

## سبب‌شناسی بروز لکه روی میوه‌های سیب در منطقه سمیرم

احمد حیدریان ✉ و محمدرضا نعمت‌اللهی

اعضای هیئت علمی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و

منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۴؛ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۵)

### چکیده

در سال‌های اخیر علائم لکه روی میوه در باغ‌های تجاری سیب شهرستان سمیرم بروز و توسعه یافته است. بررسی‌های گیاه‌پزشکی حاکی از علل مختلف بروز این عارضه روی میوه‌های سیب بوده است، از جمله علل احتمالی می‌توان به *Apple scar skin*، *Apple Chlorotic Leaf Spot Virus*، *viroid*، قارچ‌های *Fusicladium pomi* و *Altenaria mali*، شته سبز سیب، سن‌های *Pentatomidae* و اختلالات تغذیه‌ای اشاره کرد. از آنجائی که علائم اختلالات کلسیمی نیز مشاهده گردیده بود، جهت بررسی علل بروز و توسعه این علائم روی میوه، از درختان رد دلشیز و گلدن دلشیز نمونه برداری تصادفی انجام گرفت. سپس غلظت عناصر (کلسیم، پتاسیم، منیزیم و نیتروژن) در یک نمونه مرکب از هر باغ تعیین و نسبت‌های  $N/Ca^{2+}$ ،  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  و  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  و  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  محاسبه شد. مقایسه متعامد بین تیمارهای دارای علائم در مقابل فاقد علائم اختلاف معنی‌دار برای نسبت‌های  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  و  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  را نشان دادند. عارضه فوق رابطه منفی با مقدار پتاسیم و نسبت  $K^+/Ca^{2+}$  و رابطه مثبت با مقدار کلسیم موجود در میوه داشت. بررسی علائم نشان داد که سه نوع ناهنجاری اختلالات کلسیمی شامل لکه تلخ (روی هر دو رقم)، چوب‌پنبه‌ای شدن (روی رد دلشیز) و لکه نقطه‌ای عدسک (روی گلدن دلشیز) در باغ‌های سیب شهرستان سمیرم وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: لکه روی میوه، اختلالات تغذیه‌ای، رد دلشیز، گلدن دلشیز، کلسیم.

## Etiology of spot occurrence on apple fruits in Semirom region, Iran

A. HEIDARIAN ✉ and M. R. NEMATOLLAHI

Plant Protection Research Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Esfahan, Iran

### Abstract

In recent years, spot symptoms occurred and developed on fruits of apples in the commercial orchards of Semirom, Iran. Plant protection investigations revealed different causes inducing the spots on fruits. The possible causes were *Apple Chlorotic Leaf Spot Virus*, *Apple scar skin viroid*, *Fusicladium pomi*, *Altenaria mali*, apple green aphid, pentatomid bugs and nutritional disorders. Regarding symptoms of calcium disorders on trees, random samplings were conducted on trees of Red Delicious and Golden Delicious. Concentration of minerals (calcium, potassium, magnesium and nitrogen) were determined in a compound samples for each garden and the ratios of  $N/Ca^{2+}$ ،  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ ،  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  and  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  were calculated. Orthogonal contrasts between treatments with and without symptoms, showed significant differences for ratios of  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  and  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$ . The disorder has negative relation with potassium content and  $K^+/Ca^{2+}$  ratio and positive relation with calcium content in the fruit. The types of calcium disorders were found in symptoms inspection of apple commercial orchards of Semirom, including bitter pit (on both varieties), corky spot (on Red Delicious) and lenticel blotch pit (on Golden Delicious).

**Key words:** Calcium, Golden Delicious, Fruit spot, Nutrition disorders, Red Delicious.

## مقدمه

کیفیت میوه سیب (*Malus x domestica* Borkh) تابع تعداد زیادی از شیوه‌های مدیریتی از جمله گرده‌افشانی، هرس، تنک‌کردن، تغذیه، مقدار محصول، نوع خاک و شرایط آب‌وهوایی است (Bound and Summers, 2001; Paulo *et al.*, 2008). علاوه بر آن، برخی عوامل بیماری‌زا و آفات نیز روی ظاهر میوه‌های سیب تأثیر گذاشته و باعث کاهش کیفیت میوه می‌شوند. به عنوان مثال، گونه‌هایی از قارچ جنس *Alternaria* باعث لکه روی میوه سیب می‌شوند (Harteveld *et al.*, 2013). همچنین بیماری پوسیدگی تلخ (bitter rot) ناشی از قارچ *Colletotrichum* spp. (Dario *et al.*, 2013) و بیماری پوسیدگی میوه بروکز (Brooks fruit spot) ناشی از قارچ *Mycosphaerella pomi* (Shigemitsu *et al.*, 2005) روی میوه‌های سیب لکه ایجاد می‌کنند. ویروس لکه برگ‌های زرد سیب (*Apple chlorotic leaf spot virus*) و ویروئید پوست زبری سیب گلدن دلشز (Wood, 2001) و ویروئید پوست زبری سیب (*Apple scar skin viroid*) روی میوه‌های رد دلشز (Koganezawa and Ito, 2003) نیز لکه ایجاد می‌کنند.

برخی حشرات ممکن است سبب بروز لکه‌های قرمز روی میوه‌های سیب و یا بدشکلی آن‌ها شوند. در بین شته‌های خانواده Aphididae، گونه *Aphis pomi* موسوم به شته سبز سیب، باعث بروز لکه‌های قرمز رنگ روی میوه‌های برخی ارقام می‌گردد، این لکه‌ها معمولاً تا زمان برداشت محو می‌شوند (Beers *et al.*, 1993). پوره‌های سنک *Campylomma verbasci* از خانواده Miridae روی میوه در اوایل فصل سبب زگیل برجسته چوب‌پنبه‌ای تقریباً تیره یا بدشکلی شده و پس از رشد میوه لکه‌های سیاه کوچک ایجاد می‌کنند (Jones *et al.*, 2015). شپشک سان‌زوزه (*Quadraspidiotus perniciosus*) به عنوان یکی از آفات مهم درختان سیب دنیا محسوب می‌شود (Hoyt, 1993; Weinzierl, 2011). در محل تغذیه این شپشک روی میوه لکه‌های قرمز شکل می‌گیرد و اندکی فرورفته به نظر می‌رسد (Hoyt, 1993). لازم به ذکر

است که شپشک سان‌زوه قرنطینه داخلی بوده و تاکنون از استان‌های شمالی و دشت مغان گزارش شده و در استان اصفهان دیده نشده است.

هنگامی که مقدار کلسیم در میوه از مقدار معمول کم‌تر شود، میوه‌ها به تعداد زیادی از ناهنجاری‌ها از جمله لکه تلخ (bitter pit)، شکستگی‌های داخلی (internal breakdown)، لکه چوب‌پنبه‌ای (cork spot) و لکه نقطه‌ای عدسک (lenticel blotch pit) حساس می‌شوند که منجر به کاهش عمر میوه و بازارپسندی آن می‌شوند (Hewett and Watkin, 1991). لکه تلخ اختلال فیزیولوژیکی مرتبط با کلسیم است که در تمام مناطق سیب‌کاری جهان مشاهده می‌شود و باعث بروز لکه روی میوه و کاهش کیفیت و بازارپسندی آن می‌شود (Ferguson and Watkins, 1989; Amarante *et al.*, 2005). این عارضه، با آب‌گزیدگی بافت سطحی میوه شروع شده و به دنبال آن، بافت‌ها از هم پاشیده و خشک می‌شوند. سرانجام زخم‌های فرورفته قهوه‌ای تیره روی سطح میوه ظاهر می‌شود. علائم لکه تلخ سیب به صورت فرورفتگی‌های تغییر رنگ یافته مجزا در پوست و بخش‌های بیرونی گوشت میوه ظاهر می‌شود به طوری که از هم پاشیدگی خارجی‌ترین لایه سلولی باعث ایجاد فرورفتگی‌هایی در پوست می‌شود. حفره‌های داخل بافت میوه غالباً از بیرون قابل رؤیت نبوده و ممکن است در عمق بافت میوه به وجود آیند. غالباً حفره‌ها به طرف گل‌گاه میوه قرار دارند (Ferguson and Watkins, 1989; Amarante *et al.*, 2006). اگرچه پژوهش‌های زیاد طی سالیان متمادی نشان داده که ناهنجاری‌های کمبود کلسیم در میوه مانند لکه تلخ در سیب و پوسیدگی گل‌گاه در گوجه‌فرنگی، فلفل و هندوانه ناشی از کمبود غلظت کلسیم در میوه است، اما شواهد اخیر نشان می‌دهد که میزان کل کلسیم بافت میوه ممکن است تنها علت کمبود کلسیم و توسعه اختلال در میوه نباشد. غالباً در میوه‌هایی با علائم پوسیدگی گل‌گاه، کلسیم دارای غلظت‌های مساوی یا بیش‌تر از میوه‌های سالم می‌باشد (Saure, 2005; Ho and White, 2005).

علمی و دقیق در خصوص این عارضه وجود نداشت، بررسی‌های اولیه در خصوص شناسایی علت یا عوامل به وجود آورنده این ناهنجاری(ها) بر پایه زمینه‌های مختلف گیاه‌پزشکی (بیماری‌ها، آفات و سموم شیمیایی)، تغذیه و تغییر شرایط اقلیمی متمرکز گردید.

### روش بررسی

۱- **نمونه برداری:** نمونه برداری از درختان سیب رد دلشز و گلدن دلشز (پایه بذری) باغ‌های تجاری در دو منطقه سمیرم و پادنا در استان اصفهان انجام شد. به این منظور در هر منطقه بسته به بروز اختلالات از ۳ تا ۵ باغ دارای علائم (حاوی هر دو رقم) نمونه برداری شد. در هر باغ ۳ درخت دارای علائم به صورت تصادفی در نظر گرفته شد و از هر درخت ۱۰ میوه با علائم و ۱۰ میوه بدون علائم تقریباً هم‌اندازه و از قسمت بیرونی وسط تاج درخت به صورت تصادفی برداشته شد و یک نمونه مرکب (با تعداد لکه متفاوت) با حداقل ۱۲ میوه سیب تهیه و برای آنالیز عناصر غذایی مورد نظر به آزمایشگاه ارسال گردید (Schumacher and Fankhauser, 1974; Moor *et al.*, 2006). در حد امکان سعی گردید میوه‌ها در اوایل صبح برداشت شوند که تعرق گیاه حداقل و پتانسیل آب گیاه شبیه به پتانسیل آب خاک باشد (Miqueloto *et al.*, 2014). نمونه برداری در فاز سوم رویشی میوه (حداقل ۷۰ روز بعد از تمام گل‌دهی و همزمان با بروز علائم) انجام شد که میزان مواد غذایی در میوه از ثبات برخوردار باشد (Nachtigall and Dechen, 2006).

۲- **بررسی‌های آزمایشگاهی عوامل بیماری‌زا:** برای ردیابی عوامل بیماری‌زای احتمالی قارچی، تعدادی از میوه‌های سیب مشکوک به عوامل بیماری‌زا با اتانول ۷۰٪ ضدعفونی سطحی شدند و از حاشیه لکه‌ها روی محیط‌های غذایی سیب‌زمینی دکستروز آگار (PDA) و مالت آگار (MA) کشت داده و در دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  نگهداری شدند. تعدادی دیگر از میوه‌های دارای علائم نیز پس از ضدعفونی سطحی در

چگونگی سازوکارهای توسعه ناهنجاری کمبود کلسیم در گیاهان یک چالش بزرگ برای بیش از ۱۰۰ سال بوده است. مطالعات قبلی فرضیه‌هایی را حمایت می‌کند که ناهنجاری‌های ناشی از کمبود کلسیم به واسطه سازوکارهایی است که در آن‌ها کاهش جذب کلسیم از خاک، کاهش جذب کلسیم میوه از گیاه، جابه‌جایی کلسیم در میوه و همچنین تقسیم‌بندی (partitioning) غیرطبیعی کلسیم سلولی منجر به بروز علائم کمبود کلسیم می‌گردد (Saure, 2005; Ho and White, 2005). شواهد جدید نشان می‌دهد که ناهنجاری‌های کمبود کلسیم ممکن است ناشی از توزیع غیرعادی کلسیم سلولی باشد که منجر به کمبود موضعی کلسیم در سلول می‌شود (Freitas *et al.*, 2010). اگر توزیع کلسیم سلولی به درستی تنظیم نشده باشد بافت میوه با وجود میزان کل کلسیم بالا، علائم کمبود را نشان خواهد داد (Park *et al.*, 2005). در ایران پژوهش‌های بسیاری در خصوص ضرورت محلول‌پاشی با کلرور کلسیم برای بهبود کمی و کیفی میوه‌های سیب (Malakouti and Tabatabai 2001; Shahabi and Malakouti, 2000) و ناهنجاری‌ها و بیماری‌های فیزیولوژیکی مانند لکه‌تلخی، آردی‌شدن، آبگزیدن و غیره مرتبط با کمبود کلسیم در سیب (Fallahi *et al.*, 1997; Malakouti *et al.*, 1999; Alipour *et al.*, 2001) و ارزیابی نسبت  $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$  در میوه سیب (Manouchehri and Malakouti, 2000; Shahabi and Malakouti, 2000) انجام شده است.

در سال‌های اخیر بروز و توسعه لکه و علائم اختلالات کلسیمی روی میوه‌های ارقام رد دلشز و گلدن دلشز در باغ‌های تجاری سیب سمیرم مورد توجه جدی باغداران و کارشناسان قرار گرفته است. شدت خسارت این ناهنجاری‌ها به حدی بوده است که باغداران جهت کنترل و پیش‌گیری آن‌ها به‌طور خودسرانه و ناآگاهانه نسبت به مصرف انواع مواد کودهای شیمیایی اقدام می‌نمودند. پژوهش حاضر به منظور بررسی این عارضه و تشخیص دلایل بروز و توسعه آن طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. نظر به این‌که شناخت

دو رقم رد دلشیز و گلدن دلشیز هر کدام در ۵ تکرار، در دو منطقه نصب شد. هر تکرار یا درخت شامل دو آستین توری آلوده و غیر آلوده بود. نقش سنک‌های Miridae و سن‌های Pentatomidae به طور مشاهده‌ای بررسی گردید و بر اساس نوع و نحوه بروز علائم از علائم مربوط به اختلالات کلسیمی متمایز شد.

۴- بررسی تأثیر سوء سموم شیمیایی: یکی از فرضیه‌ها درباره علت بروز لکه‌ها روی میوه در باغ‌های منطقه، تأثیر سوء یکی از سموم کنه‌کش بود. جهت بررسی نقش این سم و سایر سموم در بروز لکه‌های موردنظر، یک باغ سیب تجاری حاوی درختان دو رقم رد دلشیز و گلدن دلشیز در شهرستان پادنا انتخاب گردید. نقش این عوامل در دو مرحله سم‌پاشی به شرح زیر ارزیابی شد. در هر مرحله، درختان هر رقم علامت‌گذاری شد و با سم یا مخلوط سموم موردنظر در غلظت‌های معین سم‌پاشی گردید. سپس در فواصل زمانی هفتگی تا زمان برداشت محصول، درختان انتخابی مورد بازدید قرار گرفت و هر نوع لکه یا علائم خاص روی میوه‌ها بررسی شد. مشخصات سموم مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. کلیه سم‌پاشی‌ها با استفاده از یک سم‌پاشی پستی دستی و به‌صورتی انجام شد که یک پوشش مناسب در سطح برگ و میوه درختان قرار گیرد.

مرحله اول: در اواسط خرداد درختان انتخابی با سم مشکوک به‌عنوان عامل بروز لکه‌ها یعنی کنه‌کش آزوسیکلوتین (پروپال) با برچسب کارخانه المحمودیه عراق سم‌پاشی شد. این سم‌پاشی با ۳ تکرار روی هر رقم انجام گرفت.

جدول ۱- مشخصات سموم برای آزمایش تولید لکه

Table 1. Characteristics of pesticides tested for spot production

نام عمومی (Common name)	نام تجاری (Trade name)	نوع آفت‌کش (Pesticide type)	فرمولاسیون (Formulation)	شرکت سازنده (Company producer)
Azocyclotin	Peropal	Miticide	WP 25%	Giah Parnian Atlas
Acetamiprid	Mospilan	Insecticide	SP 20%	Kimeya Gohare Khak
Propargite	Omite	Insecticide- Miticide	EC 57%	Abyek Chemical complex
Imidaclopride	Confidor	Insecticide	SC 35%	Sinochem Ningbo
Abamectine	Vertimec	Insecticide	EC 1.8%	Maher Shimi
Delthametrin	Decis	Insecticide- Miticide	EC 2.5%	Shimagro Yazd
Diazinon	Diazinon	Insecticide	EC 60%	Moshkfam Fars

محیط مرطوب قرار داده شدند. برای ردیابی عوامل بیماری‌زای احتمالی باکتریایی، از حاشیه لکه‌ها تعدادی قطعه‌های پوست و بافت میوه برداشته شد و با اسکالپل سترون به قطعات ریز خرد گردید. سپس در آب مقطر سترون قرار داده شدند و پس از یک ساعت از سوسپانسیون حاصل روی محیط غذایی نوترینت‌آگار (NA) به‌صورت خطوط زیگزاگ کشت داده شد و در دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  نگهداری شدند.

۳- بررسی نقش حشرات: در دوره گل‌دهی و قبل از تشکیل میوه‌ها به‌طور منظم از باغ‌های تجاری بازدید شد و بندپایان (حشرات و کنه‌ها) فعال روی درختان سیب و پوشش کف باغ با استفاده از روش سینی و ضربه و روش تورزنی جمع‌آوری گردید. سپس در آزمایشگاه این بندپایان به گروه‌های مختلف تفکیک گردید. بررسی‌های مقدماتی نشان داد که در باغات سیب منطقه چند گروه از حشرات (شامل شته‌ها، سن‌ها، سنک‌ها و شپشک‌ها) فعال‌اند که خسارت آن‌ها به‌صورت علائم موردنظر روی میوه‌ها می‌باشد. جهت بررسی نقش شته‌ها در بروز لکه‌ها روی میوه، شاخه‌های درختان سیب که روی آن‌ها میوه‌های تازه تشکیل شده بود، در اوایل اردیبهشت از وجود همه حشرات فعال به‌جز شته‌ها پاک شد و سپس این شاخه‌ها با آستین توری پوشانده شد. همزمان شاخه دیگری از همان درخت انتخاب و پس از حذف همه حشرات فعال روی آن، با آستین توری پوشانده شد. در صورت لزوم و جهت افزایش جمعیت شته‌های موردنظر در داخل آستین‌های توری، در زمان نصب، شاخه حاوی شته‌ها در داخل آستین توری قرار داده شد. آستین‌های توری روی

اگرچه میزان کلسیم و منیزیم در پوست بیش‌تر از گوشت میوه سیب است اما غالب این عناصر در پوست ممکن است متصل به دیواره سلولی باشد که غیر قابل حل در آب است (Amarante *et al.*, 2013). بنابراین ردیابی میزان عناصر غذایی در میوه‌های بدون پوست انجام گرفت. به این منظور سه لایه ۵ میلی‌متری به‌صورت شعاعی از بافت میوه، از قسمت‌های دم‌میوه، وسط (بدون قسمت مرکزی برچه) و گل‌گاه هر میوه از نمونه مرکب برداشته شد (Amarante *et al.*, 2006; Miqueloto *et al.*, 2014) و سپس میزان کلسیم، منیزیم، ازت و پتاسیم برحسب درصد وزن خشک اندازه‌گیری 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).

**۶- تجزیه آماری غلظت عناصر و نسبت آن‌ها:** 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 تجزیه‌وارینس، توزیع داده‌ها با استفاده از تبدیل زاویه‌ای نرمال‌گردید. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردید.

**۷- بررسی و تفکیک علائم اختلالات کلسیمی:** علائم مربوط به اختلالات کلسیمی از نیمه اول مرداد روی درختان رد دلشز و گلدن دلشز (۷ تا ۳۵ ساله) در باغ‌های تجاری سمیرم و پادنا دیده شد. درختان دارای علائم غالباً به‌صورت لکه‌ای یا تک‌درخت و در نقاط مختلف باغ پراکنده بودند. مطالعات اولیه نشان داد که در شیب‌های جنوبی و قسمت‌هایی از باغ که بافت شنی یا سنگلاخی دارند و تنش‌های آبی به خاطر خشکسالی در آن‌ها اعمال گردیده علائم بیش‌تر است.

به این منظور ۹ درخت از هر رقم توسط ۳ غلظت ۰/۵ در هزار (غلظت توصیه شده)، ۱ در هزار و ۱/۵ در هزار (به ترتیب ۲ و ۳ برابر غلظت توصیه شده) سم‌پاشی شد. مرحله دوم: از آنجایی که باغداران منطقه جهت کنترل آفات مختلف از مخلوط سموم کنه‌کش و حشره‌کش استفاده می‌نمایند، جهت بررسی نقش این سموم و یا مخلوط آن‌ها در بروز لکه با توجه به اطلاعات جمع‌آوری‌شده از باغداران، ۵ ترکیب سمی غالب انتخاب گردید. در اواخر خرداد درختان انتخابی با مخلوط سموم مورد استفاده توسط باغداران سم‌پاشی گردید. این سم‌پاشی با ۳ تکرار روی هر رقم انجام گرفت. ترکیبات سموم سم‌پاشی شده و دز مصرفی آن‌ها به شرح زیر است:

- ۱- استامی‌پراید (۰/۵ در هزار) + پروپارزیت (۱ در هزار) + ایمیداکلوپراید (۰/۵ در هزار)
- ۲- استامی‌پراید (۰/۵ در هزار) + آبامکتین (۰/۵ در هزار) + دلتامترین (۰/۵ در هزار)
- ۳- استامی‌پراید (۰/۵ در هزار) + پروپال (۰/۵ در هزار) + دیازینون (۱ در هزار)
- ۴- استامی‌پراید (۰/۵ در هزار) + پروپال (۱ در هزار) + دیازینون (۱ در هزار)
- ۵- استامی‌پراید (۰/۵ در هزار) + پروپال (۱/۵ در هزار) + دیازینون (۱ در هزار)

**۵- ارزیابی عناصر غذایی:** پژوهش‌های اخیر (Ferguson and Watkins, 1989; Amarante *et al.*, 2006; Lanauskas and Kvikliene, 2006; Freitas *et al.*, 2010) نشان داده است که غلظت عناصر پتاسیم، ازت و منیزیم جذب کلسیم در میوه و نقش آن در سطح سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و نسبت‌های این عناصر برای پیش‌بینی دقیق حساسیت میوه به اختلالات کلسیمی کفایت می‌کند. بنابراین در پژوهش حاضر غلظت عناصر کلسیم، پتاسیم، منیزیم و نیتروژن ردیابی گردید و سپس نسبت‌های:  $N/Ca^{2+}$ ،  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  و  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  و  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  محاسبه شد.

## نتیجه و بحث

۱- نقش عوامل بیماری‌زا: در کشت‌های متعدد نمونه‌های دارای لکه روی محیط‌های غذایی و قرار دادن در محیط‌های مرطوب، هیچ نوع باکتری جداسازی نگردید و فقط در مواردی قارچ با علائم خاص شبیه بیماری لکه‌سیاه سیب جداسازی شد. روی میوه‌های رد دلشز و گلدن دلشز در مناطق پادنا و سمیرم لکه‌های با شکاف یا حفره در وسط آن و یا لکه‌های دایره‌ای نامنظم به رنگ قهوه‌ای زیتونی در سطح پوست در شهریور مشاهده گردید. از این میوه‌ها یک گونه قارچ روی محیط غذایی سیب‌زمینی دکستروز آگار جداسازی گردید که با مایه‌زنی حاشیه کلنی‌های ۷ روزه به قطر ۳ میلی‌متر زیر پوست میوه‌های سیب و قرار دادن در محیط مرطوب در دمای اطاق بیماری‌زایی آن‌ها ثابت گردید. جداسازی مجدد قارچ از نمونه‌های مایه‌زنی شده امکان‌پذیر بود. بررسی میکروسکوپی نشان داد که مشخصات مرفولوژیکی قارچ جدا شده با مشخصات قارچ *Fusicladium pomi* (Fr.) Lind (Hashemi et al., 2014) فرم غیرجنسی *Venturia inaequalis* عامل لکه‌سیاه سیب مطابقت می‌نماید. علاوه بر آن، از نمونه‌هایی با علائم تک لکه‌های قرمز رنگ مشابه اختلالات کلسیمی روی میوه‌های رقم رد دلشز قارچی جداسازی گردید که بیماری‌زایی آن ثابت گردید. بر اساس مرفولوژی قارچ و منابع (Rotondo et al., 2012)، قارچ مورد نظر احتمالاً *Altenaria mali* Roberts تشخیص داده شد. وقوع و خسارت بیمارگرهای *F. pomi* و *A. mali* بسته به شرایط دمایی و رطوبت نسبی در سال‌های مختلف، متفاوت است. در سال‌هایی که تابستان نسبتاً خنک و رطوبت نسبی بالا باشد امکان بروز و توسعه آن‌ها بیشتر است. شرایط خنک و مرطوب برای وقوع بیماری لازم است. بارندگی‌های مکرر در بهار شرایط را برای بروز و توسعه آن‌ها بیشتر فراهم می‌کند (MacHardy, 1996). مقایسه متوسط میانگین دمای روزانه، متوسط میانگین رطوبت نسبی روزانه و بارندگی در ماه‌های تابستان سمیرم در مقایسه با داده‌های ۱۳ سال

متوالی گذشته (جدول ۲) نشان می‌دهد که تابستان ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ نسبت به متوسط میانگین ۱۳ سال گذشته به ترتیب گرم‌تر و خنک‌تر بوده است در حالی که، متوسط میانگین رطوبت نسبی در سال ۱۳۹۳ کم‌تر و در سال ۱۳۹۴ بیشتر است. در سال ۱۳۹۳ میزان بارندگی صفر بوده، در صورتی که ۵ میلی‌متر بارندگی در سال ۱۳۹۴ وجود داشته که در مقایسه با ۱۳ سال گذشته بیشتر بوده است. بنابراین، تابستان ۱۳۹۳ گرم‌تر و رطوبت نسبی و میزان بارندگی در این سال نسبت به ۱۳ سال قبل کم‌تر بوده است و تابستان سال ۱۳۹۴ خنک‌تر و رطوبت نسبی و بارندگی بیش‌تری نسبت به ۱۳ سال قبل داشته است. با توجه به این‌که تابستان ۱۳۹۴ نسبت به ۱۳ سال قبل از آن خنک‌تر، رطوبت نسبی بالاتر و میزان بارندگی بیش‌تر بوده است (جدول ۲) لذا امکان بروز و توسعه این بیماری‌ها دور از انتظار نبود.

در باغ‌ها علائم دو نوع بیماری ویروسی و شبه ویروئیدی مشاهده گردید. علائم نقطه‌نقطه نکروزه همراه با پیچیدگی و بدشکلی روی برگ و رزت دایره‌ای بدون رنگ و رنگی روی رقم گلدن دلشز در شهریور ۱۳۹۴ در بعضی باغ‌های تجاری پادنا رویت گردید (شکل ۱). علائم به صورت نیم‌دایره و غالباً دایره‌ای روی میوه‌ها مشاهده گردید که با بزرگ‌تر شدن میوه نیز توسعه پیدا می‌کرد. این علائم مشابه *Apple russet ring virus* بود. این ویروس در کشورهای نیوزلند، کانادا، آمریکا و سوئیس روی رقم گلدن دلشز مشاهده شده است. بروز و شدت علائم تابع تغییرات فصلی دما است به این صورت که اگر بهار و اوایل تابستان خنک باشد بیماری از شدت بیشتری برخوردار است (Wood, 2001). با توجه به آمارهای هواشناسی (جدول ۲) بهار و تابستان ۱۳۹۴ خنک‌تر بوده و باعث شده که این ویروس از حالت نهفته خارج شده و علائم مربوط به آن بروز نماید. پژوهش‌ها روی رزت دایره‌ای (*russet ring*) در نیم‌کره شمالی نشان داده است که عامل اصلی تعداد زیادی از ناهنجاری‌های رزت دایره‌ای نژادهای خاصی از

(Saksena and Mink, 1969). علاوه بر آن، روی میوه‌های رقم رد دلشیز درختان مسن در منطقه پادنا لکه‌های دایره‌ای شکل غالباً در قسمت گل‌گاه میوه رویت گردید. با بزرگ‌تر شدن میوه رنگ زمینه‌ای میوه‌ها در این نقاط زرد روشن گردید که با علائم ویروئیدی مشابهت داشت. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود علائم روی میوه رقم رد دلشیز احتمالاً مربوط به *Apple scar skin viroid* بود.

*Apple chlorotic leaf spot virus* می‌باشد که حالت نقطه‌نقطه و چین‌وچروک در برگ نیز ایجاد می‌کند (Desvignes and Boye, 1988; Hansen and Parish, 1990). این علائم با علائم مشاهده شده در باغ‌های پادنا مطابقت می‌نماید (شکل ۱). بررسی‌های آزمایشگاهی اولیه روی برگ‌ها وجود این ویروس را محرز نمود. این ویروس فقط از طریق پیوند جوانه و ریشه انتقال پیدا می‌کند و انتقال آن در طبیعت شناخته نشده است

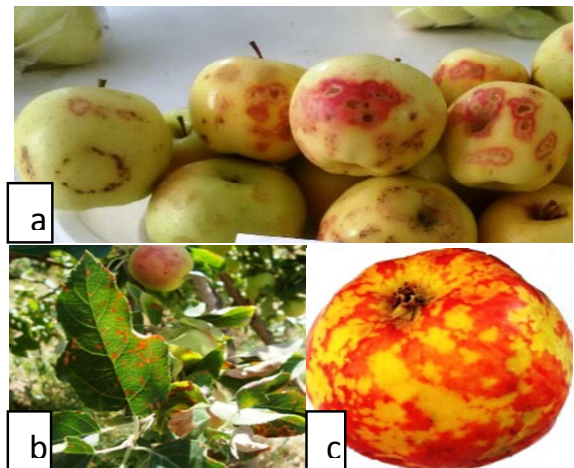
جدول ۲- مقایسه متوسط دما، رطوبت نسبی روزانه و متوسط بارندگی ماهیانه سمیروم در سال‌های

۱۳۹۴-۱۳۹۳ در مقایسه با سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۳

**Table 2.** Weather conditions in 2014 and 2015 in Semirom: daily average mean temperature, relative humidity and mean monthly precipitation compared to the same figures for 2002-2014

ماه‌ها	Months	2014			2015			2002-14		
		Temp.(°C)	Precip.(mm)	RH (%)	Temp.(°C)	Precip.(mm)	RH (%)	Temp.(°C)	Precip.(mm)	RH(%)
فروردین	Mar./April	8.9	73.8	40	9.9	88	41	8.92	77.75	41.38
اردیبهشت	April/May	14.3	22.8	36	15	19	30.5	14.39	14.55	32
خرداد	May/June	20.3	0	19.5	21.5	0.5	20	20.20	0.57	18.69
تیر	June/July	24.2	0	17	24.3	1.5	18	24.20	1.19	16.92
مرداد	July/Aug.	24.9	0	17	22.7	2.5	18.5	24.08	1.17	16.54
شهریور	Aug./Sep.	21	0	15.5	20	1	26	21.38	0.83	16.50

۲- نقش حشرات: علائم خسارت شته سبز سیب در آستین‌های توری دیده شد. این علائم به صورت نقطه گرد قرمز رنگ روی سطح پوست میوه بود. این نقاط قرمز روی رقم گلدن دلشیز که رنگ میوه روشن‌تری نسبت به رقم رد دلشیز دارد، بیش‌تر نمایان بود. در این موارد وجود کلونی شته، پیچیدگی شاخ‌وبرگ آلوده و عسلک ترشح شده نیز وجود داشت. مجموع این علائم، خسارت شته‌ها را با علائم خاص لکه‌های موردنظر روی میوه متمایز می‌نماید. خسارت ناشی از سن‌ها و سنک‌ها به صورت موضعی در برخی باغ‌های جلب توجه می‌نمود. بررسی حشرات جمع‌آوری شده و نحوه خسارت آن‌ها روی میوه‌ها نشان داد که خسارت اصلی بدشکلی میوه مربوط به سنک *C. verbasici* است. خسارت این سنک‌ها در زمان نیش‌زدن به صورت لکه یا نقاط قرمز یا مایل به قهوه‌ای در یک فرورفتگی روی سطح میوه بود که باعث



**شکل ۱- علائم ویروس لکه‌برگی زرد سیب روی گلدن دلشیز:**  
a- رزت حلقه‌ای؛ b- نقطه‌نقطه و چروکیدگی برگ؛ c- علائم مشابه ویروئید پوست زبری سیب روی رد دلشیز

**Fig. 1.** Symptoms of *Apple Chlorotic Leaf Spot Virus* on Golden Delicious: a- Russet ring; b- Leaf flecking and pucker; c- Symptoms similar to *Apple scar skin viroid* on Red Delicious

مانند بیماری لکه‌تلخ شبیه می‌باشد. طبق نظر جونز و همکاران (Jones *et al.*, 2015) خسارت سن‌ها به صورت یک لکه مخروطی است، رنگ آن روشن‌تر و نسبت به لکه‌تلخ حالت چوب‌پنبه‌ای کمتری دارد. ضمناً خسارت سن‌ها معمولاً در نیمه بالایی میوه ولی خسارت لکه‌تلخ غالباً در نیمه پایینی میوه بروز می‌کند. بررسی دقیق نمونه‌های جمع‌آوری شده در آزمایشگاه و همچنین نحوه پراکنش لکه‌ها روی میوه نشان داد که این علائم به سن‌ها مربوط نبوده و در واقع علائم عارضه اختلالات کلسیمی مانند بیماری لکه‌تلخ می‌باشد (شکل ۳).

بدشکلی میوه‌ها شده بود. در صورت افزایش جمعیت این سنک و سایر گونه‌های Miridae شدت خسارت افزایش یافته و میوه دچار بدشکلی شدید می‌گردد که اصطلاحاً عارضه صورت‌گره‌ای نام دارد (شکل ۲). در باغ‌های سیب به‌ویژه در منطقه حنا نوعی علائم شبیه خسارت سن‌های Pentatomidae دیده شد (شکل ۳). این علائم به‌طور عمومی روی اکثر درختان رد دلشز بازدید شده مشهود بود، در حالی که، در این باغ‌ها تعداد بسیار معدودی از سن‌های Pentatomidae جمع‌آوری گردید. خسارت این سن‌ها با اختلالات کلسیمی



شکل ۲- علائم خسارت شدید سنک‌های Miridae و بروز عارضه صورت‌گره‌ای

Fig 2. Sever symptoms of mirid bugs and occurrence of cat-facing disorder



شکل ۳- علائم اختلالات کلسیمی شبیه خسارت سن‌های Pentatomidae روی رقم دلشز

Fig. 3. Symptoms of calcium disorder similar to pentatomid bugs damage on red delicious

نوع سم‌پاش مورد استفاده (از نظر داشتن یا نداشتن همزن)، زمان سم‌پاشی، دفعات سم‌پاشی، اختلاط سموم حشره‌کش و کنه‌کش با سموم قارچ‌کش و یا کودهای شیمیایی اشاره نمود.

۴- تجزیه آماری عناصر و نسبت آن‌ها: انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد نمونه‌برداری‌های انجام شده با تغییرات نامنظم همراه است که باعث شده سهم تکرارهای تیمارهای مختلف در خطای آزمایش متفاوت شود

۳- تأثیر سوء سموم شیمیایی: سم‌پاشی‌های انجام‌شده در هر دو مرحله علائم خاصی را روی میوه ایجاد نکرد، البته در بعضی تکرارها علائمی مشاهده گردید که در شاهد‌ها هم قابل رویت بود. در خصوص تأثیر سموم در بروز لکه‌ها به نظر می‌رسد عوامل دیگری دخالت داشته باشند. بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده در خصوص نوع و نحوه مصرف انواع کودها و سموم شیمیایی در باغ‌ها، می‌توان به عواملی مانند



دلیشز در مقابل گلدن دلیشز در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳) (در جدول ۳، 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).

و در نتیجه دقت انجام مقایسه‌های مختلف، متفاوت گردد. مناسب‌ترین روش برای رفع این مشکل، تفکیک مجموع مربعات تیمار به مقایسه‌های مختلف و همچنین تفکیک مجموع مربعات خطا به اجزاء متناظر با آن‌ها است. در این حالت میانگین مربعات هر مقایسه در برابر خطای متعلق به آن مقایسه، آزمون می‌گردد (Yazdi Samadi *et al.*, 2002). براین اساس، سه مقایسه متعامد برای سه گروه تیماری منظور شد که عبارت‌بودند از: مقایسه گروه تیماری ارقام (رد دلیشز در مقابل گلدن دلیشز)، مقایسه گروه تیماری مناطق (سمیرم در مقابل پادنا) و مقایسه گروه تیماری علائم (دارای علائم در مقابل فاقد علائم). مقایسه‌های متعامد نشان داد که برای غلظت عناصر مورد ارزیابی و نسبت آن‌ها در میوه‌های رد

جدول ۳- مقایسه‌های متعامد بین گروه‌های تیماری برای غلظت عناصر و نسبت آن‌ها

Table 3. Orthogonal contrasts between treatment groups for elements concentration and their ratios

گروه تیماری (treat. group)	مقایسه (contrast)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)								
			N	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	N/Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	(K <sup>+</sup> +Mg <sup>2+</sup> )/Ca <sup>2+</sup>	(N+K <sup>+</sup> +Mg <sup>2+</sup> )/Ca <sup>2+</sup>
ارقام <sup>a</sup> (cultivars)	رد در مقابل گلدن (Red Vs. Golden)	1	0.16**	0.111**	0.002**	0.173**	0.007*	0.154**	0.004**	0.097**	0.200**
مناطق <sup>b</sup> (regions)	سمیرم در مقابل پادنا (Semirom Vs. Padena)	1	0.129**	0.94**	0.001**	0.124**	0.003 <sup>ns</sup>	0.081**	0.004**	0.052**	0.117**
علائم <sup>c</sup> (symptoms)	دارای علائم در مقابل فاقد علائم (with symp. Vs. witho. Symp.)	1	0.0002 <sup>ns</sup>	0.0009 <sup>ns</sup>	0.0001**	0.001 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.22*	0.0002 <sup>ns</sup>	0.020*	0.023*

ns, \*\* و \*: به ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪.

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

سیب فوجی (Fuji) و کاتارینا (Catarina) مورد بررسی قرار گرفته، نتایج درخصوص مواد معدنی نشان‌داده 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 باعث گردیده 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 مورد انتظار بود (جدول ۴). شرایط رویشی یا آب‌وهوایی متفاوت در طول فصل باعث تجمع بیش‌تر سایر عناصر معدنی نسبت

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  $(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$  بیش‌تر می‌باشد (جدول ۴). این وضعیت نشان می‌دهد که رقم رد دلیشز نسبت به رقم گلدن دلیشز در برابر اختلالات کلسیمی حساس‌تر یا مستعدتر است. در باغ‌های تجاری مناطق سمیرم و پادنا نیز بروز و شدت علائم این اختلالات روی رد دلیشز به‌مراتب بیش‌تر از گلدن دلیشز است. در یک پژوهش ویژگی‌های فیزیولوژیکی، فیزیوشیمیایی و مواد معدنی مرتبط با بروز لکه‌تلخ در ارقام

مقدار کلسیم موجود در میوه دارد. پژوهش حاضر اظهار نظرهای سایر محققین در خارج (Amarante, 2006; Miqueloto et al., 2014) و داخل (Shahabi and Malakouti, 2000; Manouchehri and Malakouti, 2000; Dilmaghani-Hassanloui et al., 2004) را تایید و نشان می‌دهد که این ناهنجاری به‌طور مشخص علاوه بر کلسیم تحت تأثیر مواد غذایی دیگر نیز قرار دارد. پتاسیم به‌عنوان یک عنصر غذایی درگیر در فرایندهای بزرگ‌شدن سلول شناخته شده است؛ زیاده پتاسیم باعث رشد سریع گیاه و میوه می‌شود که منجر به کاهش جذب کلسیم در میوه، کاهش مقدار کلسیم میوه و حساسیت بالای میوه به اختلالات ناشی از کمبود کلسیم می‌شود. کلسیم به تنهایی بهترین پارامتر برای تعیین 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 (Miqueloto et al., 2014; Benavides et al., 2001; Amarante et al., 2009; Amarante et al., 2006) که یافته‌های پژوهش حاضر نیز این موضوع را تایید می‌نماید. غلظت بالای عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و منیزیم نسبت به کلسیم منجر به عدم تعادل غذایی و در نتیجه 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 زمان انبارداری دیده می‌شود (Casero et al., 2010). میوه‌های با کمبود کلسیم و سطوح بالای نسبت‌های  $N/Ca^{2+}$ ،  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  و  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  به لکه‌تلخ مستعدتر هستند (Miqueloto et al., 2014; Amarante et al., 2009; Ferguson and Watkins, 1989) که با یافته‌های این پژوهش مطابقت می‌نماید. وقوع لکه‌تلخ در ارتباط با کمبود کلسیم و بیش‌بود پتاسیم، منیزیم و نیتروژن در میوه تشخیص داده شده است (Ferguson and Watkins, 1989; Saure, 2005; Amarante et al., 2006) و گروه‌های تیماری مشابه جدول ۳ است.

#### ۵- علائم اختلالات کلسیمی در باغ‌های تجاری سیب:

علائم مربوط به اختلالات کلسیمی روی رقم گلدن دلشز

به کلسیم در میوه می‌شود که این تغییرات نسبت بروز و توسعه لکه‌تلخ را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Casero et al., 2010). با توجه به این‌که غلظت عناصر در میوه‌های برداشت‌شده از منطقه پادنا نسبت به منطقه سمیرم کم‌تر است و به‌همین ترتیب نسبت‌های  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  و  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  در میوه‌های منطقه پادنا بیش‌تر از سمیرم است. در مجموع به‌نظر می‌رسد که شرایط محیطی و اقلیمی در باغ‌های منطقه پادنا (برای هر دو رقم) برای بروز و توسعه اختلالات کلسیمی نسبت به سمیرم مساعدتر است. پادنا از نظر تقسیم‌بندی‌های اقلیمی به روش کوپن (Koppen) دارای زمستان‌های معتدل سرد با تابستان‌های خشک است در صورتی‌که سمیرم زمستان‌های معتدل سرد اما تابستان‌های گرم و خشک دارد (Karimi, 1987). مطالعات نشان‌دهنده است که دوره‌های رویشی خشک برای توسعه اختلالات فیزیولوژیکی در سیب مطلوب هستند (Dris et al. 1998; Yuri 1995) و تعداد زیادی از فاکتورهای محیطی مانند خشکی، رطوبت نسبی، نور و شرایط نامتعادل مواد معدنی در جذب، انتقال کلسیم به میوه، نقش کلسیم در سلول و حساسیت میوه به ناهنجاری‌های ناشی از کمبود کلسیم، نقش اساسی دارند (Ho and White, 2005).

مقایسه متعامد بین تیمارهای دارای علائم در مقابل فاقد علائم نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار برای عنصر منیزیم (در سطح ۱٪) و برای نسبت‌های  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  و  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  در سطح ۵٪ بود (جدول ۳). میانگین نسبت‌های  $K^+/Ca^{2+}$ ،  $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  و  $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$  در گروه دارای علائم دو برابر گروه فاقد علائم است (جدول ۴)، در حالی‌که برای نسبت‌های  $N/Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  اختلاف معنی‌دار بین دو گروه دارای علائم و فاقد علائم دیده نشد که 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

نوع علائم وجود داشت منیزیم اضافی نسبت به نمونه فاقد علائم در میوه‌ها مشاهده شد (شکل ۴). این علائم در شرایط باغ فقط در پوست دیده می‌شود اما بعد از برداشت ممکن است به زیرپوست و لایه بیرونی گوشت میوه نیز توسعه پیدا کند.

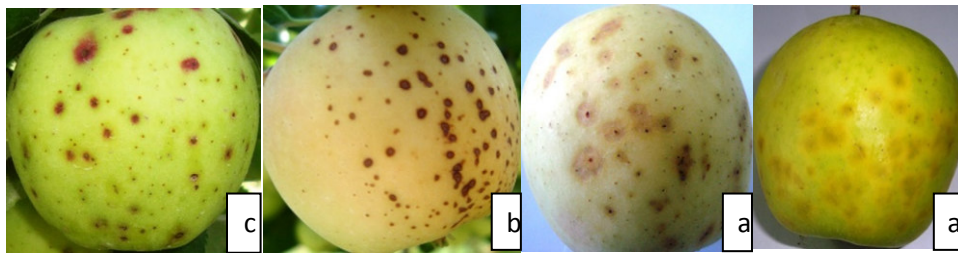
غالباً به صورت سطحی در سطح پوست و به صورت پراکنده در سراسر میوه و به رنگ‌های قهوه‌ای تیره و روشن رؤیت گردید. در تجزیه عناصر در حالتی که رنگ لکه‌ها قهوه‌ای تیره بود پتاسیم اضافی و در حالتی که رنگ لکه‌ها قهوه‌ای روشن بود پتاسیم و نیتروژن اضافی و موقعی که ترکیبی از این دو

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های گروه‌های تیماری برای غلظت عناصر و نسبت آن‌ها  
Table 4. Means comparison of elements concentration and their ratios for treatment groups

گروه تیماری (treat. group)	مقایسه (contrast)*	تیمار (treatment)	میانگین مربعات (MS)								
			N	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	N/Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	(K <sup>+</sup> +Mg <sup>2+</sup> )/Ca <sup>2+</sup>	(N+K <sup>+</sup> +Mg <sup>2+</sup> )/Ca <sup>2+</sup>
ارقام <sup>a</sup> (cultivars)	رد در مقابل گلدن (Red Vs. Golden)	رد دلشز (Red del.)	0.71b	0.76b	0.04b	0.07b	2.58a	11.81a	0.63a	12.53a	15.11a
		گلدن دلشز (Golden Del.)	7.27a	7.06a	0.19a	6.59a	1.61b	6.03b	0.28b	6.84b	7.43b
مناطق <sup>b</sup> (regions)	سمیرم در مقابل پادنا (Semirom Vs. Padena)	سمیرم (Semirom)	6.42a	6.33a	0.17a	5.75a	11.86a	6.78b	0.32b	7.60b	8.59b
		پادنا (Padena)	0.14b	0.73b	0.03b	0.05b	2.63a	13.24a	0.67a	13.91a	16.54a
علائم <sup>c</sup> (symptoms)	دارای علائم در مقابل فاقد علائم (with symp. Vs. witho. Symp.)	دارای علائم (with sympt.)	2.58a	3.13a	0.09b	2.49a	2.30a	10.51a	0.52a	11.21a	13.13a
		فاقد علائم (witho.sympt.)	5.04a	5.09a	0.17a	4.62a	1.62a	5.11b	0.32a	5.79b	6.66b

\*: در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۰۵ اختلاف معنی‌دار ندارند. گروه‌های تیماری مشابه جدول ۳ است.

\*: In each column, means with the same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test at 0.05 probability level.



شکل ۴- علائم اختلالات کلسیمی روی گلدن دلشز a- بیش بود پتاسیم و ازت، b- بیش بود پتاسیم و c- بیش بود منیزیم

Fig. 4. Symptoms of calcium disorders on Golden Delicious: a. high potassium and nitrogen; b. high potassium; c. high magnesium

لکه نقطه‌ای عدسک (از عدسک‌ها شروع و فقط در پوست است) مشاهده می‌شود (Simons, 1962, Simons, 1980). بنابراین در مجموع در باغ‌های تجاری سیب شهرستان سمیرم سه نوع عارضه اختلالات کلسیمی شامل لکه تلخ (روی هر دو رقم رد دلشز و گلدن دلشز)، چوب‌پنبه‌ای شدن (روی رقم رد دلشز) و لکه نقطه‌ای عدسک (روی رقم گلدن دلشز) دیده می‌شود.

علائم ناشی از اختلالات کلسیمی روی رقم رد دلشز به دو صورت سطحی و عمقی دیده شد. در حالت سطحی لکه‌ها فقط در پوست و در حالت عمقی به لایه‌های گوشتی زیر پوست نیز نفوذ می‌کند و حالت چوب‌پنبه‌ای به خود می‌گیرد. اختلالات چوب‌پنبه‌ای شدن (corking disorders) در اپیدرم، هیپودرم و قسمت‌های قشر بیرونی میوه اتفاق می‌افتد، لکه تلخ معمولاً در کورتکس (گوشت) درست زیر اپیدرم (پوست) و

## References

- ALIPOUR, Z., S. EBRAHIMI, A. A. SHAHABI and M. J. MALAKOUTI, 2001. Calcium news (Role of calcium in improving the quality of agricultural products). Technical Bulletin No. 265. Supreme Council of biofertilizers and efficient use of fertilizers and Pesticides in Agriculture. Karaj. Iran. (In persian).
- AMARANTE, C. V. T., A. MIQUELETO, S. T. D. FREITAS, C. A. STEFFENS, J. P. G. SILVEIRA and T. R. CORREA, 2013. Fruit sampling methods to quantify calcium and magnesium contents to predict bitter pit development in 'Fuji' apple: A multivariate approach. *Scientia Horticulturae*, 157: 19–23.
- AMARANTE, C. V. T., D. V. CHAVES and P. R. ERNANI, 2006. Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao bitter pit em mac, as Gala. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 841–846. (in Portuguese).
- AMARANTE, C. V. T., P. R. ERNANI and C. A. STEFFENS, 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., P. R. ERNANI and D. V. CHAVES, 2005. Fruit infiltration with magnesium is a feasible way to predict bitter pit susceptibility in 'Gala' apples grown in Southern Brazil. *Acta Horticulture*, 682: 1271–1274.
- BEERS, E. H., S. C. HOYT and M. J. VILLET, 1993. Apple aphid and spirea aphid. Available at: [Jenny.tfrec.wsu.edu/opm/dispalyspecies.php?pn=380](http://Jenny.tfrec.wsu.edu/opm/dispalyspecies.php?pn=380).
- BENAVIDES, A., I. RECASENS, T. CASERO and J. PUY, 2001. Chemometric analyses of 'Golden Smoothie' apples treated with two pre-harvest calcium spray strategies in the growing season. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 943–952.
- BOUND, S. A. and C. R. SUMMERS, 2001. The effect of pruning level and timing on fruit quality in red 'Fuji' apple. *Acta Horticulturae*, 557: 295–302.
- CASERO, T., A. L. BENAVIDES and I. RECASENS, 2010. Interrelation between fruit mineral content and pre-harvest calcium treatments on 'Golden Smoothie' apple quality. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 27–37.
- DARIO, L., V. DARKO, S. ZDRAVKA, S. SILVIO and P. IVAN, 2013. Identification of *Colletotrichum* species causing bitter rot of apple and pear in Croatia. *Journal of Phytopathology*, 161:284–286.
- DESVIGNES, J. C. and R. BOYE. 1988. Different diseases caused by the chlorotic leaf spot virus on the fruit trees. *Acta Horticulturae*, 235 :31–36.
- DILMAGHANI-HASSANLOUI, M. R., M. TAHERI and M. J. MALAKOUTI, 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., R. NISKANEN and E. FALLAHI, 1998. Nitrogen and calcium nutrition and fruit quality of commercial apple cultivars grown in Finland. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 2389–2402.
- FALLAHI, E., W. S. CONWAY, K. D. HICKEY and E. CARLE SAMS, 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *Hort Science*, 32: 831–835.
- FERGUSON, I. B. and C. B. WATKINS, 1989. Bitter pit in apple fruit. *Horticultural Reviews*, 11: 289–355.
- FREITAS, S. T. D., C. V. T. AMARANTE, J. M. LABAVITCH and E. MITCHAM, 2010. Cellular approach to understand bitter pit development in apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 57: 6–13.
- HANSEN, A. J. and C. L. PARSH, 1990. Transmissible fruit disorders. Pp. 77–78 in: JONES, A. L., H. S. ALDWINKLE, *ed.* *Compendium of apple and pear diseases*. APS Press, The American Phytopathological Society, 100 p.
- HARTEVELD, D. O. C., O. A. AKINSANM and A. DRENTH, 2013. Multiple *Alternaria* species groups are associated with leaf blotch and fruit spot diseases of apple in Australia. *Plant Pathology*, 62: 289–297.
- HASHEMI S. A., S. A. KHODAPARAST, S. A. ELAHINIA, R. ZARE and M. MOUSAKHAH, 2014. A preliminary study on the genus *Fusicladium* s. l. in Iran. *Mycologia Iranica*, 1: 27 – 33.

- HEWETT, E. W. and C. B. WATKINS, 1991. Bitter pit control by sprays and vacuum infiltration of calcium in "Cox"s Orange Pippin" apples. *Hort Science*, 26: 284-286.
- HO, L. C. and P. J. WHITE, 2005. A cellular hypothesis for the induction of blossom-end rot in tomato fruit. *Annals of Botany*, 95: 571-581.
- HOYT, S. C. 1993. San Jose scale. Available at: [Jenny.tfrec.wsu.edu/opm/dispalyspecies.php?pn=490](http://Jenny.tfrec.wsu.edu/opm/dispalyspecies.php?pn=490).
- JONES, W., J. BRUNNER, E. JUPFERMQAN and C. LIN-XIAO, 2015. Quick identification guide to apple postharvest defects and disorders. Available at: [http://entomology.tfrec.wsu.edu/Cullage\\_Site/Cards.html](http://entomology.tfrec.wsu.edu/Cullage_Site/Cards.html).
- KARIMI, M. 1987. Climate of Central Iran. Isfahan University of Technology. Isfahan, Islamic Republic of Iran. 165p. (In Persian).
- KOGANEZAWA, H. and T. ITO, 2003. Apple fruit crinkle viroid. In: HADIDI, A., R. Flores, J. W. Randles, J. S. Semancik (eds.). *Viroids*, pp. 150-152. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- LANAUSKAS, J. and N. KVIKLIENE, 2006. Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics of 'Sinap Orlovskij' apple. *Agronomy Research*, 4: 31-36.
- MACHARDY, W. E. 1996. *Apple Scab Biology, Epidemiology, and Management*. APS Press St. Paul 545 p.
- MALAKOUTI, M. J. and S. J. TABATABAEI, 2001. Calcium news (the role of Calcium in improving in Calcareous soils of Iran). Technical Bulletin No. 148. Publish agricultural education. Agricultural Research, Educatin and Extention Organization. Ministry of Agriculture. Karaj. Iran. (In Persian).
- MALAKOUTI, M. J., S. J. TABATABAEI, A. SHAHABI and E. FALLAHI, 1999. Effects of calcium chloride on apple fruit quality of trees grown in calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 22: 1451-1456.
- MANOUCHEHRI, S. and M. J. MALAKOUTI, 2000. Assess the ratio of potassium to calcium in apples. Supreme Council of Biofertilizers and Efficient use of Fertilizers and Pesticides in Agriculture. Technical Publication No. 205. Tehran. Iran. (In Persian).
- MIQUELOTO, A., C. V. T. AMARANTE, C. A. STEFFENS, A. D. SANTOS and E. MITCHAMM. 2014. Relationship between xylem functionality, calcium content and the incidence of bitter pit in apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 165: 319-323.
- MOOR, U., K. KARP, P. P. LDMA, L. ASAFOVA and M. STARAST, 2006. Post-harvest disorders and mineral composition of apple fruits as affected by pre-harvest calcium treatments. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 56: 179-185.
- NACHTIGALL, G. R. and A. R. DECHEN, 2006. Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. *Scientia Agricola*, 63: 493-501.
- PARK, S., N. H. CHENG, J. K. PITTMAN, K. S. YOO, J. PARK, R. H. SMITH and K. D. HIRSCHI, 2005. Increasing calcium levels and prolonged shelf live in tomatoes expressing Arabidopsis  $H^+/Ca^{2+}$  transporters. *Plant Physiology*, 139: 1194-1206.
- PAULO R. E., D. JAQUES, V. T. D. CASSANDRO, C. R. DIORVANIA and A. R. DOUGLAS, 2008. Preharvest calcium sprays were not always needed to improve quality of "Gala" apple in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP*, 30: 892-896.
- ROTONDO, F., M. COLLINA, A. BRUNELLI and B. M. PRYOR, 2012. Comparison of *Alternaria* spp. Collected in Italy from Apple with *A. mali* and Other AM-Toxin Producing Strains. *The American Phytopathological Society*, 102: 1130-1142.
- SAKSENA, K. N. and G. I. MINK, 1969. Purification and properties of Apple chlorotic leaf spot virus. *Phytopathology*, 59: 84-88.
- SAURE, M. C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: Its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulture*, 105: 65-89.
- SCHUMACHER, R. and F. FANKHAUSER, 1974. Stippebildung und Mineralstoffgehalt von A pfeln in Abha ngigkeit von ihrer Stellung in der Baumkrone. *Schweizer Forschung für Landwirtschaft*, 13: 353-364. (in German).
- SHAHABI, A. and M. J. MALAKOUTI, 2000. Calcium sprays undeniable necessity to improve the qualitative

- properties of stored fruit in calcareous soils country. Technical Bulletin No. 136. Publish agricultural education. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Ministry of Agriculture. Karaj. Iran. (In Persian).
- SHIGEMITSU, A., F. TAKASHI and H. YUKIO, 2005. Role of *Cylindrosporium*-type conidia of *Mycosphaerella pomi* (Pass.) Lindau: cause of Brooks fruit spot of apple, as an infection source in apple orchards. Journal of General Plant Pathology, 71: 357-359.
- SIMONS, R. K. 1962. Anatomical studies of the bitter pit area of apples. American Society for Horticultural Science, 81: 41-51.
- SIMONS, R. K. and M. C. CHU, 1980. Scanning electron microscopy and electron microprobe studies of bitter pit in apples. Acta Horticulture 92: 57-69.
- WEINZIERL, R. 2011. A newsletter for commercial growers of fruit and vegetable crops. Illinois Fruit and Vegetable News, 17: 53-62.
- WOOD, G. A. 2001. Sensitivity of apple (*Malus domestica*) indicator cultivars to russet ring disease, and the results of graft-transmission trials of other fruit-affecting disorders of apple. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 29: 255-265
- YAZDI SAMADI, B., A. REZAEI and M. VALYZADEH, 2002. Statistical designs in agricultural research, Tehran University Publication, 764pp. (In 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.