

بررسی اثر ارتفاع و جهت پنل بر صفات رویشی و زایشی توت‌فرنگی در سامانه هواکشت

امیرعلی محمدی^{۱*}، مهدی حدادی نژاد^۲، کامران قاسمی^۳

^{۱*} دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

^۲ استادیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

^۳ استادیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* نویسنده مسئول: Amiralimohammadi72@yahoo.com

چکیده

مزایای استفاده از کشت بدون خاک در کنترل آب و مواد غذایی و شرایط محیطی می‌باشد. در تکنیک هواکشت از هیچ‌گونه محیط کشتی استفاده نمی‌شود لذا ریشه‌ها دارای ماکزیمم هوادهی هستند. این پژوهش در قالب طرح کرت‌ها خرد شده در پنج تکرار به بررسی اثر ارتفاع و جهت شیب پنل بر صفات رویشی، زایشی و ریشه توت‌فرنگی پرداخته است. نتایج ضمن تأیید کارایی سامانه هواکشت در تولید توت‌فرنگی نشان داد از لحاظ ارتفاع، ارتفاع میانی (۱۶۰ سانتی‌متر از سطح زمین) و از لحاظ جهت، جهت غربی بهترین عملکرد را دارا بوده‌اند. توت‌فرنگی گیاهی حساس است که از شدت بالای نور در طبقات بالایی پنل و شدت کم نور ناشی از سایه‌اندازی طبقات بالای در قسمت پایینی پنل آسیب‌دیده و عملکرد آن کاهش می‌یابد. بررسی تراکم کاشت بوته در این سامانه می‌تواند به کارآمدی بیشتر نتایج این پژوهش کمک نماید.

کلمات کلیدی: کشت بدون خاک، هواکشت، کشت طبقاتی، جهت، ریشه

مقدمه

توت‌فرنگی گیاه علفی و چندساله از خانواده گل‌سرخیان، دارای ویتامین بالا و عطر و طعم مناسبی است و می‌تواند در سلامت تغذیه مردم نقش اساسی دارد (هاشمی دهکردی و همکاران، ۱۳۹۵). این میوه علاوه بر تازه خوری به‌صورت فرآوری شده نیز به مصرف می‌رسد. از مهم‌ترین فرآورده‌های توت‌فرنگی می‌تواند به کنسرو توت‌فرنگی، مربا، بستنی توت‌فرنگی، ماست توت‌فرنگی، ژله، شربت و نوشیدنی‌های دیگر اشاره کرد که همان میوه تازه طرفداران بی‌شمار دارد (Manganaris et al., 2014). کشت‌های گلخانه‌ای و خارج از فصل برای پیش‌رسی محصولات کشاورزی در بسیاری از کشورهای جهان در حال گسترش است. بستر کشت گیاه نقش مؤثری جهت دریافت آب و مواد غذایی در گیاهان دارد درعین حال می‌تواند در گسترش عوامل نامساعد همچون قارچ‌ها و آفات نقش داشته باشند (کیومرث بخش کلارستاقی و همکاران، ۱۳۸۸) و هزینه تعویض و بازیافت آن نیز به هزینه‌های تولید افزوده می‌شود.

با افزایش سطح متوسط زندگی و تغییر عادات غذایی مردم، درخواست مردم برای محصولات خارج از فصل بیشتر می‌شود. توت‌فرنگی از میوه‌هایی است که در مناطق معتدله در اواخر اردیبهشت‌ماه تا اوایل تیرماه برداشت می‌شود، ولی امروزه می‌توان با رویکردهای خاص نظیر کشت گلخانه‌ای اقدام به تولید توت‌فرنگی خارج از فصل و پیش‌رسی کرد. به همین دلیل و با توجه به تقاضای مصرف‌کنندگان محصولات گلخانه‌ای در حال افزایش است (طاووسی و شاهین رخسار، ۱۳۸۹). اولین تولید مؤثر هیدروپونیک در مقیاس بزرگ در طول جنگ جهانی دوم رخ داده است، زمانی که ارتش ایالات متحده واحد هیدروپونیک با سیستم‌های فرعی آبیاری را در چندین جزیره در اقیانوس آرام تأسیس کرده‌اند، که از بسترهای آتش‌فشانی این منطقه استفاده کرده است (Rodríguez, 2012).

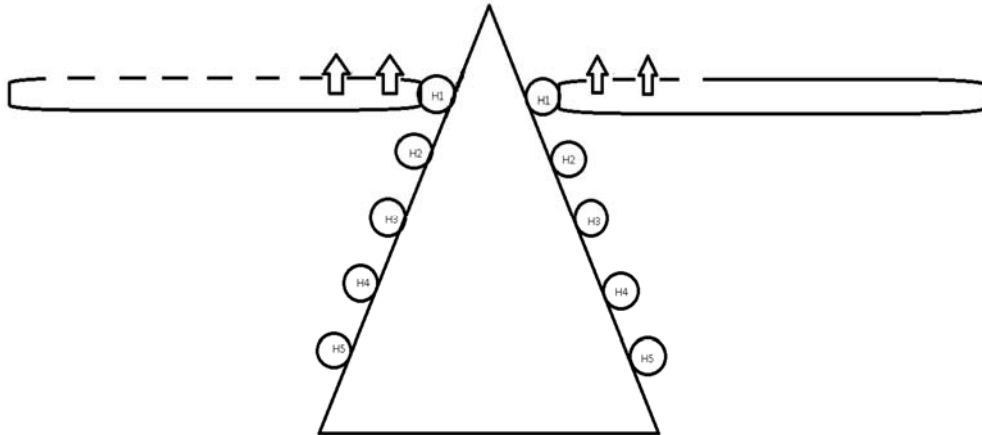
از آنجا که کشت توت‌فرنگی به دقت زیاد نیاز دارد، پرورش آن در سیستم‌های هیدروپونیک افزایش یافته است. در چنین محیطی به دلیل افزایش کارایی نور برای انجام فتوسنتز حداکثر، کیفیت و کمیت محصول افزایش می‌یابد. (هاشمی دهکردی و همکاران، ۱۳۹۵). هواکشت (aeroponics) فن‌آوری پیشرفته‌تر از سیستم هیدروپونیک سنتی است. گیاه به‌جای این‌که در محلول غذایی غوطه‌ور باشد، ریشه را محکم بسته به حالت تعلیق، در ظرف داخلی ضد آب با فیلم پلی‌اتیلن سیاه و سفید قرار

می‌دهند. از سوی دیگر، در منطقه آند و همچنین نیز در بولیوی، کلمبیا و اکوادور از سامانه هواکشت (aeroponics) برای تولید غده بذری سیب‌زمینی عاری از بیماری برای کاشت استفاده می‌شود (Rodríguez, 2012). هدف از این پژوهش بررسی کارایی سامانه هواکشت در تولید گلخانه‌ای توت‌فرنگی و تعیین بهترین ارتفاع کاشت و جهت آن روی پنل مربوط به سامانه هواکشت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۶ در گلخانه شرکت خوشه‌های هواکشت واقع در تهران، به صورت طرح اسپلیت پلات در پنج تکرار انجام شد. متغیرهای این پژوهش ارتفاع و جهت شیب پنل بود.

سامانه هواکشت به صورت لوله پولیکا با قطر ۳۰ سانتی‌متری و ضخامت ۲ میلی‌متری بوده است. در بالای این لوله‌ها سوراخ‌هایی به قطر ۵ سانتی‌متری تعبیه شده که طوقه نشاها از طریق قرار گرفتن درون یونولیت دایره‌ای شکل به ضخامت ۳ سانتی‌متر روی آن مستقر می‌گردند. از تایمر دیجیتال، تانک کود (۱۰ لیتری)، پمپ حلزونی با قدرت ۳۷۳ وات برای پودرپاشی محلول غذایی در اطراف ریشه استفاده شد. لوله‌ها از بالا به پایین به صورت A شکل قرار گرفته شده است. فاصله کشت هم شامل دو فاصله ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متری می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱. طرح شماتیک سیستم هواکشت در آزمایش

صفات مورد بررسی

صفات رویشی شامل طول برگ (سانتی‌متر)، عرض برگ (سانتی‌متر)، تعداد برگ، طول دم‌برگ (سانتی‌متر)، قطر طوقه (سانتی‌متر)، طول ریشه (سانتی‌متر) و صفات زایشی شامل: تعداد گل‌آذین-تعداد گل-تعداد میوه می‌باشد. تجزیه واریانس با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با روش توکی انجام و نمودارها با نرم‌افزار اکسل رسم شده است.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر جهت کاشت روی همه صفات به جز عرض برگ، قطر طوقه، تعداد گل و تعداد گل‌آذین اثر معناداری داشته است. اثر محل کاشت در طبقات پنل (ارتفاع پنل از سطح زمین) روی طول ریشه و تعداد میوه اثر معناداری داشته است. اثر متقابل جهت و ارتفاع کاشت روی پنل سامانه هواکشت نیز روی تعداد میوه اثر معنی‌داری نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثر جهت و ارتفاع بر رشد و عملکرد توت‌فرنگی در هواکشت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد برگ	طول دمبرگ	طول برگ	عرض برگ	طول ریشه	قطر طوقه	تعداد میوه	تعداد گل	تعداد گل‌آذین
جهت	1	54.080	1.4112*	1.54880*	0.27380	78.876*	0.0760	36.980**	18.0	6.48
ارتفاع	4	9.830	1.02130	0.22020	0.56050	8.1568*	0.0307	10.630**	7.98	1.78
جهت×ارتفاع	4	25.430	0.15070	0.26180	0.2693	2.0628	0.0208	14.330**	9.70	0.080
خطا	32	24.6425	0.49562	0.29175	0.2472	2.5879	0.0201	1.642	6.29	0.992
ضریب تغییرات	26.95	11.10	9.96	16.21	27.13	27.13	11.37	57.35	47.58	45.98

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جهت شرق سامانه از لحاظ طول دمبرگ، دارای طول بیشتری بوده اما در مابقی صفات، از جمله تعداد میوه به‌طور معنی‌داری با جهت غربی اختلاف دارد. هرچند تعداد میوه‌های تشکیل شده تحت تأثیر بستر (حدادی نژاد و همکاران، ۱۳۹۵) و نوع تغذیه (کوشش صبا و همکاران، ۱۳۹۵) نیز قرار دارد اما به نظر می‌رسد در اینجا تفاوت شدت و میزان دریافت نور در دو جهت شرقی و غربی نیز به موارد قبلی اضافه شده است (جدول ۲). همچنین El-Behairy و همکاران (۲۰۰۳) با کشت توت‌فرنگی در سیستم هواکشت A شکل، به این نتیجه رسیدند که رشد بوته و کیفیت میوه توت‌فرنگی در سمت جنوبی پنل نسبت به سمت شمال بیشتر بوده است، که با این نتایج مشخص می‌شود عامل تغییر میزان دریافت نور در جهات مختلف بر تشکیل میوه در سامانه هواکشت مؤثر است.

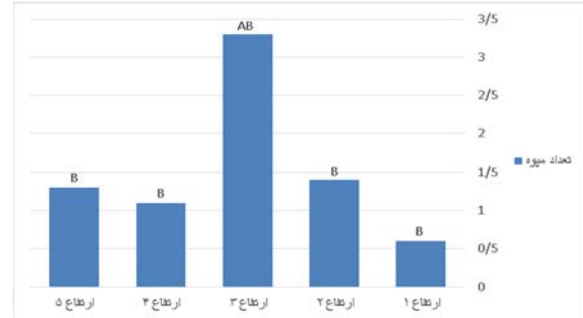
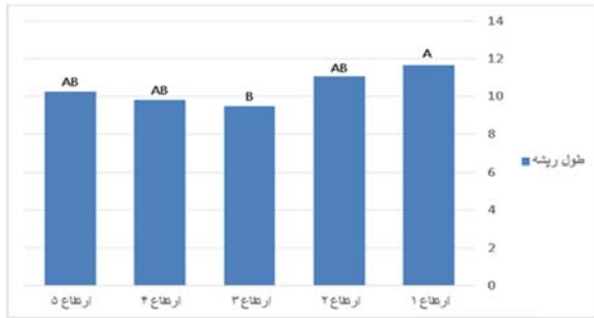
جدول ۲ - مقایسه میانگین اثر جهت بر رشد و عملکرد توت‌فرنگی در هواکشت

تیمار	طول دمبرگ (سانتی متر)	طول برگ (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	تعداد میوه رسیده در زمان برداشت اول
شرق	3.1240 ^a	3.6760 ^b	9.200 ^b	0.6800 ^b
غرب	2.7880 ^b	4.0280 ^a	11.712 ^a	2.4000 ^a

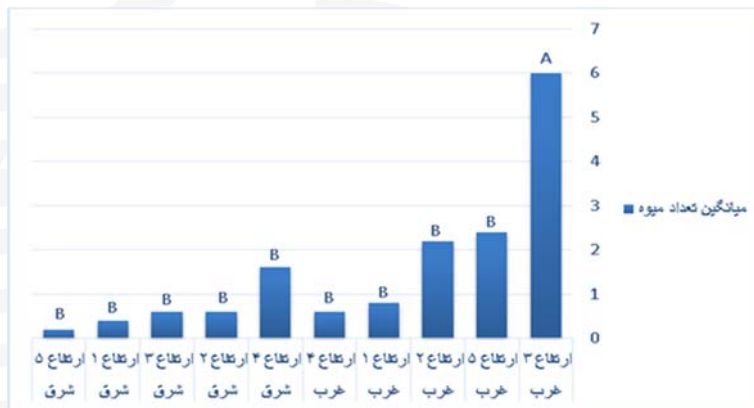
در هر ستون اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

اثر ارتفاع بر توت‌فرنگی در هواکشت

ارتفاع کشت در این سامانه بر دو صفت تعداد میوه و طول ریشه اثر معنی‌دار داشت. از لحاظ تعداد میوه بوته‌های که در ارتفاع متوسط پانل کاشته شده بودند بهترین عملکرد را دارا بودند. به‌طوری‌که هر بوته میانگین بیش از ۳ میوه رسیده در برداشت اول در این ارتفاع داشت که بیش از دو برابر سایر ارتفاعات می‌باشد (نمودار ۱). این نتایج با نتایج El-Behairy و همکاران (۲۰۰۳) که بیان کردند در کشت توت‌فرنگی در سیستم هواکشت A شکل، رشد بوته و کیفیت میوه توت‌فرنگی در ردیف‌های بالا نسبت به ردیف‌های پایین بیشتر بوده و همچنین سیدی و همکاران ۱۳۹۲ که گزارش دادند در کشت عمودی توت‌فرنگی عملکرد بوته‌های بالایی از قسمت‌های پایینی بیشتر می‌باشد، همخوانی دارد. توت‌فرنگی گیاهی حساس است که از شدت بالای نور در طبقات بالایی پنل و شدت کم‌نور ناشی از سایه‌اندازی طبقات بالای در قسمت پایینی پنل آسیب دیده و عملکرد آن کاهش می‌یابد. دمای ناحیه ریشه در سیستم‌های بدون خاک توت‌فرنگی بسیار مهم بوده به‌طوری‌که نتایج پژوهش Sakamoto و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد زمانی که توت‌فرنگی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد حفظ شده ولی ریشه آن در سه دمای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه قرار گرفت، دمای بالا موجب پژمردگی گیاه شد این در حالی بود که زیست‌توده گل و میوه توت‌فرنگی در گیاهان با ریشه در دمای ۱۰ درجه بیشتر از دمای ۲۰ درجه بود که احتمالاً به علت فعال‌سازی رشد زایشی با دمای پایین بوده است.



نمودار ۱- اثر ارتفاع بر تعداد میوه توت‌فرنگی در هواکشت
نمودار ۲- اثر ارتفاع بر طول ریشه توت‌فرنگی در هواکشت
همچنین در بررسی اثر ارتفاع بر طول ریشه توت‌فرنگی نتایج نشان داد که بوته‌های کشت شده در ارتفاع بالا دارای بیشترین طول ریشه بودند (نمودار ۲). این افزایش می‌تواند به دلیل کاهش رشد رویشی یا اثر جاذبه قوی‌تر بوده باشد. از آنجا که با این سامانه مواد غذایی به‌طور مستقیم با ریشه در ارتباط بوده و جذب به‌خوبی صورت گرفته اما به دلیل عدم امکان رشد رویشی در برگ و طوقه صرف افزایش طول ریشه گردیده است. بنا بر نتایج، بررسی اثر متقابل ارتفاع و جهت نشان داد ارتفاع میانی و جهت غربی در این آزمایش بهترین عملکرد از لحاظ تعداد میوه داشته و معنی‌دار شده است (نمودار ۳).



نمودار ۳- اثر متقابل جهت و ارتفاع بر تعداد میوه توت‌فرنگی در هواکشت

منابع

- بخش کلارستانی، ک، قائمی، م، نبوی، س، م، ۱۳۸۸. مقایسه چند بستر کاشت در خواص کمی خیار گلخانه‌ای رقم نگین در روش آبکشت. یافته‌های نوین کشاورزی سال چهارم- شماره ۲- زمستان ۱۳۸۸.
- طاووسی، م و شاهین رخسار، پ، ۱۳۸۹. اثر چهار نوع ماده‌ی بستری بر عملکرد و برخی پارامترهای رشد توت‌فرنگی در کشت بدون خاک. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی) بهار ۱۳۸۹، دوره ۴، شماره ۱۳؛ از صفحه ۸۳ تا صفحه ۹۴.
- سیدی، ا، عبادی، ع، بابالار، م، سعیدی، ب، ۱۳۸۷. بررسی اثر سطوح تراکم کاشت بر عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت بدون خاک عمودی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۴، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۸۹، ص ۶-۱.
- سیدی مرغکی، ا، عبادی، ع، بابالار، م، ۱۳۹۲. بررسی اثر سطوح پتاسیم محلول غذایی، تراکم کاشت و فصل برداشت بر کیفیت و کمیت میوه توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت هیدروپونیک. نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۴۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲ (ص ۴۲۹-۴۲۳).
- هاشمی دهکردی، ا، موسوی، م، معلمی، ن، غفاریان مقرب، م، ه، ۱۳۹۵. بررسی تأثیر نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید (آناناز) بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی توت‌فرنگی رقم کوئین الیزا (*Fragaria ananassa* c.v. *Queen Elisa*) در شرایط کشت هیدروپونیک. فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۵، شماره ۱۶.

Manganaris GA, Goulas V, Vicente AR, Terry LA (2014). Berry antioxidants: Small fruits providing large benefits. *Sci. Food Agric* 94:825-833.

Rodríguez-Delfín, A. 2012. Advances of Hydroponics in Latin America. *Acta Hort.* 947, ISHS 2012.

El-Behairy, U.A., Abou-Hadid, A.F., Medany, M.A., Ahmed, S.H., Metwally, Neveen S. 2003. Effect of Side and Level of Cultivation on Production and Quality of Strawberry Produced by Aeroponic System. *Acta Hort ISHS.* 608: 43-51.

Sakamoto M., Uenishi, M. Miyamoto, K. and Suzuki T.. 2016. Effect of Root-Zone Temperature on the Growth and Fruit Quality of Hydroponically Grown Strawberry Plants. *Journal of Agricultural Science* 8(5)

The Effect of Altitude and Direction the Panel on Vegetative and Reproductive Traits of Strawberry in the Aeroponics System

A.A. Mohammadi^{1*}, M. Hadadinejad², K. Ghasemi³

¹ MSc student in physiology and breeding of fruit trees, Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran.

² Assistance Professor, Horticultural Science, (SANRU), Sari, Iran.

³ Assistance Professor, Horticultural Science, (SANRU), Sari, Iran.

*Corresponding author: Amiralimohammadi72@yahoo.com

Abstract

The advantages of soilless culture in the control of water and food and environmental conditions. Aeroponics technique is not used in any medium, so the roots are with maximum aeration. The study design was split plots in five replicates the effect of height and slope characteristics Panel on vegetative, reproductive and strawberry's roots. The results confirmed the efficiency of the system in the production of strawberries showed Aeroponics in terms of height, mid-height (160 cm from the ground) and the direction West to have had the best performance. Strawberry plant is sensitive to light in the upper floors of high intensity and low intensity light panel at the bottom of the upper classes suffered ghosting and reduced performance. Planting density in this system could contribute to more effective results.

Keywords: soilless culture, Aeroponics, culture, class, direction, root

