مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۰ شماره ۱ صفحه‌های ۱۱ تا ۲۰ (۱۳۹۸)
مقاله پژوهشی

اثر محلول‌پاشی برگی متیل‌جاسمونات بر برخی ویژگی‌های کیفی و ترکیب‌های فیتوشیمیایی میوه انار رقم رباب[1]

Effect of Methyl Jasmonate Foliar Application on Some Qualitative Attributes and Phytochemical Contents of 'Rabab' Pomegranate Fruit

محمد مریخی*، محمدرضا اصغری و بیژن کاووسی[2]

چکیده

به‌منظور بررسی اثر متیل‌جاسمونات بر کیفیت انار رقم رباب، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. درختان با متیل‌جاسمونات در چهار غلظت صفر، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار در چهار مرحله مختلف رشد و نموی میوه شامل مرحله تمام‌گل، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از مرحله تمام‌گل محلول‌پاشی شدند. محلول‌پاشی درختان شاهد به‌وسیله آب مقطر انجام گردید. برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه شامل وزن تر میوه، مقدار ماده‌های جامد محلول، pH، اسیدیته کل میوه، فنول کل، آنتی‌اکسیدان کل، رنگ پوست و مقدار اسکوربیک‌اسید مورد بررسی قرار گرفت. متیل‌جاسمونات در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.05$) سبب افزایش وزن تر میوه، pH، فنول‌کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مقدار اسکوربیک اسید و کاهش مقدار اسیدیته کل میوه شد. محلول‌پاشی در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات سبب افزایش معنی‌دار شاخصه‌های a و کروما گردید. اما در شاخصه‌های L، b و زاویه فام، تیمار شاهد بیشترین مقدار را نشان داد. براساس یافته‌های این پژوهش محلول‌پاشی با ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات می‌تواند به‌عنوان یک روش غیرشیمیایی برای افزایش کیفیت میوه انار و ترکیب‌های فیتوشیمیایی پیشنهاد شود.

واژه‌های کلیدی: رنگ، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنول‌کل، ماده‌های جامد محلول.

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum*. L از تیره Punicaceae و از درختچه‌های بومی ایران است. در سال‌های اخیر، به‌علت ارزش غذایی زیاد میوه انار و جایگاه ارزشمند آن در رژیم غذایی انسان‌ها، تولید و مصرف این محصول باغبانی با استقبال عمومی در سطح جهانی روبرو شده است (۱۲). کشور ایران به عنوان خاستگاه انار، در حدود ۹۰۹۵۸ هزار هکتار سطح زیر کشت با تولید سالیانه ۷۱۴۵۴۰ تن را دارد (۳). استان فارس بیشترین سطح زیر کشت و تولید را در کشور دارا بوده و شهرستان‌های نی‌ریز، شیراز، ارسنجان، کازرون، داراب، جهرم، فیروزآباد، ممسنی، فسا، مرودشت و سپیدان از مهمترین شهرستان‌های تولیدکننده انار می‌باشند (۱). این میوه منبع غنی از ترکیب‌های فنولی، آنتوسیانین‌ها و تانن‌های هیدرولیز شونده است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه را در پوست، آب میوه و غشا انجام می‌دهند (۲۰).

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۲۶

۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و استادیار پژوهش بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (mmerrikhi@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

فیتوشیمیایی و کیفی میوه توسط پژوهشگران مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. متیل‌جاسمونات یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌باشد که در رشد، خصوصیات کیفی و رسیدن میوه‌های فرازگرا و نافرازگرا مؤثر است (۲). این تنظیم‌کننده رشد گیاهی با تأثیر بر بیان ژن و فعالیت‌های آنزیمی سبب تولید ترکیب‌های دفاعی مانند پلی‌فنول‌ها، آلکالوئیدها و پروتئین‌های مقاومت به بیماری‌ها می‌شود (۸). کاربرد پیش از برداشت متیل‌جاسمونات در تمشک سبب افزایش ماده‌های جامد محلول، قند کل، گلوکز، فروکتوز، سوکروز، اسیدهای مالیک و سیتریک و هم‌چنین فلاونوئید و آنتوسیانین میوه شد (۲۹). افزون بر این، محلول‌پاشی با متیل‌جاسمونات در آلوی ژاپنی سبب بهبود کیفیت میوه و افزایش اسیدهای فنولی شد (۱۴). هم‌چنین، تیمار پیش از برداشت با متیل‌جاسمونات در تمشک سیاه[۱]، سیب و انگور سبب افزایش مقدار ماده‌های فیتوشیمیایی مفید در این میوه‌ها گردید (۲۴). در انار رقم ملس یزد، کاربرد متیل‌جاسمونات به‌صورت محلول‌پاشی بر شاخه‌ها سبب بهبود کیفی رنگ پوست و آریل، اسیدیته، ماده‌های جامد محلول، مقدار فنول کل و آنتی‌اکسیدان کل شد (۱۹). این پژوهش با هدف بررسی اثرهای استفاده از متیل‌جاسمونات در مراحل مختلف رشد و نموی میوه بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار رقم رباب انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش روی درختان انار رقم رباب به‌صورت طرح بلوک به‌طور کامل تصادفی در ۳ تکرار در منطقه‌ای به مختصات ۱۰ و°۲۹ شمالی و ۲۶ و°۵۲ شرقی (اطراف شهرستان شیراز در منطقه کهمره سرخی) در اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ انجام گردید. درختان ۸ ساله، با طرح کشت مربع و فاصله خطوط و ردیف‌ها ۶ متر بود. آبیاری به‌صورت قطره‌ای با دور آبیاری ۸ روزه بود. محلول‌پاشی درختان با متیل‌جاسمونات در چهار سطح (صفر، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی مولار) و در چهار مرحله رشد و نموی میوه (مرحله تمام‌گل، ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از مرحله تمام‌گل) انجام شد. همچنین، محلول‌پاشی درختان شاهد با آب مقطر همانند درختان تیمار شده در چهار مرحله انجام گردید. از هر درخت ۹ میوه به‌صورت تصادفی در مرحله رسیدن کامل تجاری (مقدار ماده‌های جامد محلول با بریکس ۱۵) برداشت شد و سپس برای انجام برخی آزمایش‌های کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند. میوه‌ها از نظر رنگ، آفت و بیماری بررسی و میوه‌های یکنواخت برای انجام آزمون‌های کیفی انتخاب شدند. نتیجه‌های گزارش شده حاصل از میانگین نتیجه‌های میوه‌های برداشت شده می‌باشد.

آزمون‌های کیفی

اندازه‌گیری وزن تر میوه

وزن تر میوه به‌وسیله ترازوی دیجیتال دو رقم اعشار مورد بررسی قرار گرفت.

pH

میزان pH آب میوه به وسیله پی‌اچ‌سنج دیجیتالی (Metrohm مدل ۶۹۱ ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد.

مقدار اسیدیته کل (TA) و ماده‌های جامد محلول (TSS)

آب میوه پس از آب‌گیری و صاف شدن به وسیله کاغذ صافی واتمن ۴۲ برای اندازه‌گیری مقدار ماده‌های جامد محلول و مقدار اسیدیته کل، استفاده شد. مقدار TSS به‌وسیله قندسنج دستی (ATAGO HSR-500 ساخت ژاپن) اندازه‌گیری و بر حسب درجه بریکس (°Brix) گزارش شد.

برای اندازه‌گیری TA مقدار ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق شد و به وسیله سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۱ تیتر گردید. درصد اسیدیته از فرمول زیر براساس میلی‌لیتر آب میوه محاسبه شد:

$$\%\text{Acid (wt/vol)} = ([(\text{mls NaOH used}) \times (0.1\ \text{N NaOH}) \times 0.064)] \times 100)/\text{mL of sample}$$

۱- Blackberries

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

غلظت اسکوربیک‌اسید

برای ارزیابی غلظت اسکوربیک‌اسید، ۰/۱ میلی‌لیتر آب انار با ۱۰ میلی‌لیتر متافسفوریک اسید ۱٪ آمیخته شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از آمیخته حاصل در ۹ میلی‌لیتر ۱و۶ دی کلرو فنول ایندوفنول (۰/۰۰۲۵٪) مخلوط شد و به سرعت به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (Milton roy Spectronic 20D ساخت آمریکا) در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد (۵). برای محاسبه غلظت اسید از نمودار استاندارد L-اسکوربیک اسید استفاده و غلظت بر اساس میلی‌گرم اسکوربیک‌اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه (mg AA 100 ml^{-1} juice) گزارش شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه

ظرفیت آنتی اکسیدانی کل آب میوه با اندازه‌گیری خاصیت خنثی کنندگی رادیکال DPPH[1] تعیین گردید. میزان ۱۰۰ میکرولیتر از آب انار به نسبت ۱:۱۰۰ رقیق شده (۶:۴ آب/ متانول) و به‌وسیله محلول متانولی ۰/۱ میلی‌مولار DPPH به حجم ۲ میلی‌لیتر رسانیده شد. مقدار جذب نمونه‌ها در با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بر اساس فرمول زیر محاسبه و به صورت درصد بازدارندگی(DPPH%) بیان شد (۲۸):

$$DPPH\% = [(A_0/A_1)/A_1] \times 100)$$

مقدار جذب DPPH همراه با نمونه=A_1، مقدار جذب DPPH = A_0، درصد بازدارندگی= DPPH%

فنول کل میوه

مقدار فنول کل با استفاده از روش فولین- سیکالچیو[2] تعیین شد.۳۰۰ میلی لیتر از آب انار به نسبت ۱:۱۰۰ رقیق شده (۶:۴ متانول/آب) و با ۱/۵ میلی‌لیتر از فولین-سیکالچیو ۱۰ برابر رقیق شده مخلوط گردید. سپس به مخلوط حاصل ۱/۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵٪ افزوده شد. آمیخته حاصل به مدت ۹۰ دقیقه در تاریکی و دمای محیط نگهداری شد و سپس مقدار جذب نمونه‌ها در سه تکرار با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه غلظت فنول کل از نمودار استاندارد گالیک اسید استفاده شد و غلظت براساس میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه (mg GA 100 ml^{-1} juice) گزارش شد (۲۸).

اندازه‌گیری شاخص رنگ پوست میوه

برای ارزیابی شاخص‌های رنگ از دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond Corp, ICEC-003 Model SP62 ساخت کانادا) استفاده شد. میزان L^* (درخشندگی یا روشنی نمونه)، a^* (قرمزی- سبزی) و b^* (زردی یا آبی بودن) نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. افزون بر L^* ، a^* و b^* میزان تغییر رنگ کلی نمونه‌ها با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (۱۶):

برای شاخص کروما[3] و زاویه فام[4] از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$Hue^o = Tan^{-1}\, b^*/a^* \qquad Chroma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

واکاوی داده‌ها

برای واکاوی آماری داده‌ها از نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵٪ انجام شد.

نتایج

وزن تر میوه

کاربرد متیل‌جاسمونات (۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار) بر وزن تر میوه‌ها در زمان برداشت اثر داشت (شکل ۱). بیشترین وزن تر میوه در غلظت ۰/۵میلی‌مولار متیل‌جاسمونات به دست آمد، اما تفاوت معنی‌داری بین سطح‌های ۰/۱ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات و

۱- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl ۲- Folin-Ciocalteu ۳- Chroma ۴- Hue angle

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

شاهد مشاهده نشد. متیل‌جاسمونات در سطح‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار به ترتیب سبب افزایش ۵۴/۱۴ و ۹۸/۸۳ درصدی در مقایسه با شاهد شد (شکل ۱).

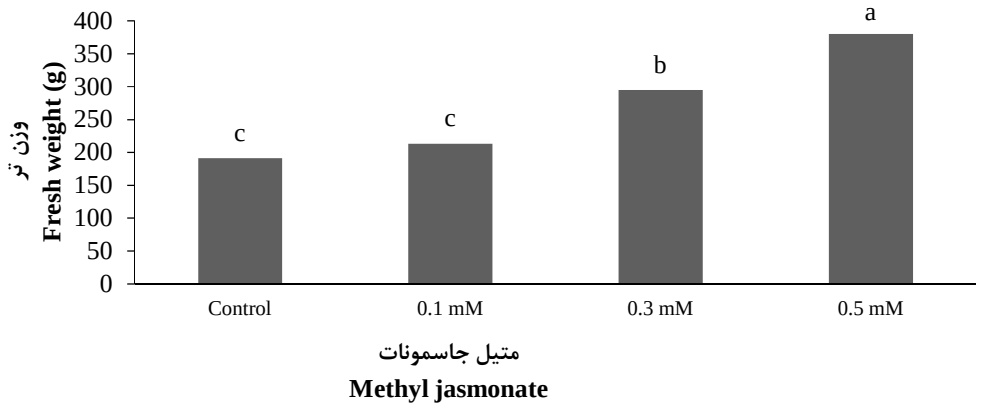

Fig 1. Effect of methyl jasmonate on fresh weight of 'Rabab' pomegranate. Columns with similar letters are not significantly different at 5% level of probability according to Duncan multiple range test.

شکل ۱- تأثیر متیل‌جاسمونات بر وزن تر میوه انار رقم رباب. ستون‌های با حرف‌های مشابه متفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

مقدار TA، TSS و pH

مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد غلظت‌های مختلف متیل‌جاسمونات بر ویژگی‌های TA، TSS (جدول ۲) و pH (شکل ۲) در سطح احتمال ۵ ٪ تأثیر معنی‌داری داشت. غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در مقایسه با شاهد بیشترین افزایش را در مقدار TSS نشان داد. غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار به ترتیب افزایش ۶/۵۶ و ۷/۱۹ درصدی را نسبت به شاهد در TSS به دنبال داشت. هر چند از نظر TSS تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار وجود نداشت (جدول ۱).

کاربرد غلظت‌های مختلف متیل‌جاسمونات تأثیر معنی‌داری بر کاهش مقدار TA میوه داشت. بیشترین مقدار اسیدیته در میوه‌های شاهد و کمترین مقدار در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین اثر غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌مولار بر این شاخص مشاهده نشد. کاهش مقدار اسیدیته کل آب میوه در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد به‌ترتیب ۱۳/۳۳، ۲۱/۸۷ و ۳۳/۷۵٪ بود.

جدول۱- تأثیر متیل‌جاسمونات بر TSS، TA و TSS/TA در آب میوه انار.

Table 1. Effect of methyl jasmonate on TSS, TA, and TSS/TA of pomegranate juice.

Parameter فراسنجه متیل‌جاسمونات Methyl jasmonate (mM)	مادههای جامد محلول TSS (°Brix)	اسیدیته کل TA (%)	TSS/TA
0 (Control)	15.70 c†	4.80 a	3.28 c
0.1	16.27 b	4.16 b	3.92 b
0.3	16.73 a	3.75 b	4.48 b
0.5	16.83 a	3.18 c	5.30 a

†Means with different letters in each column for each parameter are significantly different at 5% probability level according to Duncan multiple range test.

†میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت در هر ستون برای هر ویژگی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن دارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

مقایسه میانگین داده‌ها تأثیر معنی‌دار (سطح احتمال ۵٪) محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متیل‌جاسمونات را بر نسبت TSS به TA نشان داد. بیشترین مقدار نسبت TSS/TA در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات و کمترین این شاخص در شاهد مشاهده شد (جدول ۱). محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات سبب افزایش ۳۸/۱۱٪ شد. (جدول ۱).

مقدار pH در غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار متیل جاسمونات نسبت به شاهد به‌ترتیب ۶/۰۸ و ۱۲/۵۴٪ افزایش یافت اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد و غلظت ۰/۱ میلی‌مولار مشاهده نشد (شکل ۲).

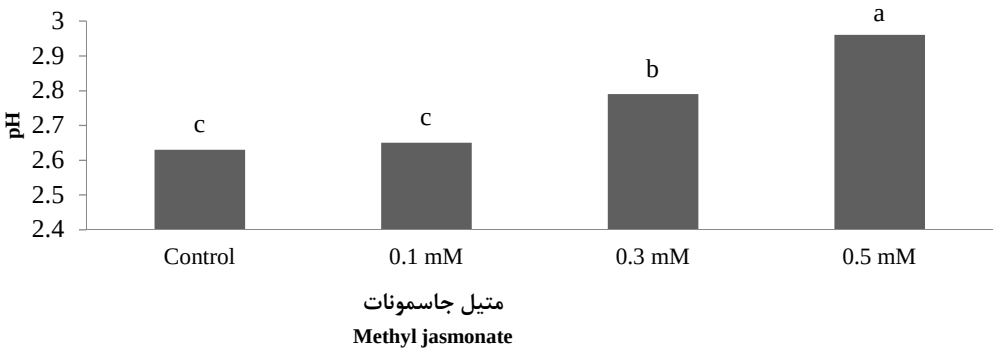

Fig. 2. Effect of Methyl jasmonate on pH of 'Rabab' pomegranate juice. Columns with similar letters are not significantly different at 5% level of probability according to Duncan multiple range test.

شکل۲- تأثیر متیل‌جاسمونات بر pH آب میوه انار رقم رباب. ستون‌های با حرف‌های مشابه متفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

فنول‌کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل و محتوای اسکوربیک‌اسید میوه

متیل‌جاسمونات تأثیر معنی‌داری بر مقدار فنول کل، آنتی‌کسیدان کل و اسکوربیک‌اسید در مقایسه با شاهد داشت. تیمارهای ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات به‌ترتیب باعث افزایش ۱/۰۷، ۱/۱ و ۱/۲۹ برابری نسبت به فنول کل میوه در مقایسه با تیمار شاهد شد و بیشترین میزان آن در تیمار ۰/۵ میلی‌مولار متیل جاسمونات مشاهده شد (جدول۲).

بیشترین و کمترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آب میوه انار به ترتیب در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و شاهد به دست آمد (جدول ۲). هرچند تفاوت معنی‌داری بین غلظت ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده نشد، اما به ترتیب افزایش ۱۸/۳۶ و ۱۹٪/۴۳ در مقایسه با شاهد در فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار اسکوربیک‌اسید موجود در آب میوه با کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات به دست آمد (جدول ۲). به گونه‌ای که میزان اسکوربیک اسید در این تیمار در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۱۶/۱۹ ٪ افزایش یافت. غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌مولار تأثیر معنی‌داری بر افزایش مقدار اسکوربیک‌اسید در مقایسه با شاهد نداشتند.

جدول ۲- تأثیر متیل‌جاسمونات بر اسکوربیک‌اسید، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آب میوه انار.

Table 2. Effect of methyl jasmonate on ascorbic acid, total phenol, and antioxidant activity of pomegranate juice.

Parameter فراسنجه متیل‌جاسمونات Methyl jasmonate(mM)	اسکوربیک‌اسید Ascorbic acid (mg AA/100ml juice)	فنول کل Total phenol (mg GA/100ml juice)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity (%)
0 (Control)	210.27 b†	212.71 c	69.36 c
0.1	215.73 b	226.65 b	79.44 b
0.3	220.27 b	233.11 b	82.10 a
0.5	250.88 a	274.83 a	82.85 a

†Means with different letters in each column for each parameter are significantly different at 5% probability level according to Duncan multiple range test.

†میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت در هر ستون برای هر ویژگی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن دارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

رنگ

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به شاخص‌های رنگ L، a، b، کروما و زاویه Hue تأثیر معنی‌دار محلول‌پاشی غلظت‌های متیل‌جاسمونات را نشان داد. شاخص‌های L، b و زاویه Hue در تیمارهای شاهد و ۰/۱ میلی‌مولار بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۳). شاخص درخشندگی (L) در تیمارهای ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار به ترتیب ۱۲/۰۸ و۱۴/۹۳٪ نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت اما تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد و تیمار ۰/۱ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات نداشت. همچنین مقدار شاخص b در غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار به میزان ۲۱/۲۹ و ۴۵/۶۲ ٪ در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین داده‌ها در شاخص زاویه Hue نشان داد که کاهش ۲/۳۱ و ۳/۱۷ برابری نسبت به تیمار شاهد در تیمارهای ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۳- تأثیر متیل‌جاسمونات بر رنگ پوست میوه انار.

Table 3. Effect of methyl jasmonate on peel color of pomegranate.

فراسنجه Parameter / متیل‌جاسمونات Methyl jasmonate (mM)	درخشندگی L^*	a^*	b^*	کروما Chroma	زاویه هیو Hue angle
0 (Control)	54.96 a†	12.14 b	28.03 a	30.61 b	66.49 a
0.1	59.76 a	18.51 b	28.86 a	34.35 b	57.55 a
0.3	48.32 b	40.35 a	22.06 b	45.99 a	28.72 b
0.5	46.75 b	39.98 a	15.24 c	42.95 a	20.92 b

†Means with different letters in each column for each parameter are significantly different at 5% probability level according to Duncan multiple range test.

†میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت در هر ستون برای هر ویژگی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن دارند.

بیشترین میزان شاخص‌های a و کروما مربوط به تیمار ۰/۳ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات بود. شاخص a در غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار افزایش ۳/۳۲ و ۳/۲۹ برابری نسبت به شاهد داشت. این مقدار افزایش در شاخص کروما در همین تیمارها به میزان ۵۰/۲۴ و ۴۰/۳۱٪ بود (جدول ۳).

بحث

نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن انار رقم رباب داشت و بیشترین میزان وزن تر میوه در تیمار ۰/۵ میلی‌مولار مشاهده شد. شمار و اندازه یاخته‌ها با تأثیر بر ماده‌های خشک دیواره یاخته‌ای و ویژگی‌های کیفی محصول از جمله سفتی، اندوخته کربوهیدراتی و اسیدهای آلی، آب میوه و عمر پس از برداشت، شکل و اندازه میوه‌ها را تعیین می‌کند (۹). وزن زیاد میوه بیشتر ناشی از یاخته‌های بزرگتر در ناحیه فرابر و شمار زیادتر یاخته‌ها می‌باشد (۲۱). بررسی‌ها نشان می‌دهد که متیل‌جاسمونات در طول دوره رشد میوه و نیز بعد از برداشت آن بر تغییرهای فیزیکی و زیست‌شیمیایی مانند وزن، رنگ و سفتی مؤثر است (۸). پژوهش‌های محدودی روی تأثیر پیش از برداشت متیل‌جاسمونات بر وزن و اندازه میوه انجام شده است. در درختان آلو رقم‌های بلک اسپلندور[۱]و روزا رویال[۲]تیمار با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات سبب افزایش وزن و اندازه میوه شد (۱۷). با این وجود کاربرد غلظت ۰/۸ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات در مرحله دوم نمو میوه هلو تأثیری بر قطر و وزن این میوه نداشته است (۳۵). با وجود نتیجه‌های متفاوت بررسی‌های پیشین در وزن میوه، در پژوهش حاضر

۱- ‘Black Splendor’ ۲- ‘RosaRoyal’

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

مشاهده شد که کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات تأثیر مثبتی بر وزن میوه انار ایجاد نمود که این امر در توجه مشتری و قیمت بالاتر بازار اهمیت دارد.

فنول‌های گیاهی و پلی‌فنول‌ها به عنوان اجزاء اصلی سیستم آنتی‌اکسیدانی و متابولیت‌های ثانویه گیاهی، به‌طور مستقیم از مسیر فنیل‌پروپانوئیدی تولید می‌شوند (۱۷). گزارش شده است که کاربرد پیش از برداشت و پس از برداشت متیل‌جاسمونات فعالیت‌های آنزیم‌های دخیل در زیست‌ساخت فنول‌ها و به‌ویژه فنیل آلانین آمونالیاز را افزایش داده و منجر به زیست‌ساخت فنول‌ها، افزایش ترکیب‌های فنولی و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۲۶). در تمشک کاربرد متیل‌جاسمونات سبب افزایش ترکیب‌های فنولی مانند الاژیک‌اسید، کوئرستین و میرسیتین شد (۱۱). محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات در میوه سیب و لوکوآت[۱] سبب انباشت ترکیب‌های فنولی شد. (۲۷، ۶). پژوهش حاضر نیز منطبق با نتیجه‌های بررسی‌های پیشین درخصوص اثرهای مثبت جاسمونات‌ها بر افزایش مقدار ترکیب‌های فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه می‌باشد. در این بررسی کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار متیل جاسمونات در انار رقم رباب در طول دوره رشد میوه سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار فنول کل گردید.

اسکوربیک‌اسید (ویتامین C) در گیاهان به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی عمل می‌کند و به‌عنوان کوفاکتور برای فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها نیز به‌کار می‌رود. این ترکیب مهم با حفاظت مسیرهای متابولیت‌های ثانویه از اکسیداسیون، فرایند تولید متابولیت‌های ثانویه را کنترل می‌کند (۳۴). تأثیر متیل‌جاسمونات بر مسیرهای تولید اسکوربیک‌اسید ناشناخته است (۳۲). با این وجود پژوهش‌ها نشان داده‌اند که جاسمونات‌ها باعث افزایش ساخت اسکوربیک‌اسید در کشت درون یاخته‌ای و حفظ آن در پس از برداشت شده است (۳۲). در تنباکو نشان داده شد که متیل‌جاسمونات با افزایش ژن‌های کد کننده آنزیم‌های کلیدی مسیر تولید ویتامین C سبب افزایش اسکوربیک‌اسید گردید (۳۴). در آلوهای ژاپنی تیمار شده با متیل‌جاسمونات، افزایش اسکوربیک‌اسید مشاهده شد (۱۴). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین مقدار اسکوربیک‌اسید در تیمار با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات بود. احتمال می‌رود کاربرد متیل‌جاسمونات خارجی با تحریک آنزیم‌های مسیر زیست‌ساخت اسکوربیک‌اسید سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی شود. این اتفاق با افزایش غلظت متیل‌جاسمونات بیشتر دیده شد.

تأثیر مثبت متیل‌جاسمونات بر ویژگی‌های کیفی مهم میوه مانند TA، TSS و pH در پژوهش‌های گذشته نشان داده شده است (۳۳). افزایش ماده‌های جامد محلول و کاهش مقدار اسیدیته کل در هلو و تمشک‌های[۲] تیمار شده با متیل‌جاسمونات مشاهده شده است (۳۲، ۱۸). در میوه‌های بلک‌بری (۳۰) و توت‌فرنگی (۷) نیز کاربرد متیل‌جاسمونات سبب افزایش نسبت TSS/TA گردید. نتیجه‌های پژوهش حاضر نیز در خصوص مقدار TA و نسبت TSS/TA با بررسی‌های مشابه انطباق داشت.

جاسمونات‌ها می‌توانند با تحریک تولید اتیلن سبب تأثیرهای مثبت بر کیفیت میوه گردند. جاسمونات‌ها با افزایش فعالیت آنزیم سوکروز فسفات سنتاز سبب تبدیل اسیدهای آلی به قندهای محلول می‌شوند. هم‌چنین جاسمونات‌ها نقش مثبتی در افزایش کارآیی فتوسنتز در برخی گیاهان داشته که در نتیجه آن افزایش مقدار ماده‌های جامد محلول ایجاد می‌گردد (۲). در این پژوهش غلظت ۰/۵میلی‌مولار متیل‌جاسمونات سبب کاهش مقدار اسیدیته میوه و افزایش مقدار ماده‌های جامد محلول گردید و همین امر سبب بهبود طعم و کیفیت خوراکی میوه می‌گردد.

در مطالعه انجام شده روی میوه بای‌بری[۳] کاربرد متیل‌جاسمونات سبب افزایش pH آب میوه شد. این افزایش همبستگی مثبتی با مقدار اسیدیته کل در این میوه داشت (۲۹) که با بررسی حاضر مطابقت دارد. نتیجه‌ها نشان داد که مقدار pH با افزایش غلظت متیل‌جاسمونات، افزایش یافت. بیشترین مقدار pH در غلظت ۰/۵میلی‌مولار مشاهده شد.

رنگ یکی از مهم ترین ویژگی‌های ارزیابی عمر پس از برداشت و کیفیت میوه ها است. شاخص L به عنوان شاخص درخشندگی، a به عنوان نسبت اجزاء سبز به قرمز و b به‌عنوان شاخصه نسبت آبی به زرد شناخته می‌شود و به عنوان شاخصه‌هایی جهت ارزیابی اختلاف رنگ کل محسوب می‌گردند. شاخص کروما به‌عنوان مقدار اشباع شدگی و شدت رنگ و مقدار زاویه Hue به‌عنوان شاخصه‌ای

۱- Loquat

۲- Raspberry

۳- Bayberry

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

از رنگ محسوب می‌گردد که مقادیر آن از زاویه صفر یا ۳۶۰ درجه نشان‌دهنده رنگ قرمز و زاویه‌های ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ به‌ترتیب بیانگر رنگ‌های زرد، سبز و آبی می‌باشد (۴). بررسی‌های متعددی نشان می‌دهند که کاربرد پیش از برداشت متیل‌جاسمونات سبب بهبود رنگ میوه از راه انباشت فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها در پوست میوه، بدون تأثیر نامطلوب بر کیفیت میوه در زمان برداشت، می‌شود (۲۷). جاسمونات‌ها با تحریک و فعال نمودن مسیرهای متابولیت‌های ثانویه و انباشت رنگیزه‌هایی مانند آنتوسیانین‌ها و کاروتنوئیدها این امکان را ایجاد می‌نمایند که از آن‌ها برای رنگ‌گیری بهتر میوه‌های رنگی، گل‌ها و گیاهان زینتی در طول دوره رشد استفاده شود (۲). کاربرد متیل‌جاسمونات در میوه‌های سیب سبب بهبود رنگ، افزایش ساخت بتاکاروتن و تجزیه کلروفیل گردید (۲۷، ۲۳ ، ۲۲). در انبه نیز گزارش شده است که کاربرد متیل‌جاسمونات در بهبود رنگ پوست در این میوه‌ها تأثیر داشت (۱۵). تیمار با متیل‌جاسمونات با تحریک تولید اتیلن و افزایش رسیدن، سبب بهبود رنگ و ساخت آنتوسیانین‌ها و کاروتن می‌گردد (۲۳، ۱۳، ۱۰). مقایسه میانگین داده‌های مرتبط با رنگ پوست انار در بررسی حاضر، نشان داد که بیشترین مقدار شاخصه‌های a و کروما مربوط به تیمارهای حاوی ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات بود. افزایش مقدار a نشان‌دهنده قرمزی بیشتر می‌باشد. احتمال می‌رود که کاربرد متیل‌جاسمونات با فعال نمودن ترکیب‌های متابولیت ثانویه و هم‌چنین با تأثیر بر سایر هورمون‌ها سبب بهبود رنگ و افزایش آنتوسیانین و قرمزی بیشتر در پوست انار شد. بیشترین میزان شاخص‌های L، b و درجه Hue در تیمار ۰/۱ میلی‌مولار و شاهد در این پژوهش مشاهده شد و در تیمارهای با غلظت بالاتر متیل‌جاسمونات مقدار b، L و Hue در زمان برداشت کاهش یافت. در میوه‌های آلو، کاربرد متیل‌جاسمونات به طور معنی‌داری سبب کاهش شاخصه‌های Hue و L گردید (۱۴). کاربرد متیل جاسمونات در سیب‌های رقم فیجی[1] باعث افزایش رنگ قرمز پوست و کاهش مقدار زاویه Hue رشد (۲۳). نتایج پژوهشی روی انار رقم ملس یزد نشان داد که در هیچ یک از شاخص‌های رنگی بین شاهد و محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (۱۹). احتمال می‌رود در پژوهش حاضر با افزایش شمار بارهای محلول‌پاشی به ویژه در طی دوران نمو میوه، ساخت آنتوسیانین میوه تحریک و در نتیجه رنگ قرمز پوست بیشتر شده است. با توجه به اینکه آنتوسیانین‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های فنولی می‌باشند و در این پژوهش نیز افزایش فنول در مقادیر بالاتر متیل‌جاسمونات مشاهده شد، به نظر می‌رسد متیل‌جاسمونات با تحریک فنول‌ها سبب بهبود رنگ و افزایش رنگ قرمز شده است.

نتیجه‌گیری

براساس نتیجه‌های این پژوهش می‌توان بیان کرد که محلول‌پاشی با متیل جاسمونات در غلظت مناسب می‌تواند به‌عنوان راهکاری عملی برای بهبود کیفی میوه انار رقم رباب مورد استفاده قرار گیرد. تأثیر تیمار متیل‌جاسمونات بر افزایش کمیت و کیفیت میوه انار رقم رباب فارس را می‌توان به دلیل افزایش اندازه و حجم نهایی میوه و تأثیر بر مسیر ساخت متابولیت‌های ثانویه مرتبط دانست. متابولیت‌های ثانویه نیز سبب بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی، اسکوربیک‌اسید و فنول کل و هم‌چنین ماده‌های جامد محلول و اسیدیته کل میوه می‌گردند. هم‌چنین غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات سبب بهبود رنگ میوه انار شد. از این رو، غلظت مناسب متیل جاسمونات مطابق با نتیجه‌های این پژوهش، ۰/۵ میلی‌مولار می‌باشد که منجر به بهبود ویژگی‌های کیفی میوه می‌شود.

منابع References

۱. احمدی، ک.، ح. قلیزاده، ح. عبادزاده، ف. حاتمی، ر. حسینی پور، ر. کاظمی فرد و ه. عبدشاه. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۴ ، جلد سوم :محصولات باغی .وزرات جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۲۴۰ ص.

۲. اصغری، م.ر. ۱۳۹۴. هورمون ها و تنظیم‌کننده های رشد گیاهی جدید (غیرکلاسیک): کلید مدیریت رشد و نمو گیاه و تولید پایدار محصول سالم در کشاورزی (جاسمونات ها، سالیسیلات ها،...). انتشارات دانشگاه ارومیه. ۳۵۲ ص.

۱- *Malus sylvestris* (L.) Mill var. *domestica* (Borkh.)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

۳. بی نام. ۱۳۹۶. گزارش اطلاعات سطح، تولید و عملکرد در هکتار محصولات باغبانی کل کشور در سال ۱۳۹۶. وزرات جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۸۶ ص.

۴. قربانی، ر.، ج. دهقان نیا، س.ص. سیدلو هریس و ب. قنبرزاده. ۱۳۹۲. مدل سازی پارامترهای رنگی در طی خشک کردن آلوی پیش تیمار شده با اولتراسوند و آب‌گیری اسمزی. نشریه فرآوری و نگهداری ماده‌های غذایی. ۵ : ۲۷-۵۹.

5. Barros, L., M.J. Ferreira, B. Queiros, I.C. Ferreira and P. Baptista. 2007. Total phenols, ascorbic acid, β-carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. Food Chem. 103:413-419.
6. Cao, S., Y. Zheng, Z. Yang, K. Wang and H. Rui. 2009. Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. J. Sci. Food Agr. 89 (12):2064-2070.
7. Concha, C.M., N.E. Figueroa, L.A. Poblete, F.A. Oñate, W. Schwab and C.R. Figueroa. 2013. Methyl jasmonate treatment induces changes in fruit ripening by modifying the expression of several ripening genes in Fragaria chiloensis fruit. Plant Physiol. Biochem. 70:433-444.
8. Creelman, R.A. and J.E. Mullet. 1995. Jasmonic acid distribution and action in plants: regulation during development and response to biotic and abiotic stress. Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. 92(10):4114-4119.
9. Czerednik, A., M. Busscher, G.C. Angenent and R.A Maagd. 2015. The cell size distribution of tomato fruit can be changed by overexpression of CDKA1. Plant Biotechnol. J. 13(2):259-268.
10. Fan, X. and J.P. Mattheis. 1999. Methyl jasmonate promotes apple fruit degreening independently of ethylene action. HortScience, 34(2):310-312.
11. Flores, G. and M.L.R. Del Castillo. 2014. Influence of preharvest and postharvest methyl jasmonate treatments on flavonoid content and metabolomic enzymes in red raspberry. Postharvest Biol. Technol. 97:77-82.
12. Holland, D., K. Hatib and I. Bar-Ya'akov. 2009. Pomegranate: botany, horticulture, breeding. Hort. Rev. 35(2):127-191.
13. Kondo, S., N. Tsukada., Y. Niimi and H. Seto. 2001. Interactions between jasmonates and abscisic acid in apple fruit, and stimulative effect of jasmonates on anthocyanin accumulation. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 70(5):546-552.
14. Kucuker, E., B. Ozturk, S.M. Celik and H. Aksit. 2014. Pre-harvest spray application of methyl jasmonate plays an important role in fruit ripening, fruit quality and bioactive compounds of Japanese plums. Sci. Hort. 176:162-169.
15. Lalel, H., Z. Singh and S. Tan. 2003. The role ofmethyl jasmonate in mango ripening and biosynthesis of aroma volatile compounds. J. Hort. Sci. Biotechnol. 78(4):470-484.
16. Maftoonazad, N. and H.S. Ramaswamy. 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. LWT-Food Sci Technol. 38(6):617-624.
17. Martínez-Esplá, A., P.J. Zapata, S. Castillo, F. Guillén, D. Martínez-Romero, D. Valero and M. Serrano. 2014. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 1. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. Postharvest Biol. Technol. 98:98-105.
18. Meng, X., J. Han, Q. Wang and S. Tian. 2009. Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. Food Chem. 114(3):1028-1035.
19. Mirdehghan, S., G. Vatanparast, H. Karim and M. Vazifeshenas. 2012. Preharvest foliar application of methyl jasmonate, salicylic acid and potassium sulfate on improving the quality of pomegranate fruit. Options Méditerranéennes, 103:183-189.
20. Mphahlele, R.R., O.A. Fawole., M.A. Stander and U.L. Opara. 2014. Preharvest and postharvest factors influencing bioactive compounds in pomegranate (*Punica granatum* L.)—A review. Sci Hort. 178:114-123.
21. Nafie, E., T. Hathout., A. Mokadem and A. Shyma. 2011. Jasmonic acid elicits oxidative defense and detoxification systems in Cucumis melo L. cells. Braz. J. Plant Physiol. 23(2):161-174.
22. Pérez, A.G., C. Sanz., D.G. Richardson and J. M. Olías. 1993. Methyl jasmonate vapor promotes β-carotene synthesis and chlorophyll degradation in Golden Delicious apple peel. J Plant Growth Regul. 12(3):163-167.
23. Rudell, D.R., J.K. Fellman and J.P. Mattheis. 2005. Preharvest application of methyl jasmonate to 'Fuji'apples enhances red coloration and affects fruit size, splitting, and bitter pit incidence. HortScience, 40(6):1760-1762 .
24. Reyes-Díaz, M., T. Lobos, L. Cardemil, A. Nunes-Nesi, J. Retamales, L. Jaakola, M. Alberdi and A. Ribera-Fonseca. 2016. Methyl Jasmonate: an alternative for improving the quality and health properties of fresh fruits. Molecules, 21(6):567-585.
25. Rohwer, C. and J. Erwin. 2008. Horticultural applications of jasmonates. J. Hort. Sci. Biotechnol. 83(2):283-304.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

26. Saracoglu, O., B. Ozturk, K. Yildiz and E. Kucuker. 2017. Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. Sci. Hort. 226:19-23.
27. Shafiq, M., Z. Singh and A.S. Khan. 2013. Time of methyl jasmonate application influences the development of 'Cripps Pink'apple fruit colour. J. Sci. Food Agr. 93(3) 611-618.
28. Tehranifar, A., M. Zarei, Z. Nemati, B. Esfandiyari and M.R. Vazifeshenas. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Sci. Hort. 126(2):180-185.
29. Wang, K., P. Jin, S. Cao, H. Shang, Z. Yang and Y. Zheng. 2009. Methyl jasmonate reduces decay and enhances antioxidant capacity in Chinese bayberries. J. Agr. Food Chem. 57(13):5809-5815.
30. Wang, S.Y., L. Bowman and M. Ding. 2008. Methyl jasmonate enhances antioxidant activity and flavonoid content in blackberries (*Rubus* sp.) and promotes antiproliferation of human cancer cells. Food Chem. 107(3):1261-1269.
31. Wang, S.Y. and W. Zheng. 2005. Preharvest application of methyl jasmonate increases fruit quality and antioxidant capacity in raspberries. Int. J. Food Sci. Technol. 40(2):187-195.
32. Wasternack, C. 2014. Action of jasmonates in plant stress responses and development—applied aspects. Biotechnol. Adv. 32(1):31-39.
33. Wills, R.B.H. and J. Golding. 2016. Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology: CRC Press. 245 p.
34. Wolucka, B.A., A. Goossens and D. Inzé. 2005. Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions. J. Exp. Bot. 56(419):2527-2538.
35. Ziosi, V., C. Bonghi, A.M. Bregoli, L. Trainotti, S. Biondi, S. Sutthiwal, S. Kondo, G. Costa and P. Torrigiani. 2008. Jasmonate-induced transcriptional changes suggest anegative interference with the ripening syndrome in peach fruit. J. Exp. Bot. 59(3):563–573.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 20 (1): 11-20 (2019)

Research article

Effect of Methyl Jasmonate Foliar Application on Some Qualitative Attributes and Phytochemical Contents of 'Rabab' Pomegranate Fruit

M. Merikhi*, M.R. Asghari and B. Kavoosi[1]

In order to evaluate the effects of methyl jasmonate on quality of 'Rabab' pomegranate, an experiment was conducted as a completely randomized design with 3 replications. Trees were sprayed with different concentrations of methyl jasmonate (0, 0.1, 0.3, and 0.5 mM) at four different stages of fruit development including full bloom, 30, 60, and 90 days after full bloom. Control trees were sprayed with distilled water. Some quality attributes of the fruit including fruit fresh weight, soluble solids content, pH, total acidity, total phenolics, total antioxidant activity, color index, and ascorbic acid content were evaluated. Methyl jasmonate at a concentration-dependent manner enhanced fruit quality attributes including phytochemical compounds. methyl jasmonate at 0.5 mmol L^{-1} significantly ($P \leq 0.05$) enhanced fruit fresh weight, pH, total phenolics, antioxidant activity, and ascorbic acid content and reduced total acidity of fruit juice. Fruits sprayed with 0.5 mmol L^{-1} caused a significant increase of 'a' and chroma indexes. The higher values of L, b value and Hue angel were observed in fruits pretreated with 0.1 mmol L^{-1} methyl jasmonate and control fruit. According to the findings of this study, foliar spraying with 0.5 mmol L^{-1} methyl jasmonate may be considered as an effective nonchemical method for enhancing pomegranate fruit quality attributes and phytochemical compounds.

Keywords: Antioxidant activity, Color, Soluble solids content, Total Phenol.

1. Ph.D. Student and Professor of Horticulture Science, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, and Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, Fars Agricultural Research and Natural Resource and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran, respectively.

* Corresponding author, Email: (mmerrikhi@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.1.8.5]