

Journal of Agricultural Mechanization

Online ISSN: 2717-4107
Journal homepage: <https://jam.tabrizu.ac.ir/?lang=en>



Original Article

Studying the Effect of Coating and Storage Duration on some Quantitative and Qualitative Characteristics of Oranges and Lemons in Above-zero Cold Storage

Shaban Ghavami Jolandan^{*1}, Reza Tabatabaeekoloor²

1- Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2- Department of Biosystems Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

ARTICLE INFO

Keywords:

Citrus,
Storage,
Coating,
Chitosan,
Propolis

Received:

August 25, 2025

Revised:

December 07, 2025

Accepted:

December 08, 2025

* Corresponding author:

s.ghavami@scu.ac.ir

ABSTRACT

Fruits and vegetables play an important role in healthy nutrition of the society and have an important place in the consumer's food pyramid and in meeting the food needs of the society. However, the short shelf life and high perishability of agricultural products, especially citrus fruits and vegetables, have caused undesirable changes, which makes the buyer consume them fresh. The use of healthy preservatives and proper storage, along with maintaining the health and quality of the product, can greatly help in increasing the storage time and reducing spoilage in the products. In the present study, the effect of coating and storage time on post-harvest quality and some quantitative and qualitative characteristics of oranges and lemons in a subzero cold store was investigated.

Introduction

Citrus fruits are one of the most important fruits produced in tropical and horticultural regions of the world. According to estimates, the waste from citrus fruits is approximately between 28 and 31 percent. Therefore, it is of great importance to investigate various methods that will result in reducing the amount of citrus waste. The use of synthetic chemicals in fresh produce is one of the fundamental and important problems in relation to human health, because the residual chemicals, especially in the diet of children and sensitive groups, endanger the health of the people in society, and in view of this, we must look for alternative materials. Today, new technologies have wide applications in the stages of production, processing, storage, packaging and transportation of agricultural products.

Materials and Methods

In this experiment, local blood oranges and lemons were used. These samples were picked from citrus orchards in Sari city on the morning of the experiment. They were brought to the experiment site by observing all the necessary points both during picking and during transportation. For each sample of the coverings, 6 healthy fruits without scratches, fungus, and Mediterranean fly attacks were selected and then wiped with a completely clean cloth and prepared for placement in packaging materials and conducting the necessary tests. It is necessary to explain that the same number of treatments were considered as control treatments. In the treatments that used covering materials, after the treatments were completely covered using a predetermined recipe, they were placed in baskets and transferred to the cold store. For example, for the chitosan treatment, after weighing the number of lemons and oranges with a digital scale and

How to cite:

Ghavami Jolandan, SH. Tabatabaeekoloor, R. (2025). *Studying the Effect of Coating and Storage Duration on some Quantitative and Qualitative Characteristics of Oranges and Lemons in Above-zero Cold Storage*. Journal of Agricultural Mechanization, 10 (3):69-83. <https://doi.org/10.22034/jam.2025.68829.1339>



This is an open-access article under the CC BY NC license
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



measuring the firmness, soluble solids and pH, the fruit was completely covered with a chitosan solution at a dose of 1 gram (1%) in 1 liter of water and transferred to a cold storage for 60 days at a temperature of 2 to 4 degrees Celsius and a relative humidity of 85%. The rest of the treatments were also treated in the same way and transferred to a cold storage. The weight of all packages was weighed and recorded every 15 days with a digital scale with an accuracy of 0.01. After a 60-day storage period, the percentage of weight loss of the fruits was calculated. The firmness, weight reduction, soluble solids, titratable acidity, pH and vitamin C of the fruit juice was determined by suggested methods by researchers. In this study, the data were analyzed using a completely randomized design with three replications and a factorial test. Statistical analysis was performed using SPSS software and graphs were drawn using Excel.

Results and Discussion

The results showed that the lowest weight loss, pH change, and vitamin C retention were achieved in the propolis and chitosan coating among the coatings. The firmness of the samples' texture and soluble solids also showed the least changes in the hot water steam, propolis, and chitosan treatments. In general, coating fruits with edible and non-chemical materials improves the quality and shelf life of the product during storage. The use of propolis creates a favorable atmosphere and better preserves the characteristics of citrus fruits. In terms of weight changes, propolis and chitosan coating is the best option for coating compared to other options, which is due to the antibacterial and antifungal properties and the resinous nature of propolis. The use of coating during storage had a significant effect on maintaining the pH of the fruit. In the first 30 days of testing, no change in the pH of the propolis and chitosan samples, water vapor, and chitosan fungicide samples was observed, but in the rest of the cases, changes were observed in the first 30 days. In the second and final 30 days of the test, we had an increase in pH, such that the propolis and chitosan coating had the least change and the ethanol and imizaline coating and the control sample had the most change. Among the coating treatments in orange fruit, edible hot water vapor coatings, propolis, chitosan, and thiabendazole chemical coatings had the least change, which indicates that the use of these coatings, especially propolis and chitosan, has a great effect on preserving soluble solids. The use of coating has a significant effect on maintaining titratable acidity, but the storage period and the interaction effect of coating and storage period on maintaining titratable acidity are not significant. Propolis has a significant function in maintaining titratable acidity in lemon. Propolis controls ethylene synthesis, which causes premature aging and increases respiration rate. A decrease in fruit firmness was observed in all coatings until the end of fruit storage. This phenomenon is due to a decrease in the hydrolysis of cell wall pectins, and this effect is caused by a decrease in the activity and also a decrease in the level of cell wall degrading enzymes or a decrease in the rate of ethylene production due to a decrease in the activity of enzymes involved in ethylene production. Propolis, chitosan, and hot water treatment had the best effect on preserving fruit texture, respectively. Vitamin C decreased during storage, and only chitosan and propolis coatings were able to preserve these values to some extent, but as observed in other parameters, the coating effect on oranges was more favorable than on lemons.

Conclusion

In this study, the physical and chemical properties of two types of local lemon and sanguine orange fruits were investigated using the coating method during the storage period. The results showed that propolis coating performed better than other coatings in preserving the quantitative and qualitative indicators of the fruit and was more effective compared to chemical coatings. Propolis was better than other coatings in all measured traits and had a great impact on preserving the physical and chemical properties of the fruits by controlling respiration, oxidation, delaying the aging process, creating a suitable atmosphere inside the fruit, and better exchange with the cold storage atmosphere. In the next stage, chitosan coating and water vapor for 120 seconds performed better than other coatings. These results clearly state that the use of propolis coating, in addition to preserving the properties of the fruit, is the best option to replace conventional coatings on the market because it is edible, non-toxic, economical, and has the least waste. On the other hand, because chemical fungicides are completely imported and a high cost must be paid to purchase them, and also by saving money, maintenance costs can be reduced and the cost of the product can be reduced, thus bringing health to the consumer community.

بررسی تاثیر پوشش دهی و مدت زمان انبارداری بر برخی خصوصیات کمی و کیفی پرتقال و لیمو در سردخانه بالای صفر درجه

شعبان قوامی جولندان^{۱*}، رضا طباطبایی کلور^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۷

۱- گروه مهندسی بیوسیستم - دانشکده کشاورزی - دانشگاه شهید چمران اهواز - اهواز - ایران
۲- گروه مهندسی بیوسیستم - دانشکده مهندسی زراعی - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - ساری - ایران

* نویسنده مسئول: E-mail: s.ghavami@scu.ac.ir

چکیده

استفاده از مواد نگهدارنده سالم و انبارداری مناسب توام با حفظ سلامت و کیفیت محصول می تواند کمک بسزایی در افزایش مدت زمان نگهداری و کاهش فساد در محصولات کند. در پژوهش حاضر تاثیر پوشش دهی و مدت زمان انبارداری بر کیفیت پس از برداشت و برخی خصوصیات کمی و کیفی پرتقال رقم سانگین و لیمو ترش رقم اورکا در سردخانه بالای صفر مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای پوشش دهی میوه ها شامل برهموم، کیتوسان، مخلوط بردو، بخار آب گرم در زمان ۹۰ ثانیه و ۱۲۰ ثانیه، بخار اتانول ۲ میلی گرم و ۴ میلی گرم، مواد شیمیایی ایمازالین و تیابندازول و شاهد استفاده شده است. دمای سردخانه بین ۲ تا ۴ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد در نظر گرفته شد. تاثیر تیمارهای مورد اشاره بر فاکتورهای درصد افت وزن، pH، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی بافت، تغییرات ویتامین C در مدت زمان ۶۰ روز بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که تیمارهای پوشش دهی بر فاکتورهای مورد اشاره تاثیر معنی داری دارند. برهموم و کیتوسان به ترتیب دارای کمترین کاهش وزن (۰/۶۵، ۰/۷۴ درصد) تغییر pH (۲/۹۷، ۲/۹۸) و حفظ ویتامین C (۰/۵۹، ۰/۹۳ درصد) در بین پوشش ها بودند. تیمارهای بخار آب گرم، برهموم و کیتوسان در حفظ سفتی بافت نمونه ها (۹۵-۹۰ نیوتن) و مواد جامد محلول (۱۲/۸-۱۲/۹۸ بریکس) بیشترین تاثیر را نشان دادند. بطور کلی پوشش دهی میوه ها با مواد خوراکی و غیر شیمیایی سبب بهبود کیفیت و ماندگاری محصول در طول مدت انبارمانی می شود. استفاده از برهموم باعث ایجاد اتمسفر مطلوب و حفظ بهتر خصوصیات مرکبات می شود.

کلمات کلیدی: مرکبات، انبارداری، پوشش دهی، کیتوسان، برهموم

۱- مقدمه

میوه‌ها در تغذیه سالم جامعه نقش مهمی ایفا می‌کنند و در هرم غذایی مصرف کننده و در تامین نیاز غذایی جامعه دارای جایگاه مهمی می‌باشند. اما عمر کوتاه مدت و فساد پذیری بالای محصولات کشاورزی به ویژه مرکبات باعث تغییرات نامطلوب شده که این موضوع باعث می‌گردد که خریدار، آن را به صورت تازه مصرف کند. محصولات تازه به دلیل تنفس بالا پس از برداشت، ماندگاری پایینی دارند و در مدت زمان کمی فاسد شده و از بین می‌روند. همچنین نرخ تنفس آنها نقش بسیار مهمی و فعالی در انتخاب روش نگهداری دارد. میزان ضایعات این محصولات گاهی تا ۸۰ درصد هم می‌رسد (Caleb et al., 2012). به همین دلیل در بیشتر تحقیقات صورت گرفته توسط محققان در این زمینه، افزایش عمر پس از برداشت میوه و کاهش ضایعات، در صدر برنامه مطالعاتی برای تحقیق و پژوهش قرار گرفته است (Rahmatiyan et al., 2018). مرکبات از مهمترین میوه‌هایی است که در مناطق گرمسیری و باغبانی در جهان تولید می‌شود. طبق برآوردهای انجام شده ضایعات حاصل از مرکبات تقریباً بین ۲۸ تا ۳۱ درصد می‌باشد و نگهداری این محصولات در سردخانه و انبار یکی از مشکلات عمده تولیدکنندگان می‌باشد (Tabatabaee, & Ranjbar, 2024). استفاده از مواد شیمیایی سنتزی در محصول تازه یکی از مشکلات اساسی و مهم در رابطه با سلامتی انسان است، زیرا باقیمانده مواد شیمیایی مخصوصاً در رژیم غذایی اطفال و گروه‌های حساس سلامتی افراد جامعه را به خطر می‌اندازد که با توجه به این موضوع باید با موادی دیگر جایگزین گردد. امروزه فناوری‌های جدید کاربردهای وسیعی در مراحل تولید، فراوری، نگهداری، بسته‌بندی و انتقال محصولات تولید شده کشاورزی دارد (Tohidiyan et al., 2013). یکی از مزیت‌هایی که پوشش‌های حاوی مواد ضد باکتریایی دارند، آزاد کردن تدریجی ترکیبات ضد باکتریایی در سطح ماده غذایی است. پوشش‌های خوراکی طبیعی مختلف به تنهایی یا به عنوان حامل مواد فعال ضد میکروب، آنتی اکسیدان‌ها، طعم دهنده‌ها، مواد مغذی و رنگ‌ها در افزایش ماندگاری و بهبود کیفیت مواد غذایی تازه و منجمد استفاده می‌شود (Jeyakumari et al., 2016). هدف از کاربرد پوشش، کاهش افت آب موجود در میوه، کند کردن روند پیری، شفافیت دادن به ظاهر و بازاریابی بهتر و حفظ کیفیت و سلامت میوه می‌باشد. پوشش‌ها باعث ایجاد نوعی از اتمسفر اصلاح شده در محصول می‌شوند و آن را از پاتوژن و آلودگی‌ها محافظت می‌کند (Villalobos et al., 2018). لذا بررسی روش‌های مختلفی که نتیجه حاصل از آن منجر به حفظ کیفیت میوه در طول زمان انبارمانی و کاهش میزان ضایعات مرکبات شود از اهمیت بالایی برخوردار است. تحقیقات متعدد و گسترده‌ای در این خصوص انجام پذیرفته که به برخی از آنها اشاره می‌شود. در تحقیقی که از پوشش خوراکی کیتوسان برای افزایش طول عمر انبارداری دانه‌های انار استفاده کردند، دریافتند که پوشش کیتوسان مانع از رشد باکتری و قارچ روی سطح دانه‌ها شده

و محتوای آب دانه‌های پوشش داده شده در طول انبارداری حفظ شده است. کیتوسان افزایش مواد جامد محلول کل (TSS) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) دانه‌ها را در طول انبارداری کاهش داد. در مقابل، دریافتند که کاربرد کیتوسان، کاهش فنولیک کل، آنتوسیانین کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در طول دوره انبارداری به تأخیر می‌اندازد (Ghasemnezhad et al., 2013). استفاده از فیلم حاوی ذرات نانو سیلیس و کیتوسان و بررسی اثر آن بر کیفیت ماندگاری میوه لونگان مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد که استفاده از این نوع فیلم تاثیر مثبتی بر افزایش عمر تازه خوری، کاهش شاخص قهوه‌ای شدن و تاخیر در افت وزن این میوه داشته است. همچنین استفاده از پلی اتیلن سبک حاوی ذرات نانو رس به منظور بهبود و افزایش عمر محصولات گوشتی مورد بررسی قرار گرفته است (Tornuk et al., 2015). در پژوهشی دیگر تاثیر استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی ایمازالین و تیابندازول که به صورت رایج در انبارداری مرکبات استفاده می‌شود و نیز غوطه‌وری محصول با دوز تعیین شده توسط سازنده در آب گرم را بر روی میوه گریپ فروت مورد بررسی قرار دادند که طبق گزارش آنها، قارچ‌کش‌های شیمیایی ایمازالین و تیابندازول در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، درصد آلودگی قارچی میوه گریپ فروت را به میزان قابل توجهی کاهش دادند (Schirra et al., 1995). در طی پژوهشی به ارزیابی اثرات تیمارهای تغذیه‌ای و پوشش‌های انباری بر عملکرد و کیفیت پرتقال‌های تامسون ناول در شرایط پس از برداشت پرداخته شد، بر اساس نتایج حاصل، اثرات جداگانه تیمارهای تغذیه‌ای و پوشش‌های انباری برای همه پارامترهای اندازه‌گیری شده، از جمله سفتی بافت میوه، ضخامت پوست میوه، ویتامین C، اسیدیته قابل تیتراسیون، قند میوه، pH میوه و وزن تازه از نظر آماری معنی‌دار بود. با این حال، اثرات متقابل تیمارهای تغذیه‌ای و پوشش‌های انباری فقط برای وزن تازه معنی‌دار بود. این مطالعه نشان داد که محلول‌پاشی پتاسیم تأثیر مثبتی بر کیفیت پرتقال پس از برداشت دارد. این یافته‌ها بر اهمیت استفاده از تیمارهای تغذیه‌ای مناسب و پوشش‌های انبارداری برای افزایش کیفیت و افزایش ماندگاری پرتقال در طول انبارداری تأکید می‌کند (Jamshidi et al., 2024). در پژوهشی دیگر اثرات بالقوه ژل آلوه‌ورا بر حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌های لیمو در انبار سرد مورد بررسی قرار گرفت، با توجه به نتایج به دست آمده، ژل آلوه‌ورا، نمی‌تواند به طور مؤثری کاهش وزن و سفتی را کنترل کند (Yousefi et al., 2024).

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشکده مهندسی زراعی در گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم و آزمایشگاه صنایع پس از برداشت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. در این آزمایش از پرتقال

تست کشش و فشار FG-5000A با دامنه کاری ۰ الی ۵ کیلوگرم و دقت ۱ گرم و برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر چشمی مدل SM-20 با دقت اندازه‌گیری $\pm 0.2\%$ Brix استفاده شد. درصد اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه با تیتر کردن آن با سود ۰/۱ نرمال انجام شد. در این آزمون آب میوه به وسیله سانتیفریوژ صاف شده و در حضور معرف با سود ۰/۱ تیتر شده است. pH آب میوه با استفاده از pH متر دیجیتال با دقت ۰/۱ درصد اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری میزان ویتامین C به دلیل حساس بودن و بدست آوردن مقادیر دقیق به این دلیل که گذر زمان و تغییرات دما بر میزان ویتامین C تاثیر گذار است نمونه‌ها هر ۱۵ روز به آزمایشگاه پیشرفته محل انجام آزمایش انتقال داده شد و نمونه تحت فیلتراسیون UV-VIS قرار داده شد و سپس با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر مقادیر ویتامین C اندازه‌گیری شد. در این پژوهش داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و آزمون فاکتوریل تجزیه و تحلیل شدند. تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و رسم نمودارها به کمک اکسل انجام شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای تاثیر پوشش‌دهی و دوره انبارداری بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پرتقال و لیمو در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در میوه پرتقال اثر متقابل این دو تیمار بر سفتی بافت و در میوه لیمو بر سفتی بافت و اسیدیته قابل تیتراسیون معنی‌دار نیست.

خونی رقم سانگین و لیمو ترش رقم اورکا محلی استفاده شد. این نمونه‌ها از باغات مرکبات اطراف شهر ساری صبح روز آزمایش چیده شد و با رعایت تمام نکات لازم چه در زمان چیدن و چه در هنگام انتقال به محل انجام آزمایش آورده شد. برای تیمار شاهد و هریک از محلول‌های پوشش دهنده تعداد ۶ عدد میوه سالم بدون خراش، فاقد قارچ و آثار حمله مگس مدیترانه انتخاب و سپس با پارچه کاملاً تمیز پاک شدند. نمونه‌ها پس از توزین با ترازو دیجیتال و اندازه‌گیری سفتی، میزان مواد جامد محلول و pH جهت پوشش دهی با محلول‌های بره موم، کیتوسان، مخلوط بردو، بخار آب گرم در زمان ۹۰ ثانیه و ۱۲۰ ثانیه، بخار اتانول ۲ میلی گرم و ۴ میلی گرم، مواد شیمیایی ایمازالین و تیابندازول و شاهد مورد استفاده قرار گرفتند. در این پژوهش از محلول کیتوسان با دوز ۱ گرم (۱ درصد) در ۱ لیتر آب، از محلول بردو با نام تجاری بردوفیکس که دارای تاییدیه انجمن ارگانیک کشور می‌باشد با دوز پیشنهادی ۱۰ سی سی در ۱ لیتر آب و بدست آمدن محلول یکنواخت، از محلول قارچ کش تیابندازول با نام تجاری تکتو با استفاده از دوز پیشنهادی کارخانه تولید کننده به مقدار ۱ گرم پودر حل شونده در ۱ لیتر آب، از محلول بره موم برای اسپری کردن کامل سطح میوه‌ها، از محلول قارچ کش شیمیایی ایمازالین، بخار اتانول با دوزهای ۴ و ۲ mg/kg استفاده شد. نمونه‌ها پس از پوشش‌دهی کامل، درون سبد قرار گرفت و سپس به مدت ۶۰ روز در سردخانه با دمای ۲ تا ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد قرار داده شد. جرم تمامی بسته‌بندی‌ها هر ۱۵ روز توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری و ثبت شد و سپس بعد از دوره ۶۰ روزه انبارمانی درصد کاهش وزن میوه‌ها محاسبه گردید. برای تعیین میزان سفتی میوه از دستگاه

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات میوه پرتقال تحت تیمار پوشش‌های مختلف و دوره انبارداری

Table 1- Analysis of variance of orange fruit characteristics under different coating treatments and storage period

میانگین مربعات (MS)							
pH	ویتامین C Vitamin C	اسیدیته قابل تیتراسیون (%) Titratable acidity	مواد جامد محلول Total Soluble Solids = TSS	سفتی بافت (N) stiffness	افت وزن (%) Weight loss	درجه آزادی DF	منبع تغییرات S.V
0.004 *	0.0005 *	0.0003 **	0.016 **	0.0015 *	0.805 **	9	پوشش Coating
0.034 ns	0.0047 ns	0.0048 ns	0.141 **	4.79 *	55.07 *	3	دوره انبارداری Storage Period
0.0016 *	0.0003 *	0.00035 *	0.00023 *	0.00037 ns	0.057 *	27	پوشش X دوره انبارداری Coating x storage period
0.00035	0.0008	0.00009	0.00012	0.00009	0.00066	60	خطای آزمایش Experiment Error
3.52	3.7	3.88	3.61	0.413	1.37		ضریب تغییرات Coefficient of Variation

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- تجزیه واریانس خصوصیات میوه لیمو تحت تیمار پوشش های مختلف و دوره انبارداری

Table 2- Analysis of variance of lemon fruit characteristics under different coating treatments and storage period

میانگین مربعات (MS)							منبع تغییرات S.V
pH	ویتامین C Vitamin C	اسیدیته قابل تیتراسیون (%) Titratable acidity	مواد جامد محلول Total Soluble Solids = TSS	سفتی بافت (N) stiffness	افت وزن (%) Weight loss	درجه آزادی DF	
0.014 **	0.0007 *	0.0009 **	0.036 **	0.0025 *	0.915 **	9	پوشش Coating
0.032 ns	0.0027 ns	0.005 ns	0.21 *	4.8 *	59.22 ns	3	دوره انبارداری Storage Period
0.0026 *	0.0003 *	0.00065 ns	0.0004 *	0.0013 ns	0.061 *	27	پوشش X دوره انبارداری Coating x storage period
0.00065	0.0014	0.0001	0.00022	0.00012	0.00078	60	خطای آزمایش Experiment Error
3.54	3.87	3.8	3.81	0.422	1.43		ضریب تغییرات Coefficient of Variation

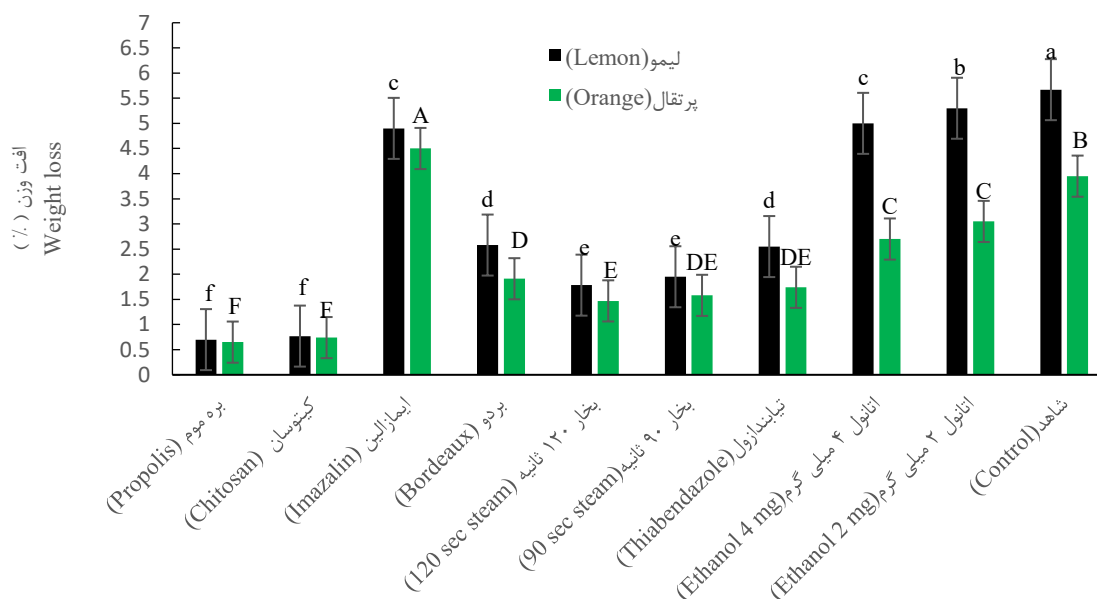
ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

۱-۳- افت وزن

با توجه به جدول ۱ افت وزن در هر دو تیمار نوع پوشش و دوره انبارداری و نیز اثر متقابل آنها معنی دار است. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود در بحث افت وزن، پوشش بره موم و کیتوسان بهترین گزینه برای پوشش دهی نسبت به سایر گزینه ها می باشند. وجود مواد رزینی در ساختار مواد تشکیل دهنده بره موم باعث کاهش تنفس پوست با محیط پیرامون می شود (Masoumnia et al., 2021). همچنین، این دو ماده به دلیل دارا بودن خصوصیات سطحی خوب و ممانعت کنندگی مناسب در برابر گازها بویژه اکسیژن و بخار آب موجب کاهش اتلاف وزن می شوند (Zahedi et al., 2019). بره موم مانع خوبی در مقابل تشکیل رادیکال های آزاد و انواع اکسیژن های انفعالی است و این یکی از دلایل و مزایای سلامتی بخش بره موم می باشد. کیتوزان با تشکیل یک لایه نیمه تراوایی در اطراف میوه و ایجاد

واکنش های دفاعی در برابر عوامل محیطی نقش مهمی در حفظ وزن محصول ایفا می کند (Arnon et al., 2015). در پژوهشی نیز اعلام کردند که میزان افت وزن در چهار رقم مرکبات پوشش دهی شده کمتر از نمونه شاهد بوده است (Fattahi and Kiaeshkevarian, 2013). مطابق شکل ۱ در دوره انبارمانی افت وزن در نمونه های پوشش داده شده بوسیله بره موم و کیتوسان از سایر نمونه ها کمتر بوده و سپس نمونه ها با پوشش های بخار آب گرم ۱۲۰، تیابندازول و ۹۰ ثانیه و بردوفیکس در جایگاه بعدی قرار می گیرند سپس ایمزالین و بخار اتانول ۴ و ۲ میلی گرم و در آخر نمونه شاهد دارای بیشترین مقدار افت وزن می باشند.

در پوشش اتانول ۴ و ۲ میلی گرم کاهش وزن تقریباً برابر بوده اما در مقایسه با سایر پوشش ها عملکرد ضعیف تری داشته که می تواند به دلیل عدم کنترل اتمسفر درون سردخانه و سطح تبخیر بالای این ماده پوشش آن از سطح میوه کاسته شده و باعث کاهش وزن در میوه شود.

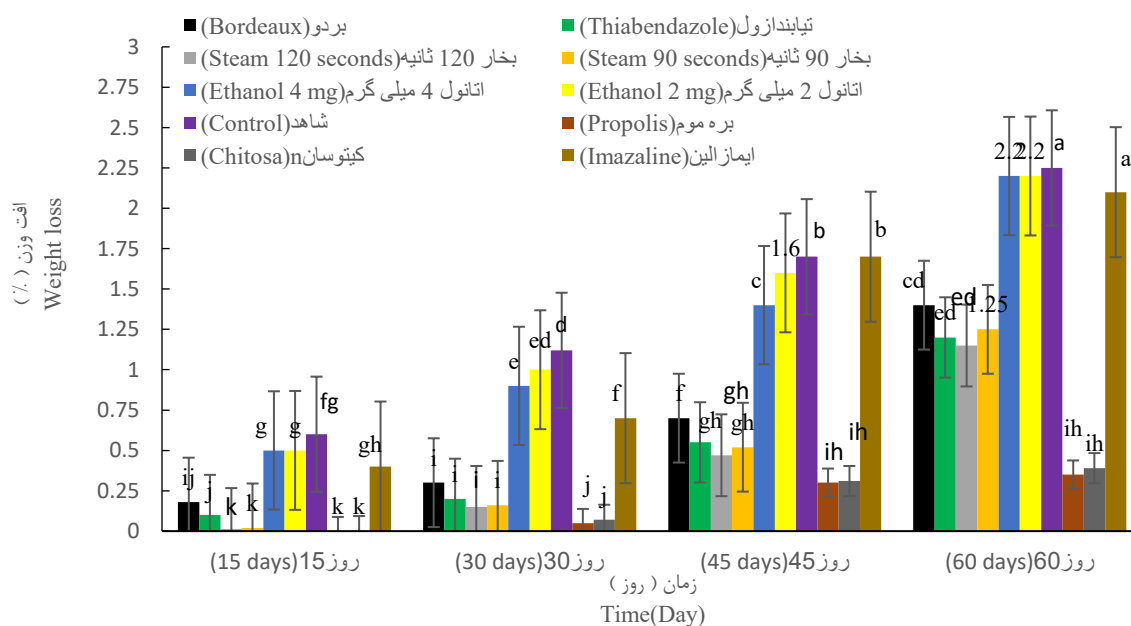


شکل ۱- مقایسه افت وزن لیمو و پرتقال در پایان دوره انبارمانی

Fig 1. Comparison of weight loss of lemons and oranges at the end of the storage period

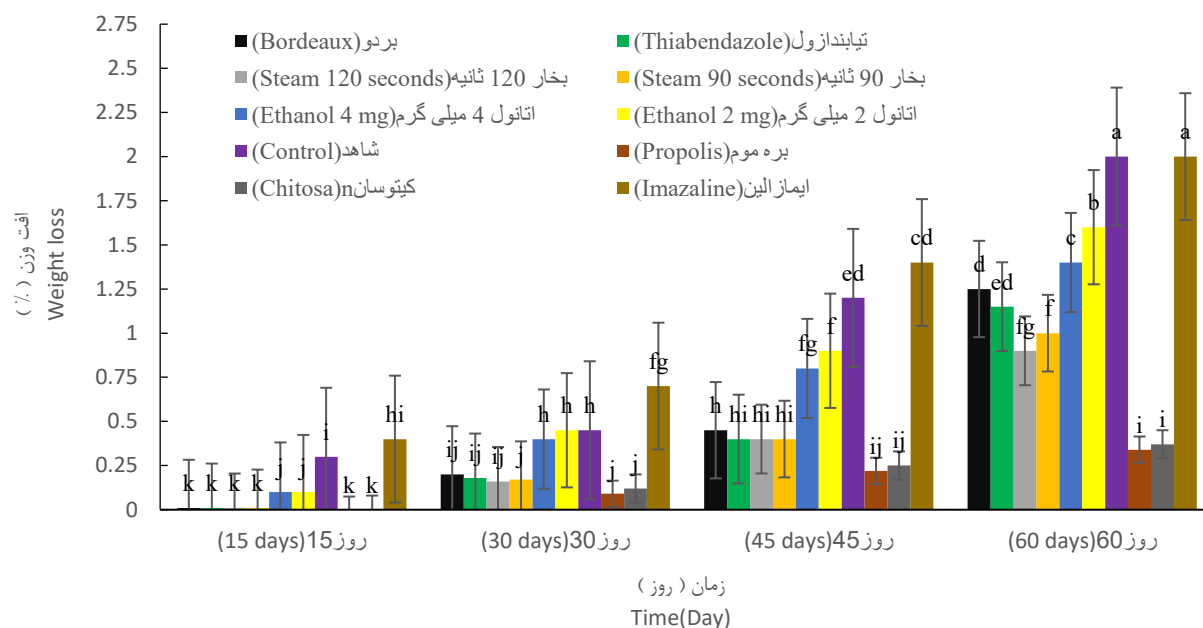
چشمگیر در روزهای مختلف بوده است. در اشکال ۲ و ۳ مشاهده می شود افت وزن در پرتقال و لیمو و نحوه عملکرد پوشاننده ها نتایج یکسانی را نشان می دهد و بخار آب و محلول شیمیایی تیابندازول تقریباً به یکدیگر نزدیک هستند. همچنین محلول بردو در افت وزن می تواند رقیب و جایگزین مناسب تیابندازول باشد. این عملکرد بردو در افت وزن لیمو می تواند بخاطر اثرات پوششی یون مس باشد که بخاطر ترکیب خاص بردو در ترکیب و واکنش با عوامل محیطی از قبیل رطوبت و اکسیژن بر روی پوست محصول به مدت طولانی باشد.

شکل ۲ نشان می دهد اختلاف معنی داری بین پوشش برهموم و پوشش کیتوسان وجود ندارد ولی اختلاف آن با قارچ کش های شیمیایی معنی دار است. مطابق این نمودار پوشش برهموم و کیتوسان نسبت به سایر پوشاننده های خوراکی افت وزن کمتری داشته و فاکتور افت وزن بین برهموم و کیتوسان غیر معنی دار است. همانطور که مشاهده می شود افت وزن در پوشاننده شیمیایی ایمازالین بالا بوده و در دوره انبارمانی افت وزن زیادی مشاهده می شود، که این موضوع در برهموم و کیتوسان اینگونه نبود و افت وزن کم و روند آن ملایم و بدون تغییر



شکل ۲- افت وزن لیمو در زمان انبارمانی

Fig 2. Weight loss of lemons during storage

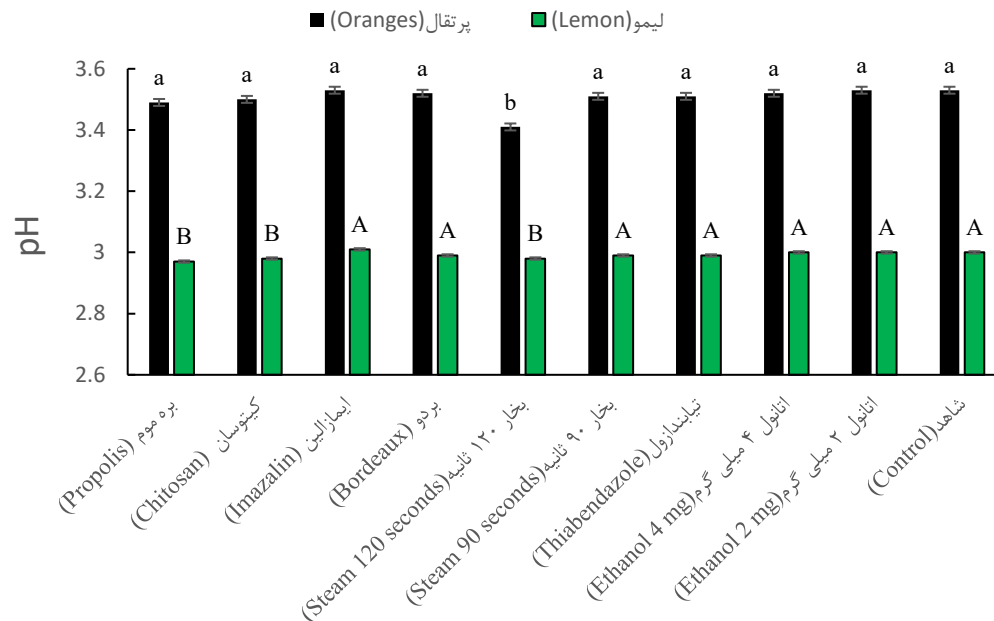


شکل ۳- افت وزن پرتقال در زمان انبارمانی
Fig 3. Weight loss of oranges during storage

۳-۲- تغییرات pH

مورد دیگری که در روند تغییرات pH قابل تامل بوده تاثیرگذاری پوشش‌دهی بر روی این دو میوه بوده است. پوشش‌دهی در پرتقال نسبت به لیمو عملکرد بهتری داشته و توانسته میزان pH را ثابت نگه دارد که این موضوع می‌تواند به دلیل نوع بافت خارجی میوه و تنفس و تولید اتانول درونی میوه باشد. محققان در پژوهشی در همین راستا دست یافتند که شاید با استفاده از واکس‌هایی که روزه‌های پوست میوه را به طور کامل مسدود نکند، بتوان ضمن حفظ آب میوه، مانع تنفس غیرهوازی در میوه و در نتیجه ایجاد بد طعمی در میوه شود (Fattahi and Kiaeshkevarian, 2013).

همانطور که در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده، استفاده از پوشش در طول انبارمانی تاثیر معنی‌داری در حفظ pH میوه داشته است. در شکل ۴ نیز می‌توان تاثیرات پوشش‌دهی را بر تغییرات pH میوه مشاهده کرد. در ۳۰ روز اول آزمایش، در نمونه‌های پوشش داده شده با بره موم، کیتوسان و بخار آب، تغییری در pH آنها مشاهده نشده است. اما در بقیه تیمارها در ۳۰ روز اول شاهد تغییراتی در pH آنها بودیم. در ۳۰ روز دوم و پایانی آزمایش، در همه تیمارها افزایش pH داشتیم به این گونه که پوشش‌دهی بره موم و کیتوسان کمترین تغییر و پوشش اتانول و ایمازالین و نمونه شاهد بیشترین تغییر را داشته‌اند.

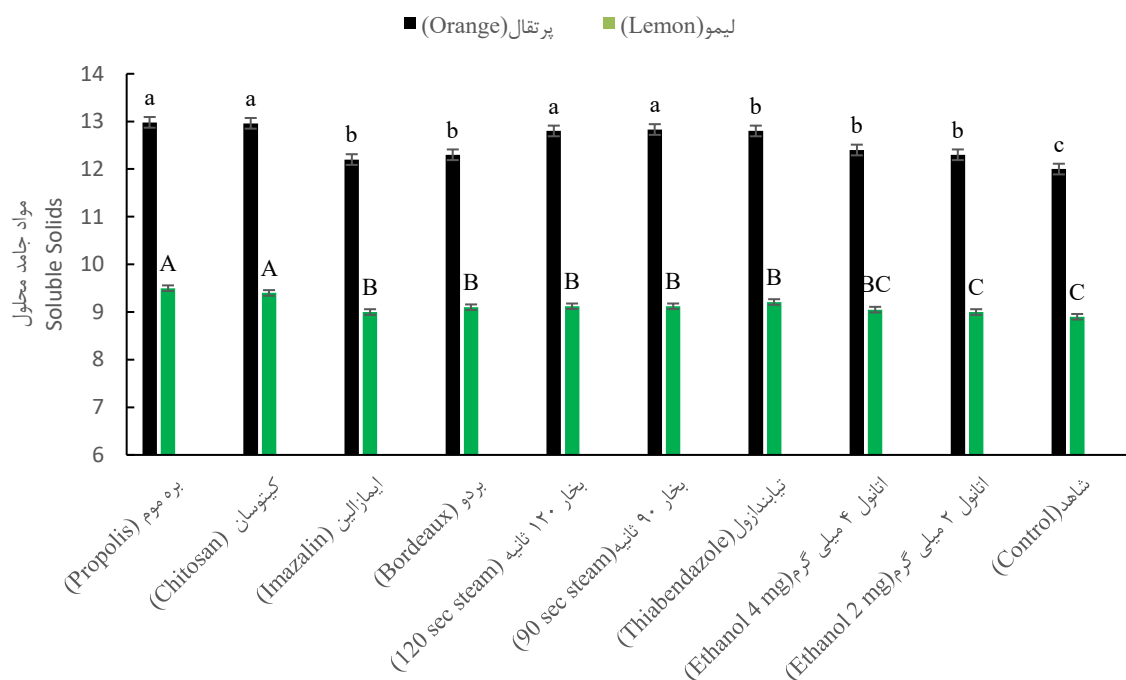


شکل ۴- تاثیر پوشش در pH پرتقال و لیمو
Fig 4. Effect of coating on pH of oranges and lemons

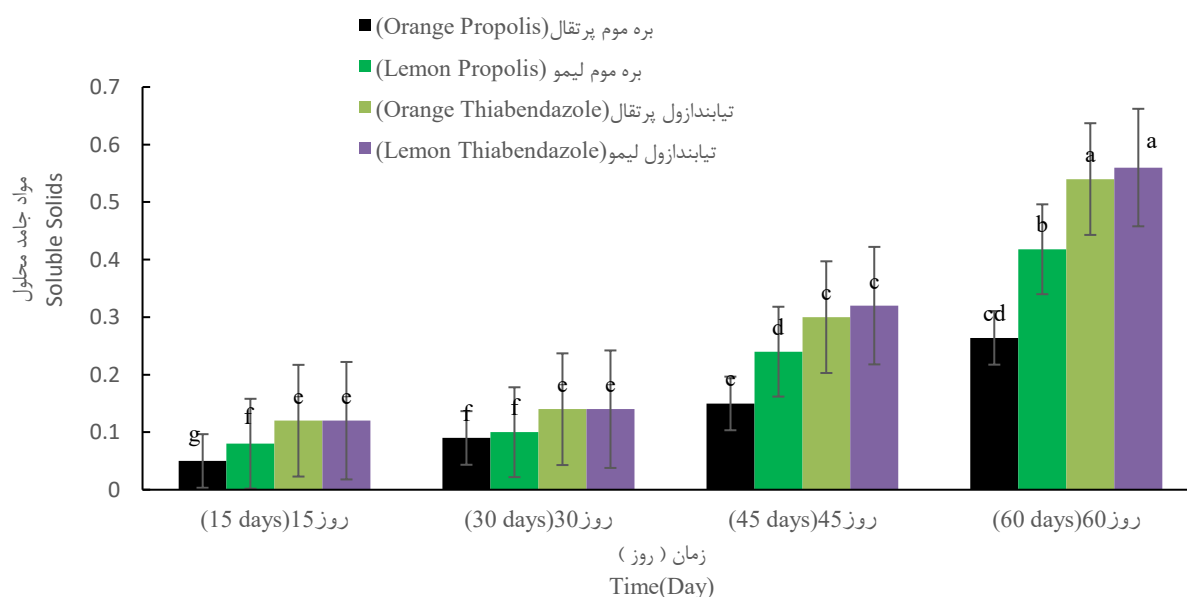
۳-۳- مواد جامد محلول (بریکس)

بررسی حاصل از تجزیه داده‌ها نشان می‌دهد برخی پوشش‌ها و مدت زمان انبارمانی و اثر متقابل آنها تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد در میزان مواد جامد محلول ایجاد نموده است. همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شد میزان مواد جامد محلول افزایش یافته که بخشی از این مواد مربوط به آب موجود در پرتقال و لیمو می‌باشد که کاهش پیدا می‌کند در بین تیمارهای پوششی در میوه پرتقال پوشش-های خوراکی بخار آب گرم، بره‌موم، کیتوسان و پوشش شیمیایی تیابندازول کمترین تغییر را داشته‌اند که نشان می‌دهد استفاده از این پوشش‌ها به خصوص بره‌موم و کیتوسان تاثیر زیادی در حفظ مواد جامد محلول دارد. حفظ بهتر مواد جامد محلول با گذشت زمان در پوششهای کیتوزان و بره‌موم ممکن است به دلیل کاهش سرعت تبدیل نشاسته به قند باشد. گزارش شده است در محصولاتی مانند گواوا، آووکادو و سیب که با پوشش‌های خوراکی و اتمسفر اصلاح شده نگهداری می‌شوند به دلیل کاهش سرعت تنفس میوه تبدیل پلی- ساکاریدها به قند در بافت میوه با سرعت کمتری اتفاق می‌افتد (El-Anany et al., 2019). در شکل ۶ اثر مدت زمان انبارمانی در یک پوشش شیمیایی و یک پوشش خوراکی که کمترین تغییرات را در

شاخص مواد جامد محلول داشته‌اند مورد بررسی قرار گرفت. در این شکل دو پوشش بره‌موم و تیابندازول در چهار دوره از مدت انبارمانی مورد مقایسه قرار گرفت و همانطور که نشان داده شده میزان تغییرات در نیمه ابتدایی و انتهای متفاوت است و نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در بخش پایانی انبارمانی بوده است که با نمودار افت وزن مطابقت و همخوانی دارد به این صورت که با از دست رفتن آب میوه میزان شاخص مواد جامد محلول هم کاهش پیدا کرد. متابولیسم ضعیف‌تر در استفاده از پوشش سبب حفظ اسیدهای آلی و تا حدودی کاهش این نسبت می‌شود. هرچند دمای پایین انبار نیز در کاهش تنفس متابولیسم میوه نقش دارد. علامه‌زاده و همکاران در پژوهشی به این موضوع اشاره کردند که با افزایش درصد میزان مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی افت وزن را به همراه دارد (Alemzadeh, Ansari & Feridoon, 2007). در پژوهشی که بر روی رقمی از نارنگی انجام شد به نتایج متفاوتی دست یافتند و مصرف مداوم قند و اسیدهای آلی را برای متابولیسم بافت میوه نسبت به اثرات تجمع مواد محلول در طول انبارداری طولانی بیان نمودند (Hong et al., 2007).



شکل ۵- تاثیر پوشش بر مواد جامد محلول در پرتقال و لیمو در پایان انبارمانی
Fig 5. Effect of coating on soluble solids in oranges and lemons at the end of storage



شکل ۶- اثر متقابل زمان بر مواد جامد محلول پرتقال و لیمو در پوشش بره موم و تیابندازول
Fig 6. Interaction effect of time on soluble solids of orange and lemon in propolis and thiabendazole coating

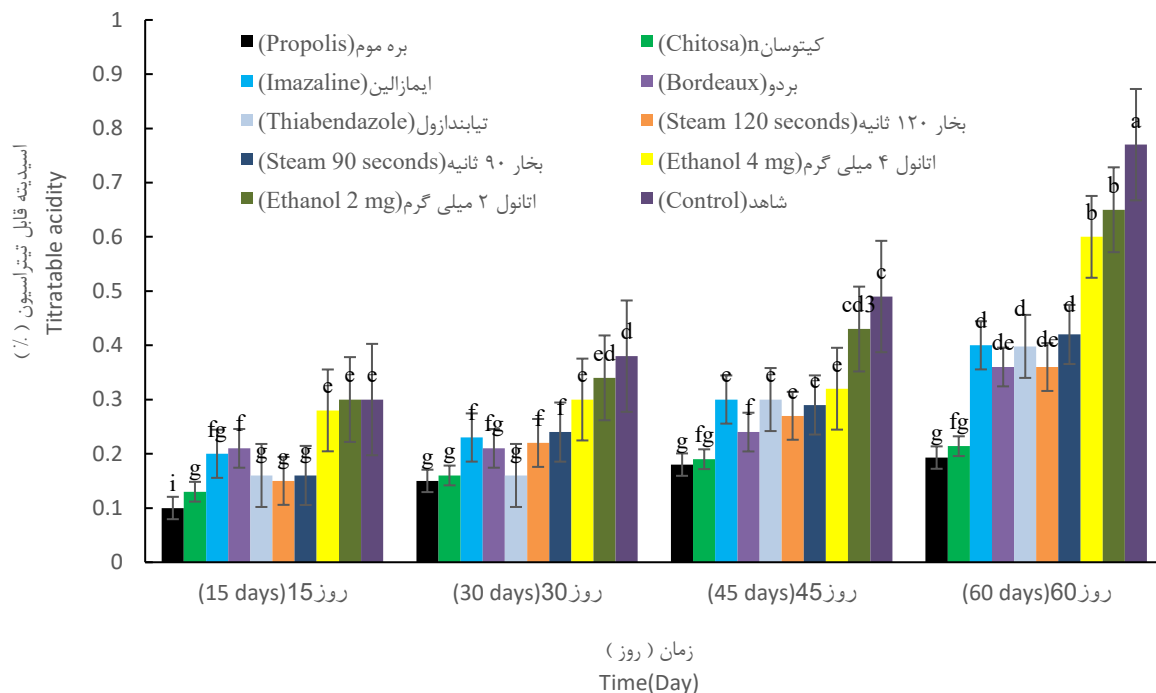
۴-۳- اسیددیده قابل تیتراسیون

اسیددیده قابل تیتراسیون معرف مقدار کل اسیدهای آب میوه که به صورت درصد بر اساس اسید آلی غالب میوه اندازه گیری می شود. بررسی نتایج حاصل از جداول ۱ و ۲ نشان داد در میوه پرتقال استفاده از برخی پوشش ها و اثر متقابل آنها تاثیر معنی داری در سطح ۵ درصد

و در میوه لیمو ترش اثر متقابل پوشش در مدت انبارمانی تاثیر غیر معنی دار بر اسیددیده قابل تیتراسیون داشتند. اسیددیده قابل تیتراسیون اغلب به عنوان نشانه بلوغ محصول به شمار می رود. کاهش اسید آلی در طول دوره انبارمانی ممکن است به دلیل تبدیل اسید به قند و مشتقاتش و یا بکارگیری آنها در تنفس باشد (Li and Yu, 2021). بالا بودن مقدار مواد جامد محلول و کم بودن مقدار اسید از ویژگی های

مقدار مواد جامد محلول و کم بودن مقدار اسید از ویژگی‌های مهم بازارپسند میوه محسوب می‌شوند. ترکیبات فنلی در طی انبارمانی افزایش می‌یابند و علت آن افزایش در فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیازاز در شرایط پس از برداشت است (Oms-Oliu et al., 2008).

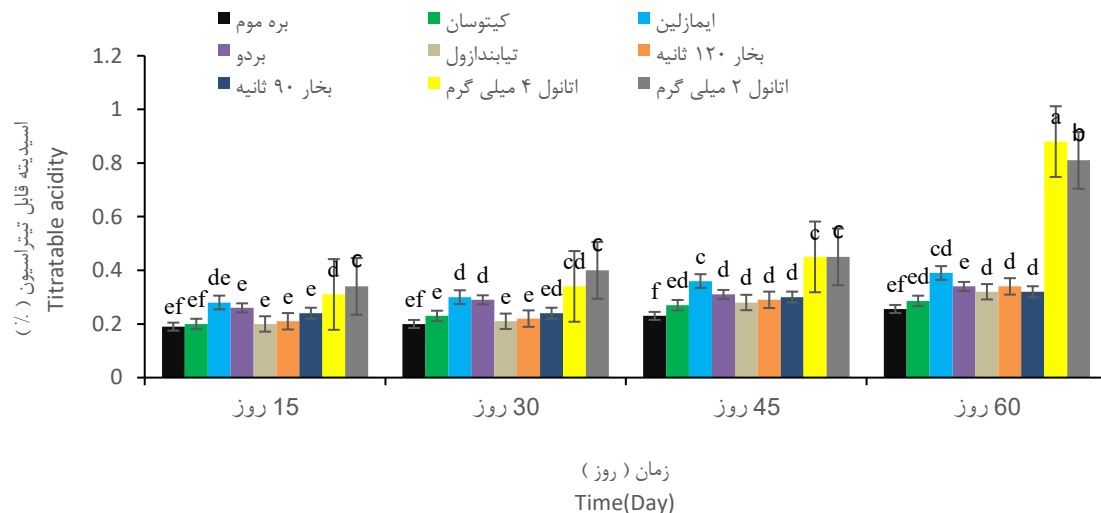
مهم بازارپسندی میوه محسوب می‌شوند. همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده، شاهد کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون بودیم که این کاهش اسیدیته رابطه مستقیمی با میزان مواد جامد محلول دارد و تاثیر مستقیم در طعم و مزه میوه ایفا می‌کند. تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون در طی انبارمانی به سرعت تنفس مربوط می‌باشد. بالا بودن



شکل ۷- اثر پوشاننده‌ها بر اسیدیته قابل تیتراسیون پرتقال در مدت انبارمانی
Fig 7. Effect of coatings on the titratable acidity of oranges during storage

باعث تسريع در پيري می‌شود است. در پژوهشی دیگر که در مورد میوه انگور انجام شد نتایج بدست آمده با این پژوهش مشابهت دارد که میوه های انگور نیز وقتی با کیتوسان قبل و بعد از برداشت تیمار شدند، کیتوسان مانع افزایش زیاد این نسبت در مقایسه با شاهد در دمای ۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد شد. ممکن است علت آن به ممانعت از تنفس توسط پوشش کیتوسان مرتبط باشد. متابولیسم ضعیف‌تر در استفاده از پوشش سبب حفظ اسیدهای آلی و تا حدودی کاهش این نسبت می‌شود. هرچند دمای پایین انبار نیز در کاهش تنفس و متابولیسم میوه نقش دارد (Meng et al., 2008). در پژوهشی در راستای استفاده از پوشش کیتوسان، این پوشش موجب کاهش پوسیدگی‌های قارچی پس از برداشت محصولات باغی می‌شود به علاوه کیتوسان در برابر حمله عوامل میکروبی موجب فعال شدن یکسری آنزیم‌های دفاعی می‌شود که با فعالیت آنزیمی سلول در ارتباط است (Jorjani et al., 2018).

با توجه به شکل ۸ استفاده از پوشش در حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون تاثیر معنی‌داری دارد اما دوره انبارمانی و اثر متقابل پوشش و دوره انبارمانی در حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون معنی‌دار نیست. استفاده از پوشش تاثیر قابل توجهی در حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون داشته و در بین این پوشش‌ها در بره موم شاهد کمترین کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون و در نمونه شاهد بیشترین کاهش را داشتیم، که نشان می‌دهد بره موم نقش موثری در کنترل تنفس و حفظ کیفیت میوه دارد این عامل به دلیل وجود مواد رزینی طبیعی تشکیل دهنده بره موم که باعث جلوگیری از اکسیداسیون میوه می‌شود. بره موم موجب کنترل سنتز اتیلن می‌شود که باعث پیری زود رس و افزایش شدت تنفس می‌شود گاز اتیلن در تعداد بسیاری از بافت‌های گیاه موجب افزایش شدت تنفس می‌شود و میزان این تغییر به تداوم حضور آن بستگی دارد کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت دی اکسید کربن به طور قابل توجهی بازدارنده اثرات هورمون گیاهی اتیلن که



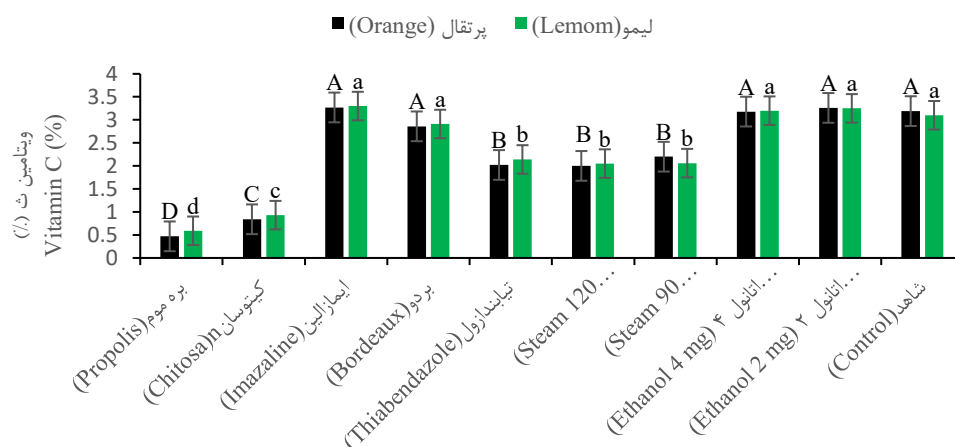
شکل ۸- اثر پوشاننده ها بر اسیدیتة قابل تیتراسیون لیمو در مدت انبارمانی
Fig 8. Effect of coatings on the titratable acidity of lemons during storage

انبارداری در میوه های تیمار شده کمتر از شاهد بود. وقتی میوه های تحت تیمار دمایی با هم مقایسه شدند، مشخص شد که میزان کاهش آسکوربیک اسید در تیمارهای دمایی بالاتر، کمتر بود. ولی با این حال میزان آسکوربیک اسید در تیمارهای دمایی کمتر از تیمار شاهد بود (Fattahi Moghadam & Kiaeshkevarian, 2013).

انبار مانی طولانی منجر به تولید اتیلن می گردد و تولید اتیلن در مرکبات موجب افزایش تنفس و مصرف قند می شود و از انجایی که با افزایش شدت تنفس نسبت مواد آلی و بالانس آن بهم می ریزد این بهم ریختگی در کاهش میزان ویتامین C نمایان می شود که استفاده از پوشش مناسب باعث حفظ تعادل مواد و اسید آلی در نتیجه میزان ویتامین C می شود.

۵-۳- ویتامین C

همانطور که در شکل ۹ مشاهده می شود در طول انبارداری با کاهش این ماده همراه بوده است و تنها پوشش کیتوسان و بره موم تا حدودی توانسته این مقادیر را حفظ کنند اما همانگونه که در سایر پارامترها مشاهده شد اثر پوشاننده بر پرتقال به نسبت لیمو مطلوب تر بوده است. نکته قابل توجه این است که برخلاف سایر پارامترها که تیابندازول تاثیر مطلوبی در حفظ شاخص های مورد نظر داشت در شاخص ویتامین C و حفظ آن عملکرد مطلوبی نداشته است و در مقابل بره موم به عنوان پوششی خوراکی تاثیر معناداری در حفظ میزان ویتامین C بهترین عملکرد را در بین پوشاننده ها دارد. در پژوهشی در مورد تیمار دمایی گزارش دادند آسکوربیک اسید در روزهای ۳۰ و ۶۰



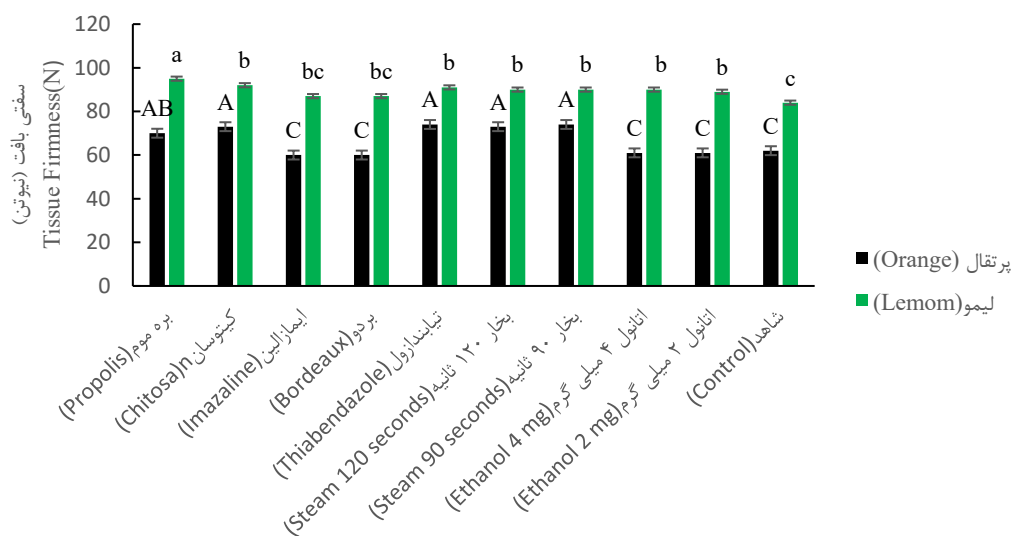
شکل ۹- تاثیر پوشش بر میزان ویتامین C در پرتقال و لیمو در پایان انبارمانی
Fig 9. Effect of coating on vitamin C content in oranges and lemons at the end of storage

۶-۳- سفتی بافت

تنفس و کاهش از دست دادن رطوبت به دلیل وجود پوشش، در حفظ سفتی بافت در طول انبارداری موثر هستند. تاثیر پوشش کیتوسان برای کند کردن روند نرم شدن احتمالا به مانعت پوشش جهت جذب اکسیژن بر می گردد که منجر به کاهش فعالیت کتابلولیک و رسیدن میوه می شود (Bhaskara et al., 2020).

کاهش سفتی بافت نتیجه از دست دادن آب و تخریب ترکیبات پکتیکی دیواره سلولی و نیز فرآیندهای متابولیکی (تجزیه پلی ساکاریدهای ساختمانی) است که در طی رسیدن و انبارمانی رخ می دهد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش مدت زمان انبارمانی میزان سفتی کاهش پیدا کرد که با نتایج پیشین روی محصول گلابی (Masoumnia et al., 2021) مطابقت داشته است.

با توجه به نتایج بدست آمده مطابق جدول ۱ مشاهده می شود که اثر متقابل پوشش در مدت انبارمانی بر سفتی بافت پرتقال و لیمو تاثیر معنی داری ندارند. کاهش سفتی بافت میوه ها تا پایان نگهداری میوه ها در تمام پوشش ها مشاهده شد. این پدیده به علت کاهش در هیدرولیز شدن پکتین های دیواره سلولی می باشد و این اثر به وسیله کاهش فعالیت و همچنین کاهش سطح مقدار آنزیم های تخریب کننده دیواره سلولی و یا کاهش در میزان تولید اتیلن در اثر کاهش فعالیت آنزیم های دخیل در تولید اتیلن به وجود می آید. بره موم، کیتوسان و تیمار آب گرم به ترتیب بهترین اثرگذاری در حفظ بافت میوه را داشتند. کاهش



شکل ۱۱- مقایسه تاثیر پوشش دهی بر سفتی بافت پرتقال و لیمو در پایان انبارمانی

Fig 11. Comparison of the effect of coating on the firmness of orange and lemon tissue at the end of storage

استفاده از پوشش بره موم علاوه حفظ خواص میوه به دلیل خوراکی و غیر سمی بودن و اقتصادی بودن این پوشش از طرفی کمترین ضایعات بهترین گزینه برای جایگزینی پوشش های مرسوم بازار است. از طرفی به دلیل اینکه قارچ کش های شیمیایی کاملا وارداتی بوده و هزینه بالایی برای خرید آن باید پرداخت شود و از طرفی با صرفه جویی اقتصادی می توان از میزان هزینه های نگهداری کاست و قیمت تمام شده محصول را کاهش داد و از طرفی سلامتی را برای جامعه مصرف کننده به ارمغان آورد.

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو نوع محصول لیمو ترش محلی از ارقام بومی مازندران و پرتقال سانگین با استفاده از روش پوشش دهی طی دوره انبارداری مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج بدست آمده نشان داد که پوشش بره موم نسبت به سایر پوشاننده ها عملکرد بهتری در حفظ شاخص های کمی و کیفی میوه داشته است و در مقایسه با پوشش های شیمیایی هم تاثیر گذارتر می باشد بره موم در تمامی صفات اندازه گیری شده بهتر از سایر پوشش ها بوده و با کنترل تنفس و اکسیداسیون و به تاخیر انداختن روند پیری و ایجاد اتمسفر مناسب در درون میوه و تبادل بهتر با اتمسفر سردخانه تاثیر زیادی در حفظ خواص فیزیکی و شیمیایی میوه ها داشته است. در مرحله بعد پوشش کیتوسان و بخار آب ۱۲۰ ثانیه به نسبت سایر پوشش ها عملکرد بهتری داشته اند. این نتایج به وضوح بیان می کند که

منابع

Agricultural Sciences, 23(1), 67-73.
<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.09.003>.

Jeyakumari, A., Ninan, G., Joshy, C. G., Parvathy, U., Zynudheen, A. A., and Lalitha, K. V. (2016). *Effect of chitosan on shelf life of restructured fish products from pangasius (Angasianodon hypophthalmus) surimi during chilled storage*. Journal of Food Science and Technology, 53(4): 2099-2107.
<https://doi.org/10.1007/s13197-016-2174-3>

Jorjani, S., Ghlich, A., and Hedayati fard, M. (2018). *Effect of chitosan coating enriched with race-bran extract on the shelf-life of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) during cold storage*. Food Research Journal, 28(3): 153-167. (In Persian).

Li, H., Wang, J., Yu, T. (2021). *Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruits*. Journal of Science of Food and Agriculture, 81, 269-279.
[https://doi.org/10.1002/10970010\(20010115\)81:2%3C269::AID-JSFA806%3E3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/10970010(20010115)81:2%3C269::AID-JSFA806%3E3.0.CO;2-F).

Masoumnia, A., Tabatabaei kolor, R. and Motevali, A. (2021). *Investigating the Synergistic Effect of Edible Coatings and Modified Atmosphere on the Quality Characteristics and Shelf Life of Pear*. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 52(3): 421- 434.
<https://doi.org/10.22059/ijbse.2021.311810.665347>

Meng, X., Li, B., Liu, J., and Tian, S. (2008). *Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage*. Food chemistry, 106(2): 501-508.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.012>

Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., and Martín-Belloso, O. (2008). *Edible coatings withantibrowning 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>

Rahmatian, F. Z., Kasaei, M. R. and Motamadzadegan, A. (2018). *Effect of silver nano-particles, ethanol, wax or methylcellulose-wax on shelf life and qualitative properties of Thomason navel oranges*. Food Research Journal . 28(3): 1-13. (In Persian)
<https://www.magiran.com/p1895385>

Schirra, M., Mulas, M., and Baghino, L. (1995). *Influence of Postharvest hot dip fungicide treatments on Redblushgrapefruit quality during long term storage*. Food Science and Technology International.1(1): 34-40.
<https://doi.org/10.1177/108201329500100106>

Alemzadeh Ansari, N., and Feridoon, H. (2007). *Postharvest application of hot water, fungicide and waxing on theshelf life of Valencia and local oranges of siavarz*. Asian Journal of Plant Science, 6(2):314-319.
<https://doi.org/10.3923/ajps.2007.314.319>.

Arnon, H., Granit, R., Povat, R. and Poverenov, E . (2015). *Edible chitosan coating for citrus fruit :A layer by layer approach*. Food Chemistry, 169, 465-472.
<https://doi.org/10.1007/s13197-016-2174-3>.

Bhaskara, R.M, Belkasemi, K., Corcuff, R., Castaingne, F. and Arul, J. (2020). *Effect of pre-harvest chitosan sprays on postharvest infection by botrytis cinerea quality of strawberry fruit*. Postharvest Biology and Technology,20,39-51.
<https://doi.org/10.22059/ijbse.2021.311810>.

Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Fahad, A. A., and Opara, U. L. (2012). *Modified Atmosphere Packaging Technology of Fresh and Fresh-cut Produce and the Microbial Consequences – A Review*. Food and Bioprocess Technology, 6: 303-329.
<https://doi.org/10.1007/s11947-012-0932-4>.

El-Anany ,A .M ,Hassan ,G .F .A and .Ali ,F .M . R .(2019). *Effects of edible coating on the shelf life and quality of apple during cold storage*. Journal of Food Technology, 7, 5-11.

Fattahi Moghadam, J., and Kiaeshkevarian, M. (2013). *Response of bioactive compounds in some citrus fruits to wax coating during storage*. Journal of Plant Production Research, 20(2), 59-72. (In Persian).
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23222050.1392.20.2.3.8>

Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M. and Sajedi, R. H. (2013). *Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (Punica granatum L. cv. Tarom) at cold storage temperature*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93(2), 368-374.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.5770>

Hong, S. I., Lee H. H., and Kim, D. (2007). *Effects of hot water treatment on the storage stability of satsuma mandarin as a postharvest decay control*. Postharvest Biology and Technology, 43(2):271-279.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.09.008>.

Jamshidi, B., Pourhosseini, L., Ramezanpour, M. R., Alavi, S.V., and Lashgari, . A. (2024). *Enhancing the shelf life of Thomson Novel oranges through nutritional and coating treatments*. Journal of the Saudi Society of

Tabatabaee, R., and Ranjbar, A. (2024). *Agricultural and food waste management*. Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources Publications. 320 pp.

Tohidian, M., Asghari, M. and Vaezi, S. (2013). *Investigation of the delay of silver and silica nanocomposite packaging on the antioxidant activity and total phenolic content of peach fruit*. The First National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources, Tehran. (In Persian).

Tornuk, F., Hancer, M., Sagdic, O., and Yetim, H. (2015). *LLDPE based food packaging incorporated with nanoclays grafted with bioactive compounds to extend shelf life of some meat products*. LWT-Food Science and Technology, 64(2), 540-546.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3118.6648>

Villalobos, M. C., Serradilla, M. J., Martín, A., Aranda, E., López-Corrales, M. and Córdoba, M. G. (2018). *Influence of modified atmosphere packaging (MAP) on aroma quality of figs (Ficus carica L.)*. Postharvest Biology and Technology. 136, 145-151.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.11.001>

Yousefi, M., Nazoori, F., Mirdehghan, S. H., and Shamshiri, M. H. (2024). *Potential Effects of Aloe vera Gel on Maintaining the Quantitative and Qualitative Characteristics of Lime Fruits (Citrus aurantifolia L.) in Cold Storage*. Journal of Agricultural Science and Technology, 26(1), 151-163.
<https://doi.org/10.22034/JAST.26.1.151>

Zahedi, S.M., Hosseini, M.S., Khorrami, M. and Ebrahimzadeh, A. (2019). *Effects of postharvest polyamine application and edible coating on maintaining quality of mango during cold storage*. Food Science and Nutrition, 7, 431-441. (In Persian).
<https://doi.org/10.1002/fsn3.802>