مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۴ شماره ۲ صفحه‌های ۲۱۳ تا ۲۲۶ (۱۴۰۲)
مقاله پژوهشی

تاثیر ساکاروز و سیلیسیم بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی گیلاسی

The Effect of Sucrose and Silicon on the Quantitative and Qualitative Characteristics of Cherry Tomatoes

علیرضا توکلی خانیمنی، کامران قاسمی*، حسین مرادی
گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (k.ghasemi@sanru.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۹

چکیده

گوجه‌فرنگی گیلاسی (*Solanum lycopersicom*) یکی از ارقام مهم گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای می‌باشد، که در سال‌های اخیر مورد استقبال و توجه زیادی قرار گرفته است. این نوع از گوجه‌فرنگی مانند سایر ارقام به کمبود نور در گلخانه‌ها به‌ویژه در مناطق شمال کشور حساس است؛ بنابراین جهت کاهش این معضل، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام شد تا اثر دو فاکتور سیلیسیم (در دو سطح: صفر و یک میلی‌مولار) و تغذیه کربوهیدراته (در پنج سطح: شاهد، ساکاروز دو درصد، ساکاروز + نیترات پتاسیم ۵ در هزار، ساکاروز + نیترات منیزیم ۵ در هزار، ساکاروز + اسید بوریک ۰/۵ در هزار) بر صفات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی گیلاسی در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گیرد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که کمترین ریزش گل در تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار حاصل شد، اما با تیمار ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار اختلاف معنی‌داری نداشت. تیمار ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار افزون بر اینکه تعداد گل بالایی را تولید کرد، میزان تشکیل میوه را نیز افزایش داد؛ به‌طوری‌که بیشترین تعداد میوه در بوته نیز متعلق به همین تیمار بود. بیشترین جذب سیلیسیم برگی زمانی بود که تیمار سیلیسیم با تیمار ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار همراه شد. در این آزمایش ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار کمترین میزان قند برگ را داشت، که اختلاف آن با تیمارهای ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار و همچنین تیمار سیلیسیم تنها معنی‌دار نبود. از آنجایی‌که تیمار ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار دارای بیشترین میزان قند ساقه و ریشه بود؛ بنابراین مشخص می‌شود که تخلیه کربوهیدرات برگ در این تیمار به مقصد ساقه و ریشه صورت گرفته است. بیشترین درصد کربوهیدرات محلول میوه در تیمار ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک۰/۵ در هزار ثبت شد که به روشنی نشان می‌دهد در این تیمار کربوهیدرات‌های محلول از منبع برگ به مقصد میوه‌ها حرکت کرده‌اند. در مجموع نتایج به‌دست آمده نشان داد تیمار سیلیسیم در شرایط عدم محلول‌پاشی ساکاروز، موجب تخلیه قندها از برگ و حرکت کربوهیدرات به سمت میوه‌ها شد، ولی در مقابل کاهش صادرات مواد کربوهیدراتی به ریشه نیز رخ داد. به نظر می‌رسد انتقال کربوهیدرات‌ها به میوه پس از محلول‌پاشی سیلیسیم افزایش یافته و به همین دلیل موجب کاهش ریزش گل و افزایش عملکرد بوته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تسهیم کربوهیدرات، پتاسیم، منیزیم، بور.

مقدمه

گوجه‌فرنگی گیلاسی با نام علمی (*Solanum lycopersicom*) یکی از ارقام مهم گوجه‌فرنگی می‌باشد، که در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی قرارگرفته است، که این توجه می‌تواند به دلایل مختلف مانند خصوصیات ظاهری، طعم مطلوب، توانایی سازگاری با شرایط مختلف محیطی و انبارمانی مناسب میوه باشد (Arena *et al.*, 2003).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

امروزه نیاز غذایی جمعیت جهان (نزدیک به هشت میلیارد نفر) بسیار بیش‌تر از گذشته است و کشاورزی اصلی‌ترین راه تامین نیاز غذایی بشر محسوب می‌گردد. با توجه به محدود بودن زمین مناسب برای کشاورزی، مهمترین راهکار جهت افزایش تولید غذا، افزایش تولید محصول در واحد سطح می‌باشد که یکی از شیوه‌های مهم در افزایش تولید محصول، کشت‌های هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای می‌باشد (Souri and Kafi, 2005). به بیان دیگر تلفیق ساختارهای گلخانه‌ای با روش‌های نوین مانند کشت هیـدروپونیک، امکـان مدیریت هرچه بهتر تغذیه را فراهم آورده اسـت که این خود می‌تواند به افزایش قابل توجه کمی و کیفی محصولات بیانجامد.

قندها اغلب به شکل ساکاروز در آوندهای آبکش جابجا شده و به سایر قسمت‌های گیاه انتقال می‌یابند (Matoh *et al.*, 1995). ساکارز شکل قابل انتقال تولیدات فتوسنتزی می‌باشد بنابراین می‌توان به تغذیه ساکاروز از طریق محلول‌پاشی خارجی به‌عنوان یک تغذیه مفید توجه بیشتری نمود. گزارش شده است که ساکارز از طریق برگ و جوانه‌های در حال تورم جذب شده و می‌تواند به‌عنوان منبع انرژی قابل استفاده برای رشد رویشی و زایشی گیاه ایفای نقش کند (Dugger, 1983).

هورمون گیاهی اتیلن موجب تشکیل لایه سواگر در دم میوه شده که نهایتا منجر به ریزش میوه می‌گردد، ولی سیلیسیم به‌عنوان یک ترکیب ضدتنش می‌تواند از تولید اتیلن و ریزش میوه ممانعت نماید. همچنین اثبات شده است که حتی در شرایط بدون تنش نیز سیلیسیم بر خواص کمی و کیفی میوه گوجه‌فرنگی تاثیرگذار است (Liang *et al.*, 1993).

پتاسیم نقش قابل توجهی‌در تأمین رشد، کاهش اثرات سوء ناشی‌از تنش‌ها، افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصول، از جمله طول دوره انبارداری، بازارپسندی وارزش اقتصادی آن دارد (Jifon and Lester., 2007). اثرات مثبت پتاسیم بر عملکرد، اندازه میوه افزایش غلظت کل مواد جامد محلول در میوه و اسید بهبود رنگ میوه، آسکوربیک‌ها و افزایش کیفیت میوه در شرایط حمل و نقل برای بسیاری از محصولات باغبانی گزارش شده است. پتاسیم کافی از طریق افزایش رنگ‌گیری و اسید قابل تیتراسیون کافی باعث افزایش کیفیت میوه‌ها می‌شود (Cakmak, 2005). علاوه بر نقش‌های بیان شده، عنصر پتاسیم به فتوسنتز و انتقال کربوهیدرات‌ها نیز کمک شایانی می‌کند (Fageria and Gheyi 1999). منیزیم نیز به‌عنوان جزئی از مولکول کلروفیل، انتقال‌دهنده کربوهیدرات در آوند و کوفاکتور آنزیم‌های کلیدی نظیر ترانس فسفوریلاز، دهیدروژناز و کربوکسیلاز می‌باشد (Follett *et al.*, 1981). بور یکی از عناصر کم‌مصرف ولی ضروری برای گیاهان است، که یکی از نقش‌های احتمالی آن اتصال و انتقال کربوهیدرات‌ها به شکل ساکارز در داخل آوند آبکش می‌باشد (Mashayekhi and Atashi, 2013).

افزون بر عنصر بور که احتمالا در انتقال کربوهیدرات نقش داشته باشد، گزارشات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد دو عنصر پتاسیم و منیزیم در بارگیری ساکاروز توسط آوند آبکش نقش اساسی ایفا می‌کنند، بنابراین هدف از این پژوهش استفاده از ساکاروز خارجی به همراه عناصر انتقال‌دهنده ساکاروز بوده است تا بتوان از این طریق کاهش تولیدات ناشی از کمبود نور در گلخانه‌های شمال کشور را تا اندازه‌ای مدیریت نمود و همچنین با بهره‌گیری از سیلیسیم به‌عنوان یک عنصر ضدتنش شناخته شده، کاهش سنتز اتیلن، ریزش گل و ریزش میوه را موجب شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور و در چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اول سیلیسیم در دو سطح (بدون سیلیسیم و سیلیسیم ۱ میلی مولار) و فاکتور دوم کربوهیدرات در پنج سطح (ساکاروز صفر، ساکاروز۲ درصد، ساکاروز۲ درصد + نیترات پتاسیم ۵ در هزار، ساکاروز۲ درصد + نیترات منیریم ۵ در هزار، ساکاروز۲ درصد + اسید بوریک ۰/۵ در هزار) بودند. هر دو فاکتور به‌صورت محلول‌پاشی پس از ظهور اولین گل تا پایان دوره پرورش، با تناوب یک بار در هفته اعمال شدند. با درنظر گرفتن سطوح دو فاکتور و سه تکرار، در مجموع این آزمایش با ۴۰ بوته صورت گرفت.

به‌منظور انجام پژوهش، بذور گوجه‌فرنگی گیلاسی رقم سوگنو خریداری شده از شرکت بذر قائم اصفهان در اواخر آبان ماه در سینی کشت با ابعاد۴۰×۳۰ در بستر کوکوپیت کشت شدند. در ادامه نشاهای حاصل از جوانه زنی بذور دو بار در هفته با محلول هوگلند تا زمان انتقال نشاها تغذیه شدند. پس از ۴۵ روز و بعد از اطمینان از یکنواختی در اندازه و کیفیت نشاها که

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

به‌طور میانگین دارای ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر بودند، با تراکم یک بوته به گلدان‌های پلاستیکی با قطر۲۰ و با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر حاوی کوکوپیت و پرلیت با نسبت (۱:۱) انتقال داده شدند.

این پژوهش در گلخانه‌ای تونلی دارای تجهیزات ضروری، شامل سیستم تهویه، سیستم گرمایشی و دماسنج دیجیتالی بوده است. دمای گلخانه در طول دوره پرورش از طریق دما سنج دیجیتالی اندازه‌گیری شد و میانگین دمای شب و روز به ترتیب ۱۶ و ۲۱ درجه سلسیوس و حداقل دما ۱۴ درجه سلسیوس و حداکثر دما ۲۵ درجه سلسیوس ثبت شد. در این پژوهش محلول غذایی دانشگاه فلوریدا برای پرورش گوجه‌فرنگی استفاده شد (جدول ۱). محلول غذایی با تنظیم pH ۶/۷، دوبار در هفته به‌میزان ۰/۵ لیتر به‌صورت کود آبیاری در دسترس همه گیاهان در شرایط یکسان قرار می‌گرفت و سایر روزها تنها آبیاری انجام می‌شد. این فرایند تا پایان پژوهش به‌طور منظم ادامه داشت.

جدول ۱- غلظت عناصر موجود در محلول غذایی (میلی‌گرم بر لیتر).

Table 1. The concentration of elements in nutrient solution (mg L^{-1}).

Elements	N	P	K	Ca	S	Mg	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
(ppm)	150	50	200	150	60	50	0.7	2.8	0.8	0.3	0.2	0.05

تجهیزات آزمایشگاهی مورد استفاده در این آزمایش عبارت بودند از: رفراکتومتر Garlzeis jena (آلمان)،pH متر Metrohm 691 (سوئیس)، ترازوی حساس با دقت سه رقم اعشار برحسب گرم Sartorius (آلمان)، مخلوط کن برقی ناسیونال (ایران)، سفتی سنج Lutron مدلFG-5020.

صفات مورفولوژیکی شامل تعداد گل در هر بوته، تعداد گل‌آذین در هر بوته، تعداد میوه‌های تشکیل‌شده، تعداد میوه‌های ریزش‌کرده در طول آزمایش ثبت گردید. وزن تک میوه (گرم) ، وزن خوشه (گرم)، وزن کل میوه (گرم) به وسیله ترازو با سه رقم اعشار و سفتی بافت میوه‌ها با دستگاه سفتی‌سنج در پایان آزمایش (اواخر خردادماه) برای میوه‌های کاملا رسیده و رنگ‌گرفته (رسیده قرمز قبل از نرم شدن) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

صفات کیفی شامل کل مواد جامد محلول (TSS)، اسید قابل تیتراسیون (TA)، pH میوه و همچنین قند ریشه، ساقه، برگ و میوه و سیلیسیم برگ در پایان آزمایش اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری قند به روش مک‌ردی صورت گرفت (McCready *et al.*, 1950). برای اندازه گیری فاکتورهای کیفی،۵۰۰ گرم میوه از هر نمونه برداشت و با مخلوط کن برقی خرد و همگن شد. مواد جامد محلول (بریکس) از طریق رفراکتومتر، اسیدیته با روش تیتر کردن با سود ۰/۱ نرمال (برحسب اسید سیتریک) و pH با استفاده از pH متر تعیین شدند (Sweeney *et al.*, 1970 ; Ghorbani Dehkordi *et al.*, 2015).

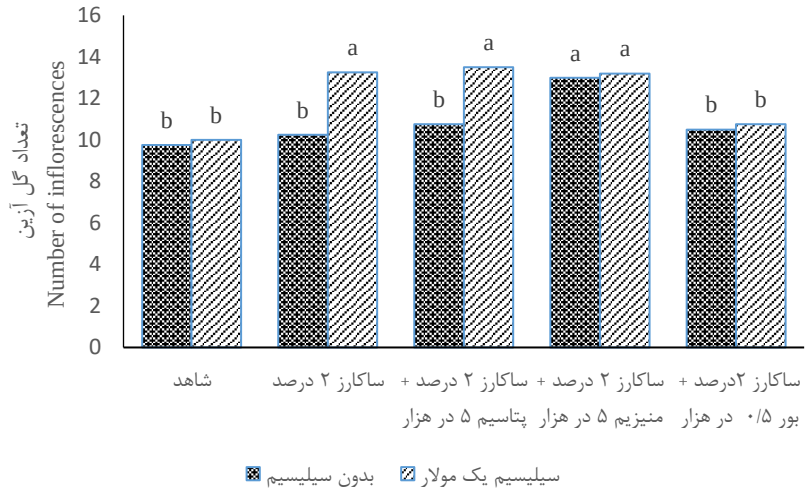
برای اندازه‌گیری سیلیسیم گیاه عصاره‌گیری از نمونه گیاهی با روش اتوکلاو انجام شد (Elliot and Snyder, 1991). به‌طور خلاصه۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه (آسیاب و عبور داده شده از الک) را در لوله پلی‌اتیلن ۲۵۰ میلی‌لیتری قرار داده شد. سپس ۲ میلی‌لیتر H_2O_2 پنجاه درصد و ۴/۵ میلی‌لیتر NaOH پنجاه درصد اضافه گردید. سوسپانسیون به‌دست آمده را در اتوکلاو در فشار ۱۳۸ (۲۰۰) کیلو پاسکال (دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس) به‌مدت ۲۰ دقیقه هضم و در نهایت صاف شد. نمونه هضم شده را با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در مرحله بعد قرائت نمونه عصاره‌گیری شده صورت گرفت. مقدار ۱ میلی‌لیتر از محلول نمونه عصاره‌گیری شده در مرحله قبل به بالن ۵۰ میلی‌لیتر انتقال یافت. سپس ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک ۲۰٪ اضافه شد و ۱۰ میلی‌لیتر محلول آمونیوم مولیبدات اضافه گردید. برای مخلوط شدن کامل محلول آن را خوب به‌هم زده و برای ۵ دقیقه در حالت سکون قرار داده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر اسید تارتاریک ۲۰ درصد و ۱ میلی‌لیتر محلول احیاکننده (شامل ۸ گرم بر لیتر Na_2SO_3، ۱/۶ گرم بر لیتر ۱-آمینو -۲-نفتول ۴- سولفوریک اسید و ۱۰۰ گرم بر لیتر $NaHSO_3$) اضافه شد. آنگاه با استفاده از اسید استیک ۲۰٪ به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و برای ۳۰ دقیقه به‌حال خود رها گردید. در نهایت با دستگاه اسپکت در طول موج ۶۵۰ قرائت انجام شد.

در پایان، داده‌ها در نرم افزار اکسل نسخه 2016 وارد شده و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

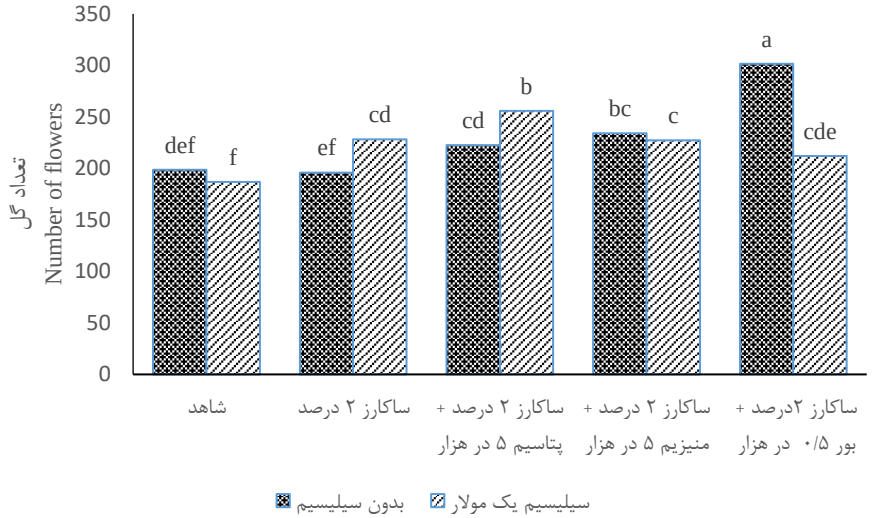
نتایج

بیشترین تعداد گل‌آذین در تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار (با میانگین ۱۳/۵ عدد) دیده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد (با میانگین ۱۳/۲)، تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار (با میانگین ۱۳ /۲ عدد) و تیمار سیلیسیم و ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار (با میانگین ۱۳) نداشت (شکل ۱). براساس (شکل ۲) تیمار سیلیسیم صفر به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار (با میانگین ۳۰۱/۵ عدد) دارای بالاترین تعداد گل بوده است.



شکل۱- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و ساکاروز بر تعداد گل‌آذین (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند).

Fig. 1. Mean comparison of the interaction effect of silicon and sucrose on the number of inflorescences (columns with common letters in each column do not have a significant difference (P<0.01).



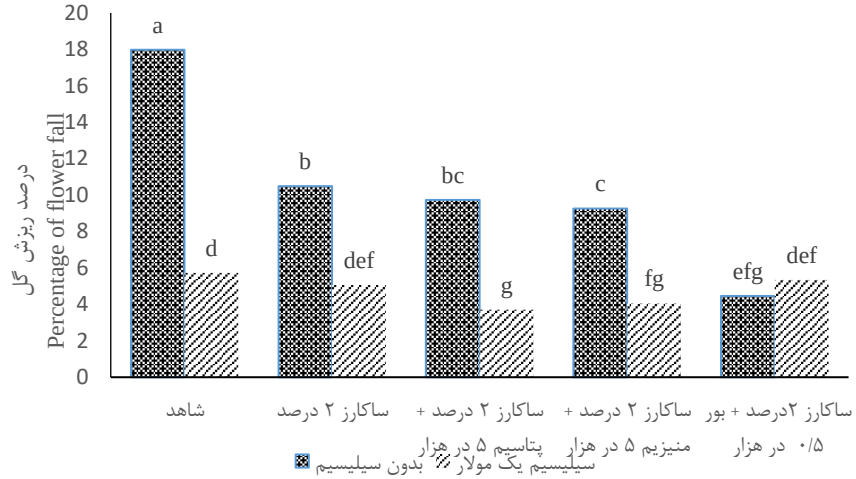
شکل۲- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر تعداد گل (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند).

Fig. 2. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on the number of flowers (columns with common letters in each column do not have a significant difference (P <0.01).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین در (شکل۳) نشان می‌دهد که بیشترین درصد ریزش گل در تیمار شاهد (سیلیسیم صفر و بدون تغذیه ساکاروز) (با میانگین ۱۷/۹ درصد) مشاهده شده است. بر اساس (شکل۳) در بیشتر تیمارها که سیلیسیم بکار رفته

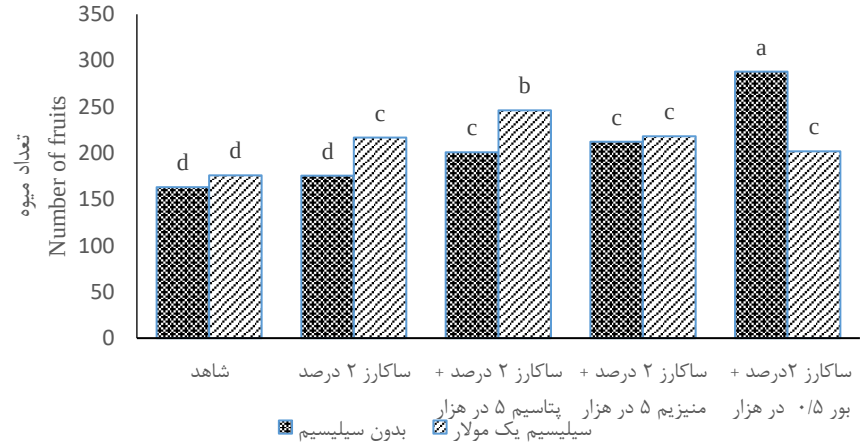
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

توانست به‌طور معنی‌داری از ریزش گل جلوگیری کند بنابراین دارای درصد ریزش پایین‌تری بود. همچنین در تمامی تیمارهایی که سیلیسیم استفاده نشد، ساکاروز هم به‌صورت تنها و هم به همراه پتاسیم، منیزیم و بور توانست نسبت به شاهد بدون سیلیسیم از ریزش گل جلوگیری کند (شکل ۳). بیشترین تعداد میوه در تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار (با میانگین ۲۸۸ میوه) مشاهده شد (شکل ۴). بیشترین وزن تک میوه در تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار (با میانگین ۱۷/۱۷ گرم) مشاهده شد که دارای تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها می‌باشد (شکل ۵).



شکل۳- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر درصد ریزش گل (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند).

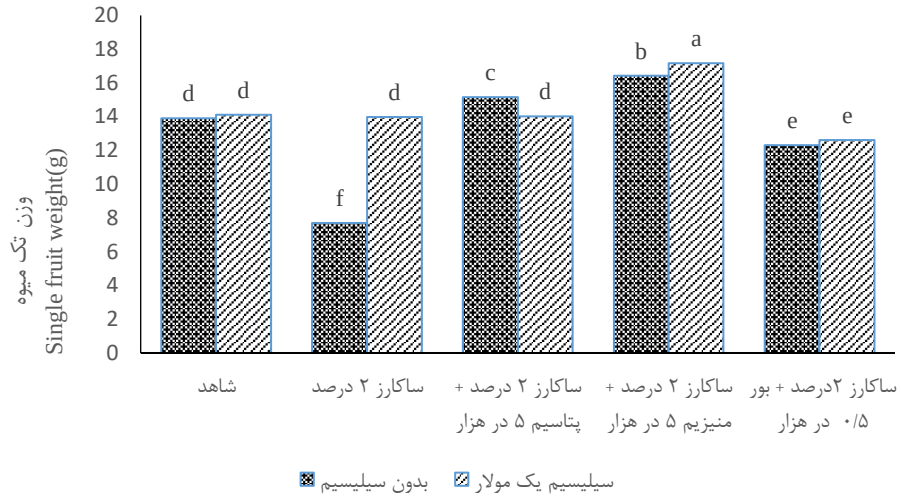
Fig. 3. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on the percentage of flower fall (columns with common letters in each column do not have a significant difference ($P<0.01$).



شکل۴- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر تعداد میوه (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند).

Fig. 4. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on the number of fruits (columns with common letters in each column do not have a significant difference ($P<0.01$)).

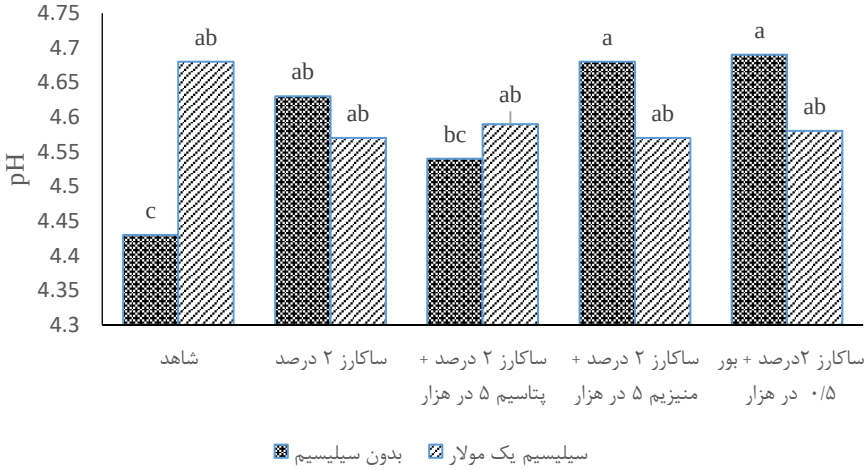
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]



شکل۵- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر وزن تک میوه (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند).

Fig. 5. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on the weight of a single fruit (columns with common letters in each column do not have a significant difference ($P<0.01$).

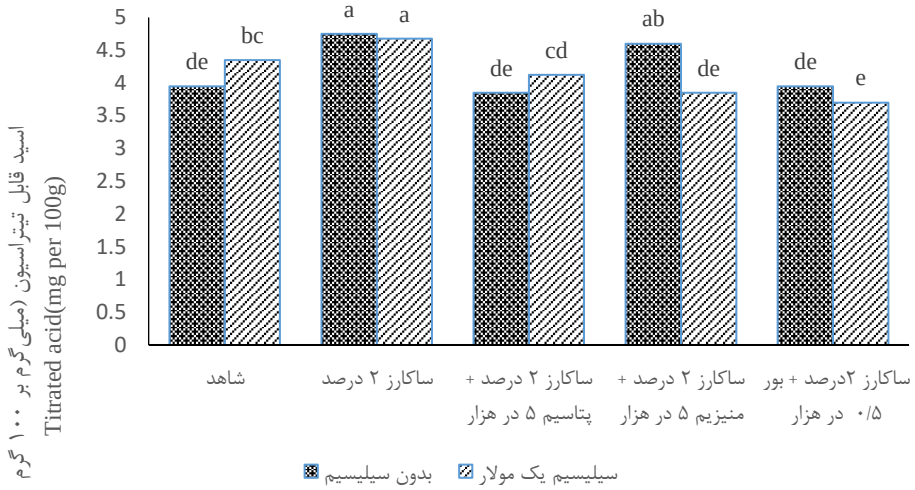
بیشترین میزان pH در تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار و ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار مشاهده شد و کمترین میزان pH در تیمار شاهد دیده شد (شکل ۶). بیشترین میزان TA در تیمار ساکاروز هم با سیلیسیم و هم بدون سیلیسیم مشاهده شد؛ هرچند با تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار دارای تفاوت معنی‌داری نبوده است (شکل ۷). بیشترین میزان TSS در تیمار بدون سیلیسیم ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار و ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار مشاهده شده است (شکل ۸).



شکل ۶- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر pH آب‌میوه گوجه‌فرنگی (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند).

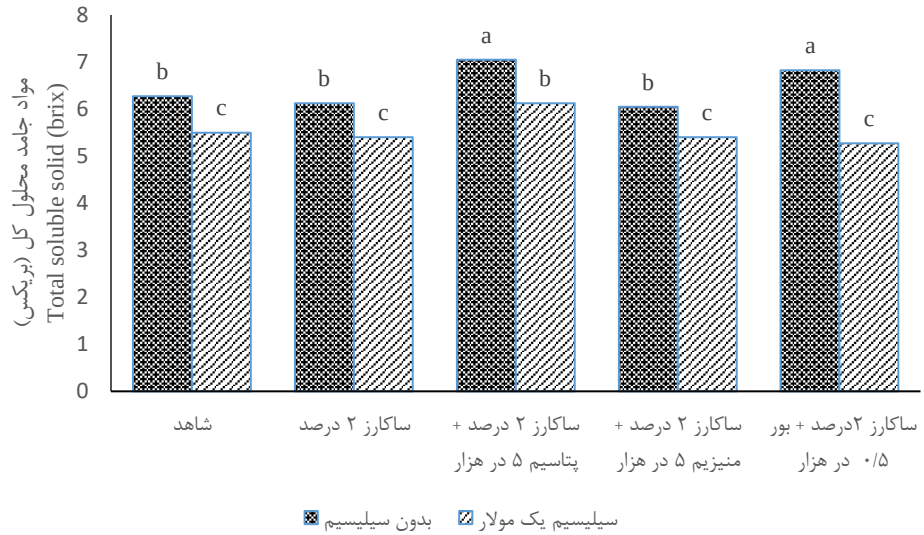
Fig. 6. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on pH (columns with common letters in each column do not have a significant difference ($P<0.01$).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]



شکل ۷- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر اسید قابل تیتراسیون آب گوجه‌فرنگی (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند).

Fig. 7. Mean comparison of interaction between silicon and carbohydrate nutrition on the number of TA flowers (columns with common letters in each column do not have a significant difference ($P<0.01$).



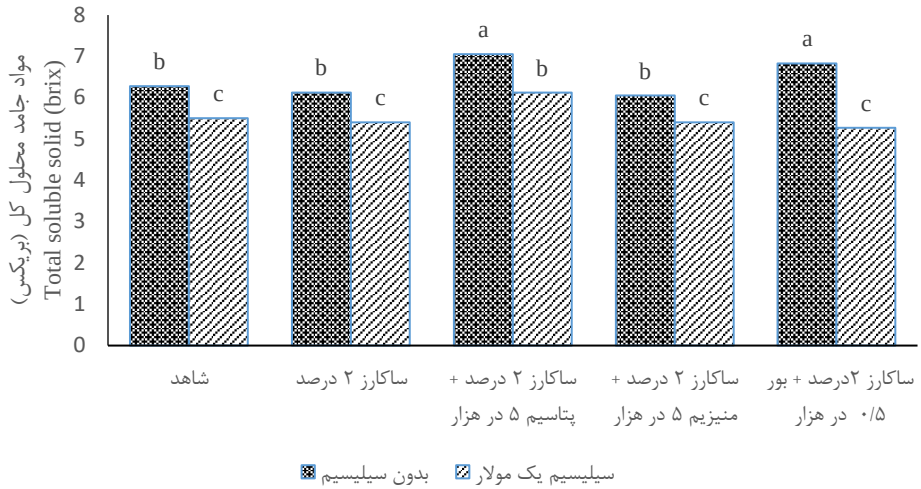
شکل ۸- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر مواد جامد محلول آب گوجه‌فرنگی (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند).

Fig. 8. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on TSS (columns with common letters in each column do not have a significant difference ($P<0.01$).

براساس (شکل ۹) تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار بیشترین میزان سیلیسیم برگ (با میانگین ۱/۵۱ میلی‌گرم بر گرم) را داشته است این درحالی بوده است که با تیمار شاهد سیلیسیم (با میانگین ۰/۴۵ میلی‌گرم بر گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین براساس (شکل ۹) در تمامی تیمارهایی که سیلیسیم بکار رفت، سیلیسیم برگ بالاتر از تیمارهای فاقد سیلیسیم بود. بیشترین قند کل گیاه در تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد (با میانگین ۴۲۷۸۲ میکروگرم بر گرم) مشاهده شده است که دارای تفاوت معنی داری با سایر تیمارها می‌باشد (شکل ۱۰). بیشترین درصد قند برگ در تیمار شاهد بدون سیلیسیم و ساکاروز (با میانگین ۴۵/۰۷ درصد) مشاهده شد (شکل ۱۱). کمترین درصد قند برگ در تیمار سیلیسیم بدون ساکاروز، تیمار با سیلیسیم و بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار و تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار مشاهده شد (شکل ۱۱).

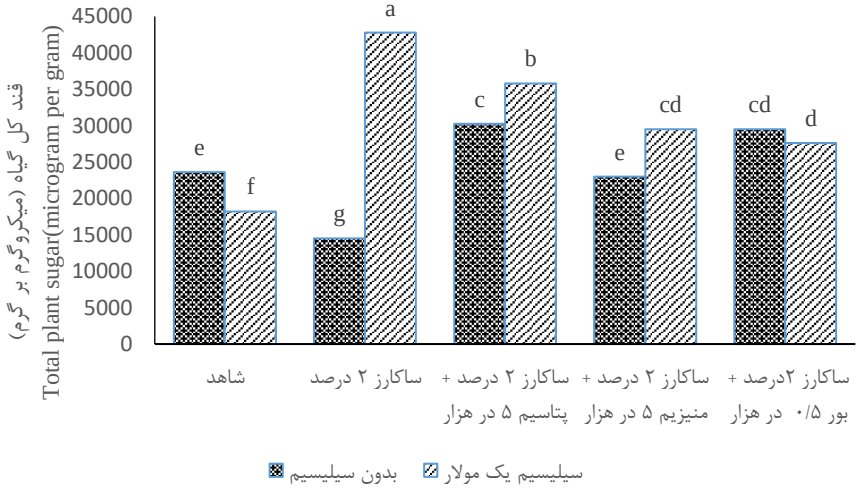
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

براساس (شکل ۱۲) تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار دارای بیشترین درصد قند میوه (با میانگین ۷۳/۸ درصد) بود که دارای تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها می‌باشد. بیشترین درصد قند ساقه (با میانگین ۲۴/۹ درصد) در تیمار سیلیسیم صفر به‌همراه ساکاروز ۲ درصد + نیترات پتاسیم ۵ در هزار مشاهده شد؛ هرچند با تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد (با میانگین ۲۳/۶ درصد) دارای اختلاف معنی‌دار نبوده است (شکل ۱۳). براساس (شکل ۱۴) تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار دارای بیشترین درصد قند ریشه (با میانگین ۹/۶ درصد) بود.



شکل ۹- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر سیلیسیم برگ (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند).

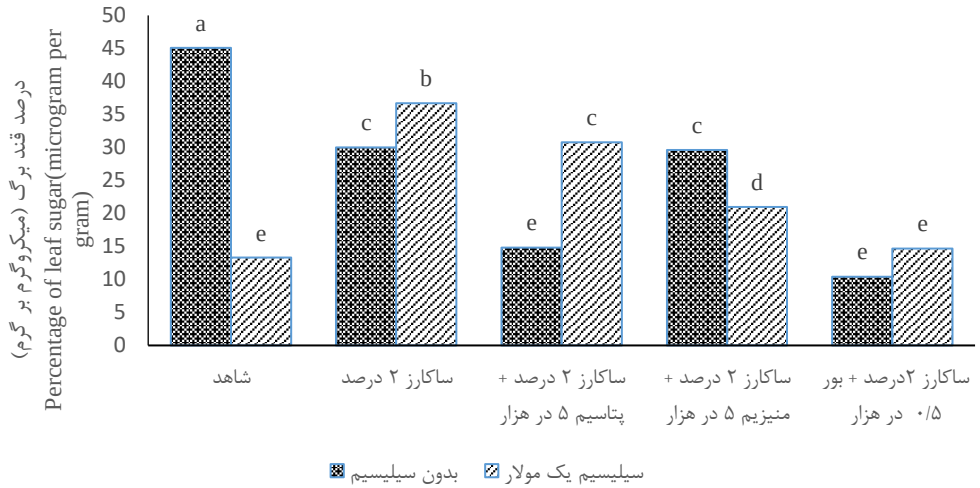
Fig. 9. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on leaf silicon (columns with common letters in each column do not have a significant difference ($P<0.01$).



شکل ۱۰- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر قند کل گیاه (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند).

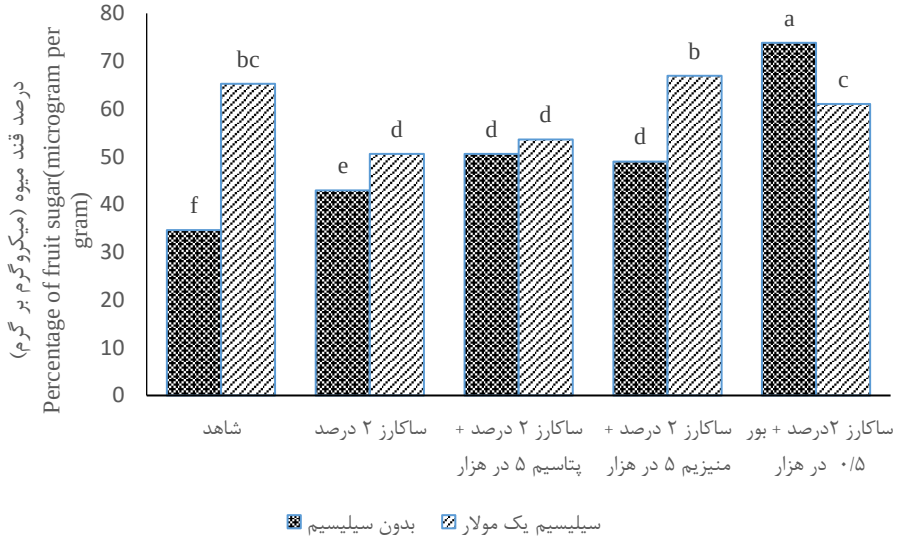
Fig. 10. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on total plant sugar (columns with common letters in each column do not have a significant difference ($P<0.01$).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]



شکل ۱۱- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر درصد قند برگ (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند).

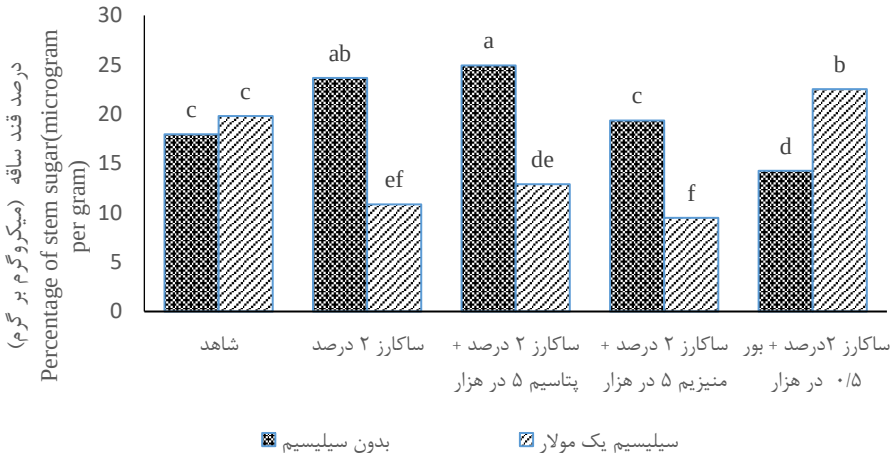
Fig. 11. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on leaf sugar percentage (columns with common letters in each column do not have a significant difference (P<0.01).



شکل ۱۲- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر درصد قند میوه (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند).

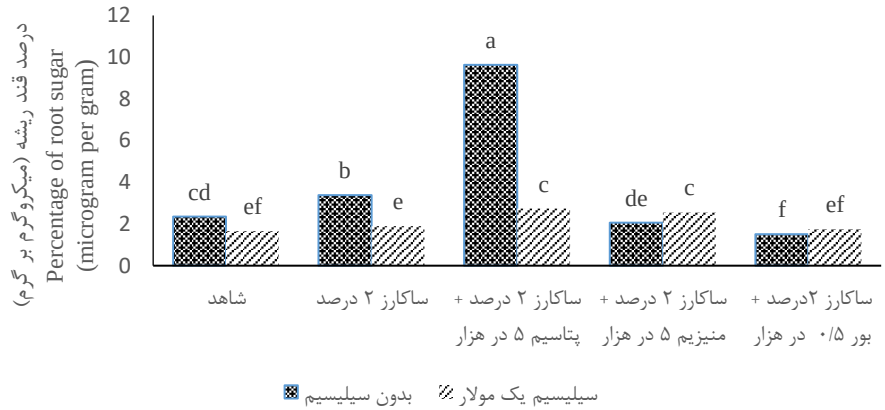
Fig. 12. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on the percentage of fruit sugar (columns with common letters in each column do not have a significant difference (P<0.01).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]



شکل ۱۳- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر درصد قند ساقه (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند).

Fig. 13. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on the percentage of stem sugar (columns with common letters in each column do not have a significant difference (P<0.01).



شکل ۱۴- مقایسه میانگین برهمکنش سیلیسیم و تغذیه کربوهیدراتی بر درصد قند ریشه (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند).

Fig. 14. Mean comparison of the interaction effect of silicon and carbohydrate nutrition on the percentage of root sugar (columns with common letters in each column do not have a significant difference (P<0.01).

بحث

از نظر رشد زایشی بیشترین تعداد گل‌آذین در تیمارهای سیلیسیمی که همراه با ساکاروز ۲ درصد، ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار و ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار بودند نسبت به شاهد برتری نشان دادند و در تیمارهای فاقد سیلیسیم تنها ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار برتر بود بنابراین نقش مهم سیلیسیم در افزایش تعداد گل‌آذین کاملا مشهود بوده است (شکل ۱). در این خصوص گزارشی وجود دارد که نشان دهد سیلیسیم موجب افزایش تعداد گل، گل‌آذین و تعداد میوه و عملکرد در گیاه گوجه‌فرنگی می‌شود (Liang *et al.*, 1993). این درحالی بود که تعداد گل تولیدی در تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار به‌طور معنی‌داری بالا بود. همچنین استفاده از ساکاروز سبب افزایش عملکرد محصول می‌شود که مطابق با نتایج این پژوهش است (Jaswant *et al.*, 1994).

با اینکه تمامی تیمارهای مورد استفاده نسبت به شاهد (بدون سیلیسیم و بدون تغذیه ساکاروز)، ریزش میوه کمتری داشتند ولی کمترین ریزش گل در تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار حاصل شد که با تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳ و ۴). بنابراین تیمار بدون

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار علاوه بر اینکه تعداد گل بالایی را تولید کرد، میزان تشکیل میوه را نیز افزایش داد به‌طوری‌که بیشترین تعداد میوه در بوته نیز متعلق به همین تیمار بوده است. کاملا منطقی است که با افزایش تعداد میوه وزن تک میوه کاهش می‌یابد زیرا مواد فتوسنتری کافی برای رشد همزمان همه میوه‌ها وجود ندارد بنابراین تیمار مذکور از نظر وزن تک میوه حتی از شاهد نیز کمتر بوده است. به‌طور خلاصه وزن‌گیری بیشتر میوه‌ها در تیمارهایی که تعداد میوه کمتر بود توانست نقیصه تعداد کم میوه را جبران نماید. البته از آنجایی که تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار از نظر وزن تک میوه برتری معنی‌داری داشت و تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار از نظر تعداد گل و میوه برتر بود بنابراین ممکن است ترکیبی از این دو تیمار بتواند هر دو صفت، تعداد میوه و وزن میوه، را ارتقا دهد که پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی مورد توجه قرار گیرد. مطابق با این نتایج بیان شده که استفاده همزمان از ساکاروز با بور و نیترات پتاسیم ۵ در هزار سبب افزایش نسبت گل‌های تلقیح شده به تلقیح نشده شده و وزن تک میوه در این تیمار پایین بوده است (Ghorbani Dehkordi *et al.*, 2015). ساکاروز به دلیل افزایش انرژی گیاه و افزایش رشد سبب افزایش تعداد گل و کاهش ریزش گل و در نتیجه افزایش تعداد میوه می‌شود (Smeekens and Rook, 1997). همچنین بور در جوانه‌زنی و رشد لوله گرده اثر مثبت داشته و در نتیجه از ریزش گل و میوه جلوگیری می‌کند (Fageria and Gheyi, 1999). طی پژوهشی گزارش کرده‌اند که بوته‌هایی که با پتاسیم محلول‌پاشی شدند پتاسیم توانست از ریزش گل جلوگیری کند و درصد تشکیل میوه را افزایش دهد که همسو با نتایج این پژوهش می‌باشد (Karimi *et al.*, 2011).

در میزان اسید قابل‌تیتر و مواد جامد محلول (که مجموعا طعم را تشکیل می‌دهند و بالا بودن هر دو در گوجه‌فرنگی مطلوب است) باید به ذائقه مصرف‌کننده توجه نمود به‌طوری‌که اگر مصرف‌کننده طعم ترش و ملس را می‌پسندد تیمار ساکاروز تنها تیمار مناسبی خواهد بود ولی اگر طعم شیرین مدنظر است ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار یا ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار تیمارهای مناسبی خواهند بود. همسو با این نتایج، بیان شده است که دلیل افزایش مواد جامد محلول در هنگام بکارگیری پتاسیم احتمالا به دلیل نقش کلیدی پتاسیم در گیاه و دخالت آن در سنتز پروتئین‌ها فعال‌سازی آنزیم‌ها و حمل نقل غشایی است که مقدار مواد جامد محلول میوه را افزایش می‌دهد. همچنین تجمع زیاد قند را می‌توان به‌دلیل افزایش آنزیم متابولیزه‌کننده ساکاروز و تجمع ATP در حضور پتاسیم ربط داد (Shabani Sangtarashani and Tabatabaei, 2013). در رابطه با اثر بور در افزایش مواد جامد، محلول، محلول‌پاشی بور سبب افزایش مواد جامد محلول میوه می‌شود آن‌ها نقش غیرمستقیم بور را در افزایش قدرت مقاصد فیزیولوژیکی و حرکت کربوهیدرات ربط دادند (Khalifa *et al.*, 2009).

از آنجایی‌که تمامی تیمارهای محلول‌پاشی سیلیسیم موجب افزایش این عنصر در برگ شدند (شکل ۹) بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که محلول‌پاشی برگی سیلیسیم برای گوجه‌فرنگی قابلیت جذب دارد ولی بیشترین جذب سیلیسیم برگی زمانی بود که علاوه بر سیلیسیم با تیمار ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار همراه شد؛ بنابراین تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار می‌تواند در بهبود جذب برگی سیلیسیم موثر باشد و این احتمال وجود دارد که تعداد میوه زیاد و ممانعت از ریزش گل در این تیمار مربوط به جذب بهتر سیلیسیم باشد هرچند بور در رشد لوله گرده و تشکیل میوه نقش اساسی دارد. طی گزارش‌های بیان شده محلول‌پاشی سیلیسیم نسبت به مصرف خاکی آن از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر بوده و موجب افزایش میزان عملکرد و تعداد میوه می‌شود (Ma *et al.*, 1987).

به این دلیل که بیشترین قند کل محلول گیاه در تیمار سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد به‌دست آمد (شکل ۱۰) می‌توان اینگونه استدلال نمود که محلول‌پاشی ساکاروز به همراه عناصر همراه مانند پتاسیم، منیزیم و یا بور احتمالا سرعت و میزان جذب برگی ساکاروز را کاهش دهد ولی سیلیسیم نه تنها مانعی نبوده بلکه به جذب بهتر ساکاروز کمک کرده است. گزارش‌ها حاکی از آن است که مصرف خاکی و محلول‌پاشی سیلیسیم موجب جذب بهتر عناصر و سایر مواد همراه به گیاه می‌شود (Farooq *et al.*, 2009)، که با نتایج این پژوهش همسو می‌باشد.

توزیع مواد فتوسنتزی مبحث بسیار مهمی است که چگونگی تاثیرگذاری تیمارهای بکار رفته روی تسهیم کربوهیدرات‌ها و در نهایت تاثیرات فیزولوژیکی مرتبط را نشان می‌دهد. در این پژوهش چهار بافت به‌عنوان محل‌های مصرف کربوهیدرات‌ها در نظر گرفته شد: اول برگ‌ها بودند، که علاوه بر مصرف کربوهیدرات‌ها، خود تولیدکننده نیز می‌باشند. دوم، ساقه که محل عبور و

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

انتقال کربوهیدرات‌های محلول محسوب می‌شوند. سوم ریشه‌ها که دورترین اندام‌ها از منبع هستند. چهارم، میوه‌ها بخش زایشی و اقتصادی گیاه محسوب می‌گردند بنابراین تخصیص مواد کربوهیدراتی به میوه‌ها اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد.

حضور مقادیر بالای کربوهیدرات در برگ منفی تلقی می‌گردد زیرا مانع جدی در پیش رفتن فتوسنتز خواهد بود (Turgeon *et al.*, 1989). بنابراین هرچه درصد قند موجود در برگ کمتر از سایر بخش‌ها باشد گیاه تحریک به فتوسنتز بیشتر می‌شود. در این آزمایش ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار کمترین میزان قند برگ را داشت که اختلاف آن با تیمارهای بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار و همچنین تیمار سیلیسیم تنها معنی‌دار نبود (شکل ۱۱). علاوه بر اینکه کم بودن درصد قند برگ نسبت به سایر اندام‌ها مهم است، مقصد این کربوهیدرات‌ها نیز اهمیت دارد. به دیگر سخن، کربوهیدرات‌هایی که از برگ تخلیه شدند به کدام سمت حرکت کرده‌اند و در کدام مقصد انباشت شده‌اند. پاسخ به این پرسش نیازمند بررسی ساقه، ریشه و میوه هاست.

از آنجایی‌که تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار دارای بیشترین میزان قند ساقه و ریشه بود (شکل ۱۳ و ۱۴)، بنابراین مشخص می‌شود که تخلیه کربوهیدرات برگ در این تیمار به مقصد ساقه و ریشه صورت گرفته است، اما بیشترین درصد کربوهیدرات محلول میوه در تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار ثبت شد که به روشنی نشان می‌دهد در این تیمار کربوهیدرات‌های محلول از منبع برگ به مقصد میوه‌ها حرکت کرده‌اند. این جابجایی می‌تواند به علت تقویت مقصد فیزیولوژیکی میوه از نظر اندازه مقصد فیزیولوژیک باشد، زیرا در این تیمار تعداد میوه به‌طور معنی‌داری بالا بوده است. پس افزایش درصد قند میوه نسبت به سایر اندام‌ها لزوما به معنی اثر عنصر بور در انتقال کربوهیدرات نیست و ممکن است به‌طور غیرمستقیم و از طریق افزایش قدرت مقاصد فیزیولوژیکی، حرکت کربوهیدرات را تنظیم نماید (Khalifa *et al.*, 2009).

با اینکه نقش پتاسیم در بارگیری آوند آبکش و انتقال مواد کربوهیدراتی اثبات شده است (Fageria, and Gheyi, 1999)، ولی نتایج پژوهش ما نشان داد که پتاسیم موجب انتقال کربوهیدرات به ریشه‌ها می‌شود که دورترین اندام به منبع فیزیولوژیکی محسوب می‌گردند. منیزیم نیز که دیگر عنصر شناخته شده در انتقال کربوهیدرات به شمار می‌رود، قدرت کمی برای این انتقال دارد به طوری‌که توانی در حد متوسط برای انتقال کربوهیدرات می‌توان برای آن متصور شد، به‌طوری‌که نه آنچنان ضعیف است که کربوهیدرات‌ها در برگ باقی بمانند و نه آنچنان قوی که حجم زیادی از کربوهیدرات‌ها را به ریشه یا میوه برساند. از طرفی تیمار بدون سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات منیزیم ۵ در هزار دارای رشد رویشی نسبتا بالایی بوده است که رشد رویشی زیاد اگر با عملکرد بالایی همراه نباشد در محیط گلخانه مطلوب نبوده و نیاز به پیچش ساقه، هرس برگ و تربیت شدید را ایجاد می‌کند پس چنین تیماری چندان نمی‌تواند قابل توصیه باشد.

محلول‌پاشی سیلیسیم در شرایط عدم محلول‌پاشی ساکاروز نشان داد که تیمار سیلیسیم موجب افزایش اسید قابل تیتراسیون شد ولی مواد جامد محلول را کاهش داد بنابراین در مجموع می‌توان انتظار داشت که میوه‌های ترش‌تری با مصرف سیلیسیم تولید شود. مصرف سیلیسیم موجب افزایش میزان اسید میوه انگور میوه می‌شود (Shi *et al.*, 2010) که همسو با نتایج این پژوهش می‌باشد. از نظر کمّی نیز سیلیسیم توانست مانع ریزش گل شده و عملکرد میوه در بوته را نیز نزدیک به ده درصد افزایش دهد. سیلیسیم به‌طور واضحی در تسهیم مواد فتوسنتزی در گیاه گوجه‌فرنگی دخالت کرده و میزان قند محلول در برگ، ریشه و میوه را تحت تاثیر خود قرار داد. براساس نتایج بدست آمده تیمار سیلیسیم موجب تخلیه قندها از برگ و همچنین کاهش انتقال مواد کربوهیدراتی به ریشه گردید؛ ولی جهت حرکت کربوهیدرات را به سمت میوه‌ها هدایت نمود. به‌نظر می‌رسد در اثر تیمار سیلیسیم، انتقال کربوهیدرات‌ها به میوه افزایش یافته و در نهایت موجب کاهش ریزش گل و افزایش عملکرد بوته شده باشد.

نتیجه‌گیری

در جمع‌بندی می‌توان گفت که اگر رشد و توسعه ریشه‌ها هدف باشد (مثلا در مواردی که به دلیل تنش، رشد ریشه‌ها محدود شده باشند)، آنگاه ساکاروز ۲ درصد+ نیترات پتاسیم ۵ در هزار قابل توصیه است. اگر تعداد بیشتر میوه مدنظر است، ساکاروز ۲ درصد+ اسید بوریک ۰/۵ در هزار تیمار قابل قبولی است و اگر اندازه میوه مدنظر باشد، سیلیسیم به همراه ساکاروز ۲ درصد+

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

نیترات منیزیم ۵ در هزار مناسب است. پژوهش روی ترکیب ساکاروز+منیزیم+بور احتمالا جهت رسیدن همزمان دو هدف تعداد میوه بیشتر و وزن تک میوه بیشتر امیدبخش باشد. همچنین از آنجایی‌که تیمار سیلیسیم به تنهایی موجب انتقال کربوهیدرات‌ها به میوه، کاهش ریزش گل و افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی شده است؛ بنابراین می‌توان تیمار سیلیسیم را با فاصله زمانی کافی از تیمارهای ساکاروزی اعمال نمود تا نتایج رضایت‌بخش هر دو محلول‌پاشی برای گیاه حاصل گردد.

References منابع

Arena, E., B. Fallico, C.M. Lanza, E. Lambardo & E. Maccarone. (2003). Chemical characterization of cherry tomato cultivated in different substrates, *Acta Horticulturae*, *614*, 705-710.

Cakmak, I. (2005). The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, *168* (4), 521-530.

Dugger, W.M. (1983). Boron in plant metabolism. In Encyclopedia of Plant Physiology, New Series. (A. Lauchli and R.L. Bieleski ,eds.). 15B: 626-650.

Elliot, C.L. & G.H. Snyder. (1991). Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *39*, 1118-1119.

Fageria, N.K. & H.R. Gheyi. (1999). Efficient crop production. Campina Grande, Brazil, Federal University of Paraiba.

Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita & S.M.A. Basra. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, *29*, 185-212.

Follett, R.H., L.S. Murphy, & R.L. Donahue. (1981). Fertilizers and Soil Amendments. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey Transphosphorylase Role of salicylic acid in the induction of abiotic stress tolerance. In: Hayat. S. and A. Ahmad (Eds.), Salicylic Acid: A Plant Hormone, Springer, The Netherlands.

Ghorbani Dehkordi, A., Mashayekhi, K. & Kamkar, B. (2015). Effect of foliar application sucrose, boron, potassium nitrate and salicylic acid on yield and yield components of tomato var. Super A. *Research in Crop Ecosystems*, 2(1), 43-52, (In Persian).

Jaswant, S., Sharma, K.K., Mann, S.S., Singh, R. & Grewal, G.P.S. (1994). Effect of different chemicals on yield and fruit quality of LeConte pear. *Acta Horticulturae*, *367*, 210-212.

Jifon, G.E. & J.L. Lester. (2007). Effects of foliar potassium fertilization on muskmelon fruit quality and yield. Annual Report for TX-52F. pp: 1-5.

Karimi, Z., Arshad,M. & Bahmani, M. (2011). Investigation of the effect of spraying KNO3 on fruit qualitative and quantitative characteristics and beering of *Vitis vinifera* L., Soltani. 1th symposium of New Topics in Agriculture, Saveh, Iran, (In Persian).

Khalifa R.K.H.M., M.O. Hafez & H. Abd El Khair. (2009). Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling blossom end rot disease of Anna apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences*, *5* (2), 237-249.

Liang, Y.C., Y.C. Zhang & T.S. Ma. (1993). Silicon nutrition of higher plants. *Progress in Soil Sciences*. *21*, 7-14 (In Chinese).

Ma, G.R., N.Z. He, & W.Y. Shi. (1987). Investigation of sulphur, potassium and silicon concentrations and pH value of waters in main streams of Zhejiang province. *Zhejiang Academy of Agricultural Sciences*, *1*, 17-19 (In Chinese).

Mashayekhi, K. & Atashi, S. (2013). Effect of foliar application of boron and sucrose on biochemical parameters of "Camarosa" strawberry. *Journal of Plant Production Research*, *19* (4), 157-172, (In Persian).

Matoh, T., K.I. Ishigaki, M. Mizutani, W. Matsunaga & K. Takabe. (1992). Boron nutrition of cultured tobacco BY-2 cells. I. Requirement for and intracellular localization of boron and selection of cells that tolerate low levels of boron. *Plant Cell Physiology*, *33*, 1135-1141.

McCready, R.M., J., Guggolz, V., Silviera & H.S. Owens. (1950). Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry*, *22*(9), 1156-1158.

Shabani Sangtarashani, E. & Tabatabaei, S.J. (2013). The Effect of Potassium Concentration in Nutrient Solution on Lycopene, Vitamin C and Qualitative Characteristics of Cherry Tomato in Saline Conditions. *Journal of Crop Production and Processing*, *3* (7): 133-143, (In Persian).

Shi, Y.Z., J.F. Rong, L. Su, C. Li & Y. Feng. (2010). Study on effects of silicon on grapevine physiology and fruit quality. *Jilin Agriculture Journal*, 11, 98-100 (In Chinese).

Souri, N., & Kafi, M. (2005). Paying attention to hydroponics in the greenhouse and types of soilless cultivation systems. First National Conference on Greenhouse Production Technology, Rasht, Iran, (In Persian).

Smeekens, S. & F. Rook. (1997). Sugar sensing and sugar-mediated signal transduction in plants. *Plant Physiology*, *115*, 7-13.

Turgeon R. (1989). The sink-source transition in leaves. Annual Review. *Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, *40*, 119-138.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

Souri, N. & Kafi M. (2005). Paying attention to hydroponics in the greenhouse and types of soilless cultivation systems. 1st National Symposium of Greenhouse Production Technology. Rasht, Iran (In Persian).

Sweeney, J.P., V.J. Chapman & Hepner, P.A. (1970). Sugar, acids and flavor in fresh fruit. *Journal of the American Dietetic Association*, *57*, 432-435.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 24 (2): 213-226 (2023)
Research article

The Effect of Sucrose and Silicon on the Quantitative and Qualitative Characteristics of Cherry Tomatoes

Alireza Tavakoli Khanimani, Kamran Ghasemi*, Hossein Moradi

1. Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

* Corresponding author, Email: (k.ghasemi@sanru.ac.ir)

The cherry tomato is one of the most important cultivars of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicom*) that has been welcomed and paid much attention in recent years. Like other cultivars, cherry tomatoes are sensitive to low light intensity, because of this; in the northern regions of Iran where natural sunlight is limited during autumn and winter, light conditions are not appropriate for indoor tomato cultivation. To alleviate this problem, an experiment was designed to evaluate the effect of two factors consisting of silicon (at two levels: 0 and 1 millimolar) and carbohydrate nutrition (at five levels: control, sucrose 2%, sucrose + potassium nitrate 5 g L^{-1}, sucrose + magnesium nitrate 5 g L^{-1}, sucrose + boric acid 0.5 g L^{-1}) on the quantitative and qualitative traits of cherry tomatoes in greenhouse conditions. The results showed that the lowest flower fall was obtained in the treatment of silicon with sucrose + potassium, but it was not significantly different with the treatment of sucrose + boron. The sucrose + boron treatment which produced a high number of flowers, also increased fruit set, and the highest number of fruit per plant belonged to this treatment. The highest leaf silicon concentration was observed in plants treated by silicon treatment combined with sucrose + boron. In this experiment, sucrose + boron exhibited the lowest leaf sugar content, which was not significantly different from sucrose + potassium and silicon treatments. Since sucrose + potassium treatment had the highest amount of stem and root sugar, it is obvious that leaf carbohydrate depletion in this treatment was done toward the stem and root. The highest percentage of soluble carbohydrates was recorded in the sucrose + boron treatment, which clearly showed that in this treatment, soluble carbohydrates moved from the leaf source to the fruits. Overall, the results showed that silicon treatment in the absence of sucrose foliar application caused the depletion of sugars from the leaves and the movement of carbohydrates to fruits, but reduced the export of carbohydrates to the roots. It seems that the transfer of carbohydrates to the fruit occurred after the foliar application of silicon; because of this, silicon could reduce flowering fall and increase plant yield.

Keywords: Carbohydrate sharing, Potassium, Magnesium, Boron.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]