گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۰)، ۶(۱): ۷۱-۸۴
مقاله پژوهشی
DOI: 10.52547/flowerjournal.6.1.71

اثرهای پیت خزه، کوکوپیت و پسماند شیرین‌بیان بر ویژگی‌های رشدی شمعدانی (*Pelargonium × hortorum* ‘Ringo 2000 Deep Red’)

مسعود قاسمی قهساره*، مریم قنبری سلیمان‌آبادی، سعید ریزی
گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
mghasemi1352@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۳، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۵/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱۶

چکیده

شمعدانی یکی از گیاهان زینتی مهم گلدانی و باغچه‌ای است که گزینش و تهیه یک محیط کشت مناسب، برای موفقیت تولید آن اهمیت دارد. برای بررسی اثر کاربرد پیت خزه، کوکوپیت و پسماند ریشه شیرین‌بیان در آمیخته‌ای با پایه خاک (۵۰٪ حجمی شامل خاک و پرلایت به نسبت ۵:۲)، آزمایشی در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با ۶ تیمار (۵۰٪ حجمی) شامل پیت خزه (P50)، کوکوپیت (C50)، پسماند ریشه شیرین‌بیان (L50)، پیت + کوکوپیت (P25C25)، پیت + پسماند شیرین‌بیان (P25L25) و کوکوپیت + پسماند شیرین‌بیان (C25L25) انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار شاخص‌های رشد اندام هوایی شمعدانی شامل ارتفاع بوته، وزن تر شاخساره، وزن خشک شاخساره، شمار برگ، میانگین سطح برگ، شمار گل‌آذین، طول دمگل و رتبه کیفیت ظاهری مربوط به بستر P50 بود. بیشترین مقدار شاخص‌های رشد ریشه شامل وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و حجم ریشه در بستر پیت خزه + کوکوپیت به‌دست آمد. بیشترین نسبت سطح برگ (LAR) و محتوای نسبی آب برگ مربوط به تیمار P50 و بیشترین مقدار کلروفیل مربوط به تیمار P25L25 بود. به‌طور کلی بهترین عملکرد رویشی و زایشی گیاه شمعدانی در تیمار P50 (حاوی خاک لومی (۳۵٪) پرلایت (۱۵٪) و پیت خزه (۵۰٪)) و پس از آن در تیمار P25C25 دیده شد. بنابراین، در شرایط نبود دسترسی به پیت خزه می‌توان کمتر از ۵۰٪ از پیت خزه را با کوکوپیت جایگزین کرد و مقدار بیشتر کوکوپیت روی رشد گیاه اثر منفی دارد. پسماند شیرین بیان بر بیشتر شاخص‌های اندازه گیری شده اثر منفی داشت.

واژه‌های کلیدی: کلروفیل، گلدهی، محتوای نسبی آب برگ، محیط ریشه، نسبت سطح برگ.

مقدمه

صنعت باغبانی در حال گسترش و دسترسی به محیط‌های کشت مناسب در حال کاهش است. از سوی دیگر نوع و ترکیب محیط‌های در دسترس در کشورهای مختلف، متفاوت است. بنابراین محیط‌های کشت تجاری و مناسب گران‌تر شده و تقاضا برای آن‌ها افزایش می‌یابد به‌طوری که تعیین یک محیط کشت مناسب، ارزان و دردسترس برای رشد گیاهان اهمیت روزافزون دارد.

گیاه شمعدانی از تیره Geraniaceae و انواع مهم زیر پرورش آن شامل چهار گروه اصلی حلقه‌دار، عطری، برگ‌عشقه‌ای[۱] و گل‌درشت است و بیشترین کشت مربوط به گروه شمعدانی حلقه‌دار یا "Zonal" و گونه *Pelargonium* × *hortorum* است (Fonteno, 1992a). شمعدانی یکی از گیاهان زینتی است که به‌طور گسترده و اغلب به صورت گلدانی استفاده می‌شود و جزء ۱۰ گیاه پرمصرف باغچه‌ای است (Gaston *et al*., 1997; Ghasemi Ghehsareh & Mohammadi, 2008).

بخش بزرگی از صنعت گیاهان زینتی مربوط به پرورش گیاهان در ظرف‌های کشت مثل گلدان است. تغییر سیستم کشت خاکی به کاشت در محیط محدود مثل گلدان و دیگر ظروف کشت باعث محدود شدن ریشه می‌شود. محدود شدن حجم ریشه گیاه در گلدان باعث محدود شدن ریشه و گاهی نمو بیشتر اندام هوایی می‌شود (Gruda, 2019). ترکیب صحیح ماده‌ها به عنوان محیط کشت برای بهینه کردن رشد گیاه مورد تقاضا است و حدود ۴ تا ۶ درصد هزینه تولید گیاهان باغچه‌ای را تشکیل می‌دهد (Khan *et al*., 2012).

بستر کشت، محیطی را برای ریشه فراهم می‌کند که دارای ویژگی‌هایی است که آب، هوا و عنصرهای غذایی را برای گیاه فراهم می‌کند. ماده‌های آلی و غیر آلی می‌توانند به عنوان اجزای سازنده بستر کشت به‌کار روند (Gruda, 2019; Savvas & Gruda, 2018; Savvas & Passam, 2002). محیط کشت مناسب، دارای توانایی برقراری تعادل بین ذخیره هوا و آب در حین و بعد از آبیاری بوده تا از تنش خشکی و آسیب‌های ریشه‌ای جلوگیری کند (Fonteno, 1992b). در واقع توانایی بستر کاشت برای فراهم کردن این تعادل یک عامل کلیدی در توسعه بسترهای کشت بدون خاک است. از سوی دیگر این بسترها به پرورشگران اجازه می‌دهد تا به دقت بر آب، هوا، عنصرهای غذایی قابل دسترس ریشه گیاه و مهار بیمارگرها، کنترل داشته باشند (Savvas & Passam, 2002).

بسیاری از تولیدکنندگان شمعدانی بر این عقیده‌اند که بخشی از خاک پاستوریزه شده مزرعه را در آمیخته قرار دهند. خاک معدنی می‌تواند گنجایش بافری را افزایش دهد، بارهای آبیاری را کاهش دهد و آمیخته را سنگین‌تر کند. پوکی آمیخته بدون خاک باید دستکم ۸۰٪ باشد، در حالی که برای آمیخته با پایه خاک باید دستکم ۷۰٪ باشد. pH بهینه برای شمعدانی‌های حلقه‌دار باید ۵/۵ تا ۶/۵ و برای شمعدانی‌های برگ عشقه‌ای کمی کمتر (۵/۵ تا ۵/۸) باشد (Fonteno, 1992a). هنگام استفاده از کمینه ۲۵٪ خاک معدنی (از نظر حجم) ، pH باید در سمت بالای دامنه باشد. گیاهان را می‌توان در پیت خالص کشت کرد، اما در این بستر اغلب آب اضافی دریافت می‌کنند که باعث ایجاد میانگره‌های کشیده، برگ‌های بزرگ و مشکلات کنترل ارتفاع می‌شود (Dole & Wilkins, 2005; Fonteno, 1992a). هدایت الکتریکی محیط کشت برای رشد بهینه شمعدانی‌های بذری ۳ تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر و برای شمعدانی‌های برگ عشقه‌ای ۰/۹ تا ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر است (Dole & Wilkins, 2005). آمیخته‌های گلدانی مهمترین عامل در تولید گل‌های باکیفیت در گلکاری هستند (Kashihara *et al*., 2011) و اهمیت گزینش و ساخت یک محیط کشت برای شمعدانی در حدی است که موفقیت در هر مرحله از پرورش به آن وابسته است (Dole & Wilkins, 2005).

پرورشگران می‌توانند بسیاری از آمیخته‌های تجاری موجود را در بازار انتخاب کرده و یا آمیخته را خود آماده کنند. اجزای دقیق آمیخته به اندازه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ایجاد شده دارای اهمیت کمی هستند و هر ماده ارزان و در دسترس که

۱- Ivy- leaved pelargonium

بتواند شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب رشد گیاه فراهم کند را می‌توان در بستر کشت استفاده کرد. به‌طور کلی هیچ آمیخته جادویی وجود ندارد که بهترین بستر برای رشد یک گیاه باشد. انتخاب محیط کشت به عوامل زیادی، از جمله در دسترس بودن ماده‌ها، اندازه و نوع ظرف کشت، نحوه کار پرورشگر و روش آبیاری بستگی دارد. محیط‌های کشت برای مصرف کننده، باید دارای مقادیر کم نمک‌های محلول و تهویه و نگهداشت آب زیاد باشند؛ نیز آهسته خشک شوند و آبیاری بیش از حد مشکلی برای گیاه ایجاد نکند. (Fonteno, 1992a).

ماده‌های آلی حاصل از کشاورزی، جنگل، فضای سبز، پرورش دام و همچنین پسماندهای شهری و زباله‌های صنعتی منابع غنی از عنصرهای غذایی مختلف هستند (Fitzpatrick, 1986) و همگی برای استفاده به عنوان منابع تجدیدپذیر در تولید گلدانی توصیه شده‌اند که این کار به رفع اثرهای مضر آن‌ها بر محیط زیست منطقه‌ای و جهانی نیز کمک می‌کند (Ribeiro *et al.*, 2000). برای تهیه آمیخته‌های گلدانی از ماده‌های آلی مانند انواع پیت، پوست درختان، سبوس برنج، الیاف نارگیل، ضایعات یاخته‌زی نخل، کمپوست ماده‌های آلی، پسماند نیشکر و شیرین‌بیان و همچنین از ماده‌های معدنی مثل پرلیت، پومیس، راک وول، پشم سنگ، شن و ماسه استفاده می‌شود.

یکی متداول‌ترین محیط‌های کشت غیر آلی پرلیت می‌باشد که یک سنگ آتشفشانی ایجاد شده از سیلیکات آلومینیوم است. دارای گنجایش تبادل کاتیونی بسیار ناچیز در حدود ۰/۱۵ و pH خنثی می‌باشد و زهکشی خوبی را ایجاد می‌کند. گنجایش نگهداشت آب پرلیت پایین بوده و بسته به ابعاد ذره‌های آن متفاوت است (Mercurio, 2007). یکی از ماده‌های آلی ایده‌آل در بستر کشت، پیت خزه است (Bragg, 1990). در واقع پیت به عنوان تعدیل کننده خاک استفاده شده و از اجزاء مهم محیط رشد برای گیاهان است. دارای pH اسیدی بوده و گنجایش نگهداری آب آن بالا می‌باشد؛ به‌طوری که حدود ۶۰ درصد حجم خود، آب جذب می‌کند (Sharma & Salokhe, 2012). شیرین‌بیان[1] گیاهی بومی مناطق مدیترانه‌ای است و در بیشتر نقاط ایران می‌روید. ریشه‌های عمیق این گیاه حاوی گلوکز، سوکروز، آسپاراجین، ماده‌های آلبومیدی، رزین و کمی اسانس است. ماده اصلی که باعث شیرینی این گیاه می‌شود گلیسیریزین است (Amooei *et al.*, 2015). عصاره گیاه از ریشه‌های خرد شده آن و از راه جوشاندن و فشردن استخراج می‌شود. شمار زیادی کارخانه استخراج عصاره در ایران و به‌ویژه استان فارس وجود دارد که مقدار زیادی پسماند تولید می‌کنند که می‌توان از آن در بستر کاشت استفاده کرد.

برای تعیین بستر کشت مناسب گل‌های مختلف پژوهش‌های زیادی انجام شده است. گزارش شده که می‌توان گیاهان گلدانی شمعدانی پیچ[2] و اطلسی[3] را در بستر با پایه پیت آمیخته شده با Biochar و یا ورمی‌کمپوست پرورش داد (Álvarez *et al.*, 2018). گیاهان در این محیط‌ها واکنش فیزیولوژیک مشابه یا بهتر نسبت به بستر شاهد با پایه پیت نشان دادند. در رز مینیاتور[4] کشت شده در بسترهایی که ۵۰٪ آن خاک و پرلایت (با نسبت ۵:۲) و بقیه آن ماده‌های آلی تشکیل شده از پیت خزه، کوکوپیت و تفاله ریشه شیرین‌بیان بود، بیشترین ارتفاع گیاهان در بستر کوکوپیت، بیشترین نسبت ریشه به شاخساره در بستر تفاله ریشه شیرین‌بیان، بیشترین حجم ریشه در آمیخته پیت + کوکوپیت و بیشترین مقدار کلروفیل و کاروتنوئید برگ در آمیخته پیت+ تفاله شیرین‌بیان دیده شد. اما در دیگر شاخص‌ها (وزن تر و خشک ریشه و شاخساره، طول انشعاب‌های جانبی، شمار و سطح

۱- *Glycyrrhiza glabra* L.
۲- *Pelargonium peltatum* (L.) L'Hér. ex Aiton
۳- *Petunia* × *hybrida*
۴- *Rosa* 'Orange Meillandina'

برگ، محتوای نسبی آب برگ، شمارگل، و کیفیت ظاهری) بیشترین مقدار در بستر پیت خزه ۵۰٪ دیده شد (Ghasemi Ghehsareh *et al.*, 2020). کاربرد آن در بستر خیار گلخانه‌ای با بهبود ساختمان و جلوگیری از متراکم شدن خاک و حفظ آب گرانشی (قابل زهکشی)، باعث ایجاد محیطی مناسب جهت رشد گیاه شده و افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی و شمار گل در بستر حاوی ۴۰٪ کمپوست شیرین‌بیان را باعث شده است (Rajaie *et al.*, 2015).

بررسی قابلیت استفاده از کمپوست‌های ساخته شده از لجن فاضلاب، کاه و یا برگ به عنوان بسترهای کشت شمعدانی حلقه‌دار[1] در مقایسه با بستر پیت خزه نشان داده است که بالاترین کیفیت گیاهان در بسترهای لجن فاضلاب – کاه یا لجن فاضلاب – برگ به همراه پیت با نسبت حجمی ۳:۱ حاصل می‌شود (Zawadzińska & Salachna, 2015). همچنین کاربرد کمپوست و ورمی‌کمپوست زباله‌های سبز به عنوان جایگزین‌های پیت خزه در بستر کشت شمعدانی حلقه‌دار و گل همیشه بهار نشان داده که ورمی‌کمپوست ضایعات سبز به عنوان بخشی از جایگزین برای پیت خزه در کشت شمعدانی، بهتر از کمپوست آن است (Gong *et al.*, 2018).

با توجه به اهمیت بستر کشت در موفقیت پرورش گیاهان با کیفیت شمعدانی، این پژوهش با استفاده از پیت خزه به عنوان یکی از محیط‌های کشت آلی رایج در دنیا، کوکوپیت به عنوان یکی از مهمترین جایگزین‌های پیت خزه و نیز پسماند ریشه شیرین‌بیان به عنوان یک پسماند آلی در دسترس از کارخانه‌های فرآوری گیاه شیرین‌بیان در ایران انجام شد تا بهترین محیط کشت برای این گیاه تعیین شود.

مواد و روش‌ها

برای معرفی یک آمیخته گلدانی مناسب و بررسی امکان کاربرد پسماند ریشه شیرین‌بیان برای پرورش شمعدانی، آزمایشی در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با ۶ تیمار (جدول ۱) و ۶ تکرار در گلخانه پژوهشی دانشگاه شهرکرد، با دمای روزانه ۲±۲۵ و دمای شبانه ۲±۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۰ تا ۶۵ درصد، اجرا شد.

جدول ۱- نسبت بسترهای به‌کار رفته در محیط‌های کشت.

Table 2- The ratio of the substrates used in the media.

پسماند شیرین‌بیان Licorice residue (%)	پیت خزه Peat moss (%)	کوکوپیت Coco peat (%)	خاک: پرلایت Soil:Perlite (5:2) (%)	تیمارها Treatments
-	-	50	50	C50
-	50	-	50	P50
50	-	-	50	L50
-	25	25	50	C25P25
25	-	25	50	C25L25
25	25	-	50	P25L25

* P: پیت خزه، C: کوکوپیت، L: پسماند ریشه شیرین‌بیان.

* P: Peat moss, C: Coco peat, L: licorice root residue.

۱- *Pelargonium* × *hortorum* 'Ringo 2000 Deep Red'

نشاءهای توپی ۴ تا ۵ برگی یکنواخت (Syngenta Flowers, Netherlands) خریداری شده از تولید کننده معتبر در اصفهان، در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۸ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌مترحاوی آمیخته‌های مختلف (تیمارها) تهیه شده از خاک مزرعه، پیت خزه شرکت کلاسمن (Klasmann-Deilmann TS 1fine)، کوکوپیت و پسماند ریشه شیرین‌بیان کمپوست نشده با ویژگی‌های ذکر شده در جدول ۲ کشت شدند. ماده‌های آلی به کار رفته پیش از آمیختن به مدت ۴ ساعت در آب خیسانده و سه بار آبشویی شدند. پس از استقرار، گیاهان هر پانزده روز با کود کامل (N20P20K20) به نسبت یک در هزار کودآبیاری شدند. دور و مقدار آبیاری گیاهان در تمام تیمارها یکسان بود. پس از گذشت ۴ ماه شاخص‌های رشد از جمله ارتفاع گیاه، شمار انشعاب‌های شاخه، قطر ساقه (Dijital caliper Guanglu 0-100 mm)، شمار گل، شمار برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره، نسبت سطح برگ[۱] (وزن خشک گیاه/ سطح برگ=LAR) (Sudhakar *et al*., 2016)، زیبایی ظاهری، محتوای کلروفیل برگ و محتوای نسبی آب برگ[۲] (RWC) اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- ویژگی‌های ماده‌های مورد استفاده به عنوان بستر کشت.

Table 1- Properties of materials used as substrate.

بسترها Substrates*	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})	pH	نگهداشت رطوبت Moisture retention (%)	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	فسفر Phosphorus ($mgkg^{-1}g$)	پتاسیم Potassium ($mgkg^{-1}$)
Soil	1.23	7.67	-	0.06	0.57	19.4	325
P	0.34	6.00	70.9	1.12	36.27	78.5	550
C	0.48	7.03	62.2	0.56	31.59	93.6	730
L	0.6	7.40	33.1	1.51	19.11	118.4	440

*P: پیت خزه، C: کوکوپیت، L: پسماند ریشه شیرین‌بیان.

* P: Peat moss, C: Coco peat, L: Licorice root residue.

کیفیت ظاهری گیاه با دیدن گیاهان رشد یافته هر تیمار توسط چهار نفر از علاقه‌مندان به گل و گیاهان زینتی و نمره‌دهی از یک تا ده تعیین و در پایان میانگین نمره‌ها برای هر تیمار در نظر گرفته شد. برای استخراج رنگدانه‌های نورساختی، ۰/۵ گرم برگ جوان را به همراه ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ ساییده و حجم آمیخته حاصل با استون به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و جذب رونشین را در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و مقدار کلروفیل با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Arnon, 1949; Lichthentaler, 1987):

Chlorophyll a (μgml^{-1}) = [12.7 (A663) – 2.69 (A645)]
Chlorophyll b (μgml^{-1}) = [22.9 (A645) – 4.68 (A663)]
Total Chlorophyll (μgml^{-1}) = [20.2(A645) + 8.02(A663)]

۱- Leaf area ratio
۲- Relative water content

A663: جذب در طول موج ۶۶۳ نانومتر

A646: جذب در طول موج ۶۴۵ نانومتر

برای تبدیل میکروگرم بر میلی‌لیتر عصاره به میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه، مقادیر حاصل در V/(1000×W) ضرب شدند که V حجم نهایی حلال (استون) بر حسب میلی‌لیتر و W وزن نمونه برگ برحسب گرم است.

محتوی نسبی آب برگ با استفاده از دیسک‌های یک سانتی‌مترمربعی برگ اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری در زمان فرارسیدن زمان نیاز به آبیاری و پیش از آبیاری گیاهان انجام شد. ابتدا وزن تر ۱۰ عدد دیسک برگ (FW) اندازه‌گیری و پس از قرار دادن آن‌ها در آب به مدت ۲۴ ساعت در روشنایی و دمای ۲۳ درجه سلسیوس، وزن حالت آماس (TW) اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک و دوباره وزن شدند. محتوای نسبی آب برگ با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Barr & Weatherley, 1962):

$$RWC\ (\%) = [(FW - DW)/(TW- DW)] \times 100$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها-با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹ (۲۰۰۲) انجام، و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بسترهای کشت مورد آزمایش روی تمام شاخص‌های رشد به جز شمار انشعاب‌ها و قطر ساقه اثر معنی‌دار داشت. بیشترین مقدار شاخص‌های رشد اندام هوایی شمعدانی شامل ارتفاع بوته (۲۵/۶ سانتی‌متر)، وزن تر شاخساره (۱۱۲/۲۶ گرم)، وزن خشک شاخساره (۱۶/۹۳ گرم)، شمار برگ (۴۵/۲)، و میانگین سطح برگ (۲۱/۴ سانتی‌متر مربع) مربوط به تیمار P50 بود. کمترین مقدار این شاخص‌ها مربوط به تیمار L50 بود (جدول ۳). بیشترین نسبت سطح برگ (LAR) (۱۱۹/۵) مربوط به تیمار P50 و کمترین آن (۶۸/۹۸) مربوط به L50 بود (جدول ۴).

نتایج پژوهش نشان دهنده افزایش معنی‌دار ارتفاع، وزن تر و خشک شاخساره شمعدانی در بستر دارای ۵۰٪ پیت خزه می‌باشد. در واقع حضور پیت در بستر، اثر افزایشی بر رشد رویشی گیاه داشته به‌طوری که آمیخته ۲۵٪ پیت به همراه ۲۵٪ کوکوپیت نیز موثر واقع شده است. نقش نیتروژن در رشد اندام هوایی گیاه از یک‌سو و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پیت از سوی دیگر دلایلی است که باعث می‌شود، بالاتر بودن شاخص‌های رشدی در این بستر دور از ذهن نباشد (Esmaeili *et al.*, 2013). رشد گیاه میخک[۱] (Shahbazi *et al.*, 2012) و فیکوس بنجامین[۲] (Mahmboub, 2008) در بستر آلی پیت به دلیل گنجایش نگهداشت بالای آب به بیشترین میزان خود رسید. وزن خشک شاخساره در گیاه دراسنا[۳] کشت شده در بستر دارای ۵۰٪ پیت افزایش یافت (Esmaeili *et al.*, 2013). Bañón *et al.* (2009) دریافتند که کوکوپیت نسبت به پیت تأثیر کمتری بر رشد گیاهان دارد و گونه‌های گیاهی رشد یافته در پیت قوی‌تر بودند. آمیخته گلدانی حاوی ۵۰٪ پسماند شیرین‌بیان باعث کاهش رشد و در نتیجه کاهش ارتفاع و وزن تر و خشک گیاهان گردید که با نتایج سایر پژوهشگران در رز مینیاتور (Gheasemi Ghehsareh *et al.*, 2020) و توت فرنگی[۴] (Yavari *et al.*, 2009) همسو است. این اثر ممکن است ناشی از نپوسیدگی تفاله و وجود ماده‌های بازدارنده در آن باشد. از سوی دیگر رشد پدیده‌ای است که حاصل تقسیم یاخته‌ای توسعه و

۱- *Dianthus caryophyllus* L.
۲- *Ficus bengamina* L.
۳- *Dracaena marginata* Ait.
۴- *Fragaria* × *ananassa* Duch. Cv. 'Selva'

تمایز یاخته و فرایندهای ژنتیکی، فیزیولوژیک، اکولوژیک و مرفولوژیک مرتبط و بر همکنش‌های پیچیده آن‌ها می‌باشد و کمبود آب از راه محدود کردن نمو یاخته با کاهش آماس و محدود کردن تقسیم یاخته‌ای به دلیل اختلال در تقسیم میتوز رشد را کاهش می‌دهد (Farooq *et al*., 2009). همچنین تهویه خوب خاک باید با گنجایش نگهداشت آب بالا همراه باشد تا رشد گیاه افزایش یابد (MirseyedHosseini *et al*., 2017). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پیت خزه در کنار آمیخته خاک و پرلیت (۲:۵) با تامین رطوبت وتهویه مناسب و کاهش pH رشد گیاه را نسبت به دیگر بسترها بهبود داده است اما تفاله ریشه شیرین‌بیان به دلیل گنجایش نگهداشت آب کم و نیز احتمال وجود ماده‌های بازدارنده رشد را کاهش داده است.

یکی از عوامل مهم کاهش طول ساقه تنش آبی است چون تورژسانس یاخته‌ای رشد برگ و رشد کلی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Oki & Lieth, 2004). اثر افزاینده تیمار حاوی ۵۰٪ پیت بر سطح و شمار و نسبت سطح برگ در شمعدانی با نتایج دیگر پژوهشگران در دراسنا، توت فرنگی و پتوس[۱] همسو است (Esmaeili *et al*., 2013; Khayyat *et al*., 2007; Tehranifar *et al*., 2006). در گیاه سیکلمن[۲] نیز مشخص شده که شمار برگ در کوکوپیت کمتر از پیت خزه است (Qing-chao *et al*., 2014). در واقع رشد برگ بیشترین همبستگی را با گنجایش نگهداشت رطوبت خاک دارد. پیت باعث افزایش و حفظ رطوبت شده و بر رشد گیاه اثر مثبت دارد (Ostos *et al*., 2008). وجود پسماند شیرین‌بیان به‌ویژه در سطح ۵۰٪ منجر به کاهش در شمار و سطح برگ شد که می‌تواند ناشی از کمتر بودن رطوبت این تیمار (جدول ۲) باشد. در شرایطی کم آبی کاهش سطح برگ یک روش سازگاری مهم است (Amiri Deh Ahmadi *et al*., 2010) اما می‌تواند با کاهش نورساخت به کاهش رشد کلی گیاه منجر شود. بین سطح برگ و سرعت رشد نسبی رابطه مستقیم وجود دارد و با کاهش آن رشد نسبی کاهش می‌یابد (Khurana & Singh, 2000). از سوی دیگر برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که گیاهان دارویی دارای پتانسیل دگرآسیبی می‌باشند. ترکیب‌های دگرآسیب جزء ماده‌های ثانویه گیاهی و یا محصولات فرعی مسیرهای متابولیکی گیاهان دسته بندی می‌شوند و شامل ترپن‌ها و تانن‌ها، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، کوئینون‌ها و فنول‌ها می‌باشند (Einhellig & Rasmussen, 1979). دگرآسیبی می‌تواند اثرهای خود را از راه تأثیر بر تنفس، تغییر در نفوذپذیری غشا، بازدارندگی رشد یاخته‌ای و جلوگیری از فعالیت آنزیم‌ها اعمال کند (Putnam *et al*., 1983). ترکیب‌های آلکالوئیدی موجود در شیرین‌بیان می‌تواند سبب توقف در بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیک و متابولیک یاخته گیاهی شود (Zarei *et al*., 2014). در پژوهشی با افزودن عصاره آبی سه گیاه دارویی شیرین‌بیان، سیاه‌دانه[۳] و انیسون[۴] به محیط کشت جلبک آب شیرین مشخص شد که عصاره آبی شیرین‌بیان، در شمار کل یاخته‌ها و سرعت رشد آن‌ها، بازدارندگی ایجاد کرده است. پژوهشگران دلیل این رخداد را وجود ترکیب‌های شیمیایی مانند گلیسیریزین که یک ساپونین گلیکوزید است، دانسته‌اند (Hassan *et al*., 2004).

بیشترین مقدار شاخص‌های رشد ریشه شامل وزن تر ریشه (۲۲/۳۳ گرم)، وزن خشک ریشه (۶/۱۳ گرم) و حجم ریشه (۲۶/۶۷ سانتی‌متر مکعب) مربوط به تیمار P25C25 بود و کمترین مقدار این شاخص‌ها در تیمار L50 دیده شد (جدول ۳). اگرچه ایجاد شرایط مناسب برای ریشه موجب بهبود ویژگی‌های کیفی و کمی گل می‌شود ولی کاربرد پیت به تنهایی به دلیل فشرده بودن و کاهش تهویه مناسب نیست (Khalaj & Amiri, 2012). در این آزمایش با توجه به اینکه گنجایش نگهداشت

۱- *Epipremnum aureum* Lindl. and Andre 'Golden Pothos' ۲- *Cyclamen percicum* Mill. ۳- *Nigella sativa* L. ۴- *Pimpinella anisum* L.

آب کوکوپیت کمتر از پیت است بنابراین با فراهم کردن آب و هوای کافی باعث فراهم شدن شرایط بهتر برای رشد ریشه شده است. از سوی دیگر با ایجاد شرایط تنش کم‌آبی در اواخر فواصل آبیاری در بسترهای حاوی کوکوپیت ممکن است باعث تحریک گسترش ریشه شده باشد که وضعیت RWC (جدول ۴) و محتوای رطوبت بستر در نقطه FC تایید کننده این موضوع است، به‌طوری که نگهداشت آب بسترها به صورت؛ پسماند ریشه شیرین‌بیان < کوکوپیت < پیت خزه بوده (جدول ۲) و آمیخته آن‌ها نیز همین روند را دارد. در محیط کشت حاوی پیت + کوکوپیت به دلیل رشد مناسب اندام هوایی و به‌ویژه شمار و سطح برگ و در نتیجه نورساخت بیشتر، ماده‌های غذایی بیشتری در مقایسه با بستر کوکوپیت برای ریشه فراهم بوده است. بنابراین به دلیل فراهم بودن هر دو آب و هوا در بستر، رشد ریشه نسبت به دیگر بسترها بهتر بوده است. کمترین وزن تر و خشک و حجم ریشه در بستر L50 دیده شد. پژوهش‌های انجام شده در کاربرد کمپوست از منابع مختلف نشان داده که افزودن میزان بالای کمپوست نسبت به پیت رشد ریشه گیاهان بنت قنسول[۱]، همیشه بهار[۲] و سیکلمن را کاهش داده است (Garcia-Gomez *et al*., 2002; Papafotiou *et al*., 2001; Qing-chao *et al*., 2014). در این آزمایش ممکن است به دلیل وجود ذره‌های درشت پسماند شیرین‌بیان تهویه زیاد و کاهش نگهداشت آب باعث تنش گیاهان شده باشد. بیشترین نسبت ریشه به شاخساره (۰/۶۲) در بستر P25C25 و کمترین آن (۰/۲۵ و ۰/۳۰) به ترتیب در بسترهای P50 و P25L25 دیده شد (جدول ۳). کم بودن نسبت ریشه به شاخساره در بستر پیت می‌تواند ناشی از فراهم بودن آب و ماده‌های غذایی به مقدار کافی برای گیاه و یا تهویه ضعیف آن (Fonteno, 1992a) باشد. اثر بهبوددهنده پسماند شیرین‌بیان نیز ممکن است ناشی از تهویه و بیشتر بودن مقدار فسفر پسماند ریشه شیرین‌بیان نسبت به پیت و کوکوپیت باشد (جدول ۲). برای نمو ریشه‌ها مقدار کافی فسفر ضروری است. وجود فسفر به مقدار زیاد در بستر کاشت دسترسی آن را برای گیاه افزایش داده و باعث افزایش رشد ریشه و شاخساره می‌شود (Hussain *et al*., 2017).

بیشترین شمار گل (۵/۷) در تیمار P25C25 حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار P50 (۵/۵) نداشت. همچنین بیشترین طول دمگل‌آذین (۱۴/۵) مربوط به بستر P50 و کمترین آن‌ها مربوط به بستر L50 بود (جدول ۴). گزارش شده است که رشد و گلدهی شمعدانی در بستر حاوی ٪۵۰ پیت در مقایسه با ٪۱۰۰ پیت بیشتر است (Borji *et al*., 2014). برخلاف نتایج حاصل از این آزمایش، گلدهی بوته خیار[۳] در اثر کاربرد ٪۴۰ کمپوست پوسیده شیرین‌بیان افزایش یافته است (Rajaie *et al*., 2015) که این تفاوت به احتمال، ناشی از پوسیدگی کامل این ماده آلی و تغییر در ویژگی‌های آن بوده است.

نتایج بیانگر تاثیر آشکار کاربرد پیت خزه به همراه پسماند شیرین‌بیان بر مقدار کلروفیل بود و بیشترین سطح کلروفیل کل (۱/۴۶ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار P50L50 و پس از آن در تیمار P50 دیده شد. تیمارهای P50 و P25C25 از لحاظ سطح کلروفیل با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند اما بستر حاوی ٪۵۰ پسماند شیرین‌بیان (L50) باعث کاهش رنگدانه‌های نورساختی شد (جدول ۴). گیاه رزماری[۴] رشد یافته در بستر حاوی ٪۹۰ پیت + ٪۱۰ ورمی‌کمپوست دارای محتوای کلروفیل بیشتری بوده است (Morales-Corts *et al*., 2014). بیشترین مقدار کلروفیل در گیاه گلوکسینیا رشد یافته در بستر کشت بر پایه پیت گزارش شده است (Wilson *et al*., 2001). با توجه به موثر بودن میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ساخت متابولیت‌های

۱- *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch ۲- *Calendula officinalis* L. ۳- *Cucumis sativus* L.
۴- *Rosmarinus officinalis* L.

ثانویه و مقدار کلروفیل به نظر می‌رسد که افزایش در جذب این عنصرهای باعث بهبود نورساخت می‌شود (Pandey, 2005). معدنی شدن نیتروژن در خاک‌های اصلاح شده با پس ماندهای آلی یک فرایند پیچیده بوده و به ویژگی‌های خاک از قبیل نوع خاک، دما، تهویه، pH، رطوبت، نوع و مقدار پسماند آلی افزوده شده بستگی دارد (Hernández *et al*., 2002; Hseu & Huang, 2005). استفاده از پسماند شیرین‌بیان در بستر گل همیشه بهار (Zarei *et al*., 2014) و توت فرنگی (Yavari *et al*., 2009) باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل برگ شده است. از سوی دیگر گنجایش نگهداشت رطوبت در این بستر پایین بوده و کاهش آب قابل استفاده گیاه در بستر L50 می‌تواند از عامل‌های اصلی کاهش میزان تشکیل کلروفیل باشد (Marschner, 2011). پایین بودن تخلخل، گنجایش نگهداشت آب و کمبود عنصرهای فسفر، آهن و منگنز باعث کاهش رنگدانه‌های نورساختی می‌شود (Pivot *et al*., 1993).از نظر محتوای نسبی آب برگ بیشترین مقدار (۹۱/۲٪) در بستر P50 و کمترین مقدار (۴۷/۶٪) در بستر L50 دیده شد (جدول ۴). محتوای نسبی آب برگ با هدایت روزنه‌ای همبستگی داشته و کاهش مقدار آن در شرایط کمبود آب منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای و جذب دی‌اکسیدکربن شده و در پایان سبب کاهش نورساخت می‌گردد (Miller *et al*., 2002). افزون بر این خشکی بستر ریشه را وادار به پس دادن آب می‌کند و باعث کاهش سطح ارتباطی بین ریشه و بستر می‌گردد (Kolek & Kozinka, 1992). سطح تماس بین ریشه و بستر کشت یک نکته مهم در جذب آب است (Glinski, 2018) و دیده شد که توسعه ریشه در تیمارهای دارای پسماند شیرین‌بیان کمتر از دیگر تیمارها بوده است. بیشترین رتبه کیفیت ظاهری (۹/۷۵) مربوط به بستر P50 و کمترین آن‌ها مربوط به بستر L50 بود (جدول ۴). کیفیت گیاهان تابع مواردی مانند رشد کلی گیاه، شمار برگ، اندازه و رنگ برگ و شمار گل در بوته و به طور کلی بازارپسندی است. گیاهانی که در بسترهای دارای ۵۰٪ پیت خزه و پس از آن در بستر حاوی ۲۵٪ پیت + ۲۵٪ کوکوپیت رشد یافته بودند، دارای بهترین کیفیت بودند و با کاربرد پیت در بسترهای مختلف کیفیت افزایش یافت. نتایج ما نشان می‌دهد که پیت خزه نقش مهمی در تولید گیاهان با کیفیت شمعدانی دارد.

.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر آمیخته‌های بستر کشت بر رشد ریشه و شاخساره گیاه شمعدانی.

Table 3- Means comparison of the effects of root medium mixtures on root and shoot growth of geranium.

نسبت سطح برگ LAR	نسبت ریشه به شاخساره R/S	حجم ریشه Root vol. (cm^3)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	شمار برگ Numbr of Leaves	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight (g)	وزن تر شاخساره Shoot fresh weight (g)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تیمار Treatment*
96.79b	0.49b	20.83b	4.07bc	13.30c	37.04c	32.7c	8.44c	55.23c	12.4cd	C50
119.52a	0.25d	20.83b	4.22b	16.87b	55.97a	45.2a	16.94a	112.26a	25.6a	P50
69.25c	0.50b	11.67c	2.34e	9.74d	21.42e	22.8d	4.75d	26.56d	8.5e	L50
94.26b	0.62a	26.67a	6.13a	22.33a	43.68b	35.3b	10.31b	69.89b	15.4b	C25P25
94.82b	0.40bc	20.83b	3.32cd	13.14c	33.10cd	32.8c	8.34c	54.97c	12.7c	C25Li25
78.76c	0.30cd	20.83b	2.98de	12.61c	32.66d	31.3c	10.05b	56.98c	10.7d	P25L25

در هر ستون میانگین‌های دارای دستکم یک حرف مشترک بدون تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD هستند. * P: پیت خزه، C: کوکوپیت، L: پسماند ریشه شیرین‌بیان.

In each column, means with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 5% using LSD test. *P: Peat moss, C: Coco peat, L: licorice root residue.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر آمیخته‌های بستر کشت بر صفات زایشی و فیزیولوژیک گیاه شمعدانی.

Table 4- Mean comparisons of the effects of root medium mixtures on reproductive and physiological traits of geranium.

کیفیت ظاهری Visual quality	محتوای آب نسبی برگ RWC (%)	کلروفیل Chlorophyll (mgg^{-1})	طول دمگل Peduncle length (cm)	شمار گل Flower No.	تیمار Treatment
6.75c	72.0c	0.97c	9.7cd	3.0b	C50
9.75a	91.2a	1.25b	14.5a	5.5a	P50
3.1667f	47.6f	0.84d	9.2d	2.3b	L50
7.9167b	83.8b	1.17b	12.8b	5.7a	C25P25
4.3333e	57.7e	0.93cd	10.7c	2.3b	C25L25
5.4583d	63.4d	1.46a	12.8b	2.5b	P25L25

در هر ستون میانگین‌های دارای دستکم یک حرف مشترک بدون تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD هستند. * P: پیت خزه، C: کوکوپیت، L: پسماند ریشه شیرین‌بیان .

In each column, means with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 5% according to LSD test. P: Peat moss, C: Coco peat, L: licorice root residue.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، بهترین عملکرد رویشی و زایشی گیاه شمعدانی در تیمار P50 (حاوی خاک لومی (۳۵٪) پرلایت (۱۵٪) و پیت خزه (۵۰٪)) و پس از آن در تیمار P25C25 (حاوی خاک لومی(۳۵٪) پرلایت (۱۵٪)، ۲۵٪ پیت خزه و ۲۵٪ کوکوپیت) دیده شد. در شرایط دسترسی محدود به پیت خزه می‌توان کمتر از ۵۰٪ از پیت خزه را با کوکوپیت جایگزین کرد ولی مقدار بیشتر کوکوپیت روی رشد گیاه اثر منفی دارد. بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش و دیگر پژوهش‌های بررسی شده پیت خزه نقش مهمی در رشد کیفی شمعدانی دارد و برای جایگزین کردن کامل آن با دیگر ماده‌های آلی پژوهش‌های بیشتری لازم است انجام شود.

منابع

Álvarez, J.M., Pasian, C., Lal, R., López, R., Díaz, M.J., Fernández, M. (2018). Morpho-physiological plant quality when biochar and vermicompost are used as growing media replacement in urban horticulture. *Urban Forestry & Urban Greening*, *34*, 175–180.

Amiri Deh Ahmadi, S.R., Parsa, M., Ganjali, A. (2010). The effects of drought stress at different phenological stages on morphological traits and yield components of a chickpea (*Cicer arietinum* L.) under greenhouse conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *8*(1), 157-166 (In Persian).

Amooei, A.M., Ghasempour, N., Kameli, M. (2015). *Licorice Cultivation Entrepreneurship Package*. Asrar Elm Publisher, Tehran. 76p, (In Persian).

Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, *24*(1), 1.

Bañón, S., Miralles, J., Navarro, A., Sánchez-Blanco, M.J. (2009). Influence of paclobutrazol and substrate on daily evapotranspiration of potted geranium. *Scientia Horticulturae*, *122*(4), 572–578.

Barr, H.D., Weatherley, P.E. (1962). A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Australian Journal of Biological Sciences*, *15*(3), 413–428.

Borji, S., Khodadadi, M., Mobasser, H.R. (2014). Effect of different levels of vermicompost on growth characteristics and flowering geranium. *Journal of Novel Applied Sciences*, *3*(3), 307–309.

Bragg, N. (1990). A Review of Peat Reserves and Peat Usage in Horticulture and Alternative Materials–Report for the Horticultural Development Company (HDC). *Petersfield, UK*, *59*.

Dole, J., Wilkins, H. (2005). "Floriculture: Principles and Species, 2nd edition. Prentice-Hall."*Inc. Upper Saddle River, USA*. 1023p.

Einhellig, F.A., Rasmussen, J.A. (1979). Effects of three phenolic acids on chlorophyll content and growth of soybean and grain sorghum seedlings. *Journal of Chemical Ecology*, *5*(5), 815–824.

Esmaeili, F., Kalatejari, S., Tajpour, Z. (2013). An investigation into the effect of organic and non-organic media in production of *Dracaena marginata* Ait. *Journal of Agricultural Engineering*, *36*(1), 52-64 (In Persian).

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A. (2009). Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. In: Lichtfouse, E., Navarrete, M., Debaeke, P., Véronique, S., Alberola, C. (eds.). Sustainable Agriculture. Springer, Dordrecht. pp 153-188. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_12.

Fitzpatrick, G.E. (1986). Sludge processing effect on compost quality. *BioCycle (USA)*, *7*(9), 32-35.

Fonteno, W.C. (1992a). Geraniums. In: Larson, R.A. (ed.). Introduction to Floriculture. Academic Press, California USA. pp. 451-475.

Fonteno, W.C. (1992b). Problems & considerations in determining physical properties of horticultural substrates. In: *International Symposium on Horticultural Substrates Other than Soil in Situ*, *342*, 197–204.

García-Albarado, J.C., Trejo-Téllez, L.I., Velásquez-Hernández, M.A., Ruiz-Bello, A., Gómez-Merino, F.C. (2010). Crecimiento de petunia en respuesta a diferentes proporciones de composta en sustrato. *Revista Chapingo*,

Serie Horticultura, *16*(2), 107–113 (In Spanish).

Garcia-Gomez, A., Bernal, M.P., Roig, A. (2002). Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology*, *83*(2), 81–87.

Gaston, M.L., Konjoian, P.S., Kunkle, L.A., Wilt, M. (1997). *Tips on Regulating Growth of Floriculture Crops.* Ohio Florists Association Services. Inc. Columbus. USA. 124p.

Ghasemi Ghehsareh, M., Mohammadi, R. (2008). Principles of Breeding and Seed Production in Ornamental Plants. Elm afarin publisher. 268p. (In Persian).

Ghasemi Ghehsareh, M., Ghanbari, M., Reezi, S. (2020). The effects of different potted mixtures on the growth and development of miniature roses (*Rosa* 'Orange Meillandina'). *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, *9*(4), 399-409.

Glinski, J., Lipiec, J. (2018). Soil Physical Conditions and Plant Roots. CRC press. 250p.

Gong, X., Li, S., Sun, X., Wang, L., Cai, L., Zhang, J., Wei, L. (2018). Green waste compost and vermicompost as peat substitutes in growing media for geranium (*Pelargonium zonale* L.) and calendula (*Calendula officinalis* L.). *Scientia Horticulturae*, *236*, 186–191.

Gruda, N.S. (2019). Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. *Agronomy*, *9*(6), 1–24.

Hassan, F.M., Yaseen, A.A., Abed, R.K. (2004). Effect of some medicinal plants extracts on the growth of the Alga *Microcystis aeruginosa* Kuetz. *Iraqi Journal of Science*, *45*(1), 92-98.

Hernández, T., Moral, R., Perez-Espinosa, A., Moreno-Caselles, J., Perez-Murcia, M.D., Garcıa, C. (2002). Nitrogen mineralisation potential in calcareous soils amended with sewage sludge. *Bioresource Technology*, *83*(3), 213–219.

Hseu, Z.Y., Huang, C.C. (2005). Nitrogen mineralization potentials in three tropical soils treated with biosolids. *Chemosphere*, *59*(3), 447–454.

Hussain, R., Younis, A., Riaz, A., Tariq, U., Ali, S., Ali, A., Raza, S. (2017). Evaluating sustainable and environment friendly substrates for quality production of potted Caladium. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *6*(1), 13–21.

Jones, A.P. (1999). Indoor air quality and health. *Atmospheric Environment*, *33*(28), 4535–4564.

Kashihara, Y., Shinoda, K., Murata, N., Araki, H., Hoshino, Y. (2011). Evaluation of the horticultural traits of genus *Alstroemeria* and genus *Bomarea* (Alstroemeriaceae). *Turkish Journal of Botany*, *35*(2), 239–245.

Khalaj, M.A., Amiri, M. (2012). Effect of different substrates on quantitative and qualitative traits of gerbera (*Gerbera jamesonii*) in a nonrecyclying soilless culture system. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture-Isfahan University of Technology*, *2*(4), 47–55 (In Persian).

Khan, Z., Tiyagi, S.A., Mahmood, I., Rizvi, R. (2012). Effects of N fertilisation, organic matter, and biofertilisers on the growth and yield of chilli in relation to management of plant-parasitic nematodes. *Turkish Journal of Botany*, *36*(1), 73–81.

Khayyat, M., Nazari, F., Salehi, H. (2007). Effects of different pot mixtures on pothos (*Epipremnum aureum* Lindl. and Andre 'Golden Pothos') growth and development. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, *2*(4), 341–348.

Khurana, E., Singh, J.S. (2000). Influence of seed size on seedling growth of *Albizia procera* under different soil water levels. *Annals of Botany*, *86*(6), 1185–1192.

Kolek, J., Kozinka, V. (1992). Physiology of the Plant Root System. Kluwer Academic Publishers. 361p.

Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes, In: Packer, L., Douce, R. (eds.). Methods in Enzymology (vol. 48). Elsevier, pp 350–382.

Mahmboub Khomami, A. (2008). The effects of kind and rate of vermicompost in pot medium on the growth of *Ficus bengamina*. *Seed and Plant*, *24*(2), 333-344 (In Persian).

Marschner, H. (2011). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. 672p.

Mercurio, G. (2007). Cut Rose Cultivation Around the World. Schreurs, De Kwakel, The Netherlands. 249p.

Miller, P.R., McConkey, B.G., Clayton, G.W., Brandt, S.A., Staricka, J.A., Johnston, A.M., Lafond, G.P., Schatz, B. G., Baltensperger, D.D., Neill, K.E. (2002). Pulse crop adaptation in the northern Great Plains. *Agronomy*

Journal, *94*(2), 261–272.

MirseyedHosseini, H., Alavipoor, E., Delshad, M. (2017). Evaluation of different growth media for tomato seedlings to optimize production and water use. *Iran Agricultural Research*, *36*, 61-70 (In Persian).

Morales-Corts, M.R., Gómez-Sánchez, M.Á., Perez-Sanchez, R. (2014). Evaluation of green/pruning wastes compost and vermicompost, slumgum compost and their mixes as growing media for horticultural production. *Scientia Horticulturae*, *172*, 155–160.

Oki, L.R., Lieth, J.H. (2004). Effect of changes in substrate salinity on the elongation of *Rosa hybrida* L.'Kardinal' stems. *Scientia Horticulturae*, *101*(1–2), 103–119.

Ostos, J.C., López-Garrido, R., Murillo, J.M., López, R. (2008). Substitution of peat for municipal solid waste-and sewage sludge-based composts in nursery growing media: Effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. *Bioresource Technology*, *99*(6), 1793–1800.

Pandey, R. (2005). Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organics. *Phytoparasitica*, *33*(3), 304–308.

Papafotiou, M., Phsyhalou, M., Kargas, G., Chatzipavlidis, I., Chronopoulos, J. (2004). Olive-mill wastes compost as growing medium component for the production of poinsettia. *Scientia horticulturae*, *102*(2), 167-175.

Pivot, D., Reist, A., Gillioz, J.M., Ryser, J.P. (1993). Water quality, climatic environment and mineral nutrition of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in closed soilless cropping system. In: *International Symposium on Water Quality & Quantity-Greenhouse*, 207–214.

Putnam, A.R., Defrank, J., Barnes, J.P. (1983). Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *Journal of Chemical Ecology*, *9*(8), 1001–1010.

Qing-chao, L., Kui-ling, W., Qing-hua, L., Hui-tang, P., Qi-xiang, Z. (2014). Effects of substitute media on development of potted *Cyclamen percicum* Mill. *Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)*, *21*(2), 28–37.

Rajaie, M., Attarzadeh, M., Mosavi, S.H., Attarzadeh, M. (2015). Using licorice compost (*Glycyrizha glabra*) to reduce the water stress effect in greenhouse cucumber. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *25*(3), 80-90 (In Persian).

Ribeiro, H.M., Vasconcelos, E., Dos Santos, J.Q. (2000). Fertilisation of potted geranium with a municipal solid waste compost. *Bioresource Technology*, *73*(3), 247–249.

Savvas, D., Gruda, N. (2018). Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry—A review. *European Journal of Horticultural Science*, *83*(5), 280–293.

Savvas, D., Passam, H. (2002). Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications Athens. 463p.

Sudhakar, P., Latha, P., Reddy, P.V. (2016). Phenotyping Crop Plants for Physiological and Biochemical Traits. Academic Press. 172p.

Shahbazi, M., Chamani, E., Mostafavi, M., EHir, Y.P. (2012). Investigation of media (vermicompost, peat and coco-peat) on growth and flowering of carnation flower. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *22*(3), 128-136 (In Persian).

Sharma, V.M., Salokhe, A.K. (2012). Greenhouse; Technology and Applications. Agrotech Publishing Academy. 280p.

Tehranifar, A., Poostchi, M., Arooei, H., Nematti, H. (2006). Effects of seven substrates on qualitative and quantitative characteristics of three strawberry cultivars under soilless culture. *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Advances in Environmental Control, Automation*, *761*, 485–488.

Wilson, S.B., Stoffella, P.J., Graetz, D.A. (2001). Use of compost as a media amendment for containerized production of two subtropical perennials. *Journal of Environmental Horticulture*, *19*(1), 37–42.

Yavari, S., Eshghi, S., Tafazoli, E., Karimian, N. (2009). Mineral elements uptake and growth of strawberry as influenced by organic substrates. *Journal of Plant Nutrition*, *32*(9), 1498–1512.

Zarei, M., Merikhi, M., Saharkhiz, M.J. (2014). Influence of arbuscular mycorrhizal fungus and licorice pulp on morphological and physiological characteristics of *Calendula officinalis* L. *Iranian Journal of Medicinal and*

Aromatic Plants, *30*(3), 391-401 (In Persian).

Zawadzińska, A., Salachna, P. (2015). Growth, flowering and photosyntetic pigments of *Pelargonium* × *hortorum* L.H. Bailey “Survivor Hot Pink” and “Graffiti Fire” grown in substrates containing sewage sludge compost. *Journal of Ecological Engineering*, *16*(3), 168–176.

Flower and Ornamental Plants (2021), 6(1): 71-84
Research article
DOI: 10.52547/flowerjournal.6.1.71

Effects of peat moss, cocopeat and licorice residues on geranium growth characteristics (*Pelargonium* × *hortorum* 'Ringo 2000 Deep Red')

Masoud Ghasemi Ghehsareh*, Maryam Ghanbari Soleimanabadi, Saeid Reezi
Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
mghasemi1352@gmail.com
Received: 24/6/2021, Revised: 7/8/2021, Accepted: 7/8/2021

Abstract
Geranium is one of the most important potted and bedding ornamental plants that selection and construction of a suitable growing medium is important for success in any stage of its production. In order to determine a suitable pot mixture for geranium, the effect of peat moss, cocopeat and licorice root residue in soil-based mixtures (50% by volume, including soil and perlite in a ratio of 5:2), an experiment with 6 treatments (50% by volume) including peat moss (P50), cocopeat (C50), licorice root residue (L50), peat + cocopeat (P25C25), peat + licorice residue (P25L25) and cocopeat + licorice residue (C25L25) was performed. The results showed that the highest values of plant height, shoot fresh weight, shoot dry weight, number of leaves, average leaf area, number of inflorescences, petiole length and apparent quality rating were belonged to P50 treatment. The highest values of root fresh and dry weight and root volume were obtained in P25C25 mixture. The highest leaf area ratio (LAR) and relative leaf water content (RWC) were belonged to P50 treatment and the highest amount of chlorophyll was belonged to P25L25 mixture. In general, the best vegetative and flowering performance of plants were observed in P50 treatment (containing loamy soil (35%), perlite (15%) and peat moss (50%)) and then in P25C25 treatment. Therefore, with little access to peat moss, less than 50% of peat moss can be replaced with cocopeat, and more cocopeat has a negative effect on plant growth. Licorice residue had a negative effect on most of the measured indices.
Keywords: Chlorophyll, Flowering, Leaf area ratio, Relative leaf water content, Root medium.