

اثر کلرور کلسیم و دمای نگهداری بر فاکتورهای کیفی و انبارمانی سه رقم گوجه‌فرنگی

مشهد هناره*، شهین زمردی و حمیده ژاله رضایی**

* نگارنده مسئول، نشانی: ارومیه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ص. پ. ۳۶۵، تلفن: ۲۶۲۲۲۲۲۲(۰۴۴۱)، پیام‌نگار: mashhid_henareh@yahoo.com

** به‌ترتیب عضو هیئت علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر؛ عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی؛ و کارشناس سابق بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی
تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۲۳

چکیده

اثر کلرور کلسیم در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۵، و ۱۰ در هزار به مدت دو سال (۸۲-۱۳۸۱) بر فاکتورهای کیفی و عمر انباری سه رقم گوجه‌فرنگی بتوارلی CH، کورال، و ریوگرند در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی مطالعه شد. کلرور کلسیم در سه مرحله و بیشتر روی میوه‌های گوجه‌فرنگی محلول‌پاشی شد. گوجه‌فرنگی تولیدی به صورت سبزی برداشت و در انبار معمولی و انبار سرد به‌ترتیب در دمای 20 ± 2 و 14 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. این آزمایش در هر انبار به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. قبل از انتقال گوجه‌فرنگی به انبارها و در طول نگهداری آنها، هر ۵ روز یک‌بار به‌طور تصادفی از هر رقم نمونه‌های کافی جدا و مواد جامد انحلال‌پذیر (بریکس)، اسیدیته، pH، کاهش وزن، درصد فساد آنها تعیین می‌شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کلرور کلسیم بر صفات مورد مطالعه گوجه‌فرنگی اثر معنی‌داری در سطح یک درصد دارد. پاشش محلول کلرور کلسیم روی گوجه‌فرنگی، مدت زمان نگهداری، بریکس، و اسیدیته قابل تیتراژ آن را افزایش و درصد افت وزنی و فساد را کاهش داد. انبارمانی رقم ریوگرند بیشتر و فساد آن کمتر از دیگر ارقام بود. گوجه‌فرنگی نگهداری شده در دمای 14 درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای معمولی، افت وزنی کمتر، فساد کمتر، و مدت زمان نگهداری طولانی‌تری نشان داد. مدت زمان نگهداری رقم ریوگرند محلول‌پاشی شده با کلرور کلسیم ۱۰ در هزار در انبار سرد و انبار معمولی به‌ترتیب 43 و $19/5$ روز بود.

واژه‌های کلیدی

انبارمانی، دما، رقم، کلرور کلسیم، گوجه‌فرنگی

مقدمه

هستند (Anon, 2005). گوجه‌فرنگی، در اکثر نقاط ایران کشت می‌شود. در مناطقی با فصل رشد نسبتاً کوتاه مانند آذربایجان غربی، بیشترین برداشت و عرضه گوجه‌فرنگی از اواسط شهریور تا اواسط مهرماه است. تولید و عرضه بیش از حد این محصول به بازار در این موقع از سال، سبب کاهش شدید قیمت آن می‌شود. جهت حل این معضل باید میوه را برای مدتی در انبار نگهداری کرد تا بعد از ایجاد تعادل در عرضه و تقاضا، به بازار عرضه شود. در

گوجه‌فرنگی از محصولات مهم کشاورزی است و در بین سبزی‌ها بعد از سیب‌زمینی در رده دوم اهمیت قرار دارد. بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهان، در سال ۲۰۰۴ میزان تولید گوجه‌فرنگی در جهان $120/4$ میلیون تن بوده است. چین و ایران به‌ترتیب با تولید بیش از ۳۰ میلیون تن و ۴ میلیون تن گوجه‌فرنگی در سال اولین و نهمین کشور تولید کننده این محصول در دنیا

کمی بود آن در میوه مشاهده می‌شود. بنابراین، لازم است با روش‌هایی مانند محلول پاشی، مقدار این عنصر را در میوه افزایش داد (Doulaty Baneh *et al.*, 2007) جسی و سونگ (Ji & Seung, 1999) با فرو بردن فرنگی‌های سبز رسیده در محلول کلرور کلسیم و نیترات کلسیم نتیجه گرفتند که رنگ‌گیری این میوه‌ها در مقایسه با شاهد، به تأخیر می‌افتد اما سفتی بافت و مدت نگهداری میوه در انبار افزایش می‌یابد؛ کلسیم همچنین کل پکتین موجود در میوه را افزایش می‌دهد و از کاهش پکتین محلول جلوگیری می‌کند که در نتیجه آن نرم شدن محصول به تأخیر خواهد افتاد. اینایوا و گرندل (Inaioa & Grandall, 1986) در بررسی اثر کلرور کلسیم بر رنگ و انبارداری گوجه‌فرنگی نشان دادند که فرو بردن میوه گوجه‌فرنگی رقم Sunny در محلول کلرور کلسیم، رنگ‌گیری میوه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار کاهش و طول مدت انبارداری را ۲-۳ هفته افزایش می‌دهد.

یکی دیگر از عوامل مؤثر در نگهداری میوه در انبار، دماست؛ تأثیر این عامل در مراحل مختلف رسیدگی میوه گوجه‌فرنگی متفاوت است. نیلالا و وینرایت (Nyalala & Wainwright, 1998) ماندگاری میوه قرمز و سفت ارقام گوجه‌فرنگی Cal-J و Maker Money را در دماهای مختلف ۴/۵، ۲۵-۱۸ (دمای اتاق)، و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند و نشان دادند که میزان کاهش وزن با افزایش دما به‌طور معنی‌داری افزایش و سفتی بافت میوه در دمای اتاق و ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. در این آزمایش، رقم Money Maker در تمام شرایط نسبت رقم Cal-J ماندگاری بیشتری داشت. کیناس و سرملی (Kaynas & Suermeli, 1995) در بررسی اثر دمای نگهداری ۴، ۸، و ۱۲ درجه سانتی‌گراد بر سه رقم گوجه‌فرنگی، پی بردند که گوجه‌فرنگی‌های سبز رسیده را می‌توان به مدت ۴۰ روز در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد

بعضی از فصول نیز به علت سرمای زودرس پاییزه مقدار زیادی از محصول به صورت سبز در مزرعه باقی می‌ماند؛ کشاورزان برای جلوگیری از سرمازدگی، میوه را به انبارهای روستایی منتقل می‌کنند تا در آنجا برسد. درصدا ضایعات در این نوع انبارها به علت رعایت نشدن نکات فنی و مخصوصاً کنترل دما، زیاد است و طول مدت نگهداری میوه کاهش می‌یابد. این امر ضرورت تحقیق بیشتر نگهداری گوجه‌فرنگی را نشان می‌دهد. از فاکتورهای مؤثر بر نگهداری گوجه‌فرنگی و حفظ کیفیت میوه در انبار، می‌توان به رقم، میزان کلسیم موجود در میوه، و دمای نگهداری اشاره کرد.

ارقام گوجه‌فرنگی از لحاظ سفتی بافت میوه معمولاً به سه گروه سفت، نیمه سفت، و نرم تقسیم می‌شوند. هر چه بافت میوه سفت‌تر زیاد باشد، نسبت آب به گوشت میوه کمتر و معمولاً پریکارپ ضخیم‌تر است. سفتی بافت میوه در مدت زمان نگهداری محصول تأثیر زیادی دارد و ارقامی با میوه سفت، نسبت به صدمات ناشی از برداشت و حمل و نقل مقاوم‌اند، ماندگاری آنها بیشتر، و ضایعات کمتری دارند (Atherton, 1994).

کلسیم نیز یکی از عناصری است که در استحکام و نگهداری اکثر میوه‌ها از جمله گوجه‌فرنگی مؤثر است. کلسیم موجب سفتی بافت میوه و در نتیجه بهبود قابلیت حمل و نقل و افزایش مدت زمان نگهداری آن می‌شود. پیوندهای کلسیم به صورت پکتات در تیغه‌های میانی برای استحکام دیواره سلولی و بافت گیاهی ضروری هستند. پکتات بر اثر آنزیم پلی‌گالاکتروناز تخریب می‌شود. زمانی که کلسیم به اندازه کافی موجود باشد، از تخریب پکتات جلوگیری می‌شود (Malakouti & Rezaei, 2001). مشکل انتقال و حرکت کلسیم در داخل گیاه بیشتر از مشکل جذب آن است. به دلیل حرکت کند کلسیم، که فقط در آوندهای چوبی صورت می‌گیرد، و نیز به دلیل توزیع غیر یکنواخت آن در اندام‌های مختلف گیاه، همواره

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ارقام گوجه‌فرنگی ریوگرند، پتوارلی CH، و کورال و نیز از کلرور کلسیم تجاری تولید شده در ایران استفاده شد. تجهیزات به‌کار گرفته شده عبارت بودند از:

رفراکتومتر دستی Garlzeiss Jena (آلمان)، pH متر مدل Metrohm 691 (سوئیس)، ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم Sartorius (آلمان)، و مخلوط‌کن برقی ناسیونال (ایران).

برای نگهداری گوجه‌فرنگی از سردخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و انبار معمولی استفاده شد.

ارقام گوجه‌فرنگی در سال‌های ۸۲-۱۳۸۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کهریز ارومیه کشت شد. این ایستگاه در ۴۵ کیلومتری شمال شهرستان ارومیه در محدوده جغرافیایی با عرض شمالی ۳۷ درجه و ۵۳ دقیقه و طول شرقی ۴۵ درجه و دقیقه واقع شده است و از سطح دریا ۱۳۲۵ متر ارتفاع دارد. مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک که در آن گوجه‌فرنگی مورد آزمایش کشت شد در جدول ۱ آورده شده است.

نگهداری کرد ولی دمای ۴ و ۸ درجه سانتی‌گراد باعث سرمازدگی این نوع میوه می‌شود. این محققان همچنین نتیجه گرفتند که میوه صورتی و قرمز را می‌توان به ترتیب به مدت ۳۰-۲۵ روز در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۵-۱۰ روز در ۸ درجه سانتی‌گراد انبار کرد.

میوه گوجه‌فرنگی بسته به نوع استفاده، فاصله بین محل برداشت و بازار مصرف، و مدت زمان نگهداری، در مراحل مختلف برداشت می‌شود که شامل سبز رسیده، صورتی کم رنگ، صورتی، قرمز سفت، و قرمز نرم است. جهت نگهداری طولانی مدت، میوه باید در مرحله سبز رسیده برداشت شود. در این مرحله، رشد میوه از لحاظ فیزیولوژیکی کامل ولی هنوز در آن تغییر رنگی ایجاد نشده است و به عبارت دیگر میوه نمی‌تواند مورد مصرف شود، مواد لزجی در حجره‌ها به وجود آمده و بذر میوه به طور کامل تشکیل شده است. میوه در این حالت در انبار در شرایط مناسب می‌رسد (Wien, 1997; Behnamian & Masiha, 2002).

این تحقیق به منظور ارزیابی اثر کلرور کلسیم و دمای نگهداری بر فاکتورهای کیفی و انبارمانی سه تیپ مختلف گوجه‌فرنگی (از لحاظ سفتی بافت میوه) اجرا شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک زمین آزمایش

| هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) | pH گل اشباع | کربن آلی (درصد) | فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | روی قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) |
|-----------------------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| ۰/۸-۱ | ۷/۸ | ۰/۸ | ۱۴ | ۴۸۰ | ۰/۶۸ |

فاصله زمانی سه هفته یک‌بار انجام شد. مرحله اول محلول‌پاشی موقعی انتخاب شد که تعداد زیادی از میوه‌ها به اندازه فندق بودند. محلول‌پاشی در صبح یا عصر و در هوای خنک اجرا شد و همواره سعی بر آن بود که میوه‌ها هدف قرار گیرند. گوجه‌فرنگی جهت انبارداری به صورت سبز رسیده برداشت شد.

نشا‌های گوجه‌فرنگی بعد از رشد کافی در خزانه، به مزرعه منتقل شدند هر کرت آزمایشی به طول ۵ متر شامل دو ردیف کاشت با فاصله ۱۲۰ سانتی‌متر از همدیگر بود. پس از رشد کافی بوته‌ها و تشکیل میوه، محلول کلرور کلسیم در سه غلظت صفر (شاهد)، ۵، و ۱۰ در هزار روی بوته‌ها پاشیده شد. محلول‌پاشی در سه مرحله با

۲)، و عوامل محیطی مانند شدت نور، دما، و میزان رطوبت می‌توانند از سالی به سال دیگر تغییر یابند و تغییرات آنها بر کیفیت میوه تأثیر می‌گذارد.

جدول ۲ نشان می‌دهد که کلرورکلسیم بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده اثر معنی‌دار در سطح ۱ درصد دارد. استفاده از غلظت ۵ در هزار از محلول کلرورکلسیم موجب افزایش معنی‌دار مقدار بریکس می‌شود اما افزایش غلظت کلرورکلسیم به مقدار ۱۰ در هزار تأثیر معنی‌داری بر مقدار بریکس ندارد (جدول ۳). با توجه به اینکه راندمان تولید رب با مقدار بریکس گوجه‌فرنگی رابطه مستقیم دارد، استفاده از کلرورکلسیم می‌تواند موجب افزایش راندمان تولید رب شود.

در جدول ۳ می‌بینیم که غلظت ۱۰ در هزار کلرورکلسیم نسبت به دو تیمار دیگر باعث افزایش معنی‌دار میزان pH و اسیدیت میوه شده است و غلظت ۵ در هزار کلرورکلسیم نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری روی اسیدیت قابل تیتراسیون و pH نشان نمی‌دهد ولی تفاوت تیمار ۱۰ در هزار نسبت شاهد معنی‌دار است. افزایش مقدار اسیدیت در بهبود طعم میوه مؤثر است و بنابراین استفاده از کلرورکلسیم موجب بهبود طعم و مزه گوجه‌فرنگی می‌شود. کلرورکلسیم مدت زمان نگهداری میوه را بالا و درصد فساد و افت وزنی را کاهش می‌دهد و حتی با افزایش غلظت این ماده از ۵ به ۱۰ در هزار، این وضعیت را بهتر می‌کند. نرم شدن گوجه‌فرنگی بیشتر به دلیل تخریب دیواره سلولی است. در نتیجه کلسیم از طریق به تأخیر انداختن تخریب پلیمرهای دیواره سلولی، نرم شدن میوه‌ها را به تعویق می‌اندازد و باعث کاهش سیالیت غشای سلولی و ایجاد نوع سفتی و استحکام در سطح غشا می‌شود. دلیل این پدیده ترکیب شدن کلسیم با لیپیدهای بار منفی مانند فسفاتیدیل‌سرین موجود در غشاست. با متراکم شدن غشا و سفت شدن دیواره سلولی، میزان از دست رفتن آب از گوجه‌فرنگی در دوره نگهداری کاهش می‌یابد (Doulaty Baneh et al., 2007).

پنج کیلوگرم گوجه‌فرنگی از هر تیمار در دو ردیف در جعبه‌های پلاستیکی کوچک قرار داده شد. یک‌سری از نمونه‌ها در سردخانه با ۱۴ درجه سانتی‌گراد و سری دیگر در انبار معمولی با دمای 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. از گوجه‌فرنگی‌ها قبل از حمل به محل نگهداری و طی نگهداری هر ۵ روز یک‌بار به طور تصادفی نمونه‌برداری و صفات کیفی آنها اندازه‌گیری شد.

برای سنجش فاکتورهای کیفی، ۵۰۰ گرم از هر نمونه برداشت و با مخلوط‌کن برقی خرد و همگن شد. مواد جامد انحلال‌پذیر (بریکس) از طریق رفاکتومتر، اسیدیت با روش تیتراژ کردن با سود ۰/۱ نرمال (بر حسب اسید سیتریک)، و pH با استفاده از دستگاه pH متر تعیین شد. در دوره نگهداری، درصد فساد با مشاهده نشانه‌های فساد تعیین شد. میوه‌های آلوده از میوه‌های سالم جدا و تعداد آنها شمارش و ثبت شد. یادآوری می‌شود که سنجش زمان ماندگاری گوجه‌فرنگی‌ها بر اساس درصد فساد آنها تعیین شد. زمانی که حدود ۲۵ درصد گوجه‌فرنگی‌ها فاسد شدند نمونه‌ها از محل‌های نگهداری بیرون برده شدند. برای تعیین افت وزنی در دوره نگهداری، ۵ میوه از هر واحد آزمایشی در ظرف یک‌بار مصرف قرار داده شدند و قبل از قرار دادن نمونه‌ها در محل نگهداری و نیز در هر مرحله از یادداشت‌برداری، وزن آنها با ترازوی دقیق تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش در مزرعه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در انبار به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال بر بریکس، pH، و اسیدیت گوجه‌فرنگی معنی‌دار است (جدول

اثر کلرور کلسیم و دمای نگهداری بر فاکتورهای کیفی و ...

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمارهای مختلف بر صفات کیفی میوه گوجه فرنگی

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | بریکس | pH | اسیدیته (درصد) | فساد (درصد) | مدت نگهداری (روز) | کاهش وزن |
|----------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|-------------|-------------------|----------|
| | | اسیدیته (درصد) | فساد (درصد) | مدت نگهداری (روز) | کاهش وزن | | | | | | |
| سال (A) | ۱ | ۱/۸۶۷** | ۳/۶۵** | ۰/۲۸۷** | ۰/۹۹۶ ns | ۰/۰۰۹ ns | ۱/۵۹۶ ns | | | | |
| غلظت کلرور کلسیم (B) | ۲ | ۰/۳۱۴** | ۰/۰۵۸** | ۰/۰۱۸** | ۲۰/۸۵۱۸** | ۲۲۳/۷۳۱** | ۲۱/۷۸۴** | | | | |
| AB | ۲ | ۰/۳۲۷** | ۰/۰۲۹** | ۰/۰۲۸** | ۳/۹۱۲ ns | ۱/۲۸۷ ns | ۰/۵۵۷ ns | | | | |
| رقم (C) | ۲ | ۰/۷۲۴** | ۰/۰۰۱ ns | ۰/۱۳۸** | ۲۱۰/۷۵۴** | ۲۰۶/۹۲۶** | ۲۷/۷۰۸** | | | | |
| AC | ۲ | ۰/۶۹۵** | ۰/۰۲۰* | ۰/۰۱۵** | ۲/۶۱۱ ns | ۰/۷۰۴ ns | ۰/۰۲۸ ns | | | | |
| BC | ۴ | ۰/۲۸۹** | ۰/۰۲۹** | ۰/۰۲۷** | ۳/۲۱۴ ns | ۴/۱۲۰ ns | ۰/۲۲۹ ns | | | | |
| ABC | ۴ | ۰/۶۱۵** | ۰/۰۲۷** | ۰/۰۲۸** | ۱/۹۶۰ ns | ۱/۰۶۵ ns | ۰/۰۶۷ ns | | | | |
| دمای نگهداری (D) | ۱ | ۰/۰۰۹ ns | ۰/۰۲۱* | ۰/۸۷۷** | ۱۷۷۹/۸۲** | ۹۸۸۰/۴۵** | ۲۷۴۱/۸۶** | | | | |
| AD | ۱ | ۰/۰۶۳ ns | ۰/۶۸۶** | ۰/۱۲۲** | ۱۰/۳۸۵* | ۳/۳۴۳ ns | ۱/۱۲۲* | | | | |
| BD | ۲ | ۰/۴۷۴** | ۰/۰۵۶** | ۰/۰۱۱* | ۲/۴۵۷ ns | ۱۱/۸۴۳* | ۰/۲۵۲ ns | | | | |
| ABD | ۲ | ۰/۲۱۸** | ۰/۰۶۵** | ۰/۰۰۴ ns | ۱/۱۷۷ ns | ۰/۶۲۰ ns | ۰/۰۱۲ ns | | | | |
| CD | ۲ | ۰/۲۶۸** | ۰/۰۰۳ ns | ۰/۰۷۳** | ۳/۴۸۰ ns | ۲۲/۹۲۶** | ۰/۸۴۶* | | | | |
| ACD | ۲ | ۰/۰۵۵ ns | ۰/۰۱۵ ns | ۰/۰۰۵ ns | ۰/۳۴۲ ns | ۰/۴۸۱ ns | ۰/۰۳۶ ns | | | | |
| BCD | ۴ | ۰/۲۴۳** | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۹** | ۴/۰۴۰ ns | ۲/۹۸۱ ns | ۰/۷۵۴* | | | | |
| ABCD | ۴ | ۰/۴۳۴** | ۰/۰۳۴** | ۰/۰۱۹** | ۱/۸۷۹ ns | ۱/۰۹۳ ns | ۰/۱۵۰ ns | | | | |
| خطا | ۶۸ | ۰/۰۲۷ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۲ | ۲/۴۸۶ | ۲/۵۷۳ | ۰/۲۵۸ | | | | |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۲/۸۸ | ۱/۷۷ | ۶/۶۵ | ۶/۷۹ | ۶/۳۶ | ۲/۹۱ | | | | |

** اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns نبود اختلاف معنی دار

نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بسیاری از تحقیقات از جمله تحقیقات شورنیکو و همکاران (Shornikova et al., 1971) و گارسیا و همکاران (Garcia et al., 1995) که نشان می دهد استفاده از کلرور کلسیم موجب افزایش استحکام گوجه فرنگی در دوره ۲-۳ هفته افزایش می دهد.

نگهداری در انبار و به هنگام حمل و نیز کاهش میزان افت وزنی می شود. اینایوا و گرندل (Inaioa & Grandall, 1986) نیز نشان دادند که فرو بردن میوه گوجه فرنگی رقم Sunny در محلول کلرور کلسیم، مدت زمان نگهداری آن را

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر غلظت کلسیم بر فاکتورهای کیفی میوه گوجه فرنگی

| غلظت کلرور کلسیم | بریکس | pH | اسیدیته (درصد) | فساد (درصد) | مدت نگهداری (روز) | افت وزنی (درصد) |
|------------------|--------|--------|----------------|-------------|-------------------|-----------------|
| صفر (شاهد) | ۵/۶۴ b | ۳/۹۳ b | ۰/۷۱ b | ۱۹/۲ a | ۲۲/۹ c | ۱۱/۵ a |
| ۵ در هزار | ۵/۸۲ a | ۳/۹۶ b | ۰/۷۲ ab | ۱۵/۸ b | ۲۴/۹ b | ۹/۶ b |
| ۱۰ در هزار | ۵/۷۸ a | ۴/۰۱ a | ۰/۷۵ a | ۱۳/۳ c | ۲۷/۹ a | ۸/۹ b |

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

تأثیر رقم بر صفات مورد اندازه‌گیری (به استثنای pH) معنی‌دار است (جدول ۴). انبارمانی و بریکس رقم ریوگرند نسبت به دو رقم دیگر بیشتر و درصد فساد آن کمتر است. ظاهر رقم ریوگرند بهتر و شدت آلودگی آن کمتر از دو رقم دیگر است که مقاومت بهتر این رقم را نشان می‌دهد. اسیددیده و درصد کاهش وزن در رقم کورال نسبت به دو رقم دیگر است. بافت در این رقم نسبتاً نرم و نسبت آب

میوه به گوشت آن زیاد است، و به‌همین دلیل کاهش وزن بیشتری داشته است. رقم، عامل اصلی تعیین‌کننده کیفیت و ساختار ژنتیکی گیاه نیز مشخص‌کننده ویژگی‌های ساختمانی و شیمیایی میوه است. مطالعات نشان می‌دهد که ارقام به‌دلیل تفاوتشان در ضخامت پوست میوه، مقدار آب میوه، درصد قند میوه، و بعضی ترکیبات دیگر با شدت‌های متفاوتی بر اثر قارچ‌ها آلوده می‌شوند.

جدول ۴- صفات کیفی ارقام گوجه‌فرنگی

| رقم | بریکس | pH | اسیددیده (درصد) | فساد (درصد) | مدت نگهداری (روز) | افت وزنی (درصد) |
|------------|--------|--------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|
| پتوارلی CH | ۵/۶۳ b | ۳/۹۷ a | ۰/۶۸ c | ۱۶/۸ b | ۲۴/۵ b | ۹/۶۶ b |
| ریوگرند | ۵/۹۱ a | ۳/۹۷ a | ۰/۷۱ b | ۱۲/۹ c | ۲۷/۹ a | ۹/۷۸ b |
| کورال | ۵/۷۲ b | ۳/۹۶ a | ۰/۸۰ a | ۱۸/۷ a | ۲۳/۳ c | ۱۰/۵۹ a |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر متقابل کلرور کلسیم و رقم بر بریکس، pH، و اسیددیده معنی‌دار و بر سایر صفات غیر معنی‌دار است. جدول ۵ نشان می‌دهد که افزایش غلظت کلرور کلسیم به مقدار ۵ در هزار موجب افزایش معنی‌دار مقدار بریکس رقم کورال می‌شود اما در مقدار بریکس رقم ریوگرند و

پتوارلی تأثیر معنی‌داری ندارد و نیز افزایش مقدار کلرور کلسیم تا غلظت ۱۰ در هزار تأثیر معنی‌داری بر بریکس ارقام مورد آزمایش نداشته است. بیشترین مقدار اسیددیده از تیمار ۱۰ در هزار کلرور کلسیم روی رقم کورال به‌دست آمده است. در مورد اسیددیده، بیشترین اثر را کلرور کلسیم روی رقم پتوارلی CH داشته است.

جدول ۵- تأثیر متقابل کلرور کلسیم و رقم بر صفات کیفی گوجه‌فرنگی

| غلظت کلرور کلسیم | رقم | بریکس | pH | اسیددیده (درصد) |
|------------------|------------|---------|----------|-----------------|
| صفر (شاهد) | پتوارلی CH | ۵/۶۰ bc | ۳/۹۶abcd | ۰/۶۱e |
| | ریوگرند | ۵/۹۰ a | ۳/۸۹d | ۰/۷۴bc |
| | کورال | ۵/۴۳c | ۳/۹۴bcd | ۰/۷۷ab |
| ۵ در هزار | پتوارلی CH | ۵/۷۵ab | ۳/۹۹abc | ۰/۶۸d |
| | ریوگرند | ۵/۹۰ a | ۴/۰۰ a | ۰/۶۸d |
| | کورال | ۵/۸۲a | ۳/۹۱cd | ۰/۸۰ a |
| ۱۰ در هزار | پتوارلی CH | ۵/۵۳c | ۳/۹۷abcd | ۰/۷۴bc |
| | ریوگرند | ۵/۹۲a | ۴/۰۳a | ۰/۷۰cd |
| | کورال | ۵/۹۰ a | ۴/۰۰ a | ۰/۸۱a |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر کلرور کلسیم و دمای نگهداری بر فاکتورهای کیفی و ...

اسیدها در اثر متابولیسم میوه، میزان اسیدیته نیز کاهش و pH افزایش می‌یابد. نتایج این تحقیق با تحقیقات نیلالا و وینرایت (Nyalala & Wainwright, 1998) مطابقت دارد که نشان دادند میزان کاهش وزن میوه قرمز سفت ارقام گوجه‌فرنگی Cal-J و Maker Money با افزایش دما به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد.

تفاوت دو دمای مختلف نگهداری از لحاظ صفات مورد مطالعه بسیار چشمگیر است. میانگین مدت‌زمان انبارمانی گوجه‌فرنگی‌ها در دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد ۳۴/۸ روز و در دمای 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد ۱۵/۷ روز است. نتایج تحقیقات یونگ و همکاران (Yeong *et al.*, 1996) نیز نشان می‌دهد که با افزایش دمای نگهداری، نسبت تنفس افزایش و دوره انبارداری کاهش می‌یابد. نتایج تحقیق دیگر هم نشان می‌دهد که بهترین دما برای نگهداری گوجه‌فرنگی سبز رسیده، ۱۵/۵-۱۲/۷ درجه سانتی‌گراد است (Jones, 1998).

نتایج داده‌های حاصل از تأثیر دمای نگهداری میوه در انبار بر صفات مورد مطالعه (جدول ۶) نشان می‌دهد که pH، درصد افت وزنی، و فساد گوجه‌فرنگی‌های نگهداری شده در انبار معمولی نسبت به آنها که در سردخانه نگهداری شده‌اند بیشتر و اسیدیته و مدت زمان نگهداری آنها کمتر است. افزایش دما باعث افزایش تنفس میوه می‌شود و میزان از دست‌رفتن آب از میوه افزایش می‌یابد، در نتیجه اسیدیته و مدت زمان نگهداری میوه در انبار کاهش و درصد فساد و افت وزنی آن افزایش می‌یابد. دلیل این موضوع آن است که پس از برداشت میوه، بیشترین تغییرات فیزیولوژیکی در آن با سوخت و ساز اکسایشی ارتباط پیدا خواهد کرد.

نگهداری در دمای بالاتر موجب می‌شود بافت میوه‌ها نرم شود که دلیل آن کاهش سلولز و پکتین‌های انحلال‌ناپذیر از طریق فعالیت‌های آنزیمی در دوره نگهداری است. به موازات این تغییرات و به‌دلیل کاهش

جدول ۶- اثر دمای نگهداری بر صفات کیفی میوه گوجه‌فرنگی

| دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) | بریکس | pH | اسیدیته (درصد) | فساد (درصد) | مدت نگهداری (روز) | افت وزنی (درصد) |
|-----------------------------------|--------|--------|-------------------|----------------|----------------------|--------------------|
| ۱۴ | ۵/۷۴ a | ۳/۹۵ b | ۰/۸۲ a | ۱۱ b | ۳۴/۸a | ۵/۳b |
| 20 ± 2 | ۵/۷۶ a | ۳/۹۸ a | ۰/۶۳ b | ۲۱/۲a | ۱۵/۷b | ۱۴/۷a |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

با غلظت ۱۰ در هزار کلرور کلسیم در دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به دیگر تیمارها بیشتر است. مدت زمان نگهداری میوه به‌طور متوسط در این تیمار ۳۸/۱ روز به‌دست آمد که بیش از دو برابر طول دوره انبارداری در تیمار بدون محلول پاشی در دمای معمولی است (میانگین ۱۳/۸ روز)؛ این یافته، اهمیت اثر توأم این دو فاکتور را بر نگهداری گوجه‌فرنگی در انبار نشان می‌دهد.

اثر متقابل کلرور کلسیم و دما بر مقدار بریکس، pH، اسیدیته، و مدت زمان نگهداری معنی‌دار است (جدول ۷). در تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی شده، بریکس به‌ترتیب در دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد و دمای معمولی زیادتر است. بالاترین بریکس از تیمار با غلظت ۵ در هزار کلرور کلسیم در دمای معمولی حاصل شد که البته با تیمار غلظت ۱۰ در هزار تفاوت چشمگیری ندارد. اسیدیته و انبارمانی در تیمار

جدول ۷- اثر متقابل کلور کلسیم و دمای نگهداری بر صفات کیفی میوه گوجه‌فرنگی

| دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) | غلظت کلور کلسیم | بریکس | pH | اسیدیته (درصد) | فساد (درصد) | مدت نگهداری (روز) | افت وزنی (درصد) |
|-----------------------------------|--------------------|--------|--------|-------------------|----------------|----------------------|--------------------|
| | صفر (شاهد) | ۵/۷۷ab | ۳/۹۶bc | ۰/۷۹b | ۱۳/۵a | ۳۲/۱c | ۷/۲a |
| ۱۴ | ۵ در هزار | ۵/۷۳b | ۳/۹۴bc | ۰/۸۰b | ۱۱/۱a | ۳۴/۲b | ۴/۷a |
| | ۱۰ در هزار | ۵/۷۲b | ۳/۹۶bc | ۰/۸۶a | ۸/۴a | ۳۸/۱a | ۴/۱a |
| | صفر (شاهد) | ۵/۵۲c | ۳/۹۰c | ۰/۶۲c | ۲۵/۰a | ۱۳/۸f | ۱۵/۷a |
| ۲۰±۲ | ۵ در هزار | ۵/۹۱a | ۳/۹۸b | ۰/۶۴c | ۲۰/۵a | ۱۵/۶e | ۱۴/۵a |
| | ۱۰ در هزار | ۵/۸۴ab | ۴/۰۶a | ۰/۶۴c | ۱۸/۱a | ۱۷/۷d | ۱۳/۸a |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

شاهد در سردخانه، بیشترین مقدار افت وزنی مربوط به رقم ریوگراند (۱۰/۵ درصد) و در انبار معمولی مربوط به رقم کورال (۱۶/۸ درصد) است.

استفاده از کلور کلسیم موجب کاهش معنی‌دار درصد افت وزنی در هر دو محل نگهداری و در همه ارقام گوجه‌فرنگی آزمایشی شده است. کاهش افت وزنی در رقم ریوگراند بیشترین (۶۳/۸ درصد) و در رقم پتوارلی کمترین (۱۹/۲ درصد) است؛ در رقم کورال کاهش وزنی ۳۰ درصد نشان داده شده است (شکل ۱). شکل ۲ نیز نشان می‌دهد که کاهش افت وزنی در سردخانه بیشتر از انبار معمولی است؛ به طوری که کاهش افت وزنی در رقم‌های پتوارلی، ریوگراند، و کورال در انبار معمولی به ترتیب ۱۳/۹، ۱۳/۱، و ۸/۹ درصد مشخص شده است. نتایج حاصل از تحقیقات نیلالا و وینرایت (Nyalala & Wainwright, 1998) نشان می‌دهد که میزان کاهش وزن میوه قرمز سفت ارقام گوجه‌فرنگی Cal-J و Money Maker با افزایش دما به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

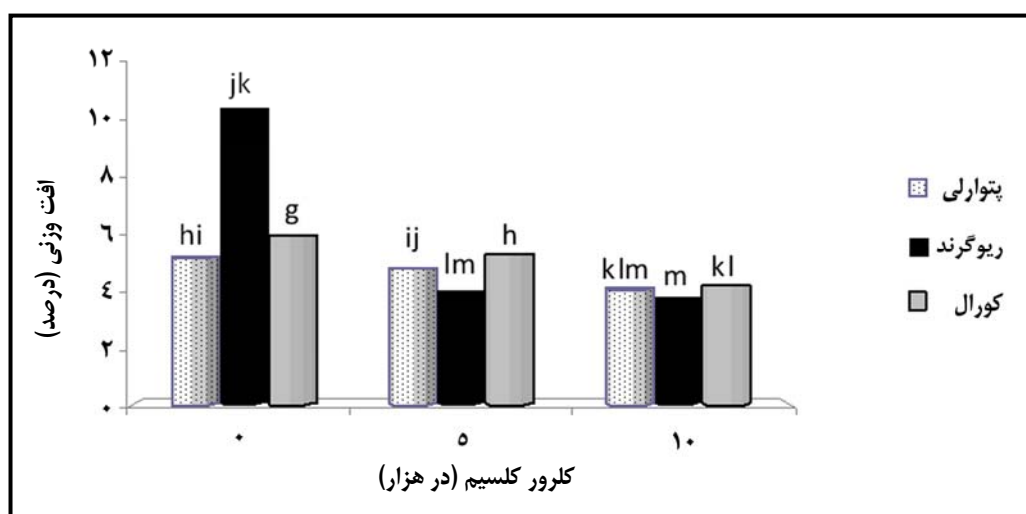
جدول ۸ نشان می‌دهد که اثر متقابل کلور کلسیم، دمای نگهداری، و رقم بر مقدار بریکس، درصد اسیدیته، و درصد افت وزنی معنی‌دار است ولی بر درصد فساد و مدت زمان نگهداری معنی‌دار نیست. بر اساس این جدول، در نمونه‌های شاهد در هر دو محل نگهداری مقدار بریکس در رقم ریوگراند بیش از دو رقم دیگر است که هر دو در یک سطح قرار دارند. استفاده از غلظت کلور کلسیم تأثیر معنی‌داری بر بریکس رقم ریوگراند ندارد ولی موجب کاهش معنی‌دار مقدار بریکس در دو رقم دیگر شده است؛ این کاهش در رقم پتوارلی بیشترین مقدار است (از ۵/۵۷ به ۵/۲۷ درصد). در سردخانه، درصد اسیدیته نیز در رقم پتوارلی و کورال افزایش ولی در رقم ریوگراند کاهش نشان داد؛ بیشترین تأثیر در اسیدیته، در غلظت ۱۰ در هزار کلور کلسیم در انبار، غلظت کلور کلسیم تأثیر معنی‌داری بر درصد اسیدیته رقم کورال و ریوگراند نداشته ولی در رقم پتوارلی غلظت ۱۰ در هزار کلور کلسیم موجب افزایش معنی‌دار اسیدیته شده است. در نمونه‌های

اثر کلرور کلسیم و دمای نگهداری بر فاکتورهای کیفی و ...

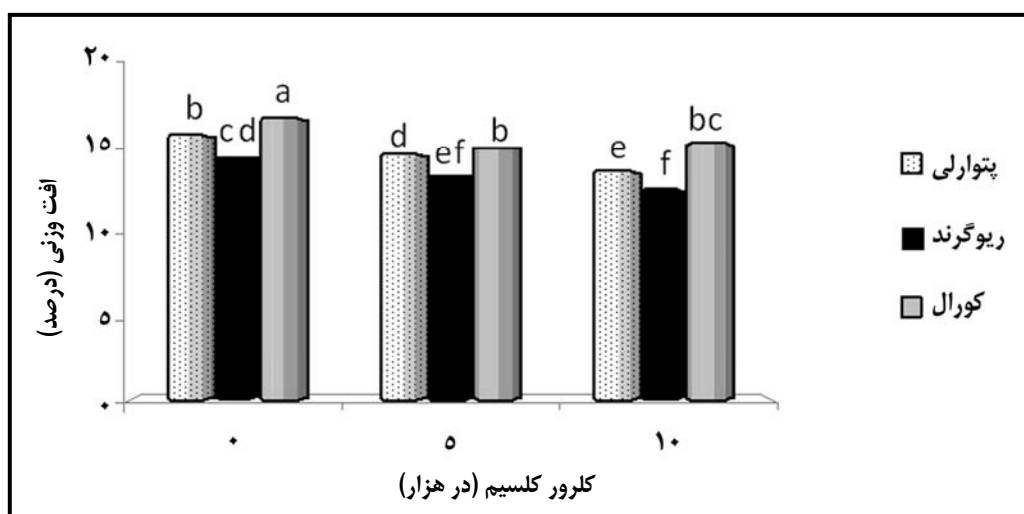
جدول ۸- اثر متقابل کلرور کلسیم، دمای نگهداری و نوع رقم بر میانگین صفات میوه کیفی گوجه‌فرنگی

| افت وزنی (درصد) | مدت نگهداری (روز) | فساد (درصد) | اسیدیته (درصد) | بریکس | نوع رقم | غلظت کلرور کلسیم (درجه سانتی‌گراد) | دمای نگهداری |
|-----------------|-------------------|-------------|----------------|------------|------------|------------------------------------|--------------|
| ۵/۲ hi | ۳۱/۲a | ۱۲/۸a | ۰/۶۴fg | ۵/۵۷f | پتوارلی CH | صفر | |
| ۱۰/۵jk | ۳۵/۲a | ۱۱/۲a | ۰/۹۰ab | ۶/۱a | ریوگرند | | |
| ۶/۰g | ۳۰/۰a | ۱۶/۵a | ۰/۸۳bc | ۵/۶۳def | کورال | | |
| ۴/۸ij | ۳۳/۲a | ۱۱/۷a | ۰/۷۵de | ۵/۷۳cdef | پتوارلی CH | ۵ در هزار | ۱۴ |
| ۴lm | ۳۷/۲a | ۸/۸a | ۰/۷۹cd | ۵/۸۷abcdef | ریوگرند | | |
| ۵/۳h | ۳۲/۲a | ۱۲/۷a | ۰/۸۶abc | ۵/۶۰ef | کورال | | |
| ۴/۱klm | ۳۶/۸a | ۸/۸a | ۰/۸۰cd | ۵/۲۷g | پتوارلی CH | ۱۰ در هزار | |
| ۳/۸m | ۴۲/۸a | ۵/۷a | ۰/۸۵abc | ۵/۹۳abc | ریوگرند | | |
| ۴/۲kl | ۳۴/۷a | ۱۰/۸a | ۰/۹۳a | ۵/۹۷abc | کورال | | |
| ۱۵/۸b | ۱۳/۲a | ۲۷/۰a | ۰/۵۷gh | ۵/۶۳def | پتوارلی CH | صفر | |
| ۱۴/۵cd | ۱۵/۰a | ۲۱/۵a | ۰/۵۸gh | ۵/۷۰cdef | ریوگرند | | |
| ۱۶/۸a | ۱۳/۲a | ۲۶/۵a | ۰/۷۲e | ۵/۲۳g | کورال | | |
| ۱۴/۶d | ۱۵/۰a | ۲۱/۷a | ۰/۶۱gh | ۵/۷۷bcdef | پتوارلی CH | ۵ در هزار | ۲۰±۲ |
| ۱۳/۳ef | ۱۷/۸a | ۱۶/۲a | ۰/۵۷gh | ۵/۹۳abc | ریوگرند | | |
| ۱۵/۰b | ۱۳/۸a | ۲۳/۷a | ۰/۷۵de | ۶/۰۳ab | کورال | | |
| ۱۳/۶e | ۱۷/۵a | ۱۸/۵a | ۰/۶۹ef | ۵/۸ bcdef | پتوارلی CH | ۱۰ در هزار | |
| ۱۲/۶bc | ۱۹/۵a | ۱۳/۰a | ۰/۵۵h | ۵/۹abcd | ریوگرند | | |
| ۱۵/۳bc | ۱۶/۰a | ۲۲/۰a | ۰/۶۹ef | ۵/۸۳abcdef | کورال | | |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم بر درصد افت وزنی سه رقم گوجه‌فرنگی در انبار سرد با دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد



شکل ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم بر درصد افت وزنی سه رقم گوجه‌فرنگی در انبار معمولی با دمای ۲۰±۲ درجه سانتی‌گراد

نتیجه‌گیری

داشت. علت آن شاید به دلیل بالا بودن مواد جامد انحلال‌پذیر و بافت سفت این رقم است و بنابراین این رقم جهت نگهداری پیشنهاد می‌شود.

- محلول‌پاشی قبل از برداشت گوجه‌فرنگی با کلرور کلسیم اثر چشمگیری در افزایش طول عمر انباری و بهبود صفات کیفی گوجه‌فرنگی دارد؛ غلظت ۱۰ در هزار بهتر عمل می‌کند و لذا پاشش این محلول قبل از وارد کردن محصول به سردخانه گذاری توصیه می‌شود.
- نگهداری گوجه‌فرنگی سبز رسیده در دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌دار طول عمر مفید محصول را افزایش می‌دهد.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کلرور کلسیم، نوع رقم، و دمای نگهداری در حفظ خواص کیفی گوجه‌فرنگی و افزایش مدت زمان نگهداری آن مؤثر است. خلاصه نتایج به‌دست آمده به‌شرح ذیل است:

- بیشترین مقدار بریکس و اسیدیته و کمترین درصد فساد و افت وزنی مربوط به گوجه‌فرنگی رقم ریوگراند است. میانگین زمان نگهداری رقم ریوگراند حدود ۴۳ روز است. بیشترین مدت زمان انبارداری و کمترین مقدار درصد فساد و کاهش وزن را نسبت به ارقام دیگر

قدردانی

از گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه برای استفاده از سردخانه تحقیقاتی آن دانشکده در این تحقیق، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

- Al-Dolimy, I. M. and Al-Ani. A. M. 1987. Effects of calcium and nitrogen on blossom end rot of tomato fruit under heated plastics houses. *Iraqi J. Agric. Sci.* 5(4): 65-75.
- Anon. 2005. FAO. <http://www.fao.org/>.
- Atherton, J. G. 1994. *The Tomato Crop: (A scientific basis for improvement)*. Chapman and Hall. Pub.
- Behnamian, M. and Masiha, S. 2002. *Tomato*. Setoode Pub. (in Farsi)
- Doulaty Baneh, H., Zomorodi, Sh. and Ganni Shaieste, F. 2007. The Effects of Calcium Chloride Spray on Quality and Storage Characteristics of Two Grape Cultivars "Rishbaba and Ghzlouzum". *Iranian J. Agric. Sci.* 37(6): 1131-1139. (in Farsi)
- Garcia, J. M., Ballesteros, J. M. and Albi, M. A. 1995. Effect of foliar application of CaCl_2 on tomato stored of different temperatures. *J. Agric. Food Chem.* 43(1): 9-12.
- Inaioa, M. and Grandall, P. G. 1986. Cold shock treatment of mature green tomatoes to decay color development and increase shelf-life during room temperature storage life of tomato under ambient condition by continuous fleshing of storage atmosphere. *Indian Food Pack.* 41(5): 24-26.
- Ji, H. H. and Seung, K. L. 1999. Effect of calcium treatment on tomato fruit ripening. *J. Korean Soc. Horticult. Sci.* 40(6): 638-642.
- Jones, B. J. 1998. *Tomato Plant Culture: (In the field, greenhouse and home garden)*. CRC Pub.
- Kaynas, K. and Suermeli, N. 1995. Characteristics changes of various ripening stages of tomato fruits stored of different temperatures. *Turkish J. Agric. Forest.* 19(4): 277-285.
- Malakouti, M. J. and Rezaei, H. 2001. The Roles of S, Ca & Mg on the Improvement of Yield and Quality of Agricultural Products. *Education Agricultural Pub.* (in Farsi)
- Nyalala, S. P. O. and Wainwright, H. 1998. The shelf life of tomato cultivars at different storage temperatures. *Tropical Sci.* 38(3): 151-154.
- Shornikova, N. M., Tananina. T. A. and Borisova. M. S. 1971. Use of CaCl_2 in tomato preservation. *Trudy-Vsesoyuznyi-Nauchno-Lssledovatel, ski-Institut-Kanservano-I-Ovoschchesushil, no-Promyshlennosti.* 14, 35-37.
- Wien, H. C. 1997. *The Physiology of Vegetable Crops*. CAB Pub.
- Yeong, B. K., Yasutaka, K., Akitsugu, J. and Reinosuke, N. 1996. Effect of storage temperature on keeping quality of tomato and strawberry fruits. *J. Korean Soc. Horticult. Sci.* 37(4): 526-532.



Effect of Calcium Chloride and Storage Temperature on Quality and Shelf Life of Three Tomato Cultivars

M. Henare*, Sh. Zomorodi and H. Zhale Rezaee

* Corresponding Author: Academic Member, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box 365, Azarbaijan-Gharbi, Iran. E-mail: mashhid_henareh@yahoo.com

Effect of calcium chloride on tomato quality and shelf life of Petoearyly CH, Koral and Rio Grand tomato cultivars were studied at the Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azerbaijan, Iran over 2002-2003. A calcium chloride solution in 0, 0.5% and 1% concentrations was sprayed on the tomatoes three times. The fruit was harvested at the mature green stage and stored in cold storage at 14°C and 20±2°C (room temperature). The experiment was carried out as a factorial experiment based on a completely randomized design. Before storage in two storage areas and during storage, tomato samples were obtained and their quality indicators of brix (TSS), pH, titrable acidity (TA), weight loss and percent of decay were measured at five intervals. The results showed that calcium chloride had a significant effect on the traits, increased shelf life, TSS, acidity and decreased weight loss and percent decay. The Rio Grand cultivar had the longest shelf life and least decay. The tomatoes stored at 14°C had less weight loss and decay and more acidity and shelf life compared to tomatoes stored at room temperature. The shelf life for Rio Grand sprayed with 1% calcium chloride and stored at 14°C and 20±2°C were 43 and 19.5 days, respectively.

Key Words: Calcium Chloride, Cultivar, Shelf life, Temperature, Tomato