Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۳، شماره ۵، صفحه ۸۸۱- ۸۷۱ (۱۳۹۶)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2017.111043.2059

# تأثیر محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم و کلرید کلسیم بر خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و کیفیت گیاه دارویی عناب (*Ziziphus jujuba* Mill.)

**مهدی قسمتی[۱]، فرید مرادی‌نژاد[۲*] و مهدی خیاط[۳]**

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، پست الکترونیک: fmoradinezhad@birjand.ac.ir
۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۶ تاریخ اصلاح نهایی: مهر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۶

## چکیده

عناب (*Ziziphus jujuba* Mill.) یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که به‌دلیل دارا بودن ویتامین‌ها، موسیلاژ، آنتی‌اکسیدان، آلکالوئید و ترکیب‌های فنولی کاربرد فراوانی در صنایع دارویی دارد. کلسیم یکی از مهمترین عناصر معدنی است که در تعیین کیفیت میوه دخالت دارد و همچنین نقش این عنصر در بهبود متابولیت‌های ثانویه در گیاهان به اثبات رسیده است. با وجود این اطلاعات اندکی در مورد کاربرد برگی این عنصر در گیاه عناب وجود دارد. از این‌رو در این مطالعه اثر محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم و کلرید کلسیم بر خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و کیفی میوه عناب در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا گردید. تیمارها شامل شاهد (آب مقطر)، کلرید کلسیم (۰/۵٪ و ۱٪) و نیترات کلسیم (۰/۵٪ و ۱٪) بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله، در زمان تقسیم سلولی میوه (۲۰ روز بعد از اتمام گلدهی) و کامل شدن رشد سلولی میوه (۴۰ روز بعد از اتمام گلدهی) انجام شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی با نیترات کلسیم ۰/۵٪ باعث افزایش معنی‌دار مقدار اسیدیته میوه شد، همچنین تیمار کلرید کلسیم ۰/۵٪ مقدار آنتوسیانین میوه را نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان، ویتامین ث و محتوی کلسیم میوه در تیمار کلرید کلسیم ۱٪ حاصل شد. حداکثر مقادیر کلروفیل a، b و کل در برگ‌های درختان تیمار شده با نیترات کلسیم ۱٪ مشاهده گردید. به‌طور کلی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی برگی با نمک‌های کلسیم موجب بهبود خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و کیفی میوه‌ها نسبت به شاهد می‌شود.

**واژهای کلیدی:** آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، کلروفیل، کلسیم، ویتامین ث.

## مقدمه

گیاه دارویی عناب (*Ziziphus jujuba* Mill.) یکی از مهمترین گیاهان دارویی بومی آسیا است که متعلق به خـانواده Rhamnaceae است. این جنس شامل بسیاری از گونه‌های میوه‌ای و دارویی مانند عناب چینی، عناب وحشی و عناب هندی است (Liu, 2006). اغلب عناب چینی با Ber یا عناب هندی (*Z. mauritiana* Lam.) و یا میوه کنار (*Ziziphus spina-christi*) اشتباه گرفته می‌شود (Liu, 2006). اغلب ارقام عناب موجود در استان خراسان جنوبی از نوع چینی می‌باشد (Omidbeigi & Daghighi, 2000). قدمت کشت این گیاه در چین به بیش از ۳۰۰۰ سال می‌رسد و از لحاظ خواص دارویی و تغذیه‌ای اهمیت

www.SID.ir

Archive of SID


ویژه‌ای دارد. این میوه سرشار از آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند ویتامین ث می‌باشد (Feng *et al*., 2010). گیاهانی که غنی از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی هستند می‌توانند سلول‌ها را از تخریب رادیکال‌های آزاد محافظت کنند، در واقع این ترکیب‌ها سبب به‌دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد شده و موجب سمّیت‌زدایی می‌شوند (Kumaran & Karunakaran, 2006). غذاهای غنی از آنتی‌اکسیدان نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی، سرطان و بسیاری از بیماری‌های دیگر دارند (Moradinezhad, 2011). ازاین‌رو استفاده از عناصر غذایی و مدیریت بهینه تغذیه گیاه در راستای افزایش کمّیت و کیفیت محصول و بهبود متابولیت‌های ثانویه در گیاهان امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است (Bravdo *et al*., 2000). از میان عناصر غذایی ضروری، کلسیم نقش مؤثری در کیفیت و افزایش ماندگاری میوه ایفا می‌کند و سطوح پایین کلسیم در میوه‌ها با کاهش عمر پس از برداشت و اختلالات فیزیولوژیکی آنها مرتبط می‌باشد (Saure, 2005). با وجود اینکه بیشتر خاک‌ها از نظر کمبود کلسیم مشکلی ندارند و مقدار کلسیم در خاک‌ها زیاد است، ولی به دلیل اینکه کلسیم در داخل گیاه دارای تحرک کمی است، کمبود آن در بیشتر گیاهان مشاهده می‌شود (Malakuti & Tehrani, 2006). بنا به گفته محققان محلول‌پاشی کلسیم مؤثرترین روش برای افزایش مقدار کلسیم میوه است (Poovaiah, 1986). همچنین نقش کلسیم در سنتز ترکیب‌های فنولی و افزایش فعالیت ضد اکسایشی و حذف گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال آزاد نیز اثبات شده است (Kanmegne & Omokolo, 2003). بررسی منابع نشان می‌دهد که محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵٪ کلرید کلسیم بر میوه سیب موجب افزایش مواد جامد محلول میوه نسبت به شاهد شد (Khalifa *et al*., 2009). همچنین افزایش استحکام، کاهش ترک‌خوردگی و کاهش پوسیدگی میوه هلو نیز با محلول‌پاشی نیترات کلسیم توسط سایر محققان گزارش شده است (Taylor & Brannen, 2008). کلسیم سبب افزایش مواد جامد محلول و افزایش شیرینی و کیفیت تازه‌خوری میوه عناب می‌شود (Mao *et al*., 2014)، علاوه بر آن گزارش‌شده که درختان عناب محلول‌پاشی شده با نمک‌های کلسیمی مقدار وزن میوه، پروتئین، ویتامین ث و محتوای کلسیم بیشتری نسبت به شاهد داشتند (Al-Yousif & Al-Miahy, 2007). با توجه به گزارش‌های متعدد مبنی بر تأثیر مفیـد کلسیم بر خصوصیات کمّی و کیفی درختان میوه و اهمیت تولید عناب در استان خراسان جنوبی و از طرفی فقدان اطلاعات کافی در این مورد، اجرای این پژوهش می‌تواند حائز اهمیت باشد. بنابراین، هدف از اجرای این آزمایش تأثیر محلول‌پاشی نمک‌های مختلف کلسیمی بر خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و کیفی گیاه دارویی عناب می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تیمارهای کلرید کلسیم و نیترات کلسیم بر خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک میوه عناب، آزمایشی در تابستان ۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار در باغ عناب واقع در هفت کیلومتری از مرکز شهرستان بیرجند انجام شد. در این آزمایش از درختان پنج‌ساله با فاصله روی ردیف چهار متر و بین ردیف پنج متر استفاده شد. آبیاری باغ به‌صورت قطره‌ای بوده و از زمان به گل رفتن درخت تا مرحله میوه‌دهی هیچ‌گونه کوددهی و عملیات سمپاشی انجام نشده بود. قبل از اعمال تیمارها برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ، از عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری‌های مختلفی انجام شد (جدول ۱). تیمارهای آزمایش شامل کلرید کلسیم (۰/۵٪ و ۱٪)، نیترات کلسیم (۰/۵٪ و ۱٪) و شاهد (آب مقطر) بودند. قبل از عمل محلول‌پاشی ۲۰ درخت همسن و یکنواخت عناب در چهار ردیف (بلوک) انتخاب شده و در هنگام عصر در خنکی هوا و بدون باد و بارندگی انجام گردید. عملیات محلول‌پاشی طی دو مرحله که مرحله نخست در اواخر خردادماه زمانی که میوه‌ها به قطر ۳ میلی‌متر و به رنگ سبز بودند (۲۰ روز بعد از مرحله گلدهی) و مرحله دوم در نیمه تیرماه (۴۰ روز

www.SID.ir

Archive of SID


بعد از مرحله گلدهی) انجام شد. در اواسط مردادماه (۷۰ روز بعد از اتمام گلدهی) نمونه‌گیری از میوه‌ها و برگ درختان به صورت کاملاً تصادفی و از تمام قسمت‌های درخت به‌ترتیب با مقادیر ۵۰۰ و ۲۵۰ گرم برای هر تکرار در تیمار انجام شد و به آزمایشگاه فیزیولوژی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند منتقل گردید. پس از جداسازی میوه‌ها و برگ‌های سالم و یکسان از نظر شکل، اندازه و رنگ برای تعیین خصوصیات بیوشیمیایی میوه و کلروفیل برگ انتخاب شدند.

**جدول ۱- آنالیز خاک محل آزمایش**

| شن (٪) | سیلت (٪) | رس (٪) | ماده آلی | بافت | نیتروژن کل (٪) | فسفر ($meq.l^{-1}$) | پتاسیم ($meq.l^{-1}$) | کلسیم ($meq.l^{-1}$) | pH | Ec ($ds.m^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵۱ | ۳۷ | ۱۲ | ۰/۴۴ | شنی لومی | ۰/۰۳ | ۱۲/۳۴ | ۱۱/۳۵ | ۲۸ | ۸/۳۶ | ۶/۲۳ |

**ارزیابی خصوصیات بیوشیمیایی میوه**

برای اندازه‌گیری خصوصیات بیوشیمیایی از آب میوه استفاده شد. برای این کار مقدار ۵۰۰ گرم از گوشت میوه عناب را در آسیاب‌برقی له کرده و محلول بدست آمده توسط کاغذ صافی، صاف شد.

**اسیدیته قابل تیتر:** برای تعیین میزان اسیدیته کل میوه، از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. بدین‌منظور ۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه با ۹۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه مخلوط و با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۲ تیتر شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون براساس غالبیت اسید سیتریک و براساس درصد بیان شد (Gao *et al.*, 2011).

**آنتی‌اکسیدان کل:** تعیین مقدار آنتی‌اکسیدان میوه با بررسی فعالیت ضد اکسایشی رادیکال‌های آزاد (DPPH) با کمی تغییرات به روش De Ancos و همکاران (۲۰۰۲) انجام شد. برای این منظور ۰/۵ میلی‌لیتر آب میوه به ۲ میلی‌لیتر از محلول اتانولی ۰/۲۵ میلی‌مولار رادیکال آزاد (DPPH) اضافه شد و بعد دو ساعت در تاریکی قرار گرفت و بعد شدت جذب نور محلول در ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید و نتایج به‌صورت درصد بازدارندگی رادیکال آزاد بیان شد.

**ویتامین ث:** برای اندازه‌گیری میزان ویتامین ث (میلی‌گرم اسکوربیک اسید در ۱۰۰گرم نمونه تازه) میوه، از روش تیتراسیون با ۲و۶-دی کلرو فنل ایندوفنل تا ظهور رنگ صورتی استفاده شد (Wu *et al.*, 2012).

**آنتوسیانین کل:** آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف pH بین دو سیستم بافری اندازه‌گیری شد (Swain, 1965). در این روش پس از آماده‌سازی عصاره آب میوه در دو بافر شامل ۰/۲۵ مولار کلریدپتاسیم که با استفاده از اسید کلریدریک اسیدیته روی یک تنظیم شده و دیگری شامل ۰/۴ مولار استات سدیم که با استفاده از اسیداستیک اسیدیته روی ۴/۵ تنظیم گردید. جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico, China) اندازه‌گیری و آنتوسیانین کل براساس پلارگونیدین ۳-گیلیکوزاید به‌منزله آنتوسیانین غالب برحسب میلی‌گرم در لیتر آب عناب محاسبه شد.

**فلاونوئید:** برای اندازه‌گیری فلاونوئید میوه ۰/۵ میلی‌لیتر آب میوه را در لوله آزمایش ریخته، سپس ۱/۵ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه گردید. بعد از اینکه محلول حاصل با ۰/۱ میلی‌لیتر از آلومینیوم کلرید ۲٪، ۰/۱ میلی‌لیتر پتاسیم استات یک مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد، محلول به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت که در نهایت جذب محلول در طول موج ۴۱۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت شد. از کوئرستین به‌عنوان استاندارد برای رسم نمودار کالیبراسیون استفاده شد و میزان فلاونوئید

www.SID.ir

Archive of SID


براساس میزان برابر میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم نمونه تازه بیان گردید (Chang *et al.*, 2002).

**کلسیم میوه:** اندازه‌گیری میزان کلسیم به روش خاکستر کردن خشک میوه و از طریق دستگاه جذب اتمی (Germany, Contr AA700) انجام شد (Li *et al.*, 2007).

**کلروفیل برگ:** برای اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کل، ابتدا ۰/۲۵ گرم از برگ تازه درخت همراه با ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ در هاون چینی ساییده و عصاره حاصل به مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شد و محلول بالایی جدا و جذب در طول موج‌های ۶۴۶ و ۶۶۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و میزان کلروفیل بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه برگ بیان شد (Arnon, 1967).

**تجزیه‌وتحلیل داده‌ها**

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها براساس طرح آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۱۲ و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ انجام شد.

## نتایج

**اسیدیته قابل تیتر**

تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی نمک‌های مختلف کلسیمی بر میزان اسیدیته قابل تیتر میوه عناب (در سطح ۱٪) معنی‌دار شده است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که از بین تیمارهای کلسیمی فقط محلول‌پاشی نیترات کلسیم (در هر دو غلظت) توانست میزان اسیدیته قابل تیتر میوه‌ها را نسبت به شاهد افزایش دهد. باوجوداین میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم اسیدیته قابل تیتر بیشتری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۳). بیشترین مقدار اسیدیته قابل تیتر (۱/۶۶٪) از تیمار نیترات کلسیم ۰/۵٪ بدست آمد و کمترین اسیدیته قابل تیتر (۰/۸۴٪) در میوه‌های شاهد مشاهده گردید (جدول ۳).

**آنتی‌اکسیدان**

اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و نیترات کلسیم بر مقدار آنتی‌اکسیدان میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). از بین تیمارهای کلسیمی فقط کلرید کلسیم نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). اگرچه تیمار نیترات کلسیم با افزایش غلظت روند افزایشی را نشان داد اما نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار آنتی‌اکسیدان (۷۵/۰۲٪) از میوه‌هایی که با کلرید کلسیم ۱٪ تیمار شده بودند، بدست آمد که البته این تیمار با کلرید کلسیم ۰/۵٪ اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین مقدار آنتی‌اکسیدان به میزان ۵۰/۴۸٪ در میوه‌های شاهد مشاهده گردید (جدول ۳).

**ویتامین ث**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد نمک‌های کلسیمی بر مقدار ویتامین ث میوه (در سطح ۱٪) معنی‌دار شده است (جدول ۲). کاربرد نمک‌های کلسیمی توانست مقدار ویتامین ث میوه را نسبت به شاهد افزایش دهد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان‌دهنده این است که از بین تمامی تیمارها، کلرید کلسیم ۱٪ (۸۱/۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) بیشتر از سایر تیمارها مقدار ویتامین ث در میوه را افزایش داد، هرچند این تیمار با کلرید کلسیم ۰/۵٪ و نیترات کلسیم ۱٪ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها می‌توان به این موضوع پی برد که در تیمارهای نیترات کلسیم و کلرید کلسیم با افزایش غلظت، یک روند افزایشی در مقدار اسید آسکوربیک میوه مشاهده می‌شود، اما باوجوداین اختلاف معنی‌داری بین غلظت ۰/۵ و ۱٪ در تیمارهای فوق وجود نداشت (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی بر صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه عناب

| منبع تغییرات | درجه آزادی | اسیدیته قابل تیتر | آنتی‌اکسیدان | ویتامین ث | آنتوسیانین | فلاونوئید | کلسیم میوه | کلروفیل a | کلروفیل b | کلروفیل کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۳ | ۰/۲۴ns | ۲۶/۲۶ns | ۷۰/۸۳ns | ۰/۰۳۳ns | ۰/۰۰۴ns | ۱/۲۰۹ns | ۰/۱۲۷ns | ۰/۱۲۳ns | ۰/۰۴۴ns |
| تیمار | ۴ | ۰/۵۱۵** | ۳۳۷/۹۹** | ۷۳۷/۳۳** | ۵/۴۴** | ۰/۰۰۱ns | ۱۰/۴۶** | ۱/۶۵۳** | ۰/۰۲۷** | ۰/۰۶۶** |
| خطا | ۱۲ | ۰/۰۳۶ | ۴۲/۳۳ | ۵۲/۶۳ | ۰/۳۲۱ | ۰/۰۰۹ | ۰/۵۰۶ | ۰/۱۷۷ | ۰/۰۸۶ | ۰/۰۳۲ |
| **CV** | – | ۱۵/۳۹ | ۱۰/۴۳ | ۱۰/۶۱ | ۱۰/۵۷ | ۷/۴۹ | ۵/۷۴ | ۱۵/۴۸ | ۱۲/۷۲ | ۱۰/۴۳ |

**، * و ns، به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۳- اثر محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی بر صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه عناب

| تیمار | اسیدیته قابل تیتر (٪) | آنتی‌اکسیدان (٪) | ویتامین ث (mg/100g FW) | آنتوسیانین (mg/l) | فلاونوئید (mg/100g FW) | کلسیم میوه (mg/100g DW) | کلروفیل a (mg/100g FW) | کلروفیل b (mg/100g FW) | کلروفیل کل (mg/100g FW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۰/۸۴ b | ۵۰/۴۸ c | ۴۵/۲۶ c | ۴/۱۸۰ b | ۰/۳۸ a | ۱۰/۱۶ d | ۰/۴۴ c | ۰/۰۴۶ c | ۱/۰۴ c |
| نیترات کلسیم ۰/۵٪ | ۱/۶۶ a | ۵۹/۰۹ bc | ۷۰/۰۲ b | ۴/۷۰ b | ۰/۴۲ a | ۱۱/۷۲ c | ۰/۸۲ a | ۰/۰۸۰ ab | ۱/۷۸ ab |
| نیترات کلسیم ۱ ٪ | ۱/۵۸ a | ۶۰/۱۹ bc | ۷۳/۲۱ ab | ۴/۷۹ b | ۰/۴۱ a | ۱۲/۵۸ bc | ۰/۸۹ a | ۰/۰۹۸ a | ۱/۸۵ a |
| کلرید کلسیم ۰/۵٪ | ۱/۰۳ b | ۶۶/۹۶ ab | ۷۱/۸۸ ab | ۶/۹۹ a | ۰/۴۴ a | ۱۲/۸۶ b | ۰/۵۸ b | ۰/۰۷۱ b | ۱/۵۷ b |
| کلرید کلسیم ۱٪ | ۱/۱ b | ۷۵/۰۲ a | ۸۱/۲۰ a | ۶/۱۵ a | ۰/۴۳ a | ۱۴/۵۷ a | ۰/۶۶ b | ۰/۰۷۶ b | ۱/۶۲ b |

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID


**آنتوسیانین کل**

اثر محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی بر مقدار آنتوسیانین میوه در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌های صفت مورد مطالعه نشان داد که تنها سطوح مختلف کلرید کلسیم نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری دارند و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نشان نمی‌دهند (جدول ۳). محلول‌پاشی با کلرید کلسیم ۰/۵٪ بیشترین اثر (۶/۹۹ میلی‌گرم بر لیتر) را بر آنتوسیانین میوه داشت که البته با کلرید کلسیم ۱٪ (۶/۱۵ میلی‌گرم بر لیتر) اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کمترین مقدار آنتوسیانین (۴/۱۸۰ میلی‌گرم بر لیتر) از میوه‌های شاهد بدست آمد. همچنین بین سطوح مختلف نیترات کلسیم با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

**فلاونوئید**

براساس نتایج تجزیه واریانس هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی نتوانست تأثیر معنی‌داری بر صفت فلاونوئید میوه داشته باشد (جدول ۲).

**کلسیم میوه**

محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی اثر معنی‌داری (در سطح ۱٪) بر میزان کلسیم میوه داشت (جدول ۲). کلرید کلسیم در هر دو غلظت (۰/۵ و ۱٪) باعث افزایش معنی‌دار میزان کلسیم در میوه نسبت به شاهد شد، به‌طوری‌که بیشترین میزان کلسیم در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم ۱٪ (۱۴/۵۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) مشاهده شد و کمترین میزان کلسیم از میوه‌های شاهد (۱۰/۱۶ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن خشک) بدست آمد (جدول ۳). به‌نحوی که با افزایش غلظت تیمارهای کلسیمی، میزان کلسیم بافت میوه نیز افزایش یافت اما بین غلظت‌های مختلف نیترات کلسیم از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

**کلروفیل برگ**

اثر محلول‌پاشی کلسیم بر کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی بر میزان کلروفیل نشان داد که تمامی تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد دارند، به‌طوری که با افزایش غلظت نمک‌ها، یک روند افزایشی در میزان کلروفیل a، b و کل قابل مشاهده است. از بین تمامی تیمارها، بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل از تیمار ۱٪ نیترات کلسیم به‌ترتیب به مقدار ۰/۸۹، ۰/۰۹۸ و ۱/۸۵ (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه برگ) بدست آمد که البته این تیمار با تیمار ۰/۵٪ نیترات کلسیم اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

## بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین مقدار اسیدیته میوه از تیمار نیترات کلسیم بدست آمد. مشابه این آزمایش Rastegari Hedesh (۲۰۱۳) در پژوهشی اثر مثبت کاربرد نیترات کلسیم را بر میزان اسیدیته قابل تیتر میوه انار مشاهده کرد. در همین رابطه، پژوهش Sanjeev (۱۹۹۴) در میوه انگور نشان داد که مقدار اسیدیته میوه با محلول‌پاشی نیترات کلسیم ۰/۵٪ افزایش یافت. محققان گزارش کردند که کلسیم باعث کاهش سرعت تخریب مواد آلی می‌شود. بنابراین میوه‌های تیمار شده با کلسیم به دلیل کاهش تنفس مقدار اسیدهای آلی کمتری در مسیر تنفس مصرف می‌کنند (Tsantili *et al.*, 2002). بنابراین احتمال می‌رود بالا بودن مقدار اسید قابل تیتر در میوه به دلیل کاهش تنفس میوه باشد. همچنین Valero و همکاران (۲۰۰۲) دلیل افزایش مقدار اسیدیته را نقش کلسیم در جلوگیری از فعالیت آنزیم‌هایی که باعث کاهش اسیدهای ارگانیک می‌شوند، بیان کردند.

در این آزمایش اثر محلول‌پاشی نیترات کلسیم و کلرید کلسیم سبب افزایش مقدار آنتی‌اکسیدان میوه عناب شد. مطابق نتایج بدست‌آمده در این تحقیق، Koutinas و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که محلول‌پاشی برگی کیوی

www.SID.ir

Archive of SID


با کلسیم ظرفیت آنتی‌اکسیدان میوه را افزایش داد. همچنین افزایش مقدار آنتی‌اکسیدان میوه شلیل با محلول‌پاشی کلرید کلسیم توسط سایر محققان گزارش‌شده است (Khalili & Naseri, 2016). البته میزان آنتی‌اکسیدان میوه‌ها با زمان برداشت، شیوه انبارداری و زمان بین چیدن تا مصرف میوه تغییر می‌کند (Abbasi *et al.*, 2012). در حقیقت آنتی‌اکسیدان‌ها با سمّیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن میوه‌ها را از ناهنجاری‌هایی مثل تخریب سلول محافظت می‌کنند (Silva *et al.*, 2008). البته هرچه تولید رادیکال آزاد ناشی از ناهنجاری‌های میوه بیشتر باشد آنتی‌اکسیدان‌ها برای خنثی‌سازی این رادیکال‌ها بیشتر مصرف می‌شوند. در واقع آنتی‌اکسیدان با دادن الکترون به رادیکال آزاد، خود اکسید شده و قدرت اکسیدکنندگی و ایجاد خسارت توسط رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برد (Groppa & Benavides, 2008). تیمارهایی مانند کلسیم که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن و کاهش سرعت پیری می‌شوند سرعت تولید رادیکال‌های آزاد را کاهش می‌دهند که به‌معنای کاهش مصرف آنتی‌اکسیدان‌هاست (Muhammad *et al.*, 2009).

ویتامین ث یک مولکول آنتی‌اکسیدان کوچک قابل حل در آب می‌باشد که به‌عنوان یک سوبسترای اولیه در مسیرهای چرخه‌ای، برای سمّیت‌زدایی پراکسید هیدروژن عمل می‌کند (Spinardi, 2005). گیاهان نیتروژن را به‌صورت نیترات در خود ذخیره می‌کنند (Moradinezhad, 2011). میوه و سبزیجات دارای مقادیر زیادی نیترات هستند که در هنگام مصرف در معده به نیتروزآمین تبدیل می‌شوند که عامل سرطان در انسان است. ویتامین ث با عمل بلوکه‌کردن تبدیل نیترات به نیتروزآمین باعث سلامتی انسان می‌شود (Moradinezhad, 2011). مطابق با نتایج این آزمایش محققان نشان دادند که مقدار ویتامین ث میوه انار با محلول‌پاشی نیترات کلسیم افزایش یافت (Rastegari Hedesh, 2013). همچنین در تحقیقات Paliyath و همکاران (۲۰۰۹) مقدار ویتامین ث در میوه سیب تحت کاربرد کلسیم افزایش یافت. کلرید کلسیم با داشتن بار مولکولی و اتصال به غشاء باعث پایداری آنها می‌شود و با این کار از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن به غشاء جلوگیری کرده و به حفظ سلامتی غشاء زیستی کمک می‌کند، در حقیقت نقش آنتی‌اکسیدان‌ها مانند ویتامین ث را برعهده می‌گیرند و از تجزیه این ویتامین جلوگیری می‌کنند. کلسیم همچنین با افزایش فعالیت آسکوربات پراکسیداز، اکسیداسیون سریع اسید آسکوربیک را به تأخیر می‌اندازد (Shokrollah Fam *et al.*, 2012).

سنتز آنتوسیانین‌ها تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و تغذیه‌ای است. یون کلسیم به‌عنوان پیام‌آور ثانویه در بهبود رنگ در میوه عمل می‌کند، به‌طوری که کاربرد کلسیم سبب افزایش سنتز آنتوسیانین در پوست میوه سیب (Vestrheim, 1970) و انگور (Vitrac *et al.*, 2000) شده است. توسعه پیگمان‌های سلول و سنتز آنتوسیانین با بالا رفتن میزان کربوهیدرات‌ها نسبت مستقیم داشته و هر عاملی که بتواند روی افزایش، جذب یا ساخته شدن قندها مؤثر باشد، باعث افزایش میزان آنتوسیانین در میوه می‌شود. مواد معدنی مانند کلسیم باعث بالا رفتن میزان کربوهیدرات شده، توسعه پیگمان‌های سلولی و سنتز آنتوسیانین را باعث می‌شود. همچنین عنوان شده است که کلسیم با تأثیر مثبت روی آنزیم PAL (فنیل‌آلانین آمونیالیاز) باعث افزایش سنتز آنتوسیانین می‌شود (Li *et al.*, 2002).

مشابه آزمایش‌های انجام شده بر میوه هلو (Taylor & Brannen, 2008) و انجیر (Kumar, 2007) در این آزمایش نیز محلول‌پاشی با نیترات کلسیم و کلرید کلسیم موجب افزایش معنی‌دار غلظت کلسیم در میوه عناب شد. با وجود این تیمار مصرف کلرید کلسیم ۱٪ بیشترین افزایش را در کلسیم میوه داشت. حرکت کلسیم در گیاه با جریان تعرق انجام می‌گیرد و کلسیم به نقاطی می‌رود که تعرق بیشتر است. از آنجا که در میوه تعرق کمتری انجام می‌شود، جریان شیره خام به علت مقدار کلسیم ناچیز، میوه را دچار کاهش کلسیم می‌کند (Sayyari & Rahemi, 2006). انتقال کند کلسیم به این اندام‌های کم‌تعرق دلیل اصلی کاهش تجمع کلسیم در میوه تلقی می‌شود، این اثر ممکن است به علت

www.SID.ir

Archive of SID


محدود بودن ظرفیت گیاه برای تنظیم توزیع داخلی کلسیم باشد (Matthew *et al.*, 2004). بنابراین کافی بودن کلسیم در خاک نیز می‌تواند کمبود این مقدار را در میوه ایجاد کند، زیرا حرکت کلسیم بسیار آهسته است و انتقال آن در آوند آبکش به کندی انجام می‌شود (Wiersum, 1979). بنابراین یکی از دلایل افزایش میزان کلسیم درون میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در این آزمایش می‌تواند به‌دلیل محلول‌پاشی مستقیم بر روی میوه باشد، چون این امکان وجود دارد که کلسیم از بافت میوه عبور و در آن تجمع یابد (Poovaiah, 1986).

افزایش میزان کلسیم در طی دوره رشد گیاه موجب افزایش محتوای کلروفیل برگ می‌شود. علاوه بر این، کلسیم موجب حفاظت از کلروفیل a در فتوسیستم I می‌شود (Dordas, 2009). کاهش مقدار کلسیم در برگ‌ها، پیری و تخریب کلروفیل را تسریع می‌کند که در نتیجه باعث نکروزه شدن بافت می‌شود (Poovaiah, 1986). در همین رابطه، Arablo و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که با افزایش غلظت کلسیم، میزان کلروفیل در برگ گیاه سیب افزایش پیدا می‌کند. از آنجا که تیمار مصرف نیترات کلسیم علاوه‌بر کلسیم دارای نیتروژن است و نیتروژن خود بر مقدار کلروفیل تأثیر دارد می‌توان گفت که این تیمار بر کلروفیل مؤثر بوده است. محققان بیان کرده‌اند که بین کلروفیل و درصد نیتروژن گیاه همبستگی مثبتی وجود دارد، به‌طوری‌که افزایش کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش میزان نسبی کلروفیل در گوجه‌فرنگی شده است (Sobhani, 2011). هر مولکول کلروفیل دارای چهار اتم نیتروژن می‌باشد. بدون حضور نیتروژن و یا کمبود آن سنتز کلروفیل متوقف می‌شود، بنابراین در دسترس بودن مقدار نیتروژن مقدار کلروفیل را بهبود می‌بخشد (Salardini & Mojtahedi, 1978). افزایش مقدار کلروفیل برگ سبب می‌شود تا گیاه فرایند فتوسنتز بهتری داشته و مقدار کربوهیدرات تولید شده در گیاه افزایش پیدا کند که به‌معنای افزایش عملکرد نهایی درخت تلقی می‌شود.

به‌طور کلی، محلول‌پاشی درختان عناب با کلرید کلسیم باعث افزایش محتوی آنتی‌اکسیدان، ویتامین ث و آنتوسیانین و محتوای کلسیم میوه شد و اثر کاربرد نیترات کلسیم در افزایش اسیدیته قابل تیتر نسبت به کلرید کلسیم بیشتر بود. ویتامین ث محوری‌ترین عضو در سیستم آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد. غلظت بالای آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند ویتامین ث در میوه‌ها بسیار مطلوب است، زیرا از پارامترهای مهم در افزایش عمر پس از برداشت محصولات است و نقش مهمی در سلامت انسان دارد. افزایش مقدار آنتوسیانین میوه نشان‌دهنده بهبود کیفیت میوه است، چون بر ارزش غذایی و خصوصیات کیفی ازجمله رنگ و طعم میوه تأثیر می‌گذارد که با محلول‌پاشی با نمک کلرید کلسیم افزایش این صفت در میوه عناب حاصل شد. بعلاوه اینکه وجود مقدار کلسیم در میوه بسیار اهمیت دارد، زیرا میوه‌هایی که دارای مقدار مناسب کلسیم هستند بهتر توانایی امکان حمل‌ونقل دارند و می‌توانند در شرایط عادی برای مدت بیشتری نگهداری شوند (Koutinas *et al.*, 2010). کلرید کلسیم و نیترات کلسیم (در هر دو غلظت) باعث افزایش صفات کلروفیل (a، b و کل) برگ شدند، اما تأثیر نیترات کلسیم نسبت به کلرید کلسیم در افزایش اسیدیته قابل تیتر، بیشتر بود و سبب بهبود اسیدیته قابل تیتر میوه گردید. افزایش مقدار کلروفیل سبب افزایش کارایی فتوسنتز شده، در نتیجه بیوماس افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش مشخص کرد که در اغلب صفات مورد ارزیابی بین تیمارهای ۰/۵ و ۱٪ نمک‌های کلسیمی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، از این‌رو می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد کلرید کلسیم و نیترات کلسیم در غلظت پایین‌تر (۰/۵٪) مقرون به‌صرفه‌تر و مؤثرتر خواهد بود. بنابراین با توجه به یافته‌های این تحقیق، می‌توان گفت که محلول‌پاشی با نمک‌های کلسیمی مذکور در طی فصل رشد میوه برای افزایش عملکرد و ارتقاء کیفیت میوه عناب قابل توصیه است.

www.SID.ir

Archive of SID


## منابع مورد استفاده


- Abbasi, A.N., Tareen, J.M. and Hafiz, A.I., 2012. Postharvest application of salicylic acid enhanced antioxidant enzyme activity and maintained quality of peach cv. Forsaking fruit during storage. Scientia Horticulturae, 142: 221-228.
- Al-Yousif, A.A. and Al-Miahy, M.Z., 2007. Effect of calcium on *Ziziphus jujube* sp. fruit growth and their resistance to jujube fruit Fly (*Carpomyia incompleta*). Journal of Kerbela University, 5(4): 106-113.
- Arablo, M., Imani, A. and Rasouli, M., 2014. Foliar application of calcium chelated and amino acids on nutritional status, chlorophyll and leaf area surface of Golden Delicious and Granny Smith apple cultivars. Journal Modern of Sustainable Agriculture, 2(2): 43-52.
- Arnon, A.N., 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.
- Bravdo, B.A., Possingham, J.V. and Neilen, G.H., 2000. Effect of mineral and salinity on grape production and wine quality. Acta Horticulturae, 512: 23-30.
- Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Food and Drug Analysis, 10: 178-182.
- De Ancos, B., Sgroppo, S., Plaza, L. and Cano, M.P., 2002. Possible nutritional and health related value promotion in orange juice preserved by high-pressure treatment. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82: 790-796.
- Dordas, C., 2009. Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). Industrial Crops and Products, 29(2): 599-608.
- Feng J.C., Yu, X.M., Shang, X.L., Li, J.D. and Wu, Y.X., 2010. Factors influencing efficiency of shoot regeneration in *Ziziphus jujuba* Mill. 'Huizao'. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 101: 111-117.
- Gao, Q.H., Wu, P.T., Liu, J.R., Wu, C.S., Parry, J.W. and Wang, M., 2011. Physico-chemical properties and antioxidant capacity of different jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) cultivars grown in loess plateau of China. Scientia Horticulturae, 130(1): 67-72.
- Groppa, M.D. and Benavides, M.P., 2008. Polyamines and Abiotic Stress. Recent Advances, Amino Acids, Springer, 456p.
- Kanmegne, G. and Omokolo, N.D., 2003. Changes in phenol content and peroxidase activity during in vitro organogenesis in *Xanthosoma sagittifolium* L. Plant Growth Regulation, 40(1): 53-57.
- Khalifa, R.K.M., Omaima, M.H. and Abd-El-Khair, H. 2009. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. World Journal of Agricultural Sciences, 5(2): 237-249.
- Khalili, h. and Naseri, L., 2016. The effect of pre-harvest foliar calcium chloride and gibberellic acid and dipped postharvest calcium on shelf life and qualitative properties of Nectarine red gold cultivar, 3rd International Conference on Applied Research in Agriculture Sciences, Elmi Karbordi University, Tehran, Iran, 10-12 November: 33-40.
- Koutinas, N., Sotiropoulos, T., Petridis, A., Almaliotis, D., Deligeorgis, E., Therios, I. and Voulgarakis, N., 2010. Effects of preharvest calcium foliar sprays on several fruit quality attributes and nutritional status of the Kiwifruit cultivar Tsechelidis. Horticultural Science, 45(6): 984-987.
- Kumar, A.R., 2007. Studies on Integrated Nutrient and Postharvest Management of Fig (*Ficus carica* L.), PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Dharwad University, Dharwad.
- Kumaran, A. and Karunakaran, R.J., 2006. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of Coleus aromaticus. Food Chemistry, 97(1): 109-114.
- Li, J.W., Fan, L.P., Ding, S.D. and Ding, X., 2007. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. Food Chemistry, 103(2): 454-465.
- Li, Z.H., Gemma H. and Iwahori, S. 2002. Stimulation of 'Fuji' apple skin color by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis. Scientia Horticulturae, 94: 193-199.
- Liu, M., 2006. Chinese jujube: botany and horticulture. Horticultural Reviews, 32: 229-298.
- Malakuti, M.J. and Tehrani, M.M., 2006. The Role of Micronutrients in Enhancing The Performance and Improve The Quality of Agricultural Products. The University of Tarbiat Modarres Press, 398p.
- Mao, Y.M., Shen, L.Y., Wei, W., Wang, X.L., Hu, Y.L., Xu, S.S. and Mao, L.L., 2014. Effects of foliar applications of boron and calcium on the fruit quality of 'Dongzao' (*Zizyphus jujuba* Mill.), In XXIX International Horticultural Congress on Horticulture, Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): III 1116: 105-108.
- Matthew, A., Taylor, E., Locasco, D. and Salvadore, J. 2004. Blossom-end rot: a calcium deficiency. Journal of Plant Nutrition, 27(1): 123-139.


www.SID.ir

Archive of SID


and fruit quality during long-term storage of "Rocha" pear: effects of maturity and storage conditions. Journal of Food Quality, 33(1): 1-20.
- Sobhani, Gh., 2011. The Effect of Different Levels of Salinity, Salicylic Acid Nitrogen on Yield and Growth Indices of Tomato Plants. M.Sc. Thesis, Zanjan University, Zanjan, Iran.
- Spinardi, A.M, 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant system in pears. International Postharvest Symposium, 682: 135-140.
- Swain, T., 1965. Analytical Methods for flavonoids: 543-544. In: Goodwin, T.W., (Ed.). Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. Academic Press, London, U.K., 583p.
- Taylor, K. and Brannen, P., 2008. Effects of foliar calcium application on peach fruit quality, shelf-life and fruit rot. In Albion Conference on Plant Nutrition: 1-11.
- Tsantili, E., Konstantinidis, K., Athanasopoulos, P.E. and Pontikis, C., 2002. Effects of postharvest calcium treatments on respiration and quality attributes in lemon friuts, during storage. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77: 479-743.
- Valero, D., Perez-vicente, A., Martinz-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. and Serrano, M., 2002. Plum storability improved after calcium and heat postharvest treatments: Role of polyamines. Food Science, 67(7): 2571-2575.
- Vestrheim, S., 1970. Effect of chemical compounds on anthocyanin formation in 'McIntosh' apple skin. Journal of the American Society for Horticultural Sciences, 95: 712-715.
- Vitrac, X., Larronde, F., Krisa, S., Decendit, A., Deffieux, G. and Merillon, J.M, 2000. Sugar sensing and $Ca^{2+}$- calmodulin requirement in *Vitis vinifera* cells producing anthocyanins. Phytochemistry, 53: 659-665.
- Wiersum, L.K., 1979. Ca-content of the phloem sap in relation to Ca-status of the plant. Acta Botanica, 28: 221-224.
- Wu, C.S., Gao, Q.H., Guo, X.D., Yu, J. and Wang, M., 2012. Effect of ripening stage on physicochemical properties and antioxidant profiles of promising table fruits "pear jujube"(*Ziziphus jujube* Mill.) Scientia Horticulturae, 148: 177-184.
- Moradainezhad, F. 2011. Antioxidants a Health Revolution. Translated. Mashhad Shoaera, Iran, 124p.
- Muhammad, J.A., Sigh, Z. and Ahmad, S.K.H., 2009. Postharvest *Aloe vera* gel coating modulates fruit ripening and quality of Arctic snow nectarine kept in ambient and cold storage. International Journal of Food Science and Technology, 44(5): 1024-1033.
- Omidbeige, R. and Daghighi, S., 2000. Effect of pajush age and transmission time on the propagation of Jujube. Agricultural Sciences and Natural Resources, 7(4): 53-58.
- Paliyath, G., Murr, D.P., Handa, A.K. and Lurie, S., 2009. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. John Wiley and Sons. Canada, 497p.
- Poovaiah, B.W., 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. Food Technology, 40(5): 86-89.
- Rastegari Hedesh, H., 2013. The Effect of Calcium Nitrate and Salicylic Acid on the Qualitative Characteristics and Storage Life Of Pomegranate Fruit, Cv. Malase-Yazdi, M.Sc. Thesis, Faculty of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad. Iran.
- Salardini, A. and Mojtahedi, M. 1978. Principles of Plant Nutrition, Nitrogen, Zinc, Iron. Tehran University Press, 309p.
- Sanjeev, S.G, 1994. Effect of pre-harvest sprays of growth regulators and calcium nitrate on storage behaviour of elite grape hybrids M.Sc. Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad, Karantaka. 150p.
- Saure, M.C., 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. Scientia Horticulturae, 105: 65-89.
- Sayyari, M. and Rahemi, M., 2006. Effect of warming, $CaCl_2$ and potassium permanganate on storability and flesh firmness of Golden Delicious variety of apple. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 6(4): 67-76.
- Shokrollah Fam, S., Hajilou, J., Zare, F., Tabatabaei, S.J. and Naghshiband Hasani, R., 2012. Effects of calcium chloride and salicylic acid on quality and shelf life of plum "Golden Drop" cultivar. Journal of Food Research, 22(1): 75-85.
- Silva, F.J.P, Gomes, M.H., Fidalgo, F., Rodrigues, J. and Almeida, D.S.F., 2008. Antioxidant properties

www.SID.ir

Archive of SID


# Effects of foliar application of calcium nitrate and calcium chloride on antioxidant properties and quality of *Ziziphus jujuba* Mill.

**M. Ghesmati[1], F. Moradinezhad[2*] and M. Khayyat[3]**

1- M.Sc. Graduated, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
2*- Corresponding author, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
E-mail: fmoradinezhad@birjand.ac.ir
3- Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: June 2017 Revised: September 2017 Accepted: October 2017

## Abstract

Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) is one of the invaluable medicinal plants, widely used in the pharmaceutical industry due to its vitamins, mucilage, antioxidants, alkaloids and phenolic compounds. Calcium, involved in determining the fruit quality, is one of the most important minerals and its role in the improvement of secondary metabolites in plants has been proved. Nevertheless, little information is available regarding the foliar application of this element on jujube plant. Hence, the current research was aimed to investigate the effects of foliar application of calcium nitrate or calcium chloride on antioxidant properties and quality attributes of jujube fruit. The study was carried out in a randomized complete block design. Treatments were included control (distilled water), calcium chloride (0.5 and 1%) and calcium nitrate (0.5 and 1%). The Foliar application was done in two stages; in fruit cell division stage (20 days after full bloom) and in fruit cell growth stage (40 days after full bloom). The results showed that foliar application of calcium nitrate (0.5%) significantly increased the titratable acidity of the fruit. Calcium chloride treatment (0.5%) also increased fruit anthocyanin content compared to the control. The highest antioxidant properties, vitamin C, and calcium content were obtained in calcium chloride (1%) treatment. The maximum values of chlorophyll a, b and total were observed in the leaves treated with calcium nitrate at a concentration of 1%. In general, the results showed that foliar application of calcium salts improved the quality and antioxidant properties of jujube fruits compared to the control.

**Keywords:** Anthocyanin, antioxidant, chlorophyll, calcium, vitamin C**.**

www.SID.ir