



کارایی محلول پاشی سیلیسیم بر بهبود عملکرد و ماندگاری میوه بادمجان گلخانه‌ای

حسین ذاکری^۱ و زهرا رودباری^{۲*}

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

^۲استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ایران

*نویسنده مسئول: z.roudbari@areeo.ac.ir



چکیده

سیلیسیم عنصری ضروری برای رشد گیاه نیست اما نقش آن در بهبود عملکرد به‌واسطه کاهش تنش‌های محیطی و ماندگاری محصول بسیار حائز اهمیت است. لذا به‌منظور تعیین اثر سیلیسیم بر عملکرد میوه بادمجان گلخانه‌ای و ماندگاری محصول پس از برداشت آن، آزمایشی گلخانه‌ای در محیط خاکی به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار در منطقه میناب اجرا شد. در این آزمایش، مصرف کود سیلیسیم در ۴ سطح (۰، ۲، ۴ و ۶ در هزار در فاز رویشی، ۲ در هزار در فاز زایشی و ۲ در هزار در دو فاز رویشی و زایشی) اعمال شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی سیلیسیم با غلظت ۲ در هزار در مرحله زایشی به‌تنهایی و محلول‌پاشی در مرحله رویشی و زایشی به‌طور توأم می‌تواند از طریق افزایش تعداد میوه در هر چین، سبب بهبود عملکرد میوه بادمجان گلخانه‌ای شده و درصد افت وزن میوه پس از برداشت را کاهش دهد. تعداد میوه و عملکرد بوته در هر چین به‌طور متوسط در تیمار بدون سیلیسیم از ۲ و ۴۳۰ گرم به ۶ و ۱۶۰۰ گرم در تیمار محلول‌پاشی به‌طور توأم در دو مرحله رویشی و زایشی افزایش معنی‌داری یافت. همچنین درصد افت وزن میوه در تیمارهای ذکرشده نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. لذا مصرف این کود به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار در مرحله رویشی+زایشی به‌ویژه در گلخانه‌های فاقد سیستم تهویه مناسب قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بادمجان گلخانه‌ای، عملکرد میوه، ماندگاری میوه، محلول‌پاشی سیلیسیم

مقدمه

سیلیسیم (Si) به‌عنوان یک عنصر سودمند برای بسیاری از گونه‌های گیاهی به‌ویژه در شرایط تنش شناخته‌شده است. در گذشته تحقیقات زیادی در تعیین مکانیسم درگیر در جذب و انتقال سیلیس توسط گیاهان آوندی صورت پذیرفته است. در سال‌های اخیر نقش سودمند سیلیس در سیستم‌های زراعی به‌طور فزاینده‌ای تشخیص داده‌شده است. سیلیس عنصر غذایی ضروری گیاه محسوب نمی‌شود، چراکه عدم حضور آن مانع از تکمیل چرخه حیاتی گیاهان به‌جز در مواردی مثل جلبک‌ها و خانواده دم‌اسبیان نمی‌شود (زندى و همکاران، ۱۳۹۴). تحقیقات متعدد نشان داده‌اند افزایش جذب سیلیس نوعی اثر سودمند بر رشد و نمو گیاه به‌واسطه کاهش تنش‌های زیستی و غیر زیستی بر جای می‌گذارد. این موارد شامل تنش شوری، تنش خشکی، سمیت فلزی، عدم تعادل عناصر غذایی، خسارت تشعشع، دمای بالا و یخ‌زدگی همچنین تحمل به بیماری‌های گیاهی و حمله آفات می‌باشد (Wu *et al.*, 2013). به‌رغم فراوانی سیلیس در خاک‌ها، مقدار سیلیس محلول قابل‌دسترسی برای جذب گیاهی ممکن است محدود باشد چراکه سیلیس می‌تواند با فلزات سنگین کمپلکس شود اما به‌ندرت با مواد آلی محلول کمپلکس تشکیل می‌دهد (Cornelis *et al.*, 2011).

افزایش معنی‌دار عملکرد و بهبود کیفیت محصول با کاربرد سیلیسیم در محصولات مختلفی نظیر جو، برنج، چغندرقد، گوجه‌فرنگی، خیار، بادمجان گزارش شده است (Desgan *et al.*, 2016). از دیگر ویژگی‌های سیلیسیم، کاهش اثرات تنش‌های زنده و غیرزنده و افزایش مقاومت گیاه به این تنش‌هاست (Li *et al.*, 2009). Savvas و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که مصرف ۱ میلی-مولار سیلیس را در گلخانه هیدروپونیک کدوسبز منجر به افزایش رشد گیاه، بهبود عملکرد و افزایش مقاومت به کپک پودری می‌شود. محلول‌پاشی سیلیس بر برگ‌های لوبیا با غلظت ۳۰۰ پی-پی-ام از منبع سیلیکات پتاسیم در ۳۰، ۶۰ و ۸۰ روز بعد از کشت منجر به افزایش عملکرد دانه شد (Abou-Baker *et al.*, 2011). Toresano-Sanchez و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که مصرف سیلیس در گوجه گیلاسی در شرایط گلخانه‌ای افزایش عملکرد میوه را به میزان ۴/۸- تا ۲ درصد به دنبال داشت. Stamatakis و همکاران (۲۰۰۳) افزایش سفتی بافت میوه و ویتامین ث میوه گوجه‌فرنگی را با کاربرد سیلیسیم گزارش نمود. Dasgan و همکاران (۲۰۱۶) افزایش سفتی بافت میوه در بادمجان را در اثر کاربرد سیلیسیم گزارش کردند.

هرچند که سیلیسیم عنصری ضروری برای گیاه نیست اما نقش آن در ماندگاری محصول بسیار حائز اهمیت است و تا حدودی می‌تواند به کاهش مصرف سموم و تولید محصول سالم کمک کند. این مطالعه باهدف تعیین اثر سیلیسیم بر عملکرد میوه بادمجان گلخانه‌ای و ماندگاری محصول پس از برداشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی کود سیلیسیم از منبع کلات سیلیسیم (شرکت خضرا) در مراحل مختلف رشد گیاه بادمجان هیبرید Denise، آزمایشی گلخانه‌ای در محیط خاکی به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار در منطقه میناب اجرا شد. در این آزمایش، مصرف کود سیلیسیم در ۴ سطح (۰، ۲، ۴ در هزار در فاز رویشی، ۲ در هزار در فاز زایشی و ۲ در هزار در دو فاز رویشی و زایشی) اعمال شد. بذور در آبان ماه در محیط حاوی پیت ماس نشاء شده و پس از ۴ برگي به زمین اصلی انتقال داده شد. قبل از انتقال نشاء، بستر کشت با اضافه کردن پلیت مرعی، کود گاوی، سولفات پتاسیم و گوگرد گرانول به خاک آماده شد. پس از استقرار کامل بوته در گلخانه، هرس ۴ شاخه بوته‌ها انجام و محلول‌پاشی کود سیلیسیم بر اساس تیمارهای ذکرشده اعمال شد. در تیمار بدون کود از محلول‌پاشی با آب خالی استفاده شد. تغذیه کودی گیاه بر اساس برنامه کودی موردنیاز بادمجان در تمامی تیمارها به‌طور یکسان اعمال شد. در طول دوره آزمایش و در سه چین، تعداد میوه در بوته و عملکرد میوه یادداشت شد. همچنین به‌منظور ارزیابی اثر سیلیسیم بر ماندگاری پس از برداشت بادمجان، وزن ۳ میوه برداشتی از هر تیمار یادداشت و میوه‌ها به مدت ۲ هفته در دمای اتاق نگهداری شده و پس‌ازاین مدت نیز وزن میوه‌ها یادداشت شد. درصد افت وزن میوه به‌عنوان معیار اثر سیلیسیم بر ماندگاری میوه مورداستفاده قرار گرفت.

در پایان آزمایش، داده‌های جمع‌آوری‌شده با نرم‌افزار SAS نسخه 9.2 مورد تجزیه قرار خواهند گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار سیلیسیم اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفات مورد ارزیابی داشت (جدول ۱). تعداد میوه در بوته تحت تأثیر مثبت محلول‌پاشی سیلیسیم قرار گرفت. به‌طور که تعداد میوه در بوته در تیمار عدم مصرف سیلیسیم و مصرف سیلیسیم تنها در مرحله رویشی از ۲ میوه در بوته به ۴ و ۶ میوه به ترتیب در تیمارهای مصرف سیلیسیم در مرحله زایشی و مصرف توأم آن در دو مرحله رویشی و زایشی افزایش معنی‌داری یافت (شکل ۱). این افزایش تعداد میوه در بوته با محلول‌پاشی سیلیسیم، بهبود عملکرد را به‌طور معنی‌داری در برداشت و عملکرد میوه از ۴۳۰ گرم در بوته از هر چین به ۱۶۰۰ گرم افزایش یافت.

یکی از مشکلات موجود در گلخانه‌های منطقه میناب، نبود سیستم خنک‌کننده در گلخانه می‌باشد که منجر به افزایش دما در گلخانه می‌شود. اختلاف حداقل و حداکثر دمای طی شبانه‌روز در اواخر زمستان و فصل بهار سبب ریزش گل‌ها می‌شود. به‌طوری‌که دما از ۴۷ درجه سانتی‌گراد در ساعات گرم روز به ۲۰ درجه سانتی‌گراد در شب کاهش می‌یابد. یکی از ویژگی‌های سیلیسیم، کاهش تنش گرمایی است (Hu *et al.*, 2020). سیلیسیم با کاهش اثرات تنش گرمایی از طریق خنک شدن برگ‌ها، بهبود فتوسنتز و انجام کرده‌افشانی مناسب (Crawford *et al.*, 2012) منجر به افزایش عملکرد میوه از طریق افزایش تعداد و اندازه میوه گردیده است. Hu و همکاران (۲۰۲۰) گزارش نمودند که در گیاهان قرارگرفته در معرض تنش گرمایی، تیمار سیلیسیم از طریق محلول‌پاشی منجر به حفظ باز بودن روزنه‌ها تحت تنش و انجام فتوسنتز گردیده و کاهش عملکرد تحت تنش گرمایی (۴۰ درجه سانتی‌گراد) را به حداقل رساند.

نتایج همچنین نشان داد که محلول‌پاشی سیلیسیم در هر دو مرحله رویشی و زایشی به‌طور توأم پس از استقرار کامل گیاه در گلخانه، سبب افزایش ماندگاری گیاه از طریق جلوگیری از افت وزن میوه شده است. کمترین افت وزن میوه پس از دو هفته از انبارمانی، در میوه‌های محلول‌پاشی شده با سیلیسیم طی دوره‌های رویشی + زایشی گیاه مشاهده شد. درصد افت وزن میوه در تیمار بدون سیلیسیم ۵۰/۸۸ درصد بوده که در تیمار محلول‌پاشی سیلیسیم در مرحله رویشی+ زایشی به ۲۵ درصد کاهش‌یافته است (شکل ۱). به توجه به اینکه بازار مصرف قسمت اعظم محصول تولیدی در گلخانه‌های ایران دور از محل تولید است. لذا حفظ کیفیت ظاهری میوه بسیار مهم است. مطالعات مختلف نشان داده‌شده مصرف سیلیسیم منجر به افزایش جذب کلسیم و تجمع آن در بافت‌های گیاهی شده و بر ماندگاری محصول مؤثر است (رش پور و نظری دلجو، ۱۳۹۸).

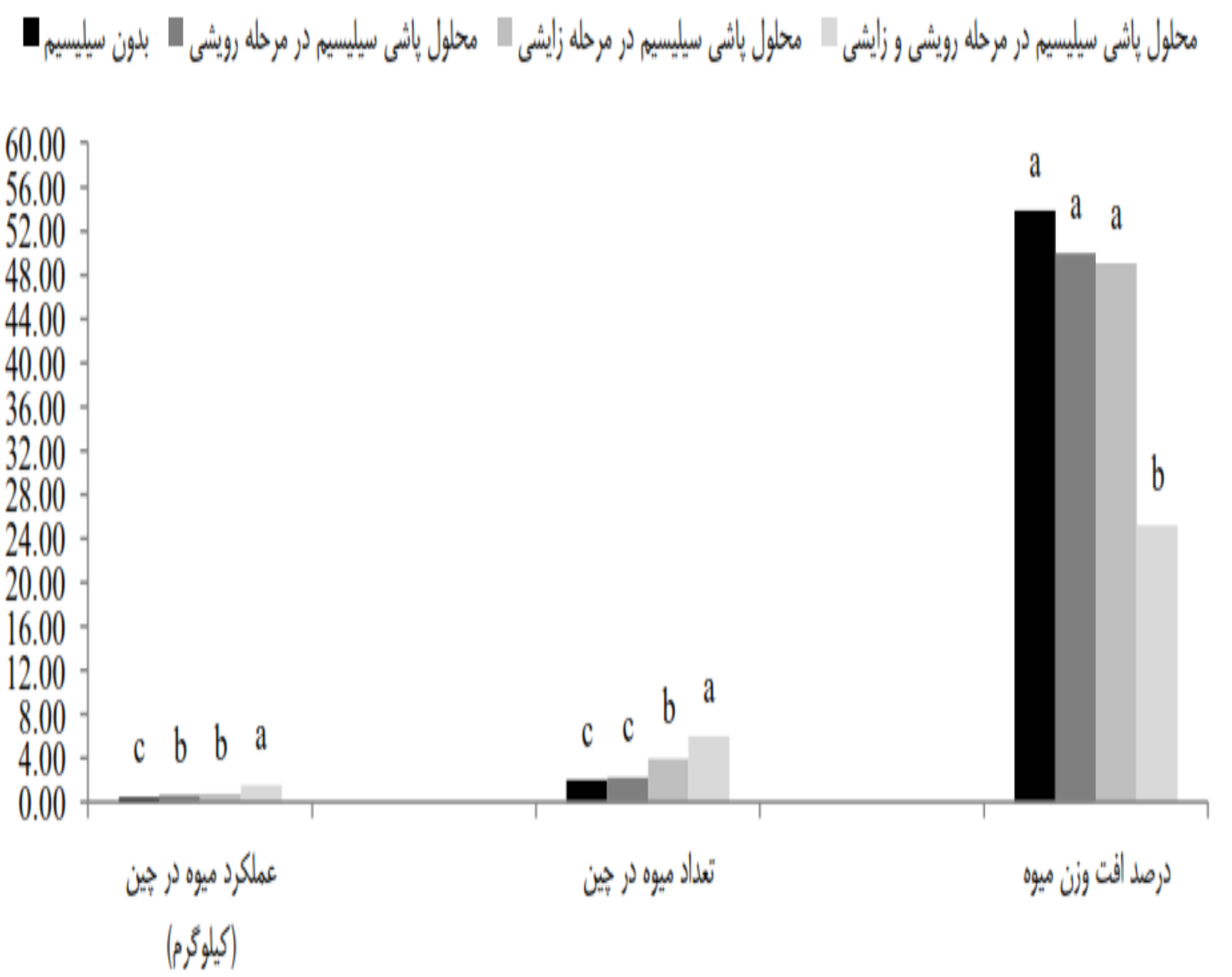
نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تأمین سیلیسیم با غلظت ۲ در هزار از طریق محلول‌پاشی در دو فاز رویشی و زایشی به‌صورت توأم، با کاهش ریزش گل، منجر به افزایش تعداد میوه در بوته شده و افزایش عملکرد میوه در چین را به دنبال داشت. همچنین ماندگاری پس از برداشت به‌عنوان یکی از چالش‌های تولیدکنندگان برای رساندن محصول باکیفیت به بازار هدف با اعمال این تیمار، مرتفع گردید. لذا مصرف سیلیسیم به‌ویژه در گلخانه‌های ستنی فاقد سیستم‌های تهویه مناسب قابل توصیه است.

منابع

*رش پور، ع.م. و نظری دلجو، م. ۱۳۹۸. ماندگاری و واکنش فیزیولوژیکی گل شاخه بریده لیلیوم به عنصر کبده ضروری سیلیسیم در کشت بدون خاک. مجله علوم باغبانی ایران. ۱۵۰-۱۴۱، (۱۵۰).

- Abou-Baker, N.H., Abd-Eladl, M. and Abbas, M.M. 2011. Use silicate and different cultivation practices in alleviating salt stress effect on bean plants. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9): 769- 781.
- Cornelis, J. T., B. Delvaux, R. B. Georg, Y. Lucas, J. Ranger, and S. Opfergelt. 2011. Tracing the origin of dissolved silicon transferred from various soil-plant systems towards rivers: a review. *Biogeosciences* 8:89–112
- Crawford, A.J., McLachlan, D.H., Hetherington, A.M., Franklin, K.A. 2012. High temperature exposure increases plant cooling capacity. *Curr. Biol.* 2012, 22, R396–R397.
- Dasgan, H.Y., Akhundnejad, Y. and Caglayangil, H. 2016. Selenium and Silicon Fertilization in Soilless Grown Eggplant. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5(3): 417-421.
- Hu, J., Li, Y. and Jeong, B. 2020. Silicon alleviates temperature stresses in poinsettia by regulating stomata, photosynthesis, and oxidative damages. *agronomy*, 10(1419): 1-11.
- Savvas, D., Giotis, D., Chatzieustratiou, E., Bakea M. and Patakioutas G. 2009. Silicon supply in soilless cultivation of zucchini alleviates stress induced by salinity and powder mildew infections. *Environmental and Experimental Botany*, 65: 11-17.
- Stamatakis, A., Papadantonakis, N., Savvas, D., Lydakis- Simantiris, N. and Kefalas, P. 2003. Effects of silicon and salinity on fruit yield and quality of tomato grown hydroponically. *Acta Horticulturae*, 609: 141-147.
- Toresano-Sanchez, F., Valverde-Garcia, A. and Canache-Ferre, F. 2012. Effect of the application of silicon hydroxide on yield and quality of cherry tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 35:567–590.
- Wu, J. W., Y. Shi, Y. X. Zhu, Y. C. Wang, and H. J. Gong. 2013. Mechanisms of enhanced heavy metal tolerance in plants by silicon: a review. *Pedosphere*, 23:815–825.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار سیلیسیم بر عملکرد میوه، تعداد میوه در چین و درصد افت وزن میوه

۱- جدول تجزیه واریانس اثر سیلیسیم بر عملکرد و ماندگاری محصول بادمجان گلخانه‌ای				
میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد میوه در بوته	متوسط عملکرد در	درصد افت وزن میوه
تکرار	۳	۷/۵۸**	۴۰۷۴۴/۰۸	۹۱/۴۵ ^{NS}
سیلیسیم	۳	۱۰/۰۰**	۷۸۵۰۲۶/۹۷**	۴۸۹/۳۰۵**
خطای آزمایشی	۹	۰/۵۸	۵۰۲۴۷/۶۳	۸۶/۷۸
درصد ضریب تغییرات	-	۱۲/۹۱	۱۵/۹۳	۱۸/۶۳
^{NS} و ^{**} به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد				