علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴ (ص ۶۰۰-۵۹۱)

بررسی امکان کاهش پفی‌شدن میوهٔ نارنگی انشو (*Citrus unshiu*) در شرق مازندران

نگین اخلاقی امیری[1*] و علی اسدی کنگرشاهی[2]
۱. استادیار بخش تحقیقات گیاهان زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری
۲. استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۶/۱۳)

چکیده

پفی‌شدن یک ناهنجاری فیزیولوژیکی در برخی ارقام مرکبات است که سبب جداشدن پوست از گوشت، کاهش بازارپسندی، افزایش خسارت‌های پوست و کاهش خاصیت انباری میوه می‌شود. به‌منظور امکان کاهش این ناهنجاری، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار: ۱. شاهد؛ ۲. مونو آمونیم فسفات؛ ۳. کلرور کلسیم؛ ۴. نیترات پتاسیم؛ ۵. مونو آمونیم فسفات + نیترات پتاسیم؛ ۶. GA_3؛ ۷. 2,4-D؛ ۸. مونو آمونیم فسفات + GA_3؛ ۹. نیترات پتاسیم + 2,4-D؛ ۱۰. نیترات پتاسیم + GA_3 و ۱۱. 2,4-D+GA_3 و ۴ تکرار با درختان بالغ نارنگی انشو با پایهٔ نارنج انجام شد. نتایج نشان داد که همهٔ تیمارها سبب افزایش جرم حجمی پوست میوه نسبت به شاهد شدند. بهترین تیمارها در افزایش جرم حجمی پوست، تیمارهای ترکیبی GA_3 یعنی تیمارهای ۸، ۱۰ و ۱۱ و تیمار تغذیه‌ای مونو آمونیم فسفات بودند که این تیمار بالاترین اندازهٔ میوه را نیز تولید کرد. هرچه اندازه و وزن میوه‌ها بیشتر بود، تعداد میوه‌های با پوست پفی‌شده نیز بیشتر بود. غلظت مس در برگ، همبستگی مثبت و غلظت فسفر، همبستگی منفی و معناداری با عارضهٔ پفی‌شدن نشان داد. بنابراین، با توجه به نتایج این آزمایش، توصیه می‌شود در زمان تغییر رنگ میوه از محلول‌پاشی کودهای فسفره استفاده شود؛ در مقابل، استفاده از سموم با ترکیبات مسی تا حد امکان کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: تنظیم‌کننده‌های رشد، عناصر غذایی، میوهٔ مرکبات، ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی.

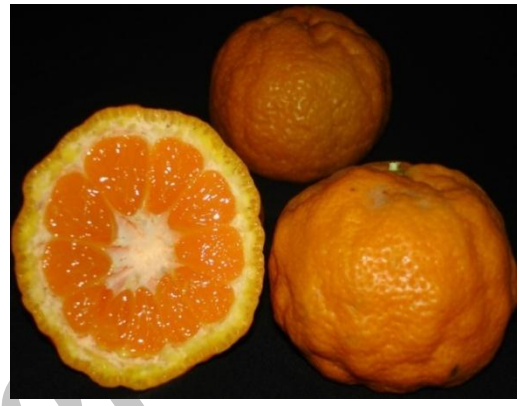
مقدمه

یکی از علل مهم پایین‌بودن عملکرد متوسط مرکبات ایران در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته، بالابودن میزان ضایعات در مراحل مختلف، به‌خصوص در زمان برداشت و بعد از برداشت است (Shah Beig, 1997). میزان شایان توجهی از این ضایعات، به ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی اختصاص دارد. بیشتر این ناهنجاری‌ها یا بر اثر شرایط نامطلوب مدیریتی یا عوامل نامساعد محیطی ایجاد می‌شوند و با اصلاح روش‌های مدیریتی ازجمله تغذیه، آبیاری و هرس می‌توان آنها را کنترل کرد یا میزانشان را کاهش داد. میوهٔ نارنگی، بسیار مستعد آسیب‌های پوستی در زمان برداشت است. اغلب این آسیب‌ها مانند پاره‌شدن پوست (Plugging) یا پفی‌شدن پوست (Puffing) در نارنگی‌های بالغ اتفاق می‌افتد (Kuraoka *et al.*, 1966). نارنگی انشو (*Citrus unshiu*) به‌دلیل بازارپسندی مناسب، مقاومت به سرما و وجود انواع ارقام زودرس، میان‌رس و دیررس، بیشترین سطح زیر کشت را در مازندران (به‌ویژه در شرق آن) به خود اختصاص داده است. در سال‌های اخیر، پفی‌شدن پوست میوهٔ نارنگی در اغلب

* تلفن: ۰۹۱۱۳۱۳۰۰۲۶
E-mail: neginakhlaghi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

باغ‌های انشو، مشکل‌ساز شده است (شکل ۱). این ناهنجاری، سبب افزایش دیگر آسیب‌های پوستی ازجمله، پاره‌شدن پوست در زمان برداشت (Plugging) می‌شود. پفی‌شدن، با جداکردن پوست خارجی و پوست میانی از گوشت میوه، علاوه بر کاهش بازارپسندی و کیفیت میوه، موجب پایین‌آمدن خاصیت بسته‌بندی و انبارداری میوه می‌شود که خسارت زیادی برای باغ‌دار دارد.



شکل ۱. عارضهٔ پفی‌شدن در نارنگی انشو

پفی‌شدن یک ناهنجاری فیزیولوژیک است که در آن تخریب عمیق‌ترین لایه‌های سلولی بافت آلبدو (بافت سفید و اسفنجی پوست) و ایجاد حفره‌هایی از هوا، موجب جداشدن پوست از گوشت می‌شود. توسعهٔ این حفره‌ها سبب ترک‌خوردن و پایین‌آمدن مقاومت آلبدوی میوه‌های بالغ می‌شود (Kuraoka, 1962). بعد از کامل‌شدن رشد گوشت، وقتی پوست به رشد خود ادامه دهد علائم ناهنجاری افزایش می‌یابد (Garcia-Luis *et al*., 1985). ادامهٔ رشد پوست بعد از پایان رشد گوشت، در تعدادی از نارنگی‌ها مثل نارنگی انشو (Kuraoka, 1962) و کلمانتین Oroval (Agusti, 2002) امری معمول است. درواقع پفی‌شدن، مرتبط با تنظیم تبادلات آب از طریق پوست است. بر این اساس، مقادیر بالای رطوبت نسبی همراه با دمای زیاد در زمان شکستن رنگ، ظهور و شدت پفی‌شدن را به‌ویژه بعد از یک دورهٔ خشکی، افزایش می‌دهد (Kawase & Hirai, 1983).

گزارش‌ها نشان داده است که مقادیر بالای کود، سبب افزایش ضخامت پوست همراه با افزایش زبری بافت پوست در نارنگی تمپل شد (Jackson & Futch, 2003). کوددهی بیش از حد درختان با کودهای نیتروژنه در پاییز، میوه‌ها را به پفی‌شدن حساس می‌کند. مشاهده شده است که میزان قند پوست، طی پفی‌شدن افزایش می‌یابد. همچنین استفاده از اتفن به‌منظور رنگ‌گیری میوه، علاوه بر افزایش وزن خشک و تر پوست، پفی‌شدن پوست را هم تا حدودی افزایش می‌دهد (Kawase & Hirai, 1983). محلول‌پاشی مونو آمونیم فسفات و مونو پتاسیم فسفات، ۴ـ ۶ هفته بعد از تمام‌گل، اسیدیتهٔ عصاره را کاهش و بافت پوست میوهٔ نارنگی تانگور و پرتقال‌های والنسیا و شموتی را بهبود داد (Mudau *et al*., 2005). محلول‌پاشی کلرور کلسیم و نیترات پتاسیم، سبب افزایش ضخامت پوست و بالابردن ماندگاری میوه شد (Gill *et al*., 2005). همچنین محلول‌پاشی قبل از برداشت نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم، میزان مواد معدنی پوست میوه را در زمان برداشت، افزایش و ناهنجاری‌های پوست را به‌طور معناداری کاهش داد (El-hilali *et al*., 2003). مقدار بهینهٔ پتاسیم پوست، در خصوصیات ظاهری میوه بسیار اهمیت دارد. کمبود پتاسیم سبب تولید میوه‌های کوچک و غیر بازارپسند و پوست نازک می‌شود. افزایش میزان پتاسیم، سبب کاهش چین‌خوردگی پوست (Creasing) و شکاف‌خوردگی پوست (Splitting) میوهٔ پرتقال هاملین شده است (Lester *et al*., 2010; Morgan *et al*., 2005).

کاربرد 2,4-DP در شروع مرحلهٔ طویل‌شدن سلول، سبب افزایش اندازهٔ میوه و کاهش میزان پفی‌شدن آن شد (Agusti *et al*., 1994). محلول‌پاشی 2,4-D به‌تنهایی یا به همراه NPK بعد از دورهٔ ریزش فیزیولوژیک میوه، سبب کاهش شکاف‌خوردن پوست میوه و افزایش زبری پوست میوهٔ نارنگی کلمانتین ماریسول شد (Jacobus, 2013). افزایش اندازهٔ میوه در پرتقال‌های شموتی و والنسیا (Erner *et al*., 1993) و کاهش شکاف‌خوردن میوه در نارنگی نوا (Greenberg *et al*., 2006) با افزودن پتاسیم به اکسین، اثر اکسین را افزایش داد. نتایج برخی پژوهش‌های دیگر نشان داده است که مصرف ۱۰ میلی‌گرم در لیتر GA_3، قبل از شروع تغییر رنگ میوه، سبب کاهش معنادار

Archive of SID

www.SID.ir

پفی‌شدن در نارنگی انشو شد (Kuraoka *et al*., 1966). تیمار GA_3 مانع رشد دیرهنگام پوست شد و تراکم آلبدو را افزایش داد (Garcia-Luis *et al*., 1985). پفی‌شدن پوست میوه در نارنگی انشو با مصرف ترکیبی از GA_3 و نیترات آمونیم، ۳۰ روز قبل از شکستن رنگ میوه، از ۵۶ درصد در شاهد به ۱۸ درصد کاهش یافت (Agusti, 2002). کاربرد ۲۵ میلی‌گرم در لیتر GA_3 به درختان نارنگی Sunburst در فلوریدا قبل از تغییر رنگ میوه، تغییر رنگ پوست را به تأخیر انداخت و از پفی‌شدن پوست جلوگیری کرد. ضخیم‌شدن پوست و وزن پوست در میوه‌های تیمارشده با GA_3 کاهش یافت. کاربرد GA_3، شدت پاره‌شدن پوست را کاهش داد درحالی‌که، هیچ اثر معناداری بر کیفیت داخلی میوه نداشت. در شرایط گرمسیری، کاربرد GA_3 به نارنگی‌ها، رشد پوست و جداشدن آن از گوشت را کاهش داد. همچنین، سبب کاهش کنده‌شدن پوست در زمان برداشت و کم‌شدن ضایعات بعد از برداشت شد. به‌هرحال، تأثیرات محلول‌پاشی GA_3 بر پفی‌شدن پوست نارنگی، همبستگی بالایی با تأخیر از دست دادن کلروفیل داشته است و در مواردی که هدف تولیدکننده، برداشت زودهنگام است استفاده از آن کاربردی نیست (Pozo *et al*., 2000). هر اندازه محلول‌پاشی جیبرلین زودتر انجام شود اثر کمتری بر تأخیر در تغییر رنگ میوه خواهد گذاشت. به‌طوری‌که محلول‌پاشی زودهنگام، تغییر رنگ را از ۲ تا ۳ هفته تأخیر، به صفر تا ۵ روز کاهش داد. تأخیر در رنگ‌پذیری، به زمان محلول‌پاشی، رقم، غلظت استفاده‌شده، منطقه و شرایط فصلی نیز بستگی دارد. همچنین محلول‌پاشی زودتر، مدیریت صحیح باغ و سلامت درختان، اثر جیبرلین را بیشتر می‌کند. تا سه مرتبه محلول‌پاشی کلسیم به همراه تیمار جیبرلین برای اجتناب از شکستن آلبدو مؤثر واقع شد (Morris, 2006). گزارش شده است که تیمار با GA_3 در نارنگی کلمانتین در دههٔ اول مهر، سبب سفتی میوه و تأخیر در پیری آن شد (Rastgar & Rahemi, 2007). همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی با GA_3 در زمان تغییر رنگ میوه، سبب افزایش میزان عصارهٔ میوهٔ هاملین در زمان برداشت شد (Davies *et al*., 1999). ثابت شده است که افزایش میزان عصاره، به‌دلیل افزایش نسبت گوشت به پوست در میوهٔ پرتقال تیمارشده با GA_3 است (Fidelibus *et al*., 2002). گزارش شده است که یک رابطهٔ مستقیم بین اندازهٔ میوه با پفی‌شدن پوست نارنگی انشو وجود دارد. میزان پوسیدگی میوه‌های با پوست پفی، بیشتر از میوه‌های با پوست طبیعی بود. نه‌تنها پفی‌شدن پوست میوه بلکه پوسیدگی آن نیز با کاربرد کود کلسیمی کاهش یافت و پیشنهاد شد که می‌توان میزان پوسیدگی در انبار را با کاهش پفی‌شدن پوست، تنزل داد. همچنین نتیجه‌گیری شد که میوه‌های کوچک و متوسط (با قطر کمتر از ۵۵ میلی‌متر) و درشت (با قطر ۵۵ تا ۶۵ میلی‌متر) را می‌توان برای مدت طولانی‌تری روی درخت نگهداری کرد. میوه‌های درشت را می‌توان با تأخیر برداشت کرد ولی بایستی بلافاصله بعد از برداشت به بازار عرضه شوند. درحالی‌که میوه‌های متوسط و کوچک را می‌توان تا مدت ۴۰ روز انبار کرد. در مقابل، میوه‌های خیلی درشت با قطر بیش از ۶۶ میلی‌متر، بایستی برداشت زودهنگام شوند و بدون نگهداری در انبار، به بازار تازه‌خوری عرضه شوند (Shi *et al*., 2008). هدف از اجرای این آزمایش، بررسی راه‌کارهای عملی به‌منظور کنترل یا کاهش ناهنجاری پفی‌شدن نارنگی انشو، در باغ‌های شرق مازندران بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور کاهش ناهنجاری پفی‌شدن، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار و ۴ تکرار بر ۴۴ درخت نارنگی انشو (*Citrus unshiu* cv. Sugiyama) با پایهٔ نارنج (*Citrus aurantium*) انجام شد. به این منظور، یک باغ نارنگی انشو با بیش از ۳۰ سال سن که به ناهنجاری پفی‌شدن دچار بود در باغ بهارستان متعلق به شرکت باغداری فجر ساری انتخاب شد. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بودند: ۱. شاهد؛ ۲. مونو آمونیم فسفات (۱ درصد)؛ ۳. کلرور کلسیم (۰/۵ درصد)؛ ۴. نیترات پتاسیم (۱ درصد)؛ ۵. مونو آمونیم فسفات (۱ درصد) + نیترات پتاسیم (۱ درصد)؛ ۶. GA_3 (۱۰ میلی‌گرم در لیتر)؛ ۷. 2,4-D (۲۵

Archive of SID

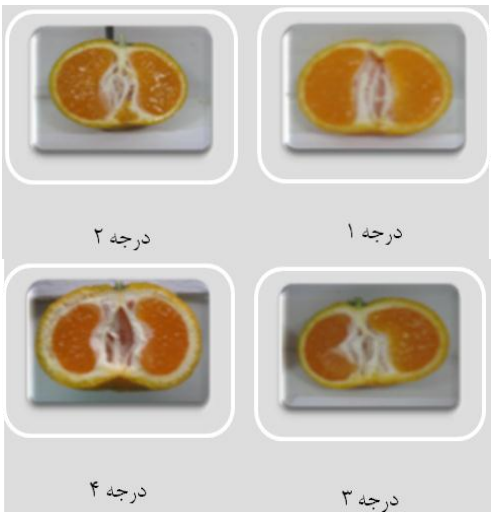
www.SID.ir

میلی‌گرم در لیتر)؛ ۸. مونو آمونیم فسفات (۱ درصد) + GA_3 (۱۰میلی‌گرم در لیتر)؛ ۹. نیترات پتاسیم (۱درصد)+ 2,4-D (۲۵ میلی‌گرم در لیتر)؛ ۱۰. نیترات پتاسیم (۱ درصد) + GA_3 (۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و ۱۱. 2,4-D (۲۵ میلی‌گرم در لیتر) + GA_3 (۱۰میلی‌گرم در لیتر)

محلول‌پاشی همهٔ ترکیبات تیمارها به استثنای 2,4-D، در زمان شروع تغییر رنگ پوست و محلول‌پاشی 2,4-D بلافاصله بعد از پایان ریزش فیزیولوژیک میوه‌چه انجام شد. در اواخر تابستان، نمونه‌های برگ از همهٔ تیمارهای آزمایشی، تهیه و مقدار عناصر غذایی آنها اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت، ۴۰ میوه به‌طور تصادفی از همهٔ جهت‌ها و ارتفاع‌های مختلف درخت و نیز از همهٔ اندازه‌ها و رنگ‌های میوه، برداشت و درجهٔ پفی‌شدن آنها با ایجاد برش طولی روی میوه (شکل ۲) تعیین شد (Shi *et al.*, 2008). شدت پفی‌شدن پوست به ۴ درجه تقسیم شد (Shi *et al.*, 2008): پفی‌نشده (درجهٔ ۱)، پفی‌شدن سبک پوست (درجهٔ ۲)، پفی‌شدن متوسط پوست (درجهٔ ۳) و پفی شدن شدید پوست (درجهٔ ۴) (شکل ۲). شاخص پفی‌شدن پوست نیز از فرمول زیر اندازه‌گیری شد (Shi *et al.*, 2008):

$$\text{شاخص پفی‌شدن پوست} = \frac{\sum(\text{درجهٔ پفی‌شدن پوست} \times \text{تعداد میوه در هر درجه})}{\text{تعداد کل نمونه‌ها (۱۷۶۰)} \times \text{بالاترین درجهٔ پفی‌شدن پوست (درجهٔ ۴)}}$$

همچنین، برخی خصوصیات میوه ازجمله عرض میوه، طول میوه، قطر پوست در قسمت‌های بالایی، پایینی و وسطی میوه، قطر حفرهٔ میانی میوه (با کولیس دیجیتال)، وزن میوه، وزن پوست و گوشت میوه (با ترازوی حساس) اندازه‌گیری شد. برای تعیین تغییرات سفتی پوست، جرم حجمی پوست همهٔ میوه‌ها اندازه‌گیری شد. به این منظور، ابتدا پوست همهٔ میوه‌ها برش داده شد (شکل ۳) و مساحت برش و نیز، قطر و وزن برش‌ها اندازه‌گیری شد. سپس، حجم برش (مساحت × ارتفاع (قطر برش)) و درنهایت جرم حجمی پوست (نسبت وزن برش به حجم برش) محاسبه شد. سپس از طریق برنامهٔ آماری MSTATC، تجزیهٔ واریانس و از طریق آزمون دانکن، مقایسهٔ میانگین داده‌ها انجام شد. همچنین از طریق معادلات رگرسیونی، ارتباط بین داده‌ها بررسی شد.



شکل ۲. درجات مختلف پفی‌شدن پوست در نارنگی انشو

شکل ۳. برش پوست برای تعیین جرم حجمی پوست

نتایج و بحث

جدول ۱ تجزیهٔ واریانس برخی از خصوصیات کمّی و کیفی میوه‌های برداشت‌شده در تیمارهای مختلف آزمایش در نارنگی انشو را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تجزیهٔ واریانس‌ها در وزن متوسط میوه، طول میوه، قطر قسمت بالایی پوست و قطر حفرهٔ میانی میوه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنادار آماری نشان داد (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین‌های صفات مختلف اندازه‌گیری‌شده در میوه‌های نارنگی انشو در تیمارهای مختلف، در جدول ۲ نشان داده شده است. جرم حجمی پوست از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معناداری داشت و تیمار شاهد، کمترین میزان را به خود اختصاص داد.

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار شاهد و تیمار ۴ (نیترات پتاسیم)، با اختلاف معناداری نسبت به تیمارهای ۱۰ (نیترات پتاسیم + GA_3) و ۱۱ (GA_3 + 2,4-D) در گروه ۲ قرار گرفتند و جرم حجمی پوست در باقی تیمارها، حد واسط دو گروه قرار گرفت. همچنین تیمار شاهد بیشترین مقدار قطر پوست را در قسمت‌های بالا و پایین میوه و نیز بیشترین اندازهٔ قطر حفرهٔ میانی میوه را به خود اختصاص داد. درواقع همهٔ تیمارها سبب افزایش جرم حجمی و سفتی پوست نسبت به شاهد شدند. بیشترین مقدار جرم حجمی پوست، در تیمار ۱۱ (GA_3 + 2,4-D) و بعد از آن در تیمارهای ۱۰ (نیترات پتاسیم + GA_3) و ۸ (مونو آمونیم فسفات+ GA_3) به‌وجود آمد. می‌توان گفت که تیمارهای ترکیبی که یکی از اجزای آنها GA_3 است، بیشترین تأثیر را در سفت‌شدن پوست داشتند. در مقابل، این تیمارها، کوچک‌ترین میوه‌ها را نیز تولید کردند و سبک‌ترین میوه‌ها نیز در تیمار ۱۱ (GA_3 + 2,4-D) دیده شد (جدول ۲). نسبت وزن گوشت به پوست میوه نشان داد که تیمار ۸ (مونو آمونیم فسفات + GA_3) نسبت به ۹ تیمار دیگر (به‌جز تیمار ۲) افزایش آماری در سطح ۵ درصد داشته است.

نتایج تجزیهٔ واریانس آزمون برگ نشان داد که مقادیر عناصر مختلف در برگ در تیمارهای مختلف، تفاوت آماری معناداری نداشتند. جدول ۳، مقایسهٔ میانگین‌های نتایج آزمون برگ در تیمارهای مختلف در نارنگی انشو را نشان داده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود غیر از عناصر فسفر و آهن، مقایسهٔ میانگین در عناصر دیگر از نظر آماری تفاوت معناداری نشان نداد. به‌هرحال میزان نیتروژن و پتاسیم در تیمار شاهد، کمترین مقدار را در بین ۱۱ تیمار دیگر داشت. در مقابل، میزان منیزیم برگ در تیمار شاهد بالاترین مقدار را در بین ۱۱ تیمار به خود اختصاص داد. میزان آهن برگ درختان شاهد بعد از تیمار ۲ (مونو آمونیم فسفات)، بالاترین مقدار و میزان مس برگ در رتبهٔ چهارم قرار گرفت. تیمار ۸ (مونو آمونیم فسفات+ GA_3) بالاترین مقدار نیتروژن، منیزیم، روی و مس برگ را نشان داد. تیمار ۱۰ (نیترات پتاسیم + GA_3) نیز کمترین مقادیر فسفر، کلسیم، آهن و منگنز برگ را به خود اختصاص داد.

میوه‌های نمونه‌برداری‌شده از هر درخت (۴۰ میوه) و در ۴ تکرار (در مجموع ۱۶۰ میوه از هر تیمار) به ۴ درجه از نظر پفی‌شدن (۱، ۲، ۳ و ۴) تقسیم شدند و مجموع میوه‌ها از هر درجه در هر تیمار در شکل ۴ و درصد هر درجه نسبت به ۴۰ میوه در هر درخت در شکل ۵ نشان داده شده است. با مراجعه به شکل ۵ مشاهده می‌شود که تیمارهای ۸ (مونو آمونیم فسفات+GA_3)، ۱۱ (GA_3+2,4-D) و ۵ (مونو آمونیم فسفات + نیترات پتاسیم)، به‌ترتیب کمترین درصد میوه‌های با درجهٔ پفی ۳ و ۴ (متوسط و شدید) و تیمارهای ۴ (نیترات پتاسیم)، ۱۰ (نیترات پتاسیم + GA_3) و ۲ (مونو آمونیم فسفات)، به‌ترتیب بیشترین درصد میوه‌های با درجهٔ پفی ۳ و ۴ را به خود اختصاص دادند. شاخص پفی‌شدن پوست در کل میوه‌های نمونه‌برداری شده در این آزمایش با استفاده از معادله‌ای که در مبحث مواد و روش‌ها ذکر شد (Shi *et al.*, 2008) به روش زیر محاسبه شد (بدیهی است این شاخص هرچه به عدد صفر نزدیک‌تر باشد، میوه‌ها سالم‌تر و هرچه به عدد یک نزدیک‌تر باشد، میوه‌ها پفی‌ترند).

$$\text{شاخص پفی‌شدن پوست} = \frac{(۴\times ۱۷۰) + (۳ \times ۳۴۳) + (۲ \times ۷۷۴) + (۱ \times ۴۷۳)}{(۱۷۶۰ \times ۴)} = ۰/۵۳۰$$

محاسبهٔ میزان همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده از میوهٔ نارنگی انشو و عناصر به‌دست‌آمده از تجزیهٔ برگ در درختان آزمایش نشان داد که جرم حجمی پوست با قطر پوست در میوه، همبستگی منفی و معناداری داشت. جرم حجمی پوست با مقادیر پتاسیم و آهن برگ همبستگی مثبت و معناداری در سطح ۵ درصد و با مقدار روی برگ همبستگی منفی و معناداری در سطح ۱ درصد نشان داد. پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که میزان پتاسیم با بهبود خواص کیفی میوه و پوست مرکبات، ارتباط مستقیم دارد (Lester *et al.*, 2010; Gill *et al.*, 2005). همچنین مشاهده شد که همبستگی جرم‌حجمی پوست، با تعداد میوه‌های درجهٔ ۱ و ۲ مثبت و با تعداد میوه‌های درجهٔ ۳ و ۴ منفی بود. درمقابل، همبستگی

Archive of SID

www.SID.ir

بین وزن میوه و طول میوه، با تعداد میوه‌های درجهٔ ۱ و ۲، منفی و با تعداد میوه‌های درجهٔ ۳ و ۴، مثبت بود. به‌عبارت دیگر، در میوه‌های سنگین‌تر و بزرگ‌تر، تعداد میوه‌های با پوست پفی‌شده بیشتر بود. این نتایج با نتایج پژوهش Shi *et al.* (2008) که گزارش کردند پفی‌شدن میوه با اندازهٔ میوه، همبستگی مثبتی دارد مطابق است. همچنین همبستگی بین صفات نشان داد که قطر حفرهٔ میانی میوه با میزان نیتروژن برگ، همبستگی منفی و معناداری در سطح ۵ درصد داشته است. از بین عناصر اندازه‌گیری شده در برگ، پتاسیم با تعداد میوه‌های درجهٔ ۲ و مس با تعداد میوه‌های درجهٔ ۳، همبستگی مثبت و معناداری در سطح ۵ درصد و فسفر با تعداد میوه‌های درجهٔ ۳، همبستگی منفی و معناداری در سطح ۵ درصد نشان دادند. پژوهش‌ها نشان داده است که کمبود فسفر، سبب بازشدن مرکز میوه و ضخیم و خشن شدن پوست میوه می‌شود. اثر کمبود فسفر بر کیفیت میوه، زمانی شدیدتر می‌شود که مقدار زیادی کود نیتروژن استفاده شده باشد. درواقع فقدان نسبت مناسب نیتروژن و فسفر، موجب کاهش کیفیت میوه می‌شود (Hardy & Treeby, 2009). نتایج این پژوهش، با نتایج حاصل از پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس برخی خصوصیات کمّی و کیفی میوه‌های برداشت‌شده در تیمارهای مختلف در نارنگی انشو

منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	MS (میانگین مربعات)										
		جرم حجمی پوست	وزن میوه	عرض میوه	طول میوه	قطر قسمت بالایی پوست	قطر قسمت پایینی پوست	قطر قسمت وسطی پوست	قطر حفرهٔ میانی میوه	وزن پوست میوه	وزن گوشت میوه	نسبت وزن گوشت به پوست
تکرار	۳	۰/۰۰۰ **	۶۳۲/۷۴۹ *	۱۴۶/۲۵۸ *	۲۶/۰۱۸ **	۳/۰۳۰ ns	۴/۸۸۱ **	۰/۲۵۴ ns	۱۳/۶۳۰ **	۶۸/۲۱۶ *	۲۴۸/۷۹۸ ns	۰/۰۶۸ ns
تیمار	۱۰	۰/۰۰۰ ns	۳۸۷/۹۸۵ *	۷۶/۸۶۹ ns	۱۲/۸۳۵ *	۴/۳۳۶ *	۱/۲۲۰ ns	۰/۴۰۶ ns	۵/۵۶۶ *	۳۵/۴۶۳ ns	۱۹۷/۹۹۸ ns	۰/۳۱۰ *
خطا	۳۰	۰/۰۰۰	۱۷۱/۳۴۲	۴۳/۸۹۰	۵/۳۱۰	۱/۹۶۰	۰/۶۱۱	۰/۲۴۲	۵۸/۸۱۹	۱۷/۱۷۴	۱۵۳/۰۹۷	۰/۱۳۳

ns: عدم اختلاف آماری معنادار؛ *: اختلاف آماری معنادار در سطح ۵ درصد؛ **: اختلاف آماری معنادار در سطح ۱ درصد.

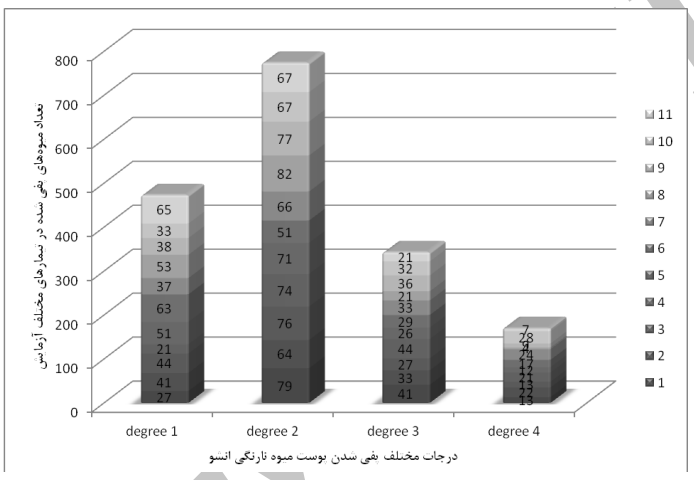
جدول ۲. تأثیر تیمارهای مختلف بر برخی صفات کمّی و کیفی نارنگی انشو

شمارهٔ تیمار	تیمار	جرم حجمی پوست (g/cm^3)	وزن میوه (g)	عرض میوه (mm)	طول میوه (mm)	قطر قسمت بالایی پوست (mm)	قطر قسمت پایینی پوست (mm)	قطر قسمت وسطی پوست (mm)	قطر حفرهٔ میانی میوه (mm)	وزن پوست میوه (g)	وزن گوشت میوه (g)	نسبت وزن گوشت به پوست
۱	شاهد	۶۷/۱۵ b	۹۴/۴۱ a	۶۰/۵۹abc	۴۹/۹۳ a	۹/۰۸۰ a	۵/۰۲۳ a	۳/۷۲۵ ab	۱۴/۹۴ a	۲۷/۸۴ ab	۶۵/۹۷ab	۲/۳۶۱ b
۲	مونو آمونیم فسفات	۷۳/۲۸ ab	۱۰۰/۰۰a	۶۲/۲۴abc	۵۰/۲۲ a	۷/۲۴۷ ab	۳/۹۸۳ abc	۳/۳۴۷ ab	۱۴/۱۰ ab	۲۸/۰۵ ab	۷۵/۷۱ a	۲/۶۷۹ ab
۳	کلرور کلسیم	۷۱/۱۰ ab	۹۳/۴۶ a	۶۹/۰۱ a	۴۸/۴۹ a	۷/۵۷۴ ab	۳/۸۲۸ abc	۳/۴۲۸ ab	۱۴/۷۹ a	۲۶/۳۴ abc	۶۶/۷۸ ab	۲/۵۴۹ b
۴	نیترات پتاسیم	۶۷/۵۲ b	۹۸/۰۱ a	۶۵/۷۱ ab	۵۰/۰۰ a	۸/۵۹۵ a	۴/۷۰۰ ab	۴/۰۰۸ a	۱۴/۱۴ ab	۳۰/۱۳ a	۶۶/۷۱ ab	۲/۲۳۲ b
۵	مونو آمونیم فسفات + نیترات پتاسیم	۷۱/۴۳ ab	۹۲/۹۲ a	۶۰/۴۱ abc	۴۸/۶۷ a	۷/۷۳۷ ab	۴/۳۴۷ abc	۳/۴۴۷ ab	۱۴/۰۸ ab	۲۶/۸۳ ab	۶۵/۷۳ ab	۲/۴۶۷ b
۶	GA_3	۷۱/۰۳ ab	۹۲/۱۳ a	۵۹/۹۳ abc	۴۸/۸۱ a	۶/۸۶۴ ab	۳/۹۰۸ abc	۳/۱۹۰ ab	۱۴/۱۵ ab	۲۵/۸۴ abc	۶۵/۹۸ ab	۲/۵۶۵ b
۷	2,4-D	۷۱/۶۰ ab	۹۴/۲۹ a	۶۰/۶۸ abc	۴۹/۱۲ a	۷/۷۴۵ ab	۴/۷۶۲ ab	۳/۷۵۳ ab	۱۳/۷۰ ab	۲۷/۵۲ ab	۶۶/۳۲ ab	۲/۴۲۴ b
۸	مونو آمونیم فسفات+ GA_3	۷۵/۰۰ ab	۷۹/۳۲ ab	۵۶/۲۴ bc	۴۶/۵۲ ab	۵/۹۳۸ b	۳/۷۸۰ abc	۳/۱۵۵ b	۱۱/۰۲ c	۲۱/۷۶ bc	۶۸/۶۲ ab	۳/۱۸۶ a
۹	نیترات پتاسیم + 2,4-D	۷۱/۲۲ ab	۸۰/۹۵ ab	۵۷/۶۰ bc	۴۷/۰۱ ab	۷/۰۶۷ ab	۳/۸۸۸ abc	۳/۲۴۷ ab	۱۲/۹۴ abc	۲۳/۸۹ abc	۶۱/۷۵ ab	۲/۶۰۲ b
۱۰	نیترات پتاسیم + GA_3	۷۶/۴۰ a	۷۸/۰۴ ab	۵۶/۳۶ bc	۴۶/۶۸ ab	۷/۶۷۹ ab	۳/۵۷۵ bc	۳/۷۶۰ ab	۱۳/۵۲ ab	۲۷/۲۳ ab	۵۵/۵۸ ab	۲/۱۰۵ b
۱۱	GA_3 + 2,4-D	۷۶/۳۲ a	۶۹/۲۶ b	۵۳/۷۰ c	۴۴/۴۹ b	۵/۴۷۵ b	۳/۲۱۰ c	۲/۹۶۵ b	۱۲/۰۱ bc	۱۹/۹۲ c	۴۸/۸۲ b	۲/۴۵۱ b

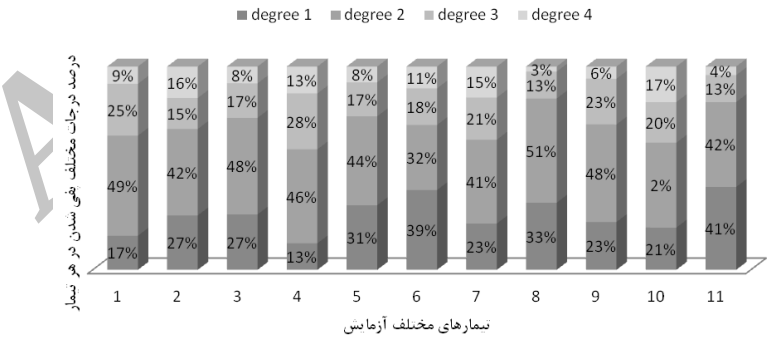
www.SID.ir

جدول ۳. تأثیر تیمارهای مختلف در مقدار عناصر معدنی برگ نارنگی انشو

شمارهٔ تیمار	تیمار	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
۱	شاهد	۲/۵۶۶ a	۰/۱۲۱۷ abc	۱/۳۸۳ a	۴/۶۹۴ a	۰/۱۹۱۰ a	۲۰۲/۹ ab	۱۹/۳۰ a	۱۷/۳۷ a	۸/۱۲۲ a
۲	مونو آمونیم فسفات	۲/۵۷۹ a	۰/۱۳۰۳ abc	۱/۴۵۴ a	۴/۹۸۱ a	۰/۱۷۴۵ a	۲۱۰/۴ a	۱۸/۲۸ a	۱۶/۸۰ a	۷/۰۴۸ a
۳	کلرور کلسیم	۲/۶۱۷ a	۰/۱۳۶۳ a	۱/۵۱۴ a	۴/۳۹۹ a	۰/۱۸۴۰ a	۱۹۳/۹ ab	۱۷/۰۷ a	۱۶/۸۴ a	۷/۰۸۲ a
۴	نیترات پتاسیم	۲/۶۴۷ a	۰/۱۲۲۳ abc	۱/۴۲۴ a	۵/۴۰۴ a	۰/۱۸۳۰ a	۱۳۸/۸ ab	۱۵/۲۴ a	۱۸/۳۷ a	۸/۸۰۲ a
۵	مونو آمونیم فسفات + نیترات پتاسیم	۲/۵۵۳ a	۰/۱۳۷۰ a	۱/۶۲۲ a	۵/۰۲۶ a	۰/۱۵۶۵ a	۱۷۷/۸ ab	۱۷/۱۸ a	۱۴/۳۳ a	۶/۴۶۰ a
۶	GA_3	۲/۵۸۰ a	۰/۱۲۹۲ abc	۱/۴۰۹ a	۴/۷۹۳ a	۰/۱۵۶۳ a	۱۷۵/۱ ab	۱۶/۸۰ a	۱۶/۳۷ a	۷/۸۵۰ a
۷	2,4-D	۲/۶۲۳ a	۰/۱۳۷۰ a	۱/۳۶۵ a	۵/۵۳۶ a	۰/۱۷۹۷ a	۱۵۵/۶ ab	۱۷/۴۵ a	۱۶/۸۱ a	۸/۵۷۳ a
۸	مونو آمونیم فسفات + GA_3	۲/۷۸۱ a	۰/۱۳۵۰ ab	۱/۳۸۰ a	۴/۸۵۲ a	۰/۲۲۴۷ a	۱۷۷/۸ ab	۱۷/۷۱ a	۲۰/۲۱ a	۸/۹۳۸ a
۹	نیترات پتاسیم + 2,4-D	۲/۶۸۳ a	۰/۱۱۴۲ c	۱/۴۵۴ a	۴/۷۸۳ a	۰/۱۹۱۵ a	۱۴۸/۸ ab	۱۸/۱۷ a	۱۹/۵۶ a	۷/۱۹۸ a
۱۰	نیترات پتاسیم + GA_3	۲/۶۲۲ a	۰/۱۱۸۲ c	۱/۴۸۳ a	۴/۳۱۱ a	۰/۱۶۴۵ a	۱۳۲/۴ b	۱۵/۷۰ a	۱۵/۹۱ a	۷/۳۵۲ a
۱۱	GA_3 + 2,4-D	۲/۷۴۹ a	۰/۱۱۸۸ bc	۱/۴۹۸ a	۴/۸۸۷ a	۰/۱۹۵۷ a	۱۶۴/۶ ab	۱۶/۹۴ a	۱۶/۷۳ a	۷/۵۴۰ a



شکل ۴. مجموع تعداد میوه‌های پفی‌شدهٔ نارنگی انشو با درجات مختلف در ۴۰ میوه برداشت‌شده از هر درخت در ۴ تکرار در تیمارهای مختلف آزمایش (۱۷۶۰ میوه)



شکل ۵. درصد درجات مختلف پفی‌شدن پوست میوهٔ نارنگی انشو در تیمارهای مختلف آزمایش

تیمار شاهد، با وجود داشتن بیشترین مقدار قطر پوست در قسمت‌های بالا و پایین میوه و نیز بیشترین اندازهٔ قطر حفرهٔ میانی میوه، کمترین جرم حجمی پوست را به خود اختصاص داد. به عبارت دیگر، همهٔ تیمارها سبب افزایش جرم حجمی و سفتی پوست نسبت به شاهد شدند. افزایش سفتی پوست، سبب کاهش پفی‌شدن پوست، کاهش پاره‌شدن پوست هنگام برداشت و نیز افزایش عمر انباری میوه می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده است که محلول‌پاشی ترکیباتی مثل نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم، سبب افزایش

www.SID.ir

میزان مواد معدنی پوست میوه در زمان برداشت و کاهش ناهنجاری‌های پوست شده است (El-hilali *et al*., 2003). تیمارهای ترکیبی که یکی از اجزای آنها GA_3 بوده است بیشترین تأثیر را در سفت‌شدن پوست نشان دادند. در مقابل، تیمارهای تغذیه‌ای، ازجمله تیمارهای ۲ (مونو آمونیم فسفات)، ۳ (کلرور کلسیم) و ۴ (نیترات پتاسیم)، بزرگ‌ترین میوه‌ها را تولید کردند. درواقع مشاهده می‌شود که تیمارهای تغذیه‌ای علاوه بر تأثیر مثبت خود در اندازهٔ میوه، سبب سفت‌تر شدن پوست و افزایش جرم حجمی پوست شدند که این تأثیرات، سبب بهبود بازارپسندی میوه و نیز، افزایش عمر انباری آن خواهد شد. پژوهش‌ها نشان داده است که ۲ بار محلول‌پاشی فسفر در اواسط ماه می و اواسط جولای، تعداد میوه‌های با اندازهٔ بزرگ و تجاری را به‌طور معناداری افزایش داد (Lovatt, 1999). محلول‌پاشی بعد از گل‌دهی مونو پتاسیم فسفات، اندازهٔ میوه مرکبات و عملکرد را در مصر افزایش داده است (Zekri, 2012). نتایج پژوهش‌های محققان نشان داده است که کمبود پتاسیم یا کلسیم، سبب تولید میوه‌های کوچک و غیر بازارپسند می‌شود و افزایش مقادیر این عناصر در درخت، موجب افزایش کیفیت و بازارپسندی میوه‌ها می‌شود که با نتایج آزمایش حاضر، هم‌خوانی دارد (El-hilali *et al*., 2003; Gill *et al*., 2005; Lester *et al*., 2010). درحالی‌که تیمارهای ترکیبی با جیبرلین و اکسین، تنها جرم حجمی پوست را افزایش دادند و میوه‌های کوچکی تولید کردند. بنابراین، برای فروش به بازار تازه‌خوری مناسب نیستند و نیز به‌دلیل هزینهٔ بالای مواد استفاده‌شده، از صرفهٔ اقتصادی لازم برخوردار نیستند. البته این میوه‌ها برای نگهداری طولانی‌مدت در انبار و یا استفاده در صنایع تبدیلی، کاملاً مناسب‌اند. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌هایی که استفاده از جیبرلین را موجب کاهش پفی‌شدن پوست (Kuraoka *et al*., 1966; Agusti *et al*., 1981) و کاهش ضخامت پوست (Garcia-Luis, *et al*., 1985) و نیز افزایش جرم حجمی پوست (Pozo *et al*., 2000; Garcia-Luis *et al*., 1985) میوه‌های مرکبات دانسته‌اند مطابقت دارد. پفی‌شدن پوست میوه در نارنگی انشو با کاربرد مخلوطی از GA_3 و نیترات آمونیم، ۳۰ روز قبل از شکستن رنگ میوه، از ۵۶ درصد در شاهد به ۱۸ درصد کاهش یافت (Agusti, *et al*., 2002). در نتایج حاصل از این پژوهش نیز تیمار ۸ (GA_3 + مونو آمونیم فسفات) از نظر کاهش تعداد میوه‌های با پوست پفی‌شده، بالاترین رتبه را داشته است و تنها ۱۶ درصد از کل میوه‌های این تیمار به میوه‌های درجهٔ ۳ و ۴ اختصاص داشتند.

نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است که محلول‌پاشی اکسین‌های مصنوعی، بلافاصله بعد از ریزش فیزیولوژیک تابستانهٔ میوه (در اواخر خرداد تا اوایل تیر در شرایط مازندران)، موجب افزایش اندازهٔ میوهٔ مرکبات شده است (Arzani & Akhlaghi Amiri, 2000; Greenberg *et al*., 1992; Akhlaghi Amiri *et al*., 2002). ولی در این پژوهش، اندازهٔ میوه بر اثر محلول‌پاشی 2,4-D بعد از ریزش فیزیولوژیک میوه در تیمار ۷ (2,4-D)، نسبت به شاهد تغییری نشان نداد و در تیمارهای ترکیبی آن یعنی تیمارهای ۹ (نیترات پتاسیم + 2,4-D) و تیمار ۱۱ (GA_3+ 2,4-D) اندازهٔ میوه نسبت به شاهد کاهش نشان داد که احتمال دارد به‌علت پایین‌تر بودن غلظت اکسین استفاده‌شده در این پژوهش، نسبت به غلظت آن در آزمایش‌های گذشته باشد. به‌طورکلی، میوه‌های با پوست پفی‌شدهٔ شدید، غالباً اندازه‌های بزرگ‌تر و وزن پوست و گوشت بالاتری نسبت به میوه‌های سالم داشتند؛ درواقع می‌توان چنین نتیجه گرفت که این عارضه مختص به میوه‌های درشت است (Shi *et al*., 2008).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، استفاده از تیمارهای تغذیه‌ای به‌ویژه محلول‌پاشی با ترکیبات فسفره، علاوه بر تأثیر مثبت خود در اندازهٔ میوه، سبب سفت‌تر شدن پوست و افزایش جرم حجمی پوست شدند که این تأثیرات، سبب بهبود بازارپسندی میوه و نیز، افزایش عمر انباری آن خواهد شد. بهترین تیمار در این پژوهش بر مبنای کاهش تعداد میوه‌های با پوست پفی متوسط و شدید، تیمار ۸ (مونو آمونیم فسفات + GA_3) بوده است که در موارد شدت این عارضه در باغ، قابل استفاده است.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Agusti, M., Almela, V. & Guardiola, J.L. (1981). The regulation of fruit cropping in mandarins through the use of growth regulators. In: Proceeding of *International Society of Citriculture*, pp. 216-220.
2. Agusti, M. & Almela, V. (1994). Satsuma mandarin fruit size increased by 2,4-DP. *HortScience*, 29, 279-281.
3. Agusti, M., Martinez-Fuentes, A. & Mesejo, C. (2002). Citrus fruit quality physiological basis and techniques of improvement. *Agrociencia*, 6, 1-16.
4. Akhlaghi Amiri, N., Arzani, K. & Ebrahimi, Y. (2002). Application of synthetic auxins, a way to reducing citrus losses. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(1-2), 59-66. (in Farsi)
5. Arzani, K. & Akhlaghi Amiri, N. (2000). Effect of 2,4-D and NAA on fruit size and quality of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) fruit. *Iranian Scientific Journal of Seed and Plant*, 16 (4), 450-459. (in Farsi)
6. Davies, F.S., Campbell, C.A., Zalman, G.R. & Fidelibus, M. (1999). Gibberellic acid application timing effects on juice yield and peel quality of Hamlin oranges. In: Proceeding of *Florida State of Horticultural Society*, 112, 22-24.
7. El-hilali, F., Ait-Oubahou, A., Remah, A. & Akhayat, O. (2003). Chilling injury and peroxidise activity changes in Fortune mandarin fruit during low temperature storage. *Bulgaria Journal of Plant Physiology*, 29(1-2), 44-54.
8. Erner, Y., Kaplan, Y., Artzi, B. & Hamon, M. (1993). Increasing citrus fruit size using auxins and potassium. *Acta Horticulturae*, 329, 112-119.
9. Fidelibus, M.W., Teixeira, A.A. & Davies, F.S. (2002). Gibberellic acid applied to sweet oranges increases juice yield by reducing peel volume. In: Proceeding of *Florida State of Horticultural Society*, 115, 243-246.
10. Garcia-Luis, A., Agusti, M., Almela, V., Pomero, E. & Gurdiola, J.L. (1985). Effect of gibberellic acid on ripening and peel puffing in Satsuma mandarin. *Scientia Hrticulturae*, 27, 75-86.
11. Gill, P.S., Sighn, S.N. & Dhatt, A.S. (2005). Effect of foliar application of K and N fertilizers on fruit quality of Kinnow mandarin. *Indian Journal of Horticulture*, 62, 282-284.
12. Greenberg, J., Hertzano, Y. & Eshel, G. (1992). Effect of 2,4-D, Ethephon and NAA on fruit size of star-ruby red grape fruit. In: Proceeding of *7th Internatuinal Society for Citriculture*. pp. 520-523.
13. Greenberg, J., Kaplan, I., Fainzack, M., Egozi, Y. & Giladi, B. (2006). Effects of auxin sprays on yield, fruit size, splitting and the incidence of creasing of 'Nova' mandarin. *Acta Horticulturae*, 727, 249-254.
14. Hardy, S. & Treeby, M. (2009). *Quick references guide to mineral nutrients for citrus production*. NSW Department of Primary Industries, Orange.
15. Jackson, L.K. & Futch, S.H. (2003). *Temple Tangor*. Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. HS-181.
16. Jacobus, O.P. (2013). *Fruit split and fruit size studies on Citrus*. Thesis (MScAgric)--Stellenbosch University, http://hdl.handle.net/10019.1/79933
17. Kawase, K. & Hirai, M. (1983). Growth, sugar accumulation and puffiness of the mandarin peel during colouring. *Journal of Japanese Society of Horticultural Science*, 52 (3), 231-237.
18. Kuraoka, T. (1962). *Histological studies on the fruit development of the Satsuma orange with special reference to peel-puffing*. Memoirs of Ehime University, 8, 106-154.
19. Kuraoka, T., Iwasaki, K. & Kadoya, K. (1966). Studies on peel puffing and levels of GA like substances and ABA in the peel of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*). In: Proceeding of *Japanese Society of Horticultural Science*, 43-44.
20. Lester, G.E., Jifon, J.L. & Makus, D.J. (2010). Impact of potassium nutrition on food quality of fruit and vegetables: A condensed and concise review of the literature. *Better Crops*, 94 (1), 18-20.
21. Lovatt, C.J. (1999). Management of foliar fertilization. *Terra*, 17 (3), 258-264.
22. Morgan, K.T., Rouse, R.E., Roka, F.M., Futich, S.H. & Zekri, M. (2005). Leaf and fruit mineral content and peel thickness of 'Hamlin' Orange. In: Proceeding of *Florida State Horticulture Society*, 118, 19-21.
23. Morris, G. (2006). *Improving citrus fruit quality using Gibberellic acid (GA)*. Department of Agriculture and Food, Farmnote 149, the State of Western Australia.
24. Mudau, F.N., Theron, K.I., Rabe, E. (2005). *Rind texture and juice acid content of citrus SPP. As affected by foliar sprays of mono-potassium phosphate (MPP), Urea ammonium phosphate (UAP) and mono-ammonium phosphate (MAP)*. Stellenbosch University- Scopus Publication (6383).
25. Pozo, L., Kender, W.J., Burns, J.K., Hartmond, U. & Grant, A. (2000). Effects of gibberellic acid on ripening and rind puffing in Sunburst mandarin. In: Proceeding of *Florida State Horticulture Society*, 113, 102-105.
26. Rastgar, S. & Rahemi, M. (2007). Evaluation of suitable time and concentration of GA_3 and Isopropyl ester 2,4-D spraying on increasing of some characteristics of navel orange and Clementine mandarin. *Journal of Agricultural and Natural Resources Science and Technology*, 11(42), 197-208.

Archive of SID

www.SID.ir

27. Shah Beig, M.A. (1997). Reducing post harvest losses in citrus fruits by cooling, heat therapy, PE coating and modified atmosphere. Articles for Word Food Day, Ministry of Agriculture publication.
28. Shi, X., Xu, J., Zhang, L., Fan, G. & Lin, M. (2010). Studies on the peel puffiness and storage of mature fruit in Satsuma mandarin. In: Proceedings of *1^{1th} International Citrus Congress*, Wuhan, China, pp. 912-914.
29. Zekri, M. (2012). *Overall report-Egypt assignment- multi county citrus agent*- University of Florida (IFAS).

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Horticultural Science, Vol. 46, No. 4, Winter 2016

Possibility of reducing Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) fruit puffing in East of Mazandaran

Negin Akhlaghi Amiri[1*] and Ali Asadi Kangarshahi[2]

1. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Mazandaran Agricultural & Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

2. Assistant Professor, Soil and Water Department, Mazandaran Agricultural & Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

(Received: Dec. 27, 2013 - Accepted: Sep. 4, 2014)

ABSTRACT

Puffing is a physiological disorder in some citrus cultivars which splits pulp from peel and reduces marketing, increases rind damage and reduces shelf life of fruit. To investigate possibility of decreasing puffing, an experiment was performed in randomized complete block design with 11 treatments: 1. control, 2. mono ammonium phosphate, 3. calcium chloride, 4. potassium nitrate, 5. mono ammonium phosphate + potassium nitrate, 6. mono ammonium phosphate + GA_3, 7. 2,4-D, 8. Potassium nitrate + 2,4-D, 9. Potassium nitrate + GA_3, 10. Potassium nitrate + 2,4-D and 11. 2,4-D + GA_3 and 4 replications with mature trees of Satsuma mandarin on sour orange rootstock. Results showed that all treatments caused to increase fruit peel density compared to control. The best treatments in increasing peel density were compound treatments: 8, 10 and 11 and nutritional treatment: mono ammonium phosphate (treatment 2). Also, treatment 2 produced the highest fruit size. The heavier and larger fruits were more puffy. Leaf copper and phosphorus concentration had a respectively positive and negative correlation with puffy fruits number. According to this experiment, it is recommended that at fruit colour break time, phosphorus foliar application should be done, while, the use of copper compound should be reduced as much as possible.

Keywords: citrus fruit, growth regulators, nutrition element, physiological disorders.

Archive of SID

* Corresponding author E-mail: neginakhlaghi@yahoo.com Tel: +98 911 3130026

www.SID.ir