مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۹ شماره ۳ صفحه‌های ۳۱۵ تا ۳۲۴ (۱۳۹۷)

اثر متیل جاسمونات و سیلیس بر عملکرد گوجه‌فرنگی رقم دافنیس زیر تنش شوری در شرایط گلخانه[1]

Effect of Methyl Jasmonate and Silicon on Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) 'Dafnis' under Salinity Stress in Greenhouse Conditions

حسن زمانی، محمدجواد آروین*، عبدالحسین ابوطالبی جهرمی، وحید عبدوسی و علی محمدی ترکاشوند[2]

چکیده

به‌منظور بررسی برهمکنش متیل جاسمونات و سیلیس بر عملکرد و اجزای آن در گیاه و میوه گوجه‌فرنگی رقم دافنیس تحت تنش شوری، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۴ مشاهده انجام شد . آزمایش در گلدان‌های حاوی ۸ کیلوگرم خاک ماسه‌ای در یک گلخانه تجاری و به‌مدت ۱۱ ماه اجرا شد. عامل اصلی، شوری آب آبیاری در ۳ سطح با قابلیت هدایت الکتریکی (صفر، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر)، متیل جاسمونات به‌عنوان عامل فرعی، در ۳ سطح (صفر، ۵ و ۷/۵ میکرومولار) و سیلیس به‌صورت سیلیکات سدیم در ۳ سطح (صفر، ۴ و ۸ میلی‌مولار) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتیجه‌ها نشان داد که با افزایش غلظت شوری آب آبیاری از صفر به ۶ دسی‌زیمنس بر متر، و با افزایش سطح متیل جاسمونات از صفر به ۷/۵ میکرومولار، و با افزایش سیلیکات سدیم از صفر به ۸ میلی‌مولار، عملکرد کل به ترتیب از ۱۴۵/۱به ۱۳۳/۵، ۱۴۴/۲ به ۱۳۶/۲ و۱۴۱/۳ به ۱۳۶/۰ تن در هکتار کاهش یافت. بیشترین عملکرد میوه، ۱۴۷/۷ تن در هکتار بود که با استفاده از ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و ۷/۵ میکرومولار متیل جاسمونات در شرایط غیرشور حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: متیل جاسمونات، سیلیکات سدیم، دافنیس، شوری.

مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Solanum lycopersicum* L. گیاه علفی چندساله‌ای است که به‌صورت یک‌ساله کشت می‌شود (۲). شوری آب و خاک به روش‌های متعدد بر عملکرد محصول اثر می‌گذارد. از مهم‌ترین آثار شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه، ایجاد مسمومیت توسط برخی یون‌های سمی، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود. در شرایط شور، غلظت سدیم به‌طورمعمول بیش از غلظت عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بوده و این امر منجر به برهم خوردن تعادل غذایی در شرایط تنش شوری می‌شود. بدین ترتیب شوری می‌تواند با تأثیر بر شکل‌های شیمیایی عنصرهای غذایی در خاک، انتقال یا توزیع آن‌ها درون گیاه و یا غیرفعال نمودن اثرهای فیزیولوژیکی عنصرهای غذایی مصرف‌شده، منجر به افزایش ذاتی نیاز غذایی گیاه شود (۵). تنش شوری یکی از فاکتورهای مهم محدودکننده در رشد و باروری گیاهان است (۱۱).

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۴

۲- به ترتیب دانشجوی دکتری علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی جهرم، استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: (mjarvin@uk.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

متیل جاسمونات‌ها در رشد و نمو و واکنش به تنش‌های محیطی نقش تنظیم‌کنندگی دارند. بر این اساس، اسید جاسمونیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده کلیدی به‌دلیل نقش آن در واکنش گیاهان نسبت به تنش، به‌عنوان کدکننده ژن‌های پروتئین‌های بازدارنده مانند پروتئین‌های تئونین، اسموتین، هیدروکسی پرولین و پرولین و هم‌چنین آنزیم‌های مؤثر در زیست‌ساخت فلاونوئید در نظر گرفته می‌شود و اهمیت دارد (۶). مطابق با پژوهش‌های گذشته، متیل جاسمونات سبب تعدیل اثرهای تنش شوری و کاهش اثر منفی آن در فلفل در شرایط گلخانه شد (۷). متیل جاسمونات در کاهش اثرهای منفی تنش شوری در گیاه گوجه فرنگی نقش معنی‌داری داشته است (۸).

سیلیس دومین عنصر فراوان در خاک است که می‌تواند اثرهای منفی کلریدسدیم بر رشد گیاهان را کاهش دهد (۹). مصرف سیلیس در حد مطلوب باعث افزایش ظرفیت نفوذپذیری آب در خاک شده و در نتیجه می‌تواند میزان تحمل به تنش خشکی و شوری را در گیاهان افزایش دهد. سیلیس باعث رشد رویشی و افزایش تولید ماده خشک شده، تعرق را کاهش داده و بر کیفیت و عملکرد محصول اثر می‌گذارد (۱۰). بررسی‌های قبلی نشان داده‌اند که کاربرد سیلیس ممکن است سبب افزایش تحمل به شوری در برخی از گیاهان شود (۱۲). در بررسی اثر سیلیس در شرایط شوری بر فراسنجه‌های رشدی کلزا گزارش شده است که کاربرد سیلیس به‌طور معنی‌داری وزن تر، وزن خشک و سطح برگ کلزا را افزایش داده و رشد را در شرایط شوری بهبود بخشیده است (۱۳). هدف از انجام این پژوهش واکنش گیاه گوجه‌فرنگی به برهمکنش متیل جاسمونات و سیلیس در شرایط تنش شوری آب آبیاری و بررسی تأثیر متیل جاسمونات و سیلیس بر برخی ویژگی‌های آن در محیط گلخانه است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه تجاری واقع در استان فارس، شهرستان جهرم (به مساحت ۳۰۰ مترمربع با پوشش پلاستیکی و دمای روز ۲±۲۶ درجه سلسیوس و دمای شب ۲±۱۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۲±۶۰ ٪) به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. عامل اصلی به شوری آب آبیاری در ۳ سطح (صفر، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) و عامل فرعی به ترکیب فاکتوریل متیل جاسمونات با فرمول $C_5H_6(CH_2CH=CHC_2H_5)CH_2CONCH_3$ در ۳ سطح (صفر، ۵ و ۷/۵ میکرومولار) و سیلیکات سدیم با فرمول Na_2SiO_3 در ۳ سطح (صفر، ۴ و ۸ میلی‌مولار) با ۳ تکرار و در هر تکرار ۴ گیاه اختصاص یافت. این آزمایش در سال زراعی ۹۷-۹۶ به‌مدت ۱۱ ماه انجام شد. گیاهان در گلدان‌های حاوی ۸ کیلوگرم خاک ماسه ای، با فاصله روی ردیف ۳۵ سانتی‌متر و بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر کشت شدند. هدایت الکتریکی محیط کشت ۷۹۸ میکروموس بر سانتی‌متر و pH برابر ۷/۲۵ بود. ابتدا بذر رقم گوجه‌فرنگی دافنیس (بذر F_1 تولید کشور هند، با ۹۹٪ خلوص و تنژگی ۹۴٪) در سینی‌های کشت نشاء حاوی کوکوپیت و پرلیت در تیرماه کاشته شد. زمانی که ارتفاع بوته‌ها به حدود ۱۰ سانتی‌متر (در مرحله به‌تقریب ۵ تا ۶ برگی) رسید، به گلدان‌های اصلی حاوی ماسه منتقل شدند. اعمال تیمارهای شوری آب به‌صورت روزانه مطابق با دور آبیاری و به‌شیوه دستی، دو هفته بعد از انتقال نشاء به گلدان شروع و تا پایان عمر گیاه ادامه داشت. اعمال تیمارهای سیلیکات سدیم و متیل جاسمونات هر دو به‌صورت محلول‌پاشی و در سه مرحله، مرحله اول (یک هفته بعد از انتقال نشاء و یک هفته قبل از اعمال تنش شوری)، مرحله میان رشدی (شش هفته بعد از مرحله اول) و مرحله آخر در زمان تشکیل میوه (هشت هفته بعد از مرحله دوم) انجام شد. برنامه غذایی عناصر پر مصرف مطابق با جدول ۱ بود. عناصر کم‌مصرف هم به ازای هر ۵۰۰ لیتر آب به ترکیب‌های کودی افزوده و مصرف شد. نتیجه‌های تجزیه منابع خاک در جدول ۲ و منابع آب در جدول ۳ نشان داده شده است. از آن‌جایی که در این پژوهش، هدف بررسی اثر شوری آب بر گیاه گوجه‌فرنگی بود، سعی شد از خاک ماسه‌ای و آب با کیفیت مناسب استفاده شود تا اثرهای جانبی شوری خاک حذف شود. بنابراین خاک مورد استفاده در این آزمایش، قلیایی با ویژگی‌های هدایت الکتریکی و ماده آلی پایین،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم بسیار کم، اما درصد شن آن بالا، اما مقدار عنصرهای کم‌مصرف خاک پایین بود. علت پایین‌بودن مقدار این عنصرها، شنی‌بودن بافت خاک است. آب مورد استفاده در این پژوهش، نیز با ویژگی‌های هدایت الکتریکی پایین و pH قلیایی بود که مقدار بی‌کربنات آن بالا، مقدار کاتیون‌های آن متوسط و مقدار بُر آن نیز پایین‌تر از حد بحرانی بود. در مدت زمان انجام پژوهش، ۳۸ بار برداشت محصول صورت پذیرفت.

در این پژوهش محصول کل هر پلات، از ابتدای برداشت میوه‌های هر تیمار در نوبت‌های مختلف و توزین آن‌ها تا آخرین مرحله برداشت و محصول تک بوته از وزن کل میوه هر پلات تقسیم بر تعداد بوته‌های هر پلات حاصل شد. تعداد میوه‌های تک بوته از مجموع میوه‌های برداشت شده تا آخرین مرحله برداشت هر بوته و وزن میوه از وزن کل میوه‌های برداشت شده هر پلات تقسیم بر تعداد میوه هر پلات به‌دست آمد که به‌عنوان متوسط وزن میوه تک بوته منظور شد. داده‌های به‌دست‌آمده از فراسنجه‌های اندازه‌گیری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 مورد واکاوی آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

جدول ۱- برنامه کود آبیاری طرح (میلی گرم بر دسی مترمکعب).

Table 1. Fertigation program (mg dm^{-3}).

نوع کشت Planting type	زمان کوددهی (هفته پس از کاشت بذر) Fertigation time (weeks after sowing)	نوع ، ترکیب‌های کودی (میلی گرم بر دسی مترمکعب) و کشور سازنده Type ، composition of fertilizer (mg dm^{-3}) and manufacturing country					
		نیترات کلسیم Calcium nitrate $Ca(NO_3)_2$ ایران Iran	نیترات پتاسیم Potassium nitrate KNO_3 ایران Iran	نیترات آمونیوم Ammonium nitrate $(NH_4)(NO_3)$ چین China	فسفات مونوآمونیوم Mono Ammonium Phosphate – MAP- $NH_4H_2PO_4$ چین China	سولفات پتاسیم Potassium sulfate K_2SO_4 چین China	سولفات منیزیم Magnesium sulfate MgSO4 چین China
کشت پاییزه Autumn planting	1-4	15	16	1.5	5.5	-	12.5
	5-8	15	16	-	5.5	-	12.5
	9-10	15	16	-	5.5	-	12.5
	11-12	10	11	-	5.5	17	12.5
	13-14	10	6	-	5.5	27	12.5
	15-18	10	3.5	-	5.5	16.5	12.5
جمع کودهای مورد استفاده (کیلوگرم) Total consumed fertilizer(kg)		75	66.5	1.5	33	60.5	75

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

جدول ۲- گزارش نتیجه آزمون خاک.

Table 2. The results of soil analysis.

مشخصات نمونه Description	روی قابل‌جذب Zn ava. (ppm)	آهن قابل‌جذب Fe ava. (ppm)	منگنز قابل‌جذب Mn ava. (ppm)	مس قابل‌جذب Cu ava. (ppm)	بافت Texture	درصد شن Sand (%)	درصد لای Silt (%)	درصد رس Clay (%)	پتاسیم قابل‌جذب K.ava (ppm)	فسفر قابل‌جذب P.ava (ppm)	نیتروژن T.N (%)	مواد آلی OM (%)	کربن آلی O.C (%)	درصد مواد خنثی شونده T.N.V	واکنش گل اشباع pH of paste	هدایت الکتریکی EC µS/cm
جهرم Jahrom	0.80	3.60	5.30	0.20	Sand	77.30	9.20	14.50	0.79	3.280	0.03	0.53	0.31	68.00	7.25	798

جدول ۳- گزارش نتیجه آزمون آب.

Table 3. The results of water test.

مشخصات نمونه Description	هدایت الکتریکی µS cm^{-1}	مجموع املاح محلول T.D.S Mg L^{-1}	میلی اکی والان در لیتر meq L^{-1}										درصد سدیم محلول	نسبت جذب سدیم	سختی کل (برحسب کربنات کلسیم)	قلیائیت کل (برحسب کربنات کلسیم)
			pH	کربنات CO_3^{2-}	بیکربنات HCO_3^-	کلرید Cl^-	سولفات SO_4^{2-}	مجموع آنیون‌ها Sum Anion	کلسیم Ca^{2+}	منیزیم Mg^{2+}	سدیم Na^+	پتاسیم K^+	مجموع کاتیون‌ها Sum Cation	S.S.P	S.A.R	T.H Mg L^{-1}	T.A Mg L^{-1}
نمونه آب Water sample	280.00	171.38	7.35	0.00	0.85	0.80	0.82	2.47	1.25	0.55	0.86	0.01	2.67	32.21	0.91	90.00	42.50

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

نتایج و بحث

اثر ساده شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای آن

مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری، عملکرد کل و عملکرد تک بوته کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که کم‌ترین مقدار عملکرد کل و تک بوته در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۴). شوری به‌دلیل کاهش فشار تورژسانس، سبب کاهش رشد و گسترش یاخته‌ها به‌ویژه در ساقه و برگ‌ها شده و به‌همین دلیل اولین اثر محسوس شوری بر گیاهان به‌صورت اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کم‌تر گیاهان مشاهده شد. از آن‌جا که شوری موجب اختلال در جذب عنصرهای غذایی و بر هم زدن تعادل یونی در گیاه می‌شود، می‌توان کاهش رشد و گسترش برگ‌ها، ساقه و درنتیجه عملکرد را به کمبود عنصرهای غذایی و اختلال‌های تغذیه‌ای ناشی از شوری نسبت داد (۴). تأثیر شوری محلول غذایی بر رشد، عملکرد و ویژگی‌های کیفی گوجه‌فرنگی در کشت بدون خاک نشان داده است که با افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی، عملکرد کل، میانگین وزن میوه و شاخص سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۳).

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد کل (تن درهکتار)، عملکرد تک بوته (گرم)، تعداد میوه تک بوته ومتوسط وزن میوه (گرم) در گیاه گوجه فرنگی زیر تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری (دسی زیمنس برمتر).

Table 4. Comparison of the average total yield (ton/ha), single plant yield (gr), number of single fruit and average fruit weight (gr) in tomato plants under the influence of different levels of irrigation water salinity (dS. m-1).

ویژگی Trait	شوری آب آبیاری دسی زیمنس بر متر irrigation water salinity (dS. m-1)		
	0	4	6
عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield (ton ha^{-1})	145.1[a]	138.0[ab]	133.5[b]
عملکرد تک بوته (گرم) Yield per plant(gr)	5374[a]	5110[ab]	4944[b]
تعداد میوه تک بوته No. of fruit/plant	31.3[a]	31.3[a]	31.3[a]
متوسط وزن میوه (گرم) Average weigh of fruit(gr)	172[a]	163[a]	158[a]

†Means followed by the same letters in each column are not significantly different at P≤0.05 using LSD test.
†در هر ستون، میانگین های دارای حرف‌های مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

اثر ساده متیل جاسمونات بر عملکرد و اجزای آن

مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات نشان داد که با افزایش غلظت متیل جاسمونات تا ۵ میکرومولار عملکرد کل، عملکرد تک بوته و تعداد میوه تک بوته کاهش معنی‌داری یافت، هرچند بین غلظت‌های ۵ و ۷/۵ میکرومولار از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). کاهش عملکرد میوه در استفاده از متیل جاسمونات می‌تواند به‌دلیل تأثیر این ماده بر یاخته‌های روزنه نیز باشد. متیل جاسمونات می‌تواند بر یاخته‌های محافظ اثر گذاشته و باعث بسته‌شدن روزنه شود و از این راه فتوسنتز را نیز کاهش دهد، در نتیجه موجب کاهش عملکرد گیاه شود (۱۴).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد کل (تن درهکتار)،عملکرد تک بوته(گرم)،تعداد میوه تک بوته ومتوسط وزن میوه (گرم) در گیاه گوجه فرنگی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات(میکرو مولار).

Table 5. Comparison of the average total yield (ton/ha), single plant yield (gr), number of single fruit and average fruit weight (gr) in tomato plants affected by various methyl jasmonate concentrations(µM).

ویژگی Trait	متیل جاسمونات (میکرو مولار) Methyl jasmonate(µM)		
	0	5	7.5
عملکرد کل(تن در هکتار) Total yield(ton/ha)	144.2[a]	136.2[b]	136.2[b]
عملکرد تک بوته(گرم) Yield per plant(gr)	5340[a]	5045[b]	5043[b]
تعداد میوه تک بوته No. of fruit/plant	32.2[a]	30.8[b]	30.9[b]
متوسط وزن میوه(گرم) Average weigh of fruit(gr)	166[a]	164[a]	163[a]

† Means followed by the same letters in each column are not significantly different at P≤0.05 using LSD test

† در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

اثر ساده سیلیکات سدیم بر عملکرد و اجزای آن

سیلیکات سدیم بر هیچ‌کدام از ویژگی‌های مورد بررسی تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد کل (تن درهکتار)،عملکرد تک بوته(گرم)،تعداد میوه تک بوته ومتوسط وزن میوه (گرم) در گیاه گوجه فرنگی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف سیلیکات سدیم(میلی مولار).

Table 6. Comparison of the average total yield (ton/ha), single plant yield (gr), number of single fruit and average fruit weight (gr) in tomato plants affected by different concentrations of silicate sodium(mM).

ویژگی Trait	سیلیکات سدیم (میلی مولار) Sodium silicate (mM)		
	0	4	8
عملکرد کل(تن در هکتار) Total yield(ton/ha)	141.3[a]	139.3[a]	136.0[a]
عملکرد تک بوته(گرم) Yield per plant(gr)	5232[a]	5158[a]	5038[a]
تعداد میوه تک بوته No. of fruit/plant	31.3[a]	31.3[a]	31.3[a]
متوسط وزن میوه(گرم) Average weigh of fruit(gr)	167[a]	165[ab]	161[b]

† Means followed by the same letters in each column are not significantly different at P≤0.05 using LSD test

† در هر ستون، میانگین های دارای حرف‌های مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

برهمکنش شوری آب آبیاری، متیل جاسمونات و سیلیکات سدیم بر عملکرد کل گوجه‌فرنگی

برهمکنش سه فراسنجه شوری، سیلیکات سدیم و متیل جاسمونات بر عملکرد کل نشان داد که بیش‌ترین عملکرد کل در غلظت ۴ دسی‌زیمنس بر متر شوری درسطح صفر میکرومولار متیل جاسمونات در تیمارهای صفر

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

و ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و هم‌چنین غلظت صفر شوری در تیمارهای ۸ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و ۷/۵ میکرومولار متیل جاسمونات و غلظت ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم در غلظت صفر متیل جاسمونات (به‌ترتیب ۱۵۲/۲، ۱۵۲/۱، ۱۵۱/۴ و ۱۵۱/۲٪) بدست آمد. کم‌ترین عملکرد کل نیز در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر در تیمار ۸ میلی‌مولار سیلیکات سدیم در غلظت ۵ میکرومولار متیل جاسمونات (۱۲۶/۶٪) مشاهده شد (شکل ۱). نتیجه‌های پژوهش‌های برهمکنش سطح‌های مختلف سیلیکات سدیم و تنش شوری بر رشد کاهو پیچ نشان داد که تأثیر سیلیکات سدیم بر وزن خشک و درصد ماده خشک کل گیاه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (۲). وزن خشک خیار در شرایط تنش شوری کاهش پیدا کرد، ولی با افزودن سیلیکات سدیم این کاهش به‌طور معنی‌داری بهبود یافت (۱۵). کودهای سیلیکاته با اثر بر رشد رویشی گیاه، افزایش تولید ماده خشک و حاصلخیزی خاک، موجب بالا رفتن عملکرد گیاه می‌شوند (۱۰). عملکرد گیاهان مختلف زراعی از جمله غلات و حبوبات با مصرف سیلیکات سدیم افزایش می‌یابد. سیلیکات سدیم موجب کاهش اثرهای منفی شوری بر اجزاء عملکرد نخود شد، به‌طوری‌که مصرف ۱ میلی‌مولار سیلیکات سدیم باعث افزایش وزن خشک و عملکرد گیاه شد (۱).

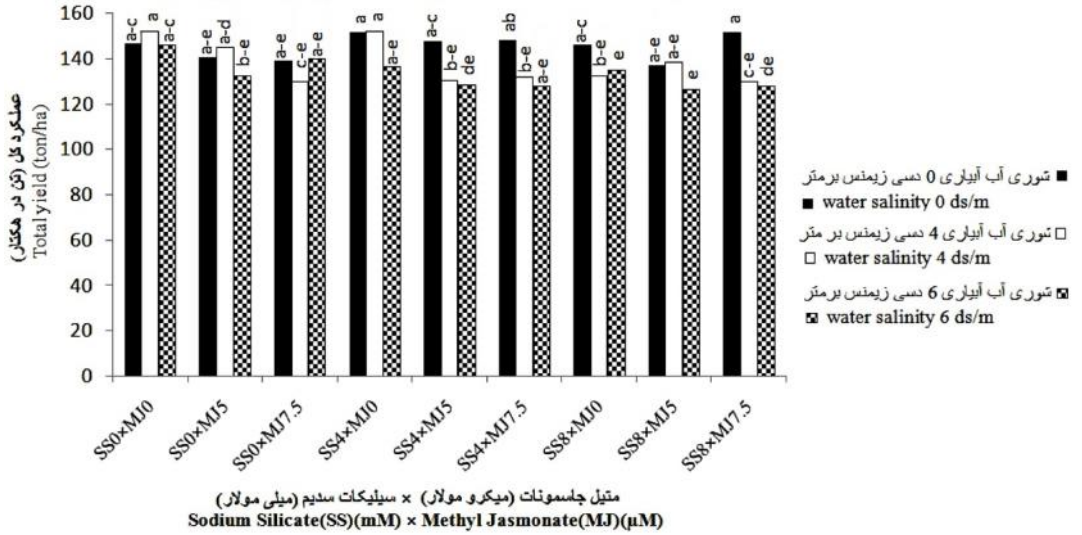

Fig. 1. Interaction of different concentrations of salinity of irrigation water (dS. m^{-1}), methyl jasmonate (µM) and sodium silicate (mM) on total yield of tomato plants (tons /ha). Means followed by the same letters in each column are not significantly different at P≤0.05 using LSD test.

شکل ۱- برهمکنش غلظت‌های مختلف شوری آب آبیاری (دسی زیمنس برمتر)، متیل جاسمونات (میکرومولار) و سیلیکات سدیم (میلی مولار) بر عملکردکل میوه گیاه گوجه فرنگی (تن در هکتار) در هر ستون، میانگین های دارای حرف‌های مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

برهمکنش شوری آب آبیاری، متیل جاسمونات و سیلیکات سدیم بر عملکرد تک بوته گوجه‌فرنگی

برهمکنش سه فاکتور شوری آب آبیاری، سیلیکات سدیم و متیل جاسمونات بر عملکرد تک بوته نشان داد که در تیمار عدم استفاده از سیلیکات سدیم و متیل جاسمونات و همچنین در نبود سیلیکات سدیم و در حضور متیل جاسمونات تا سطح ۵ میکرومولار، با افزایش شوری آب آبیاری از صفر به ۴ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد تک بوته افزایش یافت. هم‌چنین در شرایط عدم استفاده از سیلیکات سدیم و با مصرف ۷/۵ میکرومول متیل جاسمونات، با افزایش شوری آب آبیاری از صفر به ۴ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد تک بوته کاهش یافت (شکل ۲). با افزایش شوری آب آبیاری از صفر به ۴ دسی‌زیمنس بر متر، در تیمار ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم بدون استفاده از متیل جاسمونات، عملکرد تک بوته افزایش، اما در تیمار سیلیکات سدیم ۸ میلی‌مولار کاهش و در تیمار ترکیبی ۸ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و ۵ میکرومولار متیل جاسمونات، با افزایش شوری آب آبیاری از

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

صفر به ۴ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد تک بوته افزایش یافت. بیش‌ترین عملکرد تک بوته در غلظت ۴ دسی‌زیمنس متر شوری آب آبیاری بدون استفاده از متیل جاسمونات در سطوح صفر یا ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و کم‌ترین عملکرد تک بوته در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری در تیمار ترکیبی ۸ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و سطح ۵ میکرومولار متیل جاسمونات مشاهده شد (شکل ۲).

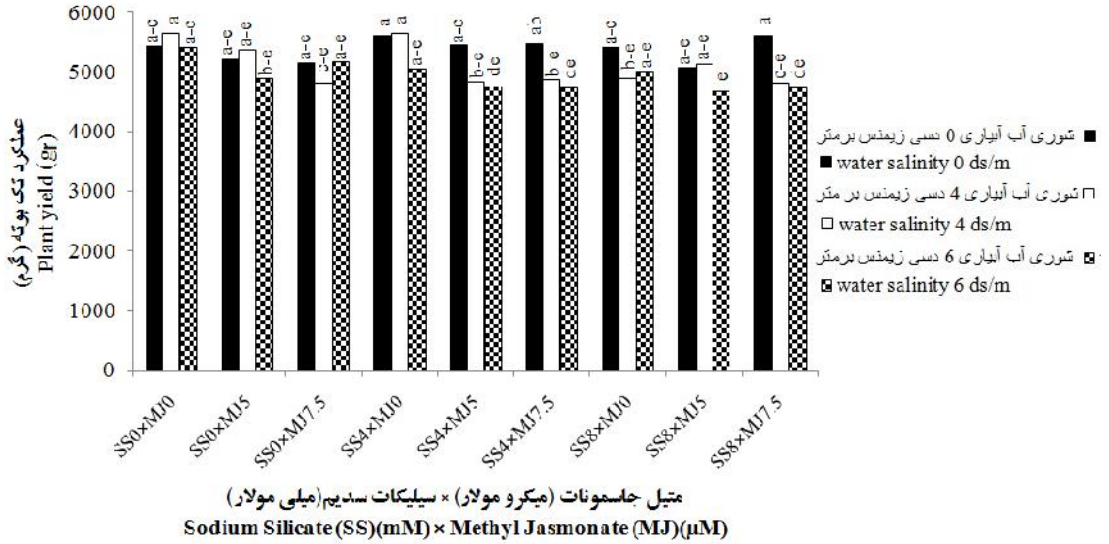

Fig. 2. Interaction of different concentrations of salinity of irrigation water (dS. m^{-1}), methyl jasmonate (µM) and sodium silicate (mM) on Single plant yield of tomato plants (gr). Means followed by the same letters in each column are not significantly different at P≤0.05 using LSD test.

شکل ۲- برهمکنش غلظت‌های مختلف شوری آب آبیاری (دسی زیمنس برمتر)، متیل جاسمونات (میکرومولار) و سیلیکات سدیم (میلی مولار)بر عملکردتک بوته میوه گیاه گوجه فرنگی (گرم) در هر ستون، میانگین های دارای حرف‌های مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

برهمکنش شوری آب آبیاری، متیل جاسمونات و سیلیکات سدیم بر تعداد میوه تک بوته

برهمکنش سه فراسنجه شوری آب آبیاری، سیلیکات سدیم و متیل جاسمونات بر تعداد میوه تک بوته نشان داد که بیش‌ترین تعداد میوه تک بوته در شوری آب آبیاری ۴ دسی‌زیمنس بر متر در نبود متیل جاسمونات در سطح‌های صفر یا ۸ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و هم‌چنین سطح ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم بدون استفاده از متیل جاسمونات در شوری صفر و ۶ دسی‌زیمنس بر متر شوری (۳۲/۳ عدد میوه) مشاهده شد. کم‌ترین تعداد میوه تک بوته نیز در شوری صفر و ۶ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری در تیمار ترکیبی ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و ۷/۵ میکرومولار متیل جاسمونات، در شوری‌های صفر، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر در سطح ۷/۵ میکرومولار متیل جاسمونات و سطوح صفر و ۸ میلی‌مولار سیلیکات سدیم (۳۰/۳ عدد میوه) بود (شکل ۳).

برهمکنش شوری آب آبیاری، متیل جاسمونات و سیلیکات سدیم بر وزن میوه

برهمکنش سه فراسنجه شوری آب آبیاری، سیلیکات سدیم و متیل جاسمونات بر وزن میوه نشان داد که در نبود سیلیکات سدیم و متیل جاسمونات با افزایش شوری آب آبیاری از صفر به ۶ دسی‌زیمنس بر متر، وزن میوه کاهش یافت. هم‌چنین در حضور ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم با افزایش شوری آب آبیاری وزن میوه کاهش یافت.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

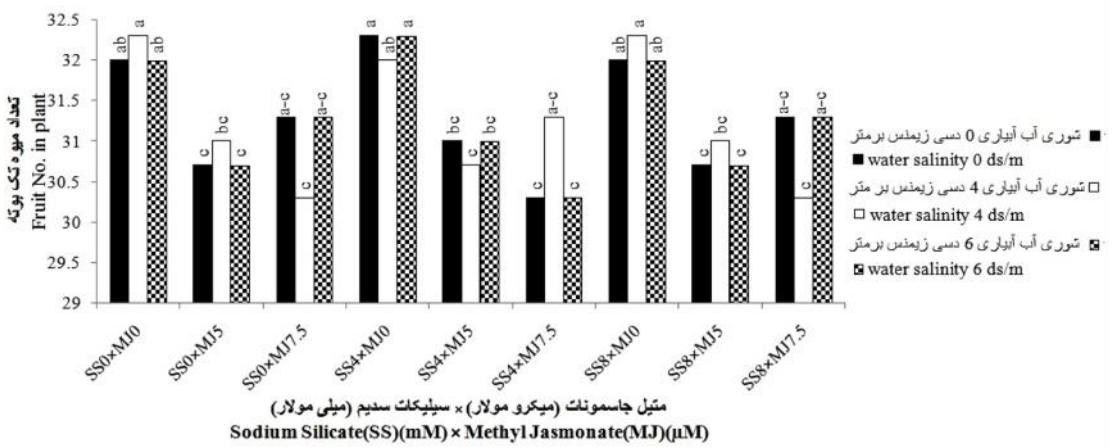

Fig. 3. Interaction of different concentrations of salinity of irrigation water ($dS.m^{-1}$), methyl jasmonate (µM) and sodium silicate (mM) on Number of single plant fruit of tomato plants (g). Means followed by the same letters in each column are not significantly different at P≤0.05 using LSD test.

شکل ۳- برهمکنش غلظت‌های مختلف شوری آب آبیاری (دسی زیمنس برمتر)، متیل جاسمونات (میکرومولار) و سیلیکات سدیم (میلی مولار) بر تعداد میوه گیاه گوجه فرنگی. در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

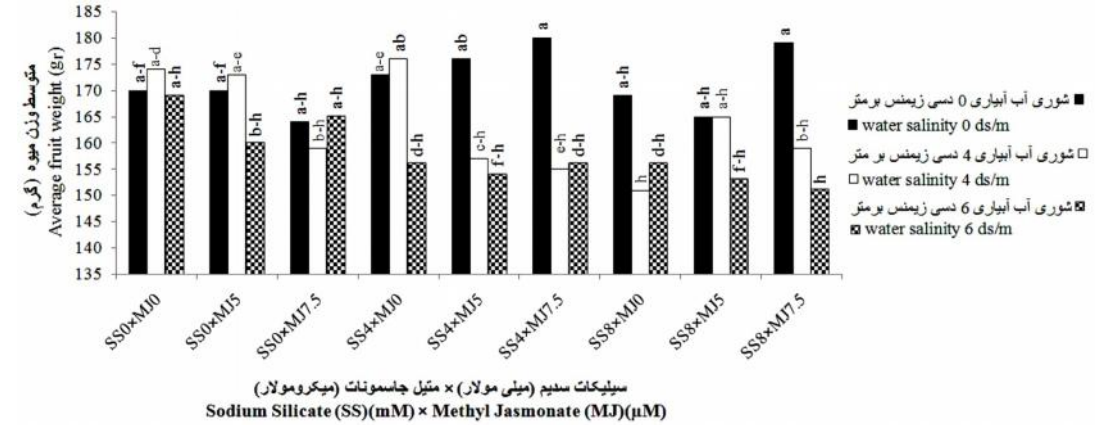

Fig. 4. Interaction of different concentrations of salinity of irrigation water ($dS.\ m^{-1}$), methyl jasmonate (µM) and sodium silicate(mM) on Average fruit weight plant yield of tomato plants (gr). Means followed by the same letters in each column are not significantly different at P≤0.05 using LSD test.

شکل ۴- برهمکنش غلظت‌های مختلف شوری آب آبیاری (دسی زیمنس برمتر)، متیل جاسمونات (میکرومولار) و سیلیکات سدیم (میلی مولار) بر عملکرد متوسط وزن میوه گیاه گوجه فرنگی (گرم) در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

در تیمار ترکیبی ۴ میلی‌مولار سیلیکات سدیم و ۷/۵ میکرومولار متیل جاسمونات، با افزایش شوری آب آبیاری تا سطح ۴ دسی‌زیمنس بر متر وزن میوه کاهش یافت ولی در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس، وزن میوه افزایش یافت. در استفاده از ۸ میلی‌مولار سیلیکات سدیم، با افزایش شوری آب آبیاری تا سطح ۴ دسی‌زیمنس بر متر، وزن میوه کاهش یافت اما در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر وزن میوه افزایش یافت (شکل ۴).

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که ویژگی‌های عملکردی گیاه و میوه گوجه‌فرنگی رقم دافنیس در شرایط تنش شوری با کاربرد متیل جاسمونات کاهش پیدا می‌کند. برای کاهش اثر شوری آب آبیاری با قابلیت

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

هدایت الکتریکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر، از سیلیکات سدیم به مقدار ۴ میلی‌مولار می‌توان استفاده کرد. هم‌چنین استفاده از ۵ میکرومولار متیل جاسمونات بدون استفاده از سیلیکات سدیم و یا ترکیب سیلیکات سدیم ۸ میلی‌مولار و متیل جاسمونات ۵ میکرومولار پیشنهاد می‌شود. برای کاهش اثر شوری آب آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی ۶ دسی‌زیمنس بر متر، می‌توان از ۷/۵ میکرومولار متیل جاسمونات و یا سیلیکات سدیم به مقدار ۴ یا ۸ میلی‌مولار استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مراتب سپاسگزاری خود را از همکاری سازمان جهاد کشاورزی استان فارس و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان زرین دشت ، برای نگارش این پژوهش ابراز می دارند.

منابع References

۱. پرنده، س.، غ.ر. زمانی، ص. بهامین و ا. فتحی. ۱۳۹۱. بررسی اثر سیلیکات سدیم بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود تحت تنش شوری. اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط‌زیست سالم. ۸ اسفندماه ۱۳۹۱.

۲. پیوست، غ.ع.، م.ر. زارع و ح.ا.ا. سمیع‌زاده. ۱۳۸۷. برهمکنش سطوح مختلف سلیسیم بر رشد کاهو پیچ تحت شرایط کشت در سیستم لایه‌نازک محلول غذایی (NFT). مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی، ۷۹-۸۶: (۲۲)۱.

۳. لایق، م.، غ. ع. پیوست، ح. ا. سمیع‌زاده و م. خصوصی. ۱۳۸۸. تأثیر شوری محلول غذایی بر رشد، عملکرد و ویژگی‌های کیفی گوجه‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک. مجله علوم باغبانی ایران،۲۱-۱۱: (۴) ۴۰.

۴. میرمحمدی‌میبدی، ع و ب. قره‌یاضی. ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۷۴ صفحه.

5. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25(2): 239-250.
6. Creelman R.A. and J.E. Mullet. 1997. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. Ann. Rev. Plant Biol. 48(1): 355-381.
7. Rezai, S., M. Orojloo, S.S. Bidabadi, and M. Soleimanzadeh. 2013. Possible role of methyl jasmonate in protection to NaCl-induced salt stress in pepper cv."Green Hashemi". Intl. J. Agr. and Crop Sci. 6(17): 1235.
8. Yoon, J.Y., M. Hamayun, S.-K. Lee, and I.-J. Lee. 2009. Methyl jasmonate alleviated salinity stress in soybean. J. Crop Sci. Biotech. 12(2): 63-68.
9. Kafi, M. and Z. Rahimi. 2011. Effect of salinity and silicon on root characteristics, growth, water status, proline content and ion accumulation of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Soil Sci. Plant Nutr. 57(2): 341-347.
10. Agarie, S. 1993. Effect of silicon on growth, dry matter production and photosynthesis in rice plants. Crop Prod. Improve. Tech. Asia. 225-234.
11. Hashemi, A., A. Abdolzadeh and H.R. Sadeghipour. 2010. Beneficial effects of silicon nutrition in alleviating salinity stress in hydroponically grown canola, *Brassica napus* L., plants. Soil Sci. Plant Nutri. 56(2): 244-253.
12. Savvas, D., D. Giotis, E. Chatzieustratiou, M. Bakea and G. Patakioutas. 2009. Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections. Environ. Experim. Bot. 65(1):11-17.
13. Bybordi, A. 2010. Influence of NO_3:NH_4 ratios and silicon on growth, nitrate reductase activity and fatty acid composition of canola under saline conditions. Afr. J. Agr. Res. 5(15): 1984-1992.
14. Wang, X., C. Ou-yang, Z-R. Fan, S. Gao, F. Chen and L. Tang. 2010. Effects of exogenous silicon on seed germination and antioxidant enzyme activities of *Momordica charantia* under salt stress. J. Anim. Plant Sci. 6:700-708.
15. Zhu, Z., G. Wei, J. Li, Q. Qian and J. Yu. 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plant Sci. 167(3): 527-533.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19 (3): 315 – 324 (2018)

Effect of Methyl Jasmonate and Silicon on Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cv. 'Dafnis' under Salinity Stress in Greenhouse Conditions

H. Zamani, M.J. Arvin*, A. Aboutalebi Jahromi, V. Abdoosi and A. Mohammadi Torkashvand[1]

In order to investigate the interaction of Methyl Jasmonate (MeJA)and silicon on the yield and its components in tomato plant 'Dafnis' cultivar under salinity stress, an experiment as split-plot design was carried out using the Randomized Complete Block design (RCB) and with 3 replications contained 4 observations. Experiment was done in pots containing 8 kg of sandy soil in a commercial greenhouse for 11 months. The main factor, irrigation water Salinity, was assessed in 3 levels with electrical conductivity (EC) of 0.4 and 6 $ds.m^{-1}$, MeJA as a sub-factor at 0.5 and 7.5 µM and silicon in the form of sodium silicate in 3 levels of 0.4 and 8 mM. The results showed that with increasing in salinity of irrigation water from 0 to 6 $ds.m^{-1}$, MeJA level from 0 to 7.5 µM and sodium silicate from 0 to 8 mM, the total yield decreased from 145.1 to 133.5, 144.2 to 136.2 and 141.3 to 136 t. ha^{-1}, respectively. The highest yield was obtained as 147.7 t. ha^{-1}, using 4 Mm sodium silicate and 7.5 µM MeJA in non-saline conditions.

Keywords: Dafnis, Methyl Jasmonate, Salinity, Sodium silicate.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.8.2]

1. Ph.D. Candidate of Horticultural Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Professor of Horticultural Science, Shahid Bahonar University,Kerman, Associate Professor of Horticultural Science, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Assistant Professor of Horticultural Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Associate Professor of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, respectively.

* Corresponding author, Email: (mjarvin@uk.ac.ir).