

بررسی کیفیت رشدی و میوه سیب تحت کاربرد منابع کلسیمی و زمان‌های نمونه‌برداری و انبارمانی

یونس پوربیرامی^{۱*}، علی اکبر شکوهیان^۲، چنگیز دوستدارزنگیر^۳ و محمد حسن‌زاده^۴

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۲۷)

چکیده

تأثیر محلول‌پاشی آمینوکلرات کلسیم، نانوکلات کلسیم و نیترات کلسیم، زمان نمونه‌برداری و زمان انبارمانی روی شاخص‌های رشدی و کیفی میوه سیب در دو سال انجام شد. در سال اول، بیشترین مقادیر اسید آسکوربیک در آمینوکلرات ۱۰۰۰ و نانوکلات ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و انبارمانی اول، اسیدیته قابل تیتراسیون در آمینوکلرات ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و انبارمانی اول، سفتی میوه در آمینوکلرات ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و انبارمانی اول و دوم، طول میوه در تیمار شاهد، سطح برگ در آمینوکلرات ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و نمونه‌برداری دوم و سوم و شاخص کلروفیل در آمینوکلرات ۵۰۰ میلی گرم در لیتر و نمونه‌برداری دوم و سوم بدست آمد. در سال دوم، بیشترین مقادیر آسکوربیک اسید در آمینوکلرات ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و انبارمانی اول و دوم، اسیدیته قابل تیتراسیون در آمینوکلرات ۱۰۰۰ و انبارمانی اول، قند کل در نانوکلات ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر، آمینوکلرات و نیترات ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و انبارمانی سوم، سفتی میوه در آمینوکلرات ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و انبارمانی اول بدست آمد. بالاترین طول میوه در تیمار نیترات و آمینوکلرات ۱۰۰۰ و نانوکلات ۵۰۰ میلی گرم در لیتر، قطر میوه در نیترات ۱۰۰۰، آمینوکلرات ۱۰۰۰، نانوکلات ۵۰۰ میلی گرم در لیتر و وزن میوه در نیترات ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، آمینوکلرات کلسیم موثرتر از سایر منابع کودی کلسیم بود.

کلمات کلیدی: برداشت، تغذیه، خصوصیات فیزیولوژیکی، قابلیت ذخیره سازی، محلول‌پاشی برگ

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۴- استادیار گروه علوم گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

* پست الکترونیک: younes_ph62@uma.ac.ir

مقدمه

در محصولی مانند سیب، کمبود کلسیم در زمان رشد گیاه می‌تواند به نقایص و کمبودهای متعددی مانند بیماری لکه تلخ منجر شود که یکی از دلایل کاهش کیفیت محصول به حساب می‌آید. علاوه بر این، کمبود کلسیم می‌تواند بر روی خصوصیات انبارمانی سیب نیز تأثیر منفی بگذارد و این به نوبه خود می‌تواند عمر انباری محصول را کاهش داده و باعث هدر رفت هزینه‌های تولید این میوه گردد. مشکل کمبود کلسیم در تغذیه گیاهی، انتقال آن در داخل گیاه است. در این زمینه، تغذیه برگ‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به کم محلول بودن این عنصر مخصوصاً در خاک، تأثیر استفاده از کودهای کلسیمی از راه برگ بیشتر آشکار می‌گردد. با تغذیه برگ‌ها می‌توان عناصر غذایی را مستقیماً در اختیار شاخه، برگ و یا میوه قرار داد (روبینسون^۱ و همکاران، ۲۰۰۳). در این راستا کودهای کلسیمی که این عنصر غذایی را در مقیاس نانو و با آبشویی کم (ویل^۲ و برادی، ۲۰۱۷) در اختیار گیاه قرار می‌دهند از اهمیت برخوردارند. کودهای کلسیمی کلاته با ترکیبات آلی مثل اسیدهای آمینه (آمینوکلات کلسیم) می‌توانند در کنار کلسیم، ازت را در اختیار گیاه قرار داده و باعث فعال‌سازی برخی آنزیم‌های گیاهی گردند و در کنار کودهای رایج کلسیمی مانند نیترات کلسیم، معرفی شده‌اند. کلسیم نقش مهمی در کیفیت میوه سیب دارد. از مهمترین این خصوصیات اسیدیته میوه و میزان قندهای کل میوه می‌باشد. کونوی^۳ و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که کمبود کلسیم در مراحل خاصی که گیاه نیاز بیشتری به آن دارد، می‌تواند موجب کاهش غلظت مواد جامد محلول گردد. نیز مشاهده شده که کاربرد کربنات کلسیم باعث افزایش ویتامین ث میوه نارنگی می‌شود (زمان^۴ و همکاران، ۲۰۱۹). شیری^۵ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که با مصرف کلرید کلسیم، میزان مواد جامد محلول و نیز اسیدیته قابل تیتراسیون را در کیوی می‌توان افزایش داد. در تحقیق دیگری ووجیک و بوروویک^۶ (۲۰۱۳) مشاهده کردند که در تیمار نیترات کلسیم و کلرید کلسیم بر درخت سیب، محتوای اسیدهای آلی و مواد جامد محلول بیشتری در میوه نسبت به تیمار شاهد ایجاد شد. همچنین آزادی‌پوگر و

قرقانی (۱۳۹۵) گزارش نمودند که محلول‌پاشی کود کلسیمی باعث افزایش سفتی، اسیدیته و میزان آسکوربیک اسید میوه سیب گردید. همچنین عزیزی و همکاران (۱۳۹۸) مشاهده نمودند که با محلول‌پاشی کود کلسیمی بر روی درخت گلابی، سفتی میوه، کل مواد جامد محلول و اسیدیته کل میوه افزایش یافت.

گزارش شده که تیمار کلرید کلسیم، سفتی بافت میوه سیب را به طور معنی‌داری در مقایسه با گیاهان شاهد، افزایش می‌دهد (سپهوند و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج مشابهی نیز توسط کونوی و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده که نشان می‌دهد کمبود کلسیم در مراحل خاصی که درخت سیب نیاز بیشتری به آن دارد، سبب مشبک شدن پوست میوه می‌شود. همچنین بررسی‌های آشوری^۷ و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که کاربرد کلسیم موجب افزایش عمر انبارداری و افزایش کیفیت میوه سیب می‌شود. فلاحی و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که میزان کلسیم موجود در میوه با کیفیت آن رابطه دارد بطوری که تغییرات سلولی میوه و نرم‌شدگی، حداقل با ۶۰ درصد کلسیم موجود در ساختار گیاه در ارتباط است. آنها ذکر کردند که این عنصر در محصولاتی که نیاز به انبارداری دارند مثل سیب و گلابی باعث افزایش عمر نگهداری میوه می‌شود. همچنین بیان شده که کلسیم با کاهش تنفس و کاهش تولید اتیلن از رسیدن و نرمی میوه جلوگیری می‌کند (روزنبرگر^۸ و همکاران، ۲۰۰۴).

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای کلسیمی از چند منبع مختلف و نیز زمان‌های نمونه‌برداری بر روی برخی صفات کیفی سیب رقم گرانی اسمیت بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در استان اردبیل، پارس‌آباد مغان، مجتمع باغات میوه شرکت سهامی کشت و صنعت و دامپروری مغان طی سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به صورت محلول‌پاشی سه مرتبه از اول خرداد با فواصل ۲۱ روز انجام شد. تیمارهای کلسیمی (شرکت آریا کشاورز): T1 شاهد، T2 نانوکلات ۵۰۰ گرم کلسیم در هزار لیتر، T3 نانوکلات

5. Shiri
6. Wojcik and Borowik
7. Ashoori
8. Rosenberger

1. Robinson
2. Weil and Brady
3. Conway
4. Zaman

دمای اتاق و تاریکی، جذب عصاره در طول موج ۷۶۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید. از گالیک اسید به عنوان استاندارد استفاده شد.

سفتی بافت میوه

به وسیله دستگاه سفتی‌سنج اندازه‌گیری و به صورت کیلوگرم بر سانتی‌متر بیان شد.

قطر، طول و وزن میوه

از میوه‌های درختان تیمار شده و به صورت تصادفی اندازه‌گیری و به ترتیب به سانتی‌متر، سانتی‌متر و گرم بیان گردید.

سطح برگ

به وسیله دستگاه سطح‌سنج مدل دلتانی، اندازه‌گیری شد. بدین منظور، تعدادی برگ به صورت تصادفی از هر شاخه انتخاب و سطح برگ‌های آنها اندازه‌گیری و به سانتی‌متر مربع بیان گردید.

شاخص کلروفیل برگ

از دستگاه کلروفیل‌متر دستی SPAD-502 (مینولتا، ژاپن) بدون تخریب بافت‌های گیاهی استفاده شد. بدین منظور بطور متوسط ۹ برگ انتخاب و از نقطه میانی آن، میزان کلروفیل برگ تخمین زده شد.

طول رشد شاخه‌های سال جاری

شاخه‌هایی از یک موقعیت با شرایط تقریبی مشابه و به تعداد ۹ عدد از هر درخت انتخاب و میانگین طول آنها به سانتی‌متر گزارش شد.

تجزیه آماری

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS v.23 تجزیه شده و مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد صورت گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از سال اول و دوم برای صفات مورد مطالعه در جداول ۱ تا ۴ نشان داده شده است.

آسکوربیک اسید (ویتامین ث) میوه

تأثیر تیمارهای مختلف و زمان نمونه‌برداری در هر دو سال بر این شاخص در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱و۲). بیشترین مقدار صفت در سال اول در آمینوکلات

۱۰۰۰ گرم کلسیم در هزار لیتر، T4 آمینوکلات ۵۰۰ گرم کلسیم در هزار لیتر، T5 آمینوکلات ۱۰۰۰ گرم کلسیم در هزار لیتر، T6 نیترات کلسیم ۵۰۰ گرم کلسیم در هزار لیتر، T7 نیترات کلسیم ۱۰۰۰ گرم کلسیم در هزار لیتر بود. قبل از برداشت در ۳ مرحله، هر بار ۷ روز پس از محلول‌پاشی بوسیله سمپاش پشتی بر روی ۵ درخت در هر تکرار تا جایی که کل شاخه و برگ‌ها کاملاً خیس شوند، اقدام به نمونه برداری جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیولوژیکی (سطح برگ، کلروفیل برگ و طول رشد شاخه سال جاری) شد. پس از برداشت نیز میوه‌ها در سه نوبت: روز اول و بقیه به فاصله ۳۰ روز از یکدیگر (انبارمانی) جهت اندازه‌گیری صفات ذیل، نمونه‌برداری شدند:

آسکوربیک اسید (ویتامین ث) (AAs) میوه

توسط روش فلاحی و همکاران (۱۳۹۲) اندازه‌گیری شد.

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) میوه

توسط روش آیالا-زاوالا^۱ (۲۰۰۷) اندازه‌گیری شد.

pH میوه

از دستگاه پتانسیومتر مدل Metrohm ساخت سوئیس استفاده شد. برای این منظور ابتدا ۱۰ گرم گوشت له شده میوه با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس عصاره میوه درون یک استوانه ریخته تا الکتروود دستگاه در تماس مستقیم با آن باشد و سپس عدد دستگاه قرائت گردید.

مواد جامد محلول (TSS) میوه

از دستگاه رفاک‌تومتر دستی ساخت فرانسه (۰ تا ۳۰ درجه بریکس) در دمای آزمایشگاه استفاده شد. ابتدا دستگاه با آب دیونیزه کالیبره گردیده و سپس چند قطره از آب میوه بر روی صفحه شیشه‌ای دستگاه ریخته شده و سپس در مقابل نور از عدسی چشمی دستگاه از روی صفحه مدرج، میزان مواد جامد محلول برحسب درجه بریکس قرائت گردید.

قند کل (TS)

یکصد میکرولیتر از عصاره استخراج شده میوه با اتانول: استون (۷/۷ v/v) با آب مقطر به حجم ۸ میلی‌متر رسانده شده و به آن ۵۰۰ میکرولیتر فولین (۱:۱ با آب) اضافه شد، پس از یک دقیقه ۱۵۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم (۲۰g/۱۰۰ml) افزوده شد و پس از ۲ ساعت نگهداری در

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس سال اول تأثیر تیمارهای آزمایش بر آسکوربیک اسید، اسیدیته کل، pH، مواد جامد محلول، قند کل

منابع تغییر					
df	AAs	TA	pH	TSS	TS
(میلی گرم بر صد میلی لیتر)	(گرم سیتریک اسید بر صد گرم)			(بریکس)	(میلی گرم بر گرم)
۶	۳/۵۰**	۶/۱۴**	۰/۲۶**	۱/۱۱**	۰/۱۶ ^{ns}
۲	۱۰/۶۶**	۳/۹۲*	۰/۲۲**	۱۳/۸۷**	۰/۰۹ ^{ns}
۱۲	۰/۲۶ ^{ns}	۰/۶۱ ^{ns}	۰/۰۲۲ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
۲	۰/۳۰ ^{ns}	۸/۴۳**	۰/۲۱**	۰/۸ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}
۴۰	۰/۵۶	۱/۲۹	۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۱۱
۶۲					
کل					

**معنی دار در سطح احتمال یک درصد، *معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، ^{ns} غیرمعنی دار

ادامه جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس سال اول تأثیر تیمارهای آزمایش بر قطر، طول، وزن و سفتی میوه

منابع تغییر					
df	قطر میوه	طول میوه	وزن میوه	سفتی	
(سانتی متر)	(سانتی متر)	(سانتی متر)	(گرم)	(کیلوگرم بر سانتی متر)	
۶	۰/۸۴ ^{ns}	۱/۱۱**	۷۳۰/۷ ^{ns}	۱۰۲۴/۳۷**	محللول پاشی
۲	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}	۶۰/۵۲ ^{ns}	۱۱۴۲/۱۰**	زمان نمونه برداری
۱۲	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۱/۳۴ ^{ns}	۷۱/۷۴ ^{ns}	زمان × محللول پاشی
۲	۱/۰۲ ^{ns}	۰/۵۳ ^{ns}	۸۰۱/۱۰ ^{ns}	۴۱۹/۴۷**	بلوک
۴۰	۰/۸۱	۰/۲۹	۱۵۱۵/۵۳	۸۳/۴۶	خطا
۶۲					کل

**معنی دار در سطح احتمال یک درصد، *معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، ^{ns} غیرمعنی دار

۱۰۰۰ و نانوکلات ۱۰۰۰ (به ترتیب ۱۴/۵۷ و ۱۴/۳۳ میلی گرم بر ۱۰۰ میلی لیتر) و کمترین مقدار آن در نیترات ۵۰۰ مشاهده شد. در سال دوم بیشترین مقدار در آمینوکلات ۱۰۰۰ (۱۳/۰۲ میلی گرم بر ۱۰۰ میلی لیتر) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد. در هر دو سال، سطح ۱۰۰۰ کلسیم، آسکوربیک اسید بیشتری نسبت به سطح ۵۰۰ کلسیم در هر سه نوع کود داشت. در هر دو سال، مقدار صفت با افزایش زمان نمونه برداری کاهش یافت. در سال اول، زمان اول بیشترین و زمان سوم

کمترین مقدار صفت را داشت در حالیکه در سال دوم، زمان اول و دوم نمونه برداری بیشترین و زمان سوم نمونه برداری کمترین میزان را داشت (شکل ۱a,b). مشخص شده که کاربرد کلسیم کلرید با محتوای مونوهیدرو آسکوربات ردوکتاز ارتباط دارد و بدین گونه سبب افزایش مقدار آسکوربیک اسید می گردد (دوی^۱ و همکاران، ۲۰۱۸؛ جیمز^۲ و همکاران، ۲۰۰۲). رابطه کلسیم با محتوای آسکوربیک اسید به میزان کمی مورد مطالعه قرار گرفته است. در یکی از این مطالعات مشخص

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس سال دوم تأثیر تیمارهای آزمایش بر آسکوربیک اسید، اسیدیته کل، pH، مواد جامد محلول، قند کل

منابع تغییر					
df	AAs	TA	pH	TSS	TS
(میلی گرم بر صد میلی لیتر)	(گرم سیتریک اسید بر صد گرم)			(بریکس)	(میلی گرم بر گرم)
۶	۱/۸**	۴/۰۱**	۰/۰۳**	۱/۳۱**	۰/۴۵**
۲	۱۴/۶۶**	۱۸/۷۷**	۰/۱۲**	۳/۰۲**	۰/۲۵**
۱۲	۰/۳۲ ^{ns}	۰/۶۳ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
۲	۰/۰۱ ^{ns}	۱/۷۷ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۳۵ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}
۴۰	۰/۳۲	۰/۹۰	۰/۰۱	۰/۴۰	۰/۰۲
۶۲					
کل					

**معنی دار در سطح احتمال یک درصد، *معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، ^{ns} غیرمعنی دار

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس سال دوم تأثیر تیمارهای آزمایش بر قطر، طول، وزن و سفتی میوه

منابع تغییر	df	قطر میوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	وزن میوه (گرم)	سفتی (کیلوگرم بر سانتی‌متر)
محلول‌پاشی	۶	۲/۶۳ **	۲/۵۲ **	۳۱۰/۷/۴ **	۹۶۶/۱۵ **
زمان نمونه‌برداری	۲	۰/۸۰ ns	۰/۷۴ ns	۵۵/۳ ns	۲۰۳۷/۶ **
زمان × محلول‌پاشی	۱۲	۰/۰۳ ns	۰/۰۴ ns	۰/۳۵ ns	۸۱/۸۴ ns
بلوک	۲	۰/۹۶ *	۰/۸۳ *	۵۱۰/۳۳ *	۲۳/۸۶ ns
خطا	۴۰	۰/۲۴	۰/۲۷	۱۵۷/۰۸	۶۲/۷۴
کل	۶۲				

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns غیرمعنی‌دار

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس سال اول تأثیر تیمارهای آزمایش بر سطح برگ، کلروفیل برگ و طول رشد شاخه سال جاری

منابع تغییر	df	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	شاخص کلروفیل برگ (SPAD)	طول رشد شاخه (سانتی‌متر)
محلول‌پاشی	۶	۳۶/۵۹ **	۱۶/۸۳ *	۲۸/۵۹ **
زمان نمونه‌برداری	۲	۷۶/۷۳ **	۴۴/۴۸ **	۶۹/۱۳ **
زمان × محلول‌پاشی	۱۲	۱۱/۶۳ ns	۳/۸۲ ns	۲/۳۶ ns
بلوک	۲	۳۵/۴۱ **	۳/۵۵ ns	۳۲/۳۸ **
خطا	۴۰	۱۱/۱۹	۵/۹۸	۶/۴۸
کل	۶۲			

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns غیرمعنی‌دار

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس سال دوم تأثیر تیمارهای آزمایش بر سطح برگ، کلروفیل برگ و طول رشد شاخه سال جاری

منابع تغییر	df	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	شاخص کلروفیل برگ (SPAD)	طول رشد شاخه (سانتی‌متر)
محلول‌پاشی	۶	۲۸/۱۵ **	۱۸/۴۴ **	۲۷/۳۷ **
زمان نمونه‌برداری	۲	۱۷۱/۱۸ **	۲۰/۹۵ *	۴۴۲/۳۸ **
زمان × محلول‌پاشی	۱۲	۶/۵۹ ns	۳/۱۷ ns	۶/۸۷ ns
بلوک	۲	۳۹/۶۷ **	۲/۶۱ ns	۴۱/۴۴ **
خطا	۴۰	۷/۴۶	۴/۶۹	۶/۰۲
کل	۶۲			

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns غیرمعنی‌دار

شده که پیش‌ساز آسکوربیک اسید بنام دی‌هیدرو آسکوربات می‌تواند در داخل سلول به اگزالات تبدیل شده و بدین وسیله مقدمات تبدیل کلسیم به اگسالات کلسیم را فراهم نماید (اسمیرنوف^۱، ۱۹۹۶). این امر منجر به کاهش میزان کلسیم آزاد سلولی می‌گردد و بنظر می‌رسد افزایش میزان کلسیم، می‌تواند جایگزین کلسیم مصرف شده گردد و چون بعید بنظر می‌رسد سلول گیاهی همه آسکوربات تولیدی خود را صرف تولید اگسالات کلسیم

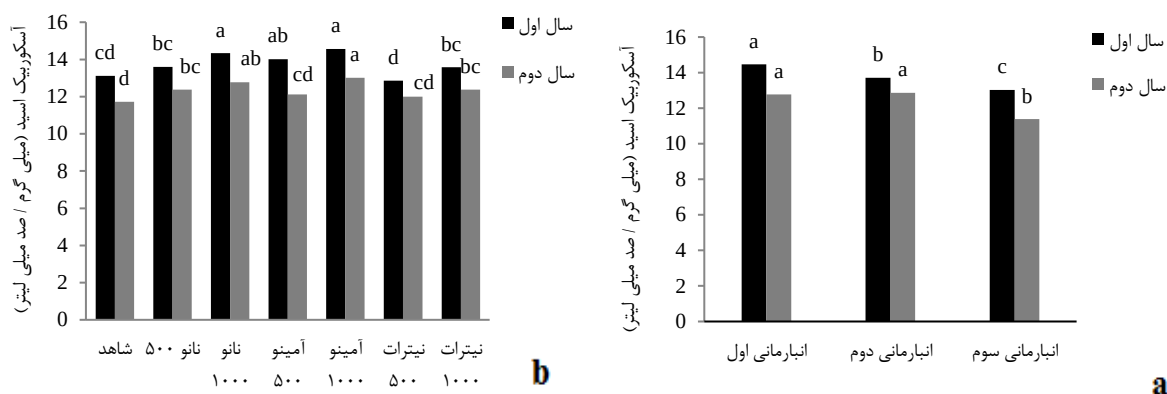
نماید، لذا افزایش میزان کلسیم بطور غیرمستقیم می‌تواند سطح آسکوربیک اسید را در حد اپتیمم نگه دارد. زمان انبارمانی نیز از اهمیت ویژه‌ای در حفظ آسکوربیک اسید موجود دارد. علی^۲ و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که با افزایش زمان انبارداری، میزان آسکوربیک اسید میوه سیب کاهش یافت که با نتایج ما موافق است.

اسیدیته قابل تیتراسیون (کل) میوه

در سال اول، تأثیر تیمارهای کلسیمی در سطح یک درصد

1. Smirnoff

2. Ali



شکل ۱- تأثیر زمان‌های نمونه‌برداری (a) و تیمارهای کلسیمی (b) بر محتوای آسکوربیک اسید میوه در سال‌های اول و دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

pH میوه

در هر دو سال، تیمارهای مختلف و زمان نمونه‌برداری در سطح یک درصد بر شاخص pH میوه معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲). در سال اول، شاخص pH در تیمارهای شاهد (۳/۵۱) و نیز نیترات ۵۰۰ و نانو ۵۰۰ بیشترین و در تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ کمترین مقدار را داشت. در سال دوم نیز بطرز مشابهی همین روند به میزان ۳/۳۸ دیده شد (شکل ۳b). با افزایش زمان نگهداری، مقدار pH در میوه افزایش یافت بطوریکه در سال اول، زمان سوم و دوم و در سال دوم، زمان سوم اندازه‌گیری بیشترین مقدار pH را ایجاد نمود (شکل ۳a). در استفاده از کود آمینوکلات، بیشترین کاهش pH گزارش شده است (روبینسون و همکاران، ۲۰۰۳) که در توافق با یافته‌های ما می‌باشد. همانطور که در شکل ۳ دیده می‌شود، وجود گلیسین در منبع آمینوکلات کلسیم که علاوه بر نقش محافظتی (ساکاموتو و موراتا، ۲۰۰۲) در گیاهان (مانند آسکوربیک اسید)، سبب کاهش نیاز گیاهان به کود (شوشتری و همکاران، ۲۰۲۰) می‌گردد، باعث افزایش اسیدیته کل شده و بالطبع، کمترین کاهش pH را شاهد هستیم. کاهش اسیدیته میوه و در نتیجه افزایش pH در اثر افزایش زمان نمونه‌برداری را می‌توان به احیای فعالیت پلی گالاکتورناز (مارشور، ۲۰۰۲) نسبت داد.

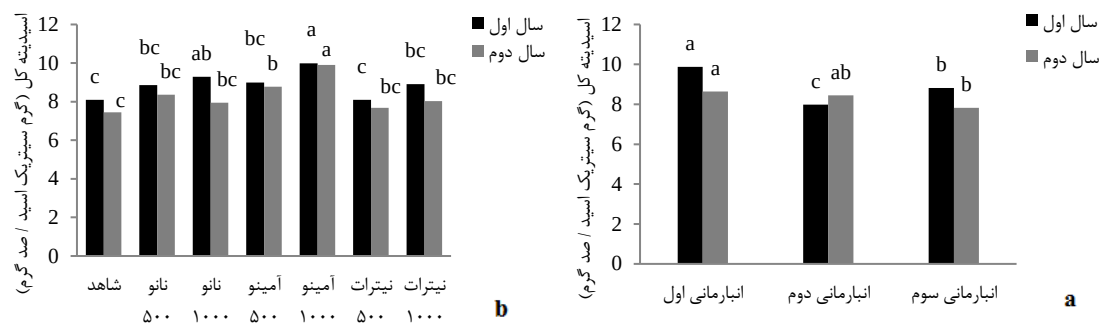
مواد جامد محلول (TSS)

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف و زمان‌های نمونه برداری در هر دو سال در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری

و زمان نمونه‌برداری در سطح پنج درصد (جدول ۱) و در سال دوم، تأثیر تیمارهای کلسیمی و زمان نمونه‌برداری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در سال اول، اسیدیته کل در میوه بیشترین مقدارش (۹/۹ گرم سیتریک اسید بر ۱۰۰ گرم) در تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. در سال دوم بیشترین مقدار (۹/۹ گرم سیتریک اسید بر ۱۰۰ گرم) در تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ و کمترین آن در تیمارهای نیترات ۵۰۰ و شاهد مشاهده شد. در هر دو سال با افزایش مقدار مصرفی کلسیم، مقدار صفت افزایش داشت (شکل ۲b). با تأخیر در نمونه برداری، مقدار اسیدیته کل کاهش معنی‌داری داشت بطوریکه در سال اول، زمان سوم کمترین و زمان اول بیشترین مقدار را داشت. در سال دوم، زمان دوم کمترین و زمان اول بیشترین مقدار صفت را داشت (شکل ۲a). کوچای^۱ و همکاران (۲۰۱۸) با کاربرد کلسیم نیترات در سیب، افزایش اسیدیته میوه را گزارش نمودند که با نتایج ما موافق است. البته گزارشی مبنی بر عدم افزایش اسیدیته کل میوه در اثر کاربرد کلسیم نیترات نیز ذکر شده است (مورتیک^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). افزایش اسیدیته کل در اثر کاربرد کلسیم به کاهش تولید اتیلن توسط این عنصر و لذا به جلوگیری از تجزیه اسیدهای آلی نسبت داده شده است (سافتنر^۳ و همکاران، ۲۰۰۳)، اما زمانی که به انبارمانی توجه کنیم، بدلیل فرازگرا بودن سیب، اسیدهای آلی موجود در میوه در معرض تنفس رسیدگی قرار گرفته و مقادیر آنها رفته رفته کاهش می‌یابد (مارشور^۴، ۲۰۰۲).

4. Marschner
5. Sakamoto and Murata
6. Shooshtari

1. Kuchay
2. Murtic
3. Saftner



شکل ۲- تأثیر زمان‌های نمونه‌برداری (a) و تیمارهای کلسیمی (b) بر اسیدیته کل میوه در سال اول و دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

مواد جامد محلول در اثر افزایش نمونه‌برداری به احتمال زیاد در اثر تجزیه مواد فتوسنتزی در اثر تنفس و تبدیل آنها به حالت محلول می‌باشد.

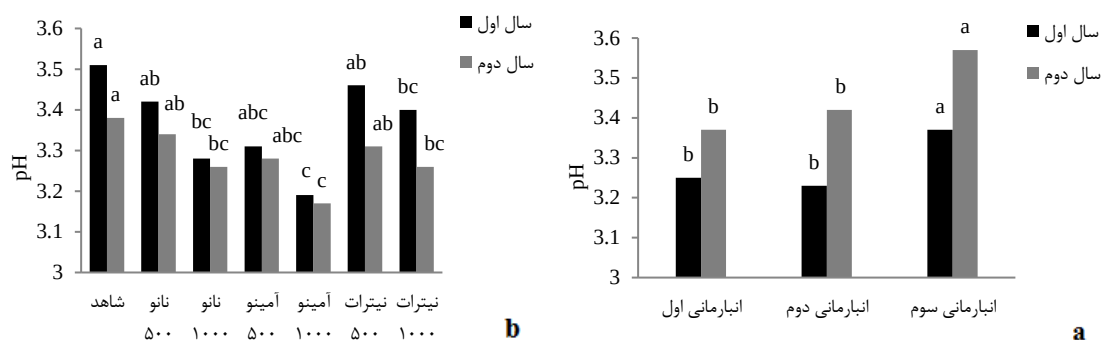
قندکل

نتایج داده‌ها نشان داد تیمارهای کلسیمی و زمان نمونه برداری در سال دوم، در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). قندکل در تیمارهای نانوکلات ۵۰۰، نانوکلات ۱۰۰۰، آمینوکلات ۱۰۰۰ و نیترات ۱۰۰۰ (به‌ترتیب ۱/۷۱، ۱/۷۳، ۱/۷۷ و ۱/۷۲ میلی‌گرم بر گرم) بیشترین و در تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت. در زمان نمونه برداری سوم، مقدار قندکل در میوه افزایش یافت (شکل ۵). گزارش شده که افزایش نیتروژن و کلسیم موجب افزایش قند کل می‌شود (آشوری و همکاران، ۲۰۱۳). بعنوان مثال، مشاهده شده که محلول‌پاشی شاخه‌های گیلان با کود کلسیمی باعث افزایش میزان ساکارز میوه گردید (میخاییلیدز^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). در تحقیق حاضر، آمینوکلات کلسیم و نیترات کلسیم با توجه به داشتن نیتروژن (علاوه بر کلسیم)، مقدار قندکل بیشتری را ایجاد کردند. افزایش میزان قند در اثر افزایش زمان نمونه برداری به هیدرولیز نشاسته میوه نسبت داده شده است (ژانگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۷).

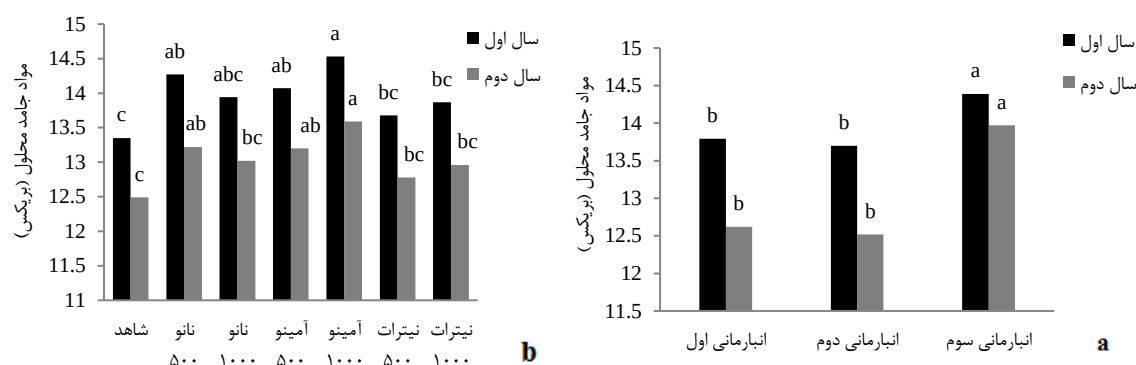
سفتی بافت میوه

نتایج داده‌های سال اول نشان داد تیمارهای مختلف و زمان انبارمانی در سطح یک درصد بر سفتی میوه معنی‌دار بود (ادامه جدول ۱). در تیمار آمینوکلات ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بیشترین و در تیمار شاهد، کمترین مقدار این صفت دیده شد. تیمار نانوکلات ۱۰۰۰ بعد از آمینوکلات‌ها بیشترین

در شاخص مواد جامد محلول داشتند (جدول ۱ و ۲). نتایج نشان داد در سال اول (۱۴/۵۳ بریکس) و دوم (۱۳/۵۹ بریکس) بیشترین مقادیر این صفت را در تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ ایجاد کردند و تیمار شاهد کمترین مقدار را داشتند و با افزایش سطح کلسیم، مواد جامد محلول به جز در تیمار نانوکلات در بقیه کودهای کلسیمی، افزایش یافت (شکل ۴b). با افزایش زمان نمونه برداری، مقدار مواد جامد محلول افزایش یافت بطوریکه در سال اول، زمان سوم نمونه‌برداری بیشترین و زمان اول نمونه برداری کمترین مقدار مواد جامد محلول را داشت. در سال دوم، زمان سوم نمونه‌برداری بیشترین و زمان اول و دوم نمونه‌برداری کمترین مقدار مواد جامد محلول را داشت (شکل ۴a). کلسیم در آوند آبکش غیرمتحرک است و کمبود آن در مراحل خاصی که گیاه نیاز بیشتری به آن دارد، موجب کاهش غلظت مواد جامد محلول می‌شود (روبینسون و همکاران، ۲۰۰۳). زیاد بودن مواد جامد محلول در تیمارهای کلسیمی می‌تواند به علت جذب بیشتر کلسیم نسبت به تیمار شاهد باشد. پذیرفته شده که در کودهای به فرم کلات و یا نانو، جذب عنصر غذایی بالاست و نتیجه این مورد در سال اول در تیمارهای نانو کلات و آمینوکلات کلسیم دیده می‌شود. همانطور که در قسمت pH ذکر شد، اسیدآمینو گلايسين می‌تواند باعث کاهش مصرف عناصر غذایی گردد بدون اینکه باعث کاهش در سنتز آسیمیلات‌ها گردد. مصداق این مورد در تیمار آمینوکلات کلسیم قابل مشاهده است. کوچای و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که کاربرد کلسیم باعث افزایش TSS گردید که با نتایج ما در توافق است. افزایش میزان



شکل ۳- تأثیر زمان‌های نمونه‌برداری (a) و تیمارهای کلسیمی (b) بر pH در سال اول و دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



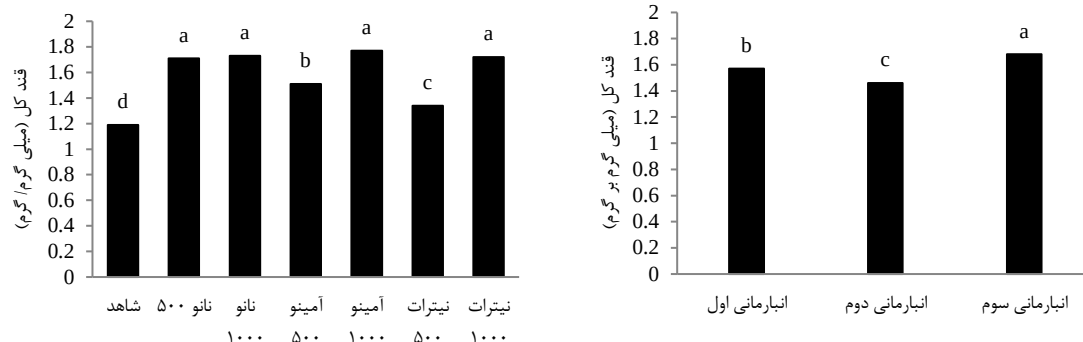
شکل ۴- تأثیر زمان‌های انبارمانی (a) و تیمارهای کلسیمی (b) بر مواد جامد محلول در سال‌های اول و دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

و همکاران، ۱۹۹۵).

قطر، طول و وزن میوه

نتایج داده‌های سال اول نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف در سطح یک درصد تنها بر طول میوه تأثیر معنی دار داشتند (ادامه جدول ۱). تیمارهای شاهد بیشترین (۶/۰۴) و نیترات ۵۰۰ (۵/۰۳) کمترین طول میوه را داشتند (شکل ۷). زمان نمونه‌برداری (انبارمانی) بر طول میوه معنی‌دار نبود. نتایج داده‌های سال دوم نشان داد که تیمارهای مختلف در سطح یک درصد بر طول میوه تأثیر معنی‌دار داشتند (ادامه جدول ۲). نتایج نشان داد تیمارهای نیترات ۱۰۰۰ (۶/۲۰)، آمینوکلات ۱۰۰۰ (۵/۹۵) و نانوکلات ۵۰۰ (۶/۱۷) بیشترین و تیمارهای نیترات ۵۰۰ (۴/۹۹) و شاهد (۴/۹۸) کمترین طول میوه را داشتند (شکل ۷). نتایج داده‌های سال دوم نشان داد که تیمارهای مختلف در سطح یک درصد بر قطر میوه تأثیر معنی‌دار داشتند (ادامه جدول ۲). تیمارهای نیترات ۱۰۰۰ (۶/۵۴)،

مقدار سفتی میوه را داشت (شکل ۶b). با افزایش زمان انبارمانی، مقدار سفتی در میوه سیب کاهش یافت و زمان سوم، کمترین مقدار سفتی را ایجاد نمود (شکل ۶a). همچنین نتایج داده‌های سال دوم نشان داد تیمارهای مختلف و زمان انبارمانی در سطح یک درصد بر شاخص سفتی میوه معنی‌دار بود (ادامه جدول ۲). شاخص سفتی در تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ بیشترین و در تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت. با افزایش زمان نگهداری مقدار سفتی در میوه سیب کاهش یافت و زمان سوم، کمترین مقدار سفتی را داشت (شکل ۱۰a). کلسیم به‌صورت پکتات کلسیم در دیواره سلولی گیاهان وجود داشته در تقسیم سلولی و حفظ استحکام سلول و نفوذپذیری غشا مؤثر است. نقش کلسیم در کیفیت انباری را نمی‌توان با سایر عوامل دخیل در این امر جایگزین نمود. کلسیم باعث کاهش سرعت پیری، نگهداری و ثبات غشا و طولانی کردن ظرفیت غشا در انتقال سیگنال‌های سلولی می‌شود (براون^۱



شکل ۵- تأثیر زمان‌های نمونه‌برداری و تیمارهای کلسمی بر قند کل در سال دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

داشتند (شکل ۱۰b).

با افزایش زمان نمونه‌برداری، سطح برگ نیز افزایش یافت. در سال اول، زمان سوم (۳۸/۵۳) و دوم نمونه‌برداری (۳۸/۷۸) بیشترین و زمان اول نمونه‌برداری، کمترین (۳۵/۳۵) مقدار سطح برگ و در سال دوم، زمان نمونه‌برداری سوم (۴۴/۴۸) و نمونه‌برداری دوم (۴۳/۵۱) بیشترین و زمان نمونه‌برداری اول، کمترین (۳۹/۱۲) مقدار سطح برگ را داشت (شکل ۱۰a).

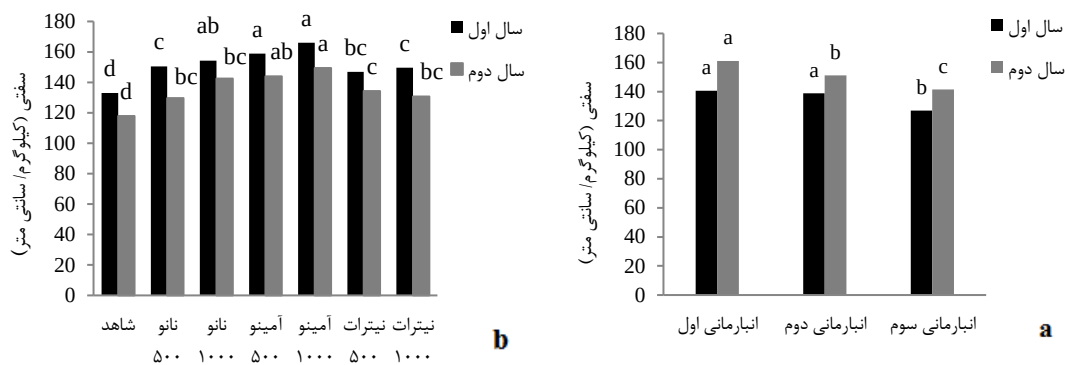
تولید ماده خشک به میزان زیادی توسط دو عامل اصلی سطح برگ و فتوسنتز در هر واحد سطح برگ کنترل می‌شود و با افزایش این دو عامل رشد و عملکرد گیاه بیشتر می‌شود (بازنیزگر^۱ و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به اینکه منطقه مغان از لحاظ دمایی، نسبتاً شرایط گرمی دارد و تیمار آمینواسیدی از نوع آمینواسید گلیسین بتایین بود، احتمالاً در شرایط تنش دمایی باعث واکنش بهتر درخت شده است. گلیسین‌بتایین موجب حفاظت از دستگاه فتوسنتزی، القاء ژن‌های خاصی که محصولات آنها در مقاومت به تنش درگیر هستند، کاهش سطوح ROS تحت تنش و تنظیم فعالیت پروتئین‌های کانال یونی به طور مستقیم یا از طریق حفاظت از غشای پلاسمایی می‌شود (چن و موراتا^۲، ۲۰۰۸). در بسیاری از گیاهان، انباشت طبیعی گلیسین‌بتایین کمتر از مقدار کافی برای مقابله با اثرات نامطلوب تنش محیطی است. بنابراین استعمال خارجی گلیسین‌بتایین ممکن است اثرات نامطلوب تنش‌های محیطی کاهش دهد. استعمال خارجی گلیسین‌بتایین می‌تواند سریع از طریق برگ جذب شده و به سایر اندام‌ها انتقال می‌یابد و به بهبود مقاومت به تنش

آمینوکلات ۱۰۰۰ (۶/۳۲) و نانوکلات ۵۰۰ (۶/۵۴) بیشترین و تیمارهای نیترات ۵۰۰ (۵/۳۴) و شاهد (۵/۳۲) کمترین قطر میوه را داشتند (شکل ۸). همچنین نتایج سال دوم نشان داد که فقط تأثیر تیمارهای آزمایشی در سطح یک درصد بر روی وزن میوه معنی‌دار شد (ادامه جدول ۲). نتایج نشان داد تیمار نیترات ۱۰۰۰ بیشترین (۱۲۲/۱۳) و تیمارهای نیترات ۵۰۰ (۷۴/۹۵)، آمینوکلات ۵۰۰ (۸۰/۴۷)، نانوکلات ۱۰۰۰ و شاهد (۷۸/۱۸) کمترین وزن میوه را داشتند (شکل ۹).

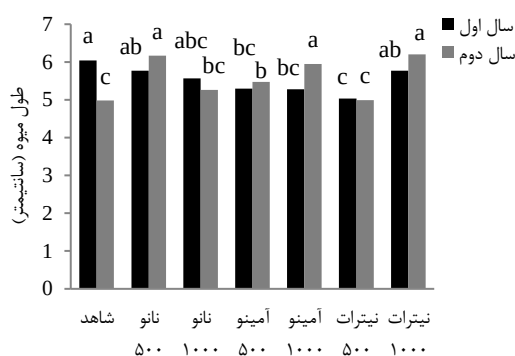
طول، قطر و وزن میوه به عوامل متعددی بستگی دارد. مشخص است که با افزایش تعداد میوه بدلیل عدم توزیع مناسب مواد فتوسنتزی به بخش‌های مختلف گیاه، امکان کاهش سایز میوه وجود دارد. تیمارهای نیترات ۱۰۰۰، آمینوکلات ۱۰۰۰ و نانوکلات ۵۰۰ با توجه به فراهم نمودن عناصر تغذیه‌ای، موجب افزایش خصوصیات سایز میوه شد. دلیل کم بودن شاخص‌های سایز در نانوکلات ۱۰۰۰ می‌تواند تعداد میوه بیشتر در این تیمار باشد و دلیل زیاد بودن شاخص‌های سایز در نانوکلات ۵۰۰ نیز می‌تواند بدلیل تعداد میوه‌های کم این تیمار باشد.

سطح برگ

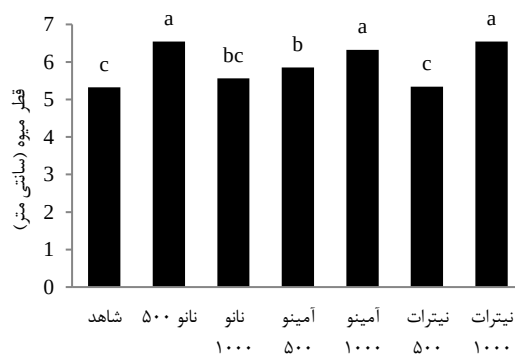
نتایج داده‌ها در هر دو سال نشان داد تیمارهای مختلف و زمان نمونه‌برداری تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر سطح برگ درخت سیب داشتند (جدول ۳ و ۴). در سال اول، تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ (۴۰/۰۴) بیشترین و تیمار نیترات ۵۰۰ (۳۴/۱۸) کمترین مقدار سطح برگ و در سال دوم، تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ (۴۴/۶۱) بیشترین و تیمار نانوکلات ۵۰۰ (۳۹/۴۵) کمترین مقدار سطح برگ را



شکل ۶- تأثیر زمان‌های انبارمانی (a) و تیمارهای کلسیمی (b) بر سفتی میوه در سال‌های اول و دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



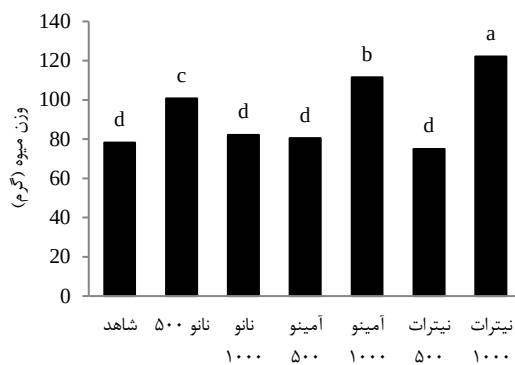
شکل ۷- تأثیر تیمارهای کلسیمی در سال اول و دوم بر طول میوه. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



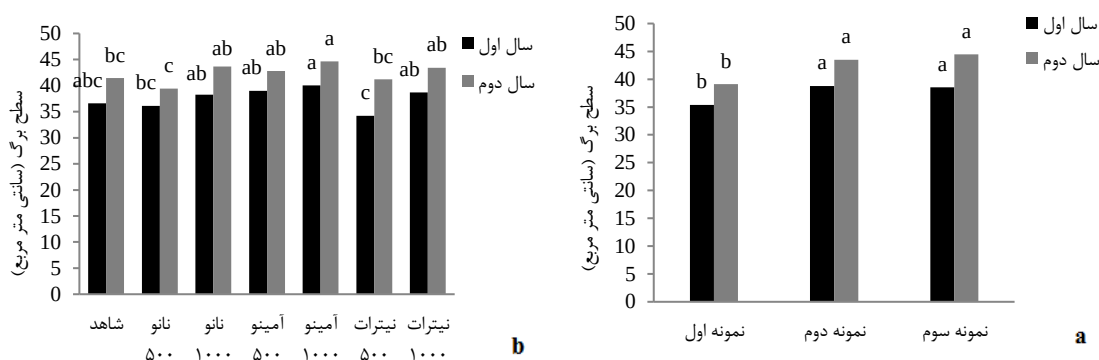
شکل ۸- تأثیر تیمارهای کلسیمی بر قطر میوه در سال دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

کمک کند (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷).
 کمترین مقدار کلروفیل را داشتند. در سال دوم، تیمارهای مختلف در سطح یک‌درصد بر کلروفیل برگ معنی‌دار بودند (جدول ۴). تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ بیشترین (۴۸/۹۲) و شاهد کمترین (۴۵/۲۳) مقدار کلروفیل را داشتند. تیمار نانوکلات با تیمار نیترات کلسیم تقریباً تأثیر مشابهی بر مقدار کلروفیل برگ داشتند (شکل ۱۱b).

شاخص کلروفیل برگ
 نتایج داده‌ها در سال اول نشان داد تیمارهای مختلف در سطح پنج درصد بر شاخص کلروفیل معنی‌دار بودند (جدول ۳). تیمار آمینوکلات ۵۰۰ (۵۴/۱۳) بیشترین و تیمار شاهد



شکل ۹- تأثیر تیمارهای کلسیمی بر وزن میوه در سال دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

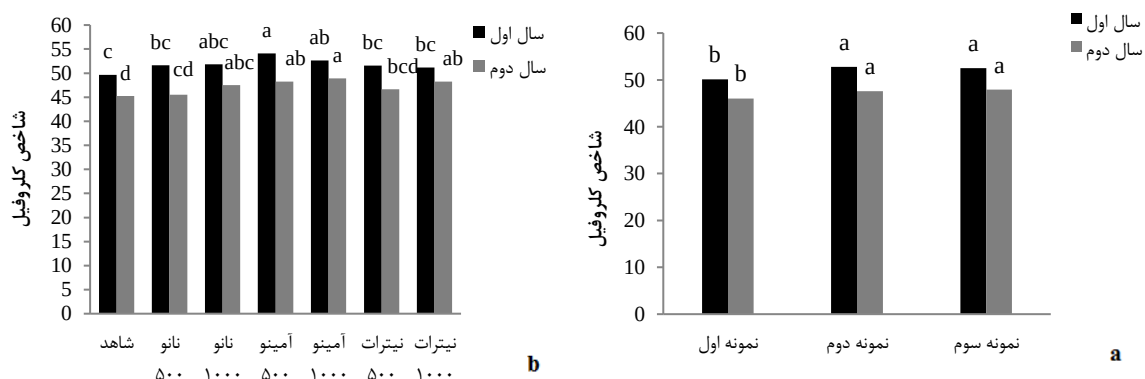


شکل ۱۰- تأثیر تیمارهای کلسیمی (ب) و زمان‌های نمونه‌برداری (ا) بر سطح برگ در سال‌های اول و دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

در سال دوم، زمان سوم (۴۷/۹۰) و دوم (۴۷/۶۰) نمونه برداری، بیشترین و اول نمونه‌برداری (۴۶/۰۴) کمترین مقدار کلروفیل را نشان دادند (شکل ۱۱a).

تأمین عناصر غذایی می‌تواند باعث بهبود وضعیت تغذیه‌ای و رشد گیاه گردد که این امر موجب افزایش میزان کلروفیل

همچنین، نتایج داده‌ها در سال اول نشان داد زمان نمونه برداری در سطح یک‌درصد و در سال دوم، در سطح پنج درصد بر شاخص کلروفیل معنی‌دار بود. در سال اول، زمان دوم (۵۲/۷۷) و سوم نمونه‌برداری (۵۲/۵۱) بیشترین و اول نمونه‌برداری کمترین (۵۰/۱۳) مقدار کلروفیل را داشت.



شکل ۱۱- تأثیر تیمارهای کلسیمی (ب) و زمان‌های نمونه‌برداری (ا) بر شاخص کلروفیل برگ در سال‌های اول و دوم. بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

نمونه برداری بیشترین (۲۷/۴۶) مقدار رشد شاخه فصل جاری را داشت (شکل ۱۲a).

نیتروژن عامل اصلی رشد در گیاهان می باشد (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). رشد زیادتر شاخه در تمام تیمارها نسبت به شاهد با توجه به وجود نیتروژن در هر سه نوع کود مورد استفاده می باشد. آمینواسید علاوه بر خاصیت کلات کنندگی، دارای نیتروژن نیز می باشد، پس نیتروژن بیشتر در تیمار آمینواسید و خاصیت کلات کنندگی آن موجب افزایش رشد بیشتر در این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر مورد آزمایش شده است.

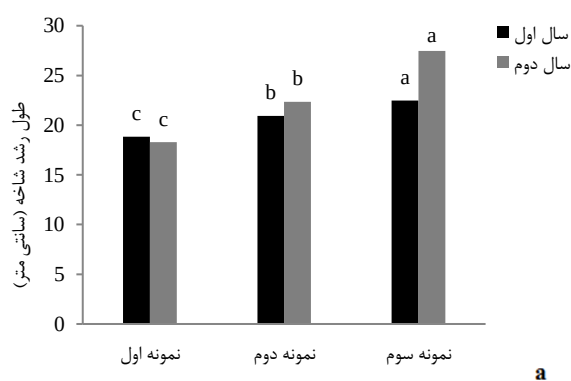
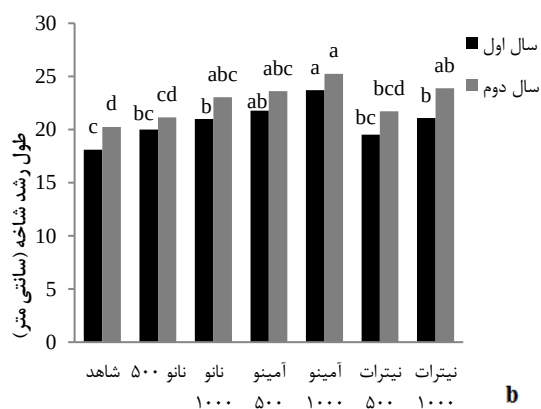
نتیجه گیری کلی

هر سه نوع کود کلسیمی مقادیر بیشتری را هم در صفات کیفی میوه و هم در خصوصیات رشدی سیب، نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. کود آمینوکلات کلسیم بیشترین تأثیر را در بین کودهای کلسیمی داشت. با توجه به کارایی کودهای آمینوکلات و نانوکلات کلسیم، تقریباً ۵۰۰ گرم در هزار لیتر این کودها با ۱۰۰۰ گرم در هزار لیتر نیترا کلسیم برابری می کند. با افزایش زمان انبارمانی میوه، خصوصیات کیفی آن کاهش یافت. همچنین با افزایش زمان نمونه برداری و نزدیک شدن به زمان برداشت نهایی، خصوصیات رشد رویشی افزایش یافت.

خواهد شد (والکر و برنال^۱، ۲۰۰۴). در تیمار آمینواسیدی با وجود آمینواسید به عنوان کلات، عناصر راحت تر در اختیار گیاه قرار گرفته و کلروفیل بیشتری تولید شده است.

طول رشد شاخه سال جاری

نتایج داده ها در سال اول نشان داد تیمارهای مختلف تأثیر معنی داری در سطح یک درصد بر طول رشد شاخه فصل جاری داشت (جدول ۳). تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ بیشترین (۲۳/۷۱) و تیمار شاهد کمترین (۱۸/۱۲) مقدار طول رشد سال جاری را داشت. با افزایش مقدار کلسیم در همه تیمارها طول رشد افزایش یافت. تیمارهای نانوکلات با نیترا نتایج مشابهی داشتند. در سال دوم، تیمار آمینوکلات ۱۰۰۰ بیشترین (۲۵/۲۵) و تیمار شاهد کمترین (۲۰/۲۵) مقدار طول رشد شاخه سال جاری را داشت. (شکل ۱۲b). همچنین، نتایج داده های سال اول و دوم نشان داد که زمان نمونه برداری تأثیر معنی داری در سطح یک درصد بر طول رشد شاخه فصل جاری داشت (جدول ۳ و ۴). در سال اول، با افزایش زمان نمونه برداری، طول رشد شاخه نیز افزایش یافت. زمان اول نمونه برداری کمترین (۱۸/۸۵) و زمان سوم نمونه برداری، بیشترین (۲۲/۴۶) مقدار رشد فصل جاری را داشت. در سال دوم، زمان اول نمونه برداری کمترین (۱۸/۳۰) و زمان سوم



شکل ۱۲- تأثیر تیمارهای کلسیمی (b) و زمان های نمونه برداری (a) بر طول رشد شاخه در سال های اول و دوم. بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن، حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند.

منابع

آزادی بوگر، ش. و قرقانی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر محلول پاشی کلسیم و بُر روی برخی ویژگی های کمی و کیفی میوه سیب رقم گلاب کهنز. علوم باغبانی ایران، ۴۷ (۴): ۸۱۱-۸۲۲.

خوشگفتارمنش، ا.ج. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه. دانشگاه صنعتی اصفهان. چاپ اول. ۴۷۴ ص.
 سپهوند، ع.، قاسم‌نژاد، م.، فتاحی‌مقدم، م.ر.، طلایی، ع. و عسگری‌سرچشمه، م.ع. ۱۳۹۵. اثر نوع سیستم تربیت و محلول‌پاشی برگ‌ی کلریدکلسیم بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال. به‌زراعی کشاورزی، ۱۸(۳): ۵۴۳-۵۵۵.
 عزیزی، ف.، رضوی، ف.، ربیعی، و. و حسنی، ا. ۱۳۹۸. تأثیر محلول‌پاشی قبل از برداشت ترکیبات کلسیمی بر کیفیت و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه گلابی رقم درگزی. تغذیه گیاهان باغی، ۲(۱): ۱۲۹-۱۴۴.
 فلاحی، ا.، غیاثوند، ع.، ابراهیم‌زاده، ف. و خلخال‌راد، ا.ج. ۱۳۹۲. بررسی میزان ویتامین ث، اسیدهای آلی، ترکیبات فرار و معطر میوه سیب ارقام زرد و قرمز لبنانی (*Malus domestica* Borkh) در استان لرستان. فصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان. ۱۵(۲): ۵-۱۴.

- Ashoori, M., Lolaei, A., Zamani, S., Ahmadian, E. and Mobasheri, S. 2013. Optimizing quality and quantity -parameters of apple cv. Red delicious by adjustment of calcium and nitrogen. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(8): 866-871.
- Ashraf, M.F.M.R. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and experimental botany, 59(2): 206-216.
- Ali, M.A., Raza, H.A.S.N.A.I.N., Khan, M.A. and Hussain, M.A.N.Z.O.O.R. 2004. Effect of different periods of ambient storage on chemical composition of apple fruit. International Journal of Agriculture and Biology, 6(2): 568-571.
- Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and González-Aguilar, G.A. 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology, 45(2): 166-173.
- Banziger, M., Edmeades, G.O., Beck, D. and Bellon, M. 2000. Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize, from theory to practice. CIMMYT, Mexico DF.
- Chen, T.H. and Murata, N. 2008. Glycinebetaine: an effective protectant against abiotic stress in plants. Trends in plant science, 13(9): 499-505.
- Brown, G., Wilson, S., Boucher, W., Graham, B. and McGlasson, B. 1995. Effects of copper-calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium*). Scientia Horticulturae, 62(1-2): 75-80.
- Conway, W.S., Sams, C.E. and Hickey, K.D. 2001. September. Pre-and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality. In International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants 594: 413-419.
- Devi, J., Bhatia, S., Alam, M.S. and Dhillon, T.S. 2018. Effect of calcium and salicylic acid on quality retention in relation to antioxidative enzymes in radish stored under refrigerated conditions. Journal of food science and technology, 55(3): 1116-1126.
- Fallahi, E., Fallahi, B. and Seyedbagheri, M.M. 2006. Influence of humic substances and nitrogen on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of 'Early Spur Rome' apple. Journal of plant nutrition, 29(10): 1819-1833.
- Ferree, D.C. and Warrington, I.J. 2003. Apples: Botany, Production and Uses. CABI, Wallingford.
- Jimenez, A., Creissen, G., Kular, B., Firmin, J., Robinson, S., Verhoeyen, M. and Mullineaux, P. 2002. Changes in oxidative processes and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening. Planta, 214: 751-758.
- Kuchay, M.A., Mallikarjuna, K. and Ali, M.T. 2018. Effect of foliar spray of nitrogen and calcium on fruit quality attributes, yield and leaf nutrient content of apple. International journal of pure and applied bioscience, 6(6): 970-977.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. (2nd Ed.). Academic Press, London.
- Michailidis, M., Polychroniadou, C., Kosmidou, M.A., Petraki-Katsoulaki, D., Karagiannis, E., Molassiotis, A. and Tanou, G. 2021. An early calcium loading during cherry tree dormancy improves fruit quality features at harvest. Horticulturae, 7(6): 135.
- Murtic, S., Drkenda, P., Music, O. and Oglecevac, A. 2019. Quality parameters and distribution of calcium in Idared apples under different fertilizer treatments. Journal of Central European Agriculture, 20(4): 1126-1134.
- Rosenberger, D.A., Schupp, J.R., Hoying, S.A., Cheng, L. and Watkins, C.B. 2004. Controlling bitter pit in Honeycrisp apples. HortTechnology, 14(3): 342-349.

- Saftner, R.A., Bai, J., Abbott, J.A. and Lee, Y.S. 2003. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks. *Postharvest Biology and Technology*, 29(3): 257-269.
- Sakamoto, A. and Murata, N. 2002. The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: clues from transgenic plants. *Plant, cell & environment*, 25(2): 163-171.
- Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Fatahi Moghadam, J. and Ebrahimi, R. 2016. Effect of CaCl₂ Sprays at Different Fruit Development Stages on Postharvest Keeping Quality of “Honeydew” Kiwifruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(4): 624-635.
- Shooshtari, F.Z., Sour, M.K., Hasandokht, M.R. and Kalateh Jari, S. 2020. Glycine mitigates fertilizer requirements of agricultural crops: case study with cucumber as a high fertilizer demanding crop. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 7(19): 1-10.
- Smirnoff, N. 1996. Botanical briefing: the function and metabolism of ascorbic acid in plants. *Annals of botany*, 78(6): 661-669.
- Walker, D.J. and Bernal, M.P. 2004. Plant mineral nutrition and growth in a saline Mediterranean soil amended with organic wastes. *Communications in soil science and plant analysis*, 35(17-18): 2495-2514.
- Weil, R.R. and Brady, N.R. 2017. *The nature and properties of soils*. (15th ed.). Pearson Education
- Wojcik, P. and Borowik, M. 2013. Influence of preharvest sprays of a mixture of calcium formate, calcium acetate, calcium chloride and calcium nitrate on quality and ‘Jonagold’ apple storability. *Journal of Plant Nutrition*, 36: 2023-2034.
- Zhang, W.E., Wang, C.L., Shi, B.B. and Pan, X.J. 2017. Effect of storage temperature and time on the nutritional quality of walnut male inflorescences. *Journal of food and drug analysis*, 25(2): 374-384.
- Zaman, L., Shafqat, W., Qureshi, A., Sharif, N., Raza, K., ud Din, S., Ikram, S., Jaskani, M.J. and Kamran, M. 2019. Effect of foliar spray of zinc sulphate and calcium carbonate on fruit quality of Kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*, 7(4): 157-161.