اثرات محلول‌پاشی کلسیم و بور بر کیفیت میوه گلابی آسیایی رقم 'KS10'

کبری خلج[۱]، نوراله احمدی[۲*] و محمدکاظم سوری[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۱)

چکیده

کلسیم و بور به‌عنوان عناصر مهم تغذیه‌ای نقش‌های ویژه‌ای را در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه و میوه بازی می‌کنند، که می‌توان به استحکام دیواره سلولی و مشارکت در برخی از متابولیسم‌های سلولی اشاره کرد. با توجه به اهمیت این دو عنصر، در این تحقیق اثر محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم (صفر، ۵ و ۷ در هزار) و اسید بوریک (صفر و ۵ در هزار) در مرحله قبل از برداشت (در طی فصل رشد) روی میوه رقم 'KS10' گلابی آسیایی در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد کلسیم و بور باعث بهبود صفات فیزیکی و شیمیایی میوه می‌شوند. تحت تأثیر تیمارها، در زمان برداشت سفتی میوه افزایش یافت و سرعت افزایش مواد جامد محلول کاهش یافت. اگرچه سه ماه پس از نگهداری میوه‌ها در سردخانه سفتی میوه در تمامی تیمارها کاهش یافت، ولی میوه‌هایی که بیشترین میزان کلسیم و بور را دریافت کرده‌اند کمترین میزان نرم شدن بافت را نشان دادند. کاهش مقدار فنل کل در مدت انبارداری در میوه‌های تیمار شده کمترین مقدار بود، در حالی‌که میوه‌های شاهد بیشترین کاهش فنل کل را نشان دادند. بیشترین و کمترین میزان فعالیت پلی فنل اکسیداز به‌ترتیب در میوه‌های شاهد و تیمار شده به‌دست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که میوه‌های محلول‌پاشی شده کیفیت و عمر انباری بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند و علائم قهوه‌ای شدن نسبتاً کمتری را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پلی فنل اکسیداز، پلی فنل کل، سفتی بافت، قهوه‌ای شدن داخلی

۱ و۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ahmadin@modares.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.8.8]

مقدمه

گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd) یکی از میوه‌هایی است که مصرف آن از زمان‌های گذشته در نواحی شرق آسیا مورد توجه بوده است و به خاطر کیفیت خوب این میوه مصرف آن به سرعت در حال افزایش می‌باشد (۶). از عوامل عمده کاهش عمر پس از برداشت این میوه، ضایعات ناشی از نابسامانی‌های فیزیولوژیکی و عوامل بیماری‌زا می‌باشد. حفظ کیفیت پس از برداشت میوه متأثر از عوامل مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی منطقه و مدیریت تغذیه باغ می‌باشد (۶).

کلسیم و بور نقش مهمی در حفظ کیفیت و ماندگاری پس از برداشت میوه‌ها به خصوص سیب و گلابی دارند. کلسیم در ترکیبات پکتین تیغه میانی، سبب استحکام دیوارهٔ سلولی و سفتی بافت میوه می‌شود (۱۸). به‌علاوه کلسیم باعث حفظ بهتر غشای سلولی و ثبات دیواره سلولی می‌شود (۱۶). عنصر بور نیز در واکنش‌های فیزیولوژیکی شامل چوبی شدن دیواره سلولی، متابولیسم قندها و ترکیبات فنلی دخالت دارد. این عنصر به حفظ ساختمان غشای سلولی کمک می‌کند و به‌عنوان یک آنتی اکسیدان از قهوه‌ای شدن داخلی میوه جلوگیری می‌کند (۱۲).

با توجه به نقش بارز دو عنصر کلسیم و بور مخصوصاً در کیفیت میوه‌ها از یک طرف، و از طرف دیگر محدود بودن مطالعات مربوط به نقش عناصر کلسیم و بور در میوه ارقام گلابی آسیایی زودرس، این تحقیق جهت بررسی پاسخ درختان گلابی آسیایی رقم KS_{10} به محلول‌پاشی کلرور کلسیم و اسید بوریک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ روی رقم زودرس KS_{10} گلابی آسیایی در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران انجام شد. محلول-پاشی اسید بوریک سه بار با غلظت‌های صفر و ۵ در هزار و کلرید کلسیم شش بار با غلظت‌های صفر، ۵ و ۷ در هزار روی رقم مورد نظر با سه تکرار و در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت (جدول شماره ۱). تجزیه و تحلیل داده‌های فنل کل و فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. میوه‌ها پس از برداشت (تقریباً ۹۰ روز پس از گل‌دهی)، به سردخانه با دمای ۲°C و رطوبت ۸۵٪ منتقل شدند. خصوصیات بیوفیزیکوشیمیایی میوه‌ها در زمان برداشت و سه ماه بعد از انبارداری مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین طول و قطر میوه‌ها از کولیس دیجیتالی استفاده شد و تعیین وزن میوه‌ها، با ترازوی آزمایشگاهی انجام شد. پس از برش میوه‌ها به قطعات کوچک و خشک نمودن آنها در آون با دمای ۷۰°C، وزن خشک اندازه‌گیری شد. سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی سنج (Penetrometer) و مجموع مواد جامد محلول توسط دستگاه رفرکتومتر اندازه‌گیری گردید.

جهت تعیین اسیدیته قابل تیتر عصاره میوه با محلول سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پ‌هاش ۸/۳ تیتر گردید. اندازه‌گیری میزان فنل کل گوشت میوه‌ها در زمان برداشت و سه ماه پس از انبارمانی به روش Folin - Ciocalteu انجام گرفت (۱۷). یک گرم نمونه پودر شده با اضافه نمودن ٦ میلی‌لیتر متانول برای عصاره‌گیری به‌مدت ۱۵ دقیقه در حمام ماوراء صوت قرار داده شد. در مرحله بعدی نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴°C با سرعت ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس مقادیر ۲۰µl از عصاره نمونه، ۱/۵۸ mlآب مقطر و ۱۰۰µl فولین در داخل میکروتیوپ‌ها ریخته شد و مخلوط گردیدند. پس از ۸ دقیقه، ۳۰۰µl کربنات سدیم اضافه کرده و ۲ ساعت در تاریکی در دمای اتاق قرار داده شدند و در پایان میزان جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل بیو رد (Bio-RAD) در طول موج ۷٦۵ نانومتر قرائت گردید و نتایج براساس میلی‌گرم اسید گالیک (Gallic acid) در هر گرم وزن تر میوه محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز، پس از سپری شدن ۳ ماه از انبارداری، بافت میوه در ازت مایع فریز گردید و تا موقع انجام آزمایش در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. مقدار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.8.8]

جدول ۱. ترکیب تیمارهای کلرید کلسیم و اسید بوریک مورد کاربرد در آزمایش

تیمار	کلرید کلسیم	اسید بوریک
c_0b_0	صفر	صفر
c_0b_1	صفر	۵ در هزار
c_1b_0	۵ در هزار	صفر
c_1b_1	۵ در هزار	۵ در هزار
c_2b_0	۷ در هزار	صفر
c_2b_1	۷ در هزار	۵ در هزار

mg ۲۰۰ از بافت میوه با ۱ + ۲ میلی‌لیتر بافر سدیم فسفات ۲۵ میلی‌مولار با pH برابر با ٦/۸، عصاره‌گیری شد. همگن‌های حاصل در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه، به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شدند. سپس محلول روئی به‌عنوان عصاره خام آنزیمی در ویال‌های ۰/۵ میلی‌لیتری تقسیم شد و تا زمان سنجش فعالیت آنزیم‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. کلیه مراحل عصاره‌گیری در دمای $4^{\circ}C$ انجام شد. سنجش فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز در نمونه‌های گوشت میوه براساس روش قناتی و همکاران (۱۳) با کمی تغییر انجام شد. به این منظور از بافر سدیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH برابر با ٦/۸، پری کاتکول ۰/۱۵ مولار به‌عنوان سوبسترا و عصاره آنزیمی استفاده شد. ۳ میلی‌لیتر مخلوط واکنش حاوی ۲ml بافر سدیم فسفات، ٦۰۰µL متیل کاتکول و ۴۰۰µL عصاره آنزیمی بود. تغییرات در شدت اکسیداسیون کاتکول در طول موج ۴۱۰ نانومتر به‌مدت ۱ دقیقه با دستگاه طیف‌سنجی نوری مدل بیورد ثبت گردید. فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز براساس تغییرات در میزان جذب در طول موج ۴۱۰ نانومتر در مدت ۱ دقیقه به‌ازای هر میلی‌گرم پروتئین در عصاره آنزیمی بیان شده است. اندازه‌گیری پروتئین نمونه‌ها براساس روش برادفورد (۴) انجام گرفت. بعد از سانتریفیوژ و جدا کردن محلول روئی عصاره µL ۱۰۰ از آن برداشته شد و در یک لوله آزمایش ریخته شد و به آن ml ۱ معرف برادفورد (Bradford) اضافه گردید. بعد از ۲ دقیقه جذب آن در طول موج ۵۹۵ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنجی نوری اندازه‌گیری شد و با رسم خط درجه‌بندی میزان پروتئین در نمونه‌ها محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تغییرات بیوفیزیکوشیمیایی میوه‌ها موقع برداشت و سه ماه پس از نگهداری شامل صفات طول و قطر، وزن تر و خشک، سفتی بافت، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتر در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

تیمارهای محلول‌پاشی کلرور کلسیم و اسید بوریک روی صفات طول و قطر میوه اثر قابل ملاحظه‌ای در زمان برداشت و سه ماه بعد از انبارداری نداشت (جداول۲ و۳). درحالی‌که وزن تر میوه تنها از کلسیم تأثیر پذیرفت و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین وزن تر میوه مربوط به کلسیم ۷ در هزار (۵۴/۷۲ گرم) و کمترین مقدار در شاهد (۴۰/۷۷ گرم) بود (شکل۱).

هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن خشک میوه در موقع برداشت تنها از اثر متقابل کلسیم و بور تأثیر پذیرفت و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میانگین وزن خشک میوه، ۱۷/۴۸گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه در تیمار c_2b_1 بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

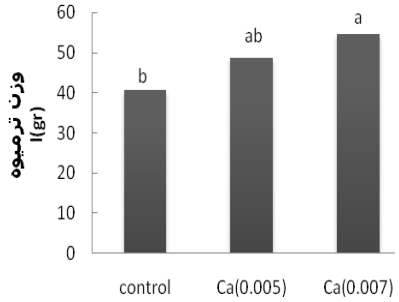
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.8.8]

جدول ۲. تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه گلابی در زمان برداشت

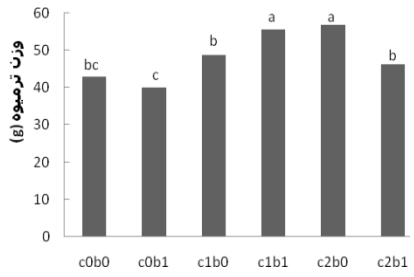
منابع تغییر	درجه آزادی	طول میوه	قطر میوه	وزن تر میوه	وزن خشک	سفتی	TSS	TA
بلوک	۲	۹/۲۵^{ns}	۷/۶۸^{ns}	۴۹/۱۴^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۷۲۹/۵^{ns}
کلسیم	۲	۲۲/۳۱^{ns}	۳۰/۰۹^{ns}	۲۹۳/۹*	۱/۴۷^{ns}	۴/۵**	۷/۷۲**	۹۰۹/۶^{ns}
بور	۱	۱/۹۱^{ns}	۹/۷^{ns}	۵۴/۲۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۸۸**	۲/۷۲**	۱۲۲/۳^{ns}
کلسیم × بور	۲	۱/۴۸^{ns}	۲/۸^{ns}	۲۲/۴۳^{ns}	۲/۹۹*	۰/۱^{ns}	۴/۰۵**	۱۰۲۹/۱^{ns}
خطا	۱۰	۹/۰۲	۱۱/۵۵	۶۷/۹	۰/۴	۰/۰۶	۰/۱۴	۳۹۹/۶
٪Cv	–	۷/۹۷	۷/۵۶	۱۷/۱۴	۳/۸۴	۵/۰۸	۲/۸۳	۲۰/۷۲

*، ** و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار



شکل ۱. اثر کلسیم بر وزن تر میوه گلابی آسیایی موقع برداشت

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است



شکل۲. اثر متقابل کلسیم و بور بر وزن تر میوه گلابی آسیایی سه ماه بعد از انبارداری

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است

وزن تر میوه سه ماه بعد از انبارداری برای اثر کلسیم و اثر متقابل کلسیم و بور در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و برای اثر بور معنی‌دار نشد (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میانگین وزن تر میوه متعلق به تیمار c2b0 (۵۶/۶۳گرم) بود (شکل۲).

سفتی بافت میوه در سطح احتمال ۱ درصد تحت‌تأثیر محلول‌پاشی کلسیم و بور قرار گرفت، در حالی‌که اثرات متقابل کلسیم و بور معنی‌دار نشد (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بالاترین میانگین سفتی میوه مربوط به کلسیم ۷ در هزار (۵/۸۳ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)، و کمترین میانگین سفتی بافت در تیمار شاهد (۴/۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) مشاهده گردید (شکل۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میانگین سفتی بافت میوه مربوط به غلظت بور ۵ در هزار (۵/۱۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) بود و کمترین میانگین سفتی مربوط به تیمار شاهد (۴/۷۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) بود که در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار داشتند (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سفتی میوه سه ماه بعد از انبارداری تنها از کلسیم تأثیر پذیرفت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بالاترین میانگین سفتی میوه مربوط به کلسیم ۷ در هزار (۳/۲۳ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) و کمترین میانگین سفتی مربوط به تیمار شاهد (۲/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) بود (شکل۳).

مواد جامد محلول کل در زمان برداشت برای اثر کلسیم و اثر بور و اثر متقابل بین کلسیم و بور در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف نشان دادند (جدول۲) و مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد بیشترین میانگین مواد جامد محلول کل مربوط به تیمار شاهد (c0b0) (۱۶/۱۶ درجه بریکس) بوده است (شکل۴). مواد جامد محلول کل سه ماه بعد از انبارداری برای اثر کلسیم و بور

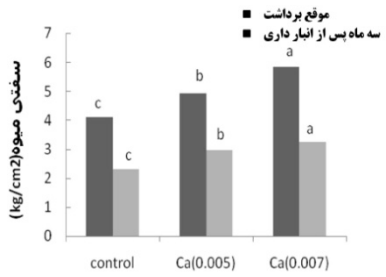
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.8.8]

جدول۳. تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکوشیمیایی بافت میوه سه ماه بعد از انبارداری

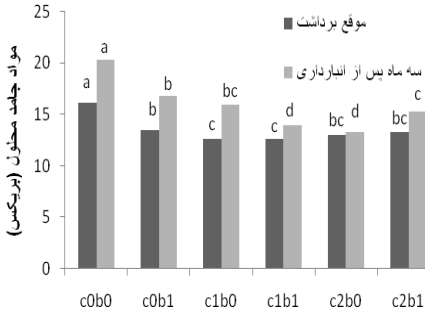
منابع تغییر	درجه آزادی	طول میوه	قطر میوه	وزن تر میوه	سفتی	TSS	TA
بلوک	۲	۶۱/۱۳^{ns}	۹۵/۳۵^{ns}	۶۲۴/۷^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۱/۹۳ ^{ns}
کلسیم	۲	۹/۴۷^{ns}	۱۳/۵۸^{ns}	۲۶/۳۱^{ns}	۰/۸۸**	۴۰/۸۷**	۶۳۰/۳ ^{ns}
بور	۱	۱۵/۹۸^{ns}	۲/۰۹^{ns}	۸۳/۹۳^{ns}	۱/۱۲**	۰/۲۲^{ns}	۳۶۰/۰۸^{ns}
کلسیم× بور	۲	۸/۲۲^{ns}	۲/۴۷^{ns}	۱۹/۵۳^{ns}	۰/۶۷*	۱/۵۱*	۱۱۰۹/۲*
خطا	۱۰	۱۷/۷۷	۴۶/۸۹	۳۴۴/۲	۰/۰۹	۰/۲۹	۱۶۴/۴
٪Cv	–	۱۱/۹۶	۱۶/۷۵	۲۹/۷۵	۱۳/۶۵	۳/۰۸	۱۳/۹۹

*، ** و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار



شکل۳. اثر کلسیم بر سفتی بافت میوه گلابی آسیایی در موقع برداشت و سه ماه بعد از انبارداری

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است



شکل ۴. اثر متقابل کلسیم و بور بر مواد جامد محلول کل میوه گلابی آسیایی در موقع برداشت و سه ماه بعد از انبارداری

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است

و اثر متقابل بین کلسیم و بور در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول۳). بالاترین میانگین مربوط به تیمار شاهد (۲۰/۳۳ درجه بریکس) بود (شکل۴).

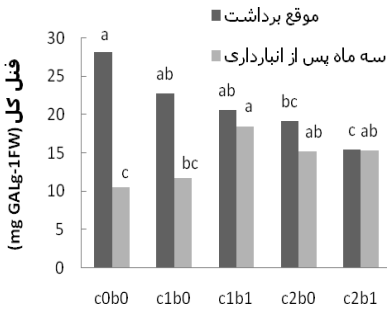
تفاوت معنی‌داری از نظر اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در زمان برداشت در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (جدول۲). اسیدیته میوه سه ماه بعد از انبارداری برای اثر متقابل کلسیم و بور در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بالاترین میانگین مربوط به تیمار c_1b_0 بود.

در مرحله برداشت، میوه‌های شاهد بیشترین میزان فنل کل را داشتند، درحالی‌که تیمارهای کلسیم و بور بسته به غلظت مورد استفاده، سبب کاهش میزان فنل کل گردیدند. میوه‌های تیمار شده با غلظت ۷ در هزار کلسیم و بور ۵ در هزار نسبت به سایر نمونه‌های تیمار شده کمترین میزان فنل را نشان دادند. در طول دوره انبارداری میزان فنل کل کاهش می‌یابد، اما این میزان کاهش در نمونه‌های شاهد بیشتر از میوه‌های تیمار شده است. نمونه‌های شاهد کمترین میزان فنل کل را پس از سه ماه انبارداری نشان می‌دهد. در نمونه‌های تیمار c_2b_1 کاهش میزان فنل کل خیلی جزئی می‌باشد، که نشان می‌دهد فعالیت پلی فنل اکسیداز در این تیمار پایین می‌باشد (شکل ۵). براساس این داده‌ها و تحقیقات قبلی، کاهش زیاد میزان فنل کل در نمونه‌های شاهد پس از سه ماه انبارداری می‌تواند ناشی از فعالیت زیاد آنزیم پلی فنل اکسیداز باشد که موجب اکسیده شدن ترکیبات فنلی در بافت میوه و در نتیجه قهوه‌ای شدن داخلی میوه می‌گردد (شکل ۷).

در میوه‌های شاهد بیشترین فعالیت پلی فنل اکسیداز پس از سه ماه انبارداری نسبت به سایر تیمارها دیده می‌شود، که موجب اکسید شدن ترکیبات فنلی در بافت میوه نمونه شاهد گردیده و باعث کاهش ترکیبات فنولی در آن می‌گردد. در واقع

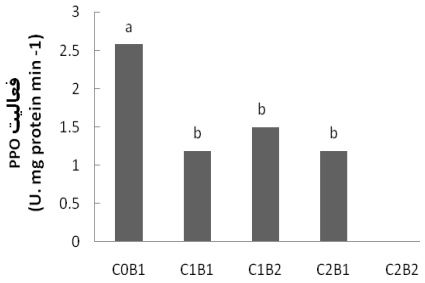
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.8.8]



شکل ۵. اثر کلسیم و بور بر میزان فنل کل میوه گلابی آسیایی در موقع برداشت و سه ماه بعد از انبارداری

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است



شکل۶. اثر کلسیم و بور بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز میوه گلابی آسیایی پس از سه ماه انبارداری

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است

شاهد — تیمار کلسیم ۷ در هزار

شکل ۷. قهوه‌ای شدن داخلی میوه گلابی آسیایی شاهد سه ماه پس از نگهداری در سردخانه (دما۲°C و رطوبت نسبی ۸۵٪)

میوه‌هایی کـه توسـط عناصـر غـذایی تیمـار شـدند، در هنگـام انبارداری فعالیت آنزیم کمتری داشتند (شکل۶). در این پژوهش کاربرد عناصر غذایی باعث افزایش وزن تر و خشـک میـوه شـد (جدول ۲). افزایش وزن تر و خشک میوه در این مطالعـه مـی-تواند به نقش ایـن عناصـر در دیـواره سـلولی و افـزیش میـزان پکتات در بافت میوه مرتبط باشد. نتایج این تحقیق با گزارشـات دیگر در خصوص افزایش وزن میوه با محلـول‌پاشـی کلسـیم و بور مطابقت دارد (۲ و ۱۴).

سفتی بافت میوه تحت تأثیر محلول‌پاشی عنصر کلسیم بهبود قابل ملاحظه‌ای نشان داد. این افـزایش سـفتی بافـت مـی‌توانـد ناشی افزایش میزان پکتات‌ها باشد که با کاربرد کلسـیم افـزایش می‌یابند. کلسیم باعث جفت شدن پکتـین‌هـا شـده و در نهایـت باعث استحکام بافت میوه می‌شود (۲۰). ایـن مطالعـه نشـان داد که در طول دوره انبارداری، سفتی بافت میوه کاهش یافـت ولـی در میوه‌های تیمار شده با کلسیم سفتی بافت میوه تا پایـان مـدت انبارداری به مراتب بیشتر از دیگر تیمارها و هم‌چنین تیمار شاهد بـود. تیمـار ۸٪ کلریـد کلسـیم دو هفتـه قبـل از زمـان مناسـب رسیدگی میزان سفتی بافت میوه سیب را نیز به‌طـور معنـی‌داری افـزایش داد (۷). هـم‌چنـین در تحقیقـی دیگـر، میـزان سـفتی میوه‌های گلابی آسیایی با تیمار ۴ درصد کلریدکلسیم نسبت بـه شاهد افزایش یافت (۹). در این آزمـایش تیمـار کلسـیم باعـث کاهش مواد جامد محلـول در میـوه گردیـد. ایـن نتـایج، نتـایج تحقیقی را که، محلول‌پاشی کلریدکلسیم موجب کـاهش مقـدار مواد جامد محلول نسبت به شـاهد گردیـد را، تأییـد مـی‌نمایـد (۱۰). ولی بـا نتـایج تحقیقـات دیگـر مغـایرت دارد (۲ و ۱۴). مطالعات دیگر نیز نشان داده است که درصد مواد جامد محلـول در سیب گلدن (Golden Delicious) تحت تأثیر تیمار کلسـیمی واقع نمی‌گردد (۳).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.8.8]

کاربرد عنصر کلسیم سبب کاهش سرعت تنفس و کاهش سرعت تجزیه نشاسته به قندهای ساده شد و باعث کاهش مواد جامد محلول گردید. طی مدت انبارداری مواد جامد محلول نمونه‌ها به صورت چشمگیری افزایش یافت. در مدت انبارداری معمولاً به‌دلیل تبدیل نشاسته به قند میزان مواد جامد محلول افزایش می‌یابد. در آزمایشی بر روی سیب گلدن درصد مواد جامد محلول تغییر معنی‌داری در مدت انبارداری از خود نشان نداد و تحت تأثیر کلسیم قرار نگرفت (۷). به‌هرحال نتایج ما با نتایج این تحقیق مغایرت دارد.

اسیدیته قابل تیتراسیون بافت میوه در مدت انبارداری کاهش یافت. گزارش‌های قبلی نیز مشخص نموده است، در گلابی و دیگر میوه‌ها معمولاً اسیدیته تا زمان افزایش حجم نهایی میوه افزایش و میزان آن به‌تدریج در هنگام بلوغ، رسیدن و نگهداری میوه کاسته می‌شود (۱)، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد و تیمار کلسیم می‌تواند باعث بهبود وضعیت این پارامتر و حفظ آن شود. نتیجه تحقیقات دیگر در خصوص کاهش اسیدهای آلی در طی انبارداری نیز، نتایج این تحقیق را تأیید می‌کند (۲۱)، هرچند که در تحقیقی دیگر گزارش شد که اسیدیته تحت تأثیر تیمار کلسیم قرار نمی‌گیرد (۷).

کلسیم در استحکام دیواره سلولی نقش داشته و به‌علت افزایش مقاومت میوه به آسیب‌ها توسط افزایش کلسیم، تولید ترکیبات فنلی در میوه‌های مقاوم کاهش می‌یابد و به‌دلیل کاهش تولید ترکیبات فنلی، کلسیم به‌طور غیرمستقیم باعث کاهش فعالیت پلی فنل اکسیداز می‌شود (۸). کاربرد کلسیم باعث افزایش پلی‌ساکاریدها و مواد جامد غیرقابل محلول در الکل در دیواره سلولی میوه می‌شود و نفوذپذیری غشاء را افزایش می‌دهد. هم‌چنین باعث حفظ بهتر غشای سلولی و ثبات دیواره سلولی می‌شود (۱۱، ۱۵و۱۶). به‌طورکلی، عناصر بور و کلسیم با حفظ تمامیت غشاء سلول و اندامک‌ها و پایدار ساختن خاصیت تراوایی این غشاءها از عمل اکسیداسیون مواد فنلی جلوگیری می‌کند (۵ و۱۹).

نتیجه‌گیری

کاربرد کلسیم و بور باعث بهبود صفات فیزیکی و شیمیایی میوه می‌شوند. از صفات فیزیکی به افزایش سفتی میوه و از صفات شیمیایی می‌توان به کاهش سرعت افزایش TSS اشاره کرد. میوه‌های محلول‌پاشی شده کیفیت و عمر انباری بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند. کلسیم و بور با کاهش فعالیت پلی فنل اکسیداز، باعث جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی میوه می‌شود.

سپاسگزاری

از آقای دکتر کاظم ارزانی به خاطر تأمین مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Ackerman, J., M. Fischer and R. Amado. 1992. Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (cv. Glockenapfel). *Journal of Agiculturer and Food Chemistry* 40:1131–1134.
2. Ahmad, M. and F. M. Abbdel. 1995. Effect of urea, some micronutrients and growth-regulators foliar spray on the yield, fruit quality, and some vegetative characteristics of 'Washington Navel' organe trees. *Hort Science* 30:774-780.
3. Betts, H. and W. J. Bramlag. 1979. Uptake of calcium by apples from postharvest dip in calcium chloride solution *Journal of American Society for Horticultural Science* 102(6):785-788.
4. Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Annual Review of Biochemistry* 72: 248–54.
5. Chen, J. L., S. J. Yan, Z. Feng, L. Xiao and X. S. Hu. 2005. Changes in the volatile compounds and chemical and physical properties of 'Ya Li' pear (*Pyrus bertschneideri* Rehd) during storage. *Journal of Food Chemistry* 97: 248-255
6. Chen, J., Z. Wang, J. Wu, Q. Wang, X. Hu. 2007. Chemical compositional characterization of eight pear cultivars. *Journal of Food Chemistry* 104: 268-275.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.8.8]

7. Conway, W.S. and C.E. Sams,. 1985. Influence of fruit maturity on the effect of postharvest calcium treatment on decay of Golden Delicious apples. *Journal of Plant Disease* 69:42-44
8. Coseteng, M. Y. and C. Y. Lee. 1987. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Journal of Food Science* 52: 985-989.
9. Dhatt, A. S., B. V. C. Mahajan, A. R. Bhatt. 2005. Effect of pre and post-harvest calcium treatments on the storage life of Asian pear. *Acta Horticulturae* 696: 497-501.
10. Dolati baneh, H., A. Hacani, A. Majidi, sh. Zomorrodi, gh. Hacani and M. J. Malakoti. 2002. Effect of calcium choloride on foliar concentration and frequency characteristics of stiffness and a Lebanese Red apples stored in Urmia region, *Journal of Agricultural Science* 12 (4) :54-47 (In Farsi).
11. Dunn, A. and J. Able. 2006. Preharvest calcium effects on sensory quality and calcium mobility in strawberry fruit. *Acta Horticulturae* 708: 307-312.
12. Dzondo-Gadet, M., R. Mayap-Nzietchueng, K. Hess, P. Nabet, F. Belleville and B. Dousset. 2002. Action of boron at the molecular level: effects on transcription and translation in an acellular system. *Biological Trace Element Reserch* 85: 23–33.
13. Ghanati, F., A. Morita and H. Yokota. 2002. Induction of suberin and increase of liginin content by excess boron in tobacco cell. *Soil Science and Plant Nutrition* 48: 357–364.
14. Khoshgalb, H. 2008. The effects of calcium, zinc and boron on the chemical composition of fruits, postharvest shelf life and reduce symptoms of internal browning of fruits of two varieties of Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) in Tehran climate. PhD. Tnesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University Iran.
15. Malakoti, M. J. and M. M. Tehrani. 2001. The Role of Micronutrients in Increasing Yield and Improving the Quality of Agricultural products Publishing Tarbiat Modares University, Iran.
16. Sharpels, R. O. and D. S. Johnson. 1977. The influence of calcium on senescence changes in apples. *Annals of Applied Biology* 85: 150-453.
17. Singh, R. P., K. N. C. Murthy, G. K. Jayaprakasha. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of Agiculturer and Food Chemistry* 50:81–86.
18. Subburamu, K., M. Sinzaravelu and A. Nazar. 1990. Per-harvest sprays of calcium in grape(Vitis vinifera). *South Indian Horticulture*. 38:268-269.
19. Tomasbarberan, F. A., M. I. Gil, M. Castaner, F. Artes and M. E. Salveit. 1997. Effect of Selected Browning Inhibitors on Phenolic Metabolism in Stem Tissue of Harvested Lettuce. *Journal of Agiculturer and Food Chemistry* 45, 583-589
20. Veltman, R. H., M. G. Sanders, S. T. Persijn, H. W. Peppelenbos and J. Oosterhaven. 1999. Decreased ascorbic acid levels and brown core development in pears (*Pyrus communis* cv 'Conference'). *Physiologia Plantarum* 107: 39–45.
21. Zhang, W.Y. 1990. The Biological and Physiology of Fruit Agricultural, Publishing Company China.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.8.8]