



## Effect of Edible Coatings of Alginate and *Oliveria decumbens* Essential Oil on Physicochemical, Microbial and Sensory Properties of Grated Carrots During Shelf Life

A. Hosseini<sup>1</sup>, N. Zamindar<sup>ID 2\*</sup>, Y. Esmaeili<sup>ID 3</sup>

1, 2 and 3- Graduated Master, Associate Professor and Graduated Master, Department of Food Science and Technology, College Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, respectively.  
(\*- Corresponding Author Email: [n.zamindar@khuisf.ac.ir](mailto:n.zamindar@khuisf.ac.ir))

### How to cite this article:

Received: 2022.10.05  
Revised: 2022.11.16  
Accepted: 2022.12.05  
Available Online: 2022.12.07

Hosseini, A., Zamindar, N., & Esmaeili, Y. (2023). Effect of edible coatings of alginate and *Oliveria decumbens* essential oil on physicochemical, microbial and sensory properties of grated carrots during shelf life. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 19(5), 675-692. (In Persian with English abstract).  
<https://doi.org/10.22067/ifstrj.2022.78868.1207>

### Introduction

Today, carrots are widely used in freshly cut products, including ready to eat salads, however, its shelf life is reduced due to the damage caused on the texture of the product which accelerate the reduction of nutritional value as well as the growth of microorganisms, (Azizian *et al.*, 2020). To increase the shelf life of freshly cut products, it is recommended to use coatings on the surface of these products. Alginate is a hydrophilic biopolymer and having unique colloidal characteristics, it demonstrates a suitable coating function. Olivas *et al.* (2008) showed that by coating fresh apple slices with alginate and antimicrobial agents increased the shelf life of apple and decreased weight loss. Among the native plants of Iran, we can mention the *Oliveria* plant, which belongs to the Amblifra family. The aerial parts of this plant have a significant amount of essential oils (EOs). Researches by Amin *et al.* (2005) on the antimicrobial properties of *Oliveria* essential oils have shown a broad-spectrum antimicrobial activity against all studied organisms, and this effect is comparable to that of commercial antibiotics. Packaging with modified atmosphere is one of the best ways to increase the shelf life of fruits and vegetables. The purpose of this study was to investigate the effect of alginate and *Oliveria* essential oils on the physicochemical and microbial characteristics of grated carrots in polypropylene packages with modified atmosphere during storage.

### Methods

Essential oil of *Oliveria* plant was extracted, dehydrated by sodium sulfate and placed in sealed glass container and stored at 4°C until using. Carrots prepared from Wilmoren cultivar. An industrial crusher crushed the carrots, and samples were coated by treatment solutions. Two treatments of coating were prepared, one as control with 0% and the other one with 1.5% alginate with stirring and moderate heat (50-60°C) (Lu *et al.*, 2009). Then the *Oliveria* EO was added to the alginate solution at the specified concentration. The resulting solution was deaerated at 25°C.

- T1: control sample (without coating)
- T2: 1.5% alginate
- T3: 150 ppm *Oliveria* EO
- T4: 250 ppm *Oliveria* EO
- T5: 1.5% alginate and 150 ppm of *Oliveria* EO



T6: 1.5% alginate and 250 ppm of *Oliveria* EO

After weighing (250 g), the grated carrots (control and coated) were placed in 10 g polypropylene packages of suitable food grade in dimensions of 50 × 190 × 144 cm and the package was injected with 5% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub> and 90% N<sub>2</sub>. The packages were then stored in the refrigerator for 12 days at 4±1°C. All experiments were performed on days 1, 3, 6, 9, and 12.

### Evaluation of Chemical, Microbial and Sensory Characteristics

A pH meter used for pH determination (Rad *et al.*, 2020). The acidity measured based on Rocha *et al.* (2007) method.

The weight was reported using pre and post-storage weight. The carotenoid concentration calculated by Rocha *et al.* (2007) method. Total soluble solids determined by refractometer (Rad *et al.*, 2020). Ascorbic acid content measured by Falahi *et al.* (2013) method. The L\*, a\*, b\* and WI (white index) indicators of grated carrots evaluated by Hunter lab system. A 5-point hedonic test was used to assess sensory attributes (Ajnevardi *et al.*, 2002). The internal gas concentration evaluated by Ullsten & Hedenqvist (2003) method. Total count microorganisms, mold, and yeast were counted according to the method of Azizian *et al.* (2020).

### Data Analysis

This study was conducted in a completely randomized design with factorial form to investigate the effect of independent variables of type of alginate coating (2 levels), essential oil (3 levels) and time (5 levels) on the physicochemical properties of grated carrots (3 replications) and total counting, mold and yeast (2 replications). Mean comparison was performed using LSD test at 5% probability level and SPSS software was used to statistically analyze data.

### Result

The results showed that the level of acidity, carotenoid and acid ascorbic, the amount of L\* and sensory (color, quality, flavor, odor) scores reduced during time. By contrast the level of pH, weight loss, the amount of a\*, b\*, CO<sub>2</sub>, TSS and total counts increased ( $P<0.05$ ). Also, with increasing the concentration of essential oils and alginates, the amount of acidity, carotenoids, ascorbic acid, L\* increased and pH, weight loss, TSS, a\*, b\*, CO<sub>2</sub> and total count decreased ( $P<0.05$ ). *Escherichia coli*, mold and yeast count of the samples did not show any growth from the mentioned treatments until the 12<sup>th</sup> day. Overall, the *Oliveria* essential oil and alginate were effective in improving the properties of grated carrots under the modified atmosphere during storage.

### Conclusion

The study showed that *Oliveria* EO and alginate added to grated carrots in modified atmosphere packaging during storage was effective in reducing respiration, water loss, microbial load and increased the shelf life. Treatment containing 1.5% alginate and 250 ppm *Oliveria* EO showed the best chemical, microbial and sensory characteristics. The results indicated that by packing under modified atmosphere and coating by alginate and *Oliveria* EO, a new carrot product provided to the market with maintaining durability and quality characteristics during storage.

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

## مقاله پژوهشی

جلد ۱۹، شماره ۵، آذر- دی ۱۴۰۲، ص. ۶۹۲-۶۷۵

# اثر پوشش خوراکی آلژینات و اسانس لعل کوهستان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی هویج رنده‌شده طی زمان ماندگاری

علی حسینی<sup>۱\*</sup> - نفیسه زمین‌دار<sup>۲\*</sup> - یاسمن اسمعیلی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴

### چکیده

تلاش برای کاهش ضایعات غذایی اولویت صنعت غذا است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر پوشش آلژینات و اسانس لعل کوهستان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی هویج رنده‌شده در طول انبارداری بود. هویج‌های رنده‌شده (شاهد و پوشش‌دهی شده) پس از توزین تحت اتمسفر اصلاح‌شده در بسته‌های پلی‌پروپیلنی بسته‌بندی و به مدت ۱۲ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. به‌این‌منظور، آزمون‌های رنگ، اسید آسکوربیک و مواد جامد محلول کل، اسیدیته، pH، دی‌اکسیدکربن، کاهش وزن و کاروتنوئید (۳ تکرار) و شمارش کلی و کپک مخمر (۲ تکرار) در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل با ۶ تیمار با آلژینات ۱/۵ درصد و غلظت‌های مختلف اسانس لعل کوهستان (۱۵۰ و ۲۵۰ ppm) و نمونه‌برداری در 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، کاهش وزن، مقادیر  $a^*$ ،  $b^*$ ، گاز دی‌اکسیدکربن، مواد جامد محلول کل و شمارش کلی افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). همچنین با افزایش غلظت اسانس و آلژینات، میزان اسیدیته، کاروتنوئید، اسید آسکوربیک،  $L^*$  افزایش و مقادیر pH، کاهش وزن، مواد جامد،  $a^*$ ،  $b^*$ ، کربن دی‌اکسید و شمارش کلی کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). نتایج حاصل از شمارش کپک و مخمر نمونه‌ها هیچ‌گونه رشدی از شاخص‌های مذکور تا روز ۱۲ را نشان نداد. در مجموع اسانس لعل کوهستان و آلژینات بر بهبود ویژگی‌های هویج رنده‌شده تحت اتمسفر اصلاح‌شده در طول انبارداری مؤثر بود.

**واژه‌های کلیدی:** آلژینات، اتمسفر اصلاح‌شده، اسانس لعل کوهستان، پلی پروپیلن

### مقدمه

استفاده از پوشش خوراکی محافظ بر روی این محصولات می‌تواند سبب افزایش ماندگاری آنها گردد (Esmaili et al., 2021). آلژینات یک بیوپلیمر آب‌دوست است و با دارا بودن خواص کلوئیدی منحصر به فرد، عملکرد پوششی مناسبی را نشان می‌دهد (Acevedo et al., 2010). از جمله خواص کاربردی آلژینات می‌توان به قابلیت تشکیل ژل، افزایش استحکام بافت‌ها، پایدار کنندگی، قابلیت تشکیل فیلم و پوشش خوراکی و همچنین حفظ ظرفیت نگهداری آب، محافظت در برابر فساد میکروبی و مقاومت در برابر اکسیداسیون اشاره کرد (Cho

افزایش مصرف یوه و سبزی‌ها در رژیم‌های غذایی توصیه می‌شود؛ هویج یکی از مهم‌ترین سبزی‌ها در سراسر جهان است. امروزه از هویج در تهیه فراورده‌های تازه برش‌خورده از جمله در تهیه سالادهای آماده استفاده فراوانی می‌شود، ولی آسیب رسیدن به بافت محصول و تسریع در کاهش ارزش غذایی و همچنین رشد میکروب‌ها سبب کاهش مدت ماندگاری آن شده است (Zamindar et al., 2020). مطالعه‌های قبلی عمر مفید هویج‌های با حداقل فراوری را ۴ الی ۵ روز نشان دادند (Ayhan et al., 2008).

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

(\* - نویسنده مسئول: Email: [n.zamindar@khuisf.ac.ir](mailto:n.zamindar@khuisf.ac.ir))

۳: اسانس لعل کوهستان ۱۵۰ ppm

۴: اسانس لعل کوهستان ۲۵۰ ppm

۵: آلزینات ۱/۵ درصد و اسانس لعل کوهستان ۱۵۰ ppm

۶: آلزینات ۱/۵ درصد و اسانس لعل کوهستان ۲۵۰ ppm

## مواد و روش‌ها

### جمع‌آوری گیاه لعل کوهستان

گیاه لعل کوهستان از منطقه کازرون (استان فارس) تهیه گردید. پس از خشک کردن گیاه، با دستگاه کلونجر به مدت ۶ ساعت از اندام هوایی گیاه اسانس‌گیری شد. سپس از اسانس جمع‌آوری شده توسط سولفات سدیم خشک (Sigma، ساخت آلمان) آب‌گیری شد. در نهایت در ظرف شیشه‌ای غیرقابل نفوذ قرار داده و تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (Mogharabi et al., 2020).

### آماده‌سازی هویج

ضد عفونی هویج‌های تهیه شده (رقم ویلمورن) با محلول ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم (Merck، ساخت آلمان) به مدت ۱ دقیقه انجام گردید و ۲ بار با آب سرد برای زدودن گل‌ولای شسته شدند. هویج‌ها، سرزنی و پوست‌گیری شد و به وسیله خردکن صنعتی (fam، مدل fv-2d Corporations، ساخت بلژیک) عمل خرد کردن هویج‌ها (ضخامت ۲/۵ میلی‌متر و قطر ۴۰ میلی‌متر) انجام شد و هویج‌های رنده شده پس از جداسازی آب سطحی به وسیله سانتریفیوژ (Nuve، ساخت ترکیه)، در محلول تیمارهای مورد آزمایش قرار گرفتند (Mogharabi et al., 2020).

### آماده‌سازی محلول آلزینات

محلول آلزینات (Sigma، ساخت آمریکا) در دو غلظت ۰ و ۱/۵ درصد وزنی-حجمی همراه با هم زدن در آب مقطر به عنوان حلال و با گرمای ملایم (۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد) تهیه گردید (Lu et al., 2009) و برای جلوگیری از شکنندگی به آن ۲ درصد وزنی-حجمی گلیسرول (Sigma، ساخت آمریکا) اضافه شد (Rojas-Graü et al., 2007). جهت یکنواخت‌سازی آن از یک همزن مغناطیسی (Heidolph، ساخت آلمان) استفاده شد (Lu et al., 2009). سپس اسانس لعل کوهستان با غلظت‌های تهیه شده به محلول آلزینات اضافه شد و با استفاده از مخلوط کن (Heidolph، ساخت آلمان) با سرعت ۷۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱/۵ دقیقه به طور یکنواخت توزیع گردید. محلول تشکیل شده تحت خلا در ۲۵ درجه سانتی‌گراد هواگیری شد. ۲۵۰ گرم هویج رنده شده به مدت ۲ دقیقه داخل محلول با غلظت

(Dreher, 2001 & Olivas et al., 2008). اولیوز و همکاران (Olivas et al., 2008) با پوشش دهی برش‌های تازه سیب غوطه ور شده در محلول کلرید سدیم خوراکی توسط آلزینات و عوامل ضد میکروبی مشاهده نمودند که آلزینات سبب طولانی‌تر شدن مدت ماندگاری برش‌های سیب و کاهش افت وزن آن نسبت به نمونه شاهد در طول مدت نگهداری شد. تلاش برای یافتن عوامل ضد میکروبی جدید با ظهور سویه‌های مقاوم به داروهای شیمیایی ضروری می‌باشد (Srinivasan et al., 2001). از جمله گیاهان بومی ایران می‌توان به گیاه لعل کوهستان با جنس *Oliveria* متعلق به خانواده اومبلیفره ۱۱ شماره کرد (Amin et al., 2005). این گیاه در مناطق گرمسیری ایران، سوریه، عراق و جنوب شرق آناتولی رشد می‌کند (Mogharabi et al., 2020). مقدار قابل توجهی اسانس در اندام هوایی این گیاه موجود می‌باشد. این اسانس دارای ۲۳ درصد کارواکرول، ۴۷ درصد تیمول، ۱۸ درصد گاما-ترپینن و ۸/۷ درصد پاراسیمین بوده که سبب اثر ضد میکروبی در برابر قارچ‌ها و باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت می‌باشد (Ghorbani et al., 2020). مطالعه‌های مختلفی روی ترکیب شیمیایی اسانس حاصل از گیاه لعل کوهستان انجام گرفته است. امین و همکاران (Amin et al., 2005). با مطالعه خاصیت ضد میکروبی گیاه لعل کوهستان مشاهده نمودند که اسانس این گیاه، در مقابل همه ارگانوسم‌های مطالعه شده فعالیت ضد میکروبی وسیعی دارد و این اثر با اثر آنتی‌بیوتیک‌های تجاری قابل مقایسه است (Esmaeili et al., 2021). یکی از روش‌های بسیار موثر برای افزایش ماندگاری چنین محصولات فسادپذیری، استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده می‌باشد (Joubling, 2005) در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، تغییر ترکیب گازهای درون بسته شده باعث به حداقل رساندن فعالیت‌های فیزیولوژیکی و فساد محصولات می‌شود. ساندھیا (Sandhya, 2010)، با بررسی بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده برای میوه‌ها و سبزی‌ها مختلف (از جمله هویج، موز، خیار و انگور)، مخلوط گازهای توصیه شده برای افزایش ماندگاری هویج با بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده را ۵ درصد اکسیژن، ۳-۴ درصد دی‌اکسید کربن و ۹۱-۹۲ درصد نیتروژن اعلام نمود (Ghorbani et al., 2021).

با توجه به مطالب گفته شده هدف از این تحقیق بررسی اثر اسانس لعل کوهستان و آلزینات بر ویژگی‌های میکروبی و فیزیکی شیمیایی هویج رنده شده در بسته‌های پلی‌پروپیلنی با اتمسفر اصلاح شده در طول انبارداری می‌باشد که تاکنون در مطالعه دیگری مورد استفاده قرار نگرفته است. نمونه‌های بررسی شده در این پژوهش به شرح زیر بود:

۱: نمونه شاهد (بدون پوشش)

۲: آلزینات ۱/۵ درصد

(Merck، ساخت آلمان) به محلول رویی استخراج شده اضافه و هموژنیزه گردید. برای تهیه ۱۰ میلی لیتر محلول، آب اضافه شد و سانتریفیوژ (۵ دقیقه در ۲۷۰۰ دور در دقیقه) گردید و به وسیله اسپکتروفوتومتر (Milton Roy، ساخت آمریکا) در طول موج ۴۸۰ نانومتر میزان جذب محلول صاف شده اندازه گیری و غلظت کاروتنوئید (برحسب میکروگرم بر لیتر) با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد (Rocha et al., 2007).

$$\frac{A \times V \times 10^4}{A_{10cm}^{1\%} \times P} = \text{کاروتنوئید کل} \quad (3)$$

در رابطه (۳)، A: میزان جذب نمونه، V: حجم کل عصاره (میلی لیتر)، P: وزن نمونه (گرم) و  $A_{10cm}^{1\%}$ : ضریب ثابت مربوط به بتاکاروتن (معادل عدد ۲۵۹۲) می باشد.

### مواد جامد محلول کل

هوای بسته بندی شده به نسبت ۱:۱ با آب مقطر در یک مخلوط کن (Heidolph، ساخت آلمان) به مدت ۱ دقیقه همگن شد. مخلوط حاصل از صافی عبور داده و به مدت ۱ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ (Nuve، ساخت ترکیه) با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس مواد جامد محلول کل با استفاده از دستگاه فراکتومتر (Atago، ساخت ژاپن) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد برحسب درصد بریکس اندازه گیری شد (AOAC, 1990).

### اسید آسکوربیک

تیتراسیون ۱۰ میلی لیتر از محلول صاف شده آب هوای با شناساگر ۶،۲-دی کلروفنل ایندوفنل (Carolina، ساخت آمریکا) تا ظهور رنگ صورتی کم رنگ انجام شد. محتوای اسید آسکوربیک با استفاده از رابطه (۴) بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه گردید (Falahi et al., 2013).

$$\text{اسید آسکوربیک} = \frac{V \times T}{W} \times 100 \quad (4)$$

در رابطه (۴)، V: حجم شناساگر ۶،۲-دی کلروفنل ایندوفنل مورد استفاده در تیتراسیون (میلی لیتر)، T: اکی والان شناساگر ۶،۲-دی کلروفنل ایندوفنل و W: وزن نمونه در حجم محلول تیترا شده (گرم) می باشد.

### شاخص رنگ

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

به دست آمده غوطه ور و پوشش دهی شدند و در نهایت هوایها در آبکش ضد عفونی شده قرار گرفتند تا اضافه آلژینات خارج شود و فرصت داده شد سطح هوایها به وسیله هوا خشک گردد (Mogharabi et al., 2020).

### فرایند بسته بندی

هوای رنده شده (شاهد و پوشش دهی شده) پس از توزین (۲۵۰ گرم) درون بسته های پلی پروپیلنی ۱۰ گرمی با ابعاد  $۱۴۴ \times ۱۹۰ \times ۵۰$  میلی متر قرار گرفتند و در دستگاه بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده (witt-gasetechnik، مدل km100-2mem، ساخت آلمان) تحت تزریق گاز (۵٪ کربن دی اکسید، ۵٪ اکسیژن و ۹۰٪ نیتروژن) در دمای ۱۷۰ درجه سانتی گراد به منظور دوخت حرارتی بسته ها قرار گرفتند. پس از دوخت، بسته ها در دمای  $4 \pm 1$  درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ روز نگهداری و ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میکروبی آنها در طول فرایند ذخیره سازی در روزهای ۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ مورد بررسی قرار گرفت (Ayhan et al., 2008).

### pH و اسیدیته

هوای بسته بندی شده به نسبت ۱:۱ با آب مقطر مخلوط شد و pH آن در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد به وسیله دستگاه pH دیجیتالی (KNICK، ساخت آلمان) اندازه گیری گردید (Rad et al., 2020). پس از رقیق سازی ۲۵ گرم از نمونه هوای با ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر، ۲۵ میلی لیتر از نمونه محلول با هیدروکسید سدیم (Merck، ساخت آلمان) ۰/۱ نرمال تیترا شد (تا رسیدن به  $\text{pH} = 8/3$ ) و میزان اسید آلی قابل تیتراسیون (برحسب درصد اسید مالیک) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید (Rocha et al., 2007).

$$100 \cdot C = \frac{N \times V \times E}{D} \times \quad (1)$$

در رابطه (۱)، C: میزان اسید آلی قابل تیتراسیون (میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)، N: نرمالینه سود مصرفی، V: حجم سود مصرفی، E: اکی والان گرم اسید مالیک و D: حجم نمونه (میلی لیتر) می باشد.

### کاهش وزن

با استفاده از وزن قبل و بعد از ذخیره سازی درصد کاهش وزن در هر تیمار بر اساس رابطه (۲) محاسبه گردید (Becaro et al., 2016).

$$100 \times \frac{\text{وزن بعد از ذخیره سازی} - \text{وزن قبل از ذخیره سازی}}{\text{وزن قبل از ذخیره سازی}} = \text{افت وزن} \quad (2)$$

### کاروتنوئید

پس از رقیق شدن ۱۰ گرم هوای در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر، ۱۰ میلی لیتر از مخلوط به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۲۷۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (Nuve، ساخت ترکیه) شد. سپس ۸ میلی لیتر استون

$$WI = \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (5)$$

## نتایج و بحث

### نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

#### pH و اسیدیته

میزان pH، معرف قلیایی و یا اسیدی بودن سبزیجات و میوه‌ها است (Mogharabi et al., 2020). نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-زمان، پوشش-زمان بر تغییرات اسیدیته معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ). همچنین اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات pH معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ). pH با گذشت زمان روندی صعودی و اسیدیته روندی نزولی ( $P < 0/01$ ) داشت (جدول ۱) که با فرآیند رسیدن میوه‌ها و سبزیجات و افزایش pH مطابقت داشت. علت کاهش اسیدیته و افزایش pH در زمان نگهداری را بدین گونه شرح می‌دهند که اسیدهای آلی در طی نگهداری به دلیل مصرف آن‌ها در جریان تنفس کم می‌شوند و روند نزولی پیدا می‌کنند (Babalar et al., 2015).

اثر متقابل اسانس، آلزینات و زمان بر pH و اسیدیته هویج رنده‌شده نشان داد که در تمامی تیمارها با افزایش غلظت آلزینات، میزان اسیدیته افزایش و میزان pH کاهش معنی‌داری پیدا کرد ( $P < 0/01$ ). همچنین در تمامی تیمارها نمونه‌های حاوی اسانس لعل کوهستان نسبت به نمونه‌های فاقد اسانس، میزان pH کاهش معنی‌داری پیدا کرد ( $P < 0/01$ ). به گونه‌ای که در روز ۱۲ نگهداری بیشترین میزان اسیدیته و کمترین میزان pH در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵ درصد آلزینات و کمترین میزان اسیدیته و بیشترین میزان pH در نمونه شاهد گزارش شد ( $P < 0/01$ ). به عبارتی، نمونه‌های ترکیبی نسبت به نمونه‌هایی که به تنهایی استفاده شدند سطح بیشتری از اسیدیته و سطح کمتری از pH را دارا بودند و در حفظ مقدار اسیدیته هویج‌های رنده شده موثرتر بودند. در حقیقت، استفاده از پوشش خوراکی به دلیل ویژگی سدی آنها در برابر گازها می‌تواند با کاهش نرخ تنفس میزان مصرف اسیدهای آلی را کاهش دهد. نتایج حاصل از این بررسی با نتایج گل و همکاران (Gol et al., 2013) و مقربی و همکاران (Mogharabi et al., 2020) مطابقت دارد.

نتایج به دست آمده از اسیدیته با نتایج حاصل از محتوای pH هویج رنده شده در روزهای مختلف نگهداری مطابقت داشت و نشان می‌دهد که همبستگی منفی میان دو فاکتور اسیدیته و pH در هویج‌های رنده شده وجود داشت، به گونه‌ای که کاهش اسیدیته منجر به افزایش pH در نمونه‌ها شد.

#### ارزیابی حسی

ارزیاب‌های حسی نمونه‌های کدگذاری شده با اعداد تصادفی سه‌رقمی را از نظر ویژگی‌های رنگ، عطر، طعم و مقبولیت عمومی ارزیابی کردند. در این ارزیابی از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای (امتیاز ۵ برای ویژگی بسیار عالی و امتیاز ۱ برای ویژگی ضعیف) استفاده شد (Badi et al., 2021).

#### تغییرات اتمسفر گاز بسته در طول زمان

غلظت گاز درون بسته با استفاده از دستگاه آنالایزر گاز (Mecca، ساخت فرانسه) به روش Ullsten و Hedenqvist (Ullsten et al., 2003) اندازه‌گیری گردید.

#### تعیین بار میکروبی

شمارش کلی و کپک و مخمر به منظور تعیین فلور میکروبی برش‌های هویج تعیین شدند. ۱۰ گرم نمونه هویج از هر بسته تحت شرایط بهداشتی برداشته و با ۹۰ میلی‌لیتر آب پیتون استریل (Merck، ساخت آلمان) همگن شد و رقت‌های موردنظر 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 کره‌جنوبی) نگهداری شدند. از محیط کشت پلیت کانت آگار<sup>۱</sup> (Merck، ساخت آلمان) و نگهداری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز برای شمارش کلی و محیط کشت یست گلوکز کلرامفنیکل آگار<sup>۲</sup> و نگهداری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز (Merck، ساخت آلمان) برای کپک‌ها و مخمرها استفاده شد (Zamindar et al., 2020).

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل برای بررسی اثر متغیرهای مستقل نوع پوشش آلزینات (۲ سطح: ۰ و ۱/۵ درصد)، اسانس (۳ سطح: ۰، ۱۵۰، و ۲۵۰ ppm) و زمان (۵ سطح: روزهای ۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (۳ تکرار) و خصوصیات میکروبی هویج رنده‌شده (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.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر زمان بر خواص فیزیوشیمیایی و شمارش کلی در هویج رنده شده

Table 1- Mean comparison of Alginate and *Oliveria decumbens* Essential Oil on physiochemical properties and total count of grated carrot

پارامتر Parameters	زمان (روز) Day				
	1	3	6	9	12
pH	6.22± 0.00 <sup>e</sup>	6.31± 0.02 <sup>d</sup>	6.41± 0.08 <sup>c</sup>	6.49± 0.15 <sup>b</sup>	6.55± 0.19 <sup>a</sup>
اسیدیته (درصد) Acidity(%)	2.59± 0.01 <sup>a</sup>	2.44±0.04 <sup>b</sup>	2.23±0.13 <sup>c</sup>	1.95± 0.17 <sup>d</sup>	1.55±0.22 <sup>e</sup>
کاهش وزن (درصد) Weight loss (%)	0.00± 0.00 <sup>e</sup>	0.61± 0.23 <sup>d</sup>	1.04±0.47 <sup>c</sup>	2.14±0.91 <sup>b</sup>	2.92± 0.98 <sup>a</sup>
کاروتنوئید(میکروگرم بر لیتر) Carotenoid (mg/l)	35.84± 0.00 <sup>a</sup>	35.35± 0.18 <sup>b</sup>	34.84± 0.33 <sup>c</sup>	34.29±0.50 <sup>d</sup>	33.86±0.82 <sup>e</sup>
مواد جامد محلول کل (درصد) Total soulable solid (%)	8.60± 0.00 <sup>e</sup>	8.89± 0.07 <sup>d</sup>	9.26± 0.21 <sup>c</sup>	10.33± 0.28 <sup>b</sup>	11.36±0.71 <sup>a</sup>
اسید آسکوربیک (درصد) Ascorbic acid (%)	8.13±0.00 <sup>a</sup>	7.96±0.05 <sup>b</sup>	7.17±0.33 <sup>c</sup>	6.41±0.46 <sup>d</sup>	5.21±0.73 <sup>e</sup>
L*	52.33±0.01 <sup>a</sup>	51.61±0.22 <sup>b</sup>	50.26±0.82 <sup>c</sup>	48.63± 1.30 <sup>d</sup>	47.61±1.33 <sup>e</sup>
b*	35.53± 0.00 <sup>b</sup>	33.49± 0.22 <sup>d</sup>	34.60± 0.63 <sup>c</sup>	35.60±0.75 <sup>b</sup>	37.01± 1.15 <sup>a</sup>
a*	28.32±0.01 <sup>e</sup>	29.37± 0.18 <sup>d</sup>	30.80±0.51 <sup>c</sup>	31.97±0.77 <sup>b</sup>	33.06±1.10 <sup>a</sup>
طعم حسی Taste acceptance	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.98±0.13 <sup>a</sup>	4.42±0.50 <sup>b</sup>	3.07±0.58 <sup>c</sup>	2.20±0.55 <sup>d</sup>
رنگ حسی Color acceptance	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.53±0.50 <sup>b</sup>	3.45±0.50 <sup>c</sup>	2.83±0.42 <sup>d</sup>
عطر حسی Flavor acceptance	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.42±0.50 <sup>b</sup>	2.63±0.49 <sup>c</sup>	2.10±0.57 <sup>d</sup>
مقبولیت Total acceptance	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.55±0.50 <sup>b</sup>	2.87±0.72 <sup>c</sup>	2.35±0.48 <sup>d</sup>
تغییرات دی اکسید کربن (درصد) CO <sub>2</sub> (%)	5.24±0.16 <sup>e</sup>	17.37±0.26 <sup>d</sup>	27.86±0.48 <sup>c</sup>	38.33±0.58 <sup>b</sup>	47.63±0.29 <sup>a</sup>
تغییرات اکسیژن (درصد) O <sub>2</sub> (%)	5.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00± 0.00 <sup>b</sup>	0.00± 0.00 <sup>b</sup>	0.00± 0.00 <sup>b</sup>	0.00± 0.00 <sup>b</sup>
شمارش کلی (لگاریتم واحد تشکیل کلنی/گرم) Total count (Log cfu/g)	0.00± 0.00 <sup>d</sup>	0.00± 0.00 <sup>d</sup>	0.22±0.37 <sup>c</sup>	1.05±0.44 <sup>b</sup>	1.82±0.61 <sup>a</sup>

-اعداد، میانگین ± انحراف معیار هستند

- اعداد با حروف غیرمشابه سبب اختلاف معنی دار از لحاظ آزمون LSD می شود (P ≤ 0.05).

Numbers are mean ± standard deviation (three replicates).

Different letters indicate a significant difference at p<0.05

### کاهش وزن

یکی از مهم ترین اهداف بسته بندی و پوشش دهی کنترل وزن میوه ها و سبزی های تازه می باشد (Larsen & Wold, 2016). نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات کاهش وزن معنی دار بود (P<0/01). اثر متقابل آلژینات، اسانس و زمان بر کاهش وزن هویج رنده شده در جدول ۲ نشان داد که

در تمام نمونه ها در روز اول نگهداری کاهش وزن مشاهده نشد اما با افزایش زمان نگهداری شاخص مذکور افزایش معنی داری پیدا کرد (P<0/01). همچنین در تمامی تیمارها و در تمامی روزهای نگهداری، با افزایش غلظت آلژینات و اسانس لعل کوهستان میزان کاهش وزن افزایش معنی داری یافت (P<0/01)، به گونه ای که بیشترین میزان کاهش وزن در روز ۱۲ نگهداری در نمونه شاهد (۴،۶۳) مشاهده گردید (P<0/01).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل آلژینات، اسانس لعل کوهستان و زمان بر pH، اسیدیته، اسید آسکوربیک، کاهش وزن و مواد جامد محلول هویج رنده شده

Table 2- Mean comparison of Alginate and *Oliveria decumbens* Essential Oil on pH, acidity, ascorbic acid content, total soulable solid and weight loss of grated carrot

غلظت اسانس لعل کوهستان (ppm) <i>Oliveria decumbens</i> Essential Oil (ppm)	غلظت آلژینات (%) Alginate (%)	زمان Day	کاهش وزن Weight loss (%)	اسید آسکوربیک Ascorbic acid (%)	اسیدیته Acidity (%)	pH	مواد جامد محلول Total soulable solid
0	0	1	0.00±0.00 <sup>q</sup>	28.31±0.00 <sup>s</sup>	2.68±0.00 <sup>a</sup>	6.22±0.00 <sup>n</sup>	8.6±0 <sup>a</sup>
		3	0.94±0.02 <sup>k</sup>	29.70±0.07 <sup>o</sup>	2.47±0.01 <sup>b</sup>	6.32±0.01 <sup>m</sup>	8.94±0.02 <sup>a</sup>
		6	1.79±0.01 <sup>h</sup>	31.57±0.41 <sup>h</sup>	2.15±0.01 <sup>i</sup>	6.55±0.01 <sup>c</sup>	9.56±0.02 <sup>a</sup>
		9	3.86±0.03 <sup>b</sup>	33.07±0.02 <sup>c</sup>	1.84±0.02 <sup>n</sup>	6.78±0.03 <sup>b</sup>	10.85±0.04 <sup>a</sup>
		12	4.63±0.03 <sup>a</sup>	34.87±0.04 <sup>a</sup>	1.32±0.01 <sup>r</sup>	6.91±0.02 <sup>a</sup>	12.61±0.82 <sup>a</sup>
		1	0.00±0.00 <sup>q</sup>	28.32±0.00 <sup>s</sup>	2.68±0.00 <sup>a</sup>	6.22±0.00 <sup>n</sup>	8.6±0 <sup>a</sup>
	1.5	3	0.82±0.02 <sup>l</sup>	29.47±0.03 <sup>p</sup>	2.43±0.01 <sup>cd</sup>	6.31±0.01 <sup>m</sup>	8.88±0.16 <sup>a</sup>
		6	1.50±83.01 <sup>i</sup>	31.19±0.38 <sup>j</sup>	2.27±0.07 <sup>g</sup>	6.46±0.01 <sup>gfe</sup>	9.37±0.28 <sup>a</sup>
		9	2.60±2.03 <sup>e</sup>	32.71±0.02 <sup>d</sup>	1.93±0.01 <sup>lm</sup>	6.51±0.02 <sup>dce</sup>	10.47±0.03 <sup>a</sup>
		12	3.49±0.03 <sup>c</sup>	33.87±0.02 <sup>b</sup>	1.53±0.02 <sup>q</sup>	6.55±0.02 <sup>c</sup>	11.55±0.04 <sup>a</sup>
		1	0.00±0.00 <sup>q</sup>	28.32±0.00 <sup>s</sup>	2.68±0.00 <sup>a</sup>	6.22±0.00 <sup>n</sup>	8.6±0 <sup>a</sup>
		3	0.63±0.02 <sup>m</sup>	29.37±0.05 <sup>qp</sup>	2.43±0.02 <sup>cd</sup>	6.33±0.01 <sup>m</sup>	8.9±0.01 <sup>a</sup>
150	0	6	0.95±0.01 <sup>k</sup>	30.89±0.01 <sup>k</sup>	2.24±0.01 <sup>h</sup>	6.39±0.01 <sup>jih</sup>	9.23±0.02 <sup>a</sup>
		9	1.89±0.02 <sup>g</sup>	32.04±0.01 <sup>f</sup>	1.96±0.01 <sup>lk</sup>	6.47±0.01 <sup>dfe</sup>	10.31±0.04 <sup>a</sup>
		12	2.94±0.03 <sup>d</sup>	33.05±0.02 <sup>c</sup>	1.56±0.02 <sup>qp</sup>	6.53±0.01 <sup>dc</sup>	11.32±0.04 <sup>a</sup>
		1	0.00±0.00 <sup>q</sup>	28.31±0.00 <sup>s</sup>	2.68±0.00 <sup>a</sup>	6.22±0.00 <sup>n</sup>	8.6±0 <sup>a</sup>
		3	0.38±0.02 <sup>o</sup>	29.23±91.05 <sup>r</sup>	2.41±0.02 <sup>bc</sup>	6.31±0.01 <sup>ml</sup>	8.88±0.02 <sup>a</sup>
		6	0.65±0.01 <sup>m</sup>	30.46±0.01 <sup>m</sup>	2.26±0.02 <sup>f</sup>	6.36±0.01 <sup>jik</sup>	9.12±0.02 <sup>a</sup>
	1.5	9	1.47±0.01 <sup>i</sup>	31.34±0.04 <sup>i</sup>	1.98±0.01 <sup>g</sup>	6.40±0.01 <sup>jih</sup>	10.12±0.05 <sup>a</sup>
		12	2.03±0.03 <sup>f</sup>	32.29±0.03 <sup>e</sup>	1.57±0.01 <sup>o</sup>	6.42±0.02 <sup>gih</sup>	10.88±0.03 <sup>a</sup>
		1	0.00±0.00 <sup>q</sup>	28.32±0.00 <sup>s</sup>	2.68±0.00 <sup>a</sup>	6.22±0.00 <sup>n</sup>	8.6±0 <sup>a</sup>
		3	0.56±0.01 <sup>n</sup>	29.26±0.03 <sup>qr</sup>	2.45±0.02 <sup>de</sup>	6.30±0.01 <sup>ml</sup>	8.89±0.01 <sup>a</sup>
		6	0.82±0.03 <sup>l</sup>	30.67±0.02 <sup>l</sup>	2.36±0.01 <sup>gh</sup>	6.39±0.01 <sup>jih</sup>	9.24±0.22 <sup>a</sup>
		9	1.81±0.01 <sup>h</sup>	31.74±0.03 <sup>g</sup>	2.08±0.03 <sup>k</sup>	6.44±0.01 <sup>g</sup>	10.24±0.06 <sup>a</sup>
250	0	12	2.64±0.04 <sup>e</sup>	32.70±0.05 <sup>d</sup>	1.79±0.02 <sup>p</sup>	6.51±0.01 <sup>dce</sup>	11.17±0.05 <sup>a</sup>
		1	0.00±0.00 <sup>q</sup>	28.31±0.00 <sup>s</sup>	2.68±0.00 <sup>a</sup>	6.22±0.00 <sup>n</sup>	8.6±0 <sup>a</sup>
		3	0.31±0.00 <sup>p</sup>	29.20±0.01 <sup>r</sup>	2.47±0.01 <sup>b</sup>	6.30±0.01 <sup>ml</sup>	8.82±0.02 <sup>a</sup>
		6	0.54±0.01 <sup>n</sup>	30.06±0.01 <sup>n</sup>	2.38±0.01 <sup>ef</sup>	6.32±0.01 <sup>m</sup>	9.03±0.03 <sup>a</sup>
		9	1.18±0.03 <sup>j</sup>	30.90±0.03 <sup>k</sup>	2.17±0.03 <sup>i</sup>	6.34±0.01 <sup>jmlk</sup>	10.02±0.02 <sup>a</sup>
		12	1.76±0.01 <sup>h</sup>	31.58±0.01 <sup>h</sup>	1.91±0.02 <sup>m</sup>	6.36±0.01 <sup>jlk</sup>	10.62±0.04 <sup>a</sup>
	1.5	1	0.00±0.00 <sup>q</sup>	28.31±0.00 <sup>s</sup>	2.68±0.00 <sup>a</sup>	6.22±0.00 <sup>n</sup>	8.6±0 <sup>a</sup>
		3	0.31±0.00 <sup>p</sup>	29.20±0.01 <sup>r</sup>	2.47±0.01 <sup>b</sup>	6.30±0.01 <sup>ml</sup>	8.82±0.02 <sup>a</sup>
		6	0.54±0.01 <sup>n</sup>	30.06±0.01 <sup>n</sup>	2.38±0.01 <sup>ef</sup>	6.32±0.01 <sup>m</sup>	9.03±0.03 <sup>a</sup>
		9	1.18±0.03 <sup>j</sup>	30.90±0.03 <sup>k</sup>	2.17±0.03 <sup>i</sup>	6.34±0.01 <sup>jmlk</sup>	10.02±0.02 <sup>a</sup>
		12	1.76±0.01 <sup>h</sup>	31.58±0.01 <sup>h</sup>	1.91±0.02 <sup>m</sup>	6.36±0.01 <sup>jlk</sup>	10.62±0.04 <sup>a</sup>
		1	0.00±0.00 <sup>q</sup>	28.31±0.00 <sup>s</sup>	2.68±0.00 <sup>a</sup>	6.22±0.00 <sup>n</sup>	8.6±0 <sup>a</sup>

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

اعداد با حروف غیر مشابه سبب اختلاف معنی‌دار از لحاظ آزمون LSD می‌شود (P ≤ 0.05).

Numbers are mean ± standard deviation (three replicates).

Different letters indicate a significant difference at p<0.05

پوشش خوراکی آلژینات سبب طولانی‌تر شدن مدت ماندگاری سبب شده بدون اینکه باعث تولید تنفس بی‌هوازی شود و سبب کاهش کاهش وزن در طول نگهداری شد.

#### کاروتنوئید

کاروتنوئیدها، ترکیباتی هستند که قادر هستند با اثرات مضر اما طبیعی فرآیند فیزیولوژیک اکسیداسیون در بافت‌ها مقابله کرده و سلول‌های بدن را در برابر رادیکال‌های آزاد حفظ نمایند (Mogharabi et al., 2020). نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان (P<0/01)

انتقال بخار آب از قسمت آب دوست فیلم یا پوشش خوراکی انجام می‌شود و به نسبت اجزای آبدوست- آب‌گریز بستگی دارد (Norajit et al., 2010). لذا با توجه به آبدوستی پوشش آلژینات به نظر می‌رسد افزودن اسانس لعل کوهستان به دلیل ماهیت آبریز اسانس و تغییر در نسبت آبدوستی به آب‌گریزی پوشش خوراکی از میزان آبدوستی پوشش خوراکی کم کرده و در نهایت باعث کاهش از دست رفتن رطوبت در این پوشش شده است (Sánchez-González et al., 2011). اومس اولیو و همکاران (Oms-Oliu et al., 2008) نیز با بررسی اثر پوشش خوراکی فیلم آلژینات در سبب مشاهده کردند که



در نمونه‌های حاوی آلژینات ۱/۵ درصد نسبت به نمونه فاقد آن میزان کاروتنوئید بالاتری گزارش شد ( $P < 0.05$ )، به گونه‌ای که بیشترین میزان کاروتنوئید در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵ درصد آلژینات مشاهده گردید (۳۵،۲۹) ( $P < 0.05$ )، دانگ و همکاران (Dong et al., 2004) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آنها با بررسی رشد و عملکرد بادام زمینی به وسیله پوشش خوراکی مشاهده کردند که پوشش خوراکی منجر به افزایش مقدار کاروتنوئید شد.

و اثر متقابل اسانس-پوشش ( $P < 0.05$ ) بر تغییرات میزان کاروتنوئید معنی‌دار بود اما اثرات متقابل اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد (جدول ۳). اثر متقابل پوشش آلژینات و اسانس بر کاروتنوئید هویج رنده‌شده در جدول ۵ نشان داد که در تیمارهای فاقد اسانس لعل کوهستان، نمونه فاقد آلژینات نسبت به نمونه حاوی ۱/۵ درصد آلژینات تفاوت معنی‌داری در میزان کاروتنوئید نداشتند اما با افزایش غلظت اسانس لعل کوهستان،

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل آلژینات و اسانس لعل کوهستان بر تغییرات کاروتنوئید و مواد جامد محلول هویج رنده‌شده  
Table 3- Mean comparison of Alginate and *Olivaria decumbens* Essential Oil on total soluble solid and carotenoid of grated carrot

غلظت اسانس لعل کوهستان <i>Olivaria decumbens</i> Essential Oil (ppm)	غلظت آلژینات Alginate (%)	مواد جامد محلول Total soluble solid	کاروتنوئید Carotenoid (mg/l)
0	0	10.11±0.03 <sup>a</sup>	34.55±0.03 <sup>d</sup>
	1.5	9.77±0.03 <sup>b</sup>	34.57±0.03 <sup>d</sup>
150	0	9.67±0.03 <sup>bc</sup>	34.71±0.03 <sup>cd</sup>
	1.5	9.52±0.03 <sup>de</sup>	35.05±0.03 <sup>ab</sup>
250	0	9.63±0.03 <sup>dc</sup>	34.85±0.03 <sup>bc</sup>
	1.5	9.42±0.03 <sup>e</sup>	35.29±0.03 <sup>a</sup>

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

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

Numbers are mean ± standard deviation (three replicates).

Different letters indicate a significant difference at  $p < 0.05$

پوشش‌ها با بستن روزنه‌ها و کم کردن میزان اتلاف رطوبت و وزن، موجب کندشدن روند افزایشی میزان مواد جامد محلول در طی زمان نگهداری گردیدند (Manthe et al., 1992). مطالعات عشقی و همکاران (Eshghi et al., 2013) نیز بیانگر این نکته بود که پوشش‌دهی توت‌فرنگی با کیتوزان از شدت تغییرات مواد جامد محلول در تیمارهای پوششی با کیتوزان نسبت به تیمار شاهد کم کرد.

#### اسید آسکوربیک

اسید آسکوربیک یکی از مهم‌ترین ویتامین‌ها در مواد غذایی به خصوص میوه‌ها و سبزیجات می‌باشد (Mogharabi et al., 2020). نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات اسید آسکوربیک معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ) اما اثر متقابل اسانس-پوشش بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت اسانس لعل کوهستان، میزان اسید آسکوربیک افزایش یافت به گونه‌ای که نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان بالاترین و نمونه فاقد اسانس لعل کوهستان پایین‌ترین میزان شاخص مذکور را دارا بودند

#### مواد جامد محلول

مصرف‌کنندگان میوه رسیده با مواد جامد محلول کل بالا را می‌پسندند (Burdon et al., 2004). نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-زمان، پوشش-زمان ( $P < 0.01$ ) و اسانس-پوشش ( $P < 0.05$ ) بر تغییرات مواد جامد محلول معنی‌دار بود اما اثر متقابل اسانس-پوشش-زمان معنی‌دار بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

افزایش درصد مواد جامد محلول در زمان انبارداری فقط مربوط به اضافه شدن قند نیست، بلکه به افزایش و کاهش موادی مانند اسیدها، پکتین‌های محلول و ترکیبات فنلی نیز بستگی دارد (Amodio Colelli & Kader, 2007).

اثر متقابل پوشش آلژینات و اسانس بر شاخص مواد جامد محلول هویج رنده‌شده در جدول ۳ نشان داد که در تمام نمونه‌ها، با افزایش غلظت آلژینات میزان مواد جامد محلول کاهش معنی‌داری یافت ( $P < 0.05$ )، به طوری که بالاترین میزان شاخص ذکرشده مربوط به نمونه شاهد و پایین‌ترین میزان آن مربوط به آلژینات ۱/۵ درصد و اسانس لعل ۲۵۰ ppm بود ( $P < 0.05$ ). در حقیقت، استفاده از پوشش‌ها به خصوص به صورت ترکیبی مواد جامد محلول کل را در سطوح پایین‌تری نسبت به تیمار شاهد نگه‌داشته است ( $P < 0.05$ )، چرا که

**شاخص L\***

یکی از معیارهای مهم، سفیدی ایجاد شده توسط خشک شدن سطحی هویج‌های رنده شده است. نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات شاخص  $L^*$  معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ).

اثر متقابل آلزینات، اسانس و زمان بر شاخص  $L^*$  در جدول ۴ نشان داد که در روز اول نگهداری در تمامی تیمارها از لحاظ میزان شاخص  $L^*$  تفاوت معنی‌داری دیده نشد و همچنین در تمامی تیمارها با افزایش زمان نگهداری میزان شاخص مذکور کاهش معنی‌داری یافت ( $P < 0/01$ ). همچنین در تمامی تیمارها با افزایش غلظت آلزینات و همچنین غلظت اسانس لعل کوهستان، میزان شاخص  $L^*$  و روشنایی افزایش معنی‌داری پیدا کرد ( $P < 0/01$ )، به گونه‌ای که در روز ۱۲ نگهداری بیشترین میزان شاخص مذکور در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵ درصد آلزینات و کمترین میزان آن در نمونه شاهد گزارش شد ( $P < 0/01$ ). نتایج مطالعه‌های Rojas-Graü و همکاران (Rojas-Graü et al., 2007) با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مطابقت داشت.

**شاخص b\***

نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-زمان و پوشش-زمان ( $P < 0/01$ ) و اسانس-پوشش-زمان ( $P < 0/01$ ) بر تغییرات شاخص  $b^*$  و زردی نمونه معنی‌دار بود ولی اسانس-پوشش بر تغییرات آن اثر معنی‌داری نداشت.

اثر متقابل آلزینات، اسانس و زمان بر شاخص  $b^*$  و زردی نمونه در جدول ۴ نشان داد که در روز اول نگهداری در تمامی تیمارها از لحاظ میزان شاخص  $b^*$  تفاوت معنی‌داری دیده نشد و با افزایش زمان نگهداری میزان شاخص مذکور افزایش معنی‌داری یافت ( $P < 0/01$ ). همچنین به غیر از روز اول، در تمامی تیمارها با افزایش غلظت آلزینات و اسانس لعل کوهستان، میزان شاخص  $b^*$  کاهش معنی‌داری پیدا کرد ( $P < 0/01$ )، به گونه‌ای که در روز ۱۲ نگهداری کمترین میزان شاخص مذکور در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵ درصد آلزینات و بیشترین میزان آن در نمونه شاهد گزارش شد ( $P < 0/01$ ).

( $P < 0/01$ ). نمونه دارای پوشش آلزینات و نمونه فاقد آلزینات از لحاظ میزان اسید آسکوربیک دارای تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر بودند ( $P < 0/01$ )، به گونه‌ای که نمونه حاوی ۱/۵ درصد آلزینات بالاترین و نمونه فاقد آن پایین‌ترین ( $P < 0/01$ ) میزان این شاخص را دارا بودند (جدول ۲). همچنین میانگین شاخص اسید آسکوربیک روزهای مختلف روندی نزولی داشت ( $P < 0/01$ )، به گونه‌ای که هویج‌های رنده شده در روز اول نگهداری بالاترین و در روز ۱۲ پایین‌ترین میزان اسید آسکوربیک ( $P < 0/01$ ) را دارا بودند (جدول ۱) از طرفی در این مطالعه در بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده با گذر زمان میزان دی‌اکسیدکربن مقداری افزایش و اکسیژن کاهش داشت. اکسیژن یکی از عوامل مؤثر در کاهش اسید آسکوربیک بوده و موجب می‌شود که اسید آسکوربیک طی زمان نگهداری روندی کاهشی پیدا کند (Zhang, 2000).

اثر متقابل آلزینات، اسانس و زمان بر شاخص اسید آسکوربیک هویج رنده‌شده در جدول ۴ نشان داد که در تمامی تیمارها نمونه‌های حاوی آلزینات و اسانس لعل کوهستان (منفرد یا ترکیبی) نسبت به نمونه‌های فاقد آلزینات و اسانس اسید آسکوربیک بالاتری نشان دادند ( $P < 0/01$ ). به گونه‌ای که در روز ۱۲ نگهداری بیشترین میزان اسید آسکوربیک در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵ درصد آلزینات و کمترین میزان آن در نمونه شاهد مشاهده گردید ( $P < 0/01$ ). پوشش آلزینات حاوی اسانس و همچنین بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده اتمسفر درونی هویج را تغییر داده و میزان اکسیژن را کم و دی‌اکسیدکربن اطراف میوه را افزایش می‌دهند که کاهش تبادلات گازی محصول با محیط اطراف، از جمله کاهش اکسیژن ورودی به میوه منجر به کاهش اکسیداسیون اسیدها، فنل‌ها و سایر ترکیبات مانند اسیدآسکوربیک می‌گردد (Ayranci & Tunc, 2004). مشابه نتایج این پژوهش در مطالعات Xing و همکاران (Xing et al., 2011) گزارش شده است که پوشش کیتوزان منجر به حفظ اسیدآسکوربیک و ترکیبات فتولیک در میوه‌های گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای در انبار می‌گردد.

**شاخص رنگ**

حفظ رنگ یکی از مشخصه‌های کیفی محصولات تازه بوده و در پذیرش محصول از نظر مصرف‌کننده اهمیت بسیاری دارد (Kim and Rhee, 2015).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل آلژینات، اسانس لعل کوهستان و زمان بر تغییرات رنگ (a\*, b\*, L\*) و دی‌اکسیدکربن در هویج رنده‌شده

Table 4- Mean comparison of Alginate and Oliveria decumbens Essential Oil on color change, and CO<sub>2</sub> concentration of grated carrot

غلظت اسانس لعل کوهستان (ppm) <i>Oliveria decumbens</i> Essential Oil (ppm)	غلظت آلژینات (%) Alginate (%)	زمان (روز) Day	تغییرات دی‌اکسیدکربن CO <sub>2</sub> (%)	a*	b*	L*
0	0	1	5.37±0.00 <sup>p</sup>	28.31±0.00 <sup>s</sup>	35.53±0.00 <sup>gf</sup>	52.32±0.00 <sup>a</sup>
		3	18.8±0.02 <sup>l</sup>	29.70±0.02 <sup>o</sup>	33.88±0.02 <sup>j</sup>	51.25±0.02 <sup>fe</sup>
		6	30.43±0.02 <sup>i</sup>	31.57±0.02 <sup>h</sup>	35.59±0.02 <sup>f</sup>	49.07±0.02 <sup>j</sup>
		9	40.70±0.04 <sup>f</sup>	33.07±0.04 <sup>c</sup>	36.96±0.04 <sup>c</sup>	47.20±0.04 <sup>m</sup>
		12	49.77±0.82 <sup>a</sup>	34.87±0.82 <sup>a</sup>	38.85±0.82 <sup>a</sup>	46.08±0.82 <sup>n</sup>
		1	5.32±0.00 <sup>qp</sup>	28.32±0.00 <sup>s</sup>	35.52±0.00 <sup>gf</sup>	52.32±0.00 <sup>a</sup>
	1.5	3	18.50±0.16 <sup>m</sup>	29.47±0.16 <sup>p</sup>	33.64±0.16 <sup>kl</sup>	51.44±0.16 <sup>ced</sup>
		6	30.27±0.28 <sup>j</sup>	31.19±0.28 <sup>j</sup>	34.98±0.28 <sup>h</sup>	49.66±0.28 <sup>i</sup>
		9	40.57±0.03 <sup>f</sup>	32.71±0.03 <sup>d</sup>	35.99±0.03 <sup>c</sup>	47.40±0.03 <sup>m</sup>
		12	49.53±0.04 <sup>b</sup>	33.87±0.04 <sup>b</sup>	38.04±0.04 <sup>b</sup>	46.28±0.04 <sup>n</sup>
		1	5.13±0.00 <sup>qp</sup>	28.32±0.00 <sup>s</sup>	35.53±0.00 <sup>gf</sup>	52.33±0.00 <sup>a</sup>
		3	18.27±0.01 <sup>n</sup>	29.37±0.01 <sup>qp</sup>	33.42±0.01 <sup>ml</sup>	51.61±0.01 <sup>cbd</sup>
150	0	6	30.32±0.02 <sup>j</sup>	30.89±0.02 <sup>k</sup>	34.62±0.02 <sup>i</sup>	49.98±0.02 <sup>h</sup>
		9	40.57±0.04 <sup>f</sup>	32.04±0.04 <sup>f</sup>	35.53±0.04 <sup>gf</sup>	47.96±0.04 <sup>l</sup>
		12	49.23±0.04 <sup>c</sup>	33.05±0.04 <sup>c</sup>	36.88±0.04 <sup>c</sup>	47.20±0.04 <sup>m</sup>
		1	5.23±0.00 <sup>qp</sup>	28.31±0.05 <sup>s</sup>	35.53±0.05 <sup>gf</sup>	52.33±0.00 <sup>a</sup>
		3	18.20±0.01 <sup>n</sup>	29.23±0.00 <sup>r</sup>	33.33±0.00 <sup>m</sup>	51.80±0.01 <sup>b</sup>
		6	30.00±0.01 <sup>k</sup>	30.46±0.02 <sup>m</sup>	33.85±0.02 <sup>kj</sup>	51.03±0.22 <sup>f</sup>
	1.5	9	40.20±0.01 <sup>g</sup>	31.34±0.02 <sup>i</sup>	35.07±0.02 <sup>h</sup>	49.60±0.06 <sup>i</sup>
		12	48.90±0.01 <sup>d</sup>	32.29±0.05 <sup>e</sup>	36.17±0.05 <sup>e</sup>	48.58±0.05 <sup>k</sup>
		1	5.17±0.01 <sup>q</sup>	28.32±0.00 <sup>s</sup>	35.52±0.00 <sup>gf</sup>	52.33±0.00 <sup>a</sup>
		3	18.23±0.01 <sup>n</sup>	29.26±0.02 <sup>qr</sup>	33.39±0.02 <sup>m</sup>	51.69±0.02 <sup>cb</sup>
		6	30.20±0.01 <sup>j</sup>	30.67±0.03 <sup>l</sup>	34.52±0.03 <sup>i</sup>	50.46±0.02 <sup>g</sup>
		9	40.20±0.01 <sup>g</sup>	31.74±0.02 <sup>g</sup>	35.35±0.02 <sup>g</sup>	48.97±0.05 <sup>j</sup>
250	0	12	49.00±0.01 <sup>d</sup>	32.70±0.04 <sup>d</sup>	36.58±0.04 <sup>d</sup>	47.74±0.03 <sup>l</sup>
		1	5.13±0.01 <sup>q</sup>	28.31±0.00 <sup>s</sup>	35.53±0.00 <sup>gf</sup>	52.33±0.00 <sup>a</sup>
		3	18.03±0.01 <sup>o</sup>	29.20±0.02 <sup>r</sup>	33.27±0.02 <sup>m</sup>	51.85±0.02 <sup>b</sup>
		6	30.00±0.01 <sup>k</sup>	30.06±0.03 <sup>n</sup>	34.05±0.03 <sup>j</sup>	51.35±0.03 <sup>ed</sup>
		9	39.93±0.01 <sup>h</sup>	30.90±0.02 <sup>k</sup>	34.71±0.02 <sup>i</sup>	50.68±0.02 <sup>g</sup>
		12	48.30±0.01 <sup>e</sup>	31.58±0.04 <sup>h</sup>	35.55±0.04 <sup>gf</sup>	49.79±0.04 <sup>th</sup>

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

اعداد با حروف غیرمشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار از لحاظ آزمون LSD است (P ≤ 0.05).

Numbers are mean ± standard deviation (three replicates).

Different letters indicate a significant difference at p<0.05

اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات شاخص مذکور معنی‌دار بود (P<0/01). اثر متقابل آلژینات، اسانس و زمان بر شاخص a\* و قرمزی نمونه در جدول ۴ نشان داد که در روز اول نگهداری در تمامی تیمارها از لحاظ میزان شاخص مذکور تفاوت معنی‌داری دیده نشد و در تمامی تیمارها با افزایش زمان نگهداری میزان شاخص a\* افزایش معنی‌داری یافت (P<0/01). همچنین در تمامی تیمارها به غیر از روز اول، با افزایش غلظت آلژینات و اسانس لعل کوهستان میزان شاخص a\* کاهش معنی‌داری پیدا کرد (P<0/01)، به گونه‌ای که در روز ۱۲ نگهداری کمترین میزان شاخص

در بررسی انجام شده توسط Rojas-Graü و همکاران (Rojas-Graü et al., 2007) که از پوشش خوراکی آلژینات به همراه عوامل ضد میکروبی برای افزایش زمان ماندگاری برش‌های تازه سیب استفاده کردند، به کارگیری پوشش آلژینات باعث کاهش معنی‌داری در میزان تغییرات b\* در نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به تیمار شاهد شد.

#### شاخص a\*

میزان a\* یک پارامتر خوب برای نشان دادن توسعه رنگ قرمز و درجه‌ی رسیدگی در میوه می‌باشد (Mogharabi et al., 2020). نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل

مذکور در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵ درصد آلزینات و بیشترین میزان آن در نمونه شاهد گزارش شد. نتایج مطالعه‌ی روجاز گرو و همکاران (Rojas-Graü *et al.*, 2007) با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مطابقت داشت.

## نتایج آزمونهای حسی

### ارزیابی حسی

#### رنگ حسی

نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش ( $P < 0/05$ ) و زمان ( $P < 0/01$ ) بر تغییرات رنگ حسی معنی‌دار بود اما اثرات متقابل اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

همانگونه که در **جدول ۱** مشاهده می‌شود نمونه فاقد اسانس لعل کوهستان نسبت به نمونه‌های حاوی اسانس لعل کوهستان میزان امتیاز رنگ پایین‌تری از دید ارزیابی حسی کسب کردند ( $P < 0/05$ ). با افزایش غلظت اسانس لعل کوهستان، میزان امتیاز رنگ از دید ارزیابی حسی افزایش یافت که البته این افزایش معنی‌دار نبود. نمونه دارای پوشش آلزینات و نمونه فاقد آن از لحاظ میزان رنگ از دید ارزیابی حسی دارای تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر بودند ( $P < 0/05$ ). به گونه‌ای که نمونه حاوی ۱/۵ درصد آلزینات بالاترین و نمونه فاقد آن کمترین میزان امتیاز رنگ حسی ( $P < 0/05$ ) را از دید ارزیابی حسی (جدول ۲) همچنین در روز اول و سوم نگهداری میزان شاخص مذکور از دید ارزیابی حسی تفاوت معنی‌داری نداشت و با افزایش زمان نگهداری، میزان آن کاهش ( $P < 0/01$ ) معنی‌داری یافت (جدول ۳). به عبارتی مصرف‌کنندگان تا روز ۳ نگهداری تفاوتی با نمونه‌های روز اول مشاهده نکردند و با افزایش زمان نگهداری متوجه تغییرات در رنگ هویج‌های رنده شده شدند.

#### طعم حسی

شیرینی عامل بسیار مهم برای پذیرش هویج رنده‌شده توسط مصرف‌کنندگان، پس از استحکام، آبداربودن، عطر و طعم و طراوت در نظر گرفته شده است (Mogharabi *et al.*, 2020). نتایج نشان داد که اثر زمان ( $P < 0/01$ ) بر تغییرات طعم حسی معنی‌دار بود اما اثر اسانس، پوشش و اثرات متقابل اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

همانگونه که در **جدول ۱** مشاهده می‌شود نمونه‌های حاوی اسانس لعل کوهستان و همچنین نمونه‌های دارای پوشش آلزینات نسبت به نمونه شاهد از لحاظ میزان طعم تفاوت معنی‌داری از دید ارزیابی حسی

نداشتند. شاخص مذکور از دید ارزیابی حسی در روز اول و سوم نگهداری تفاوت معنی‌داری نداشتند. با افزایش زمان نگهداری، میزان طعم از دید ارزیابی حسی کاهش معنی‌داری یافت ( $P < 0/01$ ). به گونه‌ای که هویج‌های رنده شده در روز اول بالاترین و در روز ۱۲ پایین‌ترین ( $P < 0/01$ ) میزان امتیاز طعم را دارا بودند (جدول ۱ و ۵). به عبارتی با افزایش زمان ماندگاری تغییرات در طعم هویج‌های رنده شده مشاهده شد.

#### عطر حسی

نتایج نشان داد که اثر زمان بر تغییرات عطر از دید ارزیابی حسی معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ) اما اثر پوشش، اسانس، اثرات متقابل اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

همانگونه که در **جدول ۱** مشاهده می‌شود میزان عطر از دید ارزیابی حسی در روز اول و سوم نگهداری تفاوت معنی‌داری نداشتند. با افزایش زمان نگهداری، میزان عطر از دید ارزیابی حسی کاهش معنی‌داری یافت ( $P < 0/01$ ). به گونه‌ای که هویج‌های رنده شده در روز اول و سوم بالاترین و در روز ۱۲ پایین‌ترین میزان امتیاز عطر را دارا بودند ( $P < 0/01$ ). به عبارتی افزایش زمان ماندگاری سبب کاهش عطر نمونه‌ها گردید (جدول ۵).

#### مقبولیت حسی

نتایج نشان داد که اثر اسانس و زمان بر تغییرات مقبولیت حسی معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ) اما اثر پوشش و اثرات متقابل اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات آن معنی‌دار گزارش نشد.

همانگونه که در **جدول ۱** مشاهده می‌شود غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان نسبت به یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی نسبت به نمونه فاقد اسانس لعل کوهستان به طور معنی‌داری مقبولیت بالاتری از دید ارزیابی حسی کسب کردند ( $P < 0/01$ ). همچنین روز اول و سوم نگهداری از لحاظ مقبولیت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و با افزایش زمان نگهداری از روز ۶ تا روز ۱۲ نگهداری، میزان شاخص مذکور از دید ارزیابی حسی کاهش معنی‌داری یافت ( $P < 0/01$ ). به گونه‌ای که هویج‌های رنده شده در روز اول و سوم بالاترین و در روز ۱۲ پایین‌ترین ( $P < 0/01$ ) میزان مقبولیت را دارا بودند (جدول ۵).

بنابراین از نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی حسی می‌توان نتیجه گرفت که تیمارها عملکردهای متفاوتی از دید ارزیابی حسی داشتند، اما به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد آلزینات و اسانس به‌کاررفته اثر نامطلوبی بر فاکتورهای

یک لایه باعث کاهش ازدست رفتن وزن و به تأخیر افتادن کاهش آب محصول، بهبود و به هم پیوستگی بافت و حفظ ویژگی‌های حسی میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شوند (Bahraminan et al., 2010)، مطابقت داشت.

حسی نداشت. به گونه‌ای که در تمام فاکتورهای حسی، تیمارهای ترکیبی امتیاز بالایی کسب نمودند. نتایج این پژوهش با یافته‌های بررسی‌های سایر محققان مبنی بر اینکه پوشش‌های خوراکی به‌عنوان

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل آلژینات، اسانس لعل کوهستان و زمان بر ارزیابی حسی هویج رنده‌شده

**Table 5- Mean comparison of Alginate and *Oliveria decumbens* Essential Oil sensory evaluation of grated carrot**

غلظت اسانس لعل کوهستان (ppm) <i>Oliveria decumbens</i> Essential Oil (ppm)	غلظت آلژینات (%) Alginate (%)	زمان (روز) Day	مقبولیت Acceptance	عطر Aroma	طعم Flavor	رنگ Color	
0	0	1	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	
		3	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	
		6	52 <sup>a</sup> .4±0.4	48 <sup>a</sup> .3±0.4	48 <sup>a</sup> .3±0.4	48 <sup>a</sup> .3±0.4	
		9	7 <sup>a</sup> .6±0.2	53 <sup>a</sup> .5±0.2	57 <sup>a</sup> .1±0.3	48 <sup>a</sup> .3±0.3	
		12	32 <sup>a</sup> .1±0.2	67 <sup>a</sup> .2±0	57 <sup>a</sup> .1±0.2	52 <sup>a</sup> .6±0.2	
		1.5	1	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>
	3	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>		
	6	53 <sup>a</sup> .5±0.4	52 <sup>a</sup> .4±0.4	52 <sup>a</sup> .4±0.4	52 <sup>a</sup> .6±0.4		
	9	7 <sup>a</sup> .6±0.2	52 <sup>a</sup> .6±0.2	57 <sup>a</sup> .1±0.3	52 <sup>a</sup> .4±0.3		
	12	42 <sup>a</sup> .2±0.2	63 <sup>a</sup> .2±0.2	63 <sup>a</sup> .2±0.2	48 <sup>a</sup> .7±0.2		
	150	0	1	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>
			3	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>
6			53 <sup>a</sup> .5±0.4	48 <sup>a</sup> .3±0.4	52 <sup>a</sup> .4±0.4	53 <sup>a</sup> .5±0.4	
9			74 <sup>a</sup> .9±0.2	48 <sup>a</sup> .7±0.2	57 <sup>a</sup> .1±0.3	52 <sup>a</sup> .4±0.3	
12			48 <sup>a</sup> .3±0.2	47 <sup>a</sup> .2±0	63 <sup>a</sup> .2±0.2	42 <sup>a</sup> .8±0.2	
1.5			1	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>
3		5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>		
6		53 <sup>a</sup> .5±0.4	53 <sup>a</sup> .5±0.4	53 <sup>a</sup> .5±0.4	48 <sup>a</sup> .7±0.4		
9		67 <sup>a</sup> .3±0	52 <sup>a</sup> .6±0.2	67 <sup>a</sup> .3±0	52 <sup>a</sup> .6±0.3		
12		53 <sup>a</sup> .5±0.2	57 <sup>a</sup> .1±0.2	42 <sup>a</sup> .2±0.2	3±0 <sup>a</sup>		
250		0	1	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>
			3	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup> .9±0.4	5±0 <sup>a</sup>
	6		52 <sup>a</sup> .6±0.4	52 <sup>a</sup> .4±0.4	52 <sup>a</sup> .4±0.4	53 <sup>a</sup> .5±0.4	
	9		74 <sup>a</sup> .9±0.2	48 <sup>a</sup> .7±0.2	57 <sup>a</sup> .1±0.3	53 <sup>a</sup> .5±0.3	
	12		52 <sup>a</sup> .4±0.2	63 <sup>a</sup> .2±0.2	57 <sup>a</sup> .1±0.2	57 <sup>a</sup> .9±0.2	
	1.5		1	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>
	3	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>		
	6	42 <sup>a</sup> .8±0.4	52 <sup>a</sup> .6±0.4	53 <sup>a</sup> .5±0.4	52 <sup>a</sup> .6±0.4		
	9	79 <sup>a</sup> .2±0.3	48 <sup>a</sup> .7±0.2	3±0/67 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup> .5±0.3		
	12	52 <sup>a</sup> .6±0.2	57 <sup>a</sup> .1±0.2	52 <sup>a</sup> .4±0.2	3±0 <sup>a</sup>		

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

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

Numbers are mean ± standard deviation (three replicates).

Different letters indicate a significant difference at p<0.05

ولی غلظت اکسیژن موجود در بسته‌ها در روز ۳ به صفر رسید (جدول ۱).

#### دی‌اکسیدکربن

نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-پوشش (P<0.05)، اسانس-زمان، پوشش-زمان و

#### تغییرات اتمسفر گاز بسته در طول زمان

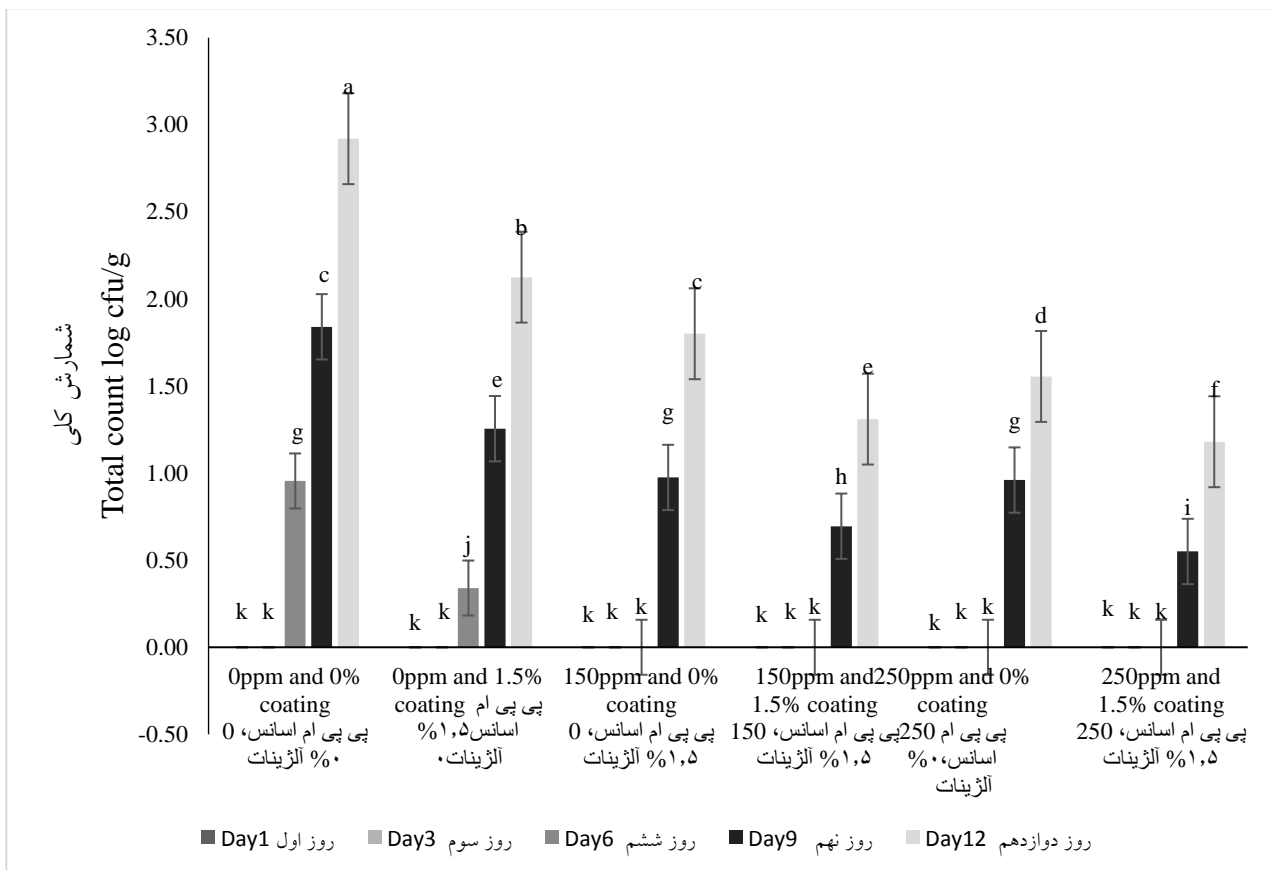
##### اکسیژن

اندازه‌گیری غلظت گازهای موجود در بسته نشان داد که میزان دی‌اکسیدکربن موجود در بسته‌ها با گذشت زمان روندی افزایشی داشت

کمترین میزان دی‌اکسیدکربن در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵ درصد آلژینات و بیشترین میزان آن در نمونه شاهد گزارش شد. به علت تنفس هوازی سلول‌های هویج و پس از آن بر اثر تنفس بی‌هوازی سلول‌های هویج و همچنین تنفس بی‌هوازی میکروبه‌ها میزان دی‌اکسیدکربن در بسته‌بندی‌های هویج‌های رنده‌شده در سه روز اول نگهداری افزایش یافت و در بسته‌های حاوی نمونه شاهد در روز ۱۲ نگهداری بیشترین میزان آن مشاهده گردید.

اسانس-پوشش-زمان بر تغییرات شاخص دی‌اکسیدکربن معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ).

اثر متقابل آلژینات، اسانس و زمان بر شاخص دی‌اکسیدکربن در جدول ۴ نشان داد که در تمامی تیمارها با افزایش زمان نگهداری شاخص مذکور افزایش معنی‌داری یافت ( $P < 0.01$ ) و با افزایش غلظت آلژینات (به غیر از روز اول نگهداری) و غلظت اسانس لعل کوهستان (به غیر از روز اول و سوم نگهداری) میزان دی‌اکسیدکربن کاهش معنی‌داری یافت ( $P < 0.01$ )، به گونه‌ای که در روز ۱۲ نگهداری



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل پوشش آلژینات و اسانس لعل کوهستان بر شمارش کلی در هویج رنده شده  
 Fig. 1. Mean comparison of Alginate and *Oliveria decumbens* Essential Oil on total Count of grated carrot

یافت ( $P < 0.01$ ). شاخص مذکور در نمونه‌های فاقد اسانس لعل کوهستان (حاوی و فاقد آلژینات) نسبت به نمونه‌های حاوی اسانس لعل کوهستان به طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P < 0.01$ ). همچنین در تمامی تیمارها با افزایش غلظت آلژینات، میزان شمارش کلی کاهش معنی‌داری پیدا کرد ( $P < 0.01$ ). به گونه‌ای که در روز ۱۲ نگهداری کمترین میزان شاخص مذکور در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵ درصد آلژینات و بیشترین میزان آن در نمونه فاقد آلژینات و اسانس لعل کوهستان گزارش شد ( $P < 0.01$ ) (شکل ۱)، که

## نتایج آزمون‌های میکروبی

### تعیین بار میکروبی

#### شمارش کلی

نتایج نشان داد که اثر اسانس، پوشش، زمان و همچنین اثرات متقابل اسانس-پوشش، اسانس-زمان، پوشش-زمان و اسانس-پوشش-زمان بر شمارش کلی معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ).

اثر متقابل آلژینات، اسانس و زمان در شکل ۱ نشان داد که شمارش کلی در تمامی تیمارها با افزایش زمان نگهداری افزایش معنی‌داری

چرب کوتاه زنجیر و الکل‌ها را تولید می‌نمایند. دی‌اکسید کربن خاصیت ضد قارچی و ضد باکتریایی داشته که این خاصیت بستگی زیادی به غلظت آن دارد. نتایج مطالعه‌ی مقربی و همکاران (Mogharabi et al., 2020) با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مطابقت داشت.

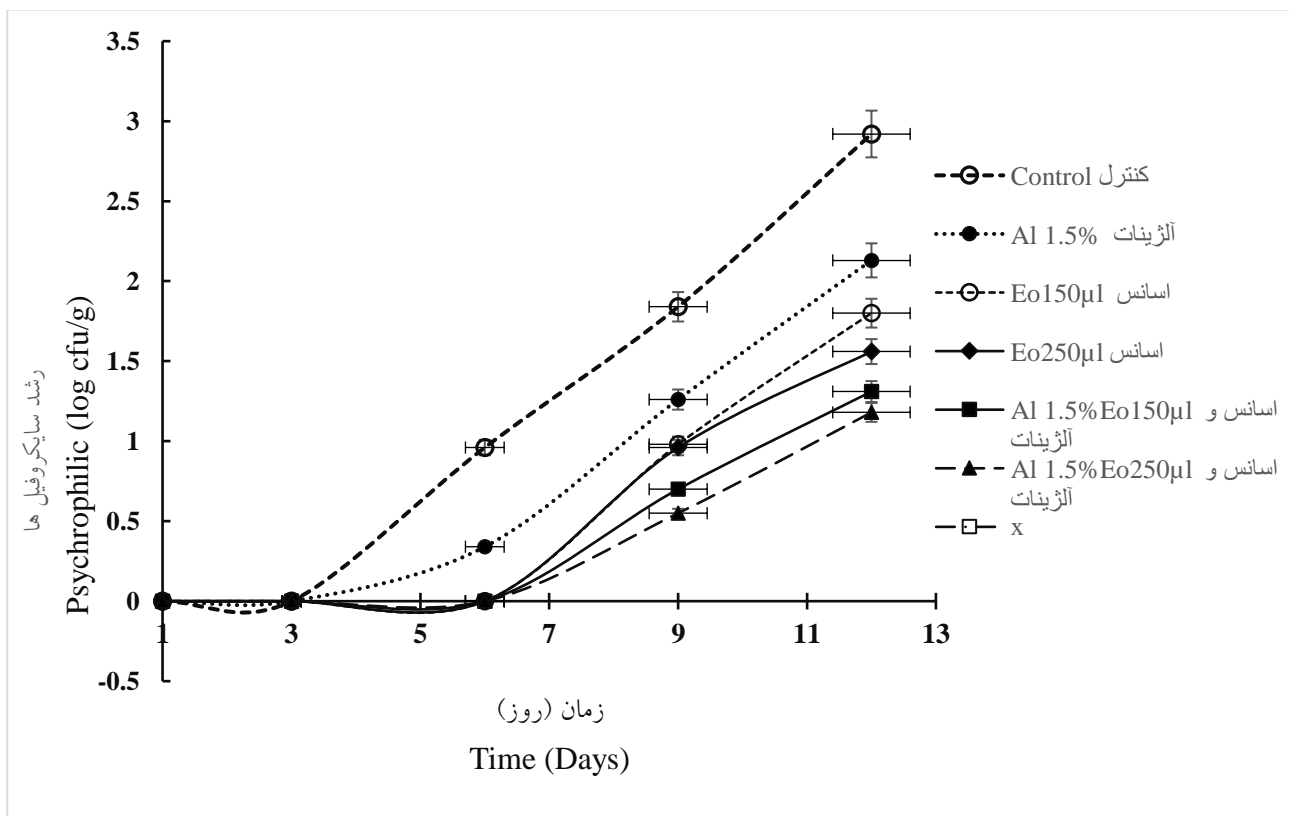
### جمعیت سایکروفیل

همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در تمام نمونه‌های حاوی اسانس لعل کوهستان و فاقد اسانس، نمونه حاوی آلژینات نسبت به نمونه فاقد آلژینات از لحاظ میزان سایکروفیل تفاوت معنی‌داری داشتند ( $P < 0.01$ )، به گونه‌ای که در تمامی نمونه‌های حاوی اسانس لعل کوهستان و فاقد اسانس، نمونه‌های حاوی ۱/۵٪ آلژینات نسبت به نمونه فاقد آن سایکروفیل کمتری را دارا بودند ( $P < 0.01$ ) و کمترین میزان سایکروفیل در نمونه حاوی ۲۵۰ ppm اسانس لعل کوهستان و ۱/۵٪ آلژینات مشاهده گردید ( $P < 0.01$ ).

به‌نظر می‌رسد به‌خاطر خاصیت ضد میکروبی اسانس لعل کوهستان و تأثیر مثبت آن بر کاهش آلودگی باشد (Sánchez-González et al., 2011). از طرفی مخلوط نیتروژن و دی‌اکسید کربن با فراهم کردن یک محیط بی‌هوازی و جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های هوازی، از پیشرفت فساد جلوگیری کرده و باعث افزایش عمر ماندگاری می‌شود (Sandhya, 2010). میزان اکسیژن و دمای محیط بر میزان فعالیت ضد میکروبی اسانس تأثیرگذار است، به‌طوری‌که میزان فعالیت ضد باکتریایی اسانس در غلظت‌های پایین اکسیژن بیشتر می‌شود که مطابق با نتایج Atress و همکاران (Atress et al., 2010) بود.

### جمعیت کپک و مخمر

نتایج حاصل از شمارش کپک و مخمر نمونه‌ها هیچ‌گونه رشدی از کپک و مخمر تا روز ۱۲ را نشان نداد. در بیان علت آن می‌توان گفت که محصول تازه معمولاً دارای بافت زنده بوده و تنفس می‌کنند. بنابراین اکسیژن مصرف و دی‌اکسید کربن و ترکیبات فراری مانند اسیدهای



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل پوشش آلژینات و اسانس لعل کوهستان بر رشد سایکروفیل در هویج رنده شده

Fig. 2. Mean comparison of Alginate and *Olivieria decumbens* Essential Oil on psychrophilic Count of grated carrot

## نتیجه‌گیری

۲۵۰ ppm بهترین خصوصیات شیمیایی، میکروبی و حسی را نشان داد. نتایج حاکی از آن بود که با ترکیب بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش آلژینات حاوی اسانس لعل کوهستان، می‌توان محصول جدید هویج رنده‌شده آماده‌مصرف را به بازار مصرف ایران ارائه نمود به طوری که ماندگاری و خصوصیات کیفی خود را در طول نگهداری حفظ نماید.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد افزودن اسانس لعل کوهستان و آلژینات به هویج رنده‌شده در بسته‌های با اتمسفر اصلاح‌شده در طول انبارداری در کاهش تنفس، ازدست‌دادن آب، افزایش عمر نگهداری و کاهش بار میکروبی مؤثر بود و نمونه آلژینات ۱/۵ درصد و اسانس لعل

## منابع

1. Acevedo, C.A., López, D.A., Tapia, M.J., Enrione, J., Skurtys, O., Pedreschi, F., ... & Osorio, F. (2012). Using RGB image processing for designing an alginate edible film. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1511-1520. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0453y>
2. Amin, G., Sourmaghi, M.S., Zahedi, M., Khanavi, M., & Samadi, N. (2005). Essential oil composition and antimicrobial activity of *Oliveria decumbens*. *Fitoterapia*, 76(7-8), 704-707.
3. Amodio Colelli, H., & Kader, A.A. (2007). A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *Science of Food and Agriculture*, 87, 1236-1228.
4. AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemists*. Chemical compositions, nutritional properties and volatile compounds of guddaim (*Grewia Tenax*. Forssk) Fiori Fruits. In.
5. Atress, A., El-Mogy, M.M., Aboul-Anean, H.E., & Alsanius, B.W. (2010). Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *Horticultural Science & Ornamental Plants*, 2, 88-97.
6. 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.
7. 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 annum* L.), *Food Chemistry*, 87, 339-342. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.12.003>
8. Babalar, M., Asgarpour, A., & Asgari, M.A. (2015). The effect of pre and postharvest treatment of salicylic acid and putrescine on some fruit quality of Granny Smith apple. *Journal of Horticultural Science*, 28(4), 479-486.
9. Badi, H.N., Naghavi, M., Asadi, S., Moghaddam, H., & Salami, A.R. (2021). Home Browse Journal Info Guide for Authors Submit Manuscript Reviewers Contact Us The effect of deficient irrigation on growth period duration and phenology of some Cannabis ecotypes, 23(3). <https://doi.org/10.22067/ijfstrj.v8i3.18476>
10. 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.
11. Batu, A., & Thompson, A.K. (1998). Effects of modified atmosphere packaging on post harvest qualities of pink tomatoes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22(4), 365-372.
12. Becaro, A.A., Puti, F.C., Panosso, A.R., Gern, J.C., Brandão, H.M., Correa, D.S., & Ferreira, M.D. (2016). Postharvest quality of fresh-cut carrots packaged in plastic films containing silver nanoparticles. *Food and Bioprocess Technology*, 9, 637-649. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1656-z>
13. 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. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.04.009>
14. Cho, S.S., & Dreher, M.L. (2001). *Handbook of dietary fiber*. 1<sup>th</sup> edn, USA: CRC Press, 15.
15. 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. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.11.003>
16. Esmaeili, Y., Zamindar, N., Paidari, S., Ibrahim, S.A., & Mohammadi Nafchi, A. (2021). The synergistic effects of aloe vera gel and modified atmosphere packaging on the quality of strawberry fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(12), p.e16003. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16003>
17. Esmaeili, Y., Paidari, S., Baghbaderani, S.A., Nateghi, L., Al-Hassan, A.A., & Ariffin, F. (2021). Essential oils as natural antimicrobial agents in postharvest treatments of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01178-0>
18. Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badie, F., Hosseini, Z.M., Ahmadi, K., & Ghanati, K. (2013). Effect of nano-emulsion coating containing chitosan on storability and qualitative characteristics of strawberries after picking. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(2), 9-19.



19. Falahi, E., Ghasvand, 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. *Yafte*, 15(2), 5-14.
20. Ghorbani, Z., Zamindar, N., Baghersad, S., Paidari, S., Jafari, S.M., & Khazdooz, L. (2021). Evaluation of quality attributes of grated carrot packaged within polypropylene-clay nanocomposites. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(4), 3770-3781. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00925-7>
21. Ghorbani, Z., Zamindar, N., Jelvan, M., & Golabadi, M. (2020). Effect of *Oliveria decumbens* essential oils on microbial characteristics of hamburger. *Food Hygiene*, 10(2 (38)), 77-93.
22. 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.
23. Jobling, J. (2001). Modified atmosphere packaging: Not as simple as it seems. *Good Fruit and Vegetables Magazine*, 11, 1-3.
24. 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. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.02.009>
25. 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. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.014>
26. Lu, F., Liu, D., Ye, X., Wei, Y., & Liu, F. (2009). Alginate-calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*Channa argus*) fillets stored at 4 C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(5), 848-854. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3523>
27. 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.
28. Mogharabi, A., Zamindar, N., Khosravi, E., & Ghorbani, Z. (2020). 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. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 9(2), 203-220. <https://doi.org/10.22101/JRIFST.2020.209697.1127>
29. Norajit, K., Kim, K.M., & Ryu, G.H. (2010). Comparative studies on the characterization and antioxidant properties of biodegradable alginate films containing ginseng extract. *Journal of Food Engineering*, 98(3), 377-384. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.015>
30. Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2008). Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology*, 50(1), 87-94. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.03.005>
31. 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. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3767>
32. Rad, M., Ghafori, H., & Gholami, Z. (2020). Effect of edible coating containing carboxymethyl cellulose and sodium metabisulfite on the shelf life of the button mushroom. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 16(5), 581-605. <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i5.83614>
33. Rocha, A. M., Ferreira, J. F., Silva, Â. M., Almeida, G. N., & Morais, A. M. (2007). Quality of grated carrot (var. Nantes) packed under vacuum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(3), 447-451. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2723>
34. Rojas-Graü, M.A., Tapia, M.S., Rodríguez, F.J., Carmona, A.J., & Martín-Belloso, O. (2007). Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. *Food Hydrocolloids*, 21(1), 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.03.001>
35. Sánchez-González, L., Vargas, M., González-Martínez, C., Chiralt, A., & Chafer, M. (2011). Use of essential oils in bioactive edible coatings: a review. *Food Engineering Reviews*, 3, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9031-3>
36. Sandhya, M. (2010). Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. *LWT Food Science Technology*, 43, 381-392.
37. Srinivasan, D., Nathan, S., Suresh, T., & Perumalsamy, P.L. (2001). Antimicrobial activity of certain Indian medicinal plants used in folkloric medicine. *Journal of ethnopharmacology*, 74(3), 217-220. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00345-7](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00345-7)
38. 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. [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(02\)00101-0](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(02)00101-0)

39. Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., & Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, 124(4), 1443-1450. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.105>
40. Zamindar, N., Ghorbani, Z., & Mosafa, L. (2020). Changes in the physicochemical and microbial properties of fresh-cut cucumber during storage as affected by modified atmosphere packaging and films of polypropylene containing clay nanoparticles. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 15(1), 83-92.
41. Zhang, D., Quantick, P., Wiktorowicz, R., & Irven, J. (2000). Noble gases for modified atmosphere packaging of fresh fruits and vegetables. *Critical reviews in Food Science*, 3, 12-16.