

تأثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید و جیبرلیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی میوه نارنگی کینو

ابراهیم پیشوایی^۱ و سمیه رستگار^{۲*}

^۱گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد جیرفت، ^۲گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان (تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۲/۰۷)

چکیده

استفاده از تنظیم کننده های رشد گیاهی جهت بهبود کیفیت میوه از مدت ها قبل مورد توجه بوده است. به منظور بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید (صفر، ۱ و ۲ میلی مول در لیتر) و جیبرلیک اسید (صفر، ۱۰۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر) و برهمکنش آنها بر برخی ویژگی های میوه نارنگی کینو، آزمایشی با ۹ تیمار و سه تکرار به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی در شهرستان میناب در سال ۱۳۹۶ به اجرا در آمد. محلول پاشی میوه ها در دو مرحله (سبز بالغ و در حال تغییر رنگ) انجام گرفت. میوه ها در مرحله بلوغ تجاری برداشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده جیبرلیک اسید در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری باعث افزایش قطر و طول میوه شد. سالیسیلیک اسید در غلظت ۲ میلی مول در لیتر باعث افزایش معنی دار وزن گوشت میوه شد. میوه های شاهد نسبت به سایر تیمارها مواد جامد محلول بالاتری نشان دادند. بیشترین نسبت قند به اسید در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک به همراه ۲ میلی مول در لیتر سالیسیلیک اسید به دست آمد. بیشترین میزان فنل در غلظت ۲ میلی مول در لیتر سالیسیلیک اسید (۷/۱۴ میلی گرم بر گرم) و بیشترین میزان فلاونوئید در غلظت های ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه ۲ میلی مول در لیتر سالیسیلیک اسید (۰/۴۲۰ میلی گرم بر گرم) مشاهده شد. بیشترین میزان a* (۲/۳۵) در بالاترین غلظت تیمارهای استفاده شده مشاهده شد و میوه های شاهد بیشترین میزان L* (روشنایی) را نشان دادند.

کلمات کلیدی: تنظیم کننده های رشد، کیفیت، محلول پاشی، نارنگی

مقدمه

خاصی برخوردار است. رقمی پررشد، بدون تیغ، مقاوم به سرما، پرمحصول و میانرس تا دیررس است. پوست میوه نازک و چسبیده به گوشت اما دارای قابلیت پوست گیری آسان است. همچنین گوشت آن پر آب و شیرین با عطر عالی است (Khalid et al., 2016).

مدیریت صحیح باغ نقش مهمی را جهت تولید بهینه محصول و میوه هایی با کیفیت بالا ایفا می کند. کیفیت میوه مانند یکسانی رنگ، اندازه، طعم و مزه آن نقش مهمی در

مرکبات یکی از میوه های مهم جهانی محسوب می شوند که هم به صورت تازه و هم به صورت آب میوه مصرف می شوند. استان هرمزگان با ۷ هزار و ۲۳۰ هکتار سطح زیر کشت نارنگی و تولید سالانه ۶۹ هزار تن رتبه سوم تولید نارنگی کشور را به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۵). نارنگی کینو (kinnow) یکی از مهم ترین ارقام نارنگی (*Citrus reticulata*) است که در کشور ما از اهمیت اقتصادی

در پیری پوست مرکبات تأثیر دارند (Porat *et al.*, 2001). محلول‌پاشی قبل از برداشت جیبرلیک اسید، فعالیت آنزیم‌های نرم‌کننده مانند پلی‌گالاکتورناز (Polygalactouronase) و پکتین متیل استراز (Pectin methyl esterase) با حفاظت پکتین در برابر دمتیله‌شدن (Demethylation) و یا با کاهش دپلیمریزه شدن (Depolymerization) الیگالاکترونان‌ها، کاهش می‌دهد (Sudha *et al.*, 2007). از طرفی، جیبرلین‌ها با اثر بر متابولیسم پلی‌آمین‌ها، باعث افزایش میزان پلی‌آمین‌ها می‌شوند که نقش ضدپیری جیبرلیک اسید را نشان می‌دهد (Martinez-Romero *et al.*, 2000). گزارش شده است که محلول‌پاشی قبل از برداشت میوه انگور باعث بهبود کیفیت میوه از طریق افزایش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی و همچنین محتوی ویتامین ث میوه شد (Alrashdi *et al.*, 2017). مؤمن‌پور (۱۳۹۶) اظهار داشت که محلول‌پاشی جیبرلیک اسید نقش مؤثری در جلوگیری از ریزش قبل از برداشت و خسارت مگس مدیترانه‌ای داشته است. با توجه به تأثیر سالیسیلیک اسید و جیبرلیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی میوه‌ها از جمله مرکبات، از طرفی تحقیقات اندک تأثیر این ترکیبات بر خصوصیات نارنگی کینو در شرایط آب و هوایی جنوب کشور، لذا هدف از این پژوهش بررسی اثر تیمارهای قبل از برداشت جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید بر افزایش خصوصیات کمی و کیفی میوه نارنگی کینو است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۶ در یک باغ تجاری در منطقه هشتمیندلی از توابع شهرستان میناب و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی شامل فاکتورهای جیبرلیک اسید با سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و سالیسیلیک اسید با سه سطح صفر، ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر با سه تکرار بر روی درختان ۶ ساله نارنگی کینو بر روی پایه نارنج (*Citrus aurantium*) انجام شد. محلول‌پاشی میوه‌ها در دو زمان ۲۰ آبان (سبز بالغ) و ۱۰ آذر ماه (در مرحله تغییر رنگ) انجام گرفت. میوه‌ها در اواخر آذر ماه برداشت و جهت

بازارپسندی میوه و امکان صادرات آن به بازارهای دوردست دارد. بنابراین تلاش در جهت بهبود شاخص‌های کمی و کیفی میوه نقش مهمی از نظر اقتصادی برای کشاورزان منطقه دارد. اخیراً استفاده از ترکیبات سازگار با گیاه، طبیعت و انسان در تولید و نگهداری محصولات کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است تا به حفظ و بهبود خواص غذایی محصولات کشاورزی منتهی شود (Ozkan *et al.*, 2016).

سالیسیلیک‌ها با فرمول شیمیایی $C_6H_4(OH)COOH$ گروهی از ترکیبات فنلی طبیعی هستند که دارای حلقه آروماتیک با گروه هیدروکسیل هستند. سالیسیلیک اسید یک متابولیت ثانویه در گیاه است که به‌عنوان یک سیگنال در مقاومت گیاه در برابر تنش (محیطی و زنده)، گلدهی و رسیدگی میوه‌ها ایفای نقش می‌کند (Raskin, 1992). همچنین کاربرد سالیسیلیک اسید باعث فعال‌شدن سیستم مقاومت اکتسابی سیستمیک، سنتز متابولیت‌ها و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان می‌شود (Huang *et al.*, 2008).

تیمار سالیسیلیک اسید در میوه هلو رقم فلوریداکینگ عملکرد، استحکام میوه، اسید قابل تیتراسیون و میزان ویتامین ث را افزایش داد (Tareen *et al.*, 2012). عادل و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که محلول‌پاشی قبل از برداشت سالیسیلیک اسید (۵/۰ گرم در هزار) باعث افزایش نسبت طول به قطر میوه و تولید میوه‌های کشیده‌تر گلابی شد. محلول‌پاشی با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید در مراحل مختلف رشدی انگور باعث افزایش تعداد خوشه در درخت، طول و عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه، طول و عرض حبه شد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

جیبرلین‌ها نیز گروهی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که در بسیاری از فرایندهای رشد گیاه از جمله گلدهی، رسیدن میوه و پیری مؤثر هستند. براساس گزارشات سایر محققین کاربرد جیبرلین در مراحل مختلف رشدی سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی و همچنین کیفیت انباری محصولات می‌ماند انگور (Rusjan, 2010) و گیلاس (Cline and Trought, 2007) شده است. جیبرلین‌ها در افزایش سفتی پوست و تأخیر

(۱ میلی لیتر آبمیوه + ۳ میلی لیتر متانول) با ۲/۵ میلی لیتر فولین (فولین ۱:۱۰) رقیق شده و با ۲ میلی لیتر بی کربنات سدیم ۷/۵ درصد مخلوط گردید. نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس جذب آنها در طول موج ۷۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (Shui and Leong, 2002).

فلانونوئید: مقدار ترکیبات فلانونوئیدی با استفاده از روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید تعیین شد. ۰/۵ میلی لیتر عصاره متانولی (۱ میلی لیتر آبمیوه + ۳ میلی لیتر متانول)، ۱/۵ میلی لیتر متانول، ۰/۱ میلی لیتر محلول ۱ درصد آلومینیوم کلرید، ۰/۱ میلی لیتر محلول استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی لیتر آب مقطر اضافه شده و پس از ۳۰ دقیقه نگهداری در دمای محیط، جذب نمونه‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر (CECIL 2501) در طول موج ۴۱۵ نانومتر خوانده و با واحد میلی گرم کوئرستین در یک گرم بیان گردید (Chen et al., 2004).

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (9.1) استفاده گردید و میانگین داده‌های به دست آمده با آزمون LSD مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) تأثیر سالیسیلیک اسید و جیبرلیک اسید نشان داد که اثر متقابل جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میزان مواد جامد محلول، قند به اسید، فاکتورهای رنگ (L^* , a^* , b^*)، قطر میوه، میزان فنل و فلانونوئید در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار گردید.

ارزیابی خصوصیات فیزیکی: همانطور که در جدول ۲

مشاهده می‌شود جیبرلیک اسید تأثیر معنی داری بر وزن میوه، گوشت و پوست میوه نداشت. اما در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری باعث افزایش قطر و طول میوه شد. سالیسیلیک اسید تأثیر معنی داری بر وزن میوه و پوست نداشت در حالیکه در غلظت ۲ میلی مول در لیتر باعث افزایش معنی دار گوشت میوه شد (جدول ۳). همچنین اندازه میوه نیز تحت تأثیر سالیسیلیک اسید قرار نگرفت. مقایسه میانگین داده‌های

بررسی صفات کمی و کیفی میوه به آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان منتقل شدند.

طول و قطر میوه با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری و بر حسب میلی متر بیان شد. برای تعیین وزن میوه، وزن پوست و گوشت میوه از ترازوی دیجیتال با دقت دو رقم اعشار استفاده شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی مدل DBR95 (ساخت کشور چین) استفاده گردید. برای تعیین میزان اسید قابل تیتراسیون کل از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. با استفاده از فرمول زیر میزان اسید کل براساس درصد سیتریک اسید محاسبه گردید (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶).

$$100 \times \text{واتس گرم اسید} \times \text{نرمالیه سود} \times \text{مقدار سود مصرفی} = \frac{\text{درصد اسید کل}}{100 \times \text{وزن نمونه}}$$

برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش تیتراسیون با محلول ۲ و ۶ دی کلروفنول ایندوفنول استفاده شد. به ۵ میلی لیتر از آبمیوه، محلول متاسفریک اسید ۳ درصد جهت استخراج ویتامین ث اضافه شد. سپس با محلول رنگی ۲ و ۶ دی کلروفنول ایندوفنول تا زمانی که رنگ صورتی متمایل به قرمز کم رنگ ۱۵ ثانیه ثابت بماند تیتر شد. میزان ویتامین ث برحسب میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر محاسبه شد (Pila et al., 2010). رنگ زمینه پوست با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج کونیکا مینولتا (مدل CR 400، ساخت ژاپن) و براساس خصوصیات رنگی L^* ، a^* و b^* اندازه‌گیری شد.

پس از تهیه عصاره متانولی (۱ میلی لیتر آبمیوه + ۳ میلی لیتر متانول)، ۵۰ میکرو لیتر عصاره با ۹۵۰ میکرو لیتر DPPH (۲ و ۲ دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل) ورتکس سپس به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی در دمای اتاق نگهداری شد. آنگاه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها از طریق خشتی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۲ و ۲ دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل CECIL 2501 ساخت کشور انگلستان در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Brand-Williams et al., 1995).

$$\text{total antioxidant activity (TAA)} = [A_{410} - A_{330} / A_{410}] \times 100$$

فنل کل: برای این منظور ۰/۵ میلی لیتر از عصاره متانولی

جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با اثر محلول‌پاشی جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید بر صفات مورد بررسی نارنگی کینو

میانگین مربعات								df	منابع تغییر
وزن میوه	ویتامین ث	قند به اسید	b*	a*	L*	قند	اسید کل		
۱۸۹/۰ ^{ns}	۱۳/۶ ^{ns}	۱/۷۸ ^{ns}	۴۰/۸*	۰/۱۰۴ ^{ns}	۳/۸ ^{ns}	۰/۲۲۱*	۰/۰۱۲ ^{ns}	۲	تکرار (R)
۱۷۷/۳ ^{ns}	۱۷/۶ ^{ns}	۱۶/۹۸**	۶۱/۳**	۴/۵۰۷**	۱۷۵/۰**	۲/۱۵۴**	۰/۱۳۴**	۲	جیبرلیک اسید (A)
۴۲۴/۸ ^{ns}	۹/۹ ^{ns}	۵/۶۸*	۹/۴ ^{ns}	۱/۳۶۳**	۶۵/۲ ^{ns}	۳/۸۸۰**	۰/۰۱۱ ^{ns}	۲	سالیسیلیک اسید (B)
۲۹۵/۱ ^{ns}	۷/۸ ^{ns}	۴/۲۶*	۲۱۸/۲**	۲/۴۰۲**	۴۶۳/۶**	۳/۵۴۸**	۰/۰۰۶ ^{ns}	۴	اثر متقابل AB
۱۲۵/۶	۲۴/۱	۱/۱۱	۷/۳	۰/۰۴۴	۱۰/۵	۰/۰۵۹	۰/۰۱۲	۱۶	خطا
۸/۰	۶/۵	۱۲/۲	۷/۵	۱۶/۸	۷/۰	۲/۸	۱۰/۷		ضریب تغییرات(%)

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با اثر محلول‌پاشی جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید بر صفات مورد بررسی نارنگی کینو

میانگین مربعات								df	منابع تغییر
آنتی اکسیدانت	فلاونوئید	فنل	طول به قطر میوه	طول میوه	قطر میوه	وزن پوست	وزن گوشت		
۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}	۰/۵۸ ^{ns}	۱/۲۳ ^{ns}	۶۶/۰ ^{ns}	۳۴۱/۶ ^{ns}	۲	تکرار (R)
۰/۹۴۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱/۳۷۱**	۰/۰۱۰ ^{ns}	۱۳/۰۳**	۸/۲۶**	۳۰/۸ ^{ns}	۳۰۰/۶ ^{ns}	۲	جیبرلیک اسید (A)
۰/۳۳۶ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۹۹۲**	۰/۰۳۸ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}	۰/۴۸ ^{ns}	۶۴/۵ ^{ns}	۶۳۹/۵ ^{ns}	۲	سالیسیلیک اسید (B)
۰/۶۰۸ ^{ns}	۰/۰۶۸**	۰/۱۶۶**	۰/۰۱۹ ^{ns}	۲/۳۲ ^{ns}	۵/۴۳**	۲۹/۴ ^{ns}	۳۴۱/۱ ^{ns}	۴	اثر متقابل AB
۰/۶۳۹	۰/۰۰۳	۰/۰۳۵	۰/۰۱۸	۱/۶۸	۰/۵۲	۴۱/۲	۱۸۸/۵	۱۶	خطا
۰/۸	۲۳/۴	۲/۹	۱۵/۷	۴/۳	۲/۰	۱۵/۱	۱۴/۱		ضریب تغییرات(%)

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

زایشی شامل گلدهی و تشکیل میوه، افزایش کارایی فتوسنتز، کاهش تنفس، افزایش انتقال و تجمع قندها و دیگر متابولیسرها، سبب بهبود اندازه میوه و عملکرد می‌شود (Georgi et al., 2010). جیبرلین همچنین با تحریک رشد و تقسیم سلولی در نهایت موجب افزایش اندازه نهایی میوه می‌شود (Hedden and Phillips, 2000). البته طول‌شدن سلولی بیشتر از تقسیم سلولی تحت تأثیر تیمار جیبرلیک اسید قرار می‌گیرد (Belakbir et al., 1998). در گزارشی میوه‌های گیلاس محلول‌پاشی شده با سالیسیلیک اسید وزن بیشتری نسبت به شاهد داشتند (Gimenez et al., 2014). افزایش وزن میوه و خوشه خرما رقم برخی در نتیجه محلول‌پاشی جیبرلیک

مربوط به اثر متقابل جیبرلیک و سالیسیلیک اسید نشان داد که بیشترین میزان قطر میوه در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به تنهایی و همچنین همین غلظت در ترکیب با ۱ میلی‌مول بر لیتر سالیسیلیک اسید (۳۷/۷ سانتی‌متر) و کمترین میزان آن نیز در غلظت صفر جیبرلیک اسید به همراه ۱ میلی‌مول بر لیتر سالیسیلیک اسید (۳۴/۲ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۴). افزایش وزن میوه بدون تأثیر بر قطر میوه احتمالاً به دلیل افزایش میزان آب میوه است.

تأثیر جیبرلین در افزایش طول و قطر میوه در محصولات همانند لفل (Ouzounidou et al., 2010) نیز گزارش شده است. جیبرلین با بکارگیری مواد غذایی بیشتر برای رشد

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات کمی و کیفی میوه نارنگی کینو تحت تأثیر غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید

صفت	جیبرلیک اسید		
	صفر	۵۰	۱۰۰
اسید قابل تیتراسیون (%)	۱/۱۲۱ ^a	۰/۸۸۶ ^b	۱/۰۵۹ ^a
قند (%)	۸/۰۶ ^b	۸/۸۰ ^a	۸/۹۸ ^a
قند به اسید	۷/۲۶ ^c	۱۰/۰۰ ^a	۸/۶۵ ^b
ویتامین ث (mg/100 ml)	۷۴/۰ ^a	۷۶/۸ ^a	۷۵/۷ ^a
L*	۳۶/۰ ^b	۴۴/۷ ^a	۴۱/۶ ^a
a*	۱/۷۹ ^a	۰/۴۵ ^c	۱/۵۱ ^b
b*	۳۳/۰ ^b	۳۷/۲ ^a	۳۷/۸ ^a
وزن میوه (g)	۱۴۱ ^a	۱۴۴ ^a	۱۳۵ ^a
وزن گوشت (g)	۱۰۱ ^a	۱۰۱ ^a	۹۱ ^a
وزن پوست (g)	۴۱ ^a	۴۳ ^a	۴۴ ^a
قطر میوه (mm)	۳۵/۱ ^b	۳۶/۹ ^a	۳۵/۷ ^b
طول میوه (mm)	۲۹/۱ ^b	۳۱/۲ ^a	۲۹/۲ ^b
طول به قطر میوه	۰/۸۹ ^a	۰/۸۸ ^a	۰/۸۳ ^a
فنل (mg/g FW)	۶/۷۸ ^a	۶/۲۸ ^b	۶/۰۱ ^c
فلاونوئید (mg/g FW)	۰/۲۳۱ ^a	۰/۲۶۲ ^a	۰/۲۴۶ ^a
آنتی‌اکسیدانت (%)	۹۳/۷ ^a	۹۳/۵ ^a	۹۴/۱ ^a

میانگین‌های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

اسید توسط Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده است. ملک‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که کاربرد جیبرلیک اسید تأثیر معنی‌داری بر وزن پوست میوه نارنگی انشو نداشته است. گرچه قطر میوه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. صدیقی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید در میوه گیلان بر اندازه و وزن میوه‌ها تأثیری نداشت.

ارزیابی اسید قابل تیتراسیون، قند و آسکوربیک اسید: مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اسید قابل تیتراسیون نشان داد که با افزایش جیبرلیک اسید تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، میزان اسید کل کاهش معنی‌داری یافت و سپس با افزایش غلظت جیبرلیک اسید، میزان اسید قابل تیتراسیون افزایش یافت به

طوری‌که کمترین میزان اسید قابل تیتراسیون در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۰/۸۸۶ درصد) مشاهده شد. از لحاظ آماری نیز تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده نشد (جدول ۲-۴). میزان مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید قابل تیتراسیون تحت تیمار جیبرلیک اسید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر ساده سالیسیلیک اسید نشان داد که این تیمار تأثیر معنی‌داری بر میزان اسید قابل تیتراسیون نداشته است اما میزان مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید قابل تیتراسیون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل جیبرلیک و سالیسیلیک اسید نشان داد که در غلظت‌های صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات کمی و کیفی میوه نارنگی کینو تحت تأثیر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید

صفت	سالیسیلیک اسید		
	صفر	۱	۲
اسید قابل تیتراسیون (%)	۰/۹۸۴ ^a	۱/۰۲۹ ^a	۱/۰۵۲ ^a
قند	۹/۳۴ ^a	۸/۴۱ ^b	۸/۰۸ ^c
L*	۴۳/۵ ^a	۴۰/۵ ^{ab}	۳۸/۲ ^b
a*	۱/۲۸ ^b	۰/۸۴ ^c	۱/۶۲ ^a
b*	۳۷/۰ ^a	۳۴/۹ ^a	۳۶/۰ ^a
قند به اسید	۹/۵۳ ^a	۸/۳۸ ^b	۸/۰۰ ^b
ویتامین ث (mg/100 ml)	۷۶/۷ ^a	۷۵/۱ ^a	۷۴/۷ ^a
وزن میوه (g)	۱۳۷ ^{ab}	۱۳۶ ^b	۱۴۸ ^a
وزن گوشت (g)	۹۱ ^b	۹۴ ^{ab}	۱۰۷ ^a
وزن پوست (g)	۴۶ ^a	۴۱ ^a	۴۱ ^a
قطر میوه (mm)	۳۵/۷ ^a	۳۵/۸ ^a	۳۶/۲ ^a
طول میوه (mm)	۲۹/۴ ^a	۳۰/۱ ^a	۳۰/۱ ^a
طول به قطر میوه	۰/۷۹ ^a	۰/۸۹ ^a	۰/۹۲ ^a
فنل (mg/g FW)	۵/۹۸ ^b	۶/۴۹ ^a	۶/۶۱ ^a
فلانونوئید (mg/g FW)	۰/۲۴۸ ^a	۰/۲۲۱ ^a	۰/۲۷۰ ^a
آنتی‌اکسیدانت (%)	۹۳/۷ ^a	۹۳/۶ ^a	۹۴/۰ ^a

میانگین‌های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر برهمکنش غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید

صفت	SA × GA							
	قند	L*	a*	b*	قند به اسید	قطر میوه (mm)	فنل (mg/gFW)	فلانونوئید (mg/g FW)
صفر	۱۰/۰۰ ^a	۵۴/۸ ^a	۱/۹۴ ^b	۴۳/۸ ^a	۹/۴ ^{abc}	۳۴/۸ ^{de}	۶/۴۵ ^{bcd}	۰/۳۲۷ ^{ab}
۱	۷/۳۷ ^e	۲۶/۴ ^d	۱/۷۲ ^b	۲۶/۸ ^d	۶/۷ ^{de}	۳۴/۲ ^e	۶/۷۶ ^b	۰/۱۰۷ ^e
۲	۶/۸۰ ^f	۲۶/۶ ^d	۱/۷۰ ^{bc}	۲۸/۳ ^d	۵/۷ ^e	۳۶/۲ ^{bc}	۷/۱۴ ^a	۰/۲۶۰ ^{bc}
صفر	۸/۵۰ ^{cd}	۳۷/۱ ^c	۱/۳۴ ^c	۲۸/۴ ^d	۹/۶ ^{abc}	۳۷/۷ ^a	۵/۹۴ ^e	۰/۱۹۰ ^{cde}
۵۰	۸/۶۰ ^c	۴۸/۳ ^b	۰/۸۰ ^e	۴۰/۳ ^{abc}	۹/۹ ^{ab}	۳۷/۸ ^a	۶/۶۵ ^{bc}	۰/۱۷۷ ^{cde}
۲	۹/۳۰ ^b	۴۸/۶ ^b	۰/۸۰ ^d	۴۲/۷ ^{ab}	۱۰/۵ ^a	۳۵/۵ ^{cd}	۶/۲۵ ^{de}	۰/۴۲۰ ^a
صفر	۹/۵۳ ^b	۳۸/۷ ^c	۰/۵۷ ^d	۳۸/۷ ^{bc}	۹/۶ ^{abc}	۳۴/۷ ^{de}	۵/۵۶ ^f	۰/۲۲۷ ^{cd}
۱	۹/۲۷ ^b	۴۶/۷ ^b	۱/۶۰ ^{bc}	۳۷/۷ ^c	۸/۶ ^{bc}	۳۵/۷ ^{bcd}	۶/۰۴ ^e	۰/۳۸۰ ^a
۲	۸/۱۳ ^d	۳۹/۳ ^c	۲/۳۵ ^a	۳۷/۰ ^c	۷/۸ ^{cd}	۳۶/۸ ^{ab}	۶/۴۴ ^{cd}	۰/۱۳۰ ^{de}

میانگین‌های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

به دست آمده در این پژوهش نتایج مطالعه Gimenez و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی کاربرد سالیسیلیک اسید بر میوه گیلاس نشان داد که سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی مول در لیتر به طور معنی داری باعث افزایش مواد جامد محلول میوه گردید. در حالیکه تأثیر معنی داری بر محتوای اسید قابل تیتراسیون نداشته است. تفاوت در تأثیر هورمون ها می تواند به دلیل تفاوت در غلظت های استفاده شده و نوع میوه باشد.

اثرات ساده جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آنها تأثیر معنی داری بر محتوی آسکوربیک اسید میوه نداشتند. مطابق با نتایج به دست آمده از همکاران (۱۳۹۳) نیز گزارش کردند که جیبرلیک اسید (۵۰ میلی گرم در لیتر) تأثیر معنی داری بر میزان ویتامین ث پرتقال هاملین نداشته است. در مطالعه ایشان میزان ویتامین ث در میوه های شاهد ۵۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود. در حالیکه میوه های تیمار شده با جیبرلیک اسید ۵۰ میلی گرم در لیتر دارای ۴۲ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ویتامین ث بودند. البته جیبرلیک اسید در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر میزان ویتامین ث میوه را نسبت به شاهد افزایش داد. برخلاف نتایج به دست آمده تحقیقات نشان دادند که مقدار ویتامین ث در میوه های کنار هندی تیمار شده با غلظت ۱ و ۲ میلی مول در لیتر سالیسیلیک اسید (شنبه پور و همکاران، ۱۳۹۵) همچنین در میوه های عناب (Kassem *et al.*, 2011) در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. فاکتورهای بسیاری از قبیل اختلاف های ژنوتیپی، شرایط آب و هوایی قبل از برداشت، عملیات زراعی و بلوغ و برداشت بر مقدار ویتامین ث در میوه ها تأثیر گذار است.

ارزیابی رنگ: مقایسه میانگین داده های مربوط به اثر متقابل جیبرلیک و سالیسیلیک اسید نشان داد که در غلظت صفر جیبرلیک اسید با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید تا ۲ میلی مول بر لیتر میزان L* کاهش یافت؛ این در حالی است که در غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر عکس این حالت رخ داد. بیشترین میزان L* در میوه های شاهد (۵۴/۸) و کمترین میزان L* نیز در غلظت صفر جیبرلیک اسید به ترتیب در غلظت های ۱ و ۲ میلی مول بر لیتر (۲۶/۴ و ۲۶/۶) مشاهده شد (جدول ۴).

جیبرلیک اسید، با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید میزان قند به اسید کاهش یافت؛ این در حالی است که در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر عکس این حالت رخ داد به طوریکه بیشترین و کمترین میزان قند به اسید در غلظت ۲ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید به ترتیب در غلظت های ۵۰ و صفر میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید (۱۰/۵ و ۵/۷) مشاهده شد.

جیبرلیک اسید با تأخیر در فرایند پیری و تنفس میوه باعث تأخیر در کاهش اسیدیته و کاهش تجمع مواد جامد محلول میوه می گردد (Porat *et al.*, 2001). براساس نتایج به دست آمده جیبرلیک اسید در غلظت های مختلف تأثیر متفاوتی بر میزان اسید قابل تیتراسیون نشان داد. همچنین میزان مواد جامد محلول میوه نیز افزایش یافت. مطابق با نتایج غلظت پایین تر جیبرلیک اسید (۵۰ میلی گرم در لیتر) کاربرد جیبرلیک اسید در غلظت های ۱۵ و ۳۰ میلی گرم در لیتر میزان اسید قابل تیتراسیون میوه نارنگی ائشو را نسبت به شاهد کاهش داد (ملک نژاد و همکاران، ۱۳۹۱). برخلاف نتایج به دست آمده در تحقیق Khalid و همکاران (۲۰۱۶) کاربرد جیبرلیک اسید (۱۰ میلی گرم در لیتر) باعث افزایش اسید قابل تیتراسیون میوه نارنگی کینو نسبت به شاهد شد. همچنین گزارش شده است که میوه انگور تیمار شده با جیبرلیک اسید (۵۰ ppm) دارای میزان بالاتری مالیک اسید نسبت به میوه های شاهد بود (Rusjan, 2010). از همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که تیمار جیبرلیک اسید ۵۰ میلی گرم در لیتر گر چه میزان اسید قابل تیتراسیون و قند میوه پرتقال هاملین را نسبت به شاهد افزایش داد اما تفاوت معنی داری با شاهد نشان نداد. سالیسیلیک اسید با کاهش میزان تنفس و کاهش میزان اتیلن از کاهش اسیدهای آلی و افزایش مواد جامد محلول جلوگیری می کند (Raskin, 1992). براساس نتایج به دست آمده میوه های تیمار شده با سالیسیلیک اسید دارای محتوی اسید بیشتر و میزان کمتری مواد جامد محلول بودند. مطابق با نتایج ما شنبه پور و همکاران (۱۳۹۵) نیز گزارش کردند که میوه های کنار محلول پاشی شده با سالیسیلیک اسید ۱ میلی مول در لیتر اسید قابل تیتراسیون بالاتری نسبت به شاهد داشتند. برخلاف نتایج

بیشترین میزان a^* در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و به همراه ۲ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید (۲/۳۵) و کمترین مقدار نیز در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید در غلظت‌های ۱ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید (۰/۸۰) مشاهده شد. بیشترین میزان b^* در غلظت صفر جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید (۴۳/۸) و کمترین نیز در غلظت صفر جیبرلیک اسید در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید و همچنین غلظت صفر سالیسیلیک اسید در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر (۲۶/۸، ۲۸/۳ و ۲۸/۴) مشاهده شد. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه است و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر است (Manera et al., 2012). تیمار ترکیب جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید در بیشترین غلظت دارای بالاترین مقدار رنگ نارنجی (۲/۳۵) بود. بنابراین میوه‌های تیمار شده از بازارپسندی بالاتری برخوردار بودند. در حالیکه میزان a^* در میوه‌های شاهد به مقدار ۱/۹۴ مشاهده شد. میوه‌های تیمار شده با ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه ۲ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید دارای بیشترین رنگ سبز نسبت به سایر تیمارها بودند. براساس نتایج به دست آمده میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد از درخشندگی کمتری برخوردار بودند. به طوریکه کمترین و بیشترین مقدار L^* (درخشندگی) به ترتیب در شاهد (۵۴/۸) و در دو غلظت سالیسیلیک اسید (۲۶/۴) مشاهده شد. رنگ پوست میوه مرکبات شاخص مهمی برای مصرف‌کننده است. به طور کلی میوه مرکبات با رنگ نارنجی پر رنگ از بازارپسندی بالاتری برخوردار است. تغییر در رنگ پوست میوه به دلیل کاهش کلروفیل و افزایش کارنوئوئید است.

گزارش Gimenez و همکاران (۲۰۱۴) در کاربرد سالیسیلیک اسید حاکی از تأثیر معنی‌داری بر افزایش نسبت

a/b در میوه گیلان بود. فتاحی مقدم و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های گرمسیری، در ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه ارقام جدید نارنگی نوشین و شاهین طی انبارمانی گزارش کردند که مقدار درخشندگی پوست نارنگی نوشین در دامنه ۵۲ تا ۶۴ و در نارنگی شاهین ۶۰ تا ۶۶ است. در مطالعات دیگر مقدار درخشندگی برای نارنگی کلمانتین ۷۰ (Barry and Wyk, 2006)، بم و پیچ ۶۱ (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶) و انشو۹۶ (Fatahi, et al., 2011) گزارش شده است. با توجه به این مقادیر نارنگی کینو نسبت به سایر ارقام از میزان درخشندگی کمتری برخوردار بود.

ارزیابی فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانت:

جیبرلیک اسید باعث کاهش معنی‌دار میزان فنل میوه نارنگی کینو شد اما تأثیر معنی‌داری بر میزان فلاونوئید و آنتی‌اکسیدانت کل نداشت (جدول ۲). میزان فنل میوه تحت تأثیر سالیسیلیک اسید به طور معنی‌داری افزایش یافت. اما تأثیر معنی‌داری بر فلاونوئید و آنتی‌اکسیدانت کل نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل جیبرلیک و سالیسیلیک اسید نشان داد که بیشترین میزان فنل در غلظت صفر جیبرلیک اسید به همراه ۲ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید (۷/۱۴ میلی گرم بر گرم) و کمترین میزان آن نیز در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید در غلظت صفر سالیسیلیک اسید (۵/۵۶ میلی گرم بر گرم) مشاهده شد. همچنین نتایج مربوط به اثر متقابل جیبرلیک و سالیسیلیک اسید نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید در غلظت‌های ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه ۲ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید (۷/۱۴ mg/g FW) و همچنین غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید در غلظت ۱ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید به ترتیب (۰/۴۲۰ و ۰/۳۸۰) و کمترین میزان آن نیز در غلظت ۱ میلی مول بر لیتر سالیسیلیک اسید در غلظت صفر جیبرلیک اسید (۰/۱۰۷ mg/g FW) مشاهده شد.

فنل‌ها و فلاونوئیدها از جمله ترکیبات مؤثر در جذب رادیکال‌های آزاد هستند. ترکیبات فنلی با داشتن خاصیت

اسید نوعی ترکیب تحریک کننده تولید ترکیبات فنلی در گیاهان است و با تأثیر بر آنزیم های مؤثر در تولید ترکیبات فنلی سبب افزایش تولید آنها می شود (Kovacic *et al.* 2009). از سوی دیگر افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی در اثر جیبرلیک اسید نیز معمولاً به افزایش محتوی ترکیبات فنلیکی نسبت داده می شود (Sun and Gubler, 2004).

نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق بسته به غلظت استفاده شده نتایج متفاوتی در خصوصیات کیفی میوه نارنگی به دست آمده که بسته به هدف نهایی می توان از غلظت مناسب استفاده کرد. استفاده از ترکیب جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید در غلظت های پایین تر باعث حفظ رنگ سبز میوه نسبت به شاهد شدند. در حالیکه ترکیب آنها در غلظت بالاتر باعث نارنجی تر شدن رنگ میوه نسبت به شاهد شد. در کل تیمارهای استفاده شده میزان مواد جامد محلول میوه را کاهش دادند. البته تیمارها تأثیر معنی داری در شاخص طعم و همچنین میزان ویتامین ث میوه نشان ندادند. البته اندازه قطر میوه در بیشتر موارد افزایش یافت.

آنتی اکسیدانتی تأثیر مهمی در کیفیت محصولات و حفظ سلامت انسان دارند (Chen *et al.*, 2004). مطابق با نتایج به دست آمده تیمارهای مورد استفاده تأثیر معنی داری بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانتی میوه نارنگی نشان ندادند. با توجه به اینکه فعالیت آنتی اکسیدانتی در میوه می تواند تحت تأثیر ترکیبات زیست فعال مانند آسکوربیک اسید میوه باشد احتمال دارد در این میوه خاصیت آنتی اکسیدانتی همبستگی زیادی با این ترکیب داشته باشد. در حالیکه شنبه پور و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که میوه های کنار محلول پاشی شده با سالیسیلیک اسید (۲ میلی مول در لیتر) دارای بالاترین سطح آنتی اکسیدانی بود. Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که محلول پاشی میوه های خرما باعث بهبود خاصیت آنتی اکسیدانتی میوه شد. افزایش فنل و خاصیت آنتی اکسیدانتی میوه های زردآلو در اثر محلول پاشی با سالیسیلیک اسید نیز توسط Wang و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شده است. همچنین نشان داده شده است که محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی درختان پرتقال ناول رقم Cara Cara فعالیت آنتی اکسیدانی میوه را افزایش داد (Huang *et al.*, 2008). با توجه به اینکه سالیسیلیک اسید هم به طور مستقیم باعث خنثی شدن گونه رادیکال های فعال اکسیژن شده و هم به طور غیرمستقیم تولید آنها را در گیاه کاهش می دهد ظرفیت آنتی اکسیدانی کل گیاه و میوه را افزایش می دهد. سالیسیلیک

منابع

- آز، ح.، اصغری، م. و آیین، الف. (۱۳۹۳) تأثیر جیبرلیک اسید و پوترسین بر بازارپسندی و برخی صفات کیفی پرتقال هاملین. مجله تولید و فرآوری محصولات باغی و زراعی ۹۹: ۱۰۶-۱۰۴.
- بی نام. (۱۳۹۵) آمارنامه جهاد کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- شنبه پور بندری، ف.، رستگار، س. و قاسمی، م. (۱۳۹۵) بهبود ویژگی های کمی و کیفی میوه کنار هندی (*Ziziphus mauritiana*) با محلول پاشی کلسیم کلرید، پوترسین و سالیسیلیک اسید. علوم و فنون باغبانی ۱۷: ۴۶۲-۴۵۳.
- صدیقی، الف.، غلامی، م.، ساریخانی، ح. و ارشادی، الف. (۱۳۹۱) اثر سالیسیلیک اسید و جیبرلیک اسید بر زمان رسیدن، میزان آنتوسیانین و تولید اتیلن در میوه گیلان رقم سیاه مشهد. نشریه علوم باغبانی ۲۶: ۱۴۶-۱۴۱.
- عادل، م.، امیری، م. و نجاتیان، الف. (۱۳۹۵) تأثیر سالیسیلیک اسید و منیزیم سولفات کلاته بر بهبود کیفیت میوه (ویژگی های فیزیکی) گلابی رقم لوئیزبون. نشریه علوم باغبانی ۳۰: ۱۴۰-۱۳۲.

فتاحی مقدم، ج.، سیدقاسمی، الف. و نجفی، ک. (۱۳۹۶) ارزیابی ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی میوه ارقام جدید نارنگی نوشین و شاهین طی دوره انبارداری. نشریه علوم باغبانی ۳۱: ۷۶۴-۷۵۱.

محمدی، م.، صیدی، م.، خادمی، الف. و بازگیر، م. (۱۳۹۵) بهبود خصوصیات کمی و کیفی فلفل دلمه‌ای توسط تیمارهای جیبرلیک اسید و کلسیم کلرید در شرایط اقلیمی منطقه ایلام. به زراعی کشاورزی ۱۷: ۶۶۰-۶۴۹.

ملک‌نژاد متیکلابی، ر.، عبدوسی اخلاقی امیری، ن. و قاسمی، الف. (۱۳۹۱) تأثیر جیبرلیک اسید و اوره برکاهش ریزش و بهبود کیفیت میوه نارنگی انشو. نشریه گیاه و زیست بوم ۱۷: ۳۱-۲۵.

مؤمن‌پور، ع. (۱۳۹۶) اثر محلول‌پاشی با جیبرلیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی نارنگی رقم انشو. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۴: ۱۵۳-۱۴۱.

- Alrashdi, A. M., Al-Qurashi, A. D., Awad, M. A., Mohamed, S. A. and Al-rashdi, A. A. (2017) Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of 'El-Bayadi' table grapes at harvest as affected by preharvest salicylic acid and gibberellic acid spray. *Scientia Horticulturae* 220: 243-249.
- Barry, G. and Wyk, A. V. (2006) Low-temperature cold shock may induce rind color development of Nules 'Nules Clementine' (*Citrus reticulata* Blanco) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 40: 8-82.
- Belakbir, A., Ruiz, J. M. and Romero, L. (1998) Yield and quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to bioregulators. *HortScience* 33: 85-87.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. F. and Berset, C. (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology* 28: 25-30.
- Chen, C. Y., Milbury, P. E., Kwak, H. K., Collins, F. W., Samuel, P. and Blumberg, J. B. (2004) Avenanthramides and phenolic acids from oats are bioavailable and act synergistically with vitamin C to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation. *Journal of Nutrition* 134: 1459-1466.
- Cline, J. A. and Trought, M. (2007) Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of 'Bing' and 'Sam' sweet cherries. *Canadian Journal of Plant Science* 87: 545-550.
- Fatahi, J., Hamidoghli, Y., Fotouhi, R., Ghasemnejad, M. and Bakhshi, D. (2011) Assessment of fruit quality and antioxidant activity of three citrus species during ripening. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment* 2: 113-128.
- Georgi, O., Ilias, I. and Anastasia, G. (2010) Comparative study on the effects of various plant growth regulators on growth, quality and physiology of (*Capsicum annuum* L.). *Pakistan Journal of Botany* 42: 805-814.
- Gimenez, M. J., Valverde, J. M., Valero, D., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Serrano, M. and Castillo, S. (2014) Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. *Food Chemistry* 160: 226-232.
- Hedden, P. and Phillips, A. (2000) Gibberellin metabolism: new insights revealed by the genes. *Trends Plant Sciences* 5: 523-530.
- Huang, R., Xia, R., Lu, Y., Hu, L. and Xu, Y. (2008) Effect of pre-harvest salicylic acid spray treatment on post-harvest antioxidant in the pulp and peel of 'Cara navel orange' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 229-236.
- Kassem, H. A., Al-Obeed, R. S., Ahmed, M. A. and Omar, A. K. H. (2011) Productivity fruit quality and profitability of jujube trees improvement by preharvest application of agrochemical, middle-east. *Journal of Scientific Research* 9: 628-637.
- Khalid, S., Malik, A. U., Khan, A. S., Razzaq, K. and Naseer, M. (2016) Plant growth regulators application time influences fruit quality and storage potential of young 'Kinnow' mandarin trees. *International Journal of Agriculture And Biology* 18: 623-629.
- Kovacik, J., Gruz, J., Backo, M., Strnad, M. and Repcak, M. (2009) Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. *Plant Cell Reports* 28: 135-143.
- Manera, J., Brotons, J. M., Conesa, A. and Porras, I. (2012) Relationship between air temperature and degreening of lemon (*Citrus lemon* L.) peel color during maturation. *Australian Journal Crop Science* 6: 1051-1058.
- Martinez-Romero, D., Valero, D., Serrano, M., Burlo, F., Carbonell, A., Burgos, L. and Riquelme, F. (2000) Exogenous polyamines and gibberellic acid effects on peach (*Prunus persica* L.) storability improvement. *Journal of Food Science* 65: 288-294.
- Mohamed, S. A., Awad, M. A. and Al-Qurashi, A. D. (2014) Antioxidant activity, antioxidant compounds, antioxidant and hydrolytic enzymes activities of 'Barhee' dates at harvest and during storage as affected by preharvest spray of some growth regulators. *Scientia Horticulturae* 167: 91-99.

- Ouzounidou, G., Ilias, I., Giannakoula, A. and Papadopoulou, P. (2010) Comparative study on the effects of various plant growth regulators on growth, quality and physiology of *Capsicum annuum*. *Pakistan Journal of Botany* 42: 805-814.
- Ozkan, Y., Ucar, M., Yildiz, K. and Ozturk, B. (2016) Pre-harvest gibberellic acid (GA₃) treatments play an important role on bioactive compounds and fruit quality of sweet cherry cultivars. *Scientia Horticulturae* 211: 358-362.
- Pila, N., Neeta, B. G. and Ramana Rao, T. V. (2010) Effect of post-harvest treatments on physicochemical characteristics and shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits during storage. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science* 9: 470-479.
- Porat, R., Feng, X., Huberman, M., Galili, D., Goren, R. and Goldschmidt, E. E. (2001) Gibberellic acid slows postharvest degreening of 'Oroblanco' citrus fruits. *HortScience* 36: 937-940.
- Raskin, I. (1992) Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 43: 439-463.
- Rusjan, D. (2010) Impacts of gibberellins (GA₃) on sensorial quality and storability of table grape (*Vitis vinifera* L.). *Acta Agriculture Slovenica* 95: 163-173.
- Shui, G. and Leong, L. P. (2002) Separation and determination of organic acids and phenolic compounds in fruit juices and drinks by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 977: 89-96.
- Sudha, R., Amutha, R., Muthulakshmi, S., Baby Rani, W., Indira, K. and Mareeswari, P. (2007) Influence of pre and postharvest chemical treatments on physical characteristics of sapota (*Achras sapota* L.) var. PKM 1. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3: 450-452.
- Sun, T. and Gubler, F. (2004) Molecular mechanism of gibberellin signaling in plants. *Annual Review of Plant Biology* 55: 197-223.
- Tareen, M. J., Abbasi, N. A. and Hafiz, I. A. (2012) Postharvest application of salicylic acid enhanced antioxidant enzyme activity and maintained quality of peach cv. 'Flordaking' fruit during storage. *Scientia Horticulture* 142: 221-228.
- Wang, Z., Ma, L., Zhang, X., Xu, L., Cao, J. and Jiang, W. (2015) The effect of exogenous salicylic acid on antioxidant activity, bioactive compounds and antioxidant system in apricot fruit. *Scientia Horticulture* 181: 113-120.

Effects of foliage application of salicylic acid and gibberellic acid on the quantitative and qualitative characteristics of Kinnow Mandarin

Ebrahim Pishvaie¹ and Somayeh Rastegar^{2*}

¹ Department of Horticultural Science, Agriculture College, Azad University, Jiroft Branch

² Department of Horticultural Science, Agriculture and Natural Resource College, University of Hormozgan

(Received: 10/08/2018, Accepted: 26/02/2019)

Abstract

The use of plant growth regulators to improve the quality of the fruit has long been the focus of attention. In order to evaluate the effect of salicylic acid (0,1 and 2 mM/ L) and gibberellic acid (0, 50,100 mg / L) and their interaction on some of the characteristics of mandarin Kinnow fruit, on experiment with 9 treatments and 3 replications was carried out as a factorial experiment in a randomized complete block design in Minab city in 1396. Foliar application was carried out in two stages (mature green and changing color). The fruits were harvested and evaluated at the commercial maturity stage. Based on the results, gibberellic acid at concentration of 50 mg/L significantly increased the diameter and length of the fruits. Salicylic acid at a concentration of 2 mM /L caused a significant increase in pulp of fruits. Controlled fruits showed higher soluble solids than other treatments. The highest ratio of sugar to acid was obtained at a concentration of 50 mg/ L gibberellic acid with 2 mM/L salicylic acid. The highest amount of phenol content was observed at a concentration of 2 mM/L salicylic acid (7.14 mg/ g) and the highest amount of flavonoid in concentrations of 50 mg/ L gibberellic acid plus 2 mM/L of salicylic acid (0.420 mg /g FW) was observed. The highest amount of a* (2.35)(redness) was observed at the highest concentration of treatments and the control fruits showed the highest L* (whiteness) value.

Keyword: Plant growth regulators, Quality, Spray, Mandarin

Corresponding author, Email: rastegarhort@gmail.com