Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 195-205
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۰۵-۱۹۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی اثرات پایه و محلول‌پاشی با مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بر برخی صفات کمی و کیفی سیب رقم 'استارکینگ'

نادر یعقوبی اکرم[۱]- علی ایمانی[۲]- داود صادق‌زادهٔ اهری[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹

چکیده

تولید سیب، در اقتصاد باغبانی ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پژوهش با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌منظور بررسی اثرات پایه و محلول‌پاشی مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بر برخی صفات کمی و کیفی سیب رقم 'استارکینگ' طی سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در منطقه خرم‌دره انجام شد. عامل پایه در دو سطح (EM 9 و MM 106) و عامل غلظت محلول‌پاشی در سه سطح (صفر، ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ پی.پی.ام) مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بود و درختان آزمایشی در سن ۹ سالگی قرار داشتند. عملیات محلول‌پاشی در طول دوران رشد و نمو رویشی درختان و در سه نوبت به فاصله ۲۲ روز انجام شد. نتایج نشان داد که عامل غلظت محلول‌پاشی بر عملکرد تک‌درخت، عملکرد در واحد سطح، طول و قطر شاخه‌های جدید، ارتفاع و قطر درخت، میزان افزایش سالانه قطر درخت، میزان مواد جامد محلول، اسیدیته و سفتی بافت میوه اثر معنی‌دار و بر میزان اسیدیته کل قابل تیتراسیون میوه‌ها اثر غیر معنی‌داری داشت. اثر پایه بر صفات طول رشد شاخه‌های جدید، قطر تنه درخت و میزان افزایش سالانه آن و همچنین میزان اسیدیته میوه معنی‌دار بود. اثر متقابل غلظت محلول‌پاشی× نوع پایه فقط در مورد صفت طول رشد شاخه‌های جدید معنی‌دار بود. جمع‌بندی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور با غلظت ۵۰۰۰ پی.پی.ام موجب بهبود خواص کمی و کیفی سیب رقم 'استارکینگ' بر روی پایه‌های M9 و MM106 می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته میوه، سفتی میوه، طول رشد شاخه جدید، عملکرد تک‌درخت، مواد جامد محلول میوه

مقدمه

سیب به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین درختان میوه شناخته و اهلی‌شده توسط انسان به دلیل داشتن تنوع زیاد در سازگاری اقلیمی، وسیع‌ترین میوه مورد کشت در مناطق معتدله است (۲۶ و ۲۷). تولید سیب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی در کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. میوه سیب علاوه بر مصارف داخلی از جمله مهم‌ترین محصولات صادراتی کشور محسوب شده و به همین دلیل افزایش بازده تولید و کیفیت آن ضرورت دارد. در میان کشورهای عمده تولید کننده سیب، ایران همواره در بین ده کشور اول قرار داشته و این محصول با سطح زیر کشت بالغبر ۲۳۱۰۰۰ هکتار و تولید سالانه ۳ میلیون تن در بین محصولات باغی، مقام اول را از نظر میزان تولید در کشور به خود اختصاص داده است. اگرچه ایران در امر تولید سیب جایگاه نسبتاً مناسبی در دنیا دارد، اما متوسط عملکرد آن در کشور حدود ۱۳ تن در هکتار گزارش شده است (۱). یکی از دلایل این امر تغذیه نامناسب و عدم توازن عناصر غذایی در خاک است. از این رو، عناصر غذایی مختلف در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه سیب از اهمیت خاصی برخوردارند (۱۵).

کلسیم مهم‌ترین عنصر در بهبود کیفیت و افزایش طول عمر انباری میوهٔ سیب است. انتقال کلسیم از برگ به میوه با تعرق گیاه کنترل می‌شود و در شرایط خشک و نیمه‌خشک ایران که اغلب با دمای بالا نیز همراه است این انتقال به شدت کاهش می‌یابد. با درشت‌تر شدن میوه به دلیل اثر رقّت (dilution effect)، روند کاهش کلسیم در میوه مخصوصاً در دمای بالا تشدید می‌شود (۳۰).

۱ - دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران
۲ - دانشیار موسسهٔ تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳ - دانشیار موسسهٔ تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
(*- نویسندهٔ مسئول: (Email: dsadeghzade@yahoo.com
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.54745

www.SID.ir

Archive of SID

ناهنجاری‌ها و اختلالات فیزیولوژیکی متعددی مانند لکه تلخی، آردی شدن، پوسیدگی داخلی و آبگزشدن در سیب با کمبود کلسیم ارتباط دارد (۶، ۱۵، ۲۰ و ۲۷).

معلوم شده است که با افزایش نسبت پتاسیم به کلسیم کیفیت میوه پایین می‌آید و اگر در محلول‌پاشی متوالی کلرور کلسیم به فواصل دو هفته در طول دوره رشد، مقدار مناسب کلسیم به میوه انتقال یابد این نسبت تعدیل شده و در نتیجه کیفیت میوه و عمر انباری آن نیز افزایش می‌یابد (۱۷).

مطابق گزارش‌های مختلف، کلسیم از مؤثرترین مواد معدنی در ارتقای کیفیت میوه سیب است و نیاز به کلسیم را هیچ‌یک از عناصر دیگر تأمین نمی‌کند. ثابت شده است که در میوه سیب، غلظت کلسیم با تنفس کل رابطه معکوسی دارد (۲۷) و به همین دلیل کلسیم اثر مهمی در به تأخیر انداختن رسیدن میوه دارد. میوه‌هایی که محتوی کلسیم بیشتری هستند دارای قابلیت حمل و نقل و ماندگاری بهتری نسبت به سایر میوه‌ها می‌باشند .بنابراین، حضور کلسیم به مقدار کافی در استحکام بافت میوه و کاهش ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی نقش بسیار موثری دارد. با افزایش کلسیم در سیب میزان فسادپذیری آن تا حد زیادی کاهش می‌یابد. محلول‌پاشی شاخ و برگ درختان با کلرید کلسیم ($Ca\ \ Cl_2$) و نیترات کلسیم ($Ca(NO_3)_2$) از رایج‌ترین روش‌های رفع کمبود این عنصر در مرحله قبل از برداشت میوه درختان است (۲۰، ۲۹ و ۳۶).

ناصری و همکاران (۲۱) در بررسی اثر محلول‌پاشی برگی برخی ریزمغذی‌ها(بور، مس و منگنز) و نگهداری در انبار سرد بر کیفیت میوه سیب رقم گلدن دلیشز روی پایه‌های M9 و B9 نشان دادند که این عمل باعث افزایش فوق‌العاده سطح عناصر برگ گردید ولی در افزایش عناصر غذائی میوه بی‌اثر بود. بر اساس نتایج پژوهش مذکور معلوم گردید که نوع پایه تاثیر معنی‌داری بر میزان جذب عناصر غذائی محلول‌پاشی شده بر روی برگ، کیفیت میوه و میزان آفتاب سوختگی میوه‌ها ندارد.

عنصر بور یکی از عناصر ریزمغذی لازم برای بهبود و افزایش کمیت و کیفیت محصول در درختان سیب است. بالا بودن pH خاک سبب ممانعت از جذب عنصر بور توسط درختان سیب می‌شود (۱۳). ساده‌ترین اثر کمبود بور در سیب بی‌مزه شدن میوه است. کمبود بور سبب کاهش تحرک کلسیم در درختان میوه می‌شود. ظهور لکه‌های خشک چوب‌پنبه‌ای در نسج میوه که به‌تدریج در اواخر فصل و نزدیک رسیدن میوه ترک می‌خورند از بارزترین علایم کمبود عنصر بور در سیب است. به‌دلیل نزدیک بودن مقدار کمبود و سمیت بور به یکدیگر، مصرف آن به‌صورت محلول‌پاشی بر شاخ و برگ گیاهان مناسب‌تر از مصرف خاکی آن است (۲۲). نتایج تحقیقات نشان داده است که مناسب‌ترین زمان کاربرد کودهای حاوی بور به‌صورت محلول‌پاشی روی درختان سیب در اوایل تابستان (۴ هفته پس از ریزش گلبرگ‌ها) می‌باشد (۲۷). اصغرزاده و بابائیان (۳) در سیب رقم شیخ امیر نشان دادند که محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها همراه با کلسیم‌بورات تاثیرات معنی‌داری روی عملکرد میوه، سختی میوه‌ها، مواد جامد محلول، اسیدیته و میزان عناصر بر و کلسیم در میوه‌ها دارد. همچنین افزایش میزان قند میوه انگور در اثر محلول‌پاشی با بور گزارش شده است (۲).

پایه‌های سیب در نقاط زیادی از جهان ارزیابی شده و به میزان وسیع و به شیوه‌های مختلف در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پایه‌ها تفاوت‌های زیادی در سازگاری با انواع خاک‌ها و شرایط آب و هوایی دارند (۱۸و۱۹). در سال‌های اخیر استفاده از دو پایه EM 9 و MM 106 در باغ‌های سیب کشور رایج گشته است. EM 9 به دلیل داشتن قدرت رشد بسیار کم تا متوسط، آغاز رشد و خزان زودرس به‌ترتیب در بهار و پاییز، القای باردهی به رقم پیوندی از سال سوم و چهارم مشهور است. MM 106 دارای قدرت رشد متوسط بوده و القای زود باردهی آن به رقم پیوندی شبیه EM 9 است. داشتن تطابق خوب با ارقام تجاری مانند گلدن دلیشس از خصوصیات بارز این پایه محسوب می‌شود (۱۰، ۲۳ و۲۷). سیب رقم استارکینگ از زیر رقم‌های رد دلیشس است که دارای گوشت میوه زرد و محکم، آبدار، شیرین با اسیدیته کم است و حدود ۲ هفته زودرس‌تر از گلدن دلیشس است (۲۷)

با توجه به مشکلات موجود در خاک باغات زیر کشت سیب کشور که سبب بروز مشکل جدی در جذب عناصر غذایی شده و از طرف دیگر اهمیت بهبود کمی و کیفی تولید و بررسی امکان برطرف کردن نسبی آن این پژوهش اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی بهار و تابستان ۱۳۹۴در باغ شرکت کشت و صنعت دشت خرّم درّه (طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و به ارتفاع ۱۵۶۰ متر از سطح دریای آزاد) انجام شد. در جدول ۱ برخی مشخصات مربوط به خاک باغ آزمایشی آمده است.

بررسی با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. عامل پایه در دو سطح (EM9 و MM106) و عامل غلظت محلول‌پاشی در سه سطح (صفر، ۳ و ۵ در هزار) مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور (به نسبت مساوی از هر یک یعنی ۳۳/۳۳ درصد) بود. درختان آزمایشی از رقم استارکینگ پیوند شده روی پایه‌های EM9 و MM106 بوده و در سن ۹ سالگی قرار داشتند. فاصله درختان در باغ ۱/۵ ×۳ متر و هدایت آن‌ها به صورت داربستی دو طرفه(شرقی – غربی) با محور تغییر یافته بوده و آبیاری باغ به روش قطره‌ای بود.

قطر اولیه تنه و ارتفاع درختان آزمایشی در اواخر زمستان (۲۰ اسفند) به‌ترتیب توسط کولیس ورنیه و خط کش چوبی اندازه‌گیری و

www.SID.ir

Archive of SID

ثبت گردید. عملیات محلول‌پاشی در طول دوران رشد و نمو رویشی درختان و در سه نوبت به فاصله ۲۲روز انجام شد. تاریخ اولین محلول‌پاشی در ۷ تیر (پس از اتمام ریزش جودروی درختان) و تاریخ آخرین محلول‌پاشی ۲۰ مرداد (۲۰ روز قبل از برداشت) بود. برای تیمار شاهد، از آب خالص استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از آفتاب‌سوزی میوه‌ها در اثر تجمع قطرات محلول بر روی آن‌ها و نیز جلوگیری از تاثیر حرارت زیاد بر تبخیر محلول از سطح شاخ و برگ درختان، عملیات محلول‌پاشی در ساعات بعد از ظهر (۷ عصر به بعد) انجام گردید. همچنین به هنگام محلول‌پاشی با استفاده از پوشش نایلونی در اطراف درختان مورد تیمار، از پاشش محلول به درختان مجاور جلوگیری گردید.

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ آزمایشی

Table 1. Some physical and chemical characteristics of experimental garden soil

شیب زمین Slop (%)	بافت خاک Soil Texture	قابلیت هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (ds/m)	اسیدیته pH	درصد کربن آلی Organic Carbon%	درصد مواد خنثی شونده Total Neutralize Volume%
0-2	لومی Loam	0.47	7.7	0.62	1.4

بعد از محلول‌پاشی، از دو طرف شرقی و غربی درختان یک شاخه به طول تقریبی ۸۰ تا ۱۰۰سانتی‌متر و قطر تقریبی ۱ الی ۱/۵سانتی‌متر انتخاب و علامت‌گذاری شد. پس از رسیدگی محصول (قهوه‌ای شدن رنگ بذور داخل میوه) عملیات یادداشت‌برداری از صفات و خصوصیات مختلف انجام شد. ابتدا صفات مربوط به رشد رویشی و عملکرد درختان آزمایشی شامل عملکرد تک درخت، طول و قطر شاخه‌های جدید، ارتفاع و قطر تنه درخت اندازه‌گیری و سپس از هر تیمار آزمایشی تعداد ۱۰ عدد میوه رسیده و سالم به تصادف انتخاب و در آزمایشگاه اقدام به اندازه‌گیری اسیدیته (pH)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و میزان مواد جامد محلول (TSS) آن‌ها شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی توسط نرم افزار MSTAT-C انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصله در بین خصوصیات مورد بررسی در این پژوهش فقط صفات طول رشد شاخه‌های جدید، قطر تنه درخت و میزان افزایش آن ، و همچنین میزان اسیدیته میوه تحت تاثیر معنی‌دار پایه قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین اثر پایه نشان داد که بیشترین رشد طولی شاخه‌های جدید (۳۰/۵۶ سانتی‌متر) مربوط به پایه MM 106 بود که در مقایسه با میزان رشد شاخه‌های درختان پیوندی بر روی پایه M9 (۲۰/۷۸ سانتی‌متر) ۴۷ درصد افزایش داشت (شکل ۱). القای رشد طولی کم شاخه‌های جدید در درختان پیوندی روی پایه M9 در این بررسی با نتایج گزارش شده توسط پژوهشگران دیگر مطابقت دارد(۱۹). همچنین بر اساس نتایج حاصل متوسط قطر تنه درختان پیوندی بر روی پایه M9 در این پژوهش برابر ۱۱/۵۰سانتی‌متر بود که در مقایسه با قطر تنه درختان پیوندی بر روی پایهMM 106 با ۲۲/۴۲ سانتی‌متر حدود ۵۱ درصد کاهش داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که متوسط افزایش قطر تنه درخت در طول سال زراعی در پایهM9 برابر ۴/۴ میلی‌متر بود در حالی‌که پایه MM 106 موجب افزایش قطری ۶/۸ میلی‌متر گردید و بر اساس آزمون دانکن(سطح احتمال ۵ درصد) در کلاس‌های جداگانه‌ای قرار داشتند (شکل ۱). بر اساس گزارش‌ها کنترل میزان رشد و اندازه درختان یکی از مهم‌ترین اثرهای پایه به شمار می‌رود (۱۹). تاثیر معنی‌دار پایه بر میزان رشد قطری درختان در مطالعات دیگر نیز اثبات شده است (۳۲). همچنین معلوم شده است که پایه M9 در مقایسه با پایه MM 106 رشد کمتری به درختان پیوندی القا نموده و ضعیف‌تر است (۱۰، ۲۳، ۲۷ و ۳۲).

نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که پایه‌های مختلف اثر معنی‌داری روی عملکرد رقم پیوندی دارند (۶، ۱۹ و۲۷) به‌عنوان مثال، مطالعات انجام شده در سیب رقم دلبار استیوال پیوند شده بر روی پایه‌های M9 ، MM106 وMM111 نشان داد که بیشترین عملکرد از پایه M9 حاصل می‌گردد (۱۹). ولی در این پژوهش نوع پایه بر عملکرد(عملکرد تک درخت و عملکرد در واحد سطح) درختان آزمایشی تاثیر معنی‌داری نداشت. تحقیقات انجام شده در پاکستان بر روی خواص کمی و کیفی سیب رقم استارکینگ نشان داد که عملکرد و متوسط وزن میوه آن روی پایه MM106 بیشتر از پایه M9 است (۳۱) که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد.

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس، نوع پایه به غیر از میزان اسیدیته(pH) میوه بر هیچ‌کدام از صفات و خصوصیات کیفی مربوط به میوه (میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و میزان سفتی بافت میوه) از نظر آماری تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی درختان سیب

Table2. Analaysis of variance results for qualitative and quantitative traits of apple trees cv. 'Starking'

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares										
		عملکرد تک‌درخت ITY†	عملکرد در هکتار TY	طول شاخه‌های جدید NBL	قطر شاخه‌های جدید NBD	ارتفاع درخت TH	قطر تنه درخت TD	میزان افزایش قطر تنه TDI	مواد جامد محلول میوه TSS	اسیدیته میوه F pH	اسیدیته قابل تیتراسیون میوه FTA	سفتی بافت میوه FTH
تکرار Replication	2	1.09 ns	2.13 ns	2.17 ns	3.39 ns	0.0003 ns	0.17 ns	5.79 **	1.40 ns	0.26 ns	0.05 ns	0.04 ns
پایه (Ro) Rootstock	1	0.13 ns	0.025 ns	430.22 **	1.39 ns	0.003 ns	280.1 **	25.7 **	0.29 ns	0.18 **	0.09 ns	0.03 ns
غلظت محلول‌پاشی Spraying concentration (S)	2	11.62 *	22.78 *	132.67 **	57.72 **	0.015 **	85.5 **	36.5 **	26.14 **	0.56 **	0.02 ns	34.8 **
Ro×S	2	3.76 ns	7.35 ns	9.56 *	0.39 ns	0.0001 ns	2.72 ns	0.51 ns	0.38 ns	0.02 ns	0.01 ns	0.003 ns
خطا Error	10	2.94	5.77	1.90	0.99	0.001	5.97	0.63	1.64	0.01	0.04	0.11
ضریب تغییرات C.V (%)	--	6.03	6.15	5.37	9.57	1.65	5.29	14.20	8.79	2.59	5.61	2.72

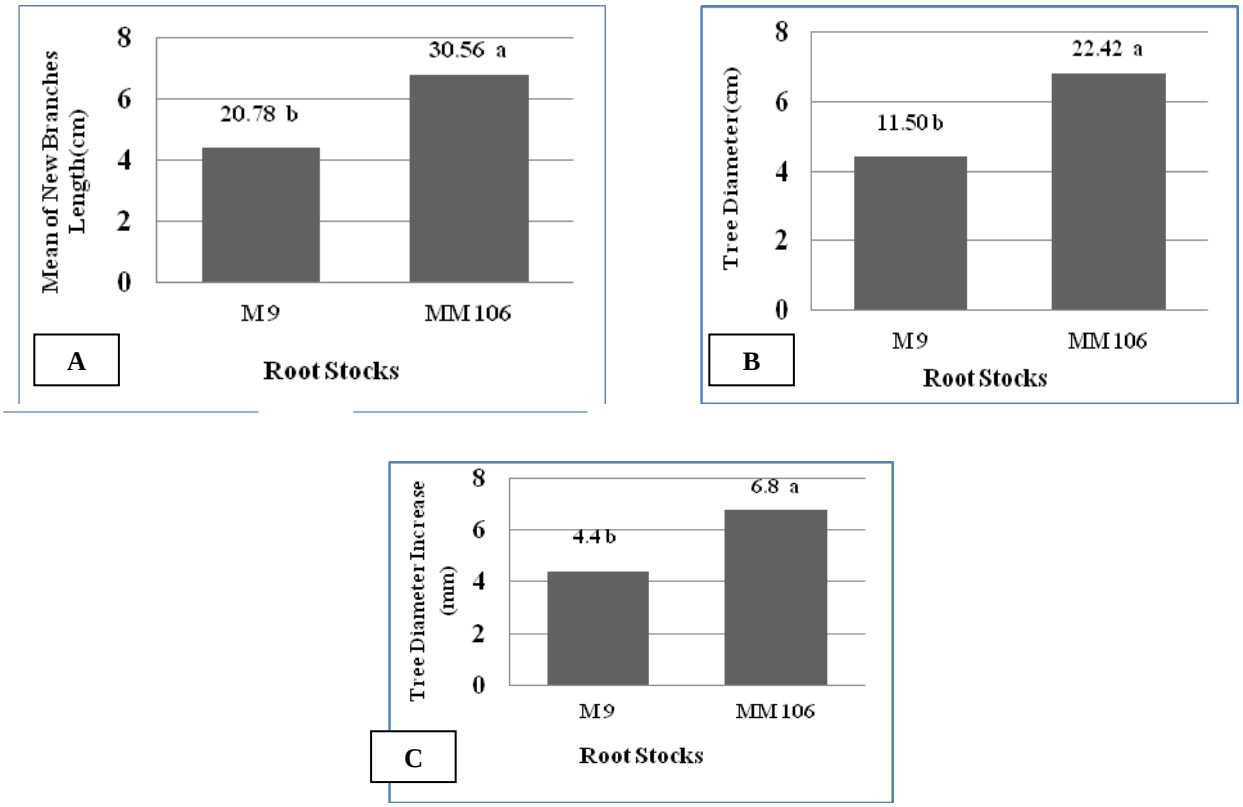
* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد ، ns = عدم وجود اختلاف معنی‌دار

* and ** significantly different in 5% and 1% probability level, respectively and ns= not significant.

† ITY= Individual tree yield, TY= Yield per hectare, NBL= New branches length, NBD= New branches diameter, TH= Tree height, TD= Tree diameter, TDI=Tree diameter increase, TSS= Total soluble solids, F pH= Fruit pH, FTA= Fruit total titrable acidity, FTH= Fruit texture hardiness.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثر پایه بر طول رشد شاخه‌های جدید (A)، قطر تنه درخت (B) و میزان افزایش قطر تنه درخت (C) سیب رقم' استارکینگ'

Figure1. The rootstock effect on new branch length (A), tree diameter (B) and tree diameter increase (C) of apple cv. 'Starking'

برخی گزارش‌ها مبنی بر عدم تاثیر معنی‌دار پایه بر میزان، سفتی بافت و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه وجود دارد (۲۱ و ۲۸) که با نتایج این مطالعه مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار اسیدیته میوه‌های رقم استارکینگ روی پایه M9 برابر ۴/۷ بود که در مقایسه با اسیدیته میوه روی پایه MM 106 (۴/۵) بیشتر بود (نتایج مقایسه میانگین ارایه نشده است). با توجه به این‌که میزان اسیدیته میوه نشانگر ترشی و شیرینی محصول تولیدی است نتایج حاکی از شیرینی بیشتر میوه‌های سیب استارکینگ تولیدی بر روی پایه M9 است.

پژوهشگران معتقدند که اغلب خصوصیات کیفی میوه نظیر سفتی بافت میوه تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده و بسته به نوع رقم متفاوت است. نوع پایه ممکن است بر روی سفتی بافت میوه سیب تأثیرگذار باشد که مقدار آن بسته به نوع رقم پیوندک متفاوت است (۸). متقابلاً گزارش‌هایی مبنی بر تاثیر پایه بر سفتی بافت میوه و میزان مواد جامد محلول در سیب وجود دارد (۵) که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد.

عامل غلظت محلول‌پاشی بر روی تمامی صفات مورد بررسی در این مطالعه به‌غیر از اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش غلظت مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور، صفات و خصوصیات مذکور افزایش می‌یابند. بیشترین عملکرد تک‌درخت (۲۹/۸۰ کیلوگرم)، بیشترین عملکرد در واحد سطح (۴۱/۸ تن در هکتار)، بیشترین مقدار رشد طولی شاخه‌های جدید (۳۰/۷ سانتی‌متر)، بیشترین قطر شاخه (۱/۳۷سانتی‌متر)، بیشترین ارتفاع درخت (۲/۴۰ متر)، بیشترین قطر تنه درخت (۱۹/۷ سانتی‌متر)، بیشترین افزایش قطر تنه(۸/۲ میلی‌متر)، بیشترین مقدار مواد جامد محلول (۱۶/۶ درصد)، بیشترین مقدار اسیدیته میوه (۴/۹) و بیشترین مقدار سفتی بافت میوه (۱۴/۱) متعلق به محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بود (جدول۳).

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت محلول‌پاشی مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور در این بررسی، عملکرد میوه(عملکرد تک‌درخت و عملکرد در واحد سطح) افزایش می‌یابد(جدول ۳). این امر را می‌توان به نقش عناصر نیتروژن، کلسیم و بور در افزایش اندازه سلول‌ها در بافت میوه‌ها ارتباط داد که نهایتاً در افزایش عملکرد موثر بوده است. گزارش‌هائی مبنی بر افزایش وزن میوه با محلول‌پاشی کلسیم و بور وجود دارد (۱۴) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت

www.SID.ir

Archive of SID

داشته و آن را تایید می‌کند. همچنین نتایج تحقیقات دو ساله پژوهشگران نشان داد که محلول‌پاشی جداگانه و یا مخلوط اسید بوریک و کلرید کلسیم سبب افزایش عملکرد و بهبود خواص فیزیکی میوه (وزن، طول، عرض، قطر، نسبت طول بر عرض و سفتی بافت)، و شیمیایی (درصد مواد جامد محلول، اسیدیته کل، مقدار قند و آنتوسیانین میوه) میوه‌های سیب رقم آنا (Anna) پیوندی بر روی پایه بالادی (Balady) می‌گردد. برترین تیمار در بررسی مذکور مخلوط ۰/۱ درصد اسید بوریک و ۰/۴ درصد کلرید کلسیم بود (۱۳) که تا حدودی با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

افزایش غلظت ترکیب کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور در این بررسی سبب افزایش رشد (رشد طولی و قطری شاخه‌های جدید، ارتفاع و قطر تنه درختان) گردید. معلوم شده است که این ترکیبات محرک رشد بوده و سبب افزایش تقسیم سلولی و رشد طولی شاخه‌ها می‌گردند. عنصر نیتروژن به عنوان مهمترین عنصر غذایی در تغذیه درختان میوه مطرح است که علاوه بر تحریک مقدار رشد رویشی سالانه درختان در گلدهی، تشکیل میوه، بهبود عملکرد محصول و رسیدگی میوه‌ها دخالت دارد (۱۶و ۲۷). گزارش شده است که وجود کلسیم و بور به مقدار لازم موجب افزایش فعالیت‌های مرتبط با تقسیم سلولی در گیاهان شده و این امر سبب افزایش و تحریک رشد طولی می‌گردد (۲۲). گزارش‌های زیادی مبنی بر بهبود خصوصیات کیفی و جلوگیری از ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی میوه درختان سیب و گلابی توسط محلول‌پاشی با ترکیبات کلسیم وجود دارد (۲۰). گزارش شده است که سه یا چهار بار محلول‌پاشی سالانه با کلرید کلسیم به غلظت ۴/۷۹ تا ۳/۶۰ گرم در هر لیتر آب، سبب افزایش ده درصدی غلظت کلسیم میوه‌های درختان دلیشس و گلدن دلیشس می‌گردد. نتایج مشابهی نیز در درختان گلابی رقم آنجو تحت تاثیر محلول‌پاشی کلرید کلسیم با غلظت ۲/۳۸ گرم در لیتر گزارش گردیده است (۲۴). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که کاربرد مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور موجب بهبود برخی صفات کیفی میوه نظیر اسیدیته، میزان مواد جامد محلول و سفتی بافت میوه نسبت به عدم کاربرد آن (تیمار شاهد) می‌گردد (جدول ۳).

بررسی نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت ترکیب کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور میزان سفتی بافت میوه افزایش یافت به طوری‌که حداقل میزان این صفت در تیمار شاهد(محلول‌پاشی با آب خالص) و برابر ۹/۳۰ بوده و حداکثر آن (۱۴/۱۰) متعلق به تیمار ۵ در هزار ترکیب بود که حدود ۵۲ درصد افزایش داشت. علت افزایش سفتی میوه در تیمارهای ۳ و ۵ در هزار که حاوی کلرید کلسیم بودند را می‌توان به خاصیت جفت کنندگی پکتین‌ها توسط عنصر کلسیم نسبت داد که در نهایت این امر باعث استحکام بافت میوه می‌شود. نتایج پژوهش‌های متعددی نشان داده است که سفتی بافت میوه سیب تحت تاثیر محلول پاشی عنصر کلسیم بهبود قابل ملاحظه‌ای دارد. گزارش شده است که افزایش سفتی بافت میوه می‌تواند ناشی از افزایش میزان پکتات‌ها باشد که با کاربرد کلسیم افزایش می‌یابند. کلسیم باعث جفت شدن پکتین‌ها در دیواره سلولی و تشکیل پل‌های کاتیونی بین اسید پکتیک و یا بین اسید پکتیک و سایر پلی ساکاریدهای اسیدی موجود در میوه می‌گردد و این پل‌ها، موجب جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های پکتولیتیک می‌گردند. در نهایت این فرآیند موجب استحکام و مقاومت بیشتر بافت میوه در برابر عوامل مخرّب آن می‌شود (۲۰ و ۳۳).

با توجه به این‌که در اغلب گزارش‌ها برای محلول‌پاشی با کلرور کلسیم و بهبود کیفیت انبارمانی میوه‌های سیب اولین مرحله محلول‌پاشی چهار هفته بعد از مرحله تمام گل و استفاده از غاظت ۵ در هزار و ۴ نوبت محلول‌پاشی توصیه شده است (۱۷و۲۷) ولی نتایج این پژوهش موید این امر بود که ۳ نوبت محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار مخلوط مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور موجب بهبود برخی صفات کیفی میوه (اسیدیته، میزان مواد جامد محلول و سفتی بافت) می‌گردد. یعنی می‌توان ضمن کاهش تعداد محلول‌پاشی و صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های تولید به این هدف دست یافت.

نتایج برخی مطالعات حاکی از بی تأثیر بودن محلول پاشی کلرور کلسیم بر درصد مواد جامد قابل حل و pH میوه است (۲۵ و ۳۴) که با یافته‌های این پژوهش مغایرت دارد. ولی در برخی درختان میوه دیگر گزارش شده است که محلول‌پاشی با کلرید کلسیم موجب افزایش میزان مواد جامد محلول میوه می‌گردد (۹، ۱۲ و ۳۵) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند. به نظر می‌رسد دلیل افزایش مواد جامد محلول در میوه‌ها به علت وجود ترکیبات بور و کلسیم در ترکیب به کار رفته در این پژوهش باشد. حسن و همکاران (۱۱) نیز تاثیر ترکیبات مذکور در افزایش میزان مواد جامد محلول نسبت به شاهد را در آلو معنی‌دار گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. نتایج مطالعات دو ساله در مصر نیز حاکی از تاثیر مثبت مصرف مخلوط اسید بوریک و کلرید کلسیم بر افزایش مقدار مواد جامد محلول میوه‌های سیب رقم آنا بود (۱۳) که با نتایج این بررسی مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند. متقابلاً در برخی تحقیقات گزارش شده است که محلول‌پاشی با نیترات کلسیم موجب تاثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول میوه‌های سیب نمی‌گردد (۲۹).

هرچند گزارش‌هایی مبنی بر افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های سیب در اثر تیمار با ترکیبات کلسیم وجود دارد (۲۰) ولی بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد ترکیب کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های سیب رقم استارکینگ تاثیری نداشت (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

گزارشات مشابهی مبنی بر عدم تاثیر محلول‌پاشی در مرحله قبل از برداشت با کلرید کلسیم بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در سایر میوه‌ها وجود دارد(۹، ۱۲ و ۳۵). نتایج پژوهش انجام یافته بر روی سیب رقم رداسپار در منطقه مشهد نشان داد که تیمار توام اسید بوریک و ساکارز سبب افزایش معنی‌داری در برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی میوه مانند سفتی میوه، pH، نسبت مواد جامد محلول بر اسید، ضخامت، حجم و میانگین قطر هندسی میوه نسبت به تیمار شاهد(بدون محلول‌پاشی) می‌گردد(۴) که در برخی موارد با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که اثر متقابل پایه×غلظت محلول‌پاشی فقط بر میزان رشد طولی شاخه‌های سال جاری معنی‌دار بود (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار رشد طولی شاخه‌های سال (۳۷ سانتی متر) متعلق به تیمار با غلظت ۵ در هزار مخلوط و در پایه MM106 بود که در مقایسات به روش دانکن (سطح احتمال ۵ درصد) در رتبه اول جای داشت. کمترین مقدار رشد طولی شاخه‌های سال (۱۷ سانتی متر) متعلق به تیمار غلظت صفر مخلوط و پایه M9 بود که در مقایسات به روش دانکن در پایین‌ترین رده آماری قرار داشت (شکل ۲). با توجه به این نکته که همواره پایه M9 نسبت به پایه MM106 رشد رویشی کمتری به پیوندک القا می‌نماید این یافته نیز نشان می‌دهد که به طور کلی مقدار رشد رویشی سالانه رقم استارکینگ بر روی پایه M9 کمتر بوده است (شکل ۲).

اطلاعات مندرج در شکل ۲ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت ماده مورد استفاده برای محلول‌پاشی در هر دو پایه بر مقدار رشد رویشی طولی شاخه‌های جدید نیز افزوده شد. به نظر می‌رسد اثرهای تحریکی کلسیم، بور و نیتروژن بر افزایش فعالیت‌های مرتبط با تقسیم سلولی در گیاهان سبب افزایش رشد طولی شاخه‌ها در اثر تیمار با ماده شیمیایی (مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور) در این بررسی گردید که با گزارشات سایر پژوهشگران مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند (۲۲).

جمع‌بندی نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که محلول‌پاشی مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور با غلظت ۵ در هزار موجب بهبود خواص کمی و کیفی سیب رقم استارکینگ بروی پایه‌های M9 و MM106 می‌گردد.

جدول ۳- اثر غلظت محلول‌پاشی با مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بر صفات و خصوصیات مورد مطالعه در سیب رقم 'استارکینگ'

Table3. Spraying with calcium chloride, calcium nitrate and bore mixture concentration effect on studied traits of apple cv. 'Starking'

غلظت محلول‌پاشی Spraying Concentration (ppm)	صفت Trait									
	عملکرد تک‌درخت ITY (Kg) †	عملکرد در هکتار TY (t/ha)	طول شاخه‌های جدید NBL (cm)	قطر شاخه‌های جدید NBD (cm)	ارتفاع درخت TH (m)	قطر تنه درخت TD (cm)	میزان افزایش قطر تنه TDI (mm)	درصد مواد جامد محلول میوه TSS (%)	اسیدیته میوه F pH	سفتی بافت میوه FTH
0	27.10 b*	37.90 b	21.3 b	0.75 b	2.14 ab	12.20 b	3.3 c	12.40 c	4.32 b	9.30 c
3000	28.50 ab	39.90 ab	25.0 b	1.0 b	2.21 a	16.70 a	5.3 b	14.70 b	4.450 b	12.32 b
5000	29.80 a	41.18 a	30.7 a	1.37 a	2.40 a	19.70 a	8.2 a	16.60 a	4.90 a	14.10 a
LSD 5%	2.20	3.09	5.60	3.30	0.04	3.14	1.02	0.65	0.15	0.42

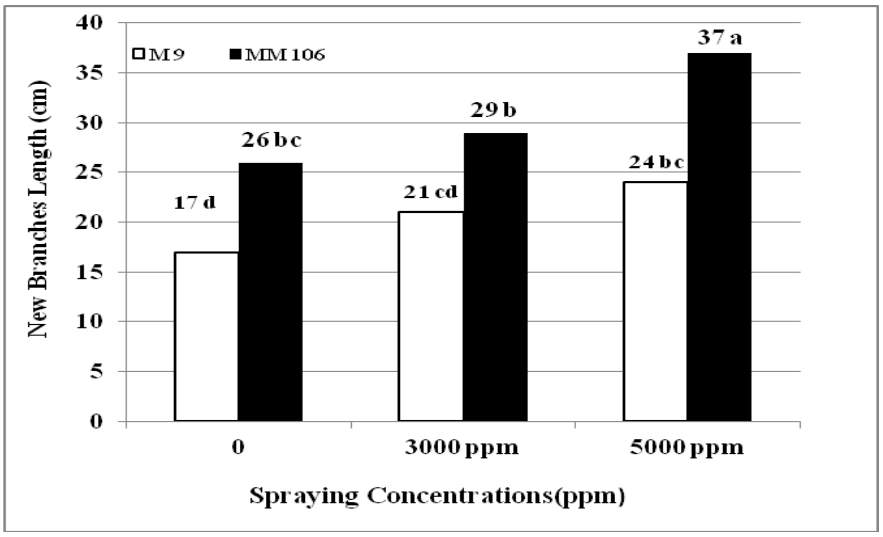
* میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letters in each column are not significantly differences based on Duncan Multiple Range Test at 5% probability level.

† ITY= Individual tree yield, TY= Yield per hectare, NBL= New branches length, NBD= New branches diameter, TH= Tree height, TD= Tree diameter, TDI=Tree diameter increase, TSS= Total soluble solids, F pH= Fruit pH, FTH= Fruit texture hardiness.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل پایه× غلظت محلول‌پاشی بر طول رشد شاخه‌های جدید درختان سیب رقم' استارکینگ'

Figure2. Mean comparison of rootstock × spraying concentration interaction effect on tress new branches length apple cv. 'Starking'

منابع

1- Anonymous.2012.Statistical information of agricultural crops production in Iran. Department of Statistics. Ministry of Jihad-e-Keshavarzi, Vol 3. pp: 138. (In Persian).
2- Arshad M., Grigorian V., Nazemyyeh A., Mostofi Y., and Khalighi, A.1996. Investigation on effects of spraying nitrogen and boron on fruit qualitative and quantitative characteristics and bearing of *Vitis vinifera* L.Soltani. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 7(2): 123-134. (In Persian).
3- Asgharzade A., and Babaeian M.2012. Foliar application of calcium borate and micronutrients effects on some characters of apple fruits in Shirvan region. Annals of Biological Research, 3 (1):527-533.
4- Atashi S.2011. Effects of boron and sacarose spraying on qualitative and quantitative characteristics of Red Spur apple cultivar. M.Sc. thesis. University of Ghorghan Agricultural science and natural resources, pp: 110. (In Persian).
5- Barden JA., and Michel EM.1992. Maturity and quality of golden delicious apple as influence by rootstocks. Journal of American Society of Horticultural Science, 117(4): 457- 550.
6- Demuth B., and Sundrud O.2012. Determination of calcium, magnesium, and potassium in various apple samples using ICP-AES. Journal of Analytical Chemistry, 3: 19-23.
7- Dilmaghani Hassanloui MR., Taheri M., and Malakouti MJ.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(20):71-84.
8- Farahi H., Aboutalebi AH., Panahi Kordlaghari Kh.2008. Study on the changes of post harvest red and golden delicious apple flesh firmness in relation with rootstock, cultivar and calcium chloride treatments. Pajouhesh and Sazandegi, 78:74-79. (In Persian).
9- Ghani MAA., Awang Y., and Sijam K.2010. Disease occurrence and fruit quality of pre-harvest calcium treated red flesh dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). African Journal of Biotechnology, 10(9): 1550-1558.
10- GrigorianV.2002. Graft physiology and methods of grafting. Morvarid Publication. pp: 351. (In Persian).
11- Hassan HSA., Sarrwy SMA, and Mostafa EMA. 2010. Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micro-nutrients, and giberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of "Hollywood" plum trees. Agriculture and Biology Journal of North America: 638-643.
12- Khalaj K., Ahmadi N., and Souri MK.2015. Effect of calcium and boron foliar application on fruit quality in Asian pear cultivar 'KS10'. Journal of Crop Production and Processing, 4 (14):89-97.
13- Khalifa RKhM., Hafez MO., and Abd El Khair H. 2009. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. World Journal of Agricultural Sciences, 5(2):237-249.
14- Khoshgalb H.2008. The effects of calcium, zinc and boron on the chemical composition of fruits postharvest shelf life and reduce symptoms of internal browning of fruits of two varieties of Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) in

www.SID.ir

Archive of SID

Tehran climate. PHD. Tnesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University Iran. (In Persian).
15- Malakoti MJ., and Tabatabaei SJ. 2001. Innovative Approaches to Balanced Nutrition of Fruit Tree. Sana Publications, Tehran, Iran. 654 pp. (In Persian).
16- Malakouti M J., Shahabi AA., Golchin A., Bybordi A., and Keshavarz P.2000. Recognizing nutritional inadequacies in apple trees and providing practical solutions to improve its yield and quality. Iranian Journal of Soil and Water Science (Special issue: Horticulture), 12(8):1-9. (In Persian).
17- Malakouti M J., Tabatabai SJ., 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 (9):1451 - 1456.
18- Marini RP., Barden JA., Cline JA., Perry RL., and Robinson T. 2002. Effect of apple rootstocks on average Gala fruit weight at four locations after adjusting for crop load. Journal of American Society of Horticultural Science, 127: 749-753.
19- Moharrami R., Rabiei V., Amiri ME., and Azimi MR.2010. Rootstock effects on some characteristics of apple cv. Delbarstival. Seed and Plant Improvement Journal, 27(3): 323-337. (In Persian).
20- Naradisorn M.2013. Effect of calcium nutrition on fruit quality and postharvest diseases. International Journal of Science Innovations and Discoveries, 3 (1):8-13.
21- Naseri L., Babalarm M., Askari, MA., and Talaei A.R.2001. Effects of foliar sprays of some micronutrients and cold storage on fruit quality of Golden Delicious apple. Iranian Journal of Agricultural Science, 32(3):591-597.(In Persian).
22- Rab A., and Ul-Haq I.2012. Foliar application of calcium chloride and borax influences plant growth, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. Turkish Journal of Agriculture, 36:695-701.
23- Radnia, H.1996. Rootstocks for fruit crops. Nashre Amoozesh Keshavarzi Publication. pp: 637. (In Persian).
24- Raese JT., and Drake SR.1993. Effects of preharvest calcium sprays on apple and pear quality. Journal of Plant Nutrition, 16:1807-1819.
25- Raese JT., Drake SR. and Staiff DC. 1999. Calcium sprays, time of harvest and duration in cold storage affects fruit quality of d'Anjou pears in a critical year. Journal of Plant Nutrition, 22 (12):1921 - 1929.
26- Rasolzadeghan Y.1990. Temperate-zone pomology (translated). Isfehan University Publication. (In Persian).
27- Sadeghzadeh Ahari D.2009. Collection of pomology knowledge. Vol 1. Pome fruits. Shahrab and Ayandeh sazan publication. pp: 122. (In Persian).
28- Shaeri M., Rabiei V., and Taheri M.2014.Rootstock and cultivar effects on mineral elements uptake efficiency and some quantitative and qualitative characteristics of apple cvs. Golden Delicious, Fuji and Delbarestival. Seed and Plant Production Journal, 30(4): 357-373. (In Persian).
29- Swiatkiewicz ID., Błaszczyk J.2009. Effect of calcium nitrate spraying on mineral contents and storability of 'Elise' apples. Polish Journal of Environmental Studies, 18(5):971-976.
30- Talaei AR. 1998. Physiology of temperate zone fruit trees. Tehran University Publications. Tehran, Iran. 423 pp.(In Persian).
31- Tareen MJ., Tareen AQ., Kamal JA., and Siddiqui BN.2003.Influence of MM-106 and M-9 root stocks on Star king Delicious apple. International Journal of Agriculture and Biology, 5(3): 339-340.
32- Tworkoski T., and Miller S.2007. Rootstock effect on growth of apple scions with different growth habits. Scientia Horticulturae, 111:335-343.
33- Veltman RH., Sanders MG., Persijn ST., Peppelenbos HW and Oosterhaven J.1999. Decreased ascorbic acid levels and brown core development in pears (*Pyrus communis* cv. 'Conference'). Physiologia Plantarum, 107: 39-45.
34- Wojcik P. 2001. Jonagold apple fruit quality as influenced by fall sprays with calcium chloride at high rates. Journal of Plant Nutrition, 24 (12):1925-1936.
35- Wojcik P., and Lewandowski M. 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of 'Elsanta' strawberry. Journal of Plant Nutrition, 26: 671-682.
36- Yamane T.2014. Foliar calcium applications for controlling fruit disorders and storage life in deciduous fruit trees. Japan International Research Center for Agricultural Sciences, 48 (1):29 – 33.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 195-205
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۰۵-۱۹۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effect of Rootstock and Foliar Application of Calcium chloride, Calcium nitrate and Boron Mixture on some Qualitative and Quantitative Traits of "Starking" Apple Cultivar

N.Yaghubi Akram[1]- A. Imani[2]- D. Saedghzadeh Ahari[3]*

Received: 01-06-2016
Accepted: 30-06-2019

Introduction: Apple tree is one of the widely grown fruit crops in Iran. Apple is not only consumed as fresh fruit in Iran but also it is one of the most important export products in country. Iran has a good ranking among the first world ten apple producing countries and it annual production is about three million tons. Although Iran has acceptable ranking in the case of apple production in the world, but its mean yield is about 13 tons per hectare. Unsuited nourishing and unbalancing of the nutrients in the soils is one of the reasons for reducing of apple yields in most parts of Iran.

Calcium (Ca) is one of the plant nutrients that most closely related to improvement of fruit quality and increasing of fruits shelf life. Calcium mobilization from leaf to fruit is controlling by transpiration of plant. With growing of fruits, calcium deficiency will be increase especially in high temperature and drought condition because of dilution effect.

Calcium ions bind tightly to the pectins in the cell walls and produce cationic bridges between pectic acids, or between pectic acids and other acidic polysaccharides. These bridges make the cell walls less accessible to the action of pectolytic enzymes.

It is suggested that addition of calcium to fruit can either enhance resistance of fruit to postharvest pathogens or reduce susceptibility to postharvest diseases and disorders.

Calcium chloride ($Ca\ Cl_2$) and calcium nitrate [$Ca\ (NO_3)_2$] are commonly used for foliar sprays. Application of calcium chloride has been reported to control fruit disorders and improve fruit quality of apples and pears. Calcium chloride solution by immersion did not significantly differ from the untreated control in pH, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TA).

Boron is an essential micronutrient required for optimal yield and quality of apple fruit. Its availability to plants decreases with increasing of soil pH and under drought condition. Boron deficiencies may reduce Ca movement in a tree. Boron plays a significant role in pollination success and it plays a role in the trees ability to translocation of Ca from the roots to other parts of the tree. Foliar application of boron is preferred over soil application because of the very narrow range from deficient to toxic levels. Efficiency of calcium and boron increases plant height by increasing mitotic activity in the terminal meristems.

Dwarfing rootstocks have been used in most parts of the world. They have more differences in adaptability with different soils and agro-climatologically conditions. Recently using from East Maling 9 (M9) and Maling Merton 106 (MM106) has been extended in Iranian apple gardens.

Regarding to the difficulties of apple growing gardens in Iran that due to appearing serious difficulties in nutrients absorption by plants and importance of improvement of qualitative and quantitative apple production on the other hand, this study carried out.

Materials and Methods: The research study was conducted at the Khorramdarreh region located in $36^{\circ}.13^{'}$ eastern longitude and $49^{\circ}.12^{'}$ northern altitude and 1560 meter above the free seas levels, during spring and summer 2014 to determine the influence of foliar calcium chloride + calcium nitrate and boron mixture application on growth and yield performance of Star King apple cultivar grafted on M 9 and MM 106 rootstocks. Trees were nine years old. The experiment was laid out in factorial based on randomized complete blocks design with 3 replications. Factor A was rootstock in two level(M 9 and MM 106) and factor B was foliar spraying of calcium chloride + calcium nitrate and boron mixture with three levels(0, 3000 and 5000 ppm).

Mixture of calcium chloride, calcium nitrate and borax (3000 and 5000 ppm), were applied as foliar spray in four times with 22 days interval started from 28 of June (after June drop). A back-held spray pump was used for

1 - Former MSc. Student, Department of Horticultural Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
2 - Associate Professor, Horticultural Sciences Research Institute, AREEO, Karaj, Iran
3 - Associate Professor, Dryland Agricultural Research Institute, AREEO, Maragheh, Iran
(* Corresponding Author Email: dsadeghzade@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

foliar application of the chemicals. After spraying two branches were selected at two eastern and western directions with 80-100 centimeter length and 1-1.5 centimeter diameter for noting the growing related traits such as length and diameter of new branches also the tress height and diameter were noted. After ripening of the fruits, ten randomly selected fruit were picked around the tree canopy from each treatment and in laboratory some qualitative characteristics such as pH, titrable acid and total soluble solids of them were tested.

The data were analyzed using MSTAT-C software and treatment means were separated by the Duncans Multiple Range Test (DMRT) at a 0.05% level of significance.

Results and Discussion: Results showed that effect of rootstock factor was significant on length of new branches, tree diameter, annual increasing of tree diameter and fruit pH. The highest length of new branches (30.56 cm) belonged to MM 106 rootstock that 47% increased comparing with M9 new branches length. The lowest tree diameter was 11.50 cm and belonged to M 9 rootstock that decreased about 51% comparing with MM 106 rootstock. The highest annual increasing of tree diameter (6.8 mm) belonged to MM 106. The maximum fruit pH (4.7) belonged to M9 rootstock that had significantly differences with fruit pH in MM 106(4.5).Concentration factor had significantly effect on individual tree fruit yield, yields per hectare, length and diameter of new branches, trees height and diameter, annual increasing of tree diameter, fruit total soluble solid, fruit juice and fruits texture hardiness. Interaction effect of rootstock × concentration was significant only on length of new branches. With increasing of solution mixture (calcium chloride + calcium nitrate and boron) concentration, growing of new branches (in length and diameter), trees height and diameter were increased.

Conclusion: It can be concluded from these results that three time foliar application of calcium chloride + calcium nitrate and boron mixture on Star King apple cultivar grafted on M 9 and MM 106, results in a significant increase in tree and fruit qualitative and quantitative production. According to the results of study spraying of Star King apple cultivar with 5000 ppm concentration of calcium chloride + calcium nitrate and boron mixture, recommended in Khorramdarreh region.

Keywords: Fruit pH, Fruit texture hardiness, Individual tree yield, New branches growth, Total soluble solids

www.SID.ir