مقاله پژوهشی

تأثیر محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات، سالسیلیک اسید، روی و بور بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل محمدی (*Rosa damascena* Mill)

محدثه طاهری[۱]، سمیه رستگار*[۱] و اکبر کرمی[۲]

[۱] گروه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان، [۲] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۵/۰۷)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر هورمون‌های متیل‌جاسمونات و سالسیلیک اسید و عناصر روی و بور بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل محمدی (*Rosa damascena* Mill)، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک کاملاً تصادفی شامل ۱۱ تیمار و در چهار تکرار در شهرستان جهرم استان فارس انجام شد. در این آزمایش غلظت‌های مختلف متیل‌جاسمونات و سالسیلیک اسید (۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و غلظت‌های مختلف روی و بور (۱ و ۲ در هزار) یک ماه قبل از برداشت گل محمدی در دو مرحله (به فاصله ده روز از یکدیگر) محلول‌پاشی گردید. بوته‌های شاهد با آب مقطر محلول‌پاشی شدند. در زمان برداشت گل، صفات مختلف مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بوته‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. براساس نتایج به‌دست‌آمده متیل‌جاسمونات (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار)، روی و بور یک در هزار باعث افزایش ارتفاع بوته‌ها شدند. تیمارهای متیل‌جاسمونات و روی در هر دو سطح و یک میلی‌مولار سالسیلیک اسید باعث افزایش وزن تر گلبرگ شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده تیمار سالسیلیک اسید (۱ و ۲ میلی‌مولار)، متیل‌جاسمونات (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و روی یک در هزار باعث افزایش میزان ماده محلول جامد گلبرگ شدند. بیشترین کلروفیل در تیمار بور ۱ در هزار مشاهده شد. همچنین، تیمار بور (۱ و ۲ در هزار)، روی دو در هزار و متیل‌جاسمونات یک میلی‌مولار باعث افزایش کلروفیل برگ شدند. کارتنوئید گلبرگ نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف روی، بور و کمترین غلظت سالسیلیک‌اسید (۰/۵ میلی‌مولار) و متیل‌جاسمونات (۰/۵ میلی‌مولار) قرار گرفت. افزایش غلظت روی و سالسیلیک‌اسید به‌طور معنی‌دار باعث کاهش مقدار فنول گل شد. به‌طورکلی، تیمار متیل‌جاسمونات به‌دلیل تأثیر بیشتری که در اکثر صفات مورد مطالعه داشت در مقایسه با سایر تیمارها برتری داشت. بنابراین استفاده از این تیمار در باغ‌های گل محمدی، توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: گل محمدی، متیل‌جاسمونات، روی، سالسیلیک اسید، بور

مقدمه

گل محمدی (damask، Persian rose، Pink rose) با نام علمی *Rosa damascena* Mill، متعلق به خانواده Rosaceae بوده که به طلای معطر معروف است (Loghmani, 2007). این گیاه در کشورهای مختلف از جمله ایران، افغانستان، ترکیه، بلغارستان، مصر، روسیه، فرانسه، ماکائو و هند پرورش می‌یابد (Bahirat and Jadhav, 2011). گل محمدی از مهم‌ترین گونه‌های معطر رز و به‌عنوان گل ملی ایران به‌شمار می‌رود (Loghmani, 2007). گل‌های آن حاوی اسانس بوده و میزان اسانس بستگی به شرایط اقلیمی محل رویش و همچنین رقم

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: rastegarhort@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

گیاه دارد (Boskabady *et al*., 2011). گل محمدی دارای خواصی از جمله درمان ایدز، ضدباکتری، آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی و آرام‌بخش بودن است (Boskabady *et al*., 2011). توسعه روزافزون گل محمدی در عرصه کشاورزی کشور مرهون سازگاری، قناعت، کم‌هزینه‌بودن و سودآوری چشمگیر آن است. فرآورده‌های حاصل از گل محمدی از تولیدات مهم مناطق کوهپایه‌ای به‌شمار می‌آید که از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار است. بنابراین، به‌عنوان یک گیاه راهبردی برای حمایت از اقتصاد روستاییان و اشتغال‌زایی جوانان، با توسعه صنایع کوچک، جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده است (Kudori, 2015).

با توجه به کاهش و کمبود منابع آب کشاورزی، محققین تحقیقات مختلفی جهت یافتن موادی که سبب افزایش کارآیی مصرف و نگهداری آب در گیاهان می‌شود، انجام داده‌اند. یکی از این ترکیبات، سالسیلیک اسید است. این ترکیب در اغلب گیاهان به‌صورت طبیعی وجود دارد و بر بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی سلول اثر می‌گذارد (Hakimi, 2008). این ماده هورمونی گیاهی است که در مراحل مختلف فیزیولوژیک از جمله گل‌دهی، بسته‌شدن روزنه‌ها و در پاسخ به تنش‌های غیرزنده از قبیل گرما نقش دارد (Wang *et al*., 2010).

اولین بار از گیاه *Jasminum grandiflorum* ماده‌ای استخراج شد که متیل استر جاسمونیک اسید نام گرفت و اکنون مشخص شده است که جاسمونات‌ها به‌عنوان یک خانواده جدید از هورمون‌های گیاهی نقش مهمی در تنظیم فرآیند رشدونمو گیاه دارند (Westfall *et al*., 2013). جاسمونات‌ها به‌طور معمول در برگ‌های جوان، گل‌ها و میوه‌ها به فراوانی یافت می‌شوند و در پاسخ گیاه به تنش‌های زنده و محیطی نیز نقش مهمی ایفا کرده و موجب کاهش خسارات ناشی از تنش‌های زنده و محیطی در گیاه هدف می‌شود (Westfall *et al*., 2013).

مرادی و پورقاسمیان (۲۰۱۸) در تحقیقی که بر روی استفاده از سالسیلیک اسید در گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L) داشتند گزارش کردند که استفاده از این ترکیب نتایج مثبتی در افزایش صفاتی نظیر وزن خشک، غلظت کارتنوئید، پرولین و قندهای محلول داشت. طی تحقیقی تأثیر غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید بر پارامترهای مختلف گل جعفری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن گل خشک، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه این گیاه شد (Ataei *et al*., 2013).

عنصر روی از عناصر کم‌مصرف و ضروری در تغذیه گیاهی است که برای رشد طبیعی و باروری گیاهان ضروری است که کمبود شدید آن فعالیت چندین آنزیم مهم از جمله فسفاتاز، الکل دهیدروژناز، دیمیدین گیناز، کربوکسی پپتیداز وDNA و RNA پلیمراز را کاهش می‌دهد (Haslett *et al*., 2001). خاک‌های ایران در کمربند کمبود روی در جهان واقع شده است. بنابراین استفاده از کودهای حاوی روی ضروری است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). در کشورهای آسیایی، کمبود روی بیشتر در هندوستان، پاکستان، چین، ترکیه و ایران شایع است. کاربرد ریزمغذی‌ها به روش محلول‌پاشی می‌تواند وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشد (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۹). روی از عناصری است که یا به‌عنوان یک جز فلزی آنزیم‌های مختلف و یا به‌عنوان یک کوفاکتور ساختاری یا تنظیمی عمل می‌کند، بنابراین با متابولیسم ساکارید، فتوسنتز و ساخت پروتئین‌ها رابطه دارد. تغذیه برگی از راه‌های مؤثر ضمن رفع نیاز غذایی گیاهان از طریق کاهش اثرات منفی یون‌های سمی می‌تواند مقاومت گیاهان را در برابر تنش افزایش دهد (El-Fouly *et al*., 2011).

در بین مواد غذایی کم‌مصرف، غلظت بور (B) در خاک‌ها بین ۲ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است که این مقدار براساس نوع سنگ‌های مادری تشکیل‌دهنده خاک تغییر می‌کند. در خاک‌های با بافت سبک، بور در اثر بارندگی یا آبیاری شسته شده و از دسترس گیاه خارج می‌گردد. همچنین در pH بالاتر از ۸ و در خاک‌های آهکی، میزان جذب بور به مقدار زیادی کاهش می‌یابد (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۹). بور نقش عمده‌ای در فعالیت‌های حیاتی گیاه دارد و در تقسیم سلولی بافت‌های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

مریستمی، تشکیل جوانه‌های برگ و گل، ترمیم بافت‌های آوندی، متابولیسم قند و مواد هیدروکربن‌دار و انتقال آن‌ها، تنظیم مقدار آب و هدایت آن در سلول، انتقال کلسیم در گیاه، ساخت پروتئین، رشد ریشه، متابولیسم چربی و ساخت پکتین، تشکیل دیواره سلولی و انتقال مواد محلول در بین سلول‌ها، نقش عمده‌ای ایفا می‌کند. نقش فیزیولوژیک بور در گیاهان با سایر عناصر غذایی تفاوت اساسی دارد. همچنین این عنصر مقاومت گیاهان را نسبت به سرما و بیماری‌ها افزایش می‌دهد (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۹). مصرف فسفات آمونیوم یا سوپر فسفات تریپل به میزان ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات آمونیوم ۲۰۰ یا اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با توجه به نقش آهن در تغذیه گل محمدی و گلدهی ضروری است (حقیقی وهمکاران، ۱۳۹۵). با توجه به موارد بیان‌شده این تحقیق با هدف بهبود و افزایش عملکرد و همچنین بهبود ارزش تغذیه‌ای گلبرگ‌ها در گل محمدی است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در یکی از باغ‌های گل محمدی بخش سیمکان شهرستان جهرم استان فارس با مختصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ٤۳ دقیقه و ۵۳ ثانیه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۲ دقیقه و ۲۸ ثانیه شرقی با ارتفاع ۱۲۸٤ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. در مرحله نخست بوته‌های مدنظر از نظر سن و سالم بودن (بدون آفت و بیماری) در باغ علامت‌گذاری شدند (شکل ۱).

غلظت‌های مختلف سالسیلیک اسید و متیل‌جاسمونات (۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و کودهای سولفات روی و اسید بوریک (۱ و ۲ در هزار) در دو زمان مختلف محلول‌پاشی گردید. محلول‌پاشی اول قبل از ظهور جوانه‌های برگ در اسفند ماه انجام گرفت و محلول‌پاشی دوم با فاصله ده روز از محلول‌پاشی اول (یک هفتگی برگ‌های جدید) تکرار شد.

اندازه‌گیری صفات: ۱٤ روز پس از دومین مرحله محلول‌پاشی اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک مانند ارتفاع بوته، تعداد گلبرگ و قطر گل شروع شد. پس از اتمام کار مزرعه‌ای اندازه‌گیری‌های کیفی در آزمایشگاه انجام شد.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک: ارتفاع بوته از قسمت طوقه تا انتهای بلندترین شاخه‌های گیاه هر تیمار در اولین برداشت گل با استفاده از متر فلزی برحسب متر اندازه‌گیری شد. همچنین تعداد گلبرگ‌های گل‌های برداشت‌شده ۱٤ روز بعد از دومین مرحله محلول‌پاشی بعد از برداشت گل شمارش شد و میانگین کلی برای هر تیمار محاسبه گردید.

در زمان بازشدن کامل گل قطر گل‌های برداشت‌شده در چهاردمین روز بعد از دومین مرحله محلول‌پاشی و آخرین برداشت گل برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان قطر گل در نظر گرفته شد.

طی دوره آزمایش وزن تر گل هر بوته پس از برداشت به‌صورت روزانه با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ توزین شد.

اندازه‌گیری صفات شیمیایی، اندازه‌گیری مواد جامد محلول: برای اندازه‌گیری مقدار قند گلبرگ‌ها، میزان یک گرم گلبرگ‌های تازه را در هاون کوبیده و میزان قند عصاره گلبرگ‌ها توسط دستگاه رفرکتومتر اندازه‌گیری شد (Bourtoom, 2008).

آنتی‌اکسیدان: آنتی‌اکسیدان به‌روش مهار رادیکال آزاد ۲ و ۲ دی‌فنیل ۱ پیکریل هیدرازیل DPPH اندازه‌گیری شد. طبق این روش ۲۰ میکرولیتر از عصاره گلبرگ و ۱۸۰ میکرولیتر (۱۵۰DPPH ماکرومول) ترکیب و به‌مدت یک دقیقه در دستگاه شیکر قرار داده شد و پس از٤۰ دقیقه در تاریکی با دستگاه میکروریدر و در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد و با رابطه (۱) محاسبه شد (Ordonez *et al*., 2006).

$$I\% = (Ablank- Asample / Ablank) \times 100 \quad (1)$$

آنتوسیانین: ۱۰۰ میلی‌گرم از گلبرگ تازه با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و اسید کلریدریک خالص به نسبت حجمی ۱۰۰ به ۱) به‌طور کامل سائیده شد. محلول مورد نظر، به‌مدت ۲٤ ساعت درتاریکی و در دمای ٤- درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس به‌مدت ۱۵ دقیقه با دور ٤۰۰۰ سانتریفیوژ و جذب محلول بالایی در طول‌موج ۵۳۰ و ٦۵۷

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]



شکل ۱- برچسب گذاری بوته‌های گل

نانومتر خوانده شد. مقدار آنتوسیانین با استفاده از رابطه (۲) به‌دست آمد (Bourtoom, 2008).

$$A(530) - 0/25\ A(657) \quad (۲)$$

استخراج کلروفیل و کارتنوئید: مقدار کلروفیل و کارتنوئید ششمین برگ نزدیک به غنچه گل به شرح زیر اندازه‌گیری شد:

ابتدا یک گرم برگ توزین و سپس در هاون قرار داده شد و ۵ میلی‌لیتر استون ٪۸۰ به آن افزوده شد و پس از هاون‌شدن، در استوانه مدرج ریخته و حجم آن با استون ٪۸۰ به ۱۰ میلی‌متر رسانده شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۸۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. با جداکردن ناخالصی‌ها، مایع زلال حاوی کلروفیل برای بار دوم به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. جذب نوری نمونه‌ها در طول‌موج‌های ٤٧٠، ٦٦٣ و ٦٤٥ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل Lambda 45-UV/Visible) خوانده شد. سپس با استفاده از رابطه‌های (۳، ٤، ۵ و ٦) مقدار کلروفیل a و b و کلروفیل کل و همچنین کارتنوئید برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه شد (Clairmont *et al*., 1986).

$$Chl\ a = [12.25\ (A663) - 2.79\ (A645)] \quad (۳)$$
$$Chl\ b = [21/21\ (A645) - 5/1\ (A663)] \quad (٤)$$
$$ChlT = Chl\ a + chl\ b \quad (۵)$$
$$Cx+c = (1000A470 - 1/8Chla - 85/02Chlb)\ /198 \quad (٦)$$

که Chla میزان کلروفیل a، Chlb میزان کلروفیل b، ChlT میزان کلروفیل کل و Cx+c میزان کارتنوئید است.

سنجش ترکیب‌های فنولی: اندازه‌گیری محتوای فنول گلبرگ گل توسط معرف فولین سیوکالتو به‌صورت زیر انجام گرفت. برای تهیه عصاره متانولی نیم (۰/۵۰) میلی‌گرم گلبرگ گل با ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد ترکیب کرده و به‌مدت ٢٤ ساعت در یخچال نگهداری شد، سپس مقدار ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی به همراه ۱۰۰ میکرولیتر از معرف فولین (۱:۱۰) برداشته، پس از ۵ دقیقه ۸۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن اضافه شد و پس از دو ساعت توسط دستگاه میکروریدر (مدل Biotek Instruments Inc, Winooski, VT) درطول‌موج ۷۵۰ نانومتر خوانده شد (Ordonez *et al*., 2006).

اندازه گیری محتوی فلاونوئید: محتوی فلاونوئیدی با استفاده از معرف کلرید آلومینیم اندازه‌گیری شد. به این صورت که به نیم (۰/۵۰) میلی‌لیتر از هر عصاره ۱/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول آلومینیوم کلراید ۱۰ درصد در اتانول، ۰/۱ میلی‌لیتر از استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه شد. جذب مخلوط نیم (۰/۵۰) ساعت بعد از نگهداری در دمای اتاق، در طول‌موج ٤١٥ نانومتر در مقابل شاهد (بلانک) خوانده شد. میزان فلاونوئید براساس میزان معادل "میلی‌گرم کوئرستین در گرم عصاره" گزارش گردید (Bourtoom, 2008).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS، مقایسه میانگین با استفاده از روش LSD (در سطح ۵ درصد) و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

صفات مورفولوژیکی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر تیمارها بر تمام صفات مورد بررسی (بجز شاخه گل برداشت آخر) در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

ارتفاع بوته: بیشترین افزایش ارتفاع مربوط به تیمارهای متیل‌جاسمونات در سطح ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار و همچنین تیمار بور یک درصد بود. بوته‌های تیمارشده با تمام سطوح غلظت‌های سالسیلیک اسید و همچنین بوته‌های تیمارشده با بور ۲ در هزار با وجود افزایش ارتفاع در مقایسه با شاهد تفاوتی نداشت (شکل ۲).

قطر گل: نتایج نشان داد استفاده از روی (۱ و ۲ در هزار)، بور ۱ در هزار و متیل‌جاسمونات (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. تیمارهای سالسیلیک اسید (۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار)، متیل‌جاسمونات ۲ میلی‌مولار و بور ۲ در هزار به‌طور معناداری باعث کاهش قطر گل شدند. که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر تأثیر بر قطر گل، تفاوت معناداری وجود داشت (شکل ۳).

وزن تر گلبرگ: نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر گلبرگ در سطح ۰/۵ میلی‌مولار متیل‌جاسمونات مشاهده شد (شکل ٤). با توجه به نتایج، در شرایط استفاده از روی در سطح یک در هزار و متیل‌جاسمونات در سطوح یک و دو میلی‌مولار و همچنین تیمار سالسیلیک‌اسید یک میلی‌مولار نیز سبب افزایش معنی‌دار وزن تر گلبرگ در مقایسه با شاهد شدند. کمترین وزن تر گلبرگ نیز در تیمار سالسیلیک اسید دو میلی‌مولار به‌دست آمد که با شاهد تفاوت آماری نداشت.

صفات فیتوشیمیایی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد اثر تیمار بر تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار شد.

میزان ماده محلول جامد (TSS): براساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین مقدار TSS در تیمار متیل‌جاسمونات در سطح ۰/۵ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۵). نتایج نشان داد در شرایط استفاده از متیل‌جاسمونات یک میلی‌مولار، سالسیلیک اسید در دو سطح (۱ و ۲ میلی‌مولار) و روی در سطح یک در هزار مقدار TSS در مقایسه با شاهد افزایش قابل توجهی داشت ($P<0.05$). طبق نتایج، متیل‌جاسمونات ۲ میلی‌مولار، بور در سطح ۱ در هزار و روی ۲ در هزار تفاوتی با نمونه شاهد نداشتند. کمترین مقدار TSS در سطح ۰/۵ میلی‌مولار سالسیلیک اسید و بور ۲ در هزار در مقایسه با سایر تیمارها و شاهد مشاهده شد.

آنتی‌اکسیدان گلبرگ: تیمارهای سالسیلیک اسید، متیل‌جاسمونات و بور تأثیر معنی‌داری بر آنتی‌اکسیدان گلبرگ نشان ندادند. کاربرد تیمار روی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش محتوای آنتی‌اکسیدان گلبرگ شد (شکل ٦).

آنتوسیانین گلبرگ: نتایج نشان داد، بیشترین مقدار آنتوسیانین در سطح ۱ در هزار بور به‌دست آمد. در شرایط استفاده از سالسیلیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار و متیل‌جاسمونات ۱ میلی‌مولار میزان آنتوسیانین در مقایسه با شاهد افزایش داشت (شکل ۷). با توجه به نتایج، هر چند استفاده از متیل‌جاسمونات در دو سطح (۰/۵ و ۲ میلی‌مولار)، روی یک و دو در هزار و همچنین بور ۲ در هزار باعث کاهش میزان آنتوسیانین گلبرگ‌ها شدند اما در مقایسه با شاهد به‌صورت آماری اختلاف نداشتند. کمترین میزان آنتوسیانین در شرایط استفاده از سالسیلیک اسید ۱ و ۲ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۱).

کلروفیل a: با توجه به نتایج، تیمار بور (۱ و ۲ در هزار) و روی در سطح ۲ در هزار با افزایش کلروفیل a در مقایسه با شاهد تفاوت آماری داشتند. نتایج نشان داد، با استفاده از تیمار سالسیلیک اسید (۰/۵ و ۲ میلی‌مولار) و متیل‌جاسمونات (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و روی ۱ در هزار کلروفیل a نسبت به شاهد افزایش داشت اما تفاوت آماری مشاهده نشد (شکل ۸). بیشترین مقدار کلروفیل a در شرایط استفاده از تیمار بور ۱ در هزار به‌دست آمد. کمترین مقدار کلروفیل a در برگ بوته‌های شاهد و بوته‌های تیمارشده با سالسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار و متیل‌جاسمونات ۲ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۱).

کلروفیل b: براساس نتایج، تیمار سالسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار و شاهد دارای کمترین مقدار کلروفیل b بودند. تیمار سالسیلیک اسید در دو سطح (۰/۵ و ۲ میلی‌مولار)، متیل‌جاسمونات (۰/۵ و ۲ میلی‌مولار) و روی ۱ در هزار هر چند باعث افزایش مقدار کلروفیل b شدند اما در مقایسه با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گل محمدی

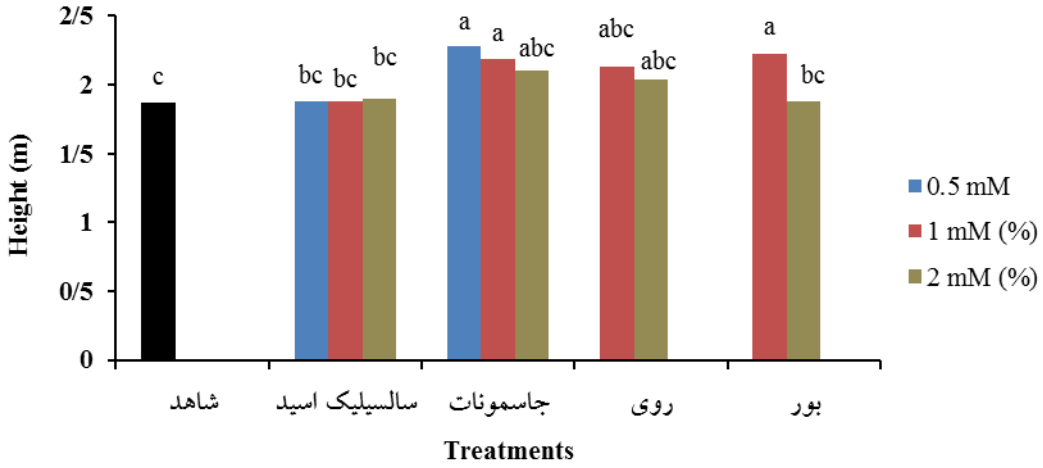
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد پرچم	قطر گل	ارتفاع بوته	وزن تر گلبرگ	آنتی‌اکسیدان
بلوک	۳	۵۹/۸۰^{ns}	۰/۰۵۷^{ns}	۰/۱٦۲**	۲۱۵۲^{ns}	۵/۰۵^{ns}
تیمار	۱۰	۵۱۷/۰۵**	۱/۱۳**	۰/۱۰**	۳۸۵۳۱**	۱۱٦/۵۸**
خطا	۳۰	۳۱/٦۰	۰/۰۸۸	۰/۰۳	٤۵۷۵	۱۰/۱۰
ضریب تغییرات (٪)		۵/۵۰	۵/۵۰	۸/۷۰	۲۵/٤۰	۳/۷۰

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns عدم معنی‌داری

ادامه جدول ۱-

منابع تغییرات	درجه آزادی	ماده محلول جامد	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	آنتوسیانین گلبرگ
بلوک	۳	۰/۱۱^{ns}	٦/۱۸^{ns}	۱/۰۸^{ns}	۸/۱۹^{ns}	۰/۰۲۰^{ns}	۰/۰۲٤^{ns}
تیمار	۱۰	۳/۰۵**	۵٤/۳۲*	۱۱/٦۰**	۱۱۸/٤۷**	۳/۹٤**	۰/۳۰**
خطا	۳۰	۰/۱۷	۱۹/۸۰	۲/۱۵	۲۵/۳۹	۰/٤٤	۰/۰۲٤
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۷۰	۲۰/۲۱	۲۰/٦٤	۲۲/۹۷	۱۹/۱۵	۲۹/۸۰

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns عدم معنی‌داری



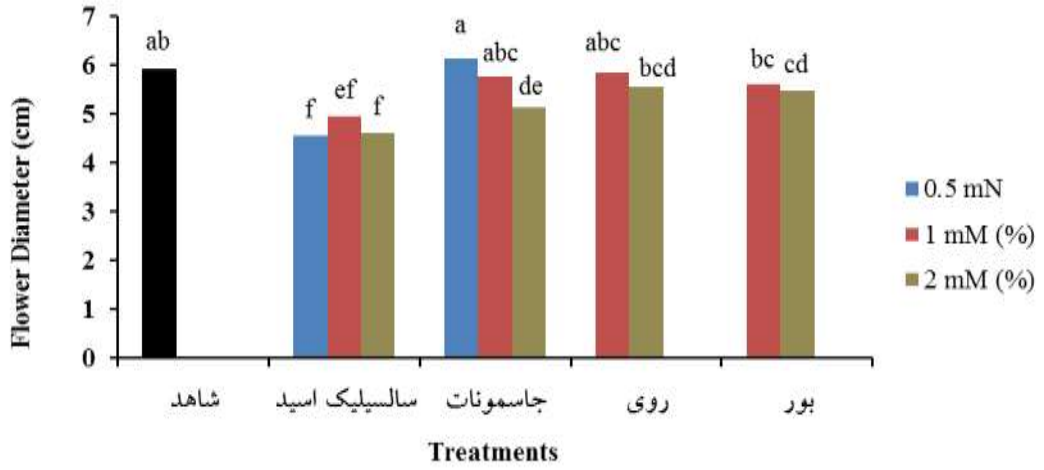
شکل ۲- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر ارتفاع بوته در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.

شاهد تفاوت آماری نداشتند (شکل ۹). بیشترین مقدار کلروفیل b در شرایط استفاده از تیمار بور (۱ و ۲ در هزار) بود که در مقایسه با روی ۲ در هزار تفاوت آماری مشاهده نشد (جدول ۱).

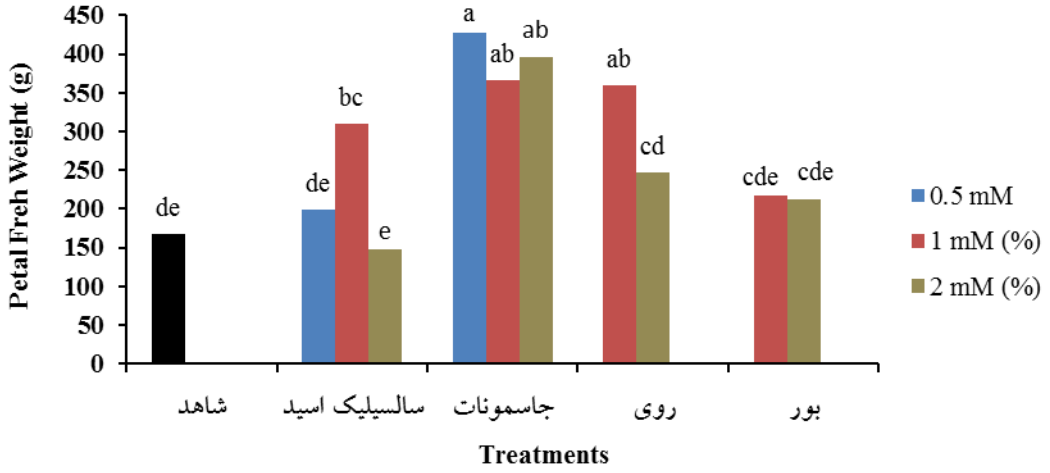
کلروفیل کل: با توجه به نتایج، بیشترین میزان کلروفیل کل با استفاده از تیمار بور (۱ و ۲ در هزار) به‌دست آمد که در مقایسه با تیمار روی ۲ در هزار تفاوت آماری مشاهده نشد (شکل ۱۰). با توجه به نتایج، متیل‌جاسمونات ۱ میلی‌مولار،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]



شکل ۳- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر قطر در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.



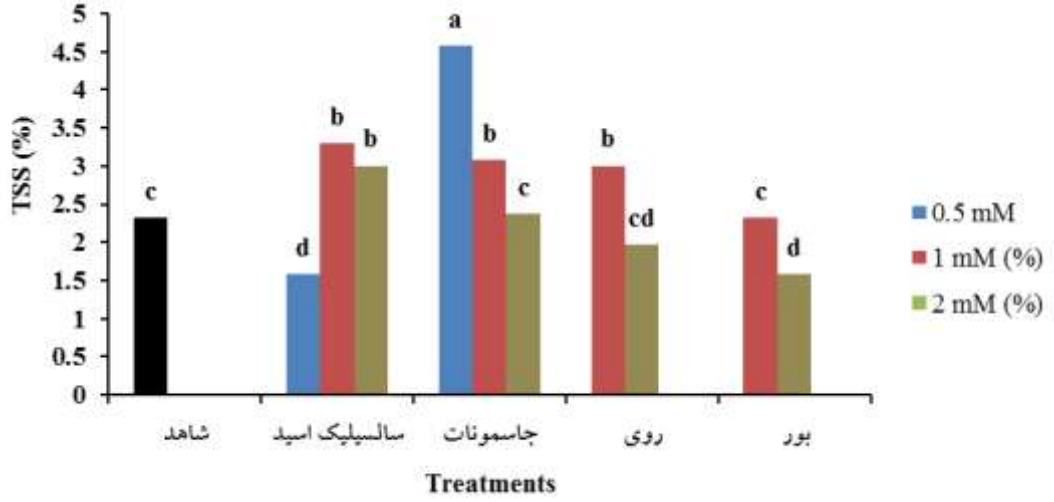
شکل ٤- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر وزن تر گلبرگ در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.

سالسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار و تیمار روی ۲ در هزار در مقایسه با شاهد سبب افزایش کلروفیل b شدند که روی ۲ در هزار در مقایسه با شاهد تفاوت آماری داشت (جدول ۱).

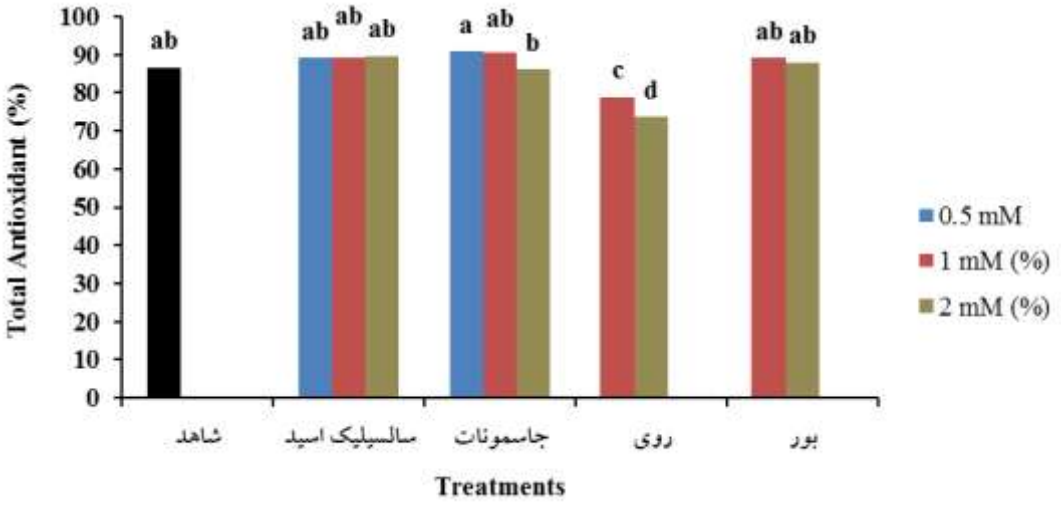
کارتنوئید: نتایج نشان داد، تیمارها سبب افزایش غلظت کارتنوئید در مقایسه با شاهد شدند. تیمار بور در سطح ۲ در هزار بیشترین مقدار کارتنوئید داشت اما در مقایسه با تیمار روی (۱ و ۲ در هزار)، بور ۲ در هزار و سالسیلیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار تفاوت آماری مشاهده نشد (شکل ۱۱). براساس نتایج با افزایش غلظت تیمار سالسیلیک اسید و متیل‌جاسمونات مقدار کارتنوئید کاهش داشت. سالسیلیک اسید و متیل‌جاسمونات در سطوح ۱ و ۲ میلی‌مولار هر چند در مقایسه با شاهد باعث افزایش مقدار کارتنوئید شدند اما از نظر آماری اختلاف نداشتند (جدول ۱).

فنول: با توجه به نتایج، بیشترین مقدار فنول با استفاده از تیمار متیل‌جاسمونات (نیم و یک میلی‌مولار) به‌دست آمد. تیمار روی ۲ در هزار باعث کاهش معنی‌دار فنول نسبت به شاهد شد. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند (شکل ۱۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]



شکل ۵- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر میزان ماده محلول جامد در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.



شکل ٦- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر آنتی‌اکسیدان در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.

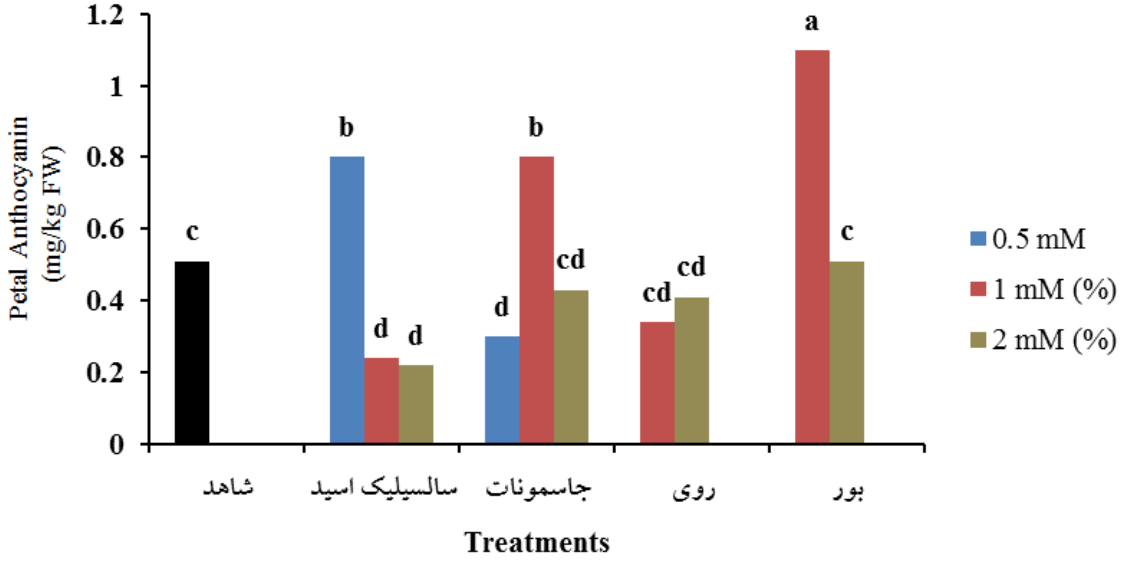
فلاونوئید: با توجه به نتایج، بیشترین غلظت فلاونوئید در سطح ۲ در هزار تیمار روی و بور به‌دست آمد. افزایش غلظت تیمار بور و روی باعث افزایش میزان فلاونوئید گلبرگ شد. نتایج نشان داد هر چند تیمارهای سالیسیلیک در سطح ۰/۵ میلی‌مولار، روی و بور ۱ در هزار سبب کاهش مقدار فلاونوئید شد اما در مقایسه با شاهد از نظر آماری تفاوتی مشاهده نشد (شکل ۱۳). تیمار متیل‌جاسمونات و سالسیلیک اسید در بیشترین غلظت باعث کاهش میزان فلاونوئید گلبرگ به‌صورت معنی‌دار نسبت به شاهد شد.

بحث

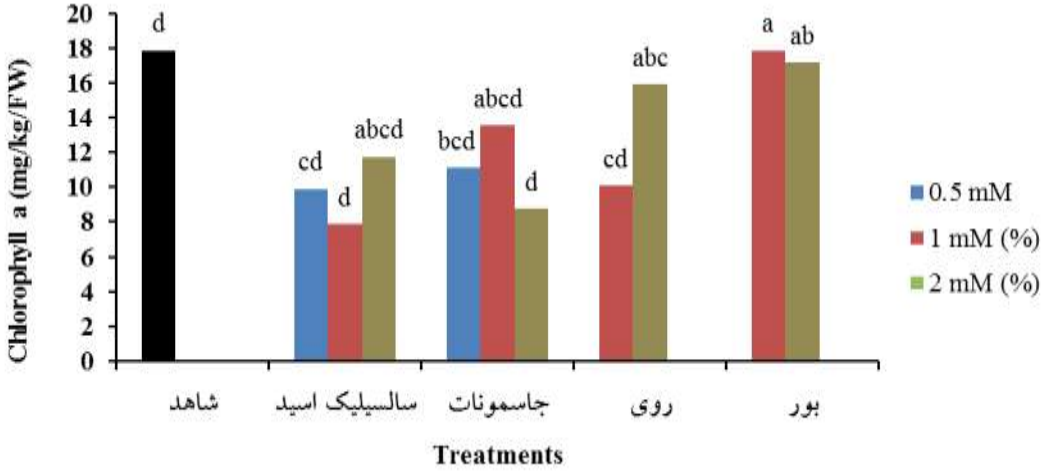
استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به گیاه کمک می‌کنند تا

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]



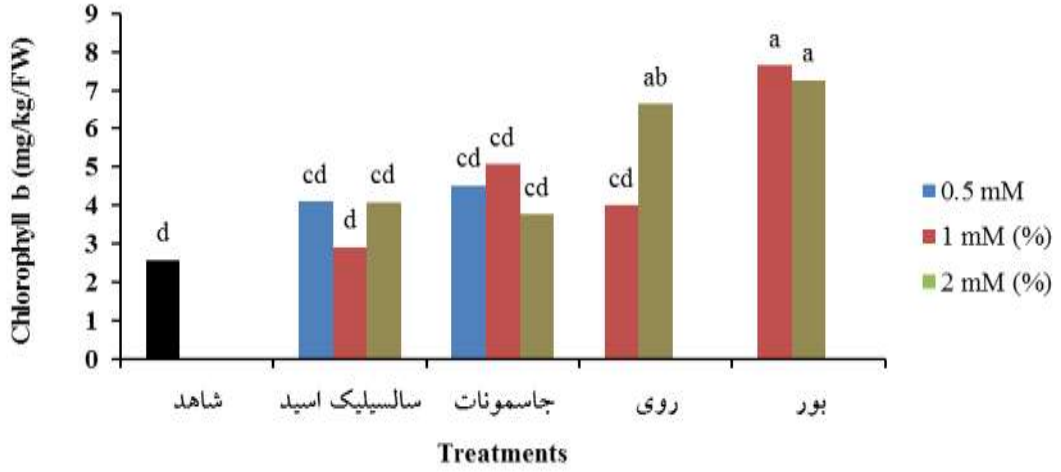
شکل ۷- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر آنتوسیانین در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.



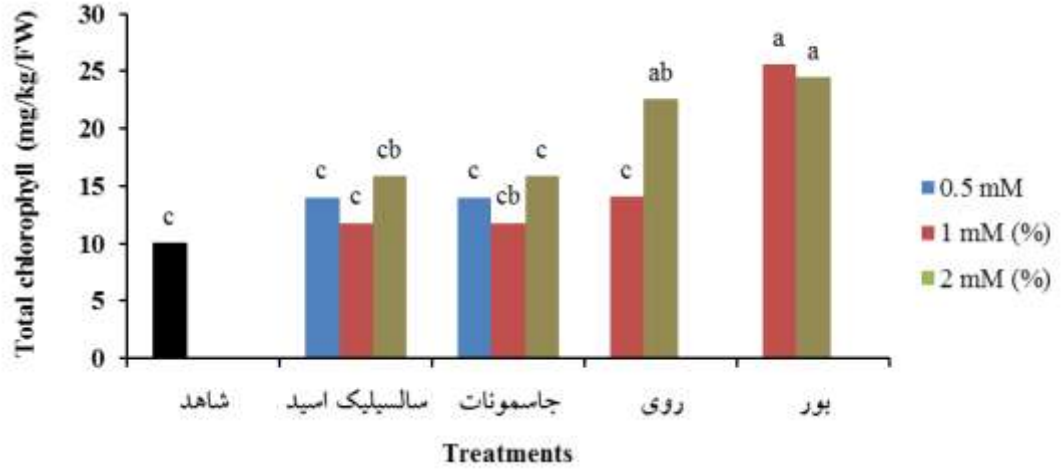
شکل ۸- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر کلروفیل a در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.

بر عوامل بازدارنده‌ی رشدی غلبه کنند (Emongor, 2007). این تنظیم‌کننده‌ها بر طویل‌شدن و تقسیم سلولی اثر گذاشته و این امر منجر به طویل‌شدن میان‌گره‌های ساقه و افزایش وزن تر و خشک اندام گیاهی می‌شود. در بررسی تأثیر متیل‌جاسمونات بر گیاه کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) گزارش شد که پایین‌ترین غلظت متیل‌جاسمونات به‌طور قابل توجهی ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن و طول برگ تازه، وزن تر و خشک سیستم ریشه‌ای را افزایش داد (Closas *et al.*, 1999). مطالعات Rui-Chi و Huang-Qing (۲۰۰۱) در بررسی اثر متیل جاسمونات روی بادام‌زمینی کاهش ارتفاع بخش هوایی را نشان داد. این نتایج بیان می‌کند که فیتوهورمون‌ها از جمله متیل جاسمونات در غلظت‌های مختلف دارای تأثیرات متفاوتی هستند. به‌نظر می‌رسد متیل‌جاسمونات در غلظت‌های کمتر دارای اثر تحریک‌کنندگی در رشد طولی بخش هوایی باشد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]



شکل ۹- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر کلروفیل b در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.



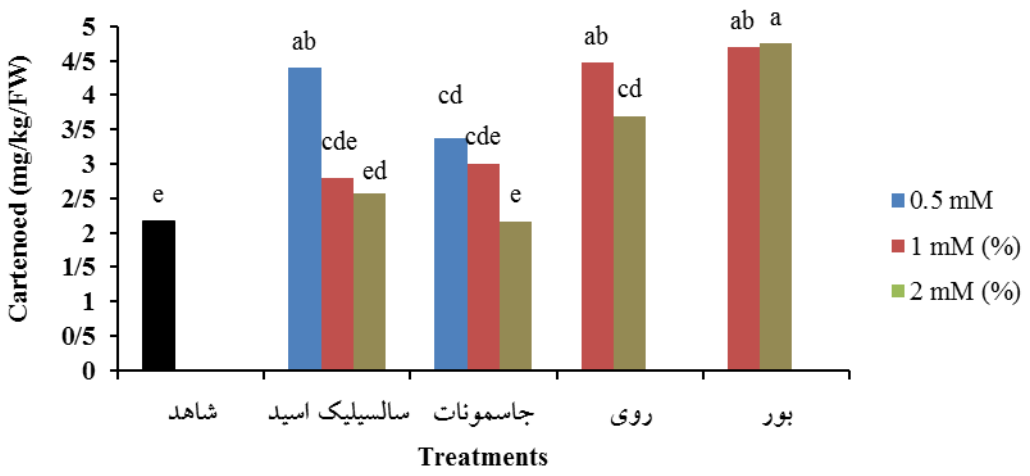
شکل ۱۰- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر کلروفیل کل در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.

(زنگانی و همکاران، ۱۳۹۳). محلول‌پاشی با روی در مریم‌گلی (*Salvia farinacea* L.) طول ساقه، طول گل آذین اصلی گیاه را افزایش داد (Kocon and Piquero, 2006). طبق گزارشی از Davis و همکاران (۲۰۰۳) محلول‌پاشی بور باعث افزایش ارتفاع بوته گوجه‌فرنگی شدند. مطالعات Sarware (۱۹۹٤) نشان داد که محلول‌پاشی عناصرغذایی بور و روی ارتفاع نیشکر را نسبت به شاهد افزایش داد.

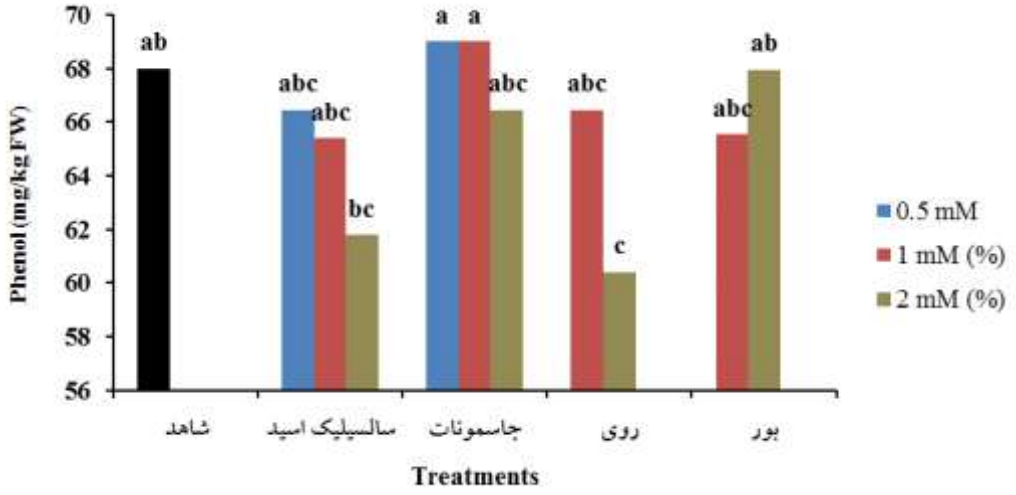
با توجه به نتایج، کمترین قطر گل در تیمار سالسیلیک اسید مشاهده شد. همچنین بالاترین غلظت متیل‌جاسمونات و بور باعث کاهش قطر گل در مقایسه با تیمار شاهد شدند. Hajizadeh و Aliloo (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد سالسیلیک اسید در غلظت پایین باعث افزایش قطر گل لیلیوم شده است. Serek (۱۹۹۲) اظهار داشت که کاربرد سالیسیلیک اسید سبب افزایش اندازه گل استکانی شده است. کاربرد سالیسیلیک اسید در گیاه اطلسی و بنفشه آفریقایی سبب افزایش قطر گل شد (Hajizadeh and Aliloo 2013) که با نتایج این آزمایش مطابقت نداشت.

نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر گلبرگ در سطح ۰/۵

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]



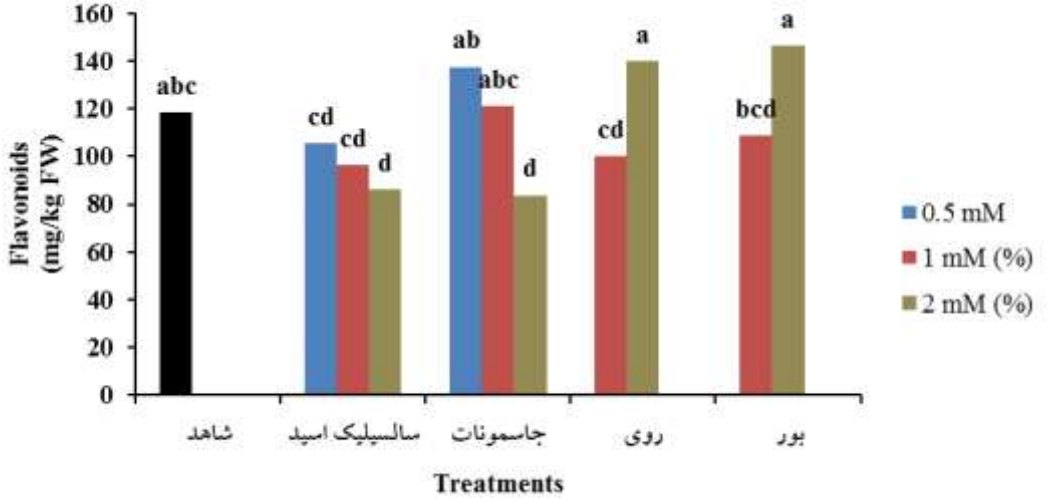
شکل ۱۱- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر کارتنوئید در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.



شکل ۱۲- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر فنول کل در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.

میلی‌مولار متیل‌جاسمونات مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد که جاسمونات‌ها با تسریع رشد ریشه در جذب آب موجب افزایش شاخص‌های رشدی گیاه نظیر سطح برگ و وزن تر و خشک گیاه می‌شود (Mandhanis *et al.*, 2006). با توجه به نتایج، تیمارهای متیل‌جاسمونات، روی و کمترین غلظت سالسیلیک اسید سبب افزایش قابل توجه وزن تر گلبرگ در مقایسه با شاهد شدند. متیل‌جاسمونات تأثیرات مثبتی روی صفات مورفولوژیکی گیاه از جمله وزن تر دارد. براساس مطالعات زنگانی و همکاران (۱۳۹۳)، مقدار تولید گل با افزایش سطح فتوسنتزکننده و تأثیرات مستقیم و تحریک‌کننده متیل‌جاسمونات در فرآیند گلدهی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) افزایش یافت. در گزارش (Closas *et al.*, 1999) تأثیر کاربرد متیل‌جاسمونات بر افزایش وزن تر گیاه کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.) را بیان کردند. نتایج این مطالعه با نتایج سایر مطالعات که تأثیر متیل‌جاسمونات بر وزن تر سیب‌زمینی شیرین (Kim *et al.*, 2005)، فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.) و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]



شکل ۱۳- تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر فلاونوئید در گل‌محمدی. علامت درصد (%) در راهنمای جدول مربوط به روی و بور است. علامت mM در راهنمای جدول مربوط به متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید است. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار است.

گیاه گوجه‌فرنگی و گیاه آویشن (Martin-Closas *et al*., 2003) را بررسی کردند، مطابقت داشت.

گزارش شد که نتایج محلول‌پاشی کود روی در مراحل رشد رویشی، بر گشنیز (*Coriandrum sativum*) و گل گاو زبان باغی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد و وزن تر گردید (Yadegari, 2013). نتـایج پژوهش‌های پیرزاد و همکاران (۱۳۹۲) بر گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum*) و سایر محققان حاکی از افـزایش وزن تر و عملکرد فلفـل (Broadley *et al*., 2007) و گوجـه‌فرنگـی (Boskabady *et al*., 2011)، حقیقی و همکاران (۲۰۱۶) روی گل محمدی، Nahed و Balba (۲۰۰۷) روی گیاه آفتابگردان و گیاه دارویی مریم‌گلی، Akhtar و همکاران (۲۰۰۹) روی نعناع فلفلی بود عناصر ریز مغذی با مساعدکردن شرایط عمومی گیاه منجر به افزایش عملکرد می‌گردد. طی پژوهشی که Shakirova و همکاران (۲۰۰۳) روی سالسیلیک اسید بر گندم انجام دادند دریافتند که غلظت پایین این ماده با افزایش تقسیم سلولی وزن تر گیاه را افزایش می‌دهد. طبق گزارش اعلایی (۱۳۹۰)، محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث افزایش چشمگیر وزن تر و بهبود کیفیت گل‌های رز شاخه بریده، گل آفتابگردان و بوته گل رز شده است که با نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر مطابقت دارد. با توجه به نتایج، کود بور سبب افزایش وزن تر گل‌ها شد اما در مقایسه با شاهد از نظر آماری تفاوتی نداشتند.

صفات فیتوشیمیایی: در شرایط استفاده از تیمار متیل جاسمونات در سطح ۰/۵ میلی‌مولار بیشترین مقدار ماده محلول جامد (٤/٥٧) در مقایسه با شاهد (۲/۳۲) مشاهده شد. در گزارشی میوه‌های توت‌فرنگی تیمارشده با متیل‌جاسمونات باعث افزایش میزان مواد جامد محلول شده است که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد (Creelman and Mullet, 1997). متیل‌جاسمونات با افزایش ظرفیت فتوسنتزی، میزان قندهای احیاکننده، سایر هیدرات‌های کربن و اسیدهای آلی را در میوه و گیاه تیمارشده افزایش می‌دهند. تحقیقات نشان داد که تیمار گیاهان با سالیسیلیک اسید با افزایش میزان فتوسنتز سبب افزایش تجمع کربوهیدرات می‌شود (Foukaraki and Terry, 2008). محلول‌پاشی سالسیلیک اسید سبب افزایش قابل توجهی در قندهای محلول در گیاه همیشه‌بهار (Moradi and Akbarpour, 2013) شد که با این نتایج مطابقت دارد.

کاربرد سالسیلیک اسید ممکن است مصرف متابولیک قندهای محلول را فعال نموده تا به‌وسیله‌ی آن، ساختارهای جدید سلولی را به‌منظور تحریک و تنظیم رشدونمو شکل دهد که به‌دنبال تنش اکسیداتیو سبب افزایش تجمع قند در برنج شد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

(Karimi *et al*., 2005).

آنتوسیانین‌ها و فنول‌ها متابولیت‌های ثانویه گیاهی است که از گیاه در برابر واکنش‌های فتودینامیک آسیب رساننده، با سرکوب‌کردن گونه‌های فعال اکسیژن، حفاظت می‌کند. مطالعه‌های انجام‌شده، مشخص کرده است که کاربرد ترکیب‌هایی که به‌طور طبیعی یافت می‌شوند، مانند متیل جاسمونات می‌تواند باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه شود (Krzyzanowska *et al*., 2012). براساس گزارشات Taheri و همکاران (۲۰۰۹) محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات در گل سوسن شرقی (*Nymphaea micrantha*) رقم سوربن بر ساخت رنگیزه آنتوسیانین و ارتباط آن با کیفیت و ماندگاری گل اثرات مطلوبی داشته است. براساس نتایج حاصل افزایش غلظت سالسیلیک اسید باعث کاهش مقدار آنتوسیانین شد. در پژوهشی واکنش گیاه مینا چمنی (*Bellis perennis* L.) از تیره کمپوزیته در پاسخ به تیمار سالیسیلیک اسید و میزان تجمع آنتوسیانین مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاکی از افزایش آنتوسیانین در گیاهان تیمارشده با غلظت‌های پایین سالیسیلیک اسید بود (خاوری‌نژاد و اسدی، ۱۳۸٦) که با این نتایج مطابقت دارد.

شواهد موجود نشان می‌دهند عنصر بور در انتقال کربوهیدرات‌ها و عملکرد غشاها نقش دارد (Taiz and Zeiger, 2010). کاهش مقدار کلروفیل و کاروتنوئیدها تحت تأثیر کمبور بور می‌تواند به‌دلیل اثر تخریبی رادیکال‌های آزاد اکسیژن که در غیاب بور انباشته می‌شوند و نیز نقش بور در حفظ پایداری غشاها باشد (Cakmak and Romheld, 1997).

تحقیقات Singh و Tiwari (۲۰۱۳) نشان داد کاربرد بور سبب افزایش کلروفیل در گیاه گوجه‌فرنگی شد. تحقیقات پیرزاد و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد محلول‌پاشی روی درگیاه دارویی آنیسون تأثیر مثبت و معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های فرعی این گیاه داشته است. مصرف عنصر روی میزان کلروفیل و فعالیت فتوسنتزی این گیاه را افزایش می‌دهد و سبب توسعه پوشش گیاهی و افزایش شاخه، برگ و عملکرد گیاه آنیسون شد (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۲). روی می‌تواند بر غلظت عناصر غذایی مؤثر در تشکیل کلروفیل یا عناصری که قسمتی از مولکول کلروفیل هستند مانند آهن و منگنز مؤثر باشد (kaya Higgs *et al*., 2003). مطالعات مختلف در ارتباط با تأثیر سالسیلیک اسید روی محتوای رنگیزه‌های کلروفیل a و b نتایج متفاوتی را نشان دادند. Fariduddin و همکاران (۲۰۰۳) به افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی با محلول‌پاشی سالسیلیک اسید روی کلزا (*Brassica napus*) اشاره کردند، درحالی‌که Moharekar و همکاران (۲۰۰۳) عدم تأثیر این ماده را روی گندم خاطر نشان نمودند. بنابراین، به‌نظر می‌رسد در گیاهان مختلف رنگدانه‌های فتوسنتزی پاسخ یکسانی به مصرف سالسیلیک اسید نداشته باشند. طبق نتایج، سالسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار باعث کاهش کلروفیل شد. محققین اظهار نموده‌اند که جاسمونیک اسید و متیل‌جاسمونات باعث بیان ژن‌های آنزیم‌های کلیدی در بیوسنتز کلروفیل از طریق تشکیل آمینولوولینیک اسید می‌گردد که محلول‌پاشی جاسمونیک اسید با فعال‌کردن آنزیم روبیسکو کربوکسیلاز سبب افزایش فتوسنتز و محتوای کلروفیل برگ‌های جو (*Hordeum vulgare*) شد (Popova *et al*., 2003).

با توجه به نتایج سایر مطالعات، غلظت‌های کم متیل‌جاسمونات، شاخص کلروفیل را افزایش داد، ولی افزایش غلظت این ماده بیش از ۵ میلی‌مولار موجب کاهش شاخص کلروفیل شد که احتمالاً استفاده از سالسیلیک اسید با جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های کلروفیل اکسیداز مانع تجزیه و درنتیجه افزایش کلروفیل و فعالیت آنزیم روبیسکو شده و از این طریق سبب افزایش میزان فتوسنتز کل می‌شوند (Mardani *et al*., 2010).

کاروتنوئیدها از جمله ترکیبات آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی هستند که می‌توانند در کاهش غلظت یون سوپراکسید نقش داشته و تشکیل رادیکال هیدروکسید را نیز کاهش دهند (Ghasemi Pirbalouti *et al*., 2012). افزایش بیشتر سالسیلیک اسید تا ۲ میلی‌مولار باعث کاهش بسیاری از پارامترهای رشد گردید که با گزارش مرادی و پورقاسمیان (۱۳۹۷) در گیاه همیشه‌بهار مطابقت داشت. سالسیلیک اسید در غلظت کم سبب افزایش میزان کاروتنوئیدها شد که این مسئله با مطالعات دیگر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

روی گل همیشه‌بهار (Ghasemi Pirbalouti *et al*., 2012) تفاوتی نداشت. همچنین مصرف سالیسیلیک اسید بر کارتنوئید گل ابری (*Ageratum conyzoides*) اثر مثبت داشت (زرگریان و همکاران، ۱۳۹۵).

کاربرد متیل‌جاسمونات سبب افزایش میزان کاروتنوئیدها در گیاهچه‌های ذرت و جو (Creelman and Mullet, 1997) و گیاه بلوبری شد (Tang *et al*., 2020) که با نتایج به‌دست‌آمده مطابقت دارد. افزایش غلظت روی باعث تجمع کارتنوئیدها در گیاهان مختلف شد (Song *et al*., 2015). در مطالعه‌ای، عنصر روی اثر قابل توجهی بر غلظت کارتنوئید گیاه گل گاوزبان باغی داشت (Yadegari, 2013). تحقیقات Singh و Tiwari (۲۰۱۳) نشان داد کاربرد بور سبب افزایش کلروفیل در گیاه گوجه‌فرنگی شد. گزارش Papadakis و همکاران (۲۰۰٤) نشان داد که در نارنگی‌های پیوندشده بر روی دو پایه مختلف استفاده از بور باعث افزایش کارایی فتوسنتز و افزایش کلروفیل و کارتنوئید می‌شود که ممکن است به فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی مرتبط باشد.

با توجه به نتایج، بیشترین میزان فنول با استفاده از تیمار متیل‌جاسمونات (یک و دو میلی‌مولار) به‌دست آمد. در گزارش Heredia و Cisneros (۲۰۰۹) بیان شد که کاربرد متیل‌جاسمونات باعث افزایش مقدارترکیبات فنولی در برخی از گیاهان نظیر سیب‌زمینی (*solanum tuberosum*)، سیب قرمز (*Malus domestica*) و لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris*) شد که این یافته‌ها نتایج حاصل از پژوهش حاضر را مبنی بر اثر تیمار متیل‌جاسمونات بر مقدار فنول تأیید می‌نمایند. همچنین طی گزارشی، متیل‌جاسمونات باعث افزایش محتوای ترکیبات فنولی در مارچوبه (Reyes and Cisneros Zevallos, 2003) و گل همیشه‌بهار (Moosavi, ۲۰۱۱) شده است که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

محققین علت افزایش ترکیبات فنولی در تیمار با جاسمونات‌ها را، اثر این ماده بر فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) و افزایش فعالیت این آنزیم ذکر نموده‌اند. از آنجا که این آنزیم یک آنزیم کلیدی در بیوسنتز همه ترکیبات فنولی است، به‌نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر نیز تغییر فعالیت این آنزیم یکی از دلایل افزایش مقدار ترکیبات فنولی در بوته‌های گل محمدی باشد. هر چند در این مطالعه فعالیت PAL اندازه‌گیری نشد، اما افزایش احتمالی فعالیت PAL و دیگر آنزیم‌های درگیر در مسیر شیکمات می‌تواند از دلایل احتمالی افزایش ترکیبات فنولی در این مطالعه باشد (Basilio Heredia and Luis, 2009). مطالعات نشان داد رابطه مثبتی بین محتوی فنول کل و فعالیت آنتی‌آکسیدانی آن‌ها وجود دارد (Ghasemzadeh *et al*., 2010). در مورد مکانیسم اثر روی در افزایش میزان فلاونوئید کل می‌توان گفت که محلول‌پاشی روی باعث فعالسازی آنزیم‌های چالکون ایزومراز (CHI) و چالکون سنتاز (CHS) می‌شود که از آنزیم‌های کلیدی در مسیر بیوسنتز ترکیبات فلاونوئیدی هستند و در نتیجه میزان فلاونوئید کل افزایش می‌یابد. همچنین فلز روی با افزایش بیان ژن‌های VvCHS، VvFLS4، VvMYBF1 باعث افزایش بیشتر ترکیبات فلاونوئیدی می‌شوند (Song *et al*., 2015). نتایج گزارش‌های Song و همکاران (۲۰۱۵) نیز در خصوص افزایش میزان فلاونوئید کل در اثر محلول‌پاشی با سولفات روی با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

در تیمار گیاه مینا چمنی (*perennis Bellis*) با افزایش غلظت سالیسیلک اسید، کاهش معنی‌داری بر میزان فلاونوئید نسبت به شاهد مشاهده شد (Patel and Krishnamurthy, 2013) که نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر، با نتایج این محققان مطابقت داشت. بیشترین غلظت سالسیلیک اسید و متیل‌جاسمونات باعث کاهش میزان فلاونوئید گل محمدی شد. در کل، افزایش غلظت ترکیبات فنولی به‌طور مستقیم میزان توانایی عصاره‌های مختلف را در مهار رادیکال‌های آزاد افزایش می‌دهد. در غلظت‌های بالاتر ترکیبات فنولی، به‌دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش است که احتمالاً هیدروژن به رادیکال‌های آزاد و به‌دنبال آن قدرت مهار کنندگی فنول‌ها به‌دلیل گروه‌های هیدروکسیل (-OH) و گروه‌های قابل تعویض متوکسی ($-OCH_3$) در مولکول‌هاست (Cai *et al*., 2006).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه به خوبی نشان داد که استفاده از تیمارهای تغذیه‌ای و متیل‌جاسمونات می‌تواند نقش قابل توجهی بر صفات کمی و کیفی گل محمدی داشته باشد. با توجه به نتایج تیمار سالسیلیک اسید (۱ و ۲ میلی‌مولار)، متیل‌جاسمونات (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و روی یک در هزار باعث افزایش میزان ماده محلول جامد گلبرگ شدند. همچنین تیمار بور (۱ و ۲ در هزار)، روی دو در هزار و متیل‌جاسمونات یک میلی‌مولار باعث افزایش کلروفیل برگ شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای روی، بور، سالسیلیک اسید (۰/۵۰ میلی‌مولار) و متیل جاسمونات (۰/۵۰ میلی‌مولار) باعث افزایش کارتنوئید برگ شدند. با توجه به نتایج تیمارهای متیل‌جاسمونات، روی و سالسیلیک اسید (۰/۵ میلی‌مولار) باعث افزایش وزن تر گلبرگ شدند. تیمار متیل‌جاسمونات (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار)، روی و بور یک در هزار باعث افزایش ارتفاع بوته‌ها شدند. نتایج همچنین نشان داد که تیمارهای سالسیلیک اسید (۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار)، متیل‌جاسمونات ۲ میلی‌مولار و بور ۲ در هزار باعث کاهش قطر گل شدند. با توجه به نتایج بیشترین و کمترین میزان فنول به‌ترتیب با استفاده از تیمار متیل‌جاسمونات (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و روی ۲ در هزار مشاهده شد. افزایش غلظت تیمار بور و روی باعث افزایش میزان فلاونوئید گلبرگ شد. همچنین کمترین میزان فلاونوئید در بیشترین غلظت تیمار متیل‌جاسمونات و سالسیلیک اسید مشاهده شد. به‌طورکلی بیشترین تأثیر بر افزایش گل تیمارهای متیل‌جاسمونات، بور و روی داشتند. همچنین کمترین میزان آنتی‌اکسیدان در گل‌های محلول‌پاشی‌شده با روی مشاهده شد.

منابع

پیرزاد، ع. ر.، طوسی، پ. و درویش‌زاده، ر. (۱۳۹۲) اثر محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون. مجله علوم زراعی ایران ۱۵: ۳۲-۱۲.

حقیقی، م.، حسن‌پور اصیل، م. و عباس‌زاده، ب. (۱۳۹۵) تأثیر نانو کلات آهن بر کمّیت و کیفیت اسانس گل‌محمدی (*Rosa damascena* Mill). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۲: ۱۴۷-۱۳۸.

خاوری‌نژاد، ر. و اسدی، ا. (۱۳۸۶) بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر میزان برخی از متابولیت های ثانویه (ساپونین‌ها و آنتوسیانین‌ها) و القا مقاومت ضدمیکروبی در گیاه دارویی (*Bellis perennis* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۵: ۵۸۶-۵۵۳.

زرگریان، م.، نعمتی، ح.، سیاوش‌پور، ب. و نعمتی، ح. (۱۳۹۵) اثر اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گل‌های بستری خانواده آفتابگردان تحت شرایط کم آبی. علوم و صنایع کشاورزی ۳۰ :۱۶۲-۱۵۱.

زنگانی، ا.، سلیمی، ف.، شکاری، ف. و عظیمی، م. (۱۳۹۳) بررسی تأثیر کاربرد متیل جاسمونات در بهبود مقاومت به شوری از طریق تغییر برخی خصوصیات مورفولوژیک در بابونه آلمانی. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ٤: ۱۳۰-۱۲۳.

مرادی، ن. و پورقاسمیان، ن. (۱۳۹۷) اثر سالیسیلیک اسید بر کاهش اثرهای منفی تنش خشکی در گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.). مجله دانش آب و خاک ۳: ۲۸-۱۵.

ملکوتی، م. ج.، کشاورز، پ. و کریمیان، ن. (۱۳۸۷) روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران.

ملکوتی، م. ج.، و تهرانی، م. م. (۱۳۷۹) نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی" عناصرخرد با تأثیر کلان". چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Akhtar, N., Sarker, M. A. M., Akhter, H. and Nada, M. K. (2009) Effect of planting time and micronutrient as zinc chloride on the growth, yield and oil content of Mentha piperita. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research 44: 125-130.

Ataei, N., Moradi, H. and Akbarpour, V. (2013) Growth parameters and photosynthetic pigments of marigold under stress induced by jasmonic acid. Notulae Scientia Biologicae 5: 513-517.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

Bahirat, J. B. and Jadhav, H. G. (2011) To study the cost, returns and profitability of rose production in Satara district, Maharashtra. Asian Journal of Horticulture 6: 313-315.

Boskabady, M. H., Shafei, M. N., Saberi, Z. and Amini, S. (2011) Pharmacological effects of *Rosa damascena*. Iranian Journal of Basic Medical Sciences 14: 295.

Bourtoom, T. (2008) Edible films and coatings: characteristics and properties. International Food Research Journal 15: 237-248.

Broadley, M. R., White, P. J., Hammond, J. P., Zelko, I. and Lux, A. (2007) Zinc in plants. New Phytologist 173: 677-702.

Cai, Y. Z., Sun, M., Xing, J., Luo, Q. and Corke, H. (2006) Structure–radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. Life Sciences 78: 2872-2888.

Cakmak, I. and Romheld, V. (1997) Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. Plant and Soil 193:71-83.

Clairmont, K. B., Hagar, W. G. and Davis, E. A. (1986) Manganese toxicity to chlorophyll synthesis in tobacco callus. Plant Physiology 80: 291-293.

Closas, R., Gonzalez, C. A., Agudo, A. and Riboli, E. (1999) Intake of specific carotenoids and flavonoids and the risk of gastric cancer in Spain. Cancer Causes and Control 10: 71-75.

Creelman, R. A. and Mullet, J. E. (1997) Biosynthesis and action of jasmonates in plants. Annual Review of Plant Biology 48: 355-381.

Davis, J. M., Sanders, D. C., Nelson, P. V., Lengnick, L. and Sperry, W. J. (2003) Boron improves growth, yield, quality, and nutrient content of tomato. Journal of the American Society for Horticultural Science 128: 441-446.

El-Fouly, M. M., Mobarak, Z. M. and Salama, Z. A. (2011) Micronutrients (Fe, Mn, Zn) foliar spray for increasing salinity tolerance in wheat *Triticum aestivum* L. African Journal of Plant Science 5: 314-322.

Emongor, V. (2007) Gibberellic acid (GAs) influence on vegetative growth, nodulation and yield. Journal of Agronomy 6: 509-517.

Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. (2003) Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41: 281-284.

Foukaraki, S. G., Terry, L. A., Pompodakis, N. E., Papadimitriou, M. D. and Lydakis, D. E. (2009) Effect of methyl jasmonate vapour treatment and sucrose solutions on vase life and non-structural carbohydrate concentration in petals of cut 'First Red' roses. Acta Horticulturae 847: 179-184.

Ghasemi Pirbalouti, A., Rahimmalek, M. and Hamedi, B. (2012) Effect of foliar application of jasmonic acid (JA) on essential oil yield and its compositions of *Thymus daenensis* Celak. Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs) 3: 75-80.

Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. and Rahmat, A. (2010) Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Molecules 15: 4324-4333.

Hajizadeh, H. S. (2015) The effect of 5-sulfo salicylic acid application during pre-and postharvest on quality of lilium (*Lilium longiflorum*) cut flowers. In III International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals 1131: 49-56.

Hajizadeh, H. S. and Aliloo, A. A. (2013) The effectiveness of pre-harvest salicylic acid application on physiological traits in lilium (*Lilium longiflorum* L.) cut flower. International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences 1: 344.

Hakimi, A. M. A. (2008) Effect of salicylic acid on biochemical changes in wheat plants under khat leaves residues. Plant Soil Environ 54: 288-293.

Haslett, B. S., Reid, R. J. and Rengel, Z. (2001) Zinc mobility in wheat: uptake and distribution of zinc applied to leaves or roots. Annals of Botany 87: 379-386.

Heredia, J. B. and Cisneros-Zevallos, L. (2009) The effect of exogenous ethylene and methyl jasmonate on pal activity, phenolic profiles and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota*) under different wounding intensities. Postharvest Biology and Technology 51: 242-249.

Karimi, G., Ghorbanli, M., Heidari, H., Nejad, R. K. and Assareh, M. H. (2005) The effects of NaCl on growth, water relations, osmolytes and ion content in *Kochia prostrata*. Biologia Plantarum 49: 301-304.

Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H. and Tas, I. (2003) Mycorrhizal colonisation improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) grown under well-watered and water-stressed conditions. Plant and Soil 253: 287-292.

Kim, H. J., Chen, F., Wang, X. and Rajapakse, N. C. (2005) Effect of chitosan on the biological properties of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 3696-3701.

Kocon, L. and Piquero, T. (2006) Les aerogels et les structures alveolaires: Deux exemples de mousses de carbone. L'Actualite Chimique, 96: 119-123.

Krzyzanowska, J., Czubacka, A., Pecio, L., Przybys, M., Doroszewska, T., Stochmal, A. and Oleszek, W. (2012) The effects of jasmonic acid and methyl jasmonate on rosmarinic acid production in *Mentha* × *piperita* cell suspension

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

cultures. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (pctoc) 108: 73-81
Kudori, M. R., Rahmani, G., Tabaei-Aghdaei, S. R., Zeidabadi, D. D., Khoshroo, S. M. R. and Yazdi, M. S. (2015) Variation in flower yield and morpholpgical characteristics of damask rose. Jouranl of Applied Environmental and Biological Sciences 5: 208-216.
Loghmani-Khouzani, H. (2007) Essential oil composition of *Rosa damascena* Mill cultivated in central Iran. Scientia Iranica 40: 21-27.
Mandhanis, S., Madan, S. and Whney, V. (2006) Antioxidant defense mechanism under salt stress in wheat seedling. Journal of Biological Plantarum 52: 22-27.
Mardani, H., Bayat, H. and Azizi, M. (2010) Effect of foliar spray of salicylic acid on morphological and physiological properties cucumber seedling (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) under drought stress conditions. Journal of Horticultural Science 25: 320-326.
Martin-Closas, L., Toro, F. J., Calvo, G. and Pelacho, A. M. (2003) Effect of methyl jasmonate on the first developmental stages of globe artichoke. In V International Congress on Artichoke 660: 185-190.
Moharekar, S. T., Lokhande, S. D., Hara, T., Tanaka, R., Tanaka, A. and Chavan, P. D. (2003) Effect of salicylic acid on chlorophyll and carotenoid contents of wheat and moong seedlings. Photosynthetica 41: 315.
Moosavi, A. (2011) Effect of spraying jasmonic acid on phytochemical peroperties Marigold. M.Sc.Thesis, Agricultural Engineering-Medicinal Phant. Islamic Azad University of Sharekord, Sharekord.
Moradi, H. and Akbarpour, V. (2013) Growth parameters and photosynthetic pigments of marigold under stress induced by jasmonic acid. Notulae Scientia Biologicae 5: 513-517.
Nahed, G. A. and Balbaa, L. K. (2007) Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. Journal of Applied Sciences Research 3: 1479-1489.
Ordonez, K., Fujikawa, K., Yahara, K. and Nakamura, T. (2006) Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry 40: 945-948.
Patel, H. and Krishnamurthy, R. (2013) Elicitors in plant tissue culture. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2: 60-65.
Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A. (2003) Salicylic acid: Properties, biosynthesis and physiological role. Bulgarian Journal of Plant Physiology 23: 85-93.
Reyes, L. F. and Cisneros-Zevallos, L. (2003) Wounding stress increases the phenolic content and antioxidant capacity of purple-flesh potatoes (*Solanum tuberosum* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 5296-5300.
Rui-Chi, P. and Huang-Qing, G. (2001) Effect of methyl jasmonate on the growth and drought resistance in peanut seedlings. Acta Botanica SInica 43: 578-585.
Sarwar, E., Arias, D., Becerra, B. J. and Becerra, M. B. (2015) Sociodemographic correlates of dietary practices among Asian-Americans: Results from the California Health Interview Survey. Journal of Racial and Ethnic Health Disparities 2: 494-500.
Sarware, G. (1994) Yield and quality of sugarcane (*Saccarum Officinarum* L.) as affected by micronutrient application. PhD Thesis, Sindh Agriculture University, Tendo Jam, Pakistan.
Serek, M. (1992) Does salicylic acid affect the postharvest characteristics of Campanula. Gartenbauwissenschaft 57: 112-114.
Singh, H. M. and Tiwari, J. K. (2013) Impact of micronutrient spray on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Hort Flora Research Spectrum 2: 87-89.
Song, C. Z., Liu, M. Y., Meng, J. F., Chi, M., Xi, Z. M. and Zhang, Z. W. (2015) Promoting effect of foliage sprayed zinc sulfate on accumulation of sugar and phenolics in berries of *Vitis vinifera* cv. Merlot growing on zinc deficient soil. Molecules 20: 2536-2554
Song, C. Z., Liu, M. Y., Meng, J. F., Chi, M., Xi, Z. M. and Zhang, Z. W. (2015) Promoting effect of foliage sprayed zinc sulfate on accumulation of sugar and phenolics in berries of *Vitis vinifera* cv. Merlot growing on zinc deficient soil. Molecules 20: 2536-2554.
Taheri, M., Gandomkar, A. and Tadayon, M. S. (2009) Nutritional disorders, determination of quality indices and optimum levels of nutrients in fruits grown on the calcareous soils of Iran. Soil and Water Research Institute, Sana Publication 319-325.
Taiz, L. and Zeiger, E. (2010) Plant Physiology. 5th Ed. Publisher Underland, Massachusetts, Sinaur Associated. Inc.
Tang, X., An, B., Cao, D., Xu, R., Wang, S., Zhang, Z., Liu, X. and Sun, X. (2020) Improving photosynthetic capacity, alleviating photosynthetic inhibition and oxidative stress under low temperature stress with exogenous hydrogen sulfide in blueberry seedlings. Frontiers in Plant Science 11.
Wang, L. J., Fan, L., Loescher, W., Duan, W., Liu, G. J., Cheng, J. S. and Li, S. H. (2010) Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under heat stress and accelerates recovery in grapevine leaves. BMC Plant Biology 10: 34.
Westfall, C. S., Muehler, A. M. and Jez, J. M. (2013) Enzyme action in the regulation of plant hormone responses. Journal of Biological Chemistry 288: 19304-19311.
Yadegari, M. (2013) Effect of foliar application of Fe, Zn, Cu and Mn on yield and essential oils of Borago officinalis. Journal of Applied Science Agricultural 8: 568-575.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]

Methyl jasmonate, salicylic acid, zinc and boron application on the quantitative and qualitative characteristics of *Rosa damascena Mill*

Moheddesse Taheri[1], Somayeh Rastegar[*1] and Akbar karami[2]
[1] Departments of Horticulture, College of Agriculture, University of Hormozgan
[2] Departments of Horticulture, College of Agriculture, Shiraz University
(Received: 02/06/2020, Accepted: 28/07/2020)

Abstract

In order to investigate the effect of methyl jasmonate and salicylic acid hormones and zinc and boron elements on the quantitative and qualitative characteristics of Rosa damascena Mill, an experiment was conducted as a randomized complete block design with 11 treatments in 4 replications in Jahrom city of Fars province. In this experiment, different concentrations of methyl jasmonate and salicylic acid (0.5, 1 and 2 mM) and different concentrations of zinc and boron (1 and 2 per thousand) one month before flowering in two spray stages (ten days apart). The control plants were sprayed with distilled water. At the time of flower harvest, different morphological and physiological traits of the plants were evaluated. Based on the obtained results, methyl jasmonate (0.5 and 1 mM), zinc and boron increased the plant height by one per thousand. Methyl jasmonate and zinc treatments at both levels and 1 mM salicylic acid increased the fresh weight of the petals. Based on the obtained results, the treatment of salicylic acid (1 and 2 mM), methyl jasmonate (0.5 and 1 mM) and zinc by one per thousand increased the solute content of the petals. The highest chlorophyll was observed in boron treatment 1 per thousand. Also, boron treatment (1 and 2 per thousand), zinc 2 per thousand and 1 mM methyl jasmonate increased leaf chlorophyll. Petal carotenoids were also affected by different treatments of zinc, boron and the lowest concentrations of salicylic acid (0.5 mM) and methyl jasmonate (0.5 mM). Increasing the concentration of zinc and salicylic acid significantly reduced the amount of phenol in the flower. In general, methyl jasmonate treatment was superior to other treatments due to its greater effect on most of the studied traits. Therefore, the use of this treatment in rose gardens is recommended.

Keywords: *Rosa damascena* Mill, Methyl jasmonate, Zinc, Salicylic acid, Boron

Corresponding author, Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.17.6]