

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

لیلا اصلانی<sup>۱\*</sup>، مصطفی مبلی<sup>۱</sup> و محمدمهری مجیدی<sup>۲</sup>

(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 فلفل دلمه‌ای آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل  $2 \times 2$  در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل دو بستر پیت ماس  $80\%$  + پرلیت  $20\%$  و کوکوپیت  $80\%$  + پرلیت  $20\%$  و فاکتور دوم شامل چهار رقم فلفل دلمه‌ای سبز *Taranto*، قرمز *Aracia* و زرد *Inspiratian* بود. نتایج نشان داد که بستر پیت ماس  $80\%$  + پرلیت  $20\%$  سبب ایجاد نتایج بهتری از نظر رشد رویشی شامل افزایش معنی دار طول و قطر ساقه، محتوای کلروفیل، وزن تر و خشک ساقه و ریشه گردید. پیت ماس 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، فلفل دلمه‌ای قرمز *Inspiratian* 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 معنی دار وجود داشت که نشان می‌دهد واکنش ارقام در بسترها متفاوت است.

**واژه‌های کلیدی:** بستر کاشت، پیت ماس، رشد رویشی، رقم‌های فلفل دلمه‌ای، کوکوپیت

### مقدمه

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 بسترها پرلیت متوسط، پرلیت درشت، پوست کاج، مخلوط پیت اسفاگنوم  $60\%$  + پرلیت درشت  $20\%$  + ورمیکولایت  $20\%$  و مخلوط پیت اسفاگنوم  $50\%$  + پرلیت درشت  $50\%$  در

با کشت پی‌درپی در خاک، منابع آن ضعیف شده و اغلب آلووده 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 توسعه 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 خشی که حمایت مکانیکی گیاه را بر عهده می‌گیرد بیشتر مورد توجه است (۱۱). ویژگی مواد بسترها، اثر مستقیم و غیرمستقیم را بر فیزیولوژی گیاهی و تولید دارد (۱۳). علاوه بر حفاظت از محیط زیست، سیستم کشت بدون خاک برای دستیابی به

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

کوکوپیت میوه‌هایی با شکل ناقص کم‌تر نسبت به سایر بسترهای 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 فلفل دلمهای متفاوت بود.

## مواد و روش‌ها

### نوع و اجرای آزمایش

به منظور بررسی بسترهای مختلف کاشت بر رشد، سرعت گلدهی، عملکرد و ویژگی‌های ظاهری میوه چهار رقم فلفل دلمهای آزمایشی به صورت کشت بدون خاک در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با میانگین دمای روزانه ۲۷-۳۳ و میانگین دمای شبانه ۹-۱۳ درجه سانتیگراد، به صورت فاکتوریل  $4 \times 2$  در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید. در این آزمایش ۲ بستر کاشت و ۴ رقم متفاوت فلفل دلمهای 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 فلفل دلمهای 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

کشت بدون خاک فلفل دلمهای اعمال شد، مشاهده گردید بیش‌ترین محصول قابل فروش فلفل در متر مربع، زمانی به دست آمد که از بستر مخلوط پیت در مقایسه با سایر بسترهای 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 ایندان و همکاران (۱۱) نتایج متفاوتی به دست آورده و بیان کردند که تعداد میوه‌های موجود در خوش 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 (۰.۶٪) و شن (۰.۳٪)، پرلیت، مخلوط پیتماس (۰.۴٪) و پرلیت (۰.۶٪)، پیتماس، مخلوط کوکوپیت (۰.۴٪) و پرلیت (۰.۶٪) 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

(ELMETRON) اندازه‌گیری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده بسترهای 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 میانگرۀ سوم در همه تیمارها اندازه‌گیری شد. پنج ماه پس از شروع آزمایش مقدار کلروفیل برگ با استفاده از کلروفیل سنج دستی (Hansatech Instrument Ltd, Kings Lynn, UK) مدل 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. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و ساقه، نمونه‌های گیاهی به مدت 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 یادداشت 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 بدست آمد. تعداد لوب میوه‌های برداشت شده از هر بوته نیز شمارش و میانگین آنها برای مقایسات استفاده شد.

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 غالقت یک‌دوم انجام شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت جهت تعیین جرم مخصوص ظاهری بسترهای، صد سانسی متربکعب از هر بستر توزین شده و سپس جرم آن بر حسب گرم اندازه‌گیری گردید. جرم مخصوص 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 بسترهای به روش وزنی تعیین گردید. سپس ظرفیت نگهداری رطوبت هر ماده به صورت حجمی و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\theta_v = \theta_m \times pb \quad (1)$$

$\theta_v$ : رطوبت حجمی  $\theta_m$ : رطوبت وزنی  $pb$ : جرم مخصوص ظاهری تخلخل کل و تخلخل تهویه‌ای به کمک روابط زیر محاسبه گردید.

$$F_t = 1 - (pb / ps) \quad (2)$$

$F_t$ : تخلخل کل  $pb$ : جرم مخصوص ظاهری  $ps$ : جرم مخصوص حقیقی  $F_a = F_t - \theta_v \quad (3)$

$F_a$ : 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-EC)

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

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

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

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

معنی دار بود. اما اثر رقم بر طول ساقه و طول ریشه معنی دار 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 معنی دار بود، اما برای سایر فاکتورها معنی داری نبود.

### پردازش داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به روش کمترین اختلاف معنی دار (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 معنی دار بود، اما اثر محیط کشت بر طول ریشه و شاخص شکل میوه معنی دار 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

### طول ساقه

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به طول ساقه نشان داد که طول ساقه بوته‌های کاشته شده در پیت‌ماس به‌طور معنی داری بیشتر از بوته‌های کاشته شده در کوکوپیت بود (جدول ۳) که با نتایج اقوانی شجری 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 بسترها مختلف کاشت.

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

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

وزن تر ساقه بوته‌های کاشته شده در بستر پیت ماس، در مقایسه با بوته‌های کاشته شده در کوکوپیت به طور معنی‌داری بیش تر بود (جدول ۴) که با نتایج سجادی‌نیا و همکاران (۲) که بیان کردند وزن تر ساقه در بوته‌های کاشته شده در پیت ماس بیش تر از کوکوپیت است، مطابقت دارد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل دلمه‌ای 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 پیت ماس نسبت به کوکوپیت تابع رقم است. رقم قرمز در بستر پیت ماس بیشترین افزایش وزن تر ساقه را داشته و این نتیجه بیان‌گر اثربخش بودن پیت ماس بر رقم قرمز نسبت به سایر ارقام است (جدول ۴). به عبارت دیگر، در حالی که در مجموع، کاشت ارقام در پیت ماس باعث افزایش ۲۲ گرمی (٪۲۷) وزن ساقه شد وقتی رقم قرمز در پیت ماس کاشته شده نسبت به کوکوپیت ۳۸ گرم (٪۳۷) افزایش وزن نشان داد.

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 پیت ماس بیشتر از کوکوپیت است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل دلمه‌ای 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 پیت ماس به طور معنی‌داری بیش تر از بوته‌های کاشته شده در کوکوپیت بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل دلمه‌ای 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

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

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

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

### 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 سجادی نیا و همکاران (۲) تفاوت معنی داری در وزن تر ریشه حسن‌یوسف بین بسترها کوکوپیت و پیت‌ماس گزارش نکردند. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل دلمه‌ای نشان داد که بیشترین میانگین داده‌های مربوط به رقم قرمز و کمترین میزان 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 معنی دار 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 (جدوال ۳ و ۷) وزن خشک ساقه نیز در تیمار پیت‌ماس بیش تر از کوکوپیت بود. همچنین در رقم قرمز که وزن خشک ساقه بیشتر بود، وزن تر و خشک ریشه تر بیشتر بوده است (جدوال 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

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بسترها کشت نشان داد که وزن خشک ساقه مربوط به بوته‌های کاشته شده در بستر پیت‌ماس به طور معنی داری (٪۳۶) بیش تر از کوکوپیت بود (جدول ۵). نتایج به دست آمده با نتایج اقوانی شجری و همکاران (۱) روی گوجه‌فرنگی و سجادی نیا 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 فلفل دلمه‌ای 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 معنی دار 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 (جدوال ۳ و ۷) وزن خشک ساقه نیز در تیمار پیت‌ماس بیش تر از کوکوپیت بود. همچنین در رقم قرمز که وزن خشک ساقه بیشتر بود، وزن تر و خشک ریشه تر بیشتر بوده است (جدوال 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).

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

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

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.

### سرعت گلدهی

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سرعت گلدهی نشان داد که بوته‌های فلفل دلمه‌ای 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 فلفل دلمه‌ای هم نشان داد که بین ارقام زرد و قرمز و بین ارقام نارنجی و سبز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت 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 فلفل دلمه‌ای به ویژه در زمستان که

رقم قرمز در بستر پیت‌ماس بیشترین وزن تر ریشه را داشته و این نتیجه بیان‌گر اثر بیشتر پیت‌ماس بر رقم قرمز نسبت به سایر 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 (۰/۹۲=۰/۷۲) بین وزن خشک و تر ریشه وجود داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ارقام متفاوت فلفل دلمه‌ای 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).

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

میانگین	بسترها کاشت	رقم‌های فلفل‌دلمه‌ای
پیت‌ماس (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	کوکوپیت (۸۰ درصد) + پرلیت (۲۰ درصد)	
۹۹/۹۴B	۷۷/۶۴de	۱۲۲/۲۴b فلفل‌دلمه‌ای سبز Traviata
۱۳۴/۲۸A	۱۰۰/۹۲c	۱۶۷/۶۵a فلفل‌دلمه‌ای قرمز Inspratian
۷۰/۱۰C	۶۵/۱۲e	۷۵/۰۹de فلفل‌دلمه‌ای نارنجی Aracia
۷۷/۸VC	۶۷/۱۷e	۸۸/۵۷cd فلفل‌دلمه‌ای زرد Taranto
	۷۷/۷۱B	۱۱۳/۳۸A میانگین

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 در بسترها مختلف کاشت و رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای

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

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.

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 (جداوی 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 همچنین ارقام نارنجی و زرد تفاوت ساقه و ارتفاع بوته (جداوی 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.

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

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

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

\*- 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.

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 احتمالاً 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 پیت ماس 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 فلفل دلمه‌ای نشان داد که بیشترین وزن تر هر میوه مربوط به ارقام قرمز و پس از آن سبز بود که تفاوت

#### 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 پیت ماس کشت شدند برابر با ۳/۲۰ و بیشتر از کوکوپیت (۳/۰۷) بود (جدول ۸). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به رقم‌های متفاوت فلفل دلمه‌ای 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 بازار پسندی کمتری نسبت به سایر ارقام باشد.

#### تعداد میوه در بوته

تعداد میوه در بوته‌های رشد یافته در بستر پیت ماس 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

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  $+/-.80$  + پرلیت  $+/-.20$  در مقایسه با کاشت در کوکوپیت  $+/-.80$  + پرلیت  $+/-.20$  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 تقریباً در اکثر صفات اندازه‌گیری شده بهتر از سایر ارقام بود.

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 تحت تأثیر 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). کتلتیف 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 بسترهای دست آمد. اما، در پژوهشی که توسط سکریدر و همکاران (۱۴)

### منابع مورد استفاده

- اقحوانی‌شجری، م.، ح. نعمتی، م. م. مهربخش، ج. فلاحتی و ف. حقیقی‌تاجور، ۱۳۹۱. ارزیابی اثرات بستر کاشت و دور آبیاری بر شاخص‌های رشد گیاهچه‌ای ارقام گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه. نشریه علوم باگبانی، ۱: ۸۷-۹۵.
- 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.
- مبلی، م. و پ. عقدک، ۱۳۹۰. تکنولوژی پرورش سبزی‌های گلخانه‌ای (در کشت خاکی و بدون خاک). انتشارات ارکان دانش، اصفهان.
- Albaho, M., N. Bhat, H. Abo-Rezq and B. Thomas. 2009. Effect of three different substrates on growth and yield of two cultivars of *Capsicum annuum*. Scientific Research. 28:227-233.
- 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.
- 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
- 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.
- 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.
- Inden, H. and A. Torres. 2004. Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. Acta Hort. 644:205-210.
- 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. Hamidoghi 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. Nemati. 2007. Effect of seven substrates on qualitative and quantitative characteristic of three strawberry cultivars under soilless culture. *Acta Hort.* 761:485-488.