فصلنامه‌ی فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فرآورده‌های باغی
سال اول، شماره‌ی دوم، ۱۳۹۱
صص ۱۰۵ -۸۹

بررسی ترکیبات مختلف کلسیمی و غلظت آنها بر سیب رقم رد دلیشز در زمان برداشت و پس از برداشت

محسن صالحی *
دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

عبدالحسین ابوطالبی
عضو هیأت علمی گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

سید عبدالحسین محمدی
عضو هیأت علمی گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

چکیده

محصولات تازه بریده به دلیل راحتی مصرف و داشتن ارزش غذایی بالا بازار پسندی بالایی دارند. تولید سیب‌های تازه برداشت شده در سال‌های اخیر روند افزایشی داشته است. به منظور حفظ ویژگی-های کیفی سیب‌های تازه برداشت شده رد دلیشز، این تحقیق با استفاده از ترکیبات مختلف کلسیمی و غلظت‌های مختلف انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل ترکیبات مختلف کلسیمی (کلرید کلسیم، کلات کلسیم و آمینو کلسیم) بود. فاکتور دوم غلظت‌های مختلف (۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ میلی گرم در لیتر) را شامل بود. بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش، کلرید کلسیم با غلظت ۷/۵ میلی گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در جلوگیری از پوسیدگی و حفظ سفتی بافت میوه سیب رد دلیشز داشت. تأثیر کلرید کلسیم بر میزان مواد جامد محلول، میزان کلسیم، درصد کاهش وزن سیب رد دلیشز قابل توجه بود. تأثیر کلات کلسیم بر برخی از صفات نظیر، میزان کلسیم، درصد کاهش وزن میزان مواد جامد محلول با کلرید کلسیم تفاوت معنی داری نداشت. تأثیر آمینو کلسیم نسبت به کلات کلسیم و کلرید کلسیم بر صفات مورد ارزیابی کمتر بود.

واژه‌های کلیدی: سیب، کلرید کلسیم، کلات کلسیم، آمینو کلسیم، انبارمانی

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:M_salehi734@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۰ / ۸ / ۱۳۹۱ ، تاریخ پذیرش: ۲۱ / ۱۱ / ۱۳۹۱

مقدمه

طبق برنامه‌ریزی‌های انجام شده، صادرات غیر نفتی یکی از محورهای مهم و شاید مهمترین محور توسعه محسوب می‌شود. محصولات باغی از مهمترین منابع صادرات غیر نفتی در کشور است (Malakouti, 1996). سیب از نظر وزنی بیشترین صادرات محصولات باغی را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 1999). صادرات محصولات باغی مشروط به افزایش میزان تولید آن می‌باشد تا بتوان علاوه بر تأمین نیاز داخلی، مازاد تولید را نیز صادر نمود، اما افزایش تولید به تنهایی ما را به این مقصود نمی‌رساند زیرا این افزایش در تولید باید همراه با افزایش در کیفیت نیز باشد و یا حداقل از افت کیفیت آن جلوگیری شود چرا که امروزه حتی مشتریان داخلی نیز به دنبال محصولات با کیفیت می‌باشند و تمایلی به مصرف محصولات بی‌کیفیت می‌باشند و تمایلی به مصرف محصولات بی‌کیفیت و یا با کیفیت پایین ندارند. از عوامل مهم در کاهش عملکرد و کیفیت محصولات مناطق نیمه خشک و خشک پایین بودن کارایی جذب عناصر غذایی است. در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل کاهش رطوبت در قسمت بالایی خاک در طول فصل رشد هم ریشه های موجود در آن قسمت خشک می شود و هم عناصر غذایی از دسترس گیاه خارج می شوند. تحت چنین شرایطی مصرف کود در خاک مخصوصاً عناصری مثل پتاسیم، فسفر و عناصر کم مصرف که تحرک کمی در خاک دارند کارایی کمتری خواهد داشت. برای استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در مناطق خشک و برای افزایش عملکرد و کیفیت مصرف کودها از طریق محلول پاشی ضروری است (Malakouti & Tabatabaee, 1999).

امروزه در بسیاری از مناطق تولید میوه، محلول پاشی های مختلف در زمان خواب، و بعد از برداشت توصیه شده است (Usenik & Tamper, 2001; Goubbantini, *et al*., 2001). در پژوهشی که توسط Casero (2002) بر روی سیب انجام گرفت، میزان کلسیم پایین در بافت میوه سبب می‌شود که میوه در طی مدت زمان نگهداری سریع‌تر نرم گردید و همچنین اسکالد و عوارض مربوط به دمای پایین و پوسیدگی میوه نیز با سرعت بیشتری پیشرفت نمود. این مشکلات همگی از اثرات غیر مستقیم غلظت پایین کلسیم می‌باشند که باعث تسریع رسیدن میوه می‌گردند. طبق اظهارات Berrie & Cross (2005)، محلول پاشی های کلسیم سبب افزایش غلظت کلسیم میوه، کاهش لکه تلخ در سیب و لکه های چوب پنبه ای در گلابی و بهبود صفات کیفی میوه سیب و گلابی از قبیل بهبود رنگ و جلای میوه و رنگ قرمز پوست می گردد. در پژوهشی که توسط Hosseini-Farahi و همکاران (2008) در مورد بررسی

تغییرات سفتی بافت میوه سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز پس از برداشت با توجه به نوع پایه، رقم و تیمار کلرید کلسیم انجام گرفت مشخص شد که نوع پایه تاثیر معنی‌داری بر میزان سفتی بافت میوه دارد. بطوریکه میوه رقم رد دلیشز به مراتب سفت‌تر از میوه‌ی رقم گلدن دلیشز بود. غوطه‌وری میوه‌ها در محلول کلرید کلسیم، سفتی بافت میوه و غلظت کلسیم را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد بطوریکه بیشترین میزان غلظت کلسیم در تیمار ۵/۷ درصد غوطه‌وری مشاهده شد.

این پژوهش با هدف بررسی ترکیبات مختلف کلسیمی و غلظت آنها بر خصوصیات میوه سیب رقم رد دلیشز در زمان برداشت و پس از برداشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در یکی از باغ های جوان سیب پایه اسیت مالینگ مرتون ۱۰۶، کمیته امداد امام خمینی،در شهرستان آباده از توابع استان فارس انجام شد. سن درختان مورد آزمایش ۵ ساله بود. باغ مورد آزمایش شامل سیب های رد دلیشز بود. طرح به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار در بهار و تابستان سال ۱۳۹۱ انجام گردید. فاکتور اول شامل تیمارهای کلرید کلسیم، کلات کلسیم و آمینو کلسیم بود. فاکتور دوم غلظت‌های مختلف تیمارها (۰، ۲/۵، ۵/۰ و ۷/۵ میلی گرم در لیتر) بود. ابتدا درختان انتخاب شده و بر اساس نقشه طرح و تیمارها اتیکت زده شدند. در ۲۰ شهریور سال ۱۳۹۱ اولین مرحله محلول پاشی بر روی درختان انجام شد. شروع مراحل محلول پاشی زمانی بود که میوه‌ی سیب ۵۰٪ رنگ‌گیری خودرا شروع کرد. در تمامی مراحل محلول پاشی مقدار ۱ لیتر برای هر درخت استفاده گردید. مراحل بعد محلول پاشی به صورت ۲ هفته در میان انجام شد. زمان محلول پاشی اوایل صبح و قبل از طلوع آفتاب انتخاب گردید تا از اثرات نامطلوب نور خورشید جلوگیری به عمل آید. بعد از اتمام هر مرحله محلول پاشی نسبت به آبیاری باغ اقدام گردید تا با افزایش حرکت آب در داخل سیستم گیاه، جذب محلول‌های به کار رفته سریع تر و بهتر انجام گیرد. پس از پایان محلول‌پاشی میوه‌ها در زمان بلوغ (شاخص حداقل بلوغ: الگوی نشاسته، موادجامد محلول بیش از ۱۲.۵-۱۰.۵٪ و سفتی بافت کمتراز ۲۳-۱۸ نیوتن (بسته به رقم)) با توجه به عرف محلول آزمون نشاسته، ۱۴۵ روز بعد از اتمام گل، به صورت جداگانه از هر درخت مورد آزمایش برداشت صورت گرفت وآنها را جمع آوری نموده و از بین کل میوه‌ها به صورت تصادفی ۱۲ عدد میوه برداشت شد و بر اساس تیمار، تکرار وغلظت‌های محلول‌پاشی، اتیکت‌گذاری نموده و به آزمایشگاه باغبانی دانشگاه آزاد جهرم منتقل گردید. پس از اندازه‌گیری صفات، میوه به

سردخانه با میزان سردی ۱± و رطوبت ۸۵- ۹۰ درصد انتقال یافت و پس از ۳ ماه مجدداً برای اندازه‌گیری صفات از سردخانه خارج شدند.

برای تعیین میزان سفتی و انرژی نفوذ، با استفاده از دستگاه آزمون مواد، بر روی نمونه آزمون مکانیکی پانچ انجام پذیرفت. این آزمون، آزمونی تخریبی است و هدف از آن بررسی سفتی میوه از طریق اندازه‌گیری شاخص استاندارد سفتی مگنس-تبلور است. ابتدا یک لایه از پوست (تقریباً ۲ میلی‌متر) بوسیله تیغ جراحی جدا شده، سپس با استفاده از دستگاه آزمون مواد، میله‌ای با نوک محدب به قطر ۸ میلی‌متر تا عمق ۸ میلی‌متر و با سرعت ۱۰ mm/s (Hertog, *et al.*, 2004)، در دو جهت مخالف در راستای قطر کوچک در میوه نفوذ داده شد. در آزمون‌های پانچ با توجه به منحنی‌های "نیرو – تغییر شکل" ثبت شده در حافظه کامپیوتر، مقادیر سفتی و انرژی نفوذ تعیین شد. به منظور تعیین میزان مواد جامد محلول هر نمونه، دستگاه رفراکتومتر به کار برده شد. بدین صورت که دو انتهای میوه به اندازه ۱۰ mm بریده شده و از دو انتهای آن، نمونه برداری صورت گرفت سپس با استفاده از دستگاه رفراکتور میزان جامد محلول هر نمونه تعیین شد (Mc Glone, *et al.*,2004). فساد به دو حالت خارجی و داخلی دیده می شود. حالت خارجی: به صورت لکه های اولیه در پوست میوه مشاهده می شود. حالت داخلی: در صورت برش میوه می توان تخریب میوه و مبتلا شدن به بیماری های مختلف را مشاهده نمود. در کل درصد فساد بافت میوه بستگی به: ۱-میوه های مختلف ۲-قسمت بیرونی و داخلی ۳-نوع میوه دارد. درصد کاهش وزن با وزن کردن میوه های هر گروه قبل و بعد از انبار و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد کاهش میوه} = \frac{\text{وزن ثانویه (گرم)} - \text{وزن اولیه (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times ۱۰۰$$

محتوای یون کلسیم نمونه ها، به روش Khosh Kholgh Sima(1999) اندازه گیری گردید. به این منظور، ۲۵ میلی لیتر محلول اسید نیتریک ۰/۱ نرمال و اسید استیک ۱۰٪ به خاکستر ۰/۵ گرم پودر میوه که در آون خشک شده بودند، اضافه گردید و پس از ۲۴ ساعت که به نمونه استراحت داده شد، با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۵، نمونه ها صاف شد و توسط دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. برای تهیه محلول های استاندارد از کلرید کلسیم استفاده گردید. ابتدا با استفاده از کلرید کلسیم، استوک ۱۰۰۰ ppm آماده نموده و سپس با استفاده از

این استوک، محلول های استاندارد ppm ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ تهیه گردید. برای محلول استاندارد صفر از آب مقطر استفاده شد.

فرمول زیر برای محاسبه غلظت کلسیم استفاده شد:

$$K\ (mg) = Ce \times 0.05$$

Ce: غلظت عصاره

تجزیه واریانس صفات به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ با استفاده از نرم‌افزار MSTATC مورد مقایسه قرار گرفتند. همچنین از نرم افزار Excel جهت ترسیم نمودارها بهره گیری شد.

نتایج و بحث

بررسی کاربرد تیمارهای مختلف نشان داد، محلول پاشی درختان توسط کلات کلسیم و آمینو کلسیم باعث افزایش میزان مواد جامد محلول در زمان برداشت شد و کمترین میزان مواد جامد محلول مربوط به سیب‌هایی بود که توسط کلرید کلسیم محلول پاشی شدند. اندازه گیری میزان مواد جامد پس از سه ماه انبارداری حاکی از افزایش آن بود. بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به سیب های بود که توسط کلات کلسیم محلول پاشی شدند (شکل ۱).

بررسی کاربرد غلظت های مختلف و تاثیر آن بر میزان مواد جامد محلول در زمان برداشت حاکی از آن بود که تفاوت معنی داری بین غلظت های مختلف وجود نداشت. کمترین میزان مواد جامد محلول مربوط به غلظت صفر بود. پس از سه ماه انبارداری میزان مواد جامد محلول غلظت‌های مختلف تفاوتی با تیمار شاهد نداشت (شکل ۲).

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات کلسیم × غلظت توسط آزمون دانکن مشاهده شد، بیشترین (۱۸/۹۵ درصد) میزان مواد جامد محلول مربوط به کاربرد تیمار کلات کلسیم با غلظت ۷/۵ میلی گرم در لیتر و ۳ ماه پس از برداشت سیب های رد دلیشز بود. کمترین (۱۳/۲۵ درصد) میزان مواد جامد محلول مربوط به زمان پس از برداشت سیب هایی بود که محلول پاشی نشدند (جدول ۱).

درصد مواد محلول جامد میوه هماهنگ با رسیدگی میوه افزایش جزئی و بطئی دارد. بنابراین مشخص می شود محلول پاشی درختان توسط کلات کلسیم باعث دیرتر هیدرولیز شدن نشاسته و نهایتاً تبدیل آن به قند در میوه سیب شده است. در برگ های جوان تر به

دلیل ضخامت کمتر کوتیکول، جذب محلول های غذایی بهتر انجام می گیرد (Casero, *et al.*, 2002).

میوه‌ها در زمان پس از برداشت از نظر پوسیدگی خارجی مورد بررسی قرار گرفتند. بر این اساس تفاوت معنی داری از نظر پوسیدگی خارجی بین ترکیبات مختلف کلسیمی وجود نداشت. سه ماه پس از انبارداری و نگهداری میوه ها در سردخانه از نظر پوسیدگی بافت داخلی بررسی شدند. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین درصد پوسیدگی بافت میوه مربوط به سیب-هایی بود که توسط آمینو کلسیم محلول پاشی شدند. محلول پاشی درختان توسط کلات کلسیم و کلرید کلسیم باعث کاهش پوسیدگی بافت میوه در مدت انبارداری شد (شکل ۳).

بررسی درصد پوسیدگی بافت میوه پس از برداشت میوه نشان داد عدم استفاده از ترکیبات کلسیمی باعث شد درصد پوسیدگی خارجی در میوه های سیب مشاهده گردد. کاربرد سایر غلظت‌ها درصد پوسیدگی را کاهش داد. این نتیجه پس از سه ماه انبارداری نیز مشاهده شد. کاربرد غلظت ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر کمترین درصد پوسیدگی میوه را دارا بود (شکل ۴).

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات کلسیمی × غلظت‌های مختلف توسط آزمون دانکن مشاهده شد، بیشترین (۱۷/۵۰ درصد) درصد پوسیدگی بافت میوه مربوط به عدم استفاده از ترکیبات کلسیمی و ۳ ماه پس از برداشت سیب‌های رد دلیشز بود. کمترین (۰/۰۰ درصد) درصد پوسیدگی بافت میوه مربوط به سیب هایی بود که توسط کلرید کلسیم و کلات کلسیم با غلظت ۷/۵ میلی گرم در لیتر محلول پاشی شدند و به مدت ۳ ماه در انبار نگهداری گردیدند (جدول ۱).

در میوه های دارای علائم پوسیدگی فعالیت پکتین متیل استراز و پلی گالاکتروناز افزایش می یابد (Manganaris, *et al.*, 2007). Shear(1995) اظهار نمود پوسیدگی بافت میوه با کمبود کلسیم بافت ارتباط دارد. Hewajulige و همکاران (2003) اعلام کردند افزایش غلظت کلسیم تا حد متعادل باعث کاهش پوسیدگی میوه هلو می گردد. گزارش این محققین با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد.

کاربرد ترکیبات مختلف کلسیمی تاثیری بر سفتی بافت میوه در زمان برداشت میوه نداشت. سفتی بافت میوه پس از سه ماه انبارداری کاهش یافت. اما از نظر ترکیبات مختلف کلسیمی تفاوتی مشاهده نشد (شکل ۵).

طبق نتایج به دست آمده از بررسی غلظت های مختلف در زمان برداشت، بیشترین سفتی بافت میوه مربوط به سیب هایی بود که توسط غلظت ۷/۵ میلی گرم در لیتر محلول‌پاشی شدند. سفتی بافت میوه سه ماه پس از برداشت به طور قابل توجهی کاهش یافت. البته غلظت-های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۶).

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات کلسیمی × غلظت توسط آزمون دانکن مشاهده شد، بیشترین (۲۶/۳۸ کیلوگرم بر سانتی متر مربع) میزان سفتی بافت میوه مربوط به کاربرد تیمار کلرید کلسیم با غلظت ۷/۵ میلی گرم در لیتر در زمان پس از برداشت سیب های رد دلیشز بود. کمترین (۱۳/۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع) میزان سفتی بافت میوه مربوط به سیب هایی بود که توسط ترکیبات کلسیمی (غلظت صفر) و به مدت ۳ ماه در انبار نگهداری گردیدند (جدول ۱).

تاکنون دو مکانیزم کلی برای تأثیر کلسیم بر تغییرات سفتی بافت میوه و کیفیت آن پس از برداشت ارائه شده است. یکی اتصال کلسیم به دیواره سلولی است که به آن استحکام می بخشد، و دیگری برهمکنش کلسیم با وظایف و ساختار غشای سلولی است (Saftner, *et al.*, 1998). در آزمایش حاضر، میوه های تیمار شده با کلرید کلسیم به صورت محلول پاشی نسبت به شاهد سفت تر باقی ماندند. افزایش غلظت محلول کلرید کلسیم نیز باعث افزایش کلسیم گوشت میوه شد. هنگامی که دیواره سلول های سطحی از کلسیم اشباع شد، احتمالاً کلسیم در فضای بین سلولی سلول های سطحی به صورت محلول در می آید، و به تدریج به فضای دیواره های سلولی با کلسیم کمتر حرکت می کند، و سرانجام اتصال بیشتر کلسیم با دیواره های سلولی، باعث سفتی بافت میوه خواهد شد. ولی سطوح بالای کلسیم محلول ممکن است اثر منفی بر غشای سلولی داشته، با ورود به سیتوسل باعث آسیب بافت شود (Saftner, *et al.*, 1998).

بررسی میزان کلسیم بافت میوه در زمان برداشت میوه بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری بین ترکیبات مختلف کلسیمی بود. پس از سه ماه انبارداری بررسی میزان کلسیم بافت نشان داد میوه‌هایی که توسط کلات کلسیم محلول‌پاشی شدند بیشترین میزان کلسیم بافت را دارا بودند. کاربرد کلرید و آمینو کلسیم باعث کاهش میزان کلسیم بافت شد (شکل ۷).

بررسی میزان کلسیم با کاربرد غلظت‌های مختلف تفاوت معنی داری با تیمار شاهد در زمان برداشت و سه ماه پس از آن نداشت.

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات کلسیمی × غلظت توسط آزمون دانکن مشاهده شد، محلول پاشی درختان سیب رد دلیشز توسط غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم و کلات کلسیم باعث افزایش میزان کلسیم بافت میوه پس از ۳ ماه انبارداری شد. کاربرد این تیمارها میزان کلسیم را در زمان برداشت افزایش نداد. محلول پاشی درختان توسط آمینو کلسیم میزان کلسیم را کاهش داد (جدول ۲).

بر پایه گزارش های Saftner و همکاران (1998)، برای نگهداری موفق میوه در سردخانه میزان کلسیم میوه باید از یک سطح بحرانی بالاتر باشد، که این میزان با تغذیه خاکی و برگی گیاه حاصل نمی شود، زیرا حرکت کلسیم در گیاه با جریان تعرق همراه بوده و به نقاطی می رود که تعرق بیشتر است. از آنجا که در میوه تعرق کمتری صورت می‌گیرد، جریان شیره خام حاوی کلسیم نیز به طرف میوه کاهش پیدا می کند. از سوی دیگر، حرکت کلسیم در آوند آبکش به کندی صورت می‌گیرد، و کلسیم برگ نمی‌تواند به میوه انتقال یابد. علت دیگری که می توان برای کم انباشته شدن کلسیم در میوه بیان کرد، حرکت کلسیم به سمت نقاط در حال رشد فعال مانند نوک شاخه‌ها است، که محل ساخت اکسین هستند. حرکت رو به پایین اکسین موجب تقویت حرکت رو به بالای کلسیم می شود. فرضیه پذیرفته شده بر این اساس استوار است که وقتی رشد شاخه‌ها قوی است کلسیم از میوه خارج و به شاخه‌های در حال رشد انتقال می‌یابد (Clender & Virk, 1990). این مسئله نیز موجب محدودیت بیشتر انباشته شدن کلسیم در میوه، پس از دوره سریع رشد شاخه می‌شود. ولی با پژوهش‌هایی که انجام شده، دریافته‌اند که محلول‌پاشی درخت پیش از برداشت میوه نمی‌تواند کلسیم میوه را افزایش دهد (Clender & Virk, 1990)، زیرا محلول‌پاشی بیشتر روی برگ ها صورت گرفته، کلسیم جذب شده در برگ نمی‌تواند به میوه انتقال یابد، و محلول پاشی مستقیم روی میوه نیز کاری بس دشوار است.

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای مختلف توسط آزمون دانکن، مشاهده شد محلول پاشی درختان توسط آمینو کلسیم منجر به افزایش کاهش وزن در میوه های سیب رد دلیشز شد. محلول پاشی درختان توسط کلرید کلسیم و کلات کلسیم از کاهش وزن میوه ها جلوگیری کرد (شکل ۸).

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف توسط آزمون دانکن مشاهده گردید، کاربرد غلظت های مختلف تفاوت معنی داری با یکدیگر و تیمار شاهد به لحاظ کاهش وزن نداشتند.

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها و غلظت‌های مختلف آنها توسط آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری را نشان نداد، بر این اساس بیشترین درصد کاهش وزن میوه مربوط به کاربرد آمینو کلسیم با غلظت ۷/۵ میلی گرم در لیتر بود و کمترین درصد کاهش وزن مربوط به درختانی بود که توسط کلرید کلسیم و کلات کلسیم با غلظت ۷/۵ میلی گرم در لیتر محلول پاشی شدند. همچنین استفاده از کلرید کلسیم و کلات کلسیم با غلظت های ۵ و ۲/۵ میلی گرم در لیتر تفاوت معنی دار با آن نداشتند (شکل ۹).

در طول دوره انبارداری به خاطر تبخیر و تعرق از سطح پوست به طور طبیعی وزن میوه کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش نشان داد که در سیب رد دلیشز علاوه بر کلرید کلسیم، کلات کلسیم با غلظت ۷/۵ میلی گرم در لیتر، در کاهش اتلاف وزن میوه های تیمار شده نسبت به شاهد مؤثر بود. علت این موضوع به پوشش کلرید کلسیم بر روی میوه بر می گردد که سبب کاهش آب از دست دادن آن شده و به حفظ آب میوه و گوشت آن و در نتیجه وزن میوه کمک می کند. کاهش وزن در طی دهیدراته شدن میوه به خاطر تغییراتی است که در مقاومت اختلاف فشار بخار آب از سطح میوه در هنگام تنفس روی می دهد. محلول پاشی توسط کلات و کلرید کلسیم در عملکرد و حفظ یکپارچگی و غشاء ها از طریق استحکام پیوند فسفولیپیدها و پروتئین ها و کم نمودن تراوشات یونی مؤثر واقع شود، که می تواند دلیلی بر کاهش اتلاف وزن میوه در میوه های تیمار شده با کلسیم باشد.

منابع

Anonymous, (1999). Agricultural Statistics, 1998-1999. Publication No. 78/01, published by the Ministry of Agriculture, Budget and Planning. Tehran, Iran.

Berrie, A., & Cross, J., (2005). Development of an integrated pest and disease management system for apples to produce fruit free from pesticide residues, IOBC., 28 (7), pp: 23-31.

Casero T., Benavides, A., Recasens, I., & Rufat, J., (2002). Preharvest calcium sprays and fruit calcium absorption in 'Golden' apples.Acta Hort., 467-594.

Clender, R. E., & Virk, J., (1990). Calcium, cell wall and growth. J. Am. Soc. Hort. Sci., 4: 9-15.

Goubbantini, L., Mimoun, M. B., & Hellali, R., (2001). Effect of boron, potassium nitrate, urea and zinc spray on almond tree crop.International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants.Meran, Italy.

Hertog, M., Nicholson, S. E., & Jeffery, P. B., (2004). The effect of modified atmospheres on the rate of firmness change of 'Hayward' kiwifruit. Journal of the Postharvest Biology and Technology, 31: 251–261.

Hewajulige, I. G. N., Wilson-Wijeratnam, R. S., Wijesundera, R. L. C., & Abeysekere, M., (2003). Fruit calcium concentratin and chilling injury during low temperature storage of pineapple. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83: 1451-1454.

Hosseini Farahi, M., Aboutalebi, E, H., & Panahi Krdlaghry, kh., (1386). Changes Survey of Redand Golden Deliciousapple fruit firmness after harvest the basictype, number, and calcium chloridetreatment. Journalof Research and Developmentin Agriculture and Horticulture, 78: 74-79.

KhoshKholgh, S. N. A., (1999). Physiologycal, aspects of fodder production saitaffected solids. Doctoral tesis. Hiroshima. Japen.

Manganaris, G. A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G., & Mignani, I., (2007). The effect of postharvest. Calcium application on tissue calcium concentration, quality, flesh browning and cell wallphysiochemical aspects of peach fruit. Food Chemistry, 100: 1385-1392.

Malakouti, M. J., (1996). Nutritional disorders of fruit trees and identifying implementing solutions to increase productivity and improve fruit quality to international standards ISO. Technical Bulletin No. 13, published agricultural training, the TAT, the Ministry of Agriculture. Karaj, Iran.

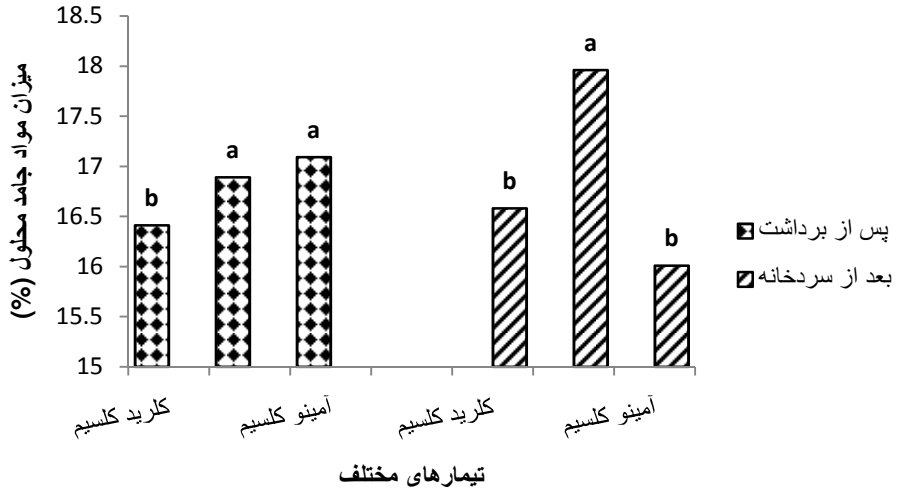
Malakouti, M. J., & Tabatabai, S. J., (1999). Proper nutrition of fruit trees. Agricultural Education Press, 266 p.

McGlone, V. A., Jordan, R. B., Seelye, R., & Martinsen, P. J., (2004). Comparing density and NIR methods for measurement of Kiwifruit dry matter and soluble solids content. Journal of the Postharvest Biology and Technology, 26:191–198.

Saftner, R. A., Conway, W. S., & Sams, C. E., (1998). Effect of postharvest calcium and fruit coating treatment on postharvest life, quality maintenance, and fruit surface injury in Golden Delicios apples. J. Am. Soc. Hort. Sci., 123: 294-298.

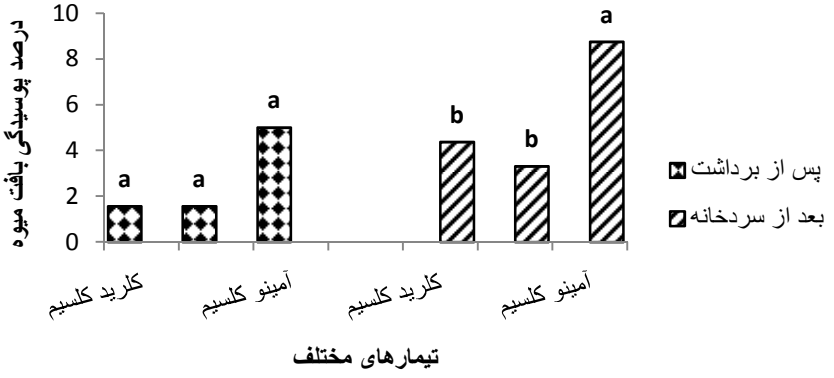
Shear, C. B., (1995). Calcium related disorder of fruits and vegetables. Horticultural Science, 10: 361.

Usenik, V., & Tamper, F., (2001). Effects of Zn and B foliar application on the sweet cherry fruitset and yield International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plant.Meran. Italy.



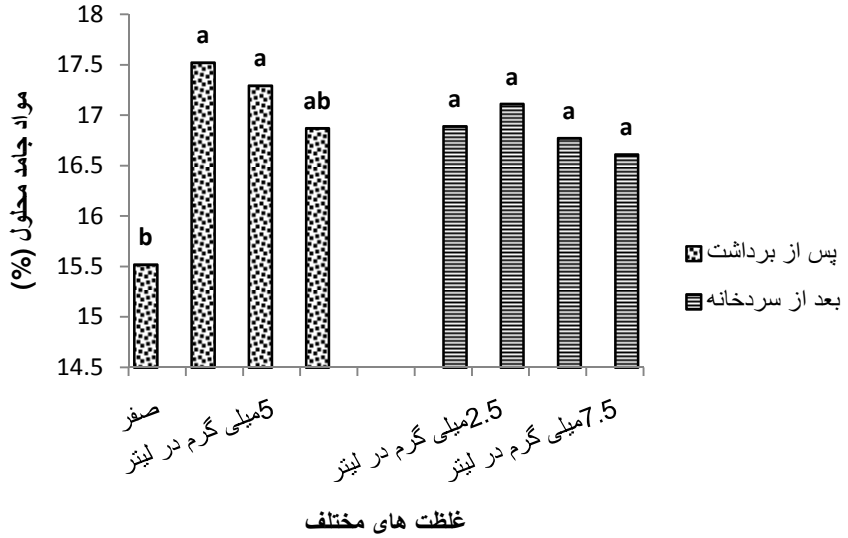
شکل ۱: تاثیر ترکیبات مختلف کلسیم بر میزان مواد جامد محلول سیب رد دلیشز

Fig. 1: Effects of calcium compounds on TSS at red delicious apple



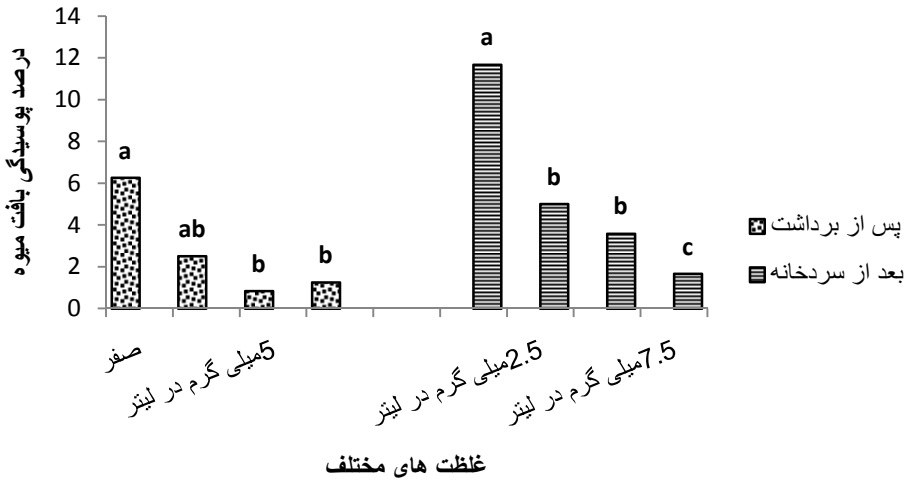
شکل ۲: تاثیر غلظت های مختلف بر میزان مواد جامد محلول بافت میوه سیب رد دلیشز

Fig. 2: The effect of different concentration on TSS at fruit tissue red



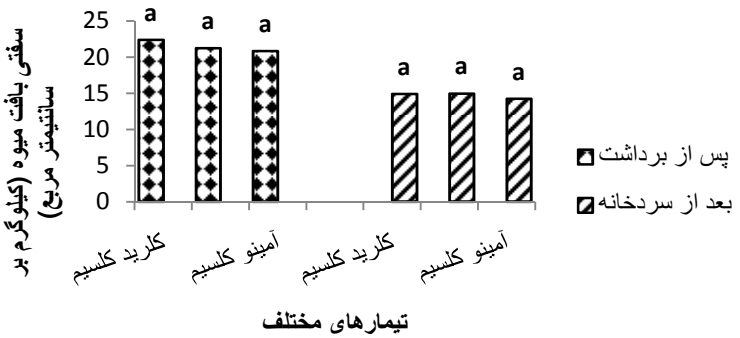
شکل ۳: تاثیر ترکیبات مختلف کلسیم بر درصد پوسیدگی بافت میوه سیب رد دلیشز

Fig. 3: Effect of different calcium compounds on fruit tissue decay percentage of red delicious apple



شکل ۴: تاثیر غلظت های مختلف بر درصد پوسیدگی بافت میوه سیب رد دلیشز

Fig 4: The effect of different concentrations of red delicious fruit tissue decay

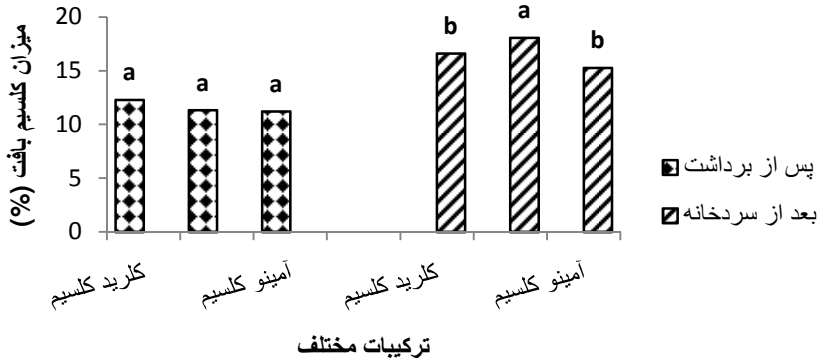


شکل ۵: تاثیر ترکیبات مختلف کلسیم بر میزان سفتی بافت میوه سیب رد دلیشز

Fig. 5: Effects of different calcium compounds on fruit firmness at red delicious apple

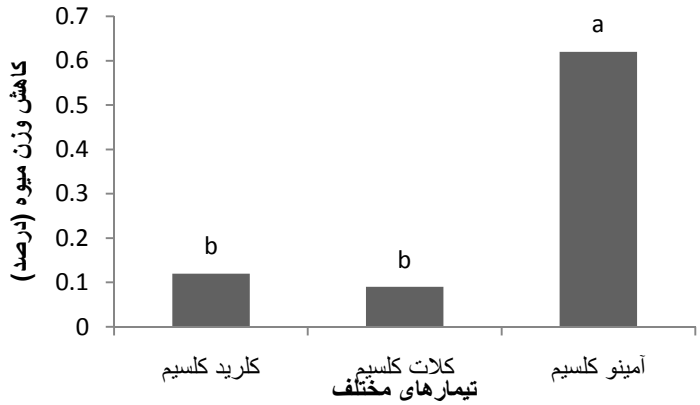
شکل ۶: تاثیر غلظت های مختلف بر سفتی بافت میوه سیب رد دلیشز

Fig. 6: The effect of different concentration of red delicious fruit firmness



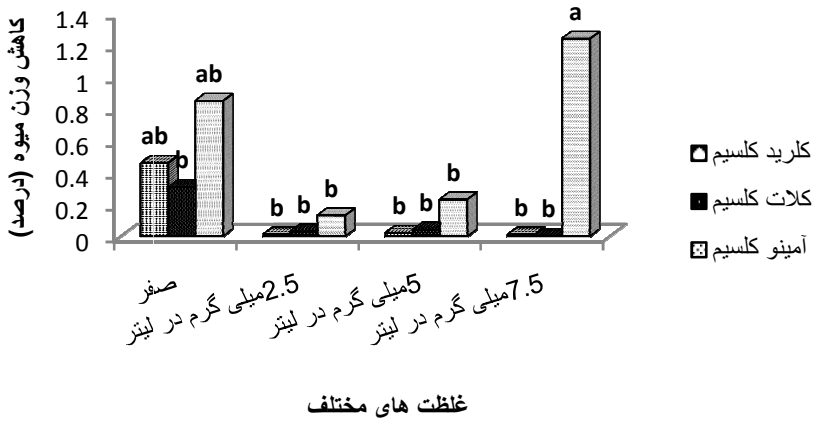
شکل ۷: تاثیر ترکیبات مختلف کلسیم بر میزان کلسیم بافت میوه سیب رد دلیشز

Fig. 7: Effects of different calcium compounds on Calcium level of fruit firmness red delicious apple



شکل ۸: تاثیر ترکیبات مختلف کلسیم بر درصد کاهش وزن میوه سیب رد دلیشز

Fig. 8: Effect of different calcium compounds on weight loss percentage at red delicious apple



شکل ۹: تاثیر متقابل ترکیبات مختلف کلسیم و غلظت بر درصد کاهش وزن میوه سیب رد دلیشز

Fig 9: Interaction of different calcium compounds and different concentration on percentage weight loss red delicious apple fruit

جدول ۱: برهمکنش ترکیبات کلسیمی و غلظت بر صفات مورد بررسی

Table 1: Interaction of calcium compounds and concentration on measurements Factors

firmness fruit	TSS	decay fruit	calcium fruit	time	concentrate	treatment
20.00bcdefg	13.25d	5.00bc	12.30bc	harvest time	0	calcium chloride
14.13ghi	15.77bc	10.00b	16.67a	after storage		
22.45abcd	17.50ab	1.25c	12.20bc	harvest time	2.5ppm	
15.38fghi	17.07ab	5.00bc	16.58a	after storage		
20.63bcdef	17.75ab	0.00c	12.40bc	harvest time	5ppm	
15.50fghi	16.60abc	2.50bc	16.55a	after storage		
26.38a	17.13ab	0.00c	12.30bc	harvest time	7.5ppm	
14.50fghi	16.86ab	0.00c	16.67a	after storage		
19.50bcdefgh	16.42abc	3.75bc	11.35c	harvest time	0	chelated calcium
15.38fghi	18.10ab	7.50bc	18.15a	after storage		
16.88defghi	17.17ab	2.50bc	11.25c	harvest time	2.5ppm	
14.75fghi	16.98ab	2.50bc	18.05a	after storage		
23.75abc	17.00ab	0.00c	11.35c	harvest time	5ppm	
14.13ghi	17.80ab	2.00bc	18.15a	after storage		
24.80ab	16.98ab	0.00c	11.45c	harvest time	7.5ppm	
15.50fghi	18.95a	1.25c	18.03a	after storage		
20.15bcdefg	16.88ab	10.00b	11.23c	harvest time	0	amino calcium
13.00i	16.80ab	17.50a	15.27ab	after storage		
21.63abcde	17.88ab	3.75bc	11.13c	harvest time	2.5ppm	
13.63hi	17.27ab	7.50bc	15.20ab	after storage		
18.42cdefghi	17.13ab	2.50bc	11.30c	harvest time	5ppm	
14.00ghi	15.93bc	6.25bc	15.27ab	after storage		
23.13abc	16.50abc	3.75bc	11.27c	harvest time	7.5ppm	
16.25efghi	14.02cd	3.75bc	15.38ab	after storage		

ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵درصد آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند

ns, *, ** are non-significant and significant at 0.05 and 0.01 of probability level, respectively.

Postharvest Physiology and Technology of Horticultural Crops
Year 1, No. 2, 2012: 89-105

Effect of different levels of calcium compounds on red delicious variety of apple at harvest and post-harvest

M. Salehi, A. H. Aboutalebi, S. A. H. Mohammadi

Abstract

Freshly harvested products due to ease of use and a high nutritional value are highly demanded in market. Production of fresh apples harvested has increased in recent years. In order to maintain quality, freshly harvested red delicious apples, this research was carried out by different levels of calcium compounds. Investigation was performed in factorial complete block design (RCBD) with four replication. The current research involved two factors; different combinations of calcium (calcium chloride, calcium chelated and calcium amino) and various levels (0, 2.5, 5 and 7.5 mg/L). The results show that calcium chloride at 7.5 mg/L was the most effective in preventing decay and maintain fruit firmness in red delicious apple. Effect of calcium chloride was noticeable on TSS, calcium level and percentage of weight loss at red delicious apple effect of calcium chelate on some characteristics such as calcium level, percentage of weight loss and TSS were not significantly with calcium chloride. Effects of calcium amino were lower than calcium chloride and calcium chelate on measurement factors.

Keywords: apple, calcium chloride, calcium chelate, calcium amino, storage