Archive of SID

ارتباط بین غلظت عناصر غذایی با اختلالات کلسیمی در ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز

احمد حیدریان[1*] و محمدرضا نعمت‌اللهی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۰)

چکیده

جهت بررسی علل بروز و توسعه لکه روی میوه، در دو منطقه سمیرم و پادنا، از درختان رد دلیشز و گلدن دلیشز نمونه‌برداری تصادفی انجام گرفت. سپس غلظت عناصر (کلسیم، پتاسیم، منیزیم و نیتروژن) در یک نمونه مرکب از هر باغ تعیین و در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل تجزیه و تحلیل گردید. نتایج نشان داد که در میوه‌های دارای علائم در رقم رد دلیشز کمبود کلسیم و در میوه‌های رقم گلدن دلیشز هر دو حالت کمبود و بیش‌بود کلسیم وجود داشت. با توجه به تغییرات نامنظم در نمونه‌برداری‌ها، سه مقایسه متعامد (شامل گروه‌های تیماری ارقام، مناطق و بروز علائم) انجام گردید. نتایج نشان داد رقم رد دلیشز نسبت به رقم گلدن دلیشز از حساسیت بیش‌تری برخوردار و منطقه پادنا برای بروز اختلالات کلسیمی نسبت به منطقه سمیرم مساعدتر است. همچنین تیمارهای دارای علائم در مقابل تیمارهای فاقد علائم اختلاف معنی‌دار برای نسبت‌های K^+/Ca^{2+}، $(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و $(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ را نشان داد که بیانگر رابطه منفی بین اختلالات کلسیمی با مقدار پتاسیم و نسبت K^+/Ca^{2+} و رابطه مثبت با مقدار کلسیم موجود در میوه است. این پژوهش نشان داد که در باغ‌های سیب منطقه سمیرم علائم مربوط به اختلالات ناشی از کلسیم به‌علت تغییرات آب‌وهوایی و استفاده بیش از حد بعضی عناصر معدنی رخ می‌دهد.

کلیدواژه: کمبود، لکه‌تلخ، عنصر معدنی، ناهنجاری

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

۱ و ۲. به ترتیب مربی و استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

www.SID.ir

Archive of SID

Interrelation between mineral nutrients and calcium disorders in apple Red Delicious and Golden Delicious cultivars

A. Heidarian[1*] and M.R. Nematollahi[1]

(Received: 2.1.2016; Accepted: 9.5.2016)

Abstract

To investigate the causes of the spot disorders on fruits, random sampling was performed on trees of Red Delicious and Golden Delicious in two regions of Semirom and Padena, Iran. Concentration of minerals (calcium, potassium, magnesium and nitrogen) were determined in a compound sample for each garden and analyzed in an unbalanced complete randomized design. Results showed that fruits with symptoms for Red Delicious have only calcium deficiency, while for Golden Delicious both deficiency and excess calcium had found. Regarding erratic changes in the samplings, three orthogonal contrasts (including treatment groups: cultivars, regions and symptoms presence) were evaluated. The results showed that Red Delicious cultivar is more susceptible than Golden Delicious and Padena region is more favorable for occurrence of calcium disorders than Semirom region. Orthogonal contrasts between treatments with and without symptoms, showed significant differences for ratios of K^+/Ca^{2+}, $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$ and $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$. Therefore, the disorder has negative relation with potassium content and K^+/Ca^{2+} ratio and positive relation with calcium content in the fruit. The research showed that occurance of calcium disorders in apple orchards of Semirom region were related to wheather changes and overuse of some minerals.

Keywords: deficiency, bitter pit, mineral, disorder

* Corresponding author's E-mail: ahmadheidarian@yahoo.com

1. MSc., Department of Plant Protection, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Isfahan, Iran.

2. Associate Professor, Department of Plant Protection, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Isfahan, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

همه ساله مقادیر قابل‌توجهی از تولیدات کشاورزی از جمله سیب به علت کیفیت پایین در هنگام داشت، برداشت و پس از برداشت از بین می‌رود. اختلالات فیزیولوژیکی مرتبط با عنصر کلسیم در تمام مناطق سیب‌کاری جهان مشاهده می‌شود و باعث بروز لکه روی میوه و کاهش کیفیت و بازارپسندی آن می‌شود (Ferguson & Watkins 1989, Amarante *et al.* 2005). برای اولین بار در سال ۱۹۳۶ دی لانگ (De Long 1936) لکه‌تلخ در میوه سیب را مرتبط با کمبود کلسیم تشخیص داد، بعد از آن مشخص گردید که محلول‌پاشی نمک‌های کلسیم این اختلالات را کاهش می‌دهد درصورتی‌که، محلول‌پاشی نمک‌های منیزیم همراه با یا بدون پتاسیم، لکه تلخ را افزایش می‌دهد (Garman & Mathis 1956) که این موضوع مبنای پژوهش‌های گسترده در خصوص رابطه سایر عناصر غذایی مانند نیتروژن، منیزیم و پتاسیم با عارضه لکه‌تلخ شد (Ferguson & Watkins 1989, Fallahi *et al.* 1997, Amarante *et al.* 2006, Miqueloto *et al.* 2014). لکه‌تلخ یک عارضه فیزیولوژیکی در میوه‌های سیب است که اساسا در هنگام انبارداری اتفاق می‌افتد اما در مواردی به‌صورت حاد قبل از برداشت نیز بروز می‌کند، این عارضه با فروپاشی سلول‌های گوشت زیرپوست مشخص می‌شود که باعث تورفتگی‌های کم‌عمق تیره در سطح پوست و غالباً در قسمت گل‌گاه میوه‌ها می‌شود (Ferguson & Watkins 1989, Saure 2005, Amarante *et al.* 2006).

عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و کلسیم عمل‌کرد و کیفیت میوه‌های سیب را تحت تاثیر قرار می‌دهند. موقعی که مقدار نیتروژن بیش از اندازه باشد حساسیت میوه‌ها به ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی افزایش پیدا می‌کند (Marcelle 1995). علاوه‌برآن، عناصر غذایی پتاسیم و منیزیم نیز به‌خاطر اثرات آنتاگونیستی‌اشان نسبت به کلسیم با بروز علائم لکه‌تلخ در ارتباط هستند (Fallahi *et al.* 1997, Amarante *et al.*, 2006). کم‌بود کلسیم و بیش‌بود عناصر منیزیم، پتاسیم و نیتروژن در میوه از فاکتورهای اصلی هستند که زمینه را برای وقوع اختلالات کلسیمی فراهم می‌کنند (Ferguson & Watkins 1989). وقوع عارضه لکه‌تلخ در ارتباط با کمبود کلسیم و بیش‌بود پتاسیم، منیزیم و نیتروژن در میوه تشخیص داده شده است (Ferguson & Watkins 1989, Saure 2005, Amarante *et al.* 2006). کاهش میزان کلسیم و متعاقب آن افزایش مقادیر نسبت‌های $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$، N/Ca^{2+}، K^+/Ca^{2+} و $(N+K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$ در میوه باعث بروز لکه‌تلخ به‌خصوص در گل‌گاه می‌شود (Ferguson & Watkins 1989). کلسیم مهمترین عنصر در بهبود کیفیت و افزایش طول انبارمانی میوهٔ سیب است، پتاسیم کمیت و کیفیت را ارتقا و رنگ‌پذیری میوه سیب را بهبود می‌بخشد و نیتروژن باعث بزرگ‌شدن سریع اندازه سلول‌ها و میوه می‌شود (Dris *et al.* 1998, Alipour *et al.* 2001, Dilmaghani-Hassanloui *et al.* 2004).

در ایران پژوهش‌های بسیاری در خصوص ضرورت محلول‌پاشی با کلرور کلسیم برای بهبود کمی و کیفی میوه‌های سیب (Malakouti & Tabatabai 2001, Shahabi & Malakouti 2000) و ناهنجاری‌ها و بیماری‌های فیزیولوژیکی زیادی مانند لکه‌تلخی، آردی‌شدن، آب‌گزشدن و غیره مرتبط با کمبود کلسیم در سیب (Fallahi *et al.* 1997, Malakouti *et al.* 1999, Alipour *et al.* 2001) و ارزیابی نسبت K^+/Ca^{2+} در میوه سیب (Manouchehri & Malakouti 2000, Shahabi & Malakouti 2000) انجام شده است.

در سال‌های اخیر بروز و توسعه اختلالات کلسیمی

www.SID.ir

Archive of SID

روی میوه‌های ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشز در باغ‌های تجاری سیب سمیرم مورد توجه جدی باغداران و کارشناسان قرار گرفته است. تحقیق حاضر به‌منظور بررسی این عارضه و تشخیص دلایل بروز و توسعه آن طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد.

مواد و روش‌های بررسی

نمونه برداری

نمونه‌برداری از درختان سیب ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشز (پایه بذری) باغ‌های تجاری در دو منطقه سمیرم و پادنا در استان اصفهان انجام شد. به‌این‌منظور، در هر منطقه بسته به گسترش بروز این عارضه از ۳ تا ۵ باغ دارای علائم (حاوی هر دو رقم) نمونه‌برداری شد. در هر باغ ۳ درخت دارای علائم به‌صورت تصادفی درنظر گرفته شد و از هر درخت ۱۰ میوه با علائم و ۱۰ میوه بدون علائم تقریبا هم‌اندازه و از قسمت بیرونی وسط تاج درخت به‌صورت تصادفی برداشته شد و یک نمونه مرکب (با تعداد لکه متفاوت) از آن‌ها با حداقل ۱۲ میوه سیب تهیه و برای آنالیز عناصر غذایی مورد نظر به آزمایشگاه ارسال‌گردید. در حد امکان سعی‌گردید میوه‌ها در اوایل صبح برداشت شوند که تعرق گیاه حداقل و پتانسیل آب گیاه شبیه به پتانسیل آب خاک است. نمونه‌برداری در فاز سوم رویشی میوه (حداقل ۷۰ روز بعد از تمام‌گل‌دهی) انجام شد که میزان مواد غذایی در میوه از ثبات برخوردار باشد.

ثبت اطلاعات مکان‌های نمونه‌برداری

براساس پرسش‌نامه تدوین‌شده، اطلاعات مربوط به نحوه، دور و میزان آب آبیاری، بافت خاک، جهت جغرافیایی شیب باغ و میزان سال‌آوری در هر باغ ثبت گردید. علاوه‌برآن، اطلاعات هواشناسی شامل درجه حرارت و میزان بارندگی سالیانه از ایستگاه هواشناسی سمیرم دریافت گردید.

ارزیابی عناصر غذایی

ابتدا پوست میوه‌ها جدا شد و سه لایه ۵ میلی‌متری به‌صورت شعاعی از قسمت‌های دم‌میوه، وسط (بدون قسمت مرکزی برچه) و گل‌گاه هر میوه از نمونه مرکب برداشته شد و سپس میزان عناصر غذایی کلسیم، پتاسیم، منیزیم و نیتروژن برحسب درصد وزن خشک اندازه‌گیری شد. بررسی‌های اولیه نشان داد که این عارضه در رقم رد دلیشز بیش‌تر است، بنابراین روی درختان رد دلیشز نمونه‌برداری از برگ مطابق روش استاندارد جونز و همکاران (Jones *et al.* 1991) نیز انجام شد. غلظت نیتروژن (N) به روش کجلدال (Kjeldahl)، کلسیم (Ca^{2+}) و منیزیم (Mg^{2+}) با دو روش جذب اتمی و تیتراسیون و پتاسیم (K^{+}) توسط دستگاه فلیم‌فتومتر (Flamephotometer) اندازه‌گیری شد (Moor *et al.* 2006).

تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه عناصر و نسبت آن‌ها در میوه

با توجه به نمونه‌برداری‌های منظم از باغ های‌تجاری سیب (ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشز) در دو منطقه سمیرم و پادنا، جهت بررسی نقش عناصر غذایی و نسبت آن‌ها چند تجزیه آماری مدنظر قرارگرفت. از آنجایی که تعداد تکرار برای همه نمونه‌ها یکسان نبود و نمونه‌های فاقد علائم یک نمونه مرکب از دو منطقه بود، از طرح کاملاً تصادفی نامتعادل جهت تجزیه آماری مقادیر عناصر مورد ارزیابی و نسبت آن‌ها استفاده شد. قبل از تجزیه‌واریانس،

www.SID.ir

Archive of SID

توزیع داده‌ها با استفاده از تبدیل زاویه‌ای نرمال‌گردید. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. با توجه به تغییرات نامنظم بین میانگین‌ها، مقایسه متعامد برای سه گروه تیماری شامل مقایسه گروه تیماری ارقام (رد دلیشز در مقابل گلدن دلیشز)، مقایسه گروه تیماری مکان (سمیرم در مقابل پادنا) و مقایسه گروه تیماری علائم (دارای علائم در مقابل فاقد علائم) انجام شد.

تجزیه عناصر در برگ و میوه رقم رد دلیشز

در این تجزیه غلظت عناصر و نسبت آن‌ها در برگ و میوه رقم رد دلیشز در دو منطقه (سمیرم و پادنا) بررسی گردید. تیمارهای آزمایش عبارت‌بودنداز: میوه- دارای علائم- سمیرم، میوه- دارای علائم- پادنا، میوه- فاقد علائم- سمیرم و پادنا، برگ- دارای علائم- سمیرم، برگ- دارای علائم- پادنا و برگ- فاقد علائم- سمیرم و پادنا.

تعیین همبستگی بین غلظت و نسبت عناصر در برگ و میوه رقم رد دلیشز

برای این‌که مشخص‌گردد غلظت کدام‌یک از عناصر اندازه‌گیری‌شده و یا نسبت آن‌ها در میوه با برگ همبسته است تجزیه فوق روی رقم رد دلیشز (که بروز و توسعه اختلالات کلسیمی روی آن بیش‌تر بود) انجام شد.

نتایج

اطلاعات مکان‌های نمونه‌برداری

اطلاعات مربوط به مکان‌های نمونه‌برداری نشان داد که ۶۰/۸۷٪ باغ‌ها در سال قبل محصول نداشته و ۴۳/۴۸٪ عمل‌کرد در حد متوسط تا خوب داشته‌اند. بالغبر ۶۵/۲۲٪ باغ‌ها در دشت، ۲۶/۱٪ در شیب جنوبی و ۸/۶۹٪ آن‌ها در شیب شمالی واقع شده بودند. علاوه‌برآن، بررسی بافت خاک باغ‌های مورد مطالعه نشان داد که ۶۹/۵۷٪ باغ‌های مورد مطالعه بافت خاک شنی یا شنی‌رسی و ۳۰/۴۳٪ بافت خاک رسی دارند و نحوه آبیاری در ۵۲/۱۷٪ غرقابی و ۴۷/۸۲٪ باغ‌ها قطره‌ای بود که در این بین، ۶۵/۲۲٪ باغ‌های مورد مطالعه با توجه به حجم آب مصرفی و دور آبیاری در شرایط تنش رطوبتی قرار داشتند. متوسط دمای روزانه از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۳ نزدیک به ۲ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر و میزان بارندگی سالیانه تقریبا نصف گردیده است (شکل ۱).

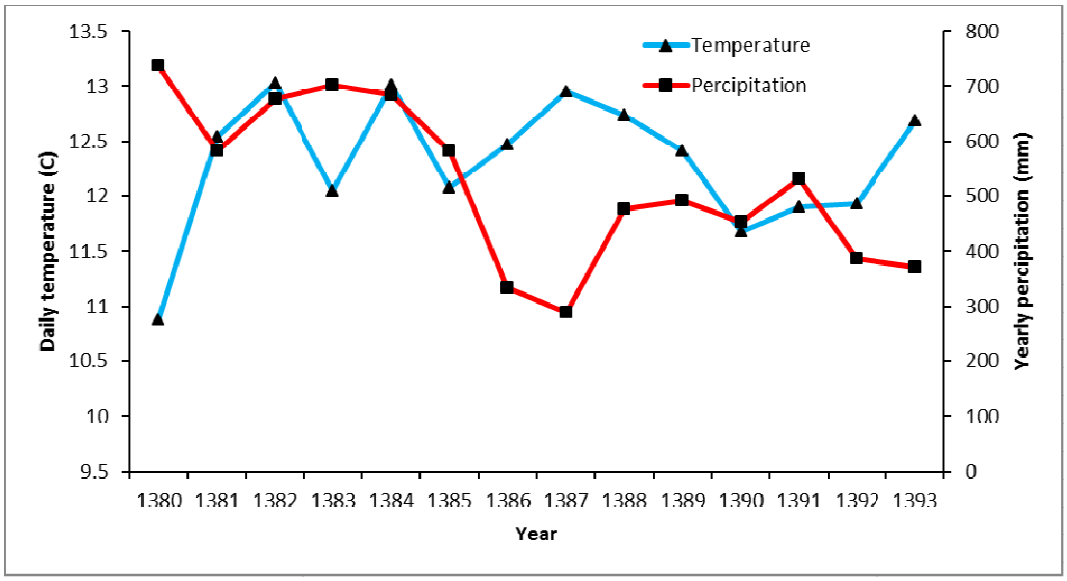
تجزیه عناصر و نسبت آن‌ها در میوه ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشیز

تجزیه‌واریانس غلظت عناصر و نسبت آن‌ها در میوه‌های دو رقم سیب در دو منطقه نشان داد که برای عناصر ازت، پتاسیم، کلسیم و نسبت‌های N/Ca^{2+}، K^+/Ca^{2+}، Mg^{2+}/Ca^{2+}، $(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و $(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ اختلاف معنی‌دار بین تیمارها وجود دارد. مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر و نسبت آن‌ها (جدول ۱) نشان‌داد در رقم رد دلیشز، میوه‌های دارای علائم صرفا با کمبود کلسیم همراه بوده است اما در رقم گلدن دلیشز کمبود و بیش‌بود کلسیم در میوه‌های دارای علایم دیده می‌شود.

مقایسه‌های متعامد نشان داد که برای غلظت عناصر مورد ارزیابی و نسبت آن‌ها در میوه‌های رد دلیشز در مقابل گلدن دلیشز اختلاف معنی‌دار وجود دارد. مقایسه میانگین گروه ارقام (رد دلیشز در مقابل گلدن دلیشز) نشان داد که غلظت عناصر در میوه‌های رقم رد دلیشز به‌طور معنی‌داری نسبت به میوه‌های رقم گلدن دلیشز کم‌تر و نسبت‌های K^+/Ca^{2+}، N/Ca^{2+}، $(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. میانگین روزانه دما و بارندگی سالیانه سمیرم طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۱

Table 2. Weather conditions in Semirom: daily average mean temperature and yearly precipitation during 2002-14

$(N+K^{+}+Mg^{2+})/Ca^{2+}$ بیش‌تر می‌باشد (جدول۲). مقایسه میانگین‌های گروه مناطق نمونه‌برداری نشان داد که غلظت عناصر در میوه‌های برداشت‌شده از منطقه پادنا نسبت به منطقه سمیرم کم‌تر است و به‌همین‌ترتیب، نسبت‌های K^{+}/Ca^{2+}، $(K^{+}+Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و $(N+K^{+}+Mg^{2+})/Ca^{2+}$ در میوه‌های منطقه پادنا بیش‌تر از سمیرم است (جدول ۲). میانگین نسبت‌های K^{+}/Ca^{2+}، $(K^{+}+Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و $(N+K^{+}+Mg^{2+})/Ca^{2+}$ در گروه دارای علائم به‌ترتیب ۱۰/۵۱، ۱۱/۲۱ و ۱۳/۱۳ و در گروه فاقد علائم به‌ترتیب با ۵/۱۱، ۵/۷۹ و ۶/۶۶ بود (جدول ۲). این نسبت‌ها در گروه دارای علائم دو برابر گروه فاقد علائم است. این درحالی‌است که برای نسبت‌های N/Ca^{2+} و Mg^{2+}/Ca^{2+} اختلاف معنی‌دار بین دو گروه دارای علائم و فاقد علائم دیده نشد.

بررسی غلظت عناصر و نسبت آن‌ها در برگ و میوه رقم رد دلیشز

تجزیه‌واریانس غلظت عناصر و نسبت آن‌ها در برگ و میوه‌های سیب رقم رد دلیشز در دو منطقه سمیرم و پادنا نشان داد که بین تیمارهای غلظت تمامی عناصر مورد ارزیابی و نسبت‌های آن‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف میوه برای عناصر و نسبت‌های مورد ارزیابی (غیر از نسبت Mg^{2+}/Ca^{2+}) در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند، اما بین تیمارهای مختلف برگ برای عناصر پتاسیم، کلسیم و نسبت Mg^{2+}/Ca^{2+} اختلاف معنی‌دار وجود دارد و برای سایر عناصر و نسبت‌ها اختلاف معنی‌دار دیده نشد. غلظت همه عناصر در برگ به‌طور معنی‌داری چندین برابر غلظت همان عناصر در میوه است و به‌همین‌ترتیب نسبت‌های عناصر در برگ چندین برابر کم‌تر از همان نسبت‌ها در میوه است (جدول ۳).

همبستگی بین برگ و میوه برای غلظت عناصر و نسبت آنها در رقم رد دلیشز

ضرایب همبستگی بین برگ و میوه برای غلظت هر عنصر و نسبت آن‌ها در رقم رد دلیشز در دو منطقه سمیرم

www.SID.ir

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر و نسبت آن‌ها در میوه‌های سیب (دو رقم در دو منطقه)

Table 1. Mean comparison of elements concentration and their ratios in apple fruits (two varieties in two regions)

Treatment	Mean*								
	N	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	N/Ca^{2+}	K^+/Ca^{2+}	Mg^{2+}/Ca^{2+}	$(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$	$(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$
With Symptom- Red- Semirom	0.15c	0.72c	0.03c	0.07c	2.08ab	10.27a	0.46a	10.74a	12.83a
With Symptom- Red- Padena	0.16c	0.72c	0.04c	0.05c	3.19a	14.56a	0.88a	15.44a	18.63a
Without Symptom- Red- Semirom and Padena	0.23c	0.94c	0.04c	0.09c	2.35ab	9.81a	0.48a	10.29a	12.64a
With Symptom- Golden- Semirom	18.96a	17.55a	0.44a	17.10a	1.41ab	0.08b	0.03b	11.32b	0.11b
With Symptom- Golden-Padena	0.13c	0.74c	0.02c	0.06c	2.07ab	11.91a	0.47a	12.38a	14.46a
Without- Symptom-Golden-Semirom and Padena	9.85b	9.24b	0.29b	9.15b	0.90b	0.41b	0.17b	1.29b	0.69b

*: میانگین‌ها با حروف مشابه براساس آزمون دانکن درسطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

* In each column similar letters indicate no significant differences at 5% probability level of Duncan's multiple range test.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های گروه‌های تیماری برای غلظت عناصر و نسبت آن‌ها

Table 2. Means comparison of elements concentration and their ratios for treatment groups

Treatmental group	Contrast	Treatment	Mean*								
			N	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	$N/C^{2+}a$	K^+/Ca^{2+}	Mg^{2+}/Ca^{2+}	$(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$	$(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$
Cultivars[a]	Red versus Golden	Red delicious	0.71b	0.76b	0.04b	0.07b	2.58a	11.81a	0.63a	12.53a	15.11a
		Golden Delicious	7.27a	7.06a	0.19a	6.59a	1.61b	6.03b	0.28b	6.84b	7.43b
Regions[b]	Semirom versus Padena	Semirom	6.42a	6.33a	0.17a	5.75a	11.86a	6.78b	0.32b	7.60b	8.59b
		Padena	0.14b	0.73b	0.03b	0.05b	2.63a	13.24a	0.67a	13.91a	16.54a
Symptoms[c]	With symptoms versus without symptom	With symptom	2.58a	3.13a	0.09b	2.49a	2.30a	10.51a	0.52a	11.21a	13.13a
		without symptom	5.04a	5.09a	0.17a	4.62a	1.62a	5.11b	0.32a	5.79b	6.66b

*: میانگین‌ها با حروف مشابه براساس آزمون دانکن درسطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

* In each column similar letters indicate no significant differences at 5% probability level of Duncan's multiple range test.

a: مقایسه تیمارهای دارای علائم- رد- سمیرم، دارای علائم- رد- پادنا، فاقد علائم- رد- سمیرم و پادنا با تیمارهای دارای علائم- گلدن- سمیرم، دارای علائم- گلدن- پادنا، فاقد علائم- گلدن- پادنا و سمیرم.

b: مقایسه تیمارهای دارای علائم- رد- سمیرم، دارای علائم- گلدن- سمیرم با تیمارهای دارای علائم- رد- پادنا، دارای علائم- گلدن- پادنا.

c: مقایسه تیمارهای دارای علائم- رد- سمیرم، دارای علائم- رد- پادنا، دارای علائم- گلدن- سمیرم، دارای علائم- گلدن- پادنا با تیمارهای فاقد علائم- رد- سمیرم و پادنا، فاقد علائم- گلدن- سمیرم و پادنا.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین برگ و میوه برای غلظت عناصر و نسبت آنها در رقم رد دلیشز

Table 4.Correlation coefficients between fruits and leaves for elements concentration and their ratios in Red delicious

Element or ratio	r
N	0.682*
K^+	0.944**
Mg^{2+}	0.240^{ns}
Ca^{2+}	0.271^{ns}
N/Ca^{2+}	0.316^{ns}
K/Ca^{2+}	0.212^{ns}
Mg^{2+}/Ca^{2+}	0.316^{ns}
$(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$	0.214^{ns}
$(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$	0.138^{ns}

ns، ** و *: به‌ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

ns, ** and*: Not significant, Significant at 1% and 5% probability level respectively.

و پادنا نشان داد که برای نیتروژن و پتاسیم به‌ترتیب در سطح ۵٪ و ۱٪ همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد (جدول ۴).

بحث

با توجه به کاهش تقریبا ۵۰ درصدی میزان بارندگی سالیانه، گرم‌تر شدن هوا حدود ۲ درجه سانتی‌گراد در طول ۱۴ سال گذشته، شنی یا شنی‌رسی بودن ۶۹/۵۷٪ بافت خاک باغ‌ها و اعمال تنش‌های رطوبتی در بیش از ۶۵/۲۲٪ باغ‌های سیب مورد مطالعه، بروز و توسعه اختلالات کلسیمی دور از انتظار نیست. خشک‌سالی و کاهش رطوبت‌نسبی باعث تنش آبی در گیاهان و محدود شدن حرکت کلسیم آوند چوبی به میوه می‌شود (Ho & White 2005, Freitas & Mitcham 2012). مطالعات قبلی در استونی، فنلاند و شیلی نشان داده است که دوره‌های رویشی خشک برای توسعه اختلالات فیزیولوژیکی در سیب مطلوب هستند (Dris *et al.* 1998, Yuri 1995).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر و نسبت آن‌ها در برگ و میوه‌های سیب رقم رد دلیشز

Table 3. Means comparison of elements concentration and their ratios in fruits and leaves Red delicious

Treatment	Mean*							
	N	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	N/Ca^{2+}	K^+/Ca^{2+}	Mg^{2+}/Ca^{2+}	$(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$	$(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$
Fruit-with symptom-Semirom	0.152b	0.72c	0.034b	0.073c	2.085a	10.278a	0.465b	10.743a	12.830a
Fruit-with symptom-Padena	0.160b	0.72c	0.044b	0.053c	3.190a	14.565a	0.880a	15.448a	16.638a
Fruit-without symptom-Semirom and Padena)	0.235b	0.94bc	0.046b	0.098c	2.355a	9.810a	0.480b	10.290a	12.645a
Leave-with symptom-Semirom	1.252a	1.302b	0.397a	1.512ab	0.870b	0.908b	0.272bc	1.183b	2.050b
Leave-with symptom-Padena	1.072a	1.312b	0.500a	1.425b	0.80ab	0.948b	0.375bc	1.325b	2.123b
Leave-without Symptom-Semirom and Padena	1.310a	1.985a	0.36a	2.075a	0.70ab	0.995b	0.195c	1.190b	1.890b

*: میانگین‌ها با حروف مشابه براساس آزمون دانکن درسطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

* In each column similar letters indicate no significant differences at 5% probability level of Duncan's multiple range test.

www.SID.ir

Archive of SID

تنش‌های آبی در گیاه باعث کاهش جذب کلسیم و افزایش انواع اکسیژن واکنش‌پذیر در بافت میوه و آسیب دیدن غشای پلاسمایی می‌شود که به دنبال آن علائم کمبود کلسیم در میوه بروز و توسعه پیدا می‌کند (Davies *et al.* 2000, Ho & White 2005, Freitas & Mitcham 2012). غالب پژوهش‌ها نشان می‌دهد که لکه‌تلخ درنتیجه کمبود کلسیم است اما برخی پژوهش‌ها مشخص می‌کند که لکه‌تلخ در میوه‌های با کلسیم یکسان یا بیش‌تر نسبت به میوه‌های سالم نیز بروز می‌کند (Ferguson & Watkins 1989, Amarante *et al.* 2006, Ho & White 2005, Buti *et al.* 2015). در مطالعه حاضر نیز علائم این عارضه در رقم گلدن دلیشز در شرایط کمبود و بیش‌بود کلسیم دیده می‌شود. در باغ‌های تجاری مناطق سمیرم و پادنا نیز بروز و شدت علائم ناشی از این اختلالات روی رد دلیشز به‌مراتب بیش‌تر از گلدن دلیشز است. اختلاف بین ارقام و حساسیت بیش‌تر برخی ارقام سیب نسبت به عارضه‌های اختلالات کلسیمی قبلا گزارش شده است. به‌عنوان نمونه، بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و مواد معدنی مرتبط با بروز لکه‌تلخ در ارقام سیب فوجی (Fuji) و کاتارینا (Catarina) نشان داده که مقدار کلسیم در رقم کاتارینا نسبت به فوجی کم‌تر بوده و نسبت‌های K^+/Ca^{2+}، N/Ca^{2+}، $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و $(N+K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$ در بافت قسمت گل‌گاه میوه بیش‌تر بوده است که باعث‌گردیده وقوع و شدت لکه‌تلخ روی این رقم بعد از انبارداری بیش‌تر باشد (Miqueloto *et al.* 2014). اختلاف معنی‌دار برای میانگین‌های عناصر و نسبت آن‌ها در میوه‌های دارای علائم بین دو محل نمونه‌برداری نشان داد که شرایط محیطی و اقلیمی در باغ‌های منطقه پادنا (برای هر دو رقم) برای بروز و توسعه اختلالات کلسیمی نسبت به سمیرم مساعدتر است. در همین ارتباط کاسرو و همکاران (Casero *et al.* 2010) معتقدند شرایط رویشی یا آب‌وهوایی متفاوت در طول فصل باعث تجمع بیش‌تر سایر عناصر معدنی نسبت به کلسیم در میوه می‌شود که این تغییرات نسبت بروز و توسعه لکه‌تلخ را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بیش‌تر بودن این عارضه در باغات منطقه پادنا با شرایط اقلیمی آن منطقه مرتبط است. پادنا از نظر تقسیم‌بندی‌های اقلیمی به روش کوپن (Koppen) دارای زمستان‌های معتدل سرد با تابستان‌های خشک است درصورتی‌که سمیرم زمستان‌های معتدل سرد اما تابستان‌های گرم‌وخشک دارد (Karimi 1987).

مقایسه متعامد عناصر و نسبت‌های آن‌ها بیانگر نقش اساسی پتاسیم در بروز و توسعه اختلالات کلسیمی در هر دو منطقه سمیرم و پادنا روی هر دو رقم تحت بررسی می‌باشد. بنابراین، عارضه فیزیولوژیکی مورد مطالعه رابطه منفی با مقدار پتاسیم و نسبت K^+/Ca^{2+} و رابطه مثبت با مقدار کلسیم موجود در میوه دارد. این نسبت به‌عنوان بهترین شاخص برای تعیین احتمال بروز اختلالات کلسیمی در باغ‌های تجاری سمیرم معرفی می‌گردد. تحقیق حاضر اظهار نظرهای سایر محققین (Marcelle 1995, Amarante 2006, Miqueloto *et al.* 2014 و Shahabi & Malakouti 2000, Manouchehri & Malakouti 2000, Dilmaghani-Hassanloui *et al.* 2004) را تایید و نشان می‌دهد که این ناهنجاری به‌طور مشخص علاوه بر کلسیم تحت تاثیر مواد غذایی دیگر از جمله پتاسیم و منیزیم قرار دارد. وقوع لکه‌تلخ در ارتباط با کمبود کلسیم و بیش‌بود پتاسیم، منیزیم و نیتروژن در میوه تشخیص داده شده است (Ferguson & Watkins 1989, Saure 2005, Amarante *et al.* 2006). در همین ازتباط محققین مختلف (Benavides *et al.* 2001, Amarante *et al.* 2006, Amarante *et al.* 2009, Miqueloto *et al.* 2014) معتقدند که کلسیم به تنهایی بهترین پارامتر برای تعیین

www.SID.ir

Archive of SID

وقوع لکه‌تلخ نیست بلکه بروز و توسعه آن با نسبت‌های K^+/Ca^{2+}، N/Ca^{2+}، K^+/Ca^{2+}، Mg^{2+}/Ca^{2+}، $(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و $(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و رقم در ارتباط است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که میوه‌های با کمبود کلسیم و سطوح بالای نسبت‌های K^+/Ca^{2+}، N/Ca^{2+}، $(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و $(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ به لکه‌تلخ مستعدتر هستند (Ferguson & Watkins 1989, Amarante *et al.* 2009, Miqueloto *et al.* 2014) که با یافته‌های این پژوهش مطابقت می‌نماید. در ایران میزان کلسیم، منیزیم، پتاسیم و نیتروژن استاندارد (به‌ترتیب با ۰/۰۴–۰/۰۵، ۰/۰۴–۰/۰۶، ۰/۹–۱/۴ و ۰/۲۹–۰/۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) در میوه ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشز است (Malakouti 2014). درپژوهش حاضر میزان این عناصر در میوه نسبت به مقدار توصیه‌شده و شاهد منطقه دارای نوسان است (جدول ۱). غلظت بالای عناصر غذایی ازت، پتاسیم و منیزیم نسبت به کلسیم منجر به عدم تعادل غذایی و درنتیجه بیش‌تر شدن نسبت‌های K^+/Ca^{2+}، N/Ca^{2+} و $(K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ در میوه می‌شوند که به‌واسطه آن کاهش معنی‌داری در استحکام بافت میوه در دوران انبارداری دیده می‌شود (Casero *et al*, 2010). در باغ‌های سیب تجاری سمیرم و پادنا علائم مربوط به اختلالات ناشی از کلسیم در سال‌های اخیر به‌علت تغییرات آب‌وهوایی و استفاده بیش از حد برخی عناصر معدنی به‌منظور درشت‌شدن و رنگ‌پذیری میوه‌ها و مقابله با خشک‌سالی در شرایط باغ اتفاق می‌افتد. میوه‌های دارای علائم غالباً تا زمان برداشت ریزش می‌کنند یا این‌که باغداران نسبت به حذف آن‌ها قبل از انتقال به سردخانه اقدام می‌کنند.

غلظت همه عناصر در برگ رقم رد دلیشز به‌طور معنی‌داری چندین برابر غلظت همان عناصر در میوه است و به‌همین‌ترتیب، نسبت‌های عناصر در برگ چندین برابر کم‌تر از همان نسبت‌ها در میوه است. این موضوع احتمالا به‌واسطه تجمع بیش‌تر عناصر در برگ نسبت به میوه درنتیجه تعرق بیش‌تر در برگ و انتقال کم‌تر کلسیم از برگ به میوه نسبت به سایر عناصر است (Ho & White 2005). با در نظر گرفتن مقایسه عناصر و نسبت آن‌ها در برگ و میوه (جدول ۳) و ضرایب همبستگی بین برگ و میوه (جدول ۴)، نتیجه گرفته می‌شود که بر مبنای غلظت عناصر و یا نسبت آن‌ها در برگ‌های درختان سیب رقم رد دلیشز نمی‌توان نسبت به احتمال بروز اختلالات کلسیمی اظهار نظر قطعی کرد.

منابع

Alipour Z., Ebrahimi S., Shahabi A. A. and Malakouti M. J. 2001. Calcium news (Role of calcium in improving the quality of agricultural products). Technical Bulletin No. 265. Supreme Council of Bio Fertilizers and Efficient Use of Fertilizers and Pesticides in Agriculture. Karaj. Iran. (In persian).

Amarante C. V. T., Chaves D. V. and Ernani P. R. 2006. Analise multivariada de atributosnutricionais associados ao bitter pit em mac as Gala. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 841-846. (In Portuguese).

Amarante C. V. T., Ernani P. R. and Steffens C. A. 2009. Predição de "bitter pit" em maçãs 'Gala' por meio da infiltração dos frutos com magnésio. Revista Brasileira de Fruticultura 31: 962-968. (In Portuguese).

Amarante C. V. T., Ernni P. R. and Chaves D. V. 2005. Fruit infiltration with magnesium is a feasible way to predict bitter pit susceptibility in 'Gala' apples grown in Southern Brazil. Acta Horticulturae 682: 1271-1274.

Benavides A., Recasens I., Casero T. and Puy J. 2001. Chemometric analyses of 'Golden Smoothee' apples treated with two pre-harvest calcium spray strategies in the growing season. Journal of the Science of Food and

www.SID.ir

Archive of SID

Agriculture 81: 943-952.
Buti M., Poles L., Caset D., Magnago P., Fernandez F., Colgan R. J., Velasco R. and Sargent D. J. 2015. Identification and validation of a QTL influencing bitter pit symptoms in apple (*Malus × domestica*). Molecular Breeding 35: 29.
Casero T., Benavides A. L. and Recasens I. 2010. Interrelation between fruit mineral content and pre-harvest calcium treatments on 'Golden Smoothee' apple quality**.** Journal of Plant Nutrition 33: 27-37.
Davies W. J., Bacon M. A., Thompson D. S., Sobeih W. and Rodrigez L. G. 2000. Regulation of leaf and fruit growth in plants growing in drying soil: Exploration of the plants' chemical signaling system and hydraulic architecture to increase the efficiency of water use in agriculture. Journal of Experimental Botany 51:1617-1626.
De Long W. A. 1936. Variations in the chief ash constituents of apples affected with blotchy cork. Plum Physiology 11: 453-456.
Dilmaghani-Hassanloui M. R., Taheri M. and Malakouti M. J. 2004. The interactive effects of potassium and calcium on the K/Ca and quality of apple fruits (in Naghadeh). Journal of Agricultural Engineering Research 5: 71-84. (In persian).
Dris R., Niskanen R. and Fallahi E. 1998. Nitrogen and calcium nutrition and fruit quality of commercial apple cultivars grown in Finland. Journal of Plant Nutrition 21: 2389-2402.
Fallahi E., Conway W. S., Hickey K. D. and Carle-Sams E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. Hort Science 32: 831-835.
Ferguson I. B. and Watkins C. B. 1989. Bitter pit in apple fruit. Horticultural Reviews 11: 289-355.
Freitas S. T. D. and Mitcham E. 2012. Factors involved in fruit calcium deficiency Disorders. Horticultural Reviews 40: 107-146.
Garman P. and Mathis W. I. 1956. Studies of mineral balance as related to occurrence of Baldwin spot in Connecticut. Bulletin of the Connecticut Agricaltural Experiment Station 601: 1-19.
Ho L. C. and White P. J. 2005. A cellular hypothesis for the induction of blossom-end rot in tomato fruit. Annals of Botany 95: 571-581.
Jones J., Wolf B. and Mills H. A. 1991. Plant analysis handbook: A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Athens (GA): Micro-Macro Publishing. 213 p.
Karimi M. 1987. Climate of Central Iran. Isfahan University of Technology. Isfahan, Islamic Republic of Iran.165 p. (In persian).
Malakouti M. J. 2014. Recommendations for optimal fertilizer use in agricultural crops of Iran: Determination of amount, type and time of fertilizer application for the purpose of achieving self-sufficiency, food security, sustainable agriculture and increasing farmers' income. Mobaleghan Press, Second Edition. 318 pp. (In persian).
Malakouti M. J. and Tabatabai S. J. 2001. Calcium news (the role of calcium in improving in calcareous soils of Iran). Technical Bulletin No. 148. Ministry of Agriculture. Karaj. Iran. (In persian).
Malakouti M. J., Tabatabai S. J., Shahabi A. and Fallahi E. 1999. Effects of calcium chloride on apple fruit quality of trees grown in calcareous soil. Journal of Plant Nutrition 22: 1451-1456.
Manoucheri S. and Malakouti M. J. 2000. Assess the ratio of potassium to calcium in apples. Supreme Council of Bio fertilizers and Efficient Use of Fertilizers and Pesticides in Agriculture. Technical Publication No. 205. Tehran. Iran. (In persian).
Marcelle R. D. 1995. Mineral nutrition and fruit quality. Acta Horticulturae 383: 219-226.
Miqueloto A., Amarante C. V. T., Steffens C. A., Santos A. D. and Mitcham E. 2014. Relationship between xylem functionality, calcium content and the incidence of bitter pit in apple fruit. Scientia Horticulturae. 165: 319-323.
Moor U., Karp K., Ldma P. P., Asafova L. and Starast M. 2006. Post-harvest disorders and mineral composition of apple fruits as affected by pre-harvest calcium treatments. Acta Agriculturae Scandinavica 56: 179-185.
Saure M. C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: Its mechanism and endogenous control. Scientia Horticulture, 105: 65–89.
Shahabi A. and Malakouti M. J. 2000. Calcium sprays undeniable necessity to improve the qualitative properties of stored fruit in calcareous soils country. Technical Bulletin No. 136. Ministry of Agriculture. Karaj. Iran. (In

www.SID.ir

Archive of SID

persian).
Yuri J. A. 1995. Calcium in pome fruits: The Chilean experience. Proceedings Calcio en Fruticultura International Symposium. Talca, Chile. 17-18 October. pp. 105-128.

www.SID.ir