کارایی محلول‌پاشی سیلیسیم و هرس بوته بر بهبود عملکرد میوه فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای

مجتبی حمایتی‌فر[۱] و زهرا رودباری[۲]*

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

[۲]استادیار 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

به‌رغم فراوانی سیلیسیم 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. لذا مصرف این عنصر مفید می‌تواند از طریق محلول‌پاشی بر رشد گیاهان مؤثر باشد. به‌منظور تعیین اثر سیلیسیم و هرس بوته بر عملکرد میوه فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای، آزمایشی گلخانه‌ای در محیط خاکی به‌صورت طرح اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار در منطقه میناب اجرا شد. در این آزمایش، مصرف کود سیلیسیم (کلات سیلیسیم) در ۴ سطح (۰، ۲ در هزار در فاز رویشی، ۲ در هزار در فاز زایشی و ۲ در هزار در دو فاز رویشی و زایشی) و همچنین هرس بوته در ۴ سطح (بدون هرس، هرس تک شاخه، هرس دوشاخه، هرس سه‌شاخه) اعمال شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی سیلیسیم با غلظت ۲ در هزار در مرحله رویشی، زایشی و مرحله رویشی+زایشی سبب بهبود عملکرد میوه فلفل دلمه‌ای و کیفیت میوه شد. عملکرد میوه از ۴۶۳ گرم در شرایط عدم محلول‌پاشی با سیلیسیم به ۸۴۳ گرم در میوه‌های محلول‌پاشی با سیلیسیم افزایش یافت. همچنین هرس دوشاخه منجر با تولید میوه‌های با کیفیت‌تر و عملکرد بیشتر نسبت به سایر هرس اعمال‌شده گردید. لذا مصرف کود سیلیسیم به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت ۲ در هزار به‌ویژه در گلخانه‌های فاقد سیستم تهویه مناسب و اعمال هرس دوشاخه بوته‌ها قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای، عملکرد میوه، محلول‌پاشی سیلیسیم، هرس بوته

مقدمه

یکی از راهکارهای بهبود امنیت غذایی جمعیت رو به افزایش جهان، افزایش مقدار تولید در واحد سطح می‌باشد (Zhou *et al*., 2018). مهم‌ترین عامل مرتبط با تولید محصول، تغذیه صحیح گیاهان است که نقش قابل‌ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد دارد. در همین ارتباط، نقش برخی عناصر نظیر سیلیسیم موردتوجه برخی متخصصان گیاه قرارگرفته است. سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید است که بر رشد و سلامت گیاه تأثیر دارد. بسیاری از گیاهان قادر به جذب سیلیسیم بوده و مقدار جذب بر اساس نوع گونه گیاهی بین ۱۰-۰/۱ درصد زیست‌توده گیاهی متغیر می‌باشد. این عنصر می‌تواند باعث افزایش تولید و کیفیت محصول، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش مقاومت به تنش شوری، خشکی و سمیت فلزات، افزایش تحریک تولید برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش حساسیت به بیماری‌های قارچی در گیاهان مختلف می‌شود. تأثیر سیلیسیم بر عملکرد گیاه ممکن است به دلیل رسوب آن در پهنای برگ، افزایش استحکام برگ‌ها و نیز افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ باشد که از این طریق توانایی گیاه برای استفاده مؤثرتر از نور را بالا می‌برد. همچنین کاربرد سیلیسیم محلول جهت تولید غلظت بالاتر آنزیم ریبولوز بیوفسفات کربوکسیلاز در برگ لازم است (Kuashik and Saina, 2019).

در حالی محدودیت منابع آبی کشور به‌نوعی کشت برخی از محصولات کشاورزی را با مشکل مواجه کرده است که بسیاری معتقدند با کشت گلخانه‌ای می‌توان بخش قابل‌توجهی از منابع آبی را مدیریت کرده و محصولات موردنیاز مصرف‌کنندگان را با کمترین میزان برداشت از منابع آبی تأمین کرد. با توجه به شرایط جوی کشور نقش توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در افزایش محصول، کاهش مصرف آب و حفاظت محصولات در برابر شرایط اقلیمی در کشور بسیار حائز اهمیت است. به دلیل سرعت رشد بیشتر گیاه در شرایط گلخانه، بوته‌ها نیاز مراقبت بیشتری نسبت به گیاهان فضای بازدارند (Thakur *et al*., 2018). تربیت و هرس بوته یکی

از مهم‌ترین اقدامات انجام‌شده در گلخانه جهت دستیابی به حداکثر بهره‌وری در محصولات گلخانه‌ای است. سیستم هرس نقش اساسی در استفاده کارآمد از محیط تولید در گلخانه‌های تولید سبزی و صیفی دارد (Ahsadon *et al*., 2013).

در فلفل دلمه‌ای و فلفل کشیده مصرف سیلیسیم منجر به کاهش بلایت فیتوفترایی می‌گردد (French-Monar *et al*., 2010). همچنین Jayawardana و همکاران (۲۰۱۵) کاهش بیماری آنتراکنوز در فلفل را با مصرف سیلیسیم گزارش نمودند. Tantawy و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند مصرف نانو کود سیلیس منجر به کاهش اثرات تنش شوری در فلفل دلمه‌ای شد. همچنین مصرف این کود کاهش اثرات تنش شوری در کدو را نیز باعث می‌شود (Siddiqui *et al*., 2014).

خواجه پور و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که بیشترین عملکرد فلفل دلمه‌ای مربوط به هرس دوشاخه بوده اما میوه‌های قابل‌فروش در هرس سه‌شاخه بیشتر بودند.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی کود سیلیسیم از منبع کلات سیلیسیم (خضرا) در مراحل مختلف رشد گیاه و هرس بوته در گیاه فلفل دلمه‌ای رقم نیروین، آزمایشی گلخانه‌ای در محیط خاکی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار در منطقه میناب اجرا خواهد شد. در این آزمایش، مصرف کود سیلیسیم در ۴ سطح (۰، ۲ در هزار در فاز رویشی، ۲ در هزار در فاز زایشی و ۲ در هزار در دو فاز رویشی و زایشی) و نوع هرس (هرس تک شاخه، هرس دوشاخه، هرس سه‌شاخه و بدون هرس) اعمال شد. بذور در آبان ماه در محیط حاوی پیت‌ماس نشا شده و پس از ۶ برگی به زمین اصلی انتقال داده شد. قبل از انتقال نشا، بستر کشت با اضافه کردن پلیت مرغی، کود گاوی، سولفات پتاسیم و گوگرد گرانول به خاک آماده شد. پس از استقرار کامل بوته در گلخانه، هرس و محلول‌پاشی کود سیلیسیم اعمال‌شده و در تیمار بدون کود از محلول‌پاشی با آب خالی استفاده می‌شود. تغذیه کودی گیاه بر اساس برنامه کودی موردنیاز فلفل در تمامی تیمارها به‌طور یکسان اعمال شد. پس از رنگ گیری میوه‌ها، قطر میوه، طول میوه، وزن تک میوه و عملکرد در سه چین یادداشت شد. در پایان آزمایش، میانگین داده‌های سه چین با نرم‌افزار SAS نسخه 9.2 مورد تجزیه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی سیلیسیم و هرس بوته بر طول و قطر میوه، وزن میوه و عملکرد چین ازنظر آماری معنی‌دار بود. اثر متقابل سیلیسیم و نوع هرس بر هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که محلول‌پاشی سیلیسیم با غلظت ۲ در هزار در مرحله رویشی، زایشی و یا توأم منجر به بهبود طول میوه، وزن تک میوه و عملکرد بوته در چین شد (جدول ۲). عملکرد میوه در بوته‌های تیمار شده تقریبا دو برابر بوته‌های شاهد بود.

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 روزبه ۲۰ درجه سانتی‌گراد در شب کاهش می‌یابد. یکی از ویژگی‌های سیلیسیم، کاهش تنش گرمایی است (Hu *et a*l., 2020). سیلیسیم با کاهش اثرات تنش گرمایی از طریق خنک شدن برگ‌ها، بهبود فتوسنتز و انجام گرده‌افشانی مناسب (Crawford *et al*., 2012) از ریزش گل‌ها جلوگیری نموده و با 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.

بیشترین قطر میوه در تیمار بدون سیلیسیم (۱۰۷/۱۲ میلی‌متر) حاصل شد و تفاوت معنی‌داری ازنظر قطر میوه بین میوه‌های محلول‌پاشی شده با سیلیسم مشاهده نشد. فراهم نبودن دمای مناسب در زمان گرده‌افشانی منجر به رشد زیاد تخمدان شده و نسبت

طول و قطر میوه را بر هم زده و منجر به تولید میوه‌هایی با قطر بیشتر از طول می‌گردد. همان‌طور که از نتایج جدول ۲ مشخص است، میوه‌های تیمار نشده با سیلیسیم، قطر بیشتری نسبت به طول داشته و بازارپسند می‌باشند. فراهم نبودن دمای مناسب (برای روز ۲۸–۲۵ درجه سانتی‌گراد و برای شب ۱۸–۱۶ درجه سانتی‌گراد) در زمان گرده‌افشانی و شکل‌گیری اولیه میوه‌ها اثر بسیار منفی بر تولید میوه‌های خوش‌فرم (بلوکی شکل) در فلفل دلمه دارد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر هرس بر صفات مورد ارزیابی نشان داد که هرس تک شاخه و دوشاخه منجر به تولید میوه‌های با طول، قطر و وزن مناسب شده اما عملکرد میوه در هرس دوشاخه بیشتر از هرس تک شاخه بود. همچنین عملکرد میوه در بوته‌های با هرس سه‌شاخه تفاوت معنی‌داری با هرس دوشاخه نداشتند؛ اما با توجه به اینکه کیفیت میوه در هرس دوشاخه بهتر از هرس سه‌شاخه بود، لذا بر سایر انواع هرس انجام‌شده برتری دارد.

۱- جدول تجزیه واریانس اثر سیلیسم و هرس بوته بر عملکرد و ماندگاری محصول فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول میوه	قطر میوه	وزن تک میوه	عملکرد بوته/ چین
تکرار	۲	۲/۷۷ ns	۴۳/۷۰ ns	۸۴/۸۱ **	۱۶۲۳۳/۸۹ ns
سیلیسیم	۳	۱۵۷/۱۲ **	۱۲۰۶/۱۱ *	۳۵۳/۷۹ **	۱۰۸۷۵۶/۶۱ *
خطای a	۶	۸/۱۰	۲۵۱/۸۴	۳۰/۷۱	۲۰۹۳۶/۶۷
هرس	۳	۴۷۰/۵۶ **	۱۱۶۴/۷۵ *	۶۲۸/۴۰ **	۱۸۵۵۰۰۳/۸۴ **
سیلیسیم ×هرس	۹	۶/۲۲ ns	۱۵۴/۸۷ ns	۸/۴۷ ns	۱۵۶۱۲/۷۸ ns
خطای b	۲۴	۲/۹۴	۲۵۸/۸۹	۴/۸۵	۸۶۲۵/۵۰۰
درصد ضریب تغییرات	–	۷/۳۹	۱۳/۵۴	۹/۴۰	۱۵/۸۸

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین محلول‌پاشی سیلیسیم و هرس بوته بر صفات مورد ارزیابی.

محلول‌پاشی سیلیسیم	طول میوه (میلی‌متر)	قطر میوه (میلی‌متر)	وزن تک میوه (گرم)	عملکرد بوته/ چین (گرم)
بدون سیلیسیم	۶۶/۳۷ b	۱۰۷/۱۲ a	۱۸۰/۹۰ b	۴۶۳/۴۶ b
محلول‌پاشی سیلیسیم در مرحله رویشی	۹۰/۳۷ a	۸۰/۴۵ bc	۲۴۸/۴۱ a	۸۲۲/۰۰ a
محلول‌پاشی سیلیسیم در مرحله زایشی	۹۰/۵۰ a	۸۰/۶۶ bc	۲۴۸/۰۸ a	۸۰۹/۶۳ a
محلول‌پاشی سیلیسیم در مرحله رویشی +زایشی	۹۰/۲۱ a	۹/۰۰ b	۲۴۹/۹۵ a	۸۴۳/۶۷ a
هرس بوته	**طول میوه (میلی‌متر)**	**قطر میوه (میلی‌متر)**	**وزن تک میوه (گرم)**	**عملکرد بوته/ چین (گرم)**
بدون هرس	۷۲/۸۷ c	۶۲/۷۱ b	۱۵۰/۸۳ c	۷۰۲/۸۳ b
هرس تک‌شاخه	۹۰/۰۰ a	۸۵/۵۰ a	۲۵۲/۳۳ a	۵۴۸/۸۳ c
هرس دوشاخه	۹۰/۰۸ a	۸۸/۰۸ a	۲۳۰/۶۲ a	۸۳۱/۷۹ a
هرس سه‌شاخه	۸۰/۲۰ b	۸۰/۱۹ a	۲۰۰/۷۵ b	۸۵۶/۱۷ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌داری ازنظر آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

عملکرد بالا در بوته‌های بدون هرس، می‌تواند مربوط به تعداد بیشتر میوه در این بوته‌ها باشد. هرس فلفل دلمه‌ای سبب کاهش هزینه تولید، افزایش عملکرد و کاهش حساسیت به بیماری‌های گیاهی می‌شود. هرس فلفل شیرین متفاوت از هرس گوجه‌فرنگی بوده چراکه این گیاه همانند گوجه‌فرنگی، شاخه جانبی یا مکنده تولید نمی‌کند. هدف اصلی هرس بوته فلفل شیرین، تقویت رشد رویشی قوی در این گیاه جهت تولید میوه‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر است. دوره رشد در فلفل دلمه‌ای فضای باز، دوره

رشد حدود ۳ ماه بوده اما در فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای، دوره رشد به ۸ ماه می‌رسد (Baudoin *et al*., 2017). لذا هرس شاخه، برگ و گل دارای اهمیت است.

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 هرس دوشاخه با تولید میوه‌های باکیفیت‌تر و عملکرد بیشتر برای پرورش فلفل دلمه‌ای در گلخانه‌های منطقه میناب قابل پیشنهاد است.

منابع

خواجه پور، گ.، حسندخت، م.، حسن پور، ا و احمدپور، ا. ۱۳۹۰. اثر هرس و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای، هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، اصفهان.

Ahsadon, A., Wahb-Allah, M., Abdei-Razzak, H., Ibrahim, A. 2013. Effects of pruning systems on growth, fruit yield and quality traits of three greenhouse-grown bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Australian Journal of Crop Science, 7(9): 1309-1316.

Baudoin, W., Nersisyan,A., Shamilov, A., Hodder, A., Gutierrez, D. 2017. Good agricultural practices for greenhouse vegetable production in the South East European countries. Food and Agriculture Organization of United Nations, 449 pp.

David, D., Weerahewa, H.L.D. 2012. Silicon Suppresses Anthracnose Diseases in Tomato (Lycopersicon esculentum) by Enhancing Disease Resistance; OUSL: Nugegoda, Sri Lanka.

Diogo, R.V., Wydra, K. 2007. Silicon-induced basal resistance in tomato against Ralstonia solanacearum is related to modification of pectic cell wall polysaccharide structure. Physiol. Mol. Plant Pathol, 70: 120–129.

French-Monar, R.D., Rodrigues, F.A., Kornd rfer, G.H., Datno, L.E. 2010. Silicon suppresses Phytophthora blight development on bell pepper. J. Phytopathol, 158: 554–560.

Jayawardana, H., Weerahewa, H.L.D., Saparamadu, M. 2015. Enhanced resistance to anthracnose disease in chili pepper (Capsicum annuum L.) by amendment of the nutrient solution with silicon. J. Horticult. Sci. Biotech, 90:557–562.

Kaushik, P., Saini, D.K. 2019. Silicon as a Vegetable Crops Modulator—A Review. Plants, 8(148): 1-18.

Siddiqui, M.H., Al-Whaibi, M.H., Faisal, M., Al Sahli, A.A. Nano-silicon dioxide mitigates the adverse e_ects of salt stress on Cucurbita pepo L. Env. Toxicol. Chem, 33: 2429–2437.

Tantawy, A.S., Salama, Y.A.M., El-Nemr, M.A., Abdel-Mawgoud, A.M.R. 2015. Nano silicon application improves salinity tolerance of sweet pepper plants. Int. J. ChemTech Res, 8: 11–17.

Thakur, O., Kumar, V., Singh, J. 2018. Review on Advances in Pruning to Vegetable Crops. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(2): 3556-5365.

Zhou, X., Shen, Y., Fu, X., Wu, F. 2018. Application of Sodium Silicate Enhances Cucumber Resistance to Fusarium Wilt and Alters Soil Microbial Communities. Front. Plant Sci, 9:624.

Efficiency of silicon foliar application and plant pruning on improving the yield of greenhouse pepper fruit

Mojtaba Hemayatifar[1] and Zahra roudbari [2]

[1] MS.c student of horticultural sciences, Islamic Azad University, Jiroft Branch.

[2] Assist. Prof. of Plant Breeding, Dep. of Crop and Horticultural Science Research, Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran.

[*]*Corresponding Author: z.roudbari@areeo.ac.ir*

Abstract

Despite the abundance of silica in soils, the amount of available silica for plant uptake may be limited. Because silica can be complexed with heavy metals, it rarely forms a solution with organic matter. Therefore, consumption of this useful element can be effective on plant growth through foliar application. In order to determine the effect of silicon and plant pruning on the yield of greenhouse bell pepper fruit, a greenhouse experiment was conducted in the soil as a split plot design in a randomized complete block design with 3 replications in Minab region. In this experiment, application of silicon fertilizer (silicon chelate) at 4 levels (0, 2 per thousand in vegetative phase, 2 per thousand in reproductive phase and 2 per thousand in two vegetative and reproductive phases) as well as plant pruning at 4 levels (without Pruning, single-branch pruning, two-branch pruning, three-branch pruning) were applied. The results showed that foliar application of silicon at a concentration of 2 per thousand in the vegetative, reproductive and vegetative + reproductive stages improved the yield of bell pepper fruit and fruit quality. Fruit yield increased from 463 g in the absence of foliar application to 843 g in the foliar application of silicon. Also, two-branch pruning resulted in the production of higher quality fruits and higher yields than other prunings. Therefore, it is recommended to use silicon fertilizer as a spray at a concentration of 2 per thousand, especially in greenhouses without proper ventilation and pruning of two branches of plants.

Keywords: Greenhouse pepper, Fruit yield, Plant pruning, Silicon foliar application.