مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۴، شماره ۳، ۱۳۹۲ (۳۵۷-۳۴۹)

اثر تیمار مه پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و صفات کیفی توت فرنگی رقم کاماروسا

سارا صالحی[۱]، مصباح بابالار[۲*]، تکتم سادات تقوی[۳] و محمد علی عسکری سرچشمه[۳]
۱، ۲ و ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیاران گروه مهندسی علوم باغبانی وفضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۵ - تاریخ تصویب: ۹۱/۷/۱۶)

چکیده

در این تحقیق اثر مه پاشی پنج غلظت اسید سالیسیلیک(۲، ۴، ۶ و ۸ میلی مولار به همراه شاهد) بر بوته های توت فرنگی رقم کاماروسا درکشت هیدروپونیک و شرایط گلخانه ای، بر رشد، عملکرد و صفات کیفی میوه ها در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی بررسی شد. گیاهان توت فرنگی درمورد صفات رویشی مانند تعداد طوقه، وزن ریشه و وزن شاخساره، و صفات زایشی مانند عملکرد، تعداد و شکل میوه، و نیز برخی صفات کیفی میوه، میزان عناصر(کلسیم، منیزیم، پتاسیم و فسفر)، میزان ماده خشک و درصد خاکستر میوه بررسی شدند. در بین غلظت های مه پاشی شده سالیسیلیک اسید، غلظت ۶ میلی مولار، بهترین اثر را بر صفات کیفی، رشد و عملکرد توت فرنگی داشته و سبب بیشترین میزان عملکرد میوه، سفتی بافت میوه، ویتامین ث، درصد مواد جامد قابل حل، میزان قرمزی (a*) میوه و pH آب میوه شد. همچنین درخشندگی(L*) میوه و درصد اسیدیته قابل تیتراسیون میوه نیز در حد بالایی قرار داشت. در تیمار شاهد اغلب صفات مورد اندازه گیری نامطلوب بوده و تنها در مورد ویتامین ث و وزن خشک میوه بالابود. تیمار اسید سالیسیلیکدر غلظت ۸ میلی مولار ، میوه هایی با درصد رطوبت بالا و اندازه بزرگ تر ایجاد کرد. همچنین درصد اسیدیته قابل تیتراسیون، pH آب میوه و درصد مواد جامد قابل حل در این تیمار بالا بود،اما در مورد سایر صفات کیفی و رشد بسیار پایین بود. غلظت ۴ میلی مولار، در مورد صفاتی مانند عملکرد، سفتی بافت، قرمزی میوه، میزان پتاسیم و رطوبت میوه معنی دار بود، اما در برخی صفات مانند ویتامین ث، درصد وزن خشک، مواد جامد قابل حل و اسیدیته قابل تیتراسیون مقدار بسیار پایینی داشت. تیمار ۲میلی مولار به دلیل عملکرد پایین، اندازه کوچک میوه، پایین بودن وزن خشک، پتاسیم و رنگ قرمز میوه با وجود سفتی بافت، ویتامین ث و درصد مواد جامد قابل حل به میزان بالا، مطلوب نبود. غلظت ۶ میلی مولار با بیشترین صفات مطلوب و در سطح بالا، بهترین غلظت برای مه پاشی بوته توت فرنگی توصیه می شود.

واژه های کلیدی: اسید سالیسیلیک، صفات رویشی، کیفیت میوه، عمر انبار مانی

مقدمه

به علت نگرانی ها در مورد سلامت انسان و محیط زیست محدودیت استفاده از سموم شیمیایی قراردادی در حال افزایش است. همچنین پاتوژن ها به بسیاری از سموم قارچ کش مقاوم شده اند. روش های کنترل تلفیقی زیادی برای مدیریت بیماری های پس از برداشت میوه ها و سبزی ها پیشنهاد شده است که شامل استفاده از مواد طبیعی، تیمار های فیزیکی و کنترل بیولوژیکی می

* نویسنده مسئول: مصباح بابالار تلفن: ۰۹۱۲۵۴۸۶۴۴۸ E-mail: mbabalar@ut.ac.ir

باشد (Nigro et al., 2006). یکی از ترکیباتی که نظر محققین را به خود جلب کرده است ترکیب فنلی اسید سالیسیلیک است که در زمینه تولید و نگهداری محصولات کشاورزی و باغی، نتایج امیدوار کننده ای را نشان داده است (Lesli & Romani,1988). این ماده در ارسال علائم هشدار دهنده و تحریک ایجاد مقاومت در گیاه در زمان حمله عوامل بیماری زا و استرس زا وارد عمل شده و نقش اساسی در غلبه گیاه بر استرس اکسید شدن ایفا می کند (Raskin, 1992a). تیمار میوه های موز با اسید سالیسیلیک منجر به کاهش میزان تنفس و تاخیر در شروع نقطه شروع اوج کلیماکتریکی می شود که میزان این اثر به غلظت اسید سالیسیلیک بستگی دارد. کاهش وزن تازه میوه ها و سبزی ها عمدتا به علت کاهش آب در نتیجه تعرق و تنفس می باشد (Srivastava & Dwivedi, 2000). اسید سالیسیلیک در غلظت های بالای ۳/۵ میلی مولار بعد از تیمار گرمایی، بر عرض منفذ روزنه اثر دارد اما غلظت ۰/۰۰۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک سلول های محافظ لایه اپیدرمی را که حساسیت بالاتری دارند ، تحت تاثیر قرار میدهد و سبب بسته شدن روزنه می شود وزن تازه و سرعت تنفس با عرض منفذ روزنه همبستگی مستقیم دارد (Manthe et al., 1992). اسید سالیسیلیک از فرایند نرم شدن میوه موز در طول زمان رسیدن جلوگیری کرده و سرعت زرد شدن میوه را کاهش داده است و تاثیر آن وابسته به غلظت است (Srivastava & Dwivedi., 2000). نگه داری میوه های کیوی تیمار شده با محلول ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک در دمای متفاوت انبار ارتباط بسیار معنی داری با میزان اسید سالیسیلیک داخلی میوه و سفتی آن در طی رسیدن را نشان می دهد (Zhang et al., 2003). کاربرد اسید سالیسیلیک خارجی می تواند فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی را تنظیم نموده و مقاومت گیاه به تنش های غیر زنده را افزایش دهد. کاربرد اسید سالیسیلیک در هویج تحت تنش شوری عامل افزایش مقدار کارتنوئید های کل ریشه و همچنین آنتوسیانین ها شد (Eraslan et al., 2007). در آزمایشی بر میوه های انار معلوم شد که تیمار اسید سالیسیلیک خصوصا در غلظت ۲ میلی مولار، سبب حفظ آسکوربیک اسید در طی سه ماه نگه داری میوه های انار در سردخانه بوده است (Sayyari et al., 2009). اثر مثبت اسید سالیسیلیک در افزایش وزن خشک ریشه، کارتنوئید ها، آنتوسیانین ها و مقدار گوگرد ریشه ذخیره ای هویج مشهود بوده و فعالیت آنتی اکسیدانی ریشه ها را افزایش داده است. کاربرد اسید سالیسیلیک تحت تنش شوری سبب تنظیم تجمع پروتئین ها شده و تجمع یون های سمی را در شاخساره ها و ریشه ذخیره ای هویج، کاهش داده است. اثر طولانی مدت اسید سالیسیلیک نسبت به اثر کوتاه مدت آن بیشتر است (Eraslan et al., 2007). در گزارشی کاربرد ۲ میلی مولار اسید سالیسیلیک در قبل و بعد از برداشت نسبت به کاربرد آن تنها بعد از برداشت اثر بهتری بر گیلاس داشته است (Yao & Tian, 2005). مه پاشی با اسید سالیسیلیک در طی دوره رویشی سبب افزایش مقاومت به پاتوژن ها در میوه های بالغ گلابی شد (Cao et al., 2006). تیمار قبل از برداشت با اسید سالیسیلیک به دو صورت بر جلوگیری از بیماری اثر می گذارد. یا به صورت اثر مستقیم ضد قارچی که رشد هیف قارچ و جوانه زنی اسپور را کاهش می دهد و یا به شکل القای مقاومت در برابر پاتوژن ها عمل می نماید (Yao & Tian, 2005). گزارش شده که محلول پاشی و محلول دهی اسید سالیسیلیک بر توت فرنگی رقم سلوا در مرحله رویشی (قبل از گلدهی) و مرحله رشد میوه و تیمار بعد از برداشت سبب کاهش تولید اتیلن و کاهش فساد سطحی می شود و وقتی استفاده از اسید سالیسیلیکدر هر سه مرحله صورت گیرد نتیجه بهتری دارد. همچنین بیان شده که اسید سالیسیلیکدر غلظت ۱ و ۲ میلی مولار، وقتی در هر سه مرحله رشدی بوته و میوه توت فرنگی مه پاشی شوند بهترین کیفیت میوه ها را نشان می دهد (Babalar et al., 2007). کاربرد اسید سالیسیلیک بر ریشه های برنج در معرض کادمیوم، اثر تیمار کادمیوم را خنثی کرده است. همچنین افزایش وزن خشک ریشه و طول ریشه در تیمار با اسید سالیسیلیک نسبت به ریشه های در معرض کادمیوم و بدون تیمار اسید سالیسیلیک مشهود بود (Choudhury &Panda, 2004; Eraslan et al., 2007). با توجه به لزوم روش هایی برای کاهش استفاده از سموم پس از برداشت با توجه به اثر مثبت کاربرد قبل از برداشت اسید

سالیسیلیکدر افزایش کیفیت و عملکرد میوه و افزایش ماندگاری پس از برداشت و کاهش آلودگی های قارچی، اثر مه پاشی غلظت های بالای اسید سالیسیلیک بر بوته توت فرنگی برای افزایش کیفیت میوه در عین حال افزایش عملکرد و رشد آن بررسی شد.

مواد و روش ها

تعداد ۲۰۰ نشای توت فرنگی رقم کاماروسا، حاصل جدا سازی گیاهان دختری از بوته مادری از یکی از مزارع توت فرنگی استان کردستان تهیه و بعد از دو هفته نگه داری در انبار سرد ۵ درجه سانتی گراد، جهت تامین نیاز سرمایی در بستر کاشت مخلوطی از پیت ماس و پرلایت (به نسبت ۱ به۴) و در گلدان هایی به ابعاد ۲۰ × ۲۰ سانتی متر کشت شدند. محلول غذایی کامل از نمک های خالص و ساخت شرکت مرک کشور آلمان تهیه شد و pH محلول غذایی توسط اسید سولفوریک و سود ۰/۱ نرمال روی ۶/۵ تنظیم شد. متوسط دمای گلخانه در روز ۲۵ درجه سانتی گراد و در شب ۱۵ درجه سانتی گراد کنترل شد. اندازه گیری صفات رویشی و صفات مربوط به میوه از اسفند تا خرداد ماه انجام شد (Sadat taghavi et al., 2005). محلول اسید سالیسیلیک با حل کردن پودر سفید آن در آب مقطر داغ تهیه شد. در مرحله پرورش بوته و تولید محصول، اسید سالیسیلیک در غلظت های متفاوت (۲، ۴ ، ۶ و ۸ میلی مولار) و آب مقطر به عنوان شاهد، هر چهار هفته یکبار در دوره رشد و نمو، بر بوته ها مه پاشی شد.

اندازه گیری صفات رشد و عملکرد

وزن میوه ها، تعداد و شکل میوه (نسبت طول/قطر) ، وزن شاخساره و ریشه، نسبت تولید شاخساره به ریشه و تعداد طوقه در گیاهان مورد آزمایش اندازه گیری شد. برای اندازه گیری طول و قطر میوه از کولیس دیجیتالی استفاده شد. عملکرد میوه با توزین میوه های برداشت شده طی سه برداشت متوالی، توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد. برای اندازه گیری درصد رطوبت و ماده خشک، ۱۰ گرم از میوه های هر تیمار و در سه تکرار در آون با دمای متوسط ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفت و بعد از توزین مجدد نمونه ها با فرمول زیر درصد رطوبت و ماده خشک محاسبه شد.

$DM = \{ D/F\} \times 100٪$ $DM= 1-W$

که در این فرمول DM معادل درصد ماده خشک، W معادل درصد رطوبت، F وزن تازه نمونه (۱۰ گرم) و D وزن نمونه خشک می باشد. همچنین ۱۵ گرم میوه برای تهیه نمونه خاکستر در کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد خاکستر شد و پس از توزین، با اسید کلریدریک ۲ نرمال عمل هضم روی حمام آب گرم ۷۰ درجه سانتی گراد صورت گرفت و سپس برای آزمایشات اندازه گیری عناصر با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. میزان عناصر Ca، Mg، K و P میوه، بعد از تهیه خاکستر و عصاره گیری از نمونه ها با اسید کلریدریک ۲ نرمال، به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد و توسط دستگاه جذب اتمی[1] و نشرشعله ای[2] در آزمایشگاه اندازه گیری شد.

اندازه گیری صفات کیفی

صفات کیفی میوه بلافاصله پس از برداشت میوه ها اندازه گیری شد. سفتی بافت میوه ها با دستگاه سفتی سنج (با قطر پروب ۶ میلی متر) بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع اندازه گیری شد (Shafiee et al., 2010). آب میوه ها بعد از آب میوه گیری و عبور آن از صافی، در ظرف های استوانه ای مخصوص ریخته شد و pH آن توسط دستگاه pH متر دیجیتال مدل HANNA instrument pH 211 با حساسیت تا دو رقم اعشار، اندازه گیری شد. درصد مواد جامد قابل حل با استفاده از رفرکتومتر دستی در آزمایشگاه صورت گرفت. مقدار ۲ میلی لیتر از عصاره میوه با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد و برای اندازه گیری اسیدیته قابل تیتراسیون کل با سود (NaOH) ۰/۱ نرمال تا رسیدن عدد pH متر به ۸/۱ تیتر شد (راحمی، ۱۳۸۲). برای اندازه گیری میزان ویتامین ث (اسید آسکوربیک) از روش تیتراسیون با ید و یدور پتاسیم استفاده شد. برای ساخت این محلول ۱/۲۷ گرم کریستال نقره ای رنگ و متالیک ید و ۱۶ گرم بلور شیشه ای مات یدور پتاسیم در آب مقطر حل شده و در این مدت محلول

1. Atomic absorption
2. Flame photometer

مرتبا روی دستگاه همزن بود (Sayyari et al., 2009). صفات رنگی توسط دستگاه رنگ سنج قابل حمل مدل (Minolta CR-400) در دو نقطه مقابل هم در هر میوه اندازه گیری شد. میزان روشنی یا تیرگی رنگ (L *) بین L=0 (سیاه) و L=100 (سفید) متغییر می باشد. همچنین *a بیان کننده محوری است که یک طرف آن نشان دهنده رنگ سبز (-) و طرف دیگر نشان دهنده رنگ قرمز (+) می باشد. در هر تکرار حداقل ۱۰ عدد میوه رنگ سنجی شدند (Shafiee et al., 2009).

طرح آماری و تجزیه داده ها

این آزمایش به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار و در هر واحد آزمایشی ۳ گیاه، به اجرا در آمد. آنالیز واریانس و تعیین حداقل اختلاف معنی دار با آزمون چند دامنه دانکن برای مقایسه میانگین ها، توسط نرم افزار SAS و MSTATC و رسم شکل ها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

اثر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد توت فرنگی

تیمار اسید سالیسیلیک بر میزان عملکرد، طول میوه و مقدار پتاسیم (K) میوه، در سطح ۱ درصد و بر قطر میوه، وزن شاخساره، وزن ریشه به شاخساره، درصد ماده خشک و درصد رطوبت میوه در سطح ۵ درصد اثر گذار بود. اثر اسید سالیسیلیک بر میزان عناصر Ca، Mg و P، تعداد میوه، وزن ریشه، درصد خاکستر و تعداد ساقه معنی دار نشد.

عملکرد میوه

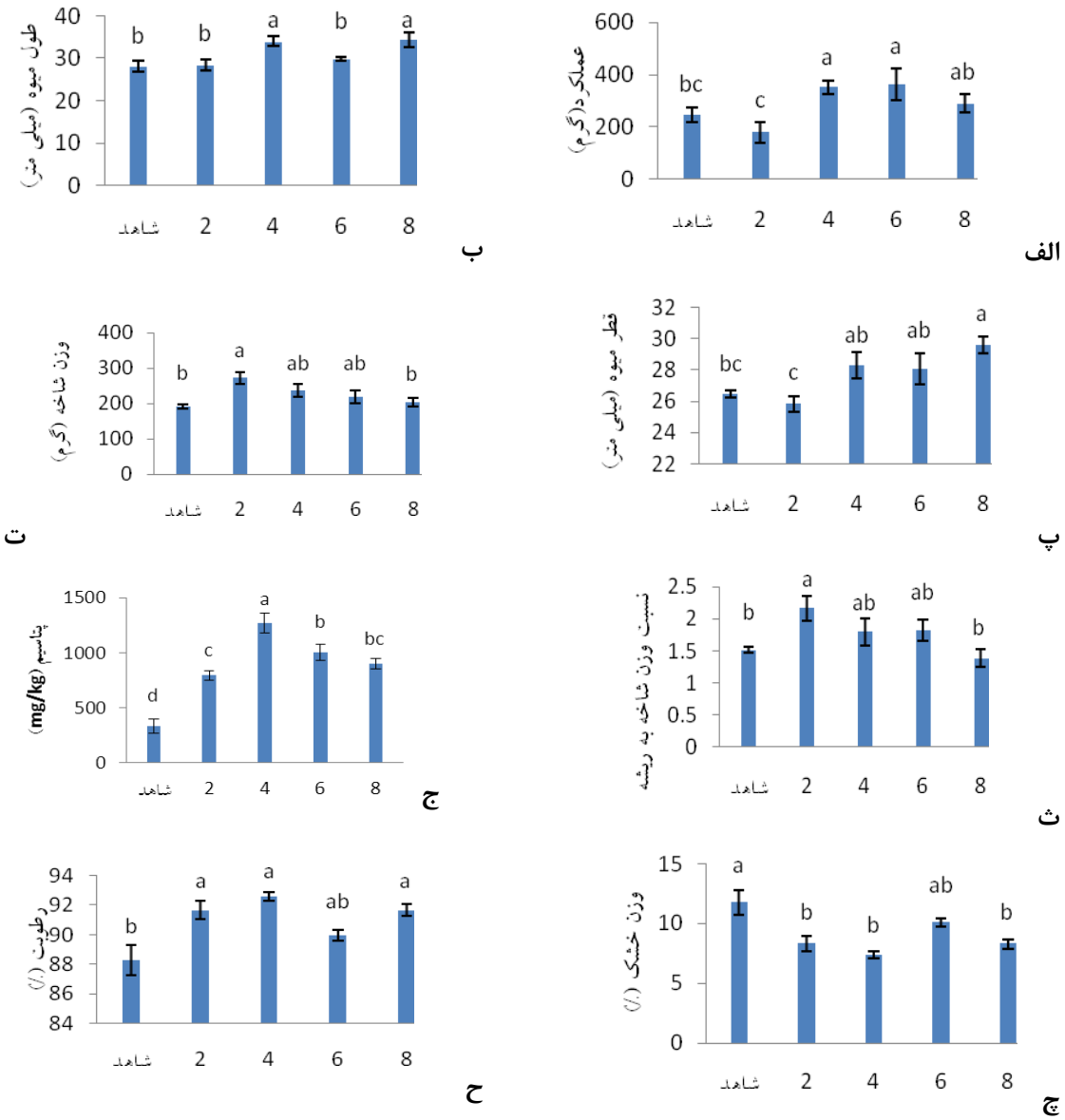
بیشترین عملکرد میوه در غلظت ۴ و ۶ میلی مولار از اسید سالیسیلیک و کمترین عملکرد مربوط به غلظت ۲ میلی مولار و شاهد می باشد (شکل۲-الف). گیاهان تیمار شده با سالیسیلات ها چه در گلخانه وچه در فضای آزاد نسبت به سایر تیمار ها عملکرد بیشتری از خودشان نشان می دهند. تیمار اسید سالیسیلیک در خربزه درختی که به صورت تجاری تولید می شود سبب افزایش معنی داری در تولید میوه نسبت به شاهد شده و سبب۲۰ درصد عملکرد بیشتر می شود. درمورد خیار وگوجه فرنگی نیز این تیمار بدون اثر سوء برکیفیت میوه ها سبب افزایش عملکرد می شود. عملکرد گیاهان می تواند با کاربرد اسید سالیسیلیک افزایش یابد و غلظت های آن باید مورد آزمون قرار گیرد (Larque- saavedra & Martin-mex, 2007). طبق نتایج حاصل از این تحقیق اسید سالیسیلیک سبب افزایش عملکرد در غلظت های ۴ میلی مولار و بالاتر بوده است و تیمار ۲ میلی مولار تفاوت معنی داری با شاهد نداشته است که دلیل آن می تواند تاثیر بهتر اسید سالیسیلیک در غلظت های بالاتر بر افزایش عملکرد در توت فرنگی باشد.

صفات رشدی

طول میوه بیشترین میزان را در تیمار ۴ و۸ میلی مولار اسید سالیسیلیک داشت. بقیه تیمارها تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند. همچنین بیشترین قطر میوه ها در ۸ میلی مولار مشاهده شد و سایر تیمار ها تفاوت معنی داری را با شاهد نشان ندادند (شکل ۲-ب و۲-پ). در کل می توان گفت میوه هایی که غلظت ۸ میلی مولار اسید سالیسیلیک بر آن ها مه پاشی شده بود، دارای اندازه بزرگ تر نسبت به سایر میوه ها بودند. بیشترین میزان وزن شاخساره در غلظت ۲ میلی مولار اسید سالیسیلیک بوده است و سایر تیمار ها با شاهد تفاوت معنی داری را ایجاد نکردند (شکل ۲-ت). نسبت وزن شاخساره به ریشه نیز از الگویی مشابه وزن شاخساره پیروی کرده و در غلظت ۲ میلی مولاراسید سالیسیلیک بیشتر از سایر تیمارها بود. در آزمایشی گیاهان توت فرنگی که تحت استرس شوری قرار گرفته بودند پس از تیمار با سالیسیلیک اسید، وزن تازه شاخه، وزن تازه ریشه و کلروفیل بیشتری را نسبت به گیاهان در معرض استرس شوری نشان دادند (Karlidag et al., 2009b).

اثر تیمار اسید سالیسیلیک بر میزان Ca، Mg وP در میوه توت فرنگی تفاوت معنی داری را در بین تیمار های اعمال شده نشان نداد. اما مشاهده شد که همه غلظت های اسید سالیسیلیک بر جذب K توسط میوه اثر گذار بوده و سبب افزایش جذب پتاسیم توسط میوه شد (شکل۲-ج). در آزمایشی تیمار غلظت ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک با سه مرتبه مه پاشی بر بوته توت فرنگی سبب افزایش تمام عناصر در برگ شد (Karlidag et al., 2009b). در آزمایشی سه مرتبه مه پاشی با محلول ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک بر گیاهان توت فرنگی در معرض استرس نمک نشان داد که استرس

نمک سبب کاهش معنی داری در جذب مواد معدنی و میزان کلروفیل بوده و اسید سالیسیلیک در غلظت ۱میلی مولار سبب کاهش این عوارض سوء بوده است (Karlidag et al., 2009a,b).



شکل ۲- اثر مه پاشی اسید سالیسیلیک (۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ میلی مولار) بر صفات رشد و عملکرد توت فرنگی رقم کاماروسا در کشت هیدروپونیک. الف; میزان عملکرد، ب; طول میوه، پ; قطر میوه، ت; میزان پتاسیم میوه، ث; وزن شاخساره، ج; نسبت وزن شاخساره به ریشه، چ; وزن خشک میوه و ح; درصد رطوبت میوه می باشد. (محور افقی هر نمودار غلظت های اسید سالیسیلیک را بر حسب میلی مولار نشان می دهد).

در این تحقیق نیز تمام غلظت های اسید سالیسیلیک سبب افزایش معنی دار در جذب پتاسیم شده است.بالاترین میزان وزن خشک میوه در تیمار شاهد و ۶ میلی مولار بود و وزن خشک در سایر تیمار ها نسبت به شاهد کاهش یافت. میزان رطوبت میوه، درست عکس این روند را طی کرد و بیشترین درصد رطوبت میوه در ۸ میلی مولار اسید سالیسیلیک دیده شد (شکل۲-چ، ۲-ح). در یک آزمایش بیشترین وزن خشک برگ در تیمار حاوی ۰/۵ میلی مولار از اسید سالیسیلیک نسبت به ۱ و ۰/۲۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک و شاهد دیده شد (Yildirim & Dursun, 2009). میوه های با درصد رطوبت بالا از این جهت که سبب افزایش عملکرد

شده و کیفیت خوراکی مطلوب تری دارند مناسب ترند و تمام تیمارهای اسید سالیسیلیک سبب افزایش رطوبت میوه بوده اند.

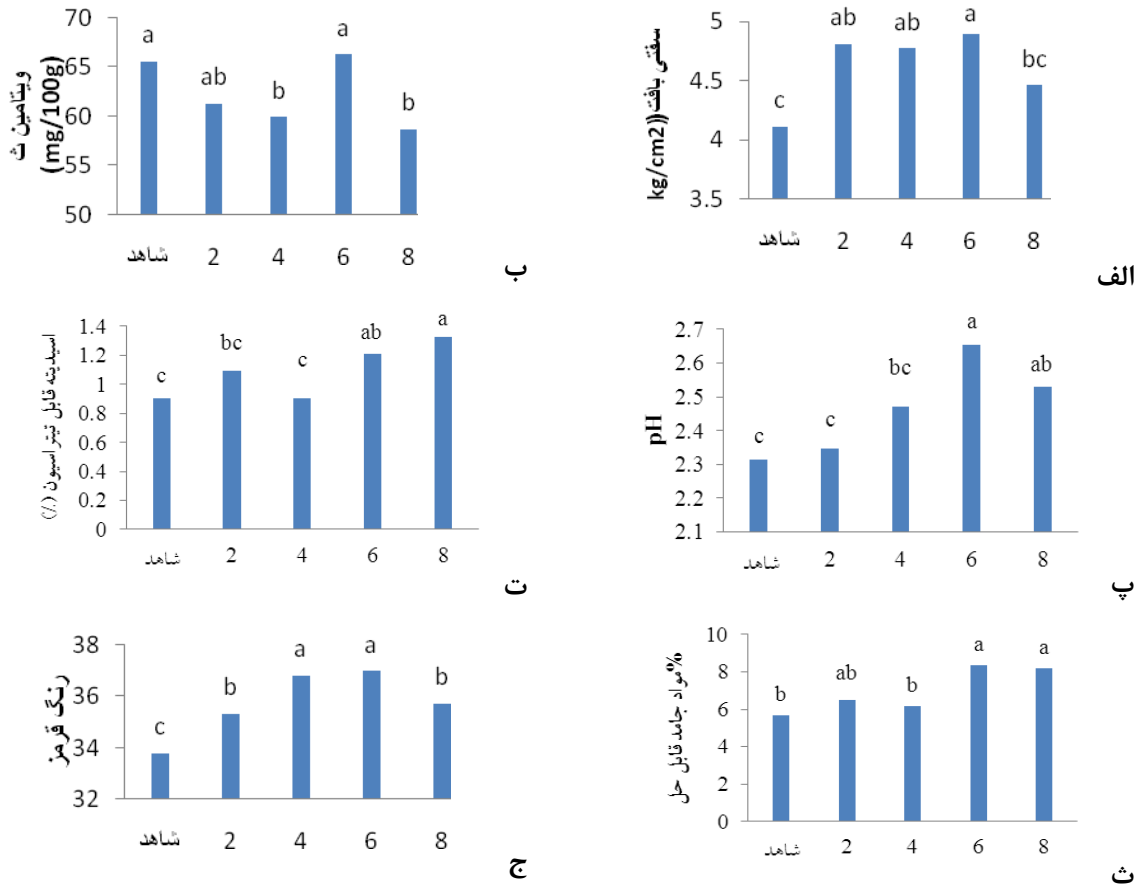
اثر اسید سالیسیلیک بر صفات کیفی

مه پاشی محلول اسید سالیسیلیک بر درخشندگی میوه (L*) و قند در سطح ۵ درصد و بر میزان ویتامین ث، قرمزی(a*) میوه، pH آب میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون و سفتی بافت در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است (جدول ۱). در مه پاشی اسید سالیسیلیک و اثر آن بر سفتی بافت میوه، کمترین سفتی بافت در غلظت شاهد و بیشترین میزان آن در تیمار ۶ میلی مولار مشاهده شد که با تیمار ۲ میلی مولار و تیمار ۴ میلی مولار، تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۱-الف).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کیفی میوه توت فرنگی رقم کاماروسا پس از ۵ مرتبه مه پاشی با اسید سالیسیلیک(۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ میلی مولار)

منابع تغییر	درجه آزادی	درخشندگی میوه	قرمزی میوه	سفتی بافت	درصد قند	pH	TA	ویتامین ث
بلوک	2	۱۸,۲۵	۹۷,۸۲**	۹,۳۲*	۰,۲۱	۰,۰۱	۰,۰۰	۸۵۸,۵۰**
سالیسیلیک اسید	4	۱۷,۶۲*	۶۱,۹۰**	۳,۹۴**	۴,۴۲*	۰,۰۴**	۰,۰۷**	۷۴۳,۹۱**
خطای آزمایشی	8	۶,۵۸	۳,۱۷	۰,۵۷	۱,۰۳	۰,۰۰	۰,۰۱	۱۰۶,۹۴
C.V.		۶,۹۵	۴,۹۸	۱۶,۴۰	۱۴,۵۸	۲,۳۳	۷,۳۲	۱۶,۵۶

*و ** حدود معنی دار بودن به ترتیب در سطح ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.



شکل ۱- اثر مه پاشی سالیسیلیک اسید(۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ میلی مولار) بر صفات کیفی میوه توت فرنگی رقم کاماروسا در کشت هیدروپونیک. الف; سفتی بافت میوه، ب; میزان ویتامین ث میوه، پ; میزان رنگ قرمز، ت; اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، ث; pH آب میوه، و ج; مواد جامد قابل حل می باشد. (محور افقی هر نمودار غلظت های اسید سالیسیلیکرا بر حسب میلی مولار نشان می دهد).

در تحقیقی کاربرد اسید سالیسیلیک از فرایند نرم شدن میوه موز در طول زمان رسیدن جلوگیری کرد و سرعت زرد شدن میوه را کاهش داد. این ترکیب رسیدن میوه های موز و کیوی را نیز به تاخیر انداخت و تاثیر آن وابسته به غلظت بود (Srivastava & Dwivedi, 2000).

هم زمان با نرم شدن سریع میوه در خلال رسیدن، اسید سالیسیلیک داخلی میوه ها به سرعت کاهش می یابد. تحقیقات نشان می دهد اسید سالیسیلیک تورم سلولی را همانند مرگ سلول تنظیم می کند و به آن نقش تعادل دهنده بین رشد و پیری می دهد (Zhang et al., 2003؛ Raskin, 1992a). در این آزمایش نیز مه پاشی با اسید سالیسیلیک صرف نظر از غلظت آن سبب افزایش سفتی بافت میوه نسبت به شاهد بوده است. در تیمار مه پاشی محلول ۶ میلی مولار اسید سالیسیلیک و تیمار شاهد میوه ها بیشترین میزان ویتامین ث را داشتند. تیمار ۲ میلی مولار با تیمار شاهد تفاوت معنی داری را ایجاد نکرد. تیمار۴و ۸ میلی مولار، کمترین میزان ویتامین ث را به خود اختصاص دادند (شکل ۱-ب). شرایط مساعد برای کاهش آب، کاهش سریع ویتامین ث را نیز در بر دارد. ویتامین ث با برس زنی و آسیب های فیزیکی نیز کاهش می یابد (Li & Kader, 2000). میوه های تیمار شده با سالیسیلیک اسید، مقادیر بالایی از آسکوربات و دهیدرو آسکوربات (فرم اکسید شده اسکوربیک اسید) را نشان دادند (Huang et al., 2008). همچنین در گیاهان خردل با مه پاشی اسید سالیسیلیکدر غلظت ۱۰۰ میکرومول در لیتر، میزان آسکوربات کل به طور معنی داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت (Dat et al., 1998). کاربرد اسید سالیسیلیک(شاهد، ۱، ۲ و۴ میلی مولار) بر تکه های میوه شاتره آبی[1] نشان داد، اسید سالیسیلیک اثری مثبتی بر ویتامین ث میوه داشته و بیشترین میزان ویتامین ث در غلظت ۴ میلی مولار و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد دیده شد (Peng & Jiang, 2006). در این تحقیق، ویتامین ث در میوه های تیمار شده با اسید سالیسیلیک بیشتر بوده و این احتمالا به دلیل این است که از دست دادن میزان آب در این میوه ها کمتر بوده است. میزان ویتامین ث پایین در تیمار ۸ میلی مولار ممکن است به دلیل آسیب غلظت بالای اسید سالیسیلیک به میوه باشد.

اثر اسید سالیسیلیک بر میزان pH آب میوه، نشان داد که اسید سالیسیلیک۶ میلی مولار بیشترین میزان را نسبت به شاهد داشته است و تیمارهای ۲و ۴ میلی مولار تفاوت معنی داری را با شاهد نشان ندادند (شکل ۱-پ). همچنین اسید سالیسیلیک در غلظتهای ۶ و ۸ میلی مولار بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه اثر داشته و باعث افزایش آن شده است (شکل۱-ت). کاربرد اسید سالیسیلیک بر محصول Water chestnut (شاتره آبی) نشان داد که درصد اسیدیته قابل تیتراسیون در۲ و۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک بیشترین میزان را داشت ولی در تیمار شاهد و ۱ میلی مولار تفاوت معنی داری را نشان نداد (Peng & Jiang, 2006). تیمار اسید سالیسیلیک بر گوجه فرنگی های کاشته شده در گلخانه تغییری را در میزان pH آب میوه و درصد اسیدیته قابل تیتراسیون نسبت به شاهد نشان نداد (Yildirim & Dursun, 2009). همچنین گزارش شده هنگامی که تیمار اسید سالیسیلیک در غلظت ۱ میلی مولار بر بوته های توت فرنگی و به دفعات مه پاشی می شود اثری بر درصد اسیدیته قابل تتراسیون آب میوه نداشته است (Karlidag et al., 2009). احتمالا دلیل بالا رفتن اسیدیته قابل تیتراسیون و pH آب میوه در غلظت های ۶ و ۸ میلی مولار اسید سالیسیلیک می تواند به دلیل بالا بودن غلظت به کار رفته باشد. چنانکه در شاتره آبی نیز غلظت های بالای اسید سالیسیلیک سبب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون شده است.

غلظت های ۶ و ۸ میلی مولار از سالیسیلیک اسید، سبب افزایش درصد مواد جامد قابل حل گردیده است و کمترین میزان آن مربوط به غلظت شاهد و ۴ میلی مولار بوده است (شکل۱-ث). در گزارشی با مه پاشی اسید سالیسیلیک به غلظت ۱ میلی مولار و به دفعات بر بوته توت فرنگی گزارش کردند که تیمار اسید سالیسیلیک بر افزایش مواد جامد قابل حل اثر مثبتی داشته است (Karlidag et al., 2009). همچنین نتایج

1. *Eleocharis dulcis*

مه پاشی اسید سالیسیلیک بر گیاهان گوجه فرنگی گلخانه ای در غلظت های (۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و۱ میلی مولار) نشان داد که میزان مواد جامد قابل حل در تیمارهای حاوی سالیسیلیک اسید، افزایش پیدا کرده است (Yildirim & Dursun, 2009). کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد، ۱، ۲ و ۴ میلی مولار) بر تکه های میوه Water chestnut نشان داد، میزان مواد جامد قابل حل در ۲ و ۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک از همه بیشتر بود و در تیمار شاهد، کمترین مقدار را داشت (Peng & Jiang, 2006). طبق نتایج این تحقیق تیمار های با غلظت بالای اسید سالیسیلیک سبب افزایش مواد جامد قابل حل بوده است. همچنین مه پاشی اسید سالیسیلیک بر همه تیمار ها سبب افزایش درخشندگی(L*) نسبت به شاهد شد، اما اثر تیمار اسید سالیسیلیک۲ میلی مولار معنی دار بود(جدول-۲). همچنین همه تیمار های اسید سالیسیلیک سبب افزایش قرمزی در میوه های توت فرنگی نسبت به شاهد بوده اند اما بالاترین میزان آن در غلظت ۴ و۶ میلی مولار بود (شکل۱-ج). در آزمایشی غلظت ۱ میلی مولار از اسید سالیسیلیک به دفعات (۱، ۲، ۳ و ۴مرتبه) بر بوته توت فرنگی مه پاشی شد و نتایج نشان داد، بیشترین قرمزی (a*) میوه با ۴ مرتبه مه پاشی اسید سالیسیلیک به وجود آمد (Karlidag et al., 2009a).

نتیجه گیری کلی

در بین غلظت های مه پاشی شده سالیسیلیک اسید، غلظت ۶ میلی مولار، بهترین اثر را بر صفات کیفی، رشد و عملکرد توت فرنگی داشته و سبب بیشترین میزان عملکرد میوه، سفتی بافت میوه، ویتامین ث، درصد مواد جامد قابل حل، میزان قرمزی (a*) میوه و pH آب میوه شده است. همچنین درخشندگی(L*) میوه و درصد اسیدیته قابل تیتراسیون میوه نیز در این تیمار در حد بالایی قرار داشتند. اغلب صفات مورد اندازه گیری در تیمار شاهد مطلوب نبود و تنها در مورد ویتامین ث و وزن خشک میوه در سطح بالایی قرار داشت. تیمار اسید سالیسیلیک در غلظت ۸ میلی مولار، میوه هایی با درصد رطوبت بالا و اندازه بزرگ تر ایجاد کرد. همچنین درصد اسیدیته قابل تیتراسیون، pH آب میوه و درصد مواد جامد قابل حل در این تیمار بالا بود، اما در مورد سایر صفات کیفی و رشد، بسیار پایین بود. تیمار ۲ میلی مولار به دلیل عملکرد پایین، اندازه کوچک میوه، پایین بودن وزن خشک، پتاسیم و رنگ قرمز میوه با وجود سفتی بافت، ویتامین ث و درصد مواد جامد قابل حل بالا مطلوب نبود. غلظت ۴ میلی مولار، در مورد صفاتی مانند عملکرد، سفتی بافت، قرمزی میوه، میزان پتاسیم و رطوبت میوه مطلوب بوده اما در برخی صفات مانند ویتامین ث، درصد وزن خشک، مواد جامد قابل حل و اسیدیته قابل تیتراسیون مقدار بسیار پایینی است. در نهایت غلظت ۶ میلی مولار با بیشترین صفات مطلوب برای مه پاشی بوته توت فرنگی توصیه می شود.

سپاسگزاری

این تحقیق یکی از طرح های مصوب شورای پژوهشی دانشگاه تهران بوده و با اعتبارات معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران اجرا شده است، که بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه و مدیریت محترم گروه علوم باغبانی تشکر به عمل می آید.

REFERENCES

1. Babalar,M. , Asghari, M., Talaei, A. & Khosroshahi, A. (2007). Effect of pre-& postharvest Salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay & overall quality of Selva strawberry fruit . *food chemistry*, 105, 449-453.
2. Burt , J. 2008. Chinese water chestnuts for the fresh market, *Western Australian Agriculture Authority*. 128/99.
3. Cao, J., Zeng, K. & Jiang, W., (2006). Enhancement of post harvest disease resistance in Yali pear (*Pyrus bretschneideri)* fruit by Salicylic acid sprays on the trees during fruit growth". *European Journal of plant pathology*, 114, 363-378.
4. Chen, Z., lyer, S., caplan, A., klessig, D.F. & Fan, A. (1997). Differential accumulation of SAlicylic acid & Salicylic acid–sensitive catalase in different rice tissues. *plant physiology*, 114,193-201.
5. Choudhury,S. & panda, S.K. (2004). Role of SAlicylic acid in regulating cadmium induced oxidative stress *oryza SAtiva* L. roots. *Bulgarian Journal of plant physiology*, 30(3-4) ,95-110.

6. James,F., Christine, H., Foyer & Ian,M., Scott. (1998) .Changes in SAlicylic acid & antioxidants during induced thermotolernce in mustard seedlings. *Plant physiology*, 18, 1455-1461.
7. Eraslan, F., A. Inal ,A.Gunes, & Alpaslan, M. (2007). Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity & physiology of carrot plants subjected to combine salinity & boron toxicity . *Scientia Horticulturae*, 113,120-128.
8. Hayat,Q. , Hayat, S., Irfan, M. & Ahmad, A. (2009). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment; A review. *Environmental & Experimental Botany*.
9. Hayat,S. ,B.Ali & A.Ahmad. (2007). salicylic acid; Biosynthesis, metabolism & physiological role in plants.In ;Hayat,S.& A.ahmad (eds),salicylic acid; a plant hormone Springer ,the Netherl&s ,pp.1-14.
10. Huang, R.H., Liu, J.H., Lu, Y.M. & Xia, R.X., (2008). Effect of salicylic acid on the antioxidant system in the pulp of 'Cara cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) a different storage temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 168–175.
11. Karlidag, H., Yildirim, E. & Turan, M. (2009)a. Exogenous applications of salicylic acid affect on quality and yield of strawberry grown under antifrost heated greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172 (2), 270–276.
12. Karlidag, H., Yildirim, E. & Turan, M. (2009)b. Salycilic acic ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry . *Scientia Agricola*, 66(2), 180-187.
13. Larque- saavedra, A. & Martin-mex, R. (2007) . Effects of salicylic acid on the bioproductivity of plants in; Hayat, S. & Ahmad, A. (eds), Salicylic acid; a palant hormone. *Springer Netherlands*, pp.15-23.
14. Lee, S. K. & , Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 207–220.
15. Leslie, C. A. & Romani, R. J. (1988). Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. *Plant physiology*, 88, 833-837.
16. Manthe, B., Schulz, M. & Schnabl,H. (1992). Effects of salicylic acid on growth & stomatal movements of Vicia faba L.; evidence for salicylic acid metabolization. *Journal of Chemical Ecology*, 18, 1525–1539.
17. Murphy, A. M. , Holcombe, L. J. & carr, J. P. (2000).Characteristics of salicylic acid induced delay in disease caused by a necrotrophic fungal pathogen in tobacco." *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 57,47-54.
18. Nigro F., Schena, L., Ligorio, A., Pentimone, I., Ippolito, A. & salerno, M. J. (2006). Control of table grape storage rot by pre-harvest application of salts. *Postharvest Biology & Tecnology*, 42 , 142-149.
19. Peng L. & Jiang, Y. (2006). Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut Chinese water chestnut .*Food Chemistry*, 94 535–540.
20. Rahemi M. (2004) . Postharvest (An introduction to the physiology & Handling of Fruit, Vegtables & Ornamentals), Shiraz University Press 213, 437.
21. Raskin, I., (1992a). Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant physiology*, 43,439-463.
22. Raskin, I. (1992b). Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiology*,99, 799-803.
23. Ryals, J. A., Neuenschwer, U. H., Willits, M. G., Molina, A., Steiner, H.Y. & Hunt, M. D. (1996). Systemic acquired resistance. *Plant Cell*, 8, 1809–1819.
24. Sadat Taghavi, T., Babalar, M., Ebadi, A., Ebrahimzadeh, H. & Askari, M. A. (2005). The Effects of Different Iron and Boron Concentrations on yield and Mineral content in strawberry cv.Selva.Iranian, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36(5),1065-1073.
25. Sayyari, M., Babalar, M. , Kalantari, S., Serrano, M. & Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53,152-154.
26. Shafiee, M., Taghavi, T. S. & Babalar, M. (2010). Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, & calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124, 40–45.
27. Shafiee, M., Taghavi, T. S. & Babalar, M. (2007).The Effect of Salicylic acid and Some Postharvest Treatment to Keep Strawberry fruit Quality. M. Sc. In Horticultural Sciences, College of Agricalture university of Tehran.
28. Srivastava M.K. & Dwivedi, U.N. (2000). Delay ripening of banana fruit by salicylic acid. *plant Science*,158, 87-96.
29. Yao, H. & Tian, S. (2005). Effects of pre- & post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology & Technology*, 35, 253–262.
30. Yildirim,E. & Dursun, A. (2009). Effect of foliar salicylic acid application in plant growth & yield of tomato under greenhouse condition. *Acta Hort*. (ISHS) 807,395-400
31. Zhang, Y., chen, K., zhang, S. & ferguson, T. (2003). The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *postharvest biology & technology*, 28(1), 67-74.