مقایسه رشد، عملکرد و ویژگی‌های ظاهری میوه چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای در دو بستر کشت بدون خاک

لیلا اصلانی[۱*]، مصطفی مبلی[۱] و محمدمهدی مجیدی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۳۰)

چکیده

به منظور مقایسه اثر دو بستر کاشت بر رشد، سرعت گلدهی، عملکرد و ویژگی‌های ظاهری میوه چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل ۲×۴ در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل دو بستر پیت‌ماس ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ و کوکوپیت ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ و فاکتور دوم شامل چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata ، قرمز Inspratian، نارنجی Aracia و زرد Taranto بود. نتایج نشان داد که بستر پیت‌ماس ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ سبب ایجاد نتایج بهتری از نظر رشد رویشی شامل افزایش معنی‌دار طول و قطر ساقه، محتوای کلروفیل، وزن تر و خشک ساقه و ریشه گردید. پیت‌ماس همچنین باعث افزایش سرعت گلدهی، طول و قطر میوه، تعداد لوب، ضخامت پریکارپ و افزایش تعداد میوه، وزن تر و خشک میوه در بوته در مقایسه با کوکوپیت گردید. در بین ارقام، فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian در اکثر صفات مهم شامل کلروفیل برگ، وزن تر و خشک بوته، شاخص شکل میوه، ضخامت پریکارپ و عملکرد میوه بهتر از سایر ارقام بود. برای تعدادی از صفات نیز بین بستر و رقم اثر متقابل معنی‌دار وجود داشت که نشان می‌دهد واکنش ارقام در بسترهای مختلف متفاوت است.

واژه‌های کلیدی: بسترکاشت، پیت‌ماس، رشد رویشی، رقم‌های فلفل‌دلمه‌ای، کوکوپیت

مقدمه

با کشت پی‌درپی در خاک، منابع آن ضعیف شده و اغلب آلوده به بیماری‌ها می‌شوند، لذا کاشت سبزیجات در خاک ملزم به استفاده از آفت‌کش‌ها و کودهای زیادی است. به منظور جلوگیری از مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف این نهاده‌ها، تمایل به توسعهٔ سیستم‌های کشت بدون خاک برای تولید سبزیجات افزایش یافته است (۹ و ۱۰). در کشت بدون خاک، در بیش‌تر روش‌ها، یک بستر جامد و ترجیحاً خنثی که حمایت مکانیکی گیاه را بر عهده می‌گیرد بیشتر مورد توجه است (۱۱). ویژگی مواد بسترها، اثر مستقیم و غیرمستقیمی را بر فیزیولوژی گیاهی و تولید دارد (۱۳). علاوه بر حفاظت از محیط زیست، سیستم کشت بدون خاک برای دستیابی به محصول بیش‌تر و با کیفیت‌تر، حفظ آب و زمین، صرفه‌جویی در منابع آب، زمین و کارگر توسعه یافته است (۱۱).

بررسی‌ها نشان می‌دهد محصولات تولیدی به روش کشت بدون خاک کیفیت و عملکرد بهتری در مقایسه با کشت‌های خاکی دارند (۱۵). دانشمندان گزارش کردند که میزان محصول (کیلوگرم در متر مربع) گوجه‌فرنگی‌های پرورش یافته روی بستر، ۱۱ درصد بیش‌تر از کشت در سیستم لایه نازک محلول غذایی بوده است (۱۲). زمانی که سیستم محلول‌رسانی یکسانی برای بسترهای پرلیت متوسط، پرلیت درشت، پوست کاج، مخلوط پیت اسفاگنوم (۶۰٪) + پرلیت درشت (۲۰٪) + ورمیکولایت (۲۰٪) و مخلوط پیت اسفاگنوم (۵۰٪) + پرلیت درشت (۵۰٪) در

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
*. نویسندهٔ مسئول : l.aslani@ag.iut.ac.ir

کشت بدون خاک فلفل‌دلمه‌ای اعمال شد، مشاهده گردید بیش‌ترین محصول قابل‌فروش فلفل در متر مربع، زمانی به دست آمد که از بستر مخلوط پیت در مقایسه با سایر بسترها استفاده شد، اما نوع بستر کاشت تاثیری روی تشکیل میوه، تعداد گره در بوته یا طول ساقه نداشت (۹).

آرنا و همکاران (۸) در پژوهشی در سیستم کشت بدون خاک باز، به بررسی بسترهای پشم سنگ، پومیس، پرلیت و الیاف نارگیل بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد گوجه‌فرنگی پرداختند. نتایج آنها نشان داد وزن خشک میوه، برگ و ساقه در گیاهان پرورش داده شده در پرلیت، پومیس و الیاف نارگیل بیش‌تر از پشم سنگ بود. همچنین گیاهان کشت داده شده روی پومیس، پرلیت و الیاف نارگیل تعداد میوه‌های بیش‌تر و با وزن زیادتری نسبت به پشم سنگ داشتند. اما ایندن و همکاران (۱۱) نتایج متفاوتی به دست آورده و بیان کردند که تعداد میوه‌های موجود در خوشه گوجه‌فرنگی در بین بسترهای پشم سنگ، مخلوط پرلیت و سبوس برنج کربنی شده، پوست درخت سرو و کوکوپیت تفاوت معنی‌داری نشان نداد. از طرف دیگر، پشم سنگ و کوکوپیت نیز از نظر رشد و تولید تفاوت معنی‌داری نداشتند.

پیوست و همکاران (۱۴) گزارش کردند که رشد رویشی مناسب گیاهان کاشته شده در پیت سبب تاثیر بر طول بوته خیار با چندین شاخه شده و در نتیجه باعث زودرس تر شدن محصول و برداشت میوه بیش‌تر نسبت به بسترهای پرلیت، سبوس برنج و مخلوط پرلیت و سبوس برنج گردید. احتمالاً توانایی زیاد انتقال الکترون پیت موجب جذب مطلوب آب و مواد غذایی و در نتیجه آن رشد و توسعه بهتر بوته‌های خیار شده است.

زمانی که سیستم بدون خاک با بسترهای متفاوت شامل مخلوط پیت (۶۷٪) و شن (۳۳٪)، شن، پرلیت، مخلوط پیت‌ماس(۴۰٪) و پرلیت(۶۰٪)، پیت‌ماس، مخلوط کوکوپیت(۴۰٪) و پرلیت (۶۰٪) و کوکوپیت برای توت فرنگی استفاده شد، نتایج نشان داد که بسترهای دارای پیت، بیش‌ترین تعداد طوقه و برگ را داشتند و به طور کلی بستر پیت و کوکوپیت میوه‌هایی با شکل ناقص کم‌تر نسبت به سایر بسترها تولید کردند (۱۴). اسکردر و همکاران (۱۳) نیز تفاوت معنی‌داری از نظر طول ریشه خیار بین بسترهای کوکوپیت و کمپوست گزارش کردند.

بر اساس مطالب فوق، هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثر دو بستر کشت آلی شامل پیت‌ماس و کوکوپیت (همراه با ۲۰٪ حجمی پرلیت) بر رشد، سرعت گلدهی، ویژگی‌های ظاهری و عملکرد چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای متفاوت بود.

مواد و روش‌ها

نوع و اجرای آزمایش

به‌منظور بررسی بسترهای مختلف کاشت بر رشد، سرعت گلدهی، عملکرد و ویژگی های ظاهری میوه چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای آزمایشی به صورت کشت بدون خاک در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با میانگین دمای روزانه ۳۳-۲۷ و میانگین دمای شبانه ۱۳-۹ درجه سانتیگراد، به صورت فاکتوریل ۲×۴ در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید. در این آزمایش ۲ بستر کاشت و ۴ رقم متفاوت فلفل‌دلمه‌ای مورد مقایسه قرار گرفت. در هر واحد آزمایشی ۲ گلدان مورد استفاده قرار گرفت و در هر گلدان تعداد یک بوته کشت شد. بسترهای کاشت شامل پیت‌ماس ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ و کوکوپیت ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ بود که در آنها چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata، قرمز Inspratian، نارنجی Aracia و زرد Taranto کشت شد.

پس از پرکردن گلدان‌های ۷ لیتری با بستر مناسب، نشاءها به درون گلدان‌ها منتقل شدند. در این پژوهش از روش محلول‌رسانی قطره‌ای با استفاده از سیستم هیدروپونیک باز استفاده شد که در آن یک پمپ از طریق زمان‌سنج الکتریکی و با زمان‌بندی مناسب محلول غذایی را به قطره‌چکان‌ها ارسال می‌کرد. در ابتدای دوره کاشت به علت کوچک بودن گیاهان و نیاز کم آن‌ها به آب و عناصر غذایی، دفعات محلول‌رسانی دوازده بار در روز، به فواصل ۶۰ دقیقه و هر بار یک دقیقه انجام شد. با

رشد گیاهان میزان محلول‌رسانی به ۱۶ بار در روز افزایش و فواصل آبیاری به ۴۵ دقیقه کاهش یافت. مقدار دریافت محلول غذایی و فواصل محلول‌رسانی در بین تیمارها ثابت نگهداشته شد. از محلول غذایی ارائه شده توسط جانسون برای تغذیه گیاهان استفاده و از زمان کاشت نشاءها تا انتهای دوره، محلول‌رسانی توسط محلول جانسون با غلظت یک‌دوم انجام شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت

جهت تعیین جرم مخصوص ظاهری بسترها، صد سانتی‌مترمکعب از هر بستر توزین شده و سپس جرم آن بر حسب گرم اندازه‌گیری گردید. جرم‌مخصوص حقیقی بسترهای مختلف با استفاده از پیکنومتر تعیین گردید.

به منظور اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری رطوبت نیز بسترهای کاشت توسط آب اشباع و سپس بر روی کاغذ صافی قرار داده شدند تا آب ثقلی آن‌ها خارج شود. پس از خروج آب ثقلی، میزان رطوبت بسترها به روش وزنی تعیین گردید. سپس ظرفیت نگهداری رطوبت هر ماده به صورت حجمی و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\theta_v = \theta_m \times \rho b \qquad (۱)$$

θ_v: رطوبت حجمی θ_m: رطوبت وزنی ρb: جرم مخصوص ظاهری

تخلخل کل و تخلخل تهویه‌ای به کمک روابط زیر محاسبه گردید.

$$F_t = 1-(\rho b / \rho s) \qquad (۲)$$

F_t: تخلخل کل ρb: جرم مخصوص ظاهری ρs: جرم مخصوص حقیقی

$$F_a = F_t - \theta_v \quad (\qquad (۳$$

F_a: تخلخل تهویه‌ای

بسترهای کاشت با نسبت حجمی ۱:۵ با آب مقطر مخلوط و پس از گذشت ۲۴ ساعت صاف گردیدند و پ–هاش محلول‌ها توسط استفاده پ–هاش متر(مدل CP-501-ELM) و قابلیت هدایت الکتریکی با استفاده از هدایت سنج (مدل EC-60-ELMETRON) اندازه‌گیری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده بسترها در جداول ۱ و ۲ ارایه شده است.

اندازه‌گیری رشد و نمو گیاه

طول ساقه، پنج ماه پس از شروع آزمایش اندازه‌گیری و میانگین طول دو بوته در هر واحد آزمایشی در محاسبات استفاده شد. قطر ساقه، از محل میانگره سوم در همه تیمارها اندازه‌گیری شد. پنج ماه پس از شروع آزمایش مقدار کلروفیل برگ با استفاده از کلروفیل‌سنج دستی (مدل Hansatech Instrument Ltd, Kings Lynn, UK) اندازه‌گیری گردید. به این منظور در هر بوته میانگین کلروفیل چهار برگ از نواحی مختلف در نظر گرفته شد.

پنج ماه پس از شروع آزمایش گیاهان از محیط کشت خارج و ریشه‌ها به خوبی با آب شسته، رطوبت اضافی گرفته شد و ساقه‌ها و ریشه‌ها جداگانه توسط ترازوی دیجیتال توزین شدند. طول ریشه‌ها نیز با خط‌کش اندازه‌گیری گردید.

به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و ساقه، نمونه‌های گیاهی به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد در آون قرار گرفتند. سپس وزن خشک آن‌ها به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری سرعت گلدهی، تاریخ مشاهده اولین غنچه گل روی هر بوته یاداشت و سپس تعداد روز تا مشاهده اولین غنچه و سرعت گلدهی (روز/۱) محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت.

به منظور اندازه‌گیری عملکرد، تعداد و وزن میوه‌های برداشت شده از هر بوته در کل دوره یادداشت و سپس وزن تازه میوه در بوته محاسبه شد. میوه‌ها در مرحله سه‌چهارم رنگ اندازی برداشت شدند. طول و قطر تک‌تک میوه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال (میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. شاخص شکل میوه نیز از تقسیم طول به قطر میوه‌ها به‌دست آمد. تعداد لوب میوه‌های برداشت شده از هر بوته نیز شمارش و میانگین آنها برای مقایسات استفاده شد.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی بسترهای مورد استفاده برای پرورش فلفل دلمه‌ای

بستر	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	ظرفیت نگهداری رطوبت (درصد)	تخلخل کل (درصد)	تخلخل تهویه‌ای (درصد)
پیت‌ماس (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	۰/۱۸	۰/۷۷	۷۳/۰۷	۷۶/۰۶	۲/۹۹
کوکوپیت (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	۰/۱۲	۱/۳۶	۶۹/۵۹	۹۱/۳۵	۲۱/۷۶

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی بسترهای مورد استفاده برای پرورش فلفل دلمه‌ای

بستر	پ- هاش	هدایت الکتریکی(میلی‌زیمنس بر سانتیمتر)
پیت‌ماس (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	۶/۵۵	۸/۲۱
کوکوپیت (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	۶/۳۶	۱۱/۰۱

پردازش داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به‌روش کم‌ترین اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گردید. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر بستر کاشت بر میزان طول ریشه، قطر ساقه، کلروفیل نسبی، وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه، سرعت گلدهی، طول میوه، تعداد میوه در بوته، وزن تر هر میوه و وزن تر میوه در بوته در سطح احتمال یک درصد و بر قطر میوه و تعداد میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما اثر محیط کشت برطول ریشه و شاخص شکل میوه معنی‌دار نبود.

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر قطر ساقه، کلروفیل، وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه، سرعت گلدهی، طول و قطر میوه، تعداد لوب، تعداد میوه در بوته، وزن تر هر میوه و وزن تر میوه در بوته در سطح احتمال یک درصد و بر شاخص شکل میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اما اثر رقم بر طول ساقه و طول ریشه معنی‌دار نبود.

اثر متقابل بستر کاشت و رقم بر وزن تر ریشه و وزن تر هر میوه در سطح احتمال یک درصد و بر وزن تر و خشک ساقه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما برای سایر فاکتورها معنی‌داری نبود.

طول ساقه

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به طول ساقه نشان داد که طول ساقه بوته‌های کاشته شده در پیت‌ماس به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بوته‌های کاشته شده در کوکوپیت بود (جدول ۳) که با نتایج اقوانی‌شجری و همکاران (۱) روی گوجه‌فرنگی و سجادی‌نیا و همکاران (۲) روی حسن‌یوسف مطابقت دارد.

قطر ساقه

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به قطر ساقه نشان داد که بوته‌های کاشته شده در پیت‌ماس قطر ساقه بیشتری نسبت به گیاهان رشد یافته در کوکوپیت دارند، به‌طوری که قطر ساقه در پیت‌ماس برابر با ۱۰/۲۸ میلی‌متر و در کوکوپیت برابر با ۸/۷۰

۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی رقم‌های فلفل دلمه‌ای در بسترهای مختلف کاشت.

تیمار	طول ساقه (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	کلروفیل نسبی	وزن خشک ریشه (گرم)
بستر کاشت:				
پیت‌ماس (۸۰درصد) + پرلیت (۲۰درصد)	۵۸/۴۳a	۱۰/۲۸a	۴۴/۶۹a	۱۲/۵۳a
کوکوپیت (۸۰درصد) + پرلیت (۲۰درصد)	۵۲/۷۰b	۸/۷۰	۳۱/۳۸b	۷/۰۵b
رقم:				
فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata	۵۵/۷۸a	۱۰/۰۵a	۴۰/۳۵b	۱۱/۱۴a
فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian	۵۵/۸۵a	۱۰/۰۳a	۴۸/۹۸a	۱۲/۴۰a
فلفل‌دلمه‌ای نارنجی Aracia	۵۶/۷۰a	۸/۸۵b	۳۴/۴۷c	۷/۲۲b
فلفل‌دلمه‌ای زرد Taranto	۵۳/۹۳a	۹/۰۲b	۲۸/۳۴d	۸/۴۰b

در هر ستون و برای هر فاکتور میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

میلی‌متر بود (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه قطر ساقه در این دو بستر کشت با نتایج اقوانی‌شجری و همکاران (۱) مطابقت دارد که نشان دادند قطر ساقه در بوته‌های کاشته شده در پیت‌ماس بیشتر از کوکوپیت است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که بین ارقام از نظر قطر ساقه تفاوت معنی‌دار وجود دارد. البته بین رقم‌های سبز و قرمز و بین رقم‌های نارنجی و زرد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اما ارقام سبز و قرمز دارای قطر بیش‌تری نسبت به ارقام زرد و نارنجی بودند (جدول ۳).

کلروفیل نسبی

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به کلروفیل نسبی نشان داد که میزان کلروفیل نسبی مربوط به بوته‌های کاشته شده در پیت‌ماس به طور معنی‌داری بیش‌تر از بوته‌های کاشته شده در کوکوپیت بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که برگ‌های رقم قرمز دارای بیش‌ترین میزان کلروفیل نسبی برابر با ۴۸/۹۸ و رقم زرد دارای کم‌ترین میزان کلروفیل نسبی برابر با ۲۸/۳۴ بودند (جدول ۳).

وزن تر ساقه

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به وزن تر ساقه نشان داد که وزن تر ساقه بوته‌های کاشته شده در بستر پیت‌ماس، در مقایسه با بوته‌های کاشته شده در کوکوپیت به طور معنی‌داری بیش‌تر بود (جدول ۴) که با نتایج سجادی‌نیا و همکاران (۲) که بیان کردند وزن تر ساقه در بوته‌های کاشته شده در پیت‌ماس بیش‌تر از کوکوپیت است، مطابقت دارد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای هم نشان داد که بیشترین میزان این پارامتر مربوط به رقم قرمز بود که با رقم سبز نیز تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین میزان این پارامتر مربوط به رقم زرد بود که با ارقام نارنجی و سبز تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل نشان داد که افزایش وزن تر ساقه در بستر پیت‌ماس نسبت به کوکوپیت تابع رقم است. رقم قرمز در بستر پیت‌ماس بیش‌ترین افزایش وزن تر ساقه را داشته و این نتیجه بیان‌گر اثربخش بودن پیت‌ماس بر رقم قرمز نسبت به سایر ارقام است (جدول ۴). به عبارت دیگر، در حالی که در مجموع، کاشت ارقام در پیت‌ماس باعث افزایش ۲۲ گرمی (۲۷٪) وزن ساقه شد وقتی رقم قرمز در پیت‌ماس کاشته شده نسبت به کوکوپیت ۳۸ گرم (۳۷٪) افزایش وزن نشان داد.

جدول ۴- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل دلمه‌ای بر وزن تر ساقه (گرم)

رقم‌های فلفل‌دلمه‌ای	بسترهای کاشت		میانگین
	پیت‌ماس (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	کوکوپیت (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	
فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata	۸۵/۹۷b	۵۸/۷۶de	۷۲/۳۷AB
فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian	۱۰۰/۳۸a	۶۲/۵۰cde	۸۱/۴۴A
فلفل‌دلمه‌ای نارنجی Aracia	۷۱/۵۸cd	۶۶/۲۵cde	۶۸/۹۱B
فلفل‌دلمه‌ای زرد Taranto	۷۳/۳۷bc	۵۳/۵۸e	۶۳/۴۸B
میانگین	۸۲/۸۳A	۶۰/۲۷B	

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه اثر متقابل و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین‌های هر فاکتور (اثرات اصلی) است.

وزن خشک ساقه

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بسترهای کشت نشان داد که وزن خشک ساقه مربوط به بوته‌های کاشته شده در بستر پیت‌ماس به طور معنی‌داری (۳۶٪) بیش‌تر از کوکوپیت بود (جدول ۵). نتایج به دست آمده با نتایج اقوانی‌شجری و همکاران (۱) روی گوجه‌فرنگی و سجادی‌نیا و همکاران (۲) روی حسن‌یوسف مطابقت دارد. این افزایش در وزن خشک به دلیل افزایش در وزن تر در بستر پیت‌ماس نسبت به کوکوپیت است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به وزن خشک ساقه ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که بیشترین میزان این پارامتر مربوط به رقم قرمز و برابر ۱۶/۱۹ گرم بود و کم‌ترین میزان نیز مربوط به رقم زرد و برابر ۱۱/۹۷ گرم بود (جدول ۵). از آنجا که یک همبستگی معنی‌دار بین وزن خشک ساقه و وزن تر و خشک ریشه وجود داشته (جدول ۶) و از طرفی پیت‌ماس باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه شده (جداول ۳ و ۷) وزن خشک ساقه نیز در تیمار پیت‌ماس بیش‌تر از کوکوپیت بود. همچنین در رقم قرمز که وزن خشک ساقه بیشتر بود، وزن تر و خشک ریشه تر بیشتر بوده است (جداول ۳ و ۷). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل بین بستر و رقم نشان داد که افزایش وزن خشک ساقه در بستر پیت‌ماس نسبت به کوکوپیت تابع رقم است (جدول ۵). به عبارتی، در حالی که در مجموع، کاشت در پیت‌ماس باعث افزایش ۶ گرم (۳۶٪) در وزن خشک ساقه شد وقتی رقم قرمز در پیت‌ماس کاشته شد نسبت به کوکوپیت ۹ گرم (۴۳٪) افزایش وزن ساقه نشان داد.

در مجموع دلیل این که برای تمام صفات رویشی اندازه‌گیری شده بستر پیت‌ماس بهتر از کوکوپیت بوده، می‌تواند هدایت الکتریکی کمتر پیت‌ماس و قابلیت نگهداری بیشتر مواد غذایی آن باشد.

وزن تر ریشه

مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که وزن تر ریشه مربوط به بوته‌هایی که در بستر پیت‌ماس کاشته شده بیشتر است، به طوری که وزن تر ریشه در بستر پیت‌ماس برابر با ۱۱۳/۳۸ گرم و در بستر کوکوپیت برابر با ۷۷/۷۱ گرم بود (جدول ۷). این نتایج نشانگر شرایط مناسب شیمیایی (هدایت الکتریکی) بستر پیت‌ماس نسبت به کوکوپیت در این پژوهش است. اما سجادی‌نیا و همکاران (۲) تفاوت معنی‌داری در وزن تر ریشه حسن‌یوسف بین بسترهای کوکوپیت و پیت‌ماس گزارش نکردند. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که بیشترین وزن تر ریشه مربوط به رقم قرمز و کم‌ترین میزان آن مربوط به رقم نارنجی بود، در حالی که بین ارقام نارنجی و زرد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل نشان داد که

جدول ۵- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر وزن خشک ساقه (گرم)

رقم‌های فلفل‌دلمه‌ای	بسترهای کاشت		میانگین
	پیت‌ماس (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	کوکوپیت (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	
فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata	۱۷/۱۲b	۱۰/۷۵de	۱۳/۹۳B
فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian	۲۰/۷۲a	۱۱/۶۶d	۱۶/۱۹A
فلفل‌دلمه‌ای نارنجی Aracia	۱۴/۰۸c	۱۱/۰۴de	۱۲/۵۶BC
فلفل‌دلمه‌ای زرد Taranto	۱۴/۹۰bc	۹/۰۵e	۱۱/۹۷C
میانگین	۱۶/۷۰A	۱۰/۶۲B	

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه اثر متقابل و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین‌های هر فاکتور (اثرات اصلی) است.

رقم قرمز در بستر پیت‌ماس بیش‌ترین وزن تر ریشه را داشته و این نتیجه بیان‌گر اثر بیش‌تر پیت‌ماس بر رقم قرمز نسبت به‌سایر ارقام بود (جدول ۷).

وزن خشک ریشه

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، بیش‌ترین وزن خشک ریشه مربوط به بوته‌هایی بود که در بستر پیت‌ماس کاشته شده و ۴۳٪ بیش‌تر از بوته‌های کاشته شده در کوکوپیت بود (جدول ۳). نتایج به دست آمده با نتایج اقوانی‌شجری و همکاران (۱) روی گوجه‌فرنگی مطابقت دارد، اما سجادی‌نیا و همکاران (۲) تفاوتی را از نظر وزن خشک ریشه حسن‌یوسف در بین این دو بستر کاشت مشاهده نکردند. همان‌طور که در جدول ۳ نیز مشاهده می‌شود وزن تر ریشه نیز در بستر پیت‌ماس حدود ۴۴٪ بیش‌تر از کوکوپیت است که این افزایش وزن خشک را توجیه می‌کند. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۹۲) بین وزن خشک و تر ریشه وجود داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نیز نشان داد که بیش‌ترین مقدار این پارامتر مربوط به رقم قرمز بود که با رقم سبز تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان وزن خشک ریشه نیز مربوط به رقم نارنجی بود اما بین ارقام نارنجی و زرد نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

سرعت گلدهی

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سرعت گلدهی نشان داد که بوته‌های فلفل‌دلمه‌ای کاشته شده در بستر پیت‌ماس در مقایسه با کوکوپیت سریع‌تر به گل می‌روند (جدول ۸). رشد رویشی بهتر گیاهان کاشته شده در پیت‌ماس موجب تاثیر بر سرعت گلدهی شده و در نتیجه گیاهان رشد یافته در این بستر زودتر وارد فاز زایشی شدند. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای هم نشان داد که بین ارقام زرد و قرمز و بین ارقام نارنجی و سبز تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و ارقام زرد و قرمز دارای سرعت گلدهی بیش‌تر نسبت به ارقام سبز و نارنجی بودند (جدول ۸).

طول میوه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میانگین طول میوه بوته‌های کاشته شده در بستر پیت‌ماس برابر با ۷۹/۰۶ میلی‌متر و میانگین طول میوه در بستر کوکوپیت برابر با ۷۲/۳۵ میلی‌متر بوده و با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۸). با توجه به این مطلب که با افزایش هدایت الکتریکی بستر کاشت، اندازه میوه کاهش می‌یابد (۹) و به علت این که میزان هدایت الکتریکی بستر کوکوپیت بیشتر از پیت‌ماس بود (جدول ۲)، احتمالاً دلیل کاهش طول میوه در این بستر مربوط به این عامل بوده است. به هر حال، طویل بودن میوه فلفل‌دلمه‌ای به ویژه در زمستان که

جدول ۷- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر وزن تر ریشه (گرم)

رقم‌های فلفل‌دلمه‌ای	بسترهای کاشت		میانگین
	پیت‌ماس (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	کوکوپیت (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	
فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata	۱۲۲/۲۴b	۷۷/۶۴de	۹۹/۹۴B
فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian	۱۶۷/۶۵a	۱۰۰/۹۲c	۱۳۴/۲۸A
فلفل‌دلمه‌ای نارنجی Aracia	۷۵/۰۹de	۶۵/۱۲e	۷۰/۱۰C
فلفل‌دلمه‌ای زرد Taranto	۸۸/۵۷cd	۶۷/۱۷e	۷۷/۸۷C
میانگین	۱۱۳/۳۸A	۷۷/۷۱B	

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه اثر متقابل و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین‌های هر فاکتور (اثرات اصلی) است.

جدول ۸- مقایسه میانگین ویژگی‌های ظاهری واجزای عملکرد دربسترهای مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای

تیمار	سرعت گلدهی (روز/۱)	طول میوه (میلی‌متر)	قطر میوه (میلی‌متر)	شاخص شکل میوه	تعداد لوب میوه	وزن تر هر میوه (گرم)	وزن تر میوه در بوته (گرم)
بستر کاشت:							
پیت‌ماس (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	۰/۰۲۵a	۷۹/۰۶a	۶۱/۲۵a	۱/۳۰a	۳/۲۰a	۱۱۶/۱۷a	۶۶۷/۲۱a
کوکوپیت (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	۰/۰۱۸b	۷۲/۳۵b	۵۷/۷۳b	۱/۲۵a	۳/۰۷b	۹۵/۱۱b	۴۸۲/۳۴b
رقم:							
فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata	۰/۰۲۰b	۷۹/۰۲a	۶۴/۲۹a	۱/۲۳b	۳/۳۰a	۱۱۸/۴۳a	۵۱۶/۳۵b
فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian	۰/۰۲۳a	۸۲/۲۵a	۶۱/۳۳a	۱/۳۴a	۳/۰۸bc	۱۲۱/۳۵a	۵۹۲/۱۵ab
فلفل‌دلمه‌ای نارنجی Aracia	۰/۰۲۱b	۷۰/۹۲b	۵۷/۵۰b	۱/۲۹ab	۳/۲۲ab	۸۸/۷۲b	۵۶۱/۶۰ab
فلفل‌دلمه‌ای زرد Taranto	۰/۰۲۴a	۷۰/۶۴b	۵۴/۸۶b	۱/۲۳b	۲/۹۶c	۹۴/۰۴b	۶۲۹/۰۱a

در هر ستون و برای هر فاکتور میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

هوا در گلخانه خنک است و طول میوه‌ها کاهش می‌یابد یک حسن محسوب می‌شود (۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد، ارقام سبز و قرمز دارای طول بیش‌تری نسبت به ارقام زرد و نارنجی هستند و بین ارقام سبز و قرمز و همچنین ارقام نارنجی و زرد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۸).

قطر میوه

قطر میوه بوته‌های کاشته شده در بستر پیت‌ماس بیش‌تر از قطر میوه بوته‌های کاشته شده در کوکوپیت بود (جدول ۸). در مجموع اندازه میوه در بستر پیت‌ماس بیش‌تر بوده که از جمله دلایل آن می‌تواند هدایت الکتریکی کمتر پیت‌ماس (جدول ۲) و رشد بیش‌تر بوته‌ها در پیت‌ماس برای نمونه وزن تر و خشک ریشه و ساقه و ارتفاع بوته (جداول ۳ و ۴) را اشاره کرد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که ارقام سبز و قرمز دارای قطر بیش‌تری نسبت به ارقام زرد و نارنجی بودند (جدول ۸). بین ارقام سبز و قرمز و همین‌طور ارقام نارنجی و زرد از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۹- اثر متقابل بسترهای کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای بر وزن تر هر میوه (گرم)

رقم‌های فلفل‌دلمه‌ای	بسترهای کاشت		میانگین
	پیت‌ماس (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	کوکوپیت (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	
فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata	۱۴۴/۹۶a*	۹۱/۹۱d	۱۱۸/۴۳A
فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian	۱۱۸/۹۸bc	۱۲۳/۷۲ab	۱۲۱/۳۵A
فلفل‌دلمه‌ای نارنجی Aracia	۹۴/۸۰cd	۸۲/۶۴d	۸۸/۷۲B
فلفل‌دلمه‌ای زرد Taranto	۱۰۵/۹۴bcd	۸۲/۱۶d	۹۴/۰۴B
میانگین	۱۱۶/۱۷A	۹۵/۱۱B	

*- میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه اثر متقابل و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین‌های هر فاکتور (اثرات اصلی) است.

شاخص شکل میوه

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به شاخص شکل میوه نشان داد که بیشترین شاخص شکل میوه مربوط به رقم قرمز (۱/۳۴) بوده و با رقم نارنجی تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین آن مربوط به رقم سبز و زرد (۱/۲۳) بود (جدول ۸).

تعداد لوب

میانگین تعداد لوب میوه در بوته‌هایی که در پیت‌ماس کشت شدند برابر با ۳/۲۰ و بیش‌تر از کوکوپیت (۳/۰۷) بود (جدول ۸). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که ارقام سبز و نارنجی دارای تعداد لوب بیشتری نسبت به رقم قرمز و زرد بودند (جدول ۸). بنابراین، می‌توان پیش‌بینی کرد که ممکن است رقم زرد دارای میوه‌هایی با بازارپسندی کم‌تری نسبت به سایر ارقام باشد.

تعداد میوه در بوته

تعداد میوه در بوته‌های رشد یافته در بستر پیت‌ماس بیش‌تر و برابر با ۶/۳۸ عدد میوه در بوته بود در حالی که تعداد میوه در بوته‌های مربوط به بستر کوکوپیت برابر با ۵/۱۶ عدد در طول زمان آزمایش بود (جدول ۸). پیوست و همکاران (۱۲) در پژوهشی روی خیار و با مقایسه بسترهای پیت، پرلیت، سبوس برنج و مخلوط پرلیت و سبوس برنج گزارش کردند که بستر پیت با تولید بیش‌ترین تعداد میوه در رتبه اول نسبت به سایر بسترهای کاشت قرار داشته، که احتمالا به دلیل جذب مطلوب آب و مواد غذایی، رشد و توسعه بهتر بوته‌های خیار و افزایش تعداد میوه‌ها بوده است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل دلمه‌ای نشان داد که بیش‌ترین تعداد میوه در بوته مربوط به رقم زرد و برابر با ۷/۳۱ عدد و کم‌ترین تعداد میوه در بوته مربوط به رقم سبز و پس از آن رقم قرمز بود (جدول ۸).

وزن تر هر میوه

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به وزن تر هر میوه نشان داد که وزن تر هر میوه در بوته‌های پرورش یافته در بستر پیت‌ماس حدود ۱۸ درصد بیش‌تر از وزن تر هر میوه حاصل از بستر کوکوپیت بود (جدول ۹). پیوست و همکاران (۱۲) در پژوهشی روی خیار و با مقایسه بسترهای پیت، پرلیت، سبوس برنج و مخلوط پرلیت و سبوس برنج گزارش کردند که بستر پیت با تولید بیش‌ترین میوه‌هایی با وزن بیشتر در رتبه اول نسبت به سایر بسترهای کاشت قرار دارد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که بیش‌ترین وزن تر هر میوه مربوط به ارقام قرمز و پس از آن سبز بود که تفاوت

معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کم‌ترین میزان این پارامتر نیز مربوط به رقم نارنجی بود که با رقم زرد از نظر آماری تفاوت نداشت. ارقام نارنجی و زرد دارای تعداد میوه‌های بیش‌تری در بوته بودند (جدول ۸) که همین موضوع رشد بیش‌تر هر میوه را محدود می‌کند. مقایسه میانگین اثر متقابل بستر و رقم نشان داد که علیرغم این که بستر پیت‌ماس باعث افزایش وزن تر هر میوه می‌شود ولی در رقم قرمز این تأثیر معکوس بود و موجب کاهش وزن میوه شد (جدول ۹). همچنین رقم سبز بیش‌تر از سایر ارقام تحت‌تاثیر ویژگی‌های مطلوب این بستر قرار گرفت.

وزن تر میوه در بوته (عملکرد)

بستر پیت‌ماس سبب شد وزن تر میوه در بوته (عملکرد در طول دوره آزمایش) نسبت به کوکوپیت به طور معنی‌داری افزایش یابد (جدول ۸). کنتلیف و همکاران (۷) در پژوهشی روی فلفل گزارش کردند بیش‌ترین محصول قابل فروش فلفل در هر مترمربع، از مخلوط بستر پیت در مقایسه با سایر بسترها به دست آمد. اما، در پژوهشی که توسط سکریدر و همکاران (۱۴) روی خیار انجام شد تفاوت معنی‌داری از نظر میزان محصول بین دو بستر کوکوپیت و پیت‌ماس گزارش نشد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که بیشترین وزن تر میوه در بوته مربوط به رقم زرد بود که با ارقام نارنجی و قرمز نیز تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاشت فلفل‌دلمه‌ای در بستر پیت‌ماس ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ در مقایسه با کاشت در کوکوپیت ۸۰٪ + پرلیت ۲۰٪ باعث افزایش فاکتورهای رشد، سرعت گلدهی، عملکرد و ویژگی‌های ظاهری میوه می‌گردد. همچنین مشاهده شد که بین ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای نیز تفاوت معنی‌دار، وجود دارد، به طوری که فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian تقریبا در اکثر صفات اندازه‌گیری شده بهتر از سایر ارقام بود.

منابع مورد استفاده

۱. اقحوانی‌شجری، م.، ح. نعمتی، م. م. مهربخش، ج. فلاحی و ف. حقیقی‌تاجور، ۱۳۹۱. ارزیابی اثرات بستر کاشت و دور آبیاری بر شاخص‌های رشد گیاهچه‌ای ارقام گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه. *نشریه علوم باغبانی*، ۱ :۸۷-۹۵.

۲. سجادی‌نیا، ع.، م. خیاط و ح. ر. کریمی. ۱۳۹۰. اثر بسترهای کشت آلی بر ویژگی‌های رویشی و اکوفیزیولوژیک گیاه حسن‌یوسف (*Coleus blumei*). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۵: ۵۵-۶۰.

۳. مبلی، م. و پ. عقدک، ۱۳۹۰. تکنولوژی پرورش سبزی های گلخانه ای (در کشت خاکی و بدون خاک). انتشارات ارکان دانش، اصفهان.

4. Albaho, M., N. Bhat, H. Abo-Rezq and B. Thomas. 2009. Effect of three different substrates on growth and yieldof two cultivars of *Capsicum annuum*. Scientific Research. 28:227-233.
5. Amor, F.W., G. Ortuno and M.D. Gomez. 2007. Yield and fruit quality response sweet pepper plants cultivated in environmentally friendly substrates. Acta Hort. 761:527-531.
6. Arena, E., B. Fallico, C. M. Lanza, E. Lombardo and E. Maccarone. 2003. Chemical characterization of cherry tomato cultivated on different substrates. Acta Hort. 614: 705-710.13
7. Cantliffe, D.J., J. Funes, E. Jovicich, A. Paranjpe, J. Rodriguez and N. Shaw. 2003. Media and containers for greenhouse soilless grown cucumber, melons, peppers and strawberries. Acta Hort. 614:199-203.
8. Colla, G., F. Saccardo, E. Rea, F. Pierandrei and A. Salerno. 2003. Effects of substrates on yield, quality and mineral composition of soilless-grown cucumbers. Acta Hort. 614:205-209.
9. Inden, H. and A. Torres. 2004. Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. Acta Hort. 644:205-210.
10. Lopez, J., F. Vasquez and F. Ramos. 2004. Effect of substrate culture on growth, yield and fruit quality of the

greenhouse tomato. Acta Hort. 659:417-424.
11. MohammadiGhehsareh, A., N. Samadi and H. Borji. 2011. Comparison of date-palm wastes and perlite as growth substrates on some tomato growing indexes. Afr. J. Biotech. 10:4871-4878.
12. Peyvast, Gh., M. Noorizadeh, J. Hamidoghli and P. Ramezani-Kharazi. 2007. Effect of four different substrates on growth, yield and some fruit quality parameters of cucumber in bag culture. Acta Hort. 742:175-182.
13. Schnitzle, W.H. and N. Gruda. 2003. Quality issues of greenhouse production. Acta Hort. 614:663-674.
14. Schroeder, F.W. and H. Knaack. 2007. Gas concentration in the root zone of cucumber grown in different substrates. Acta Hort. 761:493-500.
15. Tehranifar, A., M. Poostchi, H. Arooei and H. Nematti. 2007. Effect of seven substrates on qualitative and quantitative characteristic of three strawberry cultivars under soilless culture. Acta Hort. 761:485-488.