[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

تأثیر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم بر رشد گیاه، عملکرد و خصوصیات پس از برداشت میوه دو رقم طالبی (*Cucumis melo* L.)

مریم خسروی مشیزی[۱*] و مهدی سرچشمه‌پور[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۶)

چکیده

کلسیم و پتاسیم از عناصر ضروری هستند که نقش قابل توجهی در افزایش عملکرد، عمر پس از برداشت و بهبود کیفیت بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها دارند. نقش این عناصر در بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه‌های آب‌دار از اهمیت خاصی برخوردار است و برهمکنش آنها در گیاهانی مثل طالبی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش تأثیر دو سطح کلسیم (۰ و ۳ در هزار) از منبع کلات و سه سطح پتاسیم (۰، ۱ و ۲ در هزار) از منبع سولوپتاس و نیز برهمکنش آنها بر برخی شاخص‌های رشد، عملکرد و کیفیت میوه دو هیبرید طالبی آناناسی و شاه‌پسندی در یک آزمایش فاکتوریل اسپلیت و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط مزرعه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد کلسیم باعث افزایش وزن تر و خشک بوته، محتوای آب نسبی و تعداد برگ، میانگین وزن میوه، ضخامت، سفتی گوشت و قطر آن در هر دو رقم و افزایش تعداد میوه رقم شاه‌پسندی شد. هم‌چنین کاربرد پتاسیم باعث افزایش مقدار نسبی آب و تعداد برگ، میانگین وزن میوه، ضخامت، سفتی گوشت، قطر و طول میوه در هر دو رقم و افزایش تعداد میوه در بوته رقم شاه‌پسندی گردید. محلول‌پاشی هم‌زمان کلسیم و پتاسیم بر محتوای آب نسبی و تعداد برگ، عملکرد کل میوه، ضخامت، سفتی گوشت و میزان کاروتنوئید آن تأثیر معنی‌داری داشت. ترکیب کلسیم و پتاسیم در ارقام آناناسی و شاه‌پسندی، به‌ترتیب عملکرد میوه را به‌میزان ۸۰ و ۱۴۷ و مقدار کارتنوئید را ۴۷ و ۸۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد که به‌عنوان ترکیب تیمار برتر معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: عناصر مغذی، تغذیه برگی، کیفیت میوه

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی و استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: khosravi12311@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

مقدمه

طالبی (*Cucumis melo* L.) گیاهی است یک ساله، یک پایه و در بعضی موارد دو پایه که با دوره رویش ۸۰ تا ۱۰۰ روز، آب و هوای گرم و آفتابی، خاک‌های عمیق و حاصلخیز و دارای بافت نسبتاً سبک، تخلخل و زهکشی کافی و pH بین ۵/۵ تا ۷/۵ را برای رشد بهینه ترجیح می‌دهد و به خاک‌های اسیدی حساس است. گیاهان به پتاسیم زیادی نیاز دارند و از نظر میزان مصرف در بین عناصر معدنی، پتاسیم بعد از نیتروژن در ردیف دوم قرار دارد. اگرچه ممکن است میزان پتاسیم کل در خاک‌ها زیاد باشد، اما بخش عمده‌ای از آن برای گیاهان غیر قابل جذب می‌باشد (۶). پتاسیم نقش قابل توجهی در تأمین رشد، کاهش اثرات سوء ناشی از تنش‌ها، افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصول، از جمله طول دوره انبارداری، بازارپسندی و ارزش اقتصادی آن دارد (۱۵). این عنصر از اجزاء تشکیل دهنده مولکول‌های آلی یا ساختار گیاه نیست و به‌صورت یک یون آزاد در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متعددی دخالت دارد (۲۲). پتاسیم در تنظیم اسمزی و حفظ فشار آماس سلول‌های زندهٔ گیاهی، باز و بسته شدن روزنه‌ها، نمو سلول، حرکت برگی (۱۷) و کنترل تعرق و فتوسنتز و فعالیت‌های آنزیمی نقش کلیدی دارد. این عنصر شدت فتوسنتز کلروپلاست‌ها و سرعت انتقال مواد ساخته شده در برگ‌ها را از طریق آوند آبکش به بافت‌های ذخیره‌ای افزایش می‌دهد و به همین دلیل عملکرد و کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد (۲۲). جذب پتاسیم توسط گیاه از محلول خاک تحت تأثیر عواملی مانند شرایط رطوبتی خاک، pH، بافت، تهویه، دمای خاک و غلظت سایر عناصر غذایی قرار می‌گیرد (۶ و ۱۵). مراحل نمو گیاه نیز ظرفیت جذب پتاسیم را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

معمولاً فعالیت ریشه‌ها و جذب پتاسیم در طی فاز زایشی کاهش می‌یابد و محلول‌پاشی گیاه با این عنصر در طی دوره نمو محصول موجب افزایش کیفیت (۱۵ و ۲۱ و ۲۲)، سفتی (۲۱ و ۲۲)، میزان قند (۱۵)، اسید آسکوربیک (۱۵ و ۲۲) و بتاکاروتن (۲۲) میوه می‌شود. هم‌چنین مطالعات بسیاری نشان داده که محلول‌پاشی پتاسیم بر روی گیاه باعث افزایش رشد رویشی، کیفیت میوه، عملکرد و عمر انبارداری میوه در گوجه‌فرنگی (۳۳)، فلفل شیرین (۸)، زیتون (۱۳) و پیاز (۱۲) شد. کلسیم نیز یکی از عناصر غذایی پرمصرف است که در خاک و گیاه غیر متحرک و جذب آن توسط ریشه و انتقال آن در آوند چوب تحت تأثیر جریان تعرقی گیاه می‌باشد (۳۶).

کلسیم برای تقسیم سلولی، تشکیل و استحکام دیواره‌های جدید سلولی، ایفای نقش غشاء و جلوگیری از آسیب آن و عدم تراوش مواد به بیرون از سلول، به تأخیر انداختن پیری و افزایش عمر انبارداری محصولات باغبانی ضروری است (۲۷). کلسیم با پیوستن به مواد پکتیکی سلول، نقش قابل توجهی در حفظ دیواره سلولی دارد و بنابراین کاربرد آن قبل و بعد از برداشت محصول باعث افزایش سفتی میوه، کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن و کاهش بروز اختلالات فیزیولوژیکی و پوسیدگی می‌شود (۳۶). کلسیم همراه با پتاسیم در نفوذپذیری، آب‌گیری، حفظ فشار آماس و کارکرد سلول و به‌طورکلی کیفیت میوه، خاصیت انبارداری و بازارپسندی آن نقش اساسی دارد (۲۷). سفتی ایجاد شده به‌وسیله کلسیم مربوط به تأثیر آن بر اجزاء دیواره سلولی مانند پکتین است که غشاء و دیواره سلولی را حفظ می‌کند، اما سفتی ایجاد شده توسط پتاسیم مربوط به تغییرات فشار هیدرواستاتیک (تورگر) سلول می‌باشد (۲۲). میوه طالبی در طول دوره انبارداری، حتی تحت دمای پایین نیز به نرم‌شدگی خیلی حساس است و سرعت آن با میزان کلسیم موجود در بافت میوه ارتباط عکس دارد. استحکام بافت‌ها و مقاومت به نرم‌شدگی میوه می‌تواند توسط افزودن کلسیم افزایش یابد. در واقع تشکیل پکتات‌های کلسیم، استحکام تیغه میانی و دیواره‌های سلولی را افزایش می‌دهد و میزان فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتروناز (PG) را که یکی از آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی است، کند می‌کند (۱). کلسیم در آوند آبکش غیر متحرک است و کمبود آن در مراحل خاصی که گیاه نیاز

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده در آزمایش

اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	ماده آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	درصد ذرات			بافت خاک
						رس	سیلت	شن	
۷/۵	۱/۸	۱/۰۲	۰/۰۸	۲۸۷/۶	۶/۹۲	۸	۲۷	۶۵	لومی شنی

بیشتری به آن دارد، موجب کاهش غلظت مواد جامد محلول، مشبک شدن پوست و سفتی میوه و افزایش خسارت سرما می‌شود. محلول‌پاشی برگی کلسیم یکی از روش‌های مؤثر برای برطرف کردن کمبود و اصلاح عوارض ناشی از آن است (۳۱). گزارش شده محلول‌پاشی کلسیم بر روی گیاه طالبی موجب افزایش سفتی و عمر انبارداری میوه می‌گردد (۲۰). هم‌چنین مصرف کلسیم موجب افزایش رشد رویشی و عملکرد در توت‌فرنگی (۱۶) و گوجه‌فرنگی (۲۳) و افزایش کیفیت و عمر انبارداری در هلو (۲۵) و زردآلو (۲۸) می‌شود.

میوه طالبی یکی از محصولات ارزشمندی است که خصوصیات کمی و کیفی آن بر ماندگاری و بازارپسندی آن نقش مستقیمی دارد. کلسیم و پتاسیم از عناصر ضروری هستند که نقش قابل توجهی در افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و خصوصیات پس از برداشت بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها دارند. از آنجائی‌که نقش این عناصر در بهبود کمی و کیفی میوه‌های گوشتی از اهمیت خاصی برخوردار است و اثرات متقابل آنها در گیاهانی مثل طالبی مورد مطالعه قرار نگرفته است، از این‌رو در این تحقیق تأثیر کاربرد پتاسیم و کلسیم و اثرات متقابل آنها به‌صورت محلول‌پاشی بر رشد و نمو گیاه، عملکرد، خصوصیات پس از برداشت و عمر انبارمانی میوه طالبی در دو رقم تجاری آناناسی و شاه‌پسندی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان اجرا شد. خصوصیات خاک مزرعه در جدول ۱ آمده است.

طرح آماری مورد استفاده فاکتوریل خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود که در آن ترکیب تیماری سطوح مختلف کلسیم (شامل دو سطح ۰ (Ca_0) و ۳ در هزار (Ca_3)) و پتاسیم (شامل سه سطح ۰ (K_0)، ۱ (K_1) و ۲ در هزار (K_2) پتاسیم(K_2O)) که نیاز به کرت بزرگ‌تر دارند به‌عنوان عامل فاکتوریل در کرت‌های اصلی و ارقام (ارقام هیبرید طالبی آناناسی (تولید شرکت Bonanza) و شاه‌پسندی (به‌نام Armaghan 804 و تولید شرکت Pars seed)) که نیاز به کرت کوچک‌تر دارند در کرت‌های فرعی به‌عنوان کرت خرد شده قرار گرفتند. زمین انتخابی در اردیبهشت ماه شخم زده شد و سپس کودهای فسفره (سوپر فسفات تریپل به‌میزان ۵۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار) و نیتروژنه (به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) به زمین داده شد و به کمک دیسک با خاک کاملاً مخلوط گردید و با نهرکن پشته‌هایی به طول ۳۵ متر و عرض ۲ متر و با فاصله ۰/۵ متر از یکدیگر ایجاد و سپس زمین مورد نظر آبیاری شد. بذرهای طالبی نیز هم‌زمان به‌مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شدند و دو روز بعد (در تاریخ ۹۲/۳/۱) حفره‌هایی با فواصل ۷۰ و عمق ۵ سانتی‌متر در لبه پشته‌ها ایجاد شد و کشت در دو طرف هر پشته صورت گرفت. کشت بذور به نحوی بود که در هر حفره ۵ عدد بذر جای‌گذاری شد و رقم آناناسی در یک طرف جوی و رقم شاه‌پسندی در طرف دیگر جوی قرار گرفتند و در نهایت تعداد بوته‌ها طی دو مرحله تنک کردن، به یک بوته در هر حفره کاهش یافت. ۳۰ روز بعد از کاشت، کود نیتروژنه (اوره به‌میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت سرک اضافه شد. محلول‌پاشی کلسیم در ۴ مرحله شامل ۳، ۱۷ و ۳۰ روز پس از گل‌دهی و ۳ روز قبل از برداشت میوه از منبع کلات ۶ درصد (Ca-EDTA) به‌نحوی انجام شد که

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

۳ روز بعد از آخرین محلول‌پاشی بخش عمده‌ای از میوه‌هایی که رسیده بودند و از سبز به زرد تغییر رنگ داده بودند و به‌سهولت از بوته جدا می‌شدند، جمع‌آوری شدند و مورد آزمایش قرار گرفتند. پتاسیم از منبع سولوپتاس (۵۲ درصد) به‌صورت محلول‌پاشی در ۵ مرحله بود که مرحله اول آن پس از تشکیل میوه و مراحل بعدی با فواصل یک هفته از یکدیگر در طی دوره نمو صورت گرفت. محلول‌پاشی بر روی شاخ و برگ گیاه و به‌نحوی بود که کاملاً خیس شدند. نمونه‌ها مورد آزمایش از تاریخ ۲۵ مرداد تا ۱ شهریور تعداد ۲ چین با فاصله ۶ روز در هر دو رقم برداشت شدند. هر کرت آزمایشی شامل ۸ بوته از رقم آناناسی در یک طرف پشته و ۸ رقم شاه‌پسندی در طرف دیگر پشته بود که برای نمونه‌برداری ابتدا در هر کرت، دو بوته کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه حذف و سپس آمار برداری از ۶ بوته برای هر رقم انجام گرفت. در طی آزمایش، محتوای آب نسبی برگ و تعداد میوه در بوته پس از دو مرحله اول محلول‌پاشی کلسیم و ۳ مرحله اول محلول‌پاشی پتاسیم اندازه‌گیری شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تعیین محتوای آب نسبی برگ از حد فاصل بین رگبرگ‌ها و لبه برگ با استفاده از پانچ، ۵ قسمت برداشت شد و پس از تعیین وزن تر (FW) به‌مدت ۵ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند و وزن تورژسانس (TW) آنها تعیین شد. سپس نمونه‌ها برای تعیین وزن خشک (DW) به‌مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده‌شد و محتوای آب نسبی (RWC) آنها از رابطه زیر محاسبه گردید (۳۲).

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

در پایان دوره آزمایش صفات تعداد برگ و شاخه فرعی، وزن تر و خشک بوته‌ها (بر حسب گرم)، طول و قطر میوه (برحسب سانتی‌متر)، درصد وزن خشک، ضخامت پوست (بر حسب میلی‌متر) و گوشت (بر حسب سانتی‌متر)، سفتی گوشت، مقدار کارتنوئید، مواد جامد محلول، اسیدآسکوربیک، میانگین وزن (بر حسب گرم) و عملکرد نهایی میوه (بر حسب تن در هکتار) و عمر انبارمانی میوه اندازه‌گیری شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سفتی گوشت میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج (مدل*Gy2) با نوک استوانه‌ای شکل به قطر ۱۱ میلی‌متر بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع از سه ناحیه در قسمت برش خورده گوشت میوه در زمان برداشت و پس از برداشت اندازه‌گیری شد. به‌دلیل اینکه میوه‌های شاهد پس از ۴ روز پوسیده شدند و پس از آن میوه شاهدی وجود نداشت در این زمان سفتی پس از برداشت اندازه‌گیری شد. مقدار مواد جامد محلول میوه با دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل MT-098P8A) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقدار اسید آسکوربیک از روش یدومتریک استفاده شد (۱۴).

برای سنجش مقدار کارتنوئید ۰/۲ گرم از بافت فریزشده گوشت میوه در هاون چینی حاوی ۱۵ میلی لیتر استن ۸۰ درصد سائیده شد و پس از صاف کردن، میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل SPUV-26 در طول موج‌های ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد. جهت تنظیم دستگاه از استون ۸۰ درصد به‌عنوان شاهد استفاده گردید. غلظت رنگیزه‌های گیاهی با استفاده از رابطه‌های زیر بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر محاسبه گردید (۲۴).

$$Car = ([1000\ A_{470} + 1.82\ Chla - 85.02\ Chlb)/198)$$

$$Chla = (12.5\ A_{663.2} - 2.79\ A_{646.8})$$

$$Chlb = (21.50\ A_{646.8} - 5.1\ A_{663.2})$$

Chla = کلروفیل a Car = میزان کاروتنوئیدها

Chlb = کلروفیل b A = میزان جذب در طول موج‌های مختلف

برای اندازه‌گیری درصد وزن خشک گوشت و پوست، ابتدا ۱۰۰ گرم از گوشت و پوست تازه میوه توزین و سپس به‌مدت ۷۲ ساعت در دستگاه آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید و وزن خشک آن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عمر انبارمانی، تعداد چهار میوه از هر تیمار در دمای اطاق نگهداری شد و عمر انبارمانی آنها براساس زمان پوسیدگی و فسادپذیری میوه برآورد شد. در نهایت داده‌های جمع‌آور شده با نرم‌افزار SAS (ورژن ۹ به ۱) تجزیه واریانس شدند، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و رسم نمودارها با استفادهاز Excel انجام شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

نتایج و بحث

تعداد برگ

مطابق جدول ۲ اثر سه‌گانه بین رقم و عناصر در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. کلیه تیمارها به جزء پتاسیم ۱ در هزار نسبت به شاهد باعث افزایش معنی‌دار تعداد برگ در رقم آناناسی شدند و اثر کلسیم در این مورد بیشتر بود. بیشترین تأثیر مربوط به تیمار محلول‌پاشی با کلسیم ۳ در هزار بود که تعداد برگ را ۵۵ درصد نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی افزایش داد. محلول‌پاشی با پتاسیم ۲ در هزار و مخلوط پتاسیم ۱ در هزار و کلسیم ۳ در هزار با افزایش معنی‌دار ۲۶ درصدی در یک سطح آماری قرار داشتند. پتاسیم ۱ در هزار به تنهایی تأثیر معنی‌داری از این نظر نداشت. محلول‌پاشی رقم شاه‌پسندی با هیچ‌یک از تیمارها اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد. در تیمار بدون محلول‌پاشی، تعداد برگ رقم شاه‌پسندی ۳۶/۷ درصد نسبت به رقم آناناسی بیشتر بود (جدول ۴). کلسیم (۳ و ۲۷) و پتاسیم (۲۷) نقش مهمی در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مورد نیاز برای تقویت و رشد و نمو رویشی از جمله تقسیم و طویل‌شدگی سلول دارند که می‌تواند به‌طور غیر مستقیم تعداد برگ را افزایش دهد. در پیاز مصرف خاکی نیترات پتاسیم به میزان ۲۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار توأم با محلول‌پاشی کلرید پتاسیم و هم‌چنین مصرف خاکی نیترات کلسیم به میزان ۱۲۰ کیلوگرم Ca در هکتار موجب افزایش تعداد برگ گیاه شد اما ترکیب کلسیم و پتاسیم اختلاف معنی‌داری در تعداد برگ به‌وجود نیاورد (۱۲).

تعداد شاخه فرعی

در خصوص تعداد شاخه فرعی اثر دو گانه بین عناصر در سطح ۵٪ معنی‌دار شد اما اثر سه گانه بین ارقام و عناصر معنی‌دار نشد (جدول ۲). در هر دو رقم کلیه تیمارها بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر، باعث افزایش معنی‌دار تعداد شاخه‌های فرعی در مقایسه با شاهد بدون محلول‌پاشی شدند (جدول ۵) و دو رقم اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. بهبود رشد رویشی می‌تواند با نقش مهم پتاسیم در انتقال قند و مواد مغذی در گیاه و فشار تورگر در سلول‌های گیاهی توصیف شود (۱۳). پتاسیم (۱۳) و کلسیم (۳) می‌توانند از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم‌های متعدد و تولید کربوهیدارت‌ها و ساخت ترکیبات آلی مانند نشاسته و پروتئین‌ها در گیاه، باعث تحریک شاخه‌زایی و تعداد شاخه‌های فرعی گردند. در گیاه فلفل شیرین نیز محلول‌پاشی پتاسیم تعداد شاخه را افزایش داد (۸).

محتوای آب نسبی برگ

نتایج تجزیه واریانس مربوط به محتوای آب نسبی نشان داد که اثر برهمکنش بین عناصر در سطح ۵٪ معنی‌دار شد ولی اثر سه‌گانه بین ارقام و عناصر معنی‌دار نشد (جدول ۲). اعمال کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌دار محتوای آب نسبی برگ در هر دو رقم گردید و تأثیر کلسیم بیش از پتاسیم بود. استفاده از کلسیم و هم‌چنین مخلوط کلسیم و پتاسیم ۲ در هزار بیشترین تأثیر را داشت. محلول‌پاشی بوته‌ها با تیمارهای کلسیم ۳ در هزار و یا پتاسیم ۲ در هزار محتوای آب نسبی برگ را به‌ترتیب ۳۰/۱ و ۳۱ درصد و با مخلوط کلسیم ۳ در هزار و پتاسیم ۲ در هزار این صفت را ۳۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۵).

پتاسیم دارای نقش کلیدی در تنظیم حرکت روزنه‌ها به‌عنوان سازوکار عمده در مهار آب گیاهان و هم‌چنین به‌عنوان ماده اسمزی عمده در واکوئل برای نگهداری آب کافی در بافت‌ها در شرایط خشکی می‌باشد (۲۷). کلسیم نیز در استحکام دیواره سلول‌ها و حفظ ساختار و کارکرد غشاء نقش کلیدی دارد و قابلیت نگهداری آب سلول‌ها را افزایش می‌دهد (۹). استفاده از سولفات کلسیم ۵ میلی‌مول در محلول غذایی برای گوجه‌فرنگی (۲۳) و کاربرد پتاسیم با غلظت ۱/۲۸ میلی‌مول در محیط کشت MS برای گیاه *Houttuynia cordata* Thunb (۳۵) نیز منجر به افزایش محتوای آب گیاه نسبت به شاهد شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295] [DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به اثر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم روی دو رقم آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد برگ	تعداد شاخه فرعی	محتوای آب نسبی برگ	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	تعداد میوه در بوته	طول میوه	قطر میوه	میانگین وزن میوه
R	۲	۲۷/۰۳	۰/۱۱	۸۸/۲۴*	۱۵۲۱۹۸/۰۳*	۳۷۷۸/۹۶*	۰/۰۹	۱/۷۵	۰/۶۱	۷۸۲۷۷/۹۴
Ca	۱	۸۷/۱۱**	۷/۱۱**	۷۹۸/۸۲**	۸۸۲۹۷۳/۴۴**	۳۰۸۶۲/۶۴**	۰/۹۱**	۹/۶۸ ns	۷/۵۸**	۲۱۴۵۹۹/۰۲**
K	۲	۸/۳۶ns	۲/۰۲**	۸۷/۹۷*	۲۸۸۸۷۵/۱۹ns	۷۱۱۸/۲۰ns	۰/۲۷*	۷/۴۷*	۵/۲۵**	۲۰۹۳۷۰/۸۱**
K × Ca	۲	۱۵/۱۹ns	۰/۸۶*	۱۱۵/۷۴*	۸۹۹۲۴/۳۶ns	۳۶۴۲/۸۹ns	۰/۰۶ns	۰/۹۷ns	۰/۷۹ns	۵۸۵۶۲/۶۳ns
خطای اول	۱۰	۹/۰۹	۰/۵۱	۵۰/۶۷	۹۳۶۶۲/۳۳	۲۳۹۱/۸۹	۰/۰۹	۲/۱۴	۱/۱۲	۴۰۸۴۳/۳۴
V	۱	۹۳/۴۴**	۵/۴۴**	۲۸۸/۵۵**	۶۹۵۵۵۶/۰**	۲۴۶۸۹/۵۲**	۲/۱۹**	۵۷/۲۸**	۰/۱۲ns	۲۰۸۶۴۴/۶۰**
V × K	۲	۱۹/۵۳ns	۰/۳۶ns	۴۵/۶۳ns	۵۰۹۶۵/۵۸ns	۲۰۲۴/۹۱ns	۰/۲۱*	۲/۹۴ns	۱/۲۷ns	۵۳۲۴۲/۹۹ns
V × Ca	۱	۴۹/۰۰*	۱/۷۸*	۳۶/۹۳ns	۴۶۲۴/۰ns	۱۲۱۰/۶۵ns	۰/۲۹*	۳/۸۷ns	۱/۰۸ns	۳۲۹۵۳/۷۵ns
V × Ca × K	۲	۶۳/۵۸**	۰/۸۶ns	۳۳/۹۹ns	۴۷۵۸۴/۷۵ns	۱۴۴۰/۵۲ns	۰/۰۵ns	۰/۳۵ns	۰/۵۸ns	۳۰۱۱/۷۲ns
خطای دوم	۱۲	۷/۱۹	۰/۲۸	۱۸/۹۸	۲۵۰۵۹/۷۸	۷۵۶/۰۱	۰/۰۵	۱/۷۵	۰/۷۶	۲۰۴۷۶/۳۴

Ca: کلسیم K: پتاسیم V: رقم، **: معنی‌دار در سطح ۱٪ ، *: معنی‌دار در سطح ۵٪ و ns: عدم معنی‌داری

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295] [DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به اثر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم روی دو رقم آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عملکرد نهایی میوه	ضخامت پوست	ضخامت گوشت	درصد وزن خشک پوست	درصد وزن خشک گوشت	اسید آسکوربیک	کاروتنوئید میوه	مواد جامد محلول	سفتی گوشت میوه زمان برداشت	سفتی گوشت میوه پس از برداشت	عمر انبارمانی
R	۲	۳/۰۱	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۳۳	۳/۱۵	۶/۲۸	۰/۰۰۰۰۸۵۸	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۰۸۲	۲/۱۹
Ca	۱	۳۹۸/۶۰**	۷/۱۱*	۱/۵۲**	۱۷/۷۰**	۲۵/۶۳**	۶/۳۳^{ns}	۰/۰۰۳۹۳۶۰۶**	۶/۲۵*	۲۱/۵۷**	۲۲/۶۴**	۱۰۰/۰**
K	۲	۱۸۱/۵۲**	۱/۳۶^{ns}	۰/۷۰**	۰/۹۱^{ns}	۲/۱۰^{ns}	۴۱/۸۱*	۰/۰۰۱۶۰۱۰۶**	۵/۰۸*	۲/۳۱**	۵/۸۳**	۳۳/۴۴**
Ca × K	۲	۱/۳۳^{ns}	۰/۵۳^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۳/۰۷^{ns}	۴/۵۳^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۰/۰۰۰۴۶۸۳۱*	۶/۵۸*	۱/۴۴**	۱/۰۹**	۸/۳۳*
خطای اول	۱۰	۳/۹۴	۰/۶۹	۰/۳۱	۱/۸۲	۲/۹۳	۸/۴۵	۰/۰۰۰۲۷۸۲۹	۱/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۷	۲/۵۶
V	۱	۴۰/۶۸**	۲۵/۰**	۰/۰۰۱^{ns}	۶۴/۵۱**	۲۸/۲۲**	۳۵/۲۰*	۰/۰۰۵۰۸۲۸۳**	۸/۰۳*	۱/۰۴**	۰/۱۸^{ns}	۰/۴۴^{ns}
K × V	۲	۲۷/۸۷**	۰/۵۸^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۵/۴۴^{ns}	۹/۸۸**	۶/۲۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۹۵۸^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۳۵**	۳/۱۱^{ns}
Ca × V	۱	۸/۹۵^{ns}	۱/۷۸^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۵/۵۹^{ns}	۱/۰۳^{ns}	۱/۱۴^{ns}	۰/۰۰۰۹۳۳۵*	۰/۰۳^{ns}	۰/۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۴۴^{ns}
K × Ca × V	۲	۱۳/۵۵*	۱/۱۹^{ns}	۰/۳۶*	۱/۸۱^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۲۲/۹۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۹۰۸۶^{ns}	۲/۶۹^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۱/۷۸^{ns}
خطای دوم	۱۲	۲/۳۳	۱/۲۲	۰/۰۹	۱/۸۸	۱/۳۵	۶/۵۵	۰/۰۰۰۱۱۹۳۵	۰/۹۷	۰/۱	۰/۰۴۸	۱/۶۱

Ca: کلسیم K: پتاسیم V: رقم، ** معنی‌دار در سطح ۱٪ ، * معنی‌دار در سطح ۵٪ و ns عدم معنی‌داری

جدول ۴. اثر برهمکنش بین پتاسیم، کلسیم و رقم بر تعداد برگ، عملکرد نهایی میوه و ضخامت گوشت میوه ارقام آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

رقم	کلسیم (در هزار)	پتاسیم (در هزار)	تعداد برگ	عملکرد میوه (تن در هکتار)	ضخامت گوشت (سانتی‌متر)
آناناسی	۰	۰	۲۰/۷ cd	۱۳/۵ f	۲/۱ c
		۱	۱۹/۰ d	۱۷/۳ c	۲/۷ ab
		۲	۲۶/۰ b	۲۱/۱ c	۲/۹ a
	۳	۰	۳۲/۰ a	۲۰/۴ c	۲/۷ ab
		۱	۲۶/۰ b	۲۴/۲ b	۲/۶ abc
		۲	۲۶/۰ bc	۲۴/۳ b	۳/۱ a
شاه‌پسندی	۰	۰	۲۸/۳ ab	۱۱/۶ f	۲/۱ c
		۱	۲۹/۰ ab	۱۲/۰ f	۲/۱ c
		۲	۲۵/۰ bc	۱۹/۰ cde	۲/۸ a
	۳	۰	۲۷/۷ ab	۱۶/۹ e	۲/۹ a
		۱	۲۸/۳ ab	۱۹/۹ cd	۳/۱ a
		۲	۲۸/۷ ab	۲۸/۸ a	۲/۸ a

*: در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۵. اثر برهمکنش بین پتاسیم و کلسیم بر برخی شاخص‌های گیاه و میوه ارقام آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

کلسیم (در هزار)	پتاسیم (در هزار)	تعداد شاخه فرعی	محتوای آب نسبی برگ (٪)	سفتی گوشت میوه زمان برداشت (Kg/cm^2)	سفتی گوشت میوه پس از برداشت (Kg/cm^2)	کاروتنوئید (µg/g fresh wt.)	مواد جامد محلول (٪)	عمر انبارمانی (روز)
۰	۰	۳/۵۰ b	۵۳/۶۸ c	۶/۱۲ d	۵/۵۹ c	۰/۰۵۵ c	۱۱/۳۳ b	۳/۶۷ c
	۱	۴/۶۷ a	۶۱/۷۲ b	۶/۷۲ c	۶/۲۸ c	۰/۰۶۲ bc	۱۲/۳۳ ab	۶/۳۳ bc
	۲	۴/۶۷ a	۶۴/۵۳ ab	۷/۶۷ b	۷/۵۵ b	۰/۰۶۳ bc	۱۳/۸۳ a	۸/۶۷ ab
۳	۰	۵/۰ a	۷۰/۲۷ a	۸/۳۶ a	۷/۷۷ ab	۰/۰۶۴ bc	۱۳/۸۳ a	۸/۶۷ ab
	۱	۵/۱۷ a	۶۷/۶۹ ab	۸/۲۷ a	۷/۸۹ ab	۰/۰۸۱ b	۱۲/۶۷ ab	۹/۶۷ a
	۲	۵/۳۳ a	۷۰/۲۴ a	۸/۵۲ a	۸/۵۲ a	۰/۱ a	۱۳/۵۰ a	۱۰/۳۳ a

*: در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.

وزن تر و خشک بوته

در مورد وزن تر و خشک بوته، فقط اثر اصلی کلسیم در سطح ۱٪ معنی‌دار شد و اثر برهمکنش بین عناصر با ارقام و برهمکنش بین عناصر معنی‌دار نشدند (جدول ۲). محلول‌پاشی بوته‌ها با کلسیم وزن تر و خشک بوته طالبی را به‌ترتیب ۴۱ و ۵۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۶). محلول‌پاشی با پتاسیم تأثیر معنی‌داری در افزایش وزن تر و خشک بوته نداشت (جدول ۲). دو رقم از لحاظ وزن تر و خشک بوته با هم اختلاف معنی‌دار داشتند، به‌طوری‌که رقم شاه‌پسندی وزن تر و خشک بوته بیشتری در مقایسه با آناناسی داشت (جدول ۱۰). کلسیم به‌طور مستقیم در فرآیندهای فتوسنتز دخالت دارد و کمبود آن از طریق کاهش کارایی کربوکسیلاسیون و فتوسنتز باعث کاهش قابل توجه بیوماس گیاهان می‌شود (۱۸). در توت‌فرنگی استفاده از کلرید کلسیم با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

جدول ۶. اثر محلول‌پاشی کلسیم بر برخی شاخص‌های گیاه و میوه ارقام آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

تیمار	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	قطر میوه (cm)	طول میوه (cm)	میانگین وزن میوه (g)	درصد وزن خشک پوست	درصد وزن خشک گوشت	ضخامت پوست میوه (mm)
کلسیم ۰ در هزار	۷۵۸/۳ b	۱۱۶/۱۶ b	۸/۶۴ b	۱۰/۰۶ b	۹۸۳/۰۷ b	۱۱/۹۴ b	۱۲/۳۶ b	۴/۲۸ b
کلسیم ۳ در هزار	۱۰۷۱/۶ a	۱۷۴/۷۲ a	۹/۵۶ a	۱۱/۱۰ a	۱۱۳۷/۴۹ a	۱۳/۳۴ a	۱۴/۰۵ a	۵/۱۷ a

*: در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۷. اثر برهمکنش کلسیم و رقم بر تعداد میوه بر بوته ومقدار کارتنوئید میوه ارقام آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

رقم	کلسیم (در هزار)	تعداد میوه بر بوته
آناناسی	۰	۱/۰۱ b
	۳	۱/۱۵ b
شاه‌پسندی	۰	۱/۳۳ b
	۳	۱/۸۲ a

*: میانگین‌های دارای حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۸. اثر برهمکنش پتاسیم و رقم بر تعداد میوه بر بوته ارقام آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

رقم	پتاسیم (در هزار)	تعداد میوه بر بوته	درصد وزن خشک گوشت
آناناسی	۰	۱/۰۹ b	۱۲/۳۲ b
	۱	۱/۰۴ b	۱۱/۶۱ b
	۲	۱/۱۱ b	۱۳/۰۲ b
شاه‌پسندی	۰	۱/۳۷ b	۱۳/۱۵ b
	۱	۱/۴۷ b	۱۵/۴۷ a
	۲	۱/۸۹ a	۱۳/۶۴ b

*: در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.

غلظت ۳۵ میلی مول در محلول غذایی موجب افزایش وزن خشک شاخه و ریشه می‌شود (۱۶). گزارش شده که غلظت زیاد کلسیم در برگ‌ها می‌تواند موجب کاهش غلظت پتاسیم در شاخ و برگ گردد (۴) و محلول‌پاشی کلسیم بر روی سیب نیز منجر به کاهش نسبت K/Ca در برگ‌ها در مقایسه با شاهد گردید که می‌تواند دلیل کاهش تأثیر پتاسیم در برگ‌ها باشد (۷).

تعداد میوه در هر بوته

نتایج حاصل از اندازه‌گیری تعداد میوه در هر بوته نشان داد که در هر دو رقم فقط اثر اصلی پتاسیم در سطح ۵٪ و اثر اصلی کلسیم در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند و برهمکنش سه گانه ارقام و عناصر و هم‌چنین برهمکنش بین عناصر معنی‌دار نشد (جدول ۲). واکنش دو رقم طالبی از نظر تعداد میوه در بوته به تیمارهای محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم متفاوت بود. این دو عنصر تأثیری بر تعداد میوه رقم آناناسی نداشتند ولی در رقم شاه‌پسندی محلول‌پاشی بوته ها با پتاسیم ۲ در هزار و کلسیم ۳ در هزار تعداد میوه در بوته را به‌ترتیب ۳۸/۷ و ۳۷/۴ درصد افزایش دادند (جدول ۷ و ۸).گزارش شده که مصرف خاکی سولفات پتاسیم به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز می‌تواند باعث افزایش ۴۱ درصدی تعداد میوه طالبی در بوته گردد (۱۵). استفاده از کلرید کلسیم یا سولفات کلسیم در محلول غذایی کشت هیدروپونیک نیز تعداد میوه در بوته گیاه توت‌فرنگی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (۱۷). در رقم شاه‌پسندی یک بوته به‌طور معمول قادر است بیش از یک میوه تولید کند در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

نتیجه کاربرد کلسیم و یا پتاسیم که توانست موجب افزایش تعداد میوه در بوته شود اما در رقم آناناسی به‌طور معمول احتمال تولید دو یا چند میوه در هر بوته کم است (۲۸).

طول و قطر میوه

در هر دو رقم فقط اثرات اصلی کلسیم و پتاسیم در سطح ۱٪ در قطر میوه و اثر اصلی پتاسیم در سطح ۵٪ در طول میوه معنی‌دار شدند و اثر سه گانه بین عناصر و ارقام و اثر دو گانه بین دو عنصر در این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۲). در هر دو رقم محلول‌پاشی کلسیم باعث افزایش معنی‌دار قطر میوه به میزان ۱۰/۶ درصد شد ولی بر طول میوه اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۶). پتاسیم ۲ در هزار باعث افزایش طول و قطر میوه به‌ترتیب به‌میزان ۱۳ و ۱۴/۵ درصد در مقایسه با شاهد گردید و پتاسیم ۱ در هزار تأثیر معنی‌داری در این صفات نداشت (جدول ۹). دو رقم از لحاظ قطر میوه اختلافی با یکدیگر نداشتند اما طول میوه رقم آناناسی دارای ۲۶/۹ درصد بیشتر از رقم شاه‌پسندی بود (جدول ۱۰). محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر روی انار با غلظت ۱ و ۲ درصد کلرید کلسیم در زمان شکوفه‌دهی کامل و ۱ ماه پس از آن (۳۰)، محلول‌پاشی درخت هلو با غلظت ۱۶ پی‌پی‌ام کلات کلسیم (۳۴) و در گوجه‌فرنگی افزایش میزان پتاسیم تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش اندازه میوه شد (۳۳).

میانگین وزن میوه

اثر برهمکنش بین عناصر و نیز اثر برهمکنش بین ارقام و عناصر بر میانگین وزن میوه معنی‌دار نشد (جدول ۲)، ولی بررسی اثرات اصلی کلسیم و پتاسیم نشان داد که محلول‌پاشی بوته‌ها با پتاسیم ۲ در هزار (جدول ۹) و کلسیم ۳ در هزار(جدول ۶)، میانگین وزن میوه را به‌ترتیب ۲۸/۵ و ۱۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. پتاسیم ۱ در هزار نیز میانگین وزن میوه را افزایش داد اما نتوانست اختلاف معنی‌داری را نسبت شاهد ایجاد کند. نتایج اندازه‌گیری میانگین وزن میوه نشان داد که میانگین وزن میوه رقم آناناسی ۵۸/۸ درصد بیشتر از رقم شاه‌پسندی است (جدول ۱۰) که به‌طورکلی در شرایط عمومی نیز اندازه میوه رقم آناناسی بیشتر از رقم شاه‌پسندی می‌باشد (۲۸). محلول‌پاشی نیترات پتاسیم ۴ درصد روی درختان زیتون (۱۳) و یا کلسیم بر روی طالبی (۱۱) نیز وزن میوه را افزایش داد. کلسیم یک عنصر ضروری است که نقش کلیدی در تقسیم سلولی، طویل‌شدن و رشد میوه دارد (۵). پتاسیم با افزایش تورژسانس واکوئل‌ها موجب بزرگ شدن سلول می‌شود و هم‌چنین در تقسیم سلولی نیز نقش دارد (۲۷).

عملکرد نهایی میوه

در مورد عملکرد نهایی میوه اثر سه‌گانه بین عناصر و رقم در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). محلول‌پاشی بوته‌های هر دو رقم با مخلوط کلسیم ۳ در هزار و پتاسیم ۲ در هزار بیشترین عملکرد میوه را ایجاد کرد. این ترکیب عملکرد میوه را در رقم شاه‌پسندی و آناناسی به‌ترتیب ۱۴۷ و ۸۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد، البته در رقم آناناسی بین مخلوط کلسیم با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد پتاسیم تفاوت معنی‌داری دیده نشد. در رقم آناناسی تیمارهای پتاسیم ۲ در هزار و کلسیم در یک سطح آماری قرار گرفتند و پتاسیم ۱ در هزار کمترین تأثیر را داشت. در رقم شاه‌پسندی ترکیب پتاسیم ۱ در هزار و کلسیم با تیمار پتاسیم ۲ در هزار در یک سطح آماری قرار داشتند. تیمار کلسیم عملکرد را ۴۵ درصد و پتاسیم ۲ در هزار ۶۳ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد و پتاسیم ۱ در هزار اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان نداد (جدول ۴). انتقال مواد به آوند آبکش، سرعت انتقال در آوند و خروج مواد به بافت‌های ذخیره‌ای از فرآیندهای کلیدی مؤثر در عملکرد محصول و باروری گیاه می‌باشند که در سطوح بهینه پتاسیم در گیاه افزایش می‌یابند (۱۹). کلسیم نیز نقش مهمی در فتوسنتز، انتقال هیدروکربن‌ها و فرآیند جذب نیتروژن در گیاهان دارد (۹). محلول‌پاشی بوته‌های طالبی با پتاسیم از زمان تشکیل میوه تا رسیدگی آن (۱۵ و ۲۲) و هم‌چنین محلول‌پاشی عمومی کلسیم بر روی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

جدول ۹. اثر محلول‌پاشی پتاسیم بر برخی شاخص‌های میوه ارقام آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

تیمار	قطر میوه (cm)	طول میوه (cm)	میانگین وزن میوه (g)	اسیدآسکوربیک (mg/100ml)
پتاسیم ۰ در هزار	۸/۶۲ b	۱۰/۱۸ b	۹۲۲/۵۴ b	۹/۹۷ b
پتاسیم ۱ در هزار	۸/۸۳ b	۱۰/۰۷ b	۱۰۷۲/۴۱ ab	۱۲/۹۴ a
پتاسیم ۲ در هزار	۹/۸۶ a	۱۱/۴۹ a	۱۱۸۵/۸۸ a	۱۳/۴۲ a

*: در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.

طالبی (۱۱) باعث افزایش عملکرد میوه گردید. مصرف خاکی نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم به‌علاوه محلول‌پاشی با کلرید پتاسیم در پیاز نیز منجر به افزایش بیشترین عملکرد شد (۱۲).

درصد وزن خشک گوشت و پوست

کاربرد کلسیم به تنهایی در هر دو رقم باعث افزایش معنی‌دار (در سطح ۱٪) درصد وزن خشک گوشت و پوست شد در صورتیکه برهمکنش بین عناصر و هم‌چنین بین ارقام و عناصر بر این صفات اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد (جدول ۳). استفاده از محلول‌پاشی کلسیم درصد وزن خشک پوست و گوشت میوه را در هر دو رقم به‌ترتیب ۱۱/۸ و ۱۳/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و اختلاف‌ها کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۶). درصد وزن خشک پوست میوه رقم شاه‌پسندی ۲۳/۹ درصد بیشتر از آناناسی بود (جدول ۱۰). در مطالعه تأثیر کلسیم بر خصوصیات میوه طالبی در یک کشت بدون خاک، مشخص شد که کمبود کلسیم موجب کاهش وزن خشک پوست و گوشت میوه می‌گردد (۵). کاربرد پتاسیم ۱ درهزار در رقم شاه‌پسندی درصد وزن خشک گوشت را ۱۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد و استفاده از تیمار پتاسیم ۲ درهزار در این رقم و هر دو تیمار در رقم آناناسی هیچ اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد ایجاد نکرد (جدول ۸). تأثیر پتاسیم بر تولید مادهٔ خشک از طریق تأثیر آن بر شدت تنفس گیاه است. گیاهان دچار کمبود پتاسیم، میزان تنفس بیشتری داشته و در نتیجه تولید ماده خشک آنها کاهش می‌یابد (۲۷).

ضخامت گوشت و پوست

با توجه به نتایج جدول ۴، در رقم آناناسی کلیه تیمارهای تغذیه‌ای اعمال شده به‌جز تیمار ترکیبی کلسیم ۳ در هزار و پتاسیم ۱ در هزار و در رقم شاه‌پسندی نیز کلیه تیمارها به‌غیر از پتاسیم ۱ در هزار ضخامت گوشت را در مقایسه با شاهد در سطحی مشابه با یکدیگر افزایش دادند. در مورد ضخامت پوست میوه فقط محلول‌پاشی کلسیم به‌تنهایی بر روی هر دو رقم توانست اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد ایجاد کند و مقدار این صفت را ۲۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهد (جدول ۶). ضخامت پوست میوه رقم آناناسی ۴۳/۶ درصد بیشتر از رقم شاه‌پسندی بود (جدول ۱۰). افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی یک آزمایش آب‌کشت با غلظت پتاسیم ثابت موجب افزایش ضخامت گوشت میوه طالبی شد (۱۸). ضخامت گوشت میوه طالبی صفت بسیار مهمی برای بازارهای محلی و دوردست است. تولید میوه با پوست ضخیم‌تر صفت قابل توجهی برای میوه طالبی است که باعث افزایش عمر مفید میوه آن پس از برداشت می‌شود (۱۰).

سفتی گوشت میوه در زمان برداشت و پس از برداشت

تأثیر برهمکنش عناصر بر سفتی گوشت میوه در زمان برداشت و پس از برداشت در سطح ۱٪ معنی‌دار شد اما تأثیر برهمکنش بین ارقام و عناصر بر این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۳). کلیه تیمارها در هر دو رقم باعث افزایش معنی‌دار سفتی گوشت میوه در زمان برداشت و حفظ سفتی آن پس از برداشت در مقایسه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

جدول ۱۰. مقایسه میانگین برخی شاخص‌های گیاه و میوه ارقام آناناسی و شاه‌پسندی طالبی

رقم	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	طول میوه (cm)	میانگین وزن میوه (g)	ضخامت پوست (mm)	درصد وزن خشک پوست	سفتی گوشت میوه (Kg/cm^2)	اسید آسکوربیک (mg/100ml)	قند (%)
آناناسی	۷۷۵/۹ b	۱۱۹/۳ b	۱۱/۸ a	۱۳۰۱/۰a	۵/۶ a	۱۱/۳b	۷/۴ b	۱۳/۱ a	۱۲/۴ a
شاه‌پسندی	۱۰۵۳/۹ a	۱۷۱/۶ a	۹/۳ b	۸۱۹/۵ b	۳/۹ b	۱۴/۰ a	۷/۸ a	۱۱/۱ b	۱۳/۴ b

*: در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.

با شاهد گردیدند، ولی تأثیر کاربرد کلسیم به‌تنهایی و در ترکیب با پتاسیم بیشتر از کاربرد پتاسیم به‌تنهایی از نظر این صفت بود. کاربرد کلسیم و ترکیب آن با پتاسیم مقدار سفتی میوه در زمان برداشت را ۳۷ درصد افزایش داد، درحالی‌که پتاسیم ۲ در هزار و ۱ در هزار به‌ترتیب افزایش ۲۵ و ۹/۵ درصدی را در مقایسه با شاهد ایجاد کرد (جدول ۵). سفتی گوشت میوه دو رقم در زمان برداشت نیز با هم اختلاف معنی‌دار داشت و درصد سفتی میوه در رقم شاه‌پسندی ۵/۴ درصد بیشتر بود (جدول ۱۰). نتایج اندازه‌گیری سفتی گوشت میوه در ۴ روز پس از برداشت نشان دادند که تیمارهای کلسیم ۳ درهزار و پتاسیم ۲ درهزار سفتی گوشت میوه را به‌ترتیب ۳۹ و ۳۵ درصد در مقایسه با شاهد بیشتر حفظ کرد، اما کاربرد ترکیب این دو بیشترین تأثیر را از این نظر داشت و مقدار آن ۵۲/۴ درصد بیشتر از شاهد بود. ترکیب کلسیم ۳ درهزار و پتاسیم ۱درهزار اختلاف معنی داری را با شاهد ایجاد کرد و میانگین سفتی گوشت میوه پس از برداشت را به میزان ۴۱/۱ درصد بیشتر از شاهد حفظ کرد، اما تیمار پتاسیم ۱ در هزار به‌تنهایی نتوانست سفتی گوشت میوه را پس از ۴ روز حفظ کند (جدول ۵). مکانیسم افزایش سفتی در اثر محلول‌پاشی کلسیم به‌دلیل حفظ استحکام دیواره سلولی و کارکرد غشاء (۱۹) و تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم از طریق افزایش پتاسیل فشاری بافت میوه است (۲۲). محلول‌پاشی کلات کلسیم به میزان ۲/۳ لیتر بر هکتار در ۴ مرحله (۲۰) و محلول‌پاشی پتاسیم (۱۵ و ۲۲) نیز منجر به افزایش سفتی گوشت میوه طالبی شد.

اسید آسکوربیک

محلول‌پاشی بوته‌های هر دو رقم با پتاسیم برخلاف کلسیم باعث افزایش معنی‌دار در سطح ۵٪ میزان اسید آسکوربیک میوه‌ها شد. برهمکنش بین عناصر و هم‌چنین ارقام و عناصر نتوانست تأثیر معنی‌داری در این صفت ایجاد کند (جدول ۳). استفاده از محلول‌های پتاسیم ۱ و ۲ در هزار، مقدار اسید آسکوربیک میوه را به‌ترتیب ۳۰ و ۳۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۹) و مقدار اسید آسکوربیک رقم شاه‌پسندی ۱۸ درصد بیشتر از آناناسی بود (جدول ۱۰). این یافته‌ها با نتایج بسیاری از مطالعات قبلی نیز مطابقت دارد (۱۵ و ۲۱ و ۲۲). پتاسیم یک کاتیون تک ظرفیتی است که سریع‌تر از کاتیون دو ظرفیتی کلسیم توسط گیاه جذب و انتقال می‌یابد و این خصوصیت می‌تواند عامل تأثیر بیشتر این عنصر در برخی قسمت‌های گیاه باشد (۲۶).

کاروتنوئید میوه

برهمکنش سه‌گانه بین عناصر و رقم معنی‌دار نشد و مقدار کارتنوئید دو رقم یکسان بوده، اما اثر دوگانه بین عناصر در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). در بین تیمارها و در هر دو رقم، فقط مخلوط کلسیم و پتاسیم توانست باعث افزایش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

معنی‌دار میزان کاروتنوئید میوه گردد (جدول ۳). استفاده از کلسیم و پتاسیم به‌تنهایی بر این صفت بی‌تأثیر بود و تأثیر مخلوط آنها با افزایش میزان پتاسیم بیشتر شد. محلول‌پاشی بوته‌ها با ترکیب کلسیم و پتاسیم ۱ و ۲ در هزار مقدار کاروتنوئید را به‌ترتیب ۴۷ و ۸۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). گزارش شده که محلول‌پاشی پتاسیم بر روی طالبی موجب افزایش مقدار بتاکاروتن میوه می‌شود (۱۵). اگرچه در حال حاضر مشخص نشده که غلظت زیاد پتاسیم در میوه طالبی چگونه غلظت اسید آسکوربیک و بتاکاروتن را افزایش می‌دهد، اما افزایش سنتز ممکن است از طریق بهبود فعالیت‌های آنزیمی باشد (۲۲).

مواد جامد محلول میوه

مطابق جدول ۳، اثر دوگانه بین عناصر در صفت مواد جامد محلول در سطح ۵٪ معنی‌دار شد، اما اثرات اصلی عناصر و اثر سه‌گانه بین عناصر و رقم معنی‌دار نشد. محلول‌پاشی بوته‌های هر دو رقم با کلسیم، پتاسیم ۲ در هزار و ترکیب این دو مقدار مواد جامد محلول میوه را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد و تأثیر مثبت سایر تیمارها معنی‌دار نشد. استفاده از کلسیم و پتاسیم ۲ در هزار و ترکیب این دو مقدار مواد جامد محلول را به‌ترتیب ۲۲، ۲۲ و ۱۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۵). درصد مواد جامد محلول میوه در رقم شاه‌پسندی ۸/۱ درصد بیشتر از آناناسی بود (جدول ۱۰). کلسیم نقش مهمی در فتوسنتز و انتقال هیدروکربن‌ها در گیاهان به‌عهده دارد (۹). افزایش پتاسیم باعث افزایش فتوسنتز، انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به آوند آبکش، سرعت انتقال در آوند و انتقال آنها به میوه می‌شود (۲۲). گزارش شده که محلول‌پاشی پتاسیم بر روی طالبی (۱۵)، محلول‌پاشی زردآلو با کلسیم ۷ درصد در دو مرحله (۲۸) و محلول‌پاشی درختان هلو با کلرید کلسیم ۰/۵ و ۱ درصد در مرحله سخت شدن هسته (۲۵)، منجر به افزایش معنی‌دار مقدار مواد جامد محلول میوه و شیرینی آنها می‌شود.

عمر انبارمانی

در این تحقیق تأثیر برهمکنش بین عناصر بر عمر انبارمانی میوه در سطح ۵٪ معنی‌دار شد و برهمکنش بین عناصر و ارقام معنی‌دار نشد (جدول ۳). در هر دو رقم، کلیه تیمارها باعث اختلاف معنی‌دار عمر انبارمانی میوه‌ها در مقایسه با شاهد شدند و محلول‌پاشی با پتاسیم ۱ در هزار این صفت را ۷۲/۵ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. تیمارهای کلسیم ۳ در هزار و پتاسیم ۲ در هزار از این نظر در یک سطح آماری قرار داشتند و این صفت را ۱۳۶/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. محلول‌پاشی با ترکیب کلسیم ۳ در هزار و پتاسیم ۲ در هزار باعث افزایش عمر انبارمانی به‌میزان ۱۶۳/۵ درصد شد. بیشترین افزایش عمر انبارمانی میوه طالبی ناشی از کاربرد توأم کلسیم ۳ در هزار و پتاسیم ۲ در هزار بود که ۱۸۱/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (جدول ۵). افزایش سفتی ناشی از محلول‌پاشی پتاسیم موجب عمر انبارمانی بیشتر میوه می‌شود که صفت مهمی برای قابلیت عرضه محصول به بازار است (۲۲). لستر و گروسک (۱۹۹۹) نشان دادند که استفاده از کلات کلسیم عمر انبارمانی طالبی را ۲ برابر افزایش می‌دهد. مصرف پتاسیم و کلسیم در پیاز نیز مدت نگهداری آن را در انبار افزایش می‌دهد (۱۲).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی در این تحقیق محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم باعث افزایش رشد رویشی شد و کیفیت میوه را از طریق افزایش مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک، کاروتنوئید و سفتی گوشت میوه بهبود بخشید. در میان ترکیب‌های تیماری آزمایش شده، محلول‌پاشی با مخلوط کلسیم و پتاسیم (عمدتاً کلسیم ۳ در هزار و پتاسیم ۲ در هزار) بر عملکرد نهایی، سفتی گوشت میوه، میزان کاروتنوئید، مواد جامد محلول و عمر انبارمانی به‌عنوان صفات مهم تأثیر معنی‌دار داشت و با توجه به اینکه میوه طالبی عمر انبارمانی کوتاهی دارد و پس از برداشت به‌سرعت می‌پوسد، بنابراین کاربرد این دو ماده مغذی به‌صورت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

محلول‌پاشی می‌تواند موجب کاهش تلفات پس از برداشت نیز شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که محلول‌پاشی این عناصر وسیله مدیریتی کم هزینه‌ای برای پرورش‌دهندگان این محصول باغبانی است و می‌توانند میوه‌های غنی از مواد مغذی و با کیفیت خوب را تولید کنند.

منابع مورد استفاده

1. Aguayo, E., V. H. Escalona and F. Art´es. 2008. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut 'Amarillo' melon. *Postharvest Biology and Technology* 47: 397-406.
2. Anonymous. 2009. Response of sweet melon to different levels of nitrogen and potassium fertigation. *Agricultural and Livestock Research- Annual Report* 39-45.
3. Anonymous. 2005. Calcium: A central regulator of plant growth and development. *The Plant Cell* 17: 2142–2155.
4. Anonymous. 1998. Potassium interactions with other nutrients. *Better Crops* 82 (3): 12-13.
5. Bernadac, A., I. Jean-Baptiste, G. Bertoni and P. Morard. 1996. Changes in calcium contents during melon (*Cucumis melo* L.) fruit development. *Scientia Horticulturae* 66: 181-189.
6. Daneshvar, M. H. 1385.Vagatable Culture. Tehran University Publication. Tehran. (In Farsi).
7. Domagała-Świątkiewicz, I. and J. Błaszczyk. 2009. Effect of calcium nitrate spraying on mineral contents and storability of 'Elise' apples. *Polish Journal of Environmental Studies* 18(5): 971-976.
8. El-Bassiony, A. M., Z. F. Fawzy, E. H. Abd El-Samad and G. S. Riad. 2010. Growth, yield and fruit quality of sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.) as affected by potassium fertilization. *Journal of American Science* 6: 722-729.
9. Farzaneh, H. 1369. Agrochemistry. Shahid Chamran University Publication. Ahvaz. (In Farsi).
10. Fernandes, A. L. T., G. P. Rodrigues and R. Testezlaf. 2003. Mineral and organomineral fertirrigation in relation to quality of greenhouse cultivated melon. *Scientia Agricola* 60:149-154.
11. Fonseca, J. M. 2005. Yield and postharvest quality of cantaloupe melons as affected by calcium foliar applications.The University of Arizona – Yuma Agricultural Center Publication.
12. Ghoname, A., Z. F. Fawzy, A. M. El-Bassiony, G. S. Riadand, and M. M. H. Abd El-Baky. 2007. Reducing onion bulbs flaking and increasing bulb yield and quality by potassium and calcium application. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 1: 610-618.
13. Hegazi, E., S. Samira, M. Mohamed, M. R. El-Sonbaty, S. K. M. Abd El-Naby and T. F. El-Sharony. 2011. Effect of potassium nitrate on vegetative growth, nutritional status and yield and fruit quality of olive cv. "Picual". *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants* 3: 252-258.
14. Jalili Marandi, R. 1383. Postharvest Physiology. Jahade Daneshgahi Urmia Branch. Urmia. (In Farsi).
15. Jifon, G. E. and J. L. Lester. 2007. Effects of foliar potassium fertilization on muskmelon fruit quality and yield. Annual Report for TX-52F. pp: 1-5.
16. Kaya, C., H. Kirnak, D. Higgs and K. Saltali. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Scientia Horticulturae* 93:65-74.
17. Khayyat, M., E. Tafazoli, S. Eshghi, M. Rahemi and S. Rajaee. 2007. Salinity, supplementary calcium and potassium effects on fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). Am-Euras. *Journal of Agriculture and Environmental Science* 2: 539-544.
18. Kokabi, S. and S. J. Tabatabaei. 2011. Effect of different ratios of potassium to calcium on the yield and quality of galia melons in hydroponic. *Journal of Horticultural Science* 25:178-184. (In Farsi).
19. Leser, G. E. and M. A. Grusak. 1999. Postharvest application of calcium and magnesium to honey dew and netted muskmelons: effects on tissue ion concentrations, quality, and senescence. *Journal of American Society for Horticultural Science* 124: 545-552.
20. Leser, G. E. and M. A. Grusak. 2004. Field application of chelated calcium: postharvest effects on cantaloupe and honeydew fruit quality. *Hort Technology* 14: 29-38.
21. Lester, G. E., J. L. Jifon and D. J. Makus. 2006. Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. *Hort Science* 41: 741-744.
22. Lester, G. E., J. L. Jifon and D. J. Makus. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L.) case study. *Plant and Soil* 335: 117-131.
23. Levent Tun, A., C. Kayab, M. Ashraf, H. Altunlu, I. Yokas and B. Yagmur. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environmental and Experimental Botany* 59: 173–178.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

24. Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology* 148: 350-382.
25. Mahajan, B. V. C. and R. C. Sharma. 2000. Effect of pre-harvest applications of growth regulators and calcium chloride on physic-chemical characteristics and storage life of peach (*Prunus persica* Batsch) cv. Shan-e-Punjab. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 29:41-43.
26. Miller, G. L. 1999. Potassium application reduces calcium and magnesium levels in bermudagrass leaf tissue and soil. *Hort Science*. 34(2):265–268.
27. Moez ardalan, M. and G. Savabeghi Firozabadi. 1376. Nutrition of fruit trees. Publishing Institution of Jahad. Iran. (In Farsi).
28. Moghbeli, T. and M. J. Arvin. 2013. Growth and fruit yield of cantaloupe cultivars and their response to polyethylene mulch and ethephon application. *Iranian Journal of Horticultural Science* 13 (4): 405-416. (In Farsi).
29. Mohsen, A. T. 2011. Enhancement of canino apricot fruit quality, storability and shelf life via calcium sprays. *World Journal of Agricultural Sciences* 7(3): 246-257
30. Ramezanian, A., M. Rahemi and M. R. Vazifehshenas. 2009. Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae* 121: 171-175.
31. Roger, G. S. 2006. Development of a crop management program to improve the sugar-content and quality of rockmelons. Horticulture Australia Project Number: Vx00019.
32. Smart, R. E. and G. E. Bingham. 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology* 53: 258-260.
33. Taber, H. G. 2006. Potassium applacation and leaf sufficiency level for fresh-market tomatoes grown on a midwestern United States fine-textured soil. *Hort Technology* 16: 247-252.
34. Taylor, K. C. and P. Brannen. 2008. Effects of foliar calcium application on peach fruit quality, shelf-life and fruit rot. *In*: Proceeding of Albion Conference on Plant Nutrition. USA. pp. 11.
35. Wen Xu, Y., Y. T. Zou, A. M. Husaini, J. W. Zeng, L. L. Guan, Q. Liu and W. Wu. 2011. Optimization of potassium for proper growth and physiological response of *Houttuynia cordata* Thunb. *Environmental and Experimental Botany* 71:292–297.
36. White, P. J. and M. R. Broadley. 2003. Calcium in plants. *Annals of Botany* 92: 487-511.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.25.8]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.295]