



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه فنی

معرفی اختلالات کلسمی مرتبط با عناصر غذایی در میوه سیب

نگارندگان:

احمد حیدریان،

محمد رضا نعمت‌اللهی

و مسعود تدین‌نژاد

شماره ثبت:

۶۱۹۶۹

۱۴۰۱

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

مخاطبان نشریه فنی: کشاورزان پیش‌رو، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی،
پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، نشریه فنی

معرفی اختلالات کلیمی مرتبط با عناصر غذایی در میوه سیب

نگارندگان: احمد حیدریان، محمدرضا نعمت‌اللهی و مسعود تدین نژاد

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

سال نشر:

شماره و تاریخ ثبت نشریه: ۶۱۹۶۹ مورخ ۱۴۰۱/۰۵/۰۵

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان

یمن، پلاک ۱ - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

فهرست مطالب

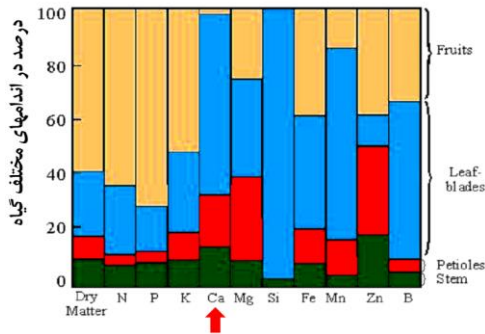
۲	پیش‌گفتار
۳	مقدمه
۵	اختلال کلسیمی ناشی از کم‌بود کلسیم روی میوه سیب
۶	تفکیک علائم اختلالات کلسیمی در باغ‌های تجاری سیب
۷	انواع اختلالات کلسیمی در میوه سیب
۱۱	شاخص‌های اندازه‌گیری حساسیت میوه سیب به اختلالات کلسیمی
۱۳	مدیریت اختلالات کلسیمی در باغات سیب
۱۴	فهرست منابع

پیش‌گفتار

کیفیت میوه سیب درختی تابع تعداد زیادی از شیوه‌های مدیریتی از جمله گرده‌افشانی، هرس، تنک‌کردن، تغذیه، مقدار محصول، نوع خاک و شرایط آب‌وهوایی است. همه ساله مقادیر قابل توجهی 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. در سال‌های اخیر بروز و توسعه لکه و علائم اختلالات کلسیمی روی میوه‌های ارقام رد دلشز و گلدن دلشز در باغ‌های تجاری سیب کشور از جمله 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 و کودهای شیمیایی اقدام می‌نمودند. در این راستا، این نشریه به‌منظور معرفی علائم، نشانه‌ها و اصول مدیریت اختلالات عناصر غذایی مرتبط با کلسیم تدوین گردیده است.

حرکت کلسیم در داخل گیاه مستقیماً در آوندهای چوبی صورت می‌گیرد (Mengel & Kerkby, 1982). بنابراین بیش‌تر کلسیم در برگ‌ها تجمع می‌یابد و چون تبخیر از سطح میوه‌ها و نقاط رشد انتهایی گیاه بسیار کم است حرکت کلسیم از برگ به این قسمت‌ها بسیار محدود می‌شود و انتقال آن در شرایط نامساعد، نیاز میوه‌های در حال رشد را تامین نمی‌کند (ملکوتی و کشاورز، ۱۳۸۴). از طرف دیگر در مناطق مرطوب به علت بالا بودن درصد رطوبت هوا و در مناطق خشک به علت بسته بودن روزنه‌ها در شرایط گرم و خشک تعرق از سطح میوه و برگ کاهش می‌یابد به‌همین دلیل محلول پاشی کودهای کلسیمی نقش موثری در جبران کم‌بود کلسیم در گیاه را می‌نماید.

کلسیم نسبت به سایر عناصر غذایی در بین اندام‌های مختلف گیاه توزیع نامناسب دارد همانگونه که در شکل یک نشان داده شده است مقدار کلسیم در میوه نسبت به سایر قسمت‌های گیاه کم‌تر از دو درصد است این درحالی است که حدود ۷۰ درصد فسفر، ۶۵ درصد نیتروژن و ۵۰ درصد پتاسیم در داخل میوه گزارش شده است (Kafkafi, 2004).



شکل ۱- درصد توزیع عناصر غذایی در اندامهای مختلف گیاه (Kirkby, 1979)

اختلالات فیزیولوژیکی مرتبط با عنصر کلسیم در تمام مناطق سیب کاری جهان مشاهده می‌شود و باعث بروز لکه روی میوه و کاهش کیفیت و بازاریابی آن می‌شود (Amarante *et al.* 2006). برای اولین بار در سال ۱۹۳۶ دی لانگ (De Long 1936) لکه تلخ در میوه سیب را مرتبط با کمبود کلسیم تشخیص داد. بعد از آن مشخص گردید که محلول‌پاشی کودهای کلسیم این اختلال را کاهش می‌دهد در صورتی که، محلول‌پاشی کودهای منیزیم به‌تنهایی یا همراه با پتاسیم، لکه تلخ را افزایش می‌دهد (Garman & Mathis 1956). این موضوع مبنای پژوهش‌های گسترده در خصوص رابطه سایر عناصر غذایی مانند نیتروژن، منیزیم و پتاسیم با عارضه لکه تلخ شد (Ferguson and Watkins 1989, Fallahi *et al.* 1997, Amarante *et al.* 2006, Miqueloto *et al.* 2014). لکه تلخ یک عارضه فیزیولوژیکی در میوه‌های سیب است که اساساً 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). وقوع عارضه لکه‌تلخ در ارتباط با کم‌بود کلسیم و بیش‌بود پتاسیم، منیزیم و نیتروژن در میوه تشخیص و گزارش شده است (Ferguson & Watkins 1989, Saure 2005, Amarante *et al.* 2006). در این نشریه علائم اختلالات کلسیمی ناشی از عناصر فوق و ترکیب آنها به تفکیک بحث می‌شود.

اختلال کلسیمی ناشی از کم‌بود کلسیم روی میوه سیب

کلسیم مهم‌ترین عنصر در بهبود کیفیت و افزایش طول انبارمانی میوه سیب است (Dris *et al.* 1998, Alipour *et al.* 2001, Dilmaghani-Hassanloui *et al.* 2004). علائم کم‌بود کلسیم روی رد‌دلیشز (شکل ۲) و گل‌دلیشز (شکل ۳) در شیب‌های جنوبی و قسمت‌هایی از باغ که بافت شنی یا سنگلاخی دارند و تنش‌های آبی در آنها اعمال می‌گردد بیش‌تر است. رقم رد‌دلیشز نسبت به رقم گل‌دلیشز در برابر اختلالات کلسیمی حساس‌تر یا مستعدتر است. استفاده مطلوب از کلسیم در کنترل اختلالات قبل و بعد از برداشت میوه سیب موثر است (Brunetto 2015).



شکل ۲. کمبود کلسیم روی رد دلیشز (عکس از نگارنده)



شکل ۳. کمبود کلسیم روی گلدن دلیشز (عکس از نگارنده)

تفکیک علائم اختلالات کلسیمی در باغ‌های تجاری سیب

علائم مربوط به اختلالات کلسیمی روی رقم گلدن دلیشز 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 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.



شکل ۴- علائم اختلالات کلسیمی روی گلدن دلشز الف- بیش بود پتاسیم و نیتروژن، ب- بیش بود پتاسیم و ج- بیش بود منیزیم. (عکس ها از نگارنده)

انواع اختلالات کلسیمی در میوه سیب

علائم مربوط به اختلالات کلسیمی روی رقم گلدن دلشز غالباً به صورت سطحی در سطح پوست و به صورت پراکنده در سراسر میوه و به رنگ های قهوه ای تیره و روشن دیده می شود (شکل ۷). این علائم روی رقم رد دلشز به دو صورت سطحی و عمقی دیده می شود. در حالت سطحی لکه ها فقط در پوست و در حالت عمقی به لایه های گوشتی زیر پوست نیز نفوذ می کند و حالت چوب پنبه ای به خود می گیرد. اختلالات چوب پنبه ای شدن (corking disorders) در روپوست (اپیدرم)، لایه زیر پوست (هیپودرم) و قسمت های قشر بیرونی میوه اتفاق می افتد، لکه تلخ معمولاً در گوشت (کورتکس) درست زیر روپوست (اپیدرم) و لکه نقطه ای عدسک (از عدسک ها شروع و فقط در روپوست است) مشاهده می شود (Simons, 1962, Simons, 1980). بنابراین در مجموع روی میوه سیب رد دلشز و گلدن دلشز سه نوع عارضه اختلالات کلسیمی شامل لکه تلخ، روی هر دو رقم رد دلشز و گلدن دلشز (شکل ۵)، چوب پنبه ای شدن، روی رقم رد دلشز (شکل ۶) و

لکه نقطه‌ای عدسک، روی رقم گلدن دلپیشز (شکل ۷) دیده می‌شود. غالب تحقیقات انجام شده روی ناهنجاری‌های ناشی از کلسیم بعد از برداشت و در سردخانه انجام شده است. این درحالی است که طبق تحقیقات انجام شده (حیدریان و نعمت‌اللهی) احتمال بروز این ناهنجاری‌ها در فاز سوم رویشی نیز وجود دارد.



شکل ۵. علائم چوب پنبه‌ای شدن روی رقم رد دلپیشز (عکس‌ها از نگارنده)



شکل ۶. علائم لکه تلخ روی رقم رد دلپیشز (عکس‌ها از نگارنده)



شکل ۷. لکه نقطه‌ای عدسک روی گلدن دلپشز (عکس‌ها از نگارنده)

لازم به ذکر است که خسارت برخی آفات موجود در باغات منطقه، از جمله شته سبز سیب و سنک‌های خانواده *Miridae*، روی میوه سیب شبیه علائم اختلالات کلسیمی می‌باشد. خسارت این آفات بر اساس مجموع علائم از اختلالات کلسیمی قابل تمایز می‌باشد (Heidarian and Nematollahi 2016).

علائم خسارت شته سبز سیب به صورت نقطه گرد قرمز رنگ روی سطح پوست میوه می‌باشد. این نقاط قرمز روی رقم گلدن دلپشز که رنگ میوه آن نسبت به رقم رد دلپشز روشن‌تر بود، بیشتر نمایان است (شکل ۸). در این موارد وجود کلونی شته (شکل ۸)، پیچیدگی شاخ و برگ آلوده، و عسلک ترشح شده خسارت شته‌ها را با علائم خاص لکه‌های مورد نظر روی میوه متمایز می‌نماید.



شکل ۸- علائم خسارت شته سبز سیب: الف) علائم اولیه محل نیش شته روی میوه، ب) علائم تجمع و تغذیه شته روی شاخه، برگ و میوه، ج) تجمع عسلک روی شاخه و برگ درخت (عکس‌ها از نگارنده)

خسارت سنک‌های *Miridae* در زمان نیش‌زدن به صورت لکه یا نقاط قرمز یا مایل به قهوه‌ای در یک فرورفتگی روی سطح میوه بود که باعث بدشکلی میوه‌ها شده بود (شکل ۹). در صورت افزایش جمعیت این سنک‌ها شدت خسارت افزایش یافته و میوه دچار بدشکلی شدید می‌گردد که اصطلاحاً عارضه صورت‌گره‌ای نام دارد (شکل ۱۰).



شکل ۹- علائم خسارت سنک‌های خانواده Miridae: الف و ب) علائم اولیه محل نیش گونه *C. verbasci* به ترتیب روی میوه های ارقام گلدن دلیشر و رد دلیشر، ج) علائم اولیه خسارت گونه *C. verbasci* (عکس‌ها از نگارنده)



شکل ۱۰- علائم خسارت شدید سنک‌های Miridae و بروز عارضه صورت گربه‌ای (عکس‌ها از نگارنده)

شاخص‌های اندازه‌گیری حساسیت میوه سیب به اختلالات کلسیمی

پژوهش‌های اخیر (Ferguson and Watkins, 1989; Amarante *et al.*, 2006; Lanauskas and Kvikliene, 2006; Freitas *et al.*, 2010, Heidarian and Nematollahi, 2016) نشان داده است که غلظت عناصر پتاسیم، نیتروژن 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. بهترین شاخص برای تعیین احتمال بروز اختلالات کلسیمی در باغ‌های تجاری نسبت K^+/Ca^{2+} و بعد از آن نسبت‌های $(K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$ و $(N + K^+ + Mg^{2+})/Ca^{2+}$ در فاز سوم رویشی (حداقل ۷۰ روز بعد از اتمام گل‌دهی) درختان سیب است. هرچقدر این نسبت‌ها بزرگ‌تر باشند احتمال بروز اختلالات کلسیمی بیش‌تر است. میزان توصیه شده عناصر غذایی برای میوه‌های ارقام رد دلشیز و گلدن دلشیز در باغ‌های تجاری ایران (Malakouti, 2014) عبارت خواهد بود از:

جدول ۴- سطح کفایت غلظت عناصر غذایی در میوه سیب

نیترोजن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)	بور (B)
(میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خوراکی)									
۸۰	۱۰	۱۲۰	۱۰	۵	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰
ماده خشک (درصد)	سفتی میوه (kg/cm^2)	قندکل	اسیدپته کل (اسیدمالیک) (گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه)		Brix		pH		
۸۶/۰	> ۶	۱۳-۱۵	۰/۴۰		۱۴		۴/۰		
N/Ca	K/Ca	Ca/Mg	نیترات (NO_3)		کادمیوم Cd				
			(mg/kg FW)		(mg/kg DW)				
< ۱۰	< ۲۵	< ۱/۵	< ۸۰		< ۰/۱۰				

به منظور تعیین شاخص، لازم است سه لایه ۵ میلی‌متری به صورت شعاعی از بافت میوه، از قسمت‌های دم‌میوه، وسط (بدون قسمت مرکزی برچه) و گل‌گاه هر میوه برداشته شود و سپس میزان کلسیم، منیزیم، نیترोजن و پتاسیم برحسب درصد وزن خشک اندازه‌گیری شود. غلظت نیترोजن (N) به روش کج‌دال (Kjeldahl)، کلسیم (Ca^{2+}) و منیزیم (Mg^{2+}) با دو روش جذب اتمی و تیتراسیون و پتاسیم (K^+) توسط دستگاه فلیم‌فوتومتر

(Flamephotometer) اندازه‌گیری می‌شود (Moor *et al.*, 2006). سپس

نسبت‌های فوق محاسبه می‌گردد.

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+} ،

$Ca^{2+}/(K^++Mg^{2+})$ و $(N+K^++Mg^{2+})/Ca^{2+}$ در میوه می‌شوند که به واسطه آن

کاهش معنی‌داری در استحکام بافت میوه در زمان انبارداری دیده می‌شود

(Casero *et al.*, 2010).

مدیریت اختلالات کلسیمی در باغات سیب

محلول‌پاشی کلسیم از اکثر ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی جلوگیری می‌کند

(Lotze and Theron, 2006) اما میزان موفقیت با توجه به ژنتیک رقم، فصل

رشد و شرایط محیطی متفاوت است. افزایش کلسیم در میوه در اثر

محلول‌پاشی آن، به‌طور معمول کم است یا حتی وجود ندارد (Neilsen and

Neilsen, 2002; Paulo, 2008). بنابراین، بایستی هم‌زمان با کاربرد کلسیم

از طریق محلول‌پاشی، نقش سایر عوامل به‌خصوص تنظیم‌کننده‌های رشد نیز

مد نظر قرار گرفته و بررسی شود.

بنابراین برای بهبود کیفیت میوه سیب باید حتماً از محلول‌پاشی کودهای

کلسیمی استفاده نمود. مهم‌ترین کودهای کلسیمی عبارتند از: کلرورکلسیم

و نترات کلسیم که در محلول‌پاشی می‌توان از آن‌ها استفاده نمود. استفاده

از کلرورکلسیم به مراتب بهتر از نترات کلسیم است، زیرا با مصرف نترات

کلسیم، نسبت نیتروژن به کلسیم (N/Ca^{2+}) در میوه‌ها افزایش یافته و با افزایش

مقدار نسبی آن، ماندگاری میوه کاهش می‌یابد (مناسب‌ترین نسبت

N/Ca^{2+} در میوه‌های سیب کم‌تر از ۱۰ و مناسب‌ترین نسبت پتاسیم به کلسیم K/Ca^{2+} در میوه‌های سیب کم‌تر از ۲۵ است.

نظر به تاثیر سایر عناصر غذایی در بروز و توسعه اختلالات کلسیمی بایستی مدیریت تغذیه‌ای باغ‌ها براساس اصول علمی (آزمایش خاک و برگ) و شرایط هر منطقه در ابتدای هر سال تنظیم و به باغداران ارائه گردد. در این راستا ایجاد یک باغ پایلوت در هر منطقه که در آن شرایط بهینه تغذیه رعایت شده باشد، می‌تواند به عنوان الگو مورد استفاده باغداران قرار گیرد.

فهرست منابع

ملکوتی، م. ج. و پ. کشاورز. ۱۳۸۴. نگرشی بر حاصلخیزی خاک‌های ایران. انتشارات سنا. تهران. ایران.

- 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., D. V. CHAVES and P. R. ERNANI, 2006. Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao bitter pit em macas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 841–846. (in Portuguese).
- BRUNETTO, G. WELLINGTON BASTOS DE MELO, G., TOSELLI, M., QUARTIERI, M. and TAGLIAVINI, M., 2015. The Role of Mineral Nutrition on Yields and Fruit Quality IN Grapevine, Pear and Apple. Revista Brasileira de Fruticultura, 37(4).
- CASERO, T., A. L. BENAVIDES and I. RECASENS, 2010. Interrelation between fruit mineral content and pre-harvest calcium treatments on

- 'Golden Smoothee' apple quality. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 27–37.
- 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., 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 .
- GARMAN P. and W. I. MATHIS, 1956. Studies of mineral balance as related to occurrence of Baldwin spot in Connecticut. *Bulletin of the Connecticut Agricultural Experiment Station*, 601: 1-19.
- HEIDARIAN A. and NEMATOLLAHI M. R. 2016. Interrelation between mineral nutrients and calcium disorders in apple Red Delicious and Golden Delicious cultivars. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 52(2): 267-378.
- Kirkby E A 1979 Maximizing Ca uptake by plants. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 10, 89–113.
- 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.

- MALAKOUTI, M. J. 2014. Recommendations for optimal fertilizer use in agriculture crops of Iran: determination of amount, type and time of fertilizer application for purpose of achieving self-sufficiency, food security, sustainable agriculture and increasing farmers income. Mobaleghan Press. Second edition. 318 pp. (in Persian).
- MARCELLE R. D. 1995. Mineral nutrition and fruit quality. *Acta Horticulturae*, 383: 219-226.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A. (1982) *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute, Bern.
- 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.
- MOORE, U., K. KARP, P. P. LDMA, L. ASOFOVA AND M. STARAST. 2006. Post-harvest disorders and mineral composition of apple fruits as affected by pre-harvest calcium treatments. *Acta Agriculture Scandinavica* 56:179-185.
- 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.
- SIMONS, R. K. 1962. Anatomical studies of the bitter pit area of apples. *American Society for Horticultural Science*, 81: 41-51.
- SAURE, M. C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: Its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulture*, 105: 65–89.



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

**Introducing Calcium Disorders interrelated to minerals in
Apple Fruits**

**Ahmad Heidarian, Mohammad Reza Nematollahi and
Masoud Tadayon Nejad**

61969

2022