

اثر گرمادهی متناوب بر شدت سرمازدگی و برخی خصوصیات کیفی نارنگی کینو در انبار سرد

سید محمد حسن مرتضوی^{۱*}، عبدالرضا دهقان^۲، مجید راحمی^۳ و نوراله معلمی^۴

*۱- نویسنده مسوول: دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز (mortazavi_mh@scu.ac.ir)

۲ و ۴- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استاد گروه باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۷

چکیده

نارنگی از جمله میوه‌های حساس به دمای پایین می‌باشد و نگهداری طولانی مدت آن در سردخانه منجر به بروز عوارضی مانند پوست‌مردگی و افت کیفی محصول می‌شود. این پژوهش به منظور بررسی اثر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر کیفیت و ماندگاری میوه نارنگی "کینو" انجام گردید. گرمادهی متناوب در ۵ سطح (شامل انتقال به دمای بالا هر هفته به مدت ۲۴ ساعت؛ هر هفته به مدت ۴۸ ساعت؛ هر دو هفته به مدت ۲۴ ساعت؛ هر دو هفته به مدت ۴۸ ساعت و شاهد) بر روی میوه‌ها اعمال شد و کیفیت میوه‌ها در سه مرحله (پس از ۰، ۴۵ و ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد) از نظر کیفی آنالیز گردید. نتایج نشان داد که با طولانی‌تر شدن زمان نگهداری، کاهش وزن میوه‌ها افزایش قابل توجه‌ای یافت و اعمال گرمادهی سبب بیشتر شدن کاهش وزن نسبت به نمونه‌های شاهد گردید. خصوصیات کیفی مانند غلظت مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیترا تحت تأثیر تیمار گرمادهی متناوب قرار نگرفت ولی بررسی نتایج مربوط به نشت الکتروولت، پتاسیم و شاخص سرمازدگی نشان داد که گرمادهی متناوب به نحو مؤثری خسارت سرمازدگی را کاهش داد. از میان تیمارهای گرمادهی اعمال شده در این تحقیق بهترین نتایج مربوط به میوه‌هایی بود که هر هفته و نیز هر دو هفته به مدت ۲۴ ساعت در معرض دمای بالا قرار می‌گرفتند.

کلید واژه‌ها: نارنگی، انبار سرد، گرمادهی متناوب، سرمازدگی

مقدمه

دلایل آلودگی‌های قارچی پس از برداشت، مشکلات حمل و نقل و نیز عدم تعادل بین عرضه و تقاضا می‌باشد (فتاحی مقدم و فقیه نصیری، ۱۳۸۴). یکی از مؤثرترین روش‌های افزایش طول دوره نگهداری محصولات مختلف باغی، نگهداری آنها در انبارهای سرد تا زمان مناسب عرضه به بازار است. انبار سرد برای بسیاری از محصولات باغی به صورت تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی نگهداری در دمای پایین می‌تواند منجر به بروز برخی ناهنجاری‌های فیزیولوژیک در محصولات

بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی (فائو) ایران با داشتن ۱۶۴۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت و تولید بیش از ۲ میلیون تن محصول، از مهم‌ترین کشورهای تولید کننده مرکبات به حساب می‌آید (فائو^۱، ۲۰۱۲). یکی از مرغوب‌ترین انواع مرکبات تولید شده در کشور نارنگی کینو می‌باشد که عمدتاً با مناطق جنوبی کشور سازگار است. از جمله عواملی که صنعت مرکبات را تهدید می‌کند، ضایعات بخش قابل توجه‌ای از محصول به

بررسی اثر گرمادهی متناوب بر روی لیموترش در انبار دریافتند که تیمار گرمادهی علاوه بر کاهش خسارت سرمازدگی در کنترل بیماری‌های پوسیدگی محصول اثر زیادی دارد. لافنت و همکاران^۹ (۲۰۰۳) در مطالعات خود روی عمر پس از برداشت پرتقال رقم "والنسیا" به این نتیجه رسیدند که غوطه‌ور کردن میوه‌ها در آب گرم با افزایش سطح پلی‌آمین‌ها در بافت پوست مرکبات و به تأخیر انداختن پیری در بافت‌های گیاهی می‌تواند در افزایش عمر پس از برداشت مرکبات اثرگذار باشند. این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف گرمادهی متناوب بر خصوصیات کیفی نارنگی کینو طی مدت زمان نگهداری در انبار سرد انجام گردید.

مواد و روش‌ها

میوه‌های مورد نیاز جهت انجام این پژوهش از باغی واقع در مبارک‌آباد قیروکارزین فارس تهیه و به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه شیراز منتقل شدند. میوه‌های یکسان و عاری از صدمات فیزیکی و پاتولوژیکی جهت اعمال تیمارهای مورد نظر جداسازی و انتخاب شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی طراحی گردید که در آن اثر دو فاکتور گرمادهی متناوب در ۵ سطح و زمان نگهداری در سه سطح بر خصوصیات کیفی میوه نارنگی در سه تکرار بررسی گردید. برای هر تکرار ۱۰ عدد میوه در نظر گرفته شد. سطوح مختلف گرمادهی متناوب عبارت بودند از انتقال به دمای ۲۰°C:

- هر ۷ روز یکبار به مدت ۲۴ ساعت
- هر ۷ روز یکبار به مدت ۴۸ ساعت
- هر ۱۴ روز یکبار به مدت ۲۴ ساعت
- هر ۱۴ روز یکبار به مدت ۴۸ ساعت

- شاهد (نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد)

برای اطمینان از عدم وجود آلودگی، میوه‌ها در ابتدا توسط قارچ‌کش تک‌تور ۶۰ شستشو داده شدند و سپس به

باغی حساس به سرما شود (ویلز و همکاران^۱، ۱۹۹۸). از جمله محصولات حساس به دمای پایین مرکبات هستند که نگهداری طولانی‌مدت آنها در انبار سرد منجر به بروز علائم سرمازدگی و پوست‌مردگی^۲ می‌شود (قادر و آریایا^۳، ۱۹۹۲). جهت مقابله با اثرات ناشی از سرمازدگی، تیمارهای مختلفی توصیه شده است که از جمله آنها می‌توان به گرمادهی کوتاه‌مدت با آب و یا هوای داغ پیش از انبار، کاهش تدریجی دمای انبار و نیز گرمادهی متناوب اشاره کرد (وانگ^۴، ۱۹۹۵). منظور از گرمادهی متناوب این است که طی دوره سردانباری، محصول باغی در فواصل زمانی مشخص در معرض دمای بالاتر قرار داده می‌شود. مکانیسم عمل این تیمار مربوط به تغییر مسیر چرخه‌های بیوشیمیایی مختلفی است که در دماهای پایین منجر به تجمع متابولیت‌های سمی و کشنده سلول‌های بافت می‌شوند (فرناندز تروخیلو و آرتس^۵). در زمینه کاربرد تیمار گرمادهی برای میوه مرکبات گزارشات مختلفی شده است. هارهاش و عبید^۶ (۲۰۰۶) اثر تیمارهای متناوب گرمایی روی لایم مکزیکی (لیموترش مکزیکی) برای کاهش خسارت سرمازدگی در طول انبارداری را بررسی و گزارش کردند که در تیمار گرمادهی متناوب ۲۰°C برای ۴۸ ساعت هر دو هفته یکبار هیچ‌گونه سرمازدگی مشاهده نشد. همچنین بن‌یهاشو و همکاران^۷ (۱۹۸۹) گزارش کردند که گرمادرمانی باعث کاهش آلودگی حاصل از قارچ پنی‌سیلیوم دیجیتاتوم در مرکبات می‌شود. شاه‌بیک (۱۳۷۶) گزارش نمود که پوشش میوه پرتقال والنسیا و واشنگتن‌ناول با پلی‌اتیلن و گرمادهی پیش از انبار در کنترل بیماری‌های قارچی و جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها موثر می‌باشد. کلوج و همکاران^۸ (۲۰۰۳) با

1- Wills *et al.*

2- Pitting

3- Kader & Arpaia

4- Wang

5- Fernandez-Trujillo & Artes

6- Harhash & Obeed

7- Ben-Yehoshua *et al.*

8- Kluge *et al.*

9- Lafuente *et al.*

محلول‌ها به ترتیب توسط دستگاه EC متر و فلیم‌فتمتر اندازه‌گیری گردید. در ادامه هر یک از ظروف حاوی بافتهای میوه و محلول مانیتول در فشار ۱ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شد. پس از خنک شدن مجدداً، هدایت الکتریکی و مقدار پتاسیم محلول‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از روابط ۲ و ۳ به ترتیب درصد نشت الکترولیت و نشت پتاسیم تعیین گردید (لوری و کلین، ۱۹۹۱).

رابطه ۲:

نشت الکترولیت (%) = $(EC \text{ نهایی} / EC \text{ اولیه}) \times 100$

EC: هدایت الکتریکی

رابطه ۳:

نشت پتاسیم (%) = $(KC \text{ نهایی} / KC \text{ اولیه}) \times 100$

KC: غلظت پتاسیم در محلول

مقدار اسید آسکوربیک به وسیله روش تیتراسیون ید (روش جاکوبس) بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه اندازه‌گیری شد. هر میلی‌لیتر رنگ مصرفی ید در یدور پتاسیم که باعث تغییر رنگ آب میوه گردید معادل ۰/۸۸ اسید آسکوربیک محاسبه گردید (لوری و کلین، ۱۹۹۱).

داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

همانگونه که نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد به جز اسیدیته عصاره و اسیدیته قابل تیتراژ، سایر خصوصیات کیفی مورد مطالعه میوه تحت تأثیر تیمار گرمادهی متناوب قرار گرفتند. همچنین زمان نگهداری نیز بر کلیه خصوصیات کیفی به جز پ‌هاش عصاره تأثیر قابل ملاحظه‌ای گذاشت.

سردخانه‌ای با دمای ۲°C و رطوبت نسبی ۸۰٪ منتقل شدند. میوه‌ها در سه زمان (روزهای صفر، ۴۵ و ۹۰ پس از قرار دادن در سردخانه) از نظر خصوصیات مختلف کیفی مورد بررسی قرار گرفتند. پ‌هاش با استفاده از دستگاه پ‌هاش متر (ساخت شرکت آیل، ژاپن) و محتوی کل مواد جامد محلول با استفاده از رفاکتومتر دیجیتالی (ساخت شرکت آتاگو^۲، ژاپن) اندازه‌گیری شد. اسیدیته قابل تیتراژ به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پ‌هاش ۸/۱ و درصد کاهش وزن میوه‌ها بر اساس اختلاف وزن نسبت به شروع آزمایش محاسبه گردید. جهت محاسبه خسارت سرمازدگی، پس از خروج از سردخانه، میوه‌ها به مدت ۳۰ ساعت در دمای اتاق (۲۵±۳) درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۰-۲۵٪ قرار گرفتند تا شرایط برای ظهور علائم سرمازدگی فراهم گردد. سپس از نظر بروز علائم ظاهری مثل قهوه‌ای شدن پوست و فرورفتگی مورد بررسی قرار گرفته و به هر کدام از میوه‌ها با توجه به این فاکتورها نمره‌هایی از صفر تا پنج داده شد. با استفاده از رابطه زیر درصد سرمازدگی اندازه‌گیری شد:

رابطه ۱:

CI (%) = $(\text{تعداد میوه‌ها} \times 5) / (\text{مجموع نمره‌ها} \times 100)$

CI: شاخص سرمازدگی

به منظور تعیین اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی و میزان نشت پتاسیم میوه‌ها، بعنوان شاخص‌های تعیین‌کننده سلامت غشاء و اندازه‌گیری سرمازدگی، از پوست میوه‌های موجود در هر تیمار تعداد ۶ دیسک به قطر ۱۰ میلی‌متر جدا گردید. دیسک‌های تهیه شده در ظروف حاوی ۲۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۴ مولار مانیتول در دمای اتاق (۲۵±۳) درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور و به مدت ۴ ساعت بر روی دستگاه تکان‌دهنده قرار داده شد. سپس هدایت الکتریکی اولیه و مقدار پتاسیم محلول این

1- Eyela

2- Atago

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر خصوصیات کیفی نارنگی کینو

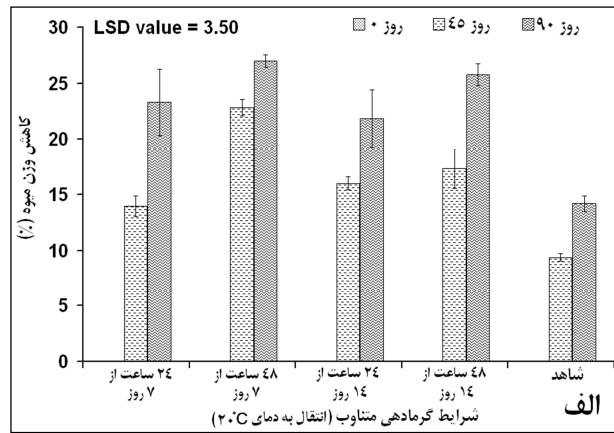
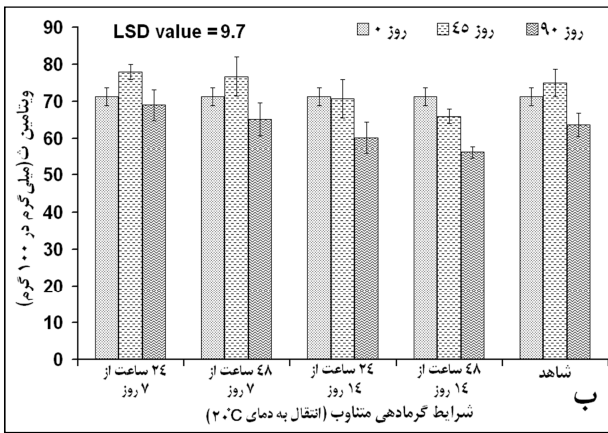
میانگین مربعات							
اسید کل	ویتامین ث	مواد جامد محلول	نشست پتاسیم	نشست الکترولیت	شاخص سرمزدگی	کاهش وزن	درجه آزادی
۰/۰۵ ^{NS}	۱۷۳/۹۹*	۳۰/۳۸*	۹۸۸/۳۶**	۴۰۸/۹۳**	۷۰۵**	۱۴۰/۵۹**	۴
۲/۳۵**	۹۲۴/۵۹**	۳/۶۷*	۱۴۰۰۵/۱**	۱۹۱۰/۲۰**	۳۶۳۰**	۳۱۹/۱۷**	۱
۰/۰۸*	۱/۱۵ ^{NS}	۶/۱۳**	۷۰/۸۵**	۱۱/۳۹**	۲۱۳/۱۳**	۷/۷۳۸ ^{NS}	۴
۰/۰۲۴	۴۹/۵۰۸	۰/۷۷۵	۷/۵۲۵	۲/۲۸۳	۴۳/۳۳	۶/۶۲۲	۲۰
NS غیر معنی دار			** معنی دار در سطح ۱ درصد			* معنی دار در سطح ۵ درصد	

ث آب میوه است. برهمکنش تیمارهای گرمادهی متناوب و زمان نگهداری (شکل ۱-ب) نشان داد که پس از پایان ۹۰ روز نگهداری، ویتامین ث میوه کاهش قابل توجهی یافت، بیشترین میزان کاهش ویتامین ث در تیمارهایی مشاهده شد که میوه به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت از هر دو هفته در معرض دمای بالاتر قرار می گرفت. همچنین کمترین کاهش در مقدار ویتامین ث در نمونه های شاهد (عدم گرمادهی) و نیز میوه هایی دیده شد که ۲۴ ساعت در هفته به دمای بالاتر منتقل شدند. کمتر شدن مقدار ویتامین ث میوه طی زمان نگهداری برای محصولات مختلف باغی گزارش شده است. هارهاش و عبید (۲۰۰۶) گزارش کردند که گرمادهی متناوب بر مقدار ویتامین ث میوه لیموی مکزیکی تأثیر منفی دارد. ویتامین ث از انواع ویتامین های محلول در آب و حساس به تجزیه توسط آنزیم های اکسایشی است که عموماً با افزایش دمای نگهداری و طول دوره انبارداری مقدار آن در اغلب محصولات باغی کاهش می یابد (لی و قادر، ۲۰۰۰).

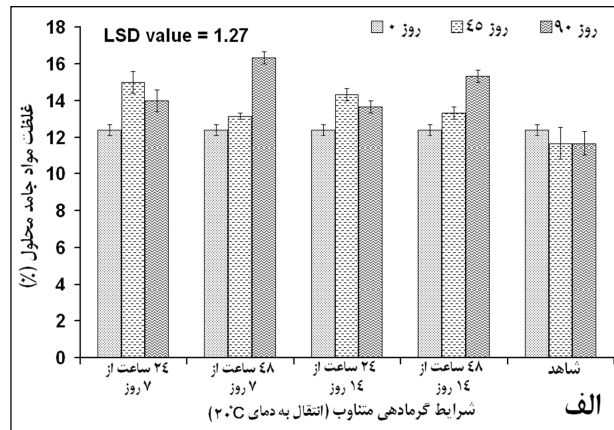
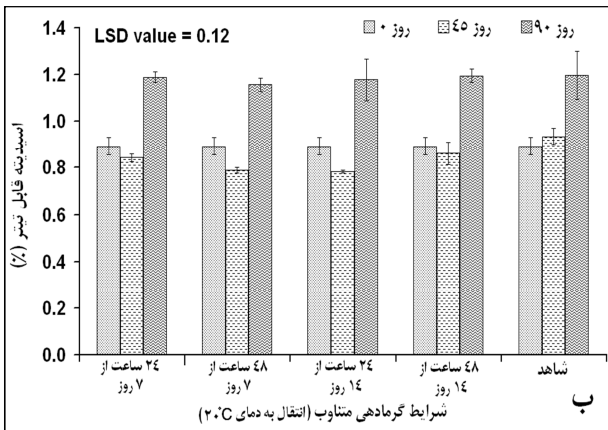
اثر متقابل تیمارهای گرمادهی و زمان نگهداری نشان داد که بجز تیمار شاهد، در همه تیمارهای گرمادهی متناوب، مقدار مواد جامد محلول از ۱۲/۴٪ در روز اول به بیش از ۱۴ درصد در پایان دوره نگهداری افزایش قابل ملاحظه ای یافت. بیشترین درصد مواد جامد محلول (۱۶/۳۳٪) پس از ۹۰ روز و در تیمار انتقال به دمای ۲۰

محصولات باغی پس از برداشت و طی دوره نگهداری در معرض از دست دادن آب قرار دارند. کاهش وزن یکی از مهمترین علل زوال کیفیت میوه ها می باشد که از نظر تجاری حائز اهمیت بسزایی می باشد. همانگونه که در شکل ۱-الف مشخص است، کاهش وزن میوه ها با گذشت زمان انبارداری بیشتر شد و پس از ۹۰ روز نسبت به روز صفر و ۴۵ روز انبارداری اختلاف معنی داری نشان داد. در بین تیمارهای گرمادهی نیز، میوه هایی که هر هفت روز یکبار به مدت ۴۸ ساعت به دمای ۲۰ درجه سانتی گراد منتقل می شدند از درصد کاهش وزن بیشتری برخوردار بودند و ۴۵ و ۹۰ روز پس از نگهداری به ترتیب ۲۲/۸۳ و ۲۷/۰۲ درصد از وزن اولیه خود را از دست دادند. به طور کلی تیمار شاهد (عدم گرمادهی متناوب) کمترین درصد کاهش وزن را داشت و میوه ها در پایان آزمایش حداکثر ۱۴/۱۸٪ کاهش وزن داشتند. هارهاش و عبید (۲۰۰۶) نیز نتایج مشابهی را برای کاهش وزن میوه های لیمو که با گرمادهی آنها با تناوب بیشتری انجام شده بودند گزارش کردند. کاهش وزن بیشتر میوه با طولانی تر شدن زمان نگهداری و نیز در میوه هایی که با تناوب و به مدت بیشتری در معرض دمای بالا قرار داشتند را به خوبی می توان با تعرق بیشتر از سطح پوست میوه در ارتباط دانست.

یکی از مهم ترین خصوصیات کیفی مرکبات که از نظر ارزش غذایی آنها اهمیت زیادی دارد، مقدار ویتامین



شکل ۱- تأثیر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر درصد کاهش وزن (الف) و ویتامین ب (ب) میوه نارنگی کینو طی ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد. میله‌های روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد بوده و اختلاف میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است.



شکل ۲- تأثیر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر غلظت مواد جامد محلول (الف) و اسیدیتنه قابل تیتر (ب) میوه نارنگی کینو طی ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد. میله‌های روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد بوده و اختلاف میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است.

قرار داشتند می‌تواند به دلیل فعالیت‌های کاتابولیک درون سلولی و تجزیه برخی ترکیبات کربوهیدراتی پیچیده به قندها باشد (راب و همکاران^۲، ۲۰۱۰). بیشتر مرکبات از اسیدیتنه قابل توجه‌ای برخوردارند. نتایج این آزمایش نشان داد که مقدار اسیدیتنه قابل تیتر نارنگی کینو ۱/۲-۰/۸٪ در مراحل مختلف نگهداری بود ولی اختلاف قابل توجهی میان تیمار شاهد و تیمارهای گرمادهی متناوب از نظر اسیدیتنه قابل تیتر دیده نشد (شکل ۲-ب). افزایش مقدار اسیدیتنه میوه در پایان دوره

درجه سانتی‌گراد هر ۷ روز یکبار به مدت ۴۸ ساعت به دست آمد (شکل ۲-الف). افزایش مقدار مواد جامد محلول در اثر تیمار گرمادهی توسط اینز و همکاران^۱ (۲۰۰۴) برای میوه گریپ‌فروت نیز گزارش شده است. مقدار مواد جامد محلول عمدتاً متأثر از قندهای محلول می‌باشد که مقدار آن در مرکبات طی دوره نگهداری اندکی افزایش می‌یابد.

افزایش غلظت مواد جامد محلول طی دوره نگهداری و در میوه‌هایی که به مدت بیشتری در معرض دمای بالا

نگهداری در دمای پایین انبار به ترتیب ۸/۳ و ۱۸/۳ درصد بود.

از جمله دیگر شاخص‌هایی که به منظور بررسی اثر تیمارهای به کار رفته بر میزان سرمازدگی میوه‌ها مورد استفاده قرار گرفت درصد نشت الکترولیت و درصد نشت پتاسیم بودند که نتایج بدست آمده آنها به ترتیب در شکل‌های ۴-الف و ۴-ب نشان داده شده است. همانگونه که از شکل ۴-الف برمی‌آید، میوه‌های شاهد پس از ۹۰ روز نگهداری از بالاترین درصد نشت الکترولیت برخوردار بودند (۶۶/۴۲٪). همچنین این نتایج نشان داد که درصد نشت الکترولیت میوه‌ها در پایان انبارداری نسبت به روزهای ۴۵ و صفر نگهداری به نحو قابل توجهی افزایش یافته بود. کمترین مقدار نشت الکترولیت مربوط به میوه‌هایی بود که هر ۱۴ روز فقط ۲۴ ساعت به دمای بالا منتقل می‌شدند (۴۲/۷۵٪). پس از ۹۰ روز نگهداری، روند مشابهی برای تغییرات درصد نشت پتاسیم در میوه‌ها نیز بدست آمد (شکل ۴-ب). در پایان دوره نگهداری درصد نشت پتاسیم برای همه تیمارها افزایش قابل توجهی یافته بود هر چند در تیمار انتقال میوه‌ها به دمای بالا هر ۱۴ روز به مدت ۲۴ ساعت این افزایش نسبت به دیگر تیمارها کمتر بود (۴۱/۸۳ و ۷۵/۳۰٪). به ترتیب پس از ۴۵ و ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد). نتایج به دست آمده با گزارش میردهقان (۱۳۷۷) که نشان دادند میوه‌های سرمادیده انار نشت یون پتاسیم بیشتری دارند و همچنین لوری و کلین (۱۹۹۱) که دریافتند انجام تیمارهای گرمادهی روی گوجه‌فرنگی باعث کاهش نشت یون پتاسیم می‌شود، مطابقت دارد. آنها عنوان کردند که میوه‌های تیمار شده فسفولیدید بیشتری در مقایسه میوه‌های تیمار نشده دارند. به نظر می‌رسد افزایش فسفولیدیدها باعث ثبات بیشتر یاخته شده و نشت یون پتاسیم کاهش می‌یابد. بسیاری از تحقیقات انجام شده بر نفوذپذیری غشاء نشان می‌دهد که افزایش آهنگ نشت یون در محصولات حساس به سرما در نتیجه تنش سرمازدگی می‌باشد. همچنین نشان داده شده است

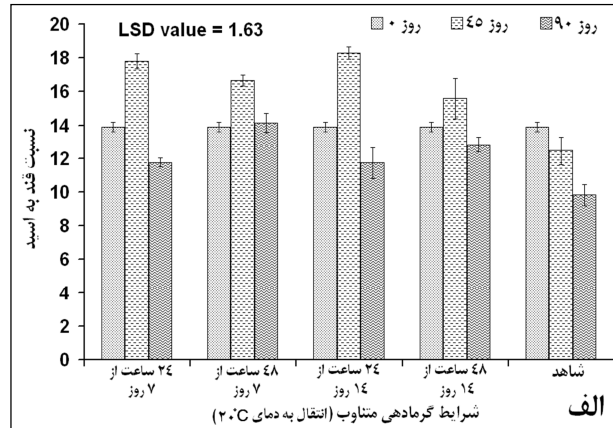
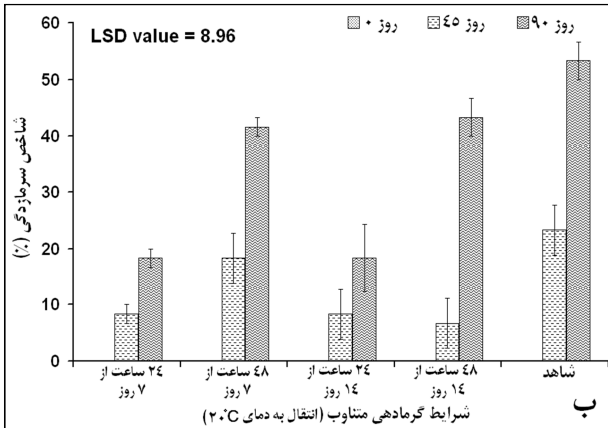
نگهداری بر خلاف گزارشات فرناندز تروخیلو و آرتس (۱۹۹۷) و مارسلیا و همکاران^۱ (۲۰۰۶) بود ولی آفولابی^۲ (۲۰۰۹) با اعمال تیمار واکس بر روی میوه پرتقال و نگهداری طولانی مدت آنها در انبار سرد به این نتیجه رسید که اسیدیته میوه اندکی افزایش می‌یابد.

شکل ۳-الف نشان می‌دهد که علیرغم اینکه با گذشت زمان نگهداری، غلظت مواد جامد محلول و اسیدیته تحت تأثیر قرار گرفت ولی به دلیل روند همسوی این تغییرات، نسبت آنها نسبتاً ثابت ماند. میوه‌ها ۴۵ روز پس از نگهداری از بیشترین نسبت قند به اسید برخوردار بودند و در پایان آزمایش این نسبت به کمترین مقدار خود رسید. کمترین نسبت قند به اسید در میوه‌های شاهد (عدم گرمادهی) و پس از ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد ثبت گردید (۹/۸۳).

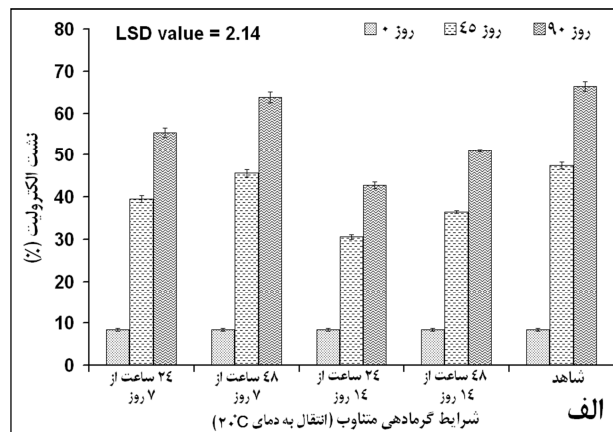
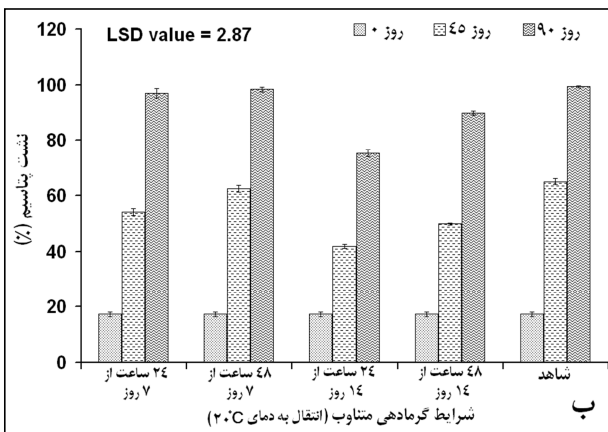
نارنگی میوه‌ای حساس به سرما می‌باشد که در نتیجه نگهداری در دمای پایین لکه‌های قهوه‌ای آبکی و همچنین پیتینگ (لکه‌های فرورفته) بر روی پوست آنها ظاهر می‌شود. این تحقیق عمدتاً به منظور بررسی اثر تیمارهای مورد استفاده بر شدت و میزان بروز علائم سرمازدگی انجام شد و درصد بروز لکه‌های قهوه‌ای و نیر فرورفته به عنوان شاخص سرمازدگی در نظر گرفته شد. نتایج مندرج در شکل ۳-ب نشان داد که با طولانی‌تر شدن زمان نگهداری میوه‌ها در انبار سرد، درصد بیشتری از میوه‌ها دچار عوارض سرمازدگی شدند. همانگونه که انتظار می‌رفت میوه‌های تیمار شاهد که به مدت ۹۰ روز در معرض دمای ۲ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند از بالاترین درصد سرمازدگی برخوردار بودند (۵۳/۳٪). اعمال تیمارهای گرمادهی متناوب توانست به نحو مؤثری درصد سرمازدگی میوه‌ها را کاهش دهد به گونه‌ای که در میوه‌های که هر ۷ و یا ۱۴ روز به مدت ۲۴ ساعت در معرض دمای بالا قرار گرفته بودند درصد میوه‌های سرما زده پس از ۴۵ و ۹۰ روز

یون خواهد شد.

که تیمارهای گرمادهی قبل از انبار باعث کاهش نشت



شکل ۳- تأثیر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر نسبت قند به اسید (الف) و شاخص سرمازدگی (ب) میوه نارنگی کینو طی ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد. میله‌های روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد بوده و اختلاف میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است.



شکل ۴- تأثیر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر درصد نشت الکترولیت (الف) و درصد نشت پتاسیم (ب) میوه نارنگی کینو طی ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد. میله‌های روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد بوده و اختلاف میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است.

جدول ۲- ضرایب همبستگی خصوصیات کیفی نارنگی کینو

کاهش وزن	کاهش	ویتامین ث	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتر	شاخص سرمازدگی	نشت الکترولیت	نشت پتاسیم
۱	۰/۳ ^{ns}	۱	۱	۱	۱	۱	۱
ویتامین ث	۰/۳ ^{ns}	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مواد جامد محلول	۰/۵۶ ^{**}	۰/۰۸ ^{ns}	۱	۱	۱	۱	۱
اسیدیته قابل تیتر	۰/۴۷ ^{**}	۰/۳۸ [*]	۰/۲۲ ^{ns}	۱	۱	۱	۱
شاخص سرمازدگی	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۴۴ [*]	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۵۹ ^{**}	۱	۱	۱
نشت الکترولیت	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۲۶ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۷۷ ^{**}	۰/۸۳ ^{**}	۱	۱
نشت پتاسیم	۰/۴۱ [*]	۰/۴۱ [*]	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۸۲ ^{**}	۰/۸۲ ^{**}	۰/۹۶ ^{**}	۱

گرمادهی متناوب اینست که انتقال از دماهای سرد به گرم و سپس بازگشت به حالت اول باعث انگیزش سریع واکنش‌های متابولیکی شده که سنتز اسیدهای چرب غیر اشباع را افزایش می‌دهد. زیاد شدن اسیدهای چرب و غیر اشباع بودن آنها زمانی به وقوع می‌پیوندد که دما از بالا به پایین تغییر داده شده و این تغییر منجر به سیالیت غشاء و افزایش مقاومت به دماهای سرد خواهد شد (کرامر و وانگ^۵، ۱۹۹۰).

بررسی نتایج مندرج در جدول همبستگی صفات (جدول ۲) نشان می‌دهد که بین سه شاخص مورد مطالعه جهت سرمازدگی (شاخص ظاهری، نشت الکترولیت و نشت پتاسیم) همبستگی قوی وجود دارد. به عبارتی نشت یون‌ها را می‌توان به خوبی با بروز تغییرات ظاهری ناشی از سرما مثل بروز لکه‌های قهوه‌ای و آبدار در ارتباط دانست. همچنین ارتباط مثبت کاهش وزن میوه و غلظت مواد جامد محلول و اسیدیته را می‌توان به از دست دادن آب، غلیظ‌تر شدن شیره سلولی و افزایش غلظت قندها و اسیدها در ارتباط دانست.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان داد که اعمال تیمار گرمادهی متناوب می‌تواند به نحو مؤثری خسارت سرمازدگی را کاهش دهد. همچنین انتخاب تناوب گرمادهی و طول دوره گرمادهی نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است زیرا تناوب زیاد گرمادهی به کاهش وزن شدید و از هم پاشیدگی بافت منجر می‌شود و تناوب کمتر نیز می‌تواند به گسترش خسارت سرمازدگی و رسیدن آن به آستانه غیر قابل بازگشت شود. از میان تیمارهای گرمادهی اعمال شده در این تحقیق بهترین نتایج مربوط به میوه‌هایی بود که هر هفته و نیز هر دو هفته به مدت ۲۴ ساعت در معرض دمای بالا قرار می‌گرفتند اما با توجه به اینکه این تیمارها از نظر کنترل علائم سرمازدگی اختلاف معنی‌داری نداشتند، با

نتایج به دست آمده در این آزمایش با گزارش‌های چان و همکاران^۱ (۱۹۸۵)، لپینگ و تائو^۲ (۱۹۹۷)، سالتویت^۳ (۲۰۰۲) و میردهقان (۱۳۷۷) که رابطه همبستگی مثبتی بین افزایش نشت یون و سرمازدگی را نشان دادند مطابقت دارد. این نتایج بیانگر آن است که اگر تعداد دوره های گرمادهی بیش از حد لازم باشد نه تنها درصد نشت یون و سرمازدگی را کاهش نمی‌دهد بلکه باعث افزایش نشت خواهد شد. گواه این مطلب اظهارات وانگ (۱۹۹۵) می‌باشد که گزارش کرده است اگر تیمارهای گرمادهی خیلی زود با تکرار زیاد و به مدت طولانی انجام پذیرد باعث متلاشی شدن یاخته و نرم شدن بافت می‌شود. بنابراین برای استفاده از گرمادهی متناوب به عنوان تیماری جهت کنترل سرمازدگی در محصولات باغی، انتخاب زمان گرمادهی و تناوب گرمادهی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

تناوب تیمارهای گرمادهی باید به گونه‌ای باشد که قبل از اینکه صدمات ناشی از سرما غیرقابل برگشت شود، به کار رود، در غیر این صورت خسارت‌های ناشی از سرمازدگی پیشرفت کرده و قابل ترمیم نیست. در این حالت بالا رفتن دما فروپاشی بافت‌ها را تشدید خواهد کرد (والدمن و همکاران^۴، ۱۹۷۵). فرضیه عمومی برای گرمادرمانی متناوب این است که بالا رفتن دما در اواسط دوره انبارداری معمولاً باعث انگیزش فعالیت‌های متابولیکی بیشتری شده و به بافت اجازه می‌دهد که مواد سمی و متابولیکی تجمع یافته در دوره انبارداری را مورد مصرف و تجزیه قرار دهد. همچنین گرما دادن بافت سرمادیده برای یک دوره کوتاه ممکن است به ترمیم خسارت‌های وارد شده به غشاء اندامک‌های درون سلولی کمک کند یا باعث سنتز موادی خواهد شد که در طول دوره انبارداری مصرف شده و یا قادر به سنتز نیستند (وانگ، ۱۹۹۵). فرضیه‌های دیگر راجع به مکانیسم‌های

1- Chan *et al.*

2- Liping & Tao

3- Saltveit

4- Waldman *et al.*

5- Kramer & Wang

چشمگیری کمتر است و افزایش طول دوره نگهداری خسارت سرمازدگی و نیز خسارات ناشی از گرمادهی را نیز افزایش قابل توجهی می دهد.

سپاس گذاری

بدینوسیله از پرسنل گروه های باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز و دانشگاه شیراز جهت همکاری در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می شود.

در نظر گرفتن هزینه های جابجایی و گرمادهی، بهترین تیمار جهت کاهش سرمازدگی هر دو هفته به مدت ۲۴ ساعت گرمادهی می باشد. همچنین طول دوره نگهداری محصولات حساس به سرما در دمای پایین بسیار تعیین کننده است. با توجه به مشاهدات انجام گرفته در طول آزمایش مشخص گردید که میوه ها تا ۷۰ روز بعد از انبارداری از وضعیت ظاهری مناسبی برخوردار بودند (داده ها نشان داده نشده اند) و نتایج بدست آمده نیز نشان داد که شدت خسارت تا ۴۵ روز پس از نگهداری به نحو

منابع

۱. جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۶. میوه کاری. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۵۱ ص.
۲. شاه بیگ، م.ع. ۱۳۷۶. کاهش ضایعات پس از برداشت در میوه های مرکبات با استفاده از برودت، گرمادرمانی، پوشش پلی اتیلن و اتمسفر تغییر داده شده. مجموعه مقاله های روز جهانی غذا، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و پشتیبانی ص ۴.
۳. فتحی مقدم ج. و فقیه نصیری، م. ۱۳۸۴. تحلیلی بر روش های سبزدایی مرکبات. خلاصه مقالات اولین همایش و جشنواره ملی مرکبات، ۴-۵ بهمن، ساری، ص ۲۲۰.
۴. میردهقان، س.ح. ۱۳۷۷. اثر گرمادهی و مواد شیمیایی بر کاهش خسارت سرمازدگی میوه انار (*Punica granatum*). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، ۹۸ ص.
5. Afolabi, I.S. 2009. The preservative efficacies of bemul-wax coatings in combination with calcium chloride dip on low temperature stored *Citrus sinensis*. *Biokemistri*, 21: 9-16.
6. Ben-Yehoshua, S., Kim, J. and Shapiro, B. 1989. Curing of citrus fruit, applications and mode of action. *International Controlled Atmosphere Research Conference, Fifth Proceedings*, 2: 161-179.
7. Chan, H.T., Sanxter, S., and Couey, H.M. 1985. Electrolyte leakage and ethylene production induced by chilling injury of papayas. *Hort Science*, 20: 1070-1072
8. Clarke, K., and Prakash, N. 2001. Floral morphology and embryology of two Australian species of Citrus (Rutaceae). *Australian Journal of Botany*; 49: 199-207.
9. Ezz, T.M., Ritenour, M.A., and Brecht, J.K. Hot water and elevated CO₂ effects on proline and other compositional changes in relation to post-harvest chilling injury of

- Marsh grapefruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129:578–582.
10. FAO statistics, 2012. www.fao.org
 11. Fernandez-Trujillo, J.P., and Artes, F. 1997. Quality improvement of peaches by intermittent warming and modified-atmosphere packaging. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 205: 59-63
 12. Harhash, M.M., and Obeed, R.S. 2006. Intermittent warming of "Mexican" lime to reduce chilling injury during cold storage. *Journal of Advanced Agricultural Research*, 11: 519-527.
 13. Kader, A.A., and Arpaia, M.L. 2002. Postharvest handling systems: subtropical fruits, p. 375- 384. In Kader, A.A. (ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, 3rd Edition, Publication 3311, University of Calif., Div. of Agriculture and Natural Res., Oakland, CA, USA.
 14. Kluge; R.A., Jomori; M.L.L., Jacomino; A.P., Vitti; M.C.D., and Vitti, D.C.C. 2003. Intermittent warming of "Tahiti" lime to prevent chilling injury during cold storage. *Scientia Agricola*, 60: 729-734.
 15. Kramer. G.F., and Wang, C.Y., 1990. Effects of chilling and temperature preconditioning on the activity of polyamine biosynthetic enzymes in zucchini squash. *Journal of Plant Physiology*, 136: 115-119.
 16. Lafuente, M.t., Zacarias, L., Martinez- Tellez, M.A., Sanchez-Balesta, M.T., and Granell, A. 2003. Phenylalanine ammonia-lyase and ethylene in relation to chilling injury as affected by fruit age in citrus. *Postharvest Biological Techniques*, 29: 308-317.
 17. Lee, S.K., and Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 207–220
 18. Liping, L., and Tao, H. 1997. Study on response of heated tomato after cold storage. *Hort. Abstracts*, 67: 1057
 19. Lurie, S., and Klein, J. D. 1991. Acquisition of low-temperature tolerance in tomatoes by exposure to high-temperature stress. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 116:1007-1012
 20. Marcilla A., Zarzo, M., and del Rio, M.A. 2006. Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4: 336-344.
 21. Rab, A., Haq, S., Khalil, S.A., and Ali, S.G. 2010. Fruit quality and senescence related changes in sweet orange cultivar blood red uni-packed in different packing materials. *Sarhad Journal of Agriculture*, 26: 221-227.

22. Saltveit, M.E., 2002. The rate of ion leakage from chilling-sensitive tissue does not immediately increase upon exposure to chilling temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 26: 295–304 .
23. Waldman, M., Rakin, A., Dovrat, A., and Richmond, A.E. 1975. Hormonal Regulation of Morphogenesis and Cold-resistance. *Journal of Experimental Botany*, 26: 853-859.
24. Wang, C.Y. 1995. Effect of temperature preconditioning on catalase, peroxidase, and superoxide dismutase in chilled zucchini squash. *Postharvest Biology and Technology*, 5: 67-76.
25. Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., and Joyce, D. 1998. *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. UNSW Press, Australia, 262 p.