اثر چهار نوع ماده‌ی بستری بر عملکرد و برخی پارامترهای رشد توت فرنگی در کشت بدون خاک

مجتبی طاووسی[۱] و پریسا شاهین رخسار[۲]

چکیده

امروزه تحقیقات گسترده‌ای روی بسترهای رایج در کشت بدون خاک انجام می‌شود تا با در نظر گرفتن مسایل اقتصادی، نوع کشت و اثر این بسترها روی خصوصیات کمی و کیفی محصول، بستر مناسب هر منطقه مشخص شود. از آن‌جایی که هزینه‌ی بستر، فاکتور مهمی در هزینه‌های تولید در این نوع کشت می‌باشد، تحقیقات اخیر عمدتاً روی استفاده از بسترهای بومی با قیمت پایین می‌باشد. پژوهش حاضر در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار بستر پرلیت، پیت نارگیل، خرده چوب و ترکیب پرلیت و خرده چوب (به نسبت وزنی ۱:۱) با چهار تکرار در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۴ انجام شد. به طور کلی، گیاهان پرورش یافته در بستر پیت نارگیل بهبود پارامترهای رشد نظیر وزن تر و خشک بوته (گرم در بوته)، شاخص کلروفیل و تعداد برگ (عدد در بوته) را از خود نشان دادند، در حالی‌که بستر پرلیت موجب افزایش عملکرد (گرم در بوته) و تعداد میوه (عدد در بوته) گردید که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با بستر خرده چوب نداشت و حتی بستر خرده چوب موجب افزایش مواد جامد محلول (TSS) نیز گردید. از طرف دیگر، بستر مخلوط خرده چوب و پرلیت عملکرد مطلوبی از نظر رشد رویشی و زایشی از خود نشان نداد.

واژگان کلیدی : توت فرنگی، هیدروپونیک، خرده چوب، پرلیت، پیت نارگیل.

۱- مربی گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان (نگارنده‌ی مسئول) shahinrokhsar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۱۶

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۲۵

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

با بالا رفتن سطح متوسط زندگی و پیدایش عادات غذایی جدید، درخواست کنندگان محصولات خارج از فصل روز به روز بیشتر می‌شوند. توت فرنگی[۱] از میوه‌های نوبرانه است که در حالت معمولی و در مناطق معتدل، زمان برداشت میوه در اواخر اردیبهشت ماه تا اوایل تیر ماه است ولی امروزه می‌توان با فن‌آوری‌های خاص نظیر کشت گلخانه‌ای اقدام به پیش‌رس کردن و تولید توت فرنگی در خارج از فصل کرد. به دلیل افزایش تقاضا برای تولید محصول بیشتر با کیفیت بالاتر و خارج از فصل، تولیدات گلخانه‌ای روز به روز در حال افزایش هستند. بزرگترین واحدهای گلخانه‌ای در اسپانیا با سطح زیر کشتی در حدود ۴۶۰۰ هکتار و پس از آن ایتالیا با وسعت ۲۵۰۰ هکتار وجود دارند که محصولات عمده‌ی آن‌ها گوجه فرنگی، خیار، فلفل و توت فرنگی می‌باشد (۱۵). با وجود این‌که تا ۲۰ سال گذشته، روش عمده‌ی کشت توت فرنگی، روش خاکی بود ولی امروزه کشاورزان دنیا به سوی تولید توت فرنگی به روش بدون خاک روی آورده‌اند. مزایای این روش کشت به دلیل کنترل دقیق آب، مواد غذایی و شرایط محیطی است. کاشت گیاهان در یک محیط غیر خاکی امکان پرورش گیاهان بیشتری را در یک فضای محدود فراهم می‌کند. به طوری که، در این روش میزان سطح مورد نیاز برای پرورش گیاهان تا ۷۵ درصد کمتر از سیستم خاکی می‌باشد (۶). انتخاب نوع مواد مورد استفاده در این سیستم به موارد متعددی بستگی دارد که از آن جمله ارزانی، قابل دسترس بودن بسترها در محل کاشت، خنثی بودن از نظر واکنش شیمیایی، نگهداری خواص فیزیکی و استفاده‌ی مجدد از آن‌ها است.

تاکنون مطالعات زیادی در دنیا در رابطه با تأثیر بسترهای کشت مختلف روی رشد و عملکرد محصولات مختلف نظیر توت فرنگی انجام گرفته است. بررسی دو بستر پرلیت و پیت ترکیبی (الیاف[۲] نارگیل، پیت ماس اسفاگنیوم[۳]، پوست درخت کاج[۴]) بر روی کشت کیسه‌ای توت فرنگی توسط هوچمت و همکاران (۱۲) نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت استفاده از این دو بستر بر افزایش عملکرد و اجزای عملکرد توت فرنگی بود. البته اختلاف معنی‌دار بین این دو بستر از لحاظ آماری مشاهده نشد. به عبارت دیگر، نتایج نشان داد که هر دو بستر مورد بررسی به عنوان بستری مطلوب برای رشد و پروش توت فرنگی قابل توصیه هستند. واسیلاکاکیس و همکاران (۲۵) تأثیر بستر تازه و استفاده شده‌ی پرلیت را در کشت کیسه‌ای توت فرنگی مقایسه کردند. گیاهانی که در بستر پرلیت استفاده شده پرورش پیدا کرده بودند، عملکرد کمتری نسبت به بستر پرلیت تازه داشتند. اختلاف معنی‌داری از نظر وزن متوسط میوه بین تیمارها مشاهده نشد. نتایج بررسی بسترهای پیت، ترکیب پیت و پرلیت (۱:۱ حجمی)، پوست درخت کاج و پرلیت توسط

۱- *Fragaria x ananassa*. Duch

۲- Coir

۳- Sphagnum peat moss

۴- Pine bark

Archive of SID

www.SID.ir

پرنجپند و همکاران (۱۹) بر عملکرد توت فرنگی نشان داد که عملکرد کل در بستر پیت و پرلیت نسبت به بستر پوست درخت کاج افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. فتوحی قزوینی و همکاران (۹) با بررسی ترکیبات مختلفی از بسترهای پرلیت و زئولیت[۱] در کشت توت فرنگی ملاحظه کردند که ترکیب حجمی ۳ به ۱ و ۱ به ۱ پرلیت- زئولیت موجب افزایش تعداد میوه در بوته و عملکرد شد. این در حالی بود که بستر زئولیت به تنهایی موجب کاهش تعداد میوه در بوته و بستر ترکیبی ۱ به ۳ پرلیت- زئولیت موجب کاهش عملکرد گردید. بستر پرلیت به تنهایی موجب افزایش مواد جامد محلول (TSS) شد.

با توجه به این نکته که استفاده از هر گونه تکنولوژی نوین (نظیر کشت بدون خاک) در هر مکانی می‌بایستی با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی حاکم در آن منطقه صورت گیرد، بررسی امکان استفاده از بسترهای کشت بومی منطقه با توجه به ارزان و در دسترس بودن ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس تحقیقی به منظور مقایسه بسترهای رایج در کشت بدون خاک بر عملکرد و رشد توت فرنگی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر بسترهای کشت متفاوت روی عملکرد توت فرنگی در کشت بدون خاک (کیسه‌ای) در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار بستر پرلیت (۵-۲ میلی‌متر)، پیت نارگیل[۲]، خرده چوب[۳] و ترکیب پرلیت و خرده چوب (به نسبت وزنی ۱:۱) با چهار تکرار در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۴ انجام شد. ابتدا بسترهای مورد نظر با بخار آب ضدعفونی و سپس در داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته شدند. هر کیسه حاوی ۲۴ لیتر (به ابعاد ۱۴۵سانتی‌متر طول و ۱۴ سانتی‌متر قطر) از مواد مورد نظر بود (۱۲). در داخل هر کیسه ۴ بوته قرار گرفت. فاصله‌ی دو نشاء در هر کیسه ۳۵/۵ سانتی‌متر، فاصله‌ی کیسه‌ها از یکدیگر ۴۰ سانتی‌متر و بین هر دو ردیف یک راهرو ارتباطی ۱۲۰ سانتی‌متری برای رفت و آمد و برای هر گیاه یک قطره چکان در نظر گرفته شد (۱۱). آبرسانی بسترهای مورد نظر با استفاده از قطره چکان‌هایی با دبی ۲ لیتر در ساعت به مدت ۱۵ دقیقه و چهار بار در روز از قسمت فوقانی کیسه‌ها انجام می‌گرفت. نیاز آبی گیاه با استفاده از نرم افزار CROPWAT و به صورت روزانه محاسبه گردید. با استفاده از فشار سنج، فشار ورودی به هر لاترال روی ۱ اتمسفر تنظیم شد. سپس تمام تجهیزات فوق به مخزن پلاستیکی ۵۰۰ لیتری متصل گردید. به منظور کاهش دفعات آبیاری، شکاف‌های زهکشی در ۳ سانتی‌متری بالای کف کیسه‌ها ایجاد گردید؛ بنابراین یک ذخیره به ارتفاع ۳ سانتی‌متری از آب و مواد غذایی در ته کیسه‌ها باقی می‌ماند (۱۷).

۱- Zeolite

۲- Coco peat

۳- Wood chips

Archive of SID

www.SID.ir

کیسه‌ها روی پایه‌هایی شیب‌دار با شیب ۱ درصد قرار گرفت تا زهکشی به خوبی صورت گیرد (۱۰). در زیر هر پایه سطل‌های ۳ لیتری به منظور جمع‌آوری آب زهکشی شده گذاشته شد (شکل ۱).

برای تعیین خصوصیات فیزیکی بستر، از سیلندری به قطر ۱۰ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر با کف باز استفاده شد. هر کدام از بسترهای مورد بررسی به مدت ۲۴ ساعت اشباع شدند و پس از آن به مدت ۳ ساعت اجازه داده شد تا آب موجود از منافذ، زهکشی شود. سپس حجم آب جمع‌آوری شده از هر نمونه اندازه‌گیری شد (V_1)، تخلخل تهویه‌ای[1] از نسبت حجم آب جمع آوری شده (V_1) به حجم نمونه (V) حاصل گردید (۲۴). نمونه‌ها پس از ۲۴ ساعت توزین شدند (W_1) و پس از آن در آون با دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و مجدداً وزن گردیدند (W_2). ظرفیت نگهداری جذب آب[2] از تقسیم وزن بسترها پس از اشباع و زهکشی شدن بعد از ۲۴ ساعت (W_1) به وزن نمونه خشک شده خاک در آون (W_2) به دست آمد (۷ و ۲۲). چگالی[3] از نسبت وزن نمونه‌ی بسترها پس از خشک شدن در آون (W_2) به حجم نمونه (V) حاصل شد (۲۶). جهت تعیین خصوصیات شیمیایی بسترها، ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به ۱۰ گرم بستر خشک اضافه و پس از این‌که به مدت ۳۰ دقیقه با دستگاه همزن مدل یونیورسال به هم زده شد، pH و EC عصاره‌ی اشباع به ترتیب با استفاده از دستگاه pH متر مترهوم و EC متر اگریتست (۱۴) خوانده شد (جدول۱).

شکل ۱- وضعیت قرارگیری کیسه‌های محتوی بسترهای کشت در توت فرنگی

۱- Air-Filled Porosity (AFP)

۲- Water Hold Capacity (WHC)

۳- Bulk Density

Archive of SID

www.SID.ir

قبل از تهیه‌ی محلول غذایی، جهت تعیین مقدار مواد معدنی موجود در آب، تجزیه‌ی آب انجام و پارامترهایی مانند مقدار سختی کل (TH)، منیزیم، کلسیم، pH، هدایت الکتریکی (EC)، عناصر معدنی شامل HCO_3^-, CO_3^-, K^+, Na^+ اندازه‌گیری شدند (جدول ۲).

محلول غذایی تهیه شده حاوی مقادیر معینی از عناصر ماکرو و میکرو بود. به این ترتیب که به مقدار ۷۰ قسمت در میلیون نیتروژن،۱۲ قسمت در میلیون پتاسیم، ۹۰ قسمت در میلیون کلسیم، ۴۰ قسمت در میلیون منیزیم، ۵۵ قسمت در میلیون سولفات، ۲/۸ قسمت در میلیون آهن، ۰/۲ قسمت در میلیون مس، ۰/۸ قسمت در میلیون منگنز، ۰/۳ قسمت در میلیون روی، ۰/۷ قسمت در میلیون بُر و ۰/۰۵ قسمت در میلیون مولیبدون از عناصر مذکور استفاده شد (۱۲).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای مورد مطالعه

بسترها	تخلخل تهویه‌ای	ظرفیت نگهداری آب	pH	EC	چگالی	ظرفیت تبادل کاتیونی
	درصد	درصد		دسی زیمنس بر متر	کیلوگرم بر مترمکعب	میلی اکی والان بر لیتر
پرلیت	۲۸	۳۶	۷/۵	۰/۱۳	۱۸۸	۶
پیت نارگیل	۱۸	۳۸	۵/۹	۰/۲۹	۶۵	۶۹/۸
خرده چوب	۳۵	۲۱	۵/۱	۰/۳۱	۱۹۰	۱۵
پرلیت و خرده	۲۶	۲۹	۶/۴	۰/۲۵	۱۸۹	۱۲

جدول ۲- نتایج تجزیه آب گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد

عناصر	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	CO_3^{2-}	pH	EC	TH
	میلی اکی والان بر لیتر							دسی زیمنس بر متر	میلی‌گرم در لیتر
مقدار	۲	۲/۶	۰/۳۱	۰/۰۳	۴/۸	۰	۸	۰/۵۳	۲۸۰

www.SID.ir

نشاءهای رقم یوروپین[۱] به صورت آماده از گلخانه‌ی پرورش توت فرنگی واقع در مشهد تهیه گردید. قبل از انتقال نشاء، بسترها با محلول غذایی فوق تا حد اشباع، آبیاری شدند. میزان pH و EC محلول غذایی هر روز اندازه‌گیری و در صورتی‌که مقدار pH محلول از محدوده‌ی مورد نظر (۶-۵) بیشتر می‌شد، با استفاده از اسید نیتریک ۶۵ درصد، نسبت به کاهش آن اقدام می‌گردید. در صورتی‌که EC محلول غذایی مورد نظر از ۱/۲ میلی زیمنس بر سانتی‌متر کمتر می‌شد، تعویض می‌گردید (۲). از آن‌جایی که دمای مطلوب برای رشد رویشی مناسب توت فرنگی در روز ۵ ± ۲۳ و در شب ۵ ± ۱۸درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد (۲۳)، با استفاده از سیستم پنکه و پوشال به صورت کاملاً مکانیزه، با استفاده از کامپیوتر مرکزی گلخانه، اقدام به تنظیم دما گردید. در طی رشد بوته قطر طوقه با استفاده از دستگاه کولیس، تعداد برگ، شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه SPAD، وزن تر و وزن خشک بوته، تعداد میوه، وزن متوسط میوه و مواد جامد محلول میوه بر پایه‌ی بریکس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول میوه از رفراکتومتر دستی مدل China 220 استفاده گردید. چند قطره از عصاره‌ی میوه روی رفراکتومتر قرار گرفته و عدد آن قرائت شد (۵).

برای اندازه‌گیری وزن خشک بوته، ابتدا ریشه از بوته جدا شده و سپس بوته داخل پاکت قرار داده شد و به مدت ۷۲ ساعت در داخل آون و با درجه حرارت ۸۵ درجه‌ی سانتی‌گراد خشک و سپس با ترازویی با دقت یک صدم توزین شد. جهت محاسبات آماری در این بررسی از نرم افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام شد ($p < ۰/۰۵$).

نتایج و بحث

قطر طوقه شاخص خوبی از عملکرد گیاه می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که با افزایش قطر طوقه تعداد میوه در توت فرنگی افزایش می‌یابد (۱۳ و ۲۰). البته در این آزمایش بسترهای مختلف از نظر تأثیر بر قطر طوقه اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p \geq ۰/۰۵$). به عبارت دیگر این صفت تحت تأثیر بسترهای مختلف کشت قرار نگرفت که با نتایج فتوحی قزوینی و همکاران (۹) مطابقت دارد.

تعداد برگ تحت تأثیر تیمار نوع بستر قرار گرفت ($p < ۰/۰۵$) (جدول ۳). تعداد برگ در بستر پیت نارگیل به میزان (۷۷ عدد) نسبت به سایر بسترها افزایش یافت و در بستر خرده چوب کاهش تعداد برگ به میزان (۴۶ عدد) دیده شد. به‌طور کلی گیاهان با داشتن مکانیسم‌های مقاومت در مقابل خشکی، می‌توانند از اثرات آن در امان بمانند. یکی از واکنش‌های محرز گیاه در برابر استرس خشکی، پیری زودرس برگ‌ها و ریزش پیش از موقع آن‌ها می‌باشد که این عمل کاهش هر چه بیشتر تعرق را سبب می‌شود (۳). به نظر می‌رسد بستری که ظرفیت بیشتری برای نگهداری آب حاوی مواد

۱- *Fragaria ananasa* Cv. European

Archive of SID

www.SID.ir

غذایی داشته باشد، با فراهم کردن آب و مواد غذایی تا آبیاری بعدی، شرایط رشد بهتری برای گیاه ایجاد می‌کند که در این پژوهش بستر پیت نارگیل بالاترین (۳۸٪) و بستر خرده چوب کمترین (۲۱٪) ظرفیت نگهداری آب را در بین سایر بسترها دارا بودند (جدول ۱).

بین بسترهای مورد بررسی از نظر تأثیر بر شاخص کلروفیل برگ‌ها نیز اختلاف معنی‌داری ملاحظه شد ($p<۰/۰۵$) (جدول۳). بیشترین شاخص کلروفیل مربوط به بستر پرلیت (۴۲/۹) و کمترین مقدار مربوط به بستر مخلوط خرده چوب و پرلیت (۳۷/۷) بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد کمبود آب مرفولوژی برگ را تحت تأثیر قرار داده که به نوبه‌ی خود کلروفیل برگ را متأثر و با افزایش تنش خشکی شاخص کلروفیل برگ کاهش یافته است (۴).

پرلیت در مقایسه با سایر بسترهای مورد بررسی، بستری با خصوصیات فیزیکی تخلخل بالا و مقدار جذب آب خوب می‌باشد، علاوه بر این‌که گیاه رشد یافته در این بستر تحت تنش خشکی قرار نمی‌گیرد، حتی ریشه‌های آن می‌تواند خوب تهویه شود. به نظر می‌رسد دلایل ذکر شده، علت بالا بودن شاخص کلروفیل در این بستر باشد.

وزن تر بوته نیز تحت تأثیر بسترهای متفاوت کشت قرار گرفت ($p< ۰/۰۱$) (جدول ۳). وزن تر بوته در بستر پیت نارگیل (۱۷۵/۳۰ گرم) نسبت به سایر بسترها خصوصاً بستر پرلیت و خرده چوب (۷۷/۸۱ گرم) افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت (جدول ۴). پادم و همکاران (۱۸) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسیده بودند که مخلوط خرده چوب و پرلیت موجب کاهش وزن تر بوته می‌گردد.

بین بسترها از نظر وزن خشک بوته نیز اختلاف معنی‌داری دیده شد ($p< ۰/۰۵$) (جدول ۳). به طوری‌که، بیشترین وزن خشک بوته مربوط به بستر پیت نارگیل با ۷۱/۱۴ گرم و کمترین وزن خشک بوته مربوط به مخلوط خرده چوب و پرلیت با ۴۹/۷۶ گرم بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که بستر پیت نارگیل به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا (۶۹/۸ میلی‌اکی والان بر لیتر) باعث افزایش رشد بوته گردید (جدول ۱) چرا که ظرفیت تبادل کاتیونی بالا منجر به ذخیره‌ی مواد غذایی و بهبود مدیریت آبیاری می‌شود (۸).

جدول ۳- مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات تعدادی از صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر طوقه	تعداد برگ	شاخص کلروفیل	وزن تر بوته	وزن خشک بوته
تکرار	۳	۰/۰۰۸	۲۴۸۶/۴۸	۵/۸۸	۱۲۴/۶۰	۲۴/۳۸
بستر	۳	۰/۰۰۸ ^{ns}	۷۳۴/۵۱ *	۱۲۹/۴۶ *	۷۹۴۴/۹۴ **	۳۵۸/۶۲ *
خطا	۹	۰/۰۱۷	۱۰۴/۷۰	۱۹/۰۸	۳۷۱/۲۲۶	۴۵/۹۶
ضریب تغییرات (٪)		۹/۱۹	۱۷/۷	۸/۱۵	۷/۱۴	۱۱/۶۹

ns: غیر معنی‌دار در سطح ۵ درصد، * و**: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین قطر طوقه، تعداد برگ، شاخص کلروفیل، وزن تر و خشک بوته در بسترهای مختلف

تیمار	قطر طوقه (سانتی متر)	تعداد برگ عدد در بوته	شاخص کلروفیل	وزن تر بوته گرم در بوته	وزن خشک بوته گرم در بوته
پرلیت	۱/۴ a	۵۶/۶۷ b.	۴۲/۹۰ a	۱۱۲/۴۰ b	۵۸/۴۷ b
خرده چوب	۱/۴ a	۵۱/۳ b	۳۹/۰۳ bc	۸۴/۰۴ bc	۵۲/۷۰ b
پیت نارگیل	۱/۵ a	۷۷/۰۶ a	۴۱/۳۲ a	۱۷۵/۳۰ a	۷۱/۱۴ a
پرلیت و خرده چوب	۱/۴ a	۴۶/۰۶ b	۳۷/۷۰ c	۷۷/۸۱ c	۴۹/۷۶ a

حروف غیر مشابه در هر ستون به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

با توجه به جدول ۵ ملاحظه می‌شود که بسترهای متفاوت بر تعداد میوه تأثیر داشته و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها دیده می‌شود ($p<۰/۰۵$). بستر پرلیت موجب افزایش تعداد میوه (۹/۵۶ عدد) و بستر پیت نارگیل موجب کاهش تعداد میوه (۵/۰۶ عدد) شدند (جدول ۶). به نظر می رسد که بستر پرلیت شرایط مناسبی برای تشکیل گل و به دنبال آن تلقیح و تشکیل میوه فراهم کرده است.

بین بسترهای مختلف از نظر وزن متوسط میوه در بوته اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($p\geq۰/۰۵$) (جدول ۵). وزن متوسط میوه در بستر خرده چوب (۲/۳۵ گرم) نسبت با سایر بسترهای مورد بررسی افزایش یافت ولی این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۶). واسیلاکاکیس و همکاران (۲۵) نیز در پژوهش خود به نتیجه‌ی مشابهی دست یافته بودند.

افزایش عملکرد در بستر پرلیت به میزان ۱۴/۲۴ گرم در بوته به‌طور معنی‌داری بیشتر از بستر پیت نارگیل به میزان ۸/۱۹ گرم در بوته بود ($p < ۰/۰۵$) (جدول ۵). به‌طور کلی یک رابطه‌ی متضاد بین رشد رویشی و زایشی توت فرنگی وجود دارد (۲۱) که در بستر پیت نارگیل به خوبی این مسئله ملاحظه می‌شود. بستر پیت نارگیل موجب افزایش پارامترهای رویشی نظیر تعداد برگ، وزن تر و خشک بوته گردید ولی در مقابل پارامترهای زایشی در این بستر کاهش یافت (جدول ۶). از طرف دیگر مقایسه خصوصیات فیزیکی این دو بستر نشان می‌دهد که بستر پرلیت دارای درصد تخلخل تهویه‌ای بالاتری نسبت به بستر پیت نارگیل است (جدول ۱). به نظر می‌رسد که این ویژگی سبب می‌شود که اکسیژن بیشتری درمحیط ریشه فراهم شود و در نتیجه با افزایش میزان هوای خاک، میزان محصول افزایش پیدا می‌کند (۱).

بسترهای مورد بررسی بر مواد جامد محلول عصاره‌ی میوه تأثیر معنی‌داری گذاشتند ($p<۰/۰۵$) (جدول ۵). خرده چوب موجب افزایش مقدار مواد جامد محلول بر پایه‌ی بریکس به میزان ۷/۵۵

Archive of SID

www.SID.ir

گردید و در حالی‌که این مقدار در بستر پیت نارگیل به میزان ۳/۱۲ کاهش یافت (جدول ۶).

بررسی ظرفیت نگهداری آب بسترهای مورد بررسی نشان داد که بستر خرده چوب کمترین ظرفیت نگهداری آب (۲۱٪) را دارا است که همین مسئله منجر به خشک شدن سریع‌تر این بستر در مقایسه با بستر پیت نارگیل با بالاترین ظرفیت نگهداری آب (۳۸٪) می‌شود (جدول ۱). از طرف دیگر خشکی بستر موجب کاهش تجمع آب در میوه و افزایش مواد جامد محلول و درصد قند به منظور غلبه بر پتانسیل اسمزی می‌شود (۱۶).

جدول ۵- مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات تعدادی از صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد میوه	وزن متوسط میوه	عملکرد	مواد جامد محلول عصاره میوه
تکرار	۳	۴/۵۲	۰/۰۱	۲۱/۷۹	۱/۰۰۵
بستر	۳	۱۶/۵۳*	۰/۴۴۹ns	۷۹/۹۸*	۱۳/۰۶۵*
خطا	۹	۹/۰۳	۰/۲۱۳	۲۶/۴۶	۴/۰۱۳
ضریب تغییرات(٪)		۱۴	۱۸	۱۹/۸	۷/۶۲

ns: غیر معنی‌دار در سطح ۵ درصد، * و**: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین تعداد میوه، وزن متوسط میوه، عملکرد و مواد جامد محلول در بسترهای مورد بررسی

تیمار	تعداد میوه (عدد در هر بوته)	وزن متوسط میوه (گرم در هر بوته)	عملکرد (گرم در هر بوته)	مواد جامد محلول بر پایه بریکس
پرلیت	۹/۵۶ a	۱/۵۲ a	۱۴/۲۴ a	۵/۳۷ b
خرده چوب	۶/۰۶ a	۲/۳۵ a	۱۲/۵۲ a	۷/۵۵ a
پیت نارگیل	۵/۰۶ b	۱/۳۹ a	۸/۱۹ b	۳/۱۲ c
پرلیت و خرده چوب	۵/۶۸ ab	۱/۵۶ a	۸/۸۷ b	۵/۲۵ b

حروف غیر مشابه در هر ستون به منزله اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

به طور کلی گیاهان پرورش یافته در بستر پیت نارگیل بهبود پارامترهای رشد نظیر وزن تر و خشک بوته، شاخص کلروفیل و تعداد برگ را از خود نشان دادند، در حالی‌که بستر پرلیت موجب افزایش عملکرد و تعداد میوه گردید که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با بستر خرده چوب نداشت و حتی این بستر موجب بهبود طعم میوه (مواد جامد محلول) نیز گردید. از طرف دیگر، بستر مخلوط خرده چوب و پرلیت عملکرد مطلوبی را از نظر رویشی و زایشی از خود نشان نداد. رساندن روش کشت بدون خاک به سطح تجارتی، با توجه به امتیازاتی که دارد، مسئله‌ی مهمی به شمار می‌آید. به عبارت دیگر با توجه به نتیجه‌ی این پژوهش، استفاده از بستر ارزانی مانند خرده چوب عملکردی مشابه با بستر گرانی مانند پرلیت دارد. از آنجایی که هزینه‌ی بستر، عامل مهمی در هزینه‌های تولید در این نوع کشت می‌باشد، به نظر می‌رسد که این نتیجه بتواند مورد استفاده‌ی تولید کنندگان این نوع محصولات قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱- بای بوردی. م. ۱۳۵۷. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۶۷ صفحه.

۲- تولایی، م. ۱۳۸۰. راهنمای کشت گیاهان گلخانه‌ای به روش هایدروپونیک. نشر آموزش کشاورزی. ۴۳۶ صفحه.

۳- حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. انتشارات نیکنام. ۵۶۷ صفحه.

4- Antolin, M.C., J. Yoller, and M. Sanchez- Diaz. 1995. Effect of temporary drought on nitrate fed and nitrogen fixing in alfalfa plants. Plant Sci. 107:159-165.

5- Aoac, R. 1998. Official method 932.12.942.15.indicator Method, 16th Ed. 32 pp.

6- Core, P. 2001. Hydroponics as an agricultural production system. Hassall and Associates Pty Ltd.56 pp.

7- De. Kreij, C.C.W. Van Elderen, G. Wever, and R.C.M. Duijvestijn. 2001. Extraction of growing media regarding its water holding capacity and bulk density. Acta Hort. 548: 409-414.

8- Djedidi. M., D. Gerasopoulos, and E. Maloupa. 1999. The effect of different substrates on the quality of F. Carmella tomatoes (*Lycopersicom esculentum Mill*.) grown under protection in a hydroponics system. Cahier Option Mediterranean's. J. Published by CIHEAM. 31: 379-383.

Archive of SID

www.SID.ir

9- Fotouhi GHazvini, R., G. Peyvast, and H. Azarian. 2007. Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on the yield and quality of strawberry in Soil-less Culture. Int. J. Agri. Biol. 9(6): 885–888. http://www.fspublishers.org.

10- Gimenez, G., J.L. Andriolo, D. Janisch, and R. Godoi. 2008. Closed soilless growing system for producing strawberry bare root transplants and runner tips. Pesq. Agropec. Bras., Brasília. 43 (12):1757-1761.

11- Hickman, G.W. 1998. Commercial greenhouse vegetable handbook. University of California. Division of agriculture and natural resources. ISBN: 978- 1- 60107- 346- 4 pp.

12- Hochmuth, R., L.L. Leon, T.Crocker, D. Dinkins, and G. Hochmuth. 1998. Evaluation of two soilless growing media and three fertilizer programs in outdoor bag culture for strawberry in north Florida. Proc. Ra. State Hort. Soc. 111: 341-344.

13- Kramer, S., and W. Schultze. 1985. The effects of the quality of young plants on strawberry yield. Gartenbau. 32: 115-117.

14- Lemaire, F. 1999. Determination of substrate characteristic for soilless culture. Cahier Option Mediterranean J. Published by CIHEAM. 31: 347-356.

15- Martinez, P.F and M. Abad. 1992. Soilless culture of tomato in different mineral substrates. Acta Hort. 323: 251-259.

16- Mitchell, J.P., S.R. Shennan, and D.M. May. 1991. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. J. A. Hort. Sci. 116: 215-221

17- Olympios, C.M. 1992. Soilless media under protected cultivation rockwool, peat, perlite and other substrates. Acta Hort. 323: 215-234.

18- Padem, H., and R. Alan. 1994. The effect of some substrate on yield and chemical composition of pepper under greenhouse condition. Acta Hort. 366: 321-326

19- Paranjpeand, A.V., D.J. Cantlife, E.M. Lamb and P.J. Stoffelia. 2003. Winter strawberry production in greenhouse using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. Proc. Ra. StateHort. Soc. 116: 98-105.

20- Perez De Camacaro, M.E., G.j. Camacaro, P. Hadley, M.D. Dennett, N.H. Battey, J.G. Carew .2004. Effect of plant density and initial crown size on growth, development and yield in strawberry cultivars Elsanta and Bolero. J. Hort. Sci. Biotec. 79(5): 739-746.

21- Sharma, R.M. and R. Yamdagni. 1999. Modern strawberry cultivation. Kalyani Publishers, Delhi. 367 p.

22- Shinohara. Y., T. Hata, T. maruo, M. Hohjo and T. Ito. 1999. Chemical and physical properties of the coconut-fiber substrate and the growth and productivity of tomato (*Lycopersicom esculentum* Mill.) plants. Acta Hort. 481:145-149

23- Takeda, F and S.C. Hokanson. 2003. Strawberry fruit and plug plant production in the greenhouse. Acta Hort. 626: 283-285

24- Tzortzakis, N.G and C.D. Economakis. 2008. Impacts of the substrate medium on tomato yield and fruit quality in soilless cultivation. Hort Sci. 35 (2): 83–89.

Archive of SID

www.SID.ir

25- Vasilakakis. M., A. Alexandridis, S. El Fadl, and K. Anagnostou. 1999. Effect of substrate (new or used perlite), plant orientation on the column and irrigation frequency on strawberry plant productivity and fruit quality. Cahier option Mediterranean's J. 31: 357-363.

26- Yahya, A., A.Sh. Shaharom, R.B. Mohamad, and A. Selamat. 2009. Chemical and physical characteristics of coco peat-based media mixtures and their effects on the growth and development of celosia cristata. AJABS. 4(1): 63-711.

Archive of SID

www.SID.ir