

تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیترات کلسیم بر برخی صفات مورفو-فیزیولوژیک و تغذیه‌ای گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* Mill)

بابک متشراح‌زاده^{۱*}، میثم ضریبی‌زاده^۲، غلامرضا ثواقبی^۳، مجتبی دلشاد^۱، سید محسن حسینی^۲ و فرزانه بخردی^۴
۱، ۲ و ۳. دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، پردیس کشاورزی و منابع دانشگاه تهران، کرج
۴. مدیرعامل شرکت سپاهان رویش، اصفهان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۷)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی و ارزیابی تأثیر سطوح مختلف نیترات کلسیم بر پاسخ‌های تغذیه‌ای و صفات رشدی گیاه گوجه‌فرنگی رقم وبوا و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل T₀: شاهد (بدون کاربرد کود شیمیایی)، T₁: توصیه کاربرد خاکی نیترات کلسیم ۵۰ کیلوگرم در هکتار از هنگام نخستین هفته تشکیل میوه به مدت ۸ هفته و در مجموع ۴۰۰ کیلوگرم، T₂: کاربرد نیترات کلسیم بنابر نتایج آزمون خاک و نیاز گیاهان گوجه‌فرنگی، ۴۰ کیلوگرم در هکتار از هنگام نخستین هفته تشکیل میوه به مدت هشت هفته و در مجموع ۳۲۰ کیلوگرم و T₃: کاربرد خاکی همسان تیمار پیشین به همراه محلول‌پاشی نیترات کلسیم با غلظت ۵ در هزار. نتایج نشان داد، در میوه گوجه‌فرنگی بین تیمارهای مورد بررسی از نظر جذب نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، ماده خشک، ویتامین ث، نیترات، جذب پتاسیم و سفتی میوه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). بیشترین عملکرد، میزان جذب نیتروژن و کلسیم مربوط به تیمار T₁ و به ترتیب با افزایش ۴۵، ۸۵ و ۶۵ درصدی نسبت به شاهد گزارش شد. از نظر نیتروژن کل، جذب پتاسیم، منیزیم و اسیدیته بین تیمارهای T₁، T₂ و T₃ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به تأثیر معنی‌دار تیمار T₁ بر جذب بهتر کلسیم و نیتروژن نسبت به دیگر تیمارها، ضرورت دارد در مرحله داشت میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم (بسته به شرایط اقتصادی) استفاده شود تا بهترین عملکرد، کیفیت و جذب عنصرهای غذایی به دست آید.

واژه‌های کلیدی: تغذیه بهینه، توصیه کودی، عملکرد، کلسیم، ویژگی‌های کمی و کیفی.

Effects of different levels of Calcium nitrate on some Morpho-physiological and nutritional traits of tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.)

Babak Motesharezadeh^{1*}, Meysam Zarbizadeh², Gholamreza Savaghebi³, Mojtaba Delshad¹,
Seyed Mohsen Hosseini² and Farzaneh Bekhradi⁴

1, 2, 3. Associate Professor, Former M. Sc. Student and Professor, University College of Agriculture & Natural Resources,
University of Tehran, Karaj, Iran

4. Managing Director of Sepahan Roish Co., Isfahan, Iran

(Received: Sep. 23, 2013 - Accepted: Jun. 27, 2017)

ABSTRACT

This study was arranged in a completely randomized block design to investigate effects of four levels of calcium nitrate on the nutrition responses and growth characteristics of tomato plants. Treatments included T₀: control; T₁: recommendations of calcium nitrate by Yara International (Soil application), 50 kg/ha for 8 weeks since the first week of fruit set and a total of 400 kg/ha; T₂: calcium nitrate consumption based on soil test results and the requirements of tomatoes: 40 kg/ha in the first week of fruit set and a total of 320 kg/ha; and T₃: the same as the previous treatment plus foliar application of calcium nitrate at 0.5%. Results showed that there were significant differences between tomato fruits regarding uptakes of nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, dry matter, vitamin C, nitrate, potassium, and fruit firmness (P<0.05). The maximum values for uptakes of calcium, nitrogen and yield were obtained following T₁ treatment (65, 85, and 45% higher than the control value, respectively). Regarding total nitrogen, potassium, and magnesium uptakes, and pH, there were no significant differences between T₁, T₂, and T₃. Accordingly, 400 kg/ha (T₁) calcium nitrate is recommended to obtain the best fruit yield and quality.

Keywords: Balanced nutrition, calcium, fertilizer recommendation, quality and quantity characteristics, yield.

* Corresponding author E-mail: moteshare@ut.ac.ir

مقدمه

یکی از چالش‌های مهمی که امروزه در کشور ما وجود دارد ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی به‌ویژه میوه‌ها، سبزی‌ها و استاندارد نبودن کیفیت آن‌هاست که باعث کاهش ارزش صادراتی و بازاریابی آن‌ها شده است. علت اصلی این چالش‌ها به دو مورد کلی مربوط می‌شود: اول شرایط رشد و نمو گیاه و دوم، شرایط نگهداری پس از برداشت محصول، که این مورد نیز از شرایط رشد و نمو پیش از برداشت تأثیر می‌گیرد. بنابراین لازم است که عامل‌های مؤثر در طول فصل رشد طوری تنظیم شوند تا کیفیت و کمیت محصول، بهینه شود (Dowlati & Zomorodi, 2004). کلسیم نقش‌های مؤثری در رابطه بین آب و تعامل‌های دیوارهٔ یاخته‌ای دارد، تحقیقات شایان توجهی بر چگونگی تأثیر کلسیم بر بافت‌های مختلف انجام شده است با این حال تأثیر کلسیم بر رسیدن میوه کامل مشخص نشده است. نشان داده شد، تجمع و توزیع کلسیم در میوه به انتقال آب و تعامل‌های دیوارهٔ یاخته‌ای در آپوپلاسم بستگی دارد. کمبود کلسیم موضعی مشاهده شده در گونه یا گونه‌های خاص می‌تواند از تفاوت در ریخت‌شناختی (مورفولوژی) آوند چوبی، رابطه بین آب‌میوه و ترکیب پکتین منجر شود و می‌تواند غشاءهای سوراخ‌دار، نرم شدن نامنظم دیوارهٔ یاخته‌ای، اختلال در سیگنال‌های هورمونی و رشد نابجای میوه را باعث شود (Hocking *et al.*, 2016). کلسیم یکی از عنصرهای ضروری و پرمصرف (ماکرو المنت)^۱ برای رشد گیاهان بوده و در کارکردهای اصلی رشد گیاه و بهبود کیفیت محصول نقش دارد. این عنصر در پایداری دیوارهٔ یاخته‌ای، تقسیم یاخته‌ای و تحریک فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز برای جوانه‌زنی بذر و تعادل کاتیون-آنیون در گیاه نقش دارد. با توجه به نقش ویژه کلسیم در کاهش ناهنجاری‌های فیزیولوژی در گیاهان مانند نوک سوختگی برگ کاهو، پوسیدگی گلگاه در هندوانه (Blossom end rot)، گوجه‌فرنگی و فلفل، لکه تلخی در سیب (Bitter Pit)، لکه چوب‌پنبه‌ای (Corck

Spot) در سیب و لهیدگی میوه، کاربرد کلسیم کافی به‌ویژه در خاک‌های آهکی با pH بالا می‌تواند در رفع این عوارض فیزیولوژیکی بسیار مؤثر باشد و سبب بهبود کیفیت محصول و انبارمانی و نگهداری آن‌ها شود ضمن آنکه کاربرد مناسب نیترات کلسیم می‌تواند به افزایش عملکرد نیز کمک کند (Marschner, 1995). همچنین کلسیم توانایی گیاه را برای تحمل به شرایط نامطلوب محیطی افزایش می‌دهد و باعث افزایش فعالیت‌های پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) و همچنین سبب کاهش پراکسیداسیون غشاء یاخته‌ای در شرایط تنش‌های غیرزنده می‌شود. در نتایج بررسی‌ها گزارش شده است، کلسیم برای ایجاد ثبات سطوح غشاء یاخته‌ای، جلوگیری از نشت املاح از سیتوپلاسم، حفظ نورساخت (فتوسنتز) در سطح طبیعی و تنظیم سوخت‌وساز (متابولیسم) هورمون‌های گیاهی سودمند است (Marschner, 1995). پژوهشگران در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند، کلسیم نقش اساسی در تنظیم رشد متقابل یاخته‌ها و بافت‌ها ایفا می‌کند و غلظت کافی از عنصر کلسیم در همهٔ مراحل رشد مورد نیاز است و همچنین در شرایط شور و غیر شور استفاده از کلسیم به‌تنهایی می‌تواند تأثیر مثبتی بر افزایش وزن خشک گیاه گوجه‌فرنگی داشته باشد (Manaa *et al.*, 2014). مشکل محصولات تازه برداشت‌شده، نرم شدن بافت آن‌ها است. تنش در بافت باعث کاهش سفتی می‌شود که نتیجهٔ آبکافت (هیدرولیز) آنزیمی مواد پکتیکی دیوارهٔ یاخته‌ای و فعالیت آنزیم‌های هضم‌کننده، کاهش بلورینه (کریستالیزه) شدن سلولز و در نتیجه تحلیل دیواره‌های یاخته‌ای است (Varella, 2007). با توجه به اهمیت و جایگاه تغذیهٔ بهینهٔ عنصرهای غذایی به‌ویژه کلسیم در بهبود خواص کمی و کیفی گیاهان صیفی که در رژیم غذایی به‌صورت تازه‌خوری مصرف می‌شوند و نیز نقش آن در کاهش آسیب‌های ناشی از تغذیهٔ نادرست گیاه، این تحقیق با هدف ارزیابی سطوح مختلف نیترات کلسیم بر عامل‌های رشد و تغذیه‌ای گوجه‌فرنگی رقم ویوا اجرا شد.

مواد و روش‌ها

پس از بررسی‌های اولیه با توجه به هدف‌های تحقیق و طراحی آزمایش، خاک مورد استفاده در این تحقیق از ایستگاه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در محمدرکاب کرج با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۱۵۹ متر از سطح دریا تهیه شد. نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک و به‌صورت مرکب انجام و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد، پس از هوا خشک کردن خاک میزانی از خاک نیز به‌منظور انجام عملیات آزمایشگاهی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل تعیین بافت خاک به روش آب‌سنجی (هیدرومتری)، pH و قابلیت هدایت الکتریکی خاک (EC) در عصاره اشباع خاک، کربن آلی خاک به روش والکلی-بلک، نیتروژن کل خاک به روش کجلدال، فسفر قابل جذب خاک به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب خاک به روش استات آمونیوم نرمال و کلسیم و منیزیم خاک به روش کمپلکسومتری اندازه‌گیری و گزارش شد (Ali-Ehyae & Behbahanizadeh, 1994) (جدول ۱). طرح آزمایشی متشکل از شانزده کرت و مساحت هر کرت ۹ مترمربع و طول ۹ متر در نظر گرفته شد، که به‌صورت چهار تیمار در چهار تکرار انجام شد. در هر کرت چهار ردیف و فاصله ردیف‌ها در کشت ۹۰ سانتی‌متر و طول هر ردیف ۳ متر بوده که فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر لحاظ شد همچنین دوره داشت به مدت نود روز به طول انجامید. تیمارها شامل T_0 : شاهد (بدون کاربرد کود)، T_1 : توصیه کاربرد خاکی نیترات کلسیم توسط شرکت یارا به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از هنگام نخستین هفته تشکیل میوه به مدت ۸ هفته و در مجموع ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، T_2 : کاربرد نیترات کلسیم بنا بر نتایج آزمون خاک و نیاز گیاهان گوجه‌فرنگی: ۴۰ کیلوگرم در هکتار در هفته اول تشکیل میوه به مدت ۸ هفته و در مجموع ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار T_3 : کاربرد خاکی تیمار پیشین به همراه محلول پاشی نیترات کلسیم با غلظت ۵ در هزار است. در طول دوره داشت، برای تأمین عنصرهای غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم پایه مورد نیاز نشاءهای

گوجه‌فرنگی، از کود کامل محلول در آب با فرمول ۱۲-۱۱-۱۸ استفاده شد تا نیاز عنصرهای پرمصرف به‌ویژه نیتروژن تأمین شود. نشاء گوجه‌فرنگی رقم ویوا (Viva Canyon) در اوایل فروردین ماه سال ۱۳۹۱، از گلخانه تولید نشاء نظرآباد استان البرز تهیه شد. مبنای انتخاب تیمارها با توجه به خاص بودن مدیریت تغذیه کلسیم و ضرورت توجه به نیاز گیاهان دارای ناهنجاری‌های فیزیولوژیک ناشی از کمبود کلسیم (مانند کاهو، گوجه‌فرنگی، هندوانه، سیب، گلابی)، توجه به ویژگی‌های خاک مانند pH، بافت خاک از یک‌سو و توجه به مشکلات انتقال کلسیم از ریشه به اندام‌های هوایی و انتقال آن از اندام‌های رویشی به زایشی (میوه) صورت گرفت. طول دوره رشد و نمو گوجه‌فرنگی پس از انتقال نشاء، ۹۰ روز بود و از اول اردیبهشت آغاز و تا پایان تیرماه ادامه داشت. در طول دوره، آبیاری به‌صورت قطره‌ای و به روش نواری (Tape) انجام شد و آبیاری به‌صورت متناوب و بسته به تولید زیست‌توده (بیوماس) هفته‌ای دو مرتبه صورت گرفت و در ماه دوم و سوم متناسب با رشد بوته‌ها و محصول، فاصله دوره‌های آبیاری کوتاه‌تر بود. در هر کرت آزمایشی شمار سه بوته انتخاب و از هر بوته شمار ده میوه گوجه‌فرنگی برداشت شد. سپس وزن ده میوه اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد مقادیر مشخصی برداشته و وزن شد و در آن ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت. وزن نمونه‌ها پس از خشک شدن اندازه‌گیری و اختلاف وزن‌ها به‌عنوان ماده خشک گیاهی لحاظ شد. صفات جذب نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، جذب پتاسیم، ماده خشک، ویتامین ث، نیترات، سفتی میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل عیارسنجی (تیتراسیون) و عملکرد گوجه‌فرنگی بررسی شد. کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری (Sparks, 1996)، پتاسیم توسط دستگاه نورسنج شعله‌ای (فلیم فتومتر، Ryan et al., 2001)، نیتروژن کل از روش کجلدال (Bremner, 1996)، فسفر با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفوتومتر)، اندازه‌گیری ویتامین ث با روش عیارسنجی و با کمک یدید پتاسیم و معرف نشاسته صورت گرفت (Majedi, 1995)، اسیدیته قابل عیارسنجی (AOAC, 1975)، مواد جامد محلول دستگاه شکست‌سنج (رفرکتومتر) دیجیتالی،

نیترژن در تیمار T_1 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) بوده و نیترژن در حد بهینه‌ای قرار دارد، همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول ۳) که بین سطوح مختلف نیترات کلسیم با شاهد در میزان جذب نیترژن از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ وجود دارد، به طوری که بیشترین جذب نیترژن مربوط به تیمار T_1 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان جذب مربوط به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) بود (جدول ۲). همچنین بین تیمارهای T_1 ، T_2 و T_3 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش جذب نیترژن می‌تواند به علت افزایش غلظت نیترژن در محیط ریشه باشد. این نتایج با نتایج Schroder & Bero (2001) همخوانی داشت. آنان همچنین دریافتند، با افزایش غلظت نیترژن، جذب نیترژن در گیاه فلفل به طور معنی‌داری در سطح ۱ درصد افزایش یافت.

جذب فسفر

نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان می‌دهد، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نیترات کلسیم از لحاظ جذب فسفر در سطح ۱ درصد وجود دارد. مقایسه تیمارها در سطح ۱ درصد نشان داد، بیشترین جذب فسفر در تیمار شاهد (بدون کاربرد نیترات کلسیم) انجام شده و کمترین جذب مربوط به تیمار T_3 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به همراه محلول پاشی نیترات کلسیم) است (جدول ۲). نیترات باعث افزایش بار منفی در سطح ریشه می‌شود که این عامل باعث کاهش جذب فسفر به علت گرایش بیشتر به جذب کاتیون می‌شود. با افزایش نسبت نیترات به آمونیوم در کود مصرفی میزان جذب فسفر کاهش معنی‌داری نشان داد، به طوری که بیشترین کاهش در تیمار نیترات به تنهایی دیده شد (Kiyani et al., 2009).

جذب پتاسیم

نتایج جدول مقایسه میانگین و تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد (جدول‌های ۲ و ۳) که بین سطوح مختلف نیترات کلسیم با شاهد در میزان جذب پتاسیم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ وجود دارد، به طوری که بیشترین جذب پتاسیم مربوط به تیمار T_1

(مدل CETI. Belgium) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری نیترات (AOAC, 1975)، سختی بافت از نفوذسنج (پنترومتر) دستی میوه (مدل FT-327 Hashemi,) (1994) و طرح آزمایشی در قالب بلوک کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار اجرا شد. نتایج به دست آمده به کمک نرم‌افزار SPSS تجزیه و جدول‌های تجزیه واریانس مربوطه تهیه شد. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها، به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

این تحقیق در باغ سیب ایستگاه تحقیقاتی گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران در کرج اجرا شد و نمونه‌برداری از خاک پیش از آغاز صورت گرفت و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه بر پایه روش‌های استاندارد تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج تجزیه برخی ویژگی‌های مهم فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1. Some physico-chemical properties of soil used in this experiment

Soil properties	Unit	Value
pH	-	8.2
Soil Texture	-	Clay Loam
Bulk density	g/cm ³	1.35
Ec	dS/m	1.18
OC	%	1.23
Total N	%	0.105
Available P	mg/kg	31.4
Available K ⁺	mg/kg	574
Available Ca ⁺⁺	mg/kg	154
Available Mg ⁺⁺	mg/kg	17
Available Na ⁺	mg/kg	61
Fe*	mg/kg	5.84
Zn*	mg/kg	2.64
Mn*	mg/kg	8.5

✓ DTPA Extractable

✓ Soil sample depth: 0-30 cm

بنابر نتایج ارائه شده در جدول ۱، بافت خاک، لوم رسی و دارای قابلیت هدایت الکتریکی مناسب (کمتر از ۱ dS/m^۲) و از نظر عنصرهای غذایی به جز نیترژن مشکلی نداشت و این کمبود در طول دوره داشت با کاربرد کود کامل محلول در آب جبران شد.

نیترژن کل

بنابر نتایج جدول ۲، مشاهده می‌شود که بیشترین جذب

کاربرد کود) بود (جدول ۲). همچنین بین تیمارهای T_1 ، T_2 و T_3 اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. نیترا ت در محیط ریشه باعث جذب بیشتر کاتیون‌هایی مانند منیزیم و کلسیم می‌شود. همچنین Salehi (2006)، بیان داشت نیترا ت باعث افزایش جذب منیزیم در گیاه پسته شد، که این امر می‌تواند به علت افزایش سطح جذب ناشی از بار منفی نیترا ت باشد.

ماده خشک

بنابر نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نیترا ت کلسیم از لحاظ تولید ماده خشک در سطح ۱ درصد وجود دارد. مقایسه تیمارها در سطح ۱ درصد نشان داد که بیشترین میزان تولید ماده خشک در تیمار T_1 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) انجام شده و کمترین تولید مربوط به تیمار شاهد است (جدول ۲). افزایش ماده خشک به احتمال زیاد به علت بالا رفتن جذب نیترا ت و پروتئین‌سازی در گیاه است. این نتایج با گزارش نتایج بررسی‌های Shams *et al.* (2009)، همخوانی داشت. آنان با کاربرد چهار غلظت نیترا ت کلسیم (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی مولار) به‌صورت محلول‌پاشی روی اندام‌های هوایی گیاه گاوزبان به این نتیجه رسیدند، بیشترین ماده خشک در تیمار ۱۵ میلی مولار و کمترین در تیمار شاهد بود.

ویتامین ث

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد (جدول ۳) که بین سطوح مختلف نیترا ت کلسیم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ در مورد تولید ویتامین ث وجود دارد و بیشترین تولید ویتامین ث مربوط به تیمار T_1 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد (بدون اعمال کود) بود (جدول ۲). همچنین بین تیمارهای T_2 و T_3 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نیترا ت کلسیم باعث افزایش پتاسیم قابل جذب در گیاه می‌شود (Marscher, 1995). این نتیجه را شاید این‌گونه بتوان توجیه کرد، افزایش غلظت محلول غذایی باعث کاهش پتانسیل آب‌میوه و در نتیجه افزایش میزان ویتامین ث

(۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان جذب مربوط به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) بود. همچنین بین تیمارهای T_1 ، T_2 و T_3 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این نتایج با گزارش نتایج بررسی Hashempanah *et al.* (2005)، همخوانی داشت. این پژوهشگران دریافته‌اند، که با افزایش سطوح مختلف نیترا ت کلسیم غلظت K در ریشه‌چه و ساقه برنج رقم‌های گرده و طارم افزایش یافت و کارایی جذب بالا رفته است. این امر به علت افزایش سطوح بار منفی در ریشه دارد که سبب افزایش جذب شده است.

جذب کلسیم

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول‌های ۲ و ۳ بین سطوح مختلف نیترا ت کلسیم با شاهد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ در جذب کلسیم وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین جذب نیتروژن مربوط به تیمار T_1 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان جذب مربوط به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) بود. همچنین بین تیمارهای T_2 و T_3 از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. این مشاهده‌ها با نتایج تحقیقات Marschner (1995)، همخوانی دارد. وجود نیترا ت در محیط ریشه باعث افزایش جذب کاتیون‌ها می‌شود زیرا نیترا ت به علت بار منفی بیشتری که در سطح ریشه ایجاد می‌کند، ریشه گرایش بیشتری به جذب کاتیون‌ها دارد. Marschner (1995)، بیان کرد که با افزایش نیترا ت در محیط ریشه جذب کاتیون‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند. در تحقیق نتایج دیگری گزارش شد، غلظت کلسیم برگ با کاربرد محلول‌پاشی کلرید کلسیم افزایش معنی‌دار و غلظت کلسیم میوه توت‌فرنگی افزایش غیر معنی‌دار داشت (Singh *et al.*, 2007).

جذب منیزیم

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد، بین سطوح مختلف نیترا ت کلسیم با شاهد در جذب منیزیم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین جذب نیتروژن مربوط به تیمار T_1 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان جذب مربوط به تیمار شاهد (بدون

دادند میزان کاربرد کودهای نیتروژنی در بیشتر کشتزارها بیش از میزان توصیه کودی بوده است. کاربرد آب و کود اضافی در شرایط و روش‌های سنتی و آبیاری اضافی می‌تواند یکی از دلایل اصلی آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی از نظر نیترا ت باشد. اگر وزن خشک میوه گوجه‌فرنگی را ۶ درصد در نظر بگیریم، حد مجاز غلظت نیترا ت در میوه گوجه‌فرنگی برابر با حدود ۶۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برحسب وزن خشک به دست می‌آید. در این تحقیق، در همه این کشتزارها میزان کود اوره مصرفی بیشتر از میزان توصیه‌شده بود. نتایج این پژوهش، با نتایج آزمایش Prosba (1996)، همخوانی داشت. این پژوهشگر در نتایج بررسی شش رقم سیب‌زمینی و کاربرد ۰ و ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش داد، میزان نیتروژن غده‌ها از ۱۲۹/۱۲ قسمت در میلیون (پی‌پی‌ام) بدون کاربرد کود نیتروژنه تا ۲۰۸ قسمت در میلیون با کاربرد ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن افزایش یافت. نتایج این تحقیق روی گوجه‌فرنگی رقم ویوا نشان داد، میزان نیترا ت در هیچ‌یک از تیمارها بالاتر از سطح مجاز نبود.

اسیدیتة قابل عیارسنجی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول ۳) که بین میزان اسیدیتة قابل عیارسنجی در سطوح مختلف نیترا ت کلسیم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی بیشترین میزان مربوط به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) بود که با اعمال نیترا ت کلسیم در تیمارهای بعدی کاهش پیدا کرد (جدول ۲). این نتایج با نتایج بررسی‌های Hamzeh *et al.* (2009) همخوانی داشت. در تحقیق یادشده همچنین اعلام شد، کاربرد نمک‌های کلسیم باعث کاهش اسیدیتة قابل عیارسنجی در میوه هلو زعفرانی شد. در پژوهش دیگری کاربرد پتاسیم سبب افزایش اسیدیتة قابل عیارسنجی در توت‌فرنگی رقم سلوا شد (Seedi-marghaki *et al.*, 2014). با توجه به تأثیر کاتیون‌های قلیایی مانند کلسیم و منیزیم و پتاسیم بر اسیدیتة قابل عیارسنجی، این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد، اگرچه ممکن است کلسیم به‌طور مستقیم بر اسیدیتة قابل عیارسنجی تأثیر خطی

می‌شود. نتایج این تحقیق با یافته‌های Shabani & Tabatabaee (2013)، همخوانی دارد. این پژوهشگران در نتایج آزمایش‌هایی به این نکته دست یافتند، افزایش میزان پتاسیم (۲/۰، ۲، ۷ و ۱۴ میلی‌مولار) قابل‌جذب سبب افزایش میزان ویتامین ث در گیاه گوجه‌فرنگی آلبالویی می‌شود.

مواد جامد محلول (بریکس)

نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول ۲) که بین میزان مواد جامد محلول (بریکس) در سطوح مختلف نیترا ت کلسیم از لحاظ گروه‌بندی آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین میزان مربوط به تیمار T0 (شاهد) و کمترین میزان مربوط به تیمار T1 (توصیه کاربرد خاکی) بود (جدول ۲). همچنین بین تیمارهای T1 و T2 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و تیمار T0 با T2 و T3 نیز بدون تفاوت معنی‌دار بودند. نتایج این پژوهش با گزارش نتایج بررسی‌های Esmaeli *et al.* (2012) همخوانی دارد زیرا آنان به این نتیجه رسیدند، اضافه کردن نیترا ت کلسیم به میزان ۱۵ گرم در لیتر به محلول غذایی باعث کاهش معنی‌دار مواد جامد محلول در خرما ی رقم کبکاب شد. تفاوت در نتایج برخی پژوهش‌ها، می‌تواند به نحوه استفاده از ترکیب کودی، شرایط آزمایشی و نیز تفاوت پاسخ در رقم‌های مختلف گیاهی مرتبط باشد.

نیترا ت

نتایج ارائه‌شده در جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد (جدول ۳) که بین سطوح مختلف نیترا ت کلسیم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ در مورد تجمع نیترا ت وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین تجمع به ترتیب مربوط به تیمار T1 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، تیمار T3 و تیمار T2 و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) بود (جدول ۲). بر پایه استانداردهای موجود، بیشترین نیترا ت مجاز در گوجه‌فرنگی، ۲۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک تعیین شده است (Jalini & Dosti, 2012). این پژوهشگران در نتایج بررسی میزان نیترا ت در گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی کشتزارهای مختلف گزارش

(تورژسانسی) شده و این عامل موجب بالا رفتن میزان سفیدی بافت میوه می‌شود. کلسیم در ترکیب‌های پکتین تیغه میانی، سبب استحکام دیوارهٔ یاخته‌ای و سفیدی بافت میوه می‌شود (Khalaj *et al.*, 2015).

عملکرد (میوه)

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان می‌دهد (جدول ۳) که بین سطوح مختلف نیترات کلسیم با شاهد در میزان عملکرد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ وجود دارد. با توجه به جدول مقایسهٔ میانگین (جدول ۲) بیشترین عملکرد مربوط به تیمار T₁ (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد (بدون اعمال نیترات کلسیم) بود. نیترات باعث افزایش ساخت اسیدهای آمینه و پروتئین‌سازی در گیاه می‌شود و این عامل باعث افزایش محصول در واحد سطح می‌شود. این نتایج با گزارش نتایج بررسی‌های Raesi & Khajepour (1993)، همخوانی داشت. آنان تأثیر معنی‌دار تیمار نیتروژن بر عملکرد غدهٔ سیب‌زمینی را گزارش کردند. در این پژوهش چهار سطح نیتروژن (۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) به کار رفت. بیشترین عملکرد با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و افزایش نیتروژن از ۱۸۰ به ۲۰۰ موجب افزایش عملکرد نشد.

نداشته باشد و یا اینکه تأثیر دیگر عامل‌ها/عنصرها (مانند نیتروژن و پتاسیم) مؤثرتر از این عنصر باشد (Malakouti & Rezaei, 2001).

سفیدی بافت

برای تعیین سفیدی، پوست میوه با چاقوی تیز از دو جهت مخالف برداشته شد و آزمون سفیدی بافت میوه با استفاده از دستگاه نفوذسنج دستی انجام شد. نتایج جدول مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد (جدول ۲) که بین سطح T₁ نیترات کلسیم با دیگر تیمارها در میزان سفیدی بافت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشت. این امر نشان‌دهندهٔ تأثیر کلسیم بر این صفت است. نتایج دیگر پژوهش‌ها نشان می‌دهد، کاربرد پیش و پس از برداشت کلسیم در کند کردن فرآیند رسیدگی میوه، کاهش تنفس و افزایش سفیدی میوه مؤثر است (Souty *et al.*, 1995). در تحقیقی تأثیر کاربرد تیمارهای کلسیم و بُر روی ویژگی‌های سبب رقم گلاب کهنر بررسی شد و نتایج نشان داد، کاربرد این دو عنصر سبب افزایش سفیدی میوه نسبت به شاهد شد (Azadi-bougar & Gharaghani, 2017). پژوهشگران گزارش کردند بالاترین میزان سفیدی میوه مربوط به تیمار کلرید کلسیم محلول‌پاشی شده به میزان ۷ در هزار است، جذب کلسیم در گیاه باعث افزایش ثبات غشا و همچنین افزایش فشار آماس

جدول ۲. تأثیر سطوح مختلف نیترات کلسیم بر محتوای عنصرهای کانی در میوهٔ گوجه‌فرنگی
Table 2. Effects of different levels calcium nitrate on elements content in tomato's fruit

Treatments	Total Nitrogen (%)	Phosphorus (%)	Potassium (%)	Calcium mg/g Dry matter	Magnesium mg/g Dry matter
T ₀	2.547b	0.410a	3.90b	1.478c	2.10d
T ₁	4.725a	0.349bc	4.90a	2.457a	2.70a
T ₂	4.375a	0.362bc	4.60a	2.120b	2.41c
T ₃	4.332a	0.342c	4.71a	2.180b	2.51b

ادامهٔ جدول ۲. تأثیر سطوح مختلف نیترات کلسیم بر محتوای عنصرهای کانی در میوهٔ گوجه‌فرنگی

Continued table 2. Effects of different levels calcium nitrate on elements content in tomato's fruit

Treatments	Dry matter (%)	Vitamin C mg/100g fresh fruit	Yield Kg/ha	Nitrate mg/kg	Brix	Titrateable acidity	Firmness N/mm ²
T ₀	5.212c	12.43c	23560.79d	111.75d	3.890a	0.382a	0.10b
T ₁	7.087a	15.3a	34253.75a	145.17a	3.605b	0.310b	0.16a
T ₂	5.372b	13.76b	27432.60c	125.97c	3.800ab	0.350ab	0.12b
T ₃	5.907b	13.95b	32426.77b	132.85b	3.710ab	0.320b	0.12b

اعداد دارای دست‌کم یک حرف مشترک در هر ستون، بدون اختلاف معنی‌دار هستند.

T₀: تیمار شاهد؛ T₁: تیمار توصیهٔ کاربرد خاکی؛ T₂: تیمار توصیه بر پایهٔ آزمون خاک؛ T₃: توصیه بر پایهٔ آزمون خاک و محلول‌پاشی.

In each column means with same letters are not significant at probability level of 5%.

T₀: Control, T₁: Fertilizer recommendation based on Yara and soil application method, T₂: Fertilizer recommendation based on soil test, T₃: Fertilizer recommendation based on Soil test and foliar fertilization.

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در میوه گوجه‌فرنگی

Table 3. Analysis of variance of nutrients and other parameters in tomato

Source of Variations	df	MS					
		N	P	K	Ca	Mg	Dry matter
Treatment	3	3.849**	0.004**	0.728*	0.675**	0.252**	2.881**
Replication	3	0.071ns	0.005**	0.318ns	0.067**	0.092**	0.232**
Error	9	0.088	0.000	0.118	0.006	0.003	0.007

ns: Non significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در میوه گوجه‌فرنگی

Continued table 3. Analysis of variance of nutrients and other parameters in tomato

Source of Variations	df	MS					
		Vitamin C	Brix	Titratable acidity	Firmness	Nitrate	Yield
Treatment	3	5.487**	0.061ns	0.004ns	0.003*	785.586**	1.067**
Replication	3	0.302**	0.121*	0.000ns	4.517ns	46.757**	6.713ns
Error	9	0.014	0.028	0.001	0.000	0.460	6.053

ns: Non significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

بالتری نشان دادند و به‌عنوان تیمارهای برتر معرفی می‌شوند. نکته آخر اینکه تغذیه برگ‌های عنصرهای غذایی از جمله کاربرد ترکیب مغذی نیترات کلسیم دارای اثرگذاری سودمندی بر خواص کیفی محصولات باغی در راستای ارتقای سطح سلامت جامعه است، لذا به توصیه و ترویج آن باید پیش از پیش توجه شود.

سپاسگزاری

این نوشتار نتایج به‌دست‌آمده بخشی از طرح پژوهشی شماره ۴۳/م مورخ ۱۳۹۰/۶/۱ مؤسسه تحقیقات زیست‌محیطی آب‌و‌خاک دانشگاه تهران است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مدیریت محترم شرکت سپاهان رویش برای تأمین هزینه اجرای این طرح پژوهشی، قدردانی کنند.

توضیح اینکه در اجرا و تنظیم گزارش این طرح پژوهشی شادروان دکتر غلامرضا ثوابقی استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران همکار و راهنمای دیگر مجریان طرح بوده‌اند. یاد و خاطره‌اش گرامی باد.

نتیجه‌گیری کلی

بنابر نتایج این تحقیق، کاربرد نیترات کلسیم در اغلب سطوح، نسبت به تیمار شاهد تأثیر مثبتی بر عملکرد محصول و نیز جذب عنصرهای غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم نشان داد. اضافه کردن نیترات کلسیم به محیط ریشه باعث افزایش جذب کاتیون‌ها می‌شود که این امر می‌تواند به علت ایجاد بار منفی بیشتر در سطح ریشه ناشی از بار منفی نیترات باشد. کاربرد نیترات کلسیم نشان داد، کاربرد این کود (بسته به شرایط اقتصادی) به‌ویژه در تیمار T₁ به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در فرآیند هشت مرحله (هشت هفته) باعث افزایش عملکرد، ویتامین ث، ماده خشک و بالا رفتن جذب کاتیون‌ها در گوجه‌فرنگی می‌شود اگرچه استفاده بیشتر به علت افزایش هزینه‌های نهاده کودی مصرفی از یک‌سو و تجمع نیترات به‌عنوان یک عامل سمی از سوی دیگر، توصیه نمی‌شود. لذا در مجموع کاربرد تیمارهای توصیه کودی بر پایه آزمون خاک (T₁) و نیز توصیه بر پایه نیاز و پاسخ گیاه (T₂) در اغلب صفات مورد بررسی پاسخ‌های معنی‌دار

REFERENCES

1. A.O.A.C. (1975). *Official method of analysis of the association of official analytical chemists*. (12th ed.). Washington D.C. pp.377-378,777.
2. Ali-Ehyaee, M., Behbahanizadeh, A.A. (1994). Soil analysis methods. Technical bulletin No. 893. Taat, Tehran, Iran. (in farsi)
3. Amin Panah, H. & Sorooshzadeh, A. (2005). The effect of calcium nitrate of sodium and potassium distribution in seedlings of rice under saline conditions. *Iranian Journal of Biology*, 18(2), 92-100. (in Farsi)

4. Azadi-Bougar, S. H. & Gharaghani, A. (2017). Effect of calcium and boron spray application on fruit's quantitative and qualitative characteristics of 'Golab-e Kohanz' apple, *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(4), 811-822. (in Farsi)
5. Baas, R., Marissen, N., Dik, A. (1998). Cut rose quality as affected by Ca supply and translocation. *Acta Horticulturae*, 518: 45-54.
6. Bremner, J. (1996). Nitrogen-total. Methods of soil analysis. Part 3-chemical methods, 1085-1121.
7. Chao, L., Bofu, P., Weiqian, C., Yun, L., Hao, H., Liang, C., Xiaoqing, L., Xiao, W. & Fashui, H. (2008). Influences of calcium deficiency and cerium on growth of spinach plants. *Biological Trace Element Research*, 121 (3), 266-75.
8. Dowlati, H. & Zomorodi, S. (2004). *Study of calcium chloride foliar application on the quality and physiological characteristics of two grape cultivars (Rish baba and ghezel ozom)*. Technical report of agronomy research (West Azerbaijan). (in Farsi)
9. Esmaeli, H., Shafi, S. & Tafazzoli, A. (2012). Calcium nitrate and potassium sulphate foliar application towards reduce of physiological disorders of Kabkab date. In: *Proceedings of the first national conference and scientific festival of Iranian date*. (in Farsi)
10. Godarzi, K. (2001). Study and evaluate of nutrient element critical levels in grape by DRIS method, Final report of research project No. 81.743, TAAT, Iran. (in Farsi)
11. Hamzehzad, K., Rabiei, V., Naseri, L. A. & Hemati, S. (2009). Effect of UV-C Irradiation and CaCl₂ Treatment on the Quality and Storage Life of Peach Fruit, Cv.Zafarany, *Iranian Journal of Horticultural Science*, 40 (4), 53-59. (in Farsi)
12. Hashemi, H. (1991). *Effect of nitrogen on quality and quantity of four tomatoes cultivar (Lycopersicon lycopersicum)*. M. Sc. thesis in horticultural science, University of Tehran, Karaj, Iran. (in farsi)
13. Hocking, B., Tyerman, S. D., Burton, R. A. & Giliham, M. (2016). Fruit Calcium: Transport and Physiology. *Frontiers in Plant Science*, 7.
14. Jalini, M. & Doosti, F. (2012). Evaluation of nitrate accumulation in potato and tomato. *Environmental Journal*, 50, 62-71. (in Farsi)
15. Kiyani, S., Malakouti, M. J., Tabatabaee, S. J. & Kafi, M. (2009). Effect of NH₄⁺/NO₃⁻ ratio and calcium on growth, concentration and quality of rose flower, *Soil researches Journal*, 23(1), 23-33. (in Farsi)
16. Khajepour, M. R., Raesi, F. & Talaliyan, A. (1990). Effect of nitrogen, phosphorous and potassium fertilizers on concentration of these elements in potato and tomato. *Agricultural Research Journal*, 8(2), 101-112. (in Farsi)
17. Khalaj, K., Ahmadi, N. & Souri, M. K. (2015). Effect of Calcium and Boron Foliar Application on Fruit Quality in Asian Pear Cultivar 'KS10'. *JCP*, 4 (14), 89-97 URL: <http://jc.pp.iut.ac.ir/article-1-2271-fa.html>. (in Farsi)
18. Kotsiras, A., Olympios, C. M., Drosopoulos, J. & Passam, H. C. (2002). Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. *Scientia Horticulturae*, 95(3), 175-183.
19. Majedi, M. (1995). Nutrient matter test methods, Jihad daneshgahi publication, 108 pp. (in Farsi)
20. Malakouti, M. J., Nouri, A., Samavat, S. & Barirat, M. (2004). *Nitrate accumulation in fruits and vegetables*. Technical Bulletin No. 414. TAAT, Tehran, Iran. (in Farsi)
21. Malakouti, M. J. & Rezaei, H. (2001). *The roles of S, Ca & Mg on the improvement of yield and quality of agricultural products*. Nashre Amozesh Keshavarzi Press, 181 pp. (in Farsi)
22. Manaa, A., GHarbi, E., Mimouni, H., Wasti, S., ASchi-miti, S., Lutts, S. & Ben Ahmad, H. (2014). Simultaneous application of salicylic acid and calcium improves salt tolerance in two contrasting tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivar. *South African Journal of Botany*, 95, 32-39.
23. Manganaris, G. A., Vasilakakis, M., Diamantidis M. & Mignani, I. (2006). The effect of postharvest calcium application, quality attributes incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruit. *Food Chemistry*, 18, 23-17.
24. Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd Academic Press. Ltd. London, 862.
25. Prosba, B. U. (1996). The effects of nitrogen rates and planting dates on nitrate content in potato tubers. *Biuletyn Instytutu Ziemiaka*, 46, 73-81.
26. Raese, F. & Khajepour, M. R. (1992). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on growth and yield of potato cv.cozima, *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 23(3 & 4), 37-48. (in Farsi)
27. Ryan, J., Estefan, G. & Rashid, A. (2007). Soil and plant analysis laboratory manual: Icarda.
28. Sahi, F. (2005). Soil introduce and pistachio nutrition. Iranian Pistachio Research Institute Publication. Rafsanjan, Iran. (in Farsi)
29. Schroder, F. G. & Bero, H. (2001). Nitrate uptake of *Lactuca sativa* L. depending on varieties and nutrient solution in hydroponic system. *Acta Horticulturae*, 548, 551-556.

30. Schroder, F. G. & Bero, H. (2001). Nitrate uptake of *Lactuca sativa* L. depending on varieties and nutrient solution in hydroponic system. *Acta Horticulturae*, 548, 551-556.
31. Seedi-marghaki, A., Ebadi, A. & Babalar, M. (2014). Effect of potassium levels in nutrient solution, harvest season, and plant density on quantity and quality of strawberry fruit (Cv. Selva) in Hydroponic System Conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 44(4), 423-429. (in Farsi)
32. Shabani Sangtarashani, E. & Tabatabaei, S. J. (2013). The effect of potassium concentration in nutrient solution on lycopene, vitamin C and qualitative characteristics of cherry tomato in saline conditions, *Journal of Crop Production and Processing*, 3(7), 133-143. (in Farsi)
33. Shams, H., Naghdi-Abadi, H., Omid, H., Rezazadeh, S., Soroushzadeh, A. & Sahandi, S. (2008). Effect of calcium nitrate foliar application on shoot growth of *Borago officinalis*, *Journal of Medicinal Plants*, 32, 138-144. (in Farsi)
34. Singh, R., Sharma, R. R. & Tyagi, S. K. (2007). Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 112(2), 215-220.
35. Souty, M., Reich, M., Breuils, L., Chambroy, Y., Jacquemin, G. & Audergon, J. M. (1995). Effects of postharvest calcium treatments on shelf-life and quality of apricot fruit. *Acta Horticulturae*, 384, 619-623.
36. Sparks, D. L. (1996). *Methods of soil analysis*. Part 3-Chemical methods. Soil Science Society of America Inc.
37. Stephen, S., Miller, A. & Michael, G. (1985). Influence of Various Rates of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ fertilizer and Soil Management on Young Apple Trees. Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Application Fruit Research Station, Kearneysville, WV 25430. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110(2), 237-243.
38. Varela, P., Salvador, A. & Fiszman, S. M. (2007). The use of chloride in minimally processed apples: A sensory approach. *European Food Research Technology*, 224, 461-467.