برهمکنش پتاسیم وکلسیم بر تغییرات نسبت پتاسیم به کلسیم (K/Ca) و بهبود کیفیت میوه‌های سیب در شهرستان نقده[1]

محمدرضا دیلمقانی حسنلویی، مهدی طاهری و محمدجعفرملکوتی[2]

۱– چکیده:

پتاسیم و کلسیم دو عنصر مهم در تعیین کیفیت میوه‌ها به ویژه سیب به شمار می روند. با توجه به تأثیرات متقابل بین این دو عنصر، مصرف متعادل هر یک از آنها جهت تنظیم نسبت پتاسیم به کلسیم حیاتی است و ضرورت دارد این نسبت در حد متعادلی نگه داشته شود. به منظور افزایش سفتی بافت میوه سیب، افزایش طول عمر انباری آن و تعیین بهترین نسبت پتاسیم به کلسیم در میوه، آزمایشی در نقده در سال زراعی۸۰- ۱۳۷۹ با ۹ تیمار در۵ تکرار در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی روی پایهٔ بذری درختان ۲۵ ساله رقم گلدن دلیشس (*Golden delicious*) انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از تیمار۱= شاهد (کودهای ازت، فسفر و کودهای حیوانی به صورت پخش سطحی)، تیمار ۲= T1+ کودهای میکرو به صورت چالکود، تیمار۳= T2 + کلرور پتاسیم بر اساس آزمون خاک، تیمار ۴= T3+ محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد در چهار مرحله، تیمار۵ = T3+ محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد در هشت مرحله، تیمار ۶= T2 + محلول پاشی کلرور پتاسیم ۵۰ درصد بالای آزمون خاک، تیمار ۷= T6+ محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد در چهار مرحله، تیمار۸= T6+ محلول پاشی کلرورکلسیم نیم درصد در هشت مرحله، تیمار۹ = T2+ سولفات پتاسیم ۵۰ درصد بالای آزمون خاک + محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد در هشت مرحله.

نتایج این بررسی نشان داد که سفتی بافت میوهٔ سیب پس از محلول پاشی کلرور کلسیم در مقایسه با وقتی که میوه نسبت بالایی از پتاسیم بدون محلول پاشی کلسیم دریافت کند، بالا می رود. بیشترین سفتی مربوط به تیمار هشت (۳/۸۵ کیلوگرم برسانتیمترمربع) با هشت مرحله محلول‌پاشی کلرور کلسیم بود. در حالی‌که تیمار ششم با مصرف۵۰ درصد بالای آزمون خاک پتاسیم و بدون محلول‌پاشی کلسیم پایین‌ترین میزان سفتی (۳/۱۱ کیلوگرم برسانتیمتر مربع) را به دست داد. لذا اختلاف میانگین سفتی بافت میوه در تیمارها در سطح ۵ درصد معنی دار بود. سایر صفات کیفی میوه نظیر pH، اسیدیته، مواد جامد قابل حل، اختلاف معنی داری در بین تیمارها نشان ندادند. نسبت پتاسیم به کلسیم میوه ها در تیمار شاهد (K/Ca =۴۴) بود که به حدود (K/Ca =۵۸) در تیمار ششم افزایش یافت، اما در تیمار هشتم با مصرف متعادل کود و هشت مرحله محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد این نسبت به محدوده (K/Ca =۲۳) کاهش یافت. در نود روز بعد از انبارداری تیمارها روی سفتی بافت میوه هیچگونه اثری نداشتند.

۲–کلمات کلیدی:

سفتی بافت میوه، سولفات پتاسیم، عمر انباری، کلرور پتاسیم، کلرور کلسیم، گلدن دلیشس، نسبت پتاسیم به کلسیم

۱- برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران

۲- به ترتیب کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی، آدرس: ارومیه، کیلومتر ۳ جاده سلماس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، تلفن: ۰۴۴۱-۲۷۷۰۹۲۱۰پیام نگار: **mrdh1970@yahoo.com**، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی و استاد دانشگاه تربیت مدرس.

© 2005,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

۳- پیشگفتار:

همه ساله مقادیر قابل توجهی از تولیدات کشاورزی از جمله سیب به علت کیفیت پایین در هنگام برداشت و پس از برداشت از بین می رود، از این رو برای کاهش ضایعات و افزایش خواص کمی و کیفی محصولات باغی تحقیقات متمرکز و مستمر ضروری است. در زمینهٔ اثر پتاسیم در بهبود کیفیت میوه و رشد رویشی درختان میوه بررسیهایی شده است، پتاسیم از طریق افزایش رشد رویشی شاخه‌ها و برگها، باعث افزایش فتوسنتز می‌شود و از این طریق فرایند کربن‌گیری را افزایش می دهد و کمیت و کیفیت را ارتقا می‌دهد. پتاسیم رنگ پذیری میوه سیب را بهبود می‌بخشد اما مصرف بیش از نیاز آن به دلیل آنکه جذب کلسیم را تحت تأثیر قرار می-دهد، سبب افزایش نسبت پتاسیم به کلسیم در برگها و میوه می‌شود و در نهایت خاصیت انباری سیب را کاهش می‌دهد (فوست، ۱۹۸۹؛ منوچهری، ۱۳۷۹؛ سوری و ملکوتی، ۱۳۸۰).

کلسیم مهمترین عنصر در بهبود کیفیت و افزایش طول عمرانباری میوهٔ سیب است. انتقال کلسیم از برگ به میوه با تعرق کنترل می شود و در شرایط خشک و نیمه خشک ایران که عمدتاً با دمای بالا نیز همراه است این انتقال نیز به شدت کاهش می‌یابد. با درشت‌تر شدن میوه به‌دلیل اثر رقت (dillution effect) کاهش کلسیم در میوه مخصوصاً در دمای بالا تشدید می‌شود (طلایی، ۱۳۷۷). ناهنجاریها و بیماریهای فیزیولوژیکی زیادی مانند لکه تلخی، آردی شدن، آبگزشدن و غیره با کمبود کلسیم در سیب همراه است (فلاحی و همکاران، ۱۹۸۷؛ شهابی و ملکوتی، ۱۳۷۹؛ ملکوتی و همکاران، ۱۹۹۹؛ نیلسون و همکاران، ۲۰۰۰ منوچهری، ۱۳۷۹ و علیپور و همکاران، ۱۳۸۰). کانوی و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که کلسیم از مؤثرترین مواد معدنی در ارتقای کیفیت میوه سیب است و نیاز به کلسیم را هیچ یک از عناصر دیگر تأمین نمی‌کند. کلسیم اثر مهمی در به تأخیر انداختن رسیدن میوه دارد و میوه‌هایی که محتوی کلسیم بیشتری هستند در حمل و نقل و ماندگاری بهتر از سایر میوه‌ها عمل می‌کنند. بنابراین، حضور کلسیم به مقدار کافی در استحکام بافت میوه و کاهش ناهنجاریهای فیزیولوژیکی نقش بسیار موثری دارد. با افزایش کلسیم در سیب میزان فسادپذیری آن تا حد زیادی کاهش می‌یابد. در آزمایشی دیگر در باغهای سیب در دماوند با هشت مرحله محلول-پاشی کلرور کلسیم در طول فصل رشد، سفتی میوه‌های زرد در تیمار در برابر ۲/۵ شاهد تا ٤ و در سیبهای قرمز در مقابل ۲/۲ شاهد تا ۲/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع افزایش یافتند و این تفاوت ۱۳۵ روز بعد از انبارداری نیز مشهود بود (سوری و ملکوتی، ۱۳۸۰). شهابی و ملکوتی (۱۳۸۰) نشان دادند که نسبت پتاسیم به کلسیم مخصوصاً در تیمارهایی که پتاسیم(صرف‌نظر از منبع کودی) به صورت چالکود مصرف شده بود، نسبتاً بالا بود (بیشتر از۲۰) و دلیل عمده آن مربوط بود به غلظت بالای پتاسیم در میوه‌ها؛ این محققان اعلام کردند که در چنین شرایطی باید در مصرف کودهای پتاسیمی صرفه‌جویی و نسبت به محلول پاشی چندین مرحله‌ای کلرور کلسیم (حتی تا ۱۰ بار) اقدام کرد تا نسبت پتاسیم به کلسیم از حد متعارف خود یعنی ۲۰ بالاتر نرود، زیرا هر چه این نسبت افزایش یابد

از خاصیت انبارداری میوهٔ سیب کاسته می‌شود. پژوهشگران زیادی گزارش کردند که کلسیم آردی شدن (Break down) سیب جوناتان را کاهش می‌دهد و به عکس ازت، پتاسیم، آهن، و مس این عارضه را افزایش می‌دهند؛ آنها شاخص اصلی حساسیت به آردی شدن در این رقم را نسبت پتاسیم به کلسیم دانسته و نتیجه گرفته اند که هر چه این مقدار بالاتر برود حساسیت به آردی شدن نیز افزایش می یابد. منوچهری و ملکوتی (۱۳۷۹) نشان دادند که با افزایش نسبت پتاسیم به کلسیم کیفیت میوه پایین می‌آید و اگر در محلول پاشی متوالی کلرور کلسیم به فواصل دو هفته در طول دوره رشد، مقدار مناسب کلسیم به میوه انتقال یابد این نسبت تعدیل می شود و در نتیجه کیفیت میوه و عمر انباری آن نیز افزایش می‌یابد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر مقادیر مختلف پتاسیم و محلول پاشی کلرور کلسیم بر نسبت پتاسیم به کلسیم و در نهایت خصوصیات کمی و کیفی سیب است تا از این طریق بتوان بهترین نسبت پتاسیم به کلسیم را در جهت بهبود کیفیت میوهٔ سیب به دست آورد.

۴- مواد و روشها:

این آزمایش به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۵ تکرار به شرح زیر در سال ۱۳۸۰ روی درختان سیب ۲۵ ساله رقم گلدن دلیشس (*Golden delicious*) در نقده اجرا شد. تیمارهای کودی شامل: تیمار ۱= شاهد (کودهای ازت، فسفر و کودهای حیوانی به صورت پخش سطحی)، تیمار ۲= T1 + کودهای میکرو به صورت چالکود، تیمار ۳= T2 + کلرور پتاسیم بر اساس آزمون خاک، تیمار٤= T3+ محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد در چهار مرحله، تیمار ٥ = T3+ محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد در هشت مرحله، تیمار ٦= T2 + کلرور پتاسیم ٥٠ درصد بالای آزمون خاک، تیمار ۷= T6 + محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد در چهار مرحله، تیمار ۸= T6+ محلول‌پاشی کلرورکلسیم نیم‌درصد در هشت مرحله، تیمار ۹= T2+ سولفات پتاسیم ٥٠ درصد بالای آزمون خاک + محلول پاشی کلرور کلسیم نیم درصد در هشت مرحله. مقادیر و منابع کودهای مورد استفاده در این تحقیق از این قرار است: ازت از منبع نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم از هر یک ٥٠٠ گرم به ترتیب در نوبتهای اول و دوم، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ گرم، پتاسیم از منبع کلرور پتاسیم به میزان ۸۰۰ و ۱۲۰۰ گرم و از منبع سولفات پتاسیم به مقدار ۱۲۰۰ گرم برای تیمارهای در نظرگرفته شده، گوگرد از منبع گوگرد پودری به میزان ۱۰۰۰ گرم، آهن از منبع سولفات آهن به مقدار۲٥۰ گرم، روی از منبع سولفات روی به میزان ۲٥۰ گرم به ازای هر درخت به روش چالکود و کلسیم از منبع کلرور کلسیم به مقدار (۰/٥) درصد و یا پنج در هزار به صورت محلول پاشی.

قبل از اجرای طرح، از آب آبیاری مورد استفاده در طرح نمونه برداری و از محل سایه انداز درخت از اعماق (۳۰-۰) و (٦۰-۳۱) سانتیمتری نمونه مرکب خاک تهیه شد؛ خصوصیات فیزیکو شیمیایی نیز به شرح زیر ارزیابی شد: ازت کل به روش کجلدال، فسفر به روش اولسن، پتاسیم به روش فلیم فتومتری، بافت خاک به روش هیدرومتری، مواد آلی

با روش دی کرومات پتاسیم و عناصر ریز مغذی ابتدا با DTPA عصاره‌گیری و سپس با روش جذب اتمی. در اواخر تیرماه از وسط شاخساره‌های فصل جاری نمونه‌های برگ و ۱٤٥ روز بعد از گلدهی کامل نمونه‌های میوه از طرفین جانبی درختان جمع-آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه مقادیر همهٔ عناصر به ویژه ازت، کلسیم، منیزیم و پتاسیم و نسبتهای پتاسیم به کلسیم، ازت به کلسیم (N/Ca) به روش معمول آزمایشگاهی یاد شده در بالا اندازه-گیری شد و سپس خصوصیات کیفی نظیر سفتی با استفاده از دستگاه پنترومتر، مواد جامد قابل حل با استفاده از دستگاه رفرکتومتر، اسیدیته به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و pH با pH متر مشخص شد. بخشی از نمونه‌ها به سردخانه منتقل و هر ٤٥ روز یک‌بار اندازه‌گیریها تکرار شد. داده‌های به دست آمده از تجزیهٔ برگ و میوه با برنامه نرم افزاری MSTATC بررسی و تحلیل و میانگینها با استفاده از آزمون دانکن (LSD) در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. سپس اثر مصرف کودهای پتاسیم و کلسیم بر خصوصیات کیفی و نسبت پتاسیم به کلسیم (K/Ca) و در نهایت بهبود کیفیت میوه بررسی و روند تغییرات کمی و کیفی میـــوه در زمان برداشت و بعد از برداشت به عنوان عاملی مهم در تشخیص و بهبـود کیفیـت انباری این محصول مطالعه شد.

۵- یافته ها:

جدول شمارهٔ ۱- نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک منطقهٔ مورد آزمایش

عمق (سانتیمتر)	درصد اشباع (SP)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته گل اشباع (pH)	کربنات کلسیم (درصد)	ازت کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	میلی گرم بر کیلوگرم			درصد رس	بافت خاک
							فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	روی قابل جذب		
۳۰-۰	٤٦	۰/۷	۸/۲	۱۰	۰/۱۰۸	۱/۳۳	۱۷	۲۰۰	۱/۱	۲۷	لوم
٦۰-۳۱	٤٥	۰/٥	۸/۳	۱۱	۰/٥۰۱	۰/۸	۳	۱٥۰	۱	۳۲	لوم سی

جدول شمارهٔ ۲- نتایج تجزیهٔ نمونه‌های آب باغ مورد بررسی

صفات	(pH)	هدایت الکتریکی (dS/m)	میلی اکی والان در لیتر							درصد سدیم محلول (SSP)
			بیکربنات	کلر	سولفات	جمع آنیونها	کلسیم	منیزیم	سدیم	جمع کاتیونها	
آب نهر	۷/۳	۰/۳٤۲	۳/٤	۰/۳	٤/۲	۷/۹	۲/۲	۱/٦	۰/٤	٤/۲	-
آب چاه	۷/۰	۰/۸۰٤	٦/۸	۱/۱	۰/۸	۹	٤/۱	۳/٤	۱/٤	۸/۹	۱٥/۷

جدول شمارهٔ ۳- مقایسهٔ میانگین سفتی بافت میوه سیب در مراحل مختلف برداشت و انبارداری (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)

تیمار	زمان برداشت	٤٥ روز بعد از برداشت	۹۰ روز بعد از برداشت
T1	۳/۲٤۰ cd*	۲/۷٦۸ ab	۱/۹۳۳ b
T2	۳/۲٤۲ cd	۲/۵۷۸ bc	۱/۸۸۲ b
T3	۳/۳۲٤ bcd	۲/۳٤۰ d	۱/۹۱٤ b
T4	۳/۷۱۸ ab	۲/۸٤٤ a	۱/۹۱۲ b
T5	۳/۸۲٤ a	۲/٦٦۲ abc	۱/۸۵۲ b
T6	۳/۱۱۰ d	۲/۵۱۲ cd	۱/۸۳۸ b
T7	۳/٦٤۲ abc	۲/۷۳۰ abc	۱/۱۹۲ab
T8	۳/۸۵۲ a	۲/۵٦٤ bc	۱/۹۷۸ b
T9	۳/۵۰٤ abcd	۲/۷۱۲ abc	۲/۳٦۰ b

* میانگینهای دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در سطر یا ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می‌باشد.

جدول شمارهٔ ۴- مقایسهٔ میانگین درصد مواد جامد قابل حل (TSS) در مراحل مختلف برداشت و انبارداری

تیمار	زمان برداشت	٤٥ روز بعد از برداشت	۹۰ روز بعد از برداشت
T1	۱۲/٤۸ b*	۱۲/٦۸ a	۱٤/۰۲ ab
T2	۱۲/۳۸ b	۱۲/٤۲ a	۱۳/۸٤ b
T3	۱۲/۷۸ ab	۱۲/۵۸ a	۱۳/٦٤ b
T4	۱۳/۱۸ ab	۱۳/۰٤ a	۱۳/۷۰ b
T5	۱۲/۸٦ ab	۱۳/۰٦ a	۱٤/۷۸ ab
T6	۱۳/۳۸ ab	۱۲/٦۰ a	۱٤/۹۲ ab
T7	۱۲/۵٦ ab	۱۲/۹۰ a	۱٤/۵٦ ab
T8	۱۳/۷٦ a	۱۳/۲۰ a	۱٤/٤۲ ab
T9	۱۳/۳۰ ab	۱۲/۹٤ a	۱۵/۱٦ a

* میانگینهای دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در سطر یا ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می‌باشد.

جدول شمارهٔ ۵- نتایج مقایسهٔ میانگین تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در برگ بر مبنای وزن خشک

تیمار	پتاسیم	کلسیم	K/Ca	N/Ca
T1	۱/٤٦ f*	۱/٦۲ d	۰/۹۰ e	۱/۳۸ c
T2	۱/٦۸ d	۱/۷۳ ab	۰/۹۷ d	۱/۳۰ d
T3	۱/۷۷ c	۱/٦٦ cd	۱/۰٦ c	۱/۲۸ d
T4	۱/٥٤ e	۱/۷۸ a	۰/۸٦ e	۱/۱۷ e
T5	۱/٤٦ f	۱/٦۸ bc	۰/۸٦ e	۱/۲۷ d
T6	۲/۰٦ a	۱/٤٦ e	۱/٤۱ a	۱/٤٦ ab
T7	۲/۰۹ a	۱/٤۸ e	۱/٤۱ a	۱/٥۱ a
T8	۱/۹۳ b	۱/٦۲ d	۱/۱۷ b	۱/٤۰ bc
T9	۲/۰۸ a	۱/٤۸ e	۱/٤۰ a	۱/٤۱ bc

* میانگینهای دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در سطر یا ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می‌باشد.

جدول شمارهٔ ۶- نتایج مقایسهٔ میانگین تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در میوه در زمان برداشت

تیمار	پتاسیم	کلسیم	K/Ca	N/Ca
T1	۰/۹۲۸ b*	۰/۰۲۰ a	٤۳/۳۳ cd	۱۲/۷۷ b
T2	۰/۸۹٦ b	۰/۰۲۳ a	٤٥/۱۹ bc	۱۷/٥۰a
T3	۰/۹٤۲ b	۰/۰۲۳ a	٤۸/۹۰ b	۱٤/۳٥ b
T4	۰/۹٦٤ b	۰/۰۳۱ a	٤۲/٥۲ cd	۱۳/۳۱ b
T5	۰/۹۳٦ b	۰/۰۳۸ a	۳۳/٤٦ e	۱۰/۳۰ c
T6	۰/۹۲۸ b	۰/۰۱۸ a	٦۰/٤٥ a	۱۷/۳٥ a
T7	۰/۹٦٦ b	۰/۰۳۰ a	۳۲/۲۳ e	۱۰/۱۳ c
T8	۱/۹٤۲ b	۰/۰٥۳ a	۲۲/۷٤ f	٦/۰٥۲ d
T9	۰/۹۷٤ b	۰/۰۲۹ a	۳۹/٥٦ d	۱۳/۳٤ b

* میانگینهای دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در سطر یا ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می‌باشد.

جدول شمارهٔ ۷- نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در میوه، ۴۵ روز بعد از برداشت

تیمار	پتاسیم	کلسیم	K/Ca	N/Ca
T1	۱۱۹/۲ a	۱۳/۳٤ a	۹/۳۹۰ ab	۰/۰۰۹۸ ab
T2	۱۱۷/۸ a	۱٦/۱۰ a	۸/۷۸۸ ab	۰/۰۰۹٦ ab
T3	۱۱۷ a	۱٤/۱٤ a	۸/٤٥٤ ab	۰/۰۰۸۸ ab
T4	۱۲۲/٦ a	۱۱/۲۲ a	۱۱/۰٤ ab	۰/۰۱۲۲ ab
T5	۱۱۸/٦ a	۱۲/۷۲ a	۱۱/۲۹ ab	۰/۰۱۳٦ ab
T6	۱۲۳ a	۱۲/۸۸ a	۱۰/۲۹ ab	۰/۰۱۱۰ ab
T7	۱۱٦/۷ a	۱۲/۳۰ a	۱۲/٦۷ a	۰/۰۱٤۸ a
T8	۱۲۸/۲ a	۱۳/۹۲ a	۹/۷٥٤ ab	۰/۰۰۹۸ ab
T9	۱۱۷/۷ a	۱٦/۷۰ a	۷/٥۷٦ b	۰/۰۰۸٤ b

*** میانگینهای دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در سطر یا ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می‌باشد.**

جدول شمارهٔ ۸- نتایج مقایسهٔ میانگین تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در میوه، ۹۰ روز بعد از برداشت

تیمار	پتاسیم	کلسیم	K/Ca	N/Ca
T1	۱۰۰/٤ d*	٦/۷۰ de	۱٥/۰٥ b	۰/۳۱۰ bc
T2	۱۱۰/٤ bc	٦/۳۰ e	۱۸/٦٤ a	۰/٤٤٦ a
T3	۹۰/۸۰ e	٦/۸۲cde	۱۳/۳۹bc	۰/۰۳۱٦ b
T4	۱۲۲/٥ a	۷/۹۸ ab	۱٥/۳٦ b	۰/۰۳۱۸ b
T5	۱۰٤/۳ cd	۷/٦٦abcd	۱۳/٦٤bc	۰/۰۲٥٦ cd
T6	۱۰۰/۳ d	٥/۳۲ f	۱۸/٥٤ a	۰/۰٤۱٤ a
T7	۱۱۰/٤ bc	۷/۳۸bcd	۱٥/٦۱ b	۰/۰۳۱۸ b
T8	۹۹/۳۲ d	۸/٦٤ a	۱٥/٥۱ c	۰/۰۲۰۸ d
T9	۱۱٤/۳ b	۷/۸۰abc	۱٤/۸۱ b	۰/۰۲٦۸ bc

*** میانگینهای دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در سطر یا ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد به روش دانکن می‌باشد.**

۶-کاوش:

خصوصیات خاک و آب آبیاری: خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک در باغ مورد بررسی در جدول شماره ۱ درج شده که نشان می‌دهد از نظر شوری محدودیتی نداشت و فقط به‌دلیل کمبود مواد آلی تحت تاثیرتنش قرار داشت. مقدار آهک، مواد آلی، و عناصر غذایی در حد متوسط بود، میزان پتاسیم خاک کمتر از حد بحرانی در نظر گرفته شده (۳۰۰ میلی گرم برکیلو گرم) بود. آب نهر محدودیتی نداشت ولی میزان بیکربنات موجود در آب چاه در

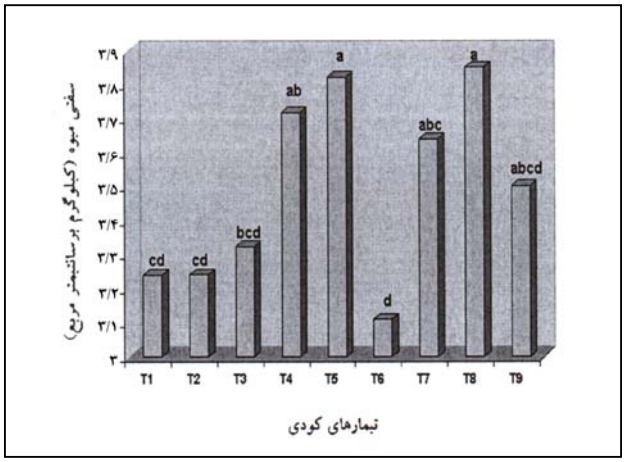
حدود ٦/٨ میلی‌اکی‌والان در لیتر بود (جدول شماره ۲).

سفتی بافت میوه: نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین میزان سفتی در زمان برداشت میوه‌ها در بین تیمارها مربوط به تیمار هشتم و پنجم به ترتیب ۳/۸۵، ۳/۸۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بود که در مقایسه با تیمار ششم (۳/۱۱ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) با ۵۰ درصد بالای آزمون خاک پتاسیم، از سفتی بالایی برخوردار بودند. در ٤٥ روز بعد از برداشت بیشترین مقدار سفتی مربوط به تیمار چهارم ۲/۸٤ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بود که در مقایسه با سایر تیمارها از سفتی بیشتری برخوردار بود. سرانجام در ۹۰ روز بعد از برداشت تیمارها اختلاف معنی داری از لحاظ سفتی نشان ندادند ولی بیشترین سفتی مربوط به تیمار نهم (۲/۳٦ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) بود که نتایج به‌دست آمده با نتایج فوست (۱۹۸۹)، صدیقی و بانیگرت (۱۹۹۵)، سامز و کانوی (۱۹۸٤)، فلاحی و همکاران (۱۹۹۷)، ملکوتی و همکاران (۱۳۷۷، ۱۹۹۹) و ملکوتی، طباطبایی، شهابی و فلاحی (۱۹۹۹) مطابقت دارد (جدول شمارهٔ ۳ و شکل شمارهٔ ۱).

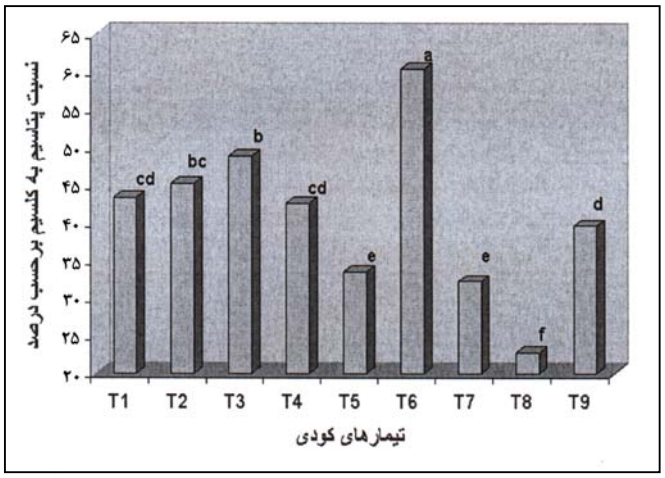
مواد جامد قابل حل: جدول شمارهٔ ٤ نتایج مقایسهٔ میانگین مواد جامد قابل حل را در مراحل مختلف برداشت و بعد از برداشت نشان می دهد. با توجه به نتایج به دست آمده چنین استنباط می شود که تیمارهای مختلف اعمال شده اثر معنی داری روی مواد جامد قابل حل نداشته‌اند، اما در کلیهٔ تیمارها این فاکتور با افزایش زمان انبارداری افزایش می یابد که یکی از دلایل احتمالی آن کاهش آب میوه در طول مدت انبارداری است. نتایج فوق با نتایج ریس در یک (۱۹۹۳) و شهابی (۱۳۷۹) مبنی بر گزارش بی‌تأثیر بودن محلول پاشی کلرور کلسیم بر درصد مواد جامد قابل حل مطابقت دارد. در مورد pH و اسیدیته نشان داده شده است که تیمارهای مختلف اثر معنی داری روی pH و اسیدیته نداشته‌اند اما با افزایش طول مدت انبارداری در کلیهٔ تیمارها pH افزایش و اسیدیته کاهش یافته است. نتایج فوق با نتایج طباطبایی و ملکوتی (۱۳۷۷) و شهابی و ملکوتی (۱۳۷۹) مطابقت دارد.

غلظت عناصر در برگ و میوه: نتایج مقایسهٔ میانگین پتاسیم، کلسیم، نسبت پتاسیم به کلسیم (K/Ca) و نسبت ازت به کلسیم (N/Ca) نشان داد که بین پتاسیم، کلسیم، نسبت پتاسیم به کلسیم و نسبت ازت به کلسیم در بین تیمارها در برگ اختلاف معنی داری وجود دارد و بیشترین مقدار پتاسیم در برگ مربوط به تیمارهای ٦ و ۷ و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار ۵ است. در مورد کلسیم بیشترین مقدار آن در برگ مربوط به تیمار ٤ و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار ٦ بود. تغییرات نسبت پتاسیم به کلسیم در برگ کاملاً مشهود بود به طوری‌که بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار ٦ و کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای ٤ و ۵ بود. در نسبت ازت به کلسیم بیشترین مقدار به تیمار ۲ وکمترین مقدار به تیمار ۸ مربوط بوده است. در میوه های تجزیه شده نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در زمان برداشت میوه فقط بین نسبت پتاسیم به کلسیم در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت به‌طوری‌که بیشترین نسبت به تیمار ششم در حدود (K/Ca=٦٠) و کمترین نسبت به

تیمار هشتم در حدود (K/Ca=۲۳) تعلق داشت. در غلظت کلسیم موجود در میوه‌ها در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده نشد. در ٤٥ روز بعد از برداشت اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها درمورد عناصر پتاسیم، کلسیم وجود نداشت؛ در مورد نسبت پتاسیم به کلسیم و نسبت ازت به کلسیم اختلاف جزیی مشاهده شد که بیشترین نسبت پتاسیم به کلسیم و نسبت ازت به کلسیم مربوط به تیمار ٦ و کمترین نسبت مربوط به تیمار ۹ بود. در ۹۰ روز بعد از برداشت بین پتاسیم، کلسیم، نسبت پتاسیم به کلسیم و نسبت ازت به کلسیم تا حدودی اختلاف معنی‌داری وجود داشت که نتایج فوق با یافته های منوچهری (۱۳۷۹)، شرایعی، شاه‌بیک و رضائیان (۱۳۸۰) و شهابی و ملکوتی (۱۳۸۰) مطابقت دارد. در زمان برداشت میوه ها غلظت پتاسیم در تیمار شاهد ۰/۹۵ درصد بود که این مقدار در تیمار ششم با ۵۰ درصد بالای آزمون خاک پتاسیم به حدود ۱/۱۰ درصد افزایش یافت که در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نسبت پتاسیم به کلسیم در تیمار شاهد در حدود ٤٣ (K/Ca=٤٣) بود که این نسبت در تیمار ششم با ۵۰ درصد بالای آزمون خاک پتاسیم به حدود ٦٠ (K/Ca=٦٠) افزایش یافت در صورتی‌که در تیمار هشتم با هشت مرحله محلول‌پاشی با کلرور کلسیم نیم درصد، این نسبت به حدود ۲۳ (K/Ca=۲۳) کاهش یافت (جدولهای شمارهٔ ۵ تا ۸ و شکل شمارهٔ ۲).



شکل شماره ۱- اثر تیمارهای اعمال شده بر سفتی بافت میوه سیب



شکل شمارهٔ ۲- اثر تیمارهای اعمال شده بر روی نسبت پتاسیم به کلسیم میوه در زمان برداشت

۷- توصیه و پیشنهاد:

همچنان‌که نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد محلول پاشی میوه به‌ویژه سیب با کلرور کلسیم در شرایط کمبود کلسیم حتی در خاکهای شدیداً آهکی به علت تحرک بسیار پایین آن در اندامهای گیاه و نیاز شدید میوه‌های در حال رشد به این عنصر باعث افزایش مقدار کلسیم میوه و سفتی بافت آن می‌شود. همچنین با مصرف کودهای پتاسیمی، رشد رویشی درختان سیب و عملکرد کمی و کیفی میوه افزایش می‌یابد، اما نسبت پتاسیم به کلسیم به حدی زیاد می‌شود که خاصیت انباری سیب را کاهش می‌دهد. از این رو برای افزایش طول عمر انباری سیب مخصوصاً هنگامی که کود پتاسیمی مصرف می‌شود محلول پاشی حداقل هشت مرحله کلرور کلسیم در فصل رشد یک ماه بعد از گلدهی کامل (زمان فندقی شدن میوه‌ها) و با فاصلهٔ زمانی دو هفته از هم با تأکید توصیه می‌شود و باید کاملاً در دستور کار باغداران و کشاورزان قرار گیرد. لازم است توضیح داده شود که عوامل مختلفی در جذب و انتقال کلسیم در داخل اندامهای گیاهان دخالت دارند به این دلیل در طول یک فصل رویشی نمی‌توان در زمینه اثر بخشی کلرور کلسیم در خصوصیات کیفی میوه- نظیر سفتی، غلظت کلسیم موجود در میوه و تغییرات نسبت پتاسیم به کلسیم به نتیجهٔ مطلوب دست یافت لذا انجام پژوهشهای بیشتر و دراز مدتی در این خصوص پیشنهاد می‌شود.

۸- قدردانی:

بدین وسیله از همکاری صمیمانه کلیهٔ همکاران و دست اندرکاران مؤسسهٔ تحقیقات خاک آب و بخش آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی تقدیر و تشکر می شود.

۹- مراجع :

۱- منوچهری، س. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹. ارزیابی نسبت پتاسیم به کلسیم در میوه سیب. شورایعالی کاربرد کودهای بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. نشریه فنی شماره ۲۰۵. تهران. ایران.

۲- طلایی، ع. ۱۳۷۷. فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله. ترجمه چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران شماره ۲۳۹۴. تهران. ایران.

۳- ملکوتی، م. ج. و طباطبایی، س. ج. ۱۳۷۷. ضرورت محلول پاشی کلرور کلسیم برای بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی و حل مشکل لهیدگی سیب در کشور. نشریه فنی شماره ۱۴. شورایعالی سیاستگذاری کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی. نشر آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. تهران. ایران.

۴- دولتی بانه، ح. و طاهری، م.۱۳۸۰. نقش کلسیم در افزایش مدت نگهداری و حفظ کیفیت میوه ها در سردخانه. ارومیه. ایران.

۵- شرایعی، ح.، شاه بیک، م. و رضائیان. س. ۱۳۸۱. اثر کلرور کلسیم به صورت محلول پاشی بر روی سفتی بافت و خصوصات کیفی میوه سیب قرمز لبنانی در خراسان. مجله تحقیقات مهندسی کشور. کرج. ایران.

۶- شهابی، ع. ا. و ملکوتی. م. ج. ۱۳۷۹. محلول پاشی کلسیم ضرورتی انکار ناپذیر برای بهبود خواص کیفی میوه های انباری در خاکهای آهکی کشور. نشریه فنی شماره ۱۳۶. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات. وزارت کشاورزی.کرج. ایران.

۷- علیپور، ز.، ابراهیمی، س.، شهابی، ع. ا. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۰. تازه های کلسیم، نقش کلسیم در ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی. نشریه فنی شماره ۲۶۵. شورایعالی کاربرد کودهای بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. کرج. ایران.

۸- ملکوتی، م. ج. و طباطبایی. س. ج. ۱۳۷۹. تازه های کلسیم (نقش کلسیم در بهبود خصوصیات کیفی میوه در خاکهای آهکی کشور). نشریه فنی شماره ۱۴۸. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات. وزارت کشاورزی. کرج. ایران.

9- Conway, W. S., Sams, C. E. and Hiekey, K. D. 2001. Pre and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effects on quality. (Abstract). International Symposium on Foliar Nutrition of Prennial Fruit Plants. ISHS. Meran. Italy.

10- Malakouti, M. J., and Souri, M. K. 2001. Effects of calcium applications on the color of apple juice in two varieties grown in the calcareous soils of Iran. (Abstracts). International Symposium on Foliar Nutrition Fruit Plants. ISHS. Meran. Italy.

11- Malakouti, M. J., Tabatabai, S. J. Shahabi, A. and Fallahi, E. 1999. Effects of calcium chloride on apple fruit quality of trees grown in calcareous soil. J. of Plant Nutri. 22 (9), 1451 - 1456.

12- Raese, J. T., Drake, S. R. and Staiff, D. C. 1999. Calcium sprays, time of harvest, and duration in cold storage affects fruit quality of d'Anjou pears in a critical year. J. of Plant Nutri. 22 (12), 1921 - 1929.

13- Siddiqui. S., and Baangerth, F. 1995. Effect of preharvest application of calcium of flesh firmness and cell wall composition on apples influence of fruit size. J. Hort. Sci. 70 (2): 263 - 269.

14- Saftner, A., and Conway, W. S. 1998. Effects of postharvest calcium chloride treatments on tissue water relations; Cell wall calcium levels and postharvest life of ' Golden Delicious' apples. J. Am. Soc. Hort. Sci. 123 (5), 893 - 897.

15- Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley and Sens, NewYork.

16-Fallahi, E., Conway, W. S. Hickey, K. D. and Carle, Sams, E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. Hort Sci. 32(5), 831-835.

17- Neilson, G. H., Meheriuk, M. and Moyls, A. L. 1985. Calcium concentration of Golden delicious apples as influenced by foliar sprays and trunk injection. Hort Sci. 20 (2), 232-233.

The Interactive Effects of Potassium and Calcium on the K/Ca and Quality of Apple Fruits (In Naghadeh)

M. R. Dilmaghani Hassanloui, M. Taheri and M. J. Malakouti

Potassium and calcium are two important nutrients determining fruit quality. In order to study of K/Ca ratio of fruits in firmness and storage shelf-life of fruits, an experiment carried out in RCBD on *Golden delicious* apple with 9 treatment in 5 replication in Naghadeh in 2001. The experimental treatments including: T_1= control, T_2 = T_1+ micronutrients, T_3= T_2+MOP (based on soil test), T_4 = T_3+ 4 times 0.5% $CaCl_2$ spray, T_5= T_3+ 8 times 0.5%$CaCl_2$ spray, T_6= T_2+MOP (50% above soil test), T_7 =T_6+ 4 times 0.5%$CaCl_2$ spray, T_8 =T_6+ 8 times 0.5%$CaCl_2$ spray, T_9=T_2+ K_2SO_4 (50% above soil test)+8 times 0.5% $CaCl_2$ spray.

The results showed that foliar applications of $CaCl_2$ solutions increased fruit firmness compared with fruits receiving high rates of potassium but no calcium. The greatest firmness was obtained with 8 times application of $CaCl_2$ solution. Treatment 6, which involved the application of potassium at 1.5 times the soil test but no foliar application of calcium chloride, resulted in the lowest firmness. There were no significant differences among the treatments with regard to pH, TA and TSS; However the fruit calcium contents were significantly different in treatments..

Fruits K/Ca ratio was 44 in control and increased about 58 in T_6. But in T_8 with optimal consumption of fertilizer and eight times $CaCl_2$ 0.5% spray, this ratio reduced to 20. The treatments did not affected on fruit firmness in 90 days after storage significantly. Therefore, in order to increase the calcium of fruits and to improve the fruit firmness 8 biweekly foliar applications of $CaCl_2$ (beginning 3 to 4 weeks after full bloom) is recommended.

Keywords: Calcium Chloride, Fruit Firmness, Golden Delicious, Potassium Chloride, Potassium/Calcium Ratia, Potassium Sulfate, Storage life.