استفاده از فناوری پلاسمای سرد به عنوان روشی نوین در حفظ کیفیت دانه‌های انار

روزبه عباس زاده[1*]، رومینا ضرابی[2]، کوثر علیمحمد[3]

استادیار، پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایرانAbbaszadeh@irost.ir
دانشجوی سابق پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، Rominazarrabi@gmail.com
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، پژوهشگاه مواد و انرژی، Kosa.alimohamad@gmail.com

چکیده

حفظ کیفیت دانه‌های تازه انار می تواند راهی برای افزایش رضایت مصرف‌کنندگان و صادرات این محصول با ارزش شود. در این پژوهش فناوری پلاسمای سرد برای اولین بار به عنوان رویکردی جدید در افزایش ماندگاری دانه های انار بررسی شد. پلاسما با روش تخلیه سد دی الکتریک ایجاد شد و در دو حالت به نمونه‌ها اعمال شد. در حالت اول تیماردهی به طور مستقیم در مدت زمان های ۱، ۴ و ۷ دقیقه بود. به گروه دیگر از نمونه‌ها، پس از بسته‌بندی، پلاسما با زمان‌های ۱ و ۴ دقیقه اعمال شد. سپس بعد از ده روز ارزیابی حسی انجام شد. نتایج نشان داد نمرات نمونه های تیمارشده با پلاسما به طور معنی داری بیشتر از نمونه‌های شاهد بودند و اعمال پلاسما به مدت یک دقیقه و یا کمتر از آن برای مطالعات بیشتر پیشنهاد می شود. به منظور توسعه کاربرد فناوری پلاسما در افزایش ماندگاری دانه‌های انار باید آزمایش های بیشتری برای بررسی ابعاد مختلف اثرگذاری آن انجام شود.

کلمات کلیدی: پلاسمای سرد، دانه‌های انار، تخلیه سد دی الکتریک، ارزیابی حسی

Use of cold plasma technology as a new method in preserving the quality of pomegranate arils

Rouzbeh Abbaszadeh[1*], Romina Zarrabi[2], Kosar Alimohammad[3]

1- Assistant professor of Agriculture Research Institute, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST) Abbaszadeh@irost.ir
2- Former Student of University of Tehran Rominazarrabi@gmail.com
3- M.Sc. Student of Institute of Materials and Energy Kosa.alimohamad@gmail.com

ABSTRACT

Quality preservation of the fresh pomegranate arils can be a valuable way to increase consumer satisfaction and export this product. In this study, cold plasma technology was investigated for the first time as a new approach to increase the shelf life of pomegranate arils. Plasma was generated by the dielectric barrier discharge method and applied to the samples in two modes. In the first mode, the treatment was applied directly for 1, 4 and 7 minutes. For another group of samples, after the packaging, the plasma was applied for 1 and 4 minutes. Then, after ten days, sensory evaluation was performed. The results showed that the scores of the samples treated with plasma were significantly higher than the control samples, and the plasma application for one minute or less are suggested for further studies. In order to develop the application of plasma technology for increasing the shelf life of pomegranate arils, more testing is needed to investigate different dimensions of its effectiveness.

Keywords: Cold plasma, Pomegranate arils, Dielectric barrier discharge, Sensory evaluation

۱- مقدمه

انار میوه‌ای ارزشمند و دارای خواص گوناگونی است و ایران نیز یکی از تولیدکنندگان عمده این محصول است. با توجه به مدت زمان محدود فصل انار روش های مختلف برای استفاده از آن در طول سال مطرح می باشد مانند خشک کردن با روش‌های مختلف مثل انجمادی، حرارتی و ماکروویو-خلائی (Calín-Sánchez et al., 2013) و خشک کردن اسمزی (Cano-Lamadrid et., 2017) . با این حال وجود محصول تازه و آماده مصرف می‌تواند در جلب بیشتر مصرف کنندگان و همچنین افزایش صادرات انار موثر باشد. بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده و تابش UV-C (López-Rubira et al., 2005)، بسته بندی روزنه دار با اتمسفر اصلاح شده (Hussein et al., 2017)، پوشش دهی با چیتوزان و اسکوربیک اسید (Özdemir and Gökmen, 2017) از جمله روشهایی هستند که برای افزایش ماندگاری دانه‌های تازه انار استفاده شده اند. بسیاری از روشهای مذکور مستلزم هزینه یا بکارگیری فناوری های نسبتا پیچیده هستند. یک فناوری نوین و در عین حال ارزان قیمت و دوستدار محیط زیست که در سالهای اخیر در شاخه های مختلفی از علوم مورد توجه قرار گرفته است پلاسمای سرد یا غیرحرارتی است. پلاسمای غیرحرارتی که دمای آن نزدیک دمای اتاق است ماده ای است پرانرژی که از مولکول‌های گازی، ذرات باردار در شکل یون های مثبت و منفی، رادیکال های آزاد، الکترون ها، فوتون ها (کوانتوم تابش الکترومغناطیسی) تشکیل شده است. پلاسمای سرد می تواند برای غیرفعالسازی عوامل بیماری‌زای موجود بر روی سطوح مواد غذایی همچون محصولات تازه، مواد خشک شده مثل آجیل ها و همچنین مواد بسته‌بندی و ... استفاده شود (Mirsa et al., 2011). این فناوری پتانسیل حذف عوامل بیولوژیک، سموم و آلودگی های سطحی از مواد غذایی و سطوحی که با مواد غذایی در تماس هستند، بهبود عملکرد مواد غذایی و اصلاح مواد بسته‌بندی را دارد. رشد نمایی تحقیقات پلاسمای سرد بر روی مواد غذایی با بیش از صد مقاله منتشر شده در سال، مشاهده شده است (Keener & Misra, 2016). استفاده از پلاسمای تولید شده با روش تخلیه سد دی الکتریک به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه برای برش‌های سیب مورد ارزیابی قرار گرفت و شاخص های مربوط به کیفیت و متابولیک اندازه‌گیری شدند. کاهش معنی داری در ناحیه قوی شده برای نمونه‌های تحت تیمار مشاهده شد. به طور کلی سرعت فعالیت متابولیک بافت را کاهش داد. سایر پارامترهای کیفی فقط به مقدار کمی تحت تاثیر قرار گرفتند (Tappi et al., 2014). اثر پلاسمای ایجاد شده در داخل بسته بندی به وسیله روش تخلیه سد دی الکتریک برای کیفیت گوجه فرنگی گیلاسی مورد مطالعه قرار گرفت. در مورد افت وزن، سفتی و pH، تفاوت گوجه های شاهد و تیمارشده ناچیز بود. تغییرات نرخ تنفس و رنگ تابعی از تیمار بود اما مقدار آنها شدید نبود (Mirsa et al., 2014). در تحقیقی اثر پلاسمای سرد بر آنتوسیانین و رنگ انار مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد تیمار پلاسما اثرات مثبتی بر پایداری آنتوسانین و تغییر رنگ آب انار دارد. اعمال پلاسما محتوای آنتوسیانین را از ۲۱٪ به ۳۵ درصد افزایش داد (Kovačević et al., 2016). با توجه به اینکه تا به حال تحقیقی در مورد کاربرد پلاسمای سرد برای افزایش ماندگاری انار ارائه نشده است، هدف از این پژوهش بررسی امکان استفاده از پلاسمای سرد به منظور حفظ کیفیت دانه های انار تازه است.

۲- بخش مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه زمان آزمایش در اسفندماه ۱۳۹۶ بود و از زمان اصلی ارائه انار در بازار فاصله زمانی ایجاد شده بود، نمونه ها از یک مغازه آبمیوه گیری در کرج تهیه شد. دانه های انار در روز آزمون با استفاده از دست از میوه جدا شد.

تولید پلاسما با اعمال انرژی (از طریق میدان الکتریکی) به هوا (در فشار اتمسفر) و یونیزه کردن آن انجام شد. پلاسما، با استفاده از یک منبع برق فشار قوی با حداکثر ولتاژ ۱۲ کیلوولت، توسط یک پروب قلمی که در آن از کوارتز به عنوان مانع دی الکتریک و براده های مس به عنوان الکترود استفاده شده است، به روش سد دی الکتریک (DBD) ایجاد شد. پلاسما بین براده های مس متصل به منبع برق فشار قوی (الکترود مثبت) و یک صفحه افقی گردان از جنس آلومنیوم و متصل به زمین (الکترود منفی) ایجاد شد و در نتیجه دانه های انار که بر روی صفحه بودند در معرض پلاسما قرار گرفتند. استفاده از صفحه گردان موجب می شد پلاسما به صورت یکنواخت تری به دانه ها اعمال شود.

پلاسما در دو حالت به نمونه ها اعمال شد. هر نمونه شامل ۱۰ دانه انار بود. حالت اول همان طور که ذکر شد به طور مستقیم بود. تیماردهی در مدت زمان های ۱، ۴ و ۷ دقیقه بود. پس از اتمام تیمار، دانه ها در یک پتری دیش قرار گرفتند و سطح ظرف با سلفون پوشیده شد. به گروه دیگر از نمونه ها، پس از بسته بندی درکیسه زیپ کیپ پرس شده، پلاسما اعمال شد و تیمارها با زمان های ۱ و ۴ دقیقه اعمال شدند. تیمارهای شاهد نیز در شرایط یکسان با هر حالت در نظر گرفته شدند. هر تیمار در ۳ تکرار انجام شد.

نمونه ها پس از اعمال پلاسما در یخچال در دمای حدود ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. ارزیابی حسی ۱۰روز بعد از انجام آزمایش برای پارامترهای رنگ، بافت، ظاهر و مقبولیت کلی (براساس موارد قابل بررسی) توسط ۶ نفر صورت گرفت. دانه ها توسط ارزیاب ها در مقیاس ۱ تا ۹ نمره دهی شدند به این صورت که ۱ بدترین و ۹ بهترین نمره بود.

طرح آماری آزمایش، بلوک های کاملا تصادفی بود و با توجه به تفاوت ارزیاب ها هریک به عنوان بلوک در نظر گرفته شدند (Yazdi et al.,

(2007. داده ها با روش تجزیه واریانس مورد تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن انجام شد. تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 16 صورت پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

اشکال ۱ تا ۴ نتایج ارزیابی حسی تیمارها را برای حالت مستقیم نشان می دهند. برای همه معیارهای مورد بررسی نمونه های تیمار شده با پلاسما به طور معنی داری مطلوب تر از نمونه شاهد بودند. همچنین با توجه به عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای پلاسما، به نظر می رسد با درنظر گرفتن ملاحظات صنعتی، تیمار به مدت یک دقیقه و شاید کمتر از آن باعث بهبود ماندگاری دانه های انار شود. به عنوان نمونه برای مقبولیت کلی که می تواند عامل مهمی در تشخیص مشتری پسندی محصول باشد افزایش ۱۳۲٪ نسبت به شاهد در نمره داده شده مشاهده شد.

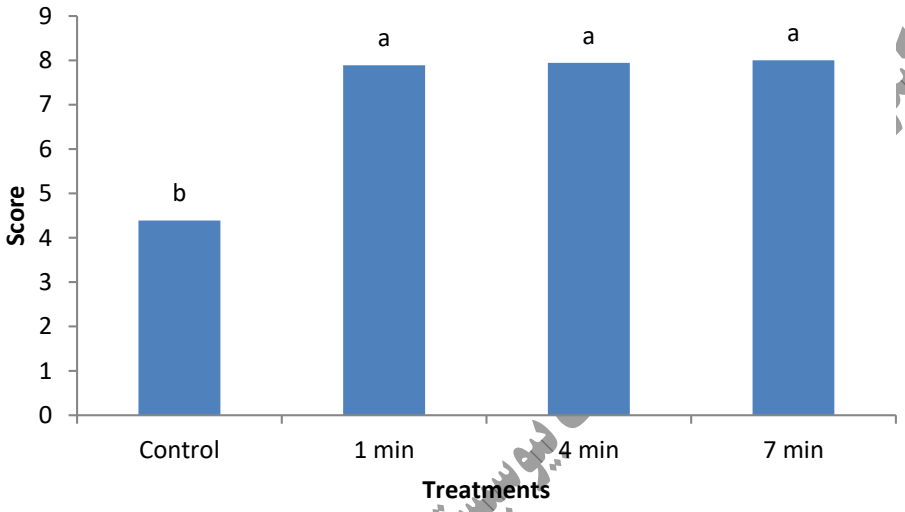

Figure 1. Color sensory scores of pomegranate arils treated by direct cold plasma

شکل ۱- نمرات حسی رنگ برای دانه های انار تیمارشده با پلاسمای سرد مستقیم

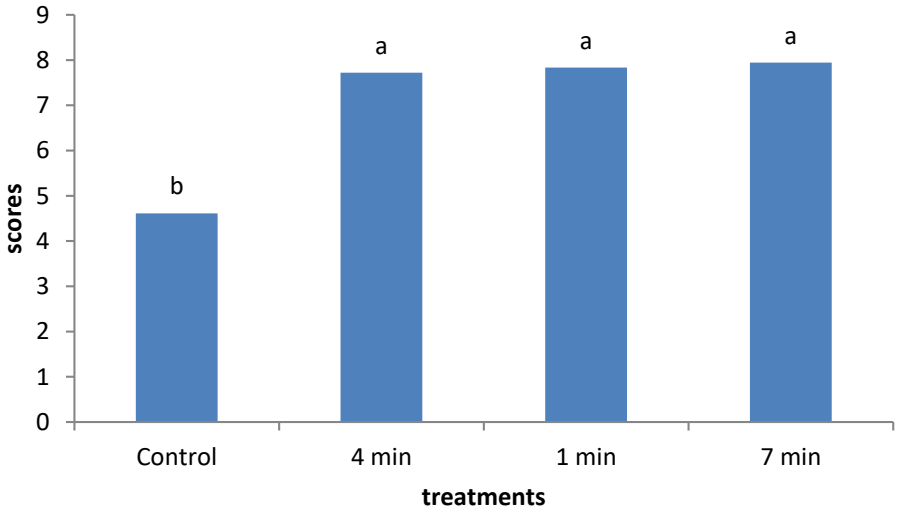

Figure 2. Texture sensory score of pomegranate arils treated by direct cold plasma

شکل ۲- نمرات حسی بافت برای دانه های انار تیمارشده با پلاسمای سرد مستقیم

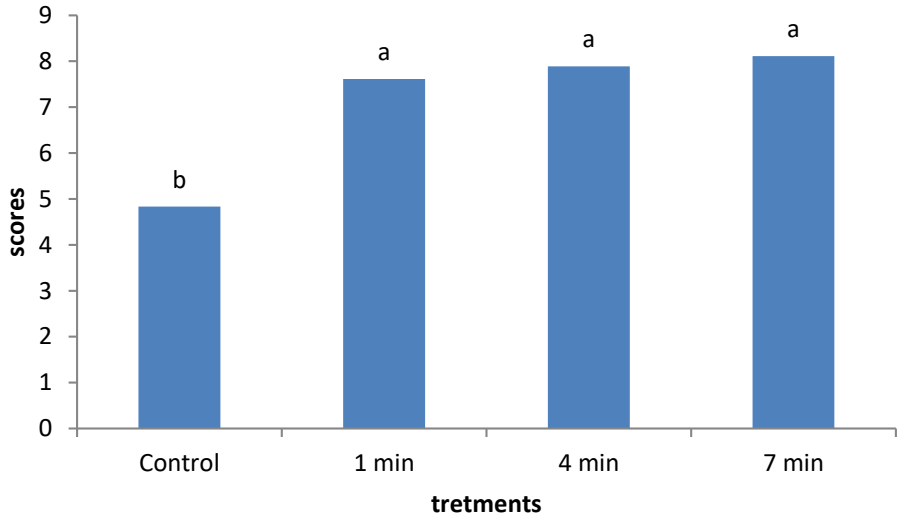

Figure 3. Appearance sensory score of pomegranate arils treated by direct cold plasma

شکل ۳- نمرات حسی ظاهر برای دانه های انار تیمارشده با پلاسمای سرد مستقیم

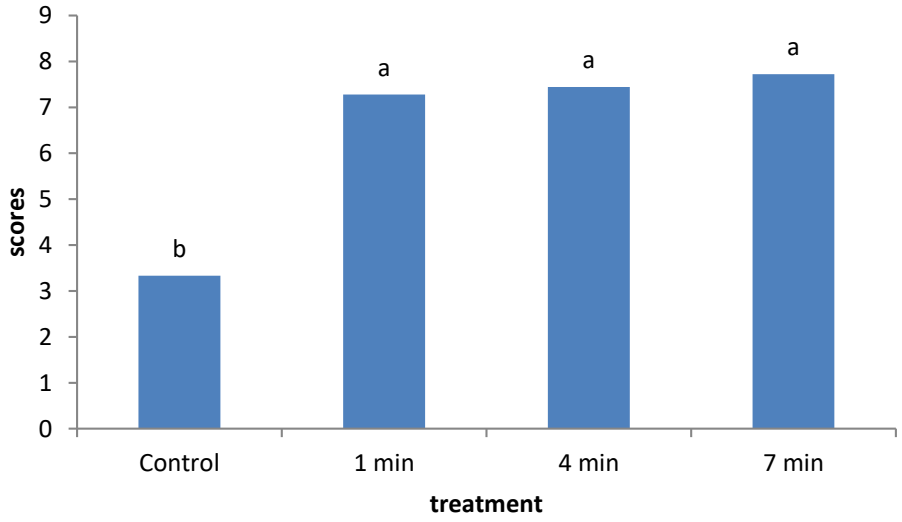

Figure 4. Acceptability sensory score of pomegranate arils treated by direct cold plasma

شکل ۴- نمرات حسی مقبولیت برای دانه های انار تیمارشده با پلاسمای سرد مستقیم

نتایج آزمون دانکن برای مقایسه تیمارهای پلاسمای اعمال شده به بسته بندی دانه های انار در اشکال ۵ تا ۸ ارائه شده است. همانند حالت مستقیم حائز نمرات بالاتری در نظر ارزیابها بودند. احتمالا نمرات بهتر تیمارهای بسته بندی (با توجه به عدم وجود اختلاف زیاد) نسبت به تیمارهای مستقیم، تولید و حفظ ازن در بسته تیمار بسته بندی است، که باعث افزایش ماندگاری دانه های انار می شود. افزایش مقبولیت کلی برای نمونه های بسته بندی شده ۴۷٪ نسبت به شاهد بسته بندی مشاهده شد در حالی که این عدد برای حالت مستقیم بیشتر بود. به نظر می رسد مزایای بسته بندی خود عاملی برای بهبود ماندگاری نمونه های شاهد در حالت بسته بندی شده است. همانند حالت مستقیم تیمار به مدت یک دقیقه و شاید کمتر از آن باعث بهبود ماندگاری دانه های انار بسته بندی شده شود.

در بررسی اثر UV-C بر کیفیت بصری دانه‌های انار اختلاف معنی‌داری بین شاهد و نمونه‌های تیمارشده مشاهده نشده بود در حالی که زمان برداشت بر ماندگاری محصول اثرگذار بود (López-Rubira et al., 2005). اما در تحقیق دیگری UV-C موجب حفظ بیشتر کیفیت حسی دانه‌های انار در مقایسه با شاهد و تیمار آب داغ ملایم شد (Maghoumi et al., 2012). که ممکن است عواملی مثل میزان تابش یا نوع بسته‌بندی اثرگذار باشند. شایان ذکر است UV نیز یکی از اجزای تولید شده در زمان اعمال پلاسما است و نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر احتمالا ناشی

از عوامل مختلفی می‌باشد. از جمله عواملی که برای اثرگذاری پلاسمای سرد مطرح می باشد تقابل گونه های واکنش پذیر با سلول های مواد بیولوژیک است که باعث تغییراتی در دیواره سلولهای میکروارگانیسم ها و مرگ آنها می شود (Afshari, and Hosseini, 2014).

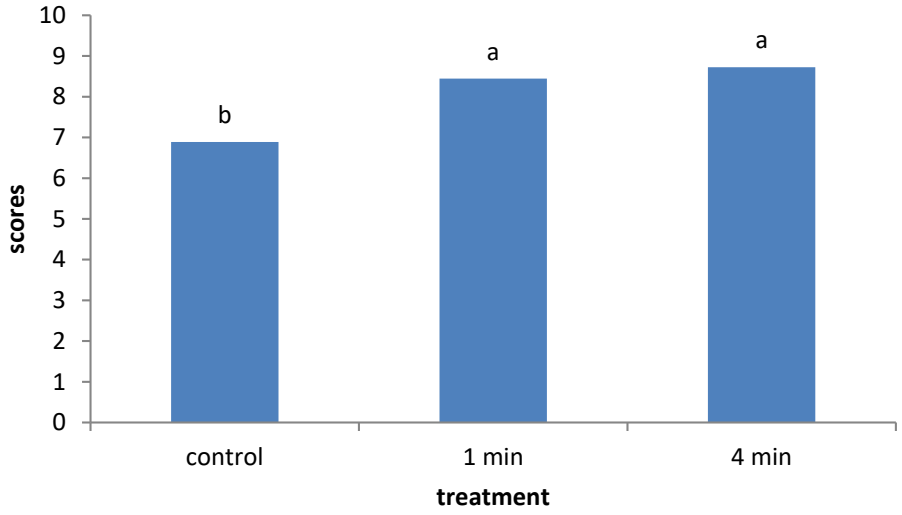

Figure 5. Color sensory score of pomegranate arils treated by in-package cold plasma

شکل ۵- نمرات حسی رنگ برای دانه های انار تیمارشده با پلاسمای سرد در داخل بسته

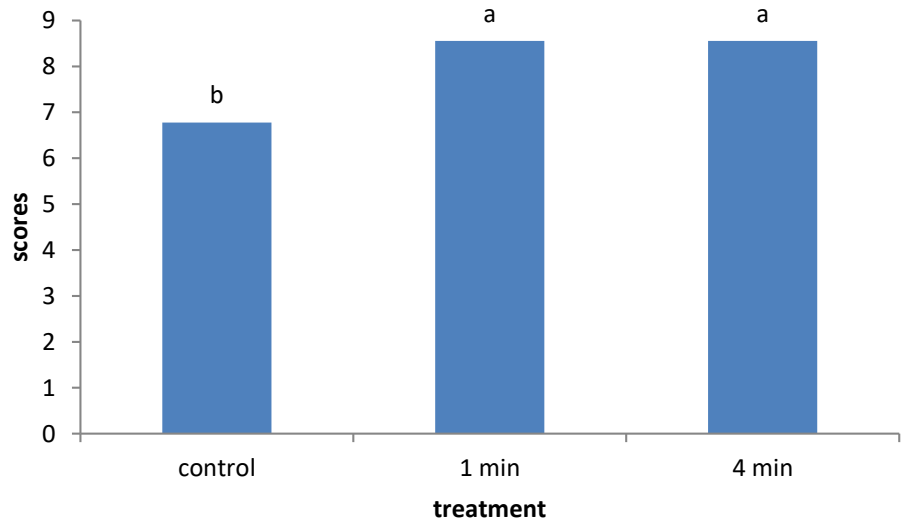

Figure 6. Texture sensory score of pomegranate arils treated by in-package cold plasma

شکل ۶- نمرات حسی بافت برای دانه های انار تیمارشده با پلاسمای سرد در داخل بسته

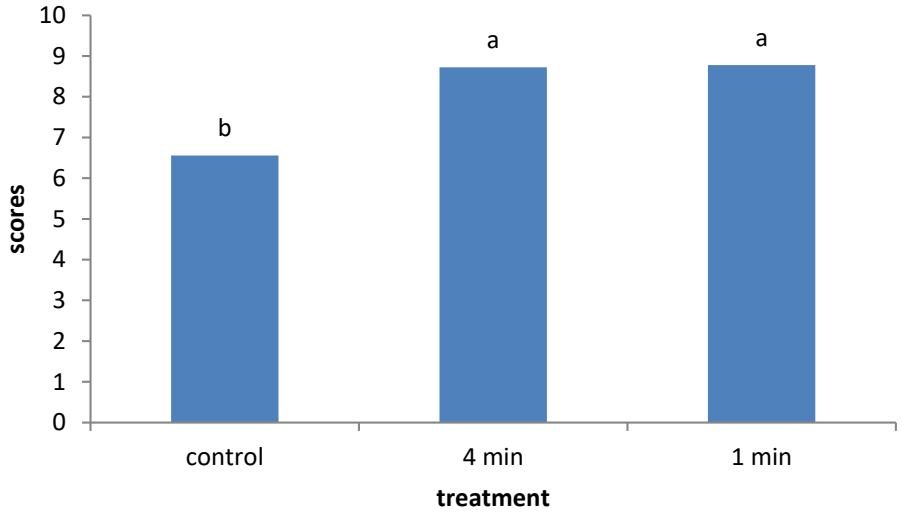

Figure 7. Appearance sensory score of pomegranate arils treated by in-package cold plasma

شکل ۷- نمرات حسی ظاهر برای دانه های انار تیمارشده با پلاسمای سرد در داخل بسته

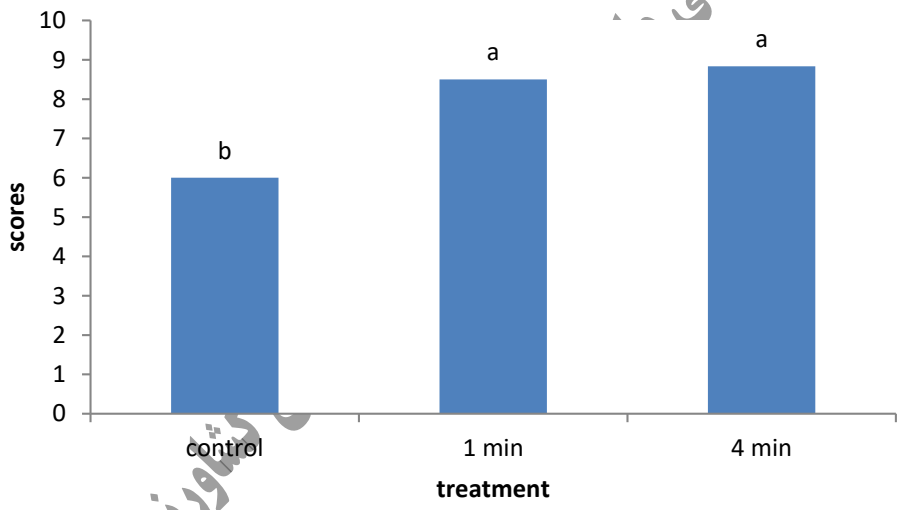

Figure 8. Acceptability sensory score of pomegranate arils treated by in-package cold plasma

شکل ۸- نمرات حسی مقبولیت برای دانه های انار تیمارشده با پلاسمای سرد در داخل بسته

۴- نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر برای اولین بار به منظور امکان سنجی استفاده از فناوری پلاسمای غیرحرارتی به عنوان یک فناوری پس از برداشت، برای افزایش ماندگاری دانه‌های تازه انار انجام شد. نتایج نشان داد این فناوری غیرشیمیایی از قابلیت قابل ملاحظه ای برای افزایش مدت زمان حفظ کیفیت دانه‌های انار برخوردار است اما برای نتیجه‌گیری نهایی و پیاده‌سازی آن در صنایع فراوری باید علاوه بر ارزیابی حسی آزمایشهای جامع‌تری در مورد ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و تغذیه ای محصول تیمار شده انجام شود.

۵- مراجع

Afshari, R., & Hosseini, H. (2014). Non-thermal plasma as a new food preservation method, its present and future prospect. *J Paramed Sci, 5, 2008-78.*

Calín-Sánchez, Á., Figiel, A., Hernández, F., Melgarejo, P., Lech, K., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2013). Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of pomegranate (Punica granatum L.) arils and rind as affected by drying method. *Food and Bioprocess Technology, 6(7), 1644-1654.*

Cano-Lamadrid, M., Lech, K., Michalska, A., Wasilewska, M., Figiel, A., Wojdyło, A., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2017). Influence of osmotic dehydration pre-treatment and combined drying method on physico-chemical and sensory properties of pomegranate arils, cultivar Mollar de Elche. *Food chemistry, 232, 306-315.*

Hussein, Z., Caleb, O. J., Jacobs, K., Manley, M., & Opara, U. L. (2015). Effect of perforation-mediated modified atmosphere packaging and storage duration on physicochemical properties and microbial quality of fresh minimally processed 'Acco'pomegranate arils. *LWT-Food Science and Technology, 64(2), 911-918.*

Keener, K. M., & Misra, N. N. (2016). *Future of Cold Plasma in Food Processing*. *Cold Plasma in Food and Agriculture: Fundamentals and Applications*, 343.

Kovačević, D.B., Putnik, P., Dragović-Uzelac, V., Pedisić, S., Jambrak, A.R., Herceg, Z., (2016). Effects of Cold Atmospheric Gas Phase Plasma on Anthocyanins and Color in Pomegranate Juice, Food Chemistry. 190:317-323.

López-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., & Artés, F. (2005). Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. *Postharvest Biology and Technology, 37(2), 174-185.*

Maghoumi, M., Gómez, P. A., Artés-Hernández, F., Mostofi, Y., Zamani, Z., & Artés, F. (2012). *UV-C light and mild hot water for keeping overall quality of fresh-cut pomegranate arils.* II Internati onal Symposi um on the omegranate. Zaragoza. 179-182.

Misra N, Tiwari B, Raghavarao K, Cullen P. 2011. Nonthermal Plasma Inactivation of Food-Borne Pathogens. Food Engineering Reviews. 3(3-4):159-70.

Özdemir, K. S., & Gökmen, V. (2017). Extending the shelf-life of pomegranate arils with chitosan-ascorbic acid coating. *LWT-Food Science and Technology, 76, 172-180.*

Tappi, S., Berardinelli, A., Ragni, L., Rosa, M.D., Guarnieri, A. & Rocculi, P., (2014). Atmospheric gas plasma treatment of fresh-cut apples, *Innovative Food Science and Emerging Technologies. 21:114-122.*

Yazdi Samadi, B., Rezaei, A. M., & Valizadeh, M. (2007). *Statistical designs in agricultural research*. University of Tehran Publications. (Persian).

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (گرایش های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران