به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۷ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۴
صفحه‌های ۶۸۲-۶۷۱

اثر تنظیم‌کنندهٔ رشد متیل جاسمونات بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد میوهٔ طالبی رقم 'سمسوری'

مهدی نظریان[۱]، محمدجواد آروین[۲] و شیما حسن‌زاده فرد[۳]*

۱و۳. کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲. استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۷/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تنظیم‌کنندهٔ رشد متیل جاسمونات بر ویژگی‌های رشد، تعداد میوه و مقدار محصول در طالبی رقم 'سمسوری'، آزمایشی در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان در تابستان ۱۳۹۱ اجرا شد. طالبی رقم 'سمسوری' به‌دلیل داشتن ویژگی‌های مطلوب در سطح وسیعی در ایران کشت می‌شود و به همین دلیل افزایش کمیت و کیفیت میوهٔ آن ضروری به‌نظر می‌رسد. برخی تنظیم‌کننده‌های رشد شامل متیل جاسمونات در غلظت‌های مناسب، قادرند رشد گیاه و عملکرد میوه را تحت تأثیر قرار دهند. به همین منظور، اثر غلظت‌های صفر، ۲/۵ و ۵ میکرومولار آن به‌صورت خیساندن بذر، محلول‌پاشی در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی، مرحلهٔ بعد از تشکیل میوه و ترکیب این تیمارها برای هر غلظت، بر رشدونمو و محصول میوهٔ طالبی رقم 'سمسوری' زودرس ورامین در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه باهنر کرمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. نتایج نشان داد که برای بهبود اکثر پارامترهای رشد و عملکرد، دست‌کم دو مرحله تیمار با متیل جاسمونات ضروری است. مؤثرترین تیمار، غلظت ۵ میکرومولار متیل جاسمونات در هر سه مرحله بود که در مقایسه با شاهد سبب کاهش درصد نشت یونی (۴۲ درصد) و افزایش پارامترهای رطوبت نسبی برگ (۳۲ درصد)، شاخص کلروفیل (۴۵ درصد)، وزن تر بوته (۳۸ درصد)، وزن تر ریشه (۴۰ درصد)، ضخامت گوشت (۳۳ درصد)، عملکرد میوه در حالت دو میوه در بوته (۲۴ درصد) و در حالت سه میوه در بوته (۱۹ درصد) شد؛ ولی بر سفتی پوست و سفتی گوشت تأثیری نداشت. ازاین‌رو این رقم می‌تواند حداقل سه میوه در بوته را بدون کاهش میانگین عملکرد هر میوه تولید کند.

کلیدواژه‌ها: پارامترهای رشد، جاسمونات، طالبی، عملکرد، محلول‌پاشی.

* نویسنده مسئول Email: shima.hassanzadehfard3@yahoo.com

۱. مقدمه

طالبی[1] از گیاهان تیرهٔ کدوسانان[2] است [۱]. براساس گزارش سال ۲۰۱۱ سازمان خواربار و کشاورزی[3]، تولید سالیانهٔ طالبی حدود ۱۳ میلیون تن است [۱۳]. تولید طالبی در ایران ۷۱۷ هزار تن و سطح زیرکشت آن ۵۵ هزار هکتار است. خانوادهٔ کدوییان از نظر اقتصادی اهمیت فراوانی دارند و سالانه بیش از ۶۰۰ میلیون تن و حدود ۱۴ درصد تولید جهانی سبزی‌ها را شامل می‌شوند. هندوانه مقام سوم، و خیار مقام پنجم، طالبی مقام هفتم و کدوها مقام هشتم را در بین سبزی‌ها دارند [۲۱]. طول دورهٔ رویش طالبی ۸۰ تا ۱۰۰ روز است و برای رشد بهینه به آب‌وهوای گرم و آفتابی، خاک عمیق، بافت به نسبت سبک، متخلخل و اسیدیتهٔ بین ۵ تا ۷ نیاز دارد [۳].

هورمون‌های گیاهی عوامل بسیار مهمی در تکمیل فعالیت‌های نموی به‌شمار می‌روند و اغلب به‌عنوان فیتوهورمون شناخته می‌شوند که به‌طور معمول در بافت‌های مریستمی و جوان ساخته می‌شوند [۸]. جاسمونات‌ها یکی از جدیدترین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند [۷]. جاسمونیک اسید و متیل استر آن (متیل جاسمونات[4])، ترکیبات مشتق از سیکلوپنتان لینولنیک اسید هستند [۱۲]. اطلاعات اندکی دربارهٔ بیوسنتز جاسمونات‌ها وجود دارد، ولی بافت‌های نوک ساقه، برگ‌های جوان، میوه‌های نابالغ، نوک ریشه [۷]، گل‌ها، بافت پریکارپ و ... ، مقدار زیادی جاسمونات دارند [۱۲].

در فلفل شیرین، محلول‌پاشی متیل جاسمونات با غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، موجب افزایش ۱۵ تا ۴۰ درصدی عملکرد شد [۲۰]. در خیار متیل جاسمونات در غلظت ۰/۲ میکرومولار در ترکیب با کود نیترات پتاسیم سبب کاهش شاخص کلروفیل و افزایش مواد جامد محلول، کیفیت میوه، اجزای عملکرد و عملکرد کل شد [۱۸]. کاربرد این ماده در کدو نیز رشد کوتیلدون‌ها را افزایش داد [۳۱]. خیساندن بذر فلفل در محلول متیل جاسمونات با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و بهبود استقرار دانهال‌ها تحت تنش شوری شد [۲۸]. محلول‌پاشی گیاهان یام چینی با ۵ تا ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر متیل جاسمونات، عملکرد غده‌ها را حدود ۱۵ تا ۴۰ درصد افزایش داد [۱۶]. تاکنون گزارشی دربارهٔ اثر جاسمونات‌ها بر رشدونمو و مقدار محصول میوهٔ طالبی مطرح نشده است.

هدف پژوهش حاضر، ارزیابی اثر این ماده بر رشد، تعداد میوه‌های تشکیل‌شده و عملکرد میوهٔ طالبی رقم 'سمسوری' زودرس ورامین در مزرعه بود.

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنظیم‌کنندهٔ رشد متیل جاسمونات بر ویژگی‌های رشد، تعداد میوه و مقدار محصول در طالبی رقم 'سمسوری'، آزمایشی در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان (۱۷۵۴ متر ارتفاع از سطح دریا و طول و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه و ۶ درجه و ۵۷ دقیقه) در تابستان ۱۳۹۱ اجرا شد. کرمان دارای آب‌وهوای خشک با میانگین بارش ۱۵۲/۹ میلی‌متر در سال، میانگین دمای سالانه ۱۵/۸ درجهٔ سانتی‌گراد و ۱۷۷ روز یخبندان سالانه است.

برای آماده‌سازی زمین، ابتدا زمین به‌خوبی شخم زده و تسطیح شد؛ سپس برای تقویت زمین و تأمین عناصر مورد نیاز اولیهٔ گیاه ۲۰۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم به زمین داده شد و به کمک دیسک با خاک کاملاً مخلوط شد.

1. *Cucumis melo*. L. var. reticulatus
2. Cucurbitaceae
3. FAO
4. Methyl Jasmonate

جدول ۱. خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعهٔ استفاده‌شده در آزمایش

بافت خاک	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	میزان اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	کلسیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)
شنی لومی	۶/۸	۲۷	۶۵	۷/۵	۳/۹	۰/۰۳	۶/۹۲	۲۸۷/۶	۴۸۱/۵	۰/۷۶

پس از تهیهٔ زمین اقدام به احداث پشته‌هایی به عرض ۲/۵ متر (که در دو طرف پشته‌ها، بوته‌های گیاه طالبی کشت شدند) و طول ۱۰ متر شد. به‌منظور جلوگیری از رشد علف‌های هرز و کاهش تبخیر، پس از احداث پشته، کف جوی‌ها با مالچ پلاستیکی پوشانده شد، به‌نحوی که مالچ‌ها از دو طرف تا روی پشته زیر خاک قرار گرفتند؛ سپس در لبهٔ پشته پلاستیک به‌اندازهٔ قطر گوده کشت سوراخ و گوده‌های کشت به عمق ۵ سانتی‌متر حفر شد. چهار بذر که ۲۴ ساعت در محلول متیل جاسمونات و آب مقطر (به‌عنوان تیمار شاهد) خیسانده شده بودند، در هر گوده در دو طرف پشته با فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر (۱/۶ بوته در مترمربع) کشت شدند.

طی یک مرحله تنک کردن، یک بوته در هر گوده کشت نگه داشته شد. آبیاری به‌صورت جوی و پشته‌ای در اوایل رشد هفته‌ای دو بار و در اواسط رشد، هر هشت روز یک بار صورت گرفت. هر کرت آزمایشی به طول ۱۰ متر و فاصلهٔ بین بوته‌ها ۵۰ سانتی‌متر، شامل ۲۰ بوته بود. روی ۱۰ بوته دو میوه و ۱۰ بوته دیگر نیز سه میوه نگهداری شد. ۴۰ روز پس از کاشت بذر، کود کامل (۴۰-۱۰-۱۰) به‌صورت سرک به گیاهان داده شد و برای مبارزه با مگس خربزه به‌محض ظهور میوه‌ها دو مرتبه سم‌پاشی با دیازینون یک در هزار (۶۰ و ۷۰ روز پس از کاشت) انجام گرفت. جمع‌آوری داده‌ها نیز در مرحلهٔ دانهالی (شش تا هفت‌برگی) (شاخص کلروفیل، محتوای آب نسبی برگ، درصد نشت یونی) و بعد از تشکیل اولین میوه (شاخص کلروفیل، محتوای آب نسبی برگ، درصد نشت یونی، وزن تر بوته، وزن تر ریشه، عملکرد میوه، ضخامت گوشت، سفتی پوست و سفتی گوشت) انجام گرفت.

۱.۲. محتوای آب نسبی برگ

برای اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ از قسمت‌های بین رگبرگ‌های برگ به‌وسیلهٔ پانچ به قطر ۳ میلی‌متر، پنج قسمت جدا شد و پس از وزن کردن آنها وزن تر[1] به‌دست آمد. سپس قسمت‌های جداشده در آب مقطر قرار گرفت و پس از پنج ساعت وزن اندازه‌گیری‌شده، وزن تورژسانس[2] محسوب شد. نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۴۵ دقیقه برای تعیین وزن خشک[3] قرار داده شدند و مقدار رطوبت نسبی[4] از فرمول ۱ لویت محاسبه شد [۳۳]:

$$RWC = FW - DW / TW - DW \times 100 \quad (1)$$

۲.۲. نشت یونی

برای به‌دست آوردن نشت یونی برگ‌ها، از قسمت بین رگبرگ‌ها و لبهٔ برگ قسمت‌هایی با وزن ۰/۱ گرم جدا شد

1. FW
2. TW
3. DW
4. RWC

و در یک ظرف سربسته در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و نشت یونی اولیهٔ[1] آن توسط دستگاه سنجش هدایت الکتریکی خوانده شد و این ظرف‌ها ۲۴ ساعت در فریزر گذاشته شده و به اتاق معمولی منتقل شدند تا به تعادل حرارتی برسند و سپس نشت یونی ثانویه[2] خوانده شده و نشت یونی[3] از رابطهٔ زیر محاسبه شد [۲۲]:

$$EL= EC_1/EC_2 \qquad (۲)$$

۳.۲. شاخص کلروفیل

برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل از دستگاه کلروفیل‌متر ساخت شرکت مینولتای ژاپن استفاده شد. برای این منظور، از هر واحد آزمایشی در موقعیت یک‌سوم بالایی گیاه انتخاب شد و در قسمت وسط برگ اندازه‌گیری انجام گرفت.

۴.۲. سفتی گوشت، سفتی پوست و ضخامت گوشت

برای اندازه‌گیری سفتی پوست، سفتی گوشت و ضخامت گوشت ۳۰ میوه در تیمار (۱۰ طالبی در تیمار و تکرار) انتخاب شد. برای تعیین سفتی گوشت و سفتی پوست به‌وسیلهٔ پنترومتر مدل GY2 با قطر ۸/۱ سانتی‌متر ساخت چین اندازه‌گیری شد؛ به این صورت که میلهٔ پنترومتر تا قسمت شکاف روی میله، وارد گوشت میوه شد و سپس عدد روی صفحه خوانده شد. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

تیمارها شامل خیساندن بذر، محلول‌پاشی در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی و بلافاصله پس از تشکیل میوه و ترکیب این تیمارها با غلظت‌های ۲/۵ و ۵ میکرومولار متیل جاسمونات به‌همراه یک تیمار شاهد بود (جدول ۲). آنالیز داده‌ها براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار برای همهٔ پارامترها، به‌جز عملکرد میوه و میانگین وزن میوه در بوته بر روی بوته‌های دومیوه‌ای صورت گرفت، ولی برای تعیین اثر تیمارهای شیمیایی بر عملکرد میوه و میانگین وزن میوه در بوته، آنالیز براساس طرح اسپلیت پلات (تیمارهای شیمیایی به‌عنوان پلات اصلی و تعداد میوه به‌عنوان پلات فرعی) انجام گرفت.

جدول ۲. تیمارهای اعمال‌شده در آزمایش

ترکیب‌های تیمارهای به‌کاررفته **MJ (µM)**	خیساندن بذر	محلول‌پاشی در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی	محلول‌پاشی بعد از تشکیل میوه
شاهد (خیساندن بذر در آب)	۰	۰	۰
خیساندن بذر در محلول ۲/۵ میکرومولار	۲/۵	۰	۰
افشاندن در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی با محلول ۲/۵ میکرومولار	۰	۲/۵	۰
افشاندن بعد از تشکیل میوه با محلول ۲/۵ میکرومولار	۰	۰	۲/۵

۱. EC1
۲. EC2
۳. EL

ادامهٔ جدول ۲. تیمارهای اعمال‌شده در آزمایش

ترکیب‌های تیمارهای به‌کاررفته **MJ (µM)**	خیساندن بذر	محلول‌پاشی در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی	محلول‌پاشی بعد از تشکیل میوه
خیساندن بذر در محلول ۲/۵ میکرومولار + اسپری در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی با محلول ۲/۵ میکرومولار	۲/۵	۲/۵	۰
خیساندن بذر در محلول ۲/۵ میکرومولار + اسپری بعد از تشکیل میوه با محلول ۲/۵ میکرومولار	۲/۵	۰	۲/۵
افشاندن در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی با محلول ۲/۵ میکرومولار + افشاندن بعد از تشکیل میوه با محلول ۲/۵ میکرومولار	۰	۲/۵	۲/۵
خیساندن بذر در محلول ۲/۵ میکرومولار + افشاندن در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی با محلول ۲/۵ میکرومولار + افشاندن بعد از تشکیل میوه با محلول ۲/۵ میکرومولار	۲/۵	۲/۵	۲/۵
خیساندن بذر در محلول ۵ میکرومولار	۵	۰	۰
افشاندن در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی با محلول ۵ میکرومولار	۰	۵	۰
افشاندن بعد از تشکیل میوه با محلول ۵ میکرومولار	۰	۰	۵
خیساندن بذر در محلول ۵ میکرومولار + افشاندن در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی با محلول ۵ میکرومولار	۵	۵	۰
خیساندن بذر در محلول ۵ میکرومولار + افشاندن بعد از تشکیل میوه با محلول ۵ میکرومولار	۵	۰	۵
افشاندن در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی با محلول ۵ میکرومولار + افشاندن بعد از تشکیل میوه با محلول ۵ میکرومولار	۰	۵	۵
خیساندن بذر در محلول ۵ میکرومولار + افشاندن در مرحلهٔ شش تا هفت‌برگی با محلول ۵ میکرومولار+ افشاندن بعد از تشکیل میوه با محلول ۵ میکرومولار	۵	۵	۵

۳. نتایج و بحث

در مقایسه با شاهد اعمال سه مرحله تیمار با غلظت ۵ میکرومولار موجب کاهش نشت یونی (۴۲ درصد)، افزایش رطوبت نسبی برگ (۳۲ درصد)، شاخص کلروفیل (۴۸ درصد)، ضخامت گوشت (۳۲ درصد)، وزن تر بوته (۳۸ درصد)، وزن تر ریشه (۵۳ درصد)، عملکرد دو میوه در بوته (۲۴ درصد) و عملکرد سه میوه در بوته (۱۹ درصد) شد (جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۳. تأثیر متیل جاسمونات بر ویژگی‌های رشد در طالبی رقم 'سمسوری'

خیساندن بذر	متیل جاسمونات (µM)		رطوبت نسبی برگ (%)	نشت یونی از برگ (%)	وزن‌تر بوته (kg)	شاخص کلروفیل (SPAD)	وزن‌تر ریشه (g)	سفتی پوست میوه (kg/cm^3)	سفتی گوشت میوه (kg/cm^3)	ضخامت گوشت میوه (cm)
	محلول‌پاشی اول	محلول‌پاشی دوم								
۰	۰	۰	۵۲/۲^{e}	۳۴/۴^{a}	۱/۳^{d}	۲۹/۳^{e}	۱۱/۵^{c}	۱۰/۴^{a}	۳/۲^{a}	۳/۳^{f}
۲/۵	۰	۰	۶۱/۲$^{a-e}$	۲۶/۷^{ab}	۱/۵$^{b-d}$	۳۶/۲$^{a-e}$	۱۲/۵$^{a-c}$	۱۰/۱^{a}	۳/۵^{a}	۳/۶$^{c-f}$
۰	۲/۵	۰	۵۶/۷$^{c-e}$	۲۹/۵^{ab}	۱/۵$^{b-d}$	۳۴/۷$^{b-e}$	۱۳/۲$^{a-c}$	۱۰/۱^{a}	۳/۳^{a}	۳/۸$^{b-d}$
۰	۰	۲/۵	۵۴/۷^{de}	۳۱/۵^{ab}	۱/۳^{d}	۳۲/۵$^{c-e}$	۱۲/۱^{bc}	۱۰/۲^{a}	۳/۳^{a}	۳/۴^{ef}
۲/۵	۲/۵	۰	۶۱/۲$^{a-d}$	۲۳/۶^{b}	۱/۷^{b}	۴۱/۴^{ab}	۱۶/۰$^{a-c}$	۹/۶^{a}	۳/۲^{a}	۳/۷$^{c-e}$
۲/۵	۰	۲/۵	۶۴/۴$^{a-c}$	۲۸/۶^{ab}	۱/۴$^{b-d}$	۴۱/۱^{abc}	۱۳/۷$^{a-c}$	۹/۹^{a}	۳/۲^{a}	۳/۸$^{b-d}$
۰	۲/۵	۲/۵	۶۱/۸$^{a-d}$	۲۳/۷^{b}	۱/۳^{d}	۳۷/۲$^{a-e}$	۱۴/۱$^{a-c}$	۹/۸^{a}	۳/۴^{a}	۳/۸$^{b-d}$
۲/۵	۲/۵	۲/۵	۶۶/۳^{ab}	۲۳/۲^{b}	۱/۷^{bc}	۴۲/۷^{ab}	۱۴/۹$^{a-c}$	۱۰/۱^{a}	۳/۵^{a}	۴/۱^{ab}
۵	۰	۰	۵۷/۸$^{b-e}$	۲۷/۸^{ab}	۱/۴$^{b-d}$	۳۵/۳$^{a-e}$	۱۲/۹$^{a-c}$	۱۰/۲^{a}	۳/۳^{a}	۳/۶$^{c-f}$
۰	۵	۰	۵۷/۶$^{b-e}$	۲۷/۶^{ab}	۱/۴$^{b-d}$	۳۶/۴$^{a-e}$	۱۳/۱$^{a-c}$	۱۰/۴^{a}	۳/۲^{a}	۳/۶$^{d-f}$
۰	۰	۵	۵۴/۷^{de}	۳۰/۶^{ab}	۱/۴^{cd}	۳۲/۲^{de}	۱۳/۰$^{a-c}$	۱۰/۲^{a}	۳/۵^{a}	۳/۴^{ef}
۵	۰	۵	۶۴/۴$^{a-c}$	۲۳/۴^{b}	۱/۶^{bc}	۴۱/۰$^{a-d}$	۱۴/۹$^{a-c}$	۹/۵^{a}	۳/۴^{a}	۳/۹^{bc}
۵	۰	۵	۶۳/۷$^{a-d}$	۲۳/۷^{b}	۱/۶$^{b-d}$	۴۰/۸$^{a-d}$	۱۴/۲$^{a-c}$	۹/۹^{a}	۳/۴^{a}	۳/۷$^{b-d}$
۰	۵	۵	۶۳/۳$^{a-d}$	۲۷/۳^{b}	۱/۷^{b}	۴۱/۳^{ab}	۱۴/۷$^{a-c}$	۹/۷^{a}	۳/۵^{a}	۳/۹$^{b-d}$
۵	۵	۵	۶۹/۲^{a}	۲۳/۵^{b}	۱/۸^{ab}	۴۳/۵^{a}	۱۶/۱^{ab}	۹/۷^{a}	۳/۴^{a}	۴/۴^{a}

† در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک از نظر آماری اختلافی ندارند.

جدول ۴. تأثیر متیل جاسمونات (میکرومولار) و تعداد میوه در بوته بر عملکرد میوهٔ طالبی رقم 'سمسوری'

تیمار متیل جاسمونات MJ			عملکرد (t/ha)		میانگین وزن میوه در بوته (kg) (دو میوه در بوته و سه میوه در بوته)	
خیساندن بذر	محلول‌پاشی در مرحلهٔ اول	محلول‌پاشی در مرحلهٔ دوم	دو میوه در بوته	سه میوه در بوته	دو میوه	سه میوه
۰	۰	۰	۳۰/ ۸^{c}	۴۴/۱^{d}	۱/۰۶^{*a}	۱/۰۸^{*a}
۲/۵	۰	۰	۳۲/۳^{bc}	۴۷/۶$^{a-d}$	۰/۹^{b}	۱^{b}
۰	۲/۵	۰	۳۰/۸^{c}	۴۵/ ۵^{bcd}	۱/۰۳^{b}	۱/۰۵^{ab}
۰	۰	۲/۵	۳۱/۰^{c}	۴۴/ ۳ ^{cd}	۱/۰۳^{b}	۱/۰۸^{a}
۲/۵	۲/۵	۰	۳۶/۰^{ab}	۴۹/۲ $^{a-d}$	۰/۸^{c}	۰/۹^{b}
۲/۵	۰	۲/۵	۳۵/۳$^{a-c}$	۴۹/۲$^{a-d}$	۰/۹ ^{c}	۰/۹^{b}
۰	۲/۵	۲/۵	۳۵/۹^{ab}	۴۷/۹ $^{a-d}$	۰/۸ ^{c}	۱^{b}
۲/۵	۲/۵	۲/۵	۳۶/۸^{a}	۵۰/۳^{ab}	۰/۸ ^{c}	۰/۹^{b}
۵	۰	۰	۳۴/۳$^{a-c}$	۴۷/۵ $^{a-d}$	۰/۹ ^{c}	۱/۰۱^{b}
۰	۵	۰	۳۴/۳$^{a-c}$	۴۷/۹$^{a-d}$	۰/۹ ^{c}	۱^{b}
۰	۰	۵	۳۲/۱^{bc}	۴۵/۸ ^{bcd}	۰/۹ ^{c}	۱/۰۴^{ab}
۵	۵	۰	۳۶/۲^{ab}	۴۹/۹$^{a-c}$	۰/۸ ^{c}	۰/۹^{b}
۵	۰	۵	۳۶/۳^{ab}	۴۹/۲$^{a-d}$	۰/۸ ^{c}	۰/۹^{b}
۰	۵	۵	۳۶/۵^{ab}	۵۰/۸^{ab}	۰/۸ ^{c}	۰/۹^{b}
۵	۵	۵	۳۸/۲^{a}	۵۲/۶^{a}	۰/۸ ^{c}	۰/۹^{b}
	میانگین		۳۴/۵	۴۸/۱	۰/۹	۰/۹

† در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک از نظر آماری اختلافی ندارند.

* در هر تیمار، میانگین‌های وزن یک میوه در بوته با دو یا سه میوه از نظر آماری اختلافی ندارد.

۱.۳. درصد نشت یونی

در مقایسه با شاهد، تیمار متیل جاسمونات در سه مرحله با غلظت ۵ میکرومولار، ۴۲ درصد نشت یونی را در برگ‌ها کاهش داد (جدول ۳). بوته‌های گیاه طالبی در مزرعه تحت تأثیر نوعی تنش قرار داشتند که این تنش ممکن است به‌دلیل شوری متوسط خاک (EC = ۳/۹) یا ناشی از تنش‌های خشکی ایجادشده بین دو آبیاری باشد. کاهش درصد نشت یونی نشان‌دهندهٔ کاهش خسارت ناشی از تنش‌ها به‌طور کلی است که سبب صدمه زدن به دیوارهٔ سلولی و درنتیجه نشت یون‌ها به‌خصوص پتاسیم می‌شود [۹]. متیل جاسمونات موجب کاهش درصد نشت یونی در گیاهان می‌شود [۲۹]. نتایج مشابه این آزمایش در گیاه بابونهٔ آلمانی گزارش شده است که غلظت‌های کم متیل جاسمونات موجب کاهش درصد نشت یونی شد، ولی غلظت‌های زیاد این ماده نتیجهٔ عکس روی درصد نشت یونی داشت [۴].

۲.۳. محتوای آب نسبی برگ

تیمار با متیل جاسمونات در هر سه مرحله با غلظت‌های ۵ میکرومولار در مقایسه با شاهد سبب افزایش محتوای آب نسبی برگ به میزان ۳۲ درصد شد (جدول ۳). اکثر تنظیم‌کننده‌های رشد اگر با غلظت مناسبی استفاده شوند، قادرند نیتریک اکسید تولید کنند که این ترکیب سبب افزایش غلظت کلسیم در سیتوسول سلول‌های محافظ و خروج پتاسیم از سلول می‌شود که نتیجهٔ آن بسته شدن روزنه و جلوگیری از اتلاف آب توسط گیاه است [۱۴]. متیل جاسمونات با تأثیر بر سلول‌های روزنهٔ گیاه، موجب افزایش محتوای آب نسبی برگ می‌شود و از طرف دیگر، اثر منفی بر فتوسنتز گیاه ندارد که به همین دلیل، به رشد گیاه بسیار کمک شایانی می‌کند [۱۴]. افزایش محتوای آب نسبی برگ، احتمالاً به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها بود تا آب کمتری از سلول هدر رود و گیاه افزایش یابد [۱۴]. تیمار متیل جاسمونات سبب بهبود وضعیت آب بافت از طریق بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق در گیاه جو شد [۱۵]. همچنین تیمار متیل جاسمونات، تعرق را در توت‌فرنگی کاهش می‌دهد و در نتیجه در تحمل به تنش آبی مؤثر است [۳۲].

۳.۳. شاخص کلروفیل

در این پژوهش، تیمار متیل جاسمونات طی سه مرحله با غلظت ۵ میکرومولار سبب افزایش شاخص کلروفیل (۴۸ درصد) نیز شد (جدول ۳). بسته شدن روزنه‌ها موجب افزایش رطوبت نسبی برگ می‌شود که نتیجهٔ آن افزایش فتوسنتز است و در آزمایش حاضر با افزایش شاخص کلروفیل در تیمار سه‌مرحله‌ای با ۵ میکرومولار متیل جاسمونات مشخص است. غلظت‌های کم متیل جاسمونات، شاخص کلروفیل را افزایش می‌دهد، ولی افزایش غلظت این ماده موجب کاهش شاخص کلروفیل a و b می‌شود [۲۵]. متیل جاسمونات در غلظت‌های ۱ و ۱۰ میکرومولار سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی، مقدار کلروفیل a و b، کلروفیل کل و افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و پراکسیداز شد [۷]. در دانهال‌های کلزا با کاربرد متیل جاسمونات با غلظت ۱۰۰ میکرومولار، مقدار کلروفیل a و کلروفیل b در گیاهان تیمارشده افزایش یافت [۲].

۴.۳. ضخامت گوشت، سفتی پوست میوه و سفتی گوشت میوه

ضخامت گوشت طی سه مرحله تیمار با متیل جاسمونات در غلظت‌های ۵ میکرومولار به میزان ۳۲ درصد افزایش یافت (جدول ۳) و روی صفات سفتی پوست و سفتی گوشت میوه تأثیر چندانی نداشت و بین تیمارها تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۳). تیمار متیل جاسمونات در سیب با غلظت ۲/۲ میلی‌گرم در لیتر، سبب افزایش سفتی گوشت و ضخامت پوست میوه شد [۲۶]. افشاندن متیل جاسمونات بر روی درختان آلو دو هفته قبل از برداشت (۱/۱۲ میلی‌گرم در لیتر) موجب افزایش سفتی گوشت میوه شد [۲۷] و همچنین روی نوعی آلو[1] سفتی گوشت میوه را تا حد زیادی افزایش داد [۱۷].

۵.۳. وزن تر بوته

نتایج تحقیق حاضر نشان داد تیمار ۵ میکرومولار متیل جاسمونات اعمال‌شده در سه مرحله، سبب افزایش ۳۸ درصدی وزن تر بوته در مقایسه با شاهد شد. افزایش وزن تر بوته‌ها درنتیجهٔ بهبود پارامترهای مؤثر بر فتوسنتز بود که در نهایت موجب افزایش عملکرد شد (جدول ۳). به‌طور معمول رابطهٔ مستقیمی بین افزایش وزن تر بوته و عملکرد در گیاهان به‌ویژه طالبی وجود دارد. در آزمایش حاضر بیشتر افزایش عملکرد میوه در اثر افزایش وزن تر بوته

1. *Prunus Salicina* cv. 'Furtun'

صورت گرفته است. متیل جاسمونات در غلظت‌های کم می‌تواند خواص سلول‌های گارد را تغییر دهد و موجب افزایش طول بوته شود، ولی در غلظت‌های زیاد موجب بسته شدن سلول‌های روزنه می‌شود و با کاهش فتوسنتز طول بوته هم کاهش می‌یابد [۳۳]. افزایش وزن تر بوته و ریشهٔ گیاهان طالبی نیز سبب افزایش عملکرد میوه شد. در گیاه ذرت خیساندن بذر در غلظت‌های کم متیل جاسمونات موجب افزایش وزن تر بوته شد، درحالی که غلظت زیاد این ماده (۵۰۰ میکرومولار) وزن تر بوته را ۵۰ درصد کاهش داد [۱۱]. رشد شاخه‌ها، کمیت محصول و سرعت نمو در لوبیا تحت تأثیر متیل جاسمونات با غلظت ۱ میلی‌مولار بهبود یافت [۱۲]. خیساندن بذرهای فلفل شیرین، در غلظت‌های ۱، ۳، ۵ و ۱۰ میکرومولار متیل جاسمونات موجب افزایش وزن تر شاخساره شد [۲۰]. همچنین، استفاده از غلظت ۰/۱ میکرومولار این ماده سبب افزایش ۸ تا ۲۵ درصدی وزن تر و در نتیجه افزایش بیوماس در سویا شد [۲۳].

۶.۳. وزن تر ریشه

افزایش وزن تر ریشه (۵۳ درصد) نیز پس از اعمال تیمار متیل جاسمونات در سه مرحله که ناشی از بهبود پارامترهای مؤثر بر فتوسنتز است، مشاهده شد (جدول ۳). متیل جاسمونات در غلظت‌های کم می‌تواند خواص سلول‌های گارد را تغییر دهد و سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ [۱۵]، شاخص کلروفیل [۷]، فتوسنتز [۳۳] و سطح برگ شود؛ در نتیجه با افزایش تولید مواد فتوسنتزی، بهبود در وزن تر بوته و ریشهٔ گیاه مشاهده می‌شود. کاربرد متیل جاسمونات در گل بابونهٔ آلمانی[1] سبب افزایش وزن تر قسمت هوایی و وزن تر ریشه شد [۵]. تیمار ۰/۰۰۰۱ میکرومولار این ماده در نوعی نیلوفر[2] نیز افزایش وزن تر و طول ریشه را در پی داشت [۲۴].

۷.۳. عملکرد

بیشترین عملکرد میوهٔ طالبی از اعمال تیمار متیل جاسمونات با غلظت ۵ میکرومولار به‌دست آمد که در مقایسه با شاهد، عملکرد در بوته‌های دومیوه‌ای ۲۴ درصد و در بوته‌های سه‌میوه‌ای ۱۹ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۳). درصد افزایش عملکرد میوه در هکتار با سه میوه در بوته نسبت به دو میوه در بوته بدون اعمال تیمار متیل جاسمونات ۴۳ و پس از اعمال همهٔ تیمارها ۳۸ درصد بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که برای بهبود بسیاری از ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده، دست‌کم دو مرحله اعمال تیمار متیل جاسمونات ضروری است و همچنین به‌نظر می‌رسد که اعمال سه مرحله تیمار متیل جاسمونات با غلظت‌های ۲/۵ یا ۵ میکرومولار برای حداکثر تولید میوه و سایر ویژگی‌ها لازم است. متیل جاسمونات نیز سبب کاهش تعداد میوه در بوته شد و غلظت ۵ میکرومولار اعمال‌شده در دو مرحله، سبب ۲۶ درصد کاهش تعداد میوه شد (جدول ۵).

در رقم 'سمسوری' هر بوته می‌تواند سه میوه را بدون کاهش میانگین عملکرد میوه پرورش دهد (جدول ۴). محلول‌پاشی متیل جاسمونات در فلفل شیرین با غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، موجب افزایش ۱۵ تا ۴۰ درصد عملکرد شد [۲۰]. کاربرد متیل جاسمونات در غلظت‌های ۱۰-۰/۰۱ میکرومولار در محیط کشت سلول‌های تنباکو، به‌شدت فعالیت میتوزی را در روزهای دوم تا پنجم پس از تیمار افزایش داد [۱۰]. در خیار، متیل جاسمونات در غلظت ۰/۲ میکرومولار در ترکیب با کود نیترات پتاسیم سبب افزایش مواد جامد محلول و کیفیت

1. *Matricaria chamomilia* L.

2. *Pharbitis nil*

میوه و اجزای عملکرد و عملکرد کل شد [۱۸]. خیساندن بذر سویا در غلظت ۱ میکرومولار متیل جاسمونات عملکرد دانه در هر بوته را ۱۵۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد [۳۰]. اسید توبرونیک یکی از مشتقات اسید جاسمونیک است که در تشکیل غده در سیب‌زمینی دخالت دارد [۱۹]. از طرف دیگر، رقم 'سمسوری' زودرس می‌تواند تا دست‌کم سه میوه را بدون کاهش متوسط وزن میوه پرورش دهد و بنابراین با درنظر گرفتن تعداد بوته در هکتار مطابق آزمایش می‌توان این تیمار را به کشاورزان توصیه کرد.

جدول ۵. تأثیر تیمار متیل جاسمونات (میکرومولار) بر تعداد میوه در طالبی رقم 'سمسوری'

خیساندن بذر با MJ (µM)	محلول‌پاشی اول با MJ (µM)	تعداد میوه در بوته
۰	۰	۷/۶[a]
۲/۵	۰	۶/۸[ab]
۰	۲/۵	۶/۴[bc]
۲/۵	۲/۵	۵/۹[bc]
۵	۰	۶/۶[abc]
۰	۵	۶/۲[bc]
۵	۵	۶/۵[c]

† میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک از نظر آماری اختلافی ندارند.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر بوتهٔ طالبی رقم 'سمسوری' با فواصل کشت‌شده در این آزمایش (۱۶۰۰۰ بوته در هکتار با فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها و ۲/۵ متر بین پشته‌ها) می‌تواند دست‌کم سه میوه را بدون کاهش میانگین وزن هر میوه پرورش دهد. تیمار ۵ میکرومولار متیل جاسمونات توانست عملکرد میوه را به‌طور چشمگیری در بوته‌های حاوی دو میوه (۲۴ درصد) یا سه میوه (۱۹ درصد) افزایش دهد. افزایش عملکرد میوه در هکتار در بوته‌های با سه میوه در بوته نسبت به دو میوه در بوته، بدون اعمال تیمار متیل جاسمونات ۴۳ و پس از اعمال همهٔ تیمارها ۳۸ درصد بود که از نظر اقتصادی حائز اهمیت است و می‌توان آن را به کشاورزان توصیه کرد.

منابع

۱. پیوست غ (۱۳۸۴) سبزی‌کاری. انتشارات دانشگاه گیلان. ۲۹۹ ص.

۲. حسیبی ن، کلانتری خ، مظاهری م و موسوی ع (۱۳۸۶) اثر متیل جاسمونات، اتیلن و برهمکنش آن‌ها بر جوانه‌زنی بذر و برخی پارامترهای بیوشیمیایی دانه رست‌های کلزا (Brassica napus L.). زیست‌شناسی ایران. ۲۱(۲): ۵۳-۴۳.

۳. دانشور م (۱۳۸۵). پرورش سبزی. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۶۱ ص.

۴. سلیمی ف، شکاری ف، عظیمی م و زنگانی آ (۱۳۸۹) نقش متیل جاسمونات در بهبود مقاومت به شوری از

طریق تأثیر بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در گیاه بابونهٔ آلمانی (Matricaria chamamilla L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۴): ۷۱۱–۷۰۰.

۵. سلیمی ف و شکاری ف (۱۳۹۱) تأثیر متیل جاسمونات و تنش شوری روی برخی خصوصیات ریخت‌شناسی و عملکرد گل در بابونهٔ آلمانی (Matricaria chamomilia L.). زیست‌شناسی گیاهی. ۱۱(۴) ۳۸–۲۷.

۶. کرامت ب و دانشمند ف (۱۳۹۱) نقش دوگانهٔ متیل جاسمونات بر عملکردهای فیزیولوژیک در گیاه سویا (Glycine max L.). فرایند و کارکرد گیاهی. ۱(۱): ۲۵–۳۷.

7. Bandeo LE, Eydia F, Yucel M and Okatem HA (2004) Antioxidant responses of shoots and roots of lentil to NaCl salinity stress. Plant Growth Regulation. 42: 69-77.

8. Bialeca B and Kepczynski J (2003) Endogenous ethylene and reversing methyl jasmonate inhibition of Amaranthus caudatus seed germination by benzyl adenine or gibberellin. Plant Growth Regulation. 41: 7-12.

9. Biswa R, Acharya S and Assmann M (2009) Hormone interactions in stomatal function. Plant Molecular Biology. 69: 451-462.

10. Capitani F, Biondi S, Falasca GV, Ziosi V, Balestrazzi A, Carbonera D, Torrigiani P and Altamura M (2005) Methyle jasmonate disrupts shoot formation in tobacco thin cell layers by over-inducing mitotic activity and cell expansion. Planta. 220(4): 507-519.

11. Carvalho R, Piotto FA and Schmidt D (2011) Seed priming with hormones does not alleviate induced oxidative stress in maize seedlings subjected to salt stress. Scientia Horticulturae. 68: 598-602.

12. Creelman RA and Mullet JE (1997) Biosynthesis and action of jasmonates in plants. Annual Review of Plant Physiology. 48: 355-381.

13. Faostat (2011) Agriculture/Production/Crops/ Yield. Retrieved from. http://fastat. Fao.org.

14. Garcia-Mata C and Lamattina L (2001) Nitric oxide induces stomatal closure and enhances the adaptive plant responses against drought stress. Plant Physiology. 126(3): 1196-1204.

15. Horton RF (1991) Methyl Jasmonate and transpiration in barley. Plant Physiology. 96: 1376-1378.

16. Kanoun-Boule M, Vicente JAF, Nabais C, Prasad MNV and Freitas H (2009) Ecophysiological tolerance of duckweeds exposed to copper. Aquatic Toxicology. 91: 1-9.

17. Karaman S, Ozturk B, Genc N and Celik SM (2013) Effect of preharvest application of Methyl Jasmonate on fruit quality of plum (Prunus Salicina cv. Fortune) at harvest and during cold storage. Food Processing and Preservation. 37(6): 1049-1059.

18. Kazemi M (2013) Effect of foliar application with Potassium Nitrate and Methyl Jasmonate on growth and fruit quality of Cucumber. Bulletin of Environment Pharmacology and Life Sciences. 2(11): 07-10.

19. Koda Y (1992) The role of Jasmonic acid and related compounds in the regulation of plant development. International Review of Cytology. 135: 155-199.

20. Korkmaz A (2005) Inclusion of acetyl salicylic acid and Methyl Jasmonate into the priming

solution improves low temprerature germination and emergence of sweet pepper. Scientia Horticulturae. 40: 197-200.

21. Kuepper G, Bachmann J and Thomas R (2003) Speciality muskmelons: Organic Production. In: NCAT, Agricultural Specialists. pp. 18-21.

22. Kumar SP (2011) Effect of different mulches and irrigation method on root growth nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. Scientia Horticulturae. 127: 318-324.

23. Lyons JM, Mcglasson WB and Pratt HK (1962) Ethylene production, respiration and internal gas concentrations in cantaloupe fruits at various stages of maturity. Plant Physiology. 37: 31-36.

24. Maciejewska B and Kopcewicz J (2002) Inhibitory effects of Methyl Jasmonate on flowering and elongation growth in (pharbitis nil). Plant Growth Regulation. 21: 216-223.

25. Maciejewska W and Krupa Z (2002) Jasmonic acid and heavy metals in Arabidopsis plant a similar physiological response to both stressors. Plant Physiology. 159: 509-515.

26. Ozturk B, Altuntas E, Yildiz K, Ozkan Y and Saracoglu O (2013) Effect of Metyl Jasmonate treatment on the bioactive compounds and physicochemical quality of 'Fuji' Apples. Ciencia Investigation Agraria. 40(1): 201-211.

27. Ozturk B, Yildiz K and Kucuker E (2015) Effect of preharvest Methyl Jasmonate treatments on ethylene production, water-soluble phenolic compounds and fruit quality of Japanese plums. Journal of Science of Food and Agriculture. 95(3): 583-591.

28. Rezai S, Orojloo M, Bidabadi SS and Soleimanzadeh M (2013) Possible role of Methyl Jasmonate in protection to NaCl – induced salt stress in pepper cv. 'Sabz Hashemi'. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 6(17): 1235-1238.

29. Schaller F, Schaller A and Stintizi A (2005) Biosynthesis and metabolism of Jasmonates. Plant Growth Regulation. 23: 179-199.

30. Soad A and Sheteawi A (2007) Improving growth and yield of salt-stressed soybean by exogenous application of jasmonic acid and ascorbin. International Journal of Agriculture. 3: 473-478.

31. Stoynova-Bakalova E, Nikolova M and Maksymiec W (2009) Effects of Cu2+, cytokinins and jasmonate on content of two flavonols identified in Zucchini cotyledons. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 51(2): 77-83.

32. Wang SY (1999) Methyl Jasmonate reduces water stress in strawberry. Plant Growth Regulation. 18: 127-134.

33. Yamasaki S and Dillenburg LR (1999) Measurements of leaf relative water content in Arucaria angustifolia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. 11(2): 69-75.