نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 28، شماره 3، پاییز 1393، ص. 368-360
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 3, Fall 2014, P. 360-368
ISSN: 2008 - 4730

کاربرد اسید سالیسیلیک قبل از برداشت میوه بر خصوصیات پس از برداشت انار و نگهداری در انبار سرد

حمیده رستگاری[1*]- علی تهرانی‌فر[2]- سیدحسین نعمتی[3]- محمدرضا وظیفه‌شناس[4]

تاریخ دریافت: 1391/07/04
تاریخ پذیرش: 1392/06/05

چکیده

به منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف (0، 0/01 و 0/02 درصد) اسید سالیسیلیک بر روی برخی ازخصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم 'ملس یزدی' در مرحله رسیدن، 2 و 4 ماه بعد از انبارمانی در انبار 5 درجه سانتی‌گراد، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار انجام شد. خصوصیات کمی شامل درصد کاهش وزن میوه انار، درصد آریل سالم، درصد دانه سفیدی، و خصوصیات کیفی شامل درصد قهوه‌ای شدن پوست میوه و قسمت‌های سفید جداکننده دانه‌ها (غشاء)، نشت الکترولیت‌ها، pHآب میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، فعالیت آنتی‌اکسیدان، اسید آسکوربیک آب میوه و شاخص طعم میوه بود که اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با گذشت زمان تا دو ماه بعد از انبارداری، کاهش وزن میوه اتفاق افتاد، سپس از روند کاهش وزن میوه، کاسته شد. با کاربرد اسید سالیسیلیک، تعداد آریل سالم کاهش و درصد دانه سفیدی افزایش یافت. کم‌ترین درصد قهوه‌ای شدن غشاء مربوط به غلظت 0/01 درصد اسید سالیسیلیک دو ماه پس از انبارمانی (14/8 درصد) و بیش‌ترین درصد قهوه‌ای شدن مربوط به میوه‌های شاهد چهار ماه پس از انبارمانی (96/6 درصد) بود. اسید سالیسیلیک با غلظت 0/02 درصد توانست نشت الکترولیت‌ها را در زمان برداشت کاهش دهد اما گذشت زمان بر افزایش نشت یون‌ها مؤثر بود به‌طوری‌که اسید سالیسیلیک 4 ماه بعد از انبارداری میوه نتوانست از افزایش نشت یونی جلوگیری کند. همچنین با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک شاخص طعم کاهش یافت. با گذشت زمان میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، pHآب میوه و درصد قهوه‌ای شدن پوست میوه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. درحالی‌که میزان اسید آسکوربیک کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: انار، پس از برداشت، نشت الکترولیت، قهوه‌ای شدن، کاهش وزن

مقدمه

انار با نام علمی (*Punica granatum* L.) یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های خوراکی است که به خانواده پونیکاسه[5] تعلق دارد. این گیاه بومی ایران است و بعضی آن را بومی مناطق ایران تا هیمالیا در شمال هند می‌دانند. مناطق فعلی کشت انار در دنیا مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل مدیترانه‌ای است (2). ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده انار در دنیا است. انار ایران به‌دلیل کیفیت مرغوب از نظر صادرات به خارج ازکشور در بین محصولات کشاورزی، محصولی بی‌رقیب بوده و از نظر اقتصادی دارای اهمیت فراوان است. با توجه به سطح زیرکشت بالای انار در کشور و افزایش روزافزون تولید آن، مسأله نگهداری و کنترل عوامل مؤثر در کاهش کیفیت میوه انار در پس از برداشت از اهمیت بسیاری برخوردار است. از مشکلات عمدهٔ انبارمانی انار، سرمازدگی و در نتیجه بروز آثار آن روی میوه در طی دوره انبار و مرحله فروش، فساد میوه در اثر رشد عوامل بیماری‌زای قارچی و هم‌چنین کاهش وزن و کیفیت ظاهری میوه در اثر تعرق و تلفات آب می‌باشد (3). سیاری و همکاران (21) بیان کردند که کاهش کیفیت پوست، قهوه‌ای شدن و خشک شدن آریل‌های انار در اثر سرمازدگی رخ می‌دهد. چون ایران با تولید این محصول، مانند بیش‌تر میوه‌ها، جهت عرضه خارج از فصل در بازارهای داخلی و صادرات فعالیت می‌نماید در نتیجه نگهداری مناسب آن اجتناب‌ناپذیر است (4). بنابراین بروز هر نوع مشکلی در کیفیت انار می‌تواند به کاهش میزان درآمد باغداران و صادرکنندگان انار منجر شود و بخش مهمی از صادرات این محصول از دست برود. برای کاهش ضایعات انار کاربرد موادی که بتواند به نگهداری و حفظ کیفیت انار کمک کند حائز

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Email:hrastegari@ymail.com)
4- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

5- Punicaceae

اهمیت می‌باشد.

اسید سالیسیلیک[1]، یک تنظیم کننده رشد درونی در گیاهان است که در محدودهٔ وسیعی از واکنش‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی در گیاهان نقش دارد و روی رشد و توسعه آن‌ها اثرگذار می‌باشد (11). اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک ترکیب طبیعی، دارای پتانسیل بالا در کنترل اتلاف پس از برداشت محصولات باغبانی می‌باشد و نقش‌های محوری در پاسخ‌های تنظیمی استرس و فرآیندهای نمو گیاهان شامل تولید گرما، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، تبخیر، جذب یون و انتقال آن، مقاومت به بیماری، جوانه‌زنی بذر، عملکرد محصول و گلیکولیز دارد. اثر اسید سالیسیلیک بیش‌تر روی استرس‌های زنده می‌باشد (11). استفاده از اسید سالیسیلیک به‌صورت خارجی روی گیاهان (میوه و سبزی) در غلظت‌های غیر سمی باعث کنترل پوسیدگی پس از برداشت و مقاومت به پاتوژن می‌شود. اسید سالیسیلیک تجمع H_2O_2[2]را درون بافت گیاه القا می‌کند درنتیجه ژن‌های دفاعی گیاه فعال می‌شوند و مقاومت گیاه افزایش می‌یابد (18). اسید سالیسیلیک هم‌چنین مانع سرمازدگی محصولات در انبار سرد می‌شود (11). استعمال اسید سالیسیلیک عمر قفسه‌ای[3] و کیفیت میوه‌ها و سبزیجات را افزایش می‌دهد (12 و 24).

هدف از این پژوهش بررسی تغییرات خصوصیات کمی وکیفی میوه انار رقم ملس یزدی با کاربرد اسید سالیسیلیک و نگهداری در انبار سرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

درختان انار رقم ملس یزدی، حدودا 18 ساله، 4×6 متر انتخاب شدند. میوه‌های انار رقم ملس یزدی که دارای دانه‌های صورتی، پوست میوه قرمز و قدرت ماندگاری خوب بودند از این درختان، در باغ مرکز تحقیقات و منابع طبیعی استان یزد (طول جغرافیایی 33/''20 '17° 54 ، عرض جغرافیایی 19/ ''13'54° 31 ، و ارتفاع 1236/2 متر از سطح دریا) انتخاب شدند. از زمان شروع گل‌دهی درختان انار مورد بازدید و بررسی قرارگرفت، 9 درخت مناسب با شرایط یکسان انتخاب شد. از اسید سالیسیلیک (Merck) با 3 غلظت (0، 0/01، 0/02 درصد) و هم‌چنین ماده غیر یونی توئین 20، با غلظت 0/02 درصد (Merck) برای محلول‌پاشی درختان انار مورد نظر استفاده شد.

چگونگی انجام آزمایش

در خرداد ماه سال 1390 که قطر میوه‌ها تقریباً 50 میلی‌مترشده بود، مرحله اول محلول‌پاشی انجام شد. محلول‌های تهیه شده (اسید سالیسیلیک و توئین 20)، توسط سمپاش موتوری 100 لیتری روی درختان مورد نظر محلول‌پاشی گردید. هر 3 درخت برای یک غلظت اسید سالیسیلیک و 3 درخت نیز به‌عنوان شاهد با آب اسپری شد. مرحله دوم محلول‌پاشی درختان انار، در مرداد ماه 1390 انجام شد. زمان محلول‌پاشی در هر دو مرحله، ساعت 6 بعد ظهر بود. 135 نمونه انار رقم ملس یزدی کاملاً سالم، عاری از هرگونه آلودگی و پوسیدگی از درختان تحت تیمار و شاهد در زمان رسیدگی میوه، از این محل برداشت شد (طبق نظر کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد نیمه اول مهر ماه بهترین زمان برداشت انار رقم ملس یزدی می‌باشد زیرا این رقم میان‌رس است و اگر دیرتر برداشت شود کیفیت میوه‌ها به شدت کاهش می‌یابد). میوه‌ها جهت انجام آزمایش، به مدت 4 ماه در سردخانه 5 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی 85-80 درصد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد نگهداری و در سه مرحله، به فواصل 2 ماه صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. در نهایت نتایج آزمایش با هم مقایسه شدند. صفات مورد ارزیابی شامل دو دسته صفات کمی وکیفی بودند.

مشخصات آماری طرح

طرح آماری، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل 3 غلظت اسید سالیسیلیک و 3 مدت زمان ماندگاری بود. آنالیز آماری با نرم‌افزار JMP8 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده

صفات کمی

صفات کمی شامل درصد کاهش وزن[4]، درصد آریل سالم و درصد دانه سفیدی[5] بود که در سه زمان اندازه‌گیری شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، وزن میوه توسط ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری وزن میوه، تعدادی میوه به انبار سرد منتقل شد تا کاهش وزن در 2 و 4 ماه بعد و صفات دیگر نیز محاسبه شود. سپس تعداد آریل سالم، تعداد دانه سفیدی در هر میوه شمارش گردید و به صورت درصدآریل سالم، درصد دانه سفیدی محاسبه شد. درصد کاهش وزن با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100$$

W1 = وزن قبل از انبارداری، W 2 = وزن نهایی میوه می‌باشد.

1- Salicylic acid
2- Hydrogen peroxide
3- Shelf life
4- Weight loss
5- Aril Paleness

صفات کیفی

درصد قهوه‌ای شدن پوست میوه و قهوه‌ای شدن پوست سفید درون میوه انار

قهوه‌ای شدن پوست میوه، قهوه‌ای شدن پوست سفید درون میوه[1] (غشاء) انار بعد از باز کردن انار به‌صورت چشمی و به‌صورت درصد بیان شد.

اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها

از غشاء میوه انار برای اندازه‌گیری خروج نشت الکترولیت‌ها[2] استفاده شد و هدایت الکتریکی[3] اولیه آن‌ها با دستگاه هدایت سنج مدل Jenway450 اندازه‌گیری شد. سپس برای به‌دست آوردن هدایت الکتریکی ثانویه از اتوکلاو با دمای 121 درجه به‌مدت 20 دقیقه استفاده شد و نشت کامل الکترولیت بعد از 24 ساعت به‌دست آمد. در نهایت مقادیر نشت الکترولیت‌ها از رابطه زیر محاسبه شد (1).

$$\text{هدایت الکتریکی (\%)} = \frac{EC_1}{EC_2} \times 100$$

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتر[4](TA) و مواد جامد محلول (TSS)[5]

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون به روش طلایی و همکاران (6) انجام شد. مقدار10 میلی‌لیتر از آب میوه به‌همراه 2 تا 3 قطره معرف فنول فتالئین با سود 0/1 نرمال تا رسیدن به pH 8/2 و ظهور رنگ صورتی روشن تیتر شد. مقدار سود مصرفی یادداشت گردید. درصد اسید (گرم اسید سیتریک در 100 میلی‌لیترآب میوه) نمونه‌ها بر اساس فرمول زیر محاسبه شد که در آن اکی‌والان اسید سیتریک 70 می‌باشد.

$$TA(\%) = \frac{Meqwt \times N \times V}{Y} \times 100$$

Meqwt: وزن اکی‌والان اسید سیتریک، N: نرمالیته هیدروکسید سدیم، V:حجم سود مصرفی و Y: میلی‌لیترحجم عصاره نمونه.

مواد جامد محلول (بریکس) با رفراکتومتر دستی مدل (MG-55320) در دمای اتاق اندازه‌گیری شد و مقدار آن بر حسب درصد کل مواد جامد بیان شد.

شاخص طعم و pH

از تقسیم کردن مواد جامد محلول بر اسیدیته قابل تیتر شاخص طعم به‌دست آمد. درجه pH آب میوه با دستگاه pH مترمدل (Consort P800)، قرائت شد (9).

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدان[6] و اندازه‌گیری اسیدآسکوربیک[7] آب میوه

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدان عصاره‌های متانولی، از روش DPPH[8] (دی فنیل پیکریل هیدرازیل) استفاده شد. از روش برند- ویلیامز و همکاران (13) برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول موج 517 نانومتر استفاده شد واز فرمول زیر مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی محاسبه گردید.

$$\text{درصد فعالیت آنتی اکسیدان} = \frac{A-A0}{A0} \times 100$$

A0: جذب محلول کنترل که در آن هیچ عصاره‌ای وجود ندارد.A : جذب محلول حاوی عصاره

اسید آسکوربیک به‌روش جاکوبس و به‌صورت میلی‌گرم در 100 گرم آب میوه اندازه‌گیری شد (10). در هنگام تیتر نمودن مرتباً محلول را بهم‌زده و لحظه‌ای که برای اولین بار با وجود بهم زدن، رنگ آبی (آبی چرک) در تمامی آب میوه نمودار شد پایان عمل تیتراسیون است. از فرمول زیر مقدار ویتامین ث حاصل می‌شود.

$$\text{ویتامین ث (میلی‌گرم)} = \frac{\text{حجم ید مصرفی} \times 0/88 \times 100}{\text{حجم نمونه}}$$

نتایج و بحث

صفات کمی

درصد کاهش وزن میوه

کاهش وزن میوه در زمان برداشت اتفاق نیفتاد. نتایج اثر زمان را، در سطح احتمال 1% معنی‌دار نشان می‌دهد (جدول1). بیش‌ترین درصد کاهش وزن میوه مربوط به زمان دوم با میانگین (28/5 درصد) و کم‌ترین کاهش وزن متعلق به زمان سوم (22/3 درصد) بود که با هم تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول 3). نتایج نشان داد که با گذشت زمان (دو ماه بعد از انبارداری)، کاهش وزن میوه اتفاق افتاد، اما بعد از آن (4 ماه بعد از انبارداری میوه انار)، از کاهش وزن میوه کاسته شد. چنین به‌نظر می‌رسد که بعد از انبارمانی محصولات، کاهش وزن میوه تا مدت زمانی اتفاق می‌افتد بعد از آن روند کاهش وزن کند می‌شود. پژوهشگران گزارش کردند که مهم‌ترین عامل کاهش وزن میوه در طی دوره انبارداری افزایش تبخیر و تعرق از سطح میوه می‌باشد (5 و 16).

1- White segments separating the arils
2- Electrolyteleakage
3- Electrical conductivity
4- Titrable Acidity
5- Total soluble solids

6- Antioxidant
7- Ascorbicacid
8- 2,2-di phenyl-1-picryl hydrazyl

جدول1- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی میوه‌های انار تحت تیمار اسید سالیسیلیک و میوه‌های شاهد

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	کاهش وزن میوه	تعداد آریل سالم	دانه سفیدی	قهوه‌ای شدن پوست	قهوه‌ای شدن پیه	نشت الکترولیت‌ها
بلوک	2	0/000 ns	475/522 ns	475/522 ns	0/013 ns	0/027 ns	6/890 ns
زمان برداشت و انبارمانی	2	0/202**	18/705 ns	18/705 ns	1/801**	0/793**	107/070 ns
اسید سالیسیلیک	2	0/000 ns	1000/693*	1000/693*	0/016 ns	0/256**	168/673 ns
اسیدسالیسیلیک× زمان برداشت و انبارمانی	4	0/000 ns	431/288 ns	431/288 ns	0/004 ns	0/164**	201/285*
خطا	16	0/000	184/174	184/174	0/007	0/018	49/144
خطای کل	26	0/015	294/684	294/684	0/146	0/119	82/950

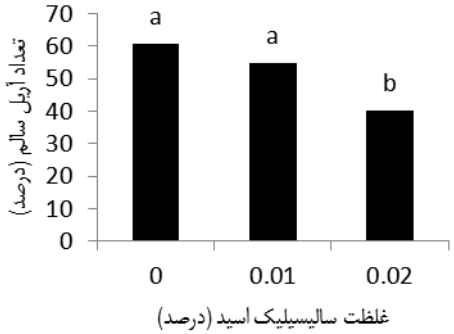
**,*به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال 1 و 5 درصد و ns غیر معنی‌دار.

درصد آریل سالم

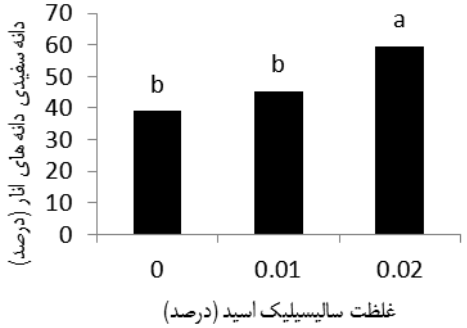
نتایج تجزیه واریانس، اثر اسید سالیسیلیک را در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار نشان داد (جدول 1). مطابق با شکل 1 (الف)، بیش‌ترین میانگین تعداد آریل سالم (60/96 درصد) و کم‌ترین آن (40/40 درصد) به‌ترتیب مربوط به میوه‌های شاهد و غلظت 0/02 درصد اسید سالیسیلیک بود. نتایج نشان داد که با کاربرد اسید سالیسیلیک، تعداد آریل سالم کاهش می‌یابد.

درصد دانه سفیدی

برای صفت دانه سفیدی ، فقط اثر اسید سالیسیلیک در سطح احتمال 5% معنی‌دار شد (جدول 1). شکل1 (ب) اثر اسید سالیسیلیک را روی دانه سفیدی نشان می‌دهد. بیش‌ترین درصد دانه سفیدی (59/60 درصد) و کم‌ترین آن (39/04 درصد) به‌ترتیب مربوط به میوه‌های تیمارشده با غلظت 0/02 درصد اسید سالیسیلیک و میوه‌های شاهد بود که تفاوت معنی‌داری میان آن‌ها دیده شد اما اختلاف معنی داری میان میوه‌های شاهد و غلظت 0/01 درصد اسید سالیسیلیک دیده نشد. نتایج نشان داد که با کاربرد اسید سالیسیلیک درصد دانه سفیدی افزایش یافت. سیاری و همکاران (21) بیان کردند با کاربرد متیل سالیسیلیت، کاهش کیفیت آریل‌های انار که در طی پس از برداشت ایجاد می‌شود کاهش می‌یابد، که با پژوهش‌های ما هم‌سو نبود. توکلی (2) گزارش داد که بروز عارضه دانه سفیدی در مناطقی اتفاق می‌افتد که شرایط اقلیمی مطلوب نباشد درنتیجه جذب بعضی از عناصر مغذی را با اختلال مواجه می‌سازد. لذا به‌نظر می‌رسد عدم تعادل مواد غذایی سبب اختلال فیزیولوژی دانه سفیدی در میوه انار می‌شود.



شکل1 (الف)- اثر کاربرد اسیدسالیسیلیک بردرصد آریل سالم



شکل1 (ب)- اثر کاربرد اسیدسالیسیلیک بردرصد دانه‌سفیدی

درصد قهوه‌ای شدن پوست

نتایج نشان می‌دهد که اثر زمان در سطح احتمال 1% معنی‌دار شد (جدول1). در زمان اول (زمان برداشت) قهوه‌ای شدن پوست میوه ایجاد نشد. با مقایسه زمان دوم و سوم، نتایج نشان داد که در زمان دوم کم‌ترین میزان قهوه‌ای شدن پوست (74/5درصد) و بیش‌ترین آن در زمان سوم (80/1 درصد) اتفاق افتاد که باهم تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول 3).

جدول2- تجزیه واریانس صفات کیفی میوه‌های انار تحت تیمار اسید سالیسیلیک و میوه‌های شاهد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		TA	TSS	شاخص طعم	pH	اسید آسکوربیک	آنتی‌اکسیدان
بلوک	2	0/000 ns	0/253 ns	0/366 ns	0/051**	8/107 ns	163/238ns
زمان برداشت و انبارمانی	2	0/228**	8/547**	2/640	0/086**	36/086**	388/010 ns
اسید سالیسیلیک	2	0/065 ns	1/526 ns	13/575*	0/011 ns	0/875 ns	25/985 ns
اسید سالیسیلیک×زمان برداشت و انبارمانی	4	0/058 ns	0/463 ns	4/593 ns	0/005 ns	1/976 ns	238/066 ns
خطا	16	0/028	1/233	2/546	0/005	2/442	120/483
خطای کل	26	0/049	1/624	3/549	0/015	0/274	155/171

**,*به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال 1 و 5 درصد و ns غیرمعنی‌دار.

جدول 3- مقایسه میانگین اثر زمان بر خصوصیات کمی و کیفی میوه‌های انار تحت تیمار اسید سالیسیلیک و میوه‌های شاهد

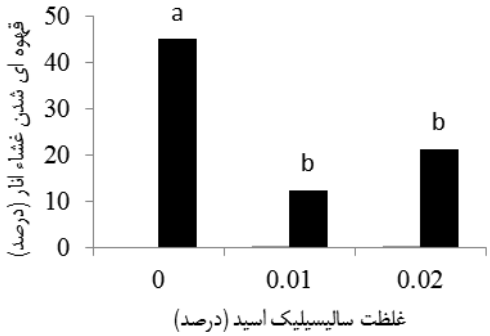
زمان برداشت و ماندگاری در انبار	کاهش وزن میوه درصد	قهوه‌ای شدن پوست درصد	قهوه‌ای شدن پیه درصد	TA درصد	TSS درصد	pH	آسکوربیک اسید (میلی‌گرم در100میلی لیتر آب میوه)
برداشت	0/00	0/00	0/00	0/94b	10/94b	4/02a	11/75a
2ماه انبارمانی	28/50a	74/50a	19/93b	1/18a	12/42a	4/17a	9/12b
4ماه انبارمانی	22/38b	80/17a	54/40a	1/24a	12/78a	4/21b	7/82b

میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در هر ستون مطابق آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌دار دارند.

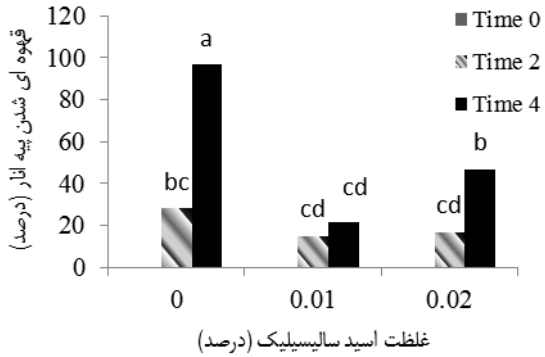
نتایج نشان داد که با گذشت زمان قهوه‌ای شدن افزایش یافت. لین و پانگ (17) گزارش کردند که علت قهوه‌ای شدن میوه انار، سرما، اتلاف آب و اختلالات فیزیولوژیک در طول ذخیره در انبار است که ترکیبات کینون به همراه اکسیژن با پلی‌فنل اکسیداز ترکیب شده و رنگدانه‌های قهوه‌ای تشکیل می‌شود.

درصد قهوه‌ای شدن غشاء

نتایج نشان می‌دهد که اثر زمان، اسید سالیسیلیک، اسید سالیسیلیک × زمان، در سطح احتمال 1 درصد، معنی‌دار شدند (جدول 1). مقایسه میانگین‌ها (جدول3) نشان می‌دهد که بین سه زمان اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در زمان اول (زمان برداشت) قهوه ای شدن غشاء میوه ایجاد نشد. اما با گذشت زمان درصد قهوه ای شدن غشاء اتفاق افتاد. کم‌ترین درصد قهوه‌ای شدن غشاء متعلق به زمان دوم (19/9درصد) و بیش‌ترین آن مربوط به زمان سوم یا 4 ماه بعد از انبارمانی (54/4 درصد) بود. بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج نشان داد که با گذشت زمان قهوه‌ای شدن غشاء در طول ذخیره‌سازی افزایش یافت. با مقایسه میانگین اثر اسید سالیسیلیک روی میوه‌های تیمار شده و شاهد (شکل2 (الف))، مشخص شد بیش‌ترین درصد قهوه‌ای شدن غشاء مربوط به میوه‌های شاهد با میانگین (44/9 درصد) و کم‌ترین مربوط به غلظت 0/01 درصد با میانگین (12/21 درصد) به‌دست آمد. بین دو غلظت 0/01 و 0/02 درصد تفاوت معنی‌داری دیده نشد اما بین این دو غلظت با شاهد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نتیجه این‌که اسید سالیسیلیک با غلظت 0/01 درصد باعث کاهش درصد قهوه‌ای شدن غشاء شد. شکل2 (ب)، اثر اسید سالیسیلیک × زمان را نشان می‌دهد، کم ترین درصد قهوه‌ای شدن غشاء مربوط به غلظت 0/01 درصد اسید سالیسیلیک در زمان دوم (14/8 درصد) و بیش‌ترین درصد قهوه ای شدن متعلق به میوه‌های شاهد در زمان سوم (96/6 درصد) بود که بین آن‌ها تفاوت معنی‌داری دیده شد. نتایج نشان داد که بین کم‌ترین درصد قهوه‌ای شدن غشاء و میانگین‌های 16/18 و 21/74 درصد که به‌ترتیب به غلظت‌های 0/02 درصد در زمان دوم و 0/01 درصد در زمان سوم ایجاد شدند اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و گذشت زمان نقش بسیار مهمی در افزایش درصد قهوه‌ای شدن غشاء دارد. اما با مقایسه میانگین میوه‌های تیمار شده با غلظت 0/02 درصد سالیسیلیک اسید در زمان سوم (46/83 درصد) و میوه‌های شاهد در زمان سوم (96/6درصد) چنین نتیجه‌گیری می‌شود که اسید سالیسیلیک توانست فعالیت آنزیم‌های مسئول تیرگی بافت و روند قهوه‌ای شدن را به‌طور چشم‌گیری کاهش دهد.



شکل 2 (الف)- اثر اسید سالیسیلیک بر میزان درصد قهوه‌ای شدن غشاء میوه انار

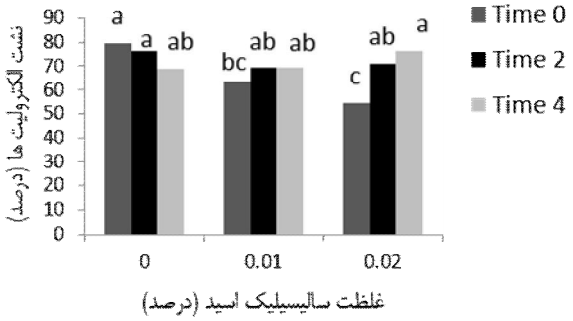


شکل2 (ب)- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و زمان بر میزان درصد قهوه‌ای شده غشاء میوه انار. زمان صفر: زمان برداشت میوه، زمان 2: دوماه نگهداری میوه در انبارسرد، زمان 4: چهار ماه نگهداری میوه در انبارسرد

سیاری و همکاران (21) بیان کردند، کاهش کیفیت (قهوه‌ای شدن و خشک شدن) پوست میوه و آریل‌های انار مهم‌ترین رویدادی است که در طی پس از برداشت ایجاد می‌شود، و با کاربرد متیل سالیسیلیت روی میوه انار، این عارضه کاهش می‌یابد.

درصد نشت الکترولیت‌ها

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد، اثر متقابل اسیدسالیسیلیک x زمان در سطح احتمال 5 درصد، معنی‌دار شد (جدول1). کم‌ترین نشت یونی مربوط به میوه‌های تیمار شده با غلظت0/02 درصد اسید سالیسیلیک در زمان اول با میانگین (54/55 درصد) و بیش‌ترین نشت یونی مربوط به میوه‌های شاهد در زمان اول (79/43 درصد) بود که بین آن‌ها تفاوت معنی‌دار بود (شکل 3). اسید سالیسیلیک با غلظت 0/02 درصد توانست نشت الکترولیت‌ها را در زمان برداشت کاهش دهد. نتایج نشان داد که با کاربرد 0/02 درصد اسید سالیسیلیک در زمان سوم و میوه‌های شاهد در زمان اول، تفاوت معنی‌دار نشد و گذشت زمان بر افزایش نشت یون‌ها بسیار مؤثر بود به‌طوری‌که اسید سالیسیلیک 4 ماه بعد از انبارداری میوه نتوانست از افزایش نشت یونی جلوگیری کند. کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت 0/01 درصد در زمان اول نشت یونی را نسبت به شاهد کاهش داد. اما گذشت زمان بر میزان نشت یونی افزود. اما اسید سالیسیلیک توانست میزان نشت یونی را نسبت به شاهد کاهش دهد و مؤثر واقع شد. سیاری و همکاران (4) بیان کردند که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک روی میوه انار رقم ملس ساوه شاخص سرمازدگی و نشت یونی کاهش یافت. اسید سالیسیلیک باعث تولید پروتئین‌های شوک حرارتی می شود، آن‌ها با تا خوردن صحیح، تجمع الیگومریک و انتقال در عرض غشاءها یا تخریب پروتئین‌های ناپایدار و تولید پروتئین‌های پایدار از وقوع تنش سرمایی و تنش‌های دیگر جلوگیری می‌کنند. اسید سالیسیلیک از فعالیت کاتالاز جلوگیری کرده و با فعال کردن آنزیم‌های تولیدکننده آنتی‌اکسیدان (بیان ژن‌هایی که مقاومت گیاه را بالا می‌برد) مقاومت گیاه را به تنش‌ها افزایش می‌دهد. آنتی‌اکسیدان باعث مقاومت گیاه به استرس‌ها می‌شوند.



شکل3- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و زمان بر نشت الکترولیت‌ها در میوه انار. زمان صفر: زمان برداشت میوه، زمان 2: دوماه نگهداری میوه در انبارسرد، زمان 4: چهار ماه نگهداری میوه در انبارسرد

صفات کیفی

اسیدیته قابل تیتر(TA)

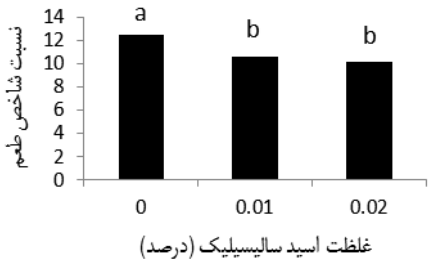
اثر زمان برای صفت اسیدیته قابل تیتردر سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 2). نتایج نشان می دهد بیش‌ترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون (1/24 درصد)، به زمان سوم و کم‌ترین میزان آن به زمان اول (0/94 درصد) مربوط است که بین آن‌ها تفاوت معنی‌دار بود. اما میان زمان دوم و سوم اختلاف معنی‌داری دیده نشد. با گذشت زمان اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه انار افزایش یافت (جدول 3).

مواد جامد محلول (TSS)

نتایج نشان می دهد فقط اثر زمان در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 2). بیش‌ترین مقدار مواد جامد محلول در زمان سوم با میانگین (12/78 درصد) و کم‌ترین آن (10/94 درصد) در زمان اول بود که تفاوت میان آن‌ها معنی‌دار شد. میان زمان دوم و سوم تفاوت معنی‌دار نبود و با گذشت زمان میزان مواد جامد محلول افزایش یافت (جدول 3). ممکن است افزایش TSS به دلیل تبدیل نشاسته به قندهای محلول باشد. ریمون و همکاران (20) مشخص نمودند که میزان مواد جامد محلول با افزایش زمان انبارداری در گیلاس بارلت افزایش یافت که آن را ناشی از کاهش آب دانستند. رنجبر و همکاران (3) بیان کردندکه اسیدیته و در صد مواد جامد قابل حل آب انار در طول مدت نگهداری در اثر سوختن در فرآیند کند تنفسی به تدریج کاهش می‌یابد. بنابراین چون در این تحقیق اسیدیته و درصد مواد جامد قابل حل آب انار کاهش نیافت، نتایج به‌دست آمده همگی تأییدی بر شدت تنفس پایین میوهٔ انار و الگوی تنفسی نافرازگرایی این میوه پس از برداشت می‌باشد. کوکبی و طباطبایی (7) اعلام کردند که افزایش TSS در طول مدت نگهداری میوه خربزه گالیا در انبار، به‌علت افزایش آنزیم اینورتاز است که سبب تغییر ساکارز شده و ATP تشکیل می‌شود. ال اوبد (8) بیان کرد اسید سالیسیلیک، مواد جامد محلول را افزایش داد، که با پژوهش ما هم‌خوانی نداشت. دینگ و همکاران (14) بیان کردند هیچ تفاوت معنی‌داری در مقدار مواد جامد محلول میوه‌های انبه تیمار شده با اسید سالیسیلیک به میزان 2 میلی مولار طی ذخیره در دمای سرد، مشاهده نشد. سیاری و همکاران (22) بیان کردند با کاربرد اسید سالیسیلیک روی انار رقم ملس ساوه در میزان TSS در طی ذخیرهٔ میوه در انبار، هیچ تغییری در طی ذخیره مشاهده نشد که با پژوهش ما هم سو می‌باشد.

شاخص طعم

اثر اسید سالیسیلیک روی شاخص طعم در سطح احتمال 5% معنی‌دار شد (جدول 2). بیش‌ترین میزان شاخص طعم (12/42) و کم‌ترین آن (10/10) به‌ترتیب مربوط به میوه‌های شاهد و غلظت 0/02 درصد اسید سالیسیلیک بود که بین آن‌ها تفاوت معنی‌دار شد. هرچه غلظت اسید سالیسیلیک افزایش یافت میزان شاخص طعم کاهش یافت. بین غلظت‌های 0/01 با 0/02 درصد تفاوت معنی‌دار دیده نشد (شکل4). کادر و همکاران (15) بیان کردند که شاخص طعم یکی از فاکتورهای مهم در تعیین رسیدگی در زمان برداشت می‌باشد و از هر کدام از آن‌ها به‌تنهایی کیفیت میوه را بهتر نشان می‌دهد. سانگ و همکاران (23) اعلام کردند بالاترین شاخص طعم در طول دوره انبارداری در تیمار شاهد مشاهده گردید.



شکل4- اثر اسید سالیسیلیک بر شاخص طعم میوه انار

اندازه‌گیری pH

نتایج برای پارامتر pH، اثر زمان را در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار نشان داد (جدول 2). بیش‌ترین درجه pH (4/21) و کم‌ترین آن (4/02) به‌ترتیب مربوط به زمان سوم و زمان اول بود که تفاوت میان آن‌ها معنی‌دار شد (جدول3). نتایج نشان داد که با گذشت زمان pH آب انار افزایش یافت. پیلا و همکاران (19) بیان کردند افزایش pH ممکن است به‌علت تغییر در مقدار اسیدهای آلی در طول نگهدری باشد. طلایی و همکاران (6) گزارش دادند که pH آب میوه انار رقم ملس ساوه در طول آزمایش افزایش داشت. شکراله فام و همکاران (5) اعلام کردند که pH عصاره میوه‌ها در طول دوره انبارداری تا هفته چهارم انبارداری افزایش یافت که این افزایش احتمالاًبه واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس می‌باشد.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدان

نتایج نشان داد هیچ‌کدام از تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها روی فعالیت آنتی‌اکسیدان آب میوه انار معنی‌دار نشدند (جدول2). سیاری و همکاران (21) بیان کردند که با کاربرد متیل سالیسیلیت روی میوهٔ انار آنتی‌اکسیدان افزایش یافت، که با پژوهش ما هم‌سو نبود. هم‌چنین آن‌ها بیان کردند که اثر اسید سالیسیلیک دقیقاً روی ترکیبات آنتی اکسیدان و فنول‌ها مشخص نیست.

اسید آسکوربیک آب میوه

نتایج نشان می‌دهد که اثر زمان بر میزان اسید آسکوربیک آب میوه، در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شد (جدول2). بیش‌ترین میزان آسکوربیک اسید (11/75میلی‌گرم در 100گرم آب میوه)، و کم‌ترین آن (7/82 میلی‌گرم در 100گرم آب میوه) به‌ترتیب مربوط به زمان اول و زمان سوم بود که با هم اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول3). بین زمان دوم و سوم اختلاف معنی‌دار نشد. نتایج نشان می‌دهد که با گذشت زمان میزان اسیدآسکوربیک کاهش می‌یابد. رنجبر و همکاران (3) گزارش کردند که ویتامین ث به شدت تحت تأثیر آبی که میوه از دست می‌دهد قرار می‌گیرد، به‌عبارتی هر چه وزن میوه در طی انبارداری بیش‌تر کاهش یابد به همان میزان ویتامین ث کم می‌شود. سیاری و همکاران (4) بیان کردند که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک روی میوه انار رقم ملس ساوه محتوای ویتامین ث کاهش یافت اما محتوای ویتامین ث میوه‌های تیمار شده باغلظت‌های بالای اسید سالیسیلیک نسبت به میوه‌های شاهد بیش‌تر بود .اصغری (12) و شفیعی و همکاران (24) بیان کردند، مقدار آسکوربیک اسید میوه توت‌فرنگی رقم سلوا که با اسید سالیسیلیک تیمار شد، افزایش یافت.

نتیجه‌گیری کلی

هنگامی که میوهٔ انار در دمای 5 درجه سانتی‌گراد به‌مدت طولانی نگهداری می‌شود، در معرض کاهش وزن و صدمه سرمایی قرار می‌گیرد و پوست میوه قهوه‌ای شده و سطح آن سوراخ سوراخ می‌شود. بیش‌تر این علائم به دانه‌ها هم سرایت می‌کند و کیفیت بیرونی و درونی میوه کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش نشان دادکه با گذشت زمان تا دو ماه بعد از انبارداری،کاهش وزن میوه اتفاق افتاد اما با گذشت زمان از روندکاهش وزن میوه، کاسته شد. هم‌چنین با کاربرد اسید سالیسیلیک، تعداد آریل سالم کاهش و درصد دانه سفیدی افزایش یافت. کم‌ترین درصد قهوه‌ای شدن غشاء مربوط به غلظت 0/01 درصد اسید سالیسیلیک در زمان دوم (14/8 درصد) و بیش‌ترین درصد قهوه‌ای شدن مربوط به میوه‌های شاهد در زمان سوم (96/6 درصد) بود، اسید سالیسیلیک توانست روند قهوه‌ای شدن را به‌طور چشم‌گیری کاهش دهد اما گذشت زمان نقش بسیار مهمی در افزایش درصد قهوه‌ای شدن غشاء داشت. اسید سالیسیلیک با غلظت 0/02 درصد توانست نشت الکترولیت‌ها را در زمان برداشت کاهش دهد اما گذشت زمان بر افزایش نشت یون‌ها بسیار مؤثر بود به‌طوری که اسیدسالیسیلیک 4 ماه بعد از انبارداری میوه نتوانست از افزایش نشت یونی جلوگیری کند. در این آزمایش میزان اسیدیته قابل تیتر، مواد جامد محلول وpH محلول، در طول زمان روند افزایشی داشت. اثر اسید سالیسیلیک روی شاخص طعم میوه در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار شد و هرچه غلظت اسید سالیسیلیک افزایش یافت میزان شاخص طعم کاهش یافت و بین دو غلظت اسید سالیسیلیک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک باعث تأخیر در رسیدن میوه می‌شود. هم‌چنین نتایج نشان داد با گذشت زمان میزان اسید آسکوربیک کاهش یافت.

بنابراین پیشنهاد می‌شود که تحقیقات بیش‌تری روی غلظت‌های متفاوت اسید سالیسیلیک و ارقام مختلف انار انجام شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد و جناب آقای مهندس سلاح‌ورزی جهت همکاری در انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1- آرین پویا ز.، داوری‌نژاد غ.ح. و عطار ش. 1388. بررسی حساسیت برخی ارقام هلو و شلیل به سرمای زمستان1386مشهد. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) . جلد23. شماره 1: 87-78.

2- توکلی ح. 1388. بررسی مقدماتی علل سفید شدن دانه های انار در استان خراسان (گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی) . مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی. شماره مصوب :86293-03-43-163-4:1.

3- رنجبر ح. حسن پور، م.، عسگری سرچشمه م. ع.، سمیع زاده لاهیجی ح.، و بنی اسدی ع. 1386. بررسی تاثیرتیمارهای کلریدکلسیم،آب گرم و پوشش پلی اتیلن بر روی عمر انبارمانی وکیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه) . فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. دوره4، شماره1: 9-2.

4- سیاری م.، بابالار م.، کلانتری س.، علیزاده ه.، و عسگری م.ع. 1388. اثر اسید سالیسیلیک بر مقاومت به سرمازدگی و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز انار رقم ملس ساوه در انبار. مجله علوم باغبانی ایران. دوره40، شماره 3: 28-21.

5- شکراله فام ص.، حاجی لو ج.، زارع، ف، طباطبایی س.ج.، و نقشی بند حسنی ر. 1391. اثرکلریدکلسیم و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری آلو رقم قطره طلا. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. جلد22. شماره1: 85-75.

6- طلایی ع.، عسگری سرچشمه م.ع.، بهادران ف.، و شرافتیان د. 1383. مطالعه آثار تیمارهای آب گرم و پوشش پلی اتیلن بر روی عمر انبارمانی وکیفیت میوه انار رقم ملس ساوه. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد35. شماره2: 377-369.

7- کوکبی س.، و طباطبایی س.ج. 1390. تأثیرنسبت‌های مختلف پتاسیم به کلسیم بر عملکرد و کیفیت خربزه گالیا در آبکشت. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد25، شماره2: 184-178.

8- Al-obeed R.S. 2010. Improving fruit quality, Marketability and Storagability of Barhee Date Palm. World Applied Sciences Journal, 9 (6): 630-637.

9- AOAC.1994. (Associationof Official Analytical Chemists).Official Methods of Analysis, (16th ed). Virginia. U.S.A.

10- AOAC. 2005. (Associationof Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis, (7th ed). Washington D.C. U.S.A.

11- Asghari M., and Soleimani Aghdam M. 2010. Impact of salicylicacid on post-harvest physiology of horticultural crops.Trends in Food Science & Technology, 21:502-509. Review.

12- Asghari M. 2006. Effects of salicylic acid on Selva strawberry fruit, antioxidant activity, Ethylene production and senescence, fungal contamination and some other quality attributes.Ph.D.thesis. Univ. of Tehran, Iran.

13- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., and Berset C. 1995.Use of a free radical method to evaluateantioxidant activity. LWT - Food Science and Technology, 28: 25 – 30.

14- Ding Z.S., Tian S.P., Zheng X.L., Zhou Z.W., Xu Y. 2007. Responses of reactive oxygen metabolism and quality in mango fruit to exogenous oxalic acid or salicylic acid under chilling temperature stress. Physiologia Plantarum, 130:112–121.

15- Kader A., Heintz C., and Chordas A. 1982. Postharvest quality of fresh and canned clingstone Peaches as influenced by genotypes and maturity at harvest.Journal of the American Society for Horticultural Science, 107: 947- 951.

16- Levy D., and Poovaiah B.W. 1979. Effect of calcium infiltration of senescence of apples. Horticultural Science, 14: 466-472.

17- lin Z.Y., and pang Z.R. 2008. Study on the Mechanism of Browning of Pomegranate (*Punica granafum* L.cv. Ganesh) Peel in Different Storage Conditions. Agricultural Sciences in China, 7 (1): 65-73.

18- Malamy J., Carr J. P., and Klessig D. F. 1990. Salicylic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Science, 250:1002-1004.

19- Pila N., Gol N.B., and Rao, R.T.V. 2010. Effect of post harvest treatments on physicochemical characteristics and shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)Fruits during Storage1.American-Eurasian Journal Agriculture & Environmental Science, 9 (5): 470-479.

20- Remon S., Venturini M.E., Lopez-Buesa P., and Oria R. 2003.Burlat cherry quality after long range transport : optimization of packaging condition. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 4: 425- 434.

21- Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Martinez-Romero D., Guillén F., Serrano M., and Valero D. 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. Food Chemistry, 124: 964–970.

22- Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Serrano M., and Valero D. 2009.Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest Biology and Technology, 53:152–154.

23- Seung K., and Kader A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology, 3: 207-220.

24- Shafiee M., Taghavi T.S., and Babalar M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Scientia Horticulturae, 124: 40-45.