) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای تعیین مواد جامد محلول کل بر حسب درصد بریکس مورد استفاده قرار گرفت (AOAC, 1990).

اسید آسکوربیک

۱۰ میلی‌لیتر از محلول صاف‌شده آب‌هویج با محلول ۲،۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل^۱ (Carolina، ساخت آمریکا) تا ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ تیترا گردید. محتوای اسید آسکوربیک (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) با استفاده از رابطه (۴) محاسبه گردید (فلاحی، غیاثوند، ابراهیم‌زاده و خلخال‌راد، ۱۳۹۲).

رابطه (۴)

$$\text{اسید آسکوربیک} = \frac{V \times T}{W} \times 100$$

در رابطه (۴)، V: حجم شناساگر ۲،۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل مورد استفاده در تیتراسیون (میلی‌لیتر)، T: اکی‌والان شناساگر ۲،۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل و W: وزن نمونه در حجم محلول تیترا شده (گرم) می‌باشد.

² Plate Count Agar

³ Yeast Glucose Chloramphenicol Agar

¹ 2,6-Dichlorophenolindophenol

كوهستان ۲۵۰ ميكروليتر با يكديگر اختلاف معنى‌دارى از لحاظ ميزان pH نداشتند ولى نسبت به ساير نمونه‌ها و نسبت به شاهد دارى اختلاف معنى‌دارى ($P < 0.05$) بودند (جدول ۱). در حقيقت، استفاده از اسانس و همچنين كيتوزان نسبت به عدم استفاده از آن به‌طور معنى‌دارى موجب حفظ pH گرديد كه با نتايج (كبيرى‌رئيس‌آباد، محمدى‌شريف و كبرى‌نسب، ۱۳۹۳) مطابقت دارد.

pH تيمارهاى تركيبى نيز نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنى‌دارى ($P < 0.05$) داشتند و به‌طوركلى تيمار شاهد بالاترين و دو تيمار تركيبى اسانس و پوشش پايين‌ترين pH را نشان دادند (جدول ۱). بالاترين ميزان اسيديته و پايين‌ترين ميزان pH مربوط به تيمار كيتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ ميكروليتر و پايين‌ترين ميزان اسيديته و بالاترين ميزان pH مربوط به نمونه شاهد بود. در حقيقت استفاده از پوشش خوراكى به‌دليل ويژگى ممانعت‌كنندگى آنها در برابر گازها توانست با کاهش نرخ تنفس ميزان مصرف اسيدهاى آلى را کاهش دهد (فينى‌دخت، اصغرى و شيرزاد، ۱۳۹۱).

دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و شمارش بعد از ۵ روز برای کپک‌ها و مخمرها استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل برای بررسی اثر متغیرهای مستقل نوع پوشش (۶ سطح) و زمان (۵ سطح) بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی هویج رنده‌شده (۳ تکرار) و شمارش کلی و کپک و مخمر (۲ تکرار) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت و از نرم‌افزار SPSS نسخه ۹.۱ جهت تجزیه داده‌های آماری بهره‌گرفته شد.

نتایج و بحث

pH و اسیديته

ميزان pH، معرف اسيدى و يا قليايى بودن ميوه‌ها و سبزی‌ها می‌باشد (جعفرسواره، الهامی راد، خلیلی و نورمعبودی، ۱۳۹۰). سه تيمار كيتوزان ۱/۵ درصد، اسانس لعل كوهستان ۱۵۰ ميكروليتر و اسانس لعل

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر پوشش‌های مختلف بر خواص فیزیکیوشیمیایی و شمارش کلی در هویج رنده‌شده

| پارامتر | پوشش | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | T ₆ | T ₅ | T ₄ | T ₃ | T ₂ | T ₁ |
| pH | ۶/۳۱±۰/۰۸ ^c | ۶/۳۲±۰/۰۸ ^c | ۶/۳۸±۰/۱۳ ^b | ۶/۳۸±۰/۱۳ ^b | ۶/۳۷±۰/۱۴ ^b | ۶/۵۷±۰/۳۰ ^a |
| اسیديته (درصد) | ۲/۳۲±۰/۰۲ ^a | ۲/۲۷±۰/۳۰ ^b | ۲/۱۸±۰/۳۰ ^c | ۲/۱۷±۰/۴۰ ^c | ۲/۱۷±۰/۴۰ ^c | ۲/۰۹±۰/۵۰ ^d |
| کاهش وزن (درصد) | ۰/۶۸±۰/۰۶ ^f | ۰/۷۵±۰/۰۶ ^e | ۱/۱۵±۰/۰۹ ^d | ۱/۲۲±۱/۰۰ ^c | ۱/۳۰±۱/۱۱ ^b | ۱/۹۰±۱/۶۹ ^a |
| كاروتنوئيد (ميكروگرم بر ليتر) | ۳۵/۰۵±۰/۹۴ ^a | ۳۴/۹۳±۱/۱۱ ^{ab} | ۳۴/۷۵±۱/۳۳ ^{abc} | ۳۴/۴۹±۱/۵۵ ^{bc} | ۳۴/۵۵±۱/۴۵ ^{bc} | ۳۴/۴۳±۱/۸۳ ^c |
| مواد جامد محلول كل (درصد) | ۹/۴۲±۰/۱۸ ^e | ۹/۵۲±۰/۱۸۸ ^{de} | ۹/۶۳±۰/۹۹ ^{cd} | ۹/۶۷±۱/۰۴ ^{bc} | ۹/۷۷±۱/۱۴ ^b | ۱۰/۱۱±۱/۵۵ ^a |
| اسيد آسكوربيك (درصد) | ۷/۲۸±۰/۷۴ ^a | ۷/۱۹±۰/۸۳ ^b | ۷/۰۲±۱/۰۳ ^c | ۶/۹۴±۱/۰۹ ^d | ۶/۸۰±۱/۱۴ ^e | ۱۰/۱۱±۱/۵۵ ^f |
| L* | ۴۹/۴۳±۲/۵۶ ^f | ۴۹/۷۵±۲/۲۳ ^e | ۴۹/۹۶±۲/۰۳ ^d | ۵۰/۱۵±۱/۸۳ ^c | ۵۰/۵۲±۱/۵۳ ^b | ۵۱/۰۹±۱/۰۷ ^a |
| b* | ۳۳/۹۹±۱/۰۲ ^f | ۳۴/۲۶±۱/۲۶ ^e | ۳۴/۴۴±۱/۴۴ ^d | ۳۴/۵۸±۱/۵۸ ^c | ۳۴/۸۷±۱/۸۰ ^b | ۳۵/۴۱±۲/۱۸ ^a |
| a* | ۳۰/۰۱±۱/۲۱ ^f | ۳۰/۳۳±۱/۴۷ ^e | ۳۰/۵۴±۱/۶۵ ^d | ۳۰/۷۲±۱/۷۸ ^c | ۳۱/۱۱±۲/۱۰ ^b | ۳۱/۵۱±۲/۴۲ ^a |
| طعم حسى | ۴/۰۲±۱/۲۴ ^a | ۳/۹۴±۱/۲۵ ^{ab} | ۳/۸۸±۱/۲۴ ^{abc} | ۳/۸۲±۱/۳۴ ^{bc} | ۶/۳۲±۰/۰۸ ^{bc} | ۶/۳۲±۰/۰۸ ^c |
| رنگ حسى | ۴/۲۸±۰/۸۳ ^a | ۴/۲۰±۰/۸۶ ^a | ۴/۲۰±۰/۸۱ ^a | ۴/۲۰±۰/۸۶ ^a | ۴/۱۸±۰/۹۰ ^a | ۴/۰۲±۰/۹۸ ^b |
| مقبوليت | ۴/۱۰±۱/۱۵ ^a | ۴/۰۲±۱/۱۷ ^{ab} | ۳/۹۸±۱/۲۰ ^{abc} | ۳/۸۸±۱/۲۷ ^{bc} | ۳/۹۴±۱/۲۳ ^{bc} | ۳/۸۴±۱/۲۷ ^c |
| تغييرات دى‌اكسيدكربن (درصد) | ۲۶/۸۰±۱۵/۳۲ ^f | ۲۷/۰۵±۱۵/۳۹ ^e | ۲۷/۱۸±۱۵/۴۶ ^d | ۲۷/۳۹±۱۵/۵۸ ^c | ۲۷/۵۷±۱۵/۵۹ ^b | ۲۷/۷۴±۱۵/۶۳ ^a |
| شمارش كلئى (لگاريتم واحد تشكيل كلئى/گرم) | ۰/۳۰±۰/۴۶ ^f | ۰/۳۵±۰/۵۱ ^e | ۰/۵۰±۰/۶۸ ^d | ۰/۵۲±۰/۷۳ ^c | ۰/۶۶±۰/۸۳ ^b | ۱/۱۲±۱/۱۹ ^a |

اعداد، میانگین ± انحراف معیار (سه تکرار) می‌باشند.

اعداد با حروف غیرمشابه سبب اختلاف معنی‌دار از لحاظ آزمون LSD می‌شود ($P \leq 0.05$).

سریع‌تر بوده و در روز ۱۲ بالاترین میزان pH و پایین‌ترین میزان اسیدیته برای آن گزارش شد و بیشترین مقدار اسیدیته در طول دوره نگهداری در تیمارهای پوششی کیتوزان حاوی غلظت‌های مختلف اسانس لعل کوهستان مشاهده شد ($P < 0.05$). در حقیقت پوشش کیتوزان حاوی اسانس لعل کوهستان درون بسته‌بندی توانست از طریق کاهش نرخ تنفس، از کاهش اسیدیته در بسته بکاهد. Winz و Stevenson, Quek, Garcia (۲۰۱۲) نیز بیان نمودند پوشش‌دهی کیوی با پوشش نشاسته‌ای، مقدار اسیدیته را نسبت به تیمار فاقد پوشش کمتر کاهش داد. نتایج نشان داد که اسانس نسبت به شاهد، کیتوزان نسبت به شاهد، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به شاهد، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به اسانس و ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به کیتوزان به‌طور معنی‌داری pH پایین‌تر و اسیدیته بالاتری داشتند ($P < 0.05$)، اما اثر کیتوزان در مقابل اسانس بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

اسیدیته و همچنین pH در روزهای مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) در بین سطوح زمان بود (جدول ۲). اسیدیته با گذشت زمان روندی نزولی و pH روندی صعودی داشت و بالاترین میزان اسیدیته و پایین‌ترین میزان pH در روز ۱ و پایین‌ترین میزان اسیدیته و بالاترین میزان pH در روز ۱۲ مشاهده شد که با فرایند رسیدن میوه‌ها و سبزی‌ها و افزایش pH هماهنگی دارد (Zhuang & Huang, 2003). Huang و Zhuang (۲۰۰۳) نیز افزایش مقدار pH گوجه‌فرنگی در مدت نگهداری با رسیدن میوه را مشاهده کردند.

اثر متقابل پوشش و زمان بر pH و اسیدیته هویج رنده‌شده در جدول (۳) نشان داد که شاخص ذکرشده برای تمام نمونه‌ها در طی روزهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). با افزایش زمان نگهداری، pH هویج‌های رنده‌شده افزایش یافت، به‌طوری‌که شیب افزایش pH و شیب کاهش اسیدیته برای نمونه شاهد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر زمان بر خواص فیزیکوشیمیایی و شمارش کلی در هویج رنده‌شده

| پارامتر | زمان (روز) | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | ۱ | ۳ | ۶ | ۹ | ۱۲ |
| pH | ۶/۱۷±۰/۰۰ ^e | ۶/۳۲±۰/۰۲ ^d | ۶/۴۰±۰/۰۹ ^b | ۶/۴۹±۰/۱۵ ^c | ۶/۵۶±۰/۲۰ ^a |
| اسیدیته (درصد) | ۲/۶۸±۰/۰۰ ^a | ۲/۴۴±۰/۰۲ ^b | ۲/۲۸±۰/۰۸ ^c | ۱/۹۹±۰/۱۱ ^d | ۱/۶۱±۰/۰۲ ^e |
| کاهش وزن (درصد) | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۰/۵۰±۰/۰۲ ^b | ۰/۷۶±۰/۰۲ ^c | ۱/۸۹±۰/۰۸ ^d | ۲/۶۸±۰/۰۸ ^e |
| کاروتنوئید (میکروگرم بر لیتر) | ۳۶/۵۶±۰/۰۰ ^a | ۳۵/۴۸±۰/۳۱ ^b | ۳۴/۵۴±۰/۷۴ ^c | ۳۳/۸۴±۰/۸۲ ^d | ۳۳/۰۷±۰/۸۳ ^e |
| مواد جامد محلول کل (درصد) | ۸/۶۰±۰/۰۰ ^e | ۸/۸۹±۰/۰۷ ^d | ۹/۲۶±۰/۰۲ ^c | ۱۰/۳۳±۰/۰۲ ^b | ۱۱/۳۶±۰/۰۷ ^a |
| اسید آسکوربیک (درصد) | ۸/۰۱±۰/۰۰ ^a | ۷/۹۰±۰/۰۵ ^b | ۷/۲۰±۰/۰۲ ^c | ۶/۳۹±۰/۰۵ ^d | ۵/۲۶±۰/۰۶ ^e |
| L* | ۵۲/۴۶±۰/۰۰ ^a | ۵۱/۷۳±۰/۱۰ ^b | ۵۰/۲۷±۰/۰۴ ^c | ۴۸/۶۵±۰/۰۸ ^d | ۴۷/۶۵±۰/۱۴ ^e |
| b* | ۳۲/۶۵±۰/۰۰ ^e | ۳۳/۴۳±۰/۰۲ ^d | ۳۴/۵۶±۰/۰۴ ^c | ۳۵/۴۴±۰/۰۵ ^b | ۳۶/۸۹±۰/۱۲ ^a |
| a* | ۲۸/۳۲±۰/۰۱ ^e | ۲۹/۳۷±۰/۱۸ ^d | ۳۰/۸۰±۰/۰۵ ^a | ۳۱/۹۷±۰/۰۷ ^b | ۳۳/۰۶±۰/۱۰ ^a |
| طعم حسی | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۴/۹۸±۰/۱۳ ^a | ۴/۴۳±۰/۰۵ ^c | ۲/۹۷±۰/۰۴ ^c | ۱/۹۸±۰/۰۷ ^d |
| رنگ حسی | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۴/۳۸±۰/۰۴ ^b | ۳/۴۰±۰/۰۴ ^c | ۳/۱۲±۰/۰۴ ^d |
| عطر حسی | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۴/۴۲±۰/۰۵ ^b | ۲/۶۳±۰/۰۴ ^c | ۲/۱۰±۰/۰۵ ^d |
| مقبولیت | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۴/۵۷±۰/۰۵ ^b | ۳/۰۵±۰/۰۵ ^c | ۲/۱۷±۰/۰۳ ^d |
| تغییرات دی‌اکسیدکربن (درصد) | ۵/۲۴±۰/۱۶ ^e | ۱۷/۳۷±۰/۲۶ ^d | ۲۷/۸۸±۰/۴۷ ^c | ۳۸/۳۳±۰/۵۸ ^b | ۴۷/۶۳±۰/۲۹ ^a |
| تغییرات اکسیژن (درصد) | ۵/۰۰±۰/۰۰ ^a | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^b | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^b | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^b | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^b |
| شمارش کلی (لگاریتم واحد تشکیل کلنی/گرم) | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d | ۰/۱۹±۰/۰۳ ^c | ۰/۹۱±۰/۰۴ ^b | ۱/۷۸±۰/۰۶ ^a |

اعداد، میانگین ± انحراف معیار (سه تکرار) می‌باشند.

اعداد با حروف غیرمشابه سبب اختلاف معنی‌دار از لحاظ آزمون LSD می‌شود ($P \leq 0.05$).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل پوشش و زمان بر pH، اسیدیته، مواد جامد محلول کل، کاروتنوئید، اسید آسکوربیک و آفت وزن هویج رنده شده

| نوع پوشش | زمان (روز) | pH | اسیدیته (درصد) | مواد جامد محلول کل (درصد) | کاروتنوئید (میکروگرم/گرم) | اسید آسکوربیک (درصد) | آفت وزن (درصد) |
|----------------|------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| T ₁ | ۱ | ۶/۱۷±۰/۰۰ ^e | ۲/۶۸±۰/۰۰ ^a | ۸/۶۰±۰/۰۰ ^e | ۳۵/۸۴±۰/۰۱ ^a | ۸/۰۱±۰/۰۰ ^a | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^e |
| | ۳ | ۶/۳۳±۰/۰۱ ^d | ۲/۴۷±۰/۰۱ ^b | ۸/۹۴±۰/۰۲ ^d | ۳۵/۱۵±۰/۰۶ ^b | ۷/۸۳±۰/۰۷ ^b | ۰/۷۳±۰/۰۲ ^d |
| | ۶ | ۶/۵۹±۰/۰۱ ^c | ۲/۱۵±۰/۰۱ ^c | ۹/۵۶±۰/۰۲ ^c | ۳۴/۳۵±۰/۳۵ ^c | ۶/۸۱±۰/۴۱ ^c | ۱/۰۸±۰/۰۱ ^c |
| | ۹ | ۶/۸۰±۰/۰۳ ^b | ۱/۸۴±۰/۰۲ ^d | ۱۰/۸۵±۰/۰۴ ^b | ۳۳/۶۸±۰/۳۵ ^d | ۵/۴۲±۰/۰۲ ^d | ۳/۵۵±۰/۰۳ ^b |
| | ۱۲ | ۶/۹۷±۰/۰۲ ^a | ۱/۳۲±۰/۰۱ ^e | ۱۲/۶۱±۰/۸۲ ^a | ۳۳/۷۲±۱/۸۵ ^d | ۴/۳۴±۰/۰۴ ^e | ۴/۱۴±۰/۰۳ ^a |
| T ₂ | ۱ | ۶/۱۷±۰/۰۰ ^d | ۲/۶۸±۰/۰۰ ^a | ۸/۶۰±۰/۰۰ ^e | ۳۵/۸۴±۰/۰۰ ^a | ۸/۰۱±۰/۰۰ ^a | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d |
| | ۳ | ۶/۲۷±۰/۰۱ ^c | ۲/۴۳±۰/۰۱ ^b | ۸/۸۸±۰/۱۶ ^d | ۳۵/۲۴±۰/۱۱ ^b | ۷/۸۸±۰/۰۳ ^{ab} | ۰/۶۴±۰/۰۲ ^c |
| | ۶ | ۶/۴۲±۰/۰۱ ^b | ۲/۲۷±۰/۰۰ ^c | ۹/۳۷±۰/۲۸ ^c | ۳۴/۶۸±۰/۰۷ ^c | ۷/۱۲±۰/۳۸ ^b | ۰/۸۳±۰/۰۱ ^c |
| | ۹ | ۶/۴۸±۰/۰۲ ^{ab} | ۱/۹۳±۰/۰۱ ^d | ۱۰/۴۷±۰/۰۳ ^b | ۳۳/۸۷±۰/۳۱ ^d | ۶/۲۱±۰/۰۲ ^c | ۲/۰۲±۰/۰۳ ^b |
| | ۱۲ | ۶/۵۳±۰/۰۲ ^a | ۱/۵۳±۰/۰۲ ^e | ۱۱/۵۵±۰/۰۴ ^a | ۳۳/۲۱±۰/۲۰ ^e | ۴/۷۹±۰/۰۲ ^d | ۳/۰۰±۰/۰۳ ^a |
| T ₃ | ۱ | ۶/۱۷±۰/۰۰ ^d | ۲/۶۸±۰/۰۰ ^a | ۸/۶۰±۰/۰۰ ^e | ۳۵/۸۴±۰/۰۰ ^a | ۸/۰۱±۰/۰۰ ^a | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d |
| | ۳ | ۶/۳۴±۰/۰۱ ^c | ۲/۴۳±۰/۰۲ ^b | ۸/۹۰±۰/۰۱ ^d | ۳۵/۲۶±۰/۱۳ ^b | ۷/۹۰±۰/۰۵ ^{ab} | ۰/۶۰±۰/۰۲ ^c |
| | ۶ | ۶/۳۷±۰/۰۱ ^b | ۲/۲۴±۰/۰۱ ^c | ۹/۲۳±۰/۰۲ ^c | ۳۴/۷۷±۰/۰۸ ^c | ۷/۱۹±۰/۰۱ ^d | ۰/۸۴±۰/۰۱ ^c |
| | ۹ | ۶/۴۸±۰/۰۱ ^{ab} | ۱/۹۶±۰/۰۱ ^d | ۱۰/۳۱±۰/۰۴ ^b | ۳۴/۱۶±۰/۱۱ ^d | ۶/۴۱±۰/۰۱ ^c | ۱/۸۳±۰/۰۲ ^b |
| | ۱۲ | ۶/۵۲±۰/۰۱ ^a | ۱/۵۶±۰/۰۳ ^e | ۱۱/۳۲±۰/۰۴ ^a | ۳۳/۵۲±۰/۱۶ ^e | ۵/۱۷±۰/۰۲ ^e | ۲/۸۴±۰/۰۳ ^a |
| T ₄ | ۱ | ۶/۱۷±۰/۰۰ ^d | ۲/۶۸±۰/۰۰ ^a | ۸/۶۰±۰/۰۰ ^e | ۳۵/۸۴±۰/۰۰ ^a | ۸/۰۱±۰/۰۰ ^a | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d |
| | ۳ | ۶/۳۴±۰/۰۱ ^c | ۲/۴۱±۰/۰۲ ^b | ۸/۸۹±۰/۰۱ ^d | ۳۵/۴۱±۰/۰۷ ^b | ۷/۹۱±۰/۰۵ ^{ab} | ۰/۵۹±۰/۰۲ ^d |
| | ۶ | ۶/۳۷±۰/۰۱ ^c | ۲/۲۶±۰/۰۳ ^c | ۹/۲۴±۰/۲۲ ^c | ۳۴/۸۶±۰/۰۵ ^c | ۷/۲۷±۰/۰۱ ^{bc} | ۰/۸۲±۰/۰۱ ^c |
| | ۹ | ۶/۴۸±۰/۰۱ ^b | ۱/۹۸±۰/۰۱ ^d | ۱۰/۲۴±۰/۰۶ ^b | ۳۴/۳۹±۰/۲۲ ^d | ۶/۵۶±۰/۰۴ ^c | ۱/۷۴±۰/۰۱ ^b |
| | ۱۲ | ۶/۵۵±۰/۰۲ ^a | ۱/۵۷±۰/۰۱ ^e | ۱۱/۱۷±۰/۰۵ ^a | ۳۳/۷۴±۰/۰۶ ^e | ۵/۳۳±۰/۰۳ ^d | ۲/۶۱±۰/۰۳ ^a |
| T ₅ | ۱ | ۶/۱۷±۰/۰۰ ^b | ۲/۶۸±۰/۰۰ ^a | ۸/۶۰±۰/۰۰ ^e | ۳۵/۸۴±۰/۰۰ ^a | ۸/۰۱±۰/۰۰ ^a | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d |
| | ۳ | ۶/۳۱±۰/۰۱ ^{ab} | ۲/۴۵±۰/۰۲ ^b | ۸/۸۸±۰/۰۲ ^d | ۳۵/۴۲±۰/۱۵ ^b | ۷/۹۳±۰/۰۳ ^{ab} | ۰/۲۳±۰/۰۱ ^d |
| | ۶ | ۶/۳۴±۰/۰۱ ^{ab} | ۲/۳۶±۰/۰۱ ^c | ۹/۱۲±۰/۰۲ ^c | ۳۵/۱۱±۰/۰۱ ^c | ۷/۳۶±۰/۰۲ ^{bc} | ۰/۵۲±۰/۰۳ ^c |
| | ۹ | ۶/۳۷±۰/۰۱ ^a | ۲/۰۸±۰/۰۳ ^d | ۱۰/۱۲±۰/۰۵ ^b | ۳۴/۶۴±۰/۰۷ ^d | ۶/۸۳±۰/۰۳ ^c | ۱/۱۴±۰/۰۱ ^b |
| | ۱۲ | ۶/۴۰±۰/۰۱ ^a | ۱/۷۹±۰/۰۳ ^e | ۱۰/۸۸±۰/۰۳ ^a | ۳۴/۲۳±۰/۱۴ ^e | ۵/۸۴±۰/۰۵ ^d | ۱/۸۴±۰/۰۴ ^a |
| T ₆ | ۱ | ۶/۱۷±۰/۰۰ ^b | ۲/۶۸±۰/۰۰ ^a | ۸/۶۰±۰/۰۰ ^e | ۳۵/۸۴±۰/۰۰ ^a | ۸/۰۱±۰/۰۰ ^a | ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d |
| | ۳ | ۶/۳۱±۰/۰۱ ^{ab} | ۲/۴۷±۰/۰۱ ^b | ۸/۸۲±۰/۰۲ ^d | ۳۵/۶۱±۰/۰۱ ^b | ۷/۹۶±۰/۰۱ ^{ab} | ۰/۲۲±۰/۰۰ ^d |
| | ۶ | ۶/۳۴±۰/۰۱ ^a | ۲/۳۸±۰/۰۱ ^c | ۹/۰۳±۰/۰۳ ^c | ۳۵/۲۵±۰/۰۱ ^c | ۷/۴۴±۰/۰۱ ^b | ۰/۴۷±۰/۰۱ ^c |
| | ۹ | ۶/۳۶±۰/۰۱ ^a | ۲/۱۷±۰/۰۳ ^d | ۱۰/۰۲±۰/۰۲ ^b | ۳۵/۰۳±۰/۰۶ ^d | ۶/۹۱±۰/۰۳ ^c | ۱/۰۵±۰/۰۳ ^b |
| | ۱۲ | ۶/۳۸±۰/۰۱ ^a | ۱/۹۱±۰/۰۳ ^e | ۱۰/۶۲±۰/۰۴ ^a | ۳۴/۷۳±۰/۰۳ ^e | ۶/۰۹±۰/۰۱ ^d | ۱/۶۵±۰/۰۱ ^a |

اعداد، میانگین ± انحراف معیار (سه تکرار) می‌باشند.

اعداد با حروف غیرمشابه سبب اختلاف معنی‌دار از لحاظ آزمون LSD می‌شود ($P \leq 0.05$).

کاهش وزن

کنترل وزن میوه‌ها و سبزی‌های تازه یکی از مهم‌ترین اهداف پوشش‌دهی و بسته‌بندی می‌باشد (Larsen & Wold, 2016). به‌طور کلی پوشش‌های مختلف اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) را از نظر کاهش وزن دارا بودند (جدول ۱) و تیمارهای کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر اثرگذاری بیشتری در کاهش وزن کمتر

داشته و تیمار شاهد به دلیل عدم وجود مانع در برابر تبخیر آب در این تیمار دارای بیشترین درصد آفت وزن در بین سایر نمونه‌ها بود. کاهش آفت وزن توسط اسانس لعل به دلیل خواص آب‌گریزی اسانس بوده است (Perdones, Sánchez-González, Chiralt, & Vargas, 2012). در بررسی انجام‌شده توسط Perdones و همکاران (۲۰۱۲) افزودن ۳ درصد اسانس لیمو به پوشش کیتوزان باعث

۲۵۰ میکرولیتر و پایین‌ترین میزان آن مربوط به نمونه شاهد بود (جدول ۱). (Zheng, Tan, Cheng, Dong, & Jiang, 2004) نیز مشاهده کردند که میزان کاروتنوئید در سویا تحت تأثیر کیتوزان افزایش نشان داد که با نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه هم‌خوانی داشت. همچنین کاروتنوئید در روزهای مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) در بین روزهای مذکور بود (جدول ۲). مشاهده شد که میزان کاروتنوئید روزهای مختلف به علت اکسیداسیون ساختمان چندغیراشباعی کاروتنوئیدها روندی نزولی داشت که مطابق با نتایج Quitão-Teixeira, Soliva-Fortuny, Odriozola-Serrano, & Mota-Ramos (2009) بود.

اثر متقابل پوشش و زمان بر کاروتنوئید هویج رنده‌شده در جدول (۳) نشان داد که به‌غیر از روزهای ۹ و ۱۲ در نمونه شاهد، شاخص مذکور برای سایر نمونه‌ها در طی روزهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$) و در روز ۱۲ نگهداری، تیمارهای ترکیبی اسانس و کیتوزان بالاترین میزان کاروتنوئید را داشتند و کاروتنوئید را بهتر حفظ کرده بودند.

نتایج نشان داد که ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به شاهد ($P < 0.05$)، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به اسانس و ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به کیتوزان ($P < 0.01$) به‌طور معنی‌داری کاروتنوئید بالاتری داشتند اما تأثیر اسانس نسبت به شاهد، کیتوزان نسبت به شاهد و کیتوزان نسبت به اسانس بر تغییرات کاروتنوئید معنی‌دار گزارش نشد.

مواد جامد محلول کل

مصرف‌کنندگان میوه رسیده با مواد جامد محلول کل بالا را می‌پسندند (Burdon et al., 2004). نتایج جدول (۱) نشان داد که استفاده از پوشش‌ها بخصوص به‌صورت ترکیبی مواد جامد محلول کل را در سطوح پایین‌تری نسبت به تیمار شاهد نگه‌داشته است ($P < 0.05$). در حقیقت پوشش‌ها با بستن روزنه‌ها موجب کندشدن روند افزایشی میزان مواد جامد محلول در طی زمان نگهداری گردیدند (Manthe, Schulz, & Schnabl, 1992). به‌طوری‌که بالاترین میزان شاخص ذکرشده مربوط به نمونه شاهد و پایین‌ترین میزان آن مربوط به کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر بود (جدول ۱). در

کاهش اتلاف وزن نمونه‌های توت‌فرنگی در این تیمار نسبت به تیمار پوششی کیتوزان ۱/۵ درصد شد (Perdones et al., 2012). لازم به ذکر است که بسته‌بندی نیز تأثیر معنی‌داری در کنترل افت وزن داشته است. کاهش افت وزن در نمونه‌های بسته‌بندی‌شده با اتمسفر اصلاح‌شده به‌دلیل پایین‌آمدن سطح اکسیژن در این نوع بسته‌بندی، باعث کاهش سرعت تنفس در محصول و کاهش افت وزن در نتیجه کاهش نرخ تنفس گردید (Denoya, Vaudagna, & Polenta, 2015).

همان‌گونه‌که در جدول (۲) مشاهده می‌شود طی نگهداری هویج‌های رنده‌شده افت وزن به‌طور مداوم افزایش یافت ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که در نمونه‌های مختلف بیشترین میزان کاهش وزن در روز ۱۲ و کمترین میزان آن در روز ۱ مشاهده شد که مطابق با نتایج Manjunatha, Anurag, & Anurag (2012) بود.

اثر متقابل پوشش و زمان بر کاهش وزن هویج رنده‌شده در جدول (۳) نشان داد که به‌غیر از روزهای ۳ و ۶ برای دو نمونه کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل کوهستان ۱۵۰ میکرولیتر، کاهش وزن برای سایر نمونه‌ها در طی روزهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$) و بالاترین میزان کاهش وزن برای همه نمونه‌ها در روز ۱۲ مشاهده شد. نتایج نشان داد که اسانس نسبت به شاهد، کیتوزان نسبت به شاهد، اسانس نسبت به کیتوزان، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به شاهد، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به اسانس و ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به کیتوزان به‌طور معنی‌داری افت وزن پایین‌تری داشتند ($P < 0.05$).

کاروتنوئید

کاروتنوئیدها ترکیباتی هستند که قادرند با اثرات مضر اما طبیعی فرایند فیزیولوژیک اکسیداسیون در بافت‌ها مقابله کرده و سلول‌های بدن را در برابر رادیکال‌های آزاد محافظت کنند. نتایج جدول (۱) نشان داد که تیمارهای ترکیبی نسبت به تیمارهای منفرد میزان کاروتنوئید را به‌طور معنی‌داری در سطح بالاتر حفظ کردند ($P < 0.05$) اما بین تیمارهای کیتوزان ۱/۵ درصد، اسانس ۱۵۰ میکرولیتر و اسانس ۲۵۰ میکرولیتر نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری دیده نشد. بالاترین میزان کاروتنوئید مربوط به نمونه‌های کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل

لعل ۲۵۰ ميكروليتر و پايين‌ترين ميزان آن مربوط به نمونه شاهد بود. کاهش بيشتر در ميزان اسيد آسكوربيك در نمونه شاهد ممكن است به دليل افزايش اكسيداسيون حاصل از کاهش آب باشد (Shin, Liu, Nock, Holliday, & Watkins, 2007). نتايج بررسى‌هاى Chien و همكاران (۲۰۰۷) مطابق با نتايج اين آزمائش بود.

به‌طوركلى اسيد آسكوربيك در روزهاى مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنى‌دارى در بين روزها بود ($P < 0/05$) و شاخص ذكرشده با گذشت زمان روندى نزولى داشت، درنتيجه پايين‌ترين ميزان اسيد آسكوربيك داخل بسته مربوط به روز ۱۲ بود (جدول ۲). اكسيژن نيز عاملى مؤثر در کاهش اسيد آسكوربيك بوده و موجب شده كه اسيد آسكوربيك در طى نگهدارى روندى كاهشى را درپى‌گيرد. اثر متقابل پوشش و زمان بر اسيد آسكوربيك هويج رنده‌شده در جدول (۳) نشان داد كه شاخص ذكرشده براى تمام نمونه‌ها به‌غيراز نمونه شاهد و اسانس لعل كوهستان ۱۵۰ ميكروليتر كه در تمام روزها داراى اختلاف معنى‌دارى بود، در روز ۱۲ نسبت به روز ۱ اختلاف معنى‌دارى داشت ($P < 0/05$). با افزايش زمان نگهدارى، ميزان اسيد آسكوربيك هويج‌هاى رنده‌شده کاهش يافت و نمونه شاهد در روز ۱۲ نگهدارى، اسيد آسكوربيك بيشترى را نسبت به ساير نمونه‌ها از دست داده بودند. نتايج نشان داد كه اسانس نسبت به شاهد، كيتوزان نسبت به شاهد، اسانس نسبت به كيتوزان، تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به شاهد، تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به اسانس و تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به اسانس و اسانس نسبت به اسانس به‌طور معنى‌دارى اسيد آسكوربيك بالاترى داشتند ($P < 0/05$).

اندازه‌گيرى رنگ

حفظ رنگ محصولات تازه يكي از مشخصه‌هاى كيفيت آنها بوده و در پذيرش محصول از نظر مصرف‌كننده حائز اهميت مى‌باشد (Kim & Rhee, 2015).

شاخص *L

به‌طوركلى شاخص رنگى *L و سفيدى در بين نمونه‌هاى مختلف اختلاف معنى‌دارى ($P < 0/05$) داشت (جدول ۱). پايين‌ترين ميزان شاخص ذكرشده مربوط به كيتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ ميكروليتر و بالاترين ميزان آن مربوط به نمونه شاهد بود. به‌طوركلى شاخص *L و سفيدى در روزهاى مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنى‌دارى

اين مطالعه، مواد جامد محلول كل در روزهاى مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنى‌دار ($P < 0/05$) در بين روزها بود (جدول ۲).

اثر متقابل پوشش و زمان بر مواد جامد محلول كل هويج رنده‌شده در جدول (۳) نشان داد كه شاخص ذكرشده براى تمام نمونه‌ها در طى روزهاى مختلف اختلاف معنى‌دارى داشت ($P < 0/05$). نتايج نشان داد كه با افزايش زمان نگهدارى، مواد جامد محلول كل افزايش يافت، به‌گونه‌اى كه بالاترين ميزان شاخص ذكرشده مربوط به روز ۱۲ و پايين‌ترين ميزان آن در روز ۱ بود و در روز ۱۲ براى نمونه شاهد بيشترين ميزان مواد جامد محلول كل گزارش شد. افزايش درصد مواد جامد محلول كل در زمان انباردارى مربوط به افزوده‌شدن قند، افزايش و کاهش مواد ديگرى مانند اسيدها، پكتين‌هاى محلول و تركيبات فنلى نيز است (Khumalo, 2006). اما اين افزايش به‌ترتيب در تيمار شاهد و كيتوزان ۱/۵ درصد به علت تاثير اسانس لعل كوهستان در ساختار فيزيكى پوشش بيشتر از ساير تيمارها بوده كه توانسته با کاهش ميزان اتلاف رطوبت و وزن، از افزايش ميزان مواد جامد محلول كل در آن بكاهد. درنتيجه، پوشش دادن هويج رنده‌شده در كنار وجود بسته‌بندى با اتمسفر اصلاح‌شده و كنترل فرايند تنفسى نمونه‌ها، باعث كنترل بيشتر سرعت تنفس و کاهش فعاليت متابوليكي آن شد كه مطابق با نتايج Rao و Patel, Gol (۲۰۱۳) است.

نتايج نشان داد كه اسانس نسبت به شاهد، كيتوزان نسبت به شاهد، تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به شاهد، تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به اسانس و تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به كيتوزان ($P < 0/05$) و كيتوزان نسبت به اسانس ($P < 0/01$) به‌طور معنى‌دارى مواد جامد محلول كل پايين‌ترى داشتند.

اسيد آسكوربيك

اسيد آسكوربيك يكي از مهم‌ترين ويتامين‌هاى موجود در مواد غذايى بخصوص ميوه‌ها و سبزي‌ها مى‌باشد. نتايج جدول (۱) نشان داد كه استفاده از كيتوزان و اسانس بخصوص به‌صورت تركيبى به دليل کاهش نفوذپذيرى اكسيژن توسط پوشش‌ها (Ayranci & Tunc, 2004)، ميزان اسيد آسكوربيك را به‌طور معنى‌دارى در سطوح بالاترى حفظ کرده است ($P < 0/05$)، به‌گونه‌اى كه بالاترين ميزان شاخص ذكرشده مربوط به كيتوزان ۱/۵ درصد و اسانس

میزان در روز ۱۲ مشاهده شد. (جدول ۴). نتایج نشان داد که اسانس نسبت به شاهد، کیتوزان نسبت به شاهد، اسانس نسبت به کیتوزان، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به شاهد، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به اسانس و ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به اسانس معنی‌داری شاخص L^* و سفیدی بیشتری داشتند ($P < 0/05$). نتایج مطالعه‌های محمدحسینی و همکاران (۱۳۹۲) با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مطابقت داشت.

در بین روزها بود (جدول ۲). شاخص L^* با گذشت زمان کاهش نشان داد. اثر متقابل پوشش و زمان بر شاخص L^* و سفیدی هویج رنده‌شده در جدول (۴) گزارش شده است. شاخص ذکر شده برای تمام نمونه‌ها در طی روزهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). با افزایش زمان نگهداری، شاخص L^* و سفیدی کاهش یافت. به‌گونه‌ای که بالاترین میزان شاخص L^* و سفیدی مربوط به روز ۱ و پایین‌ترین

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پوشش و زمان بر تغییرات رنگ (L^* ، b^* و a^*)، دی‌اکسیدکربن و شمارش کلی در هویج رنده‌شده

| شمارش کلی (لگاریتم واحد تشکیل کلنی/گرم) | تغییرات دی‌اکسیدکربن (درصد) | a^* | b^* | L^* | زمان (روز) | نوع پوشش |
|---|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|----------------|
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d | ۵/۳۷±۰/۲۳ ^g | ۲۸/۳۱±۰/۰۱ ^g | ۳۲/۶۵±۰/۰۱ ^e | ۵۲/۴۶±۰/۰۰ ^a | ۱ | T ₁ |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d | ۱۷/۷۷±۰/۰۶ ^p | ۲۹/۷۰±۰/۰۴ ^o | ۳۳/۹۸±۰/۰۳ ^d | ۵۱/۹۲±۰/۰۳ ^b | ۳ | |
| ۰/۹۰±۰/۰۱ ^c | ۲۸/۵۰±۰/۱۰ ^j | ۳۱/۵۷±۰/۰۵ ^h | ۳۵/۲۵±۰/۰۳ ^c | ۵۱/۱۰±۰/۰۲ ^c | ۶ | |
| ۱/۷۳±۰/۰۴ ^b | ۳۹/۰۳±۰/۰۶ ^e | ۳۳/۰۷±۰/۱۱ ^c | ۳۶/۳۷±۰/۰۴ ^b | ۵۰/۴۴±۰/۰۴ ^d | ۹ | |
| ۲/۹۹±۰/۰۱ ^a | ۴۸/۰۳±۰/۰۶ ^a | ۳۴/۸۷±۰/۱۳ ^a | ۳۸/۸۱±۰/۰۷ ^a | ۴۹/۵۵±۰/۰۴ ^e | ۱۲ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d | ۵/۳۰±۰/۱۰ ^{ts} | ۲۸/۳۲±۰/۰۰ ^s | ۳۲/۶۴±۰/۰۱ ^e | ۵۲/۴۶±۰/۰۰ ^a | ۱ | T ₂ |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^d | ۱۷/۶۰±۰/۱۰ ^p | ۲۹/۴۷±۰/۰۵ ^p | ۳۳/۴۴±۰/۰۳ ^d | ۵۱/۷۵±۰/۰۱ ^b | ۳ | |
| ۰/۲۲±۰/۰۴ ^c | ۲۸/۲۳±۰/۱۱ ^k | ۳۱/۱۹±۰/۰۷ ^j | ۳۴/۸۹±۰/۰۵ ^c | ۵۰/۵۷±۰/۰۳ ^c | ۶ | |
| ۱/۰۷±۰/۰۲ ^b | ۳۸/۹۰±۰/۱۰ ^e | ۳۲/۷۱±۰/۰۸ ^d | ۳۵/۸۵±۰/۰۶ ^b | ۴۹/۳۶±۰/۰۳ ^d | ۹ | |
| ۲/۰۳±۰/۰۴ ^a | ۴۷/۸۳±۰/۰۶ ^b | ۳۳/۸۷±۰/۰۷ ^b | ۳۷/۵۵±۰/۰۴ ^a | ۴۸/۴۵±۰/۰۴ ^e | ۱۲ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۵/۲۷±۰/۲۱ ^{ts} | ۲۸/۳۲±۰/۰۰ ^s | ۳۲/۶۵±۰/۰۰ ^e | ۵۲/۴۶±۰/۰۰ ^a | ۱ | T ₃ |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۱۷/۲۷±۰/۰۶ ^q | ۲۹/۳۷±۰/۰۴ ^q | ۳۳/۳۳±۰/۰۳ ^d | ۵۱/۶۴±۰/۰۲ ^b | ۳ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۲۸/۰۳±۰/۰۶ ^l | ۳۰/۸۹±۰/۰۶ ^k | ۳۴/۵۴±۰/۰۴ ^c | ۵۰/۲۲±۰/۰۳ ^c | ۶ | |
| ۰/۸۵±۰/۰۰ ^b | ۳۸/۶۳±۰/۱۱ ^f | ۳۲/۰۴±۰/۰۳ ^f | ۳۵/۴۱±۰/۰۱ ^b | ۴۸/۷۴±۰/۰۵ ^d | ۹ | |
| ۱/۷۳±۰/۰۴ ^a | ۴۷/۷۳±۰/۱۱ ^b | ۳۳/۰۵±۰/۰۴ ^c | ۳۶/۹۵±۰/۰۳ ^a | ۴۷/۶۹±۰/۰۲ ^e | ۱۲ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۵/۱۷±۰/۲۱ ^t | ۲۸/۳۲±۰/۰۱ ^s | ۳۲/۶۵±۰/۰۱ ^e | ۵۲/۴۶±۰/۰۰ ^a | ۱ | T ₄ |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۱۷/۳۰±۰/۲۰ ^q | ۲۹/۲۶±۰/۰۳ ^q | ۳۳/۳۰±۰/۰۳ ^d | ۵۱/۶۶±۰/۰۲ ^b | ۳ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۲۷/۸۳±۰/۰۶ ^m | ۳۰/۶۷±۰/۰۸ ^l | ۳۴/۴۴±۰/۰۳ ^c | ۵۰/۱۲±۰/۰۲ ^c | ۶ | |
| ۰/۸۸±۰/۰۴ ^b | ۳۸/۰۷±۰/۰۶ ^g | ۳۱/۷۴±۰/۱۳ ^g | ۳۵/۲۷±۰/۰۴ ^b | ۴۸/۳۵±۰/۰۳ ^d | ۹ | |
| ۱/۶۰±۰/۰۰ ^a | ۴۷/۵۳±۰/۰۶ ^c | ۳۲/۷۰±۰/۰۶ ^d | ۳۶/۵۷±۰/۰۳ ^a | ۴۷/۲۴±۰/۰۵ ^e | ۱۲ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۵/۲۰±۰/۱۰ ^{ts} | ۲۸/۳۱±۰/۰۱ ^s | ۳۲/۶۵±۰/۰۱ ^e | ۵۲/۴۶±۰/۰۰ ^a | ۱ | T ₅ |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۱۷/۲۷±۰/۰۶ ^q | ۲۹/۲۳±۰/۰۱ ^r | ۳۳/۳۰±۰/۰۱ ^d | ۵۱/۶۵±۰/۰۲ ^b | ۳ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۲۷/۵۳±۰/۰۶ ⁿ | ۳۰/۴۶±۰/۰۶ ^m | ۳۴/۲۵±۰/۰۴ ^c | ۴۹/۹۷±۰/۰۲ ^c | ۶ | |
| ۰/۵۳±۰/۰۴ ^b | ۳۷/۸۳±۰/۰۶ ^h | ۳۱/۳۴±۰/۱۳ ⁱ | ۳۵/۰۶±۰/۰۴ ^b | ۴۷/۹۰±۰/۰۴ ^d | ۹ | |
| ۱/۲۳±۰/۰۴ ^a | ۴۷/۴۳±۰/۰۶ ^c | ۳۲/۲۹±۰/۰۵ ^e | ۳۶/۰۵±۰/۰۴ ^a | ۴۶/۷۹±۰/۰۷ ^e | ۱۲ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۵/۱۳±۰/۰۶ ^t | ۲۸/۳۱±۰/۰۱ ^s | ۳۲/۶۵±۰/۰۰ ^e | ۵۲/۴۶±۰/۰۰ ^a | ۱ | T ₆ |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۱۷/۰۳±۰/۰۶ ^f | ۲۹/۲۰±۰/۰۳ ^r | ۳۳/۲۲±۰/۰۳ ^d | ۵۱/۷۵±۰/۰۵ ^b | ۳ | |
| ۰/۰۰±۰/۰۰ ^c | ۲۷/۱۳±۰/۰۶ ^o | ۳۰/۰۶±۰/۱۶ ⁿ | ۳۳/۹۸±۰/۰۳ ^c | ۴۹/۶۴±۰/۰۲ ^c | ۶ | |
| ۰/۴۰±۰/۰۰ ^b | ۳۷/۵۰±۰/۰۰ ⁱ | ۳۰/۹۰±۰/۱۴ ^k | ۳۴/۶۵±۰/۰۴ ^b | ۴۷/۱۴±۰/۰۲ ^d | ۹ | |
| ۱/۱۱±۰/۰۱ ^a | ۴۷/۲۰±۰/۱۰ ^d | ۳۱/۵۸±۰/۰۹ ^h | ۳۵/۴۲±۰/۰۳ ^a | ۴۶/۱۷±۰/۰۳ ^e | ۱۲ | |

اعداد، میانگین ± انحراف معیار (سه تکرار) می‌باشند.

اعداد با حروف غیرمشابه سبب اختلاف معنی‌دار از لحاظ آزمون LSD می‌شود ($P \leq 0/05$).

شاخص b*

به‌طوركلى شاخص رنگى b^* و زردى در بين نمونه‌هاى مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنى‌دارى ($P < 0/05$) در بين نمونه‌ها بود (جدول ۱). بالاترين ميزان شاخص ذكرشده مربوط به نمونه شاهد و پايين‌ترين آن مربوط به كيتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ ميكروليتر بود. شاخص b^* و زردى نمونه در روزهاى مختلف اختلاف معنى‌دارى ($P < 0/05$) را در بين روزها دارا بود (جدول ۲) و شاخص ذكرشده با گذشت زمان روندى صعودى داشت. اثر متقابل پوشش و زمان بر شاخص b^* و زردى هويچ رنده‌شده در جدول (۴) نشان داد كه شاخص ذكرشده براى تمام نمونه‌ها در طى روزهاى مختلف اختلاف معنى‌دارى داشت ($P < 0/05$). در مقايسه ميانگين اين نمونه‌ها با افزايش زمان نگهدارى، شاخص b^* و زردى نمونه افزايش يافت. براى نمونه شاهد در روز ۱۲ بيشترين ميزان شاخص ذكرشده گزارش شد (جدول ۴).

نتايج حاصل از تجزيه واريانس مقايسه‌هاى گروهى نشان داد كه اسانس نسبت به شاهد، كيتوزان نسبت به شاهد، اسانس نسبت به كيتوزان، تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به اسانس و تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به كيتوزان به‌طور معنى‌دارى شاخص b^* كمترى داشتند ($P < 0/05$). در بررسى انجام‌شده توسط Zuzuarregui, Ansorena, Pérez-Lorenzo, Mujika و Arana (۲۰۱۱) نيز به‌كارگيرى پوشش‌دهى بروكلى با كيتوزان و كربوكسى‌متيل سلولز^۱ توانست از شدت تغييرات مقادير b^* در كلم بروكلى بكاهد.

شاخص a*

ميزان a^* يك پارامتر خوب براى نشان‌دادن توسعه رنگ قرمز و درجه رسيدگى در ميوه مى‌باشد. شاخص رنگى a^* و قرمزى در بين نمونه‌هاى مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنى‌دارى ($P < 0/05$) در بين نمونه‌ها بود (جدول ۱). بالاترين ميزان شاخص رنگى a^* و قرمزى مربوط به نمونه شاهد و پايين‌ترين آن مربوط به كيتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ ميكروليتر بود. در بررسى انجام‌گرفته توسط Kuzmanova, Winkelhausen, Velickova, Alves و Moldão-Martins (۲۰۱۳) نيز کاهش بيشترى در ميزان قرمزى توت‌فرنگى‌هاى شاهد نسبت به نمونه

پوشش‌يافته با پوشش خوراكي كيتوزان در طول ۱۴ روز نگهدارى گزارش گرديد.

شاخص a^* و قرمزى در روزهاى مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنى‌دارى ($P < 0/05$) در بين روزها بود (جدول ۲). همان‌گونه كه مشاهده مى‌شود شاخص ذكرشده با گذشت زمان افزايش داشت. اثر متقابل پوشش و زمان بر شاخص a^* هويچ رنده‌شده در جدول (۴) نشان داد كه شاخص a^* شاخص رنگى a^* و قرمزى براى تمام نمونه‌ها در طى روزهاى مختلف اختلاف معنى‌دارى داشت ($P < 0/05$). همچنين نتايج نشان داد كه با افزايش زمان نگهدارى، شاخص a^* و قرمزى افزايش يافت. براى نمونه شاهد در روز ۱۲ بيشترين ميزان شاخص a^* و بيشترين ميزان قرمزى گزارش شد.

نتايج حاصل نشان داد كه اثر شاهد در مقابل اسانس، شاهد در مقابل كيتوزان، كيتوزان در مقابل اسانس، شاهد در مقابل تركيب كيتوزان و اسانس، اسانس در مقابل تركيب كيتوزان و اسانس و كيتوزان در مقابل تركيب كيتوزان و اسانس بر تغييرات شاخص a^* هويچ‌هاى رنده‌شده معنى‌دار نبود.

ارزيابى حسى**رنگ**

همان‌گونه كه در جدول (۱) مشاهده مى‌شود، نمونه‌هاى حاوى كيتوزان و اسانس و همچنين نمونه‌هاى تركيبى فاقد اختلاف معنى‌دارى با يكديگر بودند، اما اين نمونه‌ها با نمونه شاهد اختلاف معنى‌دارى ($P < 0/05$) داشتند. در بررسى رنگ نمونه‌هاى تركيبى اسانس و كيتوزان داراى بالاترين و نمونه شاهد پايين‌ترين ميزان را دارا بودند.

شاخص رنگ در روزهاى ۱ و ۳ اختلاف معنى‌دارى نداشتند اما نسبت به ساير روزها اختلاف معنى‌دارى ($P < 0/05$) مشاهده شد (جدول ۲)، به‌طوري كه بالاترين ميزان شاخص ذكرشده در روز ۱ و ۳ و پايين‌ترين ميزان آن مربوط به روز ۱۲ بود. نتايج نشان داد كه اسانس نسبت به شاهد، تركيب كيتوزان و اسانس نسبت به شاهد ($P < 0/05$) و كيتوزان نسبت به شاهد ($P < 0/01$) به‌طور معنى‌دارى امتياز رنگ بيشترى را از ارزيابان حسى دريافت كردند.

طعم

شيرينى عامل بسيار مهم براى پذيرش هويچ رنده‌شده توسط مصرف‌كنندگان، پس از استحكام، آبداربودن،

¹ Carboxymethyl cellulose

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقایسه‌های گروهی نشان داد که ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به شاهد ($P < 0/05$)، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به اسانس و ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به کیتوزان ($P < 0/01$) به‌طور معنی‌داری مقبولیت بیشتری از دید ارزیابان حسی داشتند اما اثر اسانس نسبت به شاهد، کیتوزان نسبت به شاهد و اثر اسانس نسبت به کیتوزان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

بنابراین از نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی حسی می‌توان نتیجه گرفت که تیمارها از نظر ارزیاب‌ها عملکردهای متفاوتی داشتند، اما به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد پوشش و اسانس به‌کاررفته اثر نامطلوبی بر فاکتورهای حسی نداشت. به‌طوری‌که در تمام فاکتورهای حسی، تیمارهای ترکیبی امتیاز بالایی کسب نمود. یافته‌های این پژوهش با نتایج بررسی‌های سایر محققان مبنی بر اینکه پوشش‌های خوراکی به‌عنوان یک لایه باعث کاهش ازدست‌رفتن وزن و به‌تأخیرافتادن کاهش آب محصول، بهبود بافت و به‌هم‌پیوستگی بافت و حفظ ویژگی‌های حسی میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شوند، مطابقت داشت (بهرامیان و جوانمرد، ۱۳۸۹).

تغییرات اتمسفر گاز بسته در طول زمان

اکسیژن

اندازه‌گیری غلظت گازهای موجود در بسته (جدول ۲) نشان داد که غلظت اکسیژن موجود در بسته‌ها در روز ۳ به‌صفر رسید، درحالی‌که میزان دی‌اکسیدکربن موجود در بسته‌ها به تدریج افزایش یافت.

دی‌اکسیدکربن

شاخص دی‌اکسیدکربن در بین اتمسفر بسته نمونه‌های مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) در بین نمونه‌ها بود (جدول ۱). بالاترین میزان شاخص ذکرشده مربوط به نمونه شاهد و پایین‌ترین میزان آن مربوط به کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر بود. شاخص دی‌اکسیدکربن در روزهای مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) در بین روزها بود (جدول ۲) و با گذشت زمان، شاخص ذکرشده افزایش یافت.

اثر متقابل پوشش و زمان بر دی‌اکسیدکربن هویج رنده‌شده در جدول (۴) نشان داد که شاخص ذکرشده برای تمام نمونه‌ها در طی روزهای مختلف اختلاف معنی‌داری

عطروطعم و طراوت در نظر گرفته شده است (Klaiber, Baur, & Wolf, Hammes, & Carle, 2005). نمونه‌های حاوی کیتوزان و اسانس نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما نمونه‌های ترکیبی نسبت به نمونه شاهد دارای اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) بودند (جدول ۱). در بررسی طعم، بالاترین میزان شاخص طعم مربوط به نمونه کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر و پایین‌ترین میزان آن مربوط به نمونه شاهد بود. شاخص طعم هویج‌های رنده‌شده در روزهای ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری نداشتند اما نسبت به سایر روزها اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) مشاهده شد (جدول ۲)، به‌طوری‌که بالاترین میزان شاخص طعم به‌ترتیب مربوط به روز ۱ و ۳ و پایین‌ترین میزان آن مربوط به روز ۱۲ بود.

عطر

شاخص عطر هویج‌های رنده‌شده در روزهای ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری نداشتند اما نسبت به سایر روزها اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) مشاهده شد (جدول ۲) و بالاترین میزان شاخص عطر مربوط به روزهای ۱ و ۳ و پایین‌ترین میزان آن مربوط به روز ۱۲ بود. به‌عبارتی افزایش زمان ماندگاری سبب کاهش عطر نمونه‌ها گردید.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقایسه‌های گروهی نشان داد که اثر شاهد در مقابل اسانس، شاهد در مقابل کیتوزان، کیتوزان در مقابل اسانس، شاهد در مقابل ترکیب کیتوزان و اسانس، اسانس در مقابل ترکیب کیتوزان و اسانس و کیتوزان در مقابل ترکیب کیتوزان و اسانس بر تغییرات شاخص عطر هویج‌های رنده‌شده معنی‌دار نبود.

مقبولیت

در جدول (۱) مشاهده می‌شود که نمونه‌های حاوی کیتوزان و اسانس نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند اما نمونه‌های ترکیبی نسبت به نمونه شاهد دارای اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) بودند. در بررسی مقبولیت، بالاترین میزان این شاخص مربوط به نمونه کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر و پایین‌ترین میزان مربوط به نمونه شاهد بود. شاخص مقبولیت هویج‌های رنده‌شده در روزهای ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری نداشتند اما نسبت به سایر روزها اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) مشاهده شد (جدول ۲). در این راستا بالاترین میزان مقبولیت مربوط به روزهای ۱ و ۳ و پایین‌ترین میزان آن مربوط به روز ۱۲ بود.

اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی نسبت به سایر روزها اختلاف معنی‌داری گزارش شد ($P < 0/05$). نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، میزان شمارش کلی در بسته‌های حاوی هویج‌های رنده‌شده افزایش یافت و در روز ۱۲ در بسته‌های حاوی نمونه شاهد بیشترین میزان شمارش کلی مشاهده شد.

نتایج حاصل نشان داد که اسانس نسبت به شاهد، کیتوزان نسبت به شاهد، اسانس نسبت به کیتوزان، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به شاهد، ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به اسانس و ترکیب کیتوزان و اسانس نسبت به کیتوزان به‌طور معنی‌داری شمارش کلی را کاهش داد ($P < 0/05$).

رشد کپک و مخمر

محصول تازه معمولاً دارای بافت زنده بوده و تنفس می‌کنند. در این عمل اکسیژن مصرف و دی‌اکسیدکربن و ترکیبات فراری مانند الکل‌ها و اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر تولید می‌شود. دی‌اکسیدکربن خاصیت ضدقارچی و ضدباکتریایی داشته که این خاصیت بستگی زیادی به غلظت آن دارد. نتایج حاصل از شمارش کپک و مخمر نمونه‌ها هیچ‌گونه رشدی از کپک و مخمر تا روز ۱۲ را نشان نداد. بنابراین عدم رشد کپک و مخمر در تیمارها در این مطالعه می‌تواند به‌دلیل تجمع دی‌اکسیدکربن داخل بسته باشد.

نتیجه‌گیری

مطالعه‌های قبلی عمر مفید هویج‌های با حداقل فراوری را ۴ الی ۵ روز نشان دادند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد افزودن اسانس لعل کوهستان و کیتوزان به هویج رنده‌شده در بسته‌های با اتمسفر اصلاح‌شده در طول انبارداری در کاهش تنفس، ازدست‌دادن آب، افزایش عمر نگهداری و کاهش بار میکروبی مؤثر است و نمونه کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر بهترین خصوصیات شیمیایی، میکروبی و حسی را نشان داد. نتایج حاکی از آن است که با ترکیب بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش کیتوزان حاوی اسانس لعل کوهستان، می‌توان محصول جدید هویج رنده‌شده آماده‌مصرف را به بازار مصرف ایران ارائه نمود به‌طوری‌که ماندگاری و خصوصیات کیفی خود را در طول نگهداری حفظ نماید.

داشت ($P < 0/05$). پایین‌ترین میزان دی‌اکسیدکربن مربوط به روز ۱ و بالاترین میزان آن در روز ۱۲ بود. با افزایش زمان نگهداری، میزان دی‌اکسیدکربن در بسته‌بندی‌های هویج‌های رنده‌شده در سه روز اول به علت تنفس هوازی سلول‌های هویج و پس‌از آن بر اثر تنفس بی‌هوازی سلول‌های هویج و همچنین تنفس بی‌هوازی میکروب‌ها افزایش یافت و در روز ۱۲ نگهداری بیشترین میزان آن در بسته‌های حاوی نمونه شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

تعیین بار میکروبی

شمارش کلی

شاخص شمارش کلی در بین نمونه‌های مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری در بین نمونه‌ها بود ($P < 0/05$) به‌طوری‌که پایین‌ترین میزان شمارش کلی مربوط به کیتوزان ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ میکرولیتر و بالاترین میزان آن مربوط به نمونه شاهد بود (جدول ۱). که به‌نظر می‌رسد به‌خاطر خاصیت ضد میکروبی اسانس لعل کوهستان و تأثیر مثبت این اسانس بر کاهش آلودگی باشد (Sanchez-González, Vargas, González-Martínez, 2011, Chiralt, & Cháfer). همچنین مخلوط دی‌اکسیدکربن و نیتروژن به‌دلیل فراهم‌کردن یک محیط بی‌هوازی و ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌های هوازی، در جلوگیری از پیشرفت فساد مؤثر بوده و باعث افزایش عمر نگهداری می‌شود (Sandhya, 2010). میزان اکسیژن و دمای محیط بر میزان فعالیت ضد میکروبی اسانس تأثیرگذار است، به‌طوری‌که میزان فعالیت ضدباکتریایی اسانس در غلظت‌های پایین اکسیژن بیشتر می‌شود (Paster, Menashero, Ravid, & Juven, 1995). Atrass, El-Mogy, Aboul-Anean, و Alsanis (2010) بود. شاخص شمارش کلی هویج‌های رنده‌شده در روزهای ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری نداشتند اما نسبت به سایر روزها اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) مشاهده شد (جدول ۲). شاخص ذکرشده با گذشت زمان افزایش نشان داد به‌طوری‌که بالاترین میزان در روز ۱۲ و پایین‌ترین میزان مربوط به روزهای ۱ و ۳ بود. اثر متقابل پوشش و زمان بر شمارش کلی هویج رنده‌شده در جدول (۴) نشان داد که شاخص شمارش کلی برای تمام نمونه‌ها به‌غیر از نمونه شاهد و پوشش کیتوزان ۱/۵ درصد که در طی روزهای ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری نداشتند. در سایر نمونه‌ها تا روز ۶

منابع

- بهرامیان، ف. و جوانمرد، م. (۱۳۸۹). ماندگاری برش‌های خربزه پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر در شرایط سرد. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، ۵(۲)، ۵۳-۶۲.
- جعفرسواره، ش.، الهامی راد، ا.، خلیلی، م.، و نورمعبودی، م. (۱۳۹۰). اسفند. *ارزیابی تاثیر دو روش بلانچینگ بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب هویج طی دوره نگهداری در یخچال*. ارائه شده در همایش ملی صنایع غذایی https://www.civilica.com/Paper-GHOCHANFOOD01-GHOCHANFOOD01_257.html
- حسینی، س.، رضوی، س.، و موسوی، س. (۱۳۸۸). بررسی خواص فیزیکی، مکانیکی، ضدباکتریایی و ریزساختاری فیلم‌های خوراکی تولیدشده از کیتوزان محتوی اسانس‌های آویشن و دارچین. *فراوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱(۲)، ۴۷-۶۸.
- فلاحی، ا.، غیاثوند، ع.، ابراهیم‌زاده، ف.، و خلخال‌راد، ا. (۱۳۹۲). بررسی میزان ویتامین ث، اسیدهای آلی، ترکیبات فرار و معطر میوه سیب (Malus domestica Borkh) ارقام زرد و قرمز لبنانی در استان لرستان. *یافته*، ۱۵(۲)، ۵-۱۴.
- فینی‌دخت، س.، اصغری، م.، و شیرزاد، ح. (۱۳۹۱). تاثیر کاربرد کیتوزان و کلرورکلسیم بر کاهش پوسیدگی پس از برداشت و تغییر ویژگی‌های کیفی گیلاس رقم سیاه مشهد. *نشریه علوم باغبانی*، ۲۶(۴)، ۳۷۸-۳۸۴. doi:<https://doi.org/10.22067/jhort4.v0i0.18224>
- کبیری‌رئیس‌آباد، م.، محمدی‌شریف، م.، و کبیری‌نسب، م. (۱۳۹۳). اثرات زیستی اسانس پوست میوه چند گونه مرکبات روی شپشه‌ی آرد Tribolium confusum Duval (Coleoptera: Tenebrionidae). *مطالعات حفاظت گیاهان*، ۲۸(۱)، ۱۱۵-۱۲۴. doi:<https://doi.org/10.22067/jpp.v28i1.36050>
- محبوبی، م.، فیض‌آبادی، م.، حقی، ق.، و حسینی، ح. (۱۳۸۷). مطالعه خاصیت ضد میکروبی و ترکیب شیمیایی اسانس لعل کوهستان (Oliveria decumbens Vent.). *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۲۴(۱)، ۵۶-۶۵.
- محمدحسینی، ز.، هاشمی، م.، محمدی، ع.، بدیعی، ف.، عشقی، س.، صومعه، ک.، ا.، و قناتی، ک. (۱۳۹۲). بررسی ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پرتقال تامسون ناول طی نگهداری در انبار. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، ۱۱(۱)، ۲۰۹-۲۱۷.
- مظفریان، و. ا. (۱۳۷۸). فلور خوزستان: مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام خوزستان.
- Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., & Viñas, I. (2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 123(1), 121-129. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.12.013>
- Alasalvar, C., Al-Farsi, M., Quantick, P. C., Shahidi, F., & Wiktorowicz, R. (2005). Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. *Food Chemistry*, 89(1), 69-76. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.013>
- Amin, G., Sourmaghi, M. H. S., Zahedi, M., Khanavi, M., & Samadi, N. (2005). Essential oil composition and antimicrobial activity of Oliveria decumbens. *Fitoterapia*, 76(7), 704-707. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.06.009>
- Ansorena, P., Zuzuarregui, A., Pérez-Lorenzo, E., Mujika, M., & Arana, S. (2011). Comparative analysis of QCM and SPR techniques for the optimization of immobilization sequences. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 155(2), 667-672. doi:<https://doi.org/10.1016/j.snb.2011.01.027>
- AOAC. (1990). Association of Official Analytical Chemists. Chemical compositions, nutritional properties and volatile compounds of guddaim (Grewia Tenax. Forssk) Fiori Fruits. In.
- Ardakani, M. D., Mostofi, Y., & Hedayatnejad, R. (2010). Study on the effects of chitosan in preserving some qualitative factors of table grape (*Vitis vinifera*). *Acta Horticultura*, 877, 739-742. doi:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.877.97>
- Atres, A., El-Mogy, M. M., Aboul-Anean, H. E., & Alsanis, B. W. (2010). Improving Strawberry Fruit Storability by Edible Coatings a Carrier of Thymol or Calcium Chloride. *Horticultural Science & Ornamental Plants*, 2, 88-97.

- Ayhan, Z., Esturk, O., & TAŞ, E. (2008). Effect of modified atmosphere packaging on the quality and shelf life of minimally processed carrots. *Turkish Journal of Agriculture*, 32, 57-62.
- Ayranci, E., & Tunc, S. (2004). The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, 87(3), 339-342. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.12.003>
- Bahramian, F., & Javanmard, M. (2010). Shelf-life stability of fresh-cuts melon coated with whey protein stored at low temperatures. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 5(2), 53-62. (in Persina)
- Batu, A., & Thompson, K. (1998). Effects of Modified Atmosphere Packaging on Post Harvest Qualities of Pink Tomatoes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 365-372.
- Becaro, A., Puti, F., Panosso, A., Gern, J., Brandão, H., Correa, D., & Ferreira, M. (2016). Postharvest quality of fresh-cut carrots packaged in plastic films containing silver nanoparticles. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 637-649. doi:<https://doi.org/10.1007/s11947-015-1656-z>
- Burdon, J., McLeod, D., Lallu, N., Gamble, J., Petley, M., & Gunson, A. (2004). Consumer evaluation of "Hayward" kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biology and Technology*, 34(3), 245-255. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.04.009>
- Chien, P.-J., Sheu, F., & Yang, F.-H. (2007). Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 225-229. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.09.022>
- Denoya, G. I., Vaudagna, S. R., & Polenta, G. (2015). Effect of high pressure processing and vacuum packaging on the preservation of fresh-cut peaches. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1, Part 2), 801-806. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.036>
- Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K., & Jiang, Y. (2004). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Journal of Food Engineering*, 64(3), 355-358. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.11.003>
- Falahi, E., Ghiasvand, A., Ebrahimzadeh, F., & Khalkhali Rad, A. H. (2013). The determination of vitamin C, organic acids, phenolic compounds concentration of Red and Golden delicious apple grown in Lorestan province. *scientific magazine yafte*, 15(2), 5-14. (in Persina)
- Finidokht, S. R., Asghari, M. R., & Shirzad, H. (2012). Effect of Chitosan and Calcium Chloride to Reduce Postharvest Rot and Different Quality Attributes on Siah mashhad Sweetcherry. *Journal of Horticulture Science*, 26(4), 378-384. doi:<https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.18224> (in Persina)
- Garcia, C. V., Quek, S.-Y., Stevenson, R. J., & Winz, R. A. (2012). Kiwifruit flavour: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 24(2), 82-91. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.08.012>
- Gol, N. B., Patel, P. R., & Rao, T. V. R. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 185-195. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.008>
- Hosseini, S. M. H., Razavi, S. H., & Mousavi, S. M. A. (2009). Studies on physical, mechanical, antibacterial and microstructural properties of chitosan edible films containing thyme and cinnamon essential oils. *Electronic Journal of Food Processing and Preservation*, 1(2), 47-68. (in Persina)
- Jafar Savareh, S., Elhamirad, A. H., Khalili, M., & Nurmabudi, M. (2012, March). *Evaluation of the effect of two blanching methods on the antioxidant activity of carrot juice during refrigerated storage*. Paper presented at the 1nd National Conference on Food Industries Islamic Azad University - Quchan Branch. https://www.civilica.com/Paper-GHOCHANFOOD01-GHOCHANFOOD01_257.html (in Persina)
- Kabiri Raisabbad, M., Mohammadi Sharif, M., & Kabirinasab, M. (2014). Biological Effects of Citrus Peels Essential Oils Against Confused Flour Beetle, *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Plant Protection*, 28(1), 115-124. doi:<https://doi.org/10.22067/jpp.v28i1.36050> (in Persina)
- Khumalo, N. P. (2006). *Factors affecting post-storage quality of 'Nules Clemantine' mandarin fruit with special reference to rind breakdown*. (mastre's thesis), University of Stellenbosch, Retrieved from <http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/1944>

- Kim, S. A., & Rhee, M. S. (2015). Synergistic antimicrobial activity of caprylic acid in combination with citric acid against both *Escherichia coli* O157:H7 and indigenous microflora in carrot juice. *Food Microbiology*, 49, 166-172. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.02.009>
- Klaiber, R. G., Baur, S., Wolf, G., Hammes, W. P., & Carle, R. (2005). Quality of minimally processed carrots as affected by warm water washing and chlorination. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6(3), 351-362. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.03.002>
- Larsen, H., & Wold, A.-B. (2016). Effect of modified atmosphere packaging on sensory quality, chemical parameters and shelf life of carrot roots (*Daucus carota* L.) stored at chilled and abusive temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 114, 76-85. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.014>
- Li, P., & Barth, M. M. (1998). Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. *Postharvest Biology and Technology*, 14(1), 51-60. doi:[https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00020-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00020-9)
- López-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., & Artés, F. (2005). Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. *Postharvest Biology and Technology*, 37(2), 174-185. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.04.003>
- Mahboubi, M., Feizabadi, M. M., Haghi, G., & Hosseini, H. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of essential oil from *Oliveria decumbens* Vent. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 24(1), 56-65. (in Persina)
- Manjunatha, M., & Anurag, R. K. (2012). Effect of modified atmosphere packaging and storage conditions on quality characteristics of cucumber. *Food Science and Technology*, 51, 3470-3475. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-012-0840-7>
- Manthe, B., Schulz, M., & Schnabl, H. (1992). Effects of salicylic acid on growth and stomatal movements of *Vicia faba* L: evidence for salicylic acid metabolism. *Journal of Chemical Ecology*, 18, 1525-1539. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00993226>
- Mohammad hosseini, Z., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badie, F., Eshghi, S., Ahmadi, K., & Ghanati, K. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of Thomson navel orange during storage. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(1), 209-217. (in Persina)
- Mozaffarian, V. (1999). Flora of Khuzestan. *Khuzestan Province, Animal Affairs and Natural Resources Research Center Publications, Iran*. (in Persina)
- Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U. Z. I., & Juven, B. (1995). Antifungal Activity of Oregano and Thyme Essential Oils Applied as Fumigants Against Fungi Attacking Stored Grain. *Journal of Food Protection*, 58(1), 81-85. doi:<https://doi.org/10.4315/0362-028X-58.1.81>
- Perdones, A., Sánchez-González, L., Chiralt, A., & Vargas, M. (2012). Effect of chitosan-lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 70, 32-41. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.04.002>
- Quitão-Teixeira, L. J., Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Mota-Ramos, A., & Martín-Belloso, O. (2009). Comparative study on antioxidant properties of carrot juice stabilised by high-intensity pulsed electric fields or heat treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(15), 2636-2642. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.3767>
- Rabea, E. I., Badawy, M. E.-T., Stevens, C. V., Smaghe, G., & Steurbaut, W. (2003). Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. *Biomacromolecules*, 4, 1457-1465. doi:<https://doi.org/10.1021/bm034130m>
- Rahman, S. M. E., Jin, Y.-G., & Oh, D.-H. (2011). Combination treatment of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to ensure microbial safety, shelf-life and sensory quality of shredded carrots. *Food Microbiology*, 28(3), 484-491. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.10.006>
- Rocha, A. M. C. N., Ferreira, J. F. F. C., Silva, Â. M. M., Almeida, G. N., & Morais, A. M. M. B. (2007). Quality of grated carrot (var. Nantes) packed under vacuum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(3), 447-451. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.2723>

- Sánchez-González, L., Vargas, M., González-Martínez, C., Chiralt, A., & Cháfer, M. (2011). Use of essential oils in bioactive edible coatings. *Food Engineering Reviews*(3), 1-16. doi:<https://doi.org/10.1007/s12393-010-9031-3>
- Sandhya. (2010). Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT - Food Science and Technology*, 43(3), 381-392. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.018>
- Shin, Y., Liu, R. H., Nock, J. F., Holliday, D., & Watkins, C. B. (2007). Temperature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoid concentrations, and antioxidant activity of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 45(3), 349-357. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.03.007>
- Simões, A. D. N., Tudela, J. A., Allende, A., Puschmann, R., & Gil, M. I. (2009). Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks. *Postharvest Biology and Technology*, 51(3), 364-370. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.08.012>
- Srinivasan, D., Nathan, S., Suresh, T., & Lakshmana Perumalsamy, P. (2001). Antimicrobial activity of certain Indian medicinal plants used in folkloric medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 74(3), 217-220. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00345-7](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00345-7)
- Ullsten, N. H., & Hedenqvist, M. S. (2003). A new test method based on head space analysis to determine permeability to oxygen and carbon dioxide of flexible packaging. *Polymer Testing*, 22(3), 291-295. doi:[https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(02\)00101-0](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(02)00101-0)
- Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V. D., & Moldão-Martins, M. (2013). Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 52(2), 80-92. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.004>
- Zhuang, R.-y., & Huang, Y.-w. (2003). Influence of hydroxypropyl methylcellulose edible coating on fresh-keeping and storability of tomato. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, 4, 109-113. doi:<https://doi.org/10.1007/BF02841088>

The Effects of *Oliveria decumbens* Essential Oil and Chitosan on Physicochemical, Microbial and Sensory Characteristics of Grated Carrots in Polypropylene Packaging under Modified Atmosphere during Storage

Atoosa Mogharabi¹, Nafiseh Zamindar^{2*}, Elham Khosravi³, Zahra Ghorbani¹

1- M.Sc. Graduated, Department of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

* Corresponding author (n.zamindar@khuif.ac.ir)

3- Instructor, Department of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Abstract

Reduction of food waste is the top priority for the food industry. The purpose of this study was to evaluate the effect of *oliveria decumbens* essential oils (EOs) and chitosan on physicochemical and microbial characteristics of grated carrots during storage. Grated carrots (control and coated) weighed and packed in polypropylene packages under the modified atmosphere and stored at 4 °C for 12 days. Color, acid ascorbic and TSS, acidity, pH, CO₂ (in 3 replications) and the total counts, mold, yeast (in 2 replications) were determined in a factorial experiment using a completely randomized design. The treatments included: control, 1.5% chitosan, 150 μL *oliveria decumbens* (EOs), 250 μL *oliveria decumbens*, 1.5% chitosan and 150 μL *oliveria decumbens* (EOs), 1.5% chitosan and 250 μL *oliveria decumbens* (EOs). Experiments were performed on days 1, 3, 6, 9 and 12. The results showed the level of acidity, carotenoid and acid ascorbic, the amount of L* and sensory (color, quality, flavor, odor) scores reduced during the time. By contrast, the level of pH, weight loss, the amount of a*, b*, CO₂ and TSS increased. The level of total counts increased ($P < 0.05$) but no evidence of yeast and mold growth was observed. Therefore, *oliveria decumbens* essential oil and chitosan had a significant effect on improving the properties of grated carrots under modified atmosphere during cold storage.

Keywords: Chitosan, Modified atmosphere, *Oliveria decumbens* essential oil, Polypropylene