اثر پیش تیمارهای آب گرم بر خواص کیفی و کاهش سرمازدگی انار ملس یوسف‌خانی

فرزاد صالحیان[۱]، محمد هادی خوش تقاضا[۲]، اصلان عزیزی[۳]، آزاد عمرانی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس؛ f.salehian2016@yahoo.com

[۲] دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس

[۳] دانشیار گروه صنایع غذایی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

[۴] دکترای بیوشیمی

چکیده:

ایران با تولید سالانه ۹۹۰ هزار تن، بزرگ‌ترین تولیدکننده انار در دنیا است. با توجه به سطح زیر کشت بالای انار در کشور و افزایش تقاضای انار در بازارهای جهانی، نگهداری و کنترل عوامل مؤثر در کاهش کیفیت انار در طی انبارداری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. رایج‌ترین روش برای انبارداری انار در ایران استفاده از انبارهای معمولی است که ساختمان ساده‌ای داشته و با گردش هوای سرد خنک می‌گردند. در این شرایط احتمال شیوع آفات و بیماری‌های انباری همواره وجود داشته و به محصول آسیب می‌رساند و نگهداری محصول در دمای پایین (کمتر از ۵°C) نیز سبب ایجاد سرمازدگی می‌گردد. همچنین استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی برای افزایش ماندگاری انار در سردخانه سبب بروز اثرات سوء ناشی از پس‌ماند قارچ‌کش‌ها بر سلامت انسان می‌گردد؛ بنابراین ارائه روش‌های جدید و استفاده از موادی که برای انسان مضر نباشد ضروری است. در این تحقیق اثر چهار پیش تیمار آب گرم A، (دمای ۲۵°C به مدت ۱۵۰ ثانیه به عنوان تیمار شاهد)، B (دمای ۳۵°C به مدت ۱۲۰ ثانیه)، C (دمای ۴۵°C به مدت ۹۰ ثانیه) و D (دمای ۵۵°C به مدت ۶۰ ثانیه)، بر خواص کمی و سرمازدگی انار ملس یوسف‌خانی بررسی شد. نتایج نشان داد اثر پیش تیمارها بر میزان سرمازدگی و کاهش وزن در سطح یک درصد معنی دار است و پیش تیمار D بهترین عملکرد را در کاهش سرمازدگی داشته است.

کلمات کلیدی: پیش تیمار آب گرم، انار، سرمازدگی.

Effect of Hot Water Pre-treatment on Qualitative Properties and Reduction of Chilling Injury in Pomegranate (Malasse Yousefkhani)

Farzad Salehian [1], Mohammad Hadi Khoshtaghaza [2], Aslan Azizi [3], Azad Omrani [4]

[1] Ph.D. student Biosystems Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

[2] Associate Professor Biosystems Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

[3] Associate Professor Iranian Agricultural Engineering Research Institute, Iran.

[4] Doctor of Biochemistry

ABSTRACT

Iran with an annual production of 990 thousand tons, is the largest producer of pomegranate in the world. According to the large cultivation area of pomegranate in Iran and increase of pomegranate demand on world markets, control of factors in the decline of pomegranate quality in storage is very important. The most common method of pomegranate storage in Iran is used of ordinary storage with simple structure that is cooled by air circulation. In these circumstances there is always the risk of pests and diseases and crop will be damaged, also maintenance product in low temperature (less than 5°C) is caused chilling injury. Also the use of chemical fungicides for increasing the shelf life of pomegranate in refrigerator, endanger human health. So using new methods and harmless substances are necessary. In this study, the effect of four hot water pre-treatments, A (25 ° C for 150 seconds as control), B (35 ° C for 120 seconds), C (45 ° C for 90 seconds) and D (55 ° C for 60 seconds), on pomegranate quantitative properties and chilling injury. The results showed that

effect of pretreatment on chilling indexes and weight loss was significant at 1% level and pre-treatment D had the best performance in reducing chilling injury.

Keywords: Hot water pre-treatment, Pomegranate, Chilling injury.

۱- مقدمه

انار با نام علمی .Punica granatum L از میوه‌های نیمه گرمسیری و نافرازگرا محسوب می‌شود. ایران با تولید سالانه ۹۹۰ هزار تن انار، بزرگ‌ترین تولیدکننده انار در دنیا بوده و هندوستان دومین کشور تولید کننده‌است (بی‌نام، الف ۱۳۹۴). با توجه به سطح زیر کشت بالای انار در کشور و افزایش تقاضای انار در بازارهای جهانی، نگهداری و کنترل عوامل مؤثر در کاهش کیفیت انار در طی انبارداری و حمل و نقل از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. نگهداری انار در دماهای بالا باعث کاهش وزن، چروکیدگی، تنفس بالا، خشک شدن پوست و پوسیدگی حاصل از فعالیت میکروبی و قارچی می‌شود که برای غلبه بر این مشکلات و حفظ کیفیت میوه، دماهای پایین‌تر از ۵ درجه سلسیوس توصیه می‌شود (میردهقان و راحمی، ۱۳۸۸)، اما به دلیل نیمه گرمسیری بودن و حساسیت به سرما، در این دما میوه‌ها دچار سرمازدگی می‌شوند که یکی از مشکلات عمده انبارداری انار در دماهای پایین محسوب می‌شود و علائم معمول آن تغییر رنگ میوه به رنگ قهوه‌ای، فرورفتگی سطحی، رنگ پریدگی آریل‌ها و قهوه‌ای شدن غشاء جداکننده دانه‌ها می‌باشد(Elyatem and Kader, 1984). رایج‌ترین روش برای انبارداری انار در ایران استفاده از انبارهای معمولی است که ساختمان ساده‌ای داشته و با گردش هوای سرد خنک می‌گردند. در این شرایط احتمال شیوع آفات و بیماری‌های انباری همواره وجود داشته و به محصول آسیب می‌رساند (بی‌نام، ب ۱۳۹۴). جهت غلبه بر این مشکل لازم است انار در دمای بین ۲-۳ درجه سلسیوس نگهداری شود که در این شرایط خسارت سرمازدگی اجتناب ناپذیر است. یکی از روش‌های کاهش سرمازدگی میوه‌ها در طی دوره انبار مانی استفاده از تیمارهای گرمایی است. کاربرد تیمارهای گرمایی امروزه در گسترهٔ وسیعی از محصولات جهت کنترل عوامل سرمازدگی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ben-Yehoshua, 1985). تیمار با گرما به روش‌های مختلفی از جمله بخار آب گرم، هوای گرم و آب گرم انجام می‌شود (Covey, 1989). استفاده از هر کدام از این روش‌ها، دمای مورد استفاده و مدت زمان تیمار بستگی به نوع و حساسیت محصول دارد (Ben-Yehoshua, 1985).تیمارهای گرمایی علاوه بر کنترل عوامل بیماری‌زا با تشکیل مواد لیگنینی در بافت آسیب دیده، از کاهش آب محصول جلوگیری می‌کند (Ben-Yehoshua, 1985). در برخی از میوه‌ها بطور موقت سرعت تنفس را کاهش داده و سبب حفظ قند و مواد جامد قابل حل در میوه‌ها می‌گردد (Pota *et al.*, 1989). همچنین گرمادهی می‌تواند با افزایش فسفولیپیدهای غشاء سبب افزایش مقاومت میوه به دمای پایین شده و سرمازدگی محصول را کاهش دهد (Rodov *et al.*, 1995).

در مطالعه‌ای، اثر تیمار آب گرم با دمای ۵۳، ۵۶ و ۵۹ درجه سلسیوس به ترتیب به مدت ۶۰، ۳۰ و ۱۵ ثانیه بر خواص میوه پرتقال خونی در طول دوره انبارمانی بررسی شد و نتایج نشان داد بین مقادیر پوسیدگی و ویتامین ث اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت. کمترین پوسیدگی در تیمار آب گرم با دمای ۵۹ °C و بیشترین ویتامین ث در تیمار شاهد مشاهده شد (Palma *et al.*, 2013). در مطالعهٔ دیگری اثر تیمار آب گرم با دمای ۵۴°C و مدت زمان ۴ دقیقه بر کاهش میزان آلودگی میوه پاپایا به بیماری آنتراکنوز بررسی شد. نتایج نشان داد شاخص آلودگی در تیمار شاهد و تیمار آب گرم اختلاف معنی‌داری با هم دارد و آلودگی در تیمار آب گرم کمتر است. همچنین تحلیل میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد که در میوه‌های تیمار شده با آب گرم، واکس روی پوست میوه به خوبی ذوب شده و سطح میوه را بهتر پوشش می‌دهد و در نتیجه باعث افزایش مقاومت پوست در برابر آسیب‌ها می‌گردد (Li *et al.*, 2013). در مطالعه‌ای دیگر اثر تیمار آب گرم با دمای ۲۰ (تیمار شاهد)، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سلسیوس و مدت زمان غوطه‌وری ۱۰ دقیقه بر خواص میوه کیوی رقم Hongyang در طول ۹۰ روز انبارمانی در دمای صفر درجه سلسیوس بررسی شد. نتایج نشان داد تغییرات مقدار سفتی محصول از ۵۰ تا ۹۰ روز پس از شروع انبارمانی معنی‌دار بود و تیمار ۴۵°C بیشترین سفتی را داشت. جامدات قابل حل تیمارهای ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۵/۱ و ۱۰/۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود در حالی که جامدات قابل حل تیمار ۵۵ درجه سلسیوس، ۳/۸ درصد کمتر از تیمار شاهد بود. همچنین کمترین خسارت سرمازدگی در دمای ۴۵°C مشاهده شد (Ma *et al.*, 2014). اثر تیمار آب گرم با دمای ۶۰°C و تیمار هوای گرم با دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس بر خواص خرمای رقم استعمران در طول دوره نگهداری (۶ ماه در دمای ۲۵°C و رطوبت ۷۵٪) بررسی شد. نتایج نشان داد تیمارهای گرمایی بر میزان کاهش رطوبت، جامدات قابل حل، سفتی و کاهش وزن اثر معنی‌دار داشت. کاهش وزن، کاهش رطوبت و جامدات قابل حل در تیمار ۷۰°C و مقدار سفتی در تیمار شاهد بیشینه بود (Hazbavi *et al.*, 2015). موسوی و جوانمردی (۱۳۹۱) اثر تیمار آب گرم وهوای گرم با دمای ۴۸ و ۵۳ درجه سلسیوس به ترتیب به مدت ۱۲ و ۴ دقیقه و اسپرمیدین ۱ و ۱/۵ میلی مولار به مدت ۵ دقیقه را بر کیفیت انبارمانی پرتقال واشنگتن ناول بررسی کردند. نتایج نشان داد که میوه‌های تیمار شاهد در دوره انبارداری آسیب سرمازدگی بیشتری را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند. همچنین تیمار اسپرمیدین، آب گرم و هوای گرم

باعث کاهش میزان ویتامین ث و افزایش شاخص طعم میوه شدند. کمترین آسیب سرمازدگی در تیمار آب گرم با دمای ۵۳°C و اسپرمیدین ۱ میلی مولار و بیشترین درصد آب میوه نیز در تیمار آب گرم با دمای ۵۳°C مشاهده شد. رنجبر و همکاران (۱۳۸۶) اثر تیمارهای کلرید کلسیم، پوشش پلی‌اتیلن و چهار تیمار آب گرم (۴۵°C به مدت ۲۰ دقیقه، ۵۰°C به مدت یک دقیقه، ۵۵°C به مدت ۳۰ ثانیه و شاهد) را بر خواص انار رقم ملس ساوه آزمایش کردند. نتایج نشان داد تیمارهای آب گرم بر میزان کل جامدات قابل حل و اسید قابل تیتراسیون اثر معنی‌دار نداشت اما بر روی میزان کاهش وزن معنی‌دار بود. تقی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) تأثیرمحلول های اسپرمین، اسپرمیدین، پوتریسین و تیمار آب گرم (۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سلسیوس و آب مقطر با دمای محیط به عنوان شاهد به مدت ۴ دقیقه) را بر روی انار رقم نی‌ریز را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که میوه‌های تیمار شده با آب گرم کمترین پوسیدگی درونی و میزان اسید کل آب میوه را دارا بوده و میزان پوسیدگی سطحی در آن کاهش یافته است. ربیعی و رحمانی (۱۳۹۳) تأثیر سالسیلیک اسید، کلرید کلسیم و تیمار آب گرم (شاهد، دمای ۴۵°C به مدت ۵ دقیقه و دمای ۵۵°C به مدت ۲۵ ثانیه) را بر انبارمانی انار بررسی کردند. نتایج نشان داد تیمارهای آب گرم بر میزان کل جامدات قابل حل، اسید قابل تیتراسیون، اسیدیته و سفتی بافت اثر معنی‌دار نداشت اما بر روی میزان کاهش وزن در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. همچنین کمترین مقدار کاهش وزن در تیمار ۴۵°C مشاهده شد.

در این تحقیق هدف افزایش ماندگاری انار در سردخانه و کاهش اثر سرمازدگی با استفاده از پیش تیمارهای گرمایی است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه مواد اولیه و اِعمال پیش تیمار آب گرم:

جهت انجام آزمایش انار ملس یوسف‌خانی انتخاب گردید. میوه‌های برداشت شده از باغات انار شهرستان جویبار استان مازندران بلافاصله به آزمایشگاه پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس منتقل شد. پس از بررسی شکل ظاهری میوه‌ها، ۴۸ عدد انار که از لحاظ ظاهری یکسان و فاقد صدمات مکانیکی و آفتاب سوختگی بودند انتخاب شده و به چهار دستهٔ دوازده تایی برای اِعمال تیمار آب گرم تقسیم شد. چهار پیش تیمار A (دمای ۲۵°C به مدت ۱۵۰ ثانیه به عنوان تیمار شاهد)، B (دمای ۳۵°C به مدت ۱۲۰ ثانیه)، C (دمای ۴۵°C به مدت ۹۰ ثانیه) و D (دمای ۵۵°C به مدت ۶۰ ثانیه) بر روی میوه‌ها اِعمال گردید (جدول ۱) و سپس به مدت ۱۲ هفته میوه‌ها در دمای ۳°C و رطوبت نسبی ۹۰٪ نگهداری شد. پس از ۱۲ هفته میوه‌ها برای سنجش متغیرهای کمی و شاخص‌های سرمازدگی مجدداً به آزمایشگاه منتقل شد.

جدول ۱- پیش تیمارها و علامت اختصاری آنها

Table 1. Pre-treatments and their Symbols

Code	Pre-Treatment
A	دمای ۲۵°C به مدت ۱۵۰ ثانیه - تیمار شاهد
B	دمای ۳۵°C به مدت ۱۲۰ ثانیه
C	دمای ۴۵°C به مدت ۹۰ ثانیه
D	دمای ۵۵°C به مدت ۶۰ ثانیه

۲-۲- اندازه‌گیری صفات کمی:

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از رفرکتومتر دستی و برای سنجش اسیدیته قابل تیتراسیون موجود در آب میوه از تیتراسیون با سود یک دهم نرمال تا رسیدن به pH=۸/۱ استفاده شد.

۲-۳- شاخص سرمازدگی و نشت یونی:

شاخص سرمازدگی هر واحد آزمایشی با درجه بندی خسارت و با استفاده از رابطهٔ (۱) محاسبه گردید (Wang *et al.*, 2006)

$$CI = \frac{\sum(n_i.i)}{N.4} \qquad (۱)$$

که در آن، CI شاخص سرمازدگی، n_i تعداد میوه‌هایی که علائم سرمازدگی درجه i را نشان می‌دهند و i درجه سرمازدگی (بر اساس میزان قهوه‌ای شدن و فرورفتگی پوست) از صفر تا سه عبارتند از: صفر (بدون علائم سرمازدگی)، یک (بین ۱ تا ۲۵ درصد)، دو (بین ۲۶ تا ۵۰ درصد) و سه (بیش از ۵۰ درصد). N تعداد کل میوه‌ها در هر تیمار می‌باشد.

برای اندازه‌گیری نشت یونی از قسمت استوایی سه میوهٔ هر تکرار ۶ تکه پوست مدور به قطر ۱۰ میلی‌متر با استفاده تیغ بریده شد. تکه‌های پوست در داخل ۲۵ میلی‌لیتر مانیتول ۰/۴ نرمال قرار گرفتند. پس از ۴ ساعت به هم زدن با شیکر با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه، هدایت الکتریکی

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

اولیه (EC اولیه) محلول توسط دستگاه هدایت سنج مدل Consort C860 اندازه‌گیری شد، سپس محلول حاوی نمونه‌ها در دمای ۱۲۱°C به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شد و پس از قرارگیری در دمای محیط به مدت ۲۴ ساعت، مجدداً هدایت الکتریکی کل محلول اندازه‌گیری شد. درصد نشت یونی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (McCollm and McDonald, 1991):

$$\%EL = \frac{EC(\text{اولیه})}{EC(\text{ثانویه})} \times 100 \qquad (۲)$$

۲-۴- طرح آماری:

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تجزیه واریانس (ANOVA) و آزمون Tukey برای مقایسه میانگین‌ها توسط نرم افزار آماری Minitab (v.16.2) و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات کمی و شاخص‌های سرمازدگی در جدول ۲ ارائه شده است.

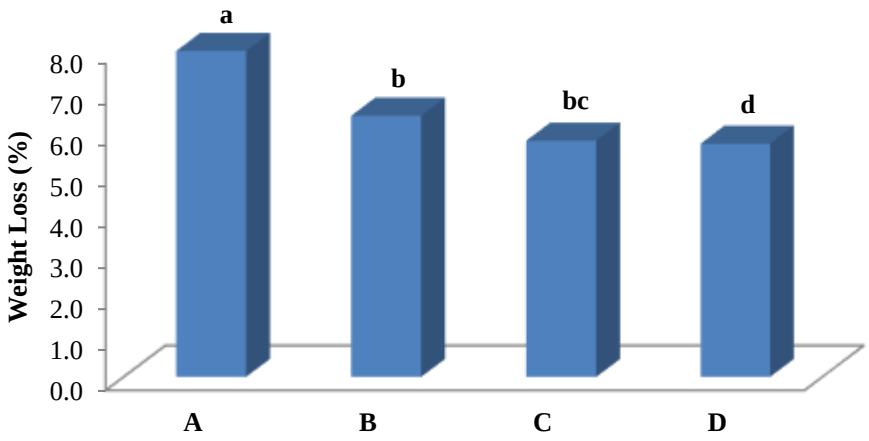
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پیش تیمارها بر صفات کمی و شاخص‌های سرمازدگی

Table 2. Comparison of the mean of pre-treatments effect on quantitative properties and chilling indexes

Electrolyte Leakage	Chilling Index	Weight Loss	TSS/TA	TA	TSS	pH	Pre-treatment
63.80 a	0.375 a	7.98 a	17.02 a	0.88 b	15.00 c	3.143 a	A
60.04 b	0.303 b	6.40 b	17.66 a	0.89 b	15.67 ab	3.250 a	B
55.02 c	0.169 c	5.79 bc	17.48 a	0.87 b	15.20 bc	3.147 a	C
52.06 d	0.087 d	5.72 c	16.87 a	0.95 a	16.09 a	3.307 a	D

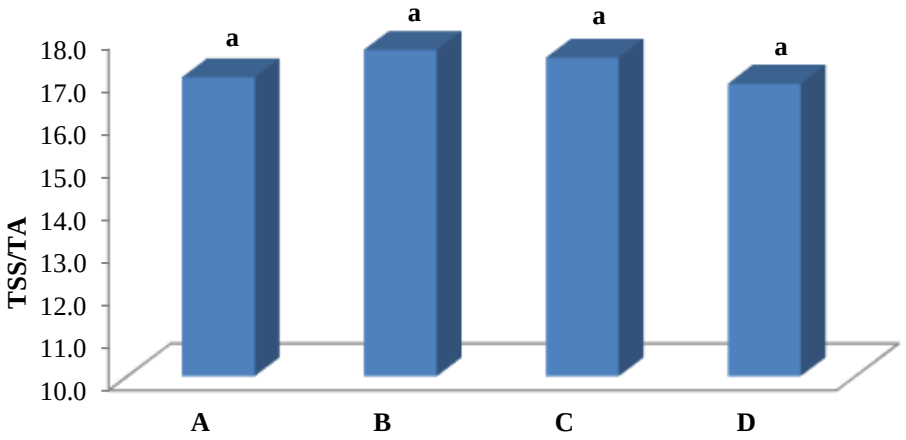
۳-۱- صفات کمی:

نتایج نشان داد پیش تیمارها بر میزان کاهش وزن در سطح یک درصد معنی‌دار بود و پیش تیمار D (دمای ۵۵°C به مدت ۶۰ ثانیه) کمترین مقدار کاهش وزن (۵/۷۲ درصد) را داشته است. تأثیر پیش تیمارها بر pH و نسبت قند به اسید (TSS/TA) معنی‌دار نبود و این امر نشان می‌دهد استفاده از تیمارهای گرمایی تأثیری بر طعم و مزه میوه نداشته است.



شکل ۱- اثر پیش تیمارها بردرصد کاهش وزن

Figure 1. Effect of pre-treatments on weight loss

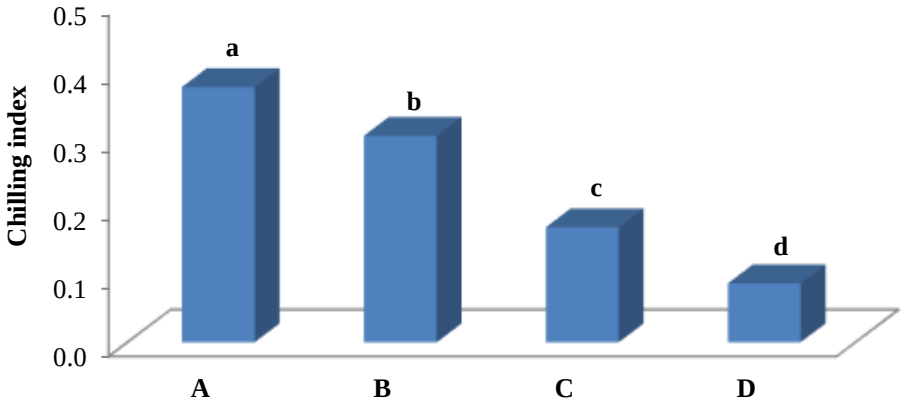


شکل ۲- اثر پیش تیمارها بر نسبت قند به اسید

Figure 2. Effect of pre-treatments on TSS/TA

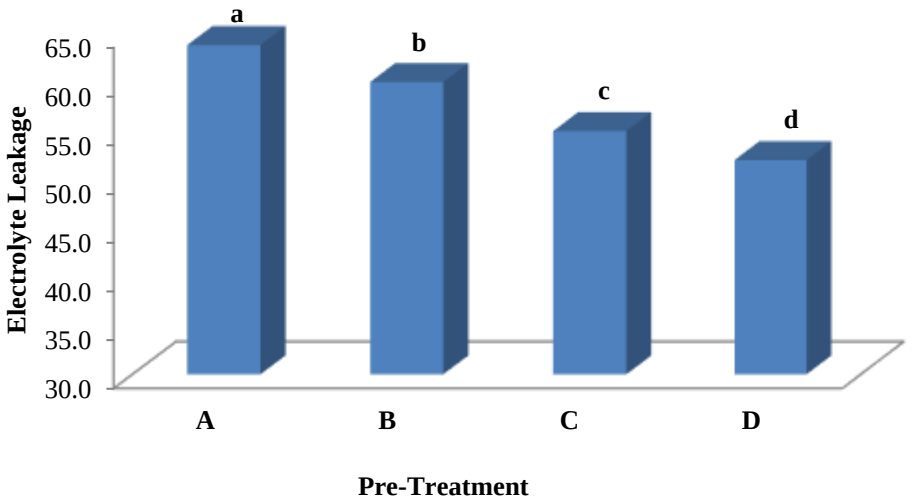
۳-۲- شاخص سرمازدگی و نشت یونی

نتایج نشان داد پیش تیمارهای آزمایش شده بر کاهش سرمازدگی در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. پیش تیمار D (دمای ۵۵°C به مدت ۶۰ ثانیه) بهترین عملکرد را در کاهش سرمازدگی میوه‌ها داشته است. می‌توان نتیجه گرفت استفاده از دمای بالاتر و مدت زمان گرمادهی کوتاه‌تر، در کاهش سرمازدگی بهتر عمل می‌کند. در تیمار C (دمای ۴۵°C به مدت ۹۰ ثانیه) به دلیل طولانی تر شدن مدت زمان گرمادهی، پوست میوه بیشتر آسیب دیده و طی انبارداری طولانی مدت سبب ایجاد لکه‌های قهوه‌ای در پوست انار می‌گردد. همچنین دماهای خیلی پایین (۲۵°C و ۳۵°C) نمی‌تواند عملکرد مناسبی در کاهش سرمازدگی داشته باشد و چه بسا سبب تشدید سرمازدگی نیز می‌گردد.



شکل ۳- اثر پیش تیمارها بر شاخص سرمازدگی

Figure 3. Effect of pre-treatments on chilling index



شکل ۴- اثر پیش تیمارها بر نشت یونی

Figure 4. Effect of pre-treatments on electrolyte leakage

۴- نتیجه گیری:

به طور کلی هدف اصلی در استفاده از پیش تیمار آب گرم در نگهداری انار، کاهش اثر سرمازدگی است. در این تحقیق از بین پیش تیمارهای آزمایش شده، پیش تیمار D (دمای ۵۵°C به مدت ۶۰ ثانیه) بهترین تأثیر را در کاهش سرمازدگی داشت و همچنین تا حد خوبی از کاهش وزن میوه در دوره انبارداری بکاهد.

۵- مراجع:

بی‌نام (۱۳۹۴) الف. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۳، جلد سوم، محصولات باغی.

بی‌نام (۱۳۹۴) ب. *سایت انار ایران*، http://www.anar-iran.ir/fa/ripening/Removal.aspx تاریخ مراجعه ۱۸ بهمن ۱۳۹۴.

تقی‌پور، ل، راحمی، ح، عصار، پ و صداقت کیش، ز (۱۳۹۰). بررسی اثر تیمارهای پس از برداشت پلی آمین ها و آب گرم بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم رباب نی‌ریز. *همایش ملی انار، فردوس، مرکز تحقیقات انار فردوس*.

ربیعی، و و رحمانی، س (۱۳۹۳). تأثیر سالیسیلیک اسید، کلرید کلسیم و تیمار آب گرم بر پارامترهای کمی، کیفی و انبارمانی انار رقم میخوش. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، جلد ۲۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص ۱۱۵-۱۰۷.

رنجبر، ح، حسن‌پور، م، عسگری سرچشمه، م. ع، سمیع‌زاده لاهیجی، ح و بنی‌اسدی، ع (۱۳۸۶). بررسی تأثیر تیمارهای کلرید کلسیم، آب گرم و پوشش پلی‌اتیلن بر روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). *فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۶.

موسوی، س، خ و جوانمردی، ش (۱۳۹۱). تأثیر اسپرمیدین، تیمار آب گرم، هوای گرم و مدت انبارداری بر کیفیت و عمر پس از برداشت پرتقال واشنگتن ناول. *فصلنامه فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فرآورده های باغی*، ۱ (۱)، ۷۷-۶۳.

میردهقان، س، ح و راحمی، م (۱۳۸۸). تعیین زمان ایجاد خسارت سرمازدگی میوه انار در طول نگه داری در سردخانه. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۱: ۸-۱.

Ben- Yehoshua, Sh. (1985). Individual seal packaging of fruits and vegetables in plastic film, new postharvest technique. Hort. Science. *20*(1):32-37.

Covey, H. M. (1989). Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. Hort. Sci. 24(2): 198-202.

Elyatem, S. M., and Kader, A. (1984). Post-harvest physiology and storage behavior of pomegranate fruits. Horticulturae Science, *24*: 287-298.

Hazbavi, I., Khoshtaghaza, M. H., Mostaan, A., and Banakar, A. (2015). Effect of postharvest hot-water and heat treatment on quality of date palm (cv. Stamaran). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *14*(2),

153–159.

Li, X., Zhu, X., Zhao, N., Fu, D., Li, J., Chen, W., and Chen, W. (2013). Effects of hot water treatment on anthracnose disease in papaya fruit and its possible mechanism. *Postharvest Biology and Technology*, *86*, 437–446.

Ma, Q., Suo, J., Huber, D. J., Dong, X., Han, Y., Zhang, Z., and Rao, J. (2014). Effect of hot water treatments on chilling injury and expression of a new C-repeat binding factor (CBF) in "Hongyang" kiwifruit during low temperature storage. *Postharvest Biology and Technology*, *97*, 102–110.

McCollum, T. G. and McDonald, R. E. (1991). Electrolyte leakage, respiration and ethylene production as indices of chilling injury in grapefruit. *Hort Science*, 26, 1191-1192.

Palma, A., D'Aquino, S., Vanadia, S., Angioni, A., and Schirra, M. (2013). Cold quarantine responses of "Tarocco" oranges to short hot water and thiabendazole postharvest dip treatments. *Postharvest Biology and Technology*, *78*, 24–33.

Pota, S., Keta, S., and Thongtham, M. L. C. (1989). Effect of packing materials and temperatures on quality and storage life of pomegranate fruits. Hort Abstract *59*: 7059.

Rodov, V., Ben-Yehoshua, S. H., Fierman, T., and Fang, D. (1995). Humidity packaging reduces decay of harvested red bell pepper. Hort Science. *30*(2): 299-302.

Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S., and Archbold, D. D. (2006). Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 41(3), 244–251.

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