واکنش فیزیولوژیک توت‌فرنگی به غلظت‌های مختلف عناصر معدنی محلول غذایی

جلیل رحیم‌دوست[۱]، محمد جواد نظری دلجو*[۲]، موسی ارشد[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد (علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران)

[۲] دانشیار (گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران)

[۳] استادیار (گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران)

*نویسنده مسئول nazarideljou@yahoo.com

چکیده

غلظت بهینه عناصر معدنی یکی از مهم‌ترین پارامترهای مدیریت محلول‌های غذایی در کشت‌های بدون خاک است. هرگونه کاهش یا افزایش غلظت عناصر معدنی به‌ترتیب منجر به کمبود یا سمیت و در نتیجه کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌گردد. در همین راستا غلظت‌های مختلف عناصر پرمصرف محلول غذایی در قالب سه سطح هدایت الکتریکی کم ($EC_{0.65}$ dS/m)، متوسط ($EC_{1..3}$ dS/m) و زیاد ($EC_{1..95}$ dS/m) در کشت بدون خاک توت‌فرنگی رقم آلبیون مورد بررسی قرار گرفت. تاثیر تیمارهای مورد بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بر صفات فیزیولوژیک هدایت روزنه‌ای، محتوای نسبی آب، پایداری غشای سلولی و شاخص کلروفیل مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج آزمایش صفات مورد بررسی به‌طور معناداری تحت تاثیر ECهای مختلف محلول غذایی قرار گرفتند. بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای و شاخص کلروفیل برگ در EC برابر ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید. همچنین روند تغییرات پایداری غشای سلولی برگ همزمان با افزایش سطح EC محلول غذایی روندی صعودی و معنادار داشت. محتوای نسبی آب برگ به‌عنوان شاخص بیان کننده وضعیت آبی گیاه، به‌طور معناداری تحت تاثیر EC محلول غذایی قرار گرفت. براساس نتایج مقایسه میانگین بیش‌ترین وکم‌ترین محتوای نسبی آب برگ به‌ترتیب در سطوح EC برابر ۱/۳ و ۱/۹۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید. بر اساس نتایج، تعیین غلظت بهینه عناصر معدنی محلول غذایی نقش مهمی در واکنش‌های فیزیولوژیکی و در نتیجه سلامت توت‌فرنگی‌های تولید شده در کشت بدون خاک دارد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه، عناصر پرمصرف، کشت بدون خاک، هدایت الکتریکی، هدایت روزنه‌ای.

مقدمه

کشت بدون خاک به معنی پرورش گیاهان بدون استفاده از خاک به‌عنوان بستر رشد ریشه است (Savvas and Gruda, 2018). در این روش عناصر غذایی (عناصر معدنی) از طریق آب آبیاری در اختیار گیاه قرار داده می‌شود. به‌عبارتی مقادیر مشخصی از کودهای شیمیایی حاوی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه درون آب آبیاری با کیفیت مناسب حل و محلول غذایی تهیه شده در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. ۱۳ عنصر معدنی ضروری به‌جز کربن، هیدروژن و اکسیژن از طریق محلول غذایی در اختیار گیاهان کشت شده در سیستم‌های بدون خاک قرار داده می‌شود. تامین غلظت بهینه عناصر مذکور بسته به گیاه و رقم کشت شده یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های تولیدکنندگان کشت‌های بدون خاک است. نظری دلجو و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی سطوح مختلف EC محلول غذایی گیاه زینتی–دارویی به‌لیمو (از ۰/۷ تا ۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر) در سیستم کشت بدون خاک نشان دادند که بیش‌ترین وزن تر و خشک برگ در غلظت ۱/۴ تا ۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر حاصل گردید. لیکن بازده اسانس با افزایش EC روندی صعودی داشت. همچنین روحی و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی سطوح مختلف عناصر غذایی پرمصرف طی دوره رشد رویشی (قبل از گلدهی) و رشد زایشی (پس از گلدهی) بیان نمودند که میزان غلظت عناصر غذایی مورد نیاز توت‌فرنگی بسته به فنولوژی گیاه متفاوت است. با توجه گسترش سطح زیرکشت توت‌فرنگی در کشت‌های بدون خاک و همچنین رابطه مستقیم بین عناصر معدنی و رشد ونمو توت‌فرنگی، مهم‌ترین هدف این آزمایش بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف محلول غذایی بر واکنش‌های فیزیولوژیک توت‌فرنگی در کشت بدون

خاک و تعیین بهترین سطح EC محلول غذایی برای رقم آلبیون به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ارقام توت‌فرنگی در ایران بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف محلول غذایی بر شاخص‌های فیزیولوژیک توت‌فرنگی رقم آلبیون در شرایط گل‌خانه‌ای با سیستم کشت بدون خاک با دمای روزانه ۲۲ و دمای شبانه ۱۴ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۰ درصد، طول روز ۱۳ ساعت و شدت نور ۳۱۰۰۰ لوکس طی روز انجام پذیرفت. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های مختلف عناصر پرمصرف محلول غذایی در سه سطح ۰/۶۵، ۱/۳ و ۱/۹۵ دسی‌زیمنس بر متر در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار طراحی و اجرا گردید. ECهای محلول غذایی بر اساس افزایش غلظت عناصر پرمصرف محاسبه شده است. علاوه بر کنترل ECهای مورد بررسی، pH تمامی محلولهای غذایی در محدوده ۵/۵-۶/۲ تنظیم و کنترل گردید.

نشاهای ضدعفونی شده (کاپتان، کاربندازیم) توت‌فرنگی رقم آلبیون به بسترهای کشت شامل نسبت حجمی برابر فیبرنارگیل و پرلایت منتقل و یک هفته پس از انتقال نشا با آب معمولی آبیاری گردیدند. یک هفته پس از استقرار کامل نشاهای کشت شده در کیسه‌های کشت، تمامی بوته‌های مورد بررسی بسته به تیمار EC مورد نظر محلول‌دهی شدند. صفات فیزیولوژیک محتوای نسبی آب برگ (ریچی و هکاران، ۱۹۹۰)، پایداری غشای سلولی (Sairam and Srivastava, 2001)، شاخص کلروفیل (SPAD INDEX) و همچنین هدایت روزنه‌ای (SC) برگ‌های کاملا توسعه یافته با استفاده از پرومتر (Promoter, USA) یک ماه پس از اعمال تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های مورد بررسی با استفاده از نرم افزار آماری SAS. 9.1 و مقایسات میانگین‌ها تیمارها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف عناصر معدنی پرمصرف محلول غذایی تمامی صفات فیزیولوژیک مورد بررسی توت‌فرنگی شامل هدایت روزنه‌ای، شاخص کلروفیل، پایداری غشای سلولی و محتوای نسبی آب برگ توت‌فرنگی رقم آلبیون را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱).

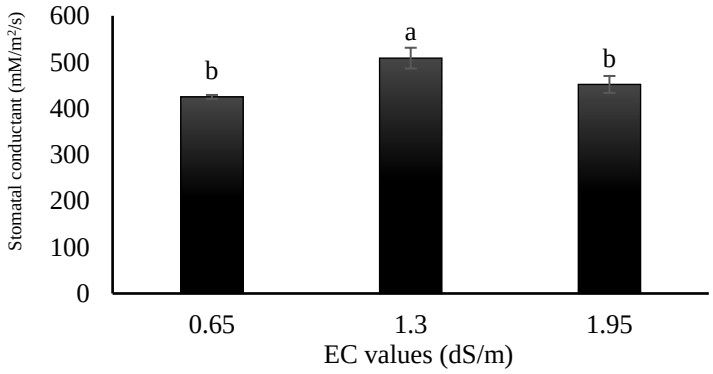
جدول۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت¬های مختلف محلول غذایی بر پارامترهای فیزیولوژیک توت‌فرنگی رقم آلبیون.

منابع‌تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شاخص کلروفیل	هدایت روزنه‌ای	محتوای نسبی آب	نشت یونی
بلوک	۲	۷,۴۷*	۱۷۷۴/۶۰ ns	۳,۱۳ ns	۲۲,۱۴**
تیمار	۲	۷۴,۶**	۵۴۸۹/۶۳**	۷۷,۱۲*	۳۵۲,۶ **
خطا	۴	۴/۲	۳۹۴/۴۵	۴۱,۲	۰,۳۶
ضریب تغییرات	(٪)	۵,۹۹	۴/۳	۶,۳۶	۲۲,۱۴

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی¬دار و معنی¬دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

هدایت روزنه‌ای برگ

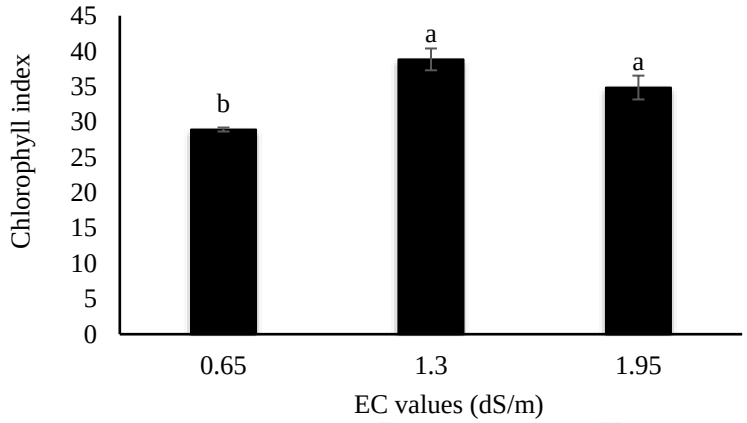
براساس نتایج آزمایش، هدایت روزنه‌ای برگ توت‌فرنگی با افزایش سطح EC محلول غذایی از ۰/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر به ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر افزایش، لیکن با افزایش بیش‌تر EC (۱/۹ دسی‌زیمنس بر متر) هدایت روزنه ای برگ کاهش یافت (شکل ۱). همان‌طوری در شکل ۱ مشاهده می‌گردد بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای (۵۰۸/۶۳ مایکرومول بر متر مربع در ثانیه) در EC برابر ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با سایر سطوحEC حاصل گردید.



شکل ۱- برهم‌کنش سطوح مختلف EC محلول غذایی با هدایت روزنه‌ای برگ توت‌فرنگی رقم آلبیون.

شاخص کلروفیل برگ

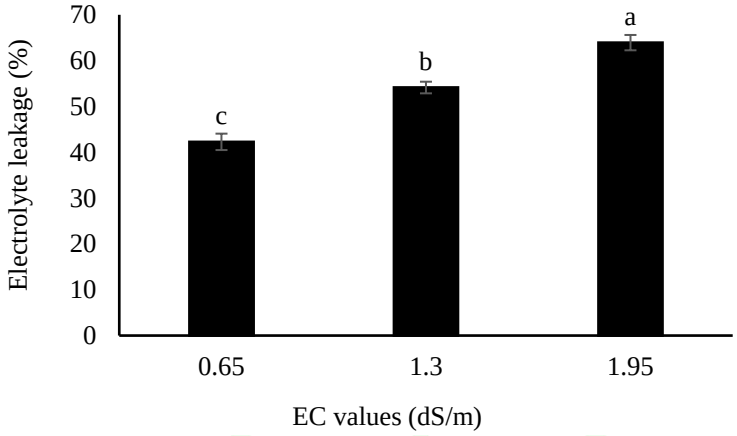
نتایج مقایسات میانگین شاخص کلروفیل بیانگر تاثیر معنادار سطوح مختلف ECمحلول غذایی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی بود. بر اساس نتایج آزمایش، بیش‌ترین وکم‌ترین شاخص کلروفیل به‌ترتیب در ECهای برابر ۱/۳ و ۰/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید (شکل ۲). به‌عبارت دیگر سطح EC برابر ۱/۳ دسی زیمنس بر متر به‌عنوان سطح بهینه غلظت عناصر معدنی به‌ترتیب منجر به افزایش ۲۵/۵ و ۱۰/۲۵درصدی شاخص کلروفیل در ECهای برابر۰/۶۵ و ۱/۳ گردید.



شکل ۲- واکنش شاخص کلروفیل (سبزینگی گیاه) توت‌فرنگی به سطوح مختلف EC محلول غذایی در کشت بدون خاک.

پایداری غشای سلولی برگ

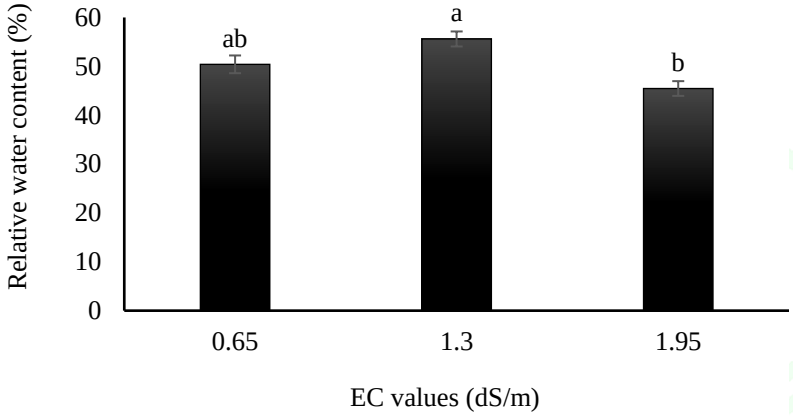
طبق نتایج آزمایش، غلظت عناصر معدنی محلول غذایی تاثیر معنی داری بر میزان نشت الکترولیتی (پایداری غشای سلولی) در توت‌فرنگی داشت. به طوری که رابطه‌ی مستقیمی بین میزان EC و نشت الکترولیت وجود داشت، بر همین اساس با افزایش میزان EC میزان نشت الکترولیت نیز افزایش یافت (شکل ۳). به عبارت دیگر با افزایش EC از سطح کم (۰/۶۵) به سطح زیاد (۱/۹۵) به‌طور میانگین حدود ۱۸ درصد نشت الکترولیت افزایش یافت.



شکل ۳- تاثیر پذیری پایداری غشای سلولی برگ توت‌فرنگی از سطوح مختلف غلظت عناصر معدنی محلول غذایی.

محتوای نسبی آب برگ

بر اساس نتایج آزمایش مشخص گردید که محتوای نسبی آب برگ که شاخصی از شادابی و رشد گیاه است تحت تاثیر معنادار EC قرار گرفت. به‌طوری‌که بهترین غلظت بهینه EC برابر با ۱/۳ بود که نسبت به سطح ای‌سی ۰/۶۵ دسی زیمنس بر متر، ۱۰ درصد افزایش داشت اما نتایج نشان‌گر این بود که این روند صعودی نیست و با افزایش بیش‌تر EC (۱/۹۵ دسی زیمنس بر متر) محتوای نسبی آب کاهش چشم‌گیری دارد. بر اساس این نتایج افزایش غلظت عناصر معدنی محلول غذایی محتوای نسبی آب را کاهش داد (شکل ۴).



شکل ۴- محتوای نسبی آب توت‌فرنگی رقم آلبیون تحت تاثیر سطوح مختلف EC محلول غذایی.

نتایج تجزیه داده‌ها و مقایسات میانگین نشان داد که غلظت عناصر معدنی محلول غذایی اثر معناداری بر صفات فیزیولوژیک توت‌فرنگی دارد. براساس نتایج آزمایش، بیش‌ترین شاخص کلروفیل، هدایت روزنه‌ای و محتوای نسبی آب به‌عنوان شاخص‌های موثر در جذب آب و عناصر معدنی، فتوسنتز و وضعیت آبی گیاه در غلظت متوسط EC محلول غذایی مشاهده گردید. نقش مثبت شوری یا پتانسیل اسمزی محلول غذایی بر پارامترهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، عملکرد و کیفیت محصولات باغبانی در تحقیقات متعددی اثبات گردیده است (Tabatabaie and Nazari, 2007; Lee *et al.*, 2015; Wortman *et al.*, 2015). احتمالا EC برابر ۱/۳دسی‌زیمنس بر متر به‌دلیل غلظت مناسب عناصر معدنی و همچنین سطح مطلوب پتانسیل اسمزی محلول

غذایی منجر به حصول نتایج مطلوب در توت‌فرنگی گردیده است. در واقع سطح مطلوب پتانسیل اسمزی محلول غذایی منجر به افزایش جذب آب (محتوای نسبی آب) و در نتیجه بهبود هدایت روزنه‌ای در مقایسه با EC بالا یعنی ۱/۹ دسی‌زیمنس بر متر گردیده است. همچنین نتایج آزمایش بیانگر کاهش پایداری غشای سلولی با افزایش سطح EC محلول غذایی بود. به عبارت دیگر، افزایش غلظت عناصر معدنی منجر به کاهش پتانسیل اسمزی یا تنش اسمزی و در نتیجه تخریب غشاهای سلولی بیش‌تر گردیده است که با نتایج تحقیقات شیرکو و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد. بر اساس نتایج آزمایش، ارتباط تنگاتنگی بین غلظت عناصر معدنی محلول غذایی و واکنش فیزیولوژیکی توت‌فرنگی رقم آلبیون وجود دارد. بر همین اساس EC برابر ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر به‌دلیل بهبود شاخص کلروفیل، هدایت روزنه‌ای، محتوای نسبی آب و همچنین کاهش نشت الکترولیت بهترین سطحEC محلول غذایی در بین تیمارهای مورد بررسی برای کشت بدون خاک توت‌فرنگی رقم آلبیون است.

منابع

نظری دلجو، م.ج.، طباطبایی، س.ج. و جابریان همدانی، ح. ۱۳۹۱. تاثیر غلظت های مختلف عناصرغذایی و بررسی امکان تولید گیاه دارویی به لیمو (*Lippia citriodora* L.B.K.) در شرایط هایدروپونیک. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۳۳۰- ۳۱۹ : (۱۳)۳.

Lee, Y.H., Yoon, C.S., Park, N.I. Yeoung, Y.R. 2015. Influence of various nutrient concentrations on the growth and yield of summer strawberry cultivars cultivated in a hydroponic system. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 56: 421-426.

Savvas, D. Gruda, N. 2018. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry A review. European Journal of Horticultural Science, 83: 280-293.

Shirko, R., Nazarideljou, M.J., Akbar, M.A. Naser, G. 2018. Photosynthetic reaction, mineral uptake, and fruit quality of strawberry affected by different levels of macronutrients. Journal of Plant Nutrition, 41: 1807-1820.

Wortman, S.E. 2015. Crop physiological response to nutrient solution electrical conductivity and pH in an ebb-and-flow hydroponic system. Scientia Horticulturae, 194: 34-42.

Physiological Response of Strawberry To various Concentrations of Mineral Elements of Nutrient Solution

Jalil Rahimdoost[1], Mohammad Javad Nazarideljou[2]*, Musa arshad[3]
[1] M.Sc. Graduate (Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran)
[2] Associate Professor (Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran)
[3] Assistant Professor (Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran)
*Corresponding Author: nazarideljou@yahoo.com

Abstract

The optimum concentration of mineral elements is one of the most important parameters of nutrient solution management in soilless systems. Any decrease or increase in the concentration of mineral elements leads to a nutrient deficiency or toxicity, and as a consequence, a decrease in the yield and quality of soilless grown plants. Accordingly, different macronutrient concentrations including low ($EC_{0.65}$ dS/m), moderate ($EC_{1.3}$ dS/m) and high ($EC_{1.95}$ dS/m) nutrient concentrations based on electrical conductivity (EC) levels, were investigated on soilless cultivation of strawberries 'Albion'. The effect of the various EC levels was evaluated in a randomized complete block design with 3 replicates on the stomatal conductance, relative water content, cell membrane stability and chlorophyll index. Based on the results, the physiological traits were significantly affected by different EC values of the nutrient solution. The highest stomatal conductance and leaf chlorophyll index were observed in $EC_{1.3}$ dS/m. However, leaf cell membrane stability showed different reactions to EC levels. So that, the highest membrane stability was obtained at the lowest EC level ($EC_{0.65}$ dS/m). The relative water content as an indicator of plant water status was significantly affected by EC levels. Based on the results, the highest and lowest leaf relative water content was observed at EC levels 1.3 and 1.95 dS/m, respectively. Based on the results, application of the optimum mineral concentration has an important role in physiological reactions and consequently the production of healthy strawberries under soilless cultivation.

Keywords: Electrical Conductivity, Macronutrients, Nutrition, Soilless Culture, Stomatal Conductivity