اثر قارچ تریکودرما و نسبت‌های مختلف محلول غذایی بر بهبود جذب عناصر غذایی در کشت شناور کاهو لولوروسا

ادریس شعبانی[۱*]، ناصر عالم زاده انصاری[۲] و محمد رضا فایضی زاده[۳]

[۱]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

[۲]دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

[۳]دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

نویسنده مسئول: edris.shabani@scu.ac.ir

چکیده

در دهه اخیر، ارائه راهکارهای سازگار با محیط زیست به منظور کاهش مصرف کودهای کشاورزی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. در این راستا آزمایشی گلخانه‌ای به منظور ارزیابی اثر قارچ *Trichoderma harzianum* MVT801 و نسبت‌های مختلف محلول غذایی (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰٪) بر غلظت عناصر غذایی کاهو لولوروسا در شرایط کشت شناور و با ۳ تکرار انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از قارچ تریکودرما در مقایسه با تیمارهای بدون تلقیح به ترتیب سبب افزایش ۱۱۴٪ و ۵۱٪ غلظت فسفر و پتاسیم برگ‌های لولوروسا گردید. همچنین نتایج این مطالعه به روشنی نشان داد که در گیاهان تلقیح شده با قارچ تریکودرما علیرغم کاهش ۵۰ درصدی نسبت محلول غذایی، اختلاف معنی‌داری در جذب عناصر برگ های لولوروسا در قیاس با تیمار کامل محلول غذایی (۱۰۰ درصد) مشاهده نگردید که از نتایج قابل‌توجه این پژوهش می‌باشد. در این راستا بالاترین مقدار فسفر و پتاسیم برگ های کاهو لولوروسا در تیمارهای N_2H_1 (نسبت ۵۰ درصدی و تلقیح شده با قارچ) و N_3H_1 (نسبت ۱۰۰ درصدی و تلقیح شده با قارچ) مشاهده گردید. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، استفاده از کودهای زیستی حاوی قارچ *Trichoderma harzianum* در کشت هیدروپونیک به منظور افزایش جذب عناصر غذایی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی : پتاسیم، فسفر، قارچ تریکودرما، کاهو لولوروسا، کشت شناور، کود زیستی.

مقدمه

امروزه کاهوهای برگ قرمز به عنوان یک سبزی برگی به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجهی از آهن، کلسیم، منیزیم، ویتامین‌ها و آنتوسیانین‌ها در زنجیره غذایی ملت‌های مختلف قرار گرفته است. به منظور اطمینان از تولید با کیفیت بالا و افزایش بهروه‌وری، این سبزی را تحت شرایط محافظت شده مانند گلخانه یا سایبان می‌توان پرورش داد (Sublett *et al.*, 2018). افزایش بی‌رویه قیمت کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر سبب شده است تا تولید این محصول در گلخانه با چالش‌های جدیدی مواجه شود. در این راستا پژوهشگران به دنبال یافتن راهکارهای سازگار با محیط‌زیست به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌باشند. گزارش Minemakers Limited (2008) نشان می‌دهد که تنها در سال ۲۰۰۸-۲۰۰۷ افزایش تقاضا فقط برای کود فسفره سبب افزایش ۷۰۰ درصدی قیمت آن شده است، چیزی که در دو سال گذشته نیز در ایران رخ داده است.

در حال حاضر امنیت غذایی، تخریب محیط زیست و تغییر اقلیم سه چالش عمده جهانی محسوب می شود. امنیت غذایی ممکن است با سیاست‌هایی که توسط کشورهای مختلف گرفته می‌شود، بهبود یابد. ولی دو مورد دیگر می‌تواند با بهبود کارایی استفاده از عناصر غذایی (نیتروژن و فسفر) در تولید محصولات کشاورزی کاهش یابد (Bonini *et al.*, 2020). استفاده از محرک‌های زیستی گیاهی مانند میکروب‌های مفید [قارچ‌های *Trichoderma spp.*، میکوریز آربوسکولار (AMF)، ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهان (PGPR) و مواد زیست فعال (اسیدهای هیومیک و فولویک، جلبک‌ها، هیدرولیزهای پروتئین و سیلیسیم) به طور جداگانه یا ترکیبی ممکن است به محصولات کمک کند تا با چالش‌های ذکر شده در بالا مقابله کنند (Rouphael and Colla, 2020). امروزه از قارچ تریکودرما به منظور افزایش جذب عناصر غذایی، افزایش انتقال اسید آمینه و قند در ریشه گیاهان، کنترل عوامل

بیماری‌زا، دفع مسمومیت، بهبود سیستم‌های دفاعی گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده و القا رشد گیاه استفاده می‌شود (تقوی قاسمخیلی، ۱۳۹۳). قارچ تریکودرما به دلیل همزیستی با ریشه گیاهان در خاک و قدرت رقابتی بالا، نقش بسزایی در آزاد شدن عناصر مهمی مانند فسفر، آهن، منیزیم و مس دارد (Mazhabi *et al.*, 2011). بنابراین به‌نظر می‌رسد که گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما با اثرگذاری بر رشد و عملکرد گیاهان می‌توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند.

علیرغم مطالعات متعددی که در زمینه تاثیر قارچ تریکودرما بر خصوصیات رشدی و فیزیولوژیکی گیاهان در کشت خاکی صورت گرفته است، ولی تاکنون مطالعات اندکی درباره تاثیر این قارچ در شرایط کشت هیدروپونیک گزارش شده است. بنابراین با توجه به اهمیت قارچ تریکودرما به عنوان یک ترکیب زیستی سازگار با محیط‌زیست، این پژوهش با هدف بررسی نقش قارچ تریکودرما بر جذب عناصر غذایی در کشت شناور کاهو لولوروسا طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مجتمع گلخانه‌ای دانشگاه شهید چمران اهواز و در زمستان ۱۳۹۹ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار اجرا گردید. گیاهان در طول این آزمایش تحت دمای ۲±۲۰ ^{o}C روز و ۲±۱۱ ^{o}C شب، رطوبت نسبی ۵±۶۵٪ و نور طبیعی خورشید رشد یافتند. بذرهای کاهو لولوروسا در داخل سینی نشا و در شرایط گلخانه کشت گردید. نشاها در مرحله ۳ برگ حقیقی به صافی مشبک بالای گلدان‌های سیستم شناور منتقل گردید. برای استقرار بهتر نشاها داخل صافی مشبک (اطراف ریشه‌های نشا) مقدار بسیار کمی پرلیت ضدعفونی شده ریخته شد. برای اجرای این سیستم یک لوله اصلی پلاستیکی ۱۶ میلی‌متری به پمپ هوا وصل گردید و هوا توسط دریپر، لوله‌های ماکارونی و سنگ هوا از لوله اصلی به درون گلدان‌ها جهت تهویه و اکسیژن‌رسانی محلول غذایی منتقل گردید. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت های مختلف محلول غذایی (۲۵ (N_1)، ۵۰ (N_2) و ۱۰۰٪ (N_3)) و وجود و عدم وجود کود زیستی قارچی (فاقد قارچ تریکودرما (H_0) و دارای قارچ تریکودرما (H_1)) بود. بوته‌های مربوط به هر تیمار توسط محلول غذایی (N=131، P=62، K=490، Ca=190، Mg=24، Fe=2.236، B=0.324، Mn=0.275، Zn=0.262، Cu=0.048 و Mo=0.048 میلی‌گرم بر لیتر) (Tsouvaltzis *et al.*, 2020) و با نسبت‌های مختلف (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰٪) تغذیه گردیدند. کود زیستی قارچی به صورت پودر وتابل و حاوی تریکودرما هارزیانوم (*Trichoderma harzianum* MVT801) از فرمولاسیون تریکوران پی® شرکت بایوران© تامین گردید. اعمال تیمارهای قارچی ۱۰ روز بعد از انتقال نشاها به سیستم شناور و اطمینان از استقرار و گیرایی نشاها صورت گرفت. در این راستا بر اساس پیشنهاد شرکت بایوران کود زیستی قارچی تریکوران پی (جمعیت: ۲×۱۰^{۷} پروپاگول در گرم ماده خشک، EC (1:10) = 2.4 dS m^{-1} و pH (1:10) = 7.2) با غلظت ۴ در هزار و با استفاده از محلول غذایی هر گلدان تهیه گردید. در پایان فصل رشد (۵۰ روز بعد از انتقال نشا) بوته‌های کاهو لولوروسا مربوط به هر تیمار جمع‌آوری و در آون ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیدند. نمونه‌های برگی توسط آسیاب برقی پودر گردید. فسفر با استفاده از روش رنگ‌سنجی (وانادات- مولیبدات زرد) و در طول‌موج ۴۳۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-1201, Shimadzu, Japan) اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از محلول‌های استاندارد، منحنی کالیبراسیون استاندارد رسم گردید و غلظت فسفر در بافت گیاهی برحسب درصد گزارش گردید. میزان پتاسیم موجود در نمونه‌های گیاهی توسط دستگاه فلایم فتومتر خوانده شد و در نهایت قرائت بدست آمده به صورت درصد پتاسیم در بافت‌های گیاهی محاسبه و گزارش گردید. در پایان آزمایش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه ی دانکن انجام گردید. نمودار نیز به کمک نرم افزار Excell رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج مقایسات میانگین داده‌ها نشان داد که استفاده از کود زیستی حاوی قارچ تریکودرما سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر و پتاسیم برگ‌های کاهو لولوروسا در سطح احتمال ۱ درصد گردید (جدول ۱). نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از قارچ تریکودرما در مقایسه با تیمارهای بدون تلقیح به ترتیب سبب افزایش ۱۱۴٪ و ۵۱٪ غلظت فسفر و پتاسیم برگ لولوروسا گردید.

داده‌های این پژوهش نشان داد که استفاده از نسبت‌های مختلف محلول غذایی تاثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر معدنی برگ‌ها دارد؛ به گونه‌ای که کمترین غلظت فسفر و پتاسیم برگ در نسبت ۲۵ درصد و بالاترین مقدار آن ها در نسبت ۱۰۰ درصد محلول غذایی مشاهده گردید (جدول ۱).

اثر متقابل استفاده قارچ تریکودرما و نسبت‌های مختلف محلول غذایی نشان داد که در تمام نسبت‌های محلول غذایی، تلقیح با قارچ تریکودرما سبب افزایش جذب عناصر معدنی مانند فسفر و پتاسیم در برگ‌های کاهو لولوروسا در قیاس با تیمارهای فاقد قارچ تریکودرما می‌گردد (جدول ۲). همچنین نتایج این مطالعه به روشنی نشان داد که در گیاهان تلقیح شده با قارچ تریکودرما علیرغم کاهش ۵۰ درصدی نسبت محلول غذایی، اختلاف معنی‌داری در جذب عناصر برگ‌های لولوروسا در قیاس با تیمار کامل محلول غذایی (۱۰۰ درصد) مشاهده نگردید که از نتایج قابل توجه این پژوهش می‌باشد. در این راستا بالاترین مقدار فسفر و پتاسیم برگ‌های کاهو لولوروسا در تیمارهای N_2H_1 و N_3H_1 مشاهده گردید که در قیاس با تیمارهای N_2H_0 و N_3H_0 به ترتیب سبب افزایش ۱۷۰٪ و ۶۵/۷۱٪ غلظت فسفر و ۷۳/۱۷٪ و ۱۷/۱۸٪ پتاسیم گردید(جدول ۲). همان‌طور که مشخص است اثر تلقیح قارچ تریکودرما در نسبت ۵۰ درصدی محلول غذایی ملموس تر از محلول کامل (۱۰۰٪) بوده است.

جدول ۱- اثرات اصلی قارچ تریکودرما هارزیانوم (H) و نسبت های مختلف محلول غذایی (N) بر درصد جذب عناصر در کاهو لولوروسا.

تیمارها	غلظت فسفر (٪)	غلظت پتاسیم (٪)
H		
H_0	۰٫۲۱ b	۰٫۸۴ b
H_1	۰٫۴۵ a	۱٫۲۷ a
معنی داری	**	**
N		
N_1	۰٫۱۵ c	۰٫۶۵ c
N_2	۰٫۳۷ b	۱٫۱۲ b
N_3	۰٫۴۷ a	۱٫۳۹ a
معنی داری	**	**

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

جدول ۲- اثرات متقابل قارچ تریکودرما هارزیانوم (H) و نسبت های مختلف محلول غذایی (N) بر درصد جذب عناصر در کاهو لولوروسا.

تیمارها	غلظت فسفر (٪)	غلظت پتاسیم (٪)
N_1H_0	۰٫۰۸ d	۰٫۴۳ d
N_2H_0	۰٫۲۱ c	۰٫۸۲ c
N_3H_0	۰٫۳۵ b	۱٫۲۸ b
N_1H_1	۰٫۲۲ c	۰٫۸۸ c
N_2H_1	۰٫۵۴ a	۱٫۴۲ a
N_3H_1	۰٫۵۸ a	۱٫۵۰ a
معنی داری	**	**

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

چندین گزارش نشان داد که برخی سویه‌های *Trichoderma spp.* شامل *T. harzianum* ،*T. koningii* ،*T. atroviride* و *T.virens* ازجمله محرک‌های زیستی هستند که سبب بهبود عملکرد محصول، کارایی استفاده عناصر و تحمل به تنش‌های غیرزیستی می‌گردند. سازوکارهای مستقیم و غیرمستقیم نحوه اثر تحریک زیستی سویه‌های تریکودرما شامل (۱) بهبود رشد ریشه جانبی، (۲) القای پروتئین‌های فعال گیاهی و (۳) تولید و ترشح ریزوسفری اکسین‌ها و متابولیت‌های ثانویه مانند مواد فرار و غیر فرار که واکنش‌های مختلف گیاهان را تحریک کرده و جذب عناصر غذایی و بهره‌وری محصولات را افزایش می‌دهند (Bonini *et al.*, 2020).

منابع

تقوی قاسمخیلی، ف. پیردشتی، ه. تاجیک قنبری، م.ع. و بهمنیار، م.ع. ۱۳۹۳. تأثیر قارچ تریکودرما (*Trichoderma harzianum*) بر عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) در سطوح مختلف نیترات کادمیوم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۳): ۴۵۴-۴۶۲.

Bonini, P., Rouphael, Y., Miras-Moreno, B., Lee, B., Cardarelli, M., Erice, G., Cirino, V., Lucini, L., Colla, G. 2020. A microbial-based biostimulant enhances sweet pepper performance by metabolic reprogramming of phytohormone profile and secondary metabolism. Frontiers in Plant Science, 11: 1-13.

Mazhabi, M., Nemati, H., Rouhani, H., Tehranifar, A., Moghadam, E.M., Kaveh, H., Rezaee, A. 2011. The effect of Trichoderma on polianthes qualitative and quantitative properties. Animal and Plant Sciences, 21: 617-621.

Minemakers Limited. 2008. Rock phosphate price rockets to us$200/Tonne. ASX and Press Release Perth.

Rouphael, Y., Colla, G. 2020. Editorial: biostimulants in agriculture. Frontiers in Plant Science, 11: 40.

Sublett, W.L., Casey Barickman, T., Sams, C.E. 2018. Effects of elevated temperature and potassium on biomass and quality of dark red 'Lollo Rosso' lettuce. Horticulturae, 4: 1-11.

Tsouvaltzis, P., Kasampalis, D.S., Aktsoglou, D., Barbayiannis N., Siomos, A.S. 2020. Effect of reduced nitrogen and supplemented amino acids nutrient solution on the nutritional quality of baby green and red lettuce grown in a floating system. Agronomy, 10: 922: 1-15.

The Effect of Trichoderma and Different Nutrient Solution Ratios on Nutrient Uptake in Floating Cultivation of 'Lollo Rosso' Lettuce

Edris Shabani [1*], Naser Alemzadeh Ansari [2] and Mohammad Reza Fayezizadeh [3]
[1] Assistant Professor of Horticulture science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
[2] Associate Professor of Horticulture science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
[3] M.S graduated of Horticulture science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
[*]*Corresponding Author: edris.shabani@scu.ac.ir*

Abstract

In the last decade, providing environmentally friendly solutions to reduce the use of agricultural fertilizers has been considered by researchers. In this regard, a greenhouse experiment was performed to evaluate the effect of *Trichoderma harzianum* MVT801and different ratios of nutrient solution (25, 50 and 100%) on the nutrient concentrations of 'Lollo Rosso' lettuce in floating culture conditions with 3 replications. The results of this experiment showed that the use of *Trichoderma* in comparison with non-inoculated treatments increased 114% and 51% of phosphorus and potassium concentrations of 'Lollo Rosso' lettuce leaves, respectively. Also, the results of this study clearly showed that in plants inoculated with *Trichoderma* fungi, despite a 50% reduction in the ratio of nutrient solution, no significant difference was observed in the nutrient uptake of 'Lollo Rosso' leaves compared to complete nutrient solution treatment (100%) which is one of the notable results of this study. In this regard, the highest amount of phosphorus and potassium of 'Lollo Rosso' lettuce leaves was observed in N_2H_1 (50% ratio and inoculated with fungus) and N_3H_1 (100% ratio and inoculated with fungus) treatments. According to the results of this study, the use of biofertilizers containing *Trichoderma harzianum* in hydroponic cultivation is recommended to increase nutrient uptake and reduce the use of chemical fertilizers.

***Keywords*:** Potassium, Phosphorus, Trichoderma fungi, 'Lollo Rosso' Lettuce, Floating culture, Biofertilizer.