مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۹ شماره ۱ صفحه‌های ۳۱ تا ۴۰ (۱۳۹۷)

تأثیر تغذیه بر عملکرد و آفتاب‌سوختگی سیب (*Malus × domestica* Borkh.) رقم رد دلیشز[1]

Effect of Nutrition on Yield and Sunburn in Apple (*Malus ×domestica* Borkh.) cv. Red Delicious

فاطمه ساروقی‌نیا، علی خدیوی*، احمدرضا عباسی‌فر و علیرضا خالقی[2]

چکیده

مدیریت نامناسب تغذیه و تنش‌های محیطی موجب کاهش عملکرد و افزایش برخی نابسامانی‌ها، به‌ویژه آفتاب‌سوختگی در میوه سیب می‌گردند. پژوهش حاضر با هدف بهبود عملکرد کمی و کیفی، تعیین بهترین غلظت عنصرهای کم‌مصرف و کاهش یا حذف نابسامانی آفتاب‌سوختگی با استفاده از کلسیم و بُر، در سیب 'رد دلیشز' انجام شد. در آزمایش اول، تأثیر تیمارهای مختلف کود مایع عنصرهای کم‌مصرف (آهن، روی و منگنز) بر عملکرد کمی و کیفی رقم مورد نظر، مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه‌ها نشان داد بین تیمارها از نظر ویژگی‌های وزن میوه، طول میوه، عرض میوه، ماده‌های جامد محلول و مقدار آب میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده، کاربرد تیمار سه کیلوگرم کود در هزار لیتر آب، برای محلول‌پاشی در اواخر اردیبهشت برای باغ‌های سیب 'رد دلیشز' پیشنهاد می‌شود. در آزمایش دوم، تأثیر تیمارهای مختلف کلسیم و بُر در دو مرحله زمانی بر میزان آفتاب‌سوختگی و ویژگی‌های کمی و کیفی سیب 'رد دلیشز' مورد پژوهش قرار گرفت. نتیجه‌ها نشان داد که محلول‌پاشی ترکیب کلسیم ۱٪ و بُر دو کیلوگرم در هزار لیتر آب، در اواخر اردیبهشت تأثیر بهتری بر کاهش آفتاب‌سوختگی و افزایش کیفیت میوه سیب رقم 'رد دلیشر' دارد و به باغدار پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کیفیت میوه، محلول‌پاشی برگی، نابسامانی، عنصرهای کم‌مصرف، کلسیم، بُر.

مقدمه

سیب (*Malus × domestica* Borkh.) یکی از پنج محصول باغی ایران با بیش‌ترین میزان تولید می‌باشد. ایران با وجود داشتن جایگاه هفتم جهانی با تولید سه میلیون تن سیب در سال ۹۵، سهم کمی در تجارت بین‌المللی این محصول دارد (۱). مدیریت بهینه عوامل محیطی به‌ویژه استفاده صحیح از نور خورشید و تغذیه مناسب دو مورد از راهکارهای افزایش کمیت و کیفیت میوه می‌باشند (۴۰). مدیریت نادرست تغذیه عنصرها می‌تواند نتیجه‌های اقتصادی زیان‌باری داشته باشد در حالی‌که مدیریت مناسب تغذیه، راهکاری مطلوب با کارایی بالا در باغداری محسوب می‌گردد. تغذیه برگی[3] به عنوان روش مناسبی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش اثرهای منفی زیست‌محیطی آن‌ها پیشنهاد شده است. در ایران نیز به خاطر اهمیت این مسئله، شورای عالی سیاست‌گذاری سموم و مصرف بهینه تشکیل شده است. در روش تغذیه برگی، عنصرهای غذایی سریع‌تر از

۱- تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۳

۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، دانشیار و استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (a-khadivi@araku.ac.ir).

۳- Foliar application

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

خاک و ریشه به مصرف گیاه می‌رسند. برای مثال در خاک‌های آهکی با pH بالا، از قابلیت جذب بعضی از عنصرها مانند بُر، مس و منگنز کاسته می‌شود. هم‌چنین، محلول‌پاشی غذایی برگی باعث افزایش کیفیت میوه و کاهش کمبودهای رایج در تولید میوه می‌شود (۴۰).

قرار گرفتن گیاه در برابر شدت زیاد تابش سبب تنش نوری می‌شود که با جذب بیش از حد فوتون‌ها و تولید مولکول‌های با باند سه‌گانه[۱]خطرناک کلروفیلی و رادیکال‌های آزاد همراه است (۲). آفتاب‌سوختگی می‌تواند آسیب زیادی به بیشتر رقم‌های سیب به‌ویژه سیب‌های با رنگ قرمز مانند 'رد دلیشز' وارد نماید. تابش بالای نور خورشید، دمای بالا و تنش آبی در مدت زمان طولانی باعث آفتاب‌سوختگی می‌شوند (۲۱). آفتاب‌سوختگی باعث اُفت کیفیت ظاهری میوه، کاهش میزان بازارپسندی و کاهش عملکرد سیب شده و صادرات آن را با مشکل مواجه می‌کند. آفتاب‌سوختگی به‌وسیله گرمای زیاد و نور خورشید به‌ویژه پرتو فرابنفش ایجاد شده (۱۴) و باعث تغییر رنگ پوست میوه به قهوه‌ای می‌شود (۳۰، ۳۱).

نابسامانی آفتاب‌سوختگی در نیمکره شمالی، بیشتر در قسمت‌های جنوب غربی درخت که شدت تابش خورشید زیاد است، رخ می‌دهد. اگر میزان پوشش برگی درخت به دلیل مدیریت ضعیف تغذیه، کنترل نامطلوب آفت‌ها و بیماری‌ها و هرس نادرست کاهش یابد و میوه‌ها به‌طور مستقیم در معرض نور قرار گیرند، شدت این نابسامانی افزایش می‌یابد. با رعایت اصول صحیح تغذیه، مبارزه با آفت‌ها و بیماری‌ها و هرس صحیح، پوشش برگی گیاه حفظ شده و در نتیجه مانع تماس مستقیم میوه با نور خورشید می‌شود و در نهایت آسیب‌های آفتاب‌سوختگی کاهش می‌یابند. دور آبیاری و کوددهی مناسب با بهبود رشد رویشی و محافظت میوه‌ها به‌وسیله برگ‌ها، آفتاب‌سوختگی را کاهش می‌دهند (۱۴). تغذیه کلسیم و بُر برای کاهش آفتاب‌سوختگی می‌تواند به‌کار برود (۲۱). کلسیم در ساختمان دیواره یاخته‌ای و فسفولیپیدها، فعالیت آنزیم‌های فعال در آبکافت ATP[۲] به عنوان یک همفرساز، واکنش‌های تنظیم‌کننده سوخت و ساز به عنوان یک پیام‌رسان ثانویه به صورت مجموعه کالمودولین- کلسیم، تقسیم یاخته‌ای و فعالیت طبیعی غشای یاخته‌ای شرکت دارد. عنصر بُر در ساخت اسیدهای نوکلئیک، ساخت هورمون سایتوکینین، واکنش‌های هورمونی، تقسیم یاخته‌ای، انتقال قندها، باروری، تشکیل و رشد میوه، تشکیل دیواره یاخته‌ای و عملکردهای غشائی نقش دارد (۲۵).

در ایران، عملیات تغذیه باغ‌های سیب به‌ویژه زمان کاربرد و غلظت عنصرهای کم‌مصرف به‌خوبی برنامه‌ریزی نمی‌شود. هم‌چنین مناطق سیب‌کاری در معرض گرما و نور زیاد می‌باشند. بنابراین عملکرد میوه سیب در واحد سطح کم بوده و همین مقدار کم نیز در معرض آسیب‌های ناشی از تنش‌های محیطی به‌ویژه آفتاب‌سوختگی می‌باشد. بنابراین، پژوهش حاضر در دو آزمایش و با اهداف زیر انجام شد:

- بهبود عملکرد کمی و کیفی سیب 'رد دلیشز' و تعیین بهترین غلظت کود مایع کم‌مصرف (حاوی آهن، روی و منگنز).
- کاهش یا حذف نابسامانی آفتاب‌سوختگی در این رقم با استفاده از عنصرهای غذایی کلسیم و بُر.

مواد و روش‌ها

منطقه و ماده‌های گیاهی مورد پژوهش

این پژوهش در شهر ساروق واقع در استان مرکزی اجرا شد. شهر ساروق در فاصله ۴۸ کیلومتری و شمال شهر اراک قرار دارد. طول جغرافیایی این شهر "۳۸ ′۵۰ °۴۹، عرض جغرافیایی آن "۴۳ ′۴۰ °۳۴ و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۱۰ متر می‌باشد. افزون بر این، میانگین بارندگی سالیانه این شهر ۲۴۳ میلی‌متر می‌باشد. رقم سیب مورد

۱- Triple-bonded molecules
۲- Adenosine triphosphate

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

پژوهش 'رد دلیشز' با پایه M9 بود. آزمایش حاضر بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. خاک باغ مورد پژوهش برای تعیین میزان عنصرها و بررسی غیریکنواختی خاک واکاوی شد.

آزمایش اول: تأثیر محلول‌پاشی عنصرهای کم‌مصرف بر ویژگی‌های کمی و کیفی سیب 'رد دلیشز'

در این آزمایش، از کود مایع کم‌مصرف با نشان گرین–پلنت[1] که دارای آهن (۰/۰۱۷ w/w آهن کلاته)، روی (EDTA-Zn ۲٪) و منگنز (۰/۰۰۱ w/w منگنز کلاته) بود، استفاده شد. در پژوهش حاضر، تأثیر محلول‌پاشی تیمارهای صفر، دو، سه، چهار و پنج کیلوگرم در هزار لیتر آب از این کود در سه تکرار بر عملکرد سیب 'رددلیشز' در اواخر اردیبهشت‌ماه، مورد بررسی قرار گرفت. برداشت میوه‌ها به شکل تصادفی از قسمت‌های مختلف درختان و پیش از ظهر صورت گرفت. زمان برداشت میوه‌ها بر اساس تغییرهای رنگ میوه و نظرخواهی انجام گردید. تعداد میوه‌های مورد اندازه‌گیری برای هر تکرار ۳۰ عدد بود و در نهایت میانگین ویژگی‌های میوه برآورد شد و برای واکاوی آماری مورد استفاده قرار گرفت. ویژگی‌های مورد ارزیابی شامل وزن میوه (بر حسب گرم)، طول میوه (بر حسب میلی‌متر)، عرض میوه (بر حسب میلی‌متر)، سفتی بافت میوه، مقدار ماده‌های جامد محلول (TSS) (بر حسب درصد)، طعم میوه، رنگ پوست میوه، میزان آب میوه و شکل میوه بود. ابعاد میوه شامل طول و عرض میوه با استفاده از کولیس دیجیتال و وزن میوه با استفاده از ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. عمده‌ترین ترکیب ماده‌های جامد محلول، قند می‌باشد و به‌همین دلیل، در اندازه‌گیری آن، از دستگاه قندسنج که میزان TSS را بر حسب درصد نشان می‌دهد، استفاده شد. سفتی بافت میوه با دستگاه نفوذسنج یا پنترومتر دستی اندازه‌گیری شد. بدین منظور لایه پوست روی میوه از دو طرف قرینه هم، برداشته شد و نوک دستگاه نفوذسنج با قطر ۱۱ میلیمتر به داخل گوشت میوه برده شد و میزان سفتی بافت بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع ثبت گردید. طعم میوه، رنگ پوست، میزان آب میوه و شکل میوه به‌وسیله کددهی[2] آن‌ها بر اساس توصیف‌گر سیب انجام شد (۳۹).

آزمایش دوم: تأثیر محلول‌پاشی کلسیم و بُر روی میزان آفتاب‌سوختگی سیب 'رد دلیشز'

در این آزمایش، تأثیر تیمارهای مختلف کلسیم و بُر (صفر، ۰/۵٪ کلرید کلسیم، ۱٪ کلرید کلسیم، ۰/۵ ٪ کلرید کلسیم + بُر (۰/۰۱ ٪ B_2O_3) با غلظت دو کیلوگرم در هزار لیتر آب و ۱٪ کلرید کلسیم + بُر با غلظت دو کیلوگرم در هزار لیتر آب) در سه تکرار روی میزان آفتاب‌سوختگی سیب 'رد دلیشز' مورد مطالعه قرار گرفت. محلول‌پاشی در دو مرحله زمانی انجام شد که مرحله اول، اواخر اردیبهشت و مرحله دوم، اواخر خرداد بود. برداشت و اندازه‌گیری میوه‌ها به روش‌هایی که در آزمایش اول ذکر شد، انجام شد. تعداد میوه‌های مورد اندازه‌گیری برای هر تکرار ۳۰ عدد بود و در نهایت میانگین ویژگی‌های میوه برآورد شد و برای واکاوی‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت. ویژگی‌های مورد ارزیابی شامل وزن میوه (گرم)، طول میوه (میلی‌متر)، عرض میوه (میلی‌متر)، سفتی بافت میوه، TSS (درصد)، طعم میوه، رنگ پوست میوه، میزان آب میوه، شکل میوه و میزان آفتاب‌سوختگی میوه بود که ویژگی اصلی مورد بررسی به دلیل اهمیت موضوع، میزان آفتاب‌سوختگی میوه (صفر: ندارد، ۱: کم، ۳: متوسط و ۵: زیاد) بود.

واکاوی آماری

واکاوی آماری به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹ انجام شد. برای مقایسه‌های میانگین تیمارها، از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد.

۱- Green Plant ۲- Scoring

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

نتایج و بحث

آزمایش اول: تأثیر محلول‌پاشی عنصرهای کم‌مصرف بر ویژگی‌های کمی و کیفی سیب 'رد دلیشز'

نتیجه تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر محلول‌پاشی عنصرهای کم‌مصرف در آزمایش اول نشان داد که تیمارهای مورد بررسی روی برخی از ویژگی‌ها مانند وزن میوه، طول میوه، عرض میوه، TSS و میزان آب میوه تأثیر معنی‌داری داشته‌اند، ولی اثر معنی‌داری بر سفتی بافت میوه، طعم میوه، رنگ پوست میوه و شکل میوه مشاهده نشد.

وزن میوه: تیمارهای عنصرهای کم‌مصرف روی وزن میوه تأثیر معنی‌داری داشتند، به‌طوری که تیمارهای سه، چهار و پنج در هزار تأثیر بیشتری نسبت به تیمارهای دو در هزار و شاهد داشتند و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده شد. بین تیمارهای سه، چهار و پنج در هزار از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). هم‌چنین بین تیمارهای دو در هزار و شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر این ویژگی مشاهده نشد.

طول میوه: بین تیمارهای مختلف از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، به‌طوری که تیمارهای چهار و پنج در هزار بیشترین تأثیر را در افزایش طول میوه داشتند و با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان دادند. کمترین افزایش در این ویژگی در تیمار شاهد و سپس در تیمار دو در هزار مشاهده شد (جدول ۱).

عرض میوه: تیمارهای عنصرهای کم‌مصرف روی این ویژگی تأثیر معنی‌داری داشتند، اما بین تیمارهای دو، سه، چهار و پنج در هزار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. شاهد کمترین تأثیر را روی این ویژگی داشت و با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱).

ماده‌های جامد قابل حل (TSS): بین تیمارهای مختلف از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، به‌طوری که تیمارهای سه و پنج در هزار بیشترین تأثیر را در افزایش مقدار این ویژگی داشتند و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان دادند. کمترین تأثیر روی این ویژگی در تیمار شاهد و سپس تیمار دو در هزار مشاهده شد (جدول ۱).

میزان آب میوه: تیمارهای عنصرهای کم‌مصرف روی این ویژگی تأثیر معنی‌داری داشتند، اما بین تیمارهای شاهد، دو و سه در هزار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما این تیمارها با تیمارهای چهار و پنج در هزار تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱).

سیب همانند دیگر درختان میوه، برای داشتن عملکرد مناسب کمی و کیفی به شرایط اقلیمی، خاکی و تغذیه‌ای مناسب نیاز دارد. در صورتی که هر کدام از عامل‌های بالا به‌خوبی فراهم نباشند، نه تنها سلامتی و حیات درخت به خطر می‌افتد بلکه درخت عملکرد کمی و کیفی خوبی نیز نخواهد داشت (۴۱). نبود تأمین ماده‌های غذایی تأثیر بیشتری روی عملکرد درختان میوه در مقایسه با بیشتر گیاهان غیرمثمر دارد. یکی از روش‌های تأمین ماده‌های غذایی برای درختان، محلول‌پاشی برگی می‌باشد. محلول‌پاشی برگی به‌طور ویژه برای عنصرهای کم‌مصرف (آهن، بُر، روی، مس و منگنز) کاربرد دارد. این روش در مواردی که درخت نیاز فوری به عنصر خاصی داشته و نیز در اوایل بهار که جذب عنصرها از خاک به‌دلیل فعالیت پایین ریشه‌ها کم می‌باشد، کاربرد مناسبی دارد. هم‌چنین در مواردی که شرایط خاک برای جذب عنصرها مناسب نمی‌باشد (pH خیلی بالا یا خیلی پایین، رطوبت خیلی بالا یا خیلی پایین، تهویه ضعیف خاک و آهک زیاد)، این روش به‌کار می‌رود. محلول‌پاشی روشی به نسبت آسان بوده و جواب‌دهی آن نیز سریع می‌باشد (۲۸). این روش به‌ویژه در مورد خاک‌های ایران که آهکی و دارای pH بالا می‌باشند و احتمال کمبود عنصرهایی مانند آهن، روی و مس در آن‌ها وجود دارد، مناسب می‌باشد. نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌هایی مانند سفتی بافت میوه، طعم میوه، رنگ پوست میوه و شکل میوه نداشتند و تفاوتی بین تیمارها از نظر این ویژگی‌ها مشاهده نشد،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

در حالی که بین تیمارها از نظر ویژگی‌های وزن میوه، طول میوه، عرض میوه، TSS و میزان آب میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف عنصرهای کم‌مصرف بر ویژگی‌های کمی و کیفی سیب 'رد دلیشز'.

Table 1. Mean comparison of the effects of microelement treatments on quantitative and qualitative characters of apple (*M.* × *domestica*) cv. Red Delicious.

تیمار Treatment	وزن میوه Fruit weight (g)	طول میوه Fruit length (mm)	عرض میوه Fruit width (mm)	سفتی گوشت میوه Fruit flesh firmness	ماده‌های جامد محلول TSS (%)	طعم میوه Fruit taste	رنگ پوست میوه Fruit skin color	میزان آب میوه Fruit juicy	شکل میوه Fruit shape
Control	146.30 c	60.13 d	70.99 b	7.14	14.44 d	4.93	4.47	4.07 ab	3.07
Fe+Zn+Mn (0.002)	178.10 b	67.43 c	79.90 a	7.26	15.15 cd	4.35	4.49	4.52 a	2.87
Fe+Zn+Mn (0.003)	226.50 a	71.96 b	83.02 a	6.80	17.07 ab	4.53	4.23	4.13 ab	2.93
Fe+Zn+Mn (0.004)	217.80 a	73.43 ab	82.77 a	6.94	16.11 bc	3.93	3.60	2.93 c	2.60
Fe+Zn+Mn (0.005)	234.00 a	75.54 a	84.25 a	8.02	18.25 a	4.15	4.56	3.47 bc	2.52

Means with the same letters are not significantly different using Duncan test at 0.05 level of probability.
میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان نداده‌اند.

برای بیشتر ویژگی‌ها، تیمارهای سه، چهار و پنج در هزار تأثیر بهتری در مقایسه با تیمارهای دو در هزار و شاهد نشان دادند و با آن‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند. نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای آهن، روی و منگنز در افزایش وزن، طول و عرض میوه تأثیر مثبت دارند. در پژوهشی نشان داده شده است که منگنز تأثیر مثبتی روی وزن و ابعاد میوه سیب دارد (۳۷). افزون بر این، گزارش شده است که عنصر روی تأثیر معنی‌داری در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی سیب دارد (۲۴). نتیجه‌های مطالعه حاضر نشان داد که تیمارهای آهن، روی و منگنز در افزایش میزان آب میوه تأثیر مثبت دارند. در پژوهشی مشاهده شده است که ترکیب کودی آهن، روی و منگنز تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد و مقدار آب میوه انار دارد (۵). هم‌چنین، گزارش شده است ترکیب کودی روی و منگنز تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پرتقال داشته است (۳۶). نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای آهن، روی و منگنز در افزایش میزان TSS تأثیر مثبت دارند. حسنی و همکاران (۱۵) گزارش کردند که عنصرهای روی و منگنز تأثیر خوبی بر بهبود ویژگی‌ها کمی و کیفی و TSS میوه انار رقم ملس ساوه داشت.

آهن در تشکیل سیتوکروم‌ها و اغلب مولکول‌های موجود در چرخه انتقال الکترون (فتوسنتز و تنفس) و چرخه تثبیت نیتروژن نقش مهمی دارد. این عنصر کم‌تحرک بوده و نقش مهمی در ساخت کلروفیل دارد. عنصر روی در زیست‌ساخت آنزیم الکل‌دهیدروژناز، آنزیم گلوتامیک‌دهیدروژناز، کلروفیل و اکسین نقش دارد. از آن‌جا که روی در ساخت اکسین نقش دارد و اکسین نیز در تقسیم یاخته‌ای دخیل می‌باشد، بنابراین کمبود این عنصر باعث کاهش تقسیم یاخته‌ای شده و درختانی که دچار کمبود این عنصر می‌باشند، میوه‌های کوچک‌تر از حد معمول دارند (۳۳). در میوه‌های دانه‌دار مانند سیب، کمبود این عنصر موجب ریزش میوه‌ها در طی نمو می‌شود. منگنز برای فعالیت هیدروژنازها، دی‌کربوکسیلازها، کینازها، اکسیدازها و پراکسیدازها مورد نیاز بوده و در واکنش هیل فتوسنتز (تجزیه آب و تولید اکسیژن در سیستم نوری II) نقش دارد (۷).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

در مجموع، با توجه به این‌که تیمارهای سه، چهار و پنج در هزار تأثیر بهتری در مقایسه با تیمارهای دو در هزار و شاهد روی بیشتر ویژگی‌ها داشتند، کاربرد یکی از این سه تیمار برای محلول‌پاشی در باغ‌های سیب 'رددلیشز' پیشنهاد می‌شود. از نظر اقتصادی، تیمار سه در هزار که مصرف و هزینه کمتری برای باغدار دارد و از نظر سلامتی و اثرهای زیست‌محیطی می‌تواند محصول سالم‌تری تولید نماید، در اولویت قرار می‌گیرد.

آزمایش دوم: تأثیر محلول‌پاشی کلسیم و بُر روی میزان آفتاب‌سوختگی سیب 'رد دلیشز'

مرحله اول محلول‌پاشی: اواخر اردیبهشت

نتیجه تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مورد بررسی (کلسیم و بُر) روی برخی از ویژگی‌ها تأثیر معنی‌داری داشته‌اند. تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌هایی مانند طول میوه، TSS، طعم میوه، رنگ پوست و میزان آب میوه نداشتند و تفاوتی بین تیمارها از نظر این ویژگی‌ها مشاهده نشد، در حالی که بین تیمارها از نظر ویژگی‌های وزن میوه، عرض میوه، سفتی بافت، شکل میوه و میزان آفتاب‌سوختگی میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

وزن، عرض، سفتی بافت و شکل میوه: تیمارهای کلسیم و بُر روی این ویژگی‌ها تأثیر معنی‌داری نشان دادند، به‌طوری که تیمارهای کلسیم و بُر تأثیر بیشتری نسبت به شاهد داشتند و برای بیشتر ویژگی‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان دادند، اما در بیشتر موارد بین تیمارهای کلسیم و بُر تفاوت معنی‌داری برای این ویژگی‌ها مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی مرحله اول (اواخر اردیبهشت) کلسیم و بُر روی ویژگی‌های کمی و کیفی سیب 'رد دلیشز'.

Table 2. Mean comparison of effects of the first application of Ca and B (Mid-May) on quantitative and qualitative characteristics of apple (*M.* × *domestica*) cv. Red Delicious.

تیمار Treatment	وزن میوه Fruit weight (g)	طول میوه Fruit length (mm)	عرض میوه Fruit width (mm)	سفتی گوشت میوه Fruit flesh firmness	مواد جامد محلول TSS (%)	طعم میوه Fruit taste	رنگ پوست میوه Fruit skin color	میزان آب میوه Fruit juicy	شکل میوه Fruit shape	آفتاب‌سوختگی میوه Fruit sunburn (Code)
Control	162.20 b	61.62	72.56 c	6.02 b	14.79	4.23	4.66	4.45	1.74 b	3.44 b
Ca (0.50%)	195.50 ab	64.29	77.91 ab	7.17 a	15.82	5.27	3.63	3.93	2.87 a	1.23 a
Ca (0.50%)+B (0.002)	201.20 a	66.31	78.21 ab	6.96 a	15.43	5.00	3.93	3.33	2.93 a	1.00 a
Ca (1.00%)	191.50 ab	63.69	75.96 b	7.46 a	14.92	4.87	3.77	3.87	2.93 a	1.13 a
Ca (1.00%) + B (0.002)	225.80 a	68.53	81.10 a	6.76 ab	14.52	4.36	4.16	3.16	2.73 a	0.73 a

Means with the same letters are not significantly different using Duncan test at 0.05 level of probability.
میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان نداده‌اند.

میزان آفتاب‌سوختگی میوه: تیمارها با شاهد از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌داری نشان دادند، اما بین تیمارهای کلسیم و بُر برای این ویژگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما تفاوت زیادی در کاهش میزان آفتاب‌سوختگی میوه با تیمار شاهد نشان دادند، به‌طوری که بیشترین میزان آفتاب‌سوختگی میوه در درختان

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

تیمار نشده (شاهد) و کمترین میزان این نابسامانی در درختان تیمار شده با کلسیم ۱٪ + بُر دو در هـزار مشـاهده شد (جدول ۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی مرحله دوم (اواخر خرداد) کلسیم و بُر روی ویژگی‌های کمی و کیفی سیب 'رد دلیشز'.

Table 3. Mean comparison of effects of the second application of Ca and B (Mid-May) on quantitative and qualitative characteristics of apple (*M.* × *domestica*) cv. Red Delicious.

تیمار Treatment	وزن میوه Fruit weight (g)	طول میوه Fruit length (mm)	عرض میوه Fruit width (mm)	سفتی گوشت میوه Fruit flesh firmness	مادههای جامد محلول TSS (%)	طعم میوه Fruit taste	رنگ پوست میوه Fruit skin color	میزان آب میوه Fruit juicy	شکل میوه Fruit shape	آفتاب‌سوختگی میوه Fruit sunburn (Code)
Control	165.40	62.99	72.69	5.50	14.31	4.00 b	4.67	3.60	2.80	2.80
Ca (0.50%)	205.50	65.94	78.26	6.43	15.90	5.20 a	3.63	3.87	2.60	2.43
Ca (0.50%)+B (0.002)	190.00	64.00	76.65	5.93	17.22	3.00 c	3.87	2.73	2.33	2.73
Ca (1.00%)	212.50	67.91	78.99	5.52	16.07	3.61 bc	4.43	3.16	2.53	2.64
Ca (1.00%) + B (0.002)	169.60	63.02	73.23	7.00	16.52	3.87 b	3.97	3.40	2.33	1.93

Means with the same letters are not significantly different using Duncan test at 0.05 level of probability.
میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان نداده‌اند.

مقایسه تیمارهای دو مرحله محلول‌پاشی با همدیگر

با مقایسه تیمارهای دو مرحله محلول‌پاشی کلسیم و بُر، نتیجه تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارها در دو مرحله روی برخی از ویژگی‌ها تأثیر معنی‌داری داشته‌اند. تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌هایی مانند وزن، طول، TSS، میزان آب میوه، شکل و رنگ پوست میوه نداشتند و تفاوتی بین تیمارها از نظر این ویژگی‌ها مشاهده نشد، در حالی که بین تیمارهای مورد بررسی در مورد عرض میوه، سفتی بافت، طعم میوه و میزان آفتاب‌سوختگی میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۷). بیشترین وزن میوه (۲۲۵/۸۰ گرم) و بیشترین عرض میوه (۸۱/۱۰ میلی‌متر) در میوه‌های تیمار شده با کلسیم ۱٪ + بُر دو در هزار مرحله اول (اواخر اردیبهشت) به‌دست آمد. بیشترین میزان سفتی میوه در میوه‌های تیمار شده با کلسیم ۱٪ و بیشترین میزان TSS در میوه‌های تیمار شده با کلسیم ۰/۵ ٪ مرحله اول (اواخر اردیبهشت) به‌دست آمد.

میزان آفتاب‌سوختگی میوه: تیمارهای مرحله اول محلول‌پاشی (اواخر اردیبهشت) بیشترین تأثیر را در کاهش آفتاب‌سوختگی داشتند، به‌طوری که تیمارهای ۰/۵ ٪ کلسیم، ۱٪ کلسیم، ۰/۵ ٪ کلسیم + بُر با غلظت دو در هزار و ۱٪ کلسیم + بُر با غلظت دو در هزار که در اواخر اردیبهشت انجام شدند، باعث کاهش محسوس آفتاب‌سوختگی میوه شدند و با تیمار شاهد این مرحله و تمام این تیمارها که در اواخر خرداد اعمال شدند، تفاوت معنی‌داری نشان دادند. کمترین میزان آفتاب‌سوختگی در میوه‌های تیمار شده با کلسیم ۱٪ + بُر دو در هزار مرحله اول (اواخر اردیبهشت) به‌دست آمد و بیشترین میزان آفتاب‌سوختگی میوه در درختان تیمار نشده (شاهد) مشاهده شد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

تیمارهای مرحله دوم (اواخر خرداد) تفاوت معنی‌داری با همدیگر و حتی با شاهدهای دو مرحله از نظر تأثیر روی آفتاب‌سوختگی میوه نشان ندادند (جدول ۴). دلیل این موضوع می‌تواند این باشد که در مرحله اول محلول‌پاشی (اواخر اردیبهشت) در مقایسه با مرحله دوم (اواخر خرداد)، میوه‌های سیب فرصت بیشتری برای افزایش سفتی خود از راه جذب کلسیم و بُر داشته‌اند. مرحله اول محلول‌پاشی (اواخر اردیبهشت) در واقع پایان مرحله تقسیم یاخته‌ای و شروع بزرگ شدن یاخته‌ها می‌باشد (۴۱)، در صورتی که مرحله دوم محلول‌پاشی (اواخر خرداد)، میوه فرصت زیادی برای این کار ندارد و هم‌چنین در این مرحله به علت گرم‌تر بودن هوا و آماده نبودن میوه برای مقاومت، نابسامانی آفتاب‌سوختگی بیشتر رخ می‌دهد.

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر دو مرحله محلول‌پاشی (اواخر اردیبهشت و اواخر خرداد) کلسیم و بُر روی ویژگی‌های کمی و کیفی سیب 'رد دلیشز'.

Table 4. Mean comparison of effects of two times of Ca and B treatments (Mid-May in comparsion with Mid-June) on quantitative and qualitative characteristics of apple (*M.* × *domestica*) cv. Red Delicious.

تیمار Treatment	عرض میوه Fruit width (mm)	سفتی گوشت میوه Fruit flesh firmness	طعم میوه Fruit taste	آفتاب‌سوختگی میوه Fruit sunburn (Code)
Control (I)	72.56 c	6.02 def	4.23 bc	3.44 d
Ca (0.50%) (I)	77.91 abc	7.17 ab	5.27 a	1.23 ab
Ca (0.50%)+B (0.002) (I)	78.21 abc	6.96 abcd	5.00 ab	1.00 ab
Ca (1.00%) (I)	75.96 abc	7.46 a	4.87 ab	1.13 ab
Ca (1.00%) + B (0.002) (I)	81.10 a	6.76 abcde	4.36 bc	0.73 a
Control (II)	72.69 bc	5.50 f	4.00 c	2.80 cd
Ca (0.50%) (II)	78.26 abc	6.43 bcdef	5.20 a	2.43 cd
Ca (0.50%)+ B (0.002) (II)	76.65 abc	5.93 ef	3.00 d	2.73 cd
Ca (1.00%) (II)	78.99 ab	5.52 f	3.61 cd	2.64 cd
Ca (1.00%) + B (0.002) (II)	73.23 bc	7.00 abc	3.87 c	1.93 bc

Means with the same letters are not significantly different using Duncan test at 0.05 level of probability (I: Time 1, II: Time 2).

میانگین‌های که دارای حرف‌های مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان نداده‌اند (I: مرحله اول، II: مرحله دوم).

آفتاب‌سوختگی سیب بر اثر تابش نور خورشید، گرما و کاهش رطوبت نسبی ایجاد می‌شود و عمق بافت آسیب دیده در حدود ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر می‌باشد. یکی از اولین و مهمترین شاخص‌ها برای تعیین ارزش میوه رقم‌های سیب با رنگ قرمز، نبود آثار آفتاب‌سوختگی در پوست این میوه‌ها می‌باشد. برای این‌که میوه سیب دارای رنگ قرمز یکنواخت و بدون آفتاب‌سوختگی باشد، دمای سطح میوه باید خنک باشد (۳۵). آفتاب‌سوختگی و از بین رفتن رنگ قرمز در میوه‌های رقم‌های سیب با رنگ قرمز، مانند 'رد دلیشز' به‌طورمعمول در مناطق گرم و خشک رخ می‌دهد. تفاوت حدود ۱۰ تا ۱۲ درجه سلسیوس بین دمای پوست میوه و دمای هوا در ظهر و اوایل عصر، سبب افزایش جذب پرتو خورشید توسط میوه سیب می‌شود (۶). اگر دمای هوا حدود ۳۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس باشد، دمای سطح میوه به ۴۰ تا ۴۷ درجه سلسیوس می‌رسد که این کار باعث آفتاب‌سوختگی می‌شود.

گیاهان به روش‌های مختلف میزان آفتاب‌سوختگی را کاهش می‌دهند که شامل کاهش انرژی به‌وسیله چرخه زانتوفیل (۱۰ و ۲۷)، تولید آنتی‌اکسیدان‌ها برای کاهش اثر منفی واکنش‌های اکسایشی (۲۳)، تضعیف نور UV-B از راه جذب یا انعکاس آن به‌وسیله رنگدانه‌ها (۲۶) و تولید پروتئین‌های شوک گرمایی (۲۹) می‌باشد. رنگ قرمز

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

پوست میوه سیب به‌طور مستقیم با رنگدانه قرمز در پوست و اندازه واکوئل‌های حاوی رنگدانه آنتوسیانین مرتبط می‌باشد (۱۸). دو عامل مهم ژنتیک و محیط بر میزان تولید آنتوسیانین تأثیر می‌گذارند. بنابراین عملیات باغبانی می‌توانند روی ظاهر و کیفیت میوه در زمان برداشت تأثیر داشته باشد (۱۱، ۳۸).

میزان صادارات سیب ایران به کشورهای همسایه در وضعیت خوبی قرار دارد که بخش زیادی از این صادرات به سیب 'رد دلیشز' تعلق دارد (۱). اما برهمکنش نور و دما که در سراسر تابستان شایع است، باعث می‌شود که ۲۰ تا ۴۰ درصد از میوه‌های این رقم دچار آفتاب‌سوختگی شوند. روش‌های مختلفی مانند آبیاری بارانی، شبکه‌های توری، ماده‌های پوششی، نوع پایه و سیستم‌های تربیت برای کاهش میزان آفتاب‌سوختگی در درختان میوه پیشنهاد شده است (۲۱).

نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای مرحله اول (اواخر اردیبهشت) روی ویژگی‌های عرض، سفتی بافت، طعم، شکل و میزان آفتاب‌سوختگی میوه تأثیر معنی‌داری داشته‌اند و تیمارهای اعمال شده تأثیر بیشتری روی ویژگی‌ها مورد بررسی در مقایسه با شاهد نشان دادند. بیشترین تأثیر در کاهش آفتاب‌سوختگی را تیمار کلسیم ۱٪ + بُر دو در هزار داشت، در حالی‌که تیمارهای مرحله دوم فقط روی طعم میوه تأثیر معنی‌داری داشتند. در نتیجه، تیمارهای انجام شده مرحله اول (اواخر اردیبهشت) تأثیر بهتری در افزایش مقدار ویژگی‌ها کمی و کیفی و کاهش میزان آفتاب‌سوختگی میوه در مقایسه با تیمارهای مرحله دوم (اواخر خرداد) داشته‌اند.

نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد همزمان کلسیم و بُر در کاهش آفتاب‌سوختگی مؤثر می‌باشد که با نتیجه‌های پژوهشگران دیگر همسو می‌باشد. در پژوهشی، اثر کلسیم همراه و بدون بُر روی سیب 'گلدن دلیشز' بررسی شده است و گزارش شده است که کلسیم همراه با بُر تأثیر بیشتری در کاهش میزان آفتاب‌سوختگی این میوه دارد (۲۱). هم‌چنین، گزارش شده است که کلرید کلسیم به‌طور معنی‌داری این نابسامانی را در میوه انار کاهش می‌دهد (۴).

بُر به‌عنوان یک عنصر ضروری کم‌مصرف در گیاهان آوندی نقش مهمی در ساخت دیواره یاخته‌ای دارد (۱۹). هم‌چنین بُر روی عملکرد این دیواره تأثیر داشته و از راه تشکیل کمپلکس بُر-پکتین باعث لیگنینی شدن آن می‌شود که این مسئله به حفظ ساختار غشای یاخته‌ای کمک می‌کند (۹، ۲۵، ۳۲). از نقش‌های فیزیولوژیکی دیگر بُر می‌توان به اثر احتمالی آن در انتقال و جابجایی قند، سوخت و ساز کربوهیدرات و نیتروژن، ساخت نوکلئیک اسید، سوخت و ساز RNA، تنفس و سوخت و ساز ایندول استیک اسید (IAA) اشاره کرد (۲۰ و ۲۵). مطالعه‌های کمی در مورد نقش بُر در حفاظت از غشای یاخته‌ای از راه تحریک ساخت آنتی‌اکسیدان‌ها مانند ترکیب‌های فنولی و فلاونول‌ها وجود دارد (۸). ترکیب‌های فنولی و فلاونول‌ها اثرهای مخرب گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)[۱] را کاهش می‌دهند. کمبود بُر با قهوه‌ای شدن بافت برگ در ارتباط می‌باشد (۹). قهوه‌ای شدن برگ در اثر کمبود بُر ممکن است نتیجه تجمع فنول‌ها و افزایش فعالیت پلی‌فنول اکسیداز باشد که باعث تولید رادیکال‌های آزاد شده و در نتیجه ساخت اسید آسکوربیک را کاهش می‌دهد (۲۲) و افزایش اکسایش آسکوربیک اسید و تولید ROS را به‌دنبال دارد (۲۵).

شدت زیاد نور می‌تواند زیست ساخت فنول‌ها و کربوهیدرات‌های دیواره یاخته‌ای را افزایش دهد که به علت تشکیل کمپلکس بُرات پایدار از انتقال بُر جلوگیری می‌کند. افزون بر این، برخلاف کاهش فتوسنتز، قند و نشاسته در برگ‌هایی که کمبود بُر دارند، تجمع می‌یابند (۱۲، ۳۲). این پدیده همراه با اختلال در فتوسنتز در شرایط نور زیاد در برگ‌های دارای کمبود بُر باعث کاهش اثر انرژی نوری در تشکیل ماده‌های احیایی می‌شود. در این شرایط، ROS تولید شده و اکسیداسیون فنول‌ها زیاد می‌شود که باعث صدمه به غشاء می‌شود (۳۲).

۱- Reactive oxygen species

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

کلسیم به ساخت و فعالیت اکسین کمک کرده و اکسین باعث رشد و نمو شاخه و برگ‌ها و عدم ریزش برگ‌ها شده و میوه‌ها کمتر آفتاب‌سوخته می‌شوند (۱۳). در ضمن، کلسیم از تولید اتیلن در گیاه جلوگیری می‌کند (۳). کلسیم از عوامل مهم و تأثیرگذار در افزایش استحکام دیواره یاخته‌ای و فعال شدن سیستم ایمنی گیاه در برابر تنش‌های محیطی از جمله آفتاب‌سوختگی می‌باشد. هم‌چنین، کلسیم در به تأخیر انداختن پیری دیواره یاخته‌ای، نگه‌داری و ثبات غشاء، تنظیم بسیاری از فرآیندهای سوخت و سازی، حالت نیمه‌تراوایی غشای یاخته‌ای، تقسیم یاخته‌ای، نشت یونی و افزایش سختی در غشای میانی دیواره یاخته‌ای نقش دارد و باعث افزایش مقاومت میوه به تنش‌های محیطی مانند آفتاب‌سوختگی می‌شود (۱۳).

نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که کلسیم در افزایش اندازه، طعم و TSS میوه مؤثر می‌باشد که با نتیجه‌های پژوهشگران دیگر همسو می‌باشد. در طی دو پژوهش، اثر کلسیم همراه و بدون بُر روی سیب 'گلدن دلیشز' بررسی شده است و گزارش شده است که کلسیم همراه با بُر تأثیر بیشتری در افزایش اندازه میوه دارد (۱۷، ۲۱). نقش کلرید کلسیم در افزایش اندازه میوه شاید به دلیل انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به میوه و یا نقش آن در افزایش ریشه‌های موئین، تقسیم یاخته‌ای ریشه و مقاوم کردن ریشه به پوسیدگی باشد که باعث افزایش جذب ماده‌های غذایی و آب از خاک می‌شود (۱۷).

نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که کلسیم در سفتی بافت میوه مؤثر می‌باشد. کلسیم جزء اصلی ساختمان دیواره یاخته‌ای می‌باشد و در تیغه میانی یاخته نقش اساسی دارد. افزایش میزان کلسیم در یاخته باعث افزایش میزان پکتات کلسیم و ضخامت دیواره یاخته شده و در نتیجه سفتی بافت را افزایش می‌دهد. هم‌چنین، کلسیم از تبدیل پکتین نامحلول به محلول جلوگیری کرده و در نتیجه باعث افزایش سفتی بافت میوه می‌شود. افزون بر این، پژوهشگران دلیل افزایش سفتی بافت میوه توسط کلرید کلسیم را نقش کلیدی کلسیم در کاهش تولید CO_2 و C_2H_2، جلوگیری از کاهش اسید آسکوربیک، کاهش خروج آب از یاخته و در نتیجه کاهش پلاسمولیز و پیری میوه می‌دانند و بیان می‌کنند که کلسیم عامل اتصال‌دهنده بین یاخته‌ای بوده و به ترکیب‌های پکتین در تیغه میانی ثبات می‌بخشد (۳۴). در پلی‌مرهای پکتین، دو زنجیره اسید گالاکترونیک از راه پیوند کلسیم به‌هم متصل می‌شوند. کلسیم با برقرار کردن اتصالات عرضی بین مولکولی درون قالب پلی‌مرهای پکتین، ماده‌های اولیه کمتر یا مقاوم‌تری را در برابر آنزیم پلی‌گالاکتروناز قرار می‌دهد (۱۶). در مجموع، با توجه به نتیجه‌های پژوهش حاضر، محلول‌پاشی ترکیب کلسیم و بُر در اواخر اردیبهشت برای کاهش معنی‌داری آفتاب‌سوختگی میوه در سیب 'رد دلیشز'، پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتیجه کلی که می‌توان از این پژوهش گرفت این است که در آزمایش اول، با توجه به این‌که تیمارهای سه، چهار و پنج کیلوگرم کود مایع عنصرهای کم‌مصرف حاوی آهن، روی و منگنز در هزار لیتر آب تأثیر بهتری در مقایسه با تیمارهای دو در هزار و شاهد روی بیشتر ویژگی‌ها داشتند، کاربرد یکی از این سه تیمار برای محلول‌پاشی در باغ‌های سیب 'رد دلیشز' پیشنهاد می‌شود. از نظر اقتصادی، تیمار سه در هزار که مصرف و هزینه کمتری برای باغدار دارد و از نظر سلامتی و اثرهای زیست‌محیطی می‌تواند محصول سالم‌تری تولید نماید، در اولویت قرار می‌گیرد.

در آزمایش دوم، برای کاهش یا حذف نابسامانی آفتاب‌سوختگی میوه سیب 'رد دلیشز'، محلول‌پاشی ترکیب کلسیم ۱٪ + بُر دو در هزار در اواخر اردیبهشت پیشنهاد می‌شود. کاربرد پیشگیرانه محلول‌پاشی کلسیم و بُر نه تنها آسیب‌های قبل از برداشت میوه (آفتاب‌سوختگی) را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد، بلکه می‌تواند روی ویژگی‌های میوه در زمان پس از برداشت نیز تأثیر مثبت داشته باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

منابع References

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۵. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۰۱-۹۹: ۳.

۲. حاج‌نجاری، ح. ۱۳۹۵. راهنمای کشت و پرورش سیب با تاکید بر دستاوردهای پژوهشی. نشر آموزش کشاورزی. ۴۱۰ ص.

3. Andris, H. 2003. Preventing cherry cracking challenge for state's growers. Western Farm Press 3. 255p.
4. Bakeer, S.M. 2016. Effect of ammonium nitrate fertilizer and calcium chloride foliar sprayon fruit cracking and sunburn of Manfalouty pomegranate trees. Sci. Hort. 209:300-308.
5. Balakrishnan, K., K.Venkatesan and S. Sambandamurti. 1996. Effect of foliar application of Zn, Fe, Mn and B on yield and quality of pomegranate cv. Ganesh. Ori. J. Hort. 24:33-35.
6. Blanke, M.M. and D. H. lenz. 1989. Fruit photosynthesis. Plant Cell Environ. 12:31-46.
7. Broschat, T. K. 1991. Effect of manganese source on manganese uptake by pygmy date palms. HortScience, 26:1389-1391.
8. Cakmak, I. and V. Romheld. 1997. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. Plant Soil. 193:71-83.
9. Cakmak, I., H. Kurz and H. Marschner. 1995. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. Physiol. Plant. 95:11-18.
10. Demmig-Adams, B., W.W. Adams, B.A. Logan and A.S. Verhoven. 1995. Xanthophyll cycledependent energy dissipation and flexible photosystem II efficiency in plants acclimated to light sress. Aust. J. Plant Physiol. 22:249-260.
11. Doud, D.S. and D.C. Ferree. 1980. Influence of reflectant and shade material on light distribution on mature 'Delicious' apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:397-400.
12. Dugger, W. M. 1983. Boron in plant metabolism. In: Encyclopedia of plant physiology. New Series.Volume 15. (Lauchli A and Bieleski R L, Eds). Springer-Verlag, Berlin, Germany. Pp 626–650.
13. Fageria, M.S., R.S. Dhaka and N. L. Chaudhary. 1995. Determination of maturity standards of dates. Acta Hort. 23:426-432.
14. Glenn, D.M., E. Prado, A. Erez, J. McFerson and G.J. Puterka. 2002. A reflective processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection and sunburn in apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127:188-193.
15. Hasani, M., Z. Zamani, G. Savaghebi and R. Fatahi. 2012. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. J. Soil Sci. Plant Nut. 12:471-480.
16. Hepaksoy, S., U. Aksoy and H. Z. Can. 1998. Determination of relationship between fruit cracking and somephysiological responses, leaf characteristic and nutritional status of some pomegranate varieties. CIHEAM- Opt. Med. 42:87-92.
17. Khalifa, R.K. M., M. Omania, S. Hafez and H. Abd-El. 2009. Influence of foliar spraying with boron andcalcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. World J. Agr. Sci. 5:237-349.
18. Lancaster, J.E., J. Grant, C.E. Lister and Taylor. M. C. 1994. Skin color in apples-Influence of copigmentation and plastid pigments on shade and darkness of red color in live genotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:63-69.
19. Loomis, W.D. and R.W. Durst. 1992. Chemistry and biology of boron. BioFactors, 4:229-239.
20. Loomis, W.D. and R.W. Durst. 1991. Boron and cell walls. Cur. Top. Plant Biochem. Physiol. 10:149-178.
21. Lotze, E. and E.W. Hoffman. 2014. Foliar application of calcium plus boron reduces the incidence of sunburn in 'Golden Delicious' apple. J. Hort. Sci. Biotech. 89:607-612.
22. Lukaszewski, K.M. and D.G. Blevins. 1996. Root growth inhibition in boron-deficient or aluminium-stressed squash may be a result of impaired ascorbate metabolism. Plant Physiol. 112:1135–1140.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

23. Ma, F. and L. Cheng. 2003. The sun-exposed peel of apple fruit has higher xanthophyllscycledependent thermal dissipation and antioxidants of the ascorbate-glutathione pathway than the shaded peel. Plant Sci. 165:819-827.
24. Malakouti, M.J. 2001. The effects of balanced fertilization and zinc application on improving apple yield, quality, and reducing browning incidence. Acta Hort. 564:153-158.
25. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego, CA, USA. 889p.
26. Merzlyak, M.N. and A.E. Solovchenko. 2002. Patterns of pigment changes in apple fruits during adaptation to high sunlight and sunscaled development. Plant Biochem. Physiol. 40:679-684.
27. Muller, P., X.P. Li and K. Niyogi. 2001. Nonphotochemical quenching. A response to excess light energy. Plant Physiol. 125:1558-1566.
28. Papadakis, I.E., T.E. Sotiropoulos and I.N. Therios. 2007. Mobility of iron and manganese within two *Citrus* genotypes after foliar application of iron sulfate and manganese sulfate. J. Plant Nut. 30:1385-1396.
29. Ritenour, M.A., S. Kochhar, L. Schrader, T. Hsu and M. Ku. 2001. Characterization of heat shock protein expression in apple peel under field and laboratory conditions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126:564-570.
30. Schrader, L.E., C. Kahn and D.C. Elfving. 2009. Sunburn browning decreases at-harvest internal fruit quality of apples (*Malus domestica* Borkh.). Int. J. Fruit Sci. 9:425-437.
31. Schrader, L., J. Zhang and J. Sun. 2003. Envirnomental stresses that cause sunburn of apple. Acta Hort. 618:397-405.
32. Shelp, B.J. 1993. Physiology and biochemistry of boron in plants. In: Boron and its Role in Crop Protection. (Gupta, U.C., Ed.). CRC Press Inc., Boca Raton, FL, USA. 53–85.
33. Silva, M.A.C., W. Natale, R.M. Prado and M.K. Chiba. 2009. Liming and manganese foliar levels in orange. J. Plant Nutr. 32:694-702.
34. Singh, R. P. 1990. Influence of different cultural practice on premature fruit cracking of pomegranate. Prog. Hort. 22:92-96.
35. Stanley, D. 1998. Particle films: A new kind of plant protectant. Agr. Res. 46:16-19.
36. Tariq, M., M. Sharif, Z. Shah and R. Khan. 2007. Effect of foliar application of micronutrients on the yield and quality of sweet orange (*Citrus sinensis* L.). Pak. J. Biol Sci. 10:1823- 1828.
37. Thalheimer, M. and N. Paoli. 2002. Foliar absorption of Mn and Mg: Effects of product formulation, period of application and mutual interaction of apple. Acta Hort. 54:157-164.
38. Toye, J. 1995. Reflective mulches-New Zealand leads the way. The Orch. 68:58-60.
39. Watkins, R. and R. A. Smith. 1982. IBPGR descriptor list for apple (*Malus*). Committee on disease resistance breeding and use of genebanks. C.E.C. Secretariat, Brussels. 35p.
40. Way, R.D., H.S. Alwinckle, R.C. Lamb, A. Rejman, S. Sansavini, T. Shen, R. Watkins, M.N.Westwood and Y. Yoshida. 1990. Apples (*Malus*). Acta Hort. 290:3–62.
41. Westwood, M. N. 1978. Temperate-zone pomology. San Francisco: WH Freeman and Company. Williams IH, Martin AP and White RP. 435p.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19 (1): 31-40 (2018)

Effect of Nutrition on Yield and Sunburn in Apple (*Malus* × *domestica* Borkh.) cv. Red Delicious

F. Sarooghinia, A. Khadivi*, A. Abbasifar and A. Khaleghi[1]

Inappropriate nutrition management and environmental stresses reduce the yield per unit area and increase some disruptions, especially sunburn in the apple fruit. Thus, the present study was conducted with aims i) improving the quality and quantity of 'Red Delicious' apple, ii) determining the best concentration of micro-elements liquid fertilizer (containing iron, zinc, and manganese), and iii) reducing or eliminating the risk of sunburn using nutrients (calcium and boron). In the first experiment, the effects of micro-elements liquid fertilizer (containing iron, zinc and manganese) on yield and fruit quality of 'Red Delicious' apple were examined. The results showed that fruit weight, fruit length, fruit width, TSS and fruit juicy were affected by treatments and there were significant differences between the treatments for these traits. Given that treatments 0.005, 0.004 and 0.003 had better effects than 0.002 and control, application of one of these three treatments is recommended at late-May. In the second experiment, the effects of different treatments of calcium and boron on sunburn and quantitative and qualitative traits of 'Red Delicious' apple at two times were investigated. Result showed that the $CaCl_2$ (1.00 %) and boron (0.002) at mid-May had the best effects on reducing sunburn and improving traits in the studied cultivar.

Keywords: Boron, Calcium, Disorder, Foliar application, Fruit quality, Micro-elements.

1. Former M.Sc. student, Associate Professor, and Assistant Professors of Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.
* Corresponding author, E-mail: (a-khadivi@araku.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.1.3.3]