

مقاله پژوهشی

تأثیر محلول پاشی متیل جاسمونات بر محتوای فنل و فلاونوئید کل و برخی خصوصیات فیزیوشیمیایی میوه فیسالیس در شرایط کشت بدون خاک

سودا مجرب^۱، علیرضا فرخزاد^{۲*} و ابوالفضل علیرضالو^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۲)

چکیده

یکی از راهکارهایی که اخیراً نظر متخصصین را برای افزایش کیفیت محصولات کشاورزی بدون نیاز به مواد شیمیایی به خود جلب نموده، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد برای تحریک مقاومت طبیعی گیاه است. در این مطالعه تأثیر محلول پاشی برگ‌ی متیل جاسمونات در چهار سطح (۰، ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار) با سه تکرار بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی میوه فیسالیس مورد بررسی قرار گرفت. طول و قطر میوه، وزن تر و خشک میوه، سفتی میوه، pH عصاره میوه، مواد جامد محلول، اسیددیده قابل تیتراسیون، طعم میوه و فنل و فلاونوئید کل مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که محلول پاشی متیل جاسمونات تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مورد ارزیابی داشت. بیشترین میزان فنل و فلاونوئید کل در تیمار ۱۰۰ میکرومولار متیل جاسمونات مشاهده شد در حالیکه غلظت‌های پایین‌تر متیل جاسمونات تأثیر بیشتری بر شاخص مواد جامد محلول، طعم میوه و میزان اسیددیده قابل تیتراسیون داشت. همچنین کاربرد غلظت‌های مختلف جاسمونات تأثیر معنی‌دار مثبتی نسبت به شاهد بر طول و قطر میوه داشت ولی غلظت‌های مختلف جاسمونات تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بر طول و قطر میوه نشان ندادند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر مشخص شد که تیمار متیل جاسمونات با تأثیر بر ترکیبات فنلی و بهبود خصوصیات کمی و کیفی می‌تواند به عنوان یک تیمار سالم و مطمئن در تولید میوه فیسالیس در شرایط گلخانه مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: اسیددیده قابل تیتراسیون، سفتی، کیفیت میوه، مواد جامد محلول

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

* پست الکترونیک: farokhzad_alireza@yahoo.com

مقدمه

میوه‌ها و سبزیجات از زمان‌های بسیار قدیم تقریباً در تمام فرهنگ‌ها به عنوان یک منبع ارزشمند غذایی انسان استفاده می‌شده است (اصغری، ۱۳۹۴). در سال‌های اخیر مصرف میوه‌های سالم با ارزش غذایی بالا افزایش پیدا کرده است. در میان انواع میوه‌ها، مصرف و فرآوری میوه‌های گرمسیری به دلیل داشتن مقادیر بالای مواد مغذی مفید و به دلیل بهبود تکنیک‌های پرورش و نگهداری، اهمیت بیشتری پیدا کرده است. گیاه فیسالیس (*Physalis peruviana* L.) یکی از امیدوار کننده‌ترین میوه‌های گرمسیری است که به دلیل ترکیبات زیست فعال، پتانسیل برای کشت فشرده و قابلیت نگهداری خوب، در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است (انتزایچ^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). فیسالیس یا عروسک پشت پرده گیاهی با کاربردهای درمانی متعدد و از خانواده Solanaceae می‌باشد که میوه‌های رسیده آن جنبه خوراکی، دارویی و صنعتی دارد (دخیل^۲ و همکاران، ۲۰۱۴). در حال حاضر حدود ۱۳۰ واریته از آن در سراسر جهان گزارش شده است (سنگین‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۸). علاوه بر اینکه برگ‌ها، ساقه و حتی ریشه‌های فیسالیس دارای خواص دارویی هستند، میوه‌ها منبع بسیار خوبی برای پیش‌ساز ویتامین آ، ویتامین ث و سرشار از عناصر معدنی فسفر، آهن، پتاسیم و روی، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها، ترکیبات فنلی و فیتواسترول‌ها هستند که این میوه را برای متقاضیانی که به دنبال یک سبک زندگی سالم هستند، جذاب کرده و پتانسیل آن را برای کشت فشرده افزایش داده است (مارچیوریتو^۳ و همکاران، ۲۰۲۰).

یکی از چالش‌های جهان امروز با وجود تأثیر مثبت استفاده از انواع تیمارهای شیمیایی (کودها و سم‌ها و ...) در بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه‌ها، سرطان‌زا بودن و همچنین خطرات زیست‌محیطی آن‌ها می‌باشد. از طرف دیگر بدلیل افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان و اجتناب آن‌ها از مصرف محصولاتی که در آن‌ها از مواد شیمیایی استفاده می‌شود و قیمت بالای محصولات ارگانیک در بازارهای جهانی، لازم است روش‌های جایگزین غیرسمی بکار برده شود (طالبی

حبشی و عیوضی، ۱۳۸۹). راهکارهایی که اخیراً نظر متخصصین را به خود جلب کرده است استفاده از تنظیم کننده‌های رشد برای تحریک مقاومت طبیعی گیاه است (حسن‌پور و بی‌سیتی، ۱۳۹۵). فعالیت هر کدام از مسیرهای متابولیتی در گیاهان و میوه‌ها تحت کنترل فاکتورهای محیطی، هورمون‌های گیاهی، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و وضعیت تغذیه‌ای گیاه می‌باشد (اصغری^۴، ۲۰۱۹). مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی با تنظیم نسبت بین فتوسنتز و تنفس، رابطه بین رشد و نمو و فرآیند میوه‌دهی، می‌توانند کمیت و کیفیت محصول تولیدی را تحت تأثیر قرار دهند (اصغری و زاهدی‌پورششگلانی^۵، ۲۰۱۵). جاسمونات‌ها گروه مهمی از هورمون‌های غیرکلاسیک هستند که در دهه‌های اخیر شناسایی شده‌اند و به عنوان ترکیبات سیگنالی تحریک کننده برای تولید متابولیت‌های ثانویه می‌باشند (اصغری، ۱۳۹۴). طبق یافته‌های جدید، جاسمونات‌ها و ترکیبات مشابه این فیتوهورمون‌ها ممکن است نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های مختلف از جمله بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان‌های مختلف داشته باشند (بسون^۶ و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، جاسمونات‌ها به عنوان ترکیبات ایمن در نظر گرفته می‌شود و استفاده از این مواد شیمیایی به عنوان مواد افزودنی غذایی مورد تأیید سازمان‌های بین‌المللی است. پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که تیمار قبل از برداشت متیل جاسمونات باعث کاهش محتوای مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه گیلاس شد (ساراجولو^۷، ۲۰۱۸). در مطالعه‌ای دیگر اصغری (۲۰۱۹) بیان داشتند که محلول پاشی متیل جاسمونات به طور قابل توجهی می‌تواند کیفیت و محتوای فیتوشیمیایی میوه انار را افزایش دهد. متیل جاسمونات وابسته به غلظت (۰/۱ تا ۰/۵ میلی مولار)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیا لیاز، مواد فنلیک، مواد جامد محلول، وزن آریل، میزان سفتی پوست و آب میوه در هنگام برداشت را به طور قابل توجهی افزایش داد.

لولایی^۸ و همکاران (۲۰۱۳) همچنین در تحقیق تأثیر متیل جاسمونات بر ترکیب عملکرد و رشد توت‌فرنگی (سلوا و

5. Asghari and Zahedipour Sheshgelani

6. Besson

7. Saracoglu

8. Lolaei

1. Etzbach

2. Dkhil

3. Marchioretto

4. Asghari

متر و قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر انتقال داده شد. بستر کشت مورد استفاده برای کشت بذر و گلدان‌ها به صورت کشت بدون خاک شامل پیت ماس و پرلایت با نسبت ۳ به ۱ بود. فرمول غذایی مورد استفاده براساس فرمول هوگلند (مارشنر^۳، ۱۹۹۷) تنظیم شد. آب و محلول غذایی مورد نیاز بوته‌ها در مخزن ۱۰۰ لیتری تهیه و به صورت دستی (۵۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌لیتر) به صورت یک روز در میان از شروع کاشت تا پایان دوره برداشت میوه در اختیار گیاهان قرار داده شد. تیمار محلول پاشی برگی متیل‌جاسمونات در چهار سطح (۰، ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار) در ۳ مرحله بعد از آغاز گلدهی به فاصله ۱۵ روز روی گیاهان اعمال شد. میوه‌های رسیده از روی بوته‌ها برداشت و برای ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی منتقل شد.

صفات مورد بررسی

در پژوهش حاضر صفاتی نظیر طول میوه، قطر میوه، وزن تر میوه و وزن خشک میوه، سفتی بافت میوه، pH آب میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، طعم میوه، فنل و فلاونوئید کل مورد بررسی قرار گرفت.

طول و قطر میوه

طول و عرض میوه با استفاده از کولیس دیجیتالی مدل NO:Z 22855 اندازه‌گیری شد و داده‌ها بر حسب میلی‌متر (با دقت ۰/۰۱) قرائت گردید.

وزن تر و خشک میوه

جهت اندازه‌گیری وزن تر و خشک میوه‌ها از ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱) استفاده شد. جهت تعیین وزن خشک، میوه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و پس از خشک شدن با استفاده از ترازوی دیجیتالی توزین گردید.

تعیین سفتی بافت میوه

جهت تعیین سفتی بافت نمونه‌های فیسالیس از دستگاه تجزیه و سنجش بافت مدل TA-XTPlus (ساخت کمپانی استیبل میکروسیستم انگلستان) استفاده گردید. برای این منظور سرعت جابجایی پروب مورد استفاده در یک میلی متر بر ثانیه تنظیم شد. آزمون نفوذ فشاری با استفاده از پروب

کوئین‌الیسا) گزارش کردند که در ارقام سلوا و کوئین‌الیسا تیمار قبل از برداشت متیل‌جاسمونات با غلظت یک میلی مولار، باعث افزایش مقدار مواد جامد محلول میوه‌ها شدند. گزارش شده است که کاربرد متیل‌جاسمونات با غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار، سرعت رشد انگور را تسریع کرده و فنل کل را افزایش می‌دهد. بهترین غلظت برای متیل‌جاسمونات غلظت ۰/۱ میلی‌مولار گزارش شد. علاوه بر این میزان مواد جامد محلول و میزان استحکام میوه نیز توسط این تیمار افزایش یافت (گارسیا-پاستور^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). در تحقیق دیگری کاربرد قبل از برداشت متیل‌جاسمونات سبب حفظ سفتی و استحکام بافت میوه سبب در زمان رسیدن میوه شده و آن را نسبت به شاهد افزایش داده است (اوزتورک^۲ و همکاران، ۲۰۱۵).

در سال‌های اخیر جهت افزایش کیفیت میوه روش‌هایی به کار گرفته شده است که از این روش‌ها می‌توان به استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی اشاره کرد. با توجه به مطالعات کمی که در مورد گیاه فیسالیس نسبت به سایر میوه‌ها وجود دارد و نظر به اینکه امروزه اکثر مردم جهان ترجیح می‌دهند در رژیم غذایی خود از مواد غذایی سالم و طبیعی به جای محصولات غیرارگانیک استفاده کنند، در پژوهش حاضر برخی از خصوصیات کمی و کیفی عروسک پشت پرده تحت تأثیر غلظت‌های مختلف متیل‌جاسمونات مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت یک آزمایش گلخانه‌ای با سیستم کشت بدون خاک در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انجام گرفت. برای این منظور بذرهای گونه دارویی فیسالیس (*Physalis peruviana*) را در سینی‌های تولید نشاء (سینی‌های تولید نشاء با تعداد حفره ۴۵ تایی، که ابعاد هر سلول ۹×۵ سانتی‌متر، ابعاد سینی ۵۳۰×۳۴۰ سانتی‌متر، عمق هر سلول ۵۵ میلی‌متر و قطر دهانه هر سلول ۵۵ میلی‌متر می‌باشد) در گلخانه علوم باغبانی کشت و پس از مراقبت‌های لازم، در مرحله چهارم برگ‌ها به گلدان‌های اصلی آزمایش از نوع پلاستیکی با ارتفاع ۳۰ سانتی

3. Marschner

1. García-Pastor
2. Ozturk

به ذکر است که قبل از شروع اندازه‌گیری، رفراکتومتر کالیبره گردید و داده‌ها بر حسب بریکس یادداشت شد. پس از هر قرائت صفحه رفراکتومتر را با آب مقطر شسته و برای قرائت بعدی خشک گردید (یان^۳ و همکاران، ۲۰۱۹).

طعم میوه

برای سنجش طعم میوه از روش وکا^۴ و همکاران (۲۰۰۹) استفاده شد به طوری که نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون به عنوان یکی از شاخص‌های طعم منظور گردید.

استخراج عصاره برای اندازه‌گیری محتوای فنل و فلاونوئید کل

جهت عصاره‌گیری از نمونه‌ها از روش (ونگ^۵ و همکاران، ۲۰۱۹) با کمی تغییر استفاده شد. نمونه‌های میوه فیسالیس بصورت جداگانه توزین و داخل هاون چینی توسط ازت مایع بصورت پودر درآمدند. ۱ گرم از نمونه پودر شده میوه با ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ مخلوط و سپس به مدت ۱ دقیقه ورتکس گردید. سپس با استفاده از دستگاه اولتراسونیک مدل (Ultrasonic S60H - ساخت کشور آلمان) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه با هم مخلوط شدند سپس مخلوط حاصل با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ (مدل Micro 186 - شرکت Hettich ساخت کشور آلمان) با دور ۵۰۰۰ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس قسمت روشن‌تر نمونه‌ها به آرامی برداشته شده و توسط فیلتر سر سرنگ ۰/۲ میکرون صاف گردید و در فالكون‌های درب‌دار در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و برای سنجش صفات بیوشیمیایی مانند فنل کل و فلاونوئید کل مورد استفاده قرار گرفت.

فنل کل

جهت اندازه‌گیری محتوای فنل کل از روش Folin-ciocalteu استفاده شد. به این صورت که ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره متانولی در لوله آزمایشی ریخته شد و سپس به ترتیب ۱۲۰۰ میکرولیتر از محلول فولین ۱۰٪ و پس از سه دقیقه ۹۶۰ میکرولیتر بی‌کربنات سدیم (۷٪) و ۱۸۰ میکرو

از نوع استیل ضدزنگ با قاعده مسطح و با قطر ۴ میلی‌متر (P/4) انجام شد. میزان جابجایی پروب روی ۱۰ میلی‌متر تنظیم گردید. مقادیر نیروی نفوذ با دقت ۰/۱ گرم، مسافت پروب با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر و زمان نفوذ با دقت ۰/۰۰۱ ثانیه ثبت گردید. از روی نمودارهای نیرو-زمان حداکثر نیروی لازم برای نفوذ قرائت گردید (وارگاس^۱ و همکاران، ۲۰۰۶).

pH میوه

جهت اندازه‌گیری pH عصاره میوه از دستگاه pH متر دیجیتالی مدل (pH-Meter CG 824) کالیبره شده با محلول‌های بافری ۴ و ۷ استفاده شد. بدین منظور ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه صاف شده را در بشر ریخته و با قرار دادن الکترودهای pH متر در محلول، pH مورد نظر قرائت شد (جلیلی‌مردی، ۱۳۹۲).

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتر (TA)

جهت اندازه‌گیری اسیدهای قابل تیتراسیون ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه داخل ارلن مایر ریخته شد و به آن ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. سپس با قرار دادن الکترودهای pH متر عمل تیتراسیون توسط سدیم هیدروکسید (NaOH) ۰/۱ نرمال (۴ گرم در لیتر) تا pH=۸/۱ انجام گرفت. براساس مقدار هیدروکسید سدیم مصرفی در جریان تیتراسیون، مقدار اسید موجود در عصاره میوه به صورت درصد بیان شد (ارکان و سرلوک^۲، ۲۰۱۵) میزان اسید آلی غالب عصاره (اسید سیتریک) از طریق فرمول زیر محاسبه شد.

$$TA = \left(\frac{S \times N \times F \times E}{C} \right) \times 100$$

که در آن TA: مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره میوه فیسالیس، S: مقدار NaOH مصرف شده (ml)، N: نرمالیه NaOH (۰/۱ نرمال)، F: فاکتور NaOH یا ضریب نرمال (۱)، C: مقدار عصاره میوه (۱۰ ml) و E: اکی‌والان اسید سیتریک (۰/۰۶۴) بود.

میزان مواد جامد محلول (TSS)

جهت اندازه‌گیری مواد جامد محلول ۱-۲ قطره از آب میوه در دمای اتاق روی رفراکتومتر دستی مدل (ATAGO) قرار گرفت و عدد مربوطه از روی ستون مدرج، قرائت شد. لازم

4. Voca
5. Wang

1. Vargas
2. Erkan and Selcuk
3. Yan

همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۹ استفاده گردید.

نتایج و بحث

بر طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها، محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات تأثیر معنی‌داری بر اکثر شاخص‌های مورد ارزیابی داشت (جدول ۱ و ۲). اثر سطوح مختلف متیل‌جاسمونات در سطح احتمال یک درصد بر طول و قطر میوه فیسالیس معنی‌دار بود. بر طبق نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱ و ۲) کاربرد متیل‌جاسمونات به طور معنی‌داری طول و قطر میوه را افزایش داد با این حال بین غلظت‌های مختلف متیل‌جاسمونات تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جاسمونات‌ها ترکیبات مشتق شده از سیکلوپنتان لینولیک اسید می‌باشند که در تنظیم فرآیند رشد و نمو گیاهان تأثیر دارند و به‌طور معمول در برگ‌های جوان، گل‌ها و میوه‌ها به وفور یافت می‌شود و باعث افزایش رشد و نمو میوه می‌گردد. جاسمونات‌ها همچنین در پروسه‌های رشدی متنوعی از جمله، جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه، باروری و رسیدن میوه و پیری دخالت دارد (پاک‌کیش و اصغری، ۱۳۹۷). براساس نتایج آزمایشی گزارش شد که متیل‌جاسمونات در افزایش

لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. نمونه‌ها ۴۵ دقیقه در دمای اتاق و تاریکی قرار داده شدند سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مقدار جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. داده‌ها بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (اریزا^۱ و همکاران، ۲۰۱۸).

فلانوئید کل

جهت اندازه‌گیری فلانوئید کل از روش شاین^۲ و همکاران (۲۰۱۴) با کمی تغییر استفاده شد. ابتدا ۱۰۰ میکرولیتر عصاره متانولی تهیه شده را به ترتیب ۱۵۰ میکرولیتر نیتريت سدیم ۵٪ مخلوط کرده و پس از گذشت ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰٪ به آن اضافه گردید و پس از طی ۵ دقیقه، ۱ میلی‌لیتر سود (NaOH) یک مولار به آن اضافه شد و در نهایت حجم محلول به ۵ میلی‌لیتر رسانده شد و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۳۸۰ نانومتر قرائت گردید و بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر معادل کوئرسیتین بیان شد.

آنالیز آماری داده‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین بین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن،

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر متیل‌جاسمونات بر صفات فیزیکیوشیمیایی و کیفی میوه عروسک پشت پرده

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
طول میوه	قطر میوه	وزن ترمیوه	وزن خشک میوه	سفتی		
۶۲/۶۰۷**	۶۶/۹۴۴**	۲/۴۷۷**	۰/۰۴۱۲**	۰/۰۰۶۶**	۳	متیل‌جاسمونات
۷/۷۱۸	۸/۳۶۹	۰/۳۲۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۲۴	خطای آزمایشی
۱۵/۶۲۳	۱۷/۰۵۱	۱۶/۱۲۳	۱۴/۱۷۰	۶/۵۷		ضریب تغییرات (%)

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر متیل‌جاسمونات بر صفات بیوشیمیایی و کیفی میوه عروسک پشت پرده

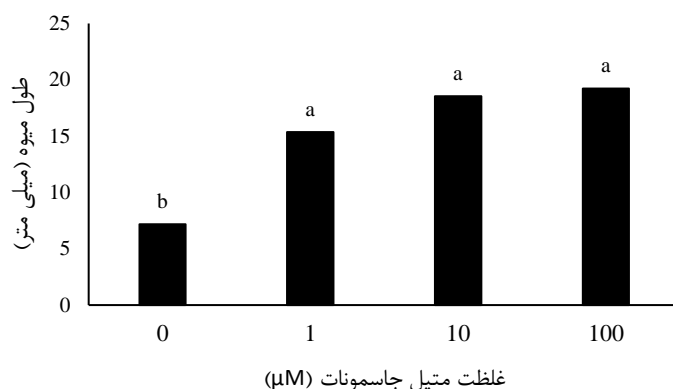
میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
pH	TA	TSS	طعم	فنل کل	فلانوئید کل	
۰/۰۰۱۶۱ ^{ns}	۰/۳۷۶**	۱/۴۶**	۱/۲۷**	۴۳۵/۹**	۱۳۰/۲۲**	متیل‌جاسمونات
۰/۰۰۳۸	۰/۰۵۴	۰/۲۷۷	۰/۲۰۸	۱۱/۴	۵۴/۳	خطای آزمایشی
۱/۶۲	۱۰/۹۹	۵/۴۲	۹/۵۹	۱/۰۱	۳/۵۴	ضریب تغییرات (%)

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

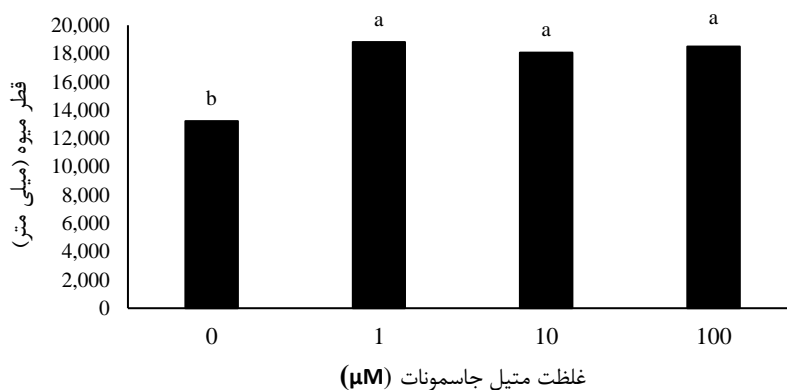
با تیمار متیل جاسمونات به طور معنی داری افزایش یافت اما غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات تفاوت معنی داری با یکدیگر بر وزن تر و خشک میوه نشان ندادند. افزایش وزن میوه بیشتر ناشی از سلول‌های بزرگتر و شمار زیادتر سلول‌ها می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده که متیل جاسمونات در طول دوره رشد میوه بر تغییرهای فیزیکی و زیست شیمیایی از جمله وزن، رنگ و سفتی موثر می‌باشد. افزایش وزن تر میوه انار با محلول پاشی متیل جاسمونات گزارش شده است (مریخی^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). گزارش‌های محدودی روی تأثیر متیل جاسمونات بر وزن و اندازه میوه موجود می‌باشد با این حال بر اساس نتایج تحقیق مارتینز- اسپلا و همکاران (۲۰۱۴) بر دو رقم آلو گزارش

اندازه میوه آلو موثر بوده و باعث بهبود کیفیت میوه و افزایش ترکیبات فعال و فعالیت آن‌تی اکسیدانی می‌گردد اگرچه غلظت مطلوب متیل جاسمونات وابسته به رقم می‌باشد (مارتینز اسپلا^۱ و همکاران، ۲۰۱۴).

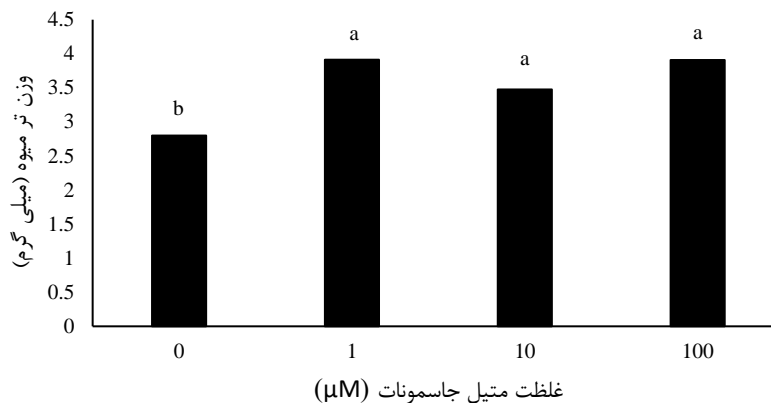
بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر سطوح مختلف متیل جاسمونات در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر و خشک میوه فیسالیس معنی دار بود. شکل ۳ نتایج مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات بر میزان وزن تر میوه فیسالیس را نشان می‌دهد. وزن تر میوه فیسالیس با افزایش غلظت متیل جاسمونات افزایش قابل توجهی نسبت به غلظت صفر نشان داد. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است وزن خشک میوه فیسالیس نیز



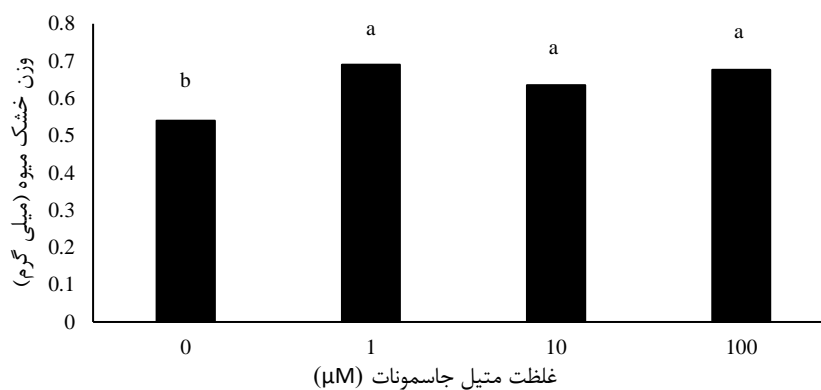
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح متیل جاسمونات بر میزان طول میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح متیل جاسمونات بر میزان قطر میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متیل جاسمونات بر میزان وزن تر میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.



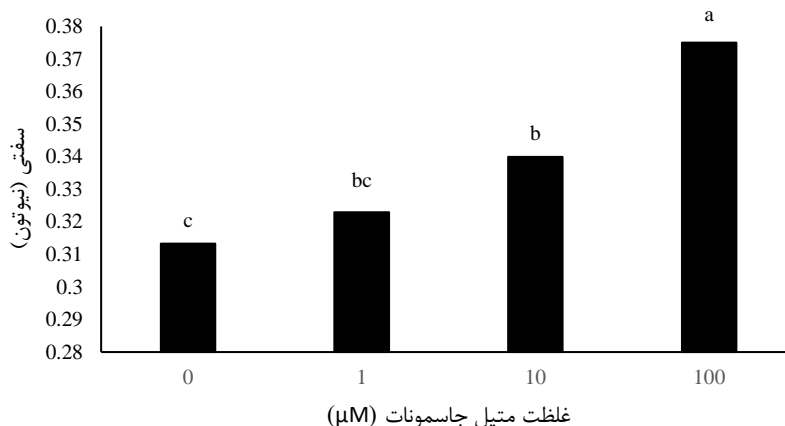
شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متیل جاسمونات بر میزان وزن خشک میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

می‌توان به اتصال آن‌ها به ترکیبات پکتینی دیواره سلولی نسبت داد به طوری که این اتصال مانع از فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره از جمله پکتین‌استراز، پکتین‌متیل‌استراز و پلی‌گالاکتروناز گردیده و از نرم‌شدن میوه جلوگیری می‌کند (سلامی و حاجیلو، ۱۳۹۷). بر اساس نتایج تحقیقی گزارش شد که کاربرد جاسمونیک اسید بر روی میوه سبز گوجه‌فرنگی موجب افزایش غلظت اسید لینولنیک نسبت به اسید لینولئیک، به مقدار ۵/۴ تا ۷/۷ برابر شد. این افزایش غلظت اسیدهای چرب غیراشباع موجب پایداری غشا و کاهش پراکسیداسیون غشا می‌گردد (آیالا-زاوالا^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین افزایش بیان ژن‌های کلیدی در

شد که تیمار با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار متیل جاسمونات سبب افزایش وزن میوه می‌گردد. با این حال در برخی مطالعات تأثیر متیل جاسمونات بر وزن میوه تأثیر معنی‌داری نداشته است (زیوسی^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر سطوح مختلف متیل جاسمونات در سطح احتمال یک درصد بر سفتی بافت میوه فیسالیس معنی‌دار بود. با توجه به شکل ۵، بیشترین میزان سفتی بافت میوه در غلظت ۱۰۰ میکرومولار متیل جاسمونات و کمترین میزان سفتی بافت میوه در غلظت صفر میکرومولار متیل جاسمونات مشاهده گردید. اثر متیل جاسمونات در افزایش سفتی گوشت میوه را

2. Ayala-Zavala

1. Ziosi



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متیل جاسمونات بر میزان سفتی بافت میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

تجزیه اسیدهای آلی در طی رسیدن به میزان سرعت تنفس بستگی دارد. به عبارتی می‌توان بیان نمود که اسیدیته به طور مستقیم در ارتباط با غلظت اسید آلی غالب در میوه می‌باشد که یک پارامتر مهم در نگهداری کیفیت میوه می‌باشد، تنفس و تولید اتیلن در دوره رسیدن افزایش پیدا کرده و باعث مصرف اسیدهای آلی به عنوان سوبسترای تنفسی می‌گردد (رول^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). هرچه میوه رسیده تر شود میزان سرعت تبدیل ساکارز به اسیدهای آلی کمتر شده و در نتیجه فعالیت آنزیم ساکارز فسفات سنتتاز که علت تبدیل اسیدهای آلی و قندها به ساکارز است افزایش پیدا کرده، بنابراین با پیشرفت فرآیند رسیدن میزان اسیدهای آلی میوه کاهش می‌یابد (راحی، ۱۳۸۴). همچنین متیل جاسمونات با کاهش میزان تنفس سبب حفظ اسیدهای آلی در سطح بالاتر در مقایسه با شاهد می‌گردد (شیفنگ^۳ و همکاران، ۲۰۰۶).

گزارش شده است که متیل جاسمونات با فعال کردن ژن‌های درگیر در فتوسنتز، باعث افزایش ظرفیت فتوسنتزی، میزان قندهای احیا کننده، سایر هیدرات‌های کربن و اسیدهای آلی در میوه و گیاه تیمار شده می‌شود (جانودی و فلور^۴، ۲۰۰۳).

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف متیل جاسمونات بر میزان مواد جامد محلول میوه در سطح

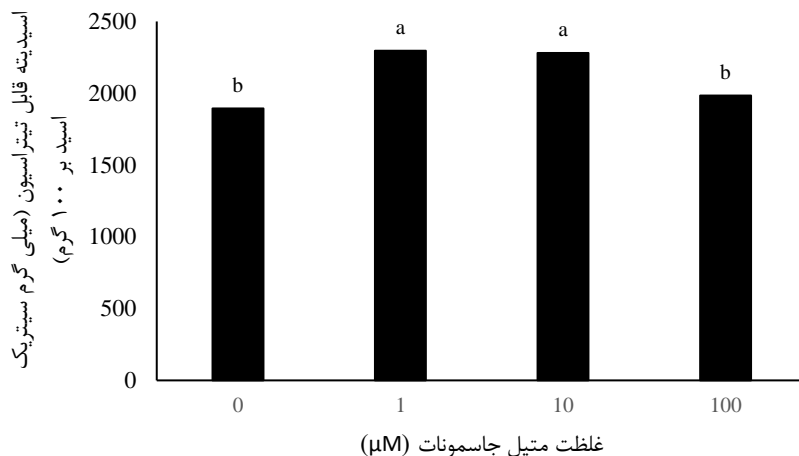
دیواره سلولی که در سفتی میوه توت‌فرنگی موثر می‌باشند، تحت تأثیر تیمار متیل جاسمونات و کلسیم گزارش شده است (میرزایی، ۱۳۹۵).

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف متیل جاسمونات در سطح احتمال یک درصد بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه فیسالیس معنی‌دار بود. شکل ۶ نتایج مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه فیسالیس را نشان می‌دهد. بر طبق این نمودار میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه فیسالیس با افزایش غلظت متیل جاسمونات تا غلظت ۱۰ میکرومولار به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش ولی در غلظت ۱۰۰ میکرومولار کاهش یافت.

اسیدها بعنوان یک منبع اندوخته انرژی میوه شناخته می‌شوند که در زمان رسیدن میوه با افزایش سوخت و ساز مصرف می‌شوند. اسیدیته میوه ویژگی مهمی در تعیین کیفیت آن می‌باشد و اسیدهای قابل تیتراسیون بطور مستقیم با غلظت اسیدهای آلی موجود در میوه مرتبط می‌باشند (جلیلی‌مردی، ۱۳۹۲). همچنین اسیدیته یک شاخص مهم جهت ارزیابی کیفیت میوه‌های تازه بوده بنابراین این ویژگی به میوه طعم بهتری داده و برای مصرف تازه‌خوری میوه مناسب است (آلجان^۱ و همکاران، ۲۰۱۶).

3. Shifeng
4. Janoudi and Flore

1. Aljane
2. Rolle



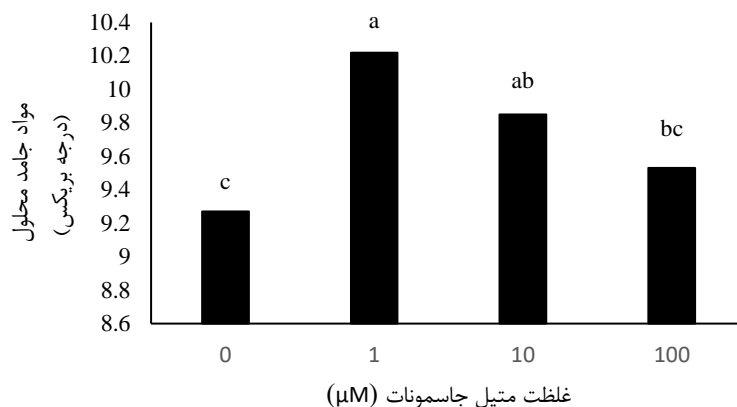
شکل ۶: - مقایسه میانگین اثر متیل جاسمونات بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف متیل جاسمونات در سطح احتمال یک درصد بر میزان طعم میوه فیسالیس معنی‌دار بود. میزان طعم میوه فیسالیس با افزایش میزان غلظت متیل جاسمونات تا ۱۰ میکرومولار به طور معنی‌داری افزایش و بعد از آن کاهش یافت.

شاخص طعم یا رسیدگی شامل نسبت مواد جامد قابل حل به اسیدهای آلی محصول می‌باشد که در طعم محصول موثر است. طعم میوه با میزان مواد جامد محلول همبستگی مثبت در حالیکه با اسیدیته قابل تیتراسیون همبستگی منفی دارد. در واقع هرچه اسیدیته قابل تیتراسیون آب‌میوه کمتر و مقدار مواد جامد محلول بیشتر باشد، شاخص طعم بالاتر خواهد بود. نسبت‌های مختلف اسیدهای آلی همراه قندها، موجب طعم شیرین و یا ترش میوه‌ها می‌گردد (جلیلی‌مردی، ۱۳۹۲). جاسمونات‌ها می‌توانند با تحریک تولید اتیلن سبب تأثیرهای مثبت بر کیفیت میوه گردند به طوری که جاسمونات‌ها با افزایش فعالیت آنزیم سوکروز فسفات سنتاز سبب تبدیل اسیدهای آلی به قندهای محلول می‌گردند. بنابراین جاسمونات‌ها می‌توانند نقش مثبتی در افزایش کارایی فتوسنتز در برخی گیاهان داشته که سبب بهبود طعم میوه می‌گردد و همین امر سبب بهبود کیفیت خوراکی میوه می‌گردد (اصغری، ۱۳۹۴). براساس نتایج

احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین تأثیر متیل جاسمونات بر میزان مواد جامد محلول در غلظت یک میکرومولار مشاهده شد. میزان مواد جامد محلول با تیمار متیل جاسمونات تا ۱ میکرومولار افزایش بعد کاهش یافت (شکل ۷).

میزان مواد جامد محلول یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت به شمار می‌رود که رابطه مستقیم با کیفیت تازه خوری میوه در زمان رسیدن دارد و مصرف‌کنندگان تمایل زیادی به مصرف میوه‌های رسیده با میزان مواد جامد محلول بالایی دارند (بوردون^۱ و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش میزان TSS در مرحله رسیدن میوه نتیجه تجزیه قندهای مرکب و تبدیل آن‌ها به قندهای ساده و هضم دیواره سلولی می‌باشد (جلیلی‌مردی، ۱۳۹۸). در پژوهشی گزارش شد که کاربرد اسید جاسمونیک روی توت‌فرنگی تأثیری بر افزایش مواد جامد محلول نداشت (یلماز^۲ و همکاران، ۲۰۰۳). براساس نتایج پژوهش اثر تیمار قبل از برداشت متیل جاسمونات بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری میوه آلی رقم قطره طلا گزارش شد که متیل جاسمونات در غلظت ۲ میکرومولار سبب حفظ بهتر مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون گردید (سلامی و حاجیلو، ۱۳۹۷) که با نتایج بدست از این پژوهش همخوانی داشت.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متیل جاسمونات بر میزان مواد جامد محلول میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

همکاران، ۲۰۱۹). محرک یا الیستورها ترکیبات ویژه‌ای هستند که از طریق القای استرس کاذب سبب فعال شدن سیستم دفاعی گیاه و منجر به تولید متابولیت‌های ثانویه می‌گردند. بسیاری از گزارشات نشان داده که افزودن خارجی متیل جاسمونات با اتصال به گیرنده‌های غشا سبب تولید اکسیژن‌های فعال و پروتئین کینازها می‌گردد، که با تأثیر مستقیم این تغییرات بر رونویسی ژن‌ها و آنزیم‌های دخیل در ساخت متابولیت‌های ثانویه سبب افزایش تولید این ترکیبات می‌گردد. متیل جاسمونات با تأثیر بر آنزیم PAL منجر به فعال‌سازی مسیر فنیل پروپانوییدی و افزایش تولید ترکیبات فنلی می‌گردد (رامان و راوی^۳، ۲۰۱۱). بر اساس نتایج پژوهش صمدی^۴ و همکاران (۲۰۱۹)، کاربرد متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید در غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار باعث افزایش تولید ترکیبات فنل و فلاونوئید کل شد، همچنین مشاهده شد. همبستگی مثبت فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی و تجمع ترکیبات فنلی بیانگر نقش کلیدی ترکیبات فنیل پروپانوییدی استوفا در کنترل فعالیت رادیکال‌های آزاد بود.

در پژوهش حاضر تیمار متیل جاسمونات به طور معنی‌داری محتوای فنل و فلاونوئید کل را در میوه فیسالیس افزایش داد. احتمالاً متیل جاسمونات با تحریک فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز به عنوان اولین و مهم‌ترین آنزیم دخیل در

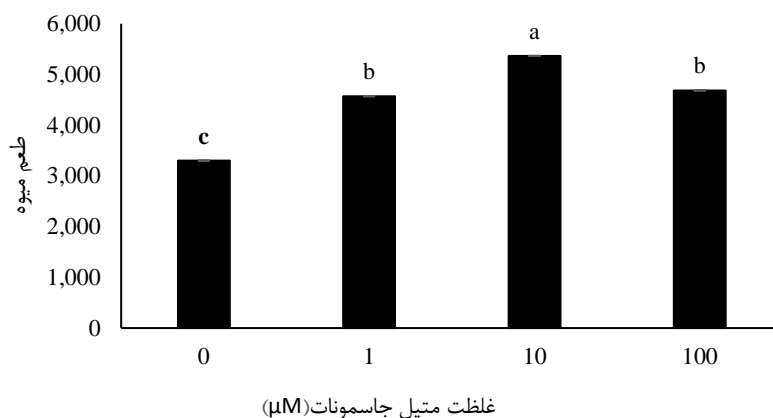
کونچا^۱ و همکاران (۲۰۱۳) مشخص شد که در میوه توت-فرنگی نیز کاربرد متیل جاسمونات سبب افزایش نسبت TSS/TA گردید. همچنین در پژوهشی گزارش شد که کاربرد متیل جاسمونات در میوه انگور رقم بیدانه قرمز سبب افزایش نسبت مواد جامد محلول به اسید شد (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۳).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف متیل جاسمونات در سطح احتمال یک درصد بر میزان فنل و فلاونوئید کل میوه فیسالیس معنی‌دار بود. بیشترین میزان محتوای فنل میوه در غلظت ۱۰۰ میکرومولار متیل جاسمونات کمترین میزان محتوای فنل میوه در غلظت صفر میکرومولار متیل جاسمونات مشاهده گردید (شکل ۹). بیشترین میزان محتوای فلاونوئید کل میوه در غلظت ۱۰۰ میکرومولار متیل جاسمونات و کمترین میزان محتوای فلاونوئید میوه در غلظت صفر میکرومولار متیل جاسمونات مشاهده گردید (شکل ۱۰).

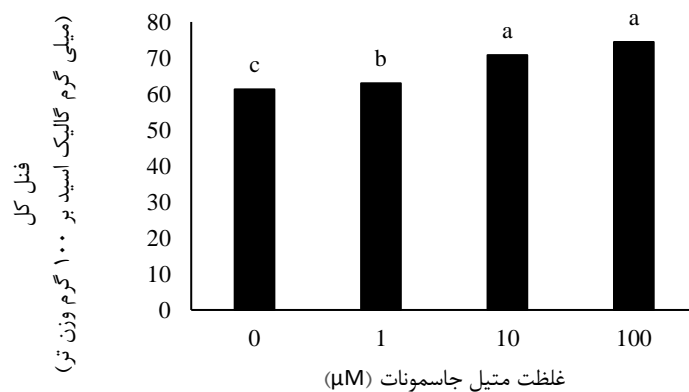
یک دسته از ترکیبات مهم بیوشیمیایی موجود در گیاه دارویی فیسالیس، ترکیبات فنلی می‌باشد. این ترکیبات به عنوان عوامل آن‌تی‌اکسیدانی عمل نموده و از اثر اکسید کننده‌های مخرب جلوگیری می‌کنند. همچنین ترکیبات فنلی می‌توانند تحت تأثیر جنس گیاه، گونه، بلوغ گیاه در زمان برداشت، دوره رشد نیز قرار بگیرند (ابطحی^۲ و

3. Raman and Ravi
4. Samadi

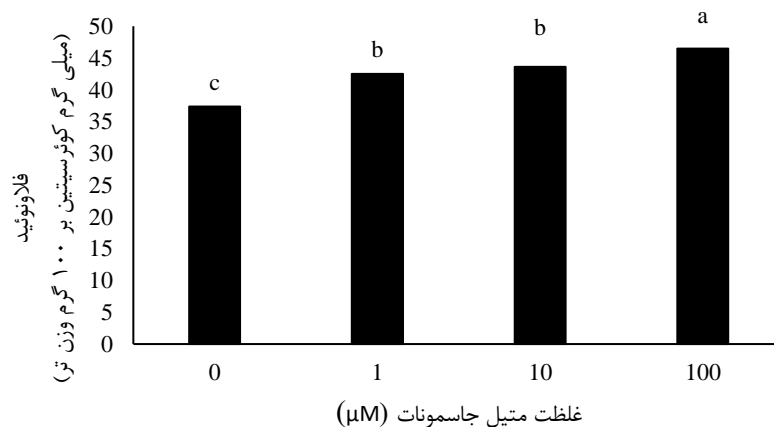
1. Concha
2. Abtahi



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متیل جاسمونات بر طعم میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متیل جاسمونات بر محتوای فنل کل میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۱۰: مقایسه میانگین اثر متیل جاسمونات بر میزان فلاونوئید میوه فیسالیس. میانگین‌های با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

در غلظت‌های مختلف، اثرات متفاوتی بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و کیفی میوه عروسک پشت پرده داشت. در همه صفات مورد ارزیابی تیمار متیل جاسمونات تأثیر بهتری نسبت به شاهد داشت. متیل جاسمونات در بالاترین غلظت مورد استفاده (۱۰۰ میکرومولار) محتوای فنل و فلاونوئید کل را افزایش داد. با این حال بهبود سایر خصوصیات کیفی میوه فیسالیس در غلظت‌های پایین‌تر متیل جاسمونات اتفاق افتاد و این موضوع در استفاده از این تیمار باید مورد توجه باشد.

فرآیند تولید ترکیبات پلی‌فنلی، باعث افزایش میزان فنل و فلاونوئید کل شده است. همبستگی مثبت فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیلایز و تجمع ترکیبات فنلی و فلاونوئید کل و فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی در مطالعات صمدی و همکاران (۲۰۱۹) و فلورس و کاستیلو (۲۰۱۴) نیز گزارش شده است.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی می‌توان بیان کرد که کاربرد متیل جاسمونات

منابع

- اصغری، م. ۱۳۹۴. هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جدید (غیر کلاسیک). انتشارات دانشگاه ارومیه، ۳۶۲ ص.
- پاک‌کیش، ز. و اصغری، ه. ۱۳۹۷. تأثیر تیمار متیل جاسمونات بر بهبود برخی از ویژگی‌های رویشی و زایشی پسته رقم احمد آقایی. علوم و فناوری پسته، ۴(۲): ۲۹-۴۱.
- جلیلی‌مردی، ر. ۱۳۹۲. فیزیولوژی پس از برداشت. انتشارات دانشگاه ارومیه. ۵۹۵ ص.
- سلامی، ف. و حاجیلو، ج. ۱۳۹۷. اثر تیمار قبل از برداشت متیل جاسمونات بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری میوه آلوی رقم قطره طلا. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۸(۱): ۹۳-۱۰۴.
- حسن‌پور، ح. و بی‌سیتی، ع. ۱۳۹۵. کاربرد پس از برداشت متیل جاسمونات بر ظرفیت آن‌تی‌اکسیدانی و آنزیم‌های آن‌تی‌اکسیدانی گیلاس رقم تکدانه مشهد. پژوهش در میوه‌کاری، ۲: ۵۶-۷۳.
- راحی، م. ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه‌ها و سبزی‌ها و گیاهان زینتی). چاپ سوم. دانشگاه شیراز. شیراز، ۴۳۷ ص.
- سلطانی، ا.، غلامی، م. و ندیم، ز. ۱۳۹۳. بررسی برخی ویژگی‌های کیفی و زمان رسیدن انگور رقم بیدانه قرمز تحت تأثیر متیل جاسمونات. سومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم. اردبیل.
- سنگین‌آبادی، س.، علیرضالو، ا.، رضاپورفرد، ج.، نوروزی، پ. و انصاری، ا. ۱۳۹۸. تأثیر نسبت‌های مختلف نیتروژن به پتاسیم بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و خواص آن‌تی‌اکسیدانی میوه فیسالیس (*Physalis peruviana*) در شرایط کشت گلخانه‌ای. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۴(۱): ۷۰-۸۲.
- طالبی‌حبشی، ر. و عیوضی، ع. ۱۳۸۹. اثرات متیل جاسمونات و پرتوتابی C-UV بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. نشریه علوم باغبانی، ۲۴: ۷۵-۸۲.
- میرزایی، ر. ۱۳۹۵. بیان برخی ژن‌های مرتبط با سفتی میوه ارقام مختلف توت‌فرنگی تحت تیمارهای متیل جاسمونات و کلسیم. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه کردستان.
- Abtahi, S.H., Rezaverdinejad, V., Hemmati, M., Alirezalu, A. and Ahmadi, M.T. 2019. The Effect of Magnetic Water and Nutrient Concentration on Phytochemical and Morphological Characteristic of *Physalis* Plant. Iranian Journal of Soil and Water Research, 3(50): 741-751.
- Aljane, F. and Sdiri, N. 2016. Morphological, phytochemical and antioxidant characteristics of white (*Morus alba* L.), red (*Morus rubra* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits grown in arid regions of Tunisia. Journal of New Sciences, 35(1): 1940-1947.

- Ariza, M.T., Reboredo-Rodríguez, P., Cervantes, L., Soria, C., Martínez-Ferri, E., González-Barreiro, C. and Simal-Gándara, J. 2018. Bioaccessibility and potential bioavailability of phenolic compounds from achenes as a new target for strawberry breeding programs. *Food Chemistry*, 248: 155-165.
- Asghari, M. 2019. Impact of jasmonates on safety, productivity and physiology of food crops. *Trends in Food Science and Technology*, 91: 169-183.
- Asghari, M.R. and Zahedipour Sheshgelani, P. 2015. Growth, yield and qualitative characteristics of strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Sabrosa) under effect of 24- epibrassinolide. *Journal of Agricultural Science*, 4: 150-160.
- Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and Gonzalez-Aguilar, G.A. 2005. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatments increased antioxidant capacity, aroma compounds and postharvest life of strawberry fruit. *European Food Research international*, 221(5): 1438-1443.
- Besson, J.C.F., de Carvalho Picoli, C., Mاتيoli, G. and Natali, M.R.M. 2018. Methyl jasmonate: a phytohormone with potential for the treatment of inflammatory bowel diseases. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 70(2): 178-190.
- Burdon, J., McLeod, D., Lallu, N., Gamble, J., Petley, M. and Gunson, A. 2004. Consumer evaluation of "Hayward" kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest biology and technology*, 34(3): 245-255.
- Concha, C.M., Figueroa, N.E., Poblete, L.A., Oñate, F.A., Schwab, W. and Figueroa, C.R. 2013. Methyl jasmonate treatment induces changes in fruit ripening by modifying the expression of several ripening genes in *Fragaria chiloensis* fruit. *Plant Physiology and Biochemistry*, 70: 433-444.
- Dkhil, M.A., Al-Quraishy, S., Diab, M.M., Othman, M.S., Aref, A.M. and Moneim, A.E.A. 2014. The potential protective role of *Physalis peruviana* L. fruit in cadmium-induced hepatotoxicity and nephrotoxicity. *Food and Chemical Toxicology*, 74: 98-106.
- Erkan, M. and Selcuk, N. 2015. The effects of 1-MCP treatment on fruit quality of medlar fruit (*Mespilus germanica* L. cv. Istanbul) during long term storage in the palliflex storage system. *Postharvest Biology and Technology*, 100: 81-90.
- Etzbach, L., Pfeiffer, A., Weber, F. and Schieber, A. 2018. Characterization of carotenoid profiles in goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruits at various ripening stages and in different plant tissues by HPLC-DAD-APCI-MSn. *Food chemistry*, 245: 508-517.
- Flores, G. and del Castillo, M.L.R. 2014. Influence of preharvest and postharvest methyl jasmonate treatments on flavonoid content and metabolomic enzymes in red raspberry. *Postharvest biology and technology*, 97: 77-82.
- García-Pastor, M.E., Serrano, M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D. and Zapata, P.J. 2019. Methyl jasmonate effects on table grape ripening, vine yield, berry quality and bioactive compounds depend on applied concentration. *Scientia Horticulturae*, 247: 380-389.
- Janoudi, A. and Flore, J. 2003. Effects of multiple application of methyl jasmonate on fruit ripening leaf gas exchange and vegetative growth in fruit trees. *Journal Horticultural Science and Biotechnology*, 78: 793-797.
- Lolaei, A., Zamani, S., Ahmadian, E. and Mobasheri, S. 2013. Effect of methyl jasmonate on the composition of yield and growth of strawberry (Selva and Queen Elisa). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(3): 200-206.
- Marchioretto, L.D.R., De Rossi, A. and Conte, E.D. 2020. Chemical root pruning improves quality and nutrient uptake of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) seedlings. *Scientia Horticulturae*, 261: 108948.
- Marschner, H. 1997. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego, CA.
- Martínez-Esplá, A., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valero, D. and Serrano, M. 2014. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 1. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 98: 98-105.
- Merikhi, M., asghari, M.R. and kavooosi, B. 2019. Effect of Methyl Jasmonate Foliar Application on Some Qualitative Attributes and Phytochemical Contents of 'Rabab' Pomegranate Fruit. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 20(1): 11-20.

- Ozturk, B., Yıldız, K. and Ozkan, Y. 2015. Effects of pre-harvest methyl jasmonate treatments on bioactive compounds and peel color development of “Fuji” apples. *International journal of food properties*, 18(5): 954-962.
- Raman, V. and Ravi, S. 2011. Effect of Salicylic acid and methyl jasmonate on antioxidant systems of *heamatococcus pluvialis*. *Acta Physiol Plant*, 33: 43-49
- Rolle, L., Torchio, F., Giacosa, S. and Gerbi, V. 2009. Modifications of mechanical characteristics and phenolic composition in berry skins and seeds of mondeuse wine grapes throughout the on- vine drying process. *Journal Science Food Agriculturae*, 89: 1973-1980.
- Samadi, S., Ghasemnezhad, A. and Alizade, M. 2019. Fresh weigh, Total phenol, Total flavonoids, Antioxidant and PAL enzyme activity of stevia callus variation affected by salicylic acid and methyl jasmonate. *Journal of Plant Process and Function*, 8(32): 325-337.
- Saracoglu, O. 2018. Phytochemical accumulation of anthocyanin rich mulberry (*Morus laevigata*) during ripening. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(3): 2158-2163.
- Shifeng, C., Younghua, Z., Zhenfeng, Y., Kaituo, W. and Huaijing, R. 2009. Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. *Sci. Agricultural science* 89: 2064-2070.
- Shin, S.W., Ghimeray, A.K. and Park, C.H. 2014. Investigation of total phenolic, total flavonoid, antioxidant and allyl isothiocyanate content in the different organs of wasabi japonica grown in an organic system. *African Journal of Traditional Complementary Alternative Medicine*, 3(11): 38-45.
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. and González-Martínez, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest biology and technology*, 41(2): 164-171.
- Voca, S., Jakobek, L., Druzic, J., Sindrak, Z., Dobricevic, N., Seruga, M. and Kovac, A. 2009. Quality of strawberries produced applying two different growing systems *Calidad de fresas producidas aplicando dos diferentes sistemas de cultivo*. *CyTA-Journal of Food*, 7(3): 201-207.
- Wang, H., Wu, Y., Yu, R., Wu, C., Fan, G. and Li, T. 2019. Effects of postharvest application of methyl jasmonate on physicochemical characteristics and antioxidant system of the blueberry fruit. *Scientia Horticulturae*, 258: 108785.
- Yan, J., Luo, Z., Ban, Z., Lu, H., Li, D., Yang, D. and Li, L. 2019. The effect of the layer-by-layer(LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 147: 29-38.
- Yilmaz, H., Yildiz, K. and Muradoglu, F. 2003. Effects of jasmonic acid on yield and quality of two strawberry cultivars. *Journal of American Pomological Society*, 57(1): 32-34.
- Ziosi, V., Bonghi, C., Bregoli, A.M., Trainotti, L., Biondi, S., Sutthiwal, S., Kondo, S., Costa, G. and Torrigiani, P. 2008. Jasmonate-induced transcriptional changes suggest a negative interference with the ripening syndrome in peach fruit. *Journal of Experimental Botany*, 59(3): 563–573.