اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک

محمدرضا دیلمقانی حسنلویی* و سیاوش همتی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۵/۹)

چکیده

در سیستم کشت هیدروپونیک، گیاهان در تمام مراحل رشد نیاز به تأمین عناصر غذایی کافی دارند که باید در بستر کشت مهیا باشند. این پژوهش با هدف بررسی اثر بسترهای مختلف کشت بر جذب عناصر غذایی و عملکرد کمی و کیفی توت فرنگی گلخانه‌ای صورت گرفت. آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی و آموزشی مجتمع تحقیقاتی جهاددانشگاهی واحد آذربایجان غربی اجرا شد. پنج تیمار شامل پرلیت- کوکوپیت در نسبت‌های حجمی ۱۰۰-۰، ۷۵-۲۵، ۵۰-۵۰، ۲۵-۷۵ و ۰-۱۰۰ بودند. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی، علاوه بر عملکرد میوه، اندازه‌گیری شد. مقایسه تیمارهای بستر کشت نشان داد که بیشترین تعداد گل و میوه در بستر مخلوط پرلیت- کوکوپیت با نسبت حجمی۷۵-۲۵ به‌دست آمد. بیشترین عملکرد میوه در تیمارهای پرلیت–کوکوپیت به نسبت حجمی ۷۵-۲۵ و ۵۰-۵۰ به‌دست آمد. ارزیابی خصوصیات کیفی میوه نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک و TSS میوه‌ها در پرلیت-کوکوپیت (به نسبت حجمی ۱۰۰-۰) بود. بیشترین غلظت نیتروژن و پتاسیم میوه در تیمار پرلیت- کوکوپیت (به نسبت حجمی ۱۰۰-۰) بود. میوه‌های رشد کرده در بستر پرلیت- کوکوپیت (به نسبت حجمی ۰-۱۰۰) بیشترین غلظت کلسیم و منیزیم را در مقایسه با سایر تیمارها داشتند. نتیجه‌گیری کلی نشان می‌دهد که بیشتر خصوصیات کمی و کیفی میوه توت فرنگی در کشت هیدروپونیک به ترکیب بستر آن بستگی داشته، به طوری که بهترین خصوصیات کمی و کیفی میوه از بستر مخلوط پرلیت- کوکوپیت با نسبت‌های حجمی۷۵-۲۵ و ۵۰-۵۰ به‌دست آمده است.

واژه‌های کلیدی: هیدروپونیک، کوکوپیت، پرلیت، توت فرنگی گلخانه‌ای، تغذیه گیاه

مقدمه

طبق آخرین آمار دفتر امور سبزی، گیاهان زینتی و دارویی وزارت کشاورزی در آخر سال ۱۳۸۸ ایران با سطح زیر کشت ۷۷۱۰/۳ هکتار و تولید ۱۵/۵ میلیون تن محصولات گلخانه‌ای یکی از کشورهای در حال توسعه در این زمینه از کشاورزی به‌شمار می‌آید. در این میان، پرورش گیاهان در بسترهای کشت به دلیل مزایای متعدد نظیر کنترل تغذیهٔ گیاه، کاهش بیماری‌ها و آفات و افزایش کمیت و کیفیت محصول نسبت به کشت خاکی در حال گسترش است. خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده به عنوان بستر کشت به‌طور مستقیم وغیر مستقیم بر رشد گیاه و تولید محصول اثر دارد (۲۸). بنابراین یکی از مهمترین عوامل در ایجاد یک سیستم کشت بدون خاک، انتخاب بستر کشت مناسب می‌باشد (۲۳).

۱. کارشناس ارشد پژوهش جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mrdh1970@gmail.com

کوکوپیت یک ترکیب حاصل از فرایندسازی پوستهٔ میوهٔ نارگیل می‌باشد که از نظر فیزیکی ماده‌ای اسفنجی و شبیه پیت ماس بوده، از نسبت‌های مساوی لیگنین و سلولز تشکیل شده و در سال‌های اخیر به مقدار زیادی در صنعت باغبانی در اروپا، استرالیا، آمریکا و کانادا مورد استفاده قرار گرفته است (۱۵، ۲۱، ۲۲ و ۲۵).

پرلیت، آلومینوسیلیکات با منشأ آتشفشانی بوده و دارای ظرفیت تبادل کاتیونی زیادی نمی‌باشد (۲). پرلیت باعث افزایش زهکشی بستر کشت و بهبود تهویهٔ آن می‌شود (۱۸). برای تولید موفق محصولات در کشت بدون خاک در گلخانه‌ها احتیاج به ذخیره کافی از مواد غذایی در بسترهای مختلف کشت در هر مرحله از رشد گیاه می‌باشد (۸).

توت فرنگی یکی از محصولات خوب گلخانه‌ای در ایران محسوب می‌شود که رشد مناسب آن به حفظ تعادل مطلوب تغذیه‌ای در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی بستگی دارد. نیاز این گیاه به عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و عناصر ریزمغذی زیاد است. نیتروژن از مواد اصلی مورد نیاز گیاه می‌باشد و بیشتر از سایر عناصر در تغذیهٔ گیاهی مصرف می‌شود. پتاسیم به مقدار زیاد برای رشد مناسب و عملکرد بالا و کیفیت مطلوب مورد نیاز می‌باشد (۵). آباد و همکاران (۷) اظهار داشتند که فسفر و پتاسیم قابل جذب در کوکوپیت به ترتیب از ۰/۲۸ تا ۲/۸۱ مول در متر مکعب و ۲/۹۷ تا ۵۲/۶۶ مول در متر مکعب متغیر بوده که نسبت به بستر کشت پیت ماس بسیار بیشتر است. صابری (۴) نشان داد که کوکوپیت و پرلیت باعث افزایش غلظت پتاسیم و منیزیم در شاخساره و میوه گوجه‌فرنگی شدند. هم‌چنین جذب پتاسیم و منیزیم از بسترحاوی کوکوپیت و بسترهای حاوی زئولیت افزایش می‌یابد. فتوحی و همکاران (۱۲) در ارزیابی اثر بسترهای زئولیت و پرلیت و مخلوطی از این دو بر عملکرد و کیفیت توت فرنگی در کشت بدون خاک به این نتیجه رسیدند که تعداد گل و میوه، وزن میوه و عملکرد در هر گیاه در بستر پرلیت- زئولیت به نسبت حجمی ۱ به ۳ کاهش یافت (۱۲ و ۱۳).

با توجه به گسترش روزافزون کشت‌های گلخانه‌ای و استفاده از بسترهای کشت در گلخانه‌ها، پژوهش حاضر با هدف مطالعهٔ اثر بسترهای مختلف کشت برعملکرد کمی و کیفی و جذب عناصر غذایی توسط توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی مجتمع تحقیقاتی جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی در یک دوره کشت شش ماهه اجرا شد. متوسط دمای گلخانه ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۰- ۴۰ درصد بود. بسترهای کشت شامل پرلیت- کوکوپیت به نسبت‌های حجمی ۱۰۰-۰، ۷۵-۲۵، ۵۰-۵۰، ۲۵-۷۵ و ۰-۱۰۰ درصد بودند. بلوک‌های فشرده شده کوکوپیت قبل از استفاده با آب خیسانده شدند تا کاملاً باز و حجیم شوند. روی بستر کشت پرلیت هیچگونه عملیاتی صورت نگرفت. برای کشت از گلدان‌های سفید یونولیت به ابعاد ۲۰ سانتی متر در ۲۰ سانتی متر و گنجایش ۸ لیتر استفاده شد. گلدان‌ها با نسبت‌های ذکر شده بستر کشت پر شده و به‌صورت سیستم عمودی یا طبقاتی روی هم قرار گرفتند. در تاریخ اول آبان سال ۱۳۸۸ نشاهای توت فرنگی ضدعفونی شده به‌وسیله قارچ کش به طور مستقیم در گوشه گلدان‌ها کاشته شدند و در داخل هر گلدان از یک قطره‌چکان به منظور تزریق محلول غذایی به داخل بستر کشت استفاده گردید. دور آبیاری، دمای محیط و رطوبت اشباع برای تیمارها ثابت در نظر گرفته شد. آب و محلول غذایی مورد نیاز بوته‌ها در تانکر ۱۰۰۰۰ لیتری تهیه و هم‌زمان با آبیاری سایر قسمت‌های گلخانه در اختیار بوته‌ها قرار می‌گرفت (جدول ۱). در اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد استفاده شده در بستر (جدول ۲) برای وزن مخصوص ظاهری از روش سیلندر یا روش حلقه، برای وزن مخصوص حقیقی از روش پیکنومتر، برای CEC از استات آمونیوم و اتانول و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و برای تخلخل کل از رابطه بین وزن مخصوص ظاهری و حقیقی استفاده گردید. نمونه برداری از میوه

جدول ۱. فرمول غذایی مورد استفاده در هفته‌های مختلف رشد در سیستم کود آبیاری (mg/L)

هفته	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	B
اول تا هفته سوم	۲۰۷	۵۵	۲۸۹	۱۵۵	۳۸	۵	۲	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۷
سوم تا انتها	۱۲۸	۵۸	۲۱۱	۱۰۴	۴۰	۵	۲	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۷

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مواد استفاده شده در تهیه بسترهای کشت

بستر کشت	EC (dS/m)	pH	CEC (cmole/kg)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	تخلخل کل (٪)	ظرفیت نگه‌داری رطوبت (٪)
پرلیت:کوکوپیت (۱۰۰–۰)	۱/۳۴	۶/۴	۴	۰/۰۷	۹۲	۵۶
پرلیت:کوکوپیت (۷۵–۲۵)	۱/۴۰	۶/۷	۷۵	۰/۲۳	۸۲	۶۶
پرلیت:کوکوپیت (۵۰–۵۰)	۱/۸۱	۷/۳	۱۲۰	۰/۴۷	۷۱	۷۵
پرلیت:کوکوپیت (۲۵–۷۵)	۲/۹۰	۷/۷	۱۴۸	۰/۷۵	۶۵	۸۴
پرلیت:کوکوپیت (۰–۱۰۰)	۳/۰۱	۸/۱	۱۷۰	۱/۱۲	۵۸	۸۷

جدول ۳. غلظت عناصرغذایی بسترها قبل از کاشت

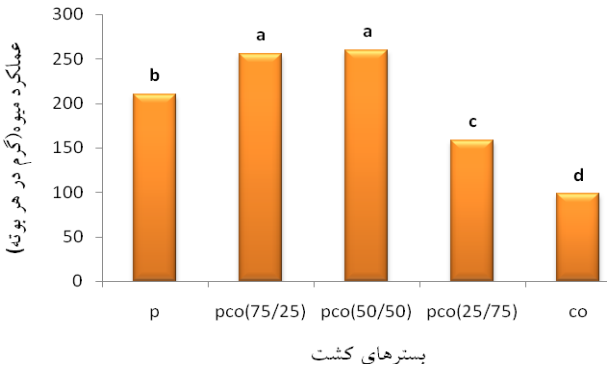
بسترهای کشت	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
	٪	(mg/kg)						
پرلیت:کوکوپیت (۱۰۰–۰)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
پرلیت:کوکوپیت (۷۵–۲۵)	۰/۳۷	۳۳۰	۱۹۲۲	۸۳۵	۵۹۲	۱۱۴	۱۲/۵	۱۰۱
پرلیت:کوکوپیت (۵۰–۵۰)	۰/۴۵	۳۳۴	۲۶۶۸	۸۹۱	۶۸۴	۱۰۶	۱۶/۶	۱۲۱
پرلیت:کوکوپیت (۲۵–۷۵)	۰/۴۶	۳۶۵	۴۲۰۴	۱۰۵۳	۸۹۸	۹۹	۲۴/۷	۱۵۱
پرلیت:کوکوپیت (۰–۱۰۰)	۰/۷۰	۵۰۸	۹۸۳۴	۱۸۰۰	۱۹۶۰	۲۲۴	۵۷/۴	۲۴۴

توت فرنگی در سه مقطع زمانی به فاصله یک ماه از یکدیگر انجام شد و غلظت نیتروژن با استفاده از روش تقطیر کجلدال، فسفر به روش اولسن و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Perkin Elmer Lambda 12)، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و عناصر ریزمغذی با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل PG 990)، در نمونه‌های بستر و میوه توت فرنگی تعیین گردید. هم‌چنین وزن محصول توت فرنگی، و پس از تهیه عصاره میوه‌ها خصوصیات کیفی میوه اسیدیته به‌وسیله تیتراسیون (هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال و فنل فتالئین ۱٪)، مواد جامد محلول به‌وسیله رفرکتومتر (مدل Topcon)، pH به‌وسیله pH متر (مدل Eutech 6500 bench-top) و EC به‌وسیله کنداکتومتر (مدل Eutech Instruments, USA) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. داده‌های جمع‌آوری شده در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار آماری EXCEL و MSTATC آنالیز واریانس ومیانگین‌ها به روش دانکن یا LSD مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۴. اثر بسترهای مختلف کاشت بر اجزای عملکرد میوه توت فرنگی

بستر کشت	تعداد گل در هر بوته	تعداد میوه در هر بوته	وزن میوه (گرم)
پرلیت:کوکوپیت (۱۰۰–۰)	۳۰ b**	۱۵ b **	۱۰/۱۵bc**
پرلیت:کوکوپیت (۷۵–۲۵)	۳۶a	۱۷ ab	۱۱/۴۱ ab
پرلیت:کوکوپیت (۵۰–۵۰)	۳۵ a	۱۹ a	۱۱/۵۲ a
پرلیت:کوکوپیت (۲۵–۷۵)	۲۴ c	۱۲ c	۸/۸۴ cd
پرلیت:کوکوپیت (۰–۱۰۰)	۲۰ c	۷ d	۸/۰۶ d

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.



شکل ۱. اثر بسترهای مختلف کشت بر عملکرد میوه توت‌فرنگی. علامت p مخفف پیت و co مخفف کوکوپیت می‌باشد. (حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد)

نتایج

مقایسه بسترهای مختلف کشت نشان داد که بیشترین تعداد گل و میوه در بسترهای پرلیت – کوکوپیت با نسبت حجمی ۷۵ – ۲۵ و ۵۰–۵۰ به‌دست آمد که با سایر ترکیبات تفاوت معنی‌داری داشتند. کمترین تعداد آنها در پرلیت– کوکوپیت با نسبت حجمی ۰–۱۰۰ بود. بیشترین عملکرد میوه در تیمار پرلیت– کوکوپیت به نسبت‌های حجمی ۷۵– ۲۵ و ۵۰– ۵۰ به‌دست آمد (جدول ۴). آنالیز کیفی میوه‌ها نشان داد که اثر بستر بر میزان pH و EC میوه‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۵). سایر خصوصیات کیفی میوه نظیر وزن خشک میوه، مواد جامد محلول (TSS) و اسیدیته قابل تیتر (TA) تحت تأثیر تیمارها قرار گرفته و تفاوت آنها معنی‌دار بود. به‌طوری که بیشترین درصد ماده خشک میوه و نسبت مواد جامد محلول در تیمار پرلیت– کوکوپیت به نسبت حجمی ۱۰۰–۰ و اسیدیته قابل تیتر بجز فسفر برای سایر عناصر در پرلیت– کوکوپیت به نسبت حجمی ۰–۱۰۰ بود. مقایسه میانگین عناصر غذایی موجود در میوه نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۱٪ وجود دارد. بیشترین مقدار نیتروژن (N) و پتاسیم (K) میوه در تیمار پرلیت– کوکوپیت با نسبت حجمی ۱۰۰–۰ و کمترین مقدار آنها در تیمار پرلیت– کوکوپیت با نسبت حجمی ۰–۱۰۰ بود. میوه‌های رشد کرده در بستر پرلیت– کوکوپیت با نسبت حجمی ۰–۱۰۰ بیشترین میزان کلسیم و منیزیم را در مقایسه با سایر تیمارها داشتند.

بحث

اندازه یا وزن میوه با مقدار آب موجود در بستر کشت ارتباط مستقیمی دارد. لذا قدرت میوه در جذب آب و مواد مغذی از بسترهایی که قابلیت ذخیره آب کمتری دارند به شدت کاهش می‌یابد. علاوه بر این، در EC زیاد در منطقه ریشه، آب قابل دسترس گیاه محدود خواهد شد. لذا با کاهش سطح کربوهیدرات و آب در گیاه تعداد برگ، سطح برگ، وزن و اندازه میوه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۰). کوکوپیت به دلیل

جدول ۵. اثر بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات کیفی میوه توت فرنگی

بستر کشت	EC (dS/m)	pH	TSS (°Brix)	اسیدیته قابل تیتر (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم میوه تازه)	درصد ماده خشک
پرلیت:کوکوپیت (۱۰۰–۰)	۵/۰۰^{a}	۳/۷۰^{a}	۸/۸۷a**	۰/۸۴b*	۱۲/۲۰a**
پرلیت:کوکوپیت (۷۵–۲۵)	۴/۷۲ ^{a}	۳/۶۸ ^{a}	۸/۳۸ b	۰/۸۵ b	۹/۸۶ c
پرلیت:کوکوپیت (۵۰–۵۰)	۴/۱۱ ^{a}	۳/۶۴ ^{a}	۷/۶۳ c	۰/۹۴ ab	۹/۷۴ c
پرلیت:کوکوپیت (۲۵–۷۵)	۴/۵۶ ^{a}	۳/۶۳ ^{a}	۷/۴۳ d	۱/۰۸ a	۱۰/۲۴ bc
پرلیت:کوکوپیت (۰–۱۰۰)	۴/۵۱ ^{a}	۳/۶۲ ^{a}	۷/۴۲ d	۱/۱۴ a	۱۰/۷۷ b

در هر ستون، حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ (**) و ۵٪ (*) می‌باشد.

جدول ۶. اثر بسترهای مختلف کاشت بر غلظت عناصر غذایی (درصد) میوه توت فرنگی

بسترهای کشت	N	P	K	Ca	Mg
پرلیت:کوکوپیت (۱۰۰–۰)	۱/۷۰a**	۱/۴۲^{a}	۰/۴۵a**	۰/۰۹c**	۰/۱۳۵c**
پرلیت:کوکوپیت (۷۵–۲۵)	۱/۶۰ a	۱/۳۶ ^{a}	۰/۳۴ ab	۰/۱۳ b	۰/۱۴۵ c
پرلیت:کوکوپیت (۵۰–۵۰)	۱/۴۰ b	۱/۲۹ ^{a}	۰/۲۶ bc	۰/۱۵ b	۰/۱۶۷ bc
پرلیت:کوکوپیت (۲۵–۷۵)	۱/۲۰ c	۱/۲۲ ^{a}	۰/۱۸ c	۰/۲۱ a	۰/۱۹۲ ab
پرلیت:کوکوپیت (۰–۱۰۰)	۱/۱۵ c	۱/۱۴ ^{a}	۰/۱۳ d	۰/۲۱ a	۰/۲۰۹ a

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.

داشتن CEC بالا، ذخیره و پخشیدگی مواد مغذی را تسهیل و مدیریت آب را در کشت بدون خاک بهبود می‌بخشد. پرلیت نیز تهویه را در بستر کشت بهبود می‌بخشد. بنابراین در این مطالعه دو تیمار پرلیت- کوکوپیت به نسبت حجمی ۷۵-۲۵ و ۵۰-۵۰ دارای ذخیره متوسط آب، تهویه مناسب و شدت شوری پایین بوده (جدول ۲) و محدودیتی برای توت فرنگی وجود نداشت و به این لحاظ موجب افزایش عملکرد و سایر صفات مربوطه شده‌اند (جدول ۴). به‌طور مشابه، عملکرد بالا در کشت هیدروپونیک گوجه‌فرنگی (۱۱)، خیار (۱۶)، ژربرا (۱۹) و رز (۱۹) در بستر کشت مخلوطی از کوکوپیت و پرلیت مشاهده شده است.

درصد ماده خشک میوه یک فاکتور مهم در کیفیت توت فرنگی است که به مقدار آب در گیاه بستگی دارد. علاوه بر آن، بین غلظت قند و مقدار نیتروژن میوه‌ها ارتباط مستقیم وجود دارد (۱۷). کاهش آب در پرلیت سطح آب گیاه را کاهش داده و باعث افزایش درصد ماده خشک میوه می‌شود. در این آزمایش نیز مقدار ماده خشک میوه در بستر پرلیت خالص در مقایسه با سایر تیمارها زیاد بود (جدول ۵) که علت آن نگه‌داری آب کمتر در این تیمار می‌باشد. اسیدیته بالا در محیط کشت به نسبت بالای کوکوپیت به پرلیت بستگی دارد. دلیل اسیدیته بیشتر در بستر کشت با EC بالا در نتیجه جذب کم نیتروژن و پتاسیم و جذب بهتر کلسیم و سدیم در مقایسه با آنیون‌ها نظیر سولفات گزارش شده است. افزایش مقدار قند با بهبود طعم میوه مرتبط می‌باشد (۱۴). در واقع، پرلیت خالص و نسبت

حجمی ۷۵-۲۵ پرلیت- کوکوپیت بیشترین غلظت قند و کمترین اسیدیته را نشان دادند. کوکوپیت می‌تواند به آسانی آمونیوم و پتاسیم را جذب نماید (۲۰). علاوه بر این، کوکوپیت pH بستر کشت را تغییر داده و جذب عناصر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. pH بهینه بستر کشت برای رشد توت فرنگی در محدوده ۶/۵ —۶/۰ گزارش شده است. پرلیت و مخلوطی از پرلیت- کوکوپیت به نسبت حجمی ۷۵-۲۵ pH مطلوب را فراهم کردند. جذب کمتر نیتروژن و پتاسیم در بسترهایی با کوکوپیت زیاد اتفاق افتاد. جذب پتاسیم به‌وسیله کوکوپیت سطح آن را در محلول غذایی کاهش می‌دهد (۲۴). جذب کلسیم و حرکت آن در گیاه به میزان آب در محیط کشت بستگی دارد. در این آزمایش، افزایش کوکوپیت نگه‌داری آب و کلسیم را افزایش داد. غلظت کلسیم و منیزیم در میوه بوته‌های رشد کرده در بستر حاوی کوکوپیت بیشتر از سایر تیمارها بود. کلسیم نقش مهمی در حفاظت سلول از خسارت ناشی از EC بالای محیط رشد دارد.

نتیجه‌گیری

اثر بسترهای مختلف کشت بر جذب عناصر غذایی و عملکرد کمی و کیفی توت فرنگی گلخانه‌ای در گلخانه تحقیقاتی و آموزشی مجتمع تحقیقاتی جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی بررسی شد. نتیجه‌گیری کلی نشان می‌دهد که بیشتر خصوصیات کمی و کیفی میوه توت فرنگی در کشت هیدروپونیک به ترکیب بستر آن بستگی داشته، به طوری که بهترین خصوصیات کمی و کیفی میوه از بستر مخلوط پرلیت- کوکوپیت با نسبت‌های حجمی۷۵-۲۵ و ۵۰-۵۰ به‌دست آمده است

منابع مورد استفاده

۱. اداره کل آمار و اطلاعات.۱۳۸۸. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷. معاونت برنامه‌ریزی و پشتیبانی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

۲. بنتون جونز، ج. ۱۳۸۵. هیدروپونیک (آبکشتی). ترجمه عبدالمجید رونقی و منوچهر مفتون، انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۷۳ صفحه.

۳. پاپادوپولوس، آ. ۱۳۸۶. پرورش سبزی‌های گلخانه‌ای در کشت خاکی و بدون خاک. ترجمه غلامعلی پیوست و رحیم برزگر، انتشارات دانش پذیر، ۲۲۵ صفحه.

۴. صابری، ز. ۱۳۸۵. کاربرد زئولیت، میکا و بعضی مواد بی‌اثر به عنوان بستر رشد گوجه‌فرنگی به روش هیدروپونیک. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. شکوهیان، ع. ا. ۱۳۸۴. پرورش خیارهای گلخانه‌ای در خاک و محیط‌های کشت بدون خاک. مؤسسه فرهنگی انتشارات یاوریان، ۲۱۸ صفحه.

۶. لئو، ا. چ. ت.۱۳۸۶. راهنمای آبکشت. ترجمهٔ غلامرضا رفیعی و آرش اکبرزاده، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۵۹ صفحه.

7. Abad, M., P. Noguera, R. Puchades, R. Maquieira and A. Noguera. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. Bioresource Technol. 82: 241-245.
8. Bohme, M. 1994. Effects of hydroponics on the development of cucumber growing in ecologically suitable substrates. Acta Hort. 361: 133-140.
9. Bunt, A. C. 1988. Media and Mixes for Container-Grown Plants. 20th Ed., Unwin Hyman Ltd., London, UK.
10. Cantliffe, D., J. N. Shaw, E. Jovicich, J. C. Rodriguez, I. Secker and Z. Karchi. 2001. Passive ventilated high-roof greenhouse production of vegetables in a humid mild winter climate. Acta. Hort. 559: 515-20.
11. Djedidi, M., D. Grasopoulos and E. Maloupa. 1997. The effect of different substrates on the quality of f. Carmello tomatoes (*Lycopersicon escullentum* MILL) grown under protection in a hydroponic system. Ciheam-Options Mediterraneennes 31: 379-83.
12. Fotouhi Ghazvini, R., G. Payvast and H. Azarian. 2007. Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on the

yield and quality of strawberry in soilless culture. Intenational J. Agric. Biol. 1560–8530-09–6–885–888.
13. Gul, A., D. Erogual and A. R. Ongum. 2005. Comaprison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. Sci. Hort. 106: 464-471.
14. Hancock, J. F. 1999. Strawberries. CABI Publishing, pp. 190-212.
15. Handreck, K. A. 1993. Properties of coir dust and its use in the formulation of soilless potting media. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 24: 348-363.
16. Kanazirska, V., H. R. Simidtchiev and K. Chakalov. 1997. Effect of zeolite on yield and fruit quality of glasshouse cucumbers. Proc. Natural Zeolites Conf., Sofia, Italy, pp. 109-110.
17. Lacertosa, G., V. Lateana, N. Montemurro, D. Palazzo, and S. Vanadia. 1999. Soil fertility and plant nutrition status of strawberry in the Basilicata region, southern Italy. Developments in Plant and Soil Sci. 86(4): 159-62.
18. Maloupa, E., I. Mitsios, P. F. Martinez and S. Bladenopoulou. 1992. Study of substrate use in gerbera soilless culture grown in plastic greenhouse. Acta Hort. 323: 139-144.
19. Maloupa, E., C. Samartzidis, P. Couloumbis and A. Komnin. 1999. Yeild quality and photosynthetic activity of greenhouse-grown "Madelom" roses on perlite-zeolite substrate mixtures. Acta. Hort., 481: 97-99.
20. Mumpton, F. A. 1999. Uses of natural zeolites in agriculture and industry. Proc. Natl. Acad. Sci. ,U.S.A., 96: 3463-3470.
21. Noguera, P., M. Abad, V. Noguera, R. Puchades and E. Maquieira. 2000. Coconut coir waste, a new and ecologically-friendly peat substitute. Acta Hort. 517: 279-286.
22. Olympious, C. M. 1992. Soilless media under protected cultivation rockwool, peat, perlite and other substrates. Acta Hort. 401: 443-451.
23. Olympios, C. M. 1995. Overview of soilless culture: Advantages, constraints and perspectives for its use in Mediterranean countries. Ciheam-Options Mediterraneennes 31: 307-324.
24. Savvas, D., K. Samantouros, D. Paralemos, G. Vlachakos, M. Stamatakis and C. Vassilatos. 2004. Yield and nutrient status in the root environment of tomatoes grown on chemically active and inactive inorganic substrates. Acta. Hort. 644: 377-383.
25. Savithri, P. and H. H. Khan. 1993. Characteristics of coconut coir peat and its utilization in agriculture. J. Plant Crop 22: 1-18.
26. Traka-Marrona, E., D. Gerasopoulose, T. Pritsa and E. Maloupa. 2005. Growth, fruit yield and quality of tomato in relation to substrate and nutrient source in a soilless culture system. Acta Hort. 548: 173-179.
27. Turhan, E. and E. Atilla. 2004. Effect of chloride application and different growth media on ionic composition in strawberry plant. J. Plant Nutr. 27: 1653-1665.
28. Verdonck, O., D. De Vleeschauwer and M. De Boodt. 1982. The influence of the substrates to plant growth. Acta Hort. 126: 251-258.