فصلنامه (علمی – پژوهشی)

زیست شناسی تکوینی

سال چهاردهم، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۱ ص. ۲۰-۱۳

مقاله پژوهشی

بررسی اثر انواع و مقادیر مختلف محلول‌پاشی جاسمونات‌ها قبل از برداشت میوه بر صفات عملکردی، فیزیولوژیک، کیفی و دارویی دو رقم توت‌فرنگی

محمد جواد مهدوی لاسیبی*، رضوان کرمی برزآباد، ابوالفضل باغبانی آرانی

گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

* (نویسنده مسئول مکاتبات): mjmahdavi@gmail.com

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۱

چکیده

به منظور بررسی اثر انواع و مقادیر مختلف محلول‌پاشی جاسمونات‌ها بر صفات عملکردی، فیزیولوژیک، کیفی و دارویی دو رقم توت‌فرنگی قبل از برداشت میوه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در گلخانه هیدروپونیک صدرا دانشگاه شیراز در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل دو نوع جاسمونات (جاسمونیک اسید و متیل جاسمونات) هر کدام در پنج غلظت (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار) و (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی مولار) با چهار تکرار و در هر تکرار سه گلدان و در دو رقم توت‌فرنگی (سلوا و پاروس) اجرا گردید. تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر کلیه صفات مورد بررسی به‌جز صفات وزن میوه و ویتامین ث معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی جاسمونات‌ها، سبب کاهش میزان کلروفیل و وزن خشک برگ در هر دو رقم توت‌فرنگی گردید در حالی‌که بیشترین تعداد میوه در رقم سلوا با محلول‌پاشی ۲ میلی مولار جاسمونیک اسید حاصل شد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که افزایش غلظت جاسمونات‌ها با کاهش میزان اسیدیته کل و افزایش آنتوسیانین میوه در هر دو رقم، سبب بهبود خواص کیفی و دارویی توت‌فرنگی گردید. در مجموع رقم سلوا با تاثیرپذیری بیشتر از جاسمونات‌ها با تولید مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل معنی‌دار بیشتر و میزان اسیدیته کل کمتر نسبت به رقم پاروس، از لحاظ کیفی مطلوب‌تر می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: آنتی‌اکسیدانت، تعداد و وزن میوه، فیتوهورمون، خواص کیفی و دارویی.

مقدمه

امروزه عوامل سبک زندگی، به‌ویژه رژیم غذایی، نقشی اساسی در ایجاد یا پیشگیری از بیماری‌های تحلیل‌برنده در جهان دارند و اثبات شده است که رژیم غذایی غنی با منشأ گیاهی از جمله میوه‌ها و سبزیجات، تأثیر زیادی در پیشگیری از بیماری‌ها دارند. در این راستا، توت‌فرنگی از جمله میوه‌هایی است که سرشار از آنتی اکسیدانت‌های طبیعی (آنتوسیانین و فلاونوئیدها) جهت پیشگیری از بیماری‌ها و بهبود سلامتی می‌باشند [۱]. در صنعت تکنیک‌های مختلفی از جمله کاربرد مواد شیمیایی مثل (جاسمونات‌ها)، برای افزایش سطح آنتی اکسیدانت‌های طبیعی

در تولید اینگونه میوه‌ها و افزایش سلامتی غذا و جامعه معرفی شده است.

توت‌فرنگی (Fragaria x ananassa Duch.) یکی از مهمترین میوه‌های نرم دنیا که به‌صورت تازه و فرآوری شده مصرف می‌شود و به‌دلیل طعم و رایحه عالی، کیفیت ظاهری آن بسیار مورد تقاضا قرار می‌گیرد. این میوه نه تنها از نظر طعم و مزه عالی هستند، بلکه از نظر ویتامین‌ها، مواد معدنی و دارویی سرشار از این مواد هستند که بسیاری از مردم در سرتاسر جهان، آن را در رژیم غذایی روزانه خود قرار می‌دهند. میوه‌ی رسیده توت‌فرنگی شامل تقریباً ۹۰ درصد آب و ۱۰ درصد مواد جامد محلول بوده و محتوی ترکیبات غذایی بسیار با ارزشی است. اما متاسفانه در ایران، تقریباً ۴۰ تا ۵۰ درصد از محصول در اثر فساد آسیب می‌رود [۲].

از طرفی دیگر، در کشاورزی نوین، برای رشد و گلدهی بهتر و ماندگاری بالاتر میوه توت‌فرنگی، تیمارهای ویژه‌ای از مواد شیمیایی در مراحل مختلف رشد و پس از برداشت اضافه می‌شود. استفاده از تنظیم کننده‌های مختلف رشد گیاهان، یک روش معمول در محصولات مختلف است تا رشد و عملکرد بهتری از میوه حاصل شود. استفاده برون‌زا از این تنظیم کننده‌های رشد، باعث تحریک رشد، گلدهی و باردهی محصولات مختلف میوه می‌شود و همچنین باعث بهبود سطح فیتوهورمون‌های درونی و مواد معدنی مغذی گیاهان می‌شود [۱]. در میان تنظیم کننده‌های رشد مختلف، جاسمونات‌ها فیتوهورمون‌هایی هستند که در سراسر گیاه توزیع شده‌اند. به‌طور کلی جاسمونات‌ها، برای تعدیل بسیاری از رویدادهای فیزیولوژیکی در گیاهان عالی، مانند پاسخ‌های دفاعی به تنش‌ها، گلدهی و پیری در نظر گرفته می‌شوند. همچنین متیل جاسمونات، به‌عنوان انتقال دهنده پیام محرک، جهت تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان معرفی شده‌است [۳]. جاسمونیک اسید و متیل جاسمونات‌ها از ترکیبات فرار سازنده اسانس یاسمن، رزماری و بسیاری از گیاهان دیگر هستند. این ترکیبات به‌طور بیولوژیک فعال بوده و مشتقات آن‌ها تحت عنوان جاسمونات نامیده می‌شود. اگر چه به نظر می‌رسد که جاسمونیک اسید بیشتر در مواد گیاهی وجود داشته باشد، ولی وقتی متیل جاسمونات به‌صورت خارجی به‌کار می‌رود، میزان اثرگذاری آن بسیار بیشتر از جاسمونیک اسید است. به نظر می‌رسد که علت این امر، فرار و چربی دوست بودن متیل جاسمونات باشد [۴].

بر طبق نظر بسیاری از پژوهشگران، جاسمونات‌ها، محتوای آنتوسیانین را در میوه‌ها و سبزیجات از جمله در توت‌فرنگی [۵]، سیب [۶] و انگور [۷] افزایش می‌دهند و از این طریق در القاء سلامتی جامعه نقش بسیار مهمی دارند. از طرفی دیگر نشان داده شده است بسیاری از خصوصیات مرتبط با حالت سفتی و ظهور خصوصیات رنگی (بازارپسندی و ماندگاری میوه) در هنگام رسیدن توت‌فرنگی، در رابطه با تغییرات در سنتز و انباشته شدن آنتوسیانین است [۸].

با این حال، تحقیقات مربوط به پاسخ دقیق جاسمونات‌ها (متیل جاسمونات و اسید جاسمونیک) در گیاهان و میوه‌های توت فرنگی در ارقام مختلف آن، برای بهبود عملکرد و کیفیت هنوز مبهم است زیرا استفاده از این ترکیبات هنوز برای بهبود محصولات در آزمایشات یا محیط کشت، به‌ویژه در مورد ماندگاری و خصوصیات کیفی میوه‌ها غیرمعمول است. بنابراین، آزمایشات بیشتری در این زمینه برای مطالعه عملکرد آن در پارامترهای مختلف گیاه و معرفی مناسب‌ترین رقم به ویژه در شرایط خشک و نیمه‌خشک ایران موردنیاز است. علاوه براین، در این تحقیق برای اولین بار کاربرد انواع و مقادیر مختلف جاسمونات‌ها بر عملکرد کمی (تعداد و وزن میوه) و کیفی (میزان آنتوسیانین، ویتامین ث، مواد جامد محلول، اسیدیته کل و نسبت کل مواد جامد محلول به اسیدیته کل) در دو رقم توت‌فرنگی مورد کشت در ایران مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش گلدانی به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی جاسمونات‌ها بر گلدهی، تشکیل میوه و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت فرنگی رقم‌های 'پاروس' و 'سلوا'، در گلخانه هیدروپونیک صدرا دانشگاه شیراز در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی شامل دو نوع جاسمونات (جاسمونیک اسید و متیل جاسمونات) در پنج غلظت (۰- ۰/۵ - ۱-۱/۵و ۲ میلی مولار) و (۰- ۰/۲۵ -۰/۵ - ۱ -۱/۵ میلی مولار) با چهار تکرار و در هر تکرار سه گلدان و در دو رقم توت فرنگی (سلوا و پاروس) اجرا گردید.

در این آزمایش گیاهان دختری ریشه دار شده توت فرنگی در گلدان های پلاستیکی ۳ لیتری کاشته شده و در طول آزمایش، آبیاری گیاهچه‌ها چندین نوبت در روز به صورت زیر انجام گرفت.

در مراحل ابتدائی، گیاهچه‌ها یک بار در روز، با محلول غذایی ۰/۵ گرم در لیتر Melspray ساخت کشور هلند (۱۰ درصد نیتروژن، ۴۰ درصد اکسید پتاس، ۸ درصد فسفات، ۲ درصد اکسید منیزیم و به ترتیب ۱۰۰۰، ۲۳۰ و ۷۵ میلی گرم در کیلوگرم آهن، روی و مس) و بار دیگر، فقط با آب (بدون محلول غذایی) آبیاری شدند. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، یک بار در روز، با محلول غذایی یک گرم در لیتر و پس از مدتی با همین غلظت ولی دو بار در روز، تغذیه شدند و در درون گلخانه نگهداری شدند. میزان آب آبیاری گیاهچه‌ها روزانه، میزان ۱۵۰ میلی لیتر برای هر گلدان بود. بستر کشت ترکیبی از پرلایت، ورمی کولایت و پوکه صنعتی به نسبت ۱:۱:۱ بود.

پیش از به کار بردن تیمارها روندک‌ها قطع شدند. پس از شروع گلدهی به مرور صفات مختلفی اندازه‌گیری شدند. برخی از صفات در گلخانه (تعداد برگ و گل و میوه) و برخی پس از نمونه‌گیری به آزمایشگاه منتقل شدند و اندازه‌گیری‌های لازم انجام شد.

بوته‌ها از گلدان به آرامی به‌صورتی که ریشه‌ها آسیب نبینند و کاملا جدا شدند و با تکان دادن آنها به آرامی در آب، خارج شدند و پس از خارج شدن وزن تر شاخساره و ریشه اندازه‌گیری شد و پس از آن با نگهداری نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت، صورت گرفت تا کاملا خشک شوند. وزن کردن نمونه‌ها پس از خارج کردن از آون صورت گرفت و وزن خشک شاخساره و ریشه محاسبه گردید.

در دوره آزمایش هر ۲ هفته یکبار، تعداد گل‌ها و گل آذین‌ها شمارش شدند. پس از رسیدن میوه‌ها در طی دوره آزمایش وزن میوه‌ها در هر گلدان محاسبه شد و میانگین آنها به دست آمد. برای محاسبه عملکرد، وزن کل میوه‌های هر گلدان با یکدیگر جمع و به عنوان میزان محصول کل هر بوته محاسبه گردید.

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی و کیفی

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل از طریق روش Arnon (۱۹۴۹) [۹] و همچنین میزان آنتوسیانین مطابق روش کریزک و همکاران [۱۰] محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) از روش تیتراسیون با سود یک دهم نرمال استفاده شد. اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) به وسیله دستگاه رفراکتومتر مدل PAL-1 ساخت شرکت آتاگو ژاپن انجام پذیرفت و به صورت درصد بریکس بیان شد [۱۱]. ویتامین ث با استفاده از روش تیتراسیون ایندوفنل اندازه‌گیری شد [۱۲]. به منظور ارزیابی کیفیت میوه‌ها از نسبت (TSS/TA) به عنوان شاخص کیفیت در آنالیز آماری استفاده شد. در نهایت داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS 9.2 تجزیه شدند. مقایسه میانگین صفات به روش آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان کلروفیل کل و وزن خشک برگ

تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و محلول پاشی جاسمونات و برهمکنش آنها بر صفات میزان کلروفیل و وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد جاسمونات‌ها باعث کاهش میزان کلروفیل و وزن خشک برگ گردید به‌گونه‌ای‌که در هر دو رقم، بالاترین میزان این صفات مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد جاسمونات) بدست آمد. همچنین همان‌طور که از جدول (۱) مشاهده می‌شود، در هر دو رقم با افزایش غلظت هر دو نوع جاسمونات، کلروفیل و وزن خشک برگ کاهش پیدا کرد. با بررسی میانگین‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که به‌طور کلی کاربرد جاسمونات‌ها در رقم سلوا باعث کاهش بیشتر میزان کلروفیل برگ نسبت به رقم پاروس گردید (جدول ۱).

در تحقیقی Saniewski و همکاران (۱۹۹۸) با مطالعه تاثیر متیل جاسمونات روی لیکوپن و بتاکاروتن در گوجه فرنگی نشان دادند که متیل جاسمونات باعث پیشگیری از تشکیل کلروفیل و افزایش تشکیل کاروتنوئیدها می‌شود [۱۳]. عامل محرك پیری و تخریب کننده کلروفیل (سنتز کلروفیلاز) در گیاهان در اثر تیمار متیل جاسمونات القاء شده و سبب تخریب کلروفیل می‌شود و از آنجا که رنگدانه‌های کاروتنوئید در بخش زیرین کلروفیل‌ها قرارگرفته‌اند، با تخریب و تجزیه کلروفیل بر اثر اتیلن القایی و

متیل جاسمونات، رنگ کاروتنوئید ظاهر می‌شود [۱۴]. همچنین در تحقیقی کاربرد جاسمونیک اسید در برگ‌های سویا، بیان ژن‌های هسته و کلروپلاست را در فتوسنتز کاهش داد [۱۵]. همچنین گزارش گردید متیل جاسمونات در تغییر رنگ میوه، تحریک آنتوسیانین‌های بیوسنتتیک بعد از دو روز از تیمار، تسریع تجزیه کلروفیل a، کلروفیل b و کاهش اندازه‌ی بتا کاروتن و لوتین در توت فرنگی نقش دارد [۱۶].

در تحقیقی گزارش شد که کاربرد سطوح پایین متیل جاسمونات (۲و ۵ میلی‌گرم در لیتر)، اختلاف معنی‌داری با تیمار بدون کاربرد (شاهد) آن در تولید و محتوای رنگدانه نداشت ولی سطوح بالاتر از این مقادیر، سبب کاهش معنی‌دار صفات نامبرده نسبت به تیمار شاهد در گیاه (*Melastoma malabathricum*) متعلق به خانواده موردسانان گردید [۱۷].

در مطابقت با نتایج این تحقیق، گزارش گردید که کاربرد متیل جاسمونات، سبب کاهش صفات رویشی از قبیل ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی و ریشه سویا، آفتابگردان و گوجه فرنگی گردید حتی کمترین غلظت مورد استفاده (۰/۱ میلی مولار) منجر به کاهش قابل توجهی در توده اندام هوایی و ریشه برای آفتابگردان شد، اگرچه اختلاف معنی‌داری برای سویا و گوجه فرنگی در این غلظت مشاهده نشد و همچنین اختلافات مشاهده شده در بین سه گونه گیاهی نامبرده احتمالاً به‌دلیل تفاوت در حساسیت هر گونه به متیل جاسمونات است و در نهایت نتیجه گرفتند این میزان تاثیر گیاهان به متیل جاسمونات، بستگی به گونه گیاهی و غلظت به‌کار رفته هورمون دارد [۱]. در تحقیقی دیگر اثر غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات (۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ میلی مولار) بر صفات سطح برگ و رطوبت نسبی برگ در توت فرنگی معنی‌دار ولی بر صفات ارتفاع گیاه و تعداد برگ معنی‌دار نبود و تیمار ۰/۶ میلی مولار متیل جاسمونات بالاترین میزان صفات نامبرده را به خود اختصاص داد [۱].

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر برهمکنش محلول پاشی انواع جاسمونات‌ها و میزان آن و رقم بر میزان کلروفیل کل، وزن خشک برگ، تعداد میوه، اسیدیته کل و آنتوسیانین میوه توت فرنگی

محلول‌پاشی	ارقام	سطوح (میلی مولار)	کلروفیل (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ)	وزن خشک برگ گرم	تعداد میوه در بوته -	اسیدیته کل (TA) درصد	آنتوسیانین (میکرومول وزن تازه برگ)
جاسمونیک اسید	پاروس	۰/۵	۱/۴۳a	۲۰/۰۴bc	۳/۲f	۰/۶۱b-e	۰/۰۲۴bcd
		۱	۱/۲۵c	۲۰/۸۲bc	۵/۲ef	۰/۵۵b-e	۰/۰۲۷bcd
		۱/۵	۱/۰۳f	۲۰/۵۷bc	۱۰/۰b-f	۰/۷۹a-e	۰/۰۲۹bcd
	سلوا	۲	۰/۹۹g	۱۶/۴۷cde	۱۴/۸a-d	۰/۲۶e	۰/۰۳۳bcd
		۰/۵	۱/۳۳b	۵/۶۳ef	۱۵/۷a-d	۱/۰۱a-c	۰/۰۴۳bcd
		۱	۱/۲۳c	۵/۷۹ ef	۱۶/۳a-c	۱/۰۵a-c	۰/۰۶abc
		۱/۵	۱/۰۸de	۵/۲۴f	۱۷/۳ab	۰/۷۳a-e	۰/۰۶۸ab
		۲	۱/۰۰d	۵/۳۵f	۲۰/۲a	۰/۹۸a-c	۰/۱۰a
متیل جاسمونات	پاروس	۰/۲۵	۱/۰۵ef	۲۱/۷۶bc	۱/۳f	۰/۲۴e	۰/۰۲cd
		۰/۵	۰/ ۹۸g	۱۹/۶۶bc	۴/۴ef	۰/۲۰e	۰/۰۲cd
		۱	۰/۹۳h	۱۸/۳۹bc	۸/۶b-f	۰/۴۹c-e	۰/۰۳bcd
	سلوا	۱/۵	۰/۸۹h	۱۷/۵۵bc	۶/۷def	۰/۳۱de	۰/۰۶abc
		۰/۲۵	۱/۱۲d	۲۷/۳۵abc	۷/۱c-f	۰/۸۹a-d	۰/۰۲۵bcd
		۰/۵	۱/۱d	۲۴/۱۹bc	۹/۸b-f	۰/۷۵a-e	۰/۰۳۸bcd
		۱	۱/۰۵ ef	۱۷/۱۴bcd	۱۵/۲a-d	۰/۳۰0e	۰/۰۳۴bcd
		۱/۵	۱/۳۷b	۴/۴۸f	۱۳/۳a-e	۰/۴۸c-e	۰/۰۶۱abc
شاهد	پاروس		۱/۴۷a	۳۶/۹۴a	۳/۹f	۰/۹۷a-c	۰/۰۱d
	سلوا		۱/۷۶a	۲۷/۸۶ab	۲/۰f	۱/۲۴a	۰/۰۰۹d

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد و وزن میوه

تنها صفت تعداد میوه تحت تاثیر برهمکنش اثر رقم و محلول‌پاشی انواع جاسمونات قرار گرفت به‌گونه‌ای‌که بیشترین تعداد میوه در رقم سلوا با محلول‌پاشی ۲ میلی مولار جاسمونیک اسید با (۲۰/۲ میوه) بدست آمد در حالی‌که کمترین تعداد میوه در رقم پاروس با محلول‌پاشی ۰/۲۵ میلی مولار متیل جاسمونات با (۱/۳ میوه) مشاهده گردید. همچنین نتایج حاکی از آن است رقم سلوا، توانسته در شرایط محلول‌پاشی انواع جاسمونات (خصوصا جاسمونیک اسید) نسبت به رقم پاروس تعداد میوه بیشتری تولید کند (جدول ۱).

در این راستا، تحقیقی در خصوص اثر غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات (۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ میلی مولار) بر صفات مربوط به گلدهی و میوه‌دهی در توت‌فرنگی گزارش گردید که متیل جاسمونات بر تعداد گل و میوه و طول دوره برداشت میوه توت‌فرنگی اثر معنی‌داری داشت به‌گونه‌ای‌که تیمار ۰/۶ میلی مولار، بالاترین مقدار این صفات را تولید کرد [۱].

در خصوص اثر متیل جاسمونات بر وزن میوه نتایج متفاوتی گزارش شده‌است. در تحقیقی در مطابقت با نتایج این تحقیق، گزارش کردند که در دو سال مطالعه، کاربرد پیش از برداشت متیل جاسمونات، تاثیری بر قطر و وزن میوه گیلاس نداشت به‌گونه‌ای‌که حتی میوه‌های تیمار شده با متیل جاسمونات بسته به مرحله رشدی گیاه، وزن‌های مختلفی ایجاد کردند و میوه‌ای که جاسمونات در مرحله حداکثر انبساط میوه اسپری شد، توده میوه بیشتری تولید کرد. این نتایج نشان می‌دهد که تأثیر این هورمون بر وزن میوه می‌تواند به مرحله رشد میوه، مکانیسم سلولی و تنوع آن در ارقام مختلف بستگی داشته باشد [۴]. ولی در تحقیقی دیگر بیان گردید که متیل جاسمونات، سبب افزایش وزن میوه در توت‌فرنگی نسبت به شاهد گردید [۱۸]. همچنین گزارش گردید توت‌فرنگی‌های تیمار شده با متیل جاسمونات، کمترین میزان کاهش وزن میوه را در مقایسه با میوه‌های شاهد نشان دادند با این حال هیچ نوع اختلاف معنی‌داری میان غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات مشاهده نشد [۱۱].

اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات کیفی توت‌فرنگی (ویتامین ث، کل مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته کل (TA)، نسبت TSS/TA و آنتوسیانین)

تجزیه واریانس نشان داد که ویتامین ث در توت‌فرنگی، تحت تاثیر هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت در حالی‌که صفت اسیدیته کل (TA) و آنتوسیانین تحت تاثیر اثر برهمکنش رقم و هورمون قرار گرفته ولی صفات کل مواد جامد محلول (TSS) و نسبت TSS/TA تنها تحت تاثیر رقم قرار گرفت.

مقایسه میانگین نشان داد که به‌ترتیب در صفات (TSS) و TSS/TA، رقم سلوا نسبت به رقم پاروس افزایش ۳۲ و ۳۷ درصدی دارد (جدول ۲). جاسمونات‌ها در هر دو رقم، باعث کاهش معنی‌دار اسیدیته کل میوه گردید به‌گونه‌ای‌که غلظت ۱/۵ میلی مولار متیل جاسمونات و ۲ میلی مولار جاسمونیک اسید (بالاترین غلظت انواع جاسمونات)، باعث بیشترین کاهش در اسیدیته کل میوه شدند. در هر دو رقم، کاربرد متیل جاسمونات نسبت به جاسمونیک اسید اثر کاهشی بیشتری بر میزان اسیدیته کل میوه داشته است. در رقم پاروس، کاربرد متیل جاسمونات نسبت به جاسمونیک اسید، میزان اسیدیته کل میوه را بیشتر کاهش داد و در رقم سلوا نیز روند مشابهی مشاهده گردید (جدول ۱).

محققین بیان داشته‌اند که تغییرات مشاهده شده در pH همانند کاهش در محتوای مواد جامد محلول و اسیدهای آلی در توت‌فرنگی، احتمالا به‌دلیل شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گیلیکوساکاریدها به واحدهای کوچکتر (سازنده) در طی تنفس باشد [۵ و ۷]. بنابراین می‌توان گفت که متیل جاسمونات از طریق کاهش میزان تنفس، باعث حفظ میزان pH و اسیدهای قابل تیتر شده‌است [۱۹]. تغییرات pH عصاره میوه در زمان رسیدن، بیشتر ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل‌ها به سیتوپلاسم سلولی است. همچنین در اثر رسیدن بیش از حد میوه، pH عصاره افزایش یافته و از اسیدی به قلیایی تبدیل می‌شود و موجب طعم ترش در میوه‌ها و سبزیجات می‌گردد [۱۱]. در مطابقت با نتایج این تحقیق، صفاعین‌الدین و حاجیلو (۱۳۹۵) گزارش کردند که pH پایین میوه‌های توت‌فرنگی تیمار شده با متیل جاسمونات را می‌توان به تأثیر احتمالی متیل جاسمونات در فرایند تنفس و حفظ اسیدهای آلی ربط داد. آنان بیان داشتند که افزایش غلظت متیل جاسمونات باعث کاهش مقدار pH شد ولی تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌ها مشاهده نشد بطوری‌که میوه‌های تیمار شده کمترین مقدار pH را داشتند که تیمار متیل جاسمونات، باعث جلوگیری از افزایش pH در طول دوره انبارداری گردید [۱۱].

در تحقیقی دیگر گزارش گردیدکه در تمشک صفات کیفی (کل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و pH) فقط تحت تأثیر دوره‌های ذخیره‌سازی قرار گرفتند و کاربرد متیل جاسمونات نتوانست روند نزولی را که در زمان ذخیره‌سازی اتفاق افتاده است، سرکوب کنند. در نتیجه، اگرچه میوه‌های تمشک تحت تیمار با متیل جاسمونات سطح بالاتری از ظرفیت آنتی اکسیدان را حفظ کردند (کل آنتوسیانین‌ها در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده در طول ذخیره سازی)، اما به‌دلیل فسادپذیری زیاد، میوه‌های تحت تیمار با متیل جاسمونات، نمی‌توانند تغییرات قابل توجهی در کیفیت داخلی حفظ کنند. همچنین در موافقت با نتایج این تحقیق آنها گزارش کردند که صفات کل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و pH و نسبت TSS/TA تحت تاثیر جاسمونات حتی در غلظت‌های مختلف قرار نگرفت و تنها میزان آنتوسیانین در بالاترین غلظت متیل جاسمونات تحت تاثیر قرار گرفت [۲۰].

در تحقیقی دیگر در توت‌فرنگی نیز گزارش گردید که متیل جاسمونات نتوانست میزان pH بعد از برداشت را حفظ کند و تاثیر معنی‌داری براین صفت نداشت [۵]. در این راستا گزارش گردید که متیل جاسمونات تاثیری بر میزان مواد محلول جامد گیلاس نداشت [۱۹].

در تحقیقی Talebi Habashi و Eivazi (۲۰۱۰) گزارش کردند که تیمار متیل جاسمونات بر روند زوال ویتامین ث معنی‌دار نبود [۲۱]. مطابق تحقیق Pelayo و همکاران (۲۰۰۳) هنگامی‌که که توت‌فرنگی هیچ تیماری دریافت نکرده باشد و در سردخانه نگهداری شود، میزان مواد جامد محلول به‌صورت طبیعی کاهش پیدا خواهد کرد. علت کاهش میزان TSS درطول انبارداری مربوط به میزان بالای تنفس و فرآیند پیری در میوه می‌باشد؛ متیل جاسمونات باعث ثابت نگهداشتن میزان هیدرات‌های کربن در بافت میوه می‌شود و موثر بودن متیل جاسمونات در افزایش TSS میوه توت‌فرنگی در غلظت بالای ۲۲/۴ میلی‌گرم در لیترگزارش شده‌است [۲۲]. احتمالا در این تحقیق نیز علت عدم معنی‌دار شدن جاسمونات‌ها بر میزان TSS می‌تواند غلظت‌های پایین تیمار شده باشد. تحقیقات مختلف از بی تاثیر بودن جاسمونات بر میزان TSS در گیاهان مختلف از جمله تمشک [۲۰]، انار [۲۳] و گیلاس [۱۹] و بر میزان TA در انار [۲۳] اشاره داشته‌اند.

با توجه به این مطلب که میزان TSS و TA خوش طعمی میوه را تعیین می‌کند؛ قضاوت درباره کمتر یا بیشتر بودن این دو فاکتور بستگی به ذائقه‌ی مصرف کننده نیز دارد. افزایش نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون نشانه تسریع شدن در رسیدگی میوه است. در این تحقیق، پس رقم سلوا به‌دلیل داشتن کل مواد جامد محلول بیشتر و نسبت TSS/TA بالاتر می‌تواند رسیدگی زودتری داشته باشد.

مقایسه میانگین میزان آنتوسیانین حاکی از آن است که به‌طور کلی کاربرد هورمون جاسمونات، باعث افزایش میزان آنتوسیانین در هر دو رقم نسبت به نمونه شاهد آنها گردید. همچنین با افزایش غلظت جاسمونات، بر میزان آنتوسیانین موجود در میوه‌ها افزوده شده به‌طوری‌که بالاترین غلظت جاسمونات‌ها، بیشترین میزان آنتوسیانین و کمترین غلظت جاسمونات‌ها، کمترین میزان آنتوسیانین را به همراه داشت (جدول ۱).

توت‌فرنگی که در ایران بسیار کشت می‌شود دارای پلارگونیدین به‌عنوان آنتوسیانین غالب می‌باشد که منابع سرشار از آنتی اکسیدانت‌های طبیعی محسوب می‌شوند [۲۴]. بسیاری از ویژگی‌های میوه تازه در هنگام رشد و توسعه همانند از دست دادن حالت گسی و سفتی و ظهور خصوصیات رنگی در هنگام رسیدن، در رابطه با تغییرات در سنتز و انباشته شدن آنتوسیانین است [۲۵]. به‌طور معمول بافت‌هایی از میوه‌های تازه سطوح بالایی از مشتقات سینامیک اسید، فلاونوییدها، و تانن‌ها در طی توسعه میوه دارند اما انباشتن آنتوسیانین تنها در نزدیکی رسیدن و بلوغ میوه است [۸ و ۲۶].

در تحقیقی گزارش گردید که کاربرد متیل جاسمونات، فعالیت آنتی اکسیدانتی و فعالیت ضد التهابی میوه توت‌فرنگی را بوسیله تنظیم ترکیبات فنولی و تولید آنتوسیانین ارتقاء می‌دهد و در مجموع میوه‌هایی که با کاربرد بیرونی متیل جاسمونات تیمار شده بودند فعالیت زیستی بالاتری داشته و در القاء سلامتی نقش بسیار مهمی داشتند و این روش می‌تواند ابزار مفیدی جهت القاء ترکیبات شیمیایی مفید در رژیم غذایی گیاهی جهت ارتقاء سلامتی انسان به شمار رود [۱۱]. همچنین گزارش گردید تیمار

متیل جاسمونات با افزایش بیان ژن‌های درگیر در متابولیسم رنگدانه‌ها، متابولیسم قند، نرم شدن میوه‌ها و متابولیسم هورمون‌ها و همچنین افزایش جاسمونیک اسید، با افزایش آنتوسیانین و محتوای قند همراه بود [۲۷].

بر طبق نظر بسیاری از پژوهشگران، جاسمونات‌ها، محتوای آنتوسیانین را در میوه‌ها، سبزیجات و گل‌ها افزایش می‌دهند که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد مثلا در توت‌فرنگی [۵]، سیب [۶]، انگور [۷] باعث افزایش محتوای آنتوسیانین شد.

در تحقیقی اثر رقم بر شاخص‌های کیفی توت‌فرنگی معنی‌دار گردید به‌گونه‌ای‌که در سه رقم توت‌فرنگی گزارش کردند که میزان شاخص‌های کیفی و pH، TA و TSS در دوره بعد از برداشت در رقم سلوا از اقام دیگر (Aromas و Diamante) بیشتر بود [۲۲].

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات کل مواد جامد محلول (TSS) و نسبت TSS/TA

رقم	TSS (٪)	TSS/TA
سلوا	۸/٤۷[a]	۹/٤۹[a]
پاروس	۵/۷٤[b]	۵/۹۷[b]

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی با انواع جاسمونات‌ها، سبب کاهش میزان کلروفیل و وزن خشک برگ در هر دو رقم توت‌فرنگی گردید به‌گونه‌ای‌که با افزایش غلظت این هورمون، کاهش بیشتری یافتند و بیشترین تعداد میوه در رقم سلوا با محلول‌پاشی ۲ میلی مولار جاسمونیک اسید به‌دست آمد ولی بر وزن میوه، اثر معنی‌داری نداشت. در این آزمایش، محلول‌پاشی جاسمونات‌ها بر برخی صفات کیفی توت‌فرنگی اثر معنی‌داری داشتند به‌گونه‌ای‌که سبب کاهش میزان اسیدیته کل و افزایش آنتوسیانین گردید و بدین طریق با افزایش غلظت جاسمونات‌ها، خواص کیفی در هر دو رقم توت‌فرنگی افزایش یافت و در مجموع رقم سلوا واکنش بیشتری به محلول‌پاشی جاسمونات‌ها نشان داد به‌گونه‌ای‌که رقم سلوا، بیشترین میزان آنتوسیانین را با بالاترین غلظت جاسمونیک اسید (۲ میلی مولار) تولید کرد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که رقم سلوا با تولید مواد جامد محلول (TSS) و نسبت TSS/TA معنی‌دار بیشتر و میزان TA کمتر نسبت به رقم پاروس، از لحاظ کیفی مطلوبتر می‌باشد.

منابع

[1]. Lalnun Z. Kumari K. Ruby R. Sareeta N. Subrat K. Sanjay S. Effect of Methyl Jasmonate on growth and flowering behavior of Strawberry Cv. Nabila. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 2020; 9(9):2690-2695.

[2]. Asghari M. Rashid Hasanlooe A. Methyl Jasmonate effectively enhanced some defense enzymes activity and total antioxidant content in harvested "Sabrosa" Strawberry fruit. Food Science & Nutrition 2016; 4(3):377–383.

[3]. Salimi F. Shekari F. Hamzei J. Effect of foliar application of Methyl Jasmonate on Flavonol-O-Glycoside and some agronomic and morphological indices of Chamomile (Matricaria Chamomilla L.) under salinity stress conditions**.** Journal of Science & Technology. Greenhouse Culture 2016; 7(1):131-141.

[4]. Balbontín C. Gutiérrez C. Wolff M. Figueroa C. Effect of abscisic acid and Methyl Jasmonate preharvest applications on fruit quality and cracking tolerance of Sweet Cherry. Chilean Journal of Agricultural Research 2018; 78(3):438–446.

[5]. Ayala-Zavala J. Wang S. Wang C. Gonzalez-Aguilar G. Highoxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of Strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology 2007; 45:166–173.

[6]. Jung S. Effect of chlorophyll reduction in Arabidopsis Thaliana by Methyl Jasmonate or norflurazon on antioxidant systems. Plant Physiology and Biochemistry 2004; 42:225–231.

[7]. Zhang W. Curtin C. Kicuchi K. Franco C. Integration of Jasmonic acid and light irradiation for enhancement of anthocyanin biosynthesis in Vitis Vinifera suspension cultures. Plant Science 2002; 162:459–468.

[8]. Billet J. Hartmann C. Macheix J. Rateau J. Les Composes Phénoliques Au Tours De La Crossance De La Poire Passe-Crassane. Physiol. 1978; 16:693-714.

[9]. Arnon D. Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphennoloxidase in Beta Vulgaris. Plant Physiology 1949; 24(1):1-150.

[10]. Krizek D. Kramer G. Upadhyaya A. Mirecki R. UV-B Response of Cucumber Seedling Grown Under Metal Halid and High Pressure Sodium Deluxe Lamps. Physiologia Plantarum 1993; 88:350-358.

[11]. Safa Eynalladin M. Hajilou J. Effect of Post-Harvest Application of Methyl Jasmonat on Qualitative Traits and Storage Life of Strawberry Cv. 'Camarosa'. Journal of Food Research (Agriculture Science) 2016; 26(2):277-288.

[12]. Ting S. Russeff L. Citrus Fruits & Their Products Analysis Technology. Marcel Dekker Inc, New York, USA 1981; 20-59.

[13]. Saniewski M. Miyamoto K. Ueda J. Methyl Jasmonate Induces Gums and Stimulates Anthocyanin Accumulation in Peach Shoots. Journal of Plant Growth Regulation 1998; 17:121-124.

[14]. Tsuchiya T. Ohta H. Okawa K. Lwamatsu A. Shimada H. Masuda T. et al. Cloning of chlorophyllase, the key enzyme in chlorophyll degradation: Finding of a Lipase Motif and the induction by Methyl Jasmonate. Proceedings of the National Academy of Sciences 1995; 96(26)15362-7.

[15]. Bunker T. Koetje D. Stephenson L. Creelman R. Mullet J. Grimes H. Sink Limitation Induces The Expression of Multiple Soybean Vegetative Lipoxygenase Mrnas While The Endogenous Jasmonic Acid Level Remains Low. Plant Cell 1995; 7:31– 1319.

[16]. Gansser D. Latza S. Berger G. Methyl Jasmonates in Developing Strawberry Fruit (Fragaria Ananassa Duch. Cv. Kent). Journal of Agricultural and Food Chemistry 1997; 45:2477–2480.

[17]. See K. Bhatt A. Keng C. Effect of Sucrose And Methyl Jasmonate on Biomass And Anthocyanin Production in Cell Suspension Culture of Melastoma Malabathricum. International Journal of Tropical Biology and Conservation 2011; 59(2):597- 606.

[18]. Pérez A. Sanz C. Olías R. Olías J. Effect of Methyl Jasmonate on In Vitro Strawberry Ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1997; 45:3733–7.

[19]. Bisti A. Hassanpour H. Postharvest Application of Methyl Jasmonate on Antioxidant Capacity and Antioxidant Enzymes of Sweet Cherry Cv. Tak Daneye Mashhad. Pomology Research Scientific Journal 2017; 1(2):56-73.

[20]. Ghasemnezhad M. Javaherdashti M. Effect of Methyl Jasmonate Treatment on Antioxidant Capacity, Internal Quality and Postharvest Life of Raspberry Fruit. Caspian Journal of Environmental Science 2008; 6 (1):73-78.

[21]. Talebi Habashi R. Eivazi A. The effects of Methyl Jasmonat and UV-C irradiation on quality and storage life of Strawberry fruits (Fragaria × Ananassa Duch. Cv. Selva). Journal of Horticultural Science 2010; 24(1):75-83.

[22]. Pelayo C. Ebeler S. Kader A. Postharvest Life and Flavor Quality of Three Strawberry Cultivars Kept at 5C in Air or Air+20 kpa Co_2. Postharvest. Biology and Technology 2003; 27: 171-183.

[23]. Zolfagharinasab R. Hadian J. Influence of Methyl Jasmonate on Inducing Chilling Tolerance in Pomegranate Fruits (Malase Save). Pakistan Journal of Biological Sciences 2007; 10(4):612-6.

[24]. Nikkhah E. Khayami M. Heidari R. Evaluation of Nitric Oxide scavenging activity of anthocyanins from Black Berry (Morus Nigra L.), Strawberry (Fragaria Vesca L.) and Berry (Morus Alba L. Var. Nigra) extracts. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 2009; 25(1):120-128.

[25]. Macheix J. Fleurient A. Billot J. Phenolics compounds in fruit processing. In: Mitra S (Ed) fruit phenolic. CRC Press, Boca Raton, FL, USA 1990.

[26]. Kataoka I. Kubo Y. Sugiura A. Tomana T. Changes in L-Phenylalanine Ammonia-Lyase activity and anthocyanin synthesis during Berry ripening of three Grape cultivars. J. Jpn. Soc. Hort. Science 1983; 52:273-279.

[27]. Han Y. Chen C. Yan Z. Li J. Wang Y. The Methyl Jasmonate accelerates the Strawberry fruits ripening process. Scientia Horticulturae 2019; 249:250-256.

Journal of Developmental Biology
Vol. 14, No. 3, Summer 2022

Evaluation of the effect of different types and amounts of foliar application of jasmonate before fruit harvest on functional, physiological, qualitative and medicinal traits of two strawberry cultivars

Mahdavi- Lasibi M. J.*, Karami Borz- Abad R., Baghbani- Arani A.

Department of Agriculture Science, Payame Noor University, Tehran, Iran.

* (Corresponding author): mjmahdavi@gmail.com

Received: September 2021 Accepted: July 2022

Abstract

To investigate the effect of different types and amounts of jasmines on the quantitative and qualitative characteristics of two strawberry cultivars, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design in Sadra Hydroponic Greenhouse of Shiraz University in 2018. Experimental treatments include two types of jasmonate (jasmonic acid and methyl jasmonate) each in five concentrations (0, 0.5, 1, 1.5, and 2 mM) and (0, 0.25, 0.5, 1, and 1.5 mM) with four replications and three pots in each replication and two strawberry cultivars (Selva and Parus). Analysis of variance showed that the effect of experimental treatments on all studied traits except fruit weight and vitamin C was significant. The results showed that foliar application of jasmonate reduced chlorophyll content and leaf dry weight in both strawberry cultivars, while the highest number of fruits in Selva cultivar was obtained by foliar application of 2 mM jasmonic acid. The results also showed that increasing the concentration of jasmonates by reducing the total acidity and increasing fruit anthocyanins in both cultivars, improved the quality properties of strawberries. In general, Selva cultivar is more effective than jasmonate by producing soluble solids and the ratio of soluble solids to total acidity is more significant and the amount of total acidity is lower than Parus cultivar, it is more desirable in terms of quality.

Keywords: Antioxidant, Number and weight of fruit, Phytohormones, Qualitative and medicinal properties.