بررسی اثر بسترهای کشت بر صفات کمی و کیفی سه رقم فلفل دلمه‌ای در سیستم کشت بدون خاک

طیبه شبانی[۱]، غلامعلی پیوست[۲] و جمالعلی الفتی[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۵/۴)

چکیده

به منظور تعیین اثر بسترهای مختلف بر عملکرد و کیفیت سه رقم فلفل دلمه‌ای در سیستم کشت لوله و گلدان، آزمایشی گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۹ در سرخون بندرعباس اجرا شد. بسترهای مختلف شامل الیاف نخل (۱۰۰٪)، پیت (۱۰۰٪)، الیاف نخل + پیت (۵۰:۵۰ درصد حجمی)، الیاف نخل + پیت (۲۵:۷۵ درصد حجمی) و الیاف نخل + پیت (۷۵:۲۵ درصد حجمی) با سه رقم زرد Rapido ، قرمز Roxcy و سبز California wonder در قالب یک طرح کامل تصادفی به صورت فاکتوریل و در سه تکرار استفاده شدند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان وزن، طول، قطر و حجم میوه، درصد ماده خشک میوه، اسید کل، کاروتنوئید و مواد جامد محلول از رقم Roxcy به دست آمد، در حالی که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به رقم Rapido بود. هیچیک از صفات، بجز ارتفاع نهایی بوته، درصد ماده خشک برگ و ریشه و میزان فنول کل تحت تأثیر بستر کشت قرار نگرفتند. بر پایه نتایج به دست آمده، الیاف نخل به عنوان جایگزین کامل یا جزیی بستر پیت در کشت بدون خاک فلفل دلمه‌ای توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: الیاف نخل، پیت، پرلیت، فنول، آنتی اکسیدان

مقدمه

فلفل سبز دلمه یک محصول مهم کشاورزی است که نه تنها به خاطر ارزش اقتصادی بلکه به خاطر ارزش میوه‌های آن و هم‌چنین منبع عالی رنگ‌های طبیعی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱۶). تعداد زیادی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شامل ترکیبات فنولی، ویتامین ث و کاروتنوئیدها در میوه فلفل وجود دارد. استفاده از این ترکیبات در رژیم غذایی در حفظ سلامتی انسان بسیار مفید است. تمایل به مصرف میوه فلفل به دلیل داشتن مواد حیاتی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی رو به افزایش است (۶).

با افزایش جمعیت جهان و کمبود منابع غذایی، بحث تولید با کیفیت بالا و در سطح کمتر، بیش از پیش توجه همه را به خودجلب کرده است. کشت گیاهان گلخانه‌ای در یک سیستم کنترل شده از نظر تغذیه، بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به مشکلات موجود در گلخانه‌های خاکی (بروز نماتدها، شوری، آلودگی محیط زیست و...) (۴) یکی از روش‌های جدید، کشت گیاهان در بسترهای بدون خاک است. وجود مزیت‌هایی نظیر کنترل تغذیه گیاه،

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

۲. به ترتیب استاد و استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

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

امکان افزایش تراکم کاشت، کاهش بروز بیماری‌ها و آفات و افزایش کمیت و کیفیت محصول نسبت به کشت خاکی موجب رویکرد تولیدکنندگان محصولات باغبانی به استفاده از این روش شده است (۱۷). کشت بدون خاک به‌طور گسترده در کشت‌های گلخانه‌ای، بخصوص طی ماه‌هایی که تولید مزرعه‌ای ممکن نیست، برای بهبود کنترل شرایط رشد و اجتناب از شرایط نامناسب آب و عناصر غذایی خاک استفاده می‌شود. این فن هم‌چنین سبب حل مشکل شوری و راه حلی برای کاهش حاصلخیزی خاک‌هاست و میزان کارایی مصرف آب را حداقل به دو برابر کشت خاکی افزایش می‌دهد. کشت بدون خاک با افزایش کیفیت محصولات، قابلیت افزایش عملکرد (بیش از ۱۰ برابر) و جایگزینی بخش بزرگی از تولیدات مزرعه‌ای را دارد.

مقالات زیادی وجود دارد که در باره اثرات مخرب استخراج پیت بر طبیعت بحث نموده‌اند. این نگرانی‌ها سبب آغاز یکسری تحقیقات به منظور یافتن مواد در دسترس محلی شده که قابلیت مناسبی برای استفاده به عنوان بستر کشت با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مناسب دارند. به نظر می‌رسد از بین انواع روش‌های کشت بدون خاک، کشت در مواد دانه‌بندی شده (Substrate culture) بهترین گزینه باشد (۸). در این روش، از بسترهای آلی و معدنی برای پرورش گیاه استفاده می‌شود. خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده به عنوان بستر کشت، آثار مستقیم و غیر مستقیمی بر رشد و تولید محصول می‌گذارد و انتخاب بستر مناسب یکی از مهمترین عوامل مؤثر در موفقیت تولید در کشت بدون خاک است (۱۸).

امروزه در این سیستم‌ها از مواد مختلفی به عنوان بستر کاشت استفاده می‌شود که هر یک دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند. به‌طور کلی، این مواد باید از ظرفیت بالای نگه‌داری آب، تهویه کافی، زهکشی مناسب و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا برخوردار بوده و هم‌چنین نباید هیچ‌گونه تأثیر سوء برای گیاه داشته باشند (۲). در گذشته، پرورش گیاهان روی بسترهای غیر خاکی تنها با استفاده از بسترهای آلی، خصوصاً پیت رواج داشت (۱۲).

به‌طور کلی، اهمیت پیت به عنوان بخشی از مواد تشکیل دهنده بستر کشت مربوط به خصوصیاتی است که مهمترین آنها ظرفیت نگه‌داری آب و تبادل کاتیونی بالا، ظرفیت نگه‌داری هوای مطلوب و وزن حجمی کم است. اما با وجود تمامی مزایایی که برای پیت برشمرده شد در بسیاری از نقاط جهان جستجو برای یافتن موادی که جایگزین پیت شوند به شدت دنبال می‌شود. دلیل اصلی این امر گرانی پیت است، بخصوص در کشورهایی که فاقد منابع محلی آن می‌باشند. علاوه بر آن، آلودگی برخی از پیت‌ها به قارچ‌های بیماری‌زا استفاده از آنها را محدود کرده است (۱۲).

کشت بدون خاک با استفاده از ضایعات گیاهی علاوه بر این‌که مانع آسیب به محیط زیست و برداشت بی‌رویه پیت می‌شود، تجمع پس‌مانده‌ها را نیز به حداقل می‌رساند و هم‌چنین منافع اقتصادی هم دارد که به دلیل هزینه کم آنها نسبت به دیگر بسترها رایج است (۱۳).

با توجه به سطح وسیع زیر کشت انواع نخل در کشور (۴۰ هزار هکتار)، تولید نزدیک به ۱۵ کیلوگرم ضایعات از هر درخت خرما در سال، و ارزان‌تر بودن آن در منطقه، لزوم تحقیقی برای جایگزینی کل یا حداقل بخشی از پیت که ضمن گران بودن، استخراج بیش از حد آن منجربه خسارت‌های جبران ناپذیری به محیط زیست می‌گردد احساس می‌شود. این تحقیق با هدف بررسی امکان جایگزینی ضایعات نخل با پیت در سیستم بدون خاک اجرا شد و تأثیر بسترهای مورد مطالعه بر صفات کمی، کیفی و رویشی در سه رقم فلفل دلمه‌ای مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

شرایط گلخانه و تولید مواد گیاهی

این پژوهش از تاریخ ۱۳۸۸/۷/۳ تا ۱۳۸۹/۲/۱۲ در مجتمع گلخانه سرخون بندرعباس به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش، فاکتور اول نوع بستر شامل: پیت (۱۰۰٪) به عنوان شاهد، ضایعات نخل (۱۰۰٪)،

ضایعات نخل + پیت (۵۰:۵۰ درصد حجمی)، ضایعات نخل + پیت (۲۵:۷۵ درصد حجمی) و ضایعات نخل + پیت (۷۵:۲۵ درصد حجمی) و فاکتور دوم نوع رقم که از سه رقم گلخانه‌ای رایج فلفل دلمه زرد (Rapido)، قرمز (Roxcy) و سبز (California wonder) بود. میانگین دمای گلخانه در طول روز و شب به ترتیب برابر با ۳۰ و ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی آن ۷۰-۸۰ درصد بود. دمای گلخانه با استفاده از پرده ساران (Saran cloth) و پنکه خارج کننده هوا و پنجره‌های سقفی و کناری در حد مناسب حفظ شد و رطوبت گلخانه با استفاده از آبیاری کف گلخانه و باز کردن دریچه‌های جانبی و سقف گلخانه تا حد امکان تنظیم گردید.

بذرهای ارقام فلفل در سینی‌های نشا که از کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی (۵۰:۵۰) پر شده بود در تاریخ ۱۳۸۸/۷/۹ افشانده شده و پس از سبز شدن و زمانی که دانهال‌ها چهار برگه شدند به گلدان نشایی منتقل گردیدند. در طول دوره رشد، گلدان‌ها به طور روزانه محلول‌دهی شدند. محلول‌دهی برای تمام گیاهان یکسان و از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای انجام شد. پس از این‌که بوته‌ها به اندازه کافی رشد کردند توسط نخ‌های کنفی به قرقره‌هایی که روی قیم‌های سیمی بالای هر ردیف تعبیه شده بودند بسته شدند. عمل هرس به صورت دوشاخه‌ای (V شکل) و هرس شاخه‌های فرعی به صورت مرتب انجام شد. برداشت میوه‌ها در شش چین و به صورت دستی انجام گرفت.

تهیه بستر: الیاف درخت خرما قبل از استفاده، به وسیله دستگاه خرد کن یونجه کاملاً خرد گردید (اندازه ۲-۱ میلی‌متر) و به منظور یک‌نواخت شدن الک گردید و با آب جوش، ضد عفونی شد. سپس گلدان‌های پلاستیکی ۵ لیتری با محلول وایتکس (هیپوکلرید سدیم ۳٪) شستشو و ضد عفونی و پس از خشک شدن، با نسبت‌های حجمی معین ذکر شده از بستر پر شدند. pH، هدایت الکتریکی و ظرفیت نگه‌داری آب بسترها قبل از استفاده اندازه‌گیری شد.

صفات مورد ارزیابی: در طول دوره پرورش، طول، قطر، حجم، وزن، تعداد میوه، تعداد میوه بازار پسند و غیربازار پسند و عملکرد کل هر بوته به طور مرتب ثبت می‌گردید و در نهایت ارتفاع نهایی بوته نیز بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. میوه‌ها در مرحله رسیده و رنگ گرفته برداشت شدند و به آزمایشگاه تعیین کیفیت میوه مرکز تحقیقات کشاورزی بندرعباس منتقل شدند. صفاتی مانند ضخامت گوشت میوه، درجه اسیدی، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر، کاروتنوئید کل، ویتامین ث، فنول کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، درصد ماده خشک ریشه، برگ و میوه، خاکستر، کلروفیل آ، کلروفیل ب و کلروفیل کل مورد ارزیابی قرار گرفت.

درصد ماده خشک از اختلاف وزن تر و خشک پس از خشک شدن بافت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس و ثابت شدن وزن آن به دست آمد. میزان خاکستر نیز به کمک کوره الکتریکی و دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ تا ۶ ساعت تهیه و درصد آن محاسبه شد. مواد جامد محلول کل میوه‌ها به وسیله دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی(Ceti-Belgium) در دمای ۲۲ درجه سلسیوس اندازه‌گیری گردید. برای این منظور از هر تکرار ۳ میوه به طور تصادفی انتخاب گردید. برای تعیین اسید قابل تیتر، مقدار ۵ میلی‌لیتر از عصاره میوه‌ها پس از صاف کردن برداشته و با آب مقطر به حجم ۴۰ میلی‌لیتر رسانده شد. میزان pH محلول اندازه‌گیری شده و سپس با افزودن هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن pH به ۸/۲ تیتر گردید.

برای تعیین میزان کاروتنوئید کل میوه‌ها از روش رانگانا (۱۱) استفاده گردید. بدین منظور ۰/۰۵ گرم بافت میوه با کمک نیتروژن مایع در داخل هاون چینی آسیاب شده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ اضافه گردید. محلول حاصل با کاغذ صافی صاف گردیده و حجم نهایی را به ۲۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس جذب محلول در طول موج‌های ۶۴۶/۲، ۶۶۳/۲ و ۴۷۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر UV-Visible اندازه گیری گردید و با استفاده از فرمول‌های زیر مقدار کاروتنوئید کل محاسبه شد.

$$Chla\ (mg/ml) = 12.25A_{663.2}-2.79A_{646.8} \quad [1]$$

$$Chlb\ (mg/ml) = 21.50A_{646.8}-5.10A_{663.2} \quad [2]$$

$$Tchl\ (mg/ml) = Chla + Chlb \quad [3]$$

$$C_{X+C} = (1000A_{470}-1.8C_a-85.02C_b)/198 \quad [4]$$

جدول ۱. مشخصات بسترهای استفاده شده در آزمایش

تیمار	pH	EC (میلی زیمنس بر متر)	ظرفیت نگه‌داری آب (میلی‌لیتر در متر مکعب)
پیت (۱۰۰٪)	۵/۹۷	۰/۸۲	۷۰۰
ضایعات نخل (۱۰۰٪)	۶/۱۰	۰/۶۸	۶۰۰
ضایعات نخل + پیت (۵۰:۵۰)	۶/۰۸	۰/۶۵	۶۰۰
ضایعات نخل + پیت (۲۵:۷۵)	۶/۰۰	۰/۸۰	۵۵۰
ضایعات نخل + پیت (۷۵:۲۵)	۵/۹۷	۰/۶۷	۶۰۰

در این معادلات، Chla، Chlb، Tchl و C_{x+c} به ترتیب کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها (شامل گزانتوفیل و کاروتن) می‌باشد. غلظت کاروتنوئید کل بر حسب میکروگرم در میلی‌لیتر می‌باشد.

اندازه‌گیری ویتامین C از طریق تیتراسیون با دی کلروفنل ایندوفنل انجام شد (۱۱).

اندازه‌گیری میزان فنول کل میوه‌ها با استفاده از روش فولین- سیوکالچو (Folin-Cica) انجام گرفت (۱۵). برای این منظور، یک گرم نمونه در هاون چینی با کمک نیتروژن مایع آسیاب گردید. سپس ۱۰ سی‌سی متانول خالص برای استخراج ترکیبات فنولی به آن اضافه گردید. آنگاه با کاغذ صافی عصاره‌ها صاف گردید. برای تهیه محلول استاندارد، ابتدا محلول استوک اسید گالیک (۰/۱ گرم اسید گالیک را با متانول خالص به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده)، فولین (۵ میلی‌لیتر فولین را با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده) و کربنات سدیم ۷/۵ درصد (افزودن ۱/۵ گرم کربنات سدیم به ۲۰ سی‌سی آب مقطر) تهیه گردید. روش کار بدین صورت بود که حجم‌های ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۵۰ میکرولیتر اسید گالیک را داخل ظروف کوچک شیشه‌ای ریخته و به هر کدام از شیشه‌ها میزان ۲۵۰۰ میکرولیتر فولین و ۲۰۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم اضافه گردید. میزان جذب محلول‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت گردید. سپس منحنی استاندارد از روی الگوی جذب ترسیم گردید. برای قرائت میزان جذب عصاره میوه، ۱۲۵ میکرولیتر عصاره میوه را با آب مقطر به حجم ۵۰۰ میکرولیتر رسانده سپس به آن ۲۵۰۰ میکرولیتر فولین اضافه شد. پس از ۵ دقیقه از افزودن فولین، مقدار ۲۰۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم اضافه گردید و نمونه‌ها در شرایط تاریکی قرار داده شدند. پس از ۱/۵ ساعت نگه‌داری در دمای اتاق و شرایط تاریکی، میزان جذب عصاره قرائت گردید. میزان فنول کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم بافت بیان گردید.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه ارقام مختلف از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (Diphenyl-2-picrylhydrazyl) تعیین گردید (۹). برای این منظور، ۳ عدد میوه از هر تکرار به طور تصادفی انتخاب گردید و ۰/۲ گرم از هر نمونه در داخل هاون چینی با کمک نیتروژن مایع آسیاب کرده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر متانول اضافه گردید و پس از کمی به هم زدن در داخل بشرهای کوچک ریخته و به مدت یک ساعت در دمای اتاق نگه‌داشته شد تا استخراج به‌خوبی صورت گیرد. عصاره‌ها توسط کاغذ صافی صاف گردید. سپس عصاره‌ها با ۳۰۰۰ دور به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید. مقدار ۵۰ میکرولیتر عصاره متانولی به ۹۵۰ میکرولیتر محلول DPPH اضافه گردید. مخلوط بلافاصله به هم زده شده و سپس در دمای اتاق به مدت ۱۵ دقیقه در شرایط تاریکی تا رسیدن محلول به حالت یکنواخت نگه‌داری گردید. کاهش میزان جذب در طول موج ۵۱۵ نانومتر تعیین گردید. این آزمایش برای هر تیمار سه بار تکرار شد. سپس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH محاسبه گردید.

$$DPPH_{sc} = (A_{cont} - A_{samp}) \times 100/A_{cont} \quad [5]$$

که $DPPH_{sc}$ درصد بازدارندگی، A_{samp} میزان جذب (نمونه + DPPH) و A_{cont} میزان جذب DPPH است.

تجزیه آماری: تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار SAS (۹/۱) و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون Tukey انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر وزن، طول، قطر و حجم میوه، ارتفاع بوته، اسیدیته میوه، اسید قابل تیتر، مواد جامد محلول، درصد ماده خشک میوه و کاروتنوئید اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. همان طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد (جدول ۲)، بیشترین میزان وزن میوه (۲۱۸/۱۹ گرم)، طول میوه (۸۸/۹۹ میلی‌متر)، قطر میوه (۷۷/۲۵ میلی‌متر)، حجم میوه (۲۵۱/۳۴ سانتی‌متر مکعب)، درصد اسید قابل تیتر (۱/۶۲)، مواد جامد محلول (۵/۹۳ بریکس)، درصد ماده خشک میوه (۸/۳۶) و کاروتنوئید (۰/۰۳۷ میکروگرم در میلی‌لیتر) مربوط به رقم قرمز است، در حالی‌که بیشترین میزان ارتفاع نهایی بوته (۱۰۶/۴۷ سانتی‌متر) و اسیدیته میوه (۵/۱۸) به ترتیب مربوط به ارقام زرد و سبز است. ارقام مورد مطالعه از نظر سایر صفات مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند.

اختلاف بین بسترهای مختلف از نظر ارتفاع نهایی بوته، درصد ماده خشک برگ و ریشه و میزان فنول کل معنی‌دار شد. بیشترین میزان ارتفاع بوته (۱۰۷/۵ سانتی‌متر) و درصد ماده خشک ریشه مربوط به بستر ضایعات نخل بود، در حالی که بیشترین درصد ماده خشک برگ (۲۶/۳۸) و فنول کل میوه (۲۷/۴۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) به ترتیب از بستر حاوی ۷۵ درصد پیت+ ۲۵ درصد ضایعات نخل و بستر حاوی نسبت مساوی از این دو به دست آمد. در مورد سایر صفات اختلاف آماری معنی‌داری بین بسترها مشاهده نشد (جدول ۳).

اثر متقابل رقم در بستر در مورد ماده خشک ریشه و برگ معنی‌دار شد. بیشترین درصد ماده خشک ریشه مربوط به رقم قرمز کشت شده در بستر ضایعات نخل و رقم سبز کشت شده در بستر حاوی ۷۵ درصد پیت+ ۲۵ درصد ضایعات نخل به دست آمد، درحالی که بیشترین درصد ماده خشک برگ مربوط به ارقام زرد و قرمز کشت شده در بستر حاوی ۷۵ درصد پیت و ۲۵ درصد ضایعات نخل بود (جدول ۴).

توزل و همکاران (۱۷) بیان نمودند که بستر پرلیت: پیت (۴:۱) نتایج بهتری را در مورد عملکرد کل گوجه‌فرنگی در مقایسه با سایر ترکیب‌های معدنی با پیت نشان داد. آنها هم‌چنین بیان کردند که ترکیب پیت و پرلیت نتایج خوبی را بر رشد یا عملکرد گوجه فرنگی دارد. تخلخل زیاد پرلیت باعث هوادهی مطلوب ریشه‌ها می‌شود و ترکیب پیت با سایر بسترهای آلی و معدنی عملکرد را در مقایسه با بسترهای خالص افزایش می‌دهد. ظرفیت نگه‌داری آب و ظرفیت تبادل کاتیونی خوب پیت در بهبود نتایج بسیار حائز اهمیت است.

اسلام و همکاران (۷) در مقایسه چندین بستر روی گوجه‌فرنگی، تفاوت معنی‌داری را در مقدار ویتامین C، مواد جامد محلول و pH میوه مشاهده نکردند که مشابه نتایج به دست آمده در این تحقیق بود. آنها افزودن مواد معدنی را برای افزایش فضاهای بزرگ و کاهش ظرفیت نگه‌داری آب و بهبود زهکش و هوادهی به بسترهای کاشت پیشنهاد نمودند. مالوپا و همکاران (۸) به این نکته اشاره کردند که تخلخل کم یک خاصیت نامطلوب بستر پیت است که باعث کاهش تولید می‌شود. استفاده از ترکیب‌های پیت و پرلیت امکان استفاده گیاه از خصوصیات مطلوب دو بستر را فراهم می‌کند. به عبارت دیگر عملکرد بالا و کیفیت خوب در این مخلوط، به سبب هوادهی و دسترسی هم‌زمان گیاه به آب و مواد غذایی، ایجاد می‌شود. به نظر می‌رسد ضایعات نخل نیز در جهت بهبود هوادهی مؤثر واقع شده و ترکیب آن با پیت منجربه نتایج مطلوبی گردیده است.

برخلاف برخی گزارش‌ها که بیانگر تأثیر بستر بر میزان ویتامین ث است (۱۰ و ۱۴)، در تحقیق حاضر بین بسترها از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های اثر رقم بر صفات اندازه‌گیری شده فلفل دلمه‌ای

رقم	عملکرد کل (گرم)	وزن تک میوه (گرم)	تعداد میوه	تعداد میوه بازارپسند
زرد	۴۷۲۵/۹±۵۱۱/۵۶ a	۱۵۶/۲۷±۳۶/۴۳ ab	۲۷/۲۷±۳/۶۱ a	۲۴/۷۳±۳/۱۷ a
قرمز	۴۶۳۲/۹±۳۸۶/۲۱ a	۲۱۸/۱۹±۵۹/۴۲ a	۲۸/۰۷±۲/۱۲ a	۲۵/۱۳±۱/۹۲ a
سبز	۴۵۹۶/۱±۵۳۲/۰۹ a	۱۲۴/۷۲±۶۲/۷۷ b	۲۷/۳۳±۳/۰۱ a	۲۴/۴۰±۳/۰۴ a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول ۲

رقم	تعداد میوه غیر بازارپسند	طول (میلی‌متر)	قطر (میلی‌متر)	حجم (سانتی‌متر مکعب)
زرد	۲/۵۳±۲/۱ a	۸۵/۶۷±۱ ab	۶۸/۹۳±۵/۸۴ b	۱۹۶/۳۸±۵۸/۸۹ ab
قرمز	۲/۹۳±۱/۶۲ a	۸۸/۹۹±۹/۹۹ a	۷۷/۲۵±۶/۰۷ a	۲۵۱/۳۴±۶۷/۲۸ a
سبز	۲/۹۳±۲/۱۹ a	۷۵/۶۵±۱۲/۰۳ b	۶۴/۳۴±۹/۶۳ b	۱۵۵/۸۳±۸۱/۱۰ b

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول ۲

رقم	ضخامت گوشت (میلی‌متر)	ارتفاع نهایی (سانتی‌متر)	pH	اسیدیته قابل تیتر (٪)
زرد	۵/۸۰±۱/۱۱ a	۱۰۶/۴۷±۲۷/۸۳ a	۵/۰۴±۰/۱۲ ab	۱/۴۹±۰/۲۷ ab
قرمز	۶/۱۷±۰/۹۸ a	۹۱/۷۰±۱۲/۲۱ ab	۴/۹۰±۰/۰۳ b	۱/۶۲±۰/۳۲ a
سبز	۵/۵۶±۱/۴۲ a	۸۹/۵۷±۱۰/۲۷ b	۵/۱۸±۰/۲۹ a	۱/۲۵±۰/۳۷ b

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول ۲

رقم	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	خاکستر (٪)	ماده خشک ریشه (٪)	ماده خشک برگ (٪)
زرد	۴/۸۱±۰/۹۰ b	۶/۰۷±۲/۲۲ a	۱۳/۰۸±۴/۱۱ a	۲۲/۲۵±۳/۸۸ a
قرمز	۵/۹۳±۰/۵۹ a	۵/۳۱±۱/۹۲ a	۱۵/۵۳±۵/۱۳ a	۲۲/۰۵±۴/۰۲ a
سبز	۴/۸۸±۰/۷۷ b	۶/۲۰±۲/۷۸ a	۱۵/۶۴±۸/۴۱ a	۲۱/۵۴±۲/۵۴ a

در هر ردیف اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

ادامه جدول ۲

رقم	ماده خشک میوه (٪)	ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)	کاروتنوئید (µg/ml)	کلروفیل آ (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)
زرد	۶/۱۵±۱/۱۷ b	۱۵۱±۱۷۵ a	۰/۰۳۱±۰/۰۱۹ b	۰/۰۲±۰/۰۱۶ a
قرمز	۸/۳۶±۰/۹۲ a	۱۶۱±۱۱۸ a	۰/۰۳۷±۰/۰۲۸a	۰/۰۷±۰/۰۱۷ a
سبز	۶/۸۸±۱/۱ b	۱۶۷±۱۱۲ a	۰/۰۵±۰/۰۳۱ b	۰/۰۵±۰/۰۳۶ a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول ۲

رقم	کلروفیل ب (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)	آنتی‌اکسیدان (درصدبازدارندگی)	فنول (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)
رقم زرد	۰/۴۷±۰/۰۷۴ a	۰/۰۸۷±۰/۰۴۱ a	۶۴/۹۳±۲۲/۳۸ a	۲۱/۳۳±۴/۶۴ a
رقم قرمز	۰/۷۹±۰/۰۷۳ a	۰/۱۱±۰/۱ a	۷۲/۹۴±۱۱/۴۰ a	۲۵/۳۸±۵/۷۱ a
رقم سبز	۰/۵۹±۰/۰۴۹ a	۰/۱۰±۰/۰۵۱ a	۵۷/۲۸±۲۱/۵۹ a	۲۲/۸۰±۵/۵۷ a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های اثر بستر بر صفات اندازه‌گیری شده فلفل دلمه‌ای

نوع بستر	عملکرد کل (گرم)	وزن تک میوه (گرم)	تعداد میوه	تعداد میوه بازارپسند
پیت	۴۵۵۶/۰±۴۵۷/۴۷ a	۱۴۴/۱۸±۵۹/۴۹ a	۲۷/۶۷±۲/۶۱ a	۲۶/۰۰±۲/۱۲ a
ضایعات نخل	۴۶۵۵/۶۷±۵۵۴/۹۶ a	۱۹۱/۹۰±۷۳/۱ a	۲۷/۷۸±۴/۵۲ a	۲۴±۳/۷۴ a
پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۴۷۹۴/۰۰±۶۱۹/۴۵ a	۱۶۹/۲۳±۵۱/۲۸ a	۲۸±۴ a	۲۴/۳۳±۲/۵۰ a
پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۴۶۲۱/۴۴±۴۲۹/۱۹ a	۱۵۵/۲۳±۵۱/۶۲ a	۲۷/۵۵±۱/۶۷ a	۲۵±۲/۹۶ a
پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۴۶۳۱/۰±۳۳۳/۷۷ a	۱۷۱/۴۲±۹۰/۷۴ a	۲۶/۷۸±۱/۷۱ a	۲۴/۴۴±۲/۱۳ a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول ۳

نوع بستر	تعداد میوه غیر بازارپسند	طول (میلی‌متر)	قطر (میلی‌متر)	حجم (سانتی‌متر مکعب)
پیت	۱/۶۷±۱/۴۱ a	۸۰/۱۸±۱۳/۹۳ a	۶۸/۱۳±۱۰/۲۳ a	۱۸۷/۸۷±۵۷/۳۹ a
ضایعات نخل	۳/۷۸±۲/۲۸ a	۸۲/۲۰±۱۰/۳۴ a	۷۴/۷۹±۷/۸۴ a	۱۹۵/۶۱±۵۱/۵۵ a
پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۳/۶۷±۲/۰۶ a	۸۴/۴۵±۸/۰۹ a	۷۲/۱۴±۸/۶۹ a	۲۲۴/۰۷±۹۵/۹۶ a
پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۲/۵۵±۲/۰۷ a	۸۵/۷۸±۴/۹۴ a	۶۸/۷۵±۶/۱۹ a	۲۰۳/۴۳±۷۷/۹۲ a
پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۲/۳۳±۱/۲۲ a	۸۴/۵۷±۱۷/۲۲ a	۶۷/۰۶±۱۰/۹۹ a	۱۹۵/۷۲±۹۹/۷۸ a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول۳

نوع بستر	ضخامت گوشت (میلی‌متر)	ارتفاع نهایی (سانتی‌متر)	pH	اسیدیته قابل تیتر (٪)
پیت	۵/۷۴±۰/۰۱ a	۸۹/۲۲±۸/۴۷ d	۵/۰۵±۰/۲۱ a	۱/۳۰±۰/۳۹ a
ضایعات نخل	۶/۰۳±۱/۲۳ a	۱۰۷/۵۰±۳۵ a	۵/۰۵±۰/۱۵ a	۱/۴۷±۰/۲۳ a
پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۶/۰۱±۰/۹۱ a	۸۸±۱۳/۲۹ e	۵±۰/۱۳ a	۱/۵۲±۰/۳۷ a
پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۵/۵۲±۰/۷۶ a	۱۰۳/۹۴±۹/۸۲ b	۵/۰۲±۰/۱۴ a	۱/۴۹±۰/۳۸ a
پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۵/۹۱±۱/۹۰ a	۹۰/۸۹±۱۳/۲۹ c	۵/۰۶±۰/۳۶ a	۱/۴۸±۰/۳۹ a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول ۳

نوع بستر	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	خاکستر (٪)	ماده خشک برگ (٪)	ماده خشک ریشه (٪)
پیت	۴/۸۸±۱/۴۸ a	۷/۳۳±۲ a	۲۲/۵۲±۲/۳۲ b	۱۳/۹۸±۳/۳۳ ab
ضایعات نخل	۵/۲۳±۰/۷۳ a	۴/۴۴±۲/۱۸ a	۲۰/۶۲±۱/۶۴ b	۱۸/۳۶±۴/۹۲ a
پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۵/۴۵±۰/۸۷ a	۶±۱/۸۰ a	۱۹/۸۱±۱/۷۱ b	۱۴/۳۷±۲/۸۸ ab
پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۵/۴۲±۰/۶۲ a	۵/۰۸±۲/۸۱ a	۲۰/۳۹±۱/۷۳ b	۱۰/۶۸±۱/۸۰ b
پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۵/۰۴±۰/۶۴ a	۶/۴۴±۱/۹۴ a	۲۶/۳۸±۴/۵۳ a	۱۶/۳۵±۱۱/۱۱ ab

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول۳

نوع بستر	ماده خشک میوه (٪)	ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)	کاروتنوئید (µg/ml)	کلروفیل آ (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)
پیت	۶/۶۴±۲/۱۹ a	۱۵۸±۱۳۱ a	۰/۰۷±۰/۰۷ a	۰/۰۴±۰/۰۳ a
ضایعات نخل	۷/۰۸±۱/۰۵ a	۱۵۸±۱۱۱ a	۰/۰۷±۰/۰۶ a	۰/۰۴±۰/۰۲ a
پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۷/۲۶±۱/۴۵ a	۱۶۱±۱۱۶ a	۰/۱۲±۰/۱۱ a	۰/۰۲±۰/۰۲ a
پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۷/۵۶±۰/۹۳ a	۱۶۵±۱۱۱ a	۰/۰۹±۰/۰۷ a	۰/۰۳±۰/۰۳ a
پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۷/۱۱±۱/۱۳ a	۱۵۷±۱۲۲ a	۰/۲۶±۰/۰۵۲ a	۰/۱۲±۰/۰۲ a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

ادامه جدول ۳

نوع بستر	کلروفیل ب (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)	آنتی‌اکسیدان (درصد بازدارندگی)	فنول (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه)
پیت	۰/۰۷±۰/۰۶ a	۰/۱۱±۰/۰۵ a	۶۱/۷۵±۱۷/۳۰ a	۲۲/۳۰±۴/۸۳c
ضایعات نخل	۰/۰۶±۰/۰۵ a	۰/۱۰±۰/۰۵ a	۶۵/۷۳±۱۸/۰۳ a	۲۵/۲۴±۴/۷۴ b
پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۰/۰۵±۰/۰۳ a	۰/۰۷±۰/۰۵ a	۶۰/۷۸±۱۹/۴۵ a	۲۷/۴۴±۶/۱۷ a
پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۰/۰۷±۰/۰۶ a	۰/۰۹±۰/۰۵ a	۷۶/۶۸±۱۲/۸۶ a	۲۰/۷۹±۱/۹۹ d
پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۰/۰۹±۰/۰۸ a	۰/۱۳±۰/۱۱ a	۶۰/۳۲±۲۷/۸۹ a	۲۰/۰۷±۵/۷۹ d

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

جدول ۴ . مقایسه میانگین‌های اثر متقابل بستر و رقم بر صفات اندازه‌گیری شده فلفل دلمه‌ای

رقم	نوع بستر	درصد ماده خشک ریشه	درصد ماده خشک برگ
زرد	پیت	۱۵/۶۸±۴/۸۸c	۲۱/۹۸±۱/۳۶bc
قرمز	پیت	۱۳/۹۱±۳/۲۱ef	۲۰/۳۰±۰/۳۶ bc
سبز	پیت	۱۲/۳۵±۱/۲۷d	۲۵/۲۷±۰/۶۶ab
زرد	ضایعات نخل	۱۷/۲۶±۲/۱۳b	۱۹/۸۲±۲/۸۳ bc
قرمز	ضایعات نخل	۲۴/۰۱±۳/۲۹a	۲۱/۳۷±۰/۹۱ bc
سبز	ضایعات نخل	۱۳/۷۹±۰/۶۹d	۲۰/۶۸±۰/۳۳ bc
زرد	پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۱۲/۷۳±۳/۰۷e	۲۰/۲۹±۱/۶۴ bc
قرمز	پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۱۴/۵۴±۳/۹۴d	۲۰/۹۰±۰/۸۵ bc
سبز	پیت + ضایعات نخل (۵۰:۵۰)	۱۵/۸۶±۰/۹۴c	۱۸/۵۰±۱/۹۷c
زرد	پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۱۱/۰۴±۲/۵۸g	۲۰/۸۵±۲/۴۲ bc
قرمز	پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۱۱/۴۸±۱/۱۷fg	۱۹/۱۳±۱/۵۳c
سبز	پیت + ضایعات نخل (۷۵:۲۵)	۹/۵۲±۱/۳۴h	۲۱/۲۰±۰/۴۰ bc
زرد	پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۸/۷۰±۱/۴۷h	۲۸/۵۴±۲/۹۰a
قرمز	پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۱۵/۸۰±۲/۳۴c	۲۸/۵۴±۵/۲۲a
سبز	پیت + ضایعات نخل (۲۵:۷۵)	۲۴/۵۵±۱۷/۲۲a	۲۲/۰۵±۲/۰۸ bc

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با هم ندارند.

گول (۵) مطلوب بودن بستر پیت را به بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی آن نسبت داد. مامی و همکاران (۴) نشان دادند که بسترهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر ویتامین ث و اسیدیته میوه نشان ندادند. آنها دلیل این امر را به کم بودن ظرفیت تبادل کاتیونی بستر مرتبط دانستند.

گزارش‌های قبلی بیانگر اختلاف بین ارقام فلفل در بسیاری از صفات کیفی است به‌طوری که شرافتی و همکاران (۳) طی بررسی شاخص‌های کیفی ۵ رقم فلفل در کشت بدون خاک عنوان نمودند که میزان کلروفیل در ارقام فلفل دارای اختلاف معنی‌داری بوده است که بالاترین میزان آن در رقم Marona بوده، بیشترین ماده خشک و مواد جامد محلول مربوط به رقم Arian است و رقم Zard F1 بیشتری ویتامین ث را داشت. هم‌چنین ابوطالبی و حسن‌پور (۱) بالاترین ویتامین ث را در رقم یوکسل و بیشترین pH را در رقم چلباس و فرعون گزارش نمودند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق و با توجه به مسائل اقتصادی و استفاده از بازیافت ضایعات کشاورزی، می‌توان ضایعات نخل را به عنوان بستری مناسب برای جایگزینی با بستر رایج پیت در تولید فلفل گلخانه‌ای توصیه نمود. هم‌چنین طی این بررسی مشخص گردید که مخلوط کردن ضایعات نخل با پیت سبب بهبود ویژگی‌های آن مانند افزایش خلل و فرج و قابلیت نگه‌داری آب می‌گردد که سبب بهبود شرایط تغذیه‌ای محصولات می‌شود.

در مجموع، با توجه به نتایج به‌دست آمده، از آنجایی که پیت وارداتی بسیار گران‌قیمت است، کاربرد آن به عنوان بستر کشت بدون خاک در ایران توجیه اقتصادی ندارد. با در نظر گرفتن این‌که منابع زیادی از ضایعات نخل در جنوب کشور وجود داشته که از نظر خواص فیزیکی می‌تواند قابلیت‌های بالایی را برای استفاده در بستر کشت‌های بدون خاک داشته باشد و هم‌چنین با توجه به قیمت مناسب آن نسبت به هر بستر دیگر در استان هرمزگان می‌تواند به عنوان بستر کشت مناسب توصیه شود.

منابع مورد استفاده

۱. ابوطالبی، ع. ح. و ا. حسن‌پور. ۱۳۸۸. بررسی اثر رقم و تاریخ کاشت بر صفات کیفی گوجه فرنگی در کشت گلخانه‌ای. اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحه ۲۲۱.

۲. جوانپور هروی، ر.، م. بابالار، ع. کاشی، م. میرعبدالباقی و م. عسکری. ۱۳۸۴. اثر چند محلول غذایی و بستر کاشت در سیستم آبکشت بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای رقم "حمرا". مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۴): ۹۳۹-۹۴۶.

۳. شرافتی، م.، م. قاسم‌نژاد، غ.ع. پیوست و ه. شعبانی. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و برخی شاخص‌های کیفی پنج رقم فلفل در کشت بدون خاک. اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. مامی، ی.، غ.ع. پیوست، د. بخشی و ح. سمیع زاده.۱۳۸۷. تعیین بسترهای مختلف کاشت گوجه‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۲: ۳۹-۴۸.

5. Gul, A. 1996. Investigation on the effect of media and bag volume on cucumbers. Cahiers Options Méditerranéennes 31: 371-378.
6. Howard, L. R., S. T. Talcott, C. H. Brenes and B. Villalon. 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars as influenced by maturity. J. Agric. Food Chem. 48: 1713-1720.
7. Islam, M.D.S., S. Khan, T. Ito, T. Maruo and Y. Shinohara. 2002. Characterization of the physicochemical properties of environmentally friendly organic substrate in relation to rockwool. J. Hort. Sci. Biotech. 77: 143-148.
8. Maloupa, E., A. Abou-Hadid, M. Prasad and C. Kavafakis. 2001. Response of cucumber and tomato plants to different substrates mixtures of pumice in substrate culture. Acta Hort. 550: 593-599.

9. Miliauskas, G. Venskutonis, P.R. and T.A. Van Beek. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food Chem. 85: 231-237.
10. Premuzic, Z., M. Bargiela., A. Garcia., A. Rendina and A. Iorio. 1998. Calcium, iron, potassium, phosphorus and vitamin C content of organic and hydroponic tomatoes. HortSci. 33(2): 255-257.
11. Ranganna, S. 1997. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. 9th Edition, Tata McGraw-Hill, New Delhi.
12. Saure, M.C. 2001. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a calcium or a stress related disorder? Sci. Hort. 90: 193-208.
13. Shi, Z.Q., F. Jobin-Lawler, A. Gosselin, G. Turcote, A.P. Papadopoulos and M. Dorais. 2002. Effect of different EC management on yield, quality and nutraceutical properties of tomato grown under supplemental lighting. Acta Hort. 580: 241-247.
14. Simitchiev, H., V. Kanarziska., I. Popove and N. Atanasov. 1983. Biological effect of greenhouse tomatoes grown on rockwool. Acta Hort. 133: 59-66.
15. Singleton, V.L. and J.A. Rossi, Jr. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticul. 16(3): 144-158.
16. Topuz, A. and F. Ozdem. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. J. Food Comp. Anal. 20: 596-602.
17. Tüzel, I.H., Y. Tüzel, A. Gül, M.K. Meriç, O. Yavuz and R.Z. Eltez. 2001.Comparison of open and closed systems on yield, water and nutrient consumption and their environmental impact. Acta Hort. 554: 221-228.
18. Verdonck, O., D. De Vleeschauwer and M. De Boodt. 1982. The influence of the substrates to plant growth. Acta Hort. 126: 251-258.